

## DIPLOMARBEIT

### MASTER THESES

## **Ökologische Bilanzierung**

### Vergleich der Materialien Holz, Stahl & Stahlbeton anhand eines funktionalen Gebäudes unter den Kriterien der Ressourceneffizienz

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades einer

**Diplom-Ingenieurin**

unter der Leitung von

**o.Univ.Prof. DDI Wolfgang Winter**

E 259.2

Institut für Architekturwissenschaften, Tragwerksplanung und Ingenieurholzbau

eingereicht an der Technischen Universität Wien

Fakultät für Architektur und Raumplanung

von

**Teresa Kloibhofer**

1025724

Pfeilgasse 43/2/7

Wien, am 9. Jänner 2016

## Abstract

Core of the work is the comparison of different materials (timber, steel and reinforced concrete) used as a supporting framework of a multifunctional and multi-storey building in an urban area, concerning ecologic criteria, by using available life-cycle-assessment systems.

In the first part of the process the consequences of the particular life-cycle-periods are conceived. Relevant parameters of the ecological expertise are calculated subsequently.

To allow a reasonable comparison, a system design of a functional building for all the materials is planned within the criteria of resource efficiency. Usage of the same plot, in order to have identical environmental influences, and the generation of uniform ceiling heights and available useable floor space are criteria of the boundary conditions. Every material-specific frame is built in established construction types, which are defined in a component catalog. In this way, components are compared to each other as well as material-internal.

For comparison ecologic parameter of the particular materials are considered. To this, common life-cycle-assessments are analyzed and material components can be contrasted based on these assessment procedures.

Results of the comparison show influential parameters of the different materials and furthermore, ecologic material application can be optimized.



## Kurzfassung

Der Kern der Arbeit besteht darin, die Materialien Holz, Stahl und Stahlbeton im Einsatz als Tragwerk eines multifunktionalen Geschosßbaus im urbanen Raum hinsichtlich ökologischen Kriterien mit Hilfe der Lebenszyklusanalyse zu vergleichen.

Dabei sollen im ersten Teil die Auswirkungen der einzelnen Lebenszyklusphasen auf die Bauteile erfasst und in späterer Folge die, für die ökologische Begutachtung relevanten Einflussfaktoren der Elemente ermittelt werden,

Um einen sinnvollen Vergleich zu ermöglichen, wird für die Vergleichselemente ein Systementwurf eines funktionalen Gebäudes unter den Kriterien der Ressourceneffizienz als Ausgangsbasis geplant. Die Randbedingungen dieses Entwurfes belaufen sich vor allem auf die Schaffung gleicher Umwelteinflüsse, durch Bebauung desselben Grundstücks, und auf die Generierung einheitlicher Nutzflächen und Raumhöhen. Jeder Baustoff hat gängige Konstruktionsweisen, die in einem Bauteilkatalog beschrieben werden. Dadurch werden die Materialien nicht nur untereinander, sondern auch materialintern verglichen.

Für den Vergleich werden ökologische Parameter der einzelnen Baustoffe betrachtet und gegenübergestellt. Dazu werden mit Hilfe der Ökobilanzierung Wirkungsbilanzen für die Vergleichselemente erstellt. Anhand deren Auswertung können die einzelnen Bauteile miteinander verglichen werden.

Die Ergebnisse werden die maßgebenden Parameter auf die ökologische Bewertung der Elemente aufzeigen, und können in weiterer Folge zum ökologisch optimierten Materialeinsatz beitragen.

|                                                     |    |                                                  |     |
|-----------------------------------------------------|----|--------------------------------------------------|-----|
| ABSTRACT .....                                      | 2  | 4. GEBÄUDEVARIANTEN.....                         | 81  |
| KURZFASSUNG.....                                    | 3  | Varianten I - Holz.....                          | 84  |
| 1. NACHHALTIGKEIT.....                              | 7  | Variante II - Stahl.....                         | 86  |
| Nachhaltigkeit im Bauwesen .....                    | 8  | Variante III - Stahlbeton .....                  | 88  |
| Die 3 Säulen der Nachhaltigkeit.....                | 9  | 5. LEBENSZYKLUSANALYSE .....                     | 91  |
| Bewertung der Nachhaltigkeit .....                  | 13 | Entwicklung der ökologischen Bewertung.....      | 92  |
| Zertifizierungssysteme.....                         | 13 | Gebäudelebensdauer .....                         | 93  |
| Entwicklung des Materialeinsatzes .....             | 14 | Lebenszyklusphasen .....                         | 94  |
| ressourceneffizienter Einsatz der Materialien ..... | 16 | Ökobilanzierung I LCA.....                       | 95  |
| 2. SYSTEMENTWURF .....                              | 19 | Methode.....                                     | 95  |
| Referenzbeispiele.....                              | 20 | Komponenten .....                                | 96  |
| städtebauliches Konzept .....                       | 32 | methodischer Rahmen .....                        | 98  |
| Randbedingungen .....                               | 34 | Sachbilanz.....                                  | 100 |
| Entwurfskriterien .....                             | 36 | Wirkungsabschätzung .....                        | 101 |
| Entwurfssystematik.....                             | 38 | Berichterstattung .....                          | 104 |
| Gebäudevarianten.....                               | 40 | Arbeitsmethodik .....                            | 104 |
| Vergleich der Deckenspannweiten.....                | 42 | Normen und Richtlinien .....                     | 104 |
| 3. BAUTIELKATALOG .....                             | 47 | Unsicherheiten bei der Lebenszyklusermittlung .. | 105 |
| Bauteile.....                                       | 49 | Vergleich von 1m <sup>3</sup> Baustoff .....     | 106 |
| Anforderungen .....                                 | 51 | Vollholz .....                                   | 108 |
| Decken .....                                        | 54 | Stahl .....                                      | 110 |
| Brettsperrholzdecke .....                           | 54 | Beton .....                                      | 112 |
| Holzbalkendecke .....                               | 55 | 6a. ÖKOLOGISCHE BILANZIERUNG .....               |     |
| Hohlkastendecke.....                                | 56 | - BAUTEILKATALOG .....                           | 117 |
| Holzbetonverbunddecke.....                          | 57 | Methodik .....                                   | 118 |
| Stahlbetondecke.....                                | 58 | Zielfestlegung & Untersuchungsrahmen .....       | 118 |
| Plattenbalkendecke .....                            | 59 | Ergebnisüberblick.....                           | 122 |
| Hohldielendecke .....                               | 60 | Decken .....                                     | 122 |
| Hohlkörperflachdecke .....                          | 61 | Wände .....                                      | 126 |
| Trapezblechverbunddecke .....                       | 62 | Stützen & Träger.....                            | 130 |
| Wände .....                                         | 63 | Ergebnisse Decken .....                          | 132 |
| Holzriegelwand.....                                 | 63 | PENRT .....                                      | 132 |
| Brettsperrholzwand.....                             | 64 | PERT .....                                       | 133 |
| Stahlbetonwand.....                                 | 65 | PE.....                                          | 134 |
| Mantelbetonsteinwand.....                           | 66 | GWP .....                                        | 135 |
| Hochlochziegelwand I .....                          | 67 | AP .....                                         | 136 |
| Hochlochziegelwand II .....                         | 68 | Ergebnisse Wände .....                           | 137 |
| Stahl-Glas-Fassade.....                             | 69 | PENRT .....                                      | 137 |
| Stützen & Träger.....                               | 78 | PERT .....                                       | 138 |
| Holzquerschnitte.....                               | 78 | PE.....                                          | 139 |
| Stahlprofile.....                                   | 78 | GWP .....                                        | 140 |
| Stahlbetonquerschnitte.....                         | 78 | AP .....                                         | 141 |

|                                       |     |
|---------------------------------------|-----|
| 6b. ÖKOLOGISCHE BILANZIERUNG          |     |
| - GESAMTES GEBÄUDE .....              | 143 |
| Methodik .....                        | 144 |
| Massenermittlung .....                | 145 |
| Ergebnisse der Gebäudevarianten ..... | 146 |
| PENRT .....                           | 146 |
| PERT .....                            | 147 |
| PE .....                              | 148 |
| GWP .....                             | 149 |
| AP .....                              | 150 |
| 7. FAZIT .....                        | 153 |
| Ergebnisse der Bauteile .....         | 154 |
| Ergebnisse der Gebäude .....          | 155 |
| relevante Einflussfaktoren .....      | 156 |
| ANHANG .....                          | 159 |
| Berechnung: ökologische Bilanzierung  |     |
| Bauteilanforderungen: ArchiPhysik     |     |
| Massenermittlung                      |     |
| Dimensionierung Bauteile              |     |
| VERZEICHNISSE .....                   | 227 |
| Abbildungsverzeichnis .....           | 228 |
| Literaturverzeichnis .....            | 231 |



NACHHALTIGKEIT IM BAUWESEN

DIE 3 SÄULEN DER NACHHALTIGKEIT

- Ökologie
- Ökonomie
- soziokulturelle Aspekte

BEWERTUNG DER NACHHALTIGKEIT

- Zertifizierungssysteme

ENTWICKLUNG DES EINSATZES DER BAUSTOFFE

STRATEGIEN FÜR RESSOURCENEFFIZIENTES BAUEN

## NACHHALTIGKEIT IM BAUWESEN

### warum nachhaltig Bauen?

#### **Ziel:**

schonender Ressourcen- & Energieumgang

- Schutz des Ökosystems
- Schutz der Ressourcen
- Wandel des Lebensstils
- Schonen der Energieträger
- Ökologischer Wandel
- Politischer Wandel
- Wirtschaftlicher Wandel

Der Bausektor nimmt eine wichtige Rolle in der Nachhaltigkeitsentwicklung ein. Durch die Schaffung von Lebensraum entstehen Energieverbrauch, hohe Umweltbelastungen, sowie die Versiegelung der Böden.<sup>1</sup>

Laut dem fünften Sachstandsbericht des IPCC verursachte im Jahr 2010 der Bausektor 32% des Endenergieverbrauchs und 19% der Treibhausgasemissionen weltweit. Dem Bericht folgend könnte sich die verbrauchte Energie durch Gebäude bis 2050 verdoppeln.<sup>2</sup>

Dadurch ist es notwendig, bei der Planung von Gebäuden, auf eine möglichst nachhaltige Umsetzung der Herstellung, des Betriebs, sowie der Entsorgung des Gebäudes zu achten.

Der Begriff der Nachhaltigkeit scheint erstmals 1713 im Buch „Sylvicultura Oeconomica“ von Hans-Carl von Carlowitz auf. Er definierte bezüglich der Forstwirtschaft, man dürfe nur so viel Holz abschlagen, wie nachwächst. Die heutige Definition des Begriffs stammt aus dem Brundlandt-Bericht, in dem es heißt: „Nachhaltige Entwicklung bedeutet, die wirtschaftliche und gesellschaftliche Entwicklung so zu gestalten, dass die natürlichen Lebensgrundlagen erhalten bleiben und dass wirtschaftliches und soziales Wohlergehen für gegenwärtige und künftige Generationen erreicht werden kann – bei uns und weltweit.“<sup>3</sup>

Nachhaltigkeit bedeutet also, die Bedürfnisse der Gegenwart zu befriedigen, ohne zu riskieren, dass künftige Generationen ihre Bedürfnisse nicht mehr befriedigen können.

Das Ziel nachhaltigen Bauens ist der schonende Umgang mit Ressourcen und Energie. Das vorhandene Ökosystem, sowie die möglichen Ressourcen werden in Schutz genommen. Durch den Wandel des Lebensstils der Gesellschaften, den politischen Wandel, den wirtschaftlichen Wandel sowie den ökologischen Wandel, ist es möglich, dieses Ziel umzusetzen.

Auch werden fossile Energieträger geschont, indem erneuerbare Energie erzeugt und verwendet wird.

<sup>1</sup> KÖNIG, 2009, S.9

<sup>2</sup> CISL, 2013, S.1

<sup>3</sup> BORSKA, 2015

## DIE 3 SÄULEN DER NACHHALTIGKEIT

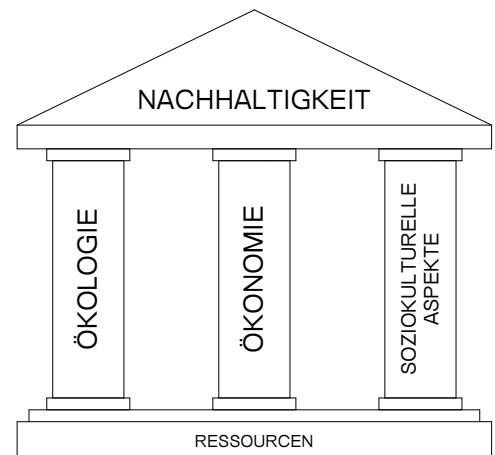
Der Nachweis, wie nachhaltig ein Gebäude ist, hängt von verschiedenen Faktoren ab. Die Eigenschaften der Produkte, die Absichten der Akteure und die geltenden Rahmenbedingungen spielen hierbei eine große Rolle. Die komplexe Betrachtung dieses Themas hat bisher zwei unterschiedliche Verfahren zur Bewertung der Nachhaltigkeit eines Gebäudes hervorgebracht:

Das Bewertungsverfahren besteht aus einer Checkliste mit verschiedenen Anforderungen, welche für die positive Bewertung zu erfüllen sind. Die Summe der daraus resultierenden Punkte ergibt das Resultat der Bewertung.

Beim Bilanzierungsverfahren werden Ressourceninanspruchnahmen, Umwelteinwirkungen, ökonomische Kriterien, sowie soziale und kulturelle Aspekte durch abschätzen ermittelt.<sup>4</sup>

Um einen Wert für die Nachhaltigkeit definieren zu können, ist es notwendig, dass neben der Betrachtung der ökologischen Kriterien auch ökonomische und soziokulturelle Kriterien miteinbezogen werden. Bei der Bestimmung der ökologischen Qualität wird auf den Schutz der Umwelt und die Schonung der natürlichen Ressourcen Wert gelegt. Die ökonomische Qualität wird durch den Erhalt der ökonomischen Werte, sowie durch die Senkung der Lebenszykluskosten definiert. Bei der soziokulturellen Qualität wird auf die Sicherung von Gesundheit und Behaglichkeit im Gebäude, sowie auf die Schaffung eines menschengerechten Umfelds Wert gelegt.<sup>5</sup>

Neben diesen drei Kriterien kommen Aspekte wie technische Qualität, Prozessqualität, sowie Standortmerkmale als wichtige Einflussfaktoren auf die Bewertung der Nachhaltigkeit hinzu.<sup>6</sup>



<sup>4</sup> KÖNIG, 2009, S.74

<sup>5</sup> BORSKA, 2016

<sup>6</sup> ipu-epd.com

## Ökologie

### Schutzgüter

natürliche Ressourcen  
globale und lokale Umwelt

### Ziele

Schutz der Ressourcen  
Schutz des Ökosystems

Das Ziel der ökologischen Dimension der Nachhaltigkeit besteht aus der Schonung der natürlichen Ressourcen und dem Schutz der globalen und lokalen Umwelt.

Durch das Verursachen von Energie- und Stoffströmen in der Herstellungs-, Nutzungs- und Entsorgungsphase entstehen erhebliche Eingriffe in bestehende Ökosysteme. Die Optimierung der Bauteile und der Einsatz der Baustoffe, sowie die Reduzierung des Energieverbrauchs und der Umweltbelastungen sind die Hauptkriterien der ökologischen Nachhaltigkeitsbetrachtung.

### Schutz des Ökosystems

Für die Bewertung der ökologischen Qualität wurden quantifizierbare Indikatoren festgelegt. Das Treibhauspotential (GWP) bezieht sich auf die Auswirkungen im Hinblick auf die Klimaerwärmung. Das Ozonabbaupotential (ODP), sowie das Ozonbildungspotential (POCP) geben die Auswirkungen auf die Zerstörung der Ozonschicht, sowie die bodennahe Ozonbildung in Form von Sommersmog an. Die Versauerung und die Überdüngung des Bodens und der Gewässer wird durch das Versauerungspotential (AP) und das Eutrophierungspotential (EP) angegeben.

Zum Schutz des Ökosystems zählen ausserdem die Reduzierung von Schadstoffen bei der Verarbeitung auf der Baustelle oder durch Abwitterung in der Nutzungsphase.

### Schonung natürlicher Ressourcen

Eine ebenso wichtige Rolle spielt die Schonung der natürlichen Ressourcen. Die Verlängerung der Nutzungsdauer von Gebäuden, wiederverwendbare Produkte, gefahrlose Rückführung in den Stoffkreislauf, Senkung des Bedarfs an Ressourcen, sowie der Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen sind Maßnahmen baustofflicher Hinsicht zum Schutz der natürlich vorkommenden Ressourcen. Eine nicht baustoffliche Maßnahme ist die Verwendung von Regen- und Grauwasser anstatt des Trinkwassers. Maßnahmen zum Schutz der energetischen Ressourcen sind die Reduzierung von Transporten, die Reduzierung des Energiebedarfs in der Nutzungsphase, sowie der Einsatz regenerativer Energie. Außerdem ist die Minimierung der Flächeninanspruchnahme von Gebäuden eine wichtige Maßnahme zum Schutz der biologische, vielfältigen Flächenressourcen.<sup>7</sup>

### Ökobilanzierung (LCA)

Das Verfahren zur ökologischen Bewertung von Baustoffen, die Lebenszyklusanalyse wird in Kapitel 6 - Lebenszyklusanalyse von Gebäuden genauer erläutert.

<sup>7</sup> BMUB, 2016



## Ökonomie

Ziele der ökonomischen Betrachtung der Nachhaltigkeit sind vor allem die Minimierung der Lebenszykluskosten, die Verbesserung der Wirtschaftlichkeit, sowie der Erhalt von Kapital und Werten. Damit soll eine ganzheitliche Optimierung der wirtschaftlichen Parameter erreicht werden. Im Vordergrund des ökonomischen Lebenszyklus steht der Gebäudebetrieb.

### Lebenszykluskostenanalyse

Bei der Lebenszykluskostenanalyse werden Kosten betrachtet, die im Laufe des gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes anfallen. Mit dieser Methode kann die wirtschaftliche Kostenoptimierung über den gesamten Lebenszyklus vorgenommen werden. Die Lebenszykluskosten gliedern sich in die Herstellungskosten, die Baunutzungskosten für den Betrieb, die Reinigung und die Instandhaltung, sowie die Abrisskosten für den Rückbau und die Entsorgung des Gebäudes.

Die Abschätzung der Gebäudebetriebskosten unterliegt den Risiken bei der Prognostizierung der Entwicklung des Versorgungsbedarfs. Einflüsse wie die Gebäudenutzungsart, das Nutzerverhalten, die klimatischen Bedingungen und die technischen und funktionalen Eigenschaften des Gebäudes gehören zu den Unsicherheiten der Abschätzung, da sich jedes dieser Kriterien im Laufe des Betrachtungszeitraumes verändern kann.

### Wirtschaftlichkeit

Das Verhältnis von eingesetzten Mitteln zu dem damit erreichten Ergebnis beschreibt die ökonomische Vorteilhaftigkeit. Wirtschaftliches Ziel ist es, einen effizienten Mitteleinsatz zu erzielen. Der Fokus liegt je nach Nutzung des Gebäudes auf den Investitionskosten, den laufenden Betriebskosten, oder der Kapitalrentabilität bei der Vermietung des Gebäudes.

### Wertstabilität

Ein weiteres Ziel der ökonomischen Qualität ist die Aufrechterhaltung des ökonomischen Kapitals. Definiert wird der ökonomische Werte als der Verkehr- oder Marktwert. Bei einem wertstabilen Gebäude nimmt der Marktwert nicht ab, sondern bleibt konstant oder steigt. Für die Ermittlung der Verkehrswerte sind drei Verfahren möglich. Beim Vergleichswertverfahren werden gegenwärtige Handelswerte miteinander verglichen. Das Sachwertverfahren basiert auf den Produktions- und Herstellungskosten des Objekts, während sich das Ertragswertverfahren am künftigen Ertrag des Objekts orientiert. Unabhängig vom Verkehrswertverfahren ist die Wertstabilität von standort-, markt-, sowie gebäudebezogenen Aspekten abhängig.<sup>8</sup>

### Schutzgüter

Kapital  
Werte

### Ziele

Lebenszykluskostenreduzierung  
Verbesserung der Wirtschaftlichkeit  
Erhalt des Kapitals

## soziokulturelle Aspekte

### Schutzgüter

Gesundheit  
Nutzerzufriedenheit  
Funktionalität  
kultureller Wert

### Ziele

Bewahrung von Gesundheit, Sicherheit und Behaglichkeit  
Gewährleistung von Funktionalität  
Sicherung der gestalterischen und städtebaulichen Qualität

Die soziokulturelle und funktionale Qualität hängt vom Wertempfinden der Gebäudenutzer ab. Eine hohe Zufriedenheit der Nutzer wirkt sich positiv auf die Nachhaltigkeit des Gebäudes aus. Ziele des soziokulturellen Aspekts der Nachhaltigkeit sind die Bewahrung der Gesundheit, Sicherheit und Behaglichkeit, die Gewährleistung der Funktionsfähigkeit, sowie die gestalterische und städtebauliche Qualität des Gebäudes. Diese Faktoren haben bereits in der Planungsphase Auswirkungen auf das Gebäude.

### Gesundheit & Behaglichkeit

Die Optimierung der Lebensqualität und der Leistungsfähigkeit in einem Gebäude ist vom Empfinden der jeweiligen Nutzer abhängig. Beim Neubau eines Objektes werden Behaglichkeitsaspekte nach technischen Anforderungen und arbeitsschutzrechtlichen Bestimmungen geplant, und können nur anhand einer Nutzerbefragung über die tatsächliche Situation ermittelt werden. Das Hauptkriterium ist die Sicherstellung einer hygienisch unbedenklichen Raumluftqualität, die durch die zu vermeidenden Schadstoffemissionen ermöglicht wird.

Ebenso sind thermische, akustische und visuelle Anforderungen an die Räume zu erfüllen. Thermischer Komfort im Winter, sowie im Sommer spielt eine wichtige Rolle für die Behaglichkeit der Gebäudenutzer. Die Raumlufttemperatur, die Luftfeuchte, die Luftgeschwindigkeit und die Fußbodentemperatur sind hierbei die wichtigsten Parameter für effizientes Arbeiten und Lernen. Die akustische Qualität kann mit der Hörsamkeit im Raum optimiert werden. Schallabsorbierende Bauteile müssen für angenehme Kommunikationsbedingungen sorgen. Der visuelle Komfort hängt von der Tageslicht- und Kunstlichtqualität im Raum ab. Bei möglichst hohem Anteil an Licht, sollen Reflexion und Blendungen vermieden werden.

### Funktionalität

Die funktionale Qualität eines Gebäudes ist abhängig von den Nutzungsanforderungen. Barrierefreiheit ist eine der Voraussetzungen der funktionalen Umsetzungen.

### Gestaltungsqualität

Die Gestaltung eines Bauwerks sollte das baukulturelle Niveau widerspiegeln und dabei bestehende Kulturgüter schützen. Neben der architektonischen Gestaltungsqualität spielt hierbei die städtebauliche Einfügung in die Umgebung eine wichtige Rolle. Die Gestaltungsqualität soll für den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes gewährleistet werden.<sup>9</sup>

<sup>9</sup> BMUB, 2016

## BEWERTUNG DER NACHHALTIGKEIT

Um die ökologische, ökonomische und soziokulturelle Qualität von Gebäuden zu bewerten, stehen in Form von Normen und Leitfäden, einige Hilfsmittel zur Verfügung, die Rahmenbedingungen und Herangehensweisen beschreiben.<sup>10</sup>

Gebäudestandards und Zertifizierungssysteme basierend auf diesen Qualitäten, erlauben die vereinheitlichte Bewertung von Nachhaltigkeitsaspekten von Gebäuden.

### Ziele

Das Ziel der verschiedenen Zertifizierungssysteme besteht darin, die Nachhaltigkeitsbewertung auf ein angeglichenes, vergleichbares Niveau zu bringen. Erst mit dem Vergleich einzelner Gebäude kann festgestellt werden, wie nachhaltig sich ein Objekt im Gegensatz zu einem anderen darstellt. Durch diese Bewertung können Gebäude, innerhalb des Zertifizierungssystems eingeordnet werden.

### Zertifizierungssysteme

In Österreich werden die Gebäudezertifizierungssysteme von ÖGNI, ÖGNB, klima:aktiv, BREEAM, und LEED zur nachhaltigen Bewertung angeboten. Diese Systeme beinhalten unterschiedliche Hauptkriterien, welche zu einem Ergebnis und der Verleihung des Zertifikates führen. Die Faktoren des Energieverbrauchs und des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes fließen bei klima:aktiv zu in etwa 60% in das Gesamtergebnis ein, während sie bei ÖGNI, ÖGNB und BREEAM zu circa 20% und bei LEED mit 30% einfließen. Im Gegensatz dazu werden auch die Kriterien „Standort“, „Heizwärmebedarf“ oder „Wasserverbrauch“ unterschiedlich gewichtet. Somit ist es kaum möglich, Ergebnisse aus verschiedenen Zertifizierungssystemen miteinander zu vergleichen. Auch die Ergebnisdarstellung unterscheidet sich je nach Bewertungssystem. Während bei ÖGNI, klima:aktiv und LEED Auszeichnungen in Stufen (Gold, Silber, Bronze) eingeteilt vergeben werden, wird bei ÖGNB eine Punktezahl für das jeweilige Gebäude errechnet und bei BREEAM wird das Ergebnis nach Noten eingeteilt.

Für eine sinnvolle Nachhaltigkeitsbetrachtung müssen die drei Säulen getrennt voneinander betrachtet werden. Ein gutes Ergebnis bei einer der Drei führt zwangsläufig zu einem schlechteren Ergebnis bei einer anderen. Die Entscheidungsträger müssen selbst entscheiden, welches der Kriterien ihnen besonders wichtig, und welches weniger wichtig ist.<sup>11</sup>

<sup>10</sup> EL KHOULI, 2014, S.36

<sup>11</sup> IBO, 2015

## ENTWICKLUNG DES EINSATZES DER BAUSTOFFE

Die Wahl des Materials beim Bauen von Gebäuden spielt seit jeher eine große Rolle. Bis zum Beginn der industriellen Revolution wurden verfügbare Materialien aus der Umgebung eingesetzt. Durch vielfältige Fertigungstechniken, sowie schnelle Transportwege rund um die Welt, ist beinahe an jedem Ort jeder Baustoff als Baumaterial einsetzbar. Da sich die zur Verfügung stehenden Baustoffe immer noch erweitern, ist es möglich technische, sowie gestalterische Merkmale von Baumaterialien vielfältig in Gebäuden einzusetzen. Die Spannung zwischen gesellschaftlichen Werten und technischem Fortschritt ist besonders bei der Wahl des Baustoffes ein Konflikt in der Planung.

Seit einigen Jahren steht bei der Entwicklung von Baustoffen die Nachhaltigkeit der Materialien zunehmend im Vordergrund. Nachhaltig können in diesem Fall Regionalität, nachwachsende Rohstoffe, geringer Primärenergiegehalt, recyclebare Produkte, oder langlebige Materialien bedeuten.

Doch nicht nur die Materialien selbst, sondern der effiziente Einsatz dieser im Gebäude ist nachhaltig.

Vernakuläre Baustrukturen sind eng verknüpft mit der Verfügbarkeit von Rohstoffen und den klimatischen Bedingungen in einer Region. Weltweit existieren unzählige traditionelle Baukulturen, die allesamt ihre eigene Identität durch das Bauen zum Ausdruck bringen. Traditionelle Bauten sind meist abhängig vom Materialvorkommen in der Umgebung.

Schon in frühen Hochkulturen wurden aus Lehm Ziegel geformt und anschließend getrocknet oder gebrannt. Dadurch konnten neben Steinbauten auch massive Konstruktionen aus günstigerem Material hergestellt werden.

Seit jeher wird unterschieden, welches Baumaterial für welchen Zweck verwendet wird. Für besonders wichtige Bauten, verwendeten frühere Kulturen Steinmaterial, um durch die Dauerhaftigkeit des Materials die Repräsentativität zum Ausdruck zu bringen. Wohnhäuser wurden aus dem leichter bearbeitbaren, und vor allem verfügbarem Holz gefertigt.

Ein neuer Baustoff, neben Holz, Lehm und Stein entstand bereits in der Antike unter den Römern, die das opus caementitium, als erste Form von Beton mischten. Durch die Vermengung von Gesteinen, Sanden, gebranntem Kalkstein, und vor allem durch die Zugabe von Puzzolanen erhielt das Opus caementitium seine hydraulischen Eigenschaften durch die, nach der Zugabe von Wasser, das Gemisch erhärtete. Die Errungenschaft des neuen Materials ermöglichte den Bau von großen Kuppeln, wie beim

Pantheon in Rom, sowie die Schaffung einer wasserabweisenden Schicht bei der Herstellung von Wasserleitungen.

Zu Beginn des 20. Jahrhunderts nimmt der Baustoff Glas eine zentrale Rolle in der Architektur, unter dem Leitsatz „Luft, Licht und Sonne“ des Deutschen Werkbunds ein. Ebenso wie Glas steht auch Beton als sichtbares Material für den neuen Aufbruch des Bauens zu dieser Zeit. Der Architekt Le Corbusier zeigt durch seinen Einsatz von Stahlbeton in neuen Konstruktionsweisen die Vorteile dieses Produkts.

Durch Frank Lloyd Wrights Berücksichtigung und Verwendung der Materialien gemäß ihrer Natur stellt er die These „jedes neue Material bedeutet eine neue Form“ in der Architektur auf. Dies spiegelt auch Le Corbusiers Verwendung von Sichtbeton wieder. Die Wohnungsnot als Folge des Zweiten Weltkriegs ließ zahlreiche neue, systematische Konstruktionsweisen aufkommen. Besonders im Wohnungsbau spielt die Vorfertigung eine große Rolle, um schnell Raum zum Leben schaffen zu können. Auch entwickelten sich, heute als Trombe-Wand bekannte, energetisch funktionierende Fassaden. Das Entwickeln effizienter Tragstrukturen bringt den Einsatz von Kunststoffen im Bauwesen mit sich. Tragwerkspioniere beschäftigen sich mit der Entwicklung von Membrankonstruktionen.

Eine neue Richtung des Bauens entwickelt sich durch den materialeffizienten Einsatz der Baustoffe erstmals unter dem Begriff „Dymaxion“ (dynamic maximum tension) von Buckminster Fuller. Auch energietechnisch entwickeln sich die Gebäude unter den Einfluss der Hightech-Architektur zu Bauteilen, die in Funktionsschichten eingeteilt werden. Bereits Anfang der 1970er Jahre entsteht parallel dazu ein baubiologisches Umdenken zur Rückbesinnung auf nachwachsende und schadstoffarme Rohstoffe, dem auch die umfassende Entwicklung des Denkmalschutzes zu Gute kommt.

Wolfgang Feist stellt in den 1980er Jahren Methoden zur Berechnung des Energiebedarfs von Gebäuden, sowie Konzepte für ein Passivhaus vor.

Der Begriff des integralen Bauens prägt die Bemühungen die Entwicklungen der letzten Jahrzehnte zu einer Gesamtheit zusammenzuführen.<sup>12</sup>

<sup>12</sup> EL KHOULI, 2014, S.9

## STRATEGIEN FÜR RESSOURCENEFFIZIENTES BAUEN

Für die nachhaltige Gebäudeplanung sind einerseits der Einsatz der Materialien und andererseits materialunabhängige Faktoren relevant. Die Faktoren ohne baustoffspezifische Eigenschaften, sind die Auswahl der Gebäudeform und der Grundrissgestaltung, sowie der Anteil der transparenten Bauteile zu opaken Bauteilen. Ein Baustoff für sich allein betrachtet ist nicht ressourceneffizient oder -ineffizient, sondern erst der kombinierte Einsatz der Materialien kann effizient oder nicht effizient sein.

In der Herstellungsphase spielt die Auswahl der Konstruktion und des Tragsystems eine große Rolle, während in der Nutzungsphase energetische Anforderungen dominieren. Bei der Entsorgungs- und Recyclingphase sind alle Faktoren eines Gebäudes zu betrachten.

### materialbezogen

- Einsatzoptimierung
- Reduzierung von neu produzierten Materialien
- Verwendung von recycelten Produkten

### konstruktionsbezogen

- funktionsoptimierter Einsatz
  - Hybridkonstruktionen
- recyclebare Konstruktionen

Um Faktoren für die Ressourceneffizienz zu definieren, ist es notwendig zwischen materialbezogenen und konstruktionsabhängigen Aspekten zu unterscheiden.

Materialabhängig ist die Optimierung gebräuchlicher Baustoffe durch den Einsatz von recycelten Produkten. Beispielsweise wird Beton als Bauschutt aufbereitet und für Recyclingbeton als Zuschlag wiederverwendet. Ein weiterer Aspekt ist der reduzierte Einsatz von Materialien bei gebräuchlichen Baustoffen. Bei der Herstellung von Ökobeton werden an Stelle von Portlandzement umweltfreundliche Bindemittel wie Hüttensand, Flugasche und Kalksteinmehl, bei gleichzeitiger Beibehaltung der Eigenschaften verwendet.

Konstruktionsabhängige Faktoren des ressourceneffizienten Materialeinsatzes sind der funktionsoptimierte Einsatz für Tragkonstruktionen, sowie die Verwendung von Hybridbauteilen. Materialien mit einer hohen Zugfestigkeit werden für zugbeanspruchte Bauteile eingesetzt. Auch werden natürlich vorkommende Lastablenkungskurven bei der Planung von Bogentragwerken verwendet. Durch den Einsatz verschiedener Materialien in einem Bauteil, ist die Möglichkeit gegeben, jeden Baustoff, nach seinen Eigenschaften bestmöglich einzusetzen. Auch Hybridbauteile mit Holz-Glas, Holz-Stahl, sowie Holz-Holzleichtbeton werden verwendet. Ein weiterer Aspekt ist die recyclinggerechte Konstruktionsweise, bei der ein Bauteil aus mehreren Materialien bei der Entsorgung jeder der Baustoffe einzeln recycelt werden kann.<sup>13</sup>

Ein wichtiges Kriterium des ressourceneffizienten Materialeinsatzes ist die Steigerung der Nutzungsflexibilität, durch sich wiederholendes, modular aufgebautes Tragaster, Gebäudetiefen von 14,00m - 16,00m, einheitliche Geschoßhöhen, leicht zugängliche

<sup>13</sup> EINHELL, 2014

Versorgungsleitungen und modulare Innenwand- und Fassadensysteme.

Auch mehrschichtige Bauteile bieten großes Optimierungspotential bei gleichbleibender Ästhetik.

Optimierungsfaktoren bei Deckenkonstruktionen sind das Zusammenspiel von Tragstruktur und Deckenkonstruktion, die Reduzierung der Spannweiten, das benutzte Material in der Zugzone der gespannten Elemente und die Optimierung der statischen Höhe.

Fassadenkonstruktionen können durch die thermische Optimierung, die Dauerhaftigkeit der Produkte, die Gewichtsreduktion, sowie die Verwendung von gesundheitlich unbedenklichen Materialien an der Innenoberfläche optimiert werden.<sup>14</sup>

Auch die Rückführung am Ende des Lebenszyklus der Materialien in den technischen Materialkreislauf trägt zur Ressourceneffizienz eines Baustoffes bei. Ebenso eine reduzierte Anzahl an Bauteilschichten.

Sowohl beim gesamten Gebäude, als auch bei den einzelnen Baustoffen kann der Lebenszyklus optimiert werden:

#### Gebäudelebenszyklus

- Materialaufwand wird an die entsprechende Nutzung angepasst
- Dauerhaftigkeit der Materialien wird an die beabsichtigte Nutzung angepasst
- Effizienzsteigernde Konstruktionsweisen werden eingesetzt
- Umnutzungsmöglichkeiten werden integriert
- Rückbaubare Konstruktionen werden eingesetzt

#### Materiallebenszyklus

- Dauerhaft verfügbare Materialien werden genutzt
- Materialien mit geringem Primärenergiegehalt werden eingesetzt
- Primärrohstoffe werden durch Recyclingmaterial ersetzt
- Die Konstruktion wird optimiert
- Emissionsarme und schadstofffreie Baustoffe kommen zum Einsatz
- Recyclbarkeit der Bauteile wird berücksichtigt, keine Hybrid- oder Kompositmaterialien<sup>15</sup>

Bei neuen Planungsansätzen können auf Grund der Berechnung von Nutzflächen, Technisierungsgrad, Energiebedarf, Transportaufwendungen, sowie Infrastrukturausrüstung die Energie- und Umweltwirkungen verschiedener Entwurfsvarianten über den gesamten Lebenszyklus berechnet werden.<sup>16</sup>

Das Ziel der Planung über den gesamten Lebenszyklus besteht darin, die Zukunftsfähigkeit eines Gebäudes zu sichern.

<sup>14</sup> EL KHOULI, 2014, S.90

<sup>15</sup> KÖNIG, 2009, S.68

<sup>16</sup> ebd., S.18





## REFERENZBEISPIELE

Illwerke Zentrum Montafon, Vandans  
UBC Brock Commons, Vancouver  
Timmerhuis, Rotterdam  
Park Hill, Sheffield

## STÄDTEBAULICHES KONZEPT

## RANDBEDINGUNGEN

## ENTWURFSKRITERIEN

## ENTWURFSYSTEMATIK

## GEBÄUDEVARIANTEN

## VERGLEICH DER DECKENSPANNWEITEN

## ILLWERKE ZENTRUM MONTAFON, VANDANS

Architekt: Hermann Kaufmann

Baujahr: 2013

Bauweise: Hybrid-Skelettbau

Geschoße: EG + 4OG



## UBC BROCK COMMONS, VANCOUVER

Architekt: Acton Ostry Architects

Baujahr: 2016

Bauweise: Holz-Skelettbau

Geschoße: EG + 17OG



TIMMERHUIS, ROTTERDAM



Architekt: OMA, Reinier de Graaf

Baujahr: 2015

Bauweise: Stahl-Skelettbau

Geschoße: EG + 14OG

PARK HILL, SHEFFIELD



Architekt: Hawkins I Brown

Baujahr: 2009 - 2022

Bauweise: Stahlbeton-Skelett

Geschoße: EG + 4OG - 13OG

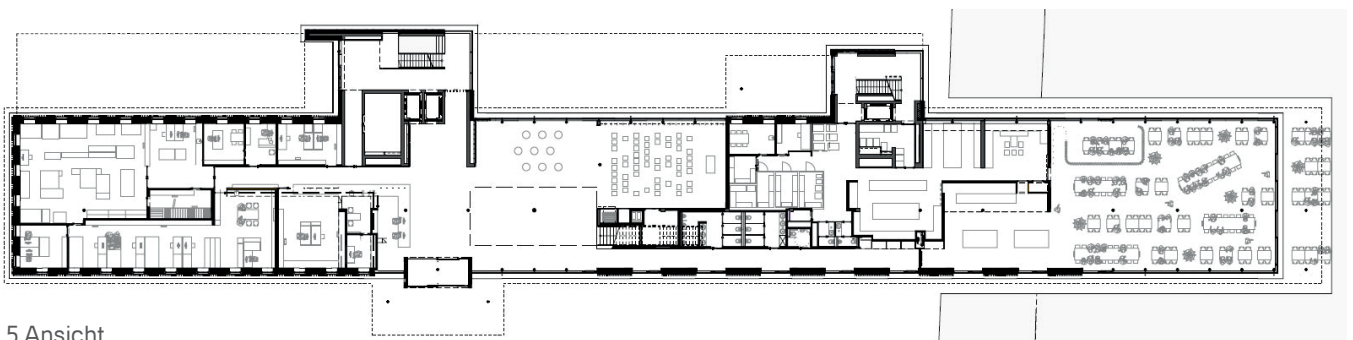
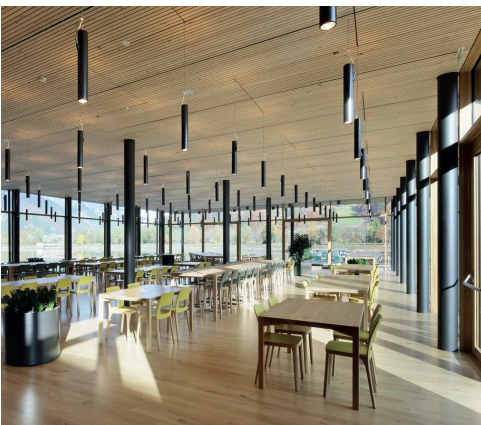


## ILLWERKE ZENTRUM MONTAFON

Standort: 6773 Vandans  
Architekt: Hermann Kaufmann  
Baujahr: 2013  
Bauweise: Hybrid-Skelettbau  
BGF: 11.500 m<sup>2</sup>  
Nutzfläche: 9.900 m<sup>2</sup>  
HWB: 16,9 kWh/m<sup>2</sup>a  
Statik: Merz Kley Partner

Das 120 m lange und 16m breite Gebäude befindet sich in Vandans, Vorarlberg. Das Gebäude ragt mit seiner Schmalseite auf ein Drittel der Länge in einem See und zeigt zwei verschiedenen Ansichten an den Längsseiten. Die vier Obergeschoße werden mit zwei Erschließungskernen, die aus der Fassadenebene herausragen, erschlossen. Die Fassadengestaltung richtet sich nach dem stringenten Konstruktionsraster und ist in verglaste und opake horizontale Bänder geteilt. Die Skelettbauweise ermöglicht eine flexibel nutzbare Open-Space Bürostruktur.

Das Illwerke Zentrum im Montafon ist eine Weiterentwicklung des LCT Prinzip vom LCT1 in Dornbirn.<sup>17</sup>



- 2.5 Ansicht
- 2.6 Restaurant
- 2.7 Ansicht
- 2.8 Grundriss EG

## Tragwerk

Die Fundierung des Gebäudes besteht aus Stahlbeton und liegt zu zweidrittel der Länge im Wasser. Spundwände verhindern das Eindringen von Wasser in die Konstruktion.

Das Erdgeschoß des Gebäudes ist als Stahlbetonkonstruktion ausgeführt, während die vier darüberliegenden Geschosse in Hybrid-Skelettbauweise errichtet wurden. Die Holz-Beton-Verbunddecken liegen an den Außenseiten auf, in die Fassade integrierten Holzstützen auf und im Inneren des Gebäudes werden sie von einem Stahlträger, der als Mittelachse fungiert getragen. Der Stahlträger wird von einer Reihe Stahlbetonsäulen gestützt.

Die Deckenelemente bestehen aus Brettschichtholzbalken, die an den Hirnholzenden mit einem Stahlbetonquerträger verbunden sind, mit darüberliegenden 8 cm dicken Stahlbetonplatten. Die Verbindung zu den tragenden Doppelholzstützen erfolgt mittels vorgefertigter Rohr-Dorn-Steckverbindungen.

Die Konstruktion ist nach einem stringenten Raster aufgebaut, der sich bis hin zu den Fassadenelementen durchzieht. Dadurch können die Elemente als Fertigteile produziert und vor Ort montiert werden. Diese individuelle Industrialisierung trägt zu schnellen Bauzeiten bei.

Die Besonderheit an dem Holzfertigteilkonstruktionssystem der Decken- und Fassadenelementen ist, dass das Holz nicht nur trägt, sondern auch im Inneren des Gebäudes sichtbar bleibt.

Der Brandschutz ist trotz sichtbarer Holzkonstruktion gewährleistet, da die hybriden Holzbetonverbunddeckenelemente, durch das massive Auflager aus Beton die Geschosse konsequent trennen. Auch die vorgehängte Brandschürze im Fassadenbereich verhindert den Brandüberschlag von Geschoss zu Geschoss.

Die massiven Fluchttreppenhäuser gewährleisten ein sicheres Verlassen des Gebäudes im Brandfall.

Die sparsam und gezielt eingesetzte Gebäudetechnik befindet sich in der Mittelzone des Gebäudes. Die abgehängten Decken beinhalten die komplette technische Versorgung des Gebäudes.<sup>18</sup>



<sup>17</sup> Kaufmann  
<sup>18</sup> ebd



## UBC BROCK COMMONS

Standort: Vancouver  
Architekt: Acton Ostry  
Architects  
Baujahr: 2016  
Bauweise: Holz-Skelettbau

Die University of British Columbia errichtet ein Studentenwohnheim mit 18 Geschößen in Holzbauweise, und baut damit zum heutigem Zeitpunkt das höchste Gebäude in Holzbauweise weltweit.

Die als Wohnraum genutzten Geschosse sind rund um zwei massive Erschließungskerne angeordnet.

Die Fassade ist in vertikale Fensterbänder mit dazwischenliegenden Holzschalungen geteilt. Die massiven Treppenkerne sind auch als solche in der Fassadengestaltung wiedererkennbar.<sup>19</sup>



2.11 Ansicht  
2.12 Baufortschritt  
2.13 Baufortschritt

## Tragwerk

Die Brock Commons bestehen aus einem, in Stahlbeton ausgeführtem Erdgeschoß, mit darüberliegenden Geschossen in Holzbauweise. Die beiden Erschließungskerne sind ebenfalls aus massivem Stahlbeton errichtet.

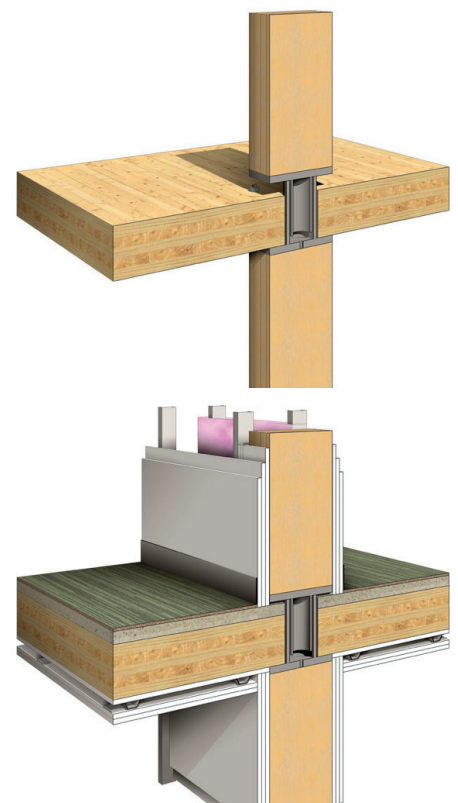
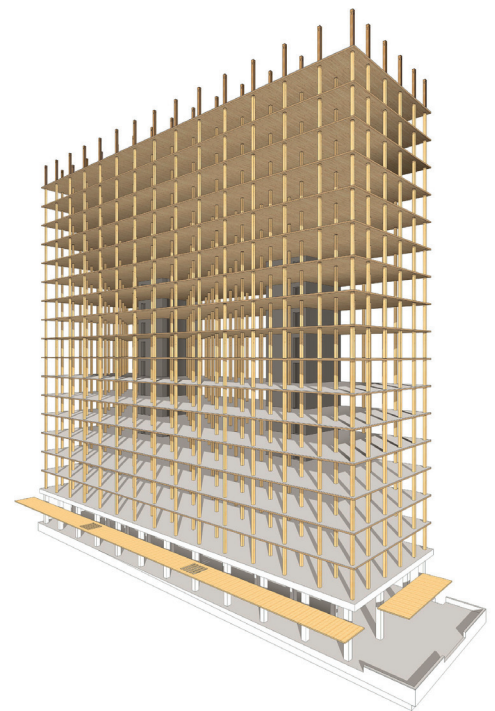
Die Stützen des Holztragwerk bestehen aus Brettschichtholz und weisen eine Dimension von 26 cm x 26 cm auf. Sie sind in einem Raster von 2,85 m x 4,00 m angeordnet und bilden so eine Gesamtgrundfläche von 15,00 m x 56,00 m. Die Deckenelemente bestehen aus fünfschichtigem, 16,6 cm dickem Brettspertholz und liegen auf den Stützen auf.

Verbunden sind die Bauteile mithilfe von Stahlelementen. Vorgefertigte Stahlbauteile werden auf die zuerst montierten Stützen befestigt. An den Stützenunterseiten sind ebenfalls Stahlelemente befestigt, die als Stecksystem mit dem Stahlelement verbunden werden.

Die versetzt angeordneten Deckenelemente sind als Zwei- und Dreifeldplatten ausgeführt und ermöglichen durch die zweiachsige Spannung eine Deckenkonstruktion ohne Unterzüge. Dadurch kann neben der schnellen Montage, auch die Gebäudetechnik problemlos verlegt werden.

Der Schubverbund der Deckenelemente wird mittels 3-Schicht-Platten hergestellt und zusätzliche Stahlbänder sorgen für die Übertragung der horizontal auftretenden Kräfte in die massiv ausgeführten Erschließungskerne.

Die Fassadenkonstruktion besteht aus Stahlrahmen mit verkleidetem Schichtpressstoffplatten aus Holz.<sup>20</sup>



<sup>19</sup> Kaufmann

<sup>20</sup> Kaufmann



## TIMMERHUIS

Standort: Rotterdam  
Architekt: OMA, Reinier de Graaf  
Baujahr: 2015  
Bauweise: Stahl-Skelettbau  
BGF: 48.480 m<sup>2</sup>  
Tragwerk: Pieters Bouwtechniek

Das Timmerhuis wird in den unteren fünf Geschossen als Verwaltungsgebäude der Stadtverwaltung Rotterdam genutzt, und in den Obergeschossen sind Apartments angeordnet. Das aus volumetrischen Pixeln definierte Gebäude ist im Erdgeschoß weitgehend stützenfrei.

Die Fassade unterscheidet sich nicht nach der Nutzung, sondern Büros und Apartments sind mit der gleichen Hülle überzogen. Die zwei Eingangshallen sind mit einem Glasvorhang abgeschlossen. Im Erdgeschoß wurde eine öffentliche Durchwegung des Gebäudes geschaffen.<sup>21</sup>



2.17 Ansicht Timmerhuis Bauphase

2.18 Straßenansicht

2.19 Innenraum



## Tragwerk

Das tragende Stahlskelett wurde von Pieters Bouwtechniek Tragwerksplanern konzipiert. Insgesamt wurden 3850t Stahl der Klasse S355 in Form von I-Profilen in dem Gebäude verbaut.

Das Tragwerk besteht aus einem Rastersystem, um die maximale Standardisierung bei Produktion und Montage zu erreichen. Das Stahlgerüst ist auf Rastermaßen von 7,20m x 7,20m x 3,60m aufgebaut.

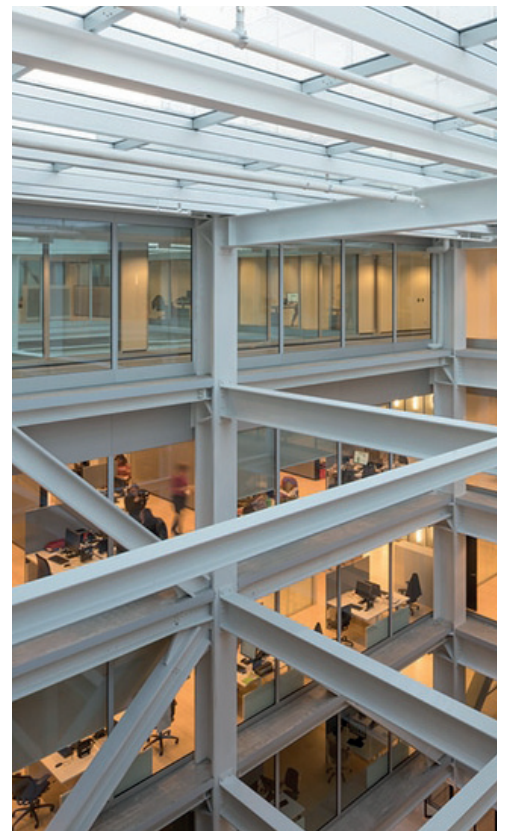
Die Aussteifung erfolgt in eine Richtung mit Diagonalen, die als I-Profile ausgeführt sind, und in die zweite Richtung mittels Vierendelträgern.

Die gesamte Konstruktion hängt an zwei Erschließungstürmen, die ebenfalls aus Stahlskeletten gefertigt sind. Von diesen stabilen Türmen ausgehend, kragt das Gerüst bis zu 21 m weit aus.

Randträger haben eine Dimension von 8100mm x 400mm. Alle Stahlelemente sind mit einer 90 Minuten feuerbeständigen Beschichtung überzogen.

Die oberirdische Stahlkonstruktion ruht auf einem Fundament aus Stahlbeton.

Die Tragstruktur ist gleichzeitig auch Gestaltungsmittel des Gebäudes. In den Atrien, und auch in den Büro- und Wohnräumen wird die Konstruktion als wichtiges Element des Gebäudes wahrgenommen.<sup>22</sup>



<sup>21</sup> DETAIL, 2016/5

<sup>22</sup> ebd.

## PARK HILL

Standort: Sheffield  
Architekt: Hawkins I Brown, London  
Baujahr: 2009 - 2022  
Bauweise: Stahlbeton-Skelettbau  
Tragwerk: Stockley, London

Die Sanierung der Siedlung Park Hill in Sheffield erfolgt seit 2009 und wird voraussichtlich 2022 fertiggestellt. Da nur das Betonskelett denkmalgeschützt ist, wurde dieses beibehalten und neu ausgebaut. Das vier bis dreizehngeschoßige Bauwerk wurde 1961 von Jack Lynn und Ivor Smith als sogenannte „Wohnmaschine“ erbaut. Die beidseitig orientierten Wohnungen, die auch als Maisonetten ausgeführt wurden, ermöglichen großen Lichteinfall, Querlüftung, sowie weite Ausblicke.<sup>23</sup>



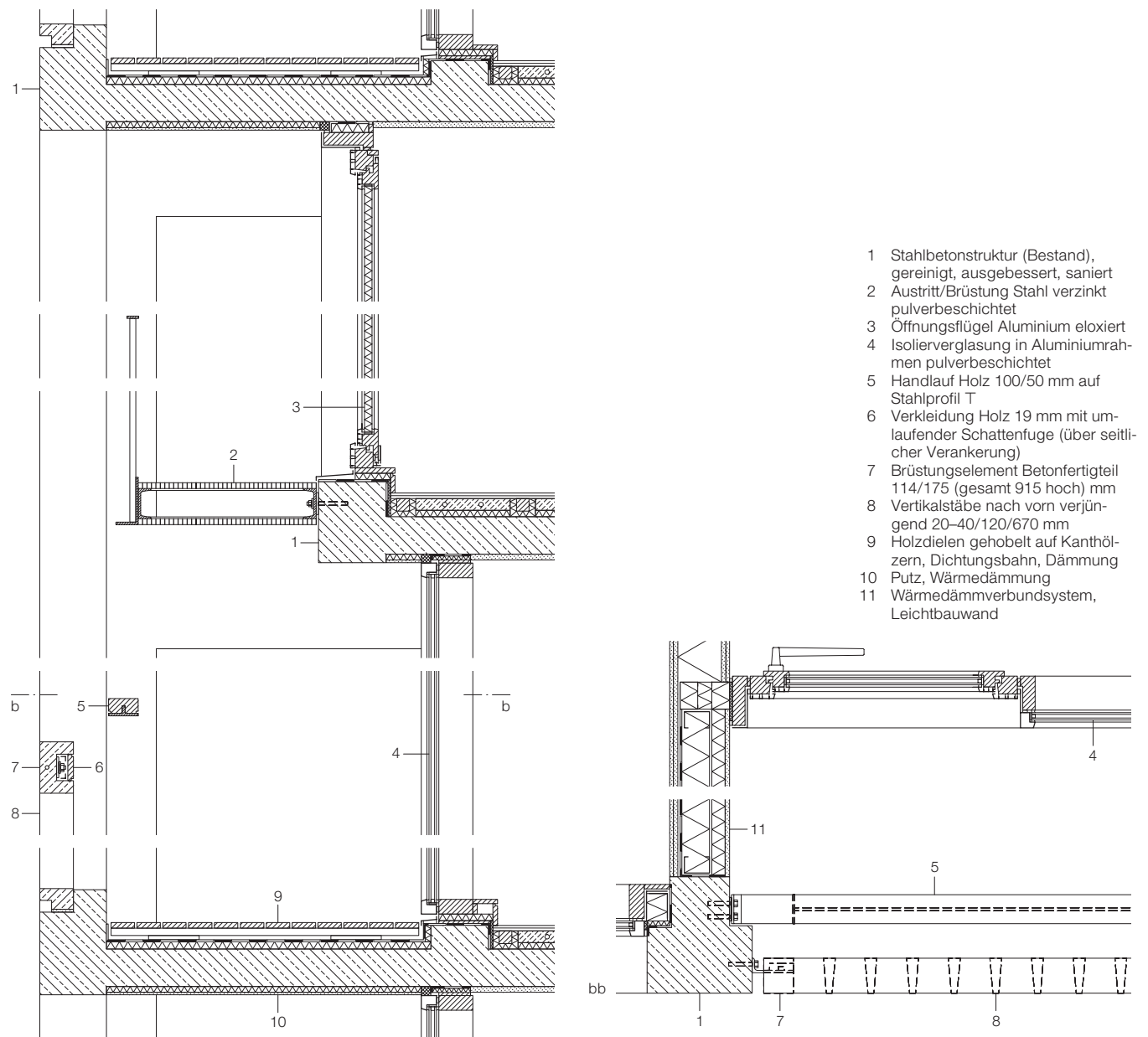
2.22 Ansicht Sanierung  
2.23 Tragstruktur Bauphase  
2.24 Innenraum

## Tragwerk

Bei der Sanierung wurde das Gebäude bis aufs Tragwerk zurückgebaut, da dieses denkmalgeschützt ist. Der bestehende Beton wurde saniert und das Skelett neu ausgebaut.

Die Fassadengestaltung erhält große Glasflächen mit Öffnungsflügel aus Aluminium in Gelb- bis Rottönen.

Im Inneren des Gebäudes wurde die Betonstruktur sichtbar gelassen.<sup>24</sup>

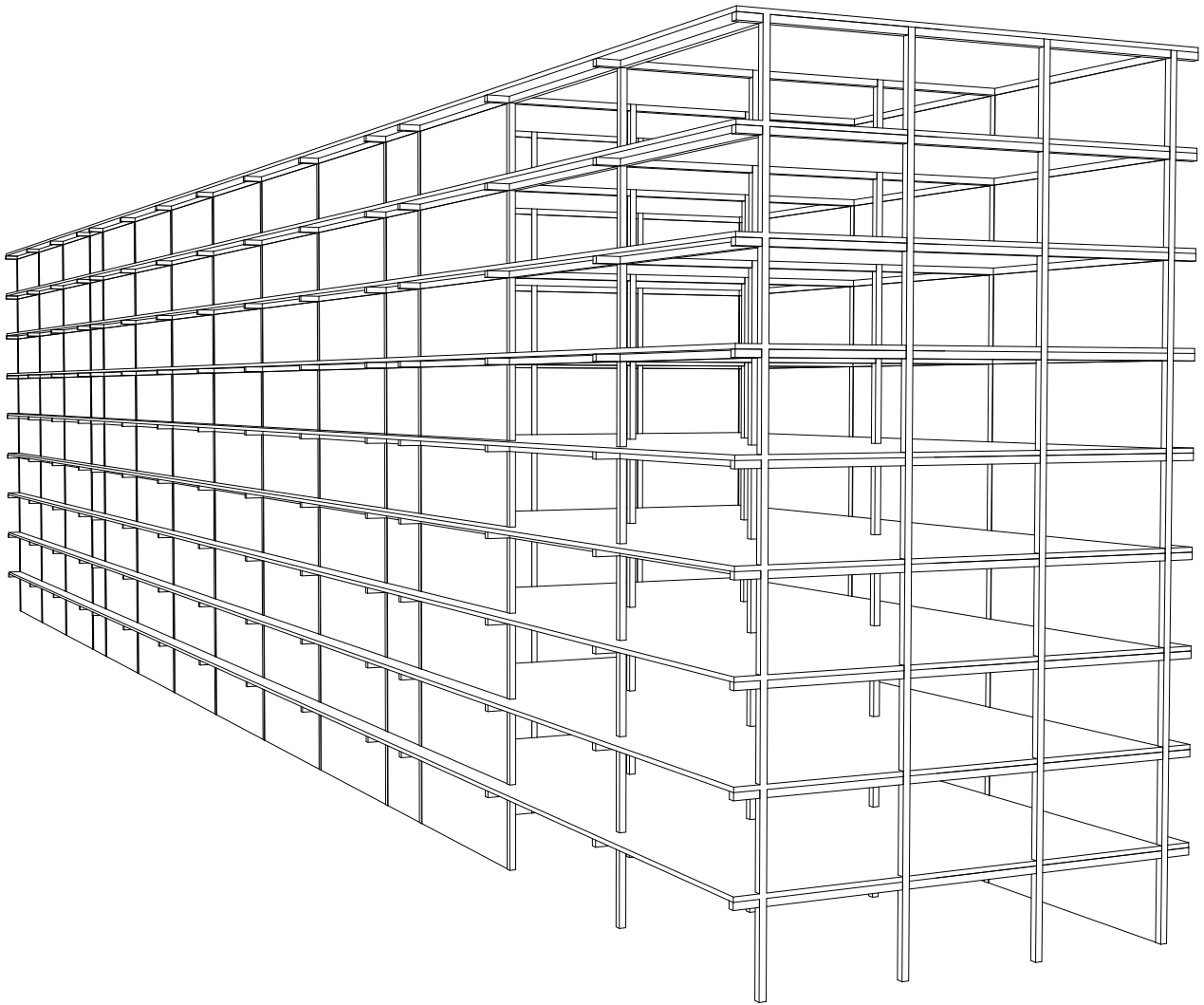


<sup>23</sup> DETAIL, 2013/4

<sup>24</sup> ebd.

2.25 Horizontalschnitt Loggia  
 2.26 Vertikalschnitt Loggia





Um eine ökologische Bilanzierung durchführen zu können ist es notwendig, Objekte zu entwerfen, die gegenübergestellt werden können.

Als Vergleichsobjekt wird ein funktionaler Skelettbau entworfen, welcher flexibel an die Eigenschaften der Materialien angepasst wird. Die tragende Skelettstruktur wird materialspezifisch als Stahlkonstruktion, Stahlbetonskelett und Holzkonstruktion konzipiert. Die einzelnen Konstruktionsweisen werden auf unterschiedliche Weise ausgeführt, sodass die Skelettstruktur auch innerhalb der einzelnen Materialien verglichen werden kann.

Unabhängig von der tragenden Konstruktion werden Decken- und Wandbauteile in unterschiedlichen Varianten konzipiert, wobei hierbei besonders die Materialien ressourceneffizient eingesetzt werden. Dieser Bauteilkatalog kann beliebig in die Tragstruktur eingefügt werden.

Verglichen werden mehrgeschoßige Skelettbauten, die sich im urbanen Raum befinden. Für den Vergleich ist es nicht zwingend notwendig ein definiertes Grundstück zu wählen, da diese Annahme in nahezu allen Städten der Welt passieren kann, jedoch wird eine konkrete Liegenschaft ausgewählt, um gleiche Umwelteinflüsse und ortsspezifische Randbedingungen für alle Varianten zu schaffen. Außerdem wird dadurch der Realitätsbezug hergestellt.

#### Entwurf

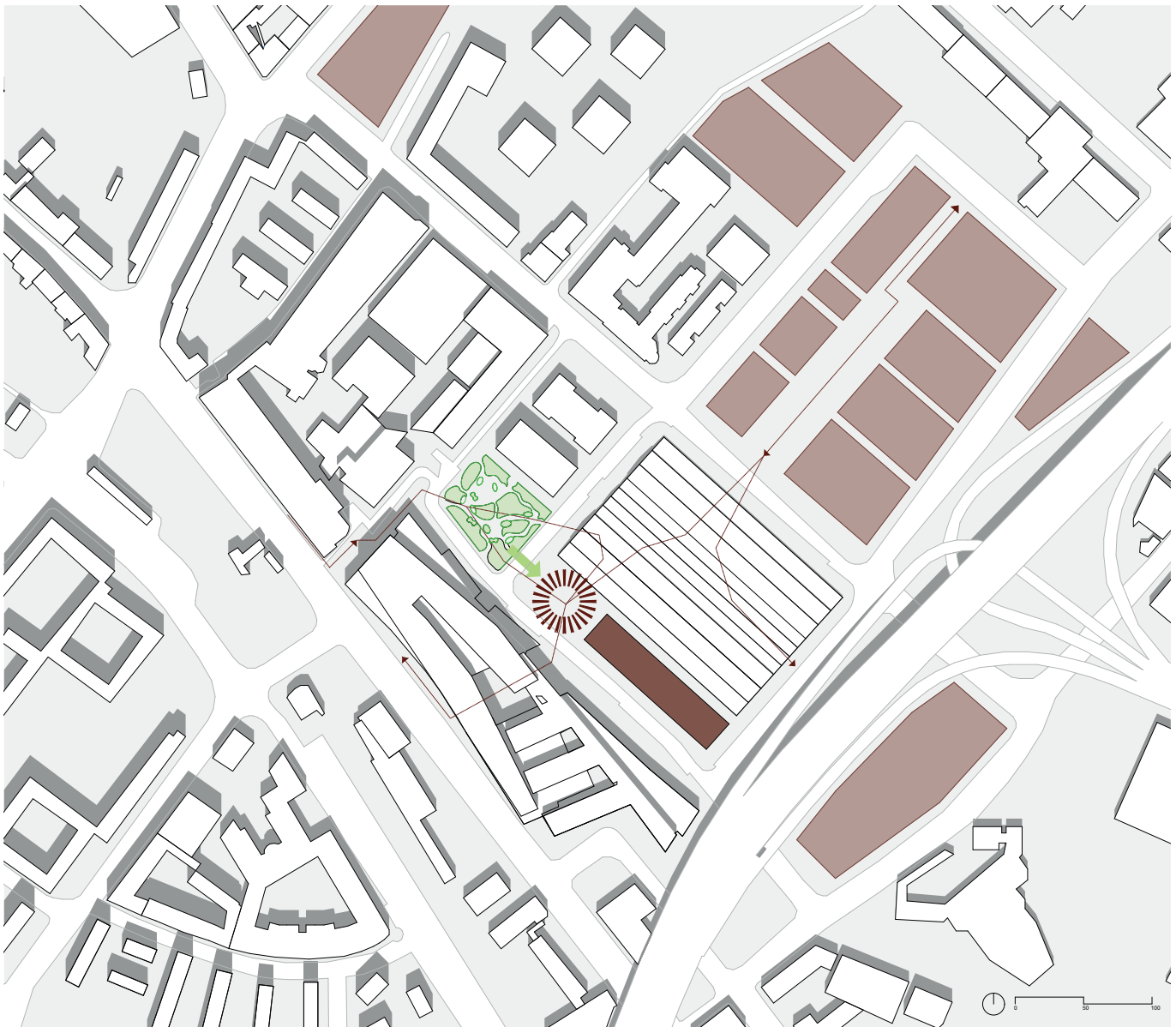
Das langgezogene Grundstück erstreckt sich entlang der Marx-Halle zwischen dem T-Center, der Süd-Ost-Tangente und dem Robert-Hochner-Park.

Das Erdgeschoß wird als Vernetzungselement mit öffentlichen Einrichtungen und frei zugänglichen Arbeitsplätzen konzipiert. Die darüberliegenden Geschoße dienen als flexibel nutzbare Räume. Das Gebäude besteht aus dem Erdgeschoß, sowie sieben Obergeschoßen.



Als Bauplatz für das Vergleichsobjekt wird ein Grundstück im 3. Wiener Gemeindebezirk gewählt.

Im Entwicklungsgebiet Neu Marx hat sich in den letzten Jahren eine junge Start-Up Szene entwickelt. Neben der ehemaligen Rinderhalle gelegen befindet sich das ausgewählte Grundstück, durch die Anknüpfung an das T-Center, sowie an die einzige Grünfläche, an einem wichtigen Ort des Gebiets. Neben der Schaffung neuer Arbeitsflächen soll das Entwurfsobjekt gemeinsam mit der Marx-Halle als neues Zentrum des Quartiers dienen.



## STÄDTEBAULICHES KONZEPT

Neu Marx als Stadtentwicklungsgebiet hat eine Vielzahl an verfügbaren Flächen mit hohem Potential für Büro- und auch Wohnbebauungen. Ebenso wird ein Schwerpunkt für Kultur, Medien und Forschung in diesem Gebiet angestrebt. Das städtebauliche Konzept will ein lebendiges und urbanes Quartier schaffen, in dem Identität und Adressbildung, Durchmischung und Vielfalt der Bebauungsstruktur eine große Rolle tragen. Auch stellen die Durchlässigkeit an den Rändern, sowie die Einbeziehung der Marx Halle ein wichtiges Kriterium dar.

Für das ausgewählte Grundstück NXT Marx mit einer BGF von 25.000m<sup>2</sup> ist eine längliche Bebauung mit acht bis neun Geschossen vorgesehen. Der westliche Teil des Grundstücks soll als öffentlich zugängliche Freifläche die Verbindung zwischen dem bestehenden Durchgang des T-Centers und der Marx Halle schaffen. Auch wird damit die Freifläche des Robert-Hochner-Parks zur Marx Halle hin erweitert.<sup>25</sup>

Das Vergleichsgebäude wird an die südöstliche Begrenzung der Liegenschaft gesetzt, um auf dem restlichen Teil einen Freiraum schaffen zu können. Der im Nordwesten des Grundstücks gelegene Park wird auf das Grundstück NXT Marx erweitert.

Die rund 4ha große Entwicklungsfläche Karl-Farkas-Gasse 1 befindet sich auf der gegenüberliegenden Seite der Marx-Halle und wird als größtes Grundstück zum wichtigen städtebaulichen Element. Diese wird in Verbindung mit der ehemaligen Rinderhalle als Commercial Campus definiert. Die Durchwegung vom T-Center zu diesen neuem Gebiet führt über das gewählte Grundstück und die Halle.

Diese Faktoren treffen auf dem Grundstück zusammen, daher wird der nördliche Teil als öffentliche Freifläche ausgeführt, damit dieser Punkt als Vernetzungsmittelpunkt des Quartiers entsteht.

## RANDBEDINGUNGEN

Um Gebäude miteinander zu vergleichen, ist es notwendig idente Randbedingungen zu schaffen, damit das Ergebnis Aussagekraft hat. Umwelteinflüsse sowie Ausbauzustand der Vergleichsobjekte sind hierbei besonders zu beachten. Auch Gebäudespezifische Aspekte wie Abmessungen, Größen und Nutzungen sind wesentliche Faktoren um einen Vergleich ziehen zu können.

### **idente Umgebung**

Als Bauplatz für das Vergleichsobjekt dient ein rechteckiges Grundstück im 3. Wiener Gemeindebezirk. Neben der Marx-Halle gelegen erstreckt sich der mit 175m x 35m langgezogene Bauplatz zwischen der Karl-Farkas-Gasse, der Marianne-Hainisch-Gasse, sowie der Hermine-Jursa-Gasse. An einer Seite wird das Grundstück von der ehemaligen Rinderhalle begrenzt, während sich an der anderen Längsseite das T-Center befindet. An den schmalen Seiten befindet sich zum einen die Südosttangente (A23) und zum anderen der Robert-Hochner-Park. Diese vier von Grund auf unterschiedlichen Begrenzungen weisen eine typische Situation im Stadtgefüge aus, welche unweigerlich am Beginn eines Bauvorhabens zu beachten ist. Der Vergleichsbau kann sich, an die jeweiligen Ortsverhältnisse angepasst, an verschiedenen Orten befinden. Dieses Grundstück wurde auf Grund seiner Umgebung für die Arbeit ausgewählt.

Die Vergleichsobjekte sind denselben Umwelteinflüssen, wie klimatischen Bedingungen, Sonnenstand, Lärm- und Geruchsimmissionen, sowie der Niederschlagssituation an diesem Ort ausgesetzt.

Auch städtebaulich ist für die Vergleichsbauten der gleiche Rahmen gesteckt. Die Grundstücksabmessungen grenzen die Außenmaße der Gebäude ein und geben einen langgestreckten Baukörper vor. Auch die Nord-Süd-Ausrichtung ist durch die Anordnung des Grundstücks gegeben.

Das gesamte Viertel Neu Marx wird städtebaulich neu definiert. Dazu hat das Team von Raumposition unter der Leitung von Rudolf Scheuven ein städtebauliches Konzept entwickelt:

### **identen Nutzungen**

Alle drei Vergleichsobjekte weisen dieselbe Nutzung in den Geschossen auf. Da die Nutzung so flexibel wie möglich gestaltet wird, ergibt sich als Konstruktionsweise ein Skelettbau. Zentrale Versorgungskerne und –achsen ermöglichen unterschiedliche Nutzungen in den einzelnen Geschossen. Beim Entwurf der Vergleichstypen wird in erster Linie von einem Bürobau ausgegangen, welcher jedoch sehr flexibel gestaltet ist.

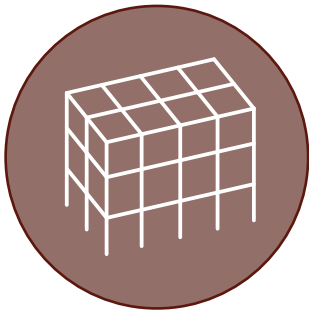
### **Ressourceneffizienter Einsatz der Materialien**

Bei nachhaltigen Gebäuden werden die Materialien an ihr Einsatzgebiet angepasst. Die Optimierung des Materialverbrauchs und der sinnvolle Einsatz der Baustoffe stehen im Vordergrund. Besonders bei Träger- und Deckenspannweiten wird die tragende Konstruktion an die Eigenschaften der Materialien angepasst. Auch der Einsatz von ökologisch vorteilhaften Baustoffen wird beim Entwurf berücksichtigt.



## ENTWURFSKRITERIEN

Für den Vergleich wird ein Systementwurf benötigt, damit die einzelnen Bauteile möglichst aussagekräftig miteinander verglichen werden können. Dazu sind einige Entwurfsparameter notwendig, um für jedes Element die gleichen Rahmenbedingungen zu schaffen.



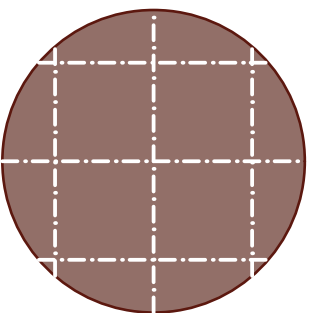
### Bautypus

Jedes der drei Systemgebäude wird in Skelettbauweise ausgeführt. Die tragende Struktur besteht aus Stützen und Trägern, zwischen denen die raumbildenden Bauteile wie Decken und Wände platziert werden. Durch die flexible Platzierung dieser Elemente ist eine funktionsoffene Nutzung möglich.

Die tragenden Elemente werden auch materialintern unterschiedlich ausgeführt, um verschiedene Konstruktionsmethoden auch innerhalb der Materialien vergleichen zu können. Jedes Material bietet eine weite Bandbreite an Querschnitten.

### Systematischer Aufbau

Der Entwurf hat durch die Austauschbarkeit der Elemente ein gewissen System als Grundlage. Über das langgezogene Grundstück wird in zwei zueinander normalen Achsen ein Raster gelegt. Es unterteilt sich in ein Primär- und Sekundärsystem. Das Primärraster ist einerseits von der Spannrichtung der Decken, und andererseits von der Raumtiefe des Gebäudes abhängig.



### Raster

Die Gebäude beruhen allesamt auf das gleiche, im Hochbau übliche Modulmaß von 1,25 m. Der Konstruktionsraster der Stützen und Träger bezieht sich je nach Deckenspannweite auf ein vielfaches dieses Maßes. Durch die Vereinheitlichung der Abstandsmaße sind für alle Gebäudevariationen, die innerhalb dieses Raster möglich sind, ähnliche Vergleichsbedingungen geschaffen.

Da 1,25 m ein weitmaschiges Rasternetz ergibt, werden die Rasterachsen um die Hälfte dieses Maßes versetzt, so dass auch Abmessungen als Vielfaches von 62,50 cm möglich sind.

### Raumtiefe

Die Raumtiefe ist mit 6,00 m Lichteinfall auf ein sinnvolles Maß begrenzt. Bei Raumtiefen von 6,00 m ist ein Fensteranteil von 11% der Bodenfläche (bei vorstehenden Balkonen 13%) notwendig.

### Aussteifung

Skelettkonstruktionen müssen zwischen den tragenden Bauteilen ausreichend ausgesteift werden. Decken bilden zwischen den



Trägern die horizontale Aussteifung, während die Wände die vertikale Aussteifung übernehmen. Bei nicht ausreichend aussteifenden Bauteilen muss eine Aussteifung mittels Zugseile oder Druckstäbe innerhalb der Tragachse ausgeführt werden.

### **Raumhöhe**

Die Raumhöhe ist mit 2,50 m für alle Varianten anzunehmen.

### **Nutzfläche**

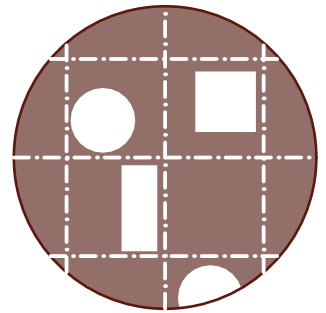
Die Bruttogeschoßfläche der Vergleichsobjekte darf Abweichungen um höchstens 2% aufweisen. Sie ist abhängig von der Gebäudelänge und der Gebäudebreite, die wiederum von der jeweiligen Deckenspannweite abhängig sind.

### **Rauminhalt**

Der Rauminhalt errechnet sich aus den Bruttonutzflächen multipliziert mit der Raumhöhe.

### **flexible Nutzung**

Durch den systematischen Aufbau des Gebäudes, und das dadurch entstehende Stützensystem, ist es möglich, die Anordnung der Wände innerhalb dieses Rasters flexibel zu gestalten. Entlang der Rasterachsen können die Trennwände im Innenraum angeordnet werden.



## ENTWURFSYSTEMATIK

### Rastersystem

Das Rastersystem basiert auf das Modulmaß von 1,25 m. Innerhalb dieses Grundrasters werden Vielfache und kleinere Einheiten davon für den Entwurf verwendet. Basierend auf dieses Rastersystem werden die Gebäudeabmessungen definiert.

Das Gebäude gliedert sich in seiner Längsachse in drei Abschnitte. Diese werden jeweils durch die zwei Erschließungskerne von einander getrennt. Die maximale Ausdehnung dieser Abschnitte ist abhängig von der Fluchtwegslänge von 40,00 m.

### Tragwerk

Das Haupttragwerk des Gebäudes besteht aus Stützen und Träger, die als Skelettkonstruktion konzipiert sind. Die Stützen stehen jeweils im Raster abhängig von der Deckenspannweite und der Gebäudebreite. Die Träger spannen über die schmale Seite des Entwurfs, damit die Decken und deren Spannweite ressourceneffizient in die Längsrichtung des Gebäudes eingesetzt werden können. Die Lastabtragung des Gebäudes wird von den Deckenelemente, den Trägern, sowie den Stützen übernommen. Die Aussteifung übernehmen die Deckenelemente in horizontaler Ebene, sowie die Wandbauteile in vertikaler Ebene. Die Wandelemente sind statisch nicht tragend und bilden neben der Aussteifung den seitlichen Raumabschluss.

### Erschließung

Die Erschließungskerne werden als eigene Elemente im Gebäude konzipiert und befinden sich in jedem der fünf Grundrissvarianten zwei Mal. Als U-förmige Treppe ausgeführt kann die Erschließung mit 4 x 1,25 m in das Raster eingefügt werden. Durch die Form wird der benötigte Aufzug in das Treppenauge gestellt.

### Deckenspannweiten

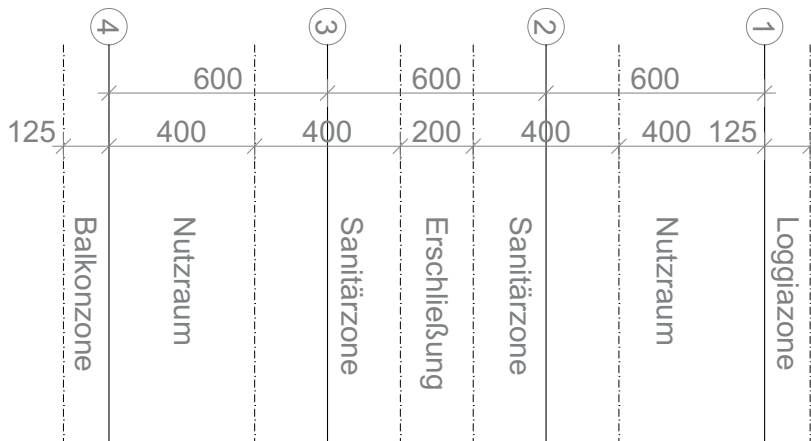
Der ressourceneffiziente Einsatz der Deckenelemente bringt unterschiedliche Deckenspannweiten mit sich. Abhängig von Material und Konstruktionsweise der Decken können diese von 5,63 m bis 15,00 m weit gespannt sein. Durch die variablen Deckenspannweiten wird der Grundriss des Gebäudes maßgebend beeinflusst. Die Anzahl und Platzierung der Stützen und Träger des Haupttragwerks variiert je nach Deckensystem. Insgesamt entstehen durch die unterschiedlichen Konstruktionsweisen der Decken fünf verschiedene Gebäudeoptionen, welche jedoch lediglich eine Abweichung von weniger als 2%, bezogen auf die Bruttogeschossfläche, hat.

| Deckentyp               | Spannweite<br>[m] | Gebäudelänge<br>[m] | Gebäudebreite<br>[m] | Nutzfläche<br>[m²] |
|-------------------------|-------------------|---------------------|----------------------|--------------------|
| Brettsperrholzdecke     | 6,25              | 125,00              | 20,00                | 2500,00            |
| Holzbalkendecke         | 6,25              | 125,00              | 20,00                | 2500,00            |
| Hohlkastendecke         | 10,00             | 120,00              | 21,25                | 2550,00            |
| Holzbetonverbunddecke   | 7,50              | 120,00              | 21,25                | 2550,00            |
| Stahlbetondecke         | 7,50              | 120,00              | 21,25                | 2550,00            |
| Plattenbalkendecke      | 11,25             | 135,00              | 18,75                | 2531,25            |
| Hohldielendecke         | 11,25             | 135,00              | 18,75                | 2531,25            |
| Hohlkörperflachdecke    | 15,00             | 120,00              | 21,25                | 2550,00            |
| Trapezblechverbunddecke | 5,63              | 135,00              | 18,75                | 2531,25            |

### Gebäudebreite

Das Gebäude gliedert sich in seiner Breite in drei Teile: die beiden außenliegenden Streifen beinhalten die natürlich belichteten Nutzräume, während der innenliegende Bereich für die Erschließung, sowie für die Sanitärräume zur Verfügung steht.

Die definierte Breite beschränkt sich durch den Lichteinfall in den Raum. Es werden sinnvolle Raumtiefen von 4,00 m - 6,00 m ausgewählt. Der mittlere Bereich wird ebenfalls mit 4,00 m - 6,00 m definiert. Die gesamte Gebäudebreite ergibt sich durch die benötigte Bruttogeschosßfläche.

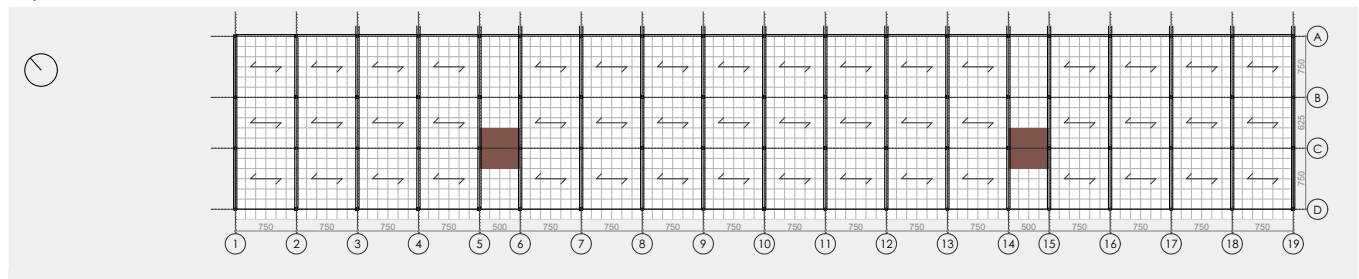


## GEBÄUDEVARIANTEN

Der ressourceneffiziente Einsatz der Deckensysteme bringt unterschiedliche Grundrisse mit sich. Die folgenden sechs Varianten unterscheiden sich sowohl in der Anordnung der Längs- sowie der Querachsen. Dabei ist zu beachten, dass insgesamt drei verschiedene Größen, mit 120,00 m x 21,25 m, 125,00 m x 20,00 m und 135,00 m x 18,75 m entstehen.

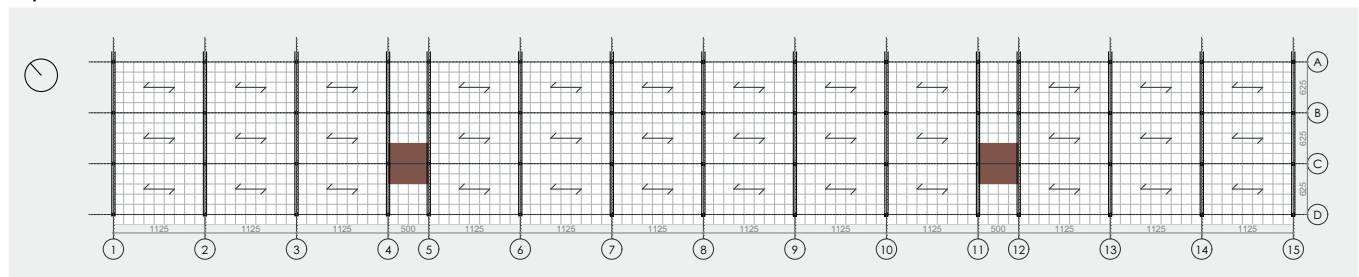
### Grundriss I

Spannweite: 7,50 m; Gebäudemaße: 120,00 m x 21,25 m



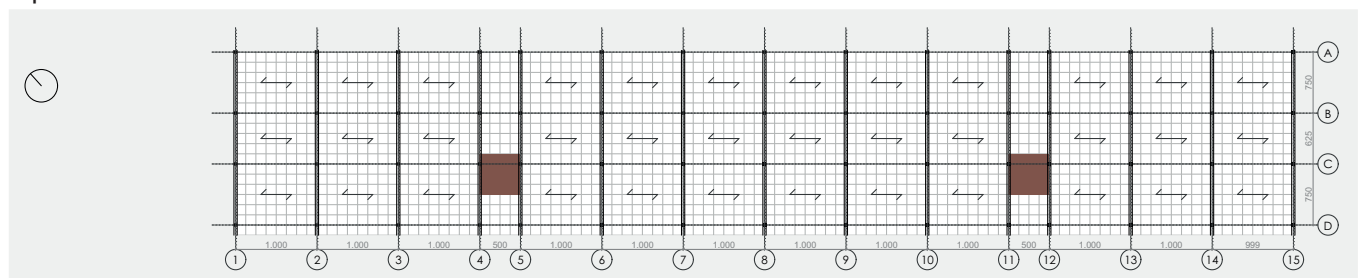
### Grundriss II

Spannweite: 11,25 m; Gebäudemaße: 135,00 m x 18,75 m



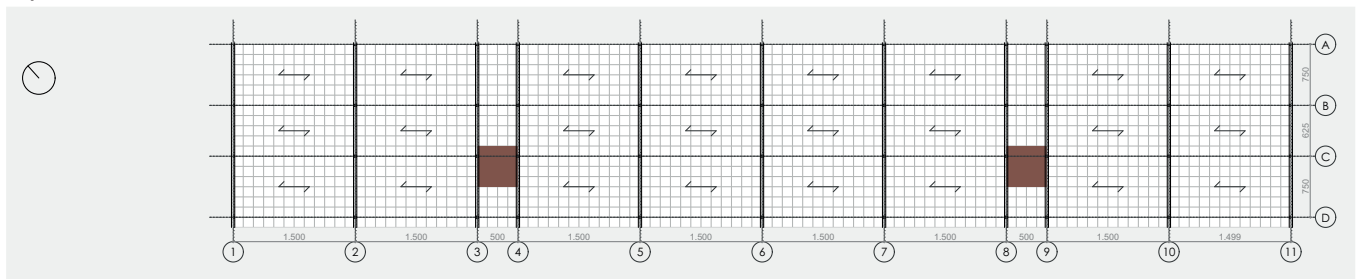
### Grundriss III

Spannweite: 10,00 m; Gebäudemaße: 120,00 m x 21,25 m



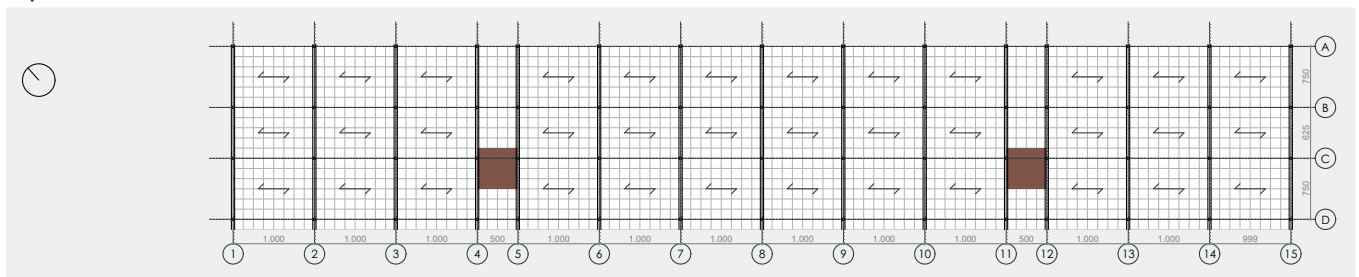
### Grundriss IV

Spannweite: 15,00 m; Gebäudemaße: 120,00 m x 21,25 m



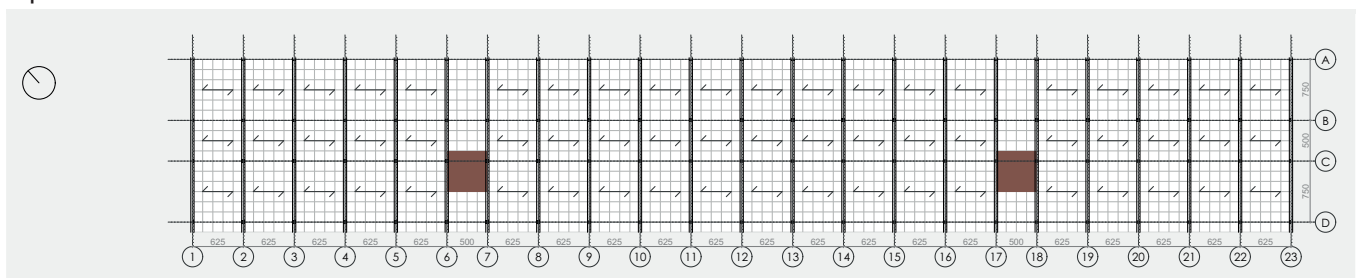
### Grundriss V

Spannweite: 6,25 m; Gebäudemaße: 125,00 m x 20,00 m



### Grundriss VI

Spannweite: 5,625 m; Gebäudemaße: 135,00 m x 18,75 m



2.38 Grundriss Variante IV  
2.39 Grundriss Variante V  
2.40 Grundriss Variante VI



## Deckenspannweite: 6,25 m

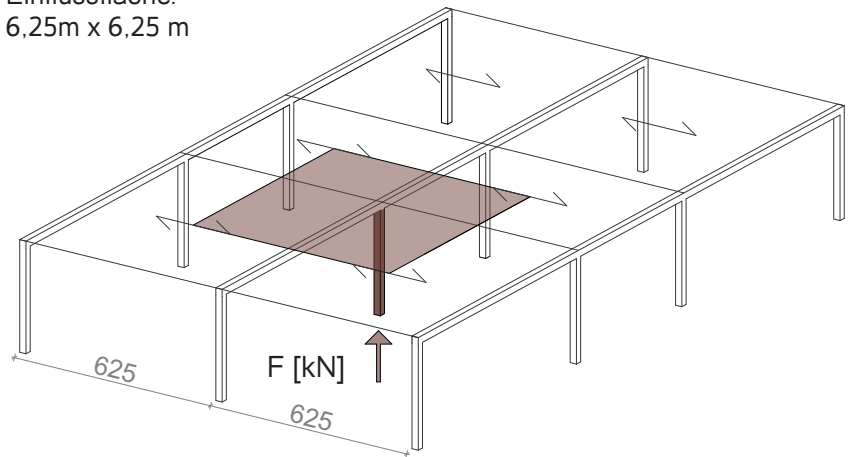
Die Gebäudevariante mit einer Deckenspannweite von 6,25 m hat einen Stützenraster von 6,25 m x 6,25 m.

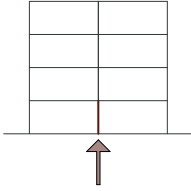
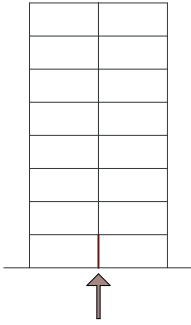
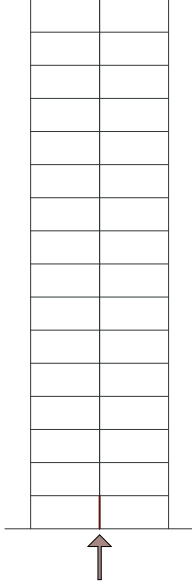
Diese Einflussfläche ergibt, abhängig von der Konstruktionsweise und dem Deckenmaterial eine maßgebende Last, welche die Dimensionen der Stütze im Erdgeschoß definiert. Die Anzahl der darüberliegenden Geschoße ist entscheidend für den Materialaufwand bei den lastabtragenden Stützen.

Wird das Gebäude als Holzkonstruktion ausgeführt, schafft das geringe Gewicht des Baustoffes Lasten von 600 kN bei drei Obergeschoßen bis knapp 3000 kN bei 15 Obergeschoßen. Die Dimensionen der Holzstützen variieren von 26 cm bis 60 cm. Bei dem schwereren Baustoff Stahlbeton ist eine ähnliche Steigerung der Dimensionen zu beobachten. Auch die Stahlstützen nehmen an Querschnitt zu.

Da sich die Abmessungen der untersten Stütze nicht für jedes zusätzliche Geschoß um diesen Faktor erhöhen, sondern lediglich um einen Bruchteil davon, ist die Anbringung von mehreren Geschoßen ressourceneffizienter, als einen gleich großen Raum horizontal anzuordnen.

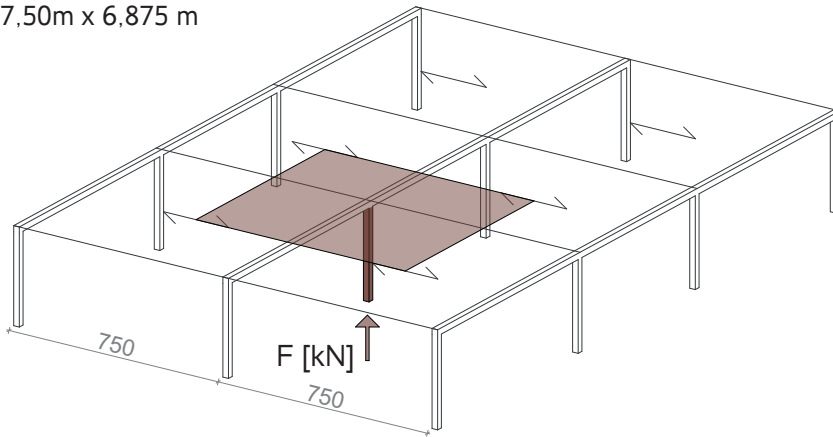
Einflussfläche:  
6,25m x 6,25 m



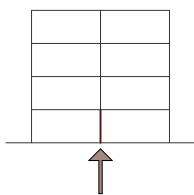
|                                                                                                               |                                                                                                               |                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                            |                           |                             |
|  605,04 kN<br>26cm x 26cm  |  1613,44 kN<br>44cm x 44cm |  3025,20 kN<br>60cm x 60cm |
|  1321,02 kN<br>HE-B 160    |  3522,72 kN<br>HE-B 300    |  6605,10 kN<br>HE-B 550    |
|  1474,92 kN<br>33cm x 33cm |  3933,12 kN<br>53cm x 53cm |  7374,60 kN<br>73cm x 73cm |

## Deckenspannweite: 7,50 m

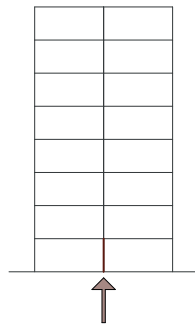
Einflussfläche:  
7,50m x 6,875 m



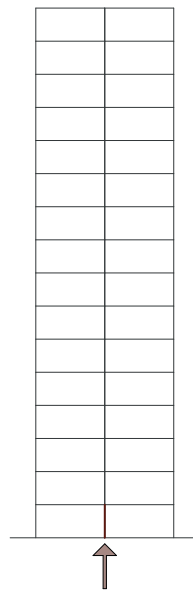
Eine Deckenspannweite von 7,50 m ergibt ein Lasteinflussfeld von 7,50 m x 6,875 m für die Dimensionierung der Stütze im Erdgeschoß. Die einwirkenden Lasten beziehen sich bei einer Holzkonstruktion von ca. 800 kN bei drei Obergeschoßen bis zu knapp 4000 kN bei 15 Obergeschoßen. Die Abmessungen der berechneten Stütze verändert sich dabei von 32 cm x 32 cm auf 68 cm x 68 cm. Die Dimensionen steigern sich bei einer Geschoßerhöhung geringer, als die auftretende Last. Auch bei Konstruktionen aus Stahl oder Stahlbeton sind ähnliche Steigerungen anzutreffen. Somit ist die Stapelung der Geschoße übereinander ressourceneffizienter, als eine horizontale Bebauung mit gleicher Nutzfläche.



796,92 kN  
32cm x 32cm



2125,12 kN  
50cm x 50cm



3984,60 kN  
68cm x 68cm



1743,72 kN  
HE-B 200



4649,92 kN  
HE-B 360



8718,60 kN  
HE-B 800



1910,79 kN  
38cm x 38cm



5095,44 kN  
61cm x 61cm



9553,95 kN  
83cm x 83cm

## Deckenspannweite: 10,00 m

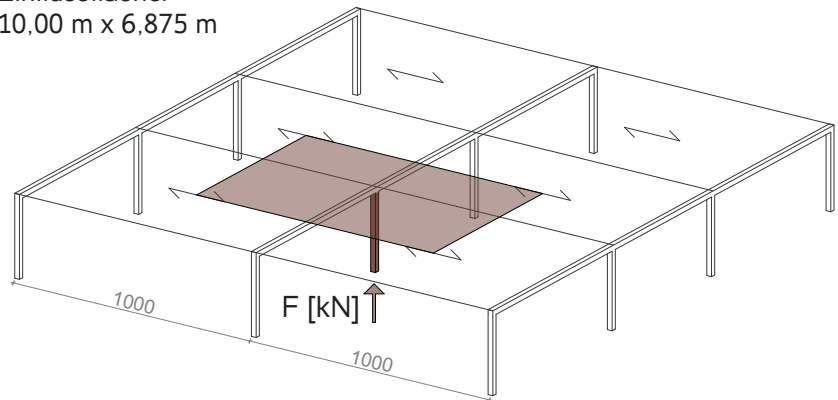
Bei der Gebäudevariante mit einer Deckenspannweite von 10,00 m ergibt sich ein Lasteinflussfeld von 10,00m x 6,875m, welches die auftretenden Lasten in die Stütze einleitet. Für die Stütze im untersten Geschoß ergeben sich je nach maßgebender Last unterschiedliche Dimensionen. Die Last ist abhängig von den Massen der verwendeten Baustoffe, sowie der Anzahl an Geschoßen.

Bei einer Konstruktion aus Stahlbeton ergeben sich bei drei Obergeschoßen Abmessungen von 43 cm x 43 cm bei einer maßgebenden Last von ca. 2500 kN. Werden die Geschoße um das fünffache auf 15 Etagen erhöht, werden bei einer auftretenden Kraft von 12700 kN Dimensionen von 96 cm x 96 cm angenommen. Das Gebäude mit acht Obergeschoßen hat eine Stütze mit 70 cm x 70 cm bei einer Last von knapp 6800 kN.

Das Verhältnis der Geschoßerhöhung zur Dimensionssteigerung ist nicht linear. Tragwerksspezifisch ist es ressourceneffizient, Nutzraum übereinander anzuordnen, anstatt horizontal ausgedehnte Gebäude zu bauen.

Auch bei den Tragwerken aus Holz und Stahl, verhält sich die Anzahl der Geschoße ähnlich zu den benötigten Dimensionen der Stütze.

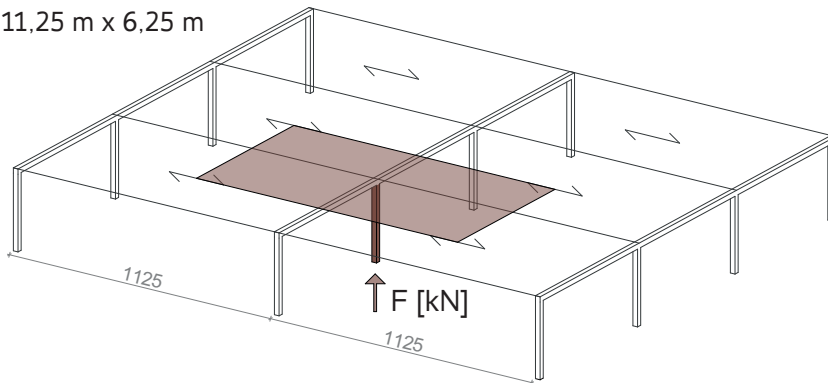
Einflussfläche:  
10,00 m x 6,875 m



|                               |                               |                                |
|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
|                               |                               |                                |
| <br>999,57 kN<br>35cm x 35cm  | <br>2665,52 kN<br>58cm x 58cm | <br>4997,85 kN<br>78cm x 78cm  |
| <br>2324,94 kN<br>HE-B 220    | <br>6199,84 kN<br>HE-B 500    | <br>11624,17 kN<br>HE-B 444cm² |
| <br>2547,69 kN<br>43cm x 43cm | <br>6793,84 kN<br>70cm x 70cm | <br>12738,45 kN<br>96cm x 96cm |

## Deckenspannweite: 11,25 m

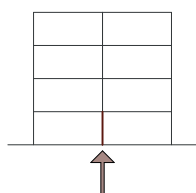
Einflussfläche:  
11,25 m x 6,25 m



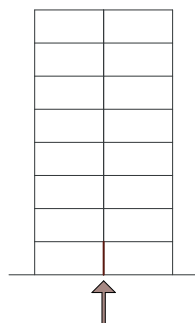
Bei einer Deckenspannweite von 11,25 m ergibt sich ein Lastenflussfeld von 11,25 m x 6,25 m. Die in diesem Bereich auftretenden Lasten werden über die berechnete Stütze in das Fundament abgeleitet.

Bei einer Skelettkonstruktion aus Holz und leichten Deckenelementen ebenfalls aus Holz ergibt sich bei drei Obergeschossen eine Last von 1022 kN für die Stütze im Erdgeschoß, und damit Abmessungen von 36 cm x 36 cm. Werden anstatt drei, acht Geschosse angenommen, beträgt die Last mit 2726 kN mehr als das Doppelte. Die Dimensionen jedoch kommen mit 58 cm x 58 cm auf weniger als das Doppelte der ersten Variante. Bei 15 Geschossen ergibt sich für die Stütze im untersten Geschoss eine Last von über 5000 kN, jedoch nur Abmessungen von 78 cm x 78 cm. Ähnliche Verhältnisse sind auch bei Konstruktionen aus Stahl oder Stahlbeton zu beobachten.

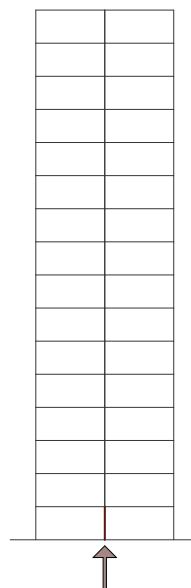
Somit ist es, das Tragwerk betrachtend, effizienter Raum nach oben zu schaffen, als den gleichen Nutzraum horizontal zu bauen.



 1022,31 kN  
36cm x 36cm



 2726,16 kN  
58cm x 58cm



 5111,55 kN  
78cm x 78cm

 2869,08 kN  
HE-B 240

 7722,88 kN  
HE-B 650

 14480,40 kN  
HE-B 527cm<sup>2</sup>

 3123,90 kN  
47cm x 47cm

 8330,40 kN  
76cm x 76cm

 15620,00 kN  
104cm x 104cm





## BAUTEILE

- Deckensysteme
- Wandsysteme
- Stützen
- Träger

## ANFORDERUNGEN

## DECKEN

- Brettsperrholzdecke
- Holzbalkendecke
- Hohlkastendecke
- Holzbetonverbunddecke
- Stahlbetondecke
- Plattenbalkendecke
- Hohldielendecke
- Hohlkörperflachdecke
- Trapezblechverbunddecke

## WÄNDE

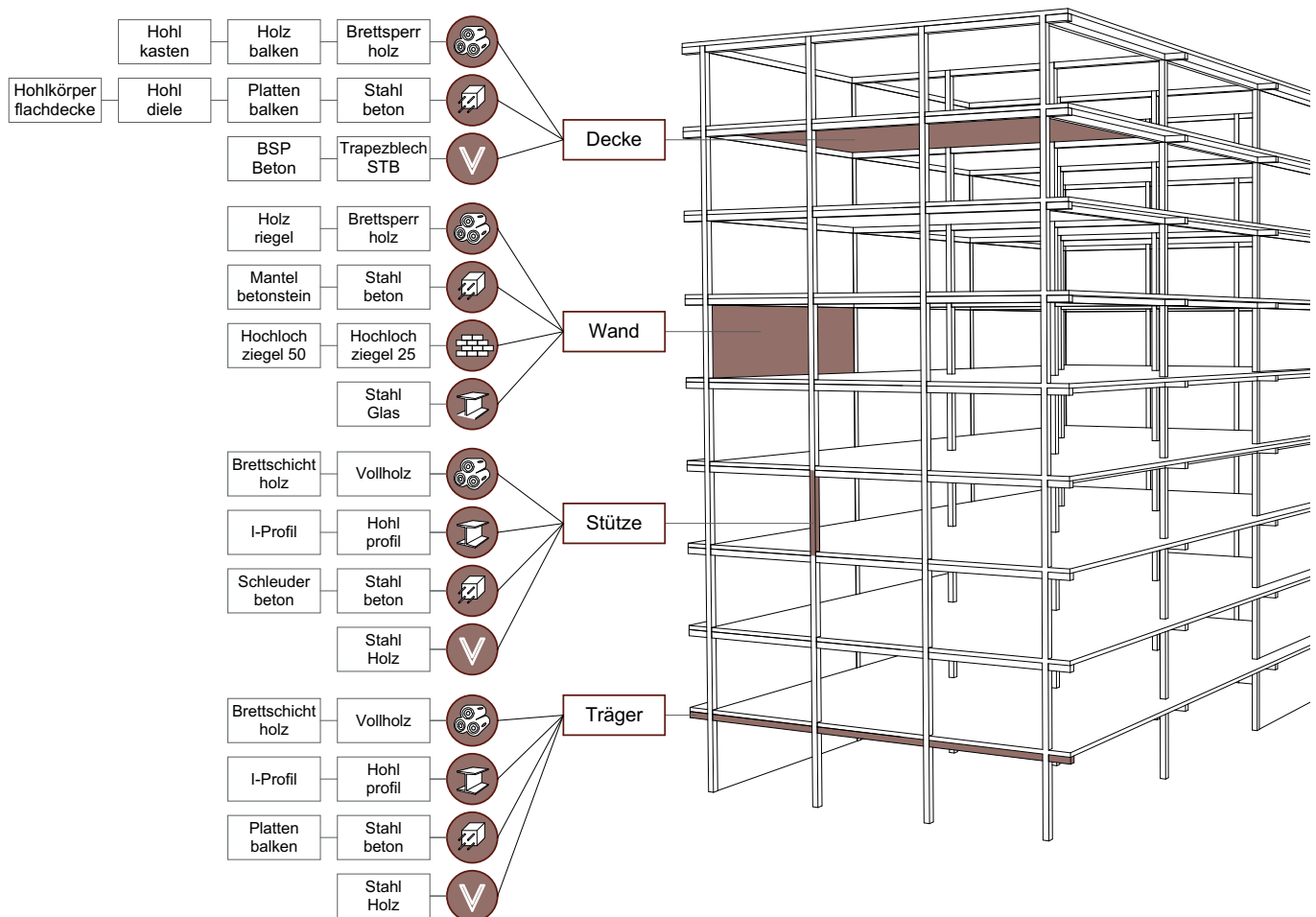
- Holzriegelwand
- Brettsperrholzwand
- Stahlbetonwand
- Mantelbetonsteinwand
- Hochlochziegelwand 25
- Hochlochziegelwand 50
- Stahl-Glas-Fassade

## STÜTZEN

## TRÄGER

Das Vergleichsobjekt kann in unterschiedlichen Varianten ausgeführt werden. Um eine große Bandbreite an möglichen Vergleichen zu erhalten, können die Elemente Decke, Wand, Stütze, sowie Träger variabel eingesetzt werden. Für jedes dieser Bauteile stehen in einem Katalog, nach Materialien sortiert, verschiedene Auswahlmöglichkeiten zur Verfügung.

Die definierten Dimensionen der Decken und Wände beziehen sich auf die Anforderungen der OIB Richtlinien. Stützen und Wände müssen je nach Auswahl der Elemente mit den entsprechenden auftretenden Lasten und Materialwerten für die Vergleichstypen separat dimensioniert werden.



## BAUTEILE

### **Deckensysteme**

Die statische Aufgabe der Decken besteht in der Lastabtragung der auftretenden Lasten zum Haupttragwerk, sowie in der horizontalen Aussteifung des Gebäudes. Sie sind als einachsig gespannte Tragelemente, mit der Möglichkeit der Durchlaufnutzung definiert. Außerdem haben Decken die Funktion des raumabschließenden Elements mit Anforderungen an Schall- und Brandschutz.

Die Auswahl an Decken katalogisiert sich nach den Materialien der tragenden Schicht des Bauteils. Besteht die Hauptkonstruktion aus Holz, so kann zwischen der Brettspertholzdecke, der Holzstapeldecke, sowie der Hohlkastendecke ausgewählt werden.

Bei Stahlbeton als bevorzugtes Material kann die Wahl auf die Stahlbetondecke, die Plattenbalkendecke, die Hohldielendecke, oder die Hohlkörperflachdecke fallen. Auch Verbundkonstruktionen wie die Holz-Beton-Verbunddecke und die Trapezblechverbunddecke sind im Katalog der Decken enthalten.

Durch das Kriterium des ressourceneffizienten Materialeinsatzes beim Systementwurf verändert sich die Gebäudegeometrie mit den jeweiligen Deckenspannweiten.

### **Wandsysteme**

Die Außenwände bilden das raumabschließende Element zwischen Innenraum und Außenbereich, mit Anforderungen an Wärmedurchgang, Schall-, sowie Brandschutz. Statische Anforderungen an Wände beschränken sich beim Systementwurf auf die aussteifende Wirkung in vertikaler Ebene.

Der Bauteilkatalog der Wände ist in vier Materialkategorien gegliedert. Das Material bezieht sich auf die Hauptkonstruktion der Elemente. Bauteile mit Holz als tragende Struktur können in Holzriegelbauweise oder als Brettspertholzwände ausgeführt werden. Für Beton besteht die Möglichkeit der Stahlbetonwand, sowie der Mantelbetonsteinwand. Weitere mineralische Möglichkeiten zum Ausbilden der Wand findet sich in zwei Varianten der Hochlochziegelwand wieder. Auch eine Konstruktion aus Stahl und Glaselementen kann aus dem Katalog ausgewählt werden.

### **Stützen**

Statische Funktion der Stützen besteht in der Abtragung der auftretenden Lasten vom Bauwerk in die Fundamente. Weitere Anforderungen beziehen sich auf die Tragfähigkeit im Brandfall.

Stützen können wieder aus vier verschiedenen Materialkategorien

en ausgewählt werden. Holzelemente können in Form von Vollholz- oder verleimten Brettschichtholzkonstruktionen ausgeführt werden. Die Stützenkonstruktion kann ebenfalls aus Stahlprofilen in Ausführung als I-Profilen oder Hohlprofilen bestehen. Stahlbetonstützen sind aus rechteckigen oder runden Querschnitte möglich. Auch die Möglichkeit der Verbundkonstruktion Stahl-Holz besteht als Auswahl für das Element der Stütze.

### **Träger**

Die Hauptaufgabe der Träger besteht in der Abtragung der auftretenden Deckenlasten. Zusammen mit den Stützen bilden die Träger das Haupttragwerk.

Wieder nach Materialien sortiert kann bei der Auswahl der Träger auf vier Kategorien geachtet werden. Holzträger können als Vollholz oder Brettschichtholzträger ausgeführt werden. Stahlelemente sind als I-Profile oder Hohlprofile im Katalog enthalten. Bei Stahlbetonbalken kann auf einen quadratischen Querschnitt, oder einen Plattenbalken zugegriffen werden. Wird eine Verbundkonstruktion benötigt, kann das Element als Stahl-Holz Träger ausgeführt werden.

## ANFORDERUNGEN

Um einen sinnvollen Vergleich zu ermöglichen, ist es notwendig die zu vergleichenden Elemente nach den selben Kriterien zu definieren. Neben der Tragfähigkeit, welche das Hauptkriterium eines Elements darstellt, müssen Bauteile gemäß den OIB Richtlinien Anforderungen erfüllen, um verwendet werden zu dürfen.

Die OIB Richtlinien fassen die bautechnischen Vorschriften der einzelnen Länder in Österreich zur Harmonisierung zusammen und werden vom Österreichischen Institut für Bautechnik herausgegeben. Die einzelnen Bundesländer haben die Richtlinien in den Bauordnungen als verbindlich erklärt, wobei in den einzelnen Ländern Abweichungen auftreten können, wenn die Anforderungen ein gleichwertiges Niveau erfüllen.

Die Gliederung der OIB Richtlinien folgt den sieben Grundanforderungen für Bauwerke:

- mechanische Festigkeit und Standsicherheit
- Brandschutz
- Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz
- Sicherheit und Barrierefreiheit bei der Nutzung
- Schallschutz
- Energieeinsparung und Wärmeschutz
- Nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen

Für den nachhaltigen, ressourceneffizienten Einsatz der Elemente ist noch keine OIB Richtlinie vorhanden.

### **OIB Richtlinie 1 - Tragfähigkeit**

Tragende Bauteile eines Bauwerks müssen einer genügenden Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit standhalten, um die äußeren Einwirkungen, welche auf ein Gebäude treffen, aufnehmen zu können. Die primäre Aufgabe des gesamten Tragwerks besteht in der Lastableitung der auftretenden Kräfte in den Boden. Ständige, veränderliche und außergewöhnliche Einwirkungen müssen hierbei berücksichtigt werden.<sup>26</sup>

### **OIB Richtlinie 2 - Brandschutz**

Die Anforderungen des Brandschutzes beziehen sich hauptsächlich auf den tragenden Teil der Konstruktion. Bauteile der Lastabtragung, sowie der Aussteifung müssen die gesamte Feuerwiderstandsdauer hindurch wirksam sein.

Gebäude sind in Brandabschnitte zu gliedern, welche bei Büronutzung eine maximale Fläche von 1600 m<sup>2</sup> aufweisen und bei Wohn- und Büronutzung eine maximale Längsausdehnung von 60 m haben.



Die erforderlichen Fluchtweglängen müssen eingehalten werden, damit im Brandfall ein möglichst sicheres Entkommen aus dem Gebäude gewährleistet ist. Ausgänge, Treppenhäuser oder Außentreppen müssen in höchstens 40 m Gehweglänge von jeder Stelle des Raumes erreicht werden können.

Bauteile müssen je nach Gebäudeklasse eine Feuerwiderstandsdauer erfüllen. Die Tragfähigkeit (R), der Raumabschluss (E), sowie die Wärmedämmung (I) müssen während des gesamten Zeitraumes, welchen sie dem Brand ausgesetzt sind, je nach Anforderung überdauern.

Tragende und raumabschließende Bauteile müssen bei Gebäudeklasse 5 eine Brandwiderstandsdauer von 90 Minuten aufweisen.

Auch die Materialien werden nach Baustoffklassen gegliedert. Je nach Gebäudeklasse muss die Brennbarkeit der Elemente erfüllt werden.<sup>27</sup>

### **OIB Richtlinie 3 - Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz**

Schutz vor gefährlichen Immissionen<sup>28</sup>

### **OIB Richtlinie 4 - Nutzungssicherheit und Barrierefreiheit**

Bauteile müssen so gestaltet sein, dass ein sicheres Benutzen des Gebäudes möglich ist. Um keine Barrieren zu schaffen, muss jedes Geschoß stufenlos erreicht werden können.<sup>29</sup>

### **OIB Richtlinie 5 - Schallschutz**

Die Anforderungen an Schallimmissionen dienen des Schutzes vor Lärm für normal empfindliche Menschen.

Vor allem Außenbauteile und Einheitstrennelemente müssen die erforderlichen Anforderungen erfüllen.

Bei Außenbauteilen ist der Grenzwert vom standortbezogenen Außenlärmpegel abhängig. Der Außenlärmpegel für den jeweiligen Standort wird getrennt für Tag (06:00 - 22:00) und Nacht ermittelt, wobei der ungünstigere Wert maßgebend ist.

Unabhängig vom Außenlärmpegel dürfen das bewertete Schalldämmmaß der Außenbauteile von 33 dB und das bewertete Schalldämmmaß von opaken Außenbauteilen von 43 dB nicht unterschritten werden.

Bauteile sind so zu bemessen, dass die Schallpegeldifferenz zwischen zwei Räumen nicht unterschritten wird.

Der Luftschallschutz innerhalb von Gebäuden darf in Aufenthaltsräumen, sowie Treppenhäusern 50 dB mit Verbindung durch Türen und Fenster der bewerteten Schallpegeldifferenz  $D_{nT,w}$  nicht unterschreiten.

Der Trittschallpegel  $L_{nT,w}$  darf in Aufenthaltsräumen 48 dB und in

<sup>27</sup> OIB Richtlinie 2

<sup>28</sup> OIB Richtlinie 3

<sup>29</sup> OIB Richtlinie 4

<sup>30</sup> OIB Richtlinie 5

Treppenhäusern 50 dB nicht überschreiten.  
Ebenfalls sind Schwingungsübertragungen zwischen den Bauteilen zu vermeiden.<sup>30</sup>

### **OIB Richtlinie 6 - Energieeinsparung und Wärmeschutz**

Gebäude müssen die Anforderungen an Energiekennzahlen erfüllen.

Ab 1.1.2021 sind laut der EU Richtlinie 2010/31/EU alle Gebäude mit dem Standard des Niedrigstenergiegebäude auszuführen.

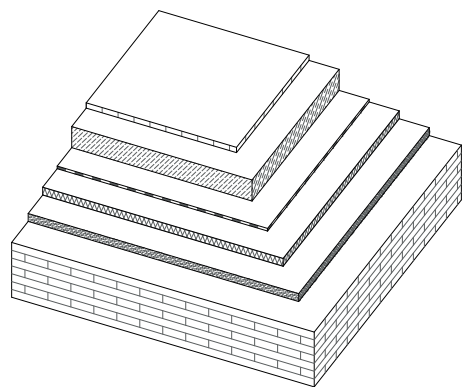
Die Anforderungen an wärmeübertragende Bauteile gliedern sich nach Bauteilen und werden mit dem Wärmedurchgangskoeffizienten, dem sogenannten U-Wert angegeben. Die folgenden Maximalwerte dürfen dabei nicht überschritten werden:

|                                |                         |
|--------------------------------|-------------------------|
| Wände gegen Außenluft:         | 0,35 W/m <sup>2</sup> K |
| Trennwände zwischen Einheiten: | 0,90 W/m <sup>2</sup> K |
| Fenster:                       | 1,40 W/m <sup>2</sup> K |
| Türen:                         | 1,70 W/m <sup>2</sup> K |
| Decken zwischen Einheiten:     | 0,90 W/m <sup>2</sup> K |
| Decken gegen Außenluft:        | 0,20 W/m <sup>2</sup> K |

Die Luft- und Winddichtheit muss ebenfalls gegeben sein. Es sind Kondensationen, die zu Schäden führen, zu vermeiden. Ebenfalls ist die sommerliche Überhitzung zu vermeiden und mit baulichen Sonnenschutzmaßnahmen zu optimieren.

Über die Gesamtenergieeffizienz eines Gebäudes ist ein Ausweis zu führen. Die Ergebnisse des Energieausweises werden in Klassen je nach Gesamtheizwärmebedarf eingeteilt.<sup>31</sup>

<sup>31</sup> OIB Richtlinie 6



**Brettsperrholzdecke**

Brettsperrholzdecken bestehen aus kreuzweise, unter Pressdruck verleimten Holzlatten, die in mehreren Schichten zu Platten verarbeitet werden. Durch die kreuzweise Anordnung der einzelnen Elemente steigert sich die Tragfähigkeit und die Stabilität des Elements. Außerdem wird dadurch das Schwinden und Quellen des Holzes in eine Richtung vermieden.<sup>32</sup> Die Vorteile der Brettsperrholzdecke zeichnen sich durch eine geringe Deckenstärke im Verhältnis zur Spannweite, sowie einfachen Anschlussdetails, guten brandtechnischen Eigenschaften und die Möglichkeit der sofortigen Begehbarkeit der Decken aus.<sup>33</sup>

Daten

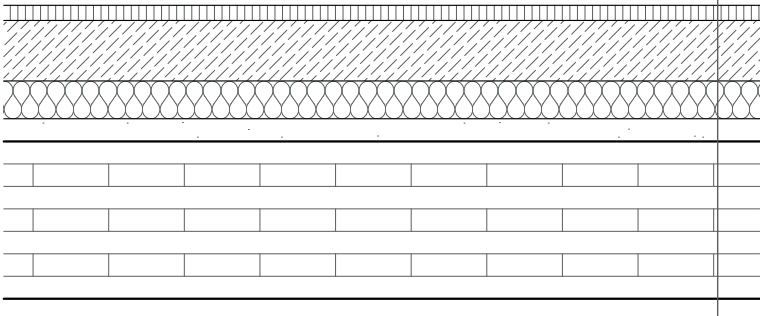
Spannweite: 6,25 m  
Gebäudevariante: 125,00 m x 20,00 m  
2500,00 m<sup>2</sup>  
Konstruktionsstärke: 40 cm

Anforderungen

Wärmedurchgang: 0,77 W/m<sup>2</sup>K  
Schalldämmmaß:  
Luftschall: 58,3 dB  
Trittschall: 81,2 dB  
Brandwiderstand: REI 90

Aufbauten

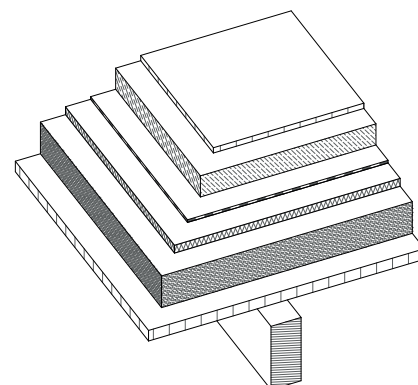
|                     |    |
|---------------------|----|
| Parkett             | 2  |
| Estrich             | 8  |
| Trennlage           |    |
| Trittschalldämmung  | 3  |
| Schüttung           | 6  |
| Rieselschutz        |    |
| Brettsperrholzdecke | 21 |



<sup>32</sup> KLH  
<sup>33</sup> proholz

## Holzbalkendecke

Die Holzbalkendecke setzt sich aus stabförmigen Konstruktionshölzern, die als tragende Elemente dienen und darüber liegenden Schalungshölzern, welche die flächenbildende Funktion der Decke übernehmen, zusammen. Je nach Spannweite können die tragenden Balken ressourceneffizient dimensioniert werden. Weitere Vorteile zeichnen sich durch die vielseitige Werkstoffauswahl, sowie den flexiblen Einsatz bei unregelmäßigen Grundrissen aus. Als Nachteil können die hohe Deckenstärke, aufwendige Anschlussdetails, sowie die Einhaltung der Schall- und Brandchutzanforderungen definiert werden.<sup>34</sup>



### Daten

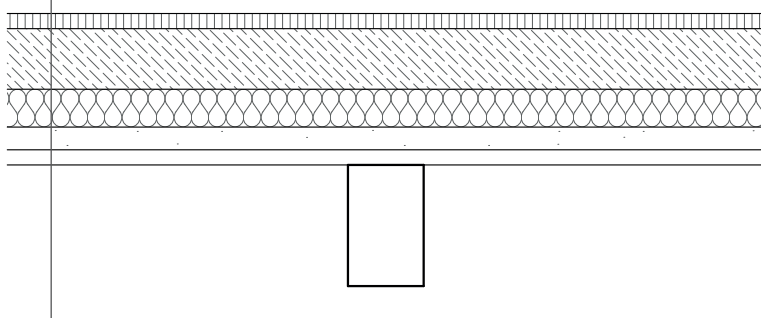
Spannweite: 6,25 m  
 Gebäudevariante: 125,00 m x 20,00 m  
 2500,00 m<sup>2</sup>  
 Konstruktionsstärke: 38 cm

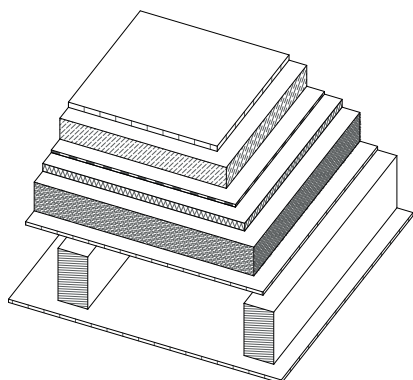
### Anforderungen

Wärmedurchgang: 0,85 W/m<sup>2</sup>K  
 Schalldämmmaß:  
 Luftschall: 58,6 dB  
 Trittschall: 73,7 dB  
 Brandwiderstand: REI 90

### Aufbauten

- |    |                       |
|----|-----------------------|
| 2  | Parkett               |
| 8  | Estrich               |
|    | Trennlage             |
| 3  | Trittschalldämmung    |
| 3  | Schüttung             |
|    | PE-Folie              |
| 4  | Schalung              |
| 18 | Konstruktionsvollholz |





## Hohlkastendecke

Hohlkastendecken bestehen aus tragenden Holzbalken, welche beidseitig mit flächigen Holzelementen (Dreischichtplatten, OSB-Platten oder Furnierschichtholz) beplankt sind. Der ressourceneffiziente Einsatz des Materials, sowie das dadurch resultierende geringe Gewicht sind als Vorteile des Typus anzuführen. Außerdem kann der Hohlraum zwischen den Holzbalken für schalltechnische oder wärmetechnische Verbesserungen des Deckenaufbaus verwendet werden und die Decken können sofort nach der Montage betreten werden.<sup>35</sup>

### Daten

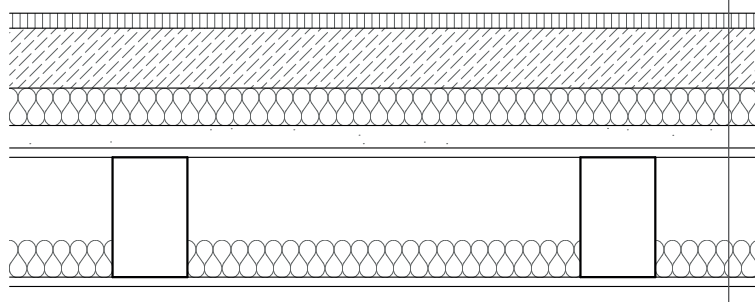
Spannweite: 10,00 m  
Gebäudevariante: 120,00 m x 21,25 m  
2550,00 m<sup>2</sup>

### Anforderungen

Wärmedurchgang: 0,27 W/m<sup>2</sup>K  
Schalldämmmaß:  
Luftschall: 58,1 dB  
Trittschall: 74,3 dB  
Brandwiderstand: REI 90

### Aufbauten

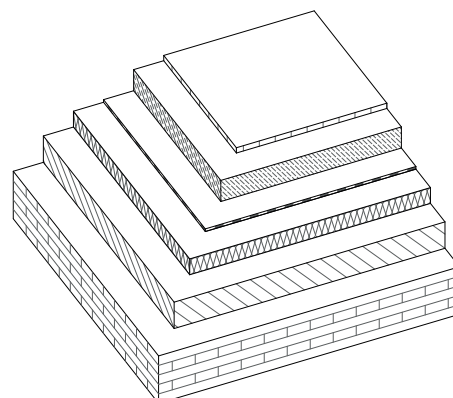
|                       |    |
|-----------------------|----|
| Parkett               | 2  |
| Estrich               | 8  |
| Trennlage             |    |
| Trittschalldämmung    | 3  |
| Schüttung             | 11 |
| OSB-Platte            | 1  |
| Konstruktionsvollholz | 20 |
| OSB-Platte            | 1  |



<sup>35</sup> proholz

## Holzbetonverbunddecke

Holzbetonverbunddecken vereinen die Vorteile von Holz und Beton in einem Element. Die zugbeanspruchte Holzkonstruktion ist kraftschlüssig mit der druckbeanspruchten Betonkonstruktion verbunden. Dadurch kann die Dicke der einzelnen Schichten reduziert werden, da die Vorteile der Materialien optimal ausgenutzt werden. Vor allem bei größeren Spannweiten kann die Holzbetonverbunddecke ressourceneffizient eingesetzt werden. (Q: proholz) Hohe Steifigkeit, guter Schallschutz, hohe Feuerwiderstandsdauer, sowie geringes Gewicht können durch den Zusammenschluss dieser Materialien erzielt werden.<sup>36</sup>



### Daten

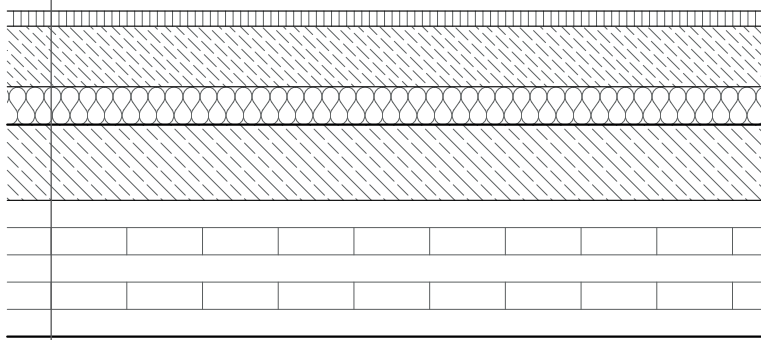
Spannweite: 7,50 m  
Gebäudevariante: 120,00 m x 21,25m  
2550,00 m<sup>2</sup>

### Anforderungen

Wärmedurchgang: 0,86 W/m<sup>2</sup>K  
Schalldämmmaß:  
Luftschall: 58,2 dB  
Trittschall: 75,2 dB  
Brandwiderstand: REI 90

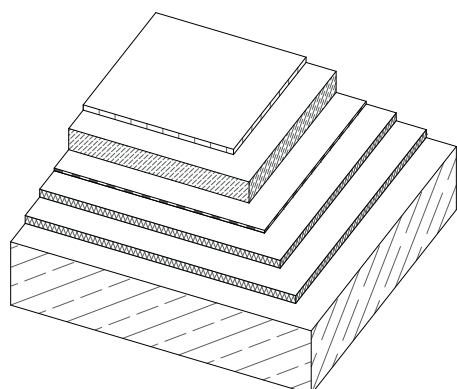
### Aufbauten

|    |                    |
|----|--------------------|
| 2  | Parkett            |
| 8  | Estrich            |
|    | Trennlage          |
| 3  | Trittschalldämmung |
| 3  | Trittschalldämmung |
|    | PE-Folie           |
| 10 | Beton              |
| 18 | Brettsperrholz     |



<sup>36</sup> Priebornig





## Stahlbetondecke

Stahlbetondecken erreichen durch das Zusammenwirken des Betons mit Stahleinlagen die erforderliche Tragfähigkeit. Die Bewehrung nimmt Zugspannungen auf und verhindert Risse im Beton. Diese statisch erforderliche Zugbewehrung kann in Form von Rundstahlstäben oder Betonstahlmatten eingesetzt werden. Stahlbetondecken werden als Ortbeton-, Teilmontage- oder Fertigteildecken ausgeführt. Decken, die an Ort und Stelle betoniert werden, erreichen erst nach einigen Tagen die erforderliche Tragfähigkeit und müssen davor mit Sekundärkonstruktionen gestützt werden. Fertigteile können sofort belastet werden, jedoch sind diese unwirtschaftlicher, da sie nur als Einfeldplatten ohne Durchlaufwirkung ausgebildet werden können.<sup>37</sup>

### Daten

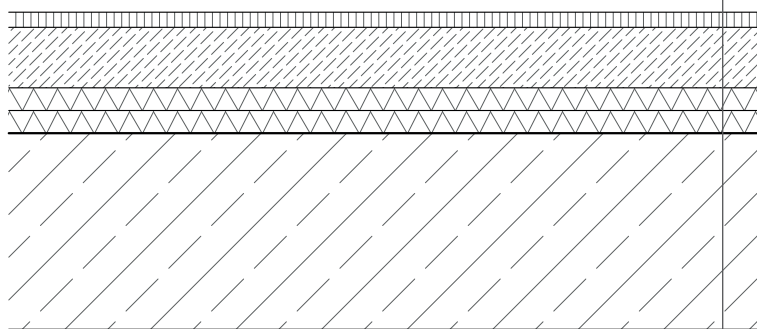
Spannweite: 7,50 m  
Gebäudevariante: 120,00 m x 21,25 m  
2550,00 m<sup>2</sup>

### Anforderungen

Wärmedurchgang: 0,83 W/m<sup>2</sup>K  
Schalldämmmaß:  
Luftschall: 67,2 dB  
Trittschall: 67,4 dB  
Brandwiderstand: REI 90

### Aufbauten

|                    |    |
|--------------------|----|
| Parkett            | 2  |
| Estrich            | 8  |
| Trennlage          |    |
| Trittschalldämmung | 3  |
| Trittschalldämmung | 3  |
| Stahlbetondecke    | 24 |



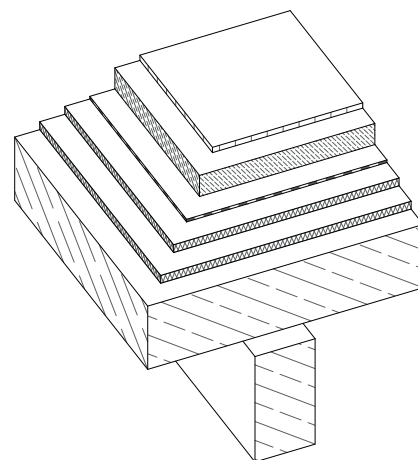
<sup>37</sup> Priebernig

## Plattenbalkendecke

Plattenbalkendecken bestehen aus Rechteckbalken, die monolithisch mit der darüberliegenden Betonplatte verbunden sind. Balkenabstände variieren zwischen zwei bis drei Metern.

Bei größeren Stützweiten ist die Plattenbalkendecke durch ihren durchlaufenden Stahlbetonbalken wirtschaftlicher als eine Stahlbetondecke. Erforderliche Zugbewehrungen befinden sich im tragenden Balken und werden als Rundstäbe ausgeführt. Durch die Tragwirkung des Balkens kann die Konstruktionsstärke der vollflächigen Betonplatte vermindert werden.

Die entstehenden Hohlräume zwischen den Balken werden meist mit nicht tragenden Füllkörpern ausgefüllt.<sup>38</sup>



### Daten

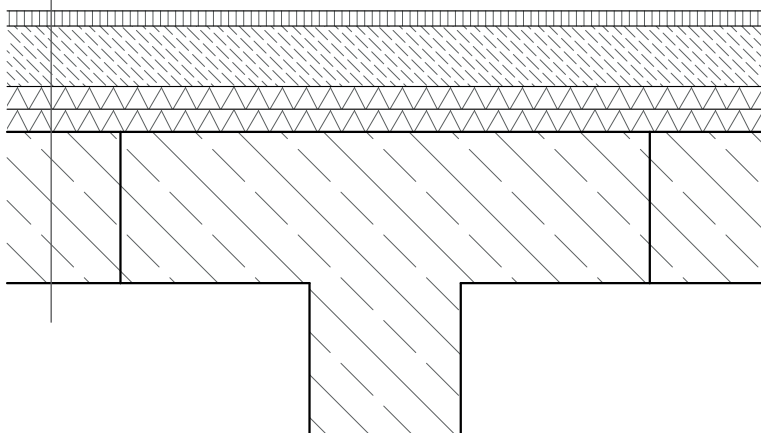
Spannweite: 11,25 m  
Gebäudevariante: 135,00 m x 18,75 m  
2531,25 m<sup>2</sup>

### Anforderungen

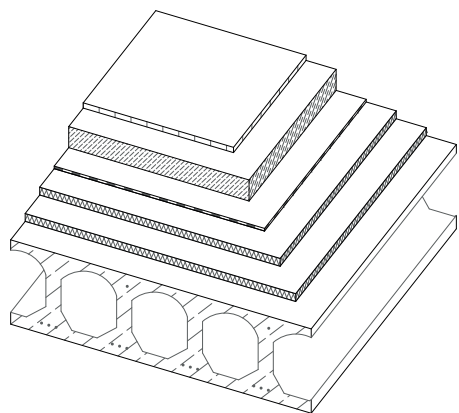
Wärmedurchgang: 0,83 W/m<sup>2</sup>K  
Schalldämmmaß:  
Luftschall: 67,2 dB  
Trittschall: 67,4 dB  
Brandwiderstand: REI 90

### Aufbauten

- |    |                    |
|----|--------------------|
| 2  | Parkett            |
| 8  | Estrich            |
|    | Trennlage          |
| 3  | Trittschalldämmung |
| 3  | Trittschalldämmung |
| 12 | Stahlbetondecke    |
| 40 | Plattenbalken      |



<sup>38</sup> Priebering



## Hohldielendecke

Hohldielendecken bestehen aus Beton mit eingelegter Zugbewehrung aus Stabstählen und haben durch die Verwendung von Füllkörpern ein geringeres Gewicht als Vollplatten. Die verbleibenden Stege übernehmen die Tragwirkung des Elements. Hohlplattendecken werden üblicherweise als Vollmontagedecken ausgeführt. Die einzelnen Elemente werden mittels einlegbaren Stützbewehrungen, die anschließend ausbetoniert werden, miteinander kraftschlüssig verbunden. Decken mit langen, durchgehenden Füllkörpern können nur einachsig gespannt werden. Durch die Montage der Fertigteile kann die Decke sofort nach montage belastet werden.<sup>39</sup>

### Daten

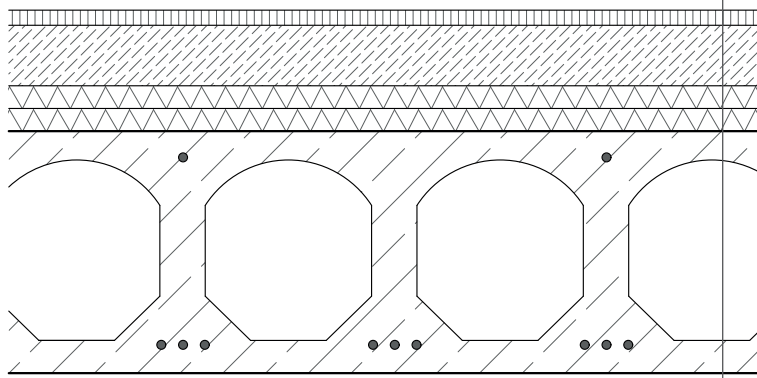
Spannweite: 11,25 m  
Gebäudevariante: 135,00 m x 18,75 m  
2531,25 m<sup>2</sup>

### Anforderungen

Wärmedurchgang: 0,80 W/m<sup>2</sup>K  
Schalldämmmaß:  
Luftschall: 67,2 dB  
Trittschall: 68,1 dB  
Brandwiderstand: REI 90

### Aufbauten

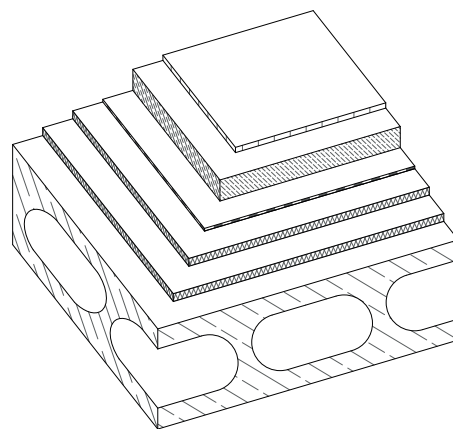
|                    |    |
|--------------------|----|
| Parkett            | 2  |
| Estrich            | 8  |
| Trennlage          |    |
| Trittschalldämmung | 3  |
| Trittschalldämmung | 3  |
| Hohlplatte         | xx |



<sup>39</sup> Priebornig

## Hohlkörperflachdecke

Sogenannte Bubble-Decken bestehen aus Betonstahlgittern mit dazwischenliegenden Verdrängungskörpern, welche durch das Vergießen mit Beton die Tragfähigkeit erhalten. Hohlkörperflachdecken werden wirtschaftlich als Teilmontagedecken ausgeführt, können aber auch vor Ort oder als Vollmontageelemente errichtet werden. Die massive Gewichtseinsparung gegenüber Vollplatten ermöglicht bei gleicher Belastung größere Spannweiten, sowie minimierte Deckenstärken und reduziert damit auch die Bauhöhe eines Gebäudes. Da die Verdrängungskörper als einzelne Elemente angeordnet werden, kann die Decke als zweiachsig gespanntes Element ausgeführt werden.



### Daten

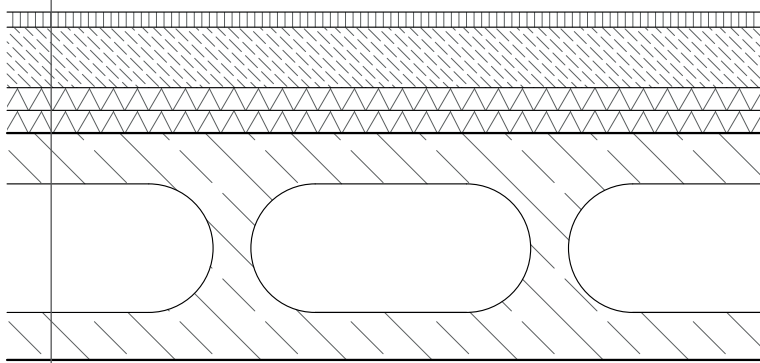
Spannweite: 15,00 m  
Gebäudevariante: 120,00 m x 21,25 m  
2550,00 m<sup>2</sup>

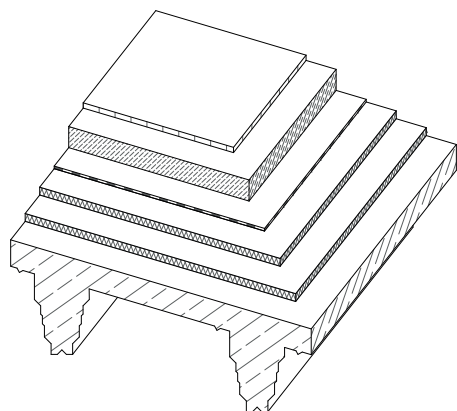
### Anforderungen

Wärmedurchgang: 0,78 W/m<sup>2</sup>K  
Schalldämmmaß:  
Luftschall: 68,1 dB  
Trittschall: 67,5 dB  
Brandwiderstand: REI 90

### Aufbauten

- |    |                    |
|----|--------------------|
| 2  | Parkett            |
| 8  | Estrich            |
|    | Trennlage          |
| 3  | Trittschalldämmung |
| 3  | Trittschalldämmung |
| xx | Hohlkörperdecke    |





## Trapezblechverbunddecke

Stahlverbunddecken bestehen aus einem tragenden, formgebendem Stahlblech, welches zugleich Schalung und Feldbewehrung der Decke ist. Der aufgetragene Ort beton erzielt kraftschlüssig verbunden mit dem Stahlblech die erforderliche Tragfähigkeit.<sup>40</sup> Trapezblechverbunddecken können nur als einachsige gespannte Deckenkonstruktionen ausgeführt werden.

### Daten

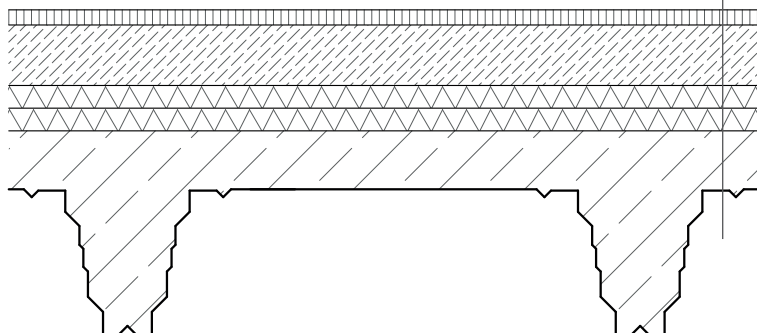
Spannweite: 5,63 m  
Gebäudevariante: 135,00 m x 18,75 m  
2531,25 m<sup>2</sup>

### Anforderungen

Wärmedurchgang: 0,85 W/m<sup>2</sup>K  
Schalldämmmaß:  
Luftschall: - dB  
Trittschall: - dB  
Brandwiderstand: REI 90

### Aufbauten

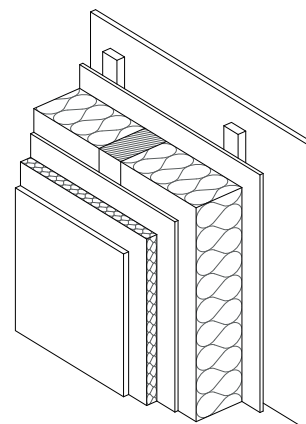
|                    |    |
|--------------------|----|
| Parkett            | 2  |
| Estrich            | 8  |
| Trennlage          |    |
| Trittschalldämmung | 3  |
| Trittschalldämmung | 3  |
| Beton              | 10 |
| Trapezblech        | 2  |



<sup>40</sup> Priebering

## Holzriegelwand

Holzriegelwände bestehen aus lastabtragenden Konstruktionshölzern, die beidseitig mit flächigen Tafeln kraftschlüssig verbunden sind. Die Beplankung kann aus OSB-Platten, 3-Schichtplatten, oder ähnlichen Plattenelementen erstellt werden und ist für die Stabilität des Elementes verantwortlich. Der entstehende Zwischenraum kann mit nichttragenden, dämmenden Material ausgefüllt werden. Durch diese Anwendung kann die tragenden und die dämmende Schicht auf eine Ebene reduziert werden. Nach außen werden meist hinterlüftete Fassadensysteme angebracht, während nach innen eine Installationsebene erstellt wird. Die Vorsatzschale kann ebenfalls mit dämmendem Material ausgefüllt werden, um Wärmebrücken zu vermeiden.



### Daten

Konstruktionsstärke: 32 cm

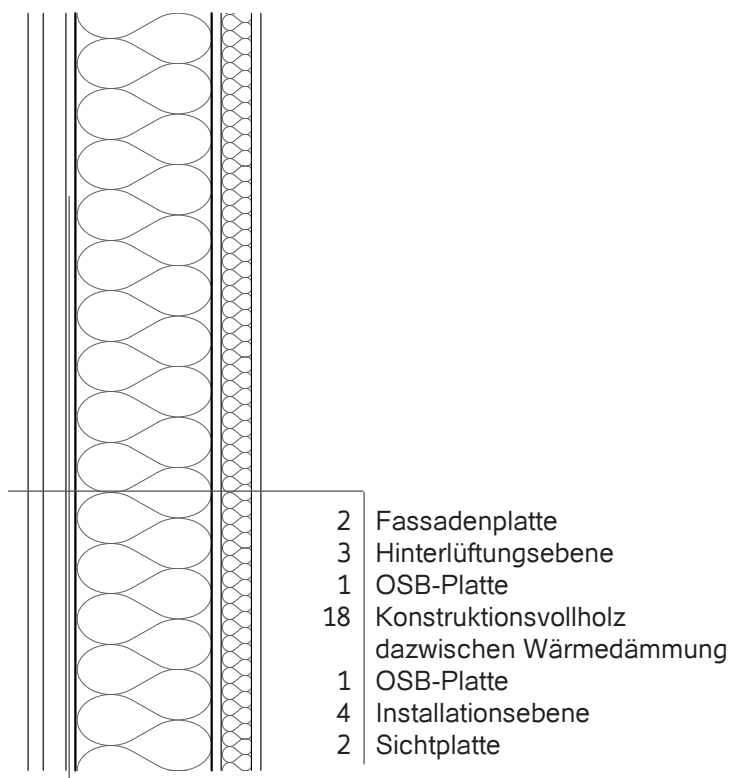
### Anforderungen

Wärmedurchgang: 0,15 W/m²K

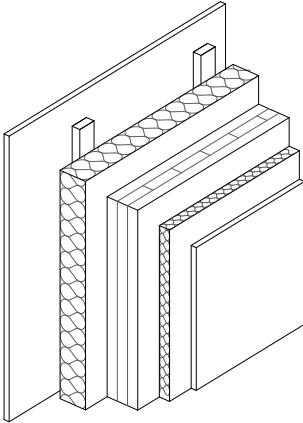
Schalldämmmaß 34,2 dB

Brandwiderstand: REI 90

### Aufbauten







## Brettsperrholzwand

Brettsperrholzwände bestehen aus tragenden, massiven Brettsperrholzelementen. Die kreuzweise verleimten Holzlagen stellen die Stabilität des Elements sicher. Ebenso wird das Schwinden und Quellen des Holzes auf ein Minimum reduziert. Nach außen hin wird der Bauteil mit einer dämmenden Schicht, sowie einer luftführenden Schicht und dazugehörigen Fassadenelementen ausgeführt. Auf der Innenseite des Bauteils kann eine Installationsebene ausgeführt, oder die Brettsperrholzwand als Sichtelement belassen werden.

## Daten

Konstruktionsstärke: 33 cm

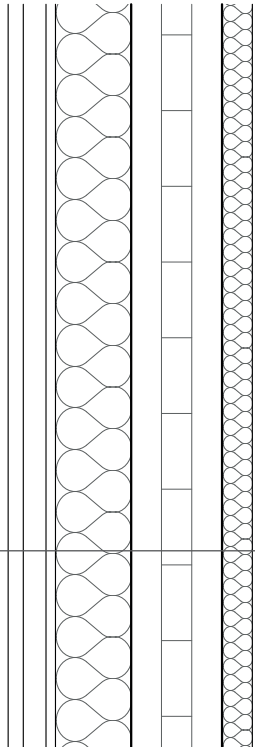
## Anforderungen

Wärmedurchgang:  $0,21 \text{ W/m}^2\text{K}$

Schalldämmmaß 39,6 dB

Brandwiderstand: REI 90

## Aufbauten

|                     |    |                                                                                       |
|---------------------|----|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Fassadenplatte      | 2  |  |
| Hinterlüftungsebene | 3  |                                                                                       |
| Wärmedämmung        | 10 |                                                                                       |
| Brettsperrholz      | 12 |                                                                                       |
| Installationsebene  | 4  |                                                                                       |
| Sichtplatte         | 2  |                                                                                       |

## Stahlbetonwand

Stahlbetonwände bestehen aus einer lastabtragenden und schubsteifen Betontafel mit vorhandener Bewehrung aus Stabstählen. Um wärmetechnische Anforderungen zu erfüllen, wird an der außenliegenden Seite dämmendes Material angebracht. Die Fassade kann entweder als hinterlüftete Fassade, oder direkt an die Dämmung angebracht werden. An der Innenseite wird zur flexibleren Installation eine Installationsebene mit vorgesetzter Beplankung ausgeführt.

### Daten

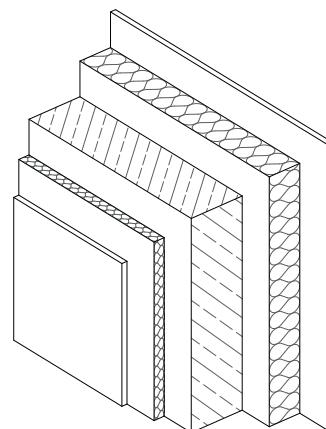
Konstruktionsstärke: 35 cm

### Anforderungen

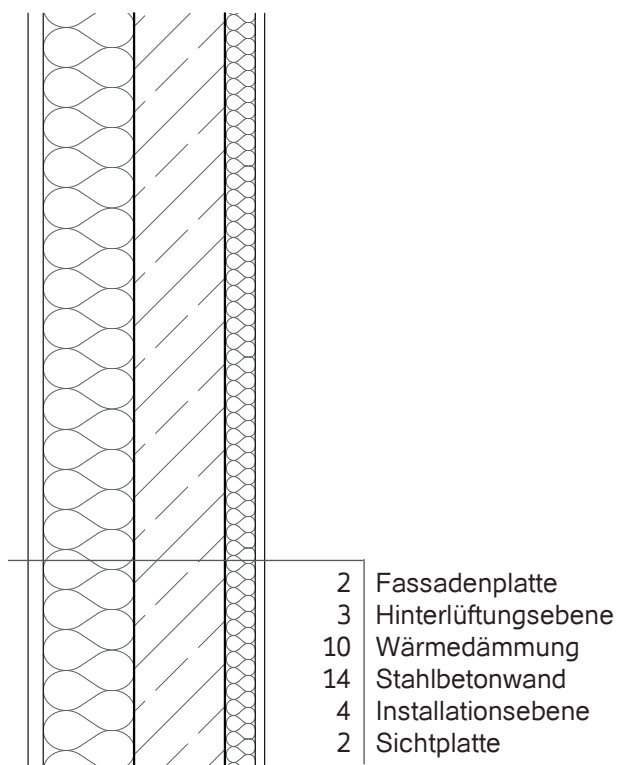
Wärmedurchgang: 0,22 W/m<sup>2</sup>K

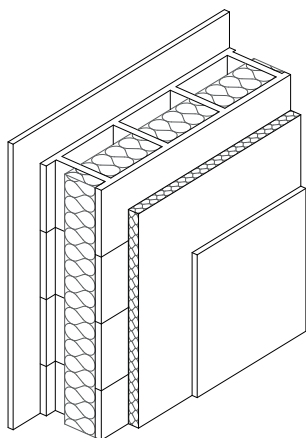
Schalldämmmaß 57,0 dB

Brandwiderstand: REI 90



### Aufbauten





## Mantelbetonsteinwand

Mantelbetonsteinwände bestehen aus einzelnen Elementen, die vor Ort versetzt werden, und als verlorene Schalung für Füllbeton oder dämmende Materialien dienen. Mantelbetonsteine bestehen aus Leichtbeton.

### Daten

Konstruktionsstärke: 26 cm

### Anforderungen

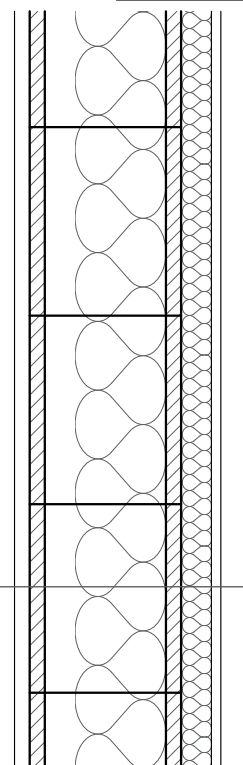
Wärmedurchgang: 0,21 W/m²K

Schalldämmmaß: 55,2 dB

Brandwiderstand: REI 90

### Aufbauten

|                         |    |
|-------------------------|----|
| Außenputz               | 2  |
| Mantelbetonstein        | 18 |
| dazwischen Wärmedämmung |    |
| Installationsebene      | 4  |
| Sichtplatte             | 2  |



## Hochlochziegelwand I

Hochlochziegelwände bestehen aus gebrannten, großformatigen Ziegelsteinen, die vor Ort einzeln versetzt werden.

### Daten

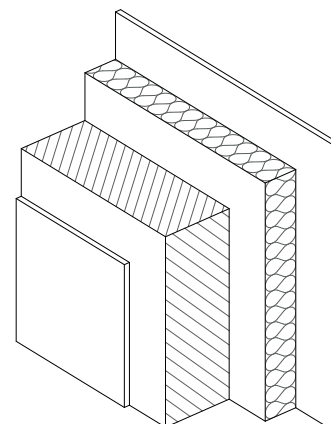
Konstruktionsstärke: 40 cm

### Anforderungen

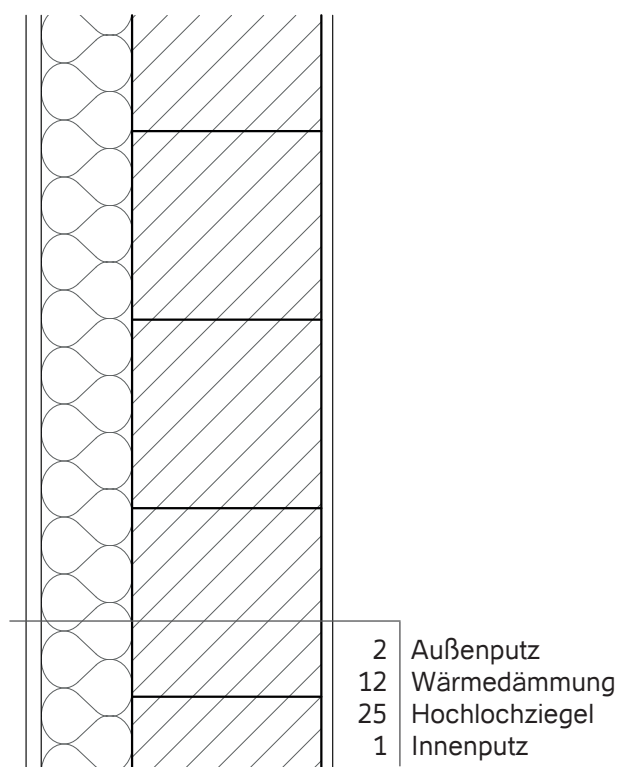
Wärmedurchgang: 0,22 W/m<sup>2</sup>K

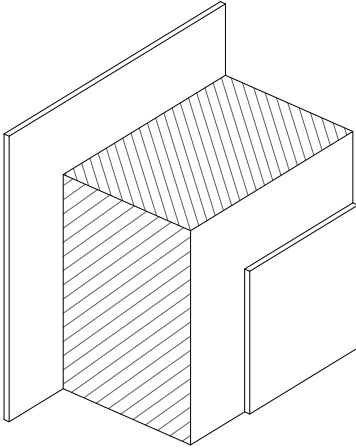
Schalldämmmaß 54,3 dB

Brandwiderstand: REI 90



### Aufbauten





## Hochlochziegelwand II

Hochlochziegelwände mit 50cm Stärke benötigen durch die Hohlräume im Ziegel keine zusätzliche Wärmedämmung. An der Außen-, sowie Innenseite werden Putze zur optischen Betrachtung des Mauerwerks angebracht. Hochlochziegelwände mit dieser Bauteilstärke werden vor allem im Passivhausbau verwendet.

## Daten

Konstruktionsstärke: 54 cm

## Anforderungen

Wärmedurchgang:  $0,32 \text{ W/m}^2\text{K}$

Schalldämmmaß 58,5 dB

Brandwiderstand: REI 90

## Aufbauten

|                |    |
|----------------|----|
| Außenputz      | 2  |
| Hochlochziegel | 50 |
| Innenputz      | 2  |

## Stahl-Glas-Fassade

Die sogenannten Curtain Walls bestehen aus sich selbst tragenden, stabförmigen Elementen, die zumeist aus Stahlprofilen oder Holzstützen ausgeführt werden. Die Tragstruktur für die Glasscheibe kann je nach Wandhöhe in Primär- und Sekundärtragwerken aus Stützen und Trägern aufgeteilt sein. Davor wird eine dreischichtige Glasscheibe aus Isolierglas gesetzt. Den erforderlichen Wärmedurchgang muss die Glasscheibe erfüllen.

Stahl-Glas-Fassaden mit nicht lastabtragender Funktion können nur im Skelettbau eingesetzt werden.

### Daten

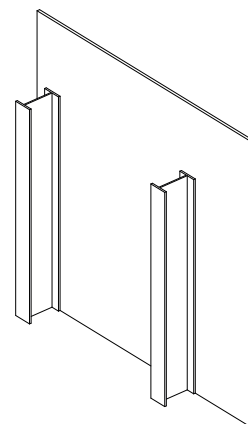
Konstruktionsstärke: 12 cm

### Anforderungen

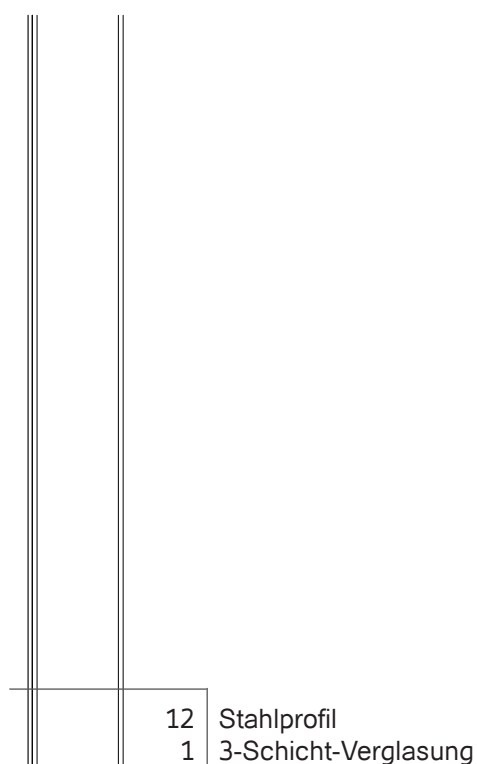
Wärmedurchgang: -  $\text{W/m}^2\text{K}$

Schalldämmmaß: - dB

Brandwiderstand: REI 90

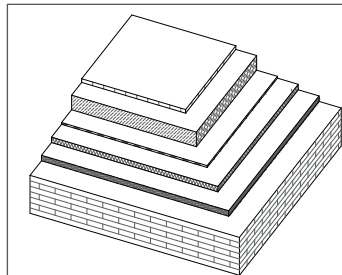


### Aufbauten

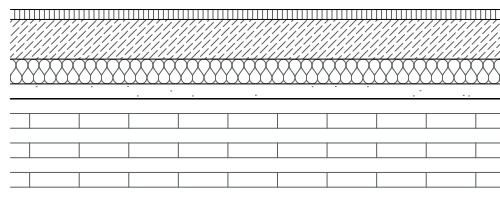




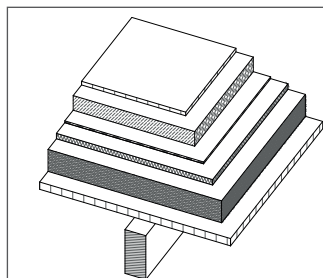
## BRETTSPERRHOLZDECKE



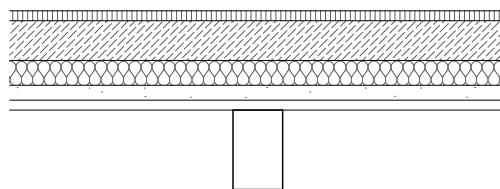
|                     |    |
|---------------------|----|
| Parkett             | 2  |
| Estrich             | 8  |
| Trennlage           |    |
| Trittschalldämmung  | 3  |
| Schüttung           | 6  |
| Rieselschutz        |    |
| Brettsperrholzdecke | 21 |



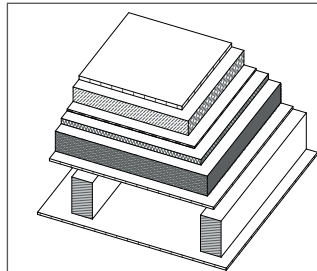
## HOLZBALKENDECKE



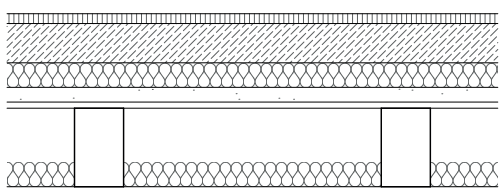
|                    |    |
|--------------------|----|
| Parkett            | 2  |
| Estrich            | 8  |
| Trennlage          |    |
| Trittschalldämmung | 3  |
| Schüttung          | 12 |
| Rieselschutz       |    |
| Schalung           | 4  |
| Holzbalken KVH     | 24 |



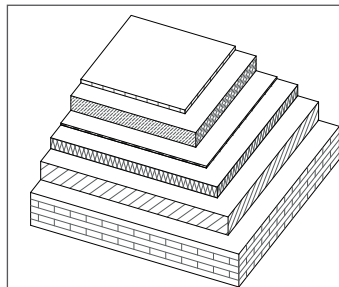
## HOHLKASTENDECKE



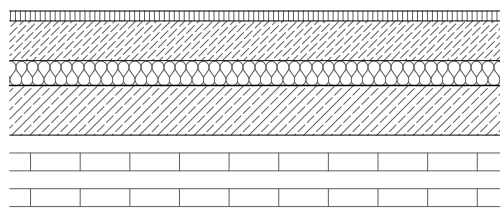
|                    |    |
|--------------------|----|
| Parkett            | 2  |
| Estrich            | 8  |
| Trennlage          |    |
| Trittschalldämmung | 3  |
| Schüttung          | 11 |
| OSB Platte         | 1  |
| KVH + WD           | 20 |
| OSB Platte         | 1  |



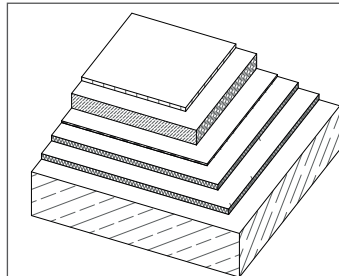
## HOLZBETONVERBUNDDECKE



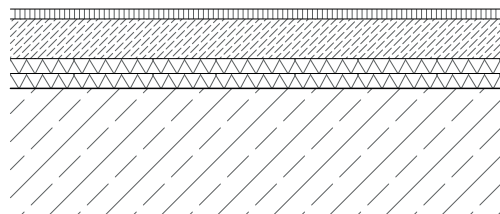
|                     |    |
|---------------------|----|
| Parkett             | 2  |
| Estrich             | 8  |
| Trennlage           |    |
| Trittschalldämmung  | 6  |
| Beton               | 10 |
| Brettsperrholzdecke | 18 |



## STAHLBETONDECKE



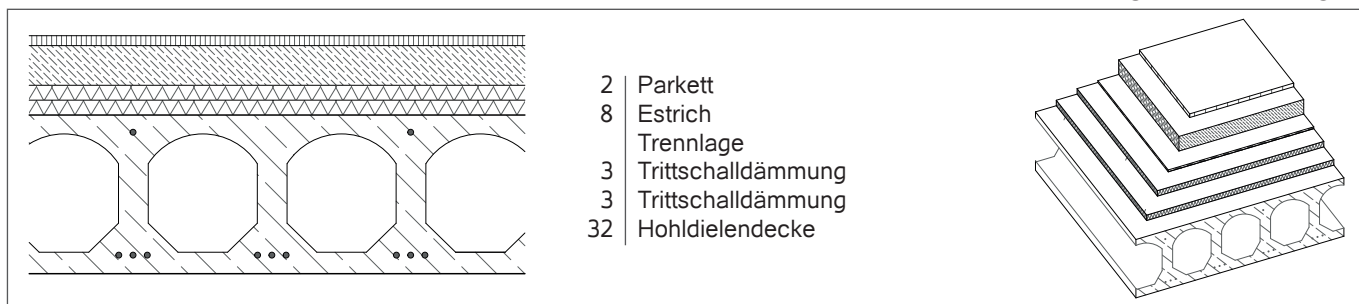
|                    |    |
|--------------------|----|
| Parkett            | 2  |
| Estrich            | 8  |
| Trennlage          |    |
| Trittschalldämmung | 3  |
| Trittschalldämmung | 3  |
| Stahlbetondecke    | 24 |



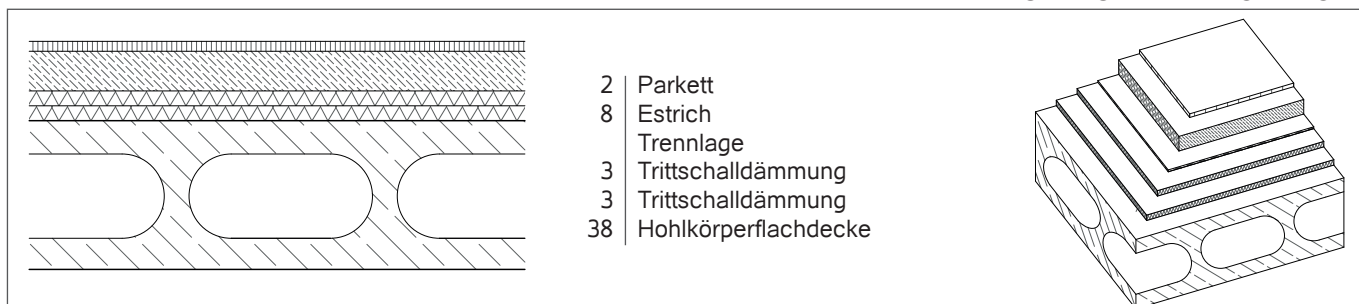
### PLATTENBALKENDECKE



### HOHLDIELENDECKE



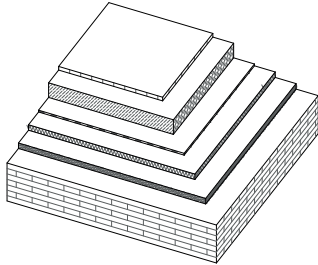
### HOHLKÖRPERFLACHDECKE



### TRAPEZBLECHVERBUNDDECKE

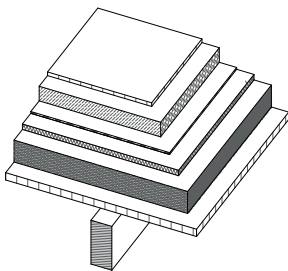


## BRETTSPERRHOLZDECKE



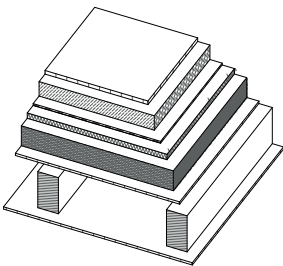
|                 |                     |            |
|-----------------|---------------------|------------|
| TRAGFÄHIGKEIT   | Spannweite:         | 6,25 m     |
| WÄRMEDURCHGANG  | U-Wert              | 0,78 W/m²K |
| BRANDWIDERSTAND |                     | REI 90     |
| SCHALLDÄMMMASS  | Luftschalldämmmaß:  | 58,3 dB    |
|                 | Trittschalldämmmaß: | 81,2 dB    |

## HOLZBALKENDECKE



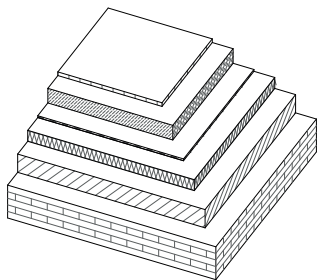
|                 |                     |            |
|-----------------|---------------------|------------|
| TRAGFÄHIGKEIT   | Spannweite:         | 6,25 m     |
| WÄRMEDURCHGANG  | U-Wert              | 0,85 W/m²K |
| BRANDWIDERSTAND |                     | REI 90     |
| SCHALLDÄMMMASS  | Luftschalldämmmaß:  | 58,6 dB    |
|                 | Trittschalldämmmaß: | 73,7 dB    |

## HOHLKASTENDECKE



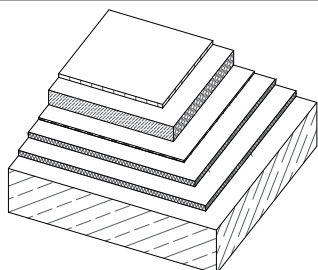
|                 |                     |            |
|-----------------|---------------------|------------|
| TRAGFÄHIGKEIT   | Spannweite:         | 10,00 m    |
| WÄRMEDURCHGANG  | U-Wert              | 0,27 W/m²K |
| BRANDWIDERSTAND |                     | REI 90     |
| SCHALLDÄMMMASS  | Luftschalldämmmaß:  | 58,1 dB    |
|                 | Trittschalldämmmaß: | 74,3 dB    |

## HOLZBETONVERBUNDDECKE



|                 |                     |            |
|-----------------|---------------------|------------|
| TRAGFÄHIGKEIT   | Spannweite:         | 7,50 m     |
| WÄRMEDURCHGANG  | U-Wert              | 0,86 W/m²K |
| BRANDWIDERSTAND |                     | REI 90     |
| SCHALLDÄMMMASS  | Luftschalldämmmaß:  | 58,2 dB    |
|                 | Trittschalldämmmaß: | 75,2 dB    |

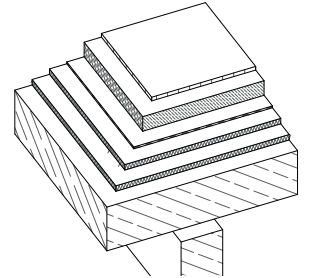
## STAHLBETONDECKE



|                 |                     |            |
|-----------------|---------------------|------------|
| TRAGFÄHIGKEIT   | Spannweite:         | 7,50 m     |
| WÄRMEDURCHGANG  | U-Wert              | 0,83 W/m²K |
| BRANDWIDERSTAND |                     | REI 90     |
| SCHALLDÄMMMASS  | Luftschalldämmmaß:  | 67,2 dB    |
|                 | Trittschalldämmmaß: | 67,4 dB    |

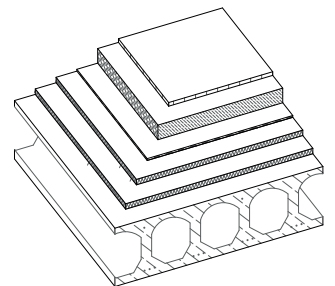
PLATTENBALKENDECKE

|                 |                     |            |
|-----------------|---------------------|------------|
| TRAGFÄHIGKEIT   | Spannweite:         | 11,25 m    |
| WÄRMEDURCHGANG  | U-Wert:             | 0,83 W/m²K |
| BRANDWIDERSTAND |                     | REI 90     |
| SCHALLDÄMMMASS  | Luftschalldämmmaß:  | 67,2 dB    |
|                 | Trittschalldämmmaß: | 67,4 dB    |



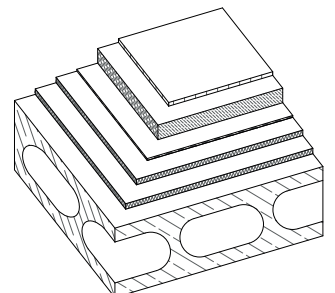
HOHLDIELENDECKE

|                 |                     |            |
|-----------------|---------------------|------------|
| TRAGFÄHIGKEIT   | Spannweite:         | 11,25 m    |
| WÄRMEDURCHGANG  | U-Wert:             | 0,80 W/m²K |
| BRANDWIDERSTAND |                     | REI 90     |
| SCHALLDÄMMMASS  | Luftschalldämmmaß:  | 67,2 dB    |
|                 | Trittschalldämmmaß: | 68,1 dB    |



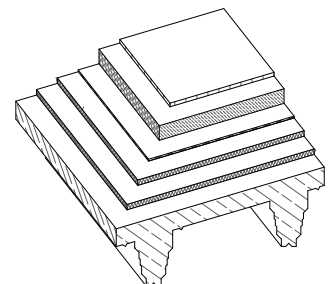
HOHLKÖRPERFLACHDECKE

|                 |                     |            |
|-----------------|---------------------|------------|
| TRAGFÄHIGKEIT   | Spannweite:         | 15,00 m    |
| WÄRMEDURCHGANG  | U-Wert:             | 0,78 W/m²K |
| BRANDWIDERSTAND |                     | REI 90     |
| SCHALLDÄMMMASS  | Luftschalldämmmaß:  | 68,1 dB    |
|                 | Trittschalldämmmaß: | 67,5 dB    |

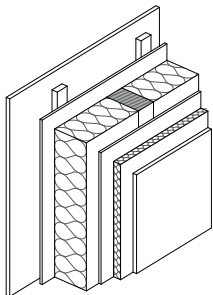


TRAPEZBLECHVERBUNDDECKE

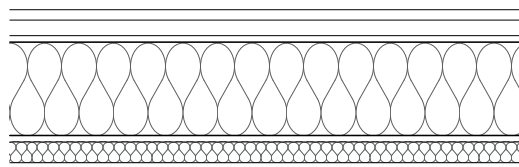
|                 |                     |            |
|-----------------|---------------------|------------|
| TRAGFÄHIGKEIT   | Spannweite:         | 5,63 m     |
| WÄRMEDURCHGANG  | U-Wert:             | 0,85 W/m²K |
| BRANDWIDERSTAND |                     | REI 90     |
| SCHALLDÄMMMASS  | Luftschalldämmmaß:  | - dB       |
|                 | Trittschalldämmmaß: | - dB       |



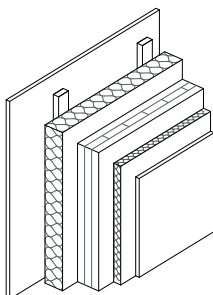
## HOLZRIEGELWAND



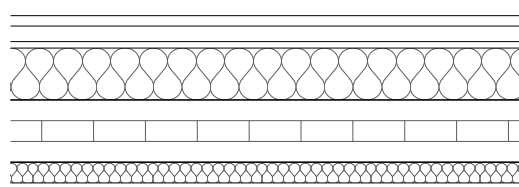
|                    |    |
|--------------------|----|
| Fassadenplatte     | 2  |
| Hinterlüftung      | 3  |
| OSB-Platte         | 1  |
| KVH dazw. WÄDÄ     | 18 |
| OSB-Platte         | 1  |
| Dampfbremse        |    |
| Installationsebene | 4  |
| Sichtplatte        | 2  |



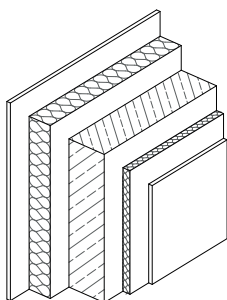
## BRETTSPERRHOLZWAND



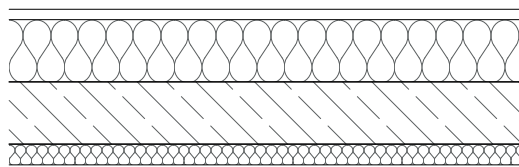
|                    |    |
|--------------------|----|
| Fassadenplatte     | 2  |
| Hinterlüftung      | 3  |
| Wärmedämmung       | 10 |
| Brettsperrholz     | 12 |
| Dampfbremse        |    |
| Installationsebene | 4  |
| Sichtplatte        | 2  |



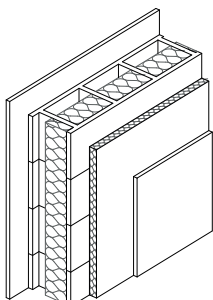
## STAHLBETONWAND



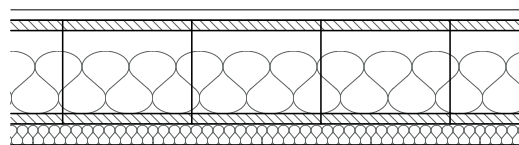
|                    |    |
|--------------------|----|
| Außenputz          | 2  |
| Wärmedämmung       | 12 |
| Stahlbetonwand     | 20 |
| Dampfbremse        |    |
| Installationsebene | 4  |
| Sichtplatte        | 2  |



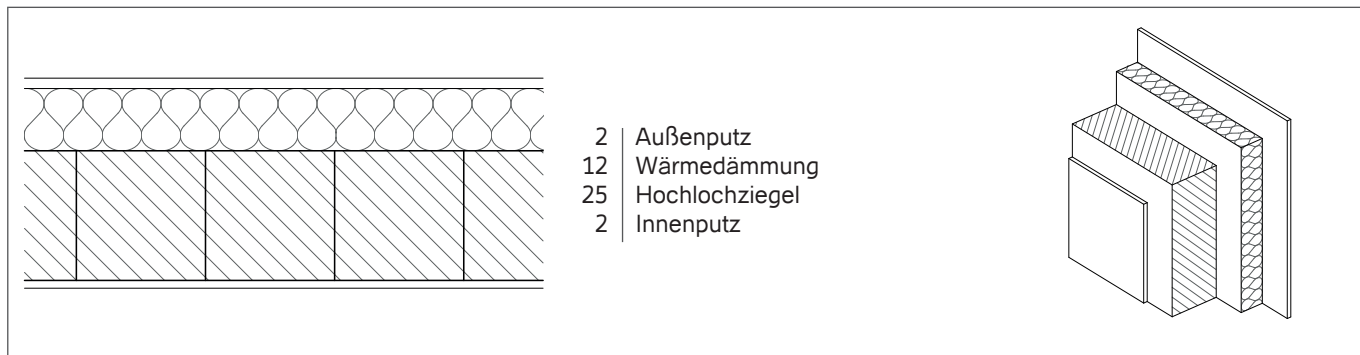
## MANTELBETONSTEINWAND



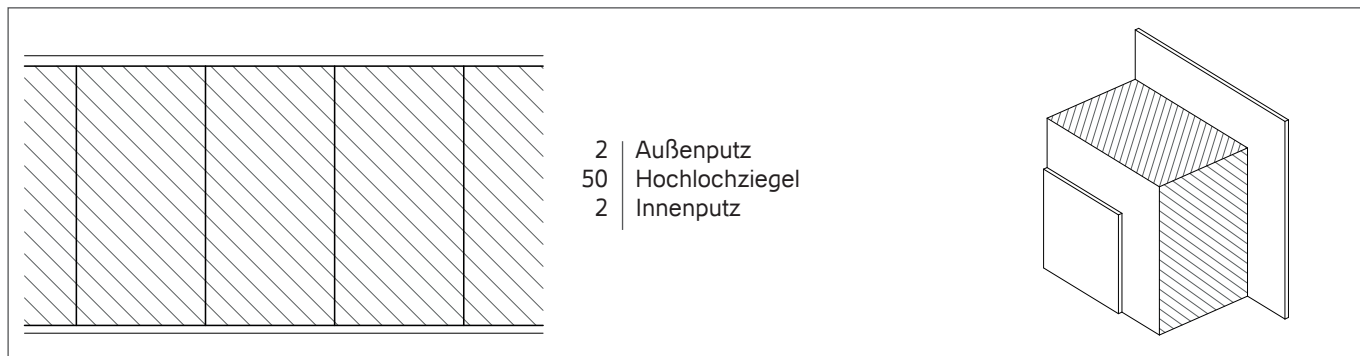
|                    |    |
|--------------------|----|
| Außenputz          | 2  |
| Mantelbetonstein   | 20 |
| Wärmedämmung       | 12 |
| Installationsebene | 4  |
| Sichtplatte        | 2  |



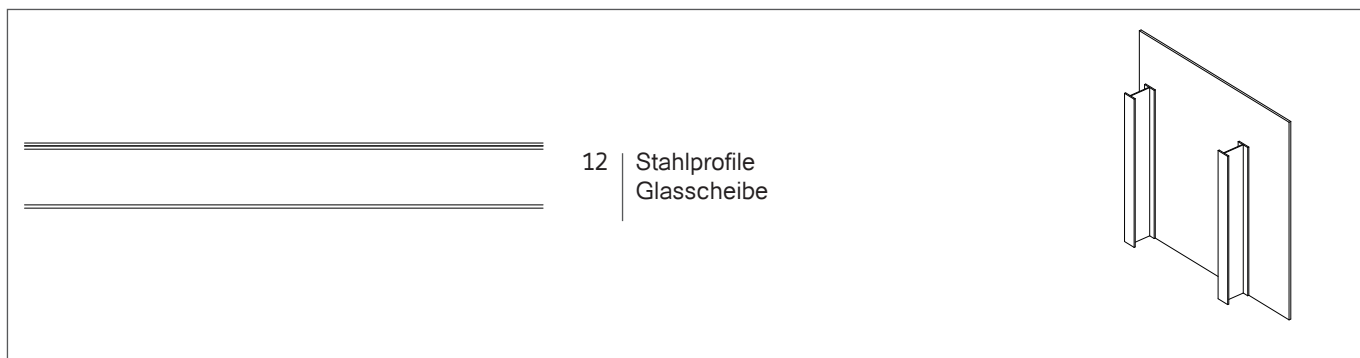
### HOCHLOCHZIEGELWAND 25CM



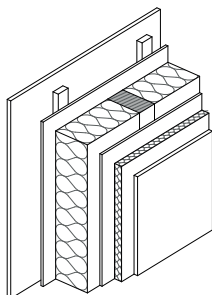
### HOCHLOCHZIEGELWAND 50CM



### STAHL-GLAS-FASSADE

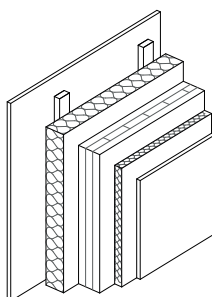


## HOLZRIEGELWAND



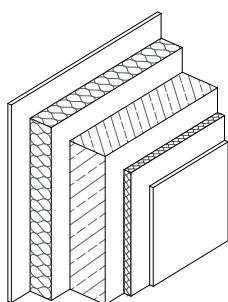
|                 |                     |            |
|-----------------|---------------------|------------|
| TRAGFÄHIGKEIT   |                     | -          |
| WÄRMEDURCHGANG  | U-Wert              | 0,15 W/m²K |
| BRANDWIDERSTAND |                     | REI 90     |
| SCHALLDÄMMMASS  | Luftschalldämmmaß:  | 34,2 dB    |
|                 | Trittschalldämmmaß: | - dB       |

## BRETTSPERRHOLZWAND



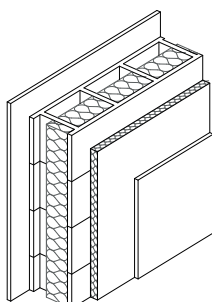
|                 |                     |            |
|-----------------|---------------------|------------|
| TRAGFÄHIGKEIT   |                     | -          |
| WÄRMEDURCHGANG  | U-Wert              | 0,21 W/m²K |
| BRANDWIDERSTAND |                     | REI 90     |
| SCHALLDÄMMMASS  | Luftschalldämmmaß:  | 39,6 dB    |
|                 | Trittschalldämmmaß: | - dB       |

## STAHLBETONWAND



|                 |                     |            |
|-----------------|---------------------|------------|
| TRAGFÄHIGKEIT   |                     | -          |
| WÄRMEDURCHGANG  | U-Wert              | 0,22 W/m²K |
| BRANDWIDERSTAND |                     | REI 90     |
| SCHALLDÄMMMASS  | Luftschalldämmmaß:  | 57,0 dB    |
|                 | Trittschalldämmmaß: | - dB       |

## MANTELBETONSTEINWAND

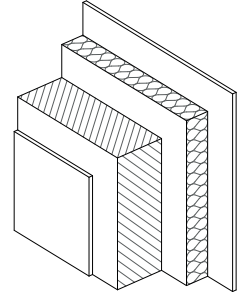


|                 |                     |            |
|-----------------|---------------------|------------|
| TRAGFÄHIGKEIT   |                     | -          |
| WÄRMEDURCHGANG  | U-Wert              | 0,21 W/m²K |
| BRANDWIDERSTAND |                     | REI 90     |
| SCHALLDÄMMMASS  | Luftschalldämmmaß:  | 55,2 dB    |
|                 | Trittschalldämmmaß: | - dB       |



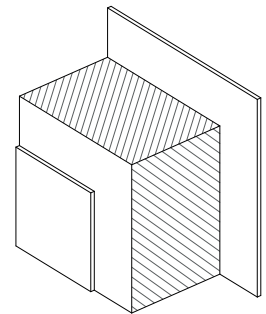
#### HOCHLOCHZIEGELWAND 25CM

|                 |                     |                         |
|-----------------|---------------------|-------------------------|
| TRAGFÄHIGKEIT   |                     | -                       |
| WÄRMEDURCHGANG  | U-Wert:             | 0,22 W/m <sup>2</sup> K |
| BRANDWIDERSTAND |                     | REI 90                  |
| SCHALLDÄMMMASS  | Luftschalldämmmaß:  | 54,3 dB                 |
|                 | Trittschalldämmmaß: | - dB                    |



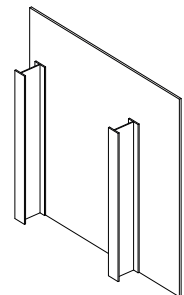
#### HOCHLOCHZIEGELWAND 50CM

|                 |                     |                         |
|-----------------|---------------------|-------------------------|
| TRAGFÄHIGKEIT   |                     | -                       |
| WÄRMEDURCHGANG  | U-Wert:             | 0,32 W/m <sup>2</sup> K |
| BRANDWIDERSTAND |                     | REI 90                  |
| SCHALLDÄMMMASS  | Luftschalldämmmaß:  | 58,5 dB                 |
|                 | Trittschalldämmmaß: | - dB                    |

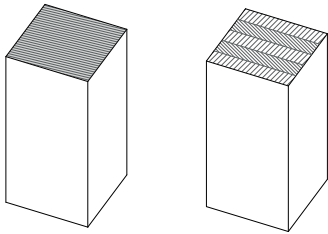


#### STAHL-GLAS-FASSADE

|                 |                     |                      |
|-----------------|---------------------|----------------------|
| TRAGFÄHIGKEIT   |                     | -                    |
| WÄRMEDURCHGANG  | U-Wert:             | - W/m <sup>2</sup> K |
| BRANDWIDERSTAND |                     | REI 90               |
| SCHALLDÄMMMASS  | Luftschalldämmmaß:  | - dB                 |
|                 | Trittschalldämmmaß: | - dB                 |



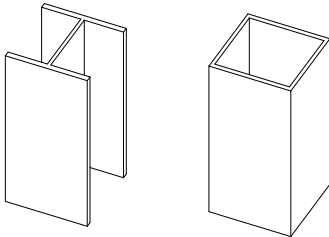
### HOLZQUERSCHNITTE



#### Beschreibung

Stützenquerschnitte als Holzkonstruktion können als Vollholzelemente oder als Brettschichtholzbauteile ausgeführt werden. Konstruktionsvollhölzer werden sortiert, technisch getrocknet und gehobelt und anschließend für große Längen keilverzinkt. Brettschichtholz besteht aus übereinander verleimten, sortierten und getrockneten Brettern. Durch die Verklebung können beliebig große Querschnitte hergestellt werden.

### STAHLPROFILE

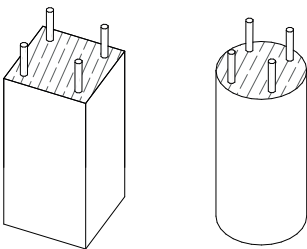


#### Beschreibung

Typische Querschnitte für Stahlstützen sind I-Profile, Hohlprofile, sowie Kasten- und Rohrprofile. Besonders geeignet sind Querschnitte der HE-Reihe, da diese ein günstiges Verhältnis, bezüglich Knicken von Gurt und Steg besitzen.

Zur besseren Lastenübertragung in das Fundament, werden Stahlstützen mit Stahlplatten als Stützenfuß ausgebildet.

### STAHLBETONQUERSCHNITTE



#### Beschreibung

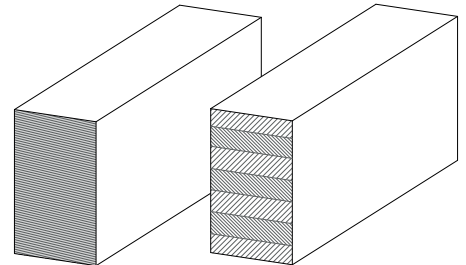
Stahlbetonstützen werden als quadratische oder runde Querschnitte ausgeführt. Stahlbetonstützen sind im Verhältnis relativ massiv, jedoch sind sie dafür feuerresistent.

Stützen können vor Ort betoniert werden, oder als Fertigteillemente montiert werden.

## HOLZQUERSCHNITTE

**Beschreibung**

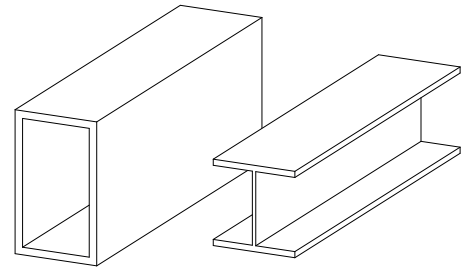
Trägerquerschnitte als Holzkonstruktionen können als Vollholzelemente oder als Brettschichtholzbauteile ausgeführt werden. Konstruktionsvollhölzer werden sortiert, technisch getrocknet und gehobelt und anschließend für große Längen keilverzinkt. Brettschichtholz besteht aus übereinander verleimten, sortierten und getrockneten Brettern. Durch die Verklebung können beliebig hohe Konstruktionshöhen hergestellt werden.



## STAHLPROFILE

**Beschreibung**

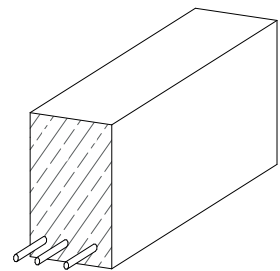
Die Deckenträger aus Stahl sind üblicherweise als Vollwandträger in Form eines I-Profils ausgeführt. Alternativ können Lochstegträger, oder U-Profile als Randträger, zum Einsatz kommen. Auch Träger aus Stahlhohlprofilen können verwendet werden. Den effektivsten Einsatz bringen I-Profile, da der Ober- bzw. der Untergurt die auftretenden Zug- und Druckspannungen materialsparend aufnehmen kann.



## STAHLBETONQUERSCHNITTE

**Beschreibung**

Deckenträger aus Stahlbeton können als quadratische Querschnitte, oder als Plattenbalken (T-Profil) ausgeführt werden. Stahlbetonträger sind im Verhältnis relativ massiv ausgeführt. Die erforderliche Zugbewehrung wird im unteren Teil des Trägers angeordnet.



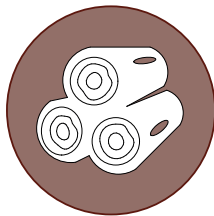


VARIANTE I

VARIANTE II

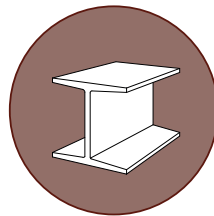
VARIANTE III

Aus dem Bauteilkatalog können beliebig Elemente für das gesamte Gebäude ausgewählt werden. Für den folgenden ökologischen Vergleich werden drei mögliche Varianten bestimmt. Hauptaugenmerk dabei liegt für die Auswahl der Elemente bei den Materialitäten. Aus dem Bauteilkatalog werden für Variante I Elemente gewählt, bei denen die tragende Konstruktion vorwiegend aus Holz besteht. Variante II wird vorwiegend aus Stahlbauteilen gebildet. Bei Variante III handelt es sich um ein Gebäude mit einer tragenden Stahlbetonstruktur.



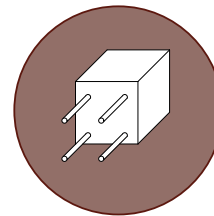
Variante I

Das Tragskelett der ersten Vergleichsvariante besteht aus Brettschichtholzelementen. Stützen, sowie Träger werden als BSH ausgeführt. Als Deckenelemente werden Brettsperrholzdecken gewählt. Wandkonstruktionen werden in diesem Fall durch Holzriegelwände gebildet.



Variante II

Die tragende Struktur der zweiten Vergleichsvariante besteht aus Stahl I-Profilen. Stützen und Träger werden durch Verschweißen zu einem Skelett verbunden. Als Ausnahme werden die Decken dieser Variante als Stahlbetondecken ausgeführt. Wandelemente sind als Stahl-Glas-Fassaden ausgeführt.



Variante III

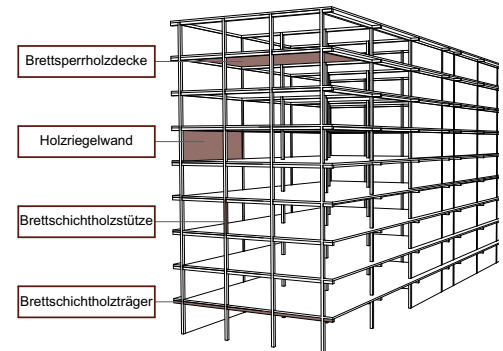
Bei der Vergleichsvariante 3 besteht das Tragskelett aus Stahlbetonbauteilen. Stützen und Träger werden als Rechteckquerschnitte ausgeführt. Als Deckenelemente werden Hohlblechdecken eingesetzt, während als Raumabschluss Stahlbetonwände zum Einsatz kommen.

### Variante I

Deckensystem: Brettspertholzdecke  
Wandsystem: Holzriegelwand  
Stütze: Brettschichtholzstütze  
Träger: Brettschichtholzträger

#### Gebäudemaße

Länge: 125,00 m  
Breite: 20,00 m  
Bruttonutzfläche: 2500,00 m<sup>2</sup>

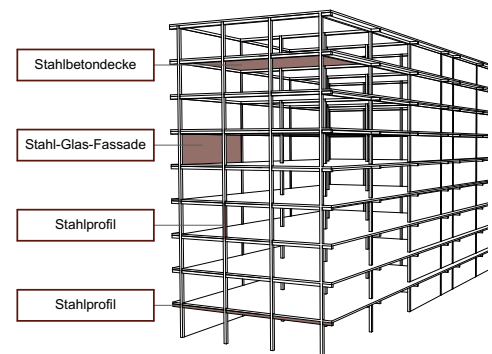


### Variante II

Deckensystem: Stahlbetondecke  
Wandsystem: Stahl-Glas-Fassade  
Stütze: I-Profil  
Träger: I-Profil

#### Gebäudemaße

Länge: 120,00 m  
Breite: 21,25 m  
Bruttonutzfläche: 2550,00 m<sup>2</sup>

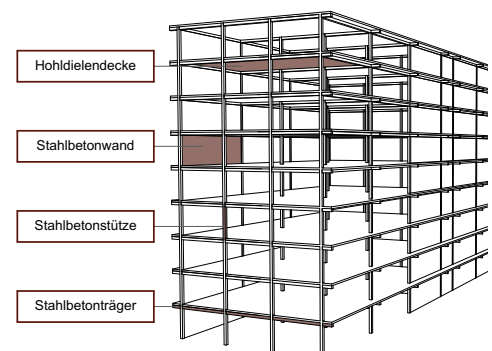


### Variante III

Deckensystem: Hohldielendecke  
Wandsystem: Stahlbetonwand  
Stütze: Stahlbeton-Rechteckquerschnitt  
Träger: Stahlbetonträger

#### Gebäudemaße

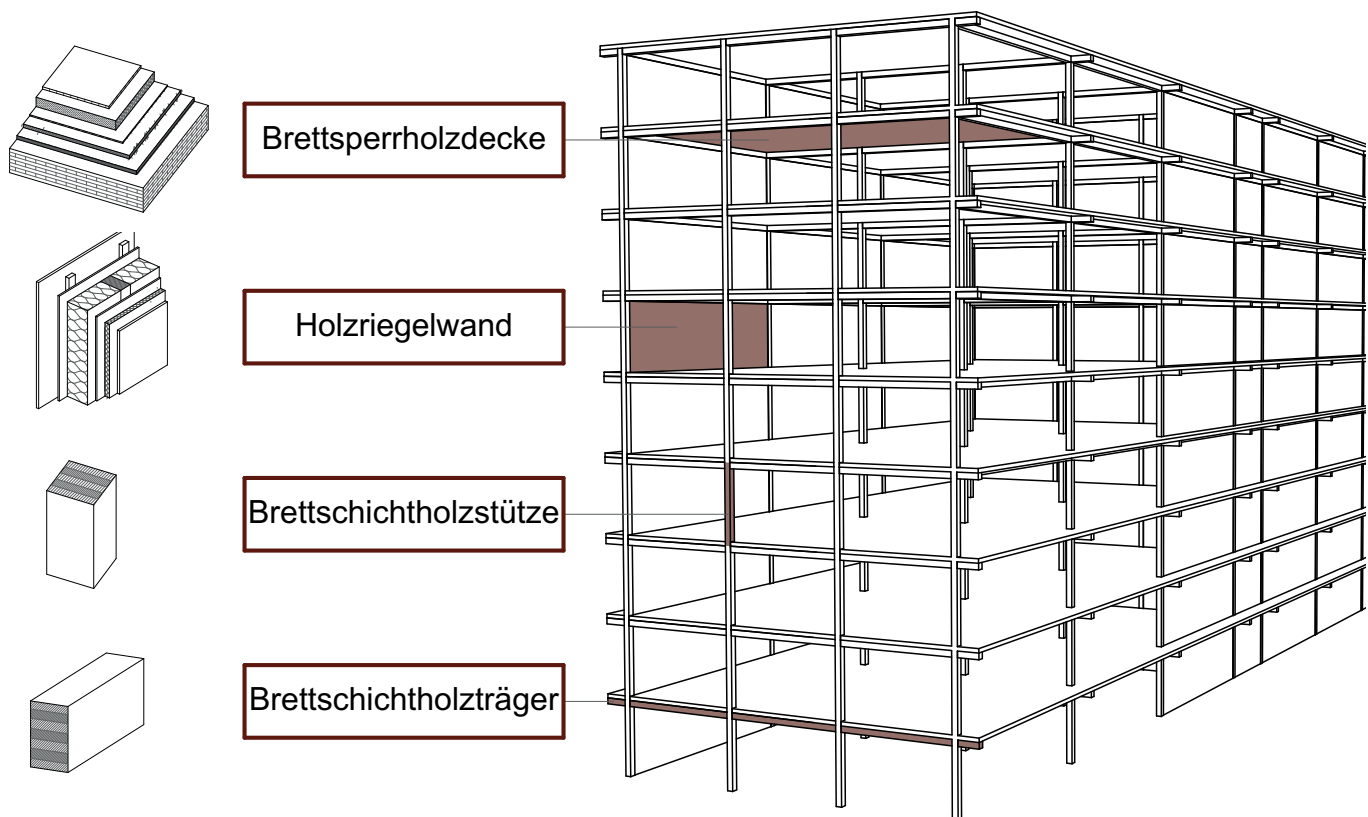
Länge: 135,00 m  
Breite: 18,75 m  
Bruttonutzfläche: 2531,25 m<sup>2</sup>

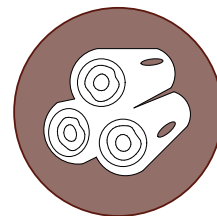




## VARIANTE I

Gebäudevariante I besteht aus Bauteilen mit einer tragenden Struktur aus Holz. Für das Tragskelett werden Brettschichtholz Elemente ausgewählt, da damit größere Dimensionen erreicht werden, als mit Konstruktionsvollhölzern. Besonders bei Trägern sind BSH-Elemente, durch die uneingeschränkten Querschnittsmöglichkeiten von Vorteil. Deckenelemente werden als Massivholzdecken ausgeführt. Brettspertholzdecken übernehmen die horizontale Aussteifung in der Deckenebene. Den seitlichen Raumabschluss bilden Wände aus Holzriegelkonstruktionen. Abhängig von der Deckenspannweite mit 6,25 m ist das Gebäude insgesamt 125,00 m lang und misst in der Breite 20,00 m. Die Geschoßfläche beträgt 2500,00 m<sup>2</sup>.





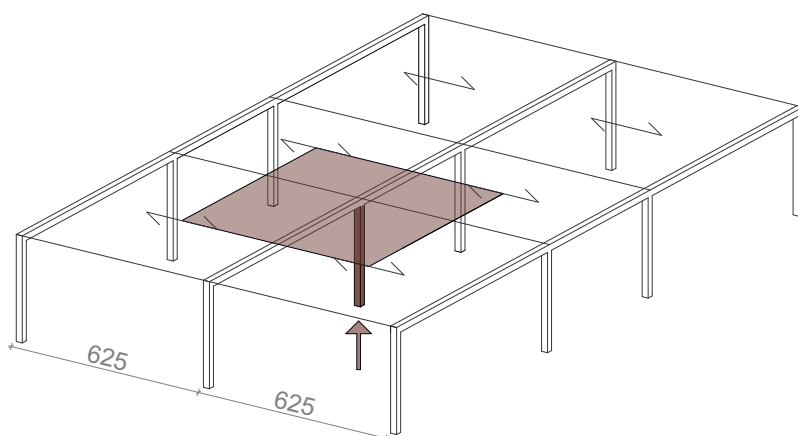
## Vorbemessungen

### Lasteinwirkung:

Träger: 57,71 kN/m  
Stütze: 1669,85 kN

### Dimensionen der Elemente:

Träger: 22 cm x 60 cm - Brettschichtholz  
Stütze: 34 cm x 34 cm - Brettschichtholz



## Massenermittlung

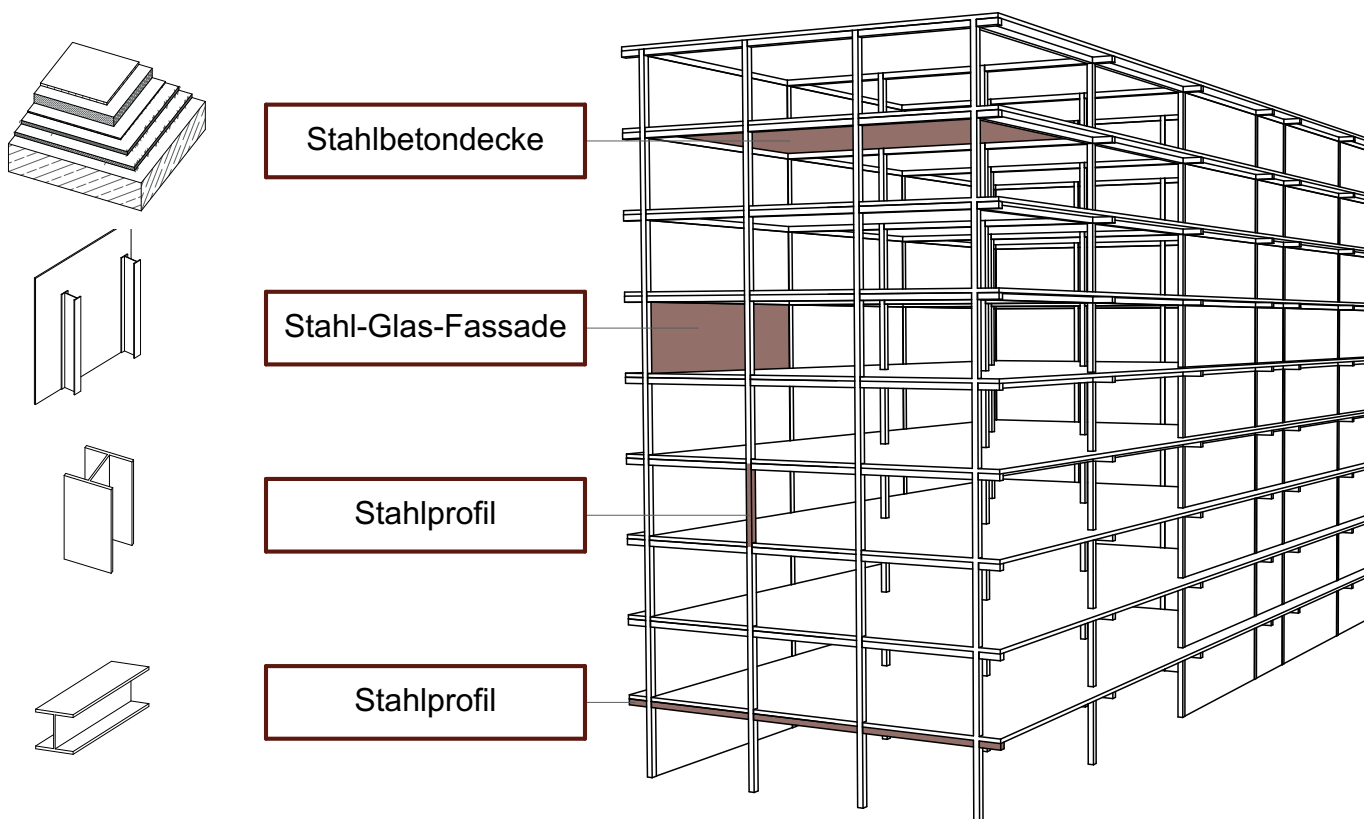
|                    |       | Stützen          | Träger 1     | Träger 2 | Decke 1      | Decke 2 | Wand 1      | Wand 2 | Wand 3 |
|--------------------|-------|------------------|--------------|----------|--------------|---------|-------------|--------|--------|
| <b>Abmessungen</b> |       |                  |              |          |              |         |             |        |        |
| Breite             | m     | 0,34             | 0,26         | 0,22     | 6,25         | 6,25    | 6,25        | 7,5    | 5      |
| Höhe               | m     | 3,1              | 0,8          | 0,6      |              |         | 2,7         | 2,7    | 2,7    |
| Länge              | m     | 0,34             | 7,5          | 5        | 7,5          | 5       |             |        |        |
| Volumen/Fläche     | m³/m² | 0,35836          | 1,56         | 0,66     | 46,875       | 31,25   | 16,875      | 20,25  | 13,5   |
| <b>Anzahl</b>      |       |                  |              |          |              |         |             |        |        |
| Anzahl/Geschoß     | Stk.  | 92               | 40           | 20       | 40           | 20      | 40          | 4      | 2      |
| Geschoße           |       | 8                | 8            | 8        | 8            | 8       | 8           | 8      | 8      |
| Anzahl gesamt      | Stk.  | 736              | 320          | 160      | 320          | 160     | 320         | 32     | 16     |
| <b>Menge</b>       |       |                  |              |          |              |         |             |        |        |
|                    | m³/m² | 263,75296        | 499,2        | 105,6    | 15000        | 5000    | 5400        | 648    | 216    |
| <b>Gesamtmenge</b> | m³,m² | <b>263,75296</b> | <b>604,8</b> |          | <b>20000</b> |         | <b>6264</b> |        |        |

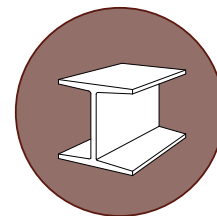
## VARIANTE II

Die Gebäudevariante II besteht vorwiegend aus Bauteilen mit einer tragenden Stahlkonstruktion. Für das tragende Skelett werden I-Profile ausgewählt. Sowohl die Stützen, als auch die Träger werden aus der HE-B Reihe gewählt.

Die Deckenkonstruktion besteht in diesem Fall ausnahmsweise aus Stahlbeton, da keine Decke, in Stahlkonstruktion ausgeführt, wirtschaftlich vergleichbar ist. Den seitlichen Raumabschluss bildet eine Konstruktion aus Stahlprofilen mit dazwischenliegenden Glaselementen. Die Dreifachverglasung übernimmt die wärmedurchgangstechnischen Anforderungen an diesen Bauteil.

Das Gebäude misst 120,00 m x 21,25 m und beinhaltet somit eine Bruttogeschoßfläche von 2550,00 m<sup>2</sup>.





## Vorbemessungen

### Lasteinwirkung:

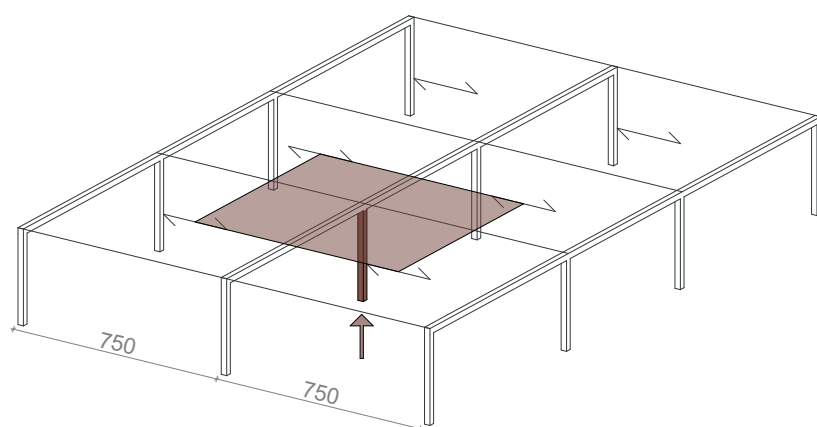
Träger: 104,20 kN/m

Stütze: 5499,76 kN

### Dimensionen der Elemente:

Träger: H-EB 360

Stütze: H-EB 320



## Massenermittlung

### Abmessungen

|                |                                |
|----------------|--------------------------------|
| Breite         | m                              |
| Höhe           | m                              |
| Länge          | m                              |
| Volumen/Fläche | m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> |

| Stützen   | Träger 1 | Träger 2 | Decke 1 | Decke 2 | Wand 1 | Wand 2 | Wand 3 |
|-----------|----------|----------|---------|---------|--------|--------|--------|
| 0,0161    | 0,0181   | 0,0149   | 7,5     | 6,25    | 7,5    | 6,25   |        |
|           |          |          |         |         | 2,7    | 2,7    |        |
| 3,105     | 7,5      | 6,25     | 7,5     | 7,5     |        |        |        |
| 0,0499905 | 0,13575  | 0,093125 | 56,25   | 46,875  | 20,25  | 16,875 | 0      |

### Anzahl

|                |      |
|----------------|------|
| Anzahl/Geschoß | Stk. |
| Geschoße       |      |
| Anzahl gesamt  | Stk. |

|     |     |     |     |     |     |    |   |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|---|
| 76  | 38  | 19  | 32  | 16  | 36  | 2  |   |
| 8   | 8   | 8   | 8   | 8   | 8   | 8  | 8 |
| 608 | 304 | 152 | 256 | 128 | 288 | 16 | 0 |

### Menge

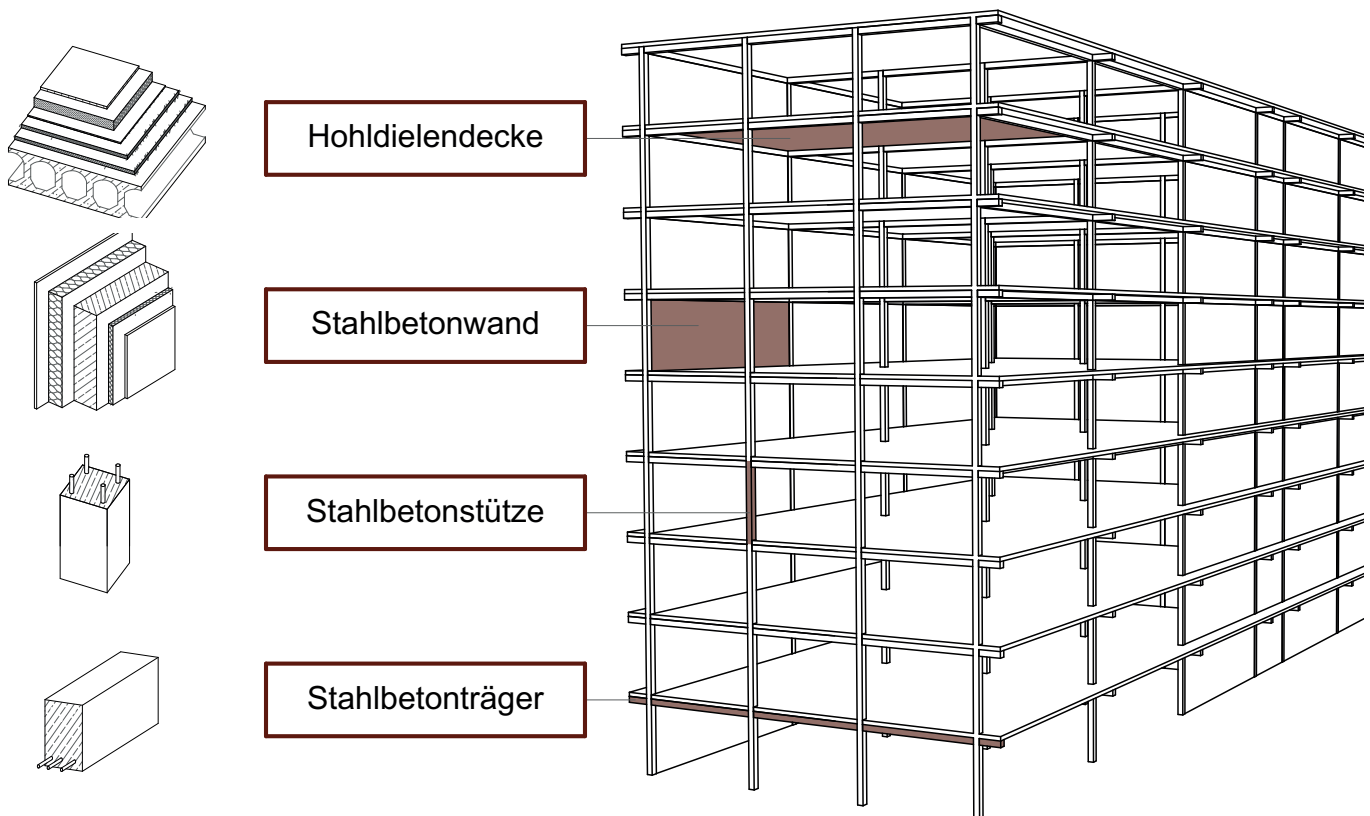
|             |                                |
|-------------|--------------------------------|
|             | m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> |
| Gesamtmenge | m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> |

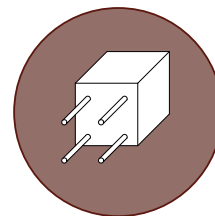
|                  |               |        |              |      |             |     |   |
|------------------|---------------|--------|--------------|------|-------------|-----|---|
| 30,394224        | 41,268        | 14,155 | 14400        | 6000 | 5832        | 270 | 0 |
| <b>30,394224</b> | <b>55,423</b> |        | <b>20400</b> |      | <b>6102</b> |     |   |

## VARIANTE III

Bauteile der Variante III bestehen aus dem Baustoff Stahlbeton. Stützen, sowie Träger des tragenden Skeletts werden als quadratische Querschnitte ausgeführt. Die Deckenkonstruktion besteht aus Hohlblechdeckenelementen. Wände aus Stahlbeton bilden den seitlichen Raumabschluss des Gebäudes.

Gebäudevariante III ist auf Grund der Deckenspannweite von 11,25 m insgesamt 135,00 m lang und beinhaltet mit einer Breite von 18,75 m eine Bruttogeschossfläche von 2531,25 m<sup>2</sup>.





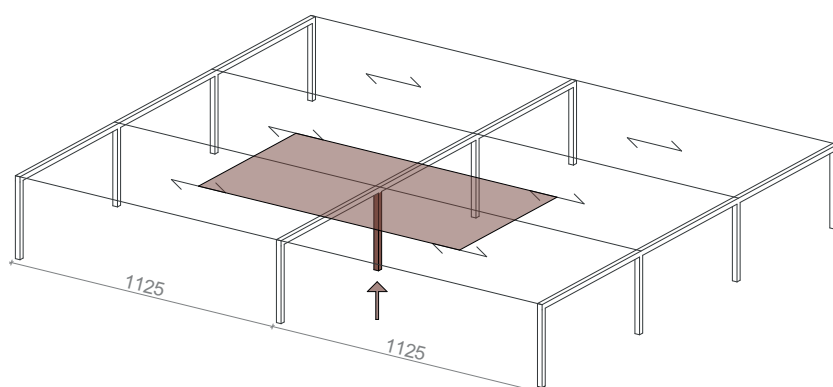
## Vorbemessungen

### Lasteinwirkung:

Träger: 183,05 kN/m  
Stütze: 8126,65 kN

### Dimensionen der Elemente:

Träger: 30 cm x 60 cm  
Stütze: 68 cm x 68 cm



## Massenermittlung

|                    |       | Stützen          | Träger 1   | Träger 2 | Decke 1      | Decke 2 | Wand 1      | Wand 2 | Wand 3 |
|--------------------|-------|------------------|------------|----------|--------------|---------|-------------|--------|--------|
| <b>Abmessungen</b> |       |                  |            |          |              |         |             |        |        |
| Breite             | m     | 0,68             | 0,3        |          | 6,25         |         | 11,25       | 6,25   |        |
| Höhe               | m     | 3,205            | 0,6        |          |              |         | 2,7         | 2,7    |        |
| Länge              | m     | 0,68             | 11,25      |          | 11,25        |         |             |        |        |
| Volumen/Fläche     | m³/m² | 1,481992         | 2,025      | 0        | 70,3125      | 0       | 30,375      | 16,875 | 0      |
| <b>Anzahl</b>      |       |                  |            |          |              |         |             |        |        |
| Anzahl/Geschoß     | Stk.  | 60               | 45         |          | 36           |         | 24          | 6      |        |
| Geschoße           |       | 8                | 8          |          | 8            |         | 8           | 8      |        |
| Anzahl gesamt      | Stk.  | 480              | 360        | 0        | 288          | 0       | 192         | 48     | 0      |
| <b>Menge</b>       |       |                  |            |          |              |         |             |        |        |
|                    | m³/m² | 711,35616        | 729        | 0        | 20250        | 0       | 5832        | 810    | 0      |
| <b>Gesamtmenge</b> | m³/m² | <b>711,35616</b> | <b>729</b> |          | <b>20250</b> |         | <b>6642</b> |        |        |





ENTWICKLUNG DER ÖKOLOGISCHEN BEWERTUNG

GEBÄUDELEBENSDAUER

ÖKOBILANZIERUNG I LCA (Life Cycle Assessment)

METHODE DER ÖKOBILANZIERUNG

KOMPONENTEN

methodischer Rahmen

Sachbilanz

Wirkungsabschätzung

Berichterstattung

UNSICHERHEITEN BEI DER LEBENSZYKLUSERMITTLUNG

NORMEN UND RICHTLINIEN

BILANZIERUNG 1m<sup>3</sup> MATERIAL

Vollholz

Stahlprofil

Stahlbeton

## ENTWICKLUNG DER ÖKOLOGISCHEN BEWERTUNGSMETHODEN

Der Begriff der Nachhaltigkeit wird erstmals in Bezug auf die Forstwirtschaft von Jean-Baptiste Colbert im „Code forestier“ erwähnt. 1713 formuliert Hannß Carl von Carlowitz in seinem Werk „silvicultura oeconomica“, dass immer nur so viel Holz geschlagen werden soll, wie durch Aufforstung wieder nachwachsen kann.

Die Ölkrise im Jahr 1973 bringt das Problem beschränkten natürlichen Ressourcen an die Öffentlichkeit.<sup>41</sup> Zu dieser Zeit wurden auch die ersten ökologischen Untersuchungen im Bereich Abfallwirtschaft und Verpackungen getätigt. 1970 startete die Firma Coca Cola mit der „Resource and Environmental Profile Analysis“. Studien zum Thema Energie wurden erstmals 1976 von der US Federal Energy Agency erstellt, die Untersuchungen zur Solarenergie machten, und 1979 schrieben die Herren Boustead und Hancock das „Handbook of Industrial Energy Analysis“.<sup>42</sup>

1987 wurde die Weltkommission für Umwelt und Entwicklung der Vereinten Nationen abgehalten. Aus der sogenannten „Brundtland-Kommission“ geht die Definition der Nachhaltigkeit hervor, in der es heißt: „Nachhaltige Entwicklung, ist die Entwicklung, die die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt, ohne zu riskieren, dass künftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse nicht befriedigen können.“

Die SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry) legt 1991 bei der Konferenz in Leiden den Begriff des Life Cycle Assessment fest. 1993 beschreibt eben diese Organisation den „Code of Practice“ des LCA.

Bei der dritten Conference of the Parties (COP3) der UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change), die 1997 in Kyoto abgehalten wurde, wurden erstmals völkerrechtlich verbindliche Zielwerte für den Ausstoß von Treibhausgasen festgelegt. Das sogenannte Kyoto Protokoll ist 2005 in Kraft getreten und bis 2011 sind 191 dem Abkommen beigetreten. Die USA sind dem Protokoll nie beigetreten und Kanada hat 2011 den Ausstieg bekannt gegeben.

Gleichzeitig wurde der erste internationale Standard zur Lebenszyklusanalyse mit der ISO 14040 - Principles and Framework veröffentlicht.

Bereits 1990 wurde mit der Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM) in Großbritannien begonnen, Gebäude anhand nachhaltigen Kriterien zu bewerten. In den Jahren 1996 und 1998 folgten Frankreich und die USA mit ihren Bewertungssystemen HQE und LEED.

In Österreich wurden 2005 die ersten eigenen Zertifizierungssysteme entwickelt. Das Lebensministerium und die Europäische

<sup>41</sup> Borska

<sup>42</sup> VDI Folien

Kommission rufen die Systeme klima:aktiv und EU Green Building ins Leben.

Die Novellierung der Normenserie und Zusammenfassung 2006 als ISO 14040 und ISO 14044 brachte weitere Zertifizierungssysteme mit sich.<sup>43</sup>

2009 wurde aus dem 1998 initiierten TQB das für österreich gültige ÖGNI Zertifikat, welches eine gleichmäßige Gewichtung der Nachhaltigkeitsaspekte berücksichtigt. Ein weiteres Bewertungssystem existiert seit 2009 mit dem DGNB.<sup>44</sup>

## GEBÄUDELEBENSDAUER

Eine Annahme, wie lange ein Bauwerk voraussichtlich besteht ist unter den Kriterien der Prognose, des Potenzials, sowie auf Hypothesen zu treffen.

Auf Grund der Anpassungsfähigkeit, des Erschließungssystems, sowie die logische Lastabtragung am Beispiel von Referenzbauten kann die Lebensdauer eines Gebäudes prognostiziert werden. Die Ausführung der Gebäudeelemente ist neben der Wartung des Baus entscheidend für das Überlebenspotenzial. Auch spielt hierbei die Wahl des Materials für eine gewisse Funktion eine große Rolle. So wird man beispielsweise für starke äußere Einwirkungen mineralische Materialien verwenden. Berechnungsverfahren zur Lebenszyklusdauer stützen auf Hypothesen über zyklischen Ersatzmodellen, welche die Lebensdauer für das Tragwerk gleich setzt mit der Lebensdauer für das gesamte Gebäude. Hierbei kann angenommen werden, dass nach 20-30 Jahren eine Teilerneuerung und nach 40-60 Jahren eine Gesamterneuerung durchzuführen ist.

Unter der Beachtung des ressourceneffizienten Materialeinsatzes muss vor Beginn der Planung entschieden werden, ob es sich um ein temporäres Gebäude (<50 Jahre) oder um ein langfristig bestehendes Gebäude (>100 Jahre) handeln soll.<sup>45</sup>

Die Lebensdauer eines Gebäudes kann nach ISO 10686 in verschiedene Kategorien eingeteilt werden. Die technische Lebensdauer bezieht sich auf die tragende Struktur des Bauwerks. Als wirtschaftliche Nutzungsdauer kann der effektiv nutzbare Zeitraum definiert werden. Die geplante Nutzungsdauer wird durch den Auftraggeber definiert, und bildet somit die Grundlage des Entwurfs. Der Zeitraum der Nutzung von einem bestimmten Zeitpunkt bis zum voraussichtlichen Ende der Nutzung wird als Restnutzungsdauer definiert.

Auch für die einzelnen Bauteile werden Begrifflichkeiten definiert. Die durchschnittliche technische Lebensdauer wird unter

<sup>43</sup> VDI Folien

<sup>44</sup> Borska

<sup>45</sup> König, 2009

Annahme von Randbedingungen angenommen. Sie wird in der Lebenszyklusanalyse als Ausgangspunkt für die Abschätzung der erwartenden Lebensdauer verwendet. Im Gegensatz dazu wird die erwartende technische Lebensdauer für die konkrete Form der Nutzung und Beanspruchung definiert. Faktoren wie Qualität, Beanspruchungsgrade, Nutzungsbedingungen und der Umfang der Instandhaltung spielen hierbei eine Rolle. Ist die Lebensdauer aus wirtschaftlich rentablen Gründen kürzer als die technische Lebensdauer, spricht man von der wirtschaftlichen Nutzungsdauer. Um eine Ökobilanzierung zu erstellen kann mit Hilfe der VDI 2067 eine rechnerische Nutzungsdauer erstellt werden.<sup>46</sup>

## Lebenszyklusphasen

Durch die ständige Veränderung eines Gebäudes ergibt sich für dieses eine sehr lange Lebensdauer. Im Laufe dieser durchläuft ein Bauwerk unterschiedliche Phasen, die die Prozesse Zielfestlegung, Planung, Kostenkontrolle, Bau- oder Nutzungsprozess beinhalten.

Gleichzeitig weist jede dieser Phasen die Entstehung von Stoff- sowie Energieflüssen auf, die sich aus der Baustoffherstellung, der Transporte, der Montagen, der Entsorgung, sowie der Nutzung ergeben.

Die Planung in Bezug auf den Lebenszyklus der Gebäude fordert die Kenntnis der Abhängigkeiten dieser Kriterien zueinander.

### Neubauphase

Die Neubauphase beinhaltet den Beschluss des Bauherrn zum Neubau, sowie die gesamte Planung, Herstellung und Errichtung und endet mit dem Beginn des Nutzungsbetriebs.

### Nutzungsphase

Die Nutzungsphase beginnt ab der Inbetriebnahme des Bauwerks und läuft über den gesamten Gebäudebetrieb bis zum Beschluss, eine Erneuerung am Gebäude durchzuführen.

### Erneuerungsphase

Die Erneuerungsphase umfasst den Baubetrieb während der Teil- oder Gesamterneuerung des Gebäudes.

Je nach Bedarf kann ein Gebäude mehrere Nutzungs- und Erneuerungsphasen durchlaufen.

### Rückbau- und Entsorgungsphase

Der Beginn der Rückbau- und Entsorgungsphase beginnt mit dem Beschluss das Gebäude nicht mehr zu nutzen<sup>47</sup>

<sup>46</sup> König, 2009, S.36

<sup>47</sup> ebd., 2009, S.10

## ÖKOBILANZIERUNG I LCA (LIFE CYCLE ASSESSMENT)

Durch die systematische Analyse der Ressourcenentnahme aus der Umwelt und den dafür benötigten Energieaufwand im gesamten Lebenszyklus eines Baustoffes, kann eine Bilanz über die ökologischen Einwirkungen eines Bauteils in die Natur erstellt werden.<sup>48</sup>

Internationale Normen wie die ISO 14040 und die ISO 14044 standardisieren das Verfahren der Ökobilanzierung und ermöglichen damit einen weltweiten Vergleich der Gebäude.

### METHODE DER ÖKOBILANZIERUNG

Für die Erstellung der Ökobilanzierung wird der gesamte Lebenszyklus eines Produkts betrachtet. Von der Wiege bis zur Bahre lautet der umfassende Grundsatz, der von der Herstellung über die Nutzung bis zur Entsorgung alle Etappen eines Elements beinhaltet. Dazu ist es nötig, Szenarien zu entwickeln und zukünftige Lebenszyklusphasen abzuschätzen. Auch alle anfallenden Emissionen an Umweltressourcen wie Wasser, Luft und Boden werden erfasst und in die Analyse mit einbezogen. Gesamtheitlich werden alle Umweltbelastungen zusammengefasst und für die Bewertung transparent dargestellt.<sup>49</sup>

*„Ökobilanz ist die Zusammenstellung und Beurteilung der Input- und Outputflüsse und der potentiellen Umweltwirkungen eines Produktsystems im Verlauf seines Lebensweges.“<sup>50</sup> -EN ISO 14040*

Die Ökobilanz bezieht sich auf die Umweltaspekte und potentiellen Umweltwirkungen im Verlauf des Lebensweges eines Produktes. Dabei werden die Herstellungsphase mit der Rohstoffgewinnung und Produktion, die Anwendung des Produktes, die Abfallbehandlung, das Recycling, sowie die endgültige Beseitigung berücksichtigt.

Die Ökobilanz wird gemäß EN ISO 14040 folgendermaßen definiert: „Die Ökobilanz ist die Zusammenstellung und Beurteilung der Input- und Outputflüsse und der potentiellen Umweltwirkungen eines Produktsystems im Verlauf seines Lebensweges.“<sup>51</sup>

Die Anwendung der ökologischen Bilanzierung hat zum Ziel, die Entwicklung und Verbesserung von Produkten, die strategische Planung, sowie politische Entscheidungsprozesse zu erleichtern.

Die ökologische Bilanzierung betrachtet den gesamten Lebensweg eines Produktes. Sie bezieht sich auf die Umweltaspekte und -wirkungen eines Produktsystems. Betrachtet werden alle Attribu-

<sup>48</sup> König, 2009, S.13

<sup>49</sup> ebd. S.38

<sup>50</sup> EN ISO 14040

<sup>51</sup> ebd.

te und Aspekte von natürlicher Umwelt, menschlicher Gesundheit und Ressourcen. Andere Kriterien der Nachhaltigkeit wie ökonomische und soziale Komponenten liegen außerhalb des Wirkungsbereiches. Für die Bilanzierung wird eine funktionale Einheit definiert, die festlegt, was zu untersuchen ist. Grundlegend ist die Ökobilanzierung eine iterative Methode, die Ergebnisse für die Folgephasen verwendet.

Ein wichtiges Kriterium für die Erstellung einer ökologischen Bilanzierung ist die ganzheitliche Transparenz, um eine angemessene Auswertung sicherzustellen. Die zu treffenden Entscheidungen basieren auf naturwissenschaftlichen Erkenntnissen.

Grundsätzlich sind zur Erstellung von Ökobilanzen mehrere Methoden möglich, die von Organisationen, abhängig von der gewünschten Anwendung, flexibel implementiert werden.<sup>52</sup>

## KOMPONENTEN

Eine ökologische Bilanzierung besteht gemäß EN ISO 14040 aus vier Phasen. In der ersten Phase werden die Ziele und der Untersuchungsrahmen festgelegt. Diese hängen stark vom Untersuchungsgegenstand und der vorgesehenen Anwendung der Studie ab. Phase zwei ist die Sachbilanz-Phase. Sie erfasst Daten, die zum Erreichen der Ziele notwendig sind. Dieser Phase folgt die Wirkungsabschätzung, welche zusätzliche Informationen bereitstellt, um die Umweltