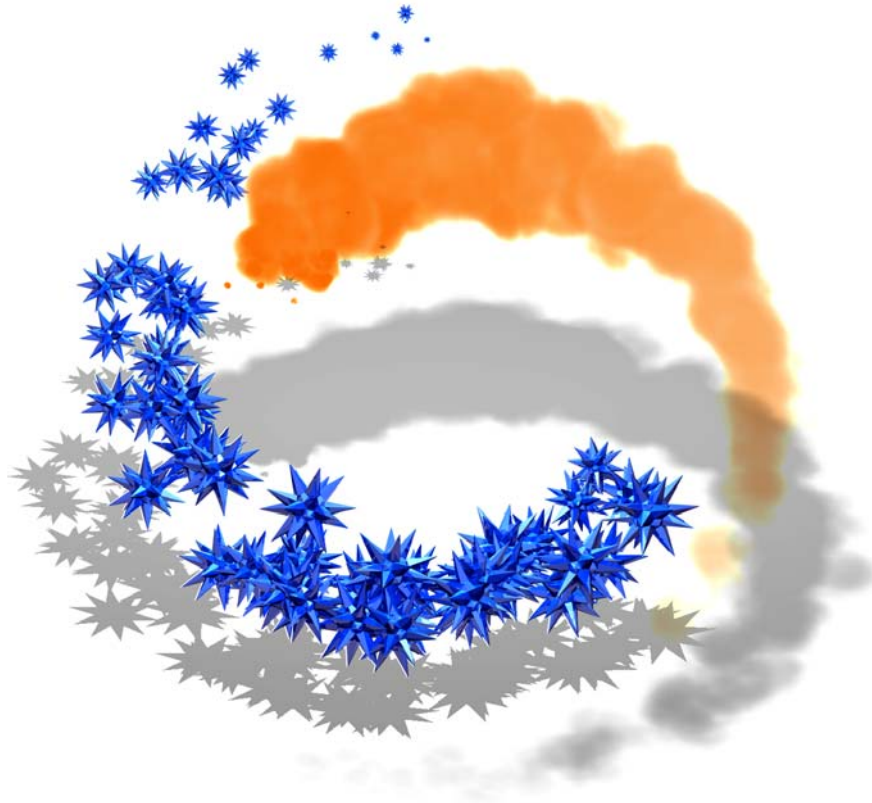


Diplomarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades
eines Diplomingenieurs (FH)



Entwicklung und Umsetzung eines Algorithmus zur ökologischen Bilanzierung von Gebäuden

Fachhochschule Hildesheim/Holzminen/Göttingen
Jens Oschmann, Matrikel-Nr. 26 63 65, Hildesheim
WS 2003/2004

Beurteilung:

1. Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Dr.rer.pol. Thomas Wedemeier
2. Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Hans-Peter Leimer



Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort	3
2	Ökobilanzen	4
2.1	Hintergrund	4
2.2	Grundlagen	4
2.3	Zieldefinition	6
2.3.1	Festlegung des Ziels	6
2.3.2	Festlegung der Tragweite	6
2.3.2.1	Funktionale Einheit	6
2.3.2.2	Festlegung der Systemgrenzen	6
2.3.2.3	Datenqualität	7
2.3.2.4	Kritische Würdigung	7
2.4	Sachbilanzierung	7
2.4.1.1	Allokation	7
2.4.1.2	Recycling	8
2.5	Wirkungsabschätzung	8
2.5.1	Klassifizierung	8
2.5.2	Charakterisierung	9
2.5.3	Normalisierung	11
2.5.4	Wirkungskategorien	12
2.5.4.1	Anthropogener Treibhauseffekt	12
2.5.4.2	Katalytischer Ozonabbau in der Stratosphäre	12
2.5.4.3	Versauerung	12
2.5.4.4	Sommersmog (Photooxidantienbildung)	13
2.5.4.5	Überdüngung (Eutrophierung)	13
2.6	Bewertung	14
2.6.1	Methode der kritischen Volumina	14
2.6.2	Methode der ökologischen Knappheit	15
2.6.3	Produktlinienanalyse	15
2.6.4	Material-Intensität pro Serviceeinheit	15
3	Ökobilanz im Bauwesen	16
3.1	Zieldefinition	16
3.1.1	Funktionale Einheit	16
3.1.2	Systemgrenzen	16
3.1.3	Kritische Würdigung	17
3.1.4	Kumulierter Energieaufwand	17
3.1.5	Kumulierter Stoffaufwand	18
3.1.6	Deponierung/Recycling	18
3.2	Sachbilanzierung	19
3.2.1	Herstellung	20
3.2.1.1	Materialien	20
3.2.1.2	Bauteile	20
3.2.1.3	Gebäude	21
3.2.2	Unterhalt	21
3.2.3	Nutzung	22
3.3	Wirkungsabschätzung/Bewertung	24
3.4	Zusammenfassende Darstellung des Algorithmus	26
4	EDV-Anwendung	27
4.1	Allgemeines	27
4.2	Dialog 1 „Übersicht“	28
4.3	Dialog 2 „Definition Bauteile“	29
4.4	Dialog 3 „Definition Gebäude“	30
4.5	Dialog 4 „Heizenergiebedarf EnEV“	31
4.6	Dialog 5 „Heizenergiebedarf BiMoBa“	32





4.7	Dialog 6, 7, 8	32
4.8	Dialog 9 „Jährlicher Primärenergiebedarf“	34
4.9	Dialog 10 „Ökologische Bilanzierung“	35
5	Variantenbetrachtungen am Beispielgebäude	37
5.1	Holzhaus gegen Steinhaus:	37
5.1.1	Baubeschreibung:.....	37
5.1.2	Haustechnik:	37
5.1.3	Darstellung.....	38
5.1.3.1	Variante V1.....	40
5.1.3.2	Variante V2.....	43
5.1.4	Auswertung:.....	46
5.1.5	Zusammenfassung der Variantenbetrachtung:	48
5.1.6	Ergebnisse:.....	48
5.1.7	Analyse der Materialeinflüsse.....	49
5.2	Variation der Massivbauarten	51
5.2.1	Beschreibung.....	51
5.2.2	Auswertung:.....	53
5.2.3	Zusammenfassung	55
5.2.4	Ergebnisse:.....	55
5.3	Variation der Dämmstärken	56
5.3.1	Beschreibung.....	56
5.3.2	Auswertung:.....	58
5.3.3	Zusammenfassung	59
5.3.4	Ergebnisse.....	60
5.4	Zusammenfassung aller Varianten	61
6	Zusammenfassung	62
7	Quellenverzeichnis:	63
7.1	Literatur	63
7.2	Normen/Richtlinien:.....	64
8	Anlage	64





1 Vorwort

Der Klimawandel durch CO₂-Ausstoß, erhöhte UV-Belastungen durch ozonzerstörende Gase oder die sommerlich hohen Ozonkonzentrationen sind in aller Munde. Auch wenn über deren Ursachen- und Wirkungszusammenhänge in der Fachwelt noch große Uneinigkeit herrscht, so ist hingegen sicherlich unbestritten, dass der Mensch mit seinem Handeln einen Einfluss auf die natürliche Umwelt ausübt. Eine weitestgehende Minimierung der möglicherweise negativen Folgen und damit eine weitestgehende Reduzierung von Energieverbräuchen und Schadstoffemissionen sollten daher für alle hohe Priorität besitzen.

Bau und Benutzung von Gebäuden tragen erheblich zu den weltweiten Schadstoffausstößen bei. Ähnlich umfassend sind der durch sie verursachte Verbrauch fossiler Energieträger und der Abbau begrenzter Ressourcen. Die Wirkung, die Gebäude dadurch auf Mensch, Tier und die gesamte Umwelt ausüben, ist komplex und von den möglichen kurzfristigen und langfristigen Folgen her nur schwer abzuschätzen.

In dieser Diplomarbeit soll ein Werkzeug geschaffen werden, um diese ökologische Einschätzung von Hochbauten zu erleichtern. Dabei wird das noch recht junge Konzept der Ökobilanzierung, welches bisher vor allem bei der Untersuchung von Verpackungstoffen eine Rolle spielte, auf das Bauwesen übertragen und um eine energetische Betrachtung ergänzt. Ziel dieses Vorgehens ist eine ganzheitliche Bilanzierung verschiedener Hochbauvarianten „von der Wiege bis zur Bahre“, also entlang des gesamten Lebensweges. Darin eingeschlossen sind Herstellung, Nutzung, Unterhaltung und Entsorgung eines Gebäudes inklusive aller damit zusammenhängenden vor- und nachgelagerten Prozesse. Ziel dieses Vorhabens ist die Absicht, eine möglichst eindeutige Aussage über die ökologischen Wirkungen machen zu können und damit für zukünftige Bauvorhaben eine handlungsorientierte Empfehlung zu geben.

Im ersten Kapitel dieser Arbeit wird dazu der augenblickliche Sachstand in der Ökobilanz-Diskussion wiedergegeben. Im darauf folgenden Abschnitt wird dieser allgemeine Ansatz auf das Bauwesen mit seinen Eigenheiten und Besonderheiten, die insbesondere durch den zeitliche langen Lebensweg und die hohe Vielfalt an Varianten entstehen, übertragen. Abschließend wird beispielhaft diese Bilanzierung anhand einiger Gebäude in verschiedenen baulichen Versionen durchgespielt.

An dieser Stelle möchte ich Herrn Prof. Dr. Dr. Wedemeier ganz besonderen Dank aussprechen für die überaus interessante Aufgabenstellung und die hilfreiche Unterstützung während der gesamten Bearbeitungsphase. Ebenso danke ich Herrn Prof. Dr. Leimer für die Übernahme der Zweitprüfung und die nützlichen Tipps und Anregungen bzw. die Benennung kompetenter Ansprechpartner. Dank natürlich auch an Herrn Hoffmann von der Firma Haacke-Haus, der mir freundlicherweise alle notwendigen Unterlagen für das betrachtete Beispielgebäude „Stadtvilla“ zur Verfügung gestellt hat.

Ohne die umfassende Unterstützung durch mein soziales Umfeld wäre diese Arbeit sicherlich nicht durchführbar gewesen. Ich danke daher ganz besonders allen Freunden, Bekannten, Kollegen und Verwandten für inhaltlichen und moralischen Beistand während des gesamten Entstehungsprozesses dieser Diplomarbeit.





2 Ökobilanzen

2.1 Hintergrund

Ökobilanzen dienen der ganzheitlichen Erfassung von Stoff- und Energieumsätzen. Dabei wird der gesamte Lebenszyklus, also die Herstellung, Nutzung und Entsorgung eines Bilanzobjektes betrachtet und insbesondere auf seine ökologischen Auswirkungen hin untersucht. Ursprünglich waren Bilanzobjekte Produkte, mittlerweile fallen aber auch Prozesse, Unternehmen oder Dienstleistungen darunter. Ideales Ziel einer jeden Bilanz ist die Ermittlung von Schwachstellen sowie bei der Betrachtung verschiedener Varianten das Ermitteln der günstigsten Alternative. [35]

Erste Vorläufer einer Stoffbilanz wurden Anfang der siebziger Jahre in den USA und in Deutschland aufgestellt. Dabei wurden Verpackungen, insbesondere von Getränken, untersucht. Wesentliche Entwicklungen gab es danach vor allem in Europa. Namentlich tauchte der Begriff „Ökobilanz“ erstmals in einer vom Schweizer Umweltamt (heute BUWAL) initiierten Untersuchung von Packstoffen auf. In ihr wurden Umwelteinflüsse zu einer Kennzahl pro Umweltsektor (Energieverbrauch, Wasserbelastung, Luftbelastung und feste Abfälle) und in einer späteren Fassung sogar zu einer einzigen Kennzahl verdichtet. [4]

In Deutschland konzentrierte man sich mehr auf die Methodik der Stoffbilanzierung. In den achtziger Jahren entstand dabei das Konzept des Kumulierten Energieaufwandes (KEA), in dem die vorgelagerten Ketten des Produktionsprozesses bestimmter Energieträger bei der Energiebilanzierung mit berücksichtigt wurden. In den Niederlanden entwickelte das „Centrum voor Milieukunde“ Methoden zur Analyse der Wirkungsabschätzungen von Umwelteinflüssen. [16] Durch Initiative der SETAC wurde Anfang der neunziger Jahre die internationale Kooperation verstärkt. [26] Sie resultierte schließlich in dem Bemühen einer internationalen Konsensfindung und damit in einem internationalen Normen-Rahmenwerk, der ISO 14040ff. [35][36][37][38]

Im folgenden Kapitel wird der augenblickliche Diskussionsstand auf dem Gebiet der Ökobilanzierungsmethoden reflektiert. Die dort beschriebenen Methoden orientieren sich, soweit nicht anders angegeben, an den Normen ISO 14040 bis 14043.

2.2 Grundlagen

Die Aufgabe einer Ökobilanz besteht im Wesentlichen darin, die Auswirkungen, die Produkte oder Prozesse auf die Umwelt ausüben, systematisch zu erfassen und abschließend möglichst aussagekräftig zu bewerten. Grundlage hierfür bilden umfangreiche Datensammlungen, die die spezifischen Auswirkungen aller Teilprodukte auf die Umwelt abbilden. Dazu gehören sämtliche Stoffströme, die längs des Lebensweges eines Objektes entstehen oder der Umwelt entnommen werden. Für sie hat sich die Bezeichnung „Input- und Output-Größen“ durchgesetzt. Auf der Inputseite können dies Rohstoffentnahmen und Energieverbräuche sein, auf der Outputseite Emissionen und Abfälle jeglicher Art. Dabei sind alle Teilprozesse, wie Aufbereitung, Herstellung, Transport, Gebrauch und Entsorgung, zu berücksichtigen.

Da Wirkungen entlang des gesamten Produktlebenszyklus abgeschätzt werden, hat sich im Englischen der Begriff „Life Cycle Assessment“ (LCA) entwickelt. Er wird im Folgenden synonym mit dem Begriff „Ökobilanz“ verwendet. [35]

An eine ökologische Bilanzierung und Bewertung werden hohe Anforderungen hinsichtlich Objektivität und Transparenz gestellt. Diese Grundsätze entsprechen prinzipiell den Ansprüchen einer betriebswirtschaftlichen Bilanzerstellung und haben das Ziel, alle Beteiligten vor falschen Informationen zu schützen. Um dies zu gewährleisten, wurden Regeln aufgestellt, die sich sinnvollerweise auch auf die LCA übertragen lassen. Dazu gehören neben den oben genannten Richtlinien wie Transparenz und Objektivität ebenso Klarheit und Übersichtlichkeit, Bilanzwahrheit sowie Vollständigkeit. [22]





Ökobilanzen können im Idealfall eine wichtige Funktion bei der umweltorientierten Planung und Entwicklung ausüben. Schwachstellen werden im Rahmen der Bewertung aufgedeckt und günstigere Alternativen entwickelt. Entgegen anderer Verfahren, wie der Produktlinienanalyse, werden jedoch nur ökologische Aspekte betrachtet. Ökonomische und soziale Auswirkungen bleiben unberücksichtigt.

Aus den nationalen und internationalen methodischen Ansätzen hat sich in Form der Norm folgender Ansatz zur Aufstellung einer Ökobilanz heraus kristallisiert. Danach besteht eine Ökobilanz aus den folgenden vier Elementen:

- Zieldefinition (goal and scope definition)
- Sachbilanz (inventory analysis)
- Wirkungsabschätzung (impact assessment)
- Bilanzbewertung (interpretation)

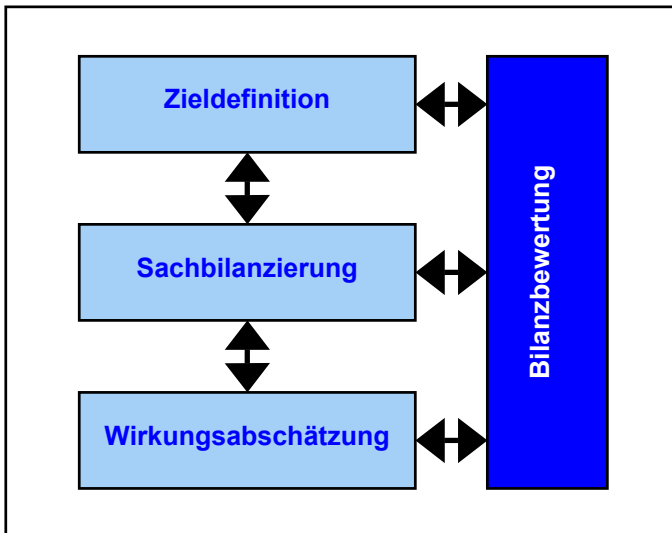


Abb. 1: Phasendiagramm der Ökobilanz nach ISO 14040 [35]

In Abb. 1 sind die Beziehungen der einzelnen Phasen untereinander dargestellt. Diese wechselseitigen Beeinflussungen sind in der Norm nicht näher erläutert. Deutlich wird jedoch, dass es sich bei der Ökobilanzierung um einen iterativen Prozess handelt, der ein Zurückgehen auf vorgelagerte Schritte notwendig machen kann.

Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass die SETAC in ihrem Entwurf, der zeitlich im Vorfeld der Norm entstand und von dieser in Teilbereichen übernommen wurde, ebenfalls vier Schritte unterscheidet. Allerdings fasst sie die letzten beiden Phasen zusammen und ordnet die Wirkungsabschätzung der Bewertung zu. Der zusätzliche vierte Schritt sieht die Identifizierung von Schwachstellen bzw. die Optimierung des betrachteten Systems vor. Dieser Prozess wird im Normentext der ISO 14040 zumindest nicht ausdrücklich gefordert. [27]

Da sich gemäß ISO 14040 alle Phasen untereinander und beidseitig beeinflussen, stellt sich für den Verfasser die Frage, inwiefern eine zeitliche und logische Aufteilung in einzelne Abschnitte überhaupt sinnvoll und konsequent durchzuhalten ist.

Diese Fragestellung basiert auf folgender Überlegung: Gegenseitige Beeinflussungen können sowohl positive als auch negative Auswirkungen auf die Wertigkeit einer Bilanz haben. So können Erkenntnisse aus der Wirkungsabschätzung sicherlich im positiven Sinne eine ausweitende Anpassung der Zieldefinition zur Folge haben. Im Gegensatz dazu bergen beispielsweise Schwierigkeiten bei der Datenbeschaffung die Gefahr, das Ziel entsprechend organisatorischen Problemen anzupassen und damit die Zielsetzung den Möglichkeiten unterzuordnen.

Das größte Problem betrifft sicher die Möglichkeit, dass interessengeleitete Bilanzen unangenehme Ergebnisse von der Zielsetzung und damit von der Bewertung ausschließen. Dieser Gefahr wirkt lediglich die Auferlegung einer Transparenzpflicht entgegen.





2.3 Zieldefinition

Die englische Bezeichnung „goal and scope definition“ deutet an, dass die ISO die Zieldefinition formal in zwei Schritte unterteilt. Die Festlegung des Zieles (goal) und die Tragweite der Studie (scope). [36]

2.3.1 Festlegung des Ziels

In der Zielsetzung soll eindeutig definiert werden, welche Anwendung verfolgt wird, welche Gründe für die Studie vorliegen und welchen Interessengruppen die Ergebnisse zugänglich gemacht werden sollen. Dabei können Ökobilanzen von den unterschiedlichsten Institutionen aufgestellt oder beauftragt werden, wie etwa der Industrie, Verbraucher- und Umweltverbänden oder wissenschaftlichen Einrichtungen. Sie können im Rahmen öffentlicher Aufgaben entstehen, aus Kooperationen von Firmen untereinander bzw. von Industrie und Wissenschaft. Sie dienen der Öffentlichkeitsarbeit oder aber der firmeninternen Verwendung.

Problematisch werden Bilanzen und ihre Vergleichbarkeit, wenn sie von Interessengruppen verfasst oder beauftragt werden. Oft ist in einem solchen Falle ihre gruppenübergreifende Akzeptanz aufgrund der interessengeleiteten Motivation recht gering. [22] Interessenkonflikte entstehen beispielsweise zwischen wirtschaftlichen und nicht-wirtschaftlichen Gruppierungen, da wirtschaftliche und soziale Aspekte zwangsläufig zu unterschiedlichen Schwerpunktsetzungen und Detaillierungsgraden führen. Die Offenlegung der Gründe, die für die Durchführung und die Zieldefinition einer Studie sprechen, wird damit umso wichtiger.

2.3.2 Festlegung der Tragweite

Die Tragweite gibt Auskunft über den Detaillierungsgrad und die Untersuchungstiefe der Studie. Die ISO 14040 beschreibt diese Eigenschaften anhand einiger wesentlicher Merkmale, die im Folgenden näher beschrieben werden sollen.

2.3.2.1 Funktionale Einheit

Der Bezug der Ergebnisse auf eine funktionale Einheit ermöglicht eine sinnvolle Vergleichbarkeit alternativer Ansätze. Sie dient als eine Art Referenz- oder Maßeinheit für die unterschiedlichen Input- und Outputgrößen eines Systems. Systeme können eine Vielzahl von Funktionen und damit möglichen funktionalen Einheiten haben. Naturgemäß hängen sie von der Art des untersuchten Produktes und der Zielsetzung ab. Denkbare funktionale Einheiten (häufig auch funktionale Äquivalenz genannt) sind z. B. bei der Untersuchung von Getränkeverpackungen „1 Liter Getränk“ oder im Baubereich die Einheit „1 m² Nutz- oder Wohnfläche“.

2.3.2.2 Festlegung der Systemgrenzen

Die Systemgrenzen bestimmen, welche Prozesse bis zu welcher Tiefe entlang des Lebensweges berücksichtigt werden sollen. Mit ihnen werden die Abschneidekriterien der Stoff- und Energieströme definiert. In Übereinstimmung mit der Zielsetzung sollte eine möglichst weitläufige und breit gefächerte Auswahl der Input- und Outputgrößen stattfinden. Dabei ist sicherzustellen, dass im Verlauf einer Studie bei der Sammlung von Informationen konsequent von vergleichbaren Randbedingungen ausgegangen wird.

Im Idealfall beinhaltet das betrachtete System sämtliche auftretenden Massenströme, die über die gesamte Lebensdauer direkt oder indirekt als Ressourcen der Umwelt entnommen oder als Emissionen an sie abgegeben werden. Aus Gründen der Praktikabilität findet jedoch meist eine Eingrenzung des Betrachtungshorizontes statt, wobei nach zeitlichen und räumlichen Systemgrenzen unterschieden wird.

Räumliche Systemgrenzen beziehen sich zum einen auf den (meist negativen) Einfluss, den die Stoffströme auf die Umwelt ausüben. Im Regelfall ist daher der Bilanzraum die Erde mit ihren unterschiedlichen Medien Boden, Wasser und Atmosphäre. Da die Verfahrenstechniken regional in ihrer Charakteristik und damit in ihren Auswirkungen stark variieren können, empfiehlt sich bei der Betrachtung des Bilanzbezugsraumes eine Konzentration auf eine wesentlich kleinere Region, beispielsweise





ein Land. Andernfalls bestünde die Gefahr, dass unvergleichbare Prozess- und Produktionsschritte zu einer Verzerrung des Ergebnisses führen könnten.

Die Bestimmung des Zeithorizontes spielt zum einen bei der Produktion eine Rolle, zum anderen bei der Auswirkung auf die Umwelt. Dabei sollten bei der Ermittlung der Stoffströme Werte gewählt werden, die sich als repräsentative Momentaufnahmen immer auf einen bestimmten Zeitpunkt beziehen lassen. Änderungen in Produktionsverfahren können durchaus eine Aktualisierung bestimmter Sachbilanzdaten erforderlich machen. Bei der Beurteilung von ökologischen Auswirkungen ist zum anderen die Wahl des Betrachtungszeitraums wesentlich. Vor allem bei schwer abbaubaren Schadstoffen wird dabei meist ein Zeitraum von 100 Jahren und mehr angesetzt.

2.3.2.3 Datenqualität

An die Genauigkeit, Vollständigkeit und Repräsentanz der Daten werden hohe Anforderungen gestellt. Die zu erfassenden Daten sollten im Einklang mit der Zielsetzung stehen. Darüber hinaus sollten sie hinsichtlich ihres Alters, der betrachteten geographischen Herkunft und der verwendeten Technologie nachvollziehbar sein. Der letzte Punkt zielt auf die Angabe über die Verwendung durchschnittlicher, bester oder schlechtester verfügbarer Technologie. Des Weiteren ist von Bedeutung, ob es sich um eigene Messdaten handelt oder um Werte aus öffentlich zugänglichen Quellen. [36]

Die Datenqualität kann das Ergebnis einer Studie signifikant beeinflussen. Eine Einschätzung der Qualität einzelner Daten wird von der ISO nicht zwingend vorgeschrieben, jedoch empfohlen. Da Methoden zur Beurteilung der Datenqualität noch in der Entwicklung sind, bieten sich zumindest verbale Einschätzungen sowie Angaben über die Datenquelle an.

2.3.2.4 Kritische Würdigung

Die kritische Würdigung stellt eine unabhängige Prüfung durch einen externen Sachverständigen dar. Dieser Prüfer sollte ausreichende Fachkenntnisse besitzen und an der Entstehung der Studie selbst nicht beteiligt gewesen sein. Er überprüft die Bilanz auf die Erfüllung der in der Norm geforderten methodischen und technischen Anforderungen. Die ISO 14041 sieht die kritische Würdigung als optionalen Schritt vor, der vor allem dazu dienen soll, die Akzeptanz und den Stellenwert der LCA zu erhöhen.

2.4 Sachbilanzierung

Die Sachbilanzierung stellt den sachlich objektiven Teil einer Ökobilanz dar. Im meist sehr zeitintensiven Vorgang werden Daten gesammelt, den einzelnen Prozessschritten und Modulen zugeordnet und zu einer Gesamtzahl verdichtet. Diese Aggregation findet für jeden Stoff- oder Materialstrom separat statt. Dies geschieht zum einen entlang des gesamten Lebensweges eines Produktes, und zum anderen über die einzelnen Teilmodule eines Herstellungsprozesses hinweg.

Die Sachbilanz ist grundsätzlich eine Weiterführung der Stoffstromanalyse, die historisch bereits lange vor der ersten durchgeführten Ökobilanz bei Produktionsprozessen eine wichtige Rolle spielte. Sie diente vor allem dem Erkennen und der eventuellen Nutzbarmachung von Reststoffen und Kuppelprodukten. Grundsätzlich entspricht die Ökosachbilanzierung in ihrer Charakteristik diesen ursprünglichen Stoffstrombilanzierungen, und so ähnelt auch die Herangehensweise in den wesentlichen Schritten diesem „klassischen“ Vorgehen. [22]

2.4.1.1 Allokation

Besonderes Augenmerk ist auf das sorgfältige Behandeln der methodischen Probleme zu richten, die immer dann auftreten, wenn an einem betrachteten Teilprozess mehr als ein Produkt beteiligt ist. In diesem Fall kommt es zu Verteilungen bzw. so genannten Allokationen. Sie treten immer dann auf, wenn neben dem betrachteten Produkt eines oder mehrere Nebenprodukte erzeugt werden, die im Rahmen der gewählten Systemgrenzen in der Bilanz keine Beachtung finden sollen.

Dies kann sowohl bei der Betrachtung auf der Ausgangsseite eines Teilprozesses geschehen als auch im Rahmen vorgelagerter Prozessketten. Ein Beispiel hierfür ist die Kraftwärmekopplung. Wäre in der Bilanz nur die Energieform Wärme gefragt, würde parallel erzeugte Stromenergie die Bilanz-





grenzen verlassen, und die Schadstoffemissionen könnten nur teilweise auf den betrachteten Wärme-gewinnprozess projiziert werden. Scheinbar kommt es in einem solchen Fall zur Verletzung des Energie- und Massenerhaltungssatzes, da Stoffströme die Systemgrenzen überschreiten.

Generell wird empfohlen, Allokationen bei der Bilanzierung so weit wie möglich zu umgehen. [8] Dies kann vor allem mit der Aufgliederung der Produktionsprozesse auf möglichst grundlegende Einzelmodule geschehen. Ebenso sind Aufweitungen der Systemgrenzen und damit eine Vergrößerung des Bilanzraumes denkbar. Oft sind Verteilungsbetrachtungen jedoch unumgänglich. In solchen Fällen gibt es mehrere denkbare Ansätze, nach denen eine sinnvolle Aufteilung der Schadstoffemissionen und Energieverbräuche auf die einzelnen Ergebnisprodukte vorgenommen werden kann. Allgemein besteht dabei in der Fachwelt der Konsens, bei der Entscheidung über Allokationskriterien primär am Verursacher eines Prozesses anzusetzen.

- **Masse/Volumen:**
Mit diesem Kriterium werden den einzelnen Produkten entsprechend ihrem Massen- oder Volumenanteil an der Gesamtproduktion die zu verteilenden Input- und Outputgrößen zugeschrieben.
- **Heizwert:**
Dieses Verfahren bietet sich insbesondere bei der Betrachtung von Brennstoffen an.
- **Interesse:**
Produkte, die keine sinnvolle gemeinsame Eigenschaft besitzen, können entsprechend dieses Kriteriums betrachtet werden. Das Interesse wird beispielsweise durch den Marktwert beschrieben.
- **andere**

Für die Wahl eines entsprechenden Ansatzes gibt es naturwissenschaftlich keine stichhaltigen Argumente. Im Grunde erfährt die Bilanz an diesem Punkt ihre erste Einschränkung im Hinblick auf ihre Objektivität, da ökonomische oder soziale Interessen einfließen können und die Daten bewertet werden. Eine transparente Darstellung der dabei gewählten Verfahren wird daher umso wichtiger.

2.4.1.2 Recycling

Mit dem Recycling wird das Ziel verfolgt, ein Wirtschaftsgut so lange wie möglich im Wirtschaftskreislauf zu halten und Abfälle damit so weit wie möglich zu vermeiden. Wiederverwertet werden im Regelfall Produkte, die ihre Nutzungsphase bereits durchlaufen haben. Es wird dabei unterschieden zwischen Produkten, die ihre Eigenschaften behalten und für den gleichen Anwendungsfall benutzt werden („closed loop recycling“) bzw. Produkten, die einem anderen Lebenszyklus zugeführt werden („open loop recycling“)

Im Grunde genommen ist das Recycling ein Spezialfall einer Allokation. Sobald Materialströme die Systemgrenzen überschreiten, müssen sie berücksichtigt werden. Dabei ist festzulegen, inwieweit Belastungen bei der Herstellung des Primärstoffes dem Rezyklat zugeordnet werden können. Die für die Allokation aufgestellten Regeln gelten hier entsprechend.

2.5 Wirkungsabschätzung

2.5.1 Klassifizierung

Im Rahmen der Wirkungsabschätzung werden die Sachbilanzdaten spezifischen Umweltwirkungen zugeordnet. In Übereinstimmung mit der Zieldefinition werden dabei so genannte Wirkungskategorien ausgewählt, die sich am Schutz der natürlichen Umwelt, der menschlichen Gesundheit und den natürlichen Ressourcen orientieren. Typische Wirkungskategorien sind beispielsweise der Treibhauseffekt, das Ozonloch, der „saure Regen“ oder der Sommersmog. Tab. 1 zeigt ausschnittsweise eine Aufstellung über häufig betrachtete Wirkungsbereiche.

Wirkungsbereich	Kurzbeschreibung	Beispiele von Verursachern	Einheit
-----------------	------------------	----------------------------	---------





Treibhauspotential (Global Warming Potential)	Emissionen in Luft, die den Wärmehaushalt der Atmosphäre beeinflussen	Kohlendioxid, Methan, FCKW, Stickoxide, flüchtige organische Verbindungen	GWP (CO ₂ = 1)
Ozonabbaupotential (Ozone Depletion Potential)	Emissionen in Luft, welche die stratosphärische Ozonschicht abbauen („Ozonloch“)	FCKW, Halone	ODP (CFC ₁₁ = 1)
Versauerungspotential (Acidification Equivalents)	Emissionen in Luft, die eine Regenwasserversauerung verursachen („Saurer Regen“)	Schwefeldioxid, Stickoxide und Ammoniak	AP (SO ₂ = 1)
Eutrophierungspotential (Nutrification Potential)	Überdüngung von Gewässern und Böden	Stickstoff und Phosphor	NP (PO ₄ = 1)
Photooxidantienpotential (Photochemical Ozone Creation Potential)	Emissionen in Luft, die als Ozonbildner in Bodennähe fungieren („Sommersmog“)	Kohlenwasserstoffe	POCP (Ethen = 1)
Humantoxizität/ Ökotoxizität	Eintrag humantoxischer und ökotoxischer Stoffe in die Umwelt	Schwermetallverbindungen, Dioxine, organische Lösungsmittel, Kohlenwasserstoffe	Gefährdungspotential
Landschaftsverbrauch	z. B. bei der Rohstoffgewinnung zerstörter Naturraum		Fläche
Deponieraumbelegung	Deponierung von Abfällen		Klassifizierung bzw. Gewicht
Arbeitsplatzbelastung	Gesundheitsgefährdung durch Emissionen am Arbeitsplatz	Schwermetallverbindungen, Dioxine, organische Lösungsmittel,	MAK bzw. TRK

Tab. 1: Übersicht über häufig verwendete Wirkungskategorien [5], [8], [22]

2.5.2 Charakterisierung

Neben der Zuordnung zu einzelnen Kategorien (Klassifizierung) findet eine Gewichtung der einzelnen Stoffe zueinander entsprechend ihres Wirkungspotentials statt (Charakterisierung). So trägt z.B. Methan (CH₄) stärker zum Treibhauseffekt bei als Kohlendioxid (CO₂), weshalb es auch anders gewichtet wird. Innerhalb einer Kategorie werden die Einzelbeiträge zu einer Gesamtzahl verdichtet. Dabei wird pro Gruppe ein Stoff als Referenzsubstanz gewählt, für den der Gewichtungsfaktor gleich eins gesetzt wird. Die Äquivalenzfaktoren aller anderen Stoffe lassen sich entsprechend ihrer Wirkung im Vergleich dazu festlegen. In Tab. 2 sind die in dieser Arbeit verwendeten Gewichtungsfaktoren aufgeführt.

Nach der Charakterisierung liegen die Informationen, ebenso wie die reinen Sachbilanzdaten, in absolut kardinalen Skalen vor. Die Wertuntergrenze ist dabei immer Null. Multiplikative Rechenoperationen sind somit möglich. Weiterhin wird vereinfachend von einem linearen Zusammenhang innerhalb einer Wirkungskategorie ausgegangen. So wird beispielsweise der Beitrag der Produktion zweier Kalksandsteine als doppelt so groß angenommen wie der Beitrag eines einzelnen Steines. Sättigungseffekte treten damit im Rahmen der Modellierung nicht auf. [5]



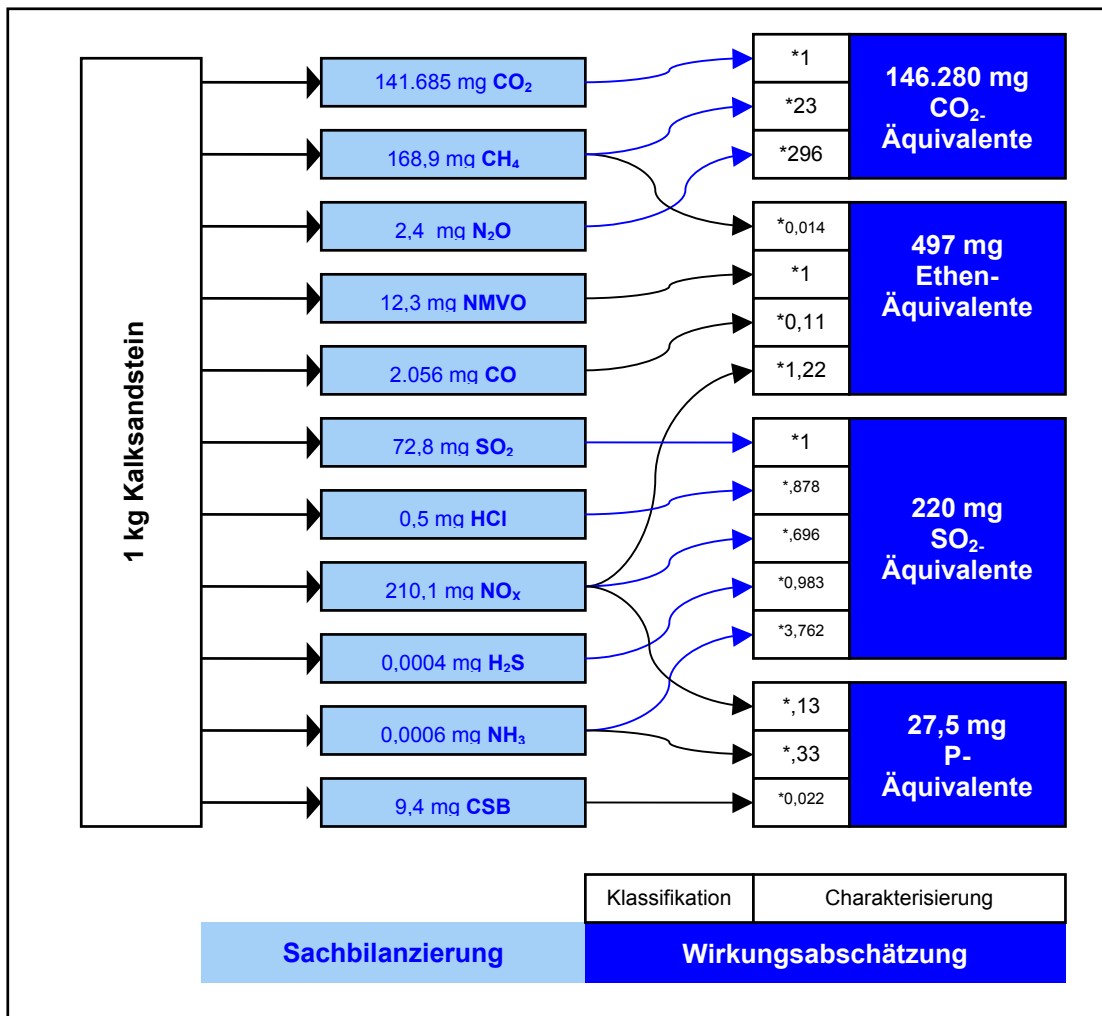


Abb. 2: Von der Sachbilanzierung zur Wirkungsabschätzung am Beispiel 1 kg Kalksandsteins (Auszug)

In der ISO wird empfohlen, Doppelzählungen von Emissionen in verschiedenen Wirkungskategorien möglichst zu vermeiden. Nach [16] können durch einzelne Stoffe jedoch Beiträge zu mehreren Bereichen auftreten. Mehrfachzuordnungen sind deshalb nicht nur unvermeidlich, sondern auch sinnvoll. So tragen z.B. FCKW zum Treibhauseffekt und zum Ozonloch bei. Nach Abschluss der Klassifizierung und Charakterisierung der Sachbilanzgrößen sind jedoch die einzelnen Wirkungskategorien als voneinander unabhängig zu betrachten.

Die Methodik der Wirkungsabschätzung ist noch in der Entwicklung. Die Abbildung der Input- und Outputgrößen auf Umweltwirkungen beruht zumeist auf wissenschaftlich begründbaren, allerdings theoretischen Modellvorstellungen. Überwiegend sind die komplexen Wirkungszusammenhänge einzelner Schadstoffe und ihre Effekte auf die Umwelt noch nicht abschließend erforscht und unterliegen dadurch einer gewissen Dynamik. Ebenso besteht kein Konsens darüber, welche Wirkungsbereiche in der Ökobilanz erfasst werden sollen, da diese Entscheidungen auf subjektiven Werterhaltungen beruhen.





	Treibhauspotential	Sommersmog	Versauerung	Überdüngung
	CO ₂ -Äquivalente	Ethen-Äquivalente	CO ₂ -Äquivalente	P -Äquivalente
CO ₂	1			
N ₂ O	296			
SO ₂			1	
CH ₄	23	0,014		
Perfluorethan	5700			
Perfluoraethan	11900			
NMVO		1		
NO _x		1,22	0,696	0,13
CO		0,11		
HF			1,601	
HCl			0,878	
H ₂ S			0,983	
NH ₃			3,762	0,33
CSB				0,022
N				0,33

Tab. 2: Äquivalenzfaktoren einiger Wirkungskategorien

2.5.3 Normalisierung

Als optionalen Schritt während einer Wirkungsabschätzung sieht die ISO die Normalisierung vor. Dabei werden die einzelnen Wirkungen auf einen Referenzwert bezogen, um ein besseres Verständnis der Relationen der Indikatorergebnisse zueinander zu erreichen. Die Normalisierung findet für jede Wirkung separat statt. Mögliche Referenzwerte sind beispielsweise die Gesamtemission für eine bestimmte Region oder ein vorgegebenes Alternativprodukt als Bezugswert.

Weitere optionale Bestandteile nach der Norm sind die Bildung einer Ordnung bzw. Rangbildung sowie die Gewichtung der Wirkungsbereiche untereinander. Derartige Entscheidungen lassen sich jedoch selten wissenschaftlich begründen und sollten daher, wenn unbedingt erforderlich, transparent getroffen werden.

Die ISO 14040 ff. ist relativ uneindeutig, was die Einstufung der Wirkungsabschätzung betrifft. Zum einen legt sie besonderen Wert auf die inhaltliche Abgrenzung der Wirkungsbilanzierung von der Bewertung einer Ökobilanz. [35] Andererseits stellt sie die vielfach bewertenden Elemente besonders heraus. [37]

Nach Meinung des Verfassers täuscht die ISO in der Wirkungsabschätzung eine Objektivität vor, die tatsächlich nicht gegeben ist. Im Rahmen dieser Arbeit, besonders bei der Entwicklung eines eigenen Bilanzierungsschemas, wird daher die Wirkungsabschätzung der Bewertungsphase zugeordnet und orientiert sich damit näher an dem von der SETAC [26] vorgeschlagenen Konzept (siehe oben). Bereits die Auswahl bestimmter Wirkungskategorien ist hochgradig subjektiv, eine eventuelle Gewichtung der Kategorien untereinander ist es erst recht. Insbesondere stellt sich die Frage, inwieweit bestimmte Umweltschäden zum jetzigen Zeitpunkt von der Wissenschaft noch gar nicht erkannt und berücksichtigt wurden.

Im Anschluss an die zeitlich und inhaltlich sehr aufwendige Sachbilanzierung ist die Wirkungsbilanzierung nur ein kleiner Schritt auf dem Weg zu einer abschließenden Bewertung. Um den Wert einer Ökobilanz zu erhalten, sollten die Sachbilanzdaten generell „bis zum Ende“ mit aufgeführt werden. So besteht kurzfristig leicht die Möglichkeit, die Auswertung veränderten Zielsetzungen und aktuelleren Erkenntnissen anzupassen. Um den Ansprüchen der ISO 14042 zu genügen, ist eine formale Abgrenzung von der Auswertung jedoch jederzeit möglich.





2.5.4 Wirkungskategorien

Im Folgenden werden einige häufig berücksichtigte Wirkungsbereiche näher erläutert.

2.5.4.1 Anthropogener Treibhauseffekt

Die von der Sonne abgestrahlte Energie wird beim Auftreffen auf die Erdoberfläche zum Teil absorbiert, teilweise reflektiert. Der absorbierte Anteil führt zur Erwärmung von Boden, Wasser und Luft. Die reflektierte Strahlung erfährt dagegen eine Umwandlung in einen langwelligeren Bereich und wird als Wärmestrahlung in die Atmosphäre abgeführt.

Spurengase in der Atmosphäre tragen nun dazu bei, dass die einfallende Sonnenstrahlung zwar fast ungefiltert die Erdoberfläche erreicht, der reflektierte Infrarotanteil jedoch am Abstrahlen in den Weltraum gehindert wird. Die Erdatmosphäre erfährt dadurch eine Erwärmung. Ohne diese mit einem Treibhaus vergleichbare Wirkung wäre die Durchschnittstemperatur auf der Erde um ca. 33° Kelvin geringer.

Dieser natürliche Effekt wird überwiegend dem Wasserdampf sowie dem Kohlendioxid in der Troposphäre zugerechnet. Durch menschliche Aktivitäten zusätzlich freigesetzte Treibhausgase wie Kohlendioxid, FCKW oder Methan verstärken den Treibhauseffekt und damit die Erwärmung der Erde. Mögliche Folgen sind großräumige Verschiebungen von Vegetationszonen und Änderungen der Niederschlagsverteilung. Generell sind die Auswirkungen in der Fachwelt jedoch noch sehr umstritten, insbesondere der Anteil, den menschliche Aktivitäten daran haben.

Da die Gase über einen längeren Zeitraum abgebaut werden, wird bei der Beschreibung dieser Wirkung ein Zeithorizont mit angegeben, meist 100 Jahre. Die Äquivalenzfaktoren der Treibhausgase werden auf die Wirkung des Kohlendioxids bezogen. Allgemein akzeptiert sind dabei CO₂-Äquivalenzwerte des Intergovernmental Panel Of Climatic Change (IPCC), das bei der Modellbildung selbst eine Unsicherheit von +/- 35% angibt [8].

2.5.4.2 Katalytischer Ozonabbau in der Stratosphäre

Ozon ist ein natürliches Spurengas, das sowohl in der Stratosphäre (Höhenbereich 15-50 km), als auch in der Troposphäre (Höhenbereich bis 15 km) vorkommt. Die Konzentration ist dabei sehr gering und unterliegt einer gewissen Dynamik mit unterschiedlichen physikalischen und chemischen Abhängigkeiten.

Auf die negativen, gesundheitsschädigenden Wirkungen des Ozons im niedrigen Höhenbereich wird in einem anderen Abschnitt eingegangen. In der Stratosphäre hingegen kommt der Ozonkonzentration eine nützliche und positive Bedeutung bei, da sie die ultraviolette Sonnenstrahlung (UV-B) absorbiert, die gefährliche Auswirkungen auf Mensch und Ökosystem haben kann. Neben Schädigungen des Erbgutes und der Förderung von Tumorerkrankungen werden der UV-Strahlung eine Störung des Pflanzenwachstums und eine Abnahme des Meeresplanktons zugesprochen, was erhebliche Auswirkungen auf die Nahrungskette hat.

Öffentliche Aufmerksamkeit erfuhr das Problem vor allem durch Berichte über das Ozonloch oberhalb der Polarregionen. Weniger bekannt ist die Tatsache, dass der stratosphärische Ozonabbau auch über anderen Gebieten der Erde stattfindet. Die Zusammenhänge sind dabei qualitativ noch nicht erfasst, so dass in dieser Wirkkategorie auf eine Modellbildung zurückgegriffen wird, die das Ozonabbaupotential verschiedener Halogenkohlenwasserstoffe beschreibt. Dabei dient das FCKW R11 als Referenz, auf die sich alle weiteren beteiligten Substanzen beziehen. Bei der Betrachtung dieser Wirkungskategorie ist zu beachten, dass Auswirkungen über einen sehr langen Zeitraum bestehen und zum Teil als irreversibel angesehen werden müssen [8].

2.5.4.3 Versauerung

Die Versauerung bezieht sich vor allem auf eine pH-Wert-Veränderung des Niederschlags, allgemein als „Saurer Regen“ bekannt. Ihre Auswirkung kann nicht nur die menschliche Gesundheit, Vegetation und Gewässer betreffen, sondern auch Auswirkungen auf die Bausubstanz von Gebäuden haben. Wesentliche Verursacher sind dabei Stickoxide und Schwefeldioxid, welche bei Verbrennungsvorgän-





gen in der Industrie, in Haushalten und im Verkehr entstehen und denen in Verbindung mit Niederschlagswasser ein Versauerungspotential zugesprochen wird. Eine Versauerung ist jedoch auch durch eine direkte Einleitung saurer Medien in die Umwelt möglich.

Die Auswirkungen auf die Natur sind meist auf einen regionalen Bereich im Raum des Emissionsortes beschränkt. Durch Verteilung der entsprechenden Gase in der Atmosphäre kann die regionale Versauerung jedoch auch globale Ausdehnung finden. Diese ist vor allem von der Art und Weise, in der die Emission stattfindet (Schornsteinhöhe, Windrichtung), abhängig. Ebenso spielt der Immissionsort des Sauren Regens eine Rolle, da je nach pH-Wert des Bodens, auf den der Niederschlag auftritt, eine Neutralisation oder Verstärkung der Wirkung auftreten kann.

Für eine umfassende Modellbildung wäre eine Vielzahl von Informationen nötig. Aus Gründen der Praktikabilität wird daher lediglich das theoretische Versauerungspotential der einzelnen Schadstoffemissionen betrachtet. Als Bezugssubstanz dient Schwefeldioxid (SO₂). Bei der Beurteilung des Wirkungsbereiches Versauerung ist deshalb die mit großen Unsicherheiten behaftete Modellvorstellung zu berücksichtigen [8].

2.5.4.4 Sommersmog (Photooxidantienbildung)

So positiv die Wirkung des Ozons in der Stratosphäre ist, so schädlich ist sie in Bodennähe. Ozon gilt als Zellgift für alle Organismen, und so wirkt es auf den Menschen und die gesamte regionale Umwelt bereits in geringen Spuren gesundheitsschädigend. Indirekte Verursacher einer unnatürlich hohen Ozonkonzentration in der Luft sind Stickoxide und Kohlenwasserstoffe, die vor allem auf bodennahe Emissionen, insbesondere des Straßenverkehrs, zurückzuführen sind.

Der Vorgang der Entstehung eines Ozonüberschusses ist relativ komplex. Im Wesentlichen konkurrieren dabei Abbau- und Entstehungsprozesse der Gase Stickstoffdioxid (NO₂) und Ozon (O₃). Der wichtigste, schnell ablaufende Prozess ist dabei die Reaktion von NO, welches mit O₃ oxidiert und Stickstoffdioxid sowie Sauerstoff hervorbringt. Diese Reaktion findet ohne Lichteinwirkung, also überwiegend nachts, statt.

Tagsüber hingegen zerfällt in zwei aufeinander folgenden Reaktionen das Stickstoffdioxid wiederum zu Stickstoffmonoxid und Ozon. Dieser als Photolyse bezeichnete Vorgang wird vor allem durch starken Sonneneinfall verstärkt, weshalb erhöhte Ozonkonzentrationen besonders häufig im Sommer auftreten („Sommer-Smog“). Kohlenwasserstoffe beeinflussen dabei das „photostationäre Gleichgewicht“ negativ, weshalb ihnen ein Ozonbildungs-Potential zugewiesen wird. Die Bezugsgröße dieser Wirkung ist Ethen mit dem POCP-Wert von eins.

Hohe Ozonkonzentrationen sind humantoxisch. Weiterhin wird vermutet, dass sie mit verantwortlich sind für Wald- und Vegetationsschäden. Allerdings ist das Auftreten zeitlich und regional begrenzt, was bei der Beurteilung dieser Wirkkategorie berücksichtigt werden sollte [8].

2.5.4.5 Überdüngung (Eutrophierung)

Der Begriff „Überdüngung“ beschreibt eine unnatürliche Nährstoffanreicherung in Böden oder Gewässern, was Auswirkungen auf die Nahrungskette und den Menschen haben kann. Schadstoffanreicherungen werden dabei von Abwässern aus der Landwirtschaft, häuslichen oder industriellen Einrichtungen der Umwelt zugeführt, was eine Störung des biologischen Gleichgewichts zur Folge hat.

Der Nährstoffeintrag in Flüsse, Seen und Meere fördert vor allem das Algenwachstum, was zu Lichtmangel in den Gewässern und dadurch zu einer verminderten Photosynthese führt. Die Folge ist Sauerstoffmangel, der durch das zusätzliche, absterbende organische Material noch verstärkt wird. Besonders im Sommer, wenn die Sauerstoffsättigung des Gewässers aufgrund höherer Temperaturen abnimmt, können Gewässer „umkippen“. Der Sauerstoffmangel kann dann zum Fischsterben führen.

Überreiches Nährstoffangebot im Boden, überwiegend von der modernen Landwirtschaft, aber auch durch Klärschlämme und Kompostierung verursacht, kann Artenarmut oder eine erhöhte Anfälligkeit der Pflanzen gegenüber Schädlingen und Krankheiten nach sich ziehen. Sobald der Boden die Nährstoffe nicht mehr binden kann, kommt es zur Anreicherung des Trinkwassers mit Nitraten. Das





aus dem Nitrat gebildete Reduktionsprodukt Nitrit ist humantoxikologisch sehr bedenklich und kann beim Menschen schwere gesundheitliche Schäden hervorrufen.

Überwiegend tragen Emissionen von Stickstoff und Phosphor zur Überdüngung bei. Die Bezugssubstanz in dieser Kategorie ist daher das Phosphor-Ion, welches beim Eintrag ins Wasser gebildet wird. Die Eutrophierung ist regional relativ begrenzt – technisch kann ihr vor allem mit Sauerstoffzufuhr entgegenwirkt werden. Die Wirkung ist als größtenteils reversibel anzusehen [8].

2.6 Bewertung

Im Rahmen der Bewertung einer Ökobilanz wird angestrebt, was mit dem derzeitigen Wissensstand eigentlich gar nicht möglich ist: die umfassende Projektion der Auswirkung eines Produktes auf die Umwelt.

Die Komplexität der Zusammenhänge macht dies quasi unmöglich. Was hat für Mensch und Umwelt weitreichendere Folgen, der Treibhauseffekt oder die Versauerung der Böden? Welchen Anteil trägt ein Kilogramm Kohlendioxid am globalen Treibhauseffekt? Antworten auf solche und andere Fragen sind sicherlich nur hypothetischer Natur und lediglich Annäherungen an die Wirklichkeit. [15][28]

Da die komplexen Beziehungen und Wirkungen untereinander bisher nur annähernd erkannt sind und erst recht nicht umfassend und quantitativ beschrieben werden können, sind unendlich viele Bewertungsansätze denkbar. Die Beschreibung der im Rahmen einer Ökobilanz gewählten Verfahren und getroffenen Annahmen wird damit genauso wichtig wie die Bewertung selbst.

Vor diesem Hintergrund konzentriert sich das in der ISO vorgeschlagene Bewertungsschema vor allem auf die Identifizierung signifikanter Parameter. Ebenso wichtig ist eine Beurteilung mit Hilfe von Vollständigkeits-, Sensitivitäts- und Konsistenzprüfungen, auf deren Basis Schlussfolgerungen und Empfehlungen ausgesprochen werden können.

Nachfolgend sollen einige Bewertungsansätze aufgezeigt werden, die in der Vergangenheit bei durchgeführten Ökobilanzen eine Rolle spielten. Dabei konzentrieren sich die Unterschiede und Merkmale nicht nur auf die Auswertung, sondern auf das gesamte konzeptionelle Vorgehen. Die Bewertungsphasen stellen jedoch die kennzeichnenden Merkmale heraus.

Zeitlich entstanden die Methoden vor oder parallel zu Normungsarbeit im Jahr 1995, so dass sie nicht immer eine entsprechende und klare Gliederung wie von der ISO vorgesehen enthalten. Die Aufstellung stellt einen Überblick dar und erhebt keinen Anspruch auch Vollständigkeit. Eventuell kann sie jedoch als Anregung bei der Durchführung eigener Bewertungen dienen.

2.6.1 Methode der kritischen Volumina

Die Methode der kritischen Volumina definiert sich durch die Division einer Emission durch einen Emissionsgrenzwert.

$$\text{Kritisches Volumen} = \text{Emission}_i / \text{Grenzwert}_i$$

Auf diese Art wird für jeden Schadstoff separat auf Grenzwerten basierend ein Volumen ermittelt, welches modellhaft dem maximal zulässigen, belasteten Volumen des bislang unverschmutzten Mediums entspricht. Dabei wird ausgeschlossen, dass mehrere Schadstoffe eine Volumeneinheit verschmutzen. Die Volumina werden aufsummiert und den Gruppen „kritisches Luftvolumen“ [m³/kg] oder „kritische Wassermenge“ [dm³/kg] zugeordnet. Zusätzlich werden in diesem Verfahren ein Energieäquivalenzwert [MJ/kg] und das Abfallvolumen [cm³/kg] bestimmt. Alle vier Kennzahlen bilden ein hoch aggregiertes Ökopprofil.

Nachteilig an dieser Methode ist das Heranziehen von Grenzwerten, die immer auf wissenschaftlichen, gesellschaftlichen und politischen Kompromissen beruhen. Außerdem schwanken sie von Nation zu Nation, und nicht für jeden Schadstoff existiert bereits eine wissenschaftlich begründete Grenzwertkonzentration.





2.6.2 Methode der ökologischen Knappheit

Das BUWAL führte die Methode der ökologischen Knappheit ein, die das „Kritische Volumen“ um die Betrachtung der Vorbelastung bestimmter Medien ergänzte. Bei der Bildung so genannter „Ökofaktoren“ für jede Emission spielt neben dem so genannten „Kritischen Fluss“ (Grenzwert) auch der „Ist-Fluss“ mit ein, der dem tatsächlich vorhandenen Verbrauch pro Zeiteinheit entspricht. Je höher der Ist-Fluss ist, desto größer ist die ökologische Knappheit und damit der Ökofaktor. Abschließend werden alle Emissionen mitsamt ihren Ökofaktoren zu einer Gesamtzahl verdichtet. [4]

Die Grenzwertproblematik tritt entsprechend der Methode der kritischen Volumina auch hier auf. Besonders hinterfragt wird oftmals die Berechnung von kritischen Frachten auch für Energieverbräuche und Abfallaufkommen, für die es keine normativen Festlegungen entsprechend der Grenzwerte gibt. [22]

2.6.3 Produktlinienanalyse

Die Produktlinienanalyse bezieht neben der Betrachtung der Umwelt ausdrücklich auch soziologische und ökonomische Aspekte mit ein. Ebenso wie im Ökobilanz-Ansatz der ISO 14040 findet eine Untersuchung entlang des gesamten Lebensweges eines Produktes statt. Allerdings erfolgt die Bewertung jedes einzelnen Lebensabschnittes auf ökologische, wirtschaftliche und gesellschaftliche Relevanz hinsichtlich seines Nutzens oder Schadens verbal-argumentativ. Ein Vergleich anhand eines reinen Zahlenwertes ist damit nicht möglich. [22]

2.6.4 Material-Intensität pro Serviceeinheit

Die Material-Intensität pro Serviceeinheit (MIPS) besteht aus der Summe sämtlicher aufgewendeter Primärmaterialien in Masseinheiten ausgedrückt pro funktionelle Einheit. Sie ist daher ein Maß für die reine Umweltbeanspruchung, betrachtet also mit den aggregierten Materialverbräuchen nur die Inputströme. Vorteil und gleichzeitig Nachteil dieser Methode ist die Einfachheit. Allerdings ist die Vernachlässigung der Energie- und Emissionsbetrachtung für eine Ökobilanz als fragwürdig einzuschätzen. [22]





3 Ökobilanz im Bauwesen

3.1 Zieldefinition

Ziel des folgenden Kapitels soll die Entwicklung und Vorstellung eines Verfahrens sein, das einen allgemeinen Ansatz zur Erstellung von Ökobilanzen im Hochbau bietet. Dabei orientiert sich das Vorgehen überwiegend an den allgemeinen Vorgaben, die im Rahmen des vorherigen Kapitels und damit der ISO 14040ff. [35] beschrieben wurden. Im Anschluss daran wird das Konzept an einem Beispielgebäude und verschiedenen möglichen Varianten verifiziert.

Neben der Wirkung eines Bauwerkes auf die Umwelt über seinen gesamten Lebensweg hinweg wird im Rahmen dieser Arbeit der Fokus auf die Frage gerichtet, welchen Einfluss bei gleicher Nutzungsenergie die baukonstruktiven Unterschiede auf die Gesamtbilanz haben.

Im aktuellen Stand der energetischen Einschätzung und Klassifizierung eines Gebäudes (EnEV) spielt vor allem der „Energieverbrauch“ während der Nutzung eine bedeutende Rolle. Er wird überwiegend durch den „Dämmgrad“ der Außenhülle und die Art und Weise der Heizenergieerzeugung beeinflusst. Der Frage, welchen ökologischen und energetischen Anteil im Gegensatz dazu der restliche Lebensweg trägt, gilt in dieser Studie besondere Aufmerksamkeit. Diese Fragestellung wird umso interessanter, je geringer der „Energieverlust“ durch hoch gedämmte Gebäude in der Nutzungsphase ist.

3.1.1 Funktionale Einheit

Es ist wenig sinnvoll, im Rahmen einer Ökobilanz Baustoffe als solche miteinander zu vergleichen. Aufgaben und Anwendungsfälle einzelner Baumaterialien variieren stark; erst durch eine Verbindung miteinander erfüllen sie naturgemäß einen Zweck. Gleiches gilt für die Nutzungsphase eines Baustoffes, die per se nicht gegeben ist. Erst durch die Kombination zu Bauteilen bzw. ganzen Bauwerken wird eine Funktion erreicht, die neben vielen anderen Effekten im Wesentlichen auf der Bereitstellung von Nutzfläche für Wohn-, Gewerbe-, Lager- oder Verkehrszwecke beruht.

Dadurch wird klar, dass im Hinblick auf eine ganzheitliche Betrachtung des gesamten Lebenszyklus eines Hauses sinnvollerweise nur die Funktionseinheit „Gebäude“ oder Abwandlungen davon in Frage kommen. An dieser Stelle wird deshalb der Ansatz gewählt, einen Quadratmeter Wohn- oder Nutzfläche (Netto-Grundfläche NGF nach DIN 277 [64]) als funktionale Äquivalenz heranzuziehen. Der Vorteil besteht darin, dass nicht nur identische Grundrisse untereinander vergleichbar werden, sondern auch unterschiedliche Gebäudeformen und Gebäudegrößen, die in ihren architektonischen und konstruktiven Eigenheiten Einfluss auf Ressourcen- und Energieverbräuche haben.

3.1.2 Systemgrenzen

Ein Gebäude zeichnet sich vor allem durch seine extrem hohe Komplexität und einen daraus resultierenden unendlichen Variantenreichtum aus. Unter eine vollständige Betrachtung des Gesamtbauwerks müssten genau genommen nicht nur die Rohbauarbeiten selbst fallen, sondern ebenso vorbereitende Erdbaumassnahmen, der Innenausbau bautechnischer und haustechnischer Natur, Arbeiten an den Außenanlagen bis hin zur Wohnungseinrichtung. Die Vielfalt wird umso größer, je weiter der betrachtete Rahmen gesteckt wird.

Um die Mannigfaltigkeit etwas einzuschränken, wird in diesem Konzept die Betrachtung des Ausbaus außer Acht gelassen. Der Bilanzraum beginnt an der „wetterfesten“ Außenseite der Wand und endet an der „malerfertigen“ Innenseite; Wand- und Bodenbeläge liegen außerhalb des Systems. Ebenso die haustechnische Anlage wie Heizungs-, Sanitär-, Lüftungs- und Elektroinstallationen. Praktikabilität ist hier der Vollständigkeit vorzuziehen.

Die genannten Einschränkungen betreffen lediglich den abgesteckten Rahmen der in Kapitel 5 durchgespielten Variantenbetrachtung. Das an sich offene und im Folgenden beschriebene Konzept erfährt dadurch keine Eingrenzung. Sofern Möglichkeiten für einen zeitlich erhöhten Aufwand und die





entsprechenden Datengrundlagen bestehen, können die Systemgrenzen jederzeit ausgeweitet werden. Da der technische Umfang der ausgeschlossenen Aspekte jedoch bei allen Varianten als ungefähr gleich anzusetzen wäre, dürfte die Bilanzraumvergrößerung die Ergebnisse der Varianten untereinander nur geringfügig verändern.

Die zeitliche Betrachtung dieser Ökobilanz orientiert sich von der Herstellung der einzelnen Baumaterialien über den Transport, die Nutzungsphase des Gebäudes bis hin zur Entsorgung. Als durchschnittliches Lebensalter wird ein Zeitraum von 50 Jahren angenommen, der allerdings leicht entsprechend variiert werden kann.

Bilanziert werden weiterhin nur Neubauten, da eine handlungsorientierte Empfehlung für zukünftige Bauvorhaben gegeben werden soll. Die rückblickende Bilanzierung von Beständen ist abstrakt und wenig erfolgsversprechend. Ebenso wird auf eine Abschätzung eventueller Sanierungsmassnahmen verzichtet, um die Allokationsproblematik einer „Vermischung“ von Bestands- und Neubauteilen zu umgehen.

Aufgrund des langen Lebensalters von Gebäuden werden vielfach hypothetische Annahmen getroffen. Dies betrifft im Wesentlichen den Energieverbrauch während der zukünftigen Nutzung und den damit verbundenen Schadstoffausstoß, der für Energieträger wie Strom und Fernwärme nur schwer vorhergesagt werden kann. Modellhaft werden daher die aktuellen Daten als für die nächsten Jahrzehnte gültig angenommen. Ziel dieses Ansatzes ist eine Gebäudebewertung auf Basis des aktuellen Wissensstandes und dem gegenwärtigen Stand der Technik.

Die Diplomaufgabenstellung, die dieser Studie zugrunde liegt, wird Teil der Zieldefinition.

Es werden nur Bauwerke untersucht, die den beiden Erfüllungskriterien der EnEV genügen, und zwar dem jährlichen Primärenergiebedarf sowie dem Transmissionswärmeverlust.

3.1.3 Kritische Würdigung

Die Frage nach einer kritischen Würdigung erübrigt sich, da es sich bei der vorliegenden Arbeit um die Bearbeitung einer Diplomaufgabe handelt. Eine bewertende Prüfung ist unumgänglich. Für eine mögliche Veröffentlichung werden damit zumindest theoretisch die von der ISO geforderten Rahmenbedingungen geschaffen.

3.1.4 Kumulierter Energieaufwand

Der „Kumulierte Energieaufwand“ (KEA) ist eine Fortführung des in der VDI-Richtlinie 4600 definierten Primärenergieaufwandes. Dieser Primärenergiebedarf beschreibt den energetischen Aufwand, der für die Herstellung einer bestimmten Einheit Nutzenergie aufgewendet werden muss. Er beinhaltet die Aufwendungen für Förderung, Herstellung, Transport und Umwandlung des Energieträgers.

Der Ansatz einer „neuen“ Methode zur Bestimmung des kumulierten Energieaufwandes entstand in Zusammenarbeit des Öko-Instituts mit dem Umweltbundesamt. Er unterscheidet sich im Wesentlichen in den folgenden Punkten von der „alten“ Methodik der VDI-Richtlinie [17][29]:

- Der Energieinhalt von Stoffen, die nichtenergetisch, sondern stofflich genutzt werden, ist in der alten Methodik in den Primärenergieaufwand integriert. Dies hat zur Folge, dass auch Produkten, die nachweislich nicht als Brennstoffe genutzt werden, ein Brennwert zugesprochen wird (z.B. Erdöl in Kunststoffen). Der UBA-KEA trennt diese Stoff- von den Energiebilanzen.
- In der VDI-RL werden regenerative Energien „diskriminiert“, da ihr „Nutzungsgrad“ für die Energiegewinnung, also die Umwandlung von Ressourcen in nutzbare Energieträger (z. B. Wind oder ein Wasserstrom in Bewegungsenergie), weniger als 100% beträgt. [29] Diese Verluste treten jedoch unberücksichtigt bei der Nutzung fossiler Energien ebenso auf (Lagerverluste durch ungenutzte Ressourcen). Der UBA-KEA definiert daher alternativ einen gleichen, festen „Nutzungsgrad“ sämtlicher regenerativer und fossiler Ressourcen von 100%.
- Der „neue“ KEA unterteilt den hochaggregierten Gesamt-KEA in drei einzelne Werte: [29]





- KEA _{nichtererneuerbar}: Summe der fossilen und nuklearen Primärenergien
- KEA _{erneuerbar}: Summe der regenerativen Energien
- KEA _{andere}: Summe der energetisch genutzten Reststoffe

Der KEA _{erneuerbar} stellt Energien aus Erdwärme, Sonne, Wasserkraft, Biomasse, etc. dar. Er beinhaltet aber *nicht* den Energieinhalt, der in den Produkten gebunden ist (Ausnahmen sind natürlich als Energieträger verwendete Stoffe, wie Brennholz etc.).

KEA _{andere} beschreibt den Energieinhalt von Reststoffen, die im Produktionsprozess anfallen, z.B. Holzreste bei Holzverarbeitungsprozessen oder Abwärme von Müllverbrennungsprozessen. Sie können nicht eindeutig als erneuerbare Energien eingestuft werden und erfahren daher eine Abgrenzung von den beiden anderen Kategorien.

Der KEA wird im Rahmen einer möglichen „Vereinfachung“ von Ökobilanzen diskutiert (SETAC). [27] Hintergrund ist insbesondere der hohe Arbeitsaufwand bei der Erstellung einer „vollständigen“ Ökobilanz nach der ISO 14040, so dass die Entwicklung einer „Simplified LCA“ durchaus in Erwägung gezogen werden sollte.

Im Rahmen dieses vorliegenden Konzeptes wird neben den von der ISO geforderten Wirkungsschätzungen ebenso der KEA als hochaggregierte Sachbilanz-Energie-Größe mit ausgewiesen. Er stellt damit eine Erweiterung des in der EnEV berechneten, jährlichen Primärenergiebedarfs auf dem gesamten Lebensweg dar. Ebenso soll eingeschätzt werden, inwieweit der KEA für eine Ökobilanz im Baubereich richtungweisend sein kann und damit möglicherweise die Berechtigung einer „Simplified LCA“-Kenngröße erhält.

3.1.5 Kumulierter Stoffaufwand

Der „Kumulierte Stoffaufwand“ (KSA) entspricht in der Methodik dem Kumulierten Energieaufwand. Statt auf Primärenergien bezieht er sich allerdings auf die Primärrohstoffe. Zu ihnen gehören beispielsweise Erze (Metalle) und Mineralien (Kalk, Sand) wie auch Biomasse, Erdgas oder Erdöl, wenn sie stofflich genutzt werden (z.B. Baumaterialien, Schmierstoffe).

Der KSA wird ebenso wie der KEA unterteilt in nichterneuerbare, regenerative und andere Stoffaufwendungen. Die Summe dieser drei Teilbereiche entspricht vom Ansatz her dem MIPS (siehe Kapitel 2.6.4) und wird in diesem vorliegenden Konzept als aggregierte Kenngröße für den Rohstoffverbrauch angegeben.

3.1.6 Deponierung/Recycling

Am Ende der Lebensphase eines Gebäudes wird jedes verbaute Material zu Abfall. Dieser muss entweder einer Entsorgung oder einem Recycling zugeführt werden. Aussagen über weit in der Zukunft durchzuführende Verwertungsmaßnahmen bergen jedoch eine Vielzahl von Unwägbarkeiten. Anders als bei Produkten mit einem „kurzen“ Lebenszyklus ist eine Gutschrift durch ein in einigen Jahrzehnten entstehendes Recyclingprodukt auf die Stoff- und Energieströme des heute betrachteten Ausgangsproduktes als äußerst fragwürdig anzusehen. Die Gründe dafür sind:

- Die Verrechnung eines späteren Recyclings mit aktuellen Herstellungsprozessen führt zu einer „unzulässigen Vernachlässigung von Raum und Zeit“. [23]
- Die in den letzten Jahren stark fortschreitenden Entsorgungs- und Verwertungstechniken verdeutlichen, dass Vorhersagen über Verfahrenstechniken in 50 Jahren und mehr nur schwer abzuschätzen sind. Eine Übertragung heutiger Standards auf die Zukunft wäre hochgradig spekulativ.
- Die Nutzung von Recyclingmöglichkeiten ist stark vom Verhalten der bei zukünftigen Abrissarbeiten Beteiligter abhängig; es ist also lediglich von einem Recycling-Potential auszugehen. [23]



- Energetische Verwertung oder Umwandlung in ein recyceltes Produkt führt neben möglichen Energiegewinnen wiederum zu erneuten Emissionen und Energieverbräuchen. Zu definierende Allokationskriterien überschreiten damit nicht nur räumliche, sondern auch zeitliche Grenzen.

Um die Betrachtung der Entsorgung an dieser Stelle nicht unbeachtet zu lassen, wird ein „Mittelweg“ verfolgt, der eine mögliche Kappung der Entsorgungsbetrachtung umgeht, die Antwort auf die Frage nach Art und Weise einer zukünftig potentiellen Verwertung aber offen lässt. Die verbauten Produkte werden in Masseinheiten den Abfallkategorien

- Bauschutt
- Schrott
- Altglas
- Kunststoff
- Biomasse
- Restmüll

zugesprochen. Auf eine Gutschrift der beispielsweise im Kunststoff gebundenen Energie wird verzichtet, ebenso auf die Aggregation zu einer Gesamt-Abfallmenge. Die Abschätzung des weiteren, hypothetischen Entsorgungsaufwandes oder Wiederverwertungspotentials soll nicht Aufgabe der Bewertung dieses Bilanzierungsansatzes sein.

3.2 Sachbilanzierung

Drei Vorgänge sind im Rahmen der Bilanzierung von Hochbauten von Bedeutung: die Herstellung, die Unterhaltung und die Nutzung des Gebäudes. Sämtliche durchzuführenden Schritte werden in dieser Arbeit einer der drei Gruppen zugeordnet. Zu der **Herstellung** zählen alle Vorgänge und Materialien, die zur Erschaffung des Bauwerks notwendig sind. **Unterhalt** bedeutet in diesem Zusammenhang die Herstellungsaufwendungen im Laufe der Lebenszeit, wie Renovierungs- und Instandsetzungsarbeiten. Die **Nutzung** beruht insbesondere auf der Ermittlung der bereitzustellenden Energie, die für Warmwassererzeugung und Heizung notwendig ist.

- **Herstellung:**
Produktion und Transport der Baumaterialien; alle Prozesse während und vor der Bauphase
- **Unterhalt:**
Herstellung während der Nutzungsphase; Renovierung, Instandhaltung und Erneuerung
- **Nutzung:**
Energieverbrauch während der thermischen Nutzungsphase; durch Heizung, Trinkwassererwärmung und Lüftung

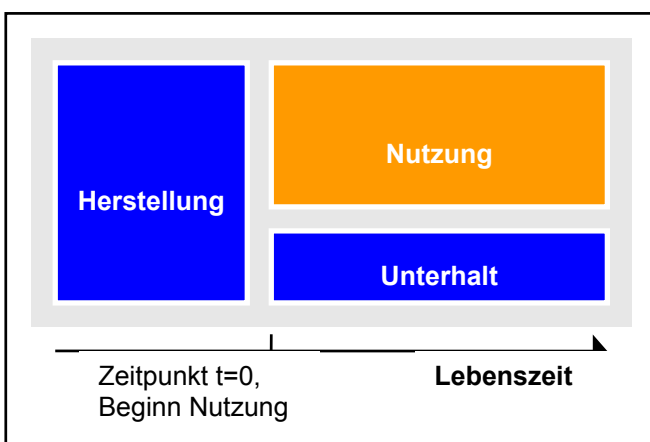


Abb. 3: Die drei Phasen der Sachbilanzierung im Hochbau



3.2.1 Herstellung

3.2.1.1 Materialien

Bei der Betrachtung der Herstellung werden die Input- und Outputgrößen (im Folgenden allgemein Stoffströme genannt) aller verwendeten Materialien entsprechend ihren mengenmäßigen Anteilen aggregiert. Dabei unterliegt die Gesamteinheit Gebäude einem modularen Aufbau. Die Basis bildet eine möglichst umfangreiche Stoffdatenbank, in der für eine bestimmte Bezugseinheit (Quadratmeter, Stück, etc.) alle Inputs und Outputs hinterlegt sind. Diese Basisdaten können beispielsweise ein Kubikmeter Kalksandstein, ein Quadratmeter Holzfensterfläche oder ein Stück Heizung sein.

Von der Vollständigkeit und Richtigkeit dieser Daten ist die gesamte darauf aufbauende Bilanz abhängig. Ihrer Kontrolle sollte daher besondere Sorgfalt zukommen. Insbesondere ist wichtig, dass alle dort hinterlegten Materialien von denselben Randbedingungen und Systemgrenzen ausgehen. In dem hier vorliegenden Fall sind dies auf der Inputseite alle direkt der Natur entnommenen Material- und Energieressourcen. Outputseitig umfassen sie alle im Rahmen der Herstellung der Basisstoffe erzeugten Emissionen und Restprodukte und natürlich das betrachtete Produkt selbst. Der Bilanzraum endet mit der Lieferung frei Baustelle, so dass auch alle notwendigen Transporte mit eingeschlossen werden.

Im Grunde genommen ist für jedes Basismodul also eine eigene Ökobilanz zu erstellen. Dies ist naturgemäß aufgrund der Vielzahl an Einzelbetrachtungen und der mangelnden Kenntnis aller einzelnen Produktionsvorgänge so gut wie nicht zu realisieren. Es muss daher auf bestehende, öffentlich zugängliche Datensammlungen zurückgegriffen werden. Diese werden zum Teil von Firmen oder Verbänden für einzelne Produkte bereitgestellt. Darüber hinaus existieren einige Datenbanken, die mehr oder weniger umfangreich und aktuell von öffentlichen Einrichtungen oder wissenschaftlichen Instituten eben für diesen Zweck zur Verfügung gestellt werden. Ihr Wissen beruht auf der Auswertung von Literatur, der Zusammenarbeit mit der Industrie und eigenen Bilanzierungen.

Ein oft zitierter und vielfach im Rahmen von Ökobilanzen als Datengrundlage herangezogener Katalog ist GEMIS (Globales Emissions-Modell Integrierter Systeme). [13] Es wurde vom Öko-Institut in Zusammenarbeit mit dem deutschen Umweltbundesamt entwickelt und wird laufend aktualisiert. Viele parallel dazu vorliegende Datensammlungen (z.B. probas) [30] basieren teilweise auf GEMIS-Daten. Dabei ist GEMIS mehr als eine einfache Datenbank, sondern bietet vielmehr ein umfangreiches Hilfsmittel zur Erstellung und Analyse eigener Bilanzen.

Im Rahmen dieser Studie werden grundsätzlich GEMIS-Daten als Basis herangezogen. Für jedes Material folgt - soweit vorhanden - ein Abgleich mit anderen zur Verfügung stehenden Datenquellen, zum Beispiel Ökobilanzen von Firmen oder andere Stoffkataloge. Bei signifikanten Abweichungen wird versucht, die Ursache der Differenz zu ergründen. Meistens sind diese in uneinheitlichen Systemgrenzen zu finden, wenn beispielsweise Transporte unterschiedlich oder gar nicht berücksichtigt wurden.

Im Anhang A ist der hier verwendete Datenkatalog aufgeführt. Er stellt neben den Materialkennwerten wie Dichte, Wärmeleitfähigkeit etc. die Inputs und Outputs dar. Diese Datenbasis kann natürlich nie abschließend und vollständig sein. Ergänzungen und Aktualisierungen sind jederzeit möglich und auch gewollt.

3.2.1.2 Bauteile

Im nächsten Schritt werden die allgemein beschriebenen Basisdaten des Moduls „Materialien“ zu Bauteilen zusammengefasst. Ein Bauteil kann z. B. ein Wandaufbau oder ein Dach sein. Der Begriff „Bauteil“ kann in diesem Zusammenhang ebenfalls Prozesse, wie beispielsweise „Erdaushub“ oder „Kranbetrieb“, bedeuten. Der Spannweite sind keine Grenzen gesetzt, sofern die notwendigen Basisdaten vorliegen. Bauteile haben ebenfalls eine Bezugseinheit wie Quadratmeter, Kubikmeter, Stück oder Tage.

Neben dem Mengenanteil des jeweiligen Materials an einer bestimmten Bezugsgröße des Bauteils (beispielsweise 0,24 m³ Kalksandstein pro m² Wand) wird dem Material an dieser Stelle eine Lebenszeit zugewiesen. Hintergrund dieser Festlegung ist die Berücksichtigung von Instandsetzungs- oder





Renovierungsarbeiten im Laufe des Lebenszyklus eines Gebäudes. So kann beispielsweise eine Heizungsanlage eine Nutzungsdauer von 15 Jahren haben, ein Außenanstrich eine „Lebenserwartung“ von 5 Jahren. Die Wahl der Lebenszeit hat für die Herstellung keine Relevanz, wird aber umso wichtiger für den gesamten Lebensweg und damit den nächsten Abschnitt „Unterhalt“.

Sinnvollerweise werden die Lebenszeiten nicht direkt den Basismaterialien zugeordnet, da bei ihrer Definition konstruktive Merkmale eine Rolle spielen. Sie sind voneinander und untereinander abhängig; ihr Wert kann von Bauteil zu Bauteil unterschiedlich sein. So erfordert z. B. eine Erneuerung der Außendämmung ebenfalls eine Erneuerung des Außenputzes, was entsprechend bei der Definition eines Bauteils „Wärmedämmverbundsystem“ Berücksichtigung finden sollte.

Materialien, die über die gesamte Nutzungsdauer des Gebäudes nicht erneuert werden (z. B. Mauerwerk oder Sohle), sollten eine Lebenszeit größer oder gleich der Lebenszeit des Gebäudes zugewiesen werden.

3.2.1.3 Gebäude

In diesem Teilschritt werden die verwendeten Bauteile zu der Einheit „Gebäude“ verschmolzen. Dabei werden die zuvor definierten Bauteile entsprechend ihrem mengenmäßigen Anteil aufsummiert. Mit der Aggregation aller vorhandenen Stoffströme ist damit die Sachbilanzierung zum Zeitpunkt „null“, also der Erstellung des Bauwerks, abgeschlossen. In Abb. 4 ist der modulare Aufbau der Herstellungsphase dargestellt.

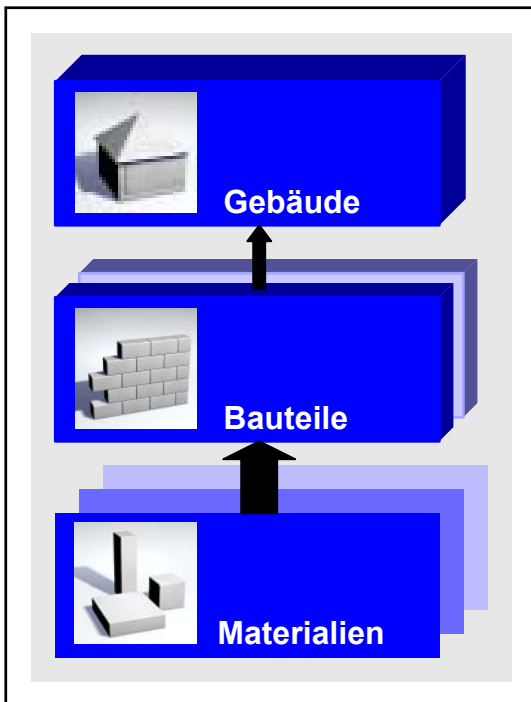


Abb. 4: Die Teilmodule der Herstellungsphase

3.2.2 Unterhalt

Zur Ermittlung der Herstellungsaufwendungen bis zum Ende der Lebensphase eines Gebäudes fließt an dieser Stelle die Lebenszeit jedes verwendeten Materials ein. In diesem Konzept wird für Instandsetzungs- und Erneuerungsarbeiten während der Nutzungsphase der Begriff „Unterhalt“ geprägt. Sein Einfluss auf das Gesamtergebnis kann dabei von Bautyp zu Bautyp variieren. Eine Verwendung beständigerer Materialien hat natürlich einen positiven Effekt.

Für die Stoffstrombilanzierung der Unterhaltsaufwendungen spielt die definierte Nutzungsdauer des Bauwerks eine wesentliche Rolle. Am Beispiel einer Lebenszeit des Gebäudes von 50 Jahren und einer Erneuerung der Heizung alle 15 Jahre bedeutet dies, dass sämtliche Stoffströme die Heizungs-





errichtung betreffend insgesamt vier Mal berücksichtigt werden müssen. Einmal zum Zeitpunkt 0 (Herstellung), nach 15, 30 und 45 Jahren (Unterhalt). Es treten nur ganzzahlige Faktoren auf.

Dabei werden methodisch die Stoffströme entlang der Zeitachse nicht linear, sondern stufenweise addiert. Gemeint ist Folgendes: Die Definition „Erneuerung alle 15 Jahre“ könnte die Bildung eines „Jahresquotienten“ nahe legen, also pro Jahr „ein Fünftel Heizung“. An zwei Beispielen sollen die dabei auftretenden methodischen Probleme erläutert werden.

Beim obigen Beispiel der Heizung wäre gemäß des „Jahresquotienten“ die rechnerische Anzahl

$$n = 50 a \cdot \frac{1}{15} \frac{1}{a} + 1 = 4,33 \quad (\text{„linearer Ansatz“})$$

und damit gegenüber der Realität zu hoch. Dies wird bei folgender Situation noch deutlicher. Hat beispielsweise das Mauerwerk eine mit dem Gebäude identische Lebenszeit von 50 Jahren, so würde entsprechend obiger Formel das Mauerwerk zweimal in die Bilanz einfließen

$$n = 50 a \cdot \frac{1}{50} \frac{1}{a} + 1 = 2$$

Erst im Lebensjahr 51 des Gebäudes wäre dieser rechnerische Wert aber korrekt, da im Jahr 50 das Mauerwerk theoretisch neu errichtet würde. Auf diese methodischen Besonderheiten sollte bei der Stoffstrombilanzierung im Bereich Unterhalt besonderes Augenmerk gerichtet werden.

In Abb. 5 ist modellhaft für einen beliebigen Stoffstrom der Verlauf über die gesamte Gebäudelebenszeit dargestellt. Zwecks Vereinfachung wird im Folgenden ein linearer Verlauf der „jährlichen“ Unterhalts-Stoffströme dargestellt, allerdings bei der Berechnung ein stufenweiser Verlauf vorausgesetzt.

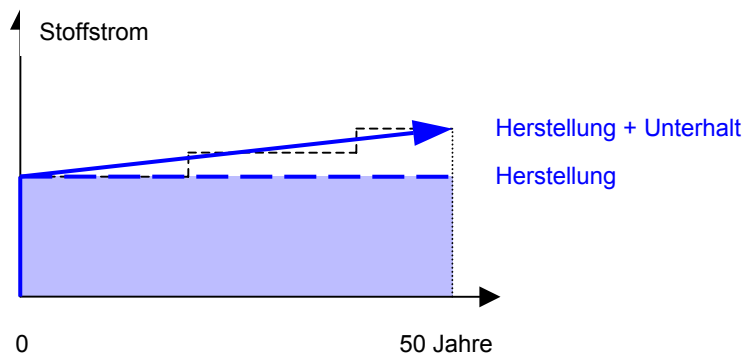


Abb. 5: Stoffstromverlauf in 50 Jahren für Herstellung und Unterhalt

3.2.3 Nutzung

Der dritte die Gesamtbilanz eines Gebäudes bestimmende Aspekt ist dessen thermische Nutzung. Im Rahmen dieser Arbeit wird für die Bestimmung der Energieaufwände gemäß der Aufgabenstellung die Methodik der Energieeinsparverordnung (EnEV) herangezogen. Mit ihrer Hilfe werden die Energieverbräuche pro Energieträger (Heizöl, Erdgas, Strom, etc.) pro Jahr bestimmt. Damit ergeben sich die entsprechenden Schadstoffemissionen und Primärenergieverbräuche.

Die einzelnen Verfahrensschritte der EnEV sollen an dieser Stelle nicht näher erläutert werden. Es sei dazu auf entsprechende Literatur verwiesen.





Notwendige Randbedingungen für die Berechnung des Endenergiebedarfs nach EnEV werden bereits mit der oben beschriebenen Bauteildefinition geschaffen. Dazu gehören bauteilabhängige U-Werte und die zugehörigen Flächenmengen. Im Rahmen der Gewinn- und Verlustrechnungen wird grundsätzlich statt des einfacheren Heizperiodenbilanzverfahrens das Monatsbilanzverfahren angewendet, welches eine genauere Berücksichtigung der Gebäudeeigenschaften zulässt.

Die im Rahmen des EnEV-Nachweises zu ermittelnde Anlagenaufwandszahl e_p ist für die hier gefragten Zwecke zu ungenau. Sie stellt eine Art „gemittelten Primärenergiewirkungsgrad“ dar, der für die Ökobilanzberechnung zu hoch aggregiert ist. Die Anwendung des in der EnEV vorgeschlagenen „graphischen Verfahrens“ entfällt damit. Notwendig wird die genauere Untersuchung mittels des „tabellarischen Verfahrens“, das die Energieverbräuche für jeden verwendeten Energieträger inklusive der haustechnischen Wirkungsgrade berechnen. Auf dieser Basis können die für die Ökobilanz notwendigen Input- und Outputgrößen pro Jahr bestimmt werden. Die entsprechenden Emissions- und Verbrauchswerte für die verschiedenen Energieträger sind in Anhang A dargestellt.

Die EnEV erfährt in Fachkreisen nicht nur Unterstützung, sondern vermehrt Kritik hinsichtlich ihrer vom tatsächlichen Verbrauch differierenden Ergebnisse. Neben den positiv hervorzuhebenden Eigenschaften, wie der Betrachtung des Gesamtsystems Gebäude und Heizungsanlage, der Einbeziehung der Warmwasserbereitung und des Stromverbrauchs der Hilfsgeräte, werden insbesondere zu „gute“ und unrealistische Ausgangswerte kritisiert. [20]

Das Institut für Wohnen und Umwelt (IWU) hat Vorschläge entwickelt, wie der EnEV-Ansatz abgewandelt werden könnte. In der Konsequenz würden sich daraus näher an der Wirklichkeit liegende und damit gemeinhin höhere Verbrauchswerte errechnen. Die dafür notwendigen, von der EnEV abweichenden Randbedingungen werden im Folgenden dargestellt.

- **Raumtemperatur 20°C.** Die Absenkung der durchschnittlichen Raumtemperatur von in der Vergangenheit üblichen 20°C auf 19°C ist sachlich nicht gerechtfertigt. Steigender Wohnkomfort erzeugt eher eine gegenläufige Tendenz, weshalb der Ansatz einer durchschnittlichen Raumlufttemperatur von 20°C angeregt wird. Dieser Wert deckt sich auch mit in bewohnten Niedrigenergiehäusern durchgeführten Messreihen. [21]
- **Innere Wärmegewinne 3 W/m².** Die angesetzten 5 W/m² Nutzfläche ergeben zu niedrige Heizwärmebedarfswerte. Durch eine Annahme von 3 W/m² werden auch Verluste durch Verdunstung und die Tatsache berücksichtigt, dass nicht die gesamte Wärmeabgabe von Elektrogeräten im beheizten Bereich zur Verfügung steht. [10]
- **Abminderungsfaktor $F_s=0,6$.** Der Verschattungsfaktor von 0,9 bei Fensterflächen wird nur selten und wenn, dann nur bei freier Bebauung erreicht. Darüber hinaus bleibt in der EnEV der Minderungseffekt durch Verschmutzung unberücksichtigt, weshalb insgesamt ein Abminderungsfaktor für die solaren Wärmegewinne von $F_s=0,6$ vorgeschlagen wird. [20]

In das vorliegende Ökobilanz-Konzept werden diese Parameter integriert. Ab diesem Punkt wird daher „zweigleisig“ gefahren, was mit der Anwendung von EDV-unterstützten Berechnungen nur minimalen Mehraufwand bedeutet. Es wird zum einen der Nachweis gemäß EnEV geführt. Zum anderen wird mit geänderten Ausgangswerten - schematisch allerdings der EnEV-Methodik entsprechend - der Endenergiebedarf bestimmt.

Die Gründe dafür liegen auf der Hand. So wird auf der Basis der oben beschriebenen, abgewandelten Parameter eine möglichst realistische Abschätzung von Energiebedarfswerten ermittelt, ohne auf aufwendige Simulationsverfahren zurückgreifen zu müssen. Es wird auf bestehende und weitestgehend „vertraute“ Rechenalgorithmen und Methoden aufgebaut.

Der „Original“-EnEV-Nachweis wird zusätzlich geführt, um zum einen die Aufgabenstellung dieser Diplomarbeit zu erfüllen und zum anderen die Gebäude auf die Erfüllung der Anforderungen der EnEV hin zu überprüfen. Sollte der Nachweis nicht erbracht werden, scheiden entsprechende Bauwerke gemäß der Zieldefinition aus der Bilanzierung aus. Eine weitergehende Untersuchung ihrer Ökobilanz wäre nur spekulativ und wenig zweckdienlich.



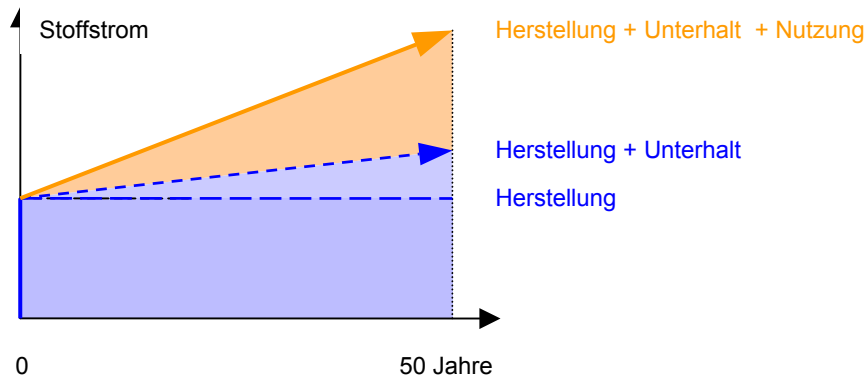


Abb. 6: Stoffstromverlauf in 50 Jahren für Herstellung, Unterhalt und Nutzung

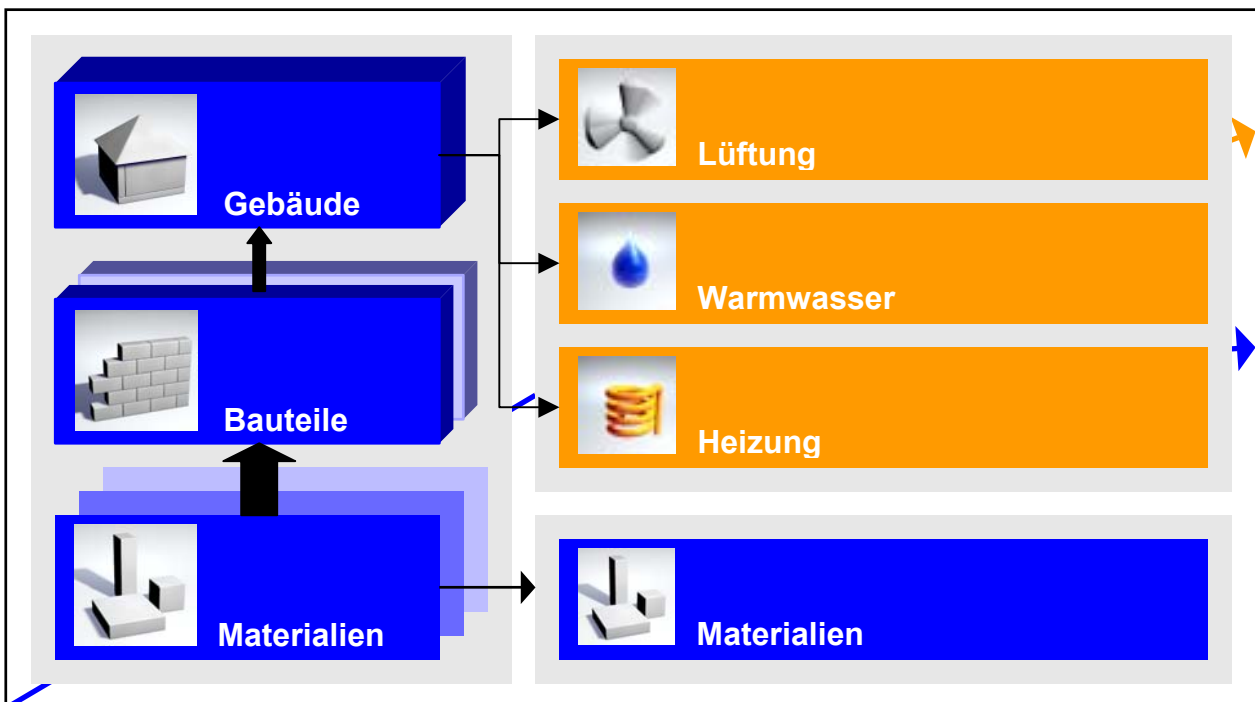


Abb. 7: Die Sachbilanzierung im Überblick

3.3 Wirkungsabschätzung/Bewertung

In Rahmen dieser Wirkungsabschätzung werden nachfolgend aufgeführte Wirkungsbereiche betrachtet:

- Treibhauseffekt
- Ozonloch
- Sommersmog
- Versauerung
- Überdüngung

Die Auswahl orientiert sich an den beschriebenen Kategorien in Kapitel 2.5.4. Dabei soll an dieser Stelle betont werden, dass diese Auswahl subjektiv getroffen wird, sich aber im Wesentlichen mit den Vorschlägen des Umweltbundesamtes deckt. Da alle Inputs und Outputs bis zu diesem Schritt als reine Sachbilanzgrößen vorliegen und nicht im Rahmen vorheriger Aggregationsschritte zu Wirkungs-



kategorien zusammengefasst wurden, können Änderungen in der Auswahl der Wirkungsbereiche jederzeit leicht durchgeführt werden.

Die Klassifizierung und die Charakterisierung anhand entsprechender Äquivalenzfaktoren basiert auf den Vorgaben der Tab. 2 und damit auf dem aktuellen Wissensstand. Auf eine Gewichtung der Wirkungskategorien untereinander wird verzichtet.

Die Schritte in einer Bewertung hängen individuell von den Resultaten der Sachbilanzierung und der Wirkungsabschätzung ab. Das notwendige Vorgehen ist von Fall zu Fall und Ergebnis zu Ergebnis unterschiedlich; eine allgemeingültige Empfehlung des notwendigen Vorgehens ist nur schwer zu geben. Es sei daher auf die durchgeführte Auswertung im Rahmen der Variantenbetrachtung in Kapitel 5 verwiesen.

Im Wesentlichen sollte in einer Bewertung der Vergleich unterschiedlicher Alternativen eine Rolle spielen; eventuell auch die Entwicklung einer möglicherweise günstigeren Variante. Dazu werden die verschiedenen Wirkungen untereinander verglichen und im Rahmen einer Signifikanzanalyse die Bauteile und Materialien bestimmt, deren Einfluss auf die Wirkungsabschätzung kennzeichnend ist. Ebenso findet der Einfluss der Herstellungsaufwendungen im Vergleich zur thermischen Nutzungsphase eine Beurteilung.

Keine Wirkung auf Ozonloch

Durch die Arbeit an und mit verschiedenen Stoffdatenbanken, bei der Untersuchung verschiedener Gebäudevarianten und während der Recherche von entsprechender Literatur zeigte sich beim Bearbeiten dieser Studie, dass Baumaterialien und die zugehörigen Prozesse keinen nennenswerten bis gar keinen Beitrag am katalytischen Ozonabbau haben. Dieses Erkenntnis soll an dieser Stelle nicht zur Änderung der Zieldefinition führen, sondern ganz klar eine Würdigung erfahren. Aus rein praktikablen Gründen wird dieser Aspekt im Folgenden nicht mehr ausdrücklich erwähnt.



3.4 Zusammenfassende Darstellung des Algorithmus

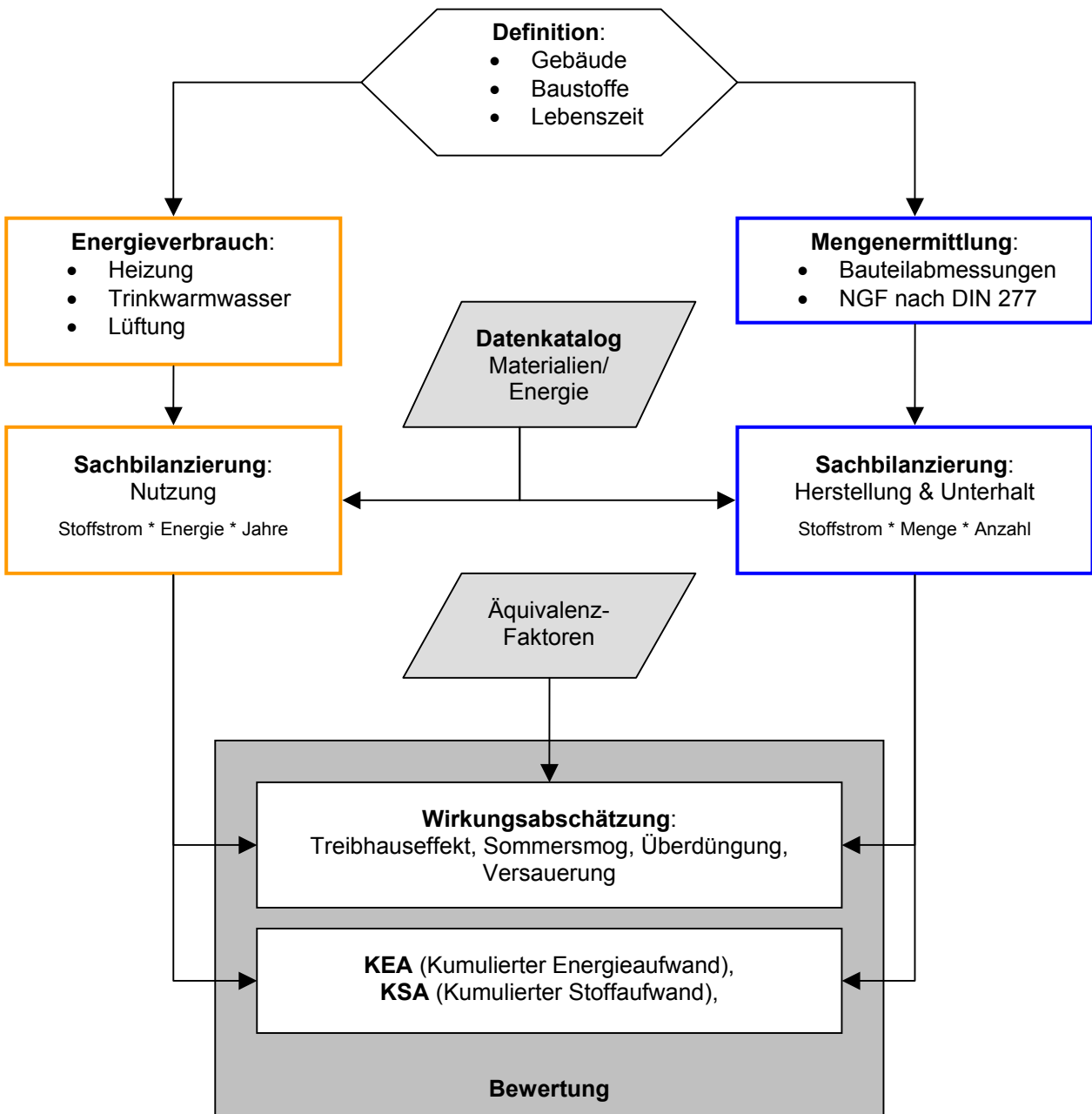


Abb. 8: Algorithmus für die energetische und ökologische Bilanzierung im Hochbau



4 EDV-Anwendung

Bei der Bearbeitung dieser Diplomaufgabe zeigte sich in einer recht frühen Phase, dass bei der Betrachtung unterschiedlichster Baustoffe und der umfangreich durchzuführenden Aggregation der Sachbilanzgrößen über alle Lebenswegphasen die Anwendung einer EDV-Unterstützung mehr als sinnvoll ist. Eine kurze Recherche über bereits bestehende EDV-Lösungen zeigte sehr schnell, dass ihre Entwicklung entweder nicht weiter verfolgt wurde (z. B. ogip), sie nicht mehr zu erhalten waren (z.B. ecobis) [1] oder den detaillierten Ansprüchen des eigenen Konzeptes nicht gerecht wurden (GaBi, GEMIS). [13] Die beiden zuletzt Genannten bieten umfangreiche und allgemeine Möglichkeiten einer Sachbilanzierung, sind damit aber für den Spezialfall „Bau“ nur schlecht geeignet. Insbesondere die Bestimmung der Aufwendungen in der Nutzungsphase ist in diesen Lösungen nur schwer umzusetzen.

Aus den genannten Gründen wurde ihm Rahmen der Diplomarbeit zum oben beschriebenen Konzept begleitend eine eigene EDV-Anwendung entwickelt. Technisch basiert sie auf der Datenbankanwendung „Access“ von Microsoft. Um dieses Programm im Folgenden eindeutig benennen zu können, wurde das Kürzel „BiMoBa“ (**B**ilanzierungs-**M**odell-**B**au) gewählt.

Im Laufe der Bearbeitung dieser Studie entwickelte sich BiMoBa fortschreitend. Der investierte Arbeitsaufwand und die anschwellende Komplexität führten zu der Entscheidung, der Beschreibung der in BiMoBa angewendeten Algorithmen und Methoden ein eigenes Kapitel zu widmen. Parallel dazu werden in einer Art Handbuch die einzelnen Funktionen erläutert und dokumentiert.

Dabei soll Wert auf die Tatsache gelegt werden, dass BiMoBa lediglich ein Software-Prototyp darstellt, der im Wesentlichen die in Kapitel 3 durchgeführte Bauwerksbilanzierung unterstützen soll. Eine Gewährleistung für Fehler und dessen Auswirkungen kann nicht gegeben werden. Ebenso hat BiMoBa nicht den Anspruch, ein Hilfsmittel zum Führen des Nachweises nach der EnEV zu sein, obwohl es die Möglichkeit impliziert.

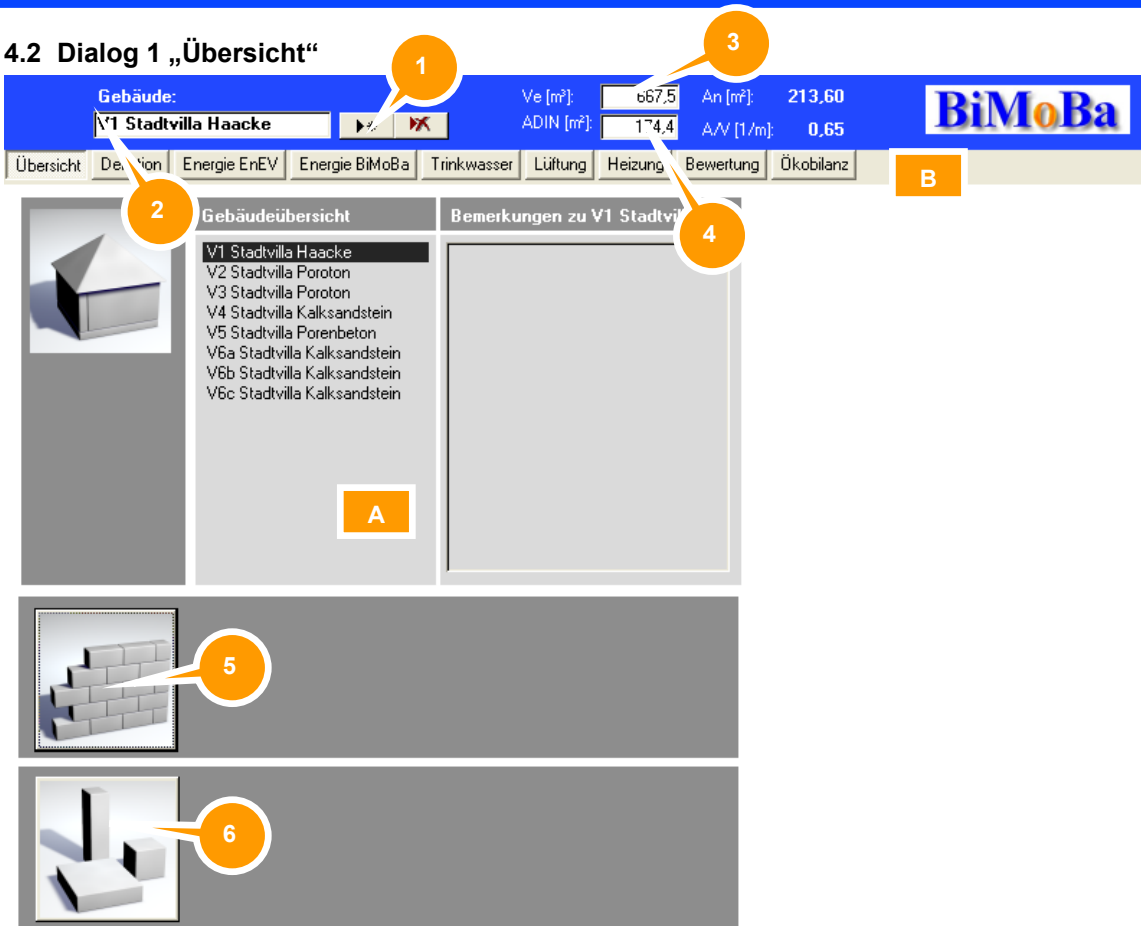
Die folgende Beschreibung dient zur konzeptionellen Beschreibung und einer eventuell praktikableren Handhabung von BiMoBa. Sie erläutert nicht die einzelnen, notwendigen Schritte, Formeln und Entscheidungen, die gemäß der EnEV vorgegeben sind. Zu diesem Zweck wird auf entsprechende Literatur verwiesen. [39][40]

4.1 Allgemeines

BiMoBa ist im Sinne einer Datenbank aufgebaut. Die in Kapitel 3.2.1 beschriebenen Module Materialien, Bauteile und Gebäude sind in BiMoBa einzelne Datensätze. Das Öffnen oder Löschen, Speichern oder Öffnen einzelner Dateien, wie dies in Excel oder Word gewöhnlich gehandhabt wird, entfällt daher ganz. Alles für die Bearbeitung Notwendige findet sich in einer einzigen Datei wieder. Die einzelnen Varianten in Form unterschiedlicher Gebäude oder Bauteile sind verschiedene Datensätze, die aufeinander aufbauend und untereinander verknüpft, in beliebiger Anzahl erweitert werden können.



4.2 Dialog 1 „Übersicht“



Dialog 1 stellt das Basismenu von BiMoBa dar. Es bietet in Feld A eine Übersicht über die bereits eingegebenen, verschiedenen Gebäude. Ein Wechsel von Gebäude zu Gebäude ist entweder im Übersichtsbereich A oder in Vor- und Zurückschritten mit Schaltflächen möglich.

Der obere Bereich B ist eine Art Statusleiste des aktuellen Gebäudes und gibt Auskunft über wichtige, grundsätzliche Eingangsdaten und Ergebnisse. Darüber befindet sich ein Navigationsbereich, der einen Wechsel durch die verschiedenen Eingabe- und Ergebnisdialoge ermöglicht.

Alle „gravierten“ und weiß hinterlegten Felder ermöglichen und erwarten eine Eingabe vom Benutzer. Sämtliche anderen Zahlenwerte, Parameter und Ergebnisse resultieren aus ihnen.

Mit 1 wird ein neues Gebäude angelegt.

In 2 wird der Name des Gebäudes eingetragen. Er sollte eindeutig vergeben werden, d. h. zwei Häuser gleichen Namens sind (technisch) nicht möglich.

3 beinhaltet das Gebäudeaußenvolumen V_e , woraus sich die in der EnEV verwendete Nutzfläche A_N ergibt.

4 erwartet die Eingabe der „realen“ Nutz- oder Wohnfläche nach der DIN 277 (hier A_{DIN} genannt), die meist geringer als die „virtuelle“ Nutzfläche A_N ist.

5 öffnet die Materialdatenbank. Sie stellt das Grundmodul von BiMoBa dar. In Ihr sind für eine Vielzahl von Stoffen die notwendigen Materialkennndaten hinterlegt; ihr Inhalt entspricht der in Anhang A aufgeführten Aufstellung. Änderungen an diesen Daten sollten gewissenhaft und nur mit größter Vorsicht durchgeführt werden, da sie Auswirkung auf alle folgenden Bilanzierungsschritte haben. Insbesondere sollten neu angelegte Datensätze alle notwendigen Kennwerte umfassen, da sonst auf sie aufbauende Gebäudebetrachtungen nicht mehr vollständig sind.



6 öffnet ein weiteres Fenster, in dem die unterschiedlichsten Bauteiltypen definiert und zusammengestellt werden können. Auf den entsprechenden Dialog wird im Folgenden näher eingegangen.

4.3 Dialog 2 „Definition Bauteile“

Bauteilkatalog:

- V1 Außenwand "Mitte" Haacke Holz
- V1 Außenwand "oben" Haacke Holz
- V1 Außenwand "unten" Haacke Holz**
- V1 Dach Haacke Holz
- V1 Dachüberstand Haacke Holz
- V1 Decke über EG Haacke Holz
- V1 Decke über OG Haacke Holz
- V1 Fenster Haacke Holz
- V1 Fundament gedämmt
- V1 Innenwand Haacke Holz
- V1 Sohle
- V2 Außenwand "Mitte" Poroton
- V2 Außenwand "oben" Poroton
- V2 Außenwand "unten" Poroton
- V2 Decke über EG Poroton
- V2 Fenster
- V2 Innenwand EG Poroton
- V2 Innenwand OG Poroton
- V3 Außenwand Poroton
- V3 Innenwand Poroton EG
- V3 Innenwand Poroton OG
- V4 Außenwand Kalksandstein
- V4 Innenwand Kalksandstein EG
- V4 Innenwand Kalksandstein OG
- V5 Außenwand Porenbeton
- V5 Innenwand Porenbeton EG
- V5 Innenwand Porenbeton OG
- V6a Außenwand Kalksandstein
- V6a Fenster
- V6a Sohle
- V6b Außenwand Kalksandstein
- V6b Fenster
- V6b Sohle
- V6c Außenwand Kalksandstein
- V6c Fenster
- V6c Sohle

Bauteil: V1 Außenwand "unten" Haacke Holz Einheit: U-Wert [W/m²K]: m² 0,160

Material	Anteil	lambda	Jahre
Gipskartonplatte	0,0125	0,25 0,05	50
PE-Folie	1	0 0,00	
Sperrholz-Fichte	0,013	0,15 0,087	50
Mineralwolle 035	0,18	0,035 5,143	50
Schnittholz Fichte	0,02	0,13 0,154	50
Sperrholz-Fichte	0,013	0,15 0,087	50
Holzwoleleichtbauplatte 070	0,04	0,07 0,571	50
Zementausenputz	0,008	1,4 0,006	50
*			

Materialkatalog
Doppelklick überträgt Material in das obere, aktuelle Feld

- Leichtlochziegel 900 W
- Leichtlehmstein 800
- Leichtlehmstein 1000
- Leichtlehmstein 1200
- Massivlehmstein 1800
- Massivlehmstein 2000
- Mineralwolle 035
- Mineralwolle 040
- Mineralwolle 045
- Mineralwolle 050

In diesem separaten Fenster werden aus den Materialbausteinen (Bereich C) Bauteile zusammengesetzt (Bereich D). Der linke Bereich E stellt zusammenfassend die bisher definierten Bauteile zusammen (Bauteilkatalog), der auch als Navigationshilfe benutzt werden kann.

In der obigen Spalte wird ein eindeutiger Name für das aktuelle Bauteil vergeben. Der darunter liegende Bereich umfasst die für das aktuelle Bauteil verwendeten Materialien entsprechend ihres jeweiligen Mengeanteils. Die Anzahl der denkbaren Materialien pro Bauteil ist unbegrenzt. Die Spalte „Jahre“ beschreibt die Lebenszeit des jeweiligen Bauteils, die bei der Berechnung der Unterhaltsaufwendungen eine Rolle spielen kann (siehe Kapitel 3.2.2). Im obigen Beispiel ist sie für das Bauteil „Außenwand „unten“ Haacke“ auf 50 Jahre gesetzt – bei einer Bilanzierung über 50 Jahre fließen diese Aufwendungen also jeweils nur einfach in die Bilanz ein.

Ist für das entsprechende Material ein Haken gesetzt, so fließt dies Material entsprechend den Materialkennwerten in die Berechnung des Bauteil-U-Wertes ein. Der U-Wert (Feld 7) wird von BiMoBa automatisch berechnet, kann jedoch für inhomogene Bauteile, auch selbst eingetragen werden (BiMoBa berechnet nur die U-Werte homogener Bauteile korrekt).





4.4 Dialog 3 „Definition Gebäude“

Gebäude: **V1 Stadtvilla Haacke** Ve [m³]: 667,5 An [m³]: 213,60
ADIN [m²]: 174,4 A/V [1/m]: 0,65 **BiMoBa**

Übersicht | Definition | **Energie** | EnEV | Energie BiMoBa | Trinkwasser | Lüftung | Heizung | Bewertung | Ökobilanz

Bauteil	Menge	Bauteiltyp	F	U-Wert	F*U*A
V1 Sohle	107,3 m²	Bodenplatte	0,5	0,312	15,06
V1 Außenwand "un..." Haacke H	74,5 m²	Außenwand an Aussenluft	1	0,16	11,89
V1 Außenwand "H...cke Hc	42,1 m²	Außenwand an Aussenluft	1	0,125	5,26
V1 Außenwand "oc... Haacke Hc	35,4 m²	Außenwand an Aussenluft	1	0,141	4,99
V1 Innenwand Haacke Holz	134,8 m²	Innenwand	0	5,882	0,00
V1 Decke über EG Haacke Holz	89,9 m²	Geschossdecke	0	5,882	0,00
V1 Decke über OG Haacke Holz	49 m²	Geschossdecke	0	5,882	0,00
V1 Dach Haacke Holz	116,8 m²	Dachfläche	1	0,202	23,59
V1 Fundament gedämmt	41 m²	sonstige	0	5,882	0,00
V1 Dachüberstand Haacke Holz	32,7 m²	sonstige	0	3,088	0,00
V1 Fenster Haacke Holz	57,9 m²	Fenster	1	1,6	92,64
Summe	434,00 m²				153,44

D $H_T = 0,05 * 434,00 + 153,44 = 175,14$

E Wohngebäude [Ja/Nein] $H_V = 0,76 * 0,6 * 0,34 * 667,5 = 103,49$

In diesem Dialog wird das in Feld 8 angezeigte Gebäude hinsichtlich der baulichen Eigenschaften definiert. Sämtliche zu betrachtenden und damit bilanzierenden Bauteile der Herstellungs- und Unterhaltsphase müssen hier eingetragen werden. Es kann nur auf Bauteile zurückgegriffen werden, die in Dialog 2 zuvor definiert wurden. Die Anzahl der pro Gebäude zugeordneten Bauteile ist beliebig hoch.

9 ermöglicht in einem Kombinationsfeld die Auswahl aus dem Bauteilkatalog. Natürlich können Bauteile auch mehrmals und gebäudeübergreifend verwendet werden.

Entsprechend der bauteilabhängigen Bezugseinheit wird in 10 die zugehörige Menge bestimmt. Auf die Bezugseinheit ist dabei besonderes Augenmerk zu richten.

In 11 wird der zugehörige Bauteiltyp ausgewählt. Aus ihm ergeben sich die dargestellten Temperaturkorrekturfaktoren. Alle Bauteile, die einen Korrekturfaktor größer als null besitzen, werden in die Berechnung des Transmissionswärmeverlustes einbezogen. In 12 wird die zugehörige Außenfläche A errechnet, in 13 der Transmissionswärmeverlust (ohne Berücksichtigung der Wärmebrückenverluste).

Im Bereich D wird der Transmissionswärmeverlust H_T bestimmt. Bei der Ermittlung der Wärmebrückenverluste wird pauschal, unter Voraussetzung der Berücksichtigung der DIN 4208 Bbl 2, der Transmissionswärmeverlust um 0,05 W/(m²*K) erhöht.

Im Bereich E ergibt sich aufgrund der in Feld 14 angegebenen Luftwechselrate (0,6 1/h mit, 0,7 1/h ohne Luftdichtheitsprüfung) der theoretische Lüftungswärmeverlust H_V .



4.5 Dialog 4 „Heizenergiebedarf EnEV“

Gebäude: **V1 Stadtvilla Haacke**

Ve [m²]: 667,5 An [m²]: 213,60
 ADIN [m²]: 174,4 A/V [1/m]: 0,65

Übersicht
Definition
Energie EnEV
Energie BiMoBa
Trinkwasser
Lüftung
Heizung
Bewertung
Ökobilanz

Tau₀ [h]: 16
Tau [h]: 35,94

leichte Bauweise
c_{wirk} [Wh/K]: 10010

a: 3,25
q_i [W/m²]: 5

Region [0..15]: 0
Deutschland

Nord Ost Süd West Horizon Fenster:
 [m²]

Gesamtenergiedurchlassgrad: 0,6

Monat	[°C]	solare Wärmegewinne [kWh/M]					Sum	15,1	Wärmegewinne [kWh/M]			Wärmeverluste [kWh/M]			Gewinne to [kWh/M]	Bedarf [kWh/M]	
		Nord	Süd	Ost	West	Hori			solar	innere	Summe	Trans.	Lüftung	Summe			
Januar	-1	35	110	128	136	0	409	15,1	409	795	1.204	2.645	1.563	4.208	0,99	1.189	3.019
Februar	0,6	53	147	126	182	0	507	12,4	718	795	1.225	2.166	1.280	3.445	0,98	1.197	2.248
März	4,1	86	233	182	288	0	790	11,1	G	795	1.585	H	147	3.089	0,94	1.491	1.598
April	9,5	157	533	302	658	0	1.650	6,8	1.650	769	2.419	795	708	1.906	0,67	1.613	293
Mai	13	205	577	271	713	0	1.766	4,5	1.766	795	2.561	416	246	662	0,24	657	5
Juni	16	242	639	287	790	0	1.958	2,4	1.958	769	2.727	130	77	207	0,07	207	0
Juli	18	253	687	308	849	0	2.097	0,7	2.097	795	2.891	91	54	145	0,06	145	0
August	18	177	506	255	626	0	1.565	0,5	1.565	795	2.359	580	343	923	0,44	881	42
September	14	118	384	254	474	0	1.229	3,3	1.229	769	1.998	1.290	762	2.052	0,86	1.339	713
Oktober	9,1	84	225	185	278	0	770	7,4	770	795	1.565	1.803	1.066	2.869	0,96	1.157	1.712
November	4,7	44	119	119	147	0	430	10,3	430	769	1.199	2.306	1.363	3.669	0,99	1.030	2.639
Dezember	1,3	25	66	75	82	0	248	13,2	248	795	1.043						
Summe:											22.774			24.440		12.102	12.338

Im Dialog 4 werden die monatlichen Wärmegewinne und –verluste gegeneinander aufgewogen. BiMoBa hat nicht den Anspruch, ein vollwertiges und umfassendes Werkzeug zur Bestimmung des jährlichen Primärenergiebedarfs zu sein, weshalb auf einige Möglichkeiten des Monatsbilanzverfahrens verzichtet wird. Dies sind Gutschriften durch eine Nachtunterbrechung der Heizung und aufgrund von Wärmegewinnen durch opake Bauteile. Ebenso besteht keine Möglichkeit, die genaue wirksame Wärmespeicherfähigkeit zu bestimmen. Es wird lediglich unterschieden zwischen leichten und schweren Bauteilen. Bei der Berechnung der solaren Wärmegewinne sind nur senkrechte oder horizontale Fensterflächen vorgesehen.

Durch die Wahl der Bauweise (leicht/schwer) ergibt sich in Verbindung mit dem Gebäudeaußenvolumen die wirksame Wärmespeicherfähigkeit.

Feld 15 bietet die Möglichkeit, die Klimaregion zu wählen (0..15). Sie entsprechen der Aufteilung in der DIN V 4108-6, Anhang A. Die Klimaregion 0 ist die Referenzregion Deutschland. Die durchschnittliche monatliche Strahlungsintensität (für jeden Monat, jede Region und jede Orientierung) ist in BiMoBa hinterlegt.

Im Bereich F werden die einzelnen Fensterflächen für die fünf möglichen Orientierungen (Nord, Süd, Ost, West und Horizontal) definiert. Feld 16 enthält die Angabe über den Gesamtenergiedurchlassgrad der Fenster.

Im Bereich G ergeben sich aus dem Strahlungsangebot und den Fensterflächen die monatlichen solaren Wärmegewinne und unter Voraussetzung von 5 W/m² die internen Wärmegewinne. Daraus resultieren die monatlichen und der jährliche Brutto-Wärmegewinn.

Im Bereich H rechts davon geschieht Entsprechendes für die Verlustrechnung. Monatliche und jährliche Lüftungs- und Transmissionswärmeverluste summieren sich zum jährlichen Brutto-Wärmeverlust.

Aus der Zeitkonstante tau₀, dem Verhältnis von Verlusten zu Gewinnen und der wirksamen Wärmespeicherfähigkeit ergibt sich der Ausnutzungsgrad der Bruttowärmegewinne und damit die tatsächlichen Nettowärmegewinne. Die Differenz zwischen diesen Nettogewinnen und den monatlichen



Wärmeverlusten resultiert letztendlich im monatlichen Wärmebedarf und dadurch im jährlichen Heizwärmebedarf Q_H .

4.6 Dialog 5 „Heizenergiebedarf BiMoBa“

Gebäude: Ve [m²]: 667,5 An [m²]: 213,60
ADIN [m²]: 174,4 A/W [1/m]: 0,65

BiMoBa

Übersicht | Definition | Energie EnEV | **Energie BiMoBa** | Trinkwasser | Lüftung | Heizung | Bewertung | Ökobilanz

Taug [h]: 16 leichte Bauweise a: 3,25 Region [0..15]: 0
 Tau [h]: 35,94 c_{wirk} [Wh/K]: 10010 q_i [W/m²]: 3 Deutschland

Nord Ost Süd West Horizon Fenster: [m²] Gesamtenergiedurchlassgrad: 0,6

Monat	[°C]	solare Wärmegewinne [kWh/M]						Wärmegewinne [kWh/M]			Wärmeverluste [kWh/M]			Gewinne netto [kWh/M]	Bedarf [kWh/M]		
		Nord	Süd	Ost	West	Hori	Sum	solar	innere	Summe	Trans.	Lüftung	Summe				
Januar	-1	35	110	128	136	0	409	15,8	409	477	886	2775	1640	4415	1,00	882	3533
Februar	0,6	53	147	126	182	0	507	13,0	507	431	938	2283	1349	3632	0,99	929	2703
März	4,1	86	233	182	288	0	790	11,8	790	477	1267	2072	1224	3296	0,97	1231	2065
April	9,5	157	533	302	658	0	1650	7,6	1650	461	2111	1324	782	2106	0,76	1612	494
Mai	13	205	577	271	713	0	1766	5,3	1766	477	2243	925	547	1472	0,59	1317	155
Juni	16	242	639	287	790	0	1958	3,1	1958	461	2420	542	320	863	0,35	843	20
Juli	18	253	687	308	849	0	2097	1,5	2097	477	2573	261	154	415	0,16	414	1
August	18	177	506	255	626	0	1565	1,3	1565	477	2041	222	131	352	0,17	351	1
September	14	118	384	254	474	0	1229	4,0	1229	461	1690	706	417	1123	0,59	1002	122
Oktober	9,1	84	225	185	278	0	770	8,1	770	477	1247	1420	839	2260	0,93	1159	1101
November	4,7	44	119	119	147	0	430	11,0	430	461	891	1929	1140	3069	0,99	880	2190
Dezember	1,3	25	66	75	82	0	248	13,9	248	477	725	2437	1440	3876	1,00	722	3154
Summe:											19.032			26.880		11.342	15538

Dieses Dialogfeld gleicht prinzipiell dem vorherigen. Allerdings werden die in Kapitel 3.2.3 beschriebenen, „verschärften“ Randbedingungen zugrunde gelegt (Raumtemperatur 20°C, innere Wärmegewinne 3 W/m², Abminderungsfaktor $F_S=0,6$). In der Folge ergibt sich ein deutlich höherer jährlicher Heizwärmebedarf Q_H , der in die ökologische Bilanzierung der Nutzungsphase einfließt.

4.7 Dialog 6, 7, 8

EnEV

Wärme [kWh/m²a]

qTW: 12,5
qTWce: 0
qTWd: 3,26
qTWs: 2,99
qTW: 19,22

Wärmegegewinne

qHTVd: 1,67
qHTVs: 1,35
qHTW: 3,02

alphaTWgi: 0,61 0,39 0
eTWgi: 1 1,14 0
qTWgi: 0,00 1,05 0,00

qTWEi: 11,72 8,55 0,00 20,27

fp: Solar Erdgas
qTWPr: 0,00 1,10 0,00 9,40

Hilfsenergie [kWh/m²a]

qTWceHE: 0
qTWgHE: 0
qTWsHE: 0,07

alphaTWgi: 0,61 0,39 0
qTWgHE: 1 0,2 0

qTWHHE: 0,688
Sum qTW: 0,758 0,76

fp: Strom
qTWHPE: 3,00 2,274 2,27

Q TW,P: 2,494

BiMoBa

[kWh/a]

2504 1.825 0 4.330

162 162

EnEV

Lüftung [kWh/m²a]

qLg: 0 0 0
eLg: 0 0 0
qLgV: 0,00 0,00

fp: 0 0
qLP: 0,00 0,00

Hilfsenergie

qLgHE: 0 0 0

qLceHE: 0
qLdHE: 0
qLHEE: 0,00

fpHE: Strom 3
qLHEP: 0,00

Q L,P: 0

BiMoBa

[kWh/a]

0 0 0 0

0 0 0



EnEV

Wärme [kWh/m²a]

qh	57,76
qhTW	3,02
qhL	0,00
qHce:	1,1
qHd:	1,59
qHs:	0
q*H	57,43

alphaHgi:	1	0	0
eHgiE1:	1,01	0	0
qHgi:	0,57	0,00	0,00
qHEi:	58,00	0,00	0,00
Erdgas			
fP:	1,1	0	0
qHPi:	63,81	0,00	0,00

58,00

63,81

Hilfsenergie [kWh/m²a]

qceHE:	0
qdHE:	1,02
qsHE:	0

alphag:	1	0	0
qGHE:	0,57	0	0
alqgH:	0,57	0,00	0,00

sumqHEE: 1,59

Strom

fP: 3

qHEP: 4,77

1,59

4,77

Q H,P: 14648

BiMoBa

[kWh/a]

15.538
645
0
235
340
0
15.468

15.622 0 0 15.622

340 340

Diese drei Dialoge orientieren sich im formalen und inhaltlichen Aufbau eng an den Formblättern der DIN V 4701-10 [40]. Mit ihnen wird für die Trinkwassererwärmung, für die eventuell installierte Lüftungsanlage und die Heizenergiebereitstellung der jeweilig nötige Endenergiebedarf sowie der Primärenergiebedarf bestimmt. Für jeden Bereich sind entsprechend der DIN drei unterschiedliche Energieerzeuger möglich.

Wesentliches, ergänzendes Merkmal und gleichzeitig Unterschied zu den DIN-Formblättern ist der jeweils rechte Bereich. Parallel zu der EnEV-Berechnung werden hier die Endenergiebedarfswerte für die ökologische Bilanzierung der Nutzungsphase berechnet. Die klare Abgrenzung beruht auf der zur EnEV unterschiedlichen Voraussetzung verschiedener Ausgangsparameter, die einen erhöhten Heizenergiebedarf zur Folge haben (siehe Dialog 5).

Zwecks signifikanter Unterscheidung wird in diesem mit „BiMoBa“ gekennzeichneten Bereich mit absoluten, als nicht auf die Grundfläche bezogenen Werten gerechnet. Der Bezug auf die Netto-Grundfläche wird in einem späteren Dialogfeld vorgenommen. Die angegebenen Werte entsprechen demnach dem Endenergiebedarf pro Gebäude und pro Jahr.



4.8 Dialog 9 „Jährlicher Primärenergiebedarf“

Gebäude:		Ve [m²]:	667,5	An [m²]:	213,60			
V1 Stadtvilla Haacke		ADIN [m²]:	174,4	A/V [1/m]:	0,65			
Übersicht	Defintion	Energie EnEV	Energie BiMoBa	Trinkwasser	Lüftung	Heizung	Bewertung	Ökobilanz

	TRINKWASSER-ERWÄRMUNG	HEIZUNG	LÜFTUNG
absoluter Bedarf [kWh/a]:	Q_{TW} : 2670	Q_H : 12.338	
bezogener Bedarf [kWh/m²a]:	q_{TW} : 12,50	q_H : 57,76	
Deckung von Q_h [kWh/m²a]:	$q_{h,TW}$: 3,02	$q_{h,H}$: 54,74	$q_{h,L}$: 0,00
Endenergie [kWh/a]:	$Q_{TW,E}$: 4.330	$Q_{H,E}$: 12.390	$Q_{L,E}$: 0
Hilfsenergie [kWh/a]:	162	340	0
Primärenergie [kWh/a]:	$Q_{TW,P}$: 2.494	$Q_{H,P}$: 14.648	$Q_{L,P}$: 0

Endenergie:	Q_E [kWh/a]:	16.719	q_E [kWh/m²a]:	78,27
Hilfsenergie:		502		2,35
Primärenergie:	Q_P [kWh/a]:	17.141	q_P [kWh/m²a]:	80,25
Anlagenaufwandszahl:	e_P :	1,14		

Nachweis Jahres-Primärenergiebedarf [kWh/m²a]:

$q_{P,vorh}$: 80,25 $q_{P,zul}$: 108,18

Nachweis Transmissionswärmeverlust [W/m²K]:

$H'_{T,vorh}$: 0,40 $H'_{T,zul}$: 0,53

An dieser Stelle findet eine reine Ausgabe von Informationen statt; Eingaben vom Benutzer sind nicht erforderlich. Die einzelnen Bedarfswerte der Dialoge 5, 6 und 7 werden entsprechend des Übersichtsformblattes der DIN V 4701-10 zusammengefügt (Anlagenbewertung nach DIN V 4701-10). Ergebnis ist der jährliche Primärenergiebedarf sowie aus dem Verhältnis zum Endenergiebedarf die Anlagenaufwandszahl e_P .

Ebenso wird an dieser Stelle der Vergleich der Soll- und Ist-Werte des Transmissionswärmeverlustes H'_T und des spezifischen Jahres-Primärenergiebedarfs $Q_{P,vorh}$ vorgenommen. Diese Werte haben keinen Einfluss auf die weitere energetische und ökologische Bilanzierung, sind jedoch im Rahmen des öffentlich-rechtlichen Nachweises wichtige Kenngrößen, die Beachtung finden müssen.





4.9 Dialog 10 „Ökologische Bilanzierung“

Gebäude:		Ve (m²):	An (m²):	BiMoBa									
V1 Stadtvilla Haacke		667,5	213,60										
		ADIN (m²):	A/V (1/m):										
		174,4	0,65										
Übersicht	Definition	Energie EnEV	Energie BiMoBa	Trinkwasser	Lüftung	Heizung	Bewertung	Ökobilanz					
Bauteil	Material	Zeit	Menge	GWP	TOPP	AP	EP	KEA	nicht erneu	andere	KSA		
V1 Sohle	Zementestrich	50	5,935 m³	2,107	7,24	4,69	0,73	3,432	3,333	16,4	82,5	15,154	
V1 Sohle	PE-Folie	50	107,300 m²	59	0,44	0,25	0,03	118	111	1,06	5,83	113	
V1 Sohle	EPS Polystyrol-Extru	50	12,876 m³	1,271	22,50	4,55	0,53	2,880	2,751	19,5	110	3,755	
V1 Sohl	Stahlbeton B25	50	21,460 m³	10,923	38,82	25,42	4,16	20,085	3,041	98,8	945	95,962	
V1 Außen	Gipskartonplatte	50	0,931 m³	210	0,40	0,48	0,04	804	773	5,16	25,8	1,193	
V1 Außenwand "unl	PE-Folie	50	74,500 m²	41	0,31	0,17	0,02	82	77	0,74	4,05	79	
V1 Außenwand "unl	Sperholz-Fichte	50	0,969 m³	667	3,23	2,32	0,28	4,991	2,880	23,1	2090	10,027	
V1 Außenwand "unl	Mineralwolle 035	50	13,410 m³	778	5,86	4,03	0,42	3,298	3,231	39,6	28,0	10,342	
Gesamtgebäude				Herstellung	42,107	218	130	17,3	138,482	E+05	842	3E+04	397,189
				Herstellung + 50 Jahre Unterhalt	45,389	237	141	19,0	147,410	E+05	882	3E+04	411,681
Nutzung	[kWh/a]		GWP	POCP	AP	EP	KEA	nicht erneu	andere	KSA			
	15.622	Erdgas	3970	4,697	2,458	0,424	18,309	18,224	17	68	1,491		
	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	2.504	Solar	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	1.825	Erdgas	463,9	0,549	0,287	0,05	2,139	2,129	2	8	174		
	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Hilfsenergie	502	Strom	466,6	0,34	0,464	0,030	1,459	1,457	0	1	1,564		
Gesamtgebäude	Nutzung		4901	5,585	2,922	0,504	21,907	21,810	19	77	3,229		
Zusammenfassung pro ADIN	Herstellung		241,4	1,25	0,744	0,099	794	645	5	144	2,277		
	Herstellung + Unterhalt		260,3	1,361	0,807	0,109	845	694	5	146	2,361		
	Nutzung 50 Jahre		1405	1,601	0,838	0,145	6,281	6,253	6	22	926		
Lebenszeit [a]: 50	gesamt		1665	2,96	1,645	0,253	7.126	6.947	11	168	3.286		

Dieses letzte Dialogfeld stellt die Ergebnisse der Bilanzierung auf einer Seite zusammen. Im oberen Bereich I werden entsprechend der Bauteildefinition und den mengenmäßigen Anteilen die Herstellungsphase und die Unterhaltsphase berechnet. Die Ergebnisse werden hier für das gesamte Gebäude ausgegeben.

Weiter unten geschieht Ähnliches für die Nutzungsphase. Die jährlichen Aufwendungen der einzelnen Energieträger werden mit den jeweiligen Stoffströmen multipliziert und pro Gebäude pro Jahr aufgeführt.

Der untere Bereich J ist die Zusammenfassung dieser beiden Teilbereiche. Die Stoffströme werden hier auf die Nutzfläche bezogen und in den Wirkungskategorien

- Treibhauseffekt (GWP)
- Sommersmog (POCP)
- Versauerung (AP)
- Überdüngung (EP)

sowie in den hochaggregierten Größen



- Kumulierter Energieaufwand **KEA**

- KEA_{gesamt}
- KEA_{nichternewerbar}
- KEA_{erneuerbar}
- KEA_{andere}

- Kumulierter Stoffaufwand **KSA**_{gesamt}

ausgegeben. Für den Zeitpunkt Null, für die Herstellungsaufwendungen plus den Unterhalt von 50 Jahren, sowie die Werte der 50-jährigen, thermischen Nutzungsphase. Die Zeile „gesamt“ fasst diese Ergebnisse zusammen und entspricht damit dem Gesamt-Stoffstrom nach 50 Jahren Lebenszeit, bezogen auf die Nutzfläche A_{DIN} des Gebäudes.



5 Variantenbetrachtungen am Beispielgebäude

5.1 Holzhaus gegen Steinhaus

In der folgenden Betrachtung werden auf Basis des zuvor entwickelten Schemas und mit Hilfe der Software BiMoBa zwei verschiedene Bautypen mit identischen Grundrissen untereinander verglichen. Das zu bilanzierende Gebäude basiert auf einer Ausführungsplanung, die freundlicherweise von der Firma Haacke-Bau aus Celle für diesen Zweck zur Verfügung gestellt wurde.

Es handelt sich dabei um das so genannte Modell „Stadtvilla“ - ein in der Grundfläche quadratisches Einfamilienhaus in Holzständerbauweise. Es umfasst zwei Geschosse und ist nicht unterkellert. Als Alternative dazu wird ein Massivhaus aus porosiertem Ziegel gegenübergestellt, welches in Bezug auf die U-Werte der Außenhülle vergleichbar ist. Die Außenabmessungen bleiben identisch.

Die Stadtvilla weist mit einem im Obergeschoss abgesetzten Fensterband eine architektonische und damit auch konstruktive Besonderheit auf. Die Verjüngung im oberen Bereich führt zu einer vertikal dreiteiligen Außenwandkonstruktion. Die drei unterschiedlichen Außenwandaufbauten sind weiter unten dargestellt, ebenso das Massenmodell des Gebäudes. Auf eine detaillierte, „ausführungsreife“ Darstellung des Gebäudes wird an dieser Stelle bewusst verzichtet.

5.1.1 Baubeschreibung

- **Variante 1:** Holzständerbauweise mit Dämmung in den Gefachen. Bepunktung aus Sperrholz und Gipskartonplatten. Der obere Bereich ist mit einer Holzschalung verkleidet, der untere mit einem mineralischen Außenputz. Die Innenwände sowie die Decke über dem Erdgeschoss bestehen ebenso wie die Außenwände aus einer gedämmten Holzkonstruktion.
- **Variante 2:** Massivbauweise mit Poroton-Planziegeln. Die Außenhülle besteht aus einem Wärmedämmverbundsystem und im oberen Fensterband identisch mit der Variante 1 aus einer Holzverkleidung. Die Innenwände werden aus Poroton hergestellt, die Erdgeschossdecke aus Stahlbeton.

In beiden Varianten identisch ist der Aufbau der Bodenplatte aus Stahlbeton mit umlaufenden Streifenfundamenten. Ebenso erhalten beide Alternativen die gleiche Dachkonstruktion aus Holz mit einer Dachdeckung aus Tonziegeln. Die Fenster sind hochdämmende Holzfensterkonstruktionen.

5.1.2 Haustechnik

Die Trinkwarmwasser- und Heizungsenergieerzeugung und geschieht mit einer Kombination aus Solaranlage und Brennwertkessel, der Energieträger ist Erdgas. Die Haustechnische Installation entspricht der Beispielanlage 3 der DIN 4701-10 [40] „Brennwertkessel und solar unterstützte Trinkwassererwärmung“. Sie wird in beiden Varianten als gleichartig vorausgesetzt, da vor allem der bauliche Unterschied in der Bilanz Beachtung finden soll. Eine Lüftungsanlage ist nicht vorhanden.

Die Haustechnik im Einzelnen:

- **Trinkwasser:**
 - Verteilung: Verteilung innerhalb thermischer Hülle, mit Zirkulation
 - Speicherung: indirekt beheizter Speicher, Aufstellung innerhalb thermischer Hülle
 - Erzeugung: Brennwertkessel und Flachkollektor
- **Heizung:**
 - Übergabe: Radiatoren, Anordnung im Außenwandbereich, Thermostatventile 1 K
 - Verteilung: horizontale Verteilung innerhalb thermischer Hülle, Verteilungsstränge innenliegend, geregelte Pumpen
 - Speicherung: keine Speicherung
 - Erzeugung: Brennwertkessel 55/45 °C innerhalb thermischer Hülle





5.1.3 Darstellung



Abb. 9: Stadtvilla, perspektivische Ansicht

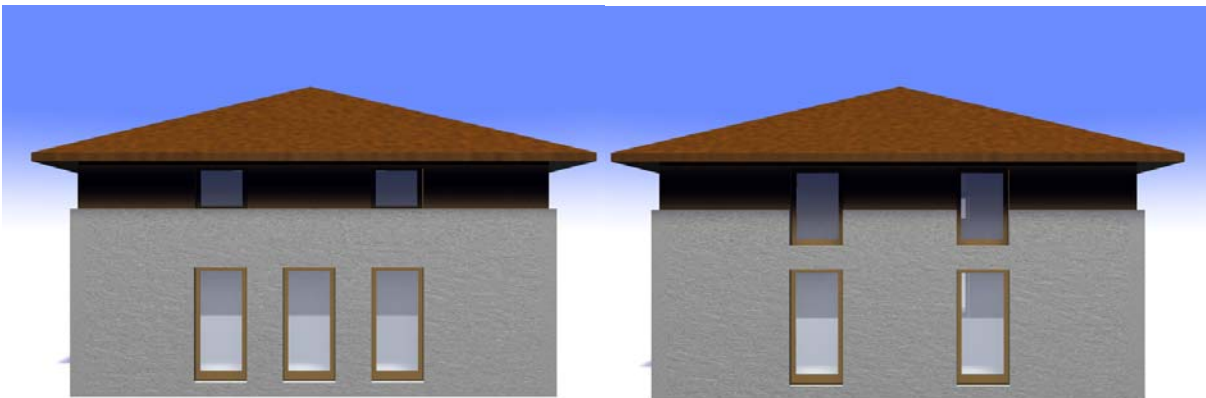


Abb. 10: Stadtvilla, Ansicht von Norden (links) und Süden (rechts)



Abb. 11: Stadtvilla, Ansicht von Osten (links) und Westen (rechts)





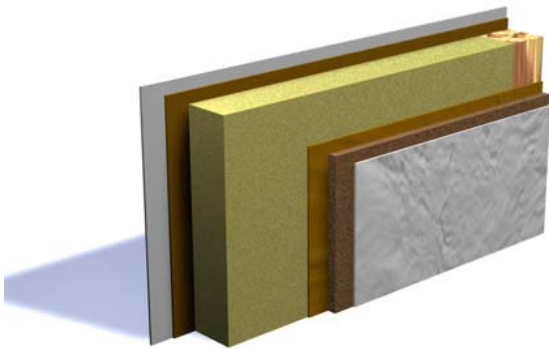
		Stück	Länge [m]	Höhe [m]	Fläche [m ²]	
Außenwand "unten"	Fenster Nord	3	1,11	2,43	8,09	
	Fenster Ost	2	1,11	2,43	5,39	
		3	1,11	2,43	8,09	
	Fenster Süd	2	1,11	2,43	5,39	
	Fenster West	2	1,61	2,43	7,82	
		1	2,11	2,43	5,13	
	Wand	4	10,36	2,76	114,37	
	<i>netto (minus Fenster)</i>					74,45
Außenwand "Mitte"	Fenster Nord					
	Fenster Ost					
	Fenster Süd	2	1,11	0,73	1,62	
	Fenster West	2	1,61	0,73	2,35	
		1	2,11	0,73	1,54	
	Wand	4	10,36	1,15	47,66	
	<i>netto (minus Fenster)</i>					42,14
Außenwand "oben"	Fenster Nord	2	1,11	0,88	1,95	
	Fenster Ost	2	1,11	0,88	1,95	
		2	1,11	0,88	1,95	
	Fenster Süd	2	1,11	0,88	1,95	
	Fenster West	2	1,61	0,88	2,83	
		1	2,11	0,88	1,86	
	Wand	4	10,14	1,18	47,86	
	<i>netto (minus Fenster)</i>					35,36
Innenwände	EG	1	24,50	2,73	66,89	
	OG	1	27,50	2,47	67,93	
	gesamt				134,81	
Sohle	Boden	1	10,36	10,36	107,33	
	Fundamente	4	10,25	1,00	41,00	
Decke EG		1	9,78	9,78	95,65	
	Treppe	-1	2,63	2,20	89,86	
Decke OG		1	7,00	7,00	49,00	
Dach	Dachfläche	2	10,14	5,76	116,81	
	Überstand	4	10,90	0,75	32,70	
Volumen Ve			Höhe [m]	Länge [m]	Breite [m]	Volumen [m³]
			4,16	10,36	10,36	446,49
			1,36	10,14	10,14	139,83
	0,333		2,37	10,14	10,14	81,15
gesamt					667,47	

Tab. 3: Mengenermittlung Stadtvilla

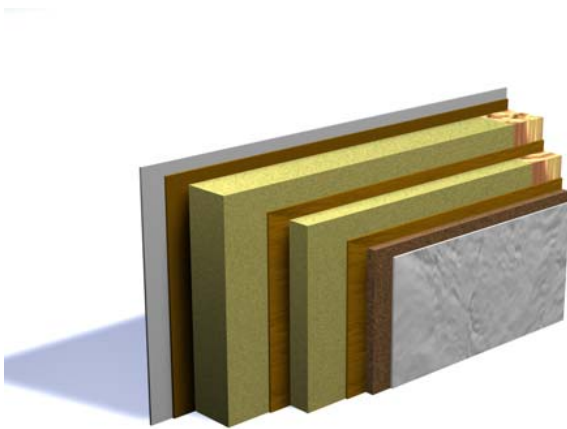




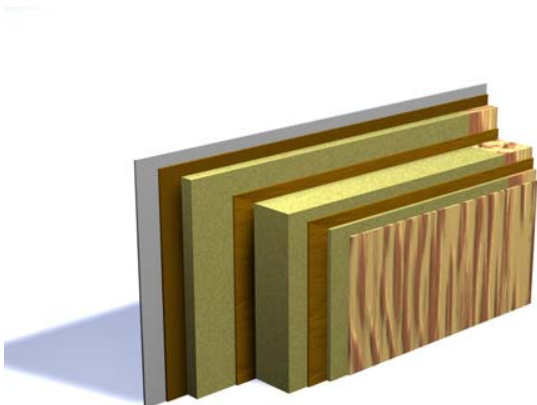
5.1.3.1 Variante V1



Außenwand "unten"	s [cm]	Dichte [kg/m³]	lambda [W/mK]
Gipskarton	1,25	900	0,25
PE-Folie	0,00	-	-
Sperrholzplatte	1,30	600	0,13
90% Mineralwolle 035	20,00	25	0,035
10% Holz	20,00	600	0,13
Sperrholzplatte	1,30	600	0,13
Holzwoolleichtbauplatte	4,00	370	0,070
Kalkzementputz	0,80	1.800	1,00
Summe	28,65	U-Wert: 0,179	

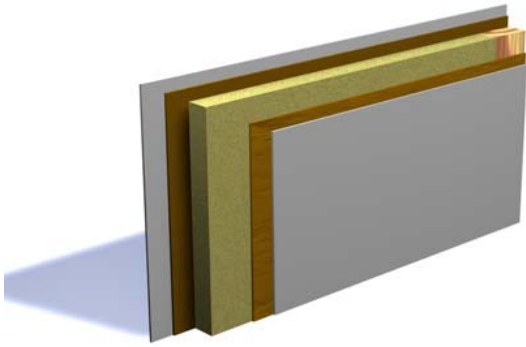


Außenwand "Mitte"	s [cm]	Dichte [kg/m³]	lambda [W/mK]
Gipskarton	1,25	900	0,25
PE-Folie	0,00	-	-
Sperrholzplatte	1,30	600	0,13
90% Mineralwolle 035	20,00	25	0,035
10% Holz	20,00	600	0,13
Sperrholzplatte	1,30	600	0,13
90% Mineralwolle 035	10,00	25	0,035
10% Holz	10,00	600	0,13
Sperrholzplatte	1,30	600	0,13
Holzwoolleichtbauplatte	4,00	370	0,070
Kalkzementputz	0,80	1.800	1,00
Summe	39,95	U-Wert: 0,125	



Außenwand "oben"	s [cm]	Dichte [kg/m³]	lambda [W/mK]
Gipskarton	1,25	900	0,25
PE-Folie	0,00	-	-
Sperrholzplatte	1,30	600	0,13
90% Mineralwolle 035	6,00	25	0,035
10% Holz	6,00	600	0,13
Sperrholzplatte	1,30	600	0,13
90% Mineralwolle 035	20,00	25	0,035
10% Holz	20,00	600	0,13
Sperrholzplatte	1,30	600	0,13
90% Mineralwolle 035	2,10	25	0,035
10% Holz	2,10	600	0,13
Profilholz	1,90	600	0,13
Summe	35,15	U-Wert: 0,141	

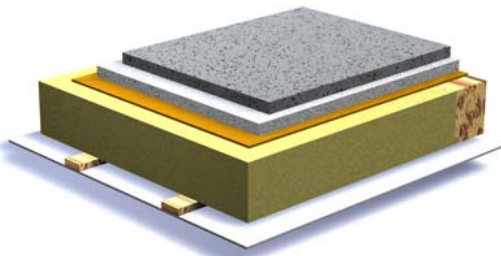




Innenwand	s [cm]	Dichte [kg/m³]	lambda [W/mK]
Gipskarton	1,25	2.000	-
Sperrholzplatte	1,30	600	-
90% Mineralwolle 045	10,00	25	-
10% Holz	10,00	600	-
Sperrholzplatte	1,30	600	-
Gipskarton	1,25	2.000	-
Summe	15,10		

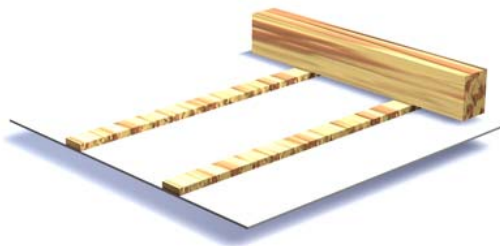


Bodenplatte	s [cm]	Dichte [kg/m³]	lambda [W/mK]
Zementestrich	5,00	2.000	1,40
PE-Folie	0,00	-	-
Styropor 040	12,00	50	0,04
Stahlbeton B25	20,00	2.500	
Summe	37,00	U-Wert:	0,312

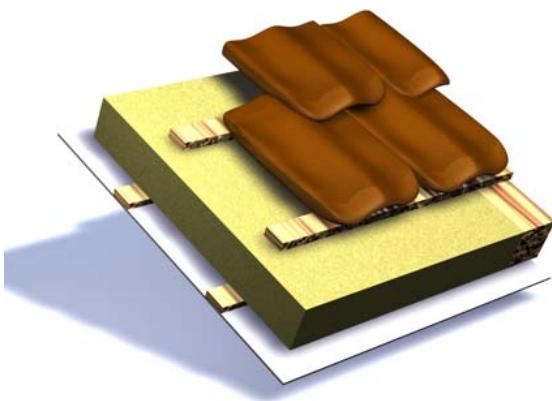


Decke über EG	s [cm]	Dichte [kg/m³]	lambda [W/mK]
Zementestrich	5,00	2.000	-
PE-Folie	0,00	-	-
Styropor 040	5,00	50	-
Sperrholzplatte	1,30	600	-
90% Mineralwolle 045	24,00	25	-
10% Holz	24,00	600	-
15% Unterkonstr. Holz	2,20	600	-
Gipskarton	1,25	900	-
Summe	38,75		





Decke über OG	s [cm]	Dichte [kg/m³]	lambda [W/mK]
10% Holz	20,00	600	-
10% Unterkonstr. Holz	2,20	600	-
Gipskarton	1,25	900	-
Summe	23,45		



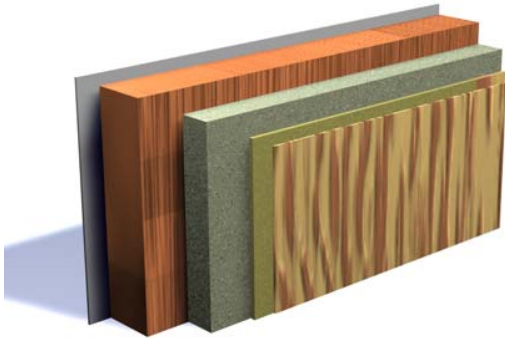
Dach	s [cm]	Dichte [kg/m³]	lambda [W/mK]
Gipskarton	1,25	900	0,25
10% Unterkonstr. Holz	2,20	600	0,13
90% Luftschicht	2,20	1	0,125
PE-Folie	0,00	-	-
90% Mineralwolle 035	20,00	25	0,035
10% Holz	20,00	600	0,13
Unterspannbahn	0,00	600	0,13
10% Dachlattung	4,40	600	-
Tondachziegel	7,00		
Summe	34,85		U-Wert: 0,202

Berechnung NGF	Länge [m]	Breite [m]	Fläche [m²]
EG brutto	9,79	9,79	95,84
- Innenwände	24,50	0,15	-3,70
EG NGF			92,14
OG brutto	9,56	9,56	91,39
- Innenwände	27,00	0,15	-4,08
- Treppenloch	2,40	2,12	-5,09
OG NGF			82,23
Summe			174,37

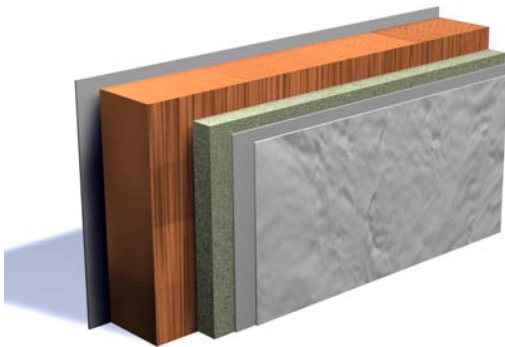




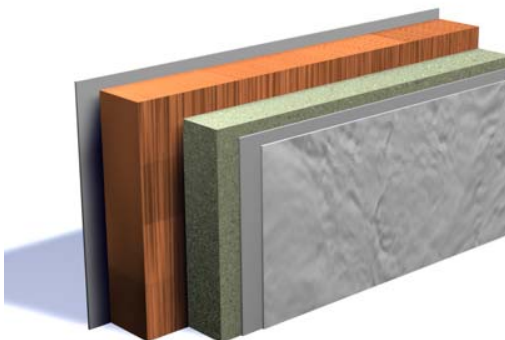
5.1.3.2 Variante V2



Außenwand "oben"	s [cm]	Dichte [kg/m³]	lambda [W/mK]
Innenputz	1,50	1.200	0,87
Planziegel T12	24,00	650	0,12
EPS-Dämmung	14,00	25	0,035
90% Mineralwolle 035	2,10	25	0,035
10% Holz	2,10	600	0,13
Profilholz	1,90	600	0,13
Summe	43,50	U-Wert:	0,147

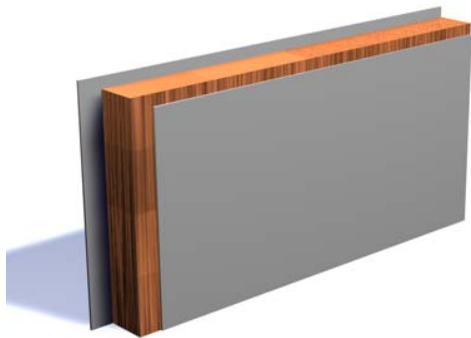


Außenwand "Mitte"	s [cm]	Dichte [kg/m³]	lambda [W/mK]
Innenputz	1,50	1.200	0,87
Planziegel T12	24,00	650	0,12
EPS-Dämmung	20,00	25	0,035
Kalkzementputz	1,00	1.800	1,00
Kunstharzputz	1,00	1.100	0,70
Summe	47,50	U-Wert:	0,126



Außenwand "unten"	s [cm]	Dichte [kg/m³]	lambda [W/mK]
Innenputz	1,50	1.200	0,87
Planziegel T12	30,00	650	0,12
EPS-Dämmung	10,00	25	0,035
Kalkzementputz	1,00	1.800	1,00
Kunstharzputz	1,00	1.100	0,70
Summe	43,50	U-Wert:	0,180





Innenw and OG	s [cm]	Dichte [kg/m ³]	lambda [W/mK]
Innenputz	1,50	1.200	-
Planziegel T	11,50	800	-
Innenputz	1,50	1.200	-
Summe	14,50		

Innenw and EG	s [cm]	Dichte [kg/m ³]	lambda [W/mK]
Innenputz	1,50	1.200	-
Planziegel T	17,50	800	-
Innenputz	1,50	1.200	-
Summe	20,50		

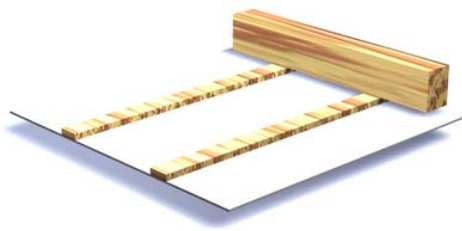


Bodenplatte (entspricht V1)	s [cm]	Dichte [kg/m ³]	lambda [W/mK]
Zementestrich	5,00	2.000	1,40
PE-Folie	0,00	-	-
Styropor 040	12,00	50	0,04
Stahlbeton B25	20,00	2.500	
Summe	37,00	U-Wert:	0,312

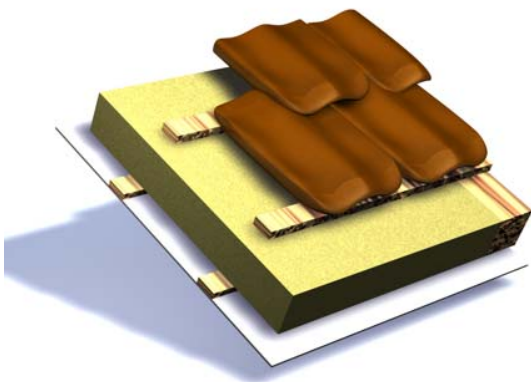


Decke über EG	s [cm]	Dichte [kg/m ³]	lambda [W/mK]
Zementestrich	5,00	2.000	-
PE-Folie	0,00	-	-
Styropor 040	5,00	50	-
Stahlbeton B25	18,00	2.500	
Summe	28,00		





Decke über OG (entspricht V1)	s [cm]	Dichte [kg/m³]	lambda [W/mK]
10% Holz	20,00	600	-
10% Unterkonstr. Holz	2,20	600	-
Gipskarton	1,25	900	-
Summe	23,45		



Dach (entspricht V1)	s [cm]	Dichte [kg/m³]	lambda [W/mK]
Gipskarton	1,25	900	0,25
10% Unterkonstr. Holz	2,20	600	0,13
90% Luftschicht	2,20	1	0,125
PE-Folie	0,00	-	-
90% Mineralwolle 035	20,00	25	0,035
10% Holz	20,00	600	0,13
Unterspannbahn	0,00	600	0,13
10% Dachlattung	4,40	600	-
Tondachziegel	7,00		
Summe	34,85	U-Wert:	0,202

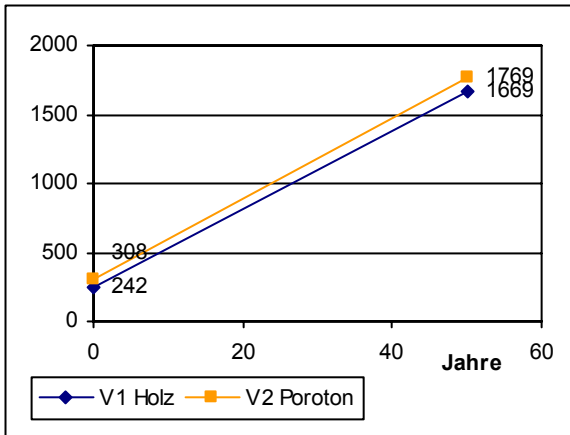
Berechnung NGF	Länge [m]	Breite [m]	Fläche [m²]
EG brutto	9,50	9,50	90,25
- Innenwände	24,50	0,21	-5,02
EG NGF			85,23
OG brutto	9,42	9,42	88,74
- Innenwände	27,00	0,15	-3,92
- Treppenloch	2,40	2,12	-5,09
OG NGF			79,73
Summe			164,96



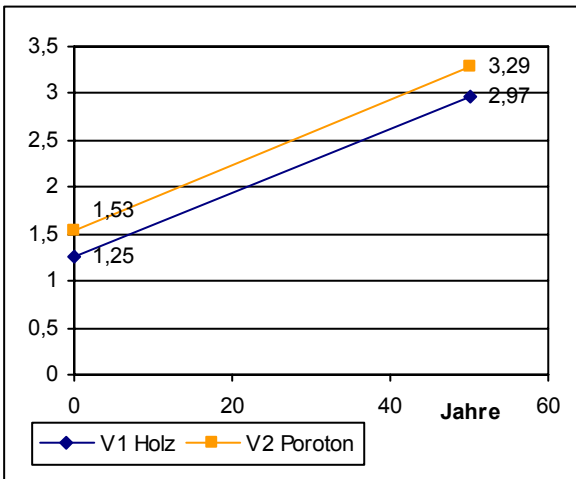


5.1.4 Auswertung

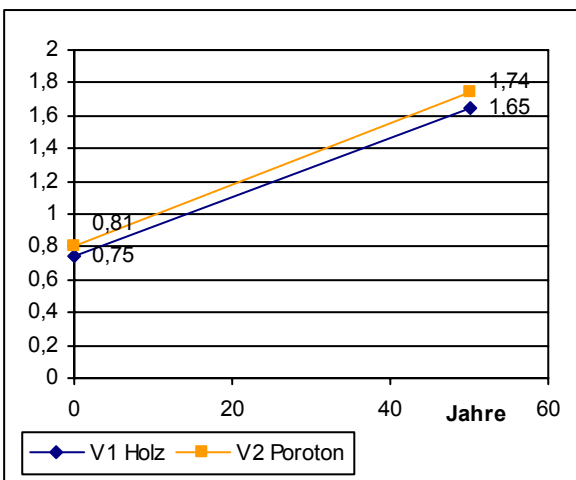
Treibhauspotential (GWP) pro A_{DIN}:
in kg/m² CO₂-Äquivalenten



Photooxidantienpotential (POCP) pro A_{DIN}:
in kg/m² Ethen-Äquivalenten

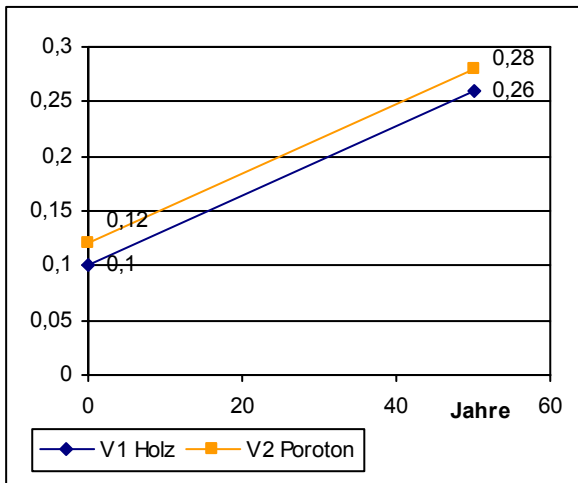


Versauerungspotential (AP) pro A_{DIN}:
in kg/m² SO₂-Äquivalenten

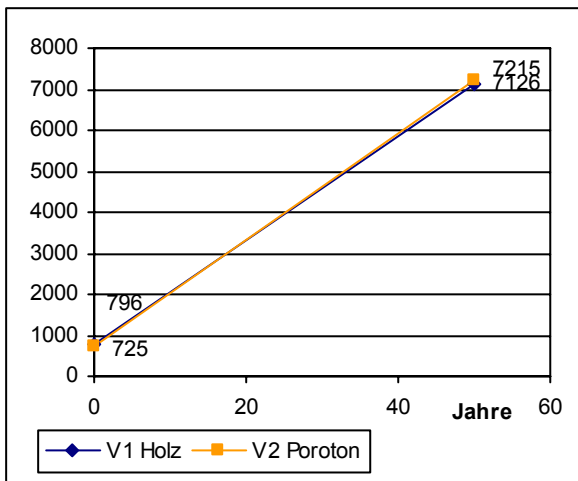




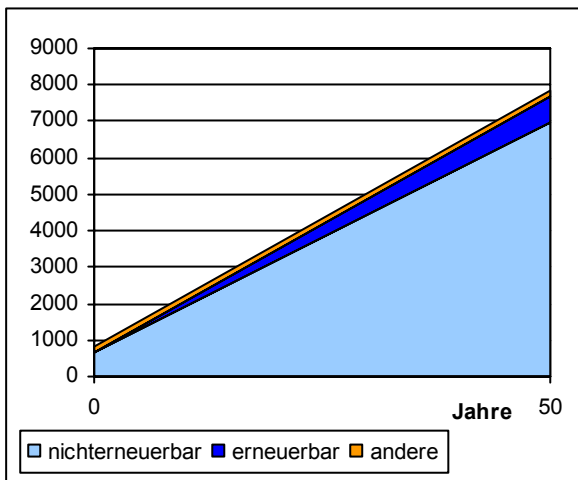
Überdüngungspotential (EP) pro A_{DIN}:
in kg/m² PO₄-Äquivalenten



KEA_{gesamt} pro A_{DIN}:
in kWh/m²

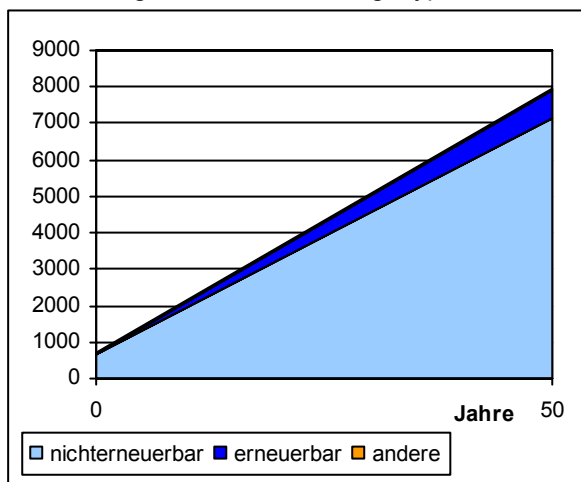


KEA pro A_{DIN} VARIANTE 1 Holz:
in kWh/m², gestaffelt nach Energietypen





KEA pro A_{DIN} VARIANTE 2 Poroton:
in kWh/m², gestaffelt nach Energietypen



5.1.5 Zusammenfassung der Variantenbetrachtung

		Variante 1 Holz		Variante 2 Poroton	
		0	50	0	50
Treibhauseffekt	kg/m ²	242	1.669	308	1.769
	kg/Haus	42.100	290.400	50.800	291.900
Sommersmog	kg/m ²	1,25	2,97	1,53	3,29
	kg/Haus	218	517	253	542
Versauerung	kg/m ²	0,75	1,65	0,81	1,74
	kg/Haus	130	287	134	287
Überdüngung	kg/m ²	0,10	0,26	0,12	0,28
	kg/Haus	17	44	20	46
KEA	kWh/m ²	794	7.126	725	7.215
	kWh/Haus	138.500	1.247.800	119.600	1.190.500
KSA	kg/m ²	2.277	3.286	2.375	3.419
	kg/Haus	397.200	573.100	391.900	564.100

5.1.6 Ergebnisse

- Bei der Wirkungsabschätzung des Treibhauseffektes ist der Anteil des Herstellungsprozesses im Vergleich zu den anderen Wirkungskategorien geringer. Er beläuft sich auf ungefähr 15-20% des CO₂-Ausstosses der 50-jährigen Lebensphase.
- Bei der Wirkungsabschätzung des Sommersmogs, der Überdüngung und der Versauerung trägt der Herstellungsprozess einen großen Anteil an der Gesamtemission. Grob dargestellt teilt sich die Belastung in beiden Varianten zu je 50% auf die Phase der Herstellung und die Phase der Nutzung.
- Der Kumulierte Energieaufwand wird hingegen überwiegend durch die Nutzungsphase und damit durch den Heizenergieverbrauch geprägt. Der Anteil beträgt lediglich ungefähr 1/10 des gesamten kumulierten Energieaufwandes nach 50 Jahren.
- Der Unterschied zwischen Variante 1 und 2 ist gering. Die überwiegend kleineren, also günstigeren Werte der Holz-Variante, sind vor allem durch den Bezug auf eine kleinere Nutzfläche des Steinhauses erklärbar. Bei Betrachtung des Gesamtgebäudes nähern sie sich noch weiter



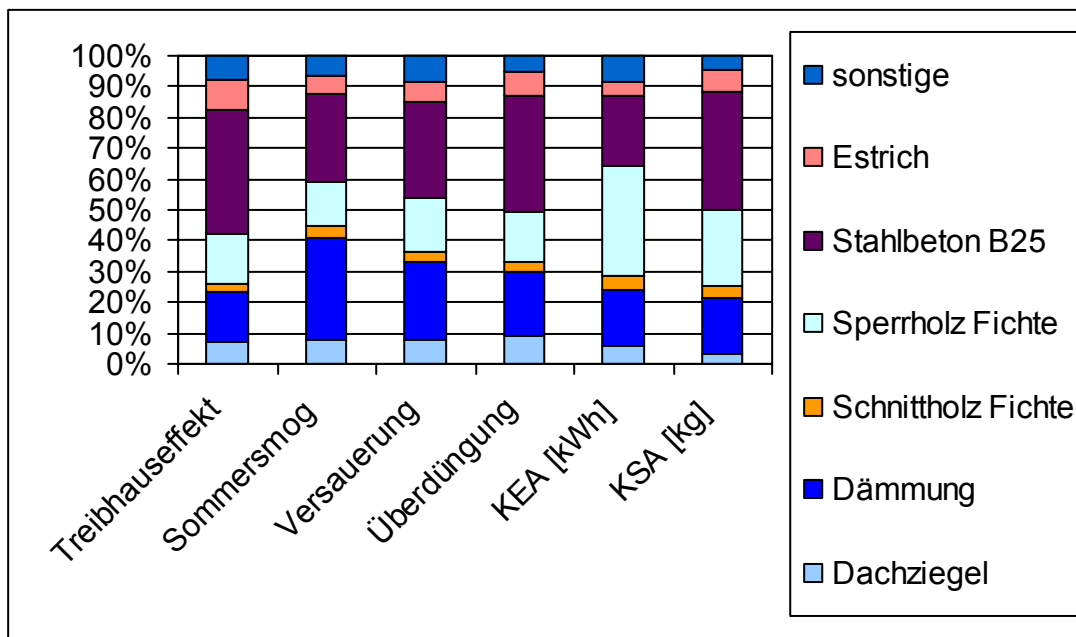


an. Lediglich das Photooxidantienbildungspotential ist in der Herstellung auf das Gesamtgebäude bezogen in der Holzausführung mit ca. 15% signifikant niedriger.

- Die Wirkungsabschätzung und der Energieverbrauch in der Nutzungsphase sind durch vergleichbare Anlagentechnik ungefähr in beiden Häusern gleich. Der minimale, jährlich höhere Wärmebedarf des Holzhauses erklärt sich durch die geringere Wärmespeicherefähigkeit der leichten Bauweise.
- Der im Laufe der Lebenszeit ansteigende Wert des $KEA_{\text{erneuerbar}}$ erklärt sich durch den Betrieb der Solaranlage. Ca. 10% des Energieaufwandes während der thermischen Nutzung werden durch den Kollektor und damit durch erneuerbare Energien abgedeckt.
- In den Wirkungskategorien ist der Holzbau (Variante 1) in der Herstellung geringfügig günstiger - in Bezug auf den Energieaufwand allerdings die „Poroton-Variante“. Der KEA ist in diesem Fall von der Tendenz her als zu der Wirkungsabschätzung gegenläufig einzuordnen.
- Die Unterschiede zwischen beiden Varianten sind insgesamt nicht eindeutig genug, um ökologisch eine klare Entscheidung für oder gegen einen Bautyp zu geben.

5.1.7 Analyse der Materialeinflüsse

Anteile der einzelnen Baumaterialien an den Stoffströmen der Herstellung Variante 1

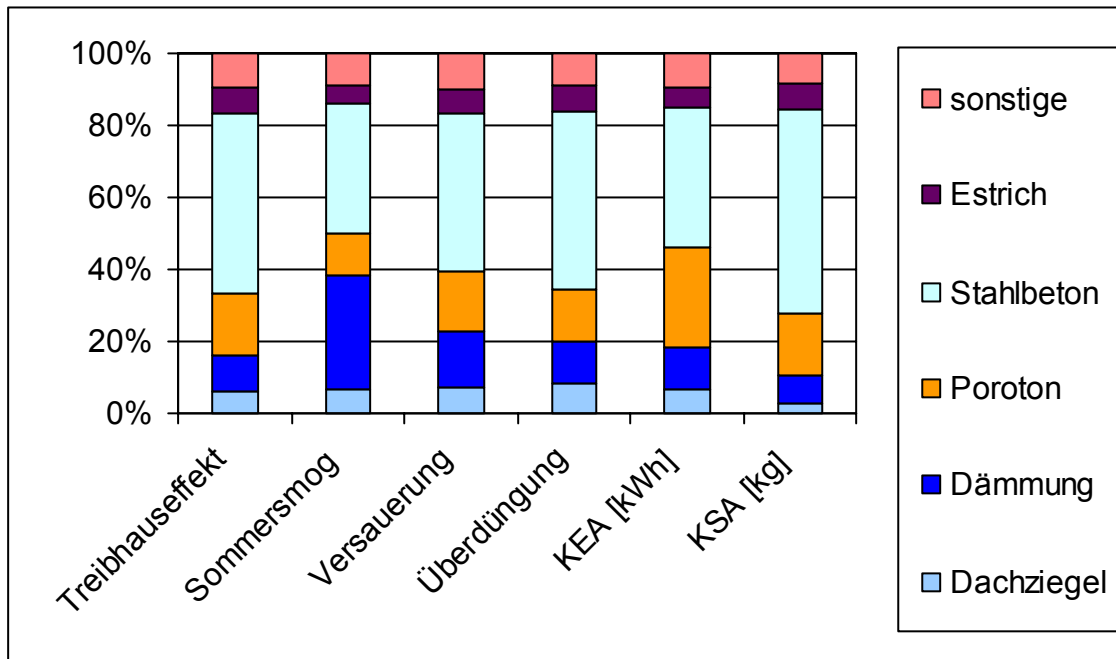


sonstige: Fenster, Abdichtungen und Folien, Gipskarton, Außenputz





Anteile der einzelnen Baumaterialien an den Stoffströmen der Herstellung Variante 2



sonstige: Fenster, Abdichtungen und Folien, Gipskarton, Innen- und Außenputz, Mörtel, Holz

Ergebnisse:

- Den überwiegenden Anteil an den Stoffflüssen trägt der Stahlbeton. In der Massivbauvariante ist er im Verhältnis noch größer, da die Decke über dem Erdgeschoss in dieser Variante ebenfalls aus Beton hergestellt wird.
- Zweitwichtigste Komponenten sind in V2 das Mauerwerk aus Poroton und in V1 das Holz bzw. die Holzwerkstoffe. Gleichauf liegen ungefähr die Dämmstoffe, deren relativer Anteil im Holzhaus etwas größer ist. Erklärbar ist dies durch den erhöhten Dämmstoffeinsatz auch in den Innenwänden.





5.2 Variation der Massivbauarten

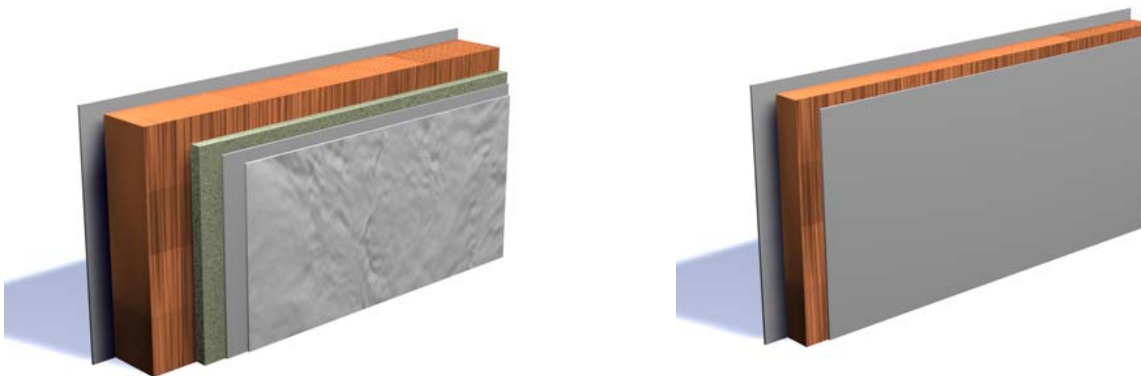
In einem nächsten Schritt sollen auf Basis des Grundrisses der Varianten 1 und 2 unterschiedliche Massivkonstruktionen miteinander verglichen werden. Dazu kommen drei häufig verwendete Materialien zu Anwendung: Poroton, Kalksandstein und Porenbeton. Die alternativen Außenwandkonstruktionen besitzen einen untereinander annähernd vergleichbaren U-Wert von 0,26 W/m²K. Dieser wird in der „Ytong“-Konstruktion ohne außenliegende Dämmung erzielt – Kalksandstein und Poroton erfordern zum Erreichen dieses Wertes ein Wärmedämmverbundsystem.

Die drei Varianten sollen sich lediglich in der Wahl des Mauerwerks der Außen- und Innenwände unterscheiden. Sohle, Geschossdecken und Dachkonstruktion sind identisch und mit den Konstruktionen der Variante 2 vergleichbar. Ebenso kommt die bereits verwendete haustechnische Anlage entsprechend Variante 1 und 2 zur Anwendung.

Zwecks Vereinfachung wird der in V1 und V2 dreiteilige Außenwandbereich hier vereinheitlicht. Es existiert demnach nur noch eine Außenwandkonstruktion pro Variante. Die unterschiedlichen Ausführungen sind im Folgenden dargestellt.

5.2.1 Beschreibung

Variante 3:



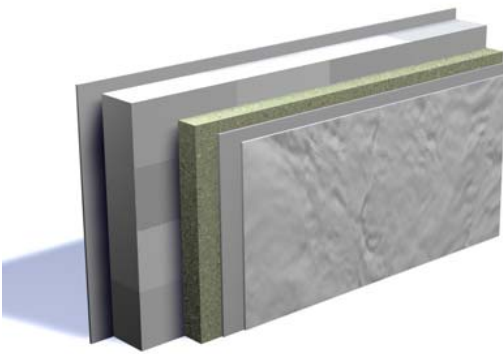
Außenwand	s [cm]	Dichte [kg/m ³]	lambda [W/mK]
Innenputz	1,50	1.200	0,87
Planziegel T12	24,00	650	0,12
EPS-Dämmung	5,00	25	0,035
Kalkzementputz	1,00	1.800	1,00
Kunstharzputz	1,00	1.100	0,70
Summe	32,50	U-Wert:	0,258

Innenwand EG/OG	s [cm]	Dichte [kg/m ³]	lambda [W/mK]
Innenputz	1,50	1.200	-
Planziegel T	17,5/11,5	800	-
Innenputz	1,50	1.200	-
Summe	20,5/14,5		





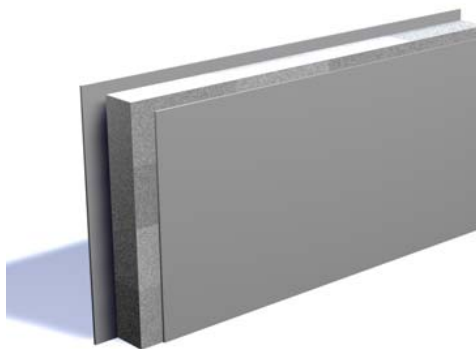
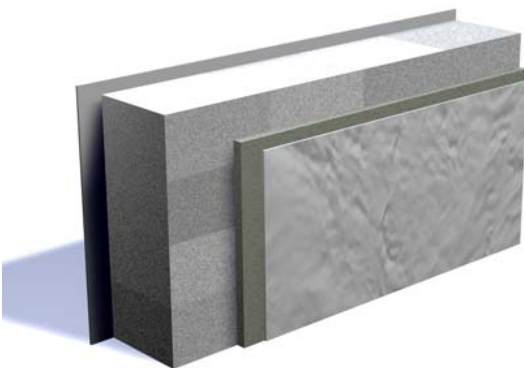
Variante 4:



Außenwand	s [cm]	Dichte [kg/m³]	lambda [W/mK]
Innenputz	1,50	1.200	0,87
Kalksandstein 1400	17,50	1.400	0,70
EPS-Dämmung	10,00	25	0,035
Kalkzementputz	1,00	1.800	1,00
Kunstharzputz	1,00	1.100	0,70
Summe	31,00	U-Wert:	0,264

Innenwand EG/OG	s [cm]	Dichte [kg/m³]	lambda [W/mK]
Innenputz	1,50	1.200	-
Kalksandstein 1400	17,5/11,5	1.400	-
Innenputz	1,50	1.200	-
Summe	20,5/14,5		

Variante 5:



Außenwand	s [cm]	Dichte [kg/m³]	lambda [W/mK]
Innenputz	1,00	1.200	0,87
Ytong Planstein 0,40	36,50	400	0,12
Wärmedämmputz 70	4,00	200	0,07
Kunstharzputz	1,00	1.100	0,70
Summe	42,50	U-Wert:	0,263

Innenwand EG/OG	s [cm]	Dichte [kg/m³]	lambda [W/mK]
Innenputz	1,50	1.200	-
Ytong Planstein 0,50	20/11,5	500	-
Innenputz	1,50	1.200	-
Summe	23/14,5		





Berechnung der Netto-Grundflächen:

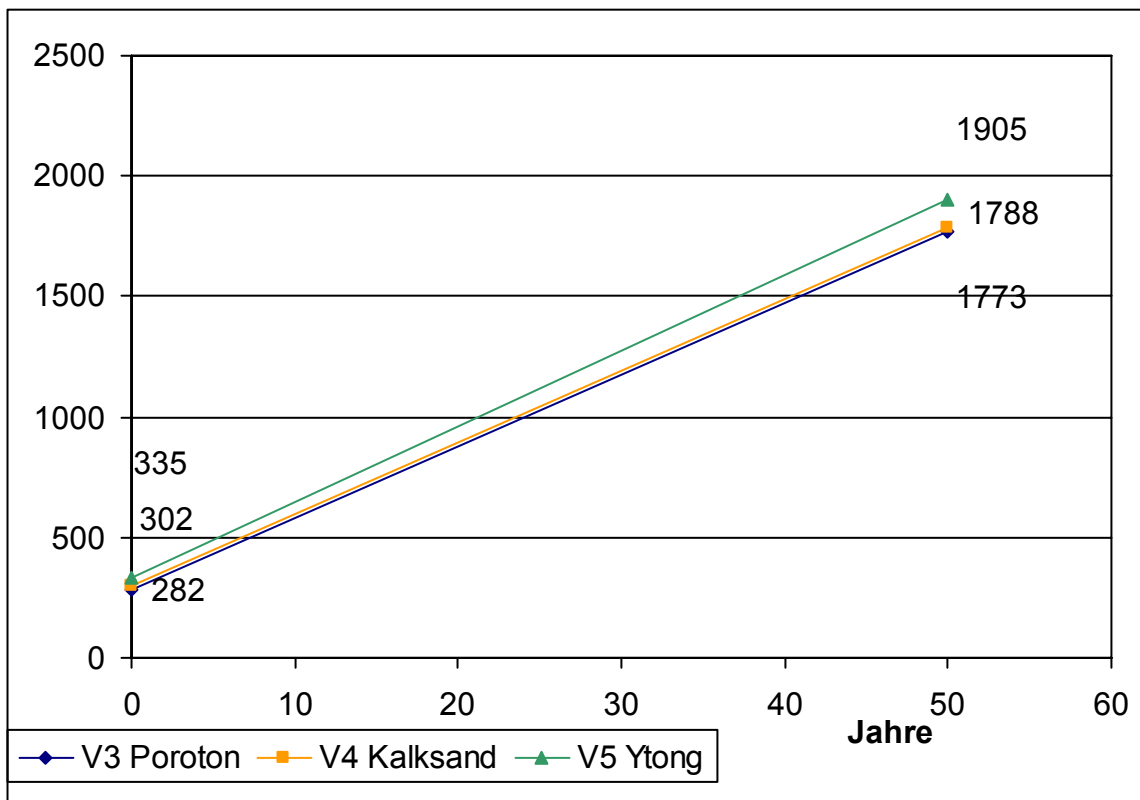
Berechnung NGF V3	Länge [m]	Breite [m]	Fläche [m²]
EG brutto	9,71	9,71	94,28
- Innenw ände	24,50	0,21	-5,02
EG NGF			89,26
OG brutto	9,71	9,71	94,28
- Innenw ände	27,00	0,15	-3,92
- Treppenloch	2,40	2,12	-5,09
OG NGF			85,28
Summe			174,54

Berechnung NGF V4	Länge [m]	Breite [m]	Fläche [m²]
EG brutto	9,74	9,74	94,87
- Innenw ände	24,50	0,21	-5,02
EG NGF			89,85
OG brutto	9,74	9,74	94,87
- Innenw ände	27,00	0,15	-3,92
- Treppenloch	2,40	2,12	-5,09
OG NGF			85,86
Summe			175,71

Berechnung NGF V5	Länge [m]	Breite [m]	Fläche [m²]
EG brutto	9,51	9,51	90,44
- Innenw ände	24,50	0,23	-5,64
EG NGF			84,81
OG brutto	9,51	9,51	90,44
- Innenw ände	27,00	0,15	-3,92
- Treppenloch	2,40	2,12	-5,09
OG NGF			81,44
Summe			166,24

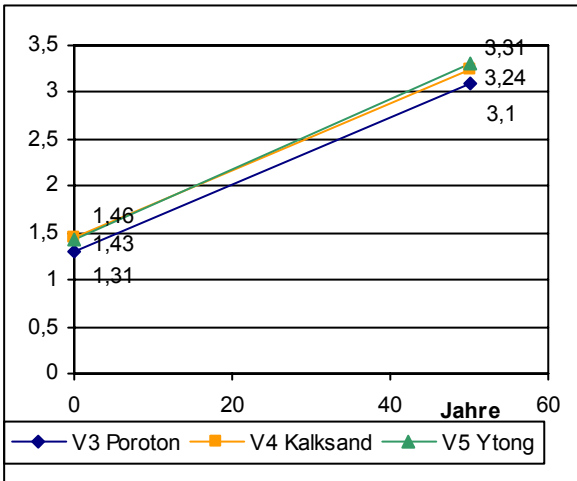
5.2.2 Auswertung

Treibhauspotential (GWP) pro A_{DIN}:
in kg/m² CO₂-Äquivalenten

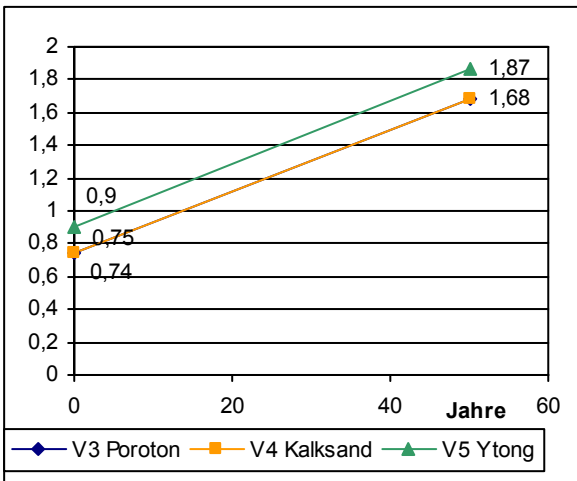




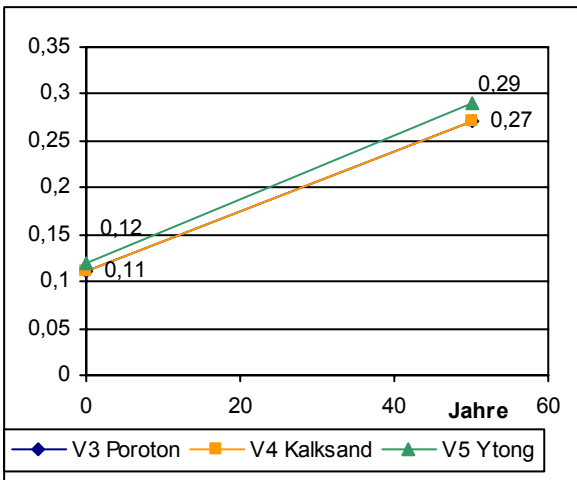
Photooxidantienpotential (POCP) pro A_{DIN}:
in kg/m² Ethen-Äquivalenten



Versauerungspotential (AP) pro A_{DIN}:
in kg/m² SO₂-Äquivalenten

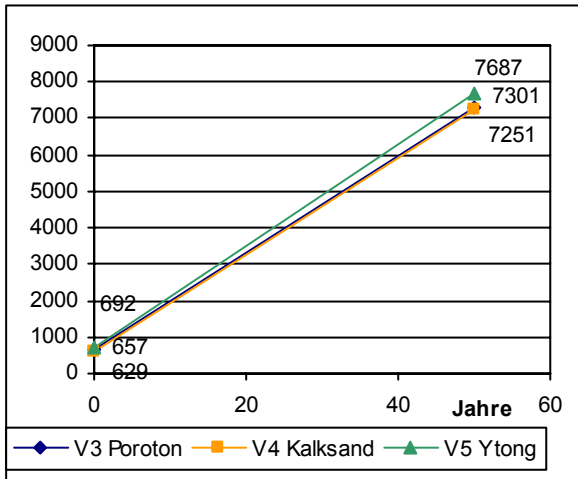


Überdüngungspotential (EP) pro A_{DIN}:
in kg/m² PO₄-Äquivalenten





KEA_{gesamt} pro A_{DIN}:
in kWh/m²



5.2.3 Zusammenfassung

		Variante 3 Poroton		Variante 4 Kalksand		Variante 5 Ytong	
		0	50	0	50	0	50
Treibhauseffekt	kg/m ²	282	1.773	302	1.788	335	1.905
	kg/Haus	49.200	309.400	53.000	314.200	55.700	317.200
Sommersmog	kg/m ²	1,31	3,10	1,46	3,24	1,43	3,31
	kg/Haus	229	542	256	570	237	550
Versauerung	kg/m ²	0,74	1,68	0,75	1,68	0,90	1,87
	kg/Haus	129	293	131	296	149	314
Überdüngung	kg/m ²	0,109	0,270	0,110	0,271	0,118	0,288
	kg/Haus	19	47	19	48	20	48
KEA	kWh/m ²	657	7.301	629	7.251	692	7.687
	kWh/Haus	114.700	1.274.000	110.600	1.274.000	115.000	1.277.600

5.2.4 Ergebnisse

- Die Einordnung der 50-jährigen Nutzungs- im Vergleich zur Herstellungsphase deckt sich mit den oben gewonnenen Erkenntnissen: Die Kategorien Sommersmog, Überdüngung und Versauerung teilen ihre Wirkung zu 50% auf beide Phasen; beim Treibhauspotential ist die Herstellung nur zur ca. 15% beteiligt. Beim KEA überwiegt die thermische Nutzungsphase mit 90% des gesamten kumulierten Energieaufwandes.
- Die Unterschiede zwischen den Baustoffen sind eher marginal. Sollte trotzdem für diesen Vergleich eine Reihenfolge aufgestellt werden, so würde sie wohl Poroton, Kalksandstein, Ytong lauten.
- Der Porenbeton schneidet gemeinhin am Schlechtesten ab (bis auf die Kategorie „Sommersmog“). Dies ist nicht nur durch den Bezug auf die 8 m² geringere Nutzfläche begründet, sondern trifft auch auf das Gesamtgebäude zu.
- Die Steigung der Kurven und damit das Wirkungspotential der Nutzungsphase sind zwischen Poroton und Kalksandstein annähernd gleich; lediglich der Ytong weicht etwas nach oben ab. Dies erscheint durch die in allen Varianten vergleichbare Anlagentechnik auf den ersten Blick





unlogisch, erklärt sich aber durch den Bezug auf eine geringere Nutzfläche des Ytong-Hauses.

- Weder der Poroton- noch der Kalksandstein-Variante kann in diesem Vergleich eindeutig der Vorzug gegeben werden. Überraschenderweise hat das Porenbeton-Haus, obwohl kein Dämmstoff zur Ausführung kam, gemeinhin die schlechtesten Ergebnisse (mit marginalem Abstand). Der bei dieser Variante größere „Raumverbrauch“ kann nicht durch bessere Emissionswerte ausgeglichen werden. Diese Aussage trifft jedoch nur auf die untersuchte Konstruktion ohne Dämmung zu – alternative Wandaufbauten können durchaus andere Ergebnisse aufweisen.

5.3 Variation der Dämmstärken

An dieser Stelle wird der Einfluss der Dämmstärke untersucht. Dazu wird die Variante 4 (Kalksandstein) als Basis herangezogen und mit drei unterschiedlich stark gedämmten Außenhüllen bilanziert. Dabei erhält die Außenwandkonstruktion 10, 20 und 30 cm Dämmung, die Stärke der Trittschalldämmung oberhalb der Sohlplatte wird in 5, 10 und 15 cm abgestuft. Die Frage nach der technisch-konstruktiven Machbarkeit dieser hohen Dämmschichten wird an dieser Stelle bewusst ausgeklammert, da es um den Vergleich an sich geht.

Das Dach und alle übrigen Bauteile bleiben unverändert und sind damit mit der Variante 4 vergleichbar. Ebenso kommt die entsprechende, dort „verwendete“ haustechnische Anlage zum Einsatz. Allerdings wird, um den Einfluss der Fenster etwas „abzuschwächen“, ihr U-Wert mit $1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ angesetzt.

5.3.1 Beschreibung

Variante 6a:

Außenwand	s [cm]	Dichte [kg/m³]	lambda [W/mK]
Innenputz	1,50	1.200	0,87
Kalksandstein 1400	17,50	1.400	0,70
PUR-Hartschaum	10,00	30	0,030
Kalkzementputz	1,00	1.800	1,00
Kunstharzputz	1,00	1.100	0,70
Summe	31,00	U-Wert:	0,264

Bodenplatte	s [cm]	Dichte [kg/m³]	lambda [W/mK]
Zementestrich	5,00	2.000	1,40
PE-Folie	0,00	-	-
PUR-Hartschaum	5,00	30	0,030
Stahlbeton B25	20,00	2.500	
Summe	30,00	U-Wert:	0,534

Berechnung NGF V6a	Länge [m]	Breite [m]	Fläche [m²]
EG brutto	9,74	9,74	94,87
- Innenwände	24,50	0,21	-5,02
EG NGF			89,85
OG brutto	9,74	9,74	94,87
- Innenwände	27,00	0,15	-3,92
- Treppenloch	2,40	2,12	-5,09
OG NGF			85,86
Summe			175,71





Variante 6b:

Außenwand	s [cm]	Dichte [kg/m³]	lambda [W/mK]
Innenputz	1,50	1.200	0,87
Kalksandstein 1400	17,50	1.400	0,70
PUR-Hartschaum	20,00	30	0,030
Kalkzementputz	1,00	1.800	1,00
Kunstharzputz	1,00	1.100	0,70
Summe	41,00	U-Wert: 0,140	

Bodenplatte	s [cm]	Dichte [kg/m³]	lambda [W/mK]
Zementestrich	5,00	2.000	1,40
PE-Folie	0,00	-	-
PUR-Hartschaum	10,00	30	0,030
Stahlbeton B25	20,00	2.500	
Summe	35,00	U-Wert: 0,283	

Berechnung NGF V6b	Länge [m]	Breite [m]	Fläche [m²]
EG brutto	9,54	9,54	91,01
- Innenwände	24,50	0,21	-5,02
EG NGF			85,99
OG brutto	9,54	9,54	91,01
- Innenwände	27,00	0,15	-3,92
- Treppenloch	2,40	2,12	-5,09
OG NGF			82,01
Summe			168,00

Variante 6c:

Außenwand	s [cm]	Dichte [kg/m³]	lambda [W/mK]
Innenputz	1,50	1.200	0,87
Kalksandstein 1400	17,50	1.400	0,70
PUR-Hartschaum	30,00	30	0,030
Kalkzementputz	1,00	1.800	1,00
Kunstharzputz	1,00	1.100	0,70
Summe	51,00	U-Wert: 0,096	

Bodenplatte (entspricht V1)	s [cm]	Dichte [kg/m³]	lambda [W/mK]
Zementestrich	5,00	2.000	1,40
PE-Folie	0,00	-	-
PUR-Hartschaum	15,00	30	0,030
Stahlbeton B25	20,00	2.500	
Summe	40,00	U-Wert: 0,192	

Berechnung NGF V6c	Länge [m]	Breite [m]	Fläche [m²]
EG brutto	9,34	9,34	87,24
- Innenwände	24,50	0,21	-5,02
EG NGF			82,21
OG brutto	9,34	9,34	87,24
- Innenwände	27,00	0,15	-3,92
- Treppenloch	2,40	2,12	-5,09
OG NGF			78,23
Summe			160,45



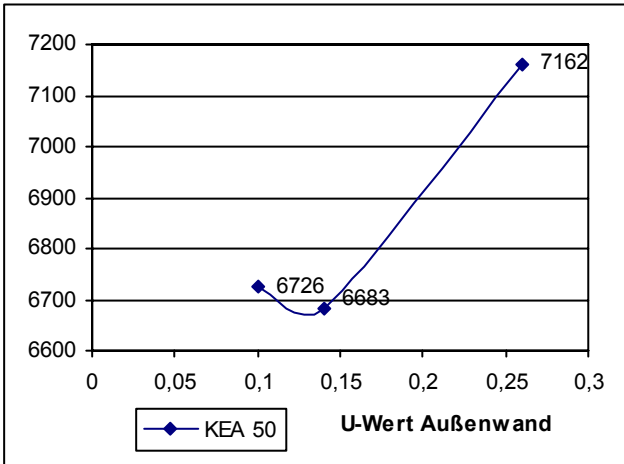


5.3.2 Auswertung

KEA_{gesamt} pro A_{DIN}:

in kWh/m²

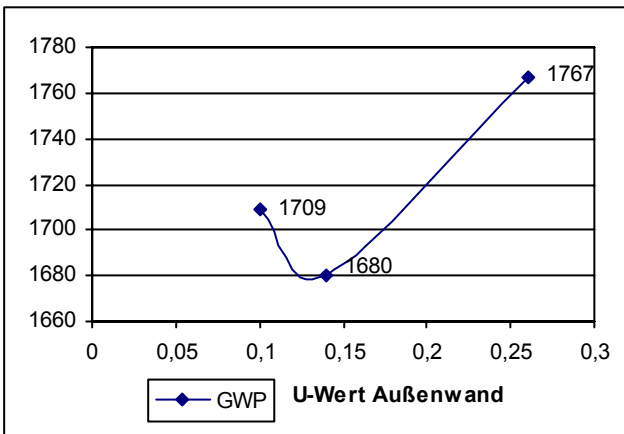
in Abhängigkeit des U-Wertes der Außenwand nach 50 Jahren



Treibhauspotential (GWP) pro A_{DIN}:

in kg/m² CO₂-Äquivalenten

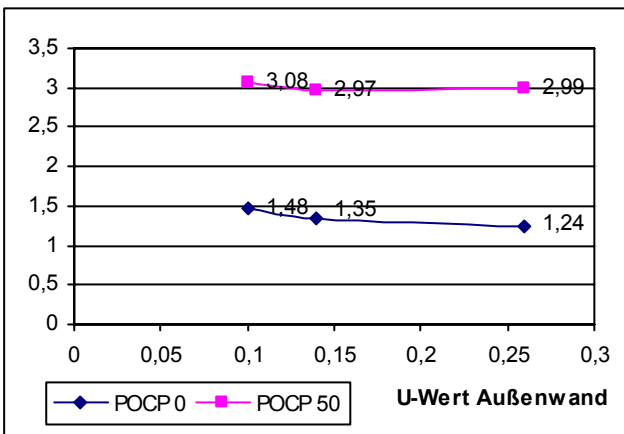
in Abhängigkeit des U-Wertes der Außenwand nach 50 Jahren



Photooxidantienpotential (POCP) pro A_{DIN}:

in kg/m² Ethen-Äquivalenten,

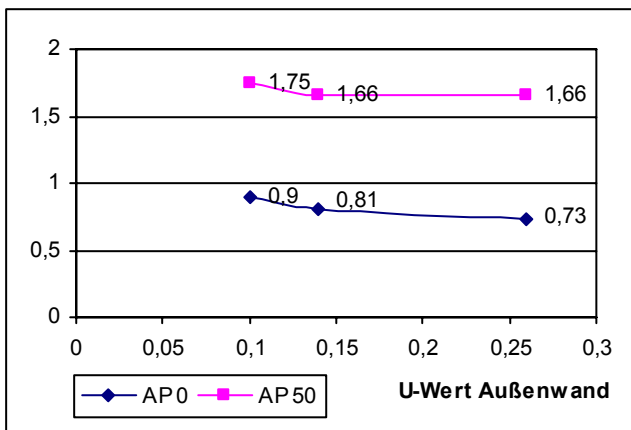
in Abhängigkeit des U-Wertes der Außenwand, nach 0 und 50 Jahren





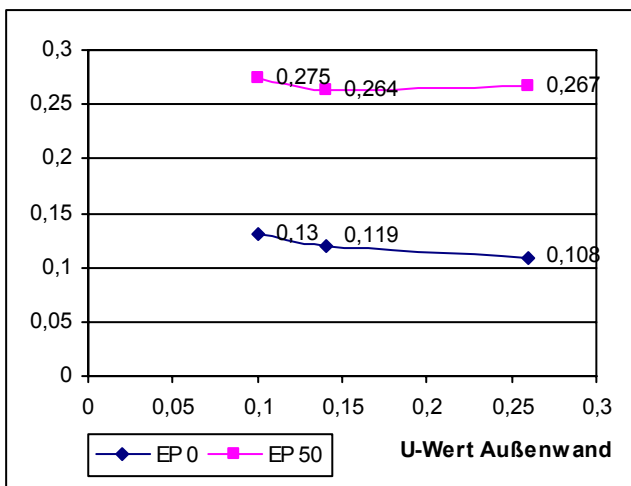
Versauerungspotential (AP) pro A_{DIN} :

in $\text{kg/m}^2 \text{SO}_2$ -Äquivalenten
nach 0 und 50 Jahren



Überdüngungspotential (EP) pro A_{DIN} :

in $\text{kg/m}^2 \text{PO}_4$ -Äquivalenten
nach 0 und 50 Jahren



5.3.3 Zusammenfassung

Jahr		Variante 6 A		Variante 6 B		Variante 6 C	
		0	50	0	50	0	50
Treibhauseffekt	kg/m^2	305	1.767	338	1.680	375	1.709
	kg/Haus	53.500	310.500	56.900	282.200	60.200	274.300
Sommermog	kg/m^2	1,24	2,99	1,35	2,97	1,48	3,08
	kg/Haus	217	525	227	499	237	494
Versauerung	kg/m^2	0,73	1,66	0,81	1,66	0,90	1,75
	kg/Haus	129	291	137	273	145	280
Überdüngung	kg/m^2	0,108	0,267	0,119	0,264	0,130	0,275
	kg/Haus	19	47	20	44	21	44
KEA	kWh/m^2	651	7.162	741	6.683	838	6.736
	kWh/Haus	114.400	1.258.000	124.400	1.122.700	134.500	1.081.100





5.3.4 Ergebnisse

- Die mit 30 cm übermäßig hoch gedämmte Variante ergibt durchweg die schlechtesten Ergebnisse. Der höhere Aufwand in der Herstellung wird auch nach 50 Jahren nicht wieder „reingeholt“.
- In den Wirkungskategorien der Überdüngung, der Versauerung und des Sommersmogs ist zwischen den niedriger gedämmten Varianten (V6B und V6C) nach 50 Jahren Nutzung fast keine Differenz mehr auszumachen. Der durch die Herstellung auszumachende Unterschied von 10% wird durch geringere Energieverbräuche in der Nutzung nach 50 Jahren Lebenszeit fast Null.
- Die Kurvenverläufe des Treibhauspotentials und des Kumulierten Energieaufwandes zeigen, dass bessere U-Werte als ca. $0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$ keine Verbesserung bringen. Der GWP-Verlauf deutet sogar eine Verschlechterung bei höher gedämmtem Mauerwerk an, was durch die unverhältnismäßig hohe CO_2 -Belastung in der Herstellung des Dämmmaterials zu erklären ist.
- Das Außenmauerwerk dieser Konstellation von Material, Gebäudetyp und Anlagentechnik hat einen „idealen“ U-Wert, bei dem die ökologischen Belastungen am Niedrigsten sind. Er liegt in diesem Fall bei $0,13$ bis $0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$, was ungefähr einer Dämmstärke von 20 bis 21 cm entspricht.
- **Achtung:** Der gleich bleibende U-Wert der Fenster hat in Verbindung mit einem hohen Anteil Fensterfläche großen Einfluss auf den Transmissionswärmeverlust des Gesamtgebäudes. Der erhöhte Dämmaufwand der Außenwand wird durch die Wärmeverluste der Fenster abgeschwächt, was bei einer Meinungsbildung Berücksichtigung finden sollte.





5.4 Zusammenfassung aller Varianten

		V1	V2	V3	V4	V5	V6a	V6b	V6c	
		Holz	Poroton	Poroton	Kalksand	Ytong	Kalksand	Kalksand	Kalksand	
wichtige Kenngrößen										
A _{DIN}	m ²	174,4	165,0	174,5	175,7	166,2	175,7	168,0	160,5	
H _{T,vorh}	W/m ² K	0,40	0,41	0,44	0,44	0,44	0,44	0,37	0,35	
q _{P,vorh}	kWh/m ² a	80,3	77,13	84,2	84,5	84,5	82,8	71,5	67,4	
Übersicht über die jeweils eingesetzten Bauteile										
Sohle		V1					V6a	V6b	V6c	
Wand außen		V1	V2	V3	V4	V5	V6a	V6b	V6c	
Wand innen		V1	V2	V3	V4	V5	V4			
Decke EG		V1	V2							
Decke OG		V1								
Dach		V1								
Fenster		V1					V6			
Kumulierter Energieaufwand nach 50 Jahren pro m² NGF										
KEA ₅₀	kWh/m ²	7126,0	7215,0	7301,0	7251,0	7687,0	7162,0	6682,0	6736,0	





6 Zusammenfassung

Im Rahmen dieser Studie wurde auf Basis des von der ISO 14040ff. vorgegebenen Prinzips ein Algorithmus für die ökologische Bilanzierung von Gebäuden entwickelt. Dieses Konzept berücksichtigt alle Lebenswegabschnitte eines Gebäudes inklusive der vorgelagerten Prozesse in der Energie- und Materialbereitstellung. Betrachtet werden in der Untersuchung die Wirkungskategorien Versauerung, Überdüngung, Ozonloch, Treibhauseffekt und Sommersmog.

Ergänzt wird die Betrachtung der Wirkungsabschätzung durch die hoch aggregierte Kenngröße des Kumulierten Energieaufwandes (KEA). Dieser Ansatz stellt eine sinnvolle Ausdehnung des in der EnEV zu berechnenden, jährlichen Primärenergiebedarfs auf den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes dar.

Zwecks einfacher Anwendung des in dieser Diplomarbeit entwickelten, schematischen Vorgehens wurde der Prototyp einer Datenbank entworfen, der die vielfältig und umfangreich durchzuführenden Berechnungsschritte einer ökologischen Gebäudebilanzierung unterstützen soll. In dieser Datenbank ist eine Vielzahl von grundsätzlichen Sachbilanzdaten für unterschiedlichste Baumaterialien hinterlegt. Sie erlaubt die Verbindung mehrerer Materialien zu einem Bauteil und die Zusammenfassung mehrerer Bauteile zu einem Gebäude. Die hoch aggregierten Ergebnisse der Herstellungs-, Unterhalts- und Nutzungsphase werden in den einzelnen Wirkungskategorien sowie als KEA- und KSA-Kennzahl, bezogen auf die Netto-Grundfläche eines Gebäudes, ausgegeben.

Auf Basis des Bilanzierungs-Konzeptes wurden mit Unterstützung der Software verschiedene, konstruktiv differierende Gebäudevarianten untersucht. Diese Varianten gründen auf einem Referenzhaus, dessen Grundriss und Außenabmessung in allen Alternativen konstant bleibt. Die Ergebnisse dieser Betrachtung sind „thesenartig“ im Folgenden aufgeführt. Sie gelten nur für die untersuchten Varianten mit einer angesetzten Lebensdauer des Gebäudes von 50 Jahren. Eine allgemeingültigere Aussage soll mit Hinblick auf die recht geringe Anzahl der Gebäudetypen bewusst ausgeklammert werden.

- Die Unterschiede zwischen den verwendeten Baumaterialien sind energetisch und ökologisch eher als gering einzustufen. Sie liegen nach 50 Jahren Nutzung ungefähr bei +/- 10%.
- Großen Einfluss auf die Ergebnisse haben Beton, Dämmstoffe, Mauerwerk, Holzwerkstoffe.
- Herstellung und Nutzung von Gebäuden tragen nicht zum stratosphärischen Ozonabbau bei.
- Die Herstellung trägt im Vergleich zur 50-jährigen Nutzung in den Wirkungsbereichen Sommersmog, Überdüngung und Versauerung den ungefähr gleichen Anteil an der Gesamtbelastung wie die Nutzung.
- Beim Treibhauseffekt ist der Anteil der Nutzung größer als der Anteil der Herstellung. Das Verhältnis ist ungefähr 1:6.
- Der Energieverbrauch (KEA) wird überwiegend durch die thermische Nutzung gekennzeichnet. Mit der betrachteten haustechnischen Anlage hat sich nach ungefähr 5 Jahren Nutzung der Energieaufwand der Herstellung verdoppelt.
- Der KEA korreliert nicht mit den Schadstoffausstößen, was insbesondere beim Vergleich von Herstellung zu Nutzung deutlich wird. Die Herstellung ist im Gegensatz zur Nutzung „schadstoffintensiver“, wenn die Schadstoffe ins Verhältnis zur aufgebrauchten Energie gesetzt werden.
- Jede Baukonstruktion mit ihren architektonischen und technischen Merkmalen hat einen energetisch und ökologisch „idealen“ U-Wert, bei dem die ökologisch günstigsten Werte erzielt werden.





7 Quellenverzeichnis

7.1 Literatur

- [1] **Bayerische Architektenkammer**, ECOBIS - Das ökologische Baustoffinformationssystem, 2000, München, www.byak.de
- [2] **Bieletzke, S.**, Simulation der Ökobilanz – modelltheoretische Analyse ökonomischer und ökologischer Auswirkungen, 1999, Wiesbaden
- [3] **Böning, J.**, Methoden betrieblicher Ökobilanzierung, 1994, Marburg
- [4] **Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL)**, Ökobilanzen von Packstoffen – Schriftenreihe Umwelt 123, 1991, Bern
- [5] **Bundesministerium für Umwelt und Umweltbundesamt**, Handbuch Umweltcontrolling, 1995, München
- [6] **Cziesielki, E., Göbelsmann, M., Röder, J.**, Einführung in die Energieeinsparverordnung 2002, 2002, Berlin
- [7] **EnEV** – Energieeinsparverordnung, Referentenentwurf vom 07.März 2001
- [8] **Eyerer, P.**, Ökologische Bilanzierung von Gebäuden – Wege zu einer ganzheitlichen Bilanzierung, 2000, Basel
- [9] **Feist, W., Borsch-Laaks, R., Werner, J., Loga T., Ebel, W.**, Das Niedrigenergiehaus. Neuer Standard für energiebewusstes Bauen, 1997, Heidelberg
- [10] **Feist, W.**, Innere Gewinne werden überschätzt, in „Sonnenenergie und Wärmetechnik“, 1/1994
- [11] **Fritsche, R., Hochfeld, C., Jenseit, W.**, Methodikfrage bei der Berechnung des Kumulierten Energieaufwands (KEA), Arbeitspapier Öko-Institut, 1999, Darmstadt, www.oeko.de
- [12] **Fritsche, R., Lützkendorf, T., Kaschenz, H., Eiermann, O.**, KEA: mehr als eine Zahl, Basisdaten und Methoden zum Kumulierten Energieaufwand, Herausgeber Umweltbundesamt, 1999, Berlin
- [13] **Fritsche, U.R.**, Gesamt-Emissions-Modell integrierter Systeme (GEMIS) – Version 4.1. Ökoinstitut Darmstadt/Freiburg/Berlin, Herausgeber: Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Jugend, Familie und Gesundheit, 1997, Frankfurt/Main, www.oeko.de/service/gemis/index.htm
- [14] **Graulich, K.**, Vom Niedrig-Energiehaus zum Niedrig-Schadstoffhaus – Integration von schadstoffbezogenen Bilanzierungen in die Ökobilanzen von Wohngebäuden, 2001, Freiburg
- [15] **Guinée, J.B.**, Development of a Methodology for the Environmental Life Cycle Assessment of Products with a Case Study on Margarines, Proefschrift, 1995, Leiden Universiteit
- [16] **Heijungs, R., Guinée, J.B.**, Environmental Life Cycle Assessment of Products, 1992, CML Leiden
- [17] **Hochfeld, C., Jenseit, W.**, Allokation in Ökobilanzen und bei der Berechnung des Kumulierten Energieaufwandes (KEA), Arbeitspapier Öko-Institut, 1998, Darmstadt, www.oeko.de
- [18] **Kruppa, B., Strauß, R.-P.**, Energieeinsparverordnung – Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen, Kommentar zur DIN V 4701-10
- [19] **Kümmel, J.**, Ökobilanzierung von Baustoffen am Beispiel des Recyclings von Konstruktionsleichtbeton, 2000, Worms
- [20] **Loga, T., Diefenbach, N., Born, R.**, Institut Wohnen und Umwelt GmbH, Guter Ansatz – schwache Standards, Stellungnahme zum Kabinettsbeschluss vom 7.3.2001, 2001, Darmstadt
- [21] **Loga, T., Müller, K., Menje, H.**, Die Niedrigenergiesiedlung Distelweg in Niedernhausen – Ergebnisse des Messprogramms, IWU, 1997, Darmstadt
- [22] **Lundie, S.**, Ökobilanzierung und Entscheidungstheorie: praxisorientierte Produktbewertung auf der Basis gesellschaftlicher Werterhaltungen, 1999, Berlin





- [23] **Lützkendorf, T.**, Beiträge zur Umsetzung von Prinzipien einer Nachhaltigen Entwicklung im Baubereich, Habilitationsschrift, 2000, Weimar
- [24] **Lützkendorf, T.**, Methodische und praktische Fragen der Anwendung des Bewertungskriteriums KEA im Bauwesen, Beitrag zur KEA-Tagung am 1.10.1999 in Weimar
- [25] **Schulze Darup, B.**, Bauökologie, 1996, Wiesbaden
- [26] **SETAC**, Society of Environmental Tox. And Chemistry Europe, Guidelines for Life-Cycle Assessment: A Code of Practice, 1993, Brüssel
- [27] **SETAC**, Society of Environmental Tox. And Chemistry Europe, Simplifying LCA, 1997, Brüssel
- [28] **Umweltbundesamt**, Methodik der produktbezogenen Ökobilanzen – Wirkungsbilanz und Bewertung, UBA Texte 23/95, 1995, Berlin
- [29] **Umweltbundesamt, Öko-Institut**, Kumulierter Energie-Aufwand: mehr als eine Zahl!, www.oeko.de/service/kea/index.htm
- [30] **Umweltbundesamt, Öko-Institut**, Prozessorientierte Basisdaten für Umweltmanagement-Instrumente (ProBas), www.umweltbundesamt.de/uba-info-daten/daten/baum/index.htm
- [31] **Wahlers, C.**, Aufbau von Ökobilanzen und deren Einfluss auf betriebliche kommunale Entscheidungen, 1995, Göttingen
- [32] **Wendehorst**, Bautechnische Zahlentafeln, 29. Auflage, 2000, Münster
- [33] **Werner, H.**, Energieeinsparverordnung – Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden, Kommentar zur DIN V 4108-6, 2002, Berlin

7.2 Normen/Richtlinien

- [34] **DIN 277 Teil 1**
- [35] **DIN EN ISO 14040**, Ökobilanz – Prinzipien und allgemeine Anforderungen, Deutsche Fassung, 1997, Brüssel
- [36] **DIN EN ISO 14041**, Ökobilanz – Festlegung des Ziels und des Untersuchungsrahmens sowie Sachbilanz, Deutsche Fassung, 1998, Brüssel
- [37] **DIN EN ISO 14042**, Ökobilanz – Wirkungsabschätzung, Deutsche Fassung, 2000, Brüssel
- [38] **DIN EN ISO 14043**, Ökobilanz – Auswertung, Deutsche Fassung, 2000, Brüssel
- [39] **DIN V 4108-6: 2000**, Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden
- [40] **DIN V 4701-10: 2003**, Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen
- [41] **VDI 4600**, Kumulierter Energieaufwand – Begriffe, Definitionen und Berechnungsmethoden, 1997, Düsseldorf

8 Anlage

Anlage A: Materialdatenbank

Anlage B: Detaillierte Aufstellung der Ergebnisse der Varianten 1 und 2

Anlage C: Übersicht über die verwendeten Bauteile

Anlage D: Beispielhafte Ökobilanzberechnung für die Varianten 1 und 2



Anlage 1
Baustoffkatalog - Sachbilanzierung und Wirkungsabschätzung

Material	Einheit	Dichte		Kumulierter Energieaufwand (KEA) [kWh]					Kumulierter Stoffaufwandaufwand (KSA) [kg]				Wirkungsabschätzung [kg]		
		[kg/m³]	λ [w/m²]	Summe	nichterneu.	erneuerbar	andere	Summe	nichterneu.	erneuerbar	andere	Treibhauseffekt	Sommersmog	Versauerung	
Beton B05	m³	2.400	2,000	377,676648	365,64948	1,996546176	10,0306392	2869,523914	2387,939904	481,461576	0,122439922	217,0751664	0,78694068	0,516655704	
Beton B10	m³	2.400	2,000	492,744096	477,54948	2,53033176	12,66430272	3051,362522	2413,865787	637,358496	0,138240826	301,193952	1,007916288	0,65938584	
Beton B15	m³	2.400	2,000	595,863168	577,822032	3,00994224	15,03119664	3215,866825	2453,462952	762,251496	0,152385823	376,189872	1,20648096	0,78685472	
Beton B20	m³	2.400	2,000	628,218984	609,283728	3,16055352	15,77469912	3266,694917	2467,40194	799,136088	0,156892805	399,68604	1,268834544	0,827978832	
Beton B25	m³	2.400	2,000	660,487584	640,660656	3,3107508	16,51616016	3317,324529	2481,241087	835,92204	0,161395934	423,119736	1,331018352	0,868162152	
Bimsleichtbeton 500 haufwerkporig	m³	500	0,150	75,341095	72,91015	0,40698203	2,0239617	613,7951231	528,9345088	84,853035	0,007577321	50,823555	0,142034865	0,093169545	
Bimsleichtbeton 600 haufwerkporig	m³	600	0,180	90,409314	87,49218	0,488378436	2,42875404	736,5541477	634,7214105	101,823642	0,009092785	60,988266	0,170441838	0,111803454	
Bimsleichtbeton 700 haufwerkporig	m³	700	0,200	105,477533	102,07421	0,569774842	2,83354638	859,3131723	740,5083123	118,794249	0,010608249	71,152977	0,198848811	0,130437363	
Bimsleichtbeton 800 haufwerkporig	m³	800	0,240	120,545752	116,65624	0,651171248	3,23833872	982,072197	846,295214	135,764856	0,012123714	81,317688	0,227255784	0,149071272	
Bimsleichtbeton 900 haufwerkporig	m³	900	0,270	135,613971	131,23827	0,732567654	3,64313106	1104,831222	952,0821158	152,735463	0,013639178	91,482399	0,255662757	0,167705181	
Bimsleichtbeton 1000 haufwerkporig	m³	1.000	0,320	150,68219	145,8203	0,81396406	4,0479234	1227,590246	1057,869018	169,70607	0,015154642	101,64711	0,28406973	0,18633909	
Bimsleichtbeton 1200 haufwerkporig	m³	1.200	0,440	180,818628	174,98436	0,976756872	4,85750808	1473,108295	1269,442821	203,647284	0,01818557	121,976532	0,340883676	0,223606908	
Leichtbeton 1600	m³	1.600	0,810	440,325056	427,107104	2,2071672	11,01077344	2211,549686	1654,160725	557,28136	0,10759729	282,079824	0,887345568	0,578774768	
Leichtbeton 1800	m³	1.800	1,100	495,365688	480,495492	2,4830631	12,38712012	2487,993397	1860,930816	626,94153	0,121046951	317,339802	0,998263764	0,651121614	
Leichtbeton 2000	m³	2.000	1,400	550,40632	533,88388	2,758959	13,7634668	2764,437107	2067,700906	696,6017	0,134496612	352,59978	1,10918196	0,72346846	
Leichtbeton mit Porenton 800	m³	800	0,390	767,7342	750,126808	3,04855384	14,5588344	1321,339484	857,038047	464,185168	0,116270728	304,425824	1,23483464	1,73524592	
Leichtbeton mit Porenton 1000	m³	1.000	0,490	959,66775	937,65851	3,8106923	18,198543	1651,674356	1071,297559	580,23146	0,14533841	380,53228	1,5435433	2,1690574	
Leichtbeton mit Porenton 1200	m³	1.200	0,620	1151,6013	1125,190212	4,57283076	21,8382516	1982,009227	1285,557071	696,277752	0,174406092	456,638736	1,85225196	2,60286888	
Leichtbeton mit Porenton 1400	m³	1.400	0,790	1343,53485	1312,721914	5,33496922	25,4779602	2312,344098	1499,816582	812,324044	0,203473774	532,745192	2,16096062	3,03668036	
Leichtbeton mit Porenton 1600	m³	1.600	1,000	1535,4684	1500,253616	6,09710768	29,1176688	2642,678969	1714,076094	928,370336	0,232541456	608,851648	2,46966928	3,47049184	
Leichtbeton mit Porenton 1800	m³	1.800	1,300	1727,40195	1687,785318	6,85924614	32,7573774	2973,01384	1928,335606	1044,416628	0,261609138	684,958104	2,77837794	3,90430332	
Leichtbeton mit Porenton 2000	m³	2.000	1,600	1919,3355	1875,31702	7,6213846	36,397086	3303,348711	2142,595118	1160,46292	0,29067682	761,06456	3,0870866	4,3381148	
Stahlbeton B25	m³	2.500	2,300	877,8049737	829,5627672	4,550380256	43,69182626	4465,41726	2621,4697	1833,05558	0,89197533	492,7987851	1,611583589	1,062318795	
EPS Polystyrol-Extruderschäum 030	m³	25	0,030	223,0957287	213,0729816	1,51347515	8,509272	291,5773814	45,60638073	245,8407266	0,130273998	98,57496851	1,74541835	0,352548175	
EPS Polystyrol-Extruderschäum 035	m³	25	0,035	223,0957287	213,0729816	1,51347515	8,509272	291,5773814	45,60638073	245,8407266	0,130273998	98,57496851	1,74541835	0,352548175	
EPS Polystyrol-Extruderschäum 040	m³	25	0,040	223,0957287	213,0729816	1,51347515	8,509272	291,5773814	45,60638073	245,8407266	0,130273998	98,57496851	1,74541835	0,352548175	
Holzvolleichtbauplatte 070	m³	370	0,070	465,7576844	454,6965299	1,911471541	9,14968301	735,0849812	2,265439774	505,9900983	226,8294435	125,5615202	1,216226334	0,712554917	
Holzvolleichtbauplatte 080	m³	410	0,080	516,1098665	503,8529115	2,118117113	10,13883793	814,5536278	2,510352182	560,6917305	251,3515455	139,1357386	1,347710262	0,789587881	
Holzvolleichtbauplatte 090	m³	450	0,090	566,4620486	553,0092931	2,324762685	11,12799285	894,0222744	2,75526459	615,3933627	275,8736475	152,709957	1,47919419	0,866620845	
Mineralwolle 035	m³	25	0,035	245,3785771	240,3421138	2,9502045	2,0862589	771,1261378	19,597547	731,2675896	20,26100125	57,85153429	0,43515315	0,299109275	
Mineralwolle 040	m³	25	0,040	245,3785771	240,3421138	2,9502045	2,0862589	771,1261378	19,597547	731,2675896	20,26100125	57,85153429	0,43515315	0,299109275	
Mineralwolle 045	m³	25	0,045	245,3785771	240,3421138	2,9502045	2,0862589	771,1261378	19,597547	731,2675896	20,26100125	57,85153429	0,43515315	0,299109275	
Mineralwolle 050	m³	25	0,050	245,3785771	240,3421138	2,9502045	2,0862589	771,1261378	19,597547	731,2675896	20,26100125	57,85153429	0,43515315	0,299109275	
PUR Polyurethan-Hartschaum 020	m³	30	0,020	488,2591454	482,8302429	4,2092814	1,21962117	2850,652434	84,13441605	2766,329717	0,188300868	161,356757	0,48108183	0,38225955	
PUR Polyurethan-Hartschaum 025	m³	30	0,025	488,2591454	482,8302429	4,2092814	1,21962117	2850,652434	84,13441605	2766,329717	0,188300868	161,356757	0,48108183	0,38225955	
PUR Polyurethan-Hartschaum 030	m³	30	0,030	488,2591454	482,8302429	4,2092814	1,21962117	2850,652434	84,13441605	2766,329717	0,188300868	161,356757	0,48108183	0,38225955	
PUR Polyurethan-Hartschaum 035	m³	30	0,035	488,2591454	482,8302429	4,2092814	1,21962117	2850,652434	84,13441605	2766,329717	0,188300868	161,356757	0,48108183	0,38225955	
PUR Polyurethan-Hartschaum 040	m³	30	0,040	488,2591454	482,8302429	4,2092814	1,21962117	2850,652434	84,13441605	2766,329717	0,188300868	161,356757	0,48108183	0,38225955	
Steinwolle 035	m³	100	0,035	406,3799611	351,7916761	1,7458731	52,842412	1740,696392	120,4256365	1620,239905	0,030850265	109,6423115	1,0333367	0,31919943	
Steinwolle 040	m³	100	0,040	406,3799611	351,7916761	1,7458731	52,842412	1740,696392	120,4256365	1620,239905	0,030850265	109,6423115	1,0333367	0,31919943	
Steinwolle 045	m³	100	0,045	406,3799611	351,7916761	1,7458731	52,842412	1740,696392	120,4256365	1620,239905	0,030850265	109,6423115	1,0333367	0,31919943	
Bitumen kalt	kg	0	0,000	2,654625482	2,595757531	0,013701816	0,045166136	3,430810649	1,276509334	2,136976999	0,017324315	1,067256641	0,005146451	0,004209546	
Bitumendichtungsbahn	kg	0	0,000	0,29662036	0,28756145	0,001511277	0,007547626	1,409795357	1,100165317	0,30955798	7,20562E-05	0,18987213	0,000595753	0,000388603	
Dampfbremse flammgeschützt	kg	0	0,000	2,147307018	2,093739949	0,015588746	0,037978324	2,230950215	1,378113103	0,84977318	0,083036934	1,398742069	0,6092305	0,007434963	
Dampfbremse PE	kg	0	0,000	10,06841252	9,432039083	0,10534372	0,53102971	61,32896586	1,831688631	58,40872868	1,08854855	3,955529033	0,025048263	0,015254915	
Dichtungsbahn PE	kg	0	0,000	7,127784693	6,700286737	0,074279894	0,35321806	11,68974998	1,680464349	9,923057537	0,086228095	3,203493406	0,021715154	0,012409974	
Dichtungsbahn PVC	kg	0	0,000	4,408994442	4,227543109	0,035903963	0,14555237	5,710255165	1,441782573	4,23402447	0,034448122	2,3391938	0,018526358	0,00938687	
PE-Folie	m²	0	0,000	1,096417458	1,032225152	0,009861918	0,054330389	1,05496841	0,32896459	0,72518692	0,0008169	0,55243635	0,004126775	0,002301705	
Fenster Holz	m²	0	0,000	7,111525822	6,526676368	0,14582227	0,43902719	17,41000966	1,280575067	16,10942726	0,020007329	1,977750349	0,007801163	0,007543915	
Fenster Holz gedämmt	m²	0	0,000	6,199436455	5,738769182	0,11178486	0,34888241	16,9948652	1,365653527	15,61391105	0,015300624	1,773770048	0,00685108	0,007068274	
Fenster PVC	m²	0	0,000	5,968741267	5,559964159	0,069697463	0,33907964	174,0454977	1,600427582	172,3727247	0,072345412	1,917255677	0,008128201	0,007071332	
Fenster PVC gedämmt	m²	0	0,000	5,449802476	5,107617406	0,056978936	0,28520613	142,6268458	1,606476903	140,962258	0,058110894	1,762479284	0,007732076	0,006776142	
kst. BSH-Fichte	m³	600	0,130</												

Anlage 1
Baustoffkatalog - Sachbilanzierung und Wirkungsabschätzung

	Material	Einheit	Dichte		Kumulierter Energieaufwand (KEA) [kWh]				Kumulierter Stoffaufwandaufwand (KSA) [kg]				Wirkungsabschätzung [kg]		
			[kg/m³]	λ [w/m²]	Summe	nichterneu.	erneuerbar	andere	Summe	nichterneu.	erneuerbar	andere	Treibhauseffekt	Sommersmog	Versauerung
Holzwerk	Schnittholz Fichte	m³	600	0,130	417,043368	277,833906	2,97108054	136,238382	1139,56045	6,0040956	1133,504998	0,051355882	74,090544	0,529980162	0,291014448
	Spanplatte	m³	600	0,150	1427,84187	773,0955686	7,4285436	647,3177583	6373,233512	37,0947708	5702,823568	633,3151728	164,629194	1,32137556	0,79753674
	Sperrholz-Fichte	m³	600	0,150	5138,935681	2959,530296	23,832819	2155,572566	10351,23117	64,840014	10285,65827	3,285030354	684,9175393	3,285030354	2,3704656
	Weichfaserplatte	m³	400	0,070	1354,304968	1298,274029	9,2555	46,77544	1246,869078	6,3301544	1240,309064	0,229860412	322,0802	0,79346676	0,69119368
Kalksandstein	Kalksandstein 1000	m³	1.000	0,500	329,05351	323,01554	1,0592533	4,9787155	1652,423436	1132,746226	519,61123	0,065978427	146,27202	0,49707665	0,21963873
	Kalksandstein 1200	m³	1.200	0,560	394,864212	387,618648	1,27110396	5,9744586	1982,908124	1359,295471	623,533476	0,079174112	175,526424	0,59649198	0,263566476
	Kalksandstein 1400	m³	1.400	0,700	460,674914	452,221756	1,48295462	6,9702017	2313,392811	1585,844716	727,455722	0,092369798	204,780828	0,69590731	0,307494222
	Kalksandstein 1600	m³	1.600	0,790	526,485616	516,824864	1,69480528	7,9659448	2643,877498	1812,393961	831,377968	0,105565483	234,035232	0,79532264	0,351421968
	Kalksandstein 1800	m³	1.800	0,990	592,296318	581,427972	1,90665594	8,9616879	2974,362186	2038,943206	935,300214	0,118761169	263,289636	0,89473797	0,395349714
	Kalksandstein 2000	m³	2.000	1,100	658,10702	646,03108	2,1185066	9,957431	3304,846873	2265,492452	1039,22246	0,131956854	292,54404	0,9941533	0,43927746
	Kalksandstein 2200	m³	2.200	1,300	723,917722	710,634188	2,33035726	10,9531741	3635,33156	2492,041697	1143,144706	0,145152539	321,798444	1,09356863	0,483205206
Lehm	Leichtlehmstein 800	m³	800	0,300	614,771424	609,085744	1,06275904	4,62291808	1107,355826	809,6977798	167,914824	129,743224	129,820648	0,268812632	0,158639944
	Leichtlehmstein 1000	m³	1.000	0,400	768,46428	761,35718	1,3284488	5,7786476	1384,194783	1012,122225	209,89353	162,17903	162,27581	0,33601579	0,19829993
	Leichtlehmstein 1200	m³	1.200	0,500	922,157136	913,628616	1,59413856	6,93437712	1661,03374	1214,54667	251,872236	194,614836	194,730972	0,403218948	0,237959916
	Massivlehmstein 1800	m³	1.800	0,950	806,916654	781,927434	4,17427092	20,8149498	2454,508086	1736,646462	717,70707	0,154545264	209,907162	0,465753834	0,48494007
	Massivlehmstein 2000	m³	2.000	1,200	896,57406	868,80826	4,6380788	23,127722	2727,231207	1929,60718	797,4523	0,17171696	233,23018	0,51750426	0,5388223
Metall	Baustahl	kg	7.800	50,000	6,420658075	5,498209934	0,03723406	0,88521408	34,12728906	1,572851842	32,19696461	0,35747261	1,794517755	0,007689166	0,005387792
	Stahlblech	kg	7.800	50,000	7,781200766	6,82549271	0,046964746	0,95168675	35,46386648	1,636929245	33,45541576	0,37134148	2,096121718	0,009138572	0,005918518
	Stahlblech-verzinkt	kg	7.800	50,000	9,811122919	8,644688363	0,06497133	1,101463226	217,7780125	1,775707119	215,6147154	0,38759001	2,718925921	0,010650695	0,007706418
Porenbeton	Porenbeton Ytong 0,35 Plan-/Großblc	m³	350	0,110	279,224309	270,000556	2,784086515	6,43966785	665,9577463	395,1511251	270,6126045	0,194018045	151,261649	0,39892279	0,228641039
	Porenbeton Ytong 0,40 Plan-/Großblc	m³	400	0,120	319,113496	308,572064	3,18181316	7,3596204	761,0945672	451,6012858	309,271548	0,221734908	172,870456	0,45591176	0,261304044
	Porenbeton Ytong 0,45 Plan-/Großblc	m³	450	0,130	359,002683	347,143572	3,579539805	8,27957295	856,2313881	508,0514466	347,9304915	0,249451772	194,479263	0,51290073	0,29396705
	Porenbeton Ytong 0,50 Plan-/Großblc	m³	500	0,140	398,89187	385,71508	3,97726645	9,1995255	951,368209	564,5016073	386,589435	0,277168635	216,08807	0,5698897	0,326630055
	Porenbeton Ytong 0,60 Plan-/Großblc	m³	600	0,160	478,670244	462,858096	4,77271974	11,0394306	1141,641851	677,4019288	463,907322	0,332602362	259,305684	0,68386764	0,391956066
	Porenbeton Ytong 0,65 Plan-/Großblc	m³	650	0,180	518,559431	501,429604	5,170446385	11,95938315	1236,778672	733,8520895	502,5662655	0,360319226	280,914491	0,74085661	0,424619072
	Porenbeton Ytong 0,70 Plan-/Großblc	m³	700	0,210	558,448618	540,001112	5,56817303	12,8793357	1331,915493	790,3022502	541,225209	0,388036089	302,523298	0,79784558	0,457282077
	Porenbeton Ytong 0,80 Plan-/Großblc	m³	800	0,270	638,226992	617,144128	6,36362632	14,7192408	1522,189134	903,2025717	618,543096	0,443469816	345,740912	0,91182352	0,522608088
	Porenbeton Ytong Decken-/Dachplatt	m³	500	0,140	398,89187	385,71508	3,97726645	9,1995255	951,368209	564,5016073	386,589435	0,277168635	216,08807	0,5698897	0,326630055
	Porenbeton Ytong Decken-/Dachplatt	m³	600	0,160	478,670244	462,858096	4,77271974	11,0394306	1141,641851	677,4019288	463,907322	0,332602362	259,305684	0,68386764	0,391956066
	Porenbeton Ytong Decken-/Dachplatt	m³	700	0,210	558,448618	540,001112	5,56817303	12,8793357	1331,915493	790,3022502	541,225209	0,388036089	302,523298	0,79784558	0,457282077
	Porenbeton Ytong Trennwandelement	m³	600	0,200	478,670244	462,858096	4,77271974	11,0394306	1141,641851	677,4019288	463,907322	0,332602362	259,305684	0,68386764	0,391956066
	Porenbeton-Blocksteine 400	m³	400	0,200	319,113496	308,572064	3,18181316	7,3596204	761,0945672	451,6012858	309,271548	0,221734908	172,870456	0,45591176	0,261304044
	Porenbeton-Blocksteine 450	m³	450	0,210	359,002683	347,143572	3,579539805	8,27957295	856,2313881	508,0514466	347,9304915	0,249451772	194,479263	0,51290073	0,29396705
	Porenbeton-Blocksteine 500	m³	500	0,220	398,89187	385,71508	3,97726645	9,1995255	951,368209	564,5016073	386,589435	0,277168635	216,08807	0,5698897	0,326630055
	Porenbeton-Blocksteine 550	m³	550	0,230	438,781057	424,286588	4,374993095	10,11947805	1046,50503	620,951768	425,2483785	0,304885499	237,696877	0,62687867	0,359293061
	Porenbeton-Blocksteine 600	m³	600	0,240	478,670244	462,858096	4,77271974	11,0394306	1141,641851	677,4019288	463,907322	0,332602362	259,305684	0,68386764	0,391956066
	Porenbeton-Blocksteine 650	m³	650	0,250	518,559431	501,429604	5,170446385	11,95938315	1236,778672	733,8520895	502,5662655	0,360319226	280,914491	0,74085661	0,424619072
	Porenbeton-Blocksteine 700	m³	700	0,270	558,448618	540,001112	5,56817303	12,8793357	1331,915493	790,3022502	541,225209	0,388036089	302,523298	0,79784558	0,457282077
	Porenbeton-Blocksteine 800	m³	800	0,290	638,226992	617,144128	6,36362632	14,7192408	1522,189134	903,2025717	618,543096	0,443469816	345,740912	0,91182352	0,522608088
	Porenbeton-Plansteine 350	m³	350	0,140	279,224309	270,000556	2,784086515	6,43966785	665,9577463	395,1511251	270,6126045	0,194018045	151,261649	0,39892279	0,228641039
	Porenbeton-Plansteine 400	m³	400	0,150	319,113496	308,572064	3,18181316	7,3596204	761,0945672	451,6012858	309,271548	0,221734908	172,870456	0,45591176	0,261304044
	Porenbeton-Plansteine 450	m³	450	0,160	359,002683	347,143572	3,579539805	8,27957295	856,2313881	508,0514466	347,9304915	0,249451772	194,479263	0,51290073	0,29396705
	Porenbeton-Plansteine 500	m³	500	0,170	398,89187	385,71508	3,97726645	9,1995255	951,368209	564,5016073	386,589435	0,277168635	216,08807	0,5698897	0,326630055
Porenbeton-Plansteine 550	m³	550	0,180	438,781057	424,286588	4,374993095	10,11947805	1046,50503	620,951768	425,2483785	0,304885499	237,696877	0,62687867	0,359293061	
Porenbeton-Plansteine 600	m³	600	0,200	478,670244	462,858096	4,77271974	11,0394306	1141,641851	677,4019288	463,907322	0,332602362	259,305684	0,68386764	0,391956066	
Porenbeton-Plansteine 650	m³	650	0,210	518,559431	501,429604	5,170446385	11,95938315	1236,778672	733,8520895	502,5662655	0,360319226	280,914491	0,74085661	0,424619072	
Porenbeton-Plansteine 700	m³	700	0,230	558,448618	540,001112	5,56817303	12,8793357	1331,915493	790,3022502	541,225209	0,388036089	302,523298	0,79784558	0,457282077	
Porenbeton-Plansteine 800	m³	800	0,270	638,226992	617,144128	6,36362632	14,7192408	1522,189134	903,2025717	618,543096	0,443469816	345,740912	0,91182352	0,522608088	
Gips	Gipskartonplatte	m³	900	0,250	841,922361	808,82352	5,522697	27,5761458	1278,869685	384,529878	894,187224	0,152579439	219,522483	0,361403019	0,468882837
	Gussasphalt	m³	2.300	0,900	3496,496098	3475,916436	4,55534251	16,02431873	3017,967465	2089,072566	928,044089	0,850801303	2,677,75335	1,295483579	1,320742478
	Innenputz Kalk	m³	1.400	0,870	329,549822	321,044234	1,43226776	7,0733187	1898,147358	1504,630496	393,4259	0,09095781	212,494744	0,714186956	0,377688822
	Kunstharzputz	m³	1.100	0,700	1504,556908	1422,68909	12,6327289	69,2350901	2087,900916	1140,149301	946,584815	1,16679827	695,281785	5,11499934	2,8858335
	Lehmausfachung	m³	1.												

Anlage 1
Baustoffkatalog - Sachbilanzierung und Wirkungsabschätzung

Material	Einheit	Dichte		Kumulierter Energieaufwand (KEA) [kWh]				Kumulierter Stoffaufwandaufwand (KSA) [kg]				Wirkungsabschätzung [kg]			
		[kg/m³]	λ [w/m²]	Summe	nichterneu.	erneuerbar	andere	Summe	nichterneu.	erneuerbar	andere	Treibhauseffekt	Sommersmog	Versauerung	
Putz + Mörtel	Mörtel Dünnbett	kg	0	0,000	0,56535975	0,54657194	0,003126266	0,015661548	1,816135735	1,19733324	0,61869232	0,000110171	0,36532581	0,001047229	0,000689378
	Mörtel Zement	m³	2.000	1,400	643,35878	624,36064	3,1762888	15,8218664	2904,182558	2231,884002	672,14726	0,1512946	418,24794	1,29596872	0,84406896
	Wärmedämmputz 060 (mit Blähperlite)	m³	200	0,060	1224,022968	1212,835095	2,7112556	8,4766176	404,535114	228,5695633	175,585688	0,37986296	298,7713848	2,0061506	3,7094384
	Wärmedämmputz 070 (mit Blähperlite)	m³	200	0,070	1224,022968	1212,835095	2,7112556	8,4766176	404,535114	228,5695633	175,585688	0,37986296	298,7713848	2,0061506	3,7094384
	Wärmedämmputz 080 (mit Blähperlite)	m³	200	0,080	1224,022968	1212,835095	2,7112556	8,4766176	404,535114	228,5695633	175,585688	0,37986296	298,7713848	2,0061506	3,7094384
	Wärmedämmputz 090 (mit Blähperlite)	m³	200	0,090	1224,022968	1212,835095	2,7112556	8,4766176	404,535114	228,5695633	175,585688	0,37986296	298,7713848	2,0061506	3,7094384
	Wärmedämmputz 100 (mit Blähperlite)	m³	200	0,100	1224,022968	1212,835095	2,7112556	8,4766176	404,535114	228,5695633	175,585688	0,37986296	298,7713848	2,0061506	3,7094384
	Zementausenputz	m³	2.000	1,400	965,0638	939,40666	4,2275918	21,429542	2927,901965	2202,936645	724,40836	0,55696238	468,00846	1,71604766	1,10463764
	Zementestrich	m³	2.000	1,400	593,24072	575,1229	3,022554	15,095251	2819,590715	2200,330634	619,11596	0,144112374	379,74426	1,19150598	0,7772062
Ziegel	Dachziegel Ton	kg	0	0,000	1,292929224	1,26443045	0,004852157	0,023646617	1,994024494	1,594056271	0,3996769	0,000291326	0,49698346	0,002856181	0,001615592
	Leichtlochziegel 1000 Lochung /	m³	1.000	0,450	751,67309	560,43243	2,3824833	188,85818	1613,735867	1351,759223	261,85533	0,12131674	197,97907	0,62077416	0,48095715
	Leichtlochziegel 1000 W	m³	1.000	0,390	751,67309	560,43243	2,3824833	188,85818	1613,735867	1351,759223	261,85533	0,12131674	197,97907	0,62077416	0,48095715
	Leichtlochziegel 700 Lochung A/	m³	700	0,360	526,171163	392,302701	1,66773831	132,200726	1129,615107	946,2314559	183,298731	0,084921718	138,585349	0,434541912	0,336670005
	Leichtlochziegel 700 W	m³	700	0,300	526,171163	392,302701	1,66773831	132,200726	1129,615107	946,2314559	183,298731	0,084921718	138,585349	0,434541912	0,336670005
	Leichtlochziegel 800 Lochung A/	m³	800	0,390	601,338472	448,345944	1,90598664	151,086544	1290,988693	1081,407378	209,484264	0,097053392	158,383256	0,496619328	0,38476572
	Leichtlochziegel 800 W	m³	800	0,330	601,338472	448,345944	1,90598664	151,086544	1290,988693	1081,407378	209,484264	0,097053392	158,383256	0,496619328	0,38476572
	Leichtlochziegel 900 Lochung A/	m³	900	0,420	676,505781	504,389187	2,14423497	169,972362	1452,36228	1216,5833	235,669797	0,109185066	178,181163	0,558696744	0,432861435
	Leichtlochziegel 900 W	m³	900	0,360	676,505781	504,389187	2,14423497	169,972362	1452,36228	1216,5833	235,669797	0,109185066	178,181163	0,558696744	0,432861435
	Poroton-Blockziegel-T	m³	800	0,240	601,338472	448,345944	1,90598664	151,086544	1290,988693	1081,407378	209,484264	0,097053392	158,383256	0,496619328	0,38476572
	Poroton-Blockziegel-T14	m³	700	0,180	526,171163	392,302701	1,66773831	132,200726	1129,615107	946,2314559	183,298731	0,084921718	138,585349	0,434541912	0,336670005
	Poroton-Blockziegel-T16	m³	750	0,210	563,7548175	420,3243225	1,786862475	141,643635	1210,3019	1013,819417	196,3914975	0,090987555	148,4843025	0,46558062	0,360717863
	Poroton-Hochlochziegel-Plan-T	m³	800	0,390	601,338472	448,345944	1,90598664	151,086544	1290,988693	1081,407378	209,484264	0,097053392	158,383256	0,496619328	0,38476572
	Poroton-Hochlochziegel-Plan-T 1,2	m³	1.200	0,500	902,007708	672,518916	2,85897996	226,629816	1936,48304	1622,111067	314,226396	0,145580088	237,574884	0,744928992	0,57714858
	Poroton-Planziegel-T	m³	800	0,180	601,338472	448,345944	1,90598664	151,086544	1290,988693	1081,407378	209,484264	0,097053392	158,383256	0,496619328	0,38476572
	Poroton-Planziegel-T12	m³	650	0,120	488,5875085	364,2810795	1,548614145	122,757817	1048,928313	878,6434948	170,2059645	0,078855881	128,6863955	0,403503204	0,312622148
	Poroton-Planziegel-T14	m³	700	0,140	526,171163	392,302701	1,66773831	132,200726	1129,615107	946,2314559	183,298731	0,084921718	138,585349	0,434541912	0,336670005
	Poroton-Planziegel-T16	m³	800	0,160	601,338472	448,345944	1,90598664	151,086544	1290,988693	1081,407378	209,484264	0,097053392	158,383256	0,496619328	0,38476572
	Vollklinker/Keramikklinker 1800	m³	1.800	0,810	2327,272603	2275,974809	8,73388278	42,5639106	3589,244089	2869,301287	719,41842	0,524386854	894,570228	5,14112544	2,90806614
	Vollklinker/Keramikklinker 2000	m³	2.000	0,960	2585,858448	2528,860899	9,7043142	47,293234	3988,048987	3188,112541	799,3538	0,58265206	993,96692	5,7123616	3,2311846
	Vollklinker/Keramikklinker 2200	m³	2.200	1,200	2844,444293	2781,746989	10,67474562	52,0225574	4386,853886	3506,923795	879,28918	0,640917266	1093,363612	6,28359776	3,55430306
"1 kg"	1 kg Beton B25	kg	2.400	0,000	0,27520316	0,26694194	0,00137948	0,006881733	1,382218554	1,033850453	0,34830085	6,72483E-05	0,17629989	0,000554591	0,000361734
	1 kg Hochofenzement	kg	3.000	0,000	0,73990828	0,72791141	0,002115697	0,009881172	1,961361905	0,78889875	0,6723789	0,50008426	0,50077189	0,001315124	0,000832016
	1 kg Kalksandstein	kg	0	0,000	0,32905351	0,32301554	0,001059253	0,004978716	1,652423436	1,132746226	0,51961123	6,59784E-05	0,14627202	0,000497077	0,000219639
	1 kg Kunstharzputz	kg	1	0,000	1,367779008	1,293353718	0,011484299	0,062940991	1,898091742	1,036499364	0,86053165	0,001060726	0,63207435	0,004649999	0,002623485
	1 kg Lehmvollstein	kg	0	0,000	0,44828703	0,43440413	0,002319039	0,011563861	1,363615604	0,96480359	0,39872615	8,58585E-05	0,11661509	0,000258752	0,000269411
	1 kg Porenbetonstein	kg	0	0,000	0,79778374	0,77143016	0,007954533	0,018399051	1,902736418	1,129003215	0,77317887	0,000554337	0,43217614	0,001139779	0,00065326
	1 kg Vollklinker	kg	0	0,000	1,292929224	1,26443045	0,004852157	0,023646617	1,994024494	1,594056271	0,3996769	0,000291326	0,49698346	0,002856181	0,001615592
	1 kg Zement Portland	kg	3.000	0,000	1,349319452	1,310557731	0,006531943	0,032229778	3,134920481	1,577971233	1,556825716	0,000123533	0,97747476	0,002564273	0,001663956
	1 kg Ziegel (porös)	kg	0	0,000	0,75167309	0,56043243	0,002382483	0,18885818	1,613735867	1,351759223	0,26185533	0,000121317	0,19797907	0,000620774	0,000480957
Energie	Braunkohle	kWh			1,246198929	1,239127285	0,001017853	0,006053791	3,070334177	0,0025021	3,06740644	0,000425637	0,45823071	0,002682375	0,000675651
	Erdgas	kWh			1,171961515	1,16652265	0,001082732	0,004356133	0,095435881	0,004545132	0,09032362	0,000567129	0,25413265	0,000300656	0,000157413
	Erdwärme	kWh			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Heizöl	kWh			1,160762497	1,15407362	0,001336895	0,005351982	0,1174393	0,004653366	0,11200126	0,000784675	0,31765871	0,000375269	0,000642983
	Holz Stücke	kWh			1,037430157	0,034189394	0,00049765	1,002743112	0,046606951	0,000552678	0,045965455	8,88176E-05	0,020814352	0,002707613	0,000359698
	Holzhackschnitzel	kWh			1,170284926	0,14841167	0,00177455	1,020098708	0,16973351	0,00263993	0,16662332	0,000470365	0,058385782	0,001520775	0,000609585
	Holz-Pellets	kWh			1,573667528	0,28051417	0,002707608	1,290445745	0,25625743	0,004090173	0,25146504	0,000702219	0,080457679	0,00168116	0,000838468
	Solar	kWh			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Steinkohle	kWh			1,110608985	1,105068143	0,000771911	0,004768931	0,56325733	0,002670476	0,56017332	0,000413529	0,44626615	0,002275986	0,002245359
	Strom	kWh			2,909282713	2,906028192	0,00083363	0,002420892	3,118086927	0,016414155	3,101258543	0,000414228	0,93027586	0,000677128	0,000924668

Anlage 1
Baustoffkatalog - Sachbilanzierung und Wirkungsabschätzung

		Luftschadstoffe [kg]																	
Material	Einheit	SO2	NOx	HCl	HF	Staub	CO	NM VOC	H2S	NH3	As	Cd	Cr	Hg	Ni	Pb	PCDD/F		
Beton	Beton B05	m³	0,09147	0,608291	0,001497	8,23E-05	0,080223	0,112854	0,02894	2,98E-08	5,7E-05	5,26E-07	1,4E-07	5,46E-07	5,43E-07	2,65E-06	2,33E-06	1,95E-12	
	Beton B10	m³	0,113178	0,781377	0,002008	0,000108	0,108557	0,137302	0,034793	3,77E-08	6,25E-05	6,72E-07	1,77E-07	6,78E-07	6,9E-07	3,3E-06	2,85E-06	2,29E-12	
	Beton B15	m³	0,132768	0,936855	0,002464	0,000132	0,13387	0,159231	0,040109	4,48E-08	6,77E-05	8,03E-07	2,1E-07	7,97E-07	8,21E-07	3,89E-06	3,32E-06	2,6E-12	
	Beton B20	m³	0,138928	0,985674	0,002607	0,000139	0,141806	0,166252	0,041783	4,7E-08	6,93E-05	8,44E-07	2,2E-07	8,34E-07	8,63E-07	4,07E-06	3,47E-06	2,7E-12	
	Beton B25	m³	0,145071	1,034359	0,002749	0,000147	0,149721	0,173182	0,043453	4,92E-08	7,1E-05	8,85E-07	2,3E-07	8,71E-07	9,04E-07	4,26E-06	3,62E-06	2,79E-12	
	Bimsleichtbeton 500 haufwerkporig	m³	0,015109	0,111642	0,000337	1,78E-05	0,017522	0,016554	0,003219	5,92E-09	1,21E-06	1,07E-07	2,69E-08	9,4E-08	1,09E-07	4,71E-07	3,59E-07	2,1E-13	
	Bimsleichtbeton 600 haufwerkporig	m³	0,018131	0,13397	0,000405	2,14E-05	0,021026	0,019865	0,003862	7,1E-09	1,45E-06	1,28E-07	3,23E-08	1,13E-07	1,3E-07	5,65E-07	4,3E-07	2,52E-13	
	Bimsleichtbeton 700 haufwerkporig	m³	0,021153	0,156298	0,000472	2,5E-05	0,02453	0,023176	0,004506	8,28E-09	1,69E-06	1,5E-07	3,77E-08	1,32E-07	1,52E-07	6,6E-07	5,02E-07	2,94E-13	
	Bimsleichtbeton 800 haufwerkporig	m³	0,024175	0,178627	0,00054	2,85E-05	0,028035	0,026487	0,00515	9,47E-09	1,94E-06	1,71E-07	4,31E-08	1,5E-07	1,74E-07	7,54E-07	5,75E-07	3,36E-13	
	Bimsleichtbeton 900 haufwerkporig	m³	0,027197	0,200955	0,000607	3,21E-05	0,031539	0,029797	0,005794	1,07E-08	2,18E-06	1,93E-07	4,85E-08	1,69E-07	1,95E-07	8,48E-07	6,45E-07	3,78E-13	
	Bimsleichtbeton 1000 haufwerkporig	m³	0,030219	0,223283	0,000674	3,57E-05	0,035043	0,033108	0,006437	1,18E-08	2,42E-06	2,14E-07	5,39E-08	1,88E-07	2,17E-07	9,42E-07	7,17E-07	4,2E-13	
	Bimsleichtbeton 1200 haufwerkporig	m³	0,036263	0,26794	0,000809	4,28E-05	0,042052	0,03973	0,007725	1,42E-08	2,9E-06	2,57E-07	6,46E-08	2,26E-07	2,6E-07	1,13E-06	8,6E-07	5,04E-13	
	Leichtbeton 1600	m³	0,096714	0,689573	0,001833	9,78E-05	0,099814	0,115455	0,028968	3,28E-08	4,73E-05	5,9E-07	1,53E-07	5,81E-07	6,03E-07	2,84E-06	2,41E-06	1,86E-12	
	Leichtbeton 1800	m³	0,108803	0,775769	0,002062	0,00011	0,112291	0,129886	0,032589	3,69E-08	5,32E-05	6,64E-07	1,73E-07	6,53E-07	6,78E-07	3,19E-06	2,71E-06	2,09E-12	
	Leichtbeton 2000	m³	0,120893	0,861966	0,002291	0,000122	0,124767	0,144318	0,03621	4,1E-08	5,91E-05	7,38E-07	1,92E-07	7,26E-07	7,53E-07	3,55E-06	3,02E-06	2,33E-12	
	Leichtbeton mit Porenton 800	m³	1,068883	0,95403	0,002149	0,000127	0,123726	0,179529	0,045873	5,25E-08	6,79E-06	7,57E-07	1,96E-07	7,5E-07	7,86E-07	5,6E-06	3,03E-06	2,15E-12	
	Leichtbeton mit Porenton 1000	m³	1,336104	1,192538	0,002687	0,000159	0,154657	0,224411	0,057341	6,57E-08	8,48E-06	9,46E-07	2,45E-07	9,37E-07	9,82E-07	7E-06	3,79E-06	2,68E-12	
	Leichtbeton mit Porenton 1200	m³	1,603325	1,431046	0,003224	0,000191	0,185588	0,269294	0,068809	7,88E-08	1,02E-05	1,14E-06	2,94E-07	1,12E-06	1,18E-06	8,4E-06	4,55E-06	3,22E-12	
	Leichtbeton mit Porenton 1400	m³	1,870545	1,669553	0,003762	0,000223	0,21652	0,314176	0,080277	9,19E-08	1,19E-05	1,32E-06	3,43E-07	1,31E-06	1,38E-06	9,8E-06	5,31E-06	3,76E-12	
	Leichtbeton mit Porenton 1600	m³	2,137766	1,908061	0,004299	0,000255	0,247451	0,359058	0,091746	1,05E-07	1,36E-05	1,51E-06	3,92E-07	1,5E-06	1,57E-06	1,12E-05	6,07E-06	4,29E-12	
	Leichtbeton mit Porenton 1800	m³	2,404987	2,146568	0,004836	0,000286	0,278383	0,400394	0,103214	1,18E-07	1,53E-05	1,7E-06	4,41E-07	1,69E-06	1,77E-06	1,26E-05	6,83E-06	4,83E-12	
	Leichtbeton mit Porenton 2000	m³	2,672208	2,385076	0,005374	0,000318	0,309314	0,448823	0,114682	1,31E-07	1,7E-05	1,89E-06	4,9E-07	1,87E-06	1,96E-06	1,4E-05	7,58E-06	5,37E-12	
	Stahlbeton B25	m³	0,236983	1,18089	0,002962	0,000157	0,212131	0,999948	0,050215	5,96E-08	7,56E-05	3,27E-06	1,67E-06	1,26E-05	3,89E-06	1,37E-05	8E-05	1,21E-10	
	Dämmung	EPS Polystyrol-Extruderschäum 030	m³	0,131724	0,316104	0,000724	6,25E-05	0,021774	0,068096	1,34963	5,52E-08	2,96E-08	1,68E-07	9,56E-08	4,68E-07	2,34E-07	1,1E-05	1,63E-06	1,6E-12
		EPS Polystyrol-Extruderschäum 035	m³	0,131724	0,316104	0,000724	6,25E-05	0,021774	0,068096	1,34963	5,52E-08	2,96E-08	1,68E-07	9,56E-08	4,68E-07	2,34E-07	1,1E-05	1,63E-06	1,6E-12
EPS Polystyrol-Extruderschäum 040		m³	0,131724	0,316104	0,000724	6,25E-05	0,021774	0,068096	1,34963	5,52E-08	2,96E-08	1,68E-07	9,56E-08	4,68E-07	2,34E-07	1,1E-05	1,63E-06	1,6E-12	
Holzwoleleichtbauplatte 070		m³	0,52354	0,269994	0,00098	6,64E-05	0,043569	0,270252	0,854915	4,29E-08	1,67E-05	3,42E-06	2,97E-07	5,13E-06	3,47E-06	0,000272	1,88E-05	1,68E-12	
Holzwoleleichtbauplatte 080		m³	0,580139	0,299183	0,001086	7,35E-05	0,048279	0,299469	0,947338	4,75E-08	1,86E-05	3,79E-06	3,29E-07	5,69E-06	4,07E-06	0,000302	2,08E-05	1,86E-12	
Holzwoleleichtbauplatte 090		m³	0,636738	0,328372	0,001192	8,07E-05	0,052989	0,328685	1,039761	5,21E-08	2,04E-05	4,16E-06	3,61E-07	6,24E-06	4,46E-06	0,000331	2,28E-05	2,04E-12	
Mineralwolle 035		m³	0,049478	0,140455	0,001025	0,003819	0,086423	0,038736	0,257362	2,96E-07	0,0385	6,08E-07	1,83E-07	5,94E-07	6,57E-07	2,67E-06	2,15E-06	1,39E-12	
Mineralwolle 040		m³	0,049478	0,140455	0,001025	0,003819	0,086423	0,038736	0,257362	2,96E-07	0,0385	6,08E-07	1,83E-07	5,94E-07	6,57E-07	2,67E-06	2,15E-06	1,39E-12	
Mineralwolle 045		m³	0,049478	0,140455	0,001025	0,003819	0,086423	0,038736	0,257362	2,96E-07	0,0385	6,08E-07	1,83E-07	5,94E-07	6,57E-07	2,67E-06	2,15E-06	1,39E-12	
Mineralwolle 050		m³	0,049478	0,140455	0,001025	0,003819	0,086423	0,038736	0,257362	2,96E-07	0,0385	6,08E-07	1,83E-07	5,94E-07	6,57E-07	2,67E-06	2,15E-06	1,39E-12	
PUR Polyurethan-Hartschaum 020		m³	0,148109	0,333028	0,002324	0,000146	0,023349	0,251575	0,042018	7,16E-07	7,34E-07	7,12E-07	3,27E-07	1,07E-06	8,77E-07	9,42E-06	3,42E-06	3,17E-12	
PUR Polyurethan-Hartschaum 025		m³	0,148109	0,333028	0,002324	0,000146	0,023349	0,251575	0,042018	7,16E-07	7,34E-07	7,12E-07	3,27E-07	1,07E-06	8,77E-07	9,42E-06	3,42E-06	3,17E-12	
PUR Polyurethan-Hartschaum 030		m³	0,148109	0,333028	0,002324	0,000146	0,023349	0,251575	0,042018	7,16E-07	7,34E-07	7,12E-07	3,27E-07	1,07E-06	8,77E-07	9,42E-06	3,42E-06	3,17E-12	
PUR Polyurethan-Hartschaum 035		m³	0,148109	0,333028	0,002324	0,000146	0,023349	0,251575	0,042018	7,16E-07	7,34E-07	7,12E-07	3,27E-07	1,07E-06	8,77E-07	9,42E-06	3,42E-06	3,17E-12	
PUR Polyurethan-Hartschaum 040		m³	0,148109	0,333028	0,002324	0,000146	0,023349	0,251575	0,042018	7,16E-07	7,34E-07	7,12E-07	3,27E-07	1,07E-06	8,77E-07	9,42E-06	3,42E-06	3,17E-12	
Steinwolle 035		m³	0,229424	0,124885	0,002582	0,000347	0,051356	7,152886	0,086558	-1,84E-08	2,09E-07	4,95E-07	1,15E-07	4,07E-07	5,13E-07	1,92E-06	1,68E-06	9,23E-13	
Steinwolle 040		m³	0,229424	0,124885	0,002582	0,000347	0,051356	7,152886	0,086558	-1,84E-08	2,09E-07	4,95E-07	1,15E-07	4,07E-07	5,13E-07	1,92E-06	1,68E-06	9,23E-13	
Steinwolle 045		m³	0,229424	0,124885	0,002582	0,000347	0,051356	7,152886	0,086558	-1,84E-08	2,09E-07	4,95E-07	1,15E-07	4,07E-07	5,13E-07	1,92E-06	1,68E-06	9,23E-13	
Dichtung	Bitumen kalt	kg	0,002279	0,002766	4,94E-06	6,94E-07	0,000752	0,00497	0,00118	1,25E-09	4,91E-09	1,31E-09	6,15E-10	5,53E-09	1,83E-09	1,72E-07	2,38E-08	2,47E-14	
	Bitumendichtungsbahn	kg	6,49E-05	0,000463	1,24E-06	6,64E-08	6,71E-05	7,74E-05	1,94E-05	2,24E-11	3,16E-08	4,03E-10	1,05E-10	3,95E-10	4,12E-10	1,92E-09	1,64E-09	1,26E-15	
	Dampfbremse flammgeschützt	kg	0,003014	0,006402	-4,02E-05	-6,26E-07	0,001104	0,601267	2,25E-10	-1,28E-09	-1,39E-08	-9,64E-10	4,82E-10	-1,25E-08	2,88E-07	-1,07E-08	1,67E-14		
	Dampfbremse PE	kg	0,006002	0,013301	-1,21E-05	1,51E-06	0,002579	0,005302	0,008156	1,69E-09	1,87E-07	-5,49E-10	4,46E-09	1,82E-08	3,18E-09	4,44E-07	4,53E-08	5,98E-14	
	Dichtungsbahn PE	kg	0,004668	0,011147	-2,34E-05	7,7E-07	0,000945	0,002262	0,0078	6,86E-10	1,34E-08	-4,39E-09	2,53E-09	1,25E-08	-1,59E-09	4,2E-07	2,9E-08	4,46E-14	
	Dichtungsbahn PVC	kg	0,003545	0,009109	-2,37E-05	2,13E-06	0,000729	0,001796	0,007171	4,23E-10	1,85E-05	-9,78E-09	4,74E-10	5,26E-09	-7,78E-09	3,33E-07	5,09E-09	2,72E-14	
	PE-Folie	m²	0,000834	0,002117	-6,75E-06	2,64E-08	0,000152	0,000375	0,001493	3,49E-11	-2,41E-10	-2,76E-09	2,2E-10	1,27E-09	-2,14E-09	7,63E-08	-3,35E-10		

Anlage 1
Baustoffkatalog - Sachbilanzierung und Wirkungsabschätzung

		Luftschadstoffe [kg]																
	Material	Einheit	SO2	NOx	HCl	HF	Staub	CO	NM VOC	H2S	NH3	As	Cd	Cr	Hg	Ni	Pb	PCDD/F
Holzwerk	Schnittholz Fichte	m³	0,089672	0,287409	0,001257	7,97E-05	0,020662	0,331946	0,140778	1,55E-07	3,97E-07	6,95E-07	1,89E-07	6,3E-07	7,37E-07	2,8E-06	2,38E-06	1,44E-12
	Spanplatte	m³	0,254699	0,774725	0,003321	0,000206	0,04815	0,765285	0,282922	1,8E-06	4,9E-05	1,63E-06	4,99E-07	1,71E-06	1,76E-06	5,7E-06	6,78E-06	5,56E-12
	Sperrholz-Fichte	m³	0,863167	2,150181	0,010433	0,000655	0,122007	1,479027	0,471969	4,94E-06	2,47E-06	5,38E-06	1,55E-06	5,26E-06	5,76E-06	2,03E-05	2,05E-05	1,49E-11
	Weichfaserplatte	m³	0,341281	0,451081	0,037275	0,001931	0,096011	0,499471	0,177044	1,11E-06	1,49E-06	4,53E-06	8,02E-07	3,92E-06	4,58E-06	7,35E-05	1,67E-05	6,83E-12
Kalksandstein	Kalksandstein 1000	m³	0,072843	0,210095	0,000522	3,44E-05	0,030008	2,055674	0,012273	3,62E-07	5,85E-07	3,08E-07	7,15E-08	3,65E-07	3,29E-07	7,17E-06	1,52E-06	1,01E-12
	Kalksandstein 1200	m³	0,087412	0,252114	0,000627	4,12E-05	0,03601	2,466808	0,014727	4,34E-07	7,01E-07	3,7E-07	8,58E-08	4,38E-07	3,95E-07	8,6E-06	1,82E-06	1,21E-12
	Kalksandstein 1400	m³	0,10198	0,294133	0,000731	4,81E-05	0,042011	2,877943	0,017182	5,06E-07	8,18E-07	4,32E-07	1E-07	5,12E-07	4,61E-07	1E-05	2,13E-06	1,41E-12
	Kalksandstein 1600	m³	0,116549	0,336152	0,000835	5,5E-05	0,048013	3,289078	0,019636	5,79E-07	9,35E-07	4,94E-07	1,14E-07	5,85E-07	5,27E-07	1,15E-05	2,43E-06	1,62E-12
	Kalksandstein 1800	m³	0,131118	0,378171	0,00094	6,18E-05	0,054015	3,700212	0,022091	6,51E-07	1,05E-06	5,55E-07	1,29E-07	6,58E-07	5,93E-07	1,29E-05	2,74E-06	1,82E-12
	Kalksandstein 2000	m³	0,145686	0,42019	0,001044	6,87E-05	0,060016	4,111347	0,024545	7,23E-07	1,17E-06	6,17E-07	1,43E-07	7,31E-07	6,59E-07	1,43E-05	3,04E-06	2,02E-12
	Kalksandstein 2200	m³	0,160255	0,462209	0,001149	7,56E-05	0,066018	4,522482	0,027	7,96E-07	1,29E-06	6,79E-07	1,57E-07	8,04E-07	7,24E-07	1,58E-05	3,35E-06	2,22E-12
Lehm	Leichtlehmstein 800	m³	0,019732	0,198831	0,000475	3,18E-05	0,007296	0,095481	0,011277	1,4E-06	1E-07	2,2E-07	6,96E-08	3,14E-07	2,39E-07	8,28E-07	1,58E-06	1,82E-12
	Leichtlehmstein 1000	m³	0,024665	0,248538	0,000594	3,98E-05	0,00912	0,119352	0,014096	1,75E-06	1,25E-07	2,75E-07	8,7E-08	3,93E-07	2,99E-07	1,03E-06	1,97E-06	2,28E-12
	Leichtlehmstein 1200	m³	0,029599	0,298246	0,000713	4,77E-05	0,010944	0,143222	0,016915	2,1E-06	1,51E-07	3,3E-07	1,04E-07	4,71E-07	3,59E-07	1,24E-06	2,36E-06	2,73E-12
	Massivlehmstein 1800	m³	0,217079	0,34575	0,028203	0,001446	0,030258	0,144363	0,020905	8,34E-07	1,04E-05	2,85E-06	4,36E-07	2,46E-06	2,84E-06	5,53E-05	1,08E-05	4,17E-12
	Massivlehmstein 2000	m³	0,241199	0,384166	0,031336	0,001607	0,03362	0,160403	0,023228	9,27E-07	1,16E-05	3,16E-06	4,85E-07	2,74E-06	3,16E-06	6,15E-05	1,21E-05	4,63E-12
Metall	Baustahl	kg	0,002883	0,003592	3,68E-06	1,72E-07	0,001893	0,027342	0,000171	2,87E-10	6,7E-08	7,83E-08	4,78E-08	3,89E-07	9,85E-08	3,1E-07	2,54E-06	3,93E-12
	Stahlblech	kg	0,003137	0,003984	7,43E-06	3,94E-07	0,001985	0,028508	0,001	1,71E-09	7,02E-08	8,36E-08	5,01E-08	4,05E-07	1,05E-07	3,31E-07	2,65E-06	4,08E-12
	Stahlblech-verzinkt	kg	0,004048	0,005019	0,000171	8,42E-06	0,0022	0,030104	0,00105	1,67E-09	1,06E-07	9,84E-08	5,42E-08	4,32E-07	1,21E-07	4,8E-07	2,8E-06	4,27E-12
Porenbeton	Porenbeton Ytong 0,35 Plan-/Großblc	m³	0,089651	0,197184	0,001283	0,000354	0,046147	1,282615	0,013962	4,22E-07	1,41E-06	2,99E-07	8,31E-08	2,96E-07	3,15E-07	1,39E-06	1,18E-06	8,85E-13
	Porenbeton Ytong 0,40 Plan-/Großblc	m³	0,102459	0,225353	0,001467	0,000404	0,052739	1,465845	0,015957	4,82E-07	1,62E-06	3,41E-07	9,5E-08	3,39E-07	3,6E-07	1,59E-06	1,35E-06	1,01E-12
	Porenbeton Ytong 0,45 Plan-/Großblc	m³	0,115266	0,253522	0,00165	0,000455	0,059331	1,649076	0,017952	5,42E-07	1,82E-06	3,84E-07	1,07E-07	3,81E-07	4,05E-07	1,79E-06	1,52E-06	1,14E-12
	Porenbeton Ytong 0,50 Plan-/Großblc	m³	0,128074	0,281691	0,001833	0,000505	0,065924	1,832307	0,019946	6,02E-07	2,02E-06	4,26E-07	1,19E-07	4,23E-07	4,51E-07	1,99E-06	1,69E-06	1,26E-12
	Porenbeton Ytong 0,60 Plan-/Großblc	m³	0,153688	0,33803	0,0022	0,000606	0,079109	2,198768	0,023936	7,23E-07	2,43E-06	5,12E-07	1,43E-07	5,08E-07	5,41E-07	2,38E-06	2,03E-06	1,52E-12
	Porenbeton Ytong 0,65 Plan-/Großblc	m³	0,166496	0,366199	0,002383	0,000657	0,085701	2,381999	0,02593	7,83E-07	2,63E-06	5,54E-07	1,54E-07	5,5E-07	5,86E-07	2,58E-06	2,2E-06	1,64E-12
	Porenbeton Ytong 0,70 Plan-/Großblc	m³	0,179303	0,394368	0,002567	0,000708	0,092293	2,565229	0,027925	8,43E-07	2,83E-06	5,97E-07	1,66E-07	5,93E-07	6,31E-07	2,78E-06	2,37E-06	1,77E-12
	Porenbeton Ytong 0,80 Plan-/Großblc	m³	0,204918	0,450706	0,002933	0,000809	0,105478	2,93169	0,031914	9,64E-07	3,23E-06	6,82E-07	1,9E-07	6,77E-07	7,21E-07	3,18E-06	2,71E-06	2,02E-12
	Porenbeton Ytong Decken-/Dachplatt	m³	0,128074	0,281691	0,001833	0,000505	0,065924	1,832307	0,019946	6,02E-07	2,02E-06	4,26E-07	1,19E-07	4,23E-07	4,51E-07	1,99E-06	1,69E-06	1,26E-12
	Porenbeton Ytong Decken-/Dachplatt	m³	0,153688	0,33803	0,0022	0,000606	0,079109	2,198768	0,023936	7,23E-07	2,43E-06	5,12E-07	1,43E-07	5,08E-07	5,41E-07	2,38E-06	2,03E-06	1,52E-12
	Porenbeton Ytong Decken-/Dachplatt	m³	0,179303	0,394368	0,002567	0,000708	0,092293	2,565229	0,027925	8,43E-07	2,83E-06	5,97E-07	1,66E-07	5,93E-07	6,31E-07	2,78E-06	2,37E-06	1,77E-12
	Porenbeton Ytong Trennwandelement	m³	0,153688	0,33803	0,0022	0,000606	0,079109	2,198768	0,023936	7,23E-07	2,43E-06	5,12E-07	1,43E-07	5,08E-07	5,41E-07	2,38E-06	2,03E-06	1,52E-12
	Porenbeton-Blocksteine 400	m³	0,102459	0,225353	0,001467	0,000404	0,052739	1,465845	0,015957	4,82E-07	1,62E-06	3,41E-07	9,5E-08	3,39E-07	3,6E-07	1,59E-06	1,35E-06	1,01E-12
	Porenbeton-Blocksteine 450	m³	0,115266	0,253522	0,00165	0,000455	0,059331	1,649076	0,017952	5,42E-07	1,82E-06	3,84E-07	1,07E-07	3,81E-07	4,05E-07	1,79E-06	1,52E-06	1,14E-12
	Porenbeton-Blocksteine 500	m³	0,128074	0,281691	0,001833	0,000505	0,065924	1,832307	0,019946	6,02E-07	2,02E-06	4,26E-07	1,19E-07	4,23E-07	4,51E-07	1,99E-06	1,69E-06	1,26E-12
	Porenbeton-Blocksteine 550	m³	0,140881	0,30986	0,002017	0,000556	0,072516	2,015537	0,021941	6,63E-07	2,22E-06	4,69E-07	1,31E-07	4,66E-07	4,96E-07	2,18E-06	1,86E-06	1,39E-12
	Porenbeton-Blocksteine 600	m³	0,153688	0,33803	0,0022	0,000606	0,079109	2,198768	0,023936	7,23E-07	2,43E-06	5,12E-07	1,43E-07	5,08E-07	5,41E-07	2,38E-06	2,03E-06	1,52E-12
	Porenbeton-Blocksteine 650	m³	0,166496	0,366199	0,002383	0,000657	0,085701	2,381999	0,02593	7,83E-07	2,63E-06	5,54E-07	1,54E-07	5,5E-07	5,86E-07	2,58E-06	2,2E-06	1,64E-12
	Porenbeton-Blocksteine 700	m³	0,179303	0,394368	0,002567	0,000708	0,092293	2,565229	0,027925	8,43E-07	2,83E-06	5,97E-07	1,66E-07	5,93E-07	6,31E-07	2,78E-06	2,37E-06	1,77E-12
	Porenbeton-Blocksteine 800	m³	0,204918	0,450706	0,002933	0,000809	0,105478	2,93169	0,031914	9,64E-07	3,23E-06	6,82E-07	1,9E-07	6,77E-07	7,21E-07	3,18E-06	2,71E-06	2,02E-12
	Porenbeton-Plansteine 350	m³	0,089651	0,197184	0,001283	0,000354	0,046147	1,282615	0,013962	4,22E-07	1,41E-06	2,99E-07	8,31E-08	2,96E-07	3,15E-07	1,39E-06	1,18E-06	8,85E-13
	Porenbeton-Plansteine 400	m³	0,102459	0,225353	0,001467	0,000404	0,052739	1,465845	0,015957	4,82E-07	1,62E-06	3,41E-07	9,5E-08	3,39E-07	3,6E-07	1,59E-06	1,35E-06	1,01E-12
	Porenbeton-Plansteine 450	m³	0,115266	0,253522	0,00165	0,000455	0,059331	1,649076	0,017952	5,42E-07	1,82E-06	3,84E-07	1,07E-07	3,81E-07	4,05E-07	1,79E-06	1,52E-06	1,14E-12
	Porenbeton-Plansteine 500	m³	0,128074	0,281691	0,001833	0,000505	0,065924	1,832307	0,019946	6,02E-07	2,02E-06	4,26E-07	1,19E-07	4,23E-07	4,51E-07	1,99E-06	1,69E-06	1,26E-12
	Porenbeton-Plansteine 550	m³	0,140881	0,30986	0,002017	0,000556	0,072516	2,015537	0,021941	6,63E-07	2,22E-06	4,69E-07	1,31E-07	4,66E-07	4,96E-07	2,18E-06	1,86E-06	1,39E-12
	Porenbeton-Plansteine 600	m³	0,153688	0,33803	0,0022	0,000606	0,079109	2,198768	0,023936	7,23E-07	2,43E-06	5,12E-07	1,43E-07	5,08E-07	5,41E-07	2,38E-06	2,03E-06	1,52E-12
	Porenbeton-Plansteine 650	m³	0,166496	0,366199	0,002383	0,000657	0,085701	2,381999	0,02593	7,83E-07	2,63E-06	5,54E-07	1,54E-07	5,5E-07	5,86E-07	2,58E-06	2,2E-06	1,64E-12
	Porenbeton-Plansteine 700	m³	0,179303	0,394368	0,002567	0,000708	0,092293	2,565229	0,027925	8,43E-07	2,83E-06	5,97E-07	1,66E-07	5,93E-07	6,31E-07	2,78E-06	2,37E-06	1,77E-12
	Porenbeton-Plansteine 800	m³	0,204918	0,450706	0,002933	0,000809	0,105478	2,93169	0,031914	9,64E-07	3,23E-06	6,82E-						

Anlage 1
Baustoffkatalog - Sachbilanzierung und Wirkungsabschätzung

		Luftschadstoffe [kg]																
	Material	Einheit	SO2	NOx	HCl	HF	Staub	CO	NM VOC	H2S	NH3	As	Cd	Cr	Hg	Ni	Pb	PCDD/F
Putz + Mörtel	Mörtel Dünnbett	kg	0,000119	0,000816	2,48E-06	1,33E-07	0,000124	0,00013	3,21E-05	4,54E-11	4,33E-08	8,23E-10	2,12E-10	7,73E-10	8,41E-10	3,7E-09	3,1E-09	2,18E-15
	Mörtel Zement	m³	0,139538	1,007815	0,002687	0,000143	0,147462	0,166406	0,041634	4,73E-08	6,61E-05	8,52E-07	2,21E-07	8,34E-07	8,68E-07	4,09E-06	3,46E-06	2,64E-12
	Wärmedämmputz 060 (mit Blähperlite)	m³	2,606041	1,551046	0,004099	0,012319	0,158122	0,359137	0,059063	7,71E-06	3,71E-05	4,18E-07	1,38E-07	6,92E-07	4,55E-07	1,68E-06	3,68E-06	4,6E-12
	Wärmedämmputz 070 (mit Blähperlite)	m³	2,606041	1,551046	0,004099	0,012319	0,158122	0,359137	0,059063	7,71E-06	3,71E-05	4,18E-07	1,38E-07	6,92E-07	4,55E-07	1,68E-06	3,68E-06	4,6E-12
	Wärmedämmputz 080 (mit Blähperlite)	m³	2,606041	1,551046	0,004099	0,012319	0,158122	0,359137	0,059063	7,71E-06	3,71E-05	4,18E-07	1,38E-07	6,92E-07	4,55E-07	1,68E-06	3,68E-06	4,6E-12
	Wärmedämmputz 090 (mit Blähperlite)	m³	2,606041	1,551046	0,004099	0,012319	0,158122	0,359137	0,059063	7,71E-06	3,71E-05	4,18E-07	1,38E-07	6,92E-07	4,55E-07	1,68E-06	3,68E-06	4,6E-12
	Wärmedämmputz 100 (mit Blähperlite)	m³	2,606041	1,551046	0,004099	0,012319	0,158122	0,359137	0,059063	7,71E-06	3,71E-05	4,18E-07	1,38E-07	6,92E-07	4,55E-07	1,68E-06	3,68E-06	4,6E-12
	Zementausenputz	m³	0,203241	1,28882	0,003047	0,000171	0,152559	0,287995	0,103721	4,97E-07	0,000293	1,14E-06	3,29E-07	1,45E-06	1,2E-06	5,92E-06	6,96E-06	7,36E-12
	Zementestrich	m³	0,129797	0,926066	0,002487	0,000133	0,134224	0,154861	0,038737	4,47E-08	6,32E-05	8,06E-07	2,1E-07	7,91E-07	8,24E-07	3,84E-06	3,28E-06	2,51E-12
Ziegel	Dachziegel Ton	kg	0,000223	0,001997	2,07E-06	1,33E-07	0,000187	0,001736	0,000195	7,43E-09	3,67E-10	1,09E-09	3,13E-10	1,17E-09	1,16E-09	3,99E-09	5,08E-09	4,52E-15
	Leichtlochziegel 1000 Lochung /	m³	0,145539	0,458351	0,012957	0,003064	0,034876	0,454114	0,008094	1,04E-06	2,39E-07	3,28E-07	1,86E-07	5,39E-07	4,24E-07	7,33E-07	1,67E-06	1,94E-12
	Leichtlochziegel 1000 W	m³	0,145539	0,458351	0,012957	0,003064	0,034876	0,454114	0,008094	1,04E-06	2,39E-07	3,28E-07	1,86E-07	5,39E-07	4,24E-07	7,33E-07	1,67E-06	1,94E-12
	Leichtlochziegel 700 Lochung A/	m³	0,101877	0,320846	0,00907	0,002145	0,024413	0,31788	0,005666	7,28E-07	1,67E-07	2,3E-07	1,3E-07	3,77E-07	2,97E-07	5,13E-07	1,17E-06	1,36E-12
	Leichtlochziegel 700 W	m³	0,101877	0,320846	0,00907	0,002145	0,024413	0,31788	0,005666	7,28E-07	1,67E-07	2,3E-07	1,3E-07	3,77E-07	2,97E-07	5,13E-07	1,17E-06	1,36E-12
	Leichtlochziegel 800 Lochung A/	m³	0,116431	0,366681	0,010365	0,002451	0,027901	0,363291	0,006475	8,33E-07	1,91E-07	2,63E-07	1,49E-07	4,31E-07	3,4E-07	5,86E-07	1,34E-06	1,55E-12
	Leichtlochziegel 800 W	m³	0,116431	0,366681	0,010365	0,002451	0,027901	0,363291	0,006475	8,33E-07	1,91E-07	2,63E-07	1,49E-07	4,31E-07	3,4E-07	5,86E-07	1,34E-06	1,55E-12
	Leichtlochziegel 900 Lochung A/	m³	0,130985	0,412516	0,011661	0,002757	0,031388	0,408703	0,007284	9,37E-07	2,15E-07	2,95E-07	1,68E-07	4,85E-07	3,82E-07	6,6E-07	1,51E-06	1,74E-12
	Leichtlochziegel 900 W	m³	0,130985	0,412516	0,011661	0,002757	0,031388	0,408703	0,007284	9,37E-07	2,15E-07	2,95E-07	1,68E-07	4,85E-07	3,82E-07	6,6E-07	1,51E-06	1,74E-12
	Poroton-Blockziegel-T	m³	0,116431	0,366681	0,010365	0,002451	0,027901	0,363291	0,006475	8,33E-07	1,91E-07	2,63E-07	1,49E-07	4,31E-07	3,4E-07	5,86E-07	1,34E-06	1,55E-12
	Poroton-Blockziegel-T14	m³	0,101877	0,320846	0,00907	0,002145	0,024413	0,31788	0,005666	7,28E-07	1,67E-07	2,3E-07	1,3E-07	3,77E-07	2,97E-07	5,13E-07	1,17E-06	1,36E-12
	Poroton-Blockziegel-T16	m³	0,109154	0,343763	0,009718	0,002298	0,026157	0,340585	0,00607	7,81E-07	1,79E-07	2,46E-07	1,4E-07	4,04E-07	3,18E-07	5,5E-07	1,25E-06	1,45E-12
	Poroton-Hochlochziegel-Plan-T	m³	0,116431	0,366681	0,010365	0,002451	0,027901	0,363291	0,006475	8,33E-07	1,91E-07	2,63E-07	1,49E-07	4,31E-07	3,4E-07	5,86E-07	1,34E-06	1,55E-12
	Poroton-Hochlochziegel-Plan-T 1,2	m³	0,174646	0,550021	0,015548	0,003677	0,041851	0,544937	0,009712	1,25E-06	2,87E-07	3,94E-07	2,23E-07	6,47E-07	5,09E-07	8,8E-07	2,01E-06	2,33E-12
	Poroton-Planziegel-T	m³	0,116431	0,366681	0,010365	0,002451	0,027901	0,363291	0,006475	8,33E-07	1,91E-07	2,63E-07	1,49E-07	4,31E-07	3,4E-07	5,86E-07	1,34E-06	1,55E-12
	Poroton-Planziegel-T12	m³	0,0946	0,297928	0,008422	0,001991	0,022669	0,295174	0,005261	6,76E-07	1,55E-07	2,13E-07	1,21E-07	3,5E-07	2,76E-07	4,77E-07	1,09E-06	1,26E-12
	Poroton-Planziegel-T14	m³	0,101877	0,320846	0,00907	0,002145	0,024413	0,31788	0,005666	7,28E-07	1,67E-07	2,3E-07	1,3E-07	3,77E-07	2,97E-07	5,13E-07	1,17E-06	1,36E-12
	Poroton-Planziegel-T16	m³	0,116431	0,366681	0,010365	0,002451	0,027901	0,363291	0,006475	8,33E-07	1,91E-07	2,63E-07	1,49E-07	4,31E-07	3,4E-07	5,86E-07	1,34E-06	1,55E-12
	Vollklinker/Keramikklinker 1800	m³	0,40149	3,594806	0,003728	0,00024	0,337249	3,125051	0,350425	1,34E-05	6,6E-07	1,96E-06	5,64E-07	2,11E-06	2,1E-06	7,19E-06	9,15E-06	8,14E-12
Vollklinker/Keramikklinker 2000	m³	0,446099	3,994229	0,004142	0,000267	0,374721	3,472729	0,389361	1,49E-05	7,34E-07	2,18E-06	6,27E-07	2,35E-06	2,33E-06	7,99E-06	1,02E-05	9,04E-12	
Vollklinker/Keramikklinker 2200	m³	0,490709	4,393652	0,004557	0,000294	0,412193	3,819506	0,428297	1,63E-05	8,07E-07	2,4E-06	6,89E-07	2,58E-06	2,56E-06	8,79E-06	1,12E-05	9,95E-12	
"1 kg"	1 kg Beton B25	kg	6,04E-05	0,000431	1,15E-06	6,11E-08	6,24E-05	7,22E-05	1,81E-05	2,05E-11	2,96E-08	3,69E-10	9,58E-11	3,63E-10	3,77E-10	1,77E-09	1,51E-09	1,16E-15
	1 kg Hochofenzement	kg	0,000111	0,001032	2,57E-06	1,28E-07	0,000164	0,000155	3,09E-05	3,83E-10	1,19E-08	6,03E-10	1,45E-10	5,57E-10	5,92E-10	2,96E-09	2,27E-09	1,59E-15
	1 kg Kalksandstein	kg	7,28E-05	0,00021	5,22E-07	3,44E-08	3E-05	0,002056	1,23E-05	3,62E-10	5,85E-10	3,08E-10	7,15E-11	3,65E-10	3,29E-10	7,17E-09	1,52E-09	1,01E-15
	1 kg Kunstharzputz	kg	0,000924	0,002448	-6,58E-06	6,05E-08	0,000173	0,000469	0,0016	2,36E-10	1,1E-07	-2,6E-09	3,23E-10	1,77E-09	-1,93E-09	8,17E-08	1,84E-09	9,1E-15
	1 kg Lehmvollstein	kg	0,000121	0,000192	1,57E-05	8,03E-07	1,68E-05	8,02E-05	1,16E-05	4,63E-10	5,8E-09	1,58E-09	2,42E-10	1,37E-09	1,58E-09	3,07E-08	6,03E-09	2,31E-15
	1 kg Porenbetonstein	kg	0,000256	0,000563	3,67E-06	1,01E-06	0,000132	0,003665	3,99E-05	1,2E-09	4,04E-09	8,53E-10	2,38E-10	8,47E-10	9,01E-10	3,97E-09	3,38E-09	2,53E-15
	1 kg Vollklinker	kg	0,000223	0,001997	2,07E-06	1,33E-07	0,000187	0,001736	0,000195	7,43E-09	3,67E-10	1,09E-09	3,13E-10	1,17E-09	1,16E-09	3,99E-09	5,08E-09	4,52E-15
	1 kg Zement Portland	kg	0,000254	0,002016	6,05E-06	3,13E-07	0,000331	0,00028	5,89E-05	9,57E-11	2,39E-08	1,76E-09	4,36E-10	1,54E-09	1,77E-09	7,76E-09	5,87E-09	3,41E-15
	1 kg Ziegel (porös)	kg	0,000146	0,000458	1,3E-05	3,06E-06	3,49E-05	0,000454	8,09E-06	1,04E-09	2,39E-10	3,28E-10	1,86E-10	5,39E-10	4,24E-10	7,33E-10	1,67E-09	1,94E-15
Energie	Braunkohle	kWh	0,000329	0,000389	7,82E-05	4,28E-06	0,000411	0,0126	0,000817	1,26E-11	2,92E-08	6,51E-10	1,73E-10	9,32E-10	4,12E-10	1,6E-09	4,03E-09	5,22E-15
	Erdgas	kWh	1,75E-05	0,0002	5,05E-07	3,55E-08	8,89E-06	0,000145	2,5E-05	8,59E-09	1,32E-10	2,5E-10	1,09E-10	7,22E-10	2,89E-10	9,22E-10	4,4E-09	6,39E-15
	Erdwärme	kWh	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Heizöl	kWh	0,000483	0,000227	1,15E-06	8,87E-08	2,91E-05	0,00019	7,23E-05	4,52E-11	5,58E-09	4,1E-10	1,51E-10	1,11E-09	4,7E-10	8,87E-09	6,5E-09	8,82E-15
	Holz Stücke	kWh	0,000215	0,000208	2,04E-07	1,28E-08	0,000152	0,012886	0,00103	6,38E-12	8,89E-09	1,33E-10	4,23E-11	1,92E-10	1,45E-10	4,98E-10	9,69E-10	1,13E-15
	Holzhackschnitzel	kWh	0,00024	0,00053	7,37E-07	4,67E-08	0,000332	0,001265	0,000729	2,3E-11	1,62E-08	5,04E-10	1,7E-10	8,49E-10	5,53E-10	2,07E-09	4,53E-09	5,69E-15
	Holz-Pellets	kWh	0,000129	0,000993	1,98E-05	7,4E-08	0,000309	0,002635	0,000178	3,8E-11	2,53E-07	7,64E-10	2,55E-10	1,28E-09	8,39E-09	3,78E-09	6,81E-09	8,48E-15
	Solar	kWh	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Steinkohle	kWh	0,001989	0,000249	7,19E-05	1,21E-05	0,000816	0,012675	0,000535	9,83E-12	1,85E-08	7,57E-10	1,51E-10	8,34E-10	7,72E-10	1,5E-09	4,98E-09	5,23E-15
Strom	kWh	0,000575	0,00046	3,12E-05	1,54E-06	2,23E-05	0,00019	3,23E-05	3,23E-11	1,9E-10	2,83E-08	2,96E-09	1,43E-08	2,74E-08	2,83E-08	9,04E-08	3,15E-14	

Anlage 1
Baustoffkatalog - Sachbilanzierung und Wirkungsabschätzung

Material	Einheit	Treibhausgase [kg]						Reststoffe [kg]					Reststoffe in Abwasser [kg]				
		CO2	CH4	N2O	Perfluor- methan	Perfluora- ethan	REA- Reststoff	Klar- schlamm	Produktions- abfall	Müll-atomar (hochaktiv)	Abraum	N	AOX	CSB	BSB5	anorg Salze	
Beton B05	m³	209,8022	0,247958	0,005276	1,14E-06	1,43E-07	2,4833623	0,491672	0,008091	1,122066	498,9965	4,56E-05	1,95E-08	3,12E-09	0,011233	0,000316	1,94E-05
Beton B10	m³	291,2684	0,339077	0,007148	1,53E-06	1,92E-07	3,202273	0,63163	0,009386	1,457033	602,4117	5,77E-05	2,27E-08	3,5E-09	0,012635	0,000356	2,61E-05
Beton B15	m³	363,8967	0,420391	0,00882	1,88E-06	2,36E-07	3,84672	0,757186	0,010573	1,757011	696,2403	6,86E-05	2,56E-08	3,86E-09	0,013914	0,000392	3,2E-05
Beton B20	m³	386,6509	0,445874	0,009344	1,99E-06	2,49E-07	4,048968	0,796594	0,010948	1,851187	725,7885	7,21E-05	2,65E-08	3,97E-09	0,014325	0,000404	3,39E-05
Beton B25	m³	409,3445	0,471289	0,009867	2,09E-06	2,63E-07	4,250664	0,835894	0,011322	1,945111	755,2517	7,55E-05	2,74E-08	4,08E-09	0,014735	0,000415	3,57E-05
Bimsleichtbeton 500 haufwerkporig	m³	49,17586	0,056602	0,001162	2,61E-07	3,28E-08	0,528751	0,104014	0,000945	0,227253	125,0169	9,38E-06	2,3E-09	1,88E-10	0,000687	1,95E-05	4,44E-06
Bimsleichtbeton 600 haufwerkporig	m³	59,01103	0,067922	0,001395	3,13E-07	3,93E-08	0,634501	0,124817	0,001134	0,272704	150,0203	1,13E-05	2,76E-09	2,26E-10	0,000825	2,34E-05	5,33E-06
Bimsleichtbeton 700 haufwerkporig	m³	68,8462	0,079242	0,001627	3,65E-07	4,59E-08	0,740251	0,14562	0,001323	0,318154	175,0237	1,31E-05	3,22E-09	2,64E-10	0,000962	2,73E-05	6,22E-06
Bimsleichtbeton 800 haufwerkporig	m³	78,68137	0,090563	0,001859	4,17E-07	5,24E-08	0,846001	0,166423	0,001512	0,363605	200,0271	1,5E-05	3,68E-09	3,01E-10	0,001099	3,12E-05	7,11E-06
Bimsleichtbeton 900 haufwerkporig	m³	88,51655	0,101883	0,002092	4,69E-07	5,9E-08	0,951751	0,187225	0,001701	0,409055	225,0304	1,69E-05	4,14E-09	3,39E-10	0,001237	3,51E-05	8E-06
Bimsleichtbeton 1000 haufwerkporig	m³	98,35172	0,113203	0,002324	5,22E-07	6,55E-08	1,057501	0,208028	0,00189	0,454506	250,0338	1,88E-05	4,6E-09	3,77E-10	0,001374	3,9E-05	8,88E-06
Bimsleichtbeton 1200 haufwerkporig	m³	118,0221	0,135844	0,002789	6,26E-07	7,86E-08	1,269002	0,249634	0,002269	0,545407	300,0406	2,25E-05	5,52E-09	4,52E-10	0,001649	4,68E-05	1,07E-05
Leichtbeton 1600	m³	272,8964	0,314192	0,006578	1,4E-06	1,75E-07	2,833776	0,557262	0,007548	1,29674	503,5012	5,03E-05	1,83E-08	2,72E-09	0,009823	0,000277	2,38E-05
Leichtbeton 1800	m³	307,0084	0,353467	0,0074	1,57E-06	1,97E-07	3,187998	0,62692	0,008492	1,458833	566,4388	5,66E-05	2,06E-08	3,06E-09	0,011051	0,000311	2,68E-05
Leichtbeton 2000	m³	341,1204	0,392741	0,008222	1,75E-06	2,19E-07	3,54222	0,696578	0,009435	1,620925	629,3764	6,29E-05	2,29E-08	3,4E-09	0,012279	0,000346	2,98E-05
Leichtbeton mit Porenton 800	m³	293,112	0,378322	0,00879	1,46E-06	1,84E-07	3,527913	0,702154	0,030433	10,57405	383,6967	6,74E-05	7,3E-08	3E-09	0,010615	0,000299	2,52E-05
Leichtbeton mit Porenton 1000	m³	366,39	0,472903	0,010988	1,83E-06	2,3E-07	4,409891	0,877693	0,038041	13,21757	479,5209	8,42E-05	9,13E-08	3,76E-09	0,013268	0,000374	3,15E-05
Leichtbeton mit Porenton 1200	m³	439,668	0,567484	0,013185	2,19E-06	2,76E-07	5,291869	1,053231	0,04565	15,86108	575,6405	0,000101	1,1E-07	4,51E-09	0,012922	0,000449	3,78E-05
Leichtbeton mit Porenton 1400	m³	512,946	0,662064	0,015383	2,56E-06	3,22E-07	6,173848	1,22877	0,053258	18,5046	671,4692	0,000118	1,28E-07	5,26E-09	0,018576	0,000523	4,41E-05
Leichtbeton mit Porenton 1600	m³	586,224	0,756645	0,01758	2,93E-06	3,68E-07	7,055826	1,404308	0,060866	21,14811	767,3934	0,000135	1,46E-07	6,01E-09	0,021229	0,000598	5,04E-05
Leichtbeton mit Porenton 1800	m³	659,502	0,851225	0,019778	3,29E-06	4,14E-07	7,937804	1,579847	0,068475	23,79162	863,3175	0,000152	1,64E-07	6,76E-09	0,023883	0,000673	5,67E-05
Leichtbeton mit Porenton 2000	m³	732,78	0,945806	0,021975	3,66E-06	4,6E-07	8,819782	1,755386	0,076083	26,43514	959,2417	0,000168	1,83E-07	7,51E-09	0,026537	0,000748	6,3E-05
Stahlbeton B25	m³	472,0563	0,763431	0,010696	2,47E-06	3,1E-07	4,631998	0,912361	0,012989	14,79755	859,8321	7,67E-05	3,42E-08	2,77E-07	0,996572	0,027953	4,19E-05
EPS Polystyrol-Extruderschäum 030	m³	93,52575	0,189376	0,002338	1,97E-07	2,47E-08	1,603177	0,223073	0,053196	0,981876	61,32263	3,45E-05	1,26E-07	3,45E-09	0,011919	0,000334	4,13E-06
EPS Polystyrol-Extruderschäum 035	m³	93,52575	0,189376	0,002338	1,97E-07	2,47E-08	1,603177	0,223073	0,053196	0,981876	61,32263	3,45E-05	1,26E-07	3,45E-09	0,011919	0,000334	4,13E-06
EPS Polystyrol-Extruderschäum 040	m³	93,52575	0,189376	0,002338	1,97E-07	2,47E-08	1,603177	0,223073	0,053196	0,981876	61,32263	3,45E-05	1,26E-07	3,45E-09	0,011919	0,000334	4,13E-06
Holzwoleleichtbauplatte 070	m²	120,9281	0,156468	0,003484	4,8E-07	6,03E-08	2,004335	0,406999	0,024046	72,87652	85,72063	4,21E-05	5,76E-08	2,73E-09	0,009555	0,000268	8,52E-06
Holzwoleleichtbauplatte 080	m²	134,0015	0,173384	0,00386	5,32E-07	6,69E-08	2,22102	0,450999	0,026646	80,75506	94,98773	4,66E-05	6,39E-08	3,03E-09	0,010589	0,000297	9,45E-06
Holzwoleleichtbauplatte 090	m²	147,0748	0,190299	0,004237	5,84E-07	7,34E-08	2,437705	0,494998	0,029245	88,63361	104,2548	5,12E-05	7,01E-08	3,32E-09	0,011622	0,000326	1,04E-05
Mineralwolle 035	m³	53,81759	0,155322	0,001546	5,43E-07	6,82E-08	3,323956	0,65437	0,003621	2,202732	144,8533	7,05E-05	6,85E-09	1,36E-09	0,024547	0,002238	1,985556
Mineralwolle 040	m³	53,81759	0,155322	0,001546	5,43E-07	6,82E-08	3,323956	0,65437	0,003621	2,202732	144,8533	7,05E-05	6,85E-09	1,36E-09	0,024547	0,002238	1,985556
Mineralwolle 045	m³	53,81759	0,155322	0,001546	5,43E-07	6,82E-08	3,323956	0,65437	0,003621	2,202732	144,8533	7,05E-05	6,85E-09	1,36E-09	0,024547	0,002238	1,985556
Mineralwolle 050	m³	53,81759	0,155322	0,001546	5,43E-07	6,82E-08	3,323956	0,65437	0,003621	2,202732	144,8533	7,05E-05	6,85E-09	1,36E-09	0,024547	0,002238	1,985556
PUR Polyurethan-Hartschaum 020	m³	151,9068	0,364037	0,003621	7,28E-07	9,15E-08	5,950876	0,920091	0,042176	5,46644	209,896	0,000113	1E-07	4,88E-09	0,022238	0,000651	0,669508
PUR Polyurethan-Hartschaum 025	m³	151,9068	0,364037	0,003621	7,28E-07	9,15E-08	5,950876	0,920091	0,042176	5,46644	209,896	0,000113	1E-07	4,88E-09	0,022238	0,000651	0,669508
PUR Polyurethan-Hartschaum 030	m³	151,9068	0,364037	0,003621	7,28E-07	9,15E-08	5,950876	0,920091	0,042176	5,46644	209,896	0,000113	1E-07	4,88E-09	0,022238	0,000651	0,669508
PUR Polyurethan-Hartschaum 035	m³	151,9068	0,364037	0,003621	7,28E-07	9,15E-08	5,950876	0,920091	0,042176	5,46644	209,896	0,000113	1E-07	4,88E-09	0,022238	0,000651	0,669508
PUR Polyurethan-Hartschaum 040	m³	151,9068	0,364037	0,003621	7,28E-07	9,15E-08	5,950876	0,920091	0,042176	5,46644	209,896	0,000113	1E-07	4,88E-09	0,022238	0,000651	0,669508
Steinwolle 035	m³	96,79562	0,543013	0,001193	5,82E-07	7,32E-08	2,31241	0,494508	0,004502	9,248857	125,8585	3,89E-05	1,08E-08	7,83E-10	1,641215	0,046159	9,93E-06
Steinwolle 040	m³	96,79562	0,543013	0,001193	5,82E-07	7,32E-08	2,31241	0,494508	0,004502	9,248857	125,8585	3,89E-05	1,08E-08	7,83E-10	1,641215	0,046159	9,93E-06
Steinwolle 045	m³	96,79562	0,543013	0,001193	5,82E-07	7,32E-08	2,31241	0,494508	0,004502	9,248857	125,8585	3,89E-05	1,08E-08	7,83E-10	1,641215	0,046159	9,93E-06
Bitumen kalt	kg	0,986869	0,003245	1,94E-05	1,53E-09	1,92E-10	0,005449	0,000377	0,000887	0,015978	0,404399	2,03E-07	7,4E-08	1,5E-09	0,000423	8,09E-05	5,63E-06
Bitumendichtungsbahn	kg	0,183679	0,000212	4,43E-06	9,49E-10	1,19E-10	0,001938	0,000381	4,99E-06	0,000882	0,338884	3,45E-08	1,21E-11	1,82E-12	6,57E-06	1,85E-07	1,62E-08
Dampfbremse flammgeschützt	kg	1,339865	0,00225	2,4E-05	7,6E-10	9,56E-11	-0,021924	-0,008788	0,001487	0,001731	-0,020553	1,82E-07	3,53E-09	8,2E-11	0,00028	7,86E-06	3,53E-08
Dampfbremse PE	kg	3,794409	0,005859	8,86E-05	1,99E-08	2,5E-09	0,085634	0,009035	0,004685	0,077248	4,177463	2,35E-06	4,81E-09	1,38E-10	0,017515	0,006031	0,000167
Dichtungsbahn PE	kg	3,071398	0,004781	7,44E-05	1,83E-08	2,3E-09	0,04245	0,002719	0,002166	0,029425	2,737884	1,59E-06	4,65E-09	1,18E-10	0,001693	0,000466	1,29E-05
Dichtungsbahn PVC	kg	2,248627	0,003235	5,45E-05	5,96E-09	7,49E-10	0,004912	-0,004096	0,00171	0,014746	1,008232	7,04E-07	3,92E-09	9,36E-11	0,000664	0,000128	0,000956
PE-Folie	m²	0,532493	0,000717	1,17E-05	1,21E-09	1,52E-10	0,004238	-0,000659	0,000388	0,005063	0,322132	2,22E-07	9,19E-10	2,18E-11	7,47E-05	2,1E-06	2,64E-08
Fenster Holz	m²	1,79033	0,004981	4,9E-05	8,11E-06	1,02E-06	0,064371	0,011938	5,62E-05	0,626235	2,929376	1,3E-06	1,93E-10	2,79E-10	0,002481	7,7E-05	0,115843
Fenster Holz gedämmt	m²	1,616167	0,004401	4,11E-05	6,14E-06	7,72E-07	0,050302	0,009371	4,33E-05	0,478684	2,335566	1,01E-06	1,48E-10	2,15E-10	0,002221	6,79E-05	0,131536
Fenster PVC	m²	1,772355	0,005106	3,87E-05	2,22E-06	2,8E-07	0,051525	0,008305	0,000328	0,141647	2,476269	9,7E-07	8,11E-10	1,78E-09	0,007456	0,000206	0,093892
Fenster PVC gedämmt	m²	1,633519	0,004607	3,43E-05	1,78E-06	2,24E-07	0,042573	0,006928	0,000264	0,117163	2,080727	7,98E-07	6,52E-10	1,43E-09	0,006252	0,000173	0,111076
kst. BSH-Fichte																	

Anlage 1
Baustoffkatalog - Sachbilanzierung und Wirkungsabschätzung

	Material	Einheit	Treibhausgase [kg]					Reststoffe [kg]					Reststoffe in Abwasser [kg]					
			CO2	CH4	N2O	Perfluor- methan	Perfluor- ethan	Asche	REA- Reststoff	Klar- schlamm	Produktions- abfall	Müll-atomar (hochaktiv)	N	AOX	CSB	BSB5	anorg Salze	
Holzwerk	Schnittholz Fichte	m³	69,30888	0,14635	0,004757	1,04E-06	1,31E-07	3,674256	0,692421	0,005006	591,989	145,0797	7,04E-05	1,21E-08	1,3E-09	0,004692	0,000133	1,77E-05
	Spanplatte	m³	143,6873	0,650565	0,020142	2,36E-06	2,97E-07	10,45882	1,712752	0,005738	540,8727	357,7407	0,000176	1,4E-08	7,96E-09	0,028791	0,00081	4E-05
	Sperrholz-Fichte	m³	620,8665	1,958623	0,064006	7,91E-06	9,94E-07	32,47741	5,473584	0,029102	1219,996	1141,011	0,000559	7,05E-08	1,85E-08	0,066902	0,001884	0,000135
	Weichfaserplatte	m³	293,5529	0,797315	0,034345	3,2E-06	4,02E-07	11,71285	2,180295	0,017603	3,997433	544,6311	0,000215	4,26E-08	5,81E-09	0,021001	0,000592	0,004353
Kalksandstein	Kalksandstein 1000	m³	141,6853	0,168865	0,002367	3,31E-07	4,16E-08	1,118679	0,228977	0,007841	0,744482	179,8441	2,26E-05	1,88E-08	1,69E-09	0,0094	0,004869	5,72E-06
	Kalksandstein 1200	m³	170,0223	0,202638	0,00284	3,97E-07	4,99E-08	1,342414	0,274772	0,009409	0,893379	215,813	2,72E-05	2,26E-08	2,03E-09	0,01128	0,005843	6,86E-06
	Kalksandstein 1400	m³	198,3594	0,236411	0,003313	4,63E-07	5,82E-08	1,56615	0,320567	0,010977	1,042275	251,7818	3,17E-05	2,64E-08	2,37E-09	0,01316	0,006817	8,01E-06
	Kalksandstein 1600	m³	226,6964	0,270184	0,003786	5,3E-07	6,66E-08	1,789886	0,366363	0,012545	1,191172	287,7506	3,62E-05	3,01E-08	2,7E-09	0,01504	0,007791	9,15E-06
	Kalksandstein 1800	m³	255,0335	0,303957	0,00426	5,96E-07	7,49E-08	2,013621	0,412158	0,014114	1,340068	323,7194	4,07E-05	3,39E-08	3,04E-09	0,01692	0,008765	1,03E-05
	Kalksandstein 2000	m³	283,3705	0,33773	0,004733	6,62E-07	8,32E-08	2,237357	0,457953	0,015682	1,488965	359,6883	4,53E-05	3,77E-08	3,38E-09	0,0188	0,009739	1,14E-05
	Kalksandstein 2200	m³	311,7076	0,371503	0,005206	7,28E-07	9,15E-08	2,461093	0,503749	0,01725	1,637861	395,6571	4,98E-05	4,14E-08	3,72E-09	0,02068	0,010713	1,26E-05
Lehm	Leichtlehmstein 800	m³	121,6841	0,318545	0,002729	2,9E-07	3,65E-08	0,95896	0,194098	0,000826	0,461807	41,36591	1,98E-05	2,07E-09	3,64E-09	0,013141	0,000369	4,93E-06
	Leichtlehmstein 1000	m³	152,1052	0,398181	0,003412	3,63E-07	4,56E-08	1,1987	0,242623	0,001033	0,577259	51,70739	2,47E-05	2,59E-09	4,56E-09	0,016427	0,000461	6,16E-06
	Leichtlehmstein 1200	m³	182,5262	0,477817	0,004094	4,35E-07	5,47E-08	1,43844	0,291147	0,00124	0,692711	62,04887	2,97E-05	3,11E-09	5,47E-09	0,019712	0,000553	7,4E-06
	Massivlehmstein 1800	m³	190,541	0,511022	0,025684	1,42E-06	1,78E-07	5,639224	0,985797	0,008719	25,39093	325,3871	9,53E-05	2,11E-08	3,91E-09	0,014113	0,000397	2,42E-05
	Massivlehmstein 2000	m³	211,7123	0,567803	0,028538	1,58E-06	1,98E-07	6,265805	1,09533	0,009688	28,21215	361,5412	0,000106	2,35E-08	4,35E-09	0,015681	0,000441	2,69E-05
Metall	Baustahl	kg	1,579522	0,009147	1,53E-05	9,77E-09	1,23E-09	0,007453	0,001515	4,14E-05	0,426005	2,54626	-5,38E-08	1,91E-10	9,08E-09	0,032712	0,000917	1,68E-07
	Stahlblech	kg	1,856328	0,01013	2,28E-05	9,45E-09	1,19E-09	0,015638	0,003576	5,06E-05	0,443539	3,025807	1,16E-07	2,17E-10	9,43E-09	0,034482	0,000953	1,62E-07
	Stahlblech-verzinkt	kg	2,401766	0,011911	0,000145	1,98E-08	2,48E-09	0,043883	0,007402	6,15E-05	0,475655	4,299499	5,59E-07	2,51E-10	9,84E-09	0,035469	0,000995	9,53E-05
Porenbeton	Porenbeton Ytong 0,35 Plan-/Großblc	m³	144,0555	0,236313	0,002773	0,000132	1,66E-05	1,549779	0,295225	0,004392	1,747276	151,9465	3,02E-05	1,15E-08	1,2E-09	0,01422	0,000518	0,002242
	Porenbeton Ytong 0,40 Plan-/Großblc	m³	164,6349	0,270072	0,003169	0,000151	1,9E-05	1,771176	0,3374	0,005019	1,996887	173,6532	3,45E-05	1,31E-08	1,38E-09	0,016252	0,000591	0,002562
	Porenbeton Ytong 0,45 Plan-/Großblc	m³	185,2142	0,303831	0,003566	0,00017	2,13E-05	1,992573	0,379575	0,005647	2,246498	195,3598	3,88E-05	1,48E-08	1,55E-09	0,018283	0,000665	0,002882
	Porenbeton Ytong 0,50 Plan-/Großblc	m³	205,7936	0,33759	0,003962	0,000189	2,37E-05	2,21397	0,42175	0,006274	2,496109	217,0664	4,31E-05	1,64E-08	1,72E-09	0,020315	0,000739	0,003202
	Porenbeton Ytong 0,60 Plan-/Großblc	m³	246,9523	0,405108	0,004754	0,000226	2,84E-05	2,656764	0,5061	0,007529	2,99533	260,4797	5,17E-05	1,97E-08	2,07E-09	0,024378	0,000887	0,003843
	Porenbeton Ytong 0,65 Plan-/Großblc	m³	267,5317	0,438867	0,00515	0,000245	3,08E-05	2,878161	0,548275	0,008156	3,244941	282,1864	5,6E-05	2,13E-08	2,24E-09	0,026409	0,000961	0,004163
	Porenbeton Ytong 0,70 Plan-/Großblc	m³	288,1111	0,472626	0,005546	0,000264	3,32E-05	3,099558	0,59045	0,008784	3,494552	303,893	6,04E-05	2,3E-08	2,41E-09	0,028441	0,001035	0,004483
	Porenbeton Ytong 0,80 Plan-/Großblc	m³	329,2698	0,540144	0,006339	0,000302	3,79E-05	3,542352	0,6748	0,010038	3,993774	347,3063	6,9E-05	2,62E-08	2,75E-09	0,032504	0,001183	0,005124
	Porenbeton Ytong Decken-/Dachplatt	m³	205,7936	0,33759	0,003962	0,000189	2,37E-05	2,21397	0,42175	0,006274	2,496109	217,0664	4,31E-05	1,64E-08	1,72E-09	0,020315	0,000739	0,003202
	Porenbeton Ytong Decken-/Dachplatt	m³	246,9523	0,405108	0,004754	0,000226	2,84E-05	2,656764	0,5061	0,007529	2,99533	260,4797	5,17E-05	1,97E-08	2,07E-09	0,024378	0,000887	0,003843
	Porenbeton Ytong Decken-/Dachplatt	m³	288,1111	0,472626	0,005546	0,000264	3,32E-05	3,099558	0,59045	0,008784	3,494552	303,893	6,04E-05	2,3E-08	2,41E-09	0,028441	0,001035	0,004483
	Porenbeton Ytong Trennwandelement	m³	246,9523	0,405108	0,004754	0,000226	2,84E-05	2,656764	0,5061	0,007529	2,99533	260,4797	5,17E-05	1,97E-08	2,07E-09	0,024378	0,000887	0,003843
	Porenbeton-Blocksteine 400	m³	164,6349	0,270072	0,003169	0,000151	1,9E-05	1,771176	0,3374	0,005019	1,996887	173,6532	3,45E-05	1,31E-08	1,38E-09	0,016252	0,000591	0,002562
	Porenbeton-Blocksteine 450	m³	185,2142	0,303831	0,003566	0,00017	2,13E-05	1,992573	0,379575	0,005647	2,246498	195,3598	3,88E-05	1,48E-08	1,55E-09	0,018283	0,000665	0,002882
	Porenbeton-Blocksteine 500	m³	205,7936	0,33759	0,003962	0,000189	2,37E-05	2,21397	0,42175	0,006274	2,496109	217,0664	4,31E-05	1,64E-08	1,72E-09	0,020315	0,000739	0,003202
	Porenbeton-Blocksteine 550	m³	226,373	0,371349	0,004358	0,000207	2,61E-05	2,435367	0,463925	0,006901	2,74572	238,7731	4,74E-05	1,8E-08	1,89E-09	0,022346	0,000813	0,003522
	Porenbeton-Blocksteine 600	m³	246,9523	0,405108	0,004754	0,000226	2,84E-05	2,656764	0,5061	0,007529	2,99533	260,4797	5,17E-05	1,97E-08	2,07E-09	0,024378	0,000887	0,003843
	Porenbeton-Blocksteine 650	m³	267,5317	0,438867	0,00515	0,000245	3,08E-05	2,878161	0,548275	0,008156	3,244941	282,1864	5,6E-05	2,13E-08	2,24E-09	0,026409	0,000961	0,004163
	Porenbeton-Blocksteine 700	m³	288,1111	0,472626	0,005546	0,000264	3,32E-05	3,099558	0,59045	0,008784	3,494552	303,893	6,04E-05	2,3E-08	2,41E-09	0,028441	0,001035	0,004483
	Porenbeton-Blocksteine 800	m³	329,2698	0,540144	0,006339	0,000302	3,79E-05	3,542352	0,6748	0,010038	3,993774	347,3063	6,9E-05	2,62E-08	2,75E-09	0,032504	0,001183	0,005124
	Porenbeton-Plansteine 350	m³	144,0555	0,236313	0,002773	0,000132	1,66E-05	1,549779	0,295225	0,004392	1,747276	151,9465	3,02E-05	1,15E-08	1,2E-09	0,01422	0,000518	0,002242
	Porenbeton-Plansteine 400	m³	164,6349	0,270072	0,003169	0,000151	1,9E-05	1,771176	0,3374	0,005019	1,996887	173,6532	3,45E-05	1,31E-08	1,38E-09	0,016252	0,000591	0,002562
	Porenbeton-Plansteine 450	m³	185,2142	0,303831	0,003566	0,00017	2,13E-05	1,992573	0,379575	0,005647	2,246498	195,3598	3,88E-05	1,48E-08	1,55E-09	0,018283	0,000665	0,002882
	Porenbeton-Plansteine 500	m³	205,7936	0,33759	0,003962	0,000189	2,37E-05	2,21397	0,42175	0,006274	2,496109	217,0664	4,31E-05	1,64E-08	1,72E-09	0,020315	0,000739	0,003202
	Porenbeton-Plansteine 550	m³	226,373	0,371349	0,004358	0,000207	2,61E-05	2,435367	0,463925	0,006901	2,74572	238,7731	4,74E-05	1,8E-08	1,89E-09	0,022346	0,000813	0,003522
	Porenbeton-Plansteine 600	m³	246,9523	0,405108	0,004754	0,000226	2,84E-05	2,656764	0,5061	0,007529	2,99533	260,4797	5,17E-05	1,97E-08	2,07E-09	0,024378	0,000887	0,003843
	Porenbeton-Plansteine 650	m³	267,5317	0,438867	0,00515	0,000245	3,08E-05	2,878161	0,548275	0,008156	3,244941	282,1864	5,6E-05	2,13E-08	2,24E-09	0,026409	0,000961	0,004163
	Porenbeton-Plansteine 700	m³	288,1111	0,472626	0,005546	0,000264	3,32E-05	3,099558	0,59045	0,008784	3,494552	303,893	6,04E-05	2,3E-08	2,41E-09	0,028441	0,001035	0,004483
	Porenbeton-Plansteine 800	m³	329,2698	0,540144	0,006339	0,000302	3,79E-05	3,542352	0,67									

Anlage 1
Baustoffkatalog - Sachbilanzierung und Wirkungsabschätzung

	Material	Einheit	Treibhausgase [kg]						Reststoffe [kg]					Reststoffe in Abwasser [kg]				
			CO2	CH4	N2O	Perfluor- methan	Perfluora- ethan	REA- Asche Reststoff	Klar- schlamm	Produktions- abfall	Abraum (hochaktiv)	Müll-atomar	N	AOX	CSB	BSB5	anorg Salze	
Putz + Mörtel	Mörtel Dünnbett	kg	0,353345	0,000412	8,45E-06	1,92E-09	2,41E-10	0,004005	0,00079	8,11E-06	0,001753	0,574524	7,2E-08	1,97E-11	2,78E-12	1,01E-05	2,84E-07	3,27E-08
	Mörtel Zement	m³	404,6908	0,463932	0,009703	2,05E-06	2,57E-07	4,099039	0,805063	0,010736	1,885212	723,1824	7,24E-05	2,6E-08	3,83E-09	0,013812	0,000389	3,49E-05
	Wärmedämmputz 060 (mit Blähperlite)	m³	270,3157	1,093303	0,011169	4,88E-07	6,13E-08	2,108927	0,344712	0,00455	0,988258	124,4605	3,4E-05	1,9E-08	9,67E-09	0,034746	0,000975	8,51E-06
	Wärmedämmputz 070 (mit Blähperlite)	m³	270,3157	1,093303	0,011169	4,88E-07	6,13E-08	2,108927	0,344712	0,00455	0,988258	124,4605	3,4E-05	1,9E-08	9,67E-09	0,034746	0,000975	8,51E-06
	Wärmedämmputz 080 (mit Blähperlite)	m³	270,3157	1,093303	0,011169	4,88E-07	6,13E-08	2,108927	0,344712	0,00455	0,988258	124,4605	3,4E-05	1,9E-08	9,67E-09	0,034746	0,000975	8,51E-06
	Wärmedämmputz 090 (mit Blähperlite)	m³	270,3157	1,093303	0,011169	4,88E-07	6,13E-08	2,108927	0,344712	0,00455	0,988258	124,4605	3,4E-05	1,9E-08	9,67E-09	0,034746	0,000975	8,51E-06
	Wärmedämmputz 100 (mit Blähperlite)	m³	270,3157	1,093303	0,011169	4,88E-07	6,13E-08	2,108927	0,344712	0,00455	0,988258	124,4605	3,4E-05	1,9E-08	9,67E-09	0,034746	0,000975	8,51E-06
	Zementausssenputz	m³	451,0166	0,591875	0,011359	2,27E-06	2,85E-07	5,075654	1,006076	0,019055	2,624403	731,2086	9,39E-05	4,6E-08	1,42E-08	0,050949	0,001431	3,87E-05
Zementestrich	m³	367,3584	0,423896	0,00886	1,9E-06	2,39E-07	3,876391	0,762763	0,009984	1,763489	677,7674	6,9E-05	2,42E-08	3,64E-09	0,013142	0,00037	3,24E-05	
Ziegel	Dachziegel Ton	kg	0,440019	0,002432	3,45E-06	1,58E-09	1,98E-10	0,005144	0,001047	3,62E-06	0,002931	0,378508	1,06E-07	8,91E-12	7,37E-12	2,66E-05	7,48E-07	2,68E-08
	Leichtlochziegel 1000 Lochung /	m³	191,7307	0,252822	0,001455	3,75E-07	4,71E-08	3,312681	0,477704	0,002875	1,688047	252,4818	6,47E-05	6,99E-09	3,08E-09	0,011092	0,000311	6,4E-06
	Leichtlochziegel 1000 W	m³	191,7307	0,252822	0,001455	3,75E-07	4,71E-08	3,312681	0,477704	0,002875	1,688047	252,4818	6,47E-05	6,99E-09	3,08E-09	0,011092	0,000311	6,4E-06
	Leichtlochziegel 700 Lochung A/	m³	134,2115	0,176975	0,001019	2,63E-07	3,3E-08	2,318876	0,334393	0,002013	1,180233	176,7373	4,53E-05	4,89E-09	2,16E-09	0,007764	0,000218	4,48E-06
	Leichtlochziegel 700 W	m³	134,2115	0,176975	0,001019	2,63E-07	3,3E-08	2,318876	0,334393	0,002013	1,180233	176,7373	4,53E-05	4,89E-09	2,16E-09	0,007764	0,000218	4,48E-06
	Leichtlochziegel 800 Lochung A/	m³	153,3846	0,202257	0,001164	3E-07	3,77E-08	2,650145	0,382163	0,0023	1,348838	201,9854	5,17E-05	5,59E-09	2,46E-09	0,008873	0,000249	5,12E-06
	Leichtlochziegel 800 W	m³	153,3846	0,202257	0,001164	3E-07	3,77E-08	2,650145	0,382163	0,0023	1,348838	201,9854	5,17E-05	5,59E-09	2,46E-09	0,008873	0,000249	5,12E-06
	Leichtlochziegel 900 Lochung A/	m³	172,5577	0,22754	0,00131	3,38E-07	4,24E-08	2,981413	0,429934	0,002588	1,517442	227,2336	5,82E-05	6,29E-09	2,77E-09	0,009982	0,00028	5,76E-06
	Leichtlochziegel 900 W	m³	172,5577	0,22754	0,00131	3,38E-07	4,24E-08	2,981413	0,429934	0,002588	1,517442	227,2336	5,82E-05	6,29E-09	2,77E-09	0,009982	0,00028	5,76E-06
	Poroton-Blockziegel-T	m³	153,3846	0,202257	0,001164	3E-07	3,77E-08	2,650145	0,382163	0,0023	1,348838	201,9854	5,17E-05	5,59E-09	2,46E-09	0,008873	0,000249	5,12E-06
	Poroton-Blockziegel-T14	m³	134,2115	0,176975	0,001019	2,63E-07	3,3E-08	2,318876	0,334393	0,002013	1,180233	176,7373	4,53E-05	4,89E-09	2,16E-09	0,007764	0,000218	4,48E-06
	Poroton-Blockziegel-T16	m³	143,798	0,189616	0,001091	2,81E-07	3,54E-08	2,484511	0,358278	0,002157	1,264535	189,3614	4,85E-05	5,24E-09	2,31E-09	0,008319	0,000234	4,8E-06
	Poroton-Hochlochziegel-Plan-T	m³	153,3846	0,202257	0,001164	3E-07	3,77E-08	2,650145	0,382163	0,0023	1,348838	201,9854	5,17E-05	5,59E-09	2,46E-09	0,008873	0,000249	5,12E-06
	Poroton-Hochlochziegel-Plan-T 1,2	m³	230,0769	0,303386	0,001746	4,5E-07	5,66E-08	3,975217	0,573245	0,00345	2,023256	302,9782	7,76E-05	8,39E-09	3,7E-09	0,01331	0,000374	7,68E-06
	Poroton-Planziegel-T	m³	153,3846	0,202257	0,001164	3E-07	3,77E-08	2,650145	0,382163	0,0023	1,348838	201,9854	5,17E-05	5,59E-09	2,46E-09	0,008873	0,000249	5,12E-06
	Poroton-Planziegel-T12	m³	124,625	0,164334	0,000946	2,44E-07	3,06E-08	2,153242	0,310508	0,001869	1,09593	164,1132	4,2E-05	4,54E-09	2E-09	0,00721	0,000202	4,16E-06
	Poroton-Planziegel-T14	m³	134,2115	0,176975	0,001019	2,63E-07	3,3E-08	2,318876	0,334393	0,002013	1,180233	176,7373	4,53E-05	4,89E-09	2,16E-09	0,007764	0,000218	4,48E-06
	Poroton-Planziegel-T16	m³	153,3846	0,202257	0,001164	3E-07	3,77E-08	2,650145	0,382163	0,0023	1,348838	201,9854	5,17E-05	5,59E-09	2,46E-09	0,008873	0,000249	5,12E-06
	Vollklinker/Keramikklinker 1800	m³	792,0334	4,377238	0,006216	2,84E-06	3,57E-07	9,258334	1,884091	0,006517	5,274912	681,3141	0,000192	1,6E-08	1,33E-08	0,047926	0,001347	4,83E-05
Vollklinker/Keramikklinker 2000	m³	880,0371	4,863598	0,006907	3,15E-06	3,96E-07	10,28704	2,093434	0,007241	5,861014	757,0156	0,000213	1,78E-08	1,47E-08	0,053251	0,001496	5,36E-05	
Vollklinker/Keramikklinker 2200	m³	968,0409	5,349957	0,007597	3,47E-06	4,36E-07	11,31574	2,302777	0,007965	6,447115	832,7172	0,000234	1,96E-08	1,62E-08	0,058576	0,001646	5,9E-05	
"1 kg"	1 kg Beton B25	kg	0,17056	0,000196	4,11E-06	8,73E-10	1,1E-10	0,001771	0,000348	4,72E-06	0,00081	0,314688	3,15E-08	1,14E-11	1,7E-12	6,14E-06	1,73E-07	1,49E-08
	1 kg Hochofenzement	kg	0,484537	0,000566	1,09E-05	1,89E-09	2,37E-10	0,002961	0,000565	7,3E-06	0,001559	0,611573	4,55E-08	1,78E-11	2,11E-12	7,67E-06	2,17E-07	3,22E-08
	1 kg Kalksandstein	kg	0,141685	0,000169	2,37E-06	3,31E-10	4,16E-11	0,001119	0,000229	7,84E-06	0,000744	0,179844	2,26E-08	1,88E-11	1,69E-12	9,4E-06	4,87E-06	5,72E-09
	1 kg Kunstharzputz	kg	0,608428	0,00085	1,38E-05	1,65E-09	2,07E-10	0,005664	-0,000445	0,000413	0,005933	0,459929	2,58E-07	9,78E-10	2,81E-11	9,7E-05	2,72E-06	3,39E-08
	1 kg Lehmvollstein	kg	0,105856	0,000284	1,43E-05	7,89E-10	9,91E-11	0,003133	0,000548	4,84E-06	0,014106	0,180771	5,29E-08	1,17E-11	2,17E-12	7,84E-06	2,21E-07	1,35E-08
	1 kg Porenbetonstein	kg	0,411587	0,000675	7,92E-06	3,77E-07	4,74E-08	0,004428	0,000844	1,25E-05	0,004992	0,434133	8,62E-08	3,28E-11	3,44E-12	4,06E-05	1,48E-06	6,4E-06
	1 kg Vollklinker	kg	0,440019	0,002432	3,45E-06	1,58E-09	1,98E-10	0,005144	0,001047	3,62E-06	0,002931	0,378508	1,06E-07	8,91E-12	7,37E-12	2,66E-05	7,48E-07	2,68E-08
	1 kg Zement Portland	kg	0,946511	0,001064	2,18E-05	4,65E-09	5,85E-10	0,008739	0,001706	1,47E-05	0,003942	1,342383	1,49E-07	3,59E-11	3,05E-12	1,12E-05	3,18E-07	7,92E-08
	1 kg Ziegel (porös)	kg	0,191731	0,000253	1,46E-06	3,75E-10	4,71E-11	0,003313	0,000478	2,88E-06	0,001686	0,252482	6,47E-08	6,99E-12	3,08E-12	1,11E-05	3,11E-07	6,4E-09
Energie	Braunkohle	kWh	0,438332	0,000383	3,75E-05	2,75E-10	3,45E-11	0,01185	0,000399	1,53E-06	0,000846	2,997664	2,32E-08	3,79E-12	1,08E-11	3,91E-05	1,1E-06	5,94E-07
	Erdgas	kWh	0,228028	0,001106	2,26E-06	2,04E-10	2,56E-11	0,000675	0,000135	1,74E-07	0,000871	0,031825	1,36E-08	6,57E-13	1,44E-11	5,19E-05	1,46E-06	5,92E-07
	Erdwärme	kWh	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Heizöl	kWh	0,309114	0,000332	3,1E-06	2,2E-10	2,77E-11	0,000814	0,00016	7,53E-05	0,001187	0,039332	1,83E-08	1,8E-10	2,01E-11	7,18E-05	2,01E-06	5,94E-07
	Holz Stücke	kWh	0,008409	0,000465	5,75E-06	1,77E-10	2,22E-11	0,001165	0,000116	4,61E-07	0,000282	0,024607	1,17E-08	1,14E-12	2,27E-12	8,17E-06	2,29E-07	3,01E-09
	Holz hackschnitzel	kWh	0,037216	0,00044	3,73E-05	6,23E-10	7,83E-11	0,002013	0,000407	3,41E-06	0,001174	0,087375	4,11E-08	8,33E-12	1,2E-11	4,3E-05	1,21E-06	1,06E-08
	Holz-Pellets	kWh	0,07135	0,000183	1,66E-05	9,37E-10	1,18E-10	0,004212	0,000613	9,03E-06	0,001763	0,131795	6,21E-08	2,18E-11	1,78E-11	6,42E-05	1,8E-06	1,6E-08
	Solar	kWh	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Steinkohle	kWh	0,364847	0,003057	3,75E-05	1,87E-10	2,35E-11	0,012288	0,000714	1,01E-06	0,005276	0,149579	1,74E-08	2,53E-12	1,05E-11	3,79E-05	1,06E-06	5,92E-07
	Strom	kWh	0,814562	0,004493	4,18E-05	6,12E-11	7,7E-12	0,044818	0,015473	6,38E-07	0,010947	0,272562	6,39E-07	2,11E-12	1,05E-1			

Anlage 1

Baustoffkatalog - Sachbilanzierung und Wirkungsabschätzung

		Abfälle am Ende der Nutzung [kg]						
Material	Einheit	Bauschutt	Kunststoff	Schrott	Altglas	Holz	Restmüll	
Beton	Beton B05	m³	2400	0	0	0	0	0
	Beton B10	m³	2400	0	0	0	0	0
	Beton B15	m³	2400	0	0	0	0	0
	Beton B20	m³	2400	0	0	0	0	0
	Beton B25	m³	2400	0	0	0	0	0
	Bimsleichtbeton 500 haufwerkporig	m³	500	0	0	0	0	0
	Bimsleichtbeton 600 haufwerkporig	m³	600	0	0	0	0	0
	Bimsleichtbeton 700 haufwerkporig	m³	700	0	0	0	0	0
	Bimsleichtbeton 800 haufwerkporig	m³	800	0	0	0	0	0
	Bimsleichtbeton 900 haufwerkporig	m³	900	0	0	0	0	0
	Bimsleichtbeton 1000 haufwerkporig	m³	1000	0	0	0	0	0
	Bimsleichtbeton 1200 haufwerkporig	m³	1200	0	0	0	0	0
	Leichtbeton 1600	m³	1600	0	0	0	0	0
	Leichtbeton 1800	m³	1800	0	0	0	0	0
	Leichtbeton 2000	m³	2000	0	0	0	0	0
	Leichtbeton mit Porenton 800	m³	800	0	0	0	0	0
	Leichtbeton mit Porenton 1000	m³	1000	0	0	0	0	0
	Leichtbeton mit Porenton 1200	m³	1200	0	0	0	0	0
	Leichtbeton mit Porenton 1400	m³	1400	0	0	0	0	0
	Leichtbeton mit Porenton 1600	m³	1600	0	0	0	0	0
Leichtbeton mit Porenton 1800	m³	1800	0	0	0	0	0	
Leichtbeton mit Porenton 2000	m³	2000	0	0	0	0	0	
Stahlbeton B25	m³	2470	0	30	0	0	0	
Dämmung	EPS Polystyrol-Extruderschäum 030	m³	0	25	0	0	0	0
	EPS Polystyrol-Extruderschäum 035	m³	0	25	0	0	0	0
	EPS Polystyrol-Extruderschäum 040	m³	0	25	0	0	0	0
	Holzwoolleleichtbauplatte 070	m³	0	0	0	0	0	370
	Holzwoolleleichtbauplatte 080	m³	0	0	0	0	0	410
	Holzwoolleleichtbauplatte 090	m³	0	0	0	0	0	450
	Mineralwolle 035	m³	0	0	0	0	0	25
	Mineralwolle 040	m³	0	0	0	0	0	25
	Mineralwolle 045	m³	0	0	0	0	0	25
	Mineralwolle 050	m³	0	0	0	0	0	25
	PUR Polyurethan-Hartschaum 020	m³	0	30	0	0	0	0
	PUR Polyurethan-Hartschaum 025	m³	0	30	0	0	0	0
	PUR Polyurethan-Hartschaum 030	m³	0	30	0	0	0	0
	PUR Polyurethan-Hartschaum 035	m³	0	30	0	0	0	0
	PUR Polyurethan-Hartschaum 040	m³	0	30	0	0	0	0
Steinwolle 035	m³	0	0	0	0	0	100	
Steinwolle 040	m³	0	0	0	0	0	100	
Steinwolle 045	m³	0	0	0	0	0	100	
Dichtung	Bitumen kalt	kg	0	0	0	0	0	1
	Bitumendichtungsbahn	kg	0	0	0	0	0	1
	Dampfbremse flammgeschützt	kg	0	1	0	0	0	0
	Dampfbremse PE	kg	0	1	0	0	0	0
	Dichtungsbahn PE	kg	0	1	0	0	0	0
	Dichtungsbahn PVC	kg	0	1	0	0	0	0
	PE-Folie	m²	0	0,2	0	0	0	0
Fenster	Fenster Holz	m²	0	0	0	20	11,2	0
	Fenster Holz gedämmt	m²	0	0	0	30	11,2	0
	Fenster PVC	m²	0	0	0	20	20,4	0
	Fenster PVC gedämmt	m²	0	0	0	30	20,4	0
k.st.	BSH-Fichte	m³	0	0	0	0	600	0
	Harthaserplatte	m³	0	0	0	0	1000	0

Anlage 1

Baustoffkatalog - Sachbilanzierung und Wirkungsabschätzung

		Abfälle am Ende der Nutzung [kg]						
	Material	Einheit	Bauschutt	Kunststoff	Schrott	Altglas	Holz	Restmüll
Holzwerk	Schnittholz Fichte	m³	0	0	0	0	600	0
	Spanplatte	m³	0	0	0	0	600	0
	Sperrholz-Fichte	m³	0	0	0	0	800	0
	Weichfaserplatte	m³	0	0	0	0	400	0
Kalksandstein	Kalksandstein 1000	m³	1000	0	0	0	0	0
	Kalksandstein 1200	m³	1200	0	0	0	0	0
	Kalksandstein 1400	m³	1400	0	0	0	0	0
	Kalksandstein 1600	m³	1600	0	0	0	0	0
	Kalksandstein 1800	m³	1800	0	0	0	0	0
	Kalksandstein 2000	m³	2000	0	0	0	0	0
	Kalksandstein 2200	m³	2200	0	0	0	0	0
Lehm	Leichtlehmstein 800	m³	800	0	0	0	0	0
	Leichtlehmstein 1000	m³	1000	0	0	0	0	0
	Leichtlehmstein 1200	m³	1200	0	0	0	0	0
	Massivlehmstein 1800	m³	1800	0	0	0	0	0
	Massivlehmstein 2000	m³	2000	0	0	0	0	0
Metall	Baustahl	kg	0	0	1	0	0	0
	Stahlblech	kg	0	0	1	0	0	0
	Stahlblech-verzinkt	kg	0	0	1	0	0	0
Porenbeton	Porenbeton Ytong 0,35 Plan-/Großblc	m³	350	0	0	0	0	0
	Porenbeton Ytong 0,40 Plan-/Großblc	m³	400	0	0	0	0	0
	Porenbeton Ytong 0,45 Plan-/Großblc	m³	450	0	0	0	0	0
	Porenbeton Ytong 0,50 Plan-/Großblc	m³	500	0	0	0	0	0
	Porenbeton Ytong 0,60 Plan-/Großblc	m³	600	0	0	0	0	0
	Porenbeton Ytong 0,65 Plan-/Großblc	m³	650	0	0	0	0	0
	Porenbeton Ytong 0,70 Plan-/Großblc	m³	700	0	0	0	0	0
	Porenbeton Ytong 0,80 Plan-/Großblc	m³	800	0	0	0	0	0
	Porenbeton Ytong Decken-/Dachplatt	m³	500	0	0	0	0	0
	Porenbeton Ytong Decken-/Dachplatt	m³	600	0	0	0	0	0
	Porenbeton Ytong Decken-/Dachplatt	m³	700	0	0	0	0	0
	Porenbeton Ytong Trennwandelement	m³	600	0	0	0	0	0
	Porenbeton-Blocksteine 400	m³	400	0	0	0	0	0
	Porenbeton-Blocksteine 450	m³	450	0	0	0	0	0
	Porenbeton-Blocksteine 500	m³	500	0	0	0	0	0
	Porenbeton-Blocksteine 550	m³	550	0	0	0	0	0
	Porenbeton-Blocksteine 600	m³	600	0	0	0	0	0
	Porenbeton-Blocksteine 650	m³	650	0	0	0	0	0
	Porenbeton-Blocksteine 700	m³	700	0	0	0	0	0
	Porenbeton-Blocksteine 800	m³	800	0	0	0	0	0
	Porenbeton-Plansteine 350	m³	350	0	0	0	0	0
	Porenbeton-Plansteine 400	m³	400	0	0	0	0	0
	Porenbeton-Plansteine 450	m³	450	0	0	0	0	0
	Porenbeton-Plansteine 500	m³	500	0	0	0	0	0
Porenbeton-Plansteine 550	m³	550	0	0	0	0	0	
Porenbeton-Plansteine 600	m³	600	0	0	0	0	0	
Porenbeton-Plansteine 650	m³	650	0	0	0	0	0	
Porenbeton-Plansteine 700	m³	700	0	0	0	0	0	
Porenbeton-Plansteine 800	m³	800	0	0	0	0	0	
ei	Gipskartonplatte	m³	900	0	0	0	0	0
	Gussasphalt	m³	2300	0	0	0	0	0
	Innenputz Kalk	m³	1400	0	0	0	0	0
	Kunstharzputz	m³	1100	0	0	0	0	0
	Lehmausfachung	m³	2800	0	0	0	0	0

Anlage 1

Baustoffkatalog - Sachbilanzierung und Wirkungsabschätzung

		Abfälle am Ende der Nutzung [kg]						
	Material	Einheit	Bauschutt	Kunststoff	Schrott	Altglas	Holz	Restmüll
Putz + Mörtel	Mörtel Dünnbett	kg	1	0	0	0	0	0
	Mörtel Zement	m³	2000	0	0	0	0	0
	Wärmedämmputz 060 (mit Blähperlite)	m³	200	0	0	0	0	0
	Wärmedämmputz 070 (mit Blähperlite)	m³	200	0	0	0	0	0
	Wärmedämmputz 080 (mit Blähperlite)	m³	200	0	0	0	0	0
	Wärmedämmputz 090 (mit Blähperlite)	m³	200	0	0	0	0	0
	Wärmedämmputz 100 (mit Blähperlite)	m³	200	0	0	0	0	0
	Zementaussenputz	m³	2000	0	0	0	0	0
	Zementestrich	m³	2000	0	0	0	0	0
Ziegel	Dachziegel Ton	kg	1	0	0	0	0	0
	Leichthochlochziegel 1000 Lochung /	m³	1000	0	0	0	0	0
	Leichthochlochziegel 1000 W	m³	1000	0	0	0	0	0
	Leichthochlochziegel 700 Lochung A/	m³	700	0	0	0	0	0
	Leichthochlochziegel 700 W	m³	700	0	0	0	0	0
	Leichthochlochziegel 800 Lochung A/	m³	800	0	0	0	0	0
	Leichthochlochziegel 800 W	m³	800	0	0	0	0	0
	Leichthochlochziegel 900 Lochung A/	m³	900	0	0	0	0	0
	Leichthochlochziegel 900 W	m³	900	0	0	0	0	0
	Poroton-Blockziegel-T	m³	800	0	0	0	0	0
	Poroton-Blockziegel-T14	m³	700	0	0	0	0	0
	Poroton-Blockziegel-T16	m³	750	0	0	0	0	0
	Poroton-Hochlochziegel-Plan-T	m³	800	0	0	0	0	0
	Poroton-Hochlochziegel-Plan-T 1,2	m³	1200	0	0	0	0	0
	Poroton-Planziegel-T	m³	800	0	0	0	0	0
	Poroton-Planziegel-T12	m³	650	0	0	0	0	0
	Poroton-Planziegel-T14	m³	700	0	0	0	0	0
Poroton-Planziegel-T16	m³	800	0	0	0	0	0	
Vollklinker/Keramikklinker 1800	m³	1800	0	0	0	0	0	
Vollklinker/Keramikklinker 2000	m³	2000	0	0	0	0	0	
Vollklinker/Keramikklinker 2200	m³	2200	0	0	0	0	0	
"1 kg"	1 kg Beton B25	kg	1	0	0	0	0	0
	1 kg Hochofenzement	kg	1	0	0	0	0	0
	1 kg Kalksandstein	kg	1	0	0	0	0	0
	1 kg Kunstharzputz	kg	1	0	0	0	0	0
	1 kg Lehmvollstein	kg	1	0	0	0	0	0
	1 kg Porenbetonstein	kg	1	0	0	0	0	0
	1 kg Vollklinker	kg	1	0	0	0	0	0
	1 kg Zement Portland	kg	1	0	0	0	0	0
	1 kg Ziegel (porös)	kg	1	0	0	0	0	0
Energie	Braunkohle	kWh						
	Erdgas	kWh						
	Erdwärme	kWh						
	Heizöl	kWh						
	Holz Stücke	kWh						
	Holz hackschnitzel	kWh						
	Holz-Pellets	kWh						
	Solar	kWh						
	Steinkohle	kWh						
Strom	kWh							

Anlage B

Detaillierte Aufstellung über die Stoffströme der Herstellungsphase

Variante 1

Material	Bauteil	Menge Material	Zeit Faktor	Typ	Menge Bauteil	Wirkungsabschätzung [kg]			
						Treibhauseffekt	Sommersmog	Versauerung	Überdüngung
Dachziegel Ton	V1 Dachüberstand Haacke Holz	1308 kg	25	2 sonstige	32,7 m ²	658,53	3,839	2,1765	0,3500
Dachziegel Ton	V1 Dach Haacke Holz	4672 kg	25	2 Dachfläche	116,8 m ²	2352,19	13,713	7,7742	1,2502
Summe						3010,73	17,552	9,9507	1,6002
Dichtungsbahn PVC	V1 Dachüberstand Haacke Holz	6,54 kg	50	1 sonstige	32,7 m ²	15,34	0,122	0,0653	0,0079
Dichtungsbahn PVC	V1 Dach Haacke Holz	23,36 kg	25	2 Dachfläche	116,8 m ²	54,79	0,435	0,2333	0,0283
Summe						70,14	0,556	0,2986	0,0362
EPS Polystyrol-Extruderschäum 040	V1 Fundament gedämmt	2,05 m ³	50	1 sonstige	41 m ²	202,41	3,582	0,7251	0,0852
EPS Polystyrol-Extruderschäum 040	V1 Sohle	12,876 m ³	50	1 Bodenplatte	107,3 m ²	1271,34	22,499	4,5541	0,5349
EPS Polystyrol-Extruderschäum 040	V1 Decke über EG Haacke Holz	4,495 m ³	50	1 Geschossdecke	89,9 m ²	443,82	7,855	1,5898	0,1867
Summe						1917,57	33,936	6,8690	0,8068
Fenster Holz gedämmt	V1 Fenster Haacke Holz	57,9 m ²	25	2 Fenster	57,9 m ²	118,16	0,585	0,5259	0,0554
Summe						118,16	0,585	0,5259	0,0554
Gipskartonplatte	V1 Außenwand "unten" Haacke Holz	0,93125 m ³	50	1 Aussenwand an Ausse	74,5 m ²	209,86	0,403	0,4776	0,0360
Gipskartonplatte	V1 Außenwand "oben" Haacke Holz	0,4425 m ³	50	1 Aussenwand an Ausse	35,4 m ²	99,72	0,191	0,2269	0,0171
Gipskartonplatte	V1 Innenwand Haacke Holz	1,685 m ³	50	1 Innenwand	134,8 m ²	379,73	0,729	0,8641	0,0651
Gipskartonplatte	V1 Innenwand Haacke Holz	1,685 m ³	50	1 Innenwand	134,8 m ²	379,73	0,729	0,8641	0,0651
Gipskartonplatte	V1 Außenwand "Mitte" Haacke Holz	0,52625 m ³	50	1 Aussenwand an Ausse	42,1 m ²	118,59	0,228	0,2699	0,0203
Gipskartonplatte	V1 Decke über EG Haacke Holz	1,12375 m ³	50	1 Geschossdecke	89,9 m ²	253,24	0,486	0,5763	0,0434
Gipskartonplatte	V1 Dach Haacke Holz	1,46 m ³	50	1 Dachfläche	116,8 m ²	329,02	0,631	0,7488	0,0564
Gipskartonplatte	V1 Decke über OG Haacke Holz	0,6125 m ³	50	1 Geschossdecke	49 m ²	138,03	0,265	0,3141	0,0237
Summe						1907,93	3,662	4,3419	0,3269
Holzwoleleichtbauplatte 070	V1 Außenwand "Mitte" Haacke Holz	1,684 m ³	50	1 Aussenwand an Ausse	42,1 m ²	215,48	2,097	1,2303	0,0641
Holzwoleleichtbauplatte 070	V1 Außenwand "unten" Haacke Holz	2,98 m ³	50	1 Aussenwand an Ausse	74,5 m ²	381,32	3,711	2,1771	0,1134
Summe						596,81	5,809	3,4075	0,1774
Mineralwolle 035	V1 Außenwand "unten" Haacke Holz	13,41 m ³	50	1 Aussenwand an Ausse	74,5 m ²	777,96	5,862	4,0272	0,4249
Mineralwolle 035	V1 Außenwand "Mitte" Haacke Holz	7,578 m ³	50	1 Aussenwand an Ausse	42,1 m ²	439,63	3,313	2,2758	0,2401
Mineralwolle 035	V1 Außenwand "Mitte" Haacke Holz	3,789 m ³	50	1 Aussenwand an Ausse	42,1 m ²	219,81	1,656	1,1379	0,1201
Mineralwolle 035	V1 Außenwand "oben" Haacke Holz	1,9116 m ³	50	1 Aussenwand an Ausse	35,4 m ²	110,90	0,836	0,5741	0,0606
Mineralwolle 035	V1 Außenwand "oben" Haacke Holz	6,372 m ³	50	1 Aussenwand an Ausse	35,4 m ²	369,66	2,785	1,9136	0,2019
Mineralwolle 035	V1 Innenwand Haacke Holz	12,132 m ³	50	1 Innenwand	134,8 m ²	703,82	5,303	3,6434	0,3844
Mineralwolle 035	V1 Außenwand "oben" Haacke Holz	0,66906 m ³	50	1 Aussenwand an Ausse	35,4 m ²	38,81	0,292	0,2009	0,0212
Mineralwolle 035	V1 Dach Haacke Holz	21,024 m ³	50	1 Dachfläche	116,8 m ²	1219,68	9,190	6,3137	0,6662
Mineralwolle 045	V1 Decke über EG Haacke Holz	19,4184 m ³	50	1 Geschossdecke	89,9 m ²	1126,53	8,488	5,8315	0,6153
Summe						5006,81	37,726	25,9180	2,7349
PE-Folie	V1 Sohle	107,3 m ²	50	1 Bodenplatte	107,3 m ²	59,42	0,444	0,2480	0,0299
PE-Folie	V1 Decke über EG Haacke Holz	89,9 m ²	50	1 Geschossdecke	89,9 m ²	49,78	0,372	0,2078	0,0250
PE-Folie	V1 Dach Haacke Holz	116,8 m ²	50	1 Dachfläche	116,8 m ²	64,68	0,484	0,2699	0,0325
PE-Folie	V1 Außenwand "Mitte" Haacke Holz	42,1 m ²	50	1 Aussenwand an Ausse	42,1 m ²	23,31	0,174	0,0973	0,0117
PE-Folie	V1 Außenwand "oben" Haacke Holz	35,4 m ²	50	1 Aussenwand an Ausse	35,4 m ²	19,60	0,147	0,0818	0,0099
PE-Folie	V1 Außenwand "unten" Haacke Holz	74,5 m ²	50	1 Aussenwand an Ausse	74,5 m ²	41,25	0,309	0,1722	0,0207
Summe						258,04	1,930	1,0769	0,1297
Schnittholz Fichte	V1 Dachüberstand Haacke Holz	0,654 m ³	50	1 sonstige	32,7 m ²	51,00	0,378	0,2095	0,0274
Schnittholz Fichte	V1 Dachüberstand Haacke Holz	0,654 m ³	25	2 sonstige	32,7 m ²	51,00	0,378	0,2095	0,0274
Schnittholz Fichte	V1 Dachüberstand Haacke Holz	0,1308 m ³	25	2 sonstige	32,7 m ²	10,20	0,076	0,0419	0,0055
Schnittholz Fichte	V1 Innenwand Haacke Holz	1,348 m ³	50	1 Innenwand	134,8 m ²	105,12	0,778	0,4318	0,0565
Schnittholz Fichte	V1 Außenwand "unten" Haacke Holz	1,49 m ³	50	1 Aussenwand an Ausse	74,5 m ²	116,19	0,860	0,4772	0,0624
Schnittholz Fichte	V1 Außenwand "Mitte" Haacke Holz	0,842 m ³	50	1 Aussenwand an Ausse	42,1 m ²	65,66	0,486	0,2697	0,0353
Schnittholz Fichte	V1 Außenwand "Mitte" Haacke Holz	0,421 m ³	50	1 Aussenwand an Ausse	42,1 m ²	32,83	0,243	0,1348	0,0176
Schnittholz Fichte	V1 Außenwand "oben" Haacke Holz	0,2124 m ³	50	1 Aussenwand an Ausse	35,4 m ²	16,56	0,123	0,0680	0,0089
Schnittholz Fichte	V1 Außenwand "oben" Haacke Holz	0,708 m ³	50	1 Aussenwand an Ausse	35,4 m ²	55,21	0,409	0,2268	0,0297
Schnittholz Fichte	V1 Dach Haacke Holz	0,25696 m ³	50	1 Dachfläche	116,8 m ²	20,04	0,148	0,0823	0,0108
Schnittholz Fichte	V1 Außenwand "oben" Haacke Holz	0,6726 m ³	50	1 Aussenwand an Ausse	35,4 m ²	52,45	0,388	0,2154	0,0282
Schnittholz Fichte	V1 Decke über EG Haacke Holz	2,1576 m ³	50	1 Geschossdecke	89,9 m ²	168,25	1,246	0,6911	0,0904

Anlage B

Detaillierte Aufstellung über die Stoffströme der Herstellungsphase

Variante 1

Material	Bauteil	Menge Material	Zeit Faktor	Typ	Menge Bauteil	Wirkungsabschätzung [kg]			
						Treibhauseffekt	Sommersmog	Versauerung	Überdüngung
Schnittholz Fichte	V1 Decke über EG Haacke Holz	0,29667 m³	50	1 Geschossdecke	89,9 m²	23,13	0,171	0,0950	0,0124
Schnittholz Fichte	V1 Decke über OG Haacke Holz	0,98 m³	50	1 Geschossdecke	49 m²	76,42	0,566	0,3139	0,0411
Schnittholz Fichte	V1 Decke über OG Haacke Holz	0,1617 m³	50	1 Geschossdecke	49 m²	12,61	0,093	0,0518	0,0068
Schnittholz Fichte	V1 Dach Haacke Holz	2,336 m³	50	1 Dachfläche	116,8 m²	182,16	1,349	0,7482	0,0979
Schnittholz Fichte	V1 Dach Haacke Holz	0,4672 m³	25	2 Dachfläche	116,8 m²	36,43	0,270	0,1496	0,0196
Schnittholz Fichte	V1 Außenwand "oben" Haacke Holz	0,07434 m³	50	1 Aussenwand an Ausse	35,4 m²	5,80	0,043	0,0238	0,0031
Summe						1081,06	8,004	4,4403	0,5808
Sperrholz-Fichte	V1 Außenwand "unten" Haacke Holz	0,9685 m³	50	1 Aussenwand an Ausse	74,5 m²	667,11	3,228	2,3237	0,2764
Sperrholz-Fichte	V1 Außenwand "unten" Haacke Holz	0,9685 m³	50	1 Aussenwand an Ausse	74,5 m²	667,11	3,228	2,3237	0,2764
Sperrholz-Fichte	V1 Außenwand "oben" Haacke Holz	0,4602 m³	50	1 Aussenwand an Ausse	35,4 m²	316,99	1,534	1,1041	0,1314
Sperrholz-Fichte	V1 Innenwand Haacke Holz	1,7524 m³	50	1 Innenwand	134,8 m²	1207,07	5,840	4,2045	0,5002
Sperrholz-Fichte	V1 Decke über EG Haacke Holz	1,1687 m³	50	1 Geschossdecke	89,9 m²	805,01	3,895	2,8040	0,3336
Sperrholz-Fichte	V1 Außenwand "oben" Haacke Holz	0,4602 m³	50	1 Aussenwand an Ausse	35,4 m²	316,99	1,534	1,1041	0,1314
Sperrholz-Fichte	V1 Außenwand "Mitte" Haacke Holz	0,5473 m³	50	1 Aussenwand an Ausse	42,1 m²	376,98	1,824	1,3131	0,1562
Sperrholz-Fichte	V1 Außenwand "oben" Haacke Holz	0,4602 m³	50	1 Aussenwand an Ausse	35,4 m²	316,99	1,534	1,1041	0,1314
Sperrholz-Fichte	V1 Innenwand Haacke Holz	1,7524 m³	50	1 Innenwand	134,8 m²	1207,07	5,840	4,2045	0,5002
Sperrholz-Fichte	V1 Außenwand "Mitte" Haacke Holz	0,5473 m³	50	1 Aussenwand an Ausse	42,1 m²	376,98	1,824	1,3131	0,1562
Sperrholz-Fichte	V1 Außenwand "Mitte" Haacke Holz	0,5473 m³	50	1 Aussenwand an Ausse	42,1 m²	376,98	1,824	1,3131	0,1562
Summe						6635,28	32,104	23,1121	2,7495
Stahlbeton B25	V1 Sohle	21,46 m³	50	1 Bodenplatte	107,3 m²	10923,24	38,823	25,4155	4,1614
Stahlbeton B25	V1 Fundament gedämmt	12,3 m³	50	1 sonstige	41 m²	6260,76	22,252	14,5671	2,3851
Summe						17184,00	61,074	39,9826	6,5465
Zementaussenputz	V1 Außenwand "unten" Haacke Holz	0,596 m³	50	1 Aussenwand an Ausse	74,5 m²	286,66	1,117	0,7165	0,1094
Zementaussenputz	V1 Außenwand "Mitte" Haacke Holz	0,3368 m³	50	1 Aussenwand an Ausse	42,1 m²	161,99	0,631	0,4049	0,0618
Summe						448,65	1,748	1,1214	0,1712
Zementestrich	V1 Sohle	5,365 m³	50	1 Bodenplatte	107,3 m²	2106,88	7,240	4,6934	0,7267
Zementestrich	V1 Decke über EG Haacke Holz	4,495 m³	50	1 Geschossdecke	89,9 m²	1765,23	6,066	3,9323	0,6089
Summe						3872,11	13,306	8,6256	1,3356

Anlage B

Detaillierte Aufstellung über die Stoffströme der Herstellungsphase

Variante 1

Material	Kumulierter Energieaufwand (KEA) [kWh]				Kumulierter Stoffaufwandaufwand (KSA) [kg]			
	Summe	nichterneu.	erneuerbar	andere	Summe	nichterneu.	erneuerbar	andere
Dachziegel Ton	1721,57	1684,08	6,3738	31,12	2611,47	2085,38	525,642	0,448
Dachziegel Ton	6149,23	6015,31	22,7662	111,15	9327,80	7448,68	1877,522	1,600
Summe	7870,80	7699,39	29,140	142,26	11939,27	9534,06	2403,164	2,049
Dichtungsbahn PVC	28,99	27,80	0,2349	0,95	37,36	9,43	27,705	0,226
Dichtungsbahn PVC	103,54	99,29	0,8392	3,40	133,45	33,69	98,958	0,806
Summe	132,52	127,09	1,074	4,36	170,81	43,12	126,663	1,032
EPS Polystyrol-Extruderschaum 040	458,54	437,98	3,1037	17,45	597,86	93,51	504,086	0,270
EPS Polystyrol-Extruderschaum 040	2880,07	2750,96	19,4942	109,61	3755,16	587,31	3166,150	1,694
EPS Polystyrol-Extruderschaum 040	1005,43	960,36	6,8054	38,27	1310,92	205,03	1105,300	0,591
Summe	4344,03	4149,30	29,403	165,33	5663,94	885,85	4775,536	2,555
Fenster Holz gedämmt	414,43	387,36	6,5218	20,54	989,99	79,71	909,270	1,008
Summe	414,43	387,36	6,522	20,54	989,99	79,71	909,270	1,008
Gipskartonplatte	803,53	772,57	5,1604	25,80	1193,05	358,32	834,547	0,185
Gipskartonplatte	381,81	367,10	2,4521	12,26	566,90	170,26	396,550	0,088
Gipskartonplatte	1453,91	1397,89	9,3372	46,68	2158,70	648,34	1510,027	0,335
Gipskartonplatte	1453,91	1397,89	9,3372	46,68	2158,70	648,34	1510,027	0,335
Gipskartonplatte	454,08	436,58	2,9161	14,58	674,19	202,49	471,603	0,105
Gipskartonplatte	969,63	932,27	6,2271	31,13	1439,67	432,39	1007,058	0,223
Gipskartonplatte	1259,77	1211,23	8,0904	40,45	1870,45	561,77	1308,391	0,290
Gipskartonplatte	528,50	508,13	3,3941	16,97	784,69	235,67	548,897	0,122
Summe	7305,14	7023,67	46,915	234,56	10846,35	3257,57	7587,100	1,682
Holzwoleleichtbauplatte 070	798,83	780,10	3,2318	15,50	1239,45	3,98	853,452	382,013
Holzwoleleichtbauplatte 070	1413,60	1380,46	5,7191	27,42	2193,32	7,05	1510,265	676,008
Summe	2212,43	2160,56	8,951	42,92	3432,77	11,03	2363,717	1058,021
Mineralwolle 035	3298,32	3230,73	39,5692	28,02	10341,64	262,89	9807,033	271,717
Mineralwolle 035	1863,89	1825,69	22,3606	15,84	5844,07	148,56	5541,961	153,548
Mineralwolle 035	931,94	912,84	11,1803	7,92	2922,03	74,28	2770,980	76,774
Mineralwolle 035	470,18	460,54	5,6406	3,99	1474,20	37,48	1397,996	38,733
Mineralwolle 035	1567,26	1535,14	18,8020	13,32	4914,02	124,92	4659,986	129,111
Mineralwolle 035	2983,99	2922,83	35,7982	25,35	9356,06	237,84	8872,403	245,822
Mineralwolle 035	164,56	161,19	1,9742	1,40	515,97	13,12	489,299	13,557
Mineralwolle 035	5171,06	5065,09	62,0360	43,94	16213,47	412,16	15375,321	425,994
Mineralwolle 045	4776,15	4678,27	57,2983	40,58	14975,25	380,68	14201,110	393,461
Summe	21227,35	20792	254,659	180,36	66556,73	1691,93	63116,087	1748,717
PE-Folie	118,14	111,25	1,0586	5,83	113,25	35,30	77,860	0,089
PE-Folie	98,99	93,21	0,8870	4,89	94,89	29,58	65,234	0,074
PE-Folie	128,60	121,10	1,1524	6,35	123,28	38,43	84,753	0,097
PE-Folie	46,36	43,65	0,4154	2,29	44,44	13,85	30,549	0,035
PE-Folie	38,98	36,70	0,3493	1,92	37,36	11,65	25,687	0,029
PE-Folie	82,03	77,24	0,7350	4,05	78,63	24,51	54,059	0,062
Summe	513,10	483,17	4,60	25,33	491,85	153,32	338,141	0,385
Schnittholz Fichte	281,87	190,77	1,9512	89,16	746,26	4,03	742,172	0,054
Schnittholz Fichte	281,87	190,77	1,9512	89,16	746,26	4,03	742,172	0,054
Schnittholz Fichte	56,37	38,15	0,3902	17,83	149,25	0,81	148,434	0,011
Schnittholz Fichte	580,99	393,20	4,0218	183,77	1538,16	8,31	1529,736	0,111
Schnittholz Fichte	642,19	434,62	4,4455	203,12	1700,19	9,19	1690,880	0,122
Schnittholz Fichte	362,90	245,60	2,5121	114,79	960,78	5,19	955,518	0,069
Schnittholz Fichte	181,45	122,80	1,2561	57,39	480,39	2,60	477,759	0,035
Schnittholz Fichte	91,54	61,95	0,6337	28,96	242,36	1,31	241,036	0,017
Schnittholz Fichte	305,15	206,52	2,1123	96,52	807,87	4,36	803,452	0,058
Schnittholz Fichte	110,75	74,95	0,7666	35,03	293,21	1,58	291,603	0,021
Schnittholz Fichte	289,89	196,19	2,0067	91,69	767,48	4,15	763,279	0,055
Schnittholz Fichte	929,92	629,35	6,4373	294,13	2461,96	13,30	2448,485	0,177

Anlage B

Detaillierte Aufstellung über die Stoffströme der Herstellungsphase

Variante 1

Material	Kumulierter Energieaufwand (KEA) [kWh]				Kumulierter Stoffaufwandaufwand (KSA) [kg]			
	Summe	nichterneu.	erneuerbar	andere	Summe	nichterneu.	erneuerbar	andere
Schnittholz Fichte	127,86	86,54	0,8851	40,44	338,52	1,83	336,667	0,024
Schnittholz Fichte	422,38	285,86	2,9239	133,60	1118,24	6,04	1112,123	0,080
Schnittholz Fichte	69,69	47,17	0,4824	22,04	184,51	1,00	183,500	0,013
Schnittholz Fichte	1006,81	681,39	6,9695	318,45	2665,53	14,40	2650,937	0,192
Schnittholz Fichte	201,36	136,28	1,3939	63,69	533,11	2,88	530,187	0,038
Schnittholz Fichte	32,04	21,68	0,2218	10,13	84,83	0,46	84,362	0,006
Summe	5975,04	4043,78	41,36	1889,90	15818,90	85,46	15732,3	1,138
Sperrholz-Fichte	4990,57	2879,72	23,0941	2087,76	10026,63	62,95	9962,933	0,740
Sperrholz-Fichte	4990,57	2879,72	23,0941	2087,76	10026,63	62,95	9962,933	0,740
Sperrholz-Fichte	2371,36	1368,35	10,9736	992,03	4764,33	29,91	4734,065	0,351
Sperrholz-Fichte	9029,93	5210,56	41,7864	3777,58	18142,14	113,91	18026,890	1,338
Sperrholz-Fichte	6022,18	3475,00	27,8680	2519,32	12099,24	75,97	12022,384	0,892
Sperrholz-Fichte	2371,36	1368,35	10,9736	992,03	4764,33	29,91	4734,065	0,351
Sperrholz-Fichte	2820,18	1627,33	13,0505	1179,79	5666,05	35,57	5630,060	0,418
Sperrholz-Fichte	2371,36	1368,35	10,9736	992,03	4764,33	29,91	4734,065	0,351
Sperrholz-Fichte	9029,93	5210,56	41,7864	3777,58	18142,14	113,91	18026,890	1,338
Sperrholz-Fichte	2820,18	1627,33	13,0505	1179,79	5666,05	35,57	5630,060	0,418
Sperrholz-Fichte	2820,18	1627,33	13,0505	1179,79	5666,05	35,57	5630,060	0,418
Summe	49637,79	28642,63	229,70	20765,46	99727,91	626,15	99094,404	7,356
Stahlbeton B25	20085,48	19041,40	98,7641	945,32	95962,46	56271,11	39454,867	236,491
Stahlbeton B25	11512,18	10913,76	56,6076	541,82	55001,78	32252,31	22613,926	135,547
Summe	31597,66	29955,15	155,37	1487,14	150964,25	88523,42	62068,793	372,038
Zementaussenputz	602,90	587,41	2,5444	12,94	1748,02	1313,27	434,358	0,393
Zementaussenputz	340,70	331,95	1,4378	7,31	987,81	742,13	245,456	0,222
Summe	943,60	919,36	3,98	20,26	2735,83	2055,40	679,814	0,615
Zementestrich	3432,29	3333,33	16,4386	82,52	15154,03	11807,65	3345,056	1,323
Zementestrich	2875,71	2792,79	13,7729	69,14	12696,62	9892,89	2802,614	1,108
Summe	6308,00	6126,12	30,21	151,67	27850,64	21700,54	6147,670	2,431

Anlage B

Detaillierte Aufstellung über die Stoffströme der Herstellungsphase

Variante 1

Material	Luftschadstoffe [kg]															
	SO2	NOx	HCl	HF	Staub	CO	NM VOC	H2S	NH3	As	Cd	Cr	Hg	Ni	Pb	PCDD/F
Dachziegel Ton	0,304673	2,685329	0,002734	0,000177	0,249489	2,293515	0,266156	9,72E-06	4,24E-05	1,44E-06	4,19E-07	1,61E-06	1,54E-06	5,49E-06	7,14E-06	6,65E-12
Dachziegel Ton	1,088251	9,591632	0,009764	0,000631	0,891143	8,192127	0,950673	3,47E-05	0,000151	5,15E-06	1,5E-06	5,76E-06	5,52E-06	1,96E-05	2,55E-05	2,38E-11
Summe																
Dichtungsbahn PVC	0,023247	0,059935	-0,000155	1,39E-05	0,004793	0,01186	0,046956	2,77E-09	0,000121	-6,39E-08	3,15E-09	3,48E-08	-5,08E-08	2,18E-06	3,58E-08	1,81E-13
Dichtungsbahn PVC	0,083036	0,214081	-0,000554	4,97E-05	0,017118	0,042363	0,167721	9,9E-09	0,000433	-2,28E-07	1,12E-08	1,24E-07	-1,81E-07	7,78E-06	1,28E-07	6,48E-13
Summe																
EPS Polystyrol-Extruderschaum 040	0,27054	0,650877	0,001486	0,000128	0,04481	0,140485	2,767192	1,13E-07	1,7E-06	3,46E-07	1,96E-07	9,62E-07	4,8E-07	2,26E-05	3,36E-06	3,32E-12
EPS Polystyrol-Extruderschaum 040	1,699255	4,088145	0,009333	0,000805	0,281447	0,882381	17,38066	7,11E-07	1,07E-05	2,17E-06	1,23E-06	6,04E-06	3,02E-06	0,000142	2,11E-05	2,08E-11
EPS Polystyrol-Extruderschaum 040	0,593209	1,427168	0,003258	0,000281	0,098253	0,308039	6,067574	2,48E-07	3,73E-06	7,58E-07	4,31E-07	2,11E-06	1,05E-06	4,95E-05	7,37E-06	7,27E-12
Summe																
Fenster Holz gedämmt	0,241961	0,402179	0,002563	0,000909	0,07853	0,480544	0,037785	3,71E-07	7,83E-05	6,46E-07	2,27E-07	1,11E-06	7,17E-07	2,83E-06	5,87E-06	7,41E-12
Summe																
Gipskartonplatte	0,284489	0,273655	0,002555	0,000168	0,30873	0,096122	0,054103	8,68E-08	3,29E-05	1,2E-06	3,3E-07	1,21E-06	1,28E-06	8,26E-06	4,84E-06	3,48E-12
Gipskartonplatte	0,13518	0,130032	0,001214	7,97E-05	0,146699	0,045674	0,025708	4,12E-08	1,57E-05	5,69E-07	1,57E-07	5,76E-07	6,07E-07	3,92E-06	2,3E-06	1,65E-12
Gipskartonplatte	0,514754	0,49515	0,004622	0,000304	0,558615	0,173923	0,097893	1,57E-07	5,96E-05	2,17E-06	5,97E-07	2,19E-06	2,31E-06	1,49E-05	8,75E-06	6,29E-12
Gipskartonplatte	0,514754	0,49515	0,004622	0,000304	0,558615	0,173923	0,097893	1,57E-07	5,96E-05	2,17E-06	5,97E-07	2,19E-06	2,31E-06	1,49E-05	8,75E-06	6,29E-12
Gipskartonplatte	0,160765	0,154643	0,001444	9,48E-05	0,174464	0,054319	0,030573	4,9E-08	1,86E-05	6,77E-07	1,86E-07	6,85E-07	7,22E-07	4,67E-06	2,73E-06	1,96E-12
Gipskartonplatte	0,343297	0,330223	0,003083	0,000202	0,372548	0,115992	0,065286	1,05E-07	3,98E-05	1,45E-06	3,98E-07	1,46E-06	1,54E-06	9,97E-06	5,83E-06	4,19E-12
Gipskartonplatte	0,446018	0,429032	0,004005	0,000263	0,484022	0,150699	0,084821	1,36E-07	5,16E-05	1,88E-06	5,17E-07	1,9E-06	2E-06	1,29E-05	7,58E-06	5,45E-12
Gipskartonplatte	0,187114	0,179988	0,00168	0,00011	0,203057	0,063221	0,035584	5,71E-08	2,17E-05	7,88E-07	2,17E-07	7,97E-07	8,41E-07	5,43E-06	3,18E-06	2,29E-12
Summe																
Holzwoolleleichtbauplatte 070	0,887798	0,489494	0,001663	0,000113	0,075477	0,465892	1,445161	7,26E-08	4,82E-05	5,77E-06	5,04E-07	8,68E-06	6,19E-06	0,000458	3,18E-05	3,18E-12
Holzwoolleleichtbauplatte 070	1,571045	0,866206	0,002942	0,000199	0,133563	0,824441	2,557352	1,28E-07	8,52E-05	1,02E-05	8,92E-07	1,54E-05	1,1E-05	0,000811	5,63E-05	5,63E-12
Summe																
Mineralwolle 035	0,666818	1,90224	0,013746	0,051216	1,160071	0,525256	3,454181	3,97E-06	0,516298	8,16E-06	2,45E-06	7,99E-06	8,81E-06	3,59E-05	2,89E-05	1,89E-11
Mineralwolle 035	0,37682	1,074957	0,007768	0,028942	0,655557	0,296823	1,95196	2,24E-06	0,29176	4,61E-06	1,39E-06	4,51E-06	4,98E-06	2,03E-05	1,64E-05	1,07E-11
Mineralwolle 035	0,18841	0,537479	0,003884	0,014471	0,327778	0,148411	0,97598	1,12E-06	0,14588	2,31E-06	6,93E-07	2,26E-06	2,49E-06	1,01E-05	8,18E-06	5,33E-12
Mineralwolle 035	0,095055	0,271165	0,00196	0,007301	0,165368	0,074875	0,492395	5,66E-07	0,073598	1,16E-06	3,5E-07	1,14E-06	1,26E-06	5,12E-06	4,13E-06	2,69E-12
Mineralwolle 035	0,316851	0,903883	0,006532	0,024336	0,551228	0,249585	1,641315	1,89E-06	0,245328	3,88E-06	1,17E-06	3,79E-06	4,19E-06	1,71E-05	1,38E-05	8,97E-12
Mineralwolle 035	0,603269	1,720953	0,012436	0,046335	1,049514	0,475198	3,12499	3,59E-06	0,467094	7,38E-06	2,22E-06	7,23E-06	7,97E-06	3,25E-05	2,62E-05	1,71E-11
Mineralwolle 035	0,033269	0,094908	0,000686	0,002555	0,057879	0,026206	0,172338	1,98E-07	0,025759	4,07E-07	1,22E-07	3,98E-07	4,4E-07	1,79E-06	1,44E-06	9,41E-13
Mineralwolle 035	1,045428	2,982304	0,021551	0,080295	1,818742	0,823489	5,415414	6,22E-06	0,809445	1,28E-05	3,85E-06	1,25E-05	1,38E-05	5,63E-05	4,54E-05	2,96E-11
Mineralwolle 045	0,965589	2,754546	0,019905	0,074163	1,679845	0,760599	5,001839	5,75E-06	0,747627	1,18E-05	3,55E-06	1,16E-05	1,28E-05	5,2E-05	4,19E-05	2,73E-11
Summe																
PE-Folie	0,089663	0,228349	-0,000723	2,86E-06	0,016361	0,040578	0,16037	3,76E-09	6,62E-07	-2,96E-07	2,38E-08	1,38E-07	-2,29E-07	8,19E-06	-2,79E-08	6,81E-13
PE-Folie	0,075123	0,191319	-0,000606	2,4E-06	0,013708	0,033998	0,134364	3,15E-09	5,54E-07	-2,48E-07	1,99E-08	1,15E-07	-1,92E-07	6,86E-06	-2,34E-08	5,71E-13
PE-Folie	0,097602	0,248566	-0,000788	3,12E-06	0,017809	0,044171	0,174569	4,09E-09	7,2E-07	-3,22E-07	2,59E-08	1,5E-07	-2,49E-07	8,92E-06	-3,03E-08	7,41E-13
PE-Folie	0,03518	0,089594	-0,000284	1,12E-06	0,006419	0,015921	0,062923	1,48E-09	2,6E-07	-1,16E-07	9,33E-09	5,4E-08	-8,99E-08	3,21E-06	-1,09E-08	2,67E-13
PE-Folie	0,029581	0,075336	-0,000239	9,44E-07	0,005398	0,013387	0,052909	1,24E-09	2,18E-07	-9,76E-08	7,84E-09	4,54E-08	-7,56E-08	2,7E-06	-9,2E-09	2,25E-13
PE-Folie	0,062255	0,158546	-0,000502	1,99E-06	0,01136	0,028174	0,111347	2,61E-09	4,6E-07	-2,05E-07	1,65E-08	9,55E-08	-1,59E-07	5,69E-06	-1,94E-08	4,73E-13
Summe																
Schnittholz Fichte	0,062522	0,209896	0,00083	5,27E-05	0,014839	0,223886	0,095523	1,01E-07	1,28E-05	4,6E-07	1,27E-07	4,35E-07	4,89E-07	1,91E-06	1,71E-06	1,16E-12
Schnittholz Fichte	0,062522	0,209896	0,00083	5,27E-05	0,014839	0,223886	0,095523	1,01E-07	1,28E-05	4,6E-07	1,27E-07	4,35E-07	4,89E-07	1,91E-06	1,71E-06	1,16E-12
Schnittholz Fichte	0,012504	0,041979	0,000166	1,05E-05	0,002968	0,044777	0,019105	2,03E-08	2,57E-06	9,2E-08	2,53E-08	8,71E-08	9,77E-08	3,82E-07	3,41E-07	2,33E-13
Schnittholz Fichte	0,128869	0,432631	0,001711	0,000109	0,030586	0,461465	0,196888	2,09E-07	2,65E-05	9,48E-07	2,61E-07	8,97E-07	1,01E-06	3,94E-06	3,52E-06	2,4E-12
Schnittholz Fichte	0,142444	0,478204	0,00189	0,00012	0,033808	0,510077	0,217629	2,31E-07	2,92E-05	1,05E-06	2,88E-07	9,92E-07	1,11E-06	4,35E-06	3,89E-06	2,65E-12
Schnittholz Fichte	0,080495	0,270234	0,001068	6,78E-05	0,019105	0,288245	0,122982	1,31E-07	1,65E-05	5,92E-07	1,63E-07	5,6E-07	6,29E-07	2,46E-06	2,2E-06	1,5E-12
Schnittholz Fichte	0,040248	0,135117	0,000534	3,39E-05	0,009553	0,144122	0,061491	6,53E-08	8,26E-06	2,96E-07	8,15E-08	2,8E-07	3,15E-07	1,23E-06	1,1E-06	7,5E-13
Schnittholz Fichte	0,020305	0,068168	0,000269	1,71E-05	0,004819	0,072712	0,031023	3,3E-08	4,17E-06	1,49E-07	4,11E-08	1,41E-07	1,59E-07	6,2E-07	5,54E-07	3,78E-13
Schnittholz Fichte	0,067685	0,227227	0,000898	5,71E-05	0,016065	0,242372	0,10341	1,1E-07	1,39E-05	4,98E-07	1,37E-07	4,71E-07	5,29E-07	2,07E-06	1,85E-06	1,26E-12
Schnittholz Fichte	0,024565	0,082469	0,000326	2,07E-05	0,00583	0,087966	0,037531	3,99E-08	5,04E-06	1,81E-07	4,97E-08	1,71E-07	1,92E-07	7,5E-07	6,7E-07	4,58E-13
Schnittholz Fichte	0,064301	0,215866	0,000853	5,42E-05	0,015261	0,230253	0,09824	1,04E-07	1,32E-05	4,73E-07	1,3E-07	4,48E-07	5,03E-07	1,96E-06	1,75E-06	1,2E-12
Schnittholz Fichte	0,206267	0,692466	0,002737	0,000174	0,048956	0,738618	0,315138	3,35E-07	4,23E-05	1,52E-06	4,18E-07	1,44E-06	1,61E-06	6,3E-06	5,63E-06	3,84E-12

Anlage B

Detaillierte Aufstellung über die Stoffströme der Herstellungsphase

Variante 1

Material	Luftschadstoffe [kg]															
	SO2	NOx	HCl	HF	Staub	CO	NM VOC	H2S	NH3	As	Cd	Cr	Hg	Ni	Pb	PCDD/F
Schnittholz Fichte	0,028362	0,095214	0,000376	2,39E-05	0,006731	0,10156	0,043331	4,6E-08	5,82E-06	2,09E-07	5,74E-08	1,97E-07	2,22E-07	8,66E-07	7,74E-07	5,28E-13
Schnittholz Fichte	0,093688	0,314524	0,001243	7,9E-05	0,022236	0,335487	0,143138	1,52E-07	1,92E-05	6,89E-07	1,9E-07	6,52E-07	7,32E-07	2,86E-06	2,56E-06	1,75E-12
Schnittholz Fichte	0,015459	0,051896	0,000205	1,3E-05	0,003669	0,055355	0,023618	2,51E-08	3,17E-06	1,14E-07	3,13E-08	1,08E-07	1,21E-07	4,72E-07	4,22E-07	2,88E-13
Schnittholz Fichte	0,223322	0,749722	0,002963	0,000188	0,053004	0,799691	0,341195	3,62E-07	4,58E-05	1,64E-06	4,52E-07	1,56E-06	1,75E-06	6,82E-06	6,09E-06	4,16E-12
Schnittholz Fichte	0,044664	0,149944	0,000593	3,76E-05	0,010601	0,159938	0,068239	7,25E-08	9,17E-06	3,29E-07	9,04E-08	3,11E-07	3,49E-07	1,36E-06	1,22E-06	8,32E-13
Schnittholz Fichte	0,007107	0,023859	9,43E-05	5,99E-06	0,001687	0,025449	0,010858	1,15E-08	1,46E-06	5,23E-08	1,44E-08	4,95E-08	5,55E-08	2,17E-07	1,94E-07	1,32E-13
Summe																
Sperrholz-Fichte	0,841719	2,114927	0,010115	0,000635	0,120128	1,442498	0,462217	4,79E-06	2,1E-05	5,21E-06	1,5E-06	5,13E-06	5,59E-06	1,97E-05	2,01E-05	1,47E-11
Sperrholz-Fichte	0,841719	2,114927	0,010115	0,000635	0,120128	1,442498	0,462217	4,79E-06	2,1E-05	5,21E-06	1,5E-06	5,13E-06	5,59E-06	1,97E-05	2,01E-05	1,47E-11
Sperrholz-Fichte	0,399958	1,004945	0,004806	0,000302	0,057081	0,685429	0,219631	2,27E-06	9,98E-06	2,48E-06	7,14E-07	2,44E-06	2,66E-06	9,38E-06	9,54E-06	7,01E-12
Sperrholz-Fichte	1,523003	3,826741	0,018302	0,001149	0,21736	2,610051	0,836334	8,66E-06	3,8E-05	9,43E-06	2,72E-06	9,29E-06	1,01E-05	3,57E-05	3,63E-05	2,67E-11
Sperrholz-Fichte	1,015712	2,552107	0,012206	0,000766	0,14496	1,740679	0,557763	5,78E-06	2,54E-05	6,29E-06	1,81E-06	6,19E-06	6,74E-06	2,38E-05	2,42E-05	1,78E-11
Sperrholz-Fichte	0,399958	1,004945	0,004806	0,000302	0,057081	0,685429	0,219631	2,27E-06	9,98E-06	2,48E-06	7,14E-07	2,44E-06	2,66E-06	9,38E-06	9,54E-06	7,01E-12
Sperrholz-Fichte	0,475656	1,195147	0,005716	0,000359	0,067885	0,815157	0,261199	2,71E-06	1,19E-05	2,95E-06	8,49E-07	2,9E-06	3,16E-06	1,12E-05	1,13E-05	8,33E-12
Sperrholz-Fichte	0,399958	1,004945	0,004806	0,000302	0,057081	0,685429	0,219631	2,27E-06	9,98E-06	2,48E-06	7,14E-07	2,44E-06	2,66E-06	9,38E-06	9,54E-06	7,01E-12
Sperrholz-Fichte	1,523003	3,826741	0,018302	0,001149	0,21736	2,610051	0,836334	8,66E-06	3,8E-05	9,43E-06	2,72E-06	9,29E-06	1,01E-05	3,57E-05	3,63E-05	2,67E-11
Sperrholz-Fichte	0,475656	1,195147	0,005716	0,000359	0,067885	0,815157	0,261199	2,71E-06	1,19E-05	2,95E-06	8,49E-07	2,9E-06	3,16E-06	1,12E-05	1,13E-05	8,33E-12
Sperrholz-Fichte	0,475656	1,195147	0,005716	0,000359	0,067885	0,815157	0,261199	2,71E-06	1,19E-05	2,95E-06	8,49E-07	2,9E-06	3,16E-06	1,12E-05	1,13E-05	8,33E-12
Summe																
Stahlbeton B25	5,615764	28,34035	0,064573	0,003458	4,733688	22,3877	1,549868	1,32E-06	0,003343	7,08E-05	3,63E-05	0,000273	8,44E-05	0,000305	0,001736	2,62E-09
Stahlbeton B25	3,218728	16,24354	0,037011	0,001982	2,713158	12,83172	0,888322	7,56E-07	0,001916	4,06E-05	2,08E-05	0,000156	4,84E-05	0,000175	0,000995	1,5E-09
Summe																
Zementaussenputz	0,13291	0,834757	0,001838	0,000103	0,094954	0,192282	0,07231	2,97E-07	0,000213	6,97E-07	2,05E-07	9,37E-07	7,33E-07	3,77E-06	4,6E-06	5,06E-12
Zementaussenputz	0,075107	0,471721	0,001039	5,85E-05	0,053659	0,108659	0,040863	1,68E-07	0,00012	3,94E-07	1,16E-07	5,29E-07	4,14E-07	2,13E-06	2,6E-06	2,86E-12
Summe																
Zementestrich	0,80238	5,56803	0,013542	0,000729	0,756385	1,016592	0,302274	2,48E-07	0,000683	4,47E-06	1,2E-06	4,88E-06	4,6E-06	2,28E-05	2,16E-05	1,95E-11
Zementestrich	0,672264	4,665106	0,011346	0,000611	0,633728	0,851739	0,253256	2,08E-07	0,000572	3,75E-06	1,01E-06	4,09E-06	3,85E-06	1,91E-05	1,81E-05	1,64E-11
Summe																

Anlage B
Detaillierte Aufstellung über die Stoffströme der Herstellungsphase
Variante 1

Material	Treibhausgase [kg]				Reststoffe [kg]					Reststoffe in Abwasser [kg]						
	CO2	CH4	N2O	Perfluor- methan	Perfluora- ethan	REA- Asche	REA- Reststoff	Klär- schlamm	Produktions- abfall	Müll-atomar Abraum (hochaktiv)	N	AOX	CSB	BSB5	anorg Salze	
Dachziegel Ton	583,7122	3,190502	0,004813	2,0638E-06	2,5937E-07	6,7342	1,370219	0,006749	3,914706	495,8034	0,000139	1,65E-08	1,14E-08	0,040963	0,001151	3,51E-05
Dachziegel Ton	2084,941	11,39604	0,017192	7,3717E-06	9,2645E-07	24,05365	4,894239	0,024105	13,9828	1770,943	0,000498	5,89E-08	4,06E-08	0,146314	0,00411	0,000126
Summe																
Dichtungsbahn PVC	14,74686	0,021203	0,000358	3,8989E-08	4,9E-09	0,032156	-0,026784	0,011196	0,096848	6,597415	4,61E-06	2,57E-08	6,21E-10	0,004376	0,000838	0,006255
Dichtungsbahn PVC	52,6738	0,075736	0,001278	1,3926E-07	1,7502E-08	0,114856	-0,09567	0,03999	0,345929	23,56508	1,64E-05	9,17E-08	2,22E-09	0,015631	0,002994	0,022343
Summe																
EPS Polystyrol-Extruderschaum 040	192,0478	0,388601	0,004805	4,031E-07	5,066E-08	3,286767	0,457344	0,10913	2,016043	125,7394	7,08E-05	2,58E-07	7,14E-09	0,024674	0,000692	8,46E-06
EPS Polystyrol-Extruderschaum 040	1206,248	2,440793	0,030182	2,5319E-06	3,1819E-07	20,6441	2,872565	0,685446	12,66272	789,7662	0,000444	1,62E-06	4,48E-08	0,154979	0,004349	5,32E-05
EPS Polystyrol-Extruderschaum 040	421,1	0,852078	0,010536	8,8387E-07	1,1108E-07	7,206838	1,00281	0,239289	4,420544	275,7067	0,000155	5,67E-07	1,57E-08	0,054103	0,001518	1,86E-05
Summe																
Fenster Holz gedämmt	108,4724	0,272549	0,002921	0,00035568	4,47E-05	2,924305	0,544601	0,006177	27,86465	136,5335	5,9E-05	1,74E-08	1,56E-08	0,139806	0,004245	7,615952
Summe																
Gipskartonplatte	200,9767	0,302109	0,006496	2,1424E-06	2,6925E-07	5,657873	1,140647	0,036321	1,996077	242,1101	0,000119	8,7E-08	4,77E-09	0,016953	0,000477	3,69E-05
Gipskartonplatte	95,49765	0,143552	0,003087	1,018E-06	1,2794E-07	2,688439	0,541999	0,017259	0,948472	115,0429	5,63E-05	4,13E-08	2,27E-09	0,008055	0,000227	1,75E-05
Gipskartonplatte	363,6464	0,546634	0,011753	3,8764E-06	4,8718E-07	10,23733	2,063882	0,065719	3,611695	438,0731	0,000215	1,57E-07	8,63E-09	0,030674	0,000864	6,68E-05
Gipskartonplatte	363,6464	0,546634	0,011753	3,8764E-06	4,8718E-07	10,23733	2,063882	0,065719	3,611695	438,0731	0,000215	1,57E-07	8,63E-09	0,030674	0,000864	6,68E-05
Gipskartonplatte	113,5721	0,170722	0,003671	1,2107E-06	1,5215E-07	3,197268	0,64458	0,020525	1,127985	136,8166	6,7E-05	4,92E-08	2,69E-09	0,00958	0,00027	2,09E-05
Gipskartonplatte	242,5209	0,364558	0,007839	2,5852E-06	3,249E-07	6,82742	1,376432	0,043829	2,408689	292,1571	0,000143	1,05E-07	5,75E-09	0,020457	0,000576	4,46E-05
Gipskartonplatte	315,0883	0,473641	0,010184	3,3588E-06	4,2212E-07	8,870329	1,788289	0,056944	3,129421	379,5767	0,000186	1,36E-07	7,48E-09	0,026578	0,000748	5,79E-05
Gipskartonplatte	132,186	0,198702	0,004272	1,4091E-06	1,7709E-07	3,721285	0,750224	0,023889	1,312856	159,2402	7,8E-05	5,72E-08	3,14E-09	0,01115	0,000314	2,43E-05
Summe																
Holzwohleleichtbauplatte 070	207,5339	0,268118	0,006008	8,0981E-07	1,0177E-07	3,378386	0,685916	0,041452	122,7629	144,6942	7,09E-05	9,94E-08	5,42E-09	0,019015	0,000534	1,44E-05
Holzwohleleichtbauplatte 070	367,2512	0,47446	0,010631	1,433E-06	1,801E-07	5,978379	1,213795	0,073354	217,2408	256,0503	0,000125	1,76E-07	9,59E-09	0,033649	0,000945	2,55E-05
Summe																
Mineralwolle 035	723,7874	2,085351	0,020809	7,2768E-06	9,1452E-07	44,5759	8,775386	0,049077	29,55955	1942,666	0,000945	9,31E-08	1,87E-08	0,330749	0,030057	26,6263
Mineralwolle 035	409,0127	1,178433	0,011759	4,1121E-06	5,1679E-07	25,18987	4,958976	0,027733	16,70412	1097,802	0,000534	5,26E-08	1,06E-08	0,186906	0,016985	15,04654
Mineralwolle 035	204,5064	0,589217	0,00588	2,056E-06	2,584E-07	12,59494	2,479488	0,013867	8,352061	548,901	0,000267	2,63E-08	5,29E-09	0,093453	0,008493	7,523271
Mineralwolle 035	103,1761	0,297267	0,002966	1,0373E-06	1,3036E-07	6,35431	1,250934	0,006996	4,213724	276,9277	0,000135	1,33E-08	2,67E-09	0,047148	0,004285	3,795588
Mineralwolle 035	343,9205	0,990891	0,009888	3,4577E-06	4,3455E-07	21,18103	4,169781	0,02332	14,04575	923,0924	0,000449	4,43E-08	8,89E-09	0,157161	0,014282	12,65196
Mineralwolle 035	654,809	1,886613	0,018826	6,5833E-06	8,2736E-07	40,32773	7,939074	0,044399	26,74246	1757,526	0,000855	8,43E-08	1,69E-08	0,299228	0,027193	24,08876
Mineralwolle 035	36,11165	0,104044	0,001038	3,6306E-07	4,5628E-08	2,224008	0,437827	0,002449	1,474803	96,9247	4,71E-05	4,65E-09	9,34E-10	0,016502	0,0015	1,328456
Mineralwolle 035	1134,743	3,269382	0,032624	1,1408E-05	1,4338E-06	69,88544	13,75792	0,076941	46,34302	3045,683	0,001481	1,46E-07	2,93E-08	0,518543	0,047123	41,74433
Mineralwolle 045	1048,083	3,0197	0,030133	1,0537E-05	1,3243E-06	64,5483	12,70723	0,071065	42,80381	2813,085	0,001368	1,35E-07	2,71E-08	0,478942	0,043525	38,55632
Summe																
PE-Folie	57,27054	0,077054	0,001256	1,3014E-07	1,6356E-08	0,454893	-0,07066	0,041699	0,544595	34,57654	2,38E-05	9,87E-08	2,37E-09	0,008121	0,000228	2,83E-06
PE-Folie	47,98342	0,064559	0,001052	1,0904E-07	1,3704E-08	0,381126	-0,059202	0,034937	0,456282	28,96953	2E-05	8,27E-08	1,98E-09	0,006804	0,000191	2,37E-06
PE-Folie	62,34109	0,083876	0,001367	1,4167E-07	1,7804E-08	0,495168	-0,076916	0,045391	0,592812	37,63783	2,59E-05	1,07E-07	2,57E-09	0,00884	0,000248	3,08E-06
PE-Folie	22,47055	0,030233	0,000493	5,1063E-08	6,4174E-09	0,178481	-0,027724	0,016361	0,213676	13,56638	9,35E-06	3,87E-08	9,28E-10	0,003186	8,94E-05	1,11E-06
PE-Folie	18,89447	0,025421	0,000414	4,2937E-08	5,3961E-09	0,150076	-0,023312	0,013757	0,179671	11,40736	7,86E-06	3,26E-08	7,8E-10	0,002679	7,52E-05	9,34E-07
PE-Folie	39,76379	0,0535	0,000872	9,0361E-08	1,1356E-08	0,315839	-0,04906	0,028953	0,37812	24,00701	1,65E-05	6,85E-08	1,64E-09	0,005638	0,000158	1,97E-06
Summe																
Schnittholz Fichte	47,77839	0,098626	0,0032	6,8354E-07	8,5905E-08	2,404906	0,453177	0,003878	387,1853	95,09665	4,61E-05	9,34E-09	1,36E-09	0,004909	0,000138	1,16E-05
Schnittholz Fichte	47,77839	0,098626	0,0032	6,8354E-07	8,5905E-08	2,404906	0,453177	0,003878	387,1853	95,09665	4,61E-05	9,34E-09	1,36E-09	0,004909	0,000138	1,16E-05
Schnittholz Fichte	9,555677	0,019725	0,00064	1,3671E-07	1,7181E-08	0,480981	0,090635	0,000776	77,43706	19,01933	9,22E-06	1,87E-09	2,72E-10	0,000982	2,77E-05	2,32E-06
Schnittholz Fichte	98,479	0,203284	0,006596	1,4089E-06	1,7706E-07	4,956902	0,934072	0,007993	798,0517	196,0096	9,9E-05	1,92E-08	2,81E-09	0,010119	0,000285	2,39E-05
Schnittholz Fichte	108,8529	0,224698	0,007291	1,5573E-06	1,9572E-07	5,479068	1,032468	0,008835	882,1194	216,6575	0,000105	2,13E-08	3,1E-09	0,011185	0,000315	2,64E-05
Schnittholz Fichte	61,51284	0,126977	0,00412	8,8003E-07	1,106E-07	3,096225	0,583449	0,004993	498,4863	122,4333	5,93E-05	1,2E-08	1,75E-09	0,006321	0,000178	1,49E-05
Schnittholz Fichte	30,75642	0,063489	0,00206	4,4001E-07	5,5299E-08	1,548112	0,291724	0,002496	249,2431	61,21665	2,97E-05	6,01E-09	8,77E-10	0,00316	8,9E-05	7,46E-06
Schnittholz Fichte	15,51702	0,032031	0,001039	2,2199E-07	2,7899E-08	0,781043	0,147179	0,001259	125,7464	30,8846	1,5E-05	3,03E-09	4,42E-10	0,001594	4,49E-05	3,76E-06
Schnittholz Fichte	51,72339	0,106769	0,003464	7,3998E-07	9,2998E-08	2,603477	0,490596	0,004198	419,1547	102,9487	4,99E-05	1,01E-08	1,47E-09	0,005315	0,00015	1,25E-05
Schnittholz Fichte	18,77238	0,038751	0,001257	2,6856E-07	3,3752E-08	0,9449	0,178056	0,001524	152,1271	37,36397	1,81E-05	3,67E-09	5,35E-10	0,001929	5,43E-05	4,55E-06
Schnittholz Fichte	49,13722	0,101431	0,003291	7,0298E-07	8,8348E-08	2,473303	0,466066	0,003988	398,197	97,80123	4,74E-05	9,6E-09	1,4E-09	0,005049	0,000142	1,19E-05
Schnittholz Fichte	157,6248	0,325375	0,010557	2,255E-06	2,8341E-07	7,933985	1,49507	0,012794	1277,356	313,7317	0,000152	3,08E-08	4,49E-09	0,016196	0,000456	3,82E-05

Anlage B

Detaillierte Aufstellung über die Stoffströme der Herstellungsphase

Variante 1

Material	Treibhausgase [kg]			Reststoffe [kg]						Reststoffe in Abwasser [kg]						
	CO2	CH4	N2O	Perfluor- methan	Perfluora- ethan	REA- Asche	Reststoff	Klär- schlamm	Produktions- abfall	Müll-atomar Abraum (hochaktiv)	N	AOX	CSB	BSB5	anorg Salze	
Schnittholz Fichte	21,67342	0,044739	0,001452	3,1007E-07	3,8968E-08	1,090923	0,205572	0,001759	175,6365	43,13811	2,09E-05	4,24E-09	6,18E-10	0,002227	6,27E-05	5,26E-06
Schnittholz Fichte	71,59452	0,147788	0,004795	1,0243E-06	1,2873E-07	3,603682	0,679073	0,005811	580,1859	142,4996	6,91E-05	1,4E-08	2,04E-09	0,007357	0,000207	1,74E-05
Schnittholz Fichte	11,8131	0,024385	0,000791	1,69E-07	2,124E-08	0,594608	0,112047	0,000959	95,73068	23,51243	1,14E-05	2,31E-09	3,37E-10	0,001214	3,42E-05	2,87E-06
Schnittholz Fichte	170,658	0,352278	0,01143	2,4415E-06	3,0684E-07	8,590002	1,618689	0,013852	1382,974	339,6724	0,000165	3,34E-08	4,86E-09	0,017536	0,000494	4,14E-05
Schnittholz Fichte	34,13159	0,070456	0,002286	4,883E-07	6,1368E-08	1,718	0,323738	0,00277	276,5948	67,93449	3,29E-05	6,67E-09	9,73E-10	0,003507	9,88E-05	8,28E-06
Schnittholz Fichte	5,430956	0,011211	0,000364	7,7697E-08	9,7647E-09	0,273365	0,051513	0,000441	44,01125	10,80961	5,24E-06	1,06E-09	1,55E-10	0,000558	1,57E-05	1,32E-06
Summe																
Sperrholz-Fichte	604,9379	1,90124	0,062122	7,6615E-06	9,6287E-07	31,45725	5,301661	0,029079	1181,602	1105,387	0,000541	7,04E-08	1,87E-08	0,067521	0,001901	0,00013
Sperrholz-Fichte	604,9379	1,90124	0,062122	7,6615E-06	9,6287E-07	31,45725	5,301661	0,029079	1181,602	1105,387	0,000541	7,04E-08	1,87E-08	0,067521	0,001901	0,00013
Sperrholz-Fichte	287,447	0,903408	0,029518	3,6405E-06	4,5752E-07	14,94747	2,519178	0,013818	561,4593	525,2445	0,000257	3,35E-08	8,88E-09	0,032084	0,000903	6,19E-05
Sperrholz-Fichte	1094,572	3,440096	0,112403	1,3863E-05	1,7422E-06	56,91862	9,592803	0,052616	2137,986	2000,083	0,00098	1,27E-07	3,38E-08	0,122173	0,003439	0,000236
Sperrholz-Fichte	729,9855	2,294248	0,074963	9,2452E-06	1,1619E-06	37,95982	6,397574	0,03509	1425,853	1333,884	0,000653	8,5E-08	2,26E-08	0,081479	0,002294	0,000157
Sperrholz-Fichte	287,447	0,903408	0,029518	3,6405E-06	4,5752E-07	14,94747	2,519178	0,013818	561,4593	525,2445	0,000257	3,35E-08	8,88E-09	0,032084	0,000903	6,19E-05
Sperrholz-Fichte	341,8508	1,074392	0,035105	4,3295E-06	5,4412E-07	17,77651	2,995972	0,016433	667,7242	624,6551	0,000306	3,98E-08	1,06E-08	0,038156	0,001074	7,36E-05
Sperrholz-Fichte	287,447	0,903408	0,029518	3,6405E-06	4,5752E-07	14,94747	2,519178	0,013818	561,4593	525,2445	0,000257	3,35E-08	8,88E-09	0,032084	0,000903	6,19E-05
Sperrholz-Fichte	1094,572	3,440096	0,112403	1,3863E-05	1,7422E-06	56,91862	9,592803	0,052616	2137,986	2000,083	0,00098	1,27E-07	3,38E-08	0,122173	0,003439	0,000236
Sperrholz-Fichte	341,8508	1,074392	0,035105	4,3295E-06	5,4412E-07	17,77651	2,995972	0,016433	667,7242	624,6551	0,000306	3,98E-08	1,06E-08	0,038156	0,001074	7,36E-05
Sperrholz-Fichte	341,8508	1,074392	0,035105	4,3295E-06	5,4412E-07	17,77651	2,995972	0,016433	667,7242	624,6551	0,000306	3,98E-08	1,06E-08	0,038156	0,001074	7,36E-05
Summe																
Stahlbeton B25	10465,35	16,78148	0,241676	5,3009E-05	6,662E-06	99,66834	19,62493	0,361307	320,9025	18481,33	0,001652	9,32E-07	6,01E-06	21,63816	0,606932	0,000903
Stahlbeton B25	5998,313	9,618461	0,138519	3,0383E-05	3,8184E-06	57,12584	11,24821	0,207087	183,9283	10592,75	0,000947	5,34E-07	3,44E-06	12,40211	0,347869	0,000518
Summe																
Zementaussenputz	276,2495	0,361606	0,00704	1,3554E-06	1,7034E-07	3,030992	0,600636	0,013191	1,63851	436,4521	5,61E-05	3,18E-08	1E-08	0,035958	0,00101	2,32E-05
Zementaussenputz	156,1088	0,204344	0,003978	7,6593E-07	9,6259E-08	1,712816	0,33942	0,007454	0,925923	246,6394	3,17E-05	1,8E-08	5,65E-09	0,02032	0,000571	1,31E-05
Summe																
Zementestrich	2037,882	2,353851	0,049964	1,0205E-05	1,2826E-06	20,84997	4,10136	0,070079	10,13054	3642,089	0,000372	1,69E-07	3,36E-08	0,120848	0,003399	0,000174
Zementestrich	1707,415	1,972145	0,041862	8,5504E-06	1,0746E-06	17,4689	3,436274	0,058715	8,487749	3051,48	0,000311	1,42E-07	2,81E-08	0,101251	0,002847	0,000146
Summe																

Anlage B

Detaillierte Aufstellung über die Stoffströme der Herstellungsphase

Variante 2

Material	Bauteil	Menge Material	Zeit Faktor	Typ	Menge Bauteil	Wirkungsabschätzung [kg]			
						Treibhauseffekt	Sommersmog	Versauerung	Überdüngung
Dachziegel Ton	V1 Dachüberstand Haacke Holz	1308 kg	25	2 sonstige	32,7 m ²	658,53	3,839	2,1765	0,3500
Dachziegel Ton	V1 Dach Haacke Holz	4672 kg	25	2 Dachfläche	116,8 m ²	2352,19	13,713	7,7742	1,2502
Summe						3010,73	17,552	9,9507	1,6002
Dichtungsbahn PVC	V1 Dach Haacke Holz	23,36 kg	25	2 Dachfläche	116,8 m ²	54,79	0,435	0,2333	0,0283
Dichtungsbahn PVC	V1 Dachüberstand Haacke Holz	6,54 kg	50	1 sonstige	32,7 m ²	15,34	0,122	0,0653	0,0079
Summe						70,14	0,556	0,2986	0,0362
EPS Polystyrol-Extruderschaum 035	V2 Außenwand "Mitte" Poroton	8,42 m ³	50	1 Aussenwand an Ausse	42,1 m ²	831,37	14,713	2,9781	0,3498
EPS Polystyrol-Extruderschaum 035	V2 Außenwand "unten" Poroton	7,45 m ³	50	1 Aussenwand an Ausse	74,5 m ²	735,59	13,018	2,6350	0,3095
EPS Polystyrol-Extruderschaum 035	V2 Außenwand "oben" Poroton	4,956 m ³	50	1 Aussenwand an Ausse	35,4 m ²	489,34	8,660	1,7529	0,2059
EPS Polystyrol-Extruderschaum 040	V1 Fundament gedämmt	2,05 m ³	50	1 sonstige	41 m ²	202,41	3,582	0,7251	0,0852
EPS Polystyrol-Extruderschaum 040	V1 Sohle	12,876 m ³	50	1 Bodenplatte	107,3 m ²	1271,34	22,499	4,5541	0,5349
EPS Polystyrol-Extruderschaum 040	V2 Decke über EG Poroton	4,495 m ³	50	1 Geschossdecke	89,9 m ²	443,82	7,855	1,5898	0,1867
Summe						3973,87	70,327	14,2350	1,6719
Fenster Holz gedämmt	V2 Fenster	57,9 m ²	50	1 Fenster	57,9 m ²	118,16	0,585	0,5259	0,0554
Summe						118,16	0,585	0,5259	0,0554
Gipskartonplatte	V1 Decke über OG Haacke Holz	0,6125 m ³	50	1 Geschossdecke	49 m ²	138,03	0,265	0,3141	0,0237
Gipskartonplatte	V1 Dach Haacke Holz	1,46 m ³	50	1 Dachfläche	116,8 m ²	329,02	0,631	0,7488	0,0564
Summe						467,05	0,896	1,0629	0,0800
Innenputz Kalk	V2 Innenwand EG Poroton	1,0035 m ³	50	1 Innenwand	66,9 m ²	222,35	0,828	0,4476	0,0689
Innenputz Kalk	V2 Innenwand EG Poroton	1,0035 m ³	50	1 Innenwand	66,9 m ²	222,35	0,828	0,4476	0,0689
Innenputz Kalk	V2 Innenwand OG Poroton	1,0185 m ³	50	1 Innenwand	67,9 m ²	225,67	0,840	0,4543	0,0699
Innenputz Kalk	V2 Innenwand OG Poroton	1,0185 m ³	50	1 Innenwand	67,9 m ²	225,67	0,840	0,4543	0,0699
Innenputz Kalk	V2 Außenwand "Mitte" Poroton	0,6315 m ³	50	1 Aussenwand an Ausse	42,1 m ²	139,92	0,521	0,2817	0,0434
Innenputz Kalk	V2 Außenwand "unten" Poroton	1,1175 m ³	50	1 Aussenwand an Ausse	74,5 m ²	247,60	0,922	0,4985	0,0767
Innenputz Kalk	V2 Außenwand "oben" Poroton	0,531 m ³	50	1 Aussenwand an Ausse	35,4 m ²	117,65	0,438	0,2369	0,0365
Summe						1401,21	5,216	2,8209	0,4343
Kunstharpuzputz	V2 Außenwand "unten" Poroton	0,745 m ³	50	1 Aussenwand an Ausse	74,5 m ²	523,30	3,875	2,1895	0,2686
Kunstharpuzputz	V2 Außenwand "Mitte" Poroton	0,421 m ³	50	1 Aussenwand an Ausse	42,1 m ²	295,72	2,190	1,2373	0,1518
Summe						819,01	6,065	3,4268	0,4204
Mineralwolle 035	V1 Dach Haacke Holz	21,024 m ³	50	1 Dachfläche	116,8 m ²	1219,68	9,190	6,3137	0,6662
Mineralwolle 035	V2 Außenwand "oben" Poroton	0,66906 m ³	50	1 Aussenwand an Ausse	35,4 m ²	38,81	0,292	0,2009	0,0212
Summe						1258,49	9,483	6,5146	0,6874
Mörtel Dünnbett	V2 Außenwand "Mitte" Poroton	252,6 kg	50	1 Aussenwand an Ausse	42,1 m ²	93,92	0,284	0,1864	0,0287
Mörtel Dünnbett	V2 Außenwand "oben" Poroton	212,4 kg	50	1 Aussenwand an Ausse	35,4 m ²	78,97	0,239	0,1568	0,0241
Mörtel Dünnbett	V2 Außenwand "unten" Poroton	558,75 kg	50	1 Aussenwand an Ausse	74,5 m ²	207,75	0,629	0,4124	0,0635
Mörtel Dünnbett	V2 Innenwand EG Poroton	294,36 kg	50	1 Innenwand	66,9 m ²	109,45	0,332	0,2173	0,0335
Mörtel Dünnbett	V2 Innenwand OG Poroton	203,7 kg	50	1 Innenwand	67,9 m ²	75,74	0,229	0,1503	0,0232
Summe						565,82	1,714	1,1232	0,1730
PE-Folie	V1 Sohle	107,3 m ²	50	1 Bodenplatte	107,3 m ²	59,42	0,444	0,2480	0,0299
PE-Folie	V2 Decke über EG Poroton	89,9 m ²	50	1 Geschossdecke	89,9 m ²	49,78	0,372	0,2078	0,0250
PE-Folie	V1 Dach Haacke Holz	116,8 m ²	50	1 Dachfläche	116,8 m ²	64,68	0,484	0,2699	0,0325
Summe						173,87	1,301	0,7256	0,0874
Poroton-Planziegel-T	V2 Innenwand OG Poroton	7,8085 m ³	50	1 Innenwand	67,9 m ²	1277,23	4,371	3,3093	0,4198
Poroton-Planziegel-T	V2 Innenwand EG Poroton	11,7075 m ³	50	1 Innenwand	66,9 m ²	1914,99	6,554	4,9617	0,6295
Poroton-Planziegel-T12	V2 Außenwand "Mitte" Poroton	10,104 m ³	50	1 Aussenwand an Ausse	42,1 m ²	1342,82	4,596	3,4792	0,4414
Poroton-Planziegel-T12	V2 Außenwand "unten" Poroton	22,35 m ³	50	1 Aussenwand an Ausse	74,5 m ²	2970,31	10,166	7,6960	0,9764
Poroton-Planziegel-T12	V2 Außenwand "oben" Poroton	8,496 m ³	50	1 Aussenwand an Ausse	35,4 m ²	1129,12	3,864	2,9255	0,3712
Summe						8634,47	29,551	22,3716	2,8383
Schnittholz Fichte	V2 Außenwand "oben" Poroton	0,6726 m ³	50	1 Aussenwand an Ausse	35,4 m ²	52,45	0,388	0,2154	0,0282
Schnittholz Fichte	V1 Dach Haacke Holz	0,25696 m ³	50	1 Dachfläche	116,8 m ²	20,04	0,148	0,0823	0,0108
Schnittholz Fichte	V2 Außenwand "oben" Poroton	0,07434 m ³	50	1 Aussenwand an Ausse	35,4 m ²	5,80	0,043	0,0238	0,0031
Schnittholz Fichte	V1 Dachüberstand Haacke Holz	0,654 m ³	50	1 sonstige	32,7 m ²	51,00	0,378	0,2095	0,0274
Schnittholz Fichte	V1 Dachüberstand Haacke Holz	0,1308 m ³	25	2 sonstige	32,7 m ²	10,20	0,076	0,0419	0,0055

Anlage B

Detaillierte Aufstellung über die Stoffströme der Herstellungsphase

Variante 2

Material	Bauteil	Menge Material	Zeit Faktor	Typ	Menge Bauteil	Wirkungsabschätzung [kg]			
						Treibhauseffekt	Sommersmog	Versauerung	Überdüngung
Schnittholz Fichte	V1 Dachüberstand Haacke Holz	0,654 m ³	25	2 sonstige	32,7 m ²	51,00	0,378	0,2095	0,0274
Schnittholz Fichte	V1 Decke über OG Haacke Holz	0,1617 m ³	50	1 Geschossdecke	49 m ²	12,61	0,093	0,0518	0,0068
Schnittholz Fichte	V1 Decke über OG Haacke Holz	0,98 m ³	50	1 Geschossdecke	49 m ²	76,42	0,566	0,3139	0,0411
Schnittholz Fichte	V1 Dach Haacke Holz	2,336 m ³	50	1 Dachfläche	116,8 m ²	182,16	1,349	0,7482	0,0979
Schnittholz Fichte	V1 Dach Haacke Holz	0,4672 m ³	25	2 Dachfläche	116,8 m ²	36,43	0,270	0,1496	0,0196
Summe						498,10	3,688	2,0459	0,2676
Stahlbeton B25	V2 Decke über EG Poroton	16,182 m ³	50	1 Geschossdecke	89,9 m ²	8236,71	29,274	19,1646	3,1379
Stahlbeton B25	V1 Fundament gedämmt	12,3 m ³	50	1 sonstige	41 m ²	6260,76	22,252	14,5671	2,3851
Stahlbeton B25	V1 Sohle	21,46 m ³	50	1 Bodenplatte	107,3 m ²	10923,24	38,823	25,4155	4,1614
Summe						25420,71	90,349	59,1472	9,6844
Zementaussenputz	V2 Außenwand "unten" Poroton	0,745 m ³	50	1 Aussenwand an Ausse	74,5 m ²	358,33	1,396	0,8956	0,1367
Zementaussenputz	V2 Außenwand "Mitte" Poroton	0,421 m ³	50	1 Aussenwand an Ausse	42,1 m ²	202,49	0,789	0,5061	0,0773
Summe						560,81	2,185	1,4017	0,2140
Zementestrich	V2 Decke über EG Poroton	4,495 m ³	50	1 Geschossdecke	89,9 m ²	1765,23	6,066	3,9323	0,6089
Zementestrich	V1 Sohle	5,365 m ³	50	1 Bodenplatte	107,3 m ²	2106,88	7,240	4,6934	0,7267
Summe						3872,11	13,306	8,6256	1,3356
Summe Gebäude V2						50845	252,78	134,28	19,586

Anlage B

Detaillierte Aufstellung über die Stoffströme der Herstellungsphase

Variante 2

Material	Kumulierter Energieaufwand (KEA) [kWh]				Kumulierter Stoffaufwandaufwand (KSA) [kg]			
	Summe	nichterneu.	erneuerbar	andere	Summe	nichterneu.	erneuerbar	andere
Dachziegel Ton	1721,57	1684,08	6,3738	31,12	2611,47	2085,38	525,642	0,448
Dachziegel Ton	6149,23	6015,31	22,7662	111,15	9327,80	7448,68	1877,522	1,600
Summe	7870,80	7699,39	29,14	142,26	11939,27	9534,06	2403,164	2,049
Dichtungsbahn PVC	103,54	99,29	0,8392	3,40	133,45	33,69	98,958	0,806
Dichtungsbahn PVC	28,99	27,80	0,2349	0,95	37,36	9,43	27,705	0,226
Summe	132,52	127,09	1,07	4,36	170,81	43,12	126,663	1,032
EPS Polystyrol-Extruderschaum 035	1883,36	1798,94	12,7478	71,68	2455,61	384,06	2070,440	1,108
EPS Polystyrol-Extruderschaum 035	1666,39	1591,69	11,2793	63,42	2172,72	339,82	1831,921	0,980
EPS Polystyrol-Extruderschaum 035	1108,54	1058,85	7,5034	42,19	1445,37	226,06	1218,658	0,652
EPS Polystyrol-Extruderschaum 040	458,54	437,98	3,1037	17,45	597,86	93,51	504,086	0,270
EPS Polystyrol-Extruderschaum 040	2880,07	2750,96	19,4942	109,61	3755,16	587,31	3166,150	1,694
EPS Polystyrol-Extruderschaum 040	1005,43	960,36	6,8054	38,27	1310,92	205,03	1105,300	0,591
Summe	9002,34	8598,78	60,93	342,62	11737,64	1835,79	9896,555	5,295
Fenster Holz gedämmt	414,43	387,36	6,5218	20,54	989,99	79,71	909,270	1,008
Summe	414,43	387,36	6,52	20,54	989,99	79,71	909,270	1,008
Gipskartonplatte	528,50	508,13	3,3941	16,97	784,69	235,67	548,897	0,122
Gipskartonplatte	1259,77	1211,23	8,0904	40,45	1870,45	561,77	1308,391	0,290
Summe	1788,27	1719,36	11,48	57,42	2655,14	797,44	1857,288	0,412
Innenputz Kalk	363,38	354,61	1,4664	7,30	1908,32	1510,27	397,880	0,163
Innenputz Kalk	363,38	354,61	1,4664	7,30	1908,32	1510,27	397,880	0,163
Innenputz Kalk	368,81	359,91	1,4883	7,41	1936,84	1532,85	403,827	0,166
Innenputz Kalk	368,81	359,91	1,4883	7,41	1936,84	1532,85	403,827	0,166
Innenputz Kalk	228,67	223,16	0,9228	4,59	1200,90	950,41	250,385	0,103
Innenputz Kalk	404,66	394,90	1,6330	8,13	2125,11	1681,84	443,080	0,182
Innenputz Kalk	192,28	187,64	0,7760	3,86	1009,78	799,16	210,537	0,086
Summe	2289,99	2234,75	9,24	46,00	12026,10	9517,65	2507,415	1,029
Kunstharzputz	1139,95	1078,83	9,4284	51,70	1557,54	849,63	707,000	0,911
Kunstharzputz	644,19	609,65	5,3280	29,21	880,17	480,13	399,526	0,515
Summe	1784,14	1688,48	14,76	80,91	2437,71	1329,76	1106,527	1,426
Mineralwolle 035	5171,06	5065,09	62,0360	43,94	16213,47	412,16	15375,321	425,994
Mineralwolle 035	164,56	161,19	1,9742	1,40	515,97	13,12	489,299	13,557
Summe	5335,63	5226,28	64,01	45,34	16729,45	425,28	15864,619	439,551
Mörtel Dünnbett	148,68	143,90	0,7949	3,99	459,39	302,51	156,835	0,041
Mörtel Dünnbett	125,02	121,00	0,6684	3,36	386,28	254,37	131,875	0,034
Mörtel Dünnbett	328,89	318,30	1,7584	8,83	1016,17	669,16	346,918	0,090
Mörtel Dünnbett	173,27	167,69	0,9264	4,65	535,34	352,53	182,763	0,048
Mörtel Dünnbett	119,90	116,04	0,6410	3,22	370,46	243,95	126,474	0,033
Summe	895,76	866,92	4,79	24,05	2767,63	1822,52	944,865	0,246
PE-Folie	118,14	111,25	1,0586	5,83	113,25	35,30	77,860	0,089
PE-Folie	98,99	93,21	0,8870	4,89	94,89	29,58	65,234	0,074
PE-Folie	128,60	121,10	1,1524	6,35	123,28	38,43	84,753	0,097
Summe	345,74	325,57	3,10	17,07	331,42	103,31	227,846	0,260
Poroton-Planziegel-T	4840,84	3645,17	15,0125	1180,66	10096,36	8445,84	1649,438	1,078
Poroton-Planziegel-T	7258,00	5465,31	22,5086	1770,19	15137,75	12663,08	2473,049	1,616
Poroton-Planziegel-T12	5089,44	3832,37	15,7834	1241,29	10614,85	8879,57	1734,144	1,133
Poroton-Planziegel-T12	11257,81	8477,18	34,9129	2745,72	23480,00	19641,57	3835,919	2,507
Poroton-Planziegel-T12	4279,48	3222,47	13,2716	1043,74	8925,55	7466,43	1458,164	0,953
Summe	32725,57	24642,49	101,49	7981,59	68254,51	57096,51	11150,714	7,287
Schnittholz Fichte	289,89	196,19	2,0067	91,69	767,48	4,15	763,279	0,055
Schnittholz Fichte	110,75	74,95	0,7666	35,03	293,21	1,58	291,603	0,021
Schnittholz Fichte	32,04	21,68	0,2218	10,13	84,83	0,46	84,362	0,006
Schnittholz Fichte	281,87	190,77	1,9512	89,16	746,26	4,03	742,172	0,054
Schnittholz Fichte	56,37	38,15	0,3902	17,83	149,25	0,81	148,434	0,011

Anlage B

Detaillierte Aufstellung über die Stoffströme der Herstellungsphase

Variante 2

Material	Kumulierter Energieaufwand (KEA) [kWh]				Kumulierter Stoffaufwandaufwand (KSA) [kg]			
	Summe	nichterneu.	erneuerbar	andere	Summe	nichterneu.	erneuerbar	andere
Schnittholz Fichte	281,87	190,77	1,9512	89,16	746,26	4,03	742,172	0,054
Schnittholz Fichte	69,69	47,17	0,4824	22,04	184,51	1,00	183,500	0,013
Schnittholz Fichte	422,38	285,86	2,9239	133,60	1118,24	6,04	1112,123	0,080
Schnittholz Fichte	1006,81	681,39	6,9695	318,45	2665,53	14,40	2650,937	0,192
Schnittholz Fichte	201,36	136,28	1,3939	63,69	533,11	2,88	530,187	0,038
Summe	2753,04	1863,20	19,06	870,79	7288,67	39,38	7248,770	0,524
Stahlbeton B25	15145,54	14358,24	74,4735	712,82	72360,88	42431,45	29751,102	178,327
Stahlbeton B25	11512,18	10913,76	56,6076	541,82	55001,78	32252,31	22613,926	135,547
Stahlbeton B25	20085,48	19041,40	98,7641	945,32	95962,46	56271,11	39454,867	236,491
Summe	46743,20	44313,39	229,85	2199,96	223325,13	130954,87	91819,895	550,365
Zementaussenputz	753,63	734,27	3,1805	16,18	2185,03	1641,59	542,947	0,491
Zementaussenputz	425,88	414,94	1,7973	9,14	1234,76	927,66	306,820	0,278
Summe	1179,50	1149,20	4,98	25,32	3419,78	2569,25	849,767	0,769
Zementestrich	2875,71	2792,79	13,7729	69,14	12696,62	9892,89	2802,614	1,108
Zementestrich	3432,29	3333,33	16,4386	82,52	15154,03	11807,65	3345,056	1,323
Summe	6308,00	6126,12	30,21	151,67	27850,64	21700,54	6147,670	2,431
Summe Gebäude V2	119569	106968	591	12010	391924	237849	153061	1014

Anlage B

Detaillierte Aufstellung über die Stoffströme der Herstellungsphase

Variante 2

Material	Luftschadstoffe [kg]															
	SO2	NOx	HCl	HF	Staub	CO	NMVOC	H2S	NH3	As	Cd	Cr	Hg	Ni	Pb	PCDD/F
Dachziegel Ton	0,304673	2,685329	0,002734	0,000177	0,249489	2,293515	0,266156	9,72E-06	4,24E-05	1,44E-06	4,19E-07	1,61E-06	1,54E-06	5,49E-06	7,14E-06	6,65E-12
Dachziegel Ton	1,088251	9,591632	0,009764	0,000631	0,891143	8,192127	0,950673	3,47E-05	0,000151	5,15E-06	1,5E-06	5,76E-06	5,52E-06	1,96E-05	2,55E-05	2,38E-11
Summe																
Dichtungsbahn PVC	0,083036	0,214081	-0,000554	4,97E-05	0,017118	0,042363	0,167721	9,9E-09	0,000433	-2,28E-07	1,12E-08	1,24E-07	-1,81E-07	7,78E-06	1,28E-07	6,48E-13
Dichtungsbahn PVC	0,023247	0,059935	-0,000155	1,39E-05	0,004793	0,01186	0,046956	2,77E-09	0,000121	-6,39E-08	3,15E-09	3,48E-08	-5,08E-08	2,18E-06	3,58E-08	1,81E-13
Summe																
EPS Polystyrol-Extruderschaum 035	1,111194	2,67336	0,006103	0,000526	0,184047	0,577015	11,36573	4,65E-07	6,99E-06	1,42E-06	8,07E-07	3,95E-06	1,97E-06	9,27E-05	1,38E-05	1,36E-11
EPS Polystyrol-Extruderschaum 035	0,983182	2,365384	0,0054	0,000466	0,162844	0,510542	10,05638	4,11E-07	6,19E-06	1,26E-06	7,14E-07	3,5E-06	1,75E-06	8,2E-05	1,22E-05	1,21E-11
EPS Polystyrol-Extruderschaum 035	0,654047	1,573536	0,003592	0,00031	0,10833	0,33963	6,689855	2,74E-07	4,12E-06	8,36E-07	4,75E-07	2,33E-06	1,16E-06	5,46E-05	8,12E-06	8,02E-12
EPS Polystyrol-Extruderschaum 040	0,27054	0,650877	0,001486	0,000128	0,04481	0,140485	2,767192	1,13E-07	1,7E-06	3,46E-07	1,96E-07	9,62E-07	4,8E-07	2,26E-05	3,36E-06	3,32E-12
EPS Polystyrol-Extruderschaum 040	1,699255	4,088145	0,009333	0,000805	0,281447	0,882381	17,38066	7,11E-07	1,07E-05	2,17E-06	1,23E-06	6,04E-06	3,02E-06	0,000142	2,11E-05	2,08E-11
EPS Polystyrol-Extruderschaum 040	0,593209	1,427168	0,003258	0,000281	0,098253	0,308039	6,067574	2,48E-07	3,73E-06	7,58E-07	4,31E-07	2,11E-06	1,05E-06	4,95E-05	7,37E-06	7,27E-12
Summe																
Fenster Holz gedämmt	0,241961	0,402179	0,002563	0,000909	0,07853	0,480544	0,037785	3,71E-07	7,83E-05	6,46E-07	2,27E-07	1,11E-06	7,17E-07	2,83E-06	5,87E-06	7,41E-12
Summe																
Gipskartonplatte	0,187114	0,179988	0,00168	0,00011	0,203057	0,063221	0,035584	5,71E-08	2,17E-05	7,88E-07	2,17E-07	7,97E-07	8,41E-07	5,43E-06	3,18E-06	2,29E-12
Gipskartonplatte	0,446018	0,429032	0,004005	0,000263	0,484022	0,150699	0,084821	1,36E-07	5,16E-05	1,88E-06	5,17E-07	1,9E-06	2E-06	1,29E-05	7,58E-06	5,45E-12
Summe																
Innenputz Kalk	0,079206	0,527334	0,001127	6,24E-05	0,071763	1,343666	0,033184	1,51E-07	8,05E-05	3,98E-07	1,11E-07	4,77E-07	4,14E-07	2,15E-06	2,23E-06	2,23E-12
Innenputz Kalk	0,079206	0,527334	0,001127	6,24E-05	0,071763	1,343666	0,033184	1,51E-07	8,05E-05	3,98E-07	1,11E-07	4,77E-07	4,14E-07	2,15E-06	2,23E-06	2,23E-12
Innenputz Kalk	0,08039	0,535216	0,001144	6,33E-05	0,072836	1,36375	0,03368	1,53E-07	8,17E-05	4,04E-07	1,12E-07	4,84E-07	4,2E-07	2,18E-06	2,26E-06	2,27E-12
Innenputz Kalk	0,08039	0,535216	0,001144	6,33E-05	0,072836	1,36375	0,03368	1,53E-07	8,17E-05	4,04E-07	1,12E-07	4,84E-07	4,2E-07	2,18E-06	2,26E-06	2,27E-12
Innenputz Kalk	0,049844	0,33185	0,000709	3,92E-05	0,04516	0,845565	0,020883	9,51E-08	5,07E-05	2,51E-07	6,96E-08	3E-07	2,6E-07	1,35E-06	1,4E-06	1,4E-12
Innenputz Kalk	0,088205	0,58724	0,001255	6,94E-05	0,079916	1,496309	0,036954	1,68E-07	8,96E-05	4,43E-07	1,23E-07	5,31E-07	4,61E-07	2,39E-06	2,48E-06	2,49E-12
Innenputz Kalk	0,041912	0,279038	0,000597	3,3E-05	0,037973	0,710998	0,017559	8E-08	4,26E-05	2,11E-07	5,85E-08	2,52E-07	2,19E-07	1,14E-06	1,18E-06	1,18E-12
Summe																
Kunstharzputz	0,765577	2,051952	-0,005379	5,08E-05	0,144581	0,398342	1,31838	1,94E-07	0,000117	-2,12E-06	2,71E-07	1,5E-06	-1,57E-06	6,71E-05	1,82E-06	7,92E-12
Kunstharzputz	0,432628	1,159559	-0,00304	2,87E-05	0,081703	0,225104	0,745017	1,1E-07	6,59E-05	-1,2E-06	1,53E-07	8,45E-07	-8,85E-07	3,79E-05	1,03E-06	4,48E-12
Summe																
Mineralwolle 035	1,045428	2,982304	0,021551	0,080295	1,818742	0,823489	5,415414	6,22E-06	0,809445	1,28E-05	3,85E-06	1,25E-05	1,38E-05	5,63E-05	4,54E-05	2,96E-11
Mineralwolle 035	0,033269	0,094908	0,000686	0,002555	0,057879	0,026206	0,172338	1,98E-07	0,025759	4,07E-07	1,22E-07	3,98E-07	4,4E-07	1,79E-06	1,44E-06	9,41E-13
Summe																
Mörtel Dünnbett	0,032531	0,220158	0,000632	3,39E-05	0,032216	0,037111	0,010328	1,17E-08	1,9E-05	2,11E-07	5,55E-08	2,1E-07	2,17E-07	9,87E-07	8,79E-07	6,93E-13
Mörtel Dünnbett	0,027354	0,185121	0,000531	2,85E-05	0,027089	0,031205	0,008684	9,8E-09	1,6E-05	1,78E-07	4,66E-08	1,77E-07	1,82E-07	8,3E-07	7,39E-07	5,82E-13
Mörtel Dünnbett	0,071959	0,486988	0,001398	7,5E-05	0,071261	0,082089	0,022846	2,58E-08	4,21E-05	4,68E-07	1,23E-07	4,65E-07	4,79E-07	2,18E-06	1,94E-06	1,53E-12
Mörtel Dünnbett	0,037909	0,256554	0,000736	3,95E-05	0,037542	0,043246	0,012036	1,36E-08	2,22E-05	2,46E-07	6,46E-08	2,45E-07	2,52E-07	1,15E-06	1,02E-06	8,07E-13
Mörtel Dünnbett	0,026234	0,177538	0,000509	2,74E-05	0,025979	0,029927	0,008329	9,4E-09	1,53E-05	1,7E-07	4,47E-08	1,7E-07	1,75E-07	7,96E-07	7,09E-07	5,58E-13
Summe																
PE-Folie	0,089663	0,228349	-0,000723	2,86E-06	0,016361	0,040578	0,16037	3,76E-09	6,62E-07	-2,96E-07	2,38E-08	1,38E-07	-2,29E-07	8,19E-06	-2,79E-08	6,81E-13
PE-Folie	0,075123	0,191319	-0,000606	2,4E-06	0,013708	0,033998	0,134364	3,15E-09	5,54E-07	-2,48E-07	1,99E-08	1,15E-07	-1,92E-07	6,86E-06	-2,34E-08	5,71E-13
PE-Folie	0,097602	0,248566	-0,000788	3,12E-06	0,017809	0,044171	0,174569	4,09E-09	7,2E-07	-3,22E-07	2,59E-08	1,5E-07	-2,49E-07	8,92E-06	-3,03E-08	7,41E-13
Summe																
Poroton-Planziegel-T	0,970874	3,212355	0,081055	0,019149	0,238978	2,944907	0,105547	6,51E-06	0,000202	2,13E-06	1,21E-06	3,74E-06	2,76E-06	5,86E-06	1,28E-05	1,56E-11
Poroton-Planziegel-T	1,455658	4,816373	0,121528	0,02871	0,358307	4,415381	0,15825	9,75E-06	0,000302	3,2E-06	1,81E-06	5,6E-06	4,13E-06	8,79E-06	1,92E-05	2,34E-11
Poroton-Planziegel-T12	1,020733	3,377323	0,085217	0,020132	0,251251	3,096141	0,110967	6,84E-06	0,000212	2,24E-06	1,27E-06	3,93E-06	2,9E-06	6,17E-06	1,35E-05	1,64E-11
Poroton-Planziegel-T12	2,257856	7,470623	0,1885	0,044532	0,555766	6,848649	0,245459	1,51E-05	0,000469	4,96E-06	2,81E-06	8,69E-06	6,41E-06	1,36E-05	2,98E-05	3,64E-11
Poroton-Planziegel-T12	0,858288	2,83984	0,071655	0,016928	0,211266	2,603406	0,093307	5,75E-06	0,000178	1,89E-06	1,07E-06	3,3E-06	2,44E-06	5,18E-06	1,13E-05	1,38E-11
Summe																
Schnittholz Fichte	0,064301	0,215866	0,000853	5,42E-05	0,015261	0,230253	0,09824	1,04E-07	1,32E-05	4,73E-07	1,3E-07	4,48E-07	5,03E-07	1,96E-06	1,75E-06	1,2E-12
Schnittholz Fichte	0,024565	0,082469	0,000326	2,07E-05	0,00583	0,087966	0,037531	3,99E-08	5,04E-06	1,81E-07	4,97E-08	1,71E-07	1,92E-07	7,5E-07	6,7E-07	4,58E-13
Schnittholz Fichte	0,007107	0,023859	9,43E-05	5,99E-06	0,001687	0,025449	0,010858	1,15E-08	1,46E-06	5,23E-08	1,44E-08	4,95E-08	5,55E-08	2,17E-07	1,94E-07	1,32E-13
Schnittholz Fichte	0,062522	0,209896	0,00083	5,27E-05	0,014839	0,223886	0,095523	1,01E-07	1,28E-05	4,6E-07	1,27E-07	4,35E-07	4,89E-07	1,91E-06	1,71E-06	1,16E-12
Schnittholz Fichte	0,012504	0,041979	0,000166	1,05E-05	0,002968	0,044777	0,019105	2,03E-08	2,57E-06	9,2E-08	2,53E-08	8,71E-08	9,77E-08	3,82E-07	3,41E-07	2,33E-13

Anlage B

Detaillierte Aufstellung über die Stoffströme der Herstellungsphase

Variante 2

Material	Luftschadstoffe [kg]															
	SO2	NOx	HCl	HF	Staub	CO	NM VOC	H2S	NH3	As	Cd	Cr	Hg	Ni	Pb	PCDD/F
Schnittholz Fichte	0,062522	0,209896	0,00083	5,27E-05	0,014839	0,223886	0,095523	1,01E-07	1,28E-05	4,6E-07	1,27E-07	4,35E-07	4,89E-07	1,91E-06	1,71E-06	1,16E-12
Schnittholz Fichte	0,015459	0,051896	0,000205	1,3E-05	0,003669	0,055355	0,023618	2,51E-08	3,17E-06	1,14E-07	3,13E-08	1,08E-07	1,21E-07	4,72E-07	4,22E-07	2,88E-13
Schnittholz Fichte	0,093688	0,314524	0,001243	7,9E-05	0,022236	0,335487	0,143138	1,52E-07	1,92E-05	6,89E-07	1,9E-07	6,52E-07	7,32E-07	2,86E-06	2,56E-06	1,75E-12
Schnittholz Fichte	0,223322	0,749722	0,002963	0,000188	0,053004	0,799691	0,341195	3,62E-07	4,58E-05	1,64E-06	4,52E-07	1,56E-06	1,75E-06	6,82E-06	6,09E-06	4,16E-12
Schnittholz Fichte	0,044664	0,149944	0,000593	3,76E-05	0,010601	0,159938	0,068239	7,25E-08	9,17E-06	3,29E-07	9,04E-08	3,11E-07	3,49E-07	1,36E-06	1,22E-06	8,32E-13
Summe																
Stahlbeton B25	4,234589	21,37016	0,048691	0,002607	3,569457	16,88154	1,168684	9,94E-07	0,00252	5,34E-05	2,73E-05	0,000206	6,37E-05	0,00023	0,001309	1,98E-09
Stahlbeton B25	3,218728	16,24354	0,037011	0,001982	2,713158	12,83172	0,888322	7,56E-07	0,001916	4,06E-05	2,08E-05	0,000156	4,84E-05	0,000175	0,000995	1,5E-09
Stahlbeton B25	5,615764	28,34035	0,064573	0,003458	4,733688	22,3877	1,549868	1,32E-06	0,003343	7,08E-05	3,63E-05	0,000273	8,44E-05	0,000305	0,001736	2,62E-09
Summe																
Zementaussenputz	0,166137	1,043446	0,002298	0,000129	0,118693	0,240352	0,090388	3,71E-07	0,000266	8,71E-07	2,56E-07	1,17E-06	9,17E-07	4,72E-06	5,75E-06	6,32E-12
Zementaussenputz	0,093884	0,589652	0,001298	7,31E-05	0,067074	0,135823	0,051078	2,1E-07	0,00015	4,92E-07	1,44E-07	6,62E-07	5,18E-07	2,67E-06	3,25E-06	3,57E-12
Summe																
Zementestrich	0,672264	4,665106	0,011346	0,000611	0,633728	0,851739	0,253256	2,08E-07	0,000572	3,75E-06	1,01E-06	4,09E-06	3,85E-06	1,91E-05	1,81E-05	1,64E-11
Zementestrich	0,80238	5,56803	0,013542	0,000729	0,756385	1,016592	0,302274	2,48E-07	0,000683	4,47E-06	1,2E-06	4,88E-06	4,6E-06	2,28E-05	2,16E-05	1,95E-11
Summe																
Summe Gebäude V2																

Anlage B

Detaillierte Aufstellung über die Stoffströme der Herstellungsphase

Variante 2

Material	Treibhausgase [kg]				Reststoffe [kg]					Reststoffe in Abwasser [kg]						
	CO2	CH4	N2O	Perfluor- methan	Perfluora- ethan	REA- Asche	REA- Reststoff	Klär- schlamm	Produktions- abfall	Müll-atomar Abraum (hochaktiv)	N	AOX	CSB	BSB5	anorg Salze	
Dachziegel Ton	583,7122	3,190502	0,004813	2,0638E-06	2,5937E-07	6,7342	1,370219	0,006749	3,914706	495,8034	0,000139	1,65E-08	1,14E-08	0,040963	0,001151	3,51E-05
Dachziegel Ton	2084,941	11,39604	0,017192	7,3717E-06	9,2645E-07	24,05365	4,894239	0,024105	13,9828	1770,943	0,000498	5,89E-08	4,06E-08	0,146314	0,00411	0,000126
Summe																
Dichtungsbahn PVC	52,6738	0,075736	0,001278	1,3926E-07	1,7502E-08	0,114856	-0,09567	0,03999	0,345929	23,56508	1,64E-05	9,17E-08	2,22E-09	0,015631	0,002994	0,022343
Dichtungsbahn PVC	14,74686	0,021203	0,000358	3,8989E-08	4,9E-09	0,032156	-0,026784	0,011196	0,096848	6,597415	4,61E-06	2,57E-08	6,21E-10	0,004376	0,000838	0,006255
Summe																
EPS Polystyrol-Extruderschaum 035	788,8013	1,596107	0,019737	1,6557E-06	2,0808E-07	13,49979	1,878456	0,448233	8,280529	516,4516	0,000291	1,06E-06	2,93E-08	0,101345	0,002844	3,48E-05
EPS Polystyrol-Extruderschaum 035	697,9299	1,412232	0,017463	1,4649E-06	1,8411E-07	11,94459	1,662054	0,396596	7,326596	456,9554	0,000257	9,39E-07	2,59E-08	0,08967	0,002516	3,08E-05
EPS Polystyrol-Extruderschaum 035	464,2873	0,939466	0,011617	9,7451E-07	1,2247E-07	7,945959	1,105656	0,26383	4,873908	303,9827	0,000171	6,25E-07	1,73E-08	0,059652	0,001674	2,05E-05
EPS Polystyrol-Extruderschaum 040	192,0478	0,388601	0,004805	4,031E-07	5,066E-08	3,286767	0,457344	0,10913	2,016043	125,7394	7,08E-05	2,58E-07	7,14E-09	0,024674	0,000692	8,46E-06
EPS Polystyrol-Extruderschaum 040	1206,248	2,440793	0,030182	2,5319E-06	3,1819E-07	20,6441	2,872565	0,685446	12,66272	789,7662	0,000444	1,62E-06	4,48E-08	0,154979	0,004349	5,32E-05
EPS Polystyrol-Extruderschaum 040	421,1	0,852078	0,010536	8,8387E-07	1,1108E-07	7,206838	1,00281	0,239289	4,420544	275,7067	0,000155	5,67E-07	1,57E-08	0,054103	0,001518	1,86E-05
Summe																
Fenster Holz gedämmt	108,4724	0,272549	0,002921	0,00035568	4,47E-05	2,924305	0,544601	0,006177	27,86465	136,5335	5,9E-05	1,74E-08	1,56E-08	0,139806	0,004245	7,615952
Summe																
Gipskartonplatte	132,186	0,198702	0,004272	1,4091E-06	1,7709E-07	3,721285	0,750224	0,023889	1,312856	159,2402	7,8E-05	5,72E-08	3,14E-09	0,01115	0,000314	2,43E-05
Gipskartonplatte	315,0883	0,473641	0,010184	3,3588E-06	4,2212E-07	8,870329	1,788289	0,056944	3,129421	379,5767	0,000186	1,36E-07	7,48E-09	0,026578	0,000748	5,79E-05
Summe																
Innenputz Kalk	215,5127	0,238049	0,004567	8,2178E-07	1,0328E-07	1,793842	0,355585	0,007578	0,939892	352,1679	3,24E-05	1,83E-08	4,16E-09	0,014952	0,00042	1,41E-05
Innenputz Kalk	215,5127	0,238049	0,004567	8,2178E-07	1,0328E-07	1,793842	0,355585	0,007578	0,939892	352,1679	3,24E-05	1,83E-08	4,16E-09	0,014952	0,00042	1,41E-05
Innenputz Kalk	218,7341	0,241608	0,004635	8,3406E-07	1,0482E-07	1,820656	0,3609	0,007692	0,953941	357,432	3,29E-05	1,86E-08	4,22E-09	0,015175	0,000426	1,43E-05
Innenputz Kalk	218,7341	0,241608	0,004635	8,3406E-07	1,0482E-07	1,820656	0,3609	0,007692	0,953941	357,432	3,29E-05	1,86E-08	4,22E-09	0,015175	0,000426	1,43E-05
Innenputz Kalk	135,6216	0,149804	0,002874	5,1714E-07	6,4993E-08	1,12886	0,223769	0,004769	0,591741	221,6184	2,04E-05	1,15E-08	2,62E-09	0,009409	0,000264	8,86E-06
Innenputz Kalk	239,9955	0,265092	0,005086	9,1514E-07	1,1501E-07	1,997627	0,39598	0,008439	1,046666	392,175	3,6E-05	2,04E-08	4,63E-09	0,01665	0,000468	1,57E-05
Innenputz Kalk	114,0381	0,125963	0,002417	4,3484E-07	5,465E-08	0,949208	0,188157	0,00401	0,497342	186,3489	1,71E-05	9,68E-09	2,2E-09	0,007912	0,000222	7,45E-06
Summe																
Kunstharpuzputz	503,724	0,702337	0,01152	1,3521E-06	1,6992E-07	4,645663	-0,36374	0,339795	4,913082	377,36	0,000212	8,04E-07	2,41E-08	0,083341	0,002339	2,78E-05
Kunstharpuzputz	284,6547	0,396891	0,00651	7,6405E-07	9,6024E-08	2,625267	-0,20555	0,192018	2,776386	213,2464	0,00012	4,54E-07	1,36E-08	0,047096	0,001322	1,57E-05
Summe																
Mineralwolle 035	1134,743	3,269382	0,032624	1,1408E-05	1,4338E-06	69,88544	13,75792	0,076941	46,34302	3045,683	0,001481	1,46E-07	2,93E-08	0,518543	0,047123	41,74433
Mineralwolle 035	36,11165	0,104044	0,001038	3,6306E-07	4,5628E-08	2,224008	0,437827	0,002449	1,474803	96,9247	4,71E-05	4,65E-09	9,34E-10	0,016502	0,0015	1,328456
Summe																
Mörtel Dünnbett	90,83222	0,105835	0,002192	4,8514E-07	6,0971E-08	1,012889	0,199754	0,002437	0,458459	145,2627	1,82E-05	5,91E-09	1,03E-09	0,003724	0,000105	8,28E-06
Mörtel Dünnbett	76,37673	0,088992	0,001843	4,0793E-07	5,1268E-08	0,851693	0,167964	0,002049	0,385497	122,1449	1,53E-05	4,97E-09	8,67E-10	0,003131	8,82E-05	6,96E-06
Mörtel Dünnbett	200,9204	0,234108	0,004849	1,0731E-06	1,3487E-07	2,240505	0,441855	0,005391	1,014108	321,3205	4,03E-05	1,31E-08	2,28E-09	0,008237	0,000232	1,83E-05
Mörtel Dünnbett	105,8487	0,123332	0,002554	5,6534E-07	7,105E-08	1,18034	0,232777	0,00284	0,534251	169,2777	2,12E-05	6,88E-09	1,2E-09	0,00434	0,000122	9,64E-06
Mörtel Dünnbett	73,24831	0,085347	0,001768	3,9122E-07	4,9168E-08	0,816807	0,161084	0,001965	0,369707	117,1418	1,47E-05	4,76E-09	8,32E-10	0,003003	8,46E-05	6,67E-06
Summe																
PE-Folie	57,27054	0,077054	0,001256	1,3014E-07	1,6356E-08	0,454893	-0,07066	0,041699	0,544595	34,57654	2,38E-05	9,87E-08	2,37E-09	0,008121	0,000228	2,83E-06
PE-Folie	47,98342	0,064559	0,001052	1,0904E-07	1,3704E-08	0,381126	-0,059202	0,034937	0,456282	28,96953	2E-05	8,27E-08	1,98E-09	0,006804	0,000191	2,37E-06
PE-Folie	62,34109	0,083876	0,001367	1,4167E-07	1,7804E-08	0,495168	-0,076916	0,045391	0,592812	37,63783	2,59E-05	1,07E-07	2,57E-09	0,00884	0,000248	3,08E-06
Summe																
Poroton-Planziegel-T	1236,712	1,625698	0,010505	2,3549E-06	2,9596E-07	20,72459	2,98944	0,027575	10,92212	1580,619	0,000405	6,68E-08	2,74E-08	0,098596	0,002767	4,03E-05
Poroton-Planziegel-T	1854,237	2,437454	0,015751	3,5308E-06	4,4374E-07	31,07295	4,48215	0,041345	16,37584	2369,865	0,000607	1E-07	4,11E-08	0,147827	0,004149	6,05E-05
Poroton-Planziegel-T12	1300,223	1,709185	0,011045	2,4759E-06	3,1116E-07	21,78888	3,14296	0,028991	11,48302	1661,79	0,000426	7,02E-08	2,88E-08	0,103659	0,00291	4,24E-05
Poroton-Planziegel-T12	2876,086	3,780709	0,024431	5,4766E-06	6,8828E-07	48,19691	6,952213	0,064129	25,40039	3675,872	0,000941	1,55E-07	6,37E-08	0,229293	0,006436	9,38E-05
Poroton-Planziegel-T12	1093,299	1,437177	0,009287	2,0818E-06	2,6164E-07	18,32129	2,642774	0,024378	9,655556	1397,325	0,000358	5,9E-08	2,42E-08	0,087162	0,002446	3,56E-05
Summe																
Schnittholz Fichte	49,13722	0,101431	0,003291	7,0298E-07	8,8348E-08	2,473303	0,466066	0,003988	398,197	97,80123	4,74E-05	9,6E-09	1,4E-09	0,005049	0,000142	1,19E-05
Schnittholz Fichte	18,77238	0,038751	0,001257	2,6856E-07	3,3752E-08	0,9449	0,178056	0,001524	152,1271	37,36397	1,81E-05	3,67E-09	5,35E-10	0,001929	5,43E-05	4,55E-06
Schnittholz Fichte	5,430956	0,011211	0,000364	7,7697E-08	9,7647E-09	0,273365	0,051513	0,000441	44,01125	10,80961	5,24E-06	1,06E-09	1,55E-10	0,000558	1,57E-05	1,32E-06
Schnittholz Fichte	47,77839	0,098626	0,0032	6,8354E-07	8,5905E-08	2,404906	0,453177	0,003878	387,1853	95,09665	4,61E-05	9,34E-09	1,36E-09	0,004909	0,000138	1,16E-05
Schnittholz Fichte	9,555677	0,019725	0,00064	1,3671E-07	1,7181E-08	0,480981	0,090635	0,000776	77,43706	19,01933	9,22E-06	1,87E-09	2,72E-10	0,000982	2,77E-05	2,32E-06

Anlage B

Detaillierte Aufstellung über die Stoffströme der Herstellungsphase

Variante 2

Material	Treibhausgase [kg]					Reststoffe [kg]					Reststoffe in Abwasser [kg]					
	CO2	CH4	N2O	Perfluor- methan	Perfluora- ethan	REA- Asche	Reststoff	Klär- schlamm	Produktions- abfall	Müll-atomar Abraum (hochaktiv)	N	AOX	CSB	BSB5	anorg Salze	
Schnittholz Fichte	47,77839	0,098626	0,0032	6,8354E-07	8,5905E-08	2,404906	0,453177	0,003878	387,1853	95,09665	4,61E-05	9,34E-09	1,36E-09	0,004909	0,000138	1,16E-05
Schnittholz Fichte	11,8131	0,024385	0,000791	1,69E-07	2,124E-08	0,594608	0,112047	0,000959	95,73068	23,51243	1,14E-05	2,31E-09	3,37E-10	0,001214	3,42E-05	2,87E-06
Schnittholz Fichte	71,59452	0,147788	0,004795	1,0243E-06	1,2873E-07	3,603682	0,679073	0,005811	580,1859	142,4996	6,91E-05	1,4E-08	2,04E-09	0,007357	0,000207	1,74E-05
Schnittholz Fichte	170,658	0,352278	0,01143	2,4415E-06	3,0684E-07	8,590002	1,618689	0,013852	1382,974	339,6724	0,000165	3,34E-08	4,86E-09	0,017536	0,000494	4,14E-05
Schnittholz Fichte	34,13159	0,070456	0,002286	4,883E-07	6,1368E-08	1,718	0,323738	0,00277	276,5948	67,93449	3,29E-05	6,67E-09	9,73E-10	0,003507	9,88E-05	8,28E-06
Summe																
Stahlbeton B25	7891,439	12,65414	0,182237	3,9972E-05	5,0235E-06	75,15532	14,79826	0,272445	241,9778	13935,92	0,001245	7,03E-07	4,53E-06	16,31634	0,457659	0,000681
Stahlbeton B25	5998,313	9,618461	0,138519	3,0383E-05	3,8184E-06	57,12584	11,24821	0,207087	183,9283	10592,75	0,000947	5,34E-07	3,44E-06	12,40211	0,347869	0,000518
Stahlbeton B25	10465,35	16,78148	0,241676	5,3009E-05	6,662E-06	99,66834	19,62493	0,361307	320,9025	18481,33	0,001652	9,32E-07	6,01E-06	21,63816	0,606932	0,000903
Summe																
Zementaussenputz	345,3118	0,452007	0,0088	1,6942E-06	2,1293E-07	3,78874	0,750795	0,016489	2,048138	545,5651	7,01E-05	3,98E-08	1,25E-08	0,044948	0,001262	2,89E-05
Zementaussenputz	195,136	0,255429	0,004973	9,5741E-07	1,2032E-07	2,14102	0,424275	0,009318	1,157404	308,2992	3,96E-05	2,25E-08	7,06E-09	0,0254	0,000713	1,64E-05
Summe																
Zementestrich	1707,415	1,972145	0,041862	8,5504E-06	1,0746E-06	17,4689	3,436274	0,058715	8,487749	3051,48	0,000311	1,42E-07	2,81E-08	0,101251	0,002847	0,000146
Zementestrich	2037,882	2,353851	0,049964	1,0205E-05	1,2826E-06	20,84997	4,10136	0,070079	10,13054	3642,089	0,000372	1,69E-07	3,36E-08	0,120848	0,003399	0,000174
Summe																
Summe Gebäude V2																

Anlage C

Übersicht über die verwendeten Bauteile

V1 Außenwand "Mitte" Haacke Holz

U-Wert [W/m²K]: 0,125

Menge		Material	lambda	Dichte [kg/m ³]
0,0125	m ³ /m ²	Gipskartonplatte	0,25	900
0,04	m ³ /m ²	Holzwoleleichtbauplatte 070	0,07	370
0,09	m ³ /m ²	Mineralwolle 035	0,035	25
0,18	m ³ /m ²	Mineralwolle 035	0,035	25
1	m ² /m ²	PE-Folie	0	0
0,02	m ³ /m ²	Schnittholz Fichte	0,13	600
0,01	m ³ /m ²	Schnittholz Fichte	0,13	600
0,013	m ³ /m ²	Sperrholz-Fichte	0,15	600
0,013	m ³ /m ²	Sperrholz-Fichte	0,15	600
0,013	m ³ /m ²	Sperrholz-Fichte	0,15	600
0,008	m ³ /m ²	Zementaussenputz	1,4	2000

V1 Außenwand "oben" Haacke Holz

U-Wert [W/m²K]: 0,141

Menge		Material	lambda	Dichte [kg/m ³]
0,0125	m ³ /m ²	Gipskartonplatte	0,25	900
0,18	m ³ /m ²	Mineralwolle 035	0,035	25
0,0189	m ³ /m ²	Mineralwolle 035	0,035	25
0,054	m ³ /m ²	Mineralwolle 035	0,035	25
1	m ² /m ²	PE-Folie	0	0
0,0021	m ³ /m ²	Schnittholz Fichte	0,13	600
0,019	m ³ /m ²	Schnittholz Fichte	0,13	600
0,006	m ³ /m ²	Schnittholz Fichte	0,13	600
0,02	m ³ /m ²	Schnittholz Fichte	0,13	600
0,013	m ³ /m ²	Sperrholz-Fichte	0,15	600
0,013	m ³ /m ²	Sperrholz-Fichte	0,15	600
0,013	m ³ /m ²	Sperrholz-Fichte	0,15	600

V1 Außenwand "unten" Haacke Holz

U-Wert [W/m²K]: 0,160

Menge		Material	lambda	Dichte [kg/m ³]
0,0125	m ³ /m ²	Gipskartonplatte	0,25	900
0,04	m ³ /m ²	Holzwoleleichtbauplatte 070	0,07	370
0,18	m ³ /m ²	Mineralwolle 035	0,035	25
1	m ² /m ²	PE-Folie	0	0
0,02	m ³ /m ²	Schnittholz Fichte	0,13	600
0,013	m ³ /m ²	Sperrholz-Fichte	0,15	600
0,013	m ³ /m ²	Sperrholz-Fichte	0,15	600
0,008	m ³ /m ²	Zementaussenputz	1,4	2000

Anlage C

Übersicht über die verwendeten Bauteile

V1 Dach Haacke Holz

U-Wert [W/m²K]: 0,202

Menge		Material	lambda	Dichte [kg/m ³]
40	kg /m ²	Dachziegel Ton	0	0
0,2	kg /m ²	Dichtungsbahn PVC	0	0
0,0125	m ³ /m ²	Gipskartonplatte	0,25	900
0,18	m ³ /m ²	Mineralwolle 035	0,035	25
1	m ² /m ²	PE-Folie	0	0
0,004	m ³ /m ²	Schnittholz Fichte	0,13	600
0,02	m ³ /m ²	Schnittholz Fichte	0,13	600
0,0022	m ³ /m ²	Schnittholz Fichte	0,13	600

V1 Dachüberstand Haacke Holz

U-Wert [W/m²K]: 3,088

Menge		Material	lambda	Dichte [kg/m ³]
40	kg /m ²	Dachziegel Ton	0	0
0,2	kg /m ²	Dichtungsbahn PVC	0	0
0,02	m ³ /m ²	Schnittholz Fichte	0,13	600
0,004	m ³ /m ²	Schnittholz Fichte	0,13	600
0,02	m ³ /m ²	Schnittholz Fichte	0,13	600

V1 Decke über EG Haacke Holz

U-Wert [W/m²K]: 5,882

Menge		Material	lambda	Dichte [kg/m ³]
0,05	m ³ /m ²	EPS Polystyrol-Extruderschaum 040	0,04	25
0,0125	m ³ /m ²	Gipskartonplatte	0,25	900
0,216	m ³ /m ²	Mineralwolle 045	0,045	25
1	m ² /m ²	PE-Folie	0	0
0,0033	m ³ /m ²	Schnittholz Fichte	0,13	600
0,024	m ³ /m ²	Schnittholz Fichte	0,13	600
0,013	m ³ /m ²	Sperrholz-Fichte	0,15	600
0,05	m ³ /m ²	Zementestrich	1,4	2000

V1 Decke über OG Haacke Holz

U-Wert [W/m²K]: 5,882

Menge		Material	lambda	Dichte [kg/m ³]
0,0125	m ³ /m ²	Gipskartonplatte	0,25	900
0,0033	m ³ /m ²	Schnittholz Fichte	0,13	600
0,02	m ³ /m ²	Schnittholz Fichte	0,13	600

V1 Fenster Haacke Holz

U-Wert [W/m²K]: 1,600

Menge		Material	lambda	Dichte [kg/m ³]
1	m ² /m ²	Fenster Holz gedämmt	0	0

Anlage C

Übersicht über die verwendeten Bauteile

V1 Fundament gedämmt

U-Wert [W/m²K]: 5,882

Menge		Material	lambda	Dichte [kg/m ³]
0,05	m ³ /m ²	EPS Polystyrol-Extruderschäum 040	0,04	25
0,3	m ³ /m ²	Stahlbeton B25	2,3	2500

V1 Innenwand Haacke Holz

U-Wert [W/m²K]: 5,882

Menge		Material	lambda	Dichte [kg/m ³]
0,0125	m ³ /m ²	Gipskartonplatte	0,25	900
0,0125	m ³ /m ²	Gipskartonplatte	0,25	900
0,09	m ³ /m ²	Mineralwolle 035	0,035	25
0,01	m ³ /m ²	Schnittholz Fichte	0,13	600
0,013	m ³ /m ²	Sperrholz-Fichte	0,15	600
0,013	m ³ /m ²	Sperrholz-Fichte	0,15	600

V1 Sohle

U-Wert [W/m²K]: 0,312

Menge		Material	lambda	Dichte [kg/m ³]
0,12	m ³ /m ²	EPS Polystyrol-Extruderschäum 040	0,04	25
1	m ² /m ²	PE-Folie	0	0
0,2	m ³ /m ²	Stahlbeton B25	2,3	2500
0,05	m ³ /m ²	Zementestrich	1,4	2000

V2 Außenwand "Mitte" Poroton

U-Wert [W/m²K]: 0,126

Menge		Material	lambda	Dichte [kg/m ³]
0,2	m ³ /m ²	EPS Polystyrol-Extruderschäum 035	0,035	25
0,015	m ³ /m ²	Innenputz Kalk	0,87	1400
0,01	m ³ /m ²	Kunstharzputz	0,7	1100
6	kg /m ²	Mörtel Dünnbett	0	0
0,24	m ³ /m ²	Poroton-Planziegel-T12	0,12	650
0,01	m ³ /m ²	Zementaussenputz	1,4	2000

V2 Außenwand "oben" Poroton

U-Wert [W/m²K]: 0,145

Menge		Material	lambda	Dichte [kg/m ³]
0,14	m ³ /m ²	EPS Polystyrol-Extruderschäum 035	0,035	25
0,015	m ³ /m ²	Innenputz Kalk	0,87	1400
0,0189	m ³ /m ²	Mineralwolle 035	0,035	25
6	kg /m ²	Mörtel Dünnbett	0	0
0,24	m ³ /m ²	Poroton-Planziegel-T12	0,12	650
0,0021	m ³ /m ²	Schnittholz Fichte	0,13	600
0,019	m ³ /m ²	Schnittholz Fichte	0,13	600

Anlage C

Übersicht über die verwendeten Bauteile

V2 Außenwand "unten" Poroton

U-Wert [W/m²K]: 0,180

Menge		Material	lambda	Dichte [kg/m ³]
0,1	m ³ /m ²	EPS Polystyrol-Extruderschäum 035	0,035	25
0,015	m ³ /m ²	Innenputz Kalk	0,87	1400
0,01	m ³ /m ²	Kunstharzputz	0,7	1100
7,5	kg /m ²	Mörtel Dünnbett	0	0
0,3	m ³ /m ²	Poroton-Planziegel-T12	0,12	650
0,01	m ³ /m ²	Zementaussenputz	1,4	2000

V2 Decke über EG Poroton

U-Wert [W/m²K]: 4,028

Menge		Material	lambda	Dichte [kg/m ³]
0,05	m ³ /m ²	EPS Polystyrol-Extruderschäum 040	0,04	25
1	m ² /m ²	PE-Folie	0	0
0,18	m ³ /m ²	Stahlbeton B25	2,3	2500
0,05	m ³ /m ²	Zementestrich	1,4	2000

V2 Fenster

U-Wert [W/m²K]: 1,600

Menge		Material	lambda	Dichte [kg/m ³]
1	m ² /m ²	Fenster Holz gedämmt	0	0

V2 Innenwand EG Poroton

U-Wert [W/m²K]: 5,882

Menge		Material	lambda	Dichte [kg/m ³]
0,015	m ³ /m ²	Innenputz Kalk	0,87	1400
0,015	m ³ /m ²	Innenputz Kalk	0,87	1400
4,4	kg /m ²	Mörtel Dünnbett	0	0
0,175	m ³ /m ²	Poroton-Planziegel-T	0,18	800

V2 Innenwand OG Poroton

U-Wert [W/m²K]: 5,882

Menge		Material	lambda	Dichte [kg/m ³]
0,015	m ³ /m ²	Innenputz Kalk	0,87	1400
0,015	m ³ /m ²	Innenputz Kalk	0,87	1400
3	kg /m ²	Mörtel Dünnbett	0	0
0,115	m ³ /m ²	Poroton-Planziegel-T	0,18	800

Anlage C

Übersicht über die verwendeten Bauteile

V3 Außenwand Poroton

U-Wert [W/m²K]: 0,258

Menge		Material	lambda	Dichte [kg/m ³]
0,05	m ³ /m ²	EPS Polystyrol-Extruderschäum 030	0,03	25
0,015	m ³ /m ²	Innenputz Kalk	0,87	1400
0,01	m ³ /m ²	Kunstharzputz	0,7	1100
6	kg /m ²	Mörtel Dünnbett	0	0
0,24	m ³ /m ²	Poroton-Planziegel-T12	0,12	650
0,01	m ³ /m ²	Zementaussenputz	1,4	2000

V3 Innenwand Poroton EG

U-Wert [W/m²K]: 5,882

Menge		Material	lambda	Dichte [kg/m ³]
0,015	m ³ /m ²	Innenputz Kalk	0,87	1400
0,015	m ³ /m ²	Innenputz Kalk	0,87	1400
4,4	kg /m ²	Mörtel Dünnbett	0	0
0,175	m ³ /m ²	Poroton-Planziegel-T	0,18	800

V3 Innenwand Poroton OG

U-Wert [W/m²K]: 5,882

Menge		Material	lambda	Dichte [kg/m ³]
0,015	m ³ /m ²	Innenputz Kalk	0,87	1400
0,015	m ³ /m ²	Innenputz Kalk	0,87	1400
3	kg /m ²	Mörtel Dünnbett	0	0
0,115	m ³ /m ²	Poroton-Planziegel-T	0,18	800

V4 Außenwand Kalksandstein

U-Wert [W/m²K]: 0,264

Menge		Material	lambda	Dichte [kg/m ³]
0,1	m ³ /m ²	EPS Polystyrol-Extruderschäum 030	0,03	25
0,015	m ³ /m ²	Innenputz Kalk	0,87	1400
0,175	m ³ /m ²	Kalksandstein 1400	0,7	1400
0,01	m ³ /m ²	Kunstharzputz	0,7	1100
0,015	m ³ /m ²	Mörtel Zement	1,4	2000
0,01	m ³ /m ²	Zementaussenputz	1,4	2000

V4 Innenwand Kalksandstein EG

U-Wert [W/m²K]: 5,882

Menge		Material	lambda	Dichte [kg/m ³]
0,015	m ³ /m ²	Innenputz Kalk	0,87	1400
0,015	m ³ /m ²	Innenputz Kalk	0,87	1400
0,175	m ³ /m ²	Kalksandstein 1400	0,7	1400
0,015	m ³ /m ²	Mörtel Zement	1,4	2000

Anlage C

Übersicht über die verwendeten Bauteile

V4 Innenwand Kalksandstein OG

U-Wert [W/m²K]: 5,882

Menge		Material	lambda	Dichte [kg/m ³]
0,015	m ³ /m ²	Innenputz Kalk	0,87	1400
0,015	m ³ /m ²	Innenputz Kalk	0,87	1400
0,115	m ³ /m ²	Kalksandstein 1400	0,7	1400
0,01	m ³ /m ²	Mörtel Zement	1,4	2000

V5 Außenwand Porenbeton

U-Wert [W/m²K]: 0,263

Menge		Material	lambda	Dichte [kg/m ³]
0,01	m ³ /m ²	Innenputz Kalk	0,87	1400
0,01	m ³ /m ²	Kunstharzputz	0,7	1100
10	kg /m ²	Mörtel Dünnbett	0	0
0,365	m ³ /m ²	Porenbeton Ytong 0,40 Plan-/Großblöcke	0,12	400
0,04	m ³ /m ²	Wärmedämmputz 070 (mit Blähperlite)	0,07	200

V5 Innenwand Porenbeton EG

U-Wert [W/m²K]: 5,882

Menge		Material	lambda	Dichte [kg/m ³]
0,01	m ³ /m ²	Innenputz Kalk	0,87	1400
0,01	m ³ /m ²	Innenputz Kalk	0,87	1400
5	kg /m ²	Mörtel Dünnbett	0	0
0,2	m ³ /m ²	Porenbeton Ytong 0,50 Plan-/Großblöcke	0,14	500

V5 Innenwand Porenbeton OG

U-Wert [W/m²K]: 5,882

Menge		Material	lambda	Dichte [kg/m ³]
0,01	m ³ /m ²	Innenputz Kalk	0,87	1400
0,01	m ³ /m ²	Innenputz Kalk	0,87	1400
3	kg /m ²	Mörtel Dünnbett	0	0
0,115	m ³ /m ²	Porenbeton Ytong 0,50 Plan-/Großblöcke	0,14	500

V6a Außenwand Kalksandstein

U-Wert [W/m²K]: 0,264

Menge		Material	lambda	Dichte [kg/m ³]
0,015	m ³ /m ²	Innenputz Kalk	0,87	1400
0,175	m ³ /m ²	Kalksandstein 1400	0,7	1400
0,01	m ³ /m ²	Kunstharzputz	0,7	1100
0,015	m ³ /m ²	Mörtel Zement	1,4	2000
0,1	m ³ /m ²	PUR Polyurethan-Hartschaum 030	0,03	30
0,01	m ³ /m ²	Zementaussenputz	1,4	2000

Anlage C

Übersicht über die verwendeten Bauteile

V6a Fenster

U-Wert [W/m²K]: 1,600

Menge		Material	lambda	Dichte [kg/m ³]
1	m ² /m ²	Fenster Holz gedämmt	0	0

V6a Sohle

U-Wert [W/m²K]: 0,534

Menge		Material	lambda	Dichte [kg/m ³]
1	m ² /m ²	PE-Folie	0	0
0,05	m ³ /m ²	PUR Polyurethan-Hartschaum 030	0,03	30
0,2	m ³ /m ²	Stahlbeton B25	2,3	2500
0,05	m ³ /m ²	Zementestrich	1,4	2000

V6b Außenwand Kalksandstein

U-Wert [W/m²K]: 0,140

Menge		Material	lambda	Dichte [kg/m ³]
0,015	m ³ /m ²	Innenputz Kalk	0,87	1400
0,175	m ³ /m ²	Kalksandstein 1400	0,7	1400
0,01	m ³ /m ²	Kunstharzputz	0,7	1100
0,015	m ³ /m ²	Mörtel Zement	1,4	2000
0,2	m ³ /m ²	PUR Polyurethan-Hartschaum 030	0,03	30
0,01	m ³ /m ²	Zementaussenputz	1,4	2000

V6b Fenster

U-Wert [W/m²K]: 1,400

Menge		Material	lambda	Dichte [kg/m ³]
1	m ² /m ²	Fenster Holz gedämmt	0	0

V6b Sohle

U-Wert [W/m²K]: 0,283

Menge		Material	lambda	Dichte [kg/m ³]
1	m ² /m ²	PE-Folie	0	0
0,1	m ³ /m ²	PUR Polyurethan-Hartschaum 030	0,03	30
0,2	m ³ /m ²	Stahlbeton B25	2,3	2500
0,05	m ³ /m ²	Zementestrich	1,4	2000

Anlage C

Übersicht über die verwendeten Bauteile

V6c Außenwand Kalksandstein

U-Wert [W/m²K]: 0,096

Menge		Material	lambda	Dichte [kg/m ³]
0,015	m ³ /m ²	Innenputz Kalk	0,87	1400
0,175	m ³ /m ²	Kalksandstein 1400	0,7	1400
0,01	m ³ /m ²	Kunstharzputz	0,7	1100
0,015	m ³ /m ²	Mörtel Zement	1,4	2000
0,3	m ³ /m ²	PUR Polyurethan-Hartschaum 030	0,03	30
0,01	m ³ /m ²	Zementaussenputz	1,4	2000

V6c Fenster

U-Wert [W/m²K]: 1,200

Menge		Material	lambda	Dichte [kg/m ³]
1	m ² /m ²	Fenster Holz gedämmt	0	0

V6c Sohle

U-Wert [W/m²K]: 0,192

Menge		Material	lambda	Dichte [kg/m ³]
1	m ² /m ²	PE-Folie	0	0
0,15	m ³ /m ²	PUR Polyurethan-Hartschaum 030	0,03	30
0,2	m ³ /m ²	Stahlbeton B25	2,3	2500
0,05	m ³ /m ²	Zementestrich	1,4	2000

Anlage D

Berechnungsnachweis der Beispielbetrachtung

Variante 1

Gebäude:		Ve [m²]:	667,5	An [m²]:	213,60
V1 Stadtvilla Haacke		ADIN [m²]:	174,4	A/V [1/m]:	0,65

Übersicht | Definition | Energie EnEV | Energie BiMoBa | Trinkwasser | Lüftung | Heizung | Bewertung | Ökobilanz

Bauteil	Menge	Bauteiltyp	F	U-Wert	F*U*A
V1 Sohle	107,3 m²	Bodenplatte	0,5	0,312	15,06
V1 Außenwand "unten" Haacke H	74,5 m²	Aussenwand an Aussenluft	1	0,16	11,89
V1 Außenwand "Mitte" Haacke Hc	42,1 m²	Aussenwand an Aussenluft	1	0,125	5,26
V1 Außenwand "oben" Haacke Hc	35,4 m²	Aussenwand an Aussenluft	1	0,141	4,99
V1 Innenwand Haacke Holz	134,8 m²	Innenwand	0	5,882	0,00
V1 Decke über EG Haacke Holz	89,9 m²	Geschossdecke	0	5,882	0,00
V1 Decke über OG Haacke Holz	49 m²	Geschossdecke	0	5,882	0,00
V1 Dach Haacke Holz	116,8 m²	Dachfläche	1	0,202	23,59
V1 Fundament gedämmt	41 m²	sonstige	0	5,882	0,00
V1 Dachüberstand Haacke Holz	32,7 m²	sonstige	0	3,088	0,00
V1 Fenster Haacke Holz	57,9 m²	Fenster	1	1,6	92,64
Summe	434,00 m²				153,44

	$H_T = 0,05 * 434,00 + 153,44 =$	175,14
<input checked="" type="checkbox"/> Wohngebäude (Ja/Nein)	$H_V = 0,76 * 0,6 * 0,34 * 667,5 =$	103,49

Anlage D

Berechnungsnachweis der Beispielbetrachtung

Variante 1

Gebäude: V1 Stadtvilla Haacke Ve [m²]: 667,5 An [m²]: 213,60
ADIN [m²]: 174,4 A/V [1/m]: 0,65

Übersicht | Definition | Energie EnEV | Energie BiMoBa | Trinkwasser | Lüftung | Heizung | Bewertung | Ökobilanz

Tau₀ [h]: 16 leichte Bauweise a: 3,25 Region [0..15]: 0
 Tau [h]: 35,94 c_{wirk} [Wh/K]: 10010 q_i [W/m²]: 5 Deutschland

EnEV Nord Ost Süd West Horizon Fenster: [10] [17,4] [9] [21,5] [0] [m²] Gesamtenergiedurchlassgrad: 0,6

Monat	[°C]	solare Wärmegewinne [kWh/M]						Wärmegewinne [kWh/M]			Wärmeverluste [kWh/M]			Gewinne netto [kWh/M]	Bedarf [kWh/M]		
		Nord	Süd	Ost	West	Hori	Sum	solar	innere	Summe	Trans.	Lüftung	Summe				
Januar	-1	35	110	128	136	0	409	15,1	409	795	1.204	2.645	1.563	4.208	0,99	1.189	3.019
Februar	0,6	53	147	126	182	0	507	12,4	507	718	1.225	2.166	1.280	3.445	0,98	1.197	2.248
März	4,1	86	233	182	288	0	790	11,1	790	795	1.585	1.941	1.147	3.089	0,94	1.491	1.598
April	9,5	157	533	302	658	0	1.650	6,8	1.650	769	2.419	1.198	708	1.906	0,67	1.613	293
Mai	13	205	577	271	713	0	1.766	4,5	1.766	795	2.561	795	470	1.265	0,47	1.196	68
Juni	16	242	639	287	790	0	1.958	2,4	1.958	769	2.727	416	246	662	0,24	657	5
Juli	18	253	687	308	849	0	2.097	0,7	2.097	795	2.891	130	77	207	0,07	207	0
August	18	177	506	255	626	0	1.565	0,5	1.565	795	2.359	91	54	145	0,06	145	0
September	14	118	384	254	474	0	1.229	3,3	1.229	769	1.998	580	343	923	0,44	881	42
Oktober	9,1	84	225	185	278	0	770	7,4	770	795	1.565	1.290	762	2.052	0,86	1.339	713
November	4,7	44	119	119	147	0	430	10,3	430	769	1.199	1.803	1.066	2.869	0,96	1.157	1.712
Dezember	1,3	25	66	75	82	0	248	13,2	248	795	1.043	2.306	1.363	3.669	0,99	1.030	2.639
Summe:											22.774			24.440		12.102	12.338

Gebäude: V1 Stadtvilla Haacke Ve [m²]: 667,5 An [m²]: 213,60
ADIN [m²]: 174,4 A/V [1/m]: 0,65

Übersicht | Definition | Energie EnEV | Energie BiMoBa | Trinkwasser | Lüftung | Heizung | Bewertung | Ökobilanz

Tau₀ [h]: 16 leichte Bauweise a: 3,25 Region [0..15]: 0
 Tau [h]: 35,94 c_{wirk} [Wh/K]: 10010 q_i [W/m²]: 3 Deutschland

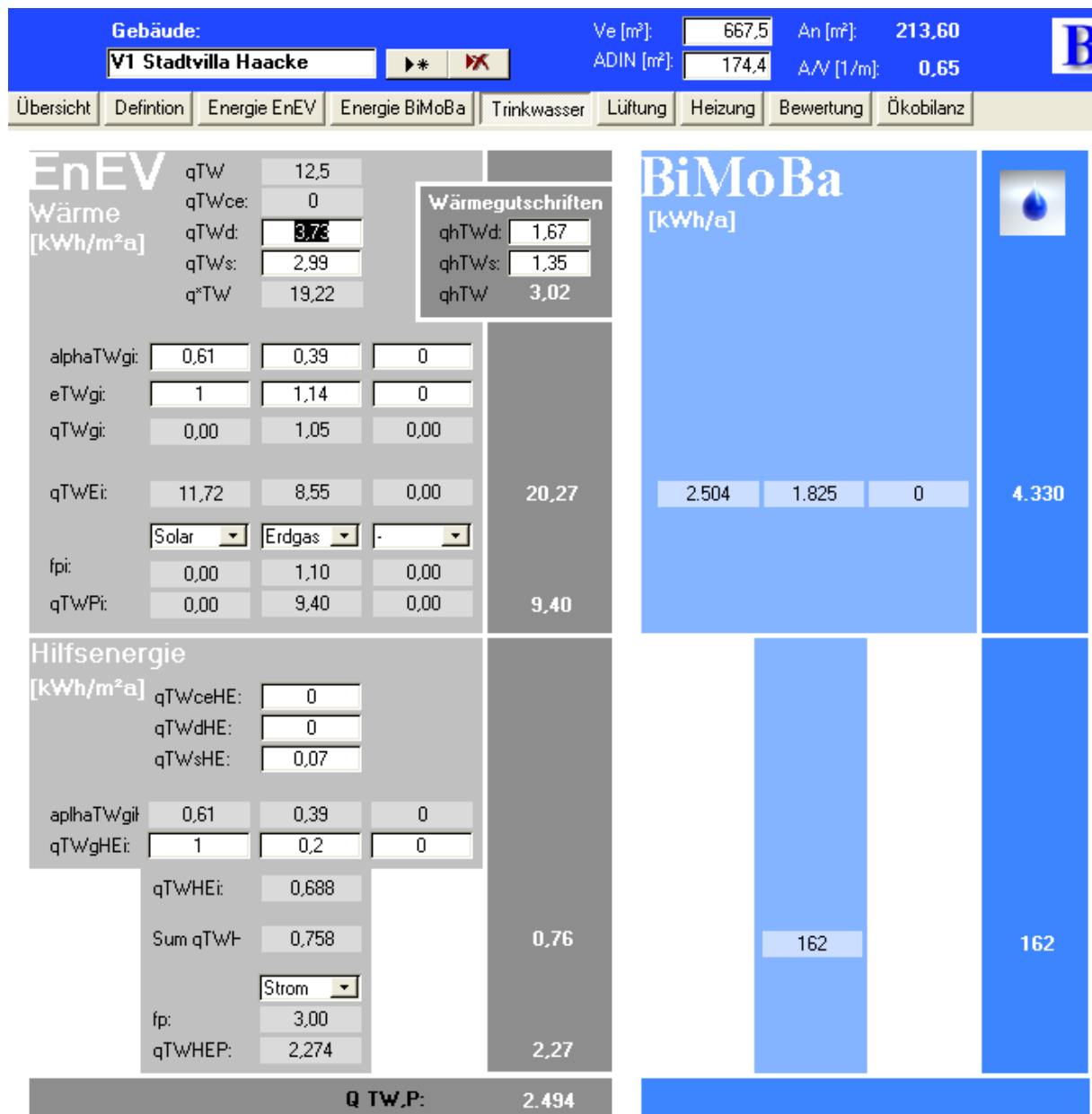
BiMoBa Nord Ost Süd West Horizon Fenster: [10] [17,4] [9] [21,5] [0] [m²] Gesamtenergiedurchlassgrad: 0,6

Monat	[°C]	solare Wärmegewinne [kWh/M]						Wärmegewinne [kWh/M]			Wärmeverluste [kWh/M]			Gewinne netto [kWh/M]	Bedarf [kWh/M]		
		Nord	Süd	Ost	West	Hori	Sum	solar	innere	Summe	Trans.	Lüftung	Summe				
Januar	-1	35	110	128	136	0	409	15,8	409	477	886	2775	1640	4415	1,00	882	3533
Februar	0,6	53	147	126	182	0	507	13,0	507	431	938	2283	1349	3632	0,99	929	2703
März	4,1	86	233	182	288	0	790	11,8	790	477	1267	2072	1224	3296	0,97	1231	2065
April	9,5	157	533	302	658	0	1.650	7,6	1.650	461	2111	1324	782	2106	0,76	1.612	494
Mai	13	205	577	271	713	0	1.766	5,3	1.766	477	2.243	925	547	1.472	0,59	1.317	155
Juni	16	242	639	287	790	0	1.958	3,1	1.958	461	2.420	542	320	863	0,35	843	20
Juli	18	253	687	308	849	0	2.097	1,5	2.097	477	2.573	261	154	415	0,16	414	1
August	18	177	506	255	626	0	1.565	1,3	1.565	477	2.041	222	131	352	0,17	351	1
September	14	118	384	254	474	0	1.229	4,0	1.229	461	1.690	706	417	1.123	0,59	1.002	122
Oktober	9,1	84	225	185	278	0	770	8,1	770	477	1.247	1.420	839	2.260	0,93	1.159	1.101
November	4,7	44	119	119	147	0	430	11,0	430	461	891	1.929	1.140	3.069	0,99	880	2.190
Dezember	1,3	25	66	75	82	0	248	13,9	248	477	725	2.437	1.440	3.876	1,00	722	3.154
Summe:											19.032			26.880		11.342	15538

Anlage D

Berechnungsnachweis der Beispielbetrachtung

Variante 1



Anlage D

Berechnungsnachweis der Beispielbetrachtung

Variante 1

Gebäude:		Ve [m³]: <input style="width: 50px;" type="text" value="667,5"/>	An [m²]: <input style="width: 50px;" type="text" value="213,60"/>	B				
<input style="width: 150px;" type="text" value="V1 Stadtvilla Haacke"/> <input style="width: 20px;" type="button" value="►*"/> <input style="width: 20px;" type="button" value="✖"/>		ADIN [m²]: <input style="width: 50px;" type="text" value="174,4"/>	A/V [1/m]: <input style="width: 50px;" type="text" value="0,65"/>					
Übersicht	Definition	Energie EnEV	Energie BiMoBa	Trinkwasser	Lüftung	Heizung	Bewertung	Ökobilanz

EnEV

Wärme [kWh/m²a]

qh	57,76		
qhTW	3,02		
qhL	0,00		
qHce:	<input style="width: 40px;" type="text" value="1,1"/>		
qHd:	<input style="width: 40px;" type="text" value="1,59"/>		
qHs:	<input style="width: 40px;" type="text" value="0"/>		
q*H	57,43		

alphaHgi:	<input style="width: 40px;" type="text" value="1"/>	<input style="width: 40px;" type="text" value="0"/>	<input style="width: 40px;" type="text" value="0"/>
eHgiE1:	<input style="width: 40px;" type="text" value="1,01"/>	<input style="width: 40px;" type="text" value="0"/>	<input style="width: 40px;" type="text" value="0"/>
qHgi	0,57	0,00	0,00
qHEi:	58,00	0,00	0,00
58,00			
Erdgas <input style="width: 40px;" type="text" value="-"/> <input style="width: 40px;" type="text" value="-"/> <input style="width: 40px;" type="text" value="-"/>			
iP:	<input style="width: 40px;" type="text" value="1,1"/>	<input style="width: 40px;" type="text" value="0"/>	<input style="width: 40px;" type="text" value="0"/>
qHPi	63,81	0,00	0,00
63,81			

Hilfsenergie

[kWh/m²a]

qceHE:	<input style="width: 40px;" type="text" value="0"/>		
qdHE:	<input style="width: 40px;" type="text" value="1,02"/>		
qsHE:	<input style="width: 40px;" type="text" value="0"/>		

alphag:	<input style="width: 40px;" type="text" value="1"/>	<input style="width: 40px;" type="text" value="0"/>	<input style="width: 40px;" type="text" value="0"/>
qGHE:	<input style="width: 40px;" type="text" value="0,57"/>	<input style="width: 40px;" type="text" value="0"/>	<input style="width: 40px;" type="text" value="0"/>
alqgH	0,57	0,00	0,00
sumqHEE:	1,59		
1,59			
Strom <input style="width: 40px;" type="text" value="-"/>			
iP:	<input style="width: 40px;" type="text" value="3"/>		
qHEP:	<input style="width: 40px;" type="text" value="4,77"/>		
4,77			

Q H.P.: **14648**

BiMoBa

[kWh/a]

	15.538		
	645		
	0		
	235		
	340		
	0		
	15.468		

	15.622	0	0
15.622			

340

340

Anlage D

Berechnungsnachweis der Beispielbetrachtung

Variante 1

Gebäude:		Ve [m³]:	<input type="text" value="667,5"/>	An [m²]:	<input type="text" value="213,60"/>
<input type="text" value="V1 Stadtvilla Haacke"/>	<input type="button" value="▶*"/> <input type="button" value="✖"/>	ADIN [m²]:	<input type="text" value="174,4"/>	AA [1/m]:	<input type="text" value="0,65"/>
Übersicht	Definition	Energie EnEV	Energie BiMoBa	Trinkwasser	Lüftung
				Heizung	Bewertung
					Ökobilanz

	TRINKWASSER- ERWÄRMUNG	HEIZUNG	LÜFTUNG
absoluter Bedarf [kWh/a]:	Q_{TW} : <input type="text" value="2.670"/>	Q_H : <input type="text" value="12.338"/>	
bezogener Bedarf [kWh/m²a]:	q_{TW} : <input type="text" value="12,50"/>	q_H : <input type="text" value="57,76"/>	
Deckung von Q_h [kWh/m²a]:	$q_{h,TW}$: <input type="text" value="3,02"/>	$q_{h,H}$: <input type="text" value="54,74"/>	$q_{h,L}$: <input type="text" value="0,00"/>
Endenergie [kWh/a]:	$Q_{TW,E}$: <input type="text" value="4.330"/>	$Q_{H,E}$: <input type="text" value="12.390"/>	$Q_{L,E}$: <input type="text" value="0"/>
Hilfsenergie [kWh/a]:	<input type="text" value="162"/>	<input type="text" value="340"/>	<input type="text" value="0"/>
Primärenergie [kWh/a]:	$Q_{TW,P}$: <input type="text" value="2.494"/>	$Q_{H,P}$: <input type="text" value="14.648"/>	$Q_{L,P}$: <input type="text" value="0"/>

Endenergie:

Q_E [kWh/a]:

q_E [kWh/m²a]:

Hilfsenergie:

Primärenergie:

Q_P [kWh/a]:

q_P [kWh/m²a]:

Anlagenaufwandszahl:

e_P :

Nachweis Jahres-Primärenergiebedarf [kWh/m²a]:

$q_{P,vorh}$:

$q_{P,zul}$:

Nachweis Transmissionswärmeverlust [W/m²K]:




$H'_{T,vorh}$:

$H'_{T,zul}$:

Anlage D

Berechnungsnachweis der Beispielbetrachtung

Variante 1

Gebäude:		Ve [m³]:	An [m³]:	BiMoBa									
V1 Stadtvilla Haacke		667,5	213,60										
		ADIN [m²]:	A/V [1/m]:										
		174,4	0,65										
Übersicht	Defintion	Energie EnEV	Energie BiMoBa	Trinkwasser	Lüftung	Heizung	Bewertung	Ökobilanz					
Bauteil	Material	Zeit	Menge	GWP	TOPP	AP	EP	KEA	nicht erneu	andere	KSA		
V1 Sohle	Zementestrich	50	5,365 m³	1	2.107	7,24	4,69	0,73	3.432	3.333	16,4	82,5	15.154
V1 Sohle	PE-Folie	50	107,300 m²	1	59	0,44	0,25	0,03	118	111	1,06	5,83	113
V1 Sohle	EPS Polystyrol-Extru	50	12,876 m³	1	1.271	22,50	4,55	0,53	2.880	2.751	19,5	110	3.755
V1 Sohle	Stahlbeton B25	50	21,460 m³	1	10.923	38,82	25,42	4,16	20.085	3.041	98,8	945	95.962
V1 Außenwand "unt	Gipskartonplatte	50	0,931 m²	1	210	0,40	0,48	0,04	804	773	5,16	25,8	1.193
V1 Außenwand "unt	PE-Folie	50	74,500 m²	1	41	0,31	0,17	0,02	82	77	0,74	4,05	79
V1 Außenwand "unt	Sperholz-Fichte	50	0,969 m³	1	667	3,23	2,32	0,28	4.991	2.880	23,1	2090	10.027
V1 Außenwand "unt	Mineralwolle 035	50	13,410 m³	1	778	5,86	4,03	0,42	3.298	3.231	39,6	28,0	10.342
Gesamtgebäude	Herstellung			42.107	218	130	17,3	138.482	E+05	842	3E+04	397.189	
	Herstellung + 50 Jahre Unterhalt			45.389	237	141	19,0	147.410	E+05	882	3E+04	411.681	
Nutzung	[kWh/a]		GWP	POCP	AP	EP	KEA	nicht erneu	andere	KSA			
	15.622	Erdgas	3970	4.697	2.458	0,424	18.309	18.224	17	68	1.491		
	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	2.504	Solar	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	1.825	Erdgas	463,9	0,549	0,287	0,05	2.139	2.129	2	8	174		
	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Hilfsenergie	502	Strom	466,6	0,34	0,464	0,030	1.459	1.457	0	1	1.564		
Gesamtgebäude	Nutzung		4901	5.585	2.922	0,504	21.907	21.810	19	77	3.229		
Zusammenfassung pro ADIN	Herstellung			241,4	1,25	0,744	0,099	794	645	5	144	2.277	
	Herstellung + Unterhalt			260,3	1,361	0,807	0,109	845	694	5	146	2.361	
	Nutzung 50 Jahre			1405	1,601	0,838	0,145	6.281	6.253	6	22	926	
Lebenszeit [a]:	50	gesamt	1665	2,96	1,645	0,253	7.126	6.947	11	168	3.286		

Anlage D

Berechnungsnachweis der Beispielbetrachtung

Variante 2

Gebäude:		Ve [m²]:	667,5	An [m²]:	213,60
V2 Stadtvilla Poroton		ADIN [m²]:	165,0	A/V [1/m]:	0,65

Übersicht | Definition | Energie EnEV | Energie BiMoBa | Trinkwasser | Lüftung | Heizung | Bewertung | Ökobilanz

Bauteil	Menge	Bauteiltyp	F	U-Wert	F*U*A
V2 Außenwand "unten" Poroton	74,5 m²	Aussenwand an Aussenluft	1	0,18	13,38
V2 Außenwand "Mitte" Poroton	42,1 m²	Aussenwand an Aussenluft	1	0,126	5,31
V2 Außenwand "oben" Poroton	35,4 m²	Aussenwand an Aussenluft	1	0,145	5,14
V1 Sohle	107,3 m²	Bodenplatte	0,5	0,312	15,06
V1 Dach Haacke Holz	116,8 m²	Dachfläche	1	0,202	23,59
V2 Fenster	57,9 m²	Fenster	1	1,6	92,64
V2 Decke über EG Poroton	89,9 m²	Geschossdecke	0	4,028	0,00
V1 Decke über OG Haacke Holz	49 m²	Geschossdecke	0	5,882	0,00
V2 Innenwand EG Poroton	66,9 m²	Innenwand	0	5,882	0,00
V2 Innenwand OG Poroton	67,9 m²	Innenwand	0	5,882	0,00
V1 Fundament gedämmt	41 m²	sonstige	0	5,882	0,00
Summe	434,00 m²				155,13

	$H_T = 0,05 * 434,00 + 155,13 =$	176,83
<input checked="" type="checkbox"/> Wohngebäude (Ja/Nein)	$H_V = 0,76 * 0,6 * 0,34 * 667,5 =$	103,49

Anlage D

Berechnungsnachweis der Beispielbetrachtung

Variante 2

Gebäude: **V2 Stadtvilla Poroton** Ve [m²]: 667,5 An [m²]: 213,60
ADIN [m²]: 165,0 A/V [1/m]: 0,65

Übersicht | Definition | Energie EnEV | Energie BiMoBa | Trinkwasser | Lüftung | Heizung | Bewertung | Ökobilanz

Tau₀ [h]: 16 leichte Bauweise a: 8,44 Region [0..15]: 0
 Tau [h]: 119,06 c_{wirk} [Wh/K]: 33375 q_i [W/m²]: 5 Deutschland

EnEV Nord Ost Süd West Horizon Fenster: [10] [17,4] [9] [21,5] [0] [m²] Gesamtenergiedurchlassgrad: 0,6

Monat	[°C]	solare Warmegewinne [kWh/M]						Warmegewinne [kWh/M]			Wärmeverluste [kWh/M]			Gewinne netto [kWh/M]	Bedarf [kWh/M]		
		Nord	Süd	Ost	West	Hori	Sum	solar	innere	Summe	Trans.	Lüftung	Summe				
Januar	-1	35	110	128	136	0	409	15,1	409	795	1.204	2.671	1.563	4.234	1,00	1.204	3.030
Februar	0,6	53	147	126	182	0	507	12,4	507	718	1.225	2.186	1.280	3.466	1,00	1.225	2.241
März	4,1	86	233	182	288	0	790	11,1	790	795	1.585	1.960	1.147	3.108	1,00	1.582	1.525
April	9,5	157	533	302	658	0	1.650	6,8	1.650	769	2.419	1.210	708	1.917	0,77	1.854	63
Mai	13	205	577	271	713	0	1.766	4,5	1.766	795	2.561	803	470	1.272	0,50	1.270	2
Juni	16	242	639	287	790	0	1.958	2,4	1.958	769	2.727	420	246	666	0,24	666	0
Juli	18	253	687	308	849	0	2.097	0,7	2.097	795	2.891	132	77	209	0,07	209	0
August	18	177	506	255	626	0	1.565	0,5	1.565	795	2.359	92	54	146	0,06	146	0
September	14	118	384	254	474	0	1.229	3,3	1.229	769	1.998	586	343	928	0,46	928	1
Oktober	9,1	84	225	185	278	0	770	7,4	770	795	1.565	1.302	762	2.065	0,97	1.525	539
November	4,7	44	119	119	147	0	430	10,3	430	769	1.199	1.821	1.066	2.886	1,00	1.198	1.688
Dezember	1,3	25	66	75	82	0	248	13,2	248	795	1.043	2.329	1.363	3.691	1,00	1.043	2.649
Summe:											22.774			24.588		12.850	11.738

Gebäude: **V2 Stadtvilla Poroton** Ve [m²]: 667,5 An [m²]: 213,60
ADIN [m²]: 165,0 A/V [1/m]: 0,65

Übersicht | Definition | Energie EnEV | Energie BiMoBa | Trinkwasser | Lüftung | Heizung | Bewertung | Ökobilanz

Tau₀ [h]: 16 leichte Bauweise a: 8,44 Region [0..15]: 0
 Tau [h]: 119,06 c_{wirk} [Wh/K]: 33375 q_i [W/m²]: 3 Deutschland

BiMoBa Nord Ost Süd West Horizon Fenster: [10] [17,4] [9] [21,5] [0] [m²] Gesamtenergiedurchlassgrad: 0,6

Monat	[°C]	solare Warmegewinne [kWh/M]						Warmegewinne [kWh/M]			Wärmeverluste [kWh/M]			Gewinne netto [kWh/M]	Bedarf [kWh/M]		
		Nord	Süd	Ost	West	Hori	Sum	solar	innere	Summe	Trans.	Lüftung	Summe				
Januar	-1	35	110	128	136	0	409	15,8	409	477	886	2802	1640	4442	1,00	886	3556
Februar	0,6	53	147	126	182	0	507	13,0	507	431	938	2305	1349	3654	1,00	938	2717
März	4,1	86	233	182	288	0	790	11,8	790	477	1267	2092	1224	3316	1,00	1267	2049
April	9,5	157	533	302	658	0	1650	7,6	1650	461	2111	1337	782	2119	0,90	1891	228
Mai	13	205	577	271	713	0	1766	5,3	1766	477	2243	934	547	1481	0,65	1465	15
Juni	16	242	639	287	790	0	1958	3,1	1958	461	2420	547	320	868	0,36	868	0
Juli	18	253	687	308	849	0	2097	1,5	2097	477	2573	263	154	417	0,16	417	0
August	18	177	506	255	626	0	1565	1,3	1565	477	2041	224	131	355	0,17	355	0
September	14	118	384	254	474	0	1229	4,0	1229	461	1690	713	417	1130	0,66	1117	13
Oktober	9,1	84	225	185	278	0	770	8,1	770	477	1247	1434	839	2273	1,00	1243	1030
November	4,7	44	119	119	147	0	430	11,0	430	461	891	1948	1140	3088	1,00	891	2197
Dezember	1,3	25	66	75	82	0	248	13,9	248	477	725	2460	1440	3900	1,00	725	3175
Summe:											19.032			27.044		12.063	14981

Anlage D

Berechnungsnachweis der Beispielbetrachtung

Variante 2

Gebäude:		Ve [m²]:	667,5	An [m²]:	213,60			
V2 Stadtvilla Poroton ▶* ✕		ADIN [m²]:	165,0	A/V [1/m]:	0,65			
Übersicht	Defintion	Energie EnEV	Energie BiMoBa	Trinkwasser	Lüftung	Heizung	Bewertung	Ökobilanz

EnEV

Wärme
[kWh/m²a]

qTW	12,5	
qTWce:	0	
qTWd:	3,73	
qTWs:	2,99	
q*TW	19,22	

Wärmegutschriften

qhTWd:	1,67
qhTWs:	1,35
qhTW	3,02

alphaTWgi:	<input type="text" value="0,61"/>	<input type="text" value="0,39"/>	<input type="text" value="0"/>	
eTWgi:	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="1,14"/>	<input type="text" value="0"/>	
qTWgi:	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="1,05"/>	<input type="text" value="0,00"/>	
qTWEi:	<input type="text" value="11,72"/>	<input type="text" value="8,55"/>	<input type="text" value="0,00"/>	20,27
	<input type="text" value="Solar"/>	<input type="text" value="Erdgas"/>	<input type="text" value="-"/>	
fpi:	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="1,10"/>	<input type="text" value="0,00"/>	
qTWPi:	<input type="text" value="0,00"/>	<input type="text" value="9,40"/>	<input type="text" value="0,00"/>	9,40

Hilfsenergie

[kWh/m²a]

qTWceHE:	<input type="text" value="0"/>
qTWdHE:	<input type="text" value="0"/>
qTWsHE:	<input type="text" value="0,07"/>

alphaTWgi:	<input type="text" value="0,61"/>	<input type="text" value="0,39"/>	<input type="text" value="0"/>
qTWgHEi:	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="0,2"/>	<input type="text" value="0"/>

qTWHEi:	<input type="text" value="0,688"/>
Sum qTWf:	<input type="text" value="0,758"/>

Strom

fpi:	<input type="text" value="3,00"/>
qTWHEP:	<input type="text" value="2,274"/>

Q TW,P: 2,494

BiMoBa

[kWh/a]

<input type="text" value="2.504"/>	<input type="text" value="1.825"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="4.330"/>
------------------------------------	------------------------------------	--------------------------------	------------------------------------

<input type="text" value="162"/>	<input type="text" value="162"/>
----------------------------------	----------------------------------

Anlage D

Berechnungsnachweis der Beispielbetrachtung

Variante 2

Gebäude:		Ve [m²]: <input style="width: 50px;" type="text" value="667,5"/>	An [m²]: 213,60	B				
<input style="width: 150px;" type="text" value="V2 Stadtvilla Poroton"/> ▶* ✖		ADIN [m²]: <input style="width: 50px;" type="text" value="165,0"/>	A/V [1/m]: 0,65					
Übersicht	Defintion	Energie EnEV	Energie BiMoBa	Trinkwasser	Lüftung	Heizung	Bewertung	Ökobilanz

EnEV

Wärme [kWh/m²a]

qh	54,95		
qhTW	3,02		
qhL	0,00		
qHce:	<input style="width: 40px;" type="text" value="1,1"/>		
qHd:	<input style="width: 40px;" type="text" value="1,59"/>		
qHs:	<input style="width: 40px;" type="text" value="0"/>		
q*H	54,62		

alphaHgi:	<input style="width: 20px;" type="text" value="1"/>	<input style="width: 20px;" type="text" value="0"/>	<input style="width: 20px;" type="text" value="0"/>
eHgiE1:	<input style="width: 20px;" type="text" value="1,01"/>	<input style="width: 20px;" type="text" value="0"/>	<input style="width: 20px;" type="text" value="0"/>
qHgi	0,55	0,00	0,00

qHEi:	55,17	0,00	0,00
55,17			

fP:	1,1	0	0
qHPi	60,69	0,00	0,00
60,69			

BiMoBa

[kWh/a]

	14.981		
	645		
	0		
	235		
	340		
	0		
	14.910		

	15.059	0	0
15.059			

	340		
340			

Hilfsenergie

[kWh/m²a]

qceHE:	<input style="width: 40px;" type="text" value="0"/>		
qdHE:	<input style="width: 40px;" type="text" value="1,02"/>		
qsHE:	<input style="width: 40px;" type="text" value="0"/>		

alphag:	<input style="width: 20px;" type="text" value="1"/>	<input style="width: 20px;" type="text" value="0"/>	<input style="width: 20px;" type="text" value="0"/>
qGHE:	0,57	0	0
alqgH	0,57	0,00	0,00

sumqHEE:	1,59		
1,59			

fP:	3		
qHEP:	4,77		
4,77			

	13982		
13982			

Q H,P: 13982

Anlage D

Berechnungsnachweis der Beispielbetrachtung

Variante 2

Gebäude:		Ve [m²]:	667,5	An [m²]:	213,60			
V2 Stadtvilla Poroton		ADIN [m²]:	165,0	A/V [1/m]:	0,65			
		▶*		✗				
Übersicht	Defintion	Energie EnEV	Energie BiMoBa	Trinkwasser	Lüftung	Heizung	Bewertung	Ökobilanz

	TRINKWASSER-ERWÄRMUNG	HEIZUNG	LÜFTUNG
absoluter Bedarf [kWh/a]:	Q_{TW} : 2.670	Q_H : 11.738	
bezogener Bedarf [kWh/m²a]:	q_{TW} : 12,50	q_H : 54,95	
Deckung von Q_h [kWh/m²a]:	$q_{h,TW}$: 3,02	$q_{h,H}$: 51,93	$q_{h,L}$: 0,00
Endenergie [kWh/a]:	$Q_{TW,E}$: 4.330	$Q_{H,E}$: 11.784	$Q_{L,E}$: 0
Hilfsenergie [kWh/a]:	162	340	0
Primärenergie [kWh/a]:	$Q_{TW,P}$: 2.494	$Q_{H,P}$: 13.982	$Q_{L,P}$: 0

Endenergie:	Q_E [kWh/a]:	16.114	q_E [kWh/m²a]:	75,44
Hilfsenergie:		502		2,35
Primärenergie:	Q_P [kWh/a]:	16.475	q_P [kWh/m²a]:	77,13
Anlagenaufwandszahl:	e_P :	1,14		

Nachweis Jahres-Primärenergiebedarf [kWh/m²a]:

$q_{P,vorh}$: 77,13 $q_{P,zul}$: 108,18




Nachweis Transmissionswärmeverlust [W/m²K]:

$H'_{T,vorh}$: 0,41 $H'_{T,zul}$: 0,53

Anlage D

Berechnungsnachweis der Beispielbetrachtung

Variante 2

Gebäude:		Ve [m³]:	An [m³]:	BiMoBa									
V2 Stadtvilla Poroton		667,5	213,60										
		ADIN [m²]:	A/V [1/m]:										
		165,0	0,65										
Übersicht	Defintion	Energie EnEV	Energie BiMoBa	Trinkwasser	Lüftung	Heizung	Bewertung	Ökobilanz					
Bauteil	Material	Zeit	Menge	GWP	TOPP	AP	EP	KEA	nicht erneu	andere	KSA		
V2 Außenwand "unl	Innenputz Kalk	50	1,116 m³	1	248	0,92	0,50	0,08	405	395	1,63	8,13	2.125
V2 Außenwand "unl	Poroton-Planziegel-1	50	22,350 m³	1	2.970	10,17	7,70	0,98	11.258	3.477	34,9	2750	23.480
V2 Außenwand "unl	EPS Polystyrol-Extru	50	7,450 m³	1	736	13,02	2,63	0,31	1.666	1.592	11,3	63,4	2.173
V2 Außenwand "unl	Zementaussenputz	50	0,745 m³	1	358	1,40	0,90	0,14	754	734	3,18	16,2	2.185
V2 Außenwand "unl	Kunstharzputz	50	0,745 m³	1	523	3,88	2,19	0,27	1.140	1.079	9,43	51,7	1.558
V2 Außenwand "unl	Mörtel Dünnbett	50	558,750 kg	1	208	0,63	0,41	0,06	329	318	1,76	8,83	1.016
V2 Außenwand "Mit	Innenputz Kalk	50	0,632 m³	1	140	0,52	0,28	0,04	229	223	0,92	4,59	1.201
V2 Außenwand "Mit	Poroton-Planziegel-1	50	10,104 m³	1	1.343	4,60	3,48	0,44	5.089	3.832	15,8	1240	10.615
Gesamtgebäude	Herstellung			50.845	253	134	19,6	119.569	E+05	591	E+04	391.924	
	Herstellung + 50 Jahre Unterhalt			54.008	271	145	21,3	128.083	E+05	624	E+04	405.425	
Nutzung	[kWh/a]	GWP	POCP	AP	EP	KEA	nicht erneu	andere	KSA				
	15.059 Erdgas	3827	4,528	2,37	0,409	17.649	17.567	16	66	1.437			
	0 -	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	0 -	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	0 -	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	0 -	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	2.504 Solar	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	1.825 Erdgas	463,9	0,549	0,287	0,05	2.139	2.129	2	8	174			
	0 -	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	0 -	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Hilfsenergie	502 Strom	466,6	0,34	0,464	0,030	1.459	1.457	0	1	1.564			
Gesamtgebäude	Nutzung	4758	5,416	2,833	0,489	21.247	21.154	19	75	3.175			
Zusammenfassung pro ADIN	Herstellung			308,1	1,532	0,814	0,119	725	648	4	73	2.375	
	Herstellung + Unterhalt			327,3	1,645	0,878	0,129	776	698	4	75	2.457	
	Nutzung 50 Jahre			1442	1,641	0,859	0,148	6.439	6.410	6	23	962	
Lebenszeit [a]:	50	gesamt	1769	3,29	1,737	0,277	7.215	7.108	9	97	3.419		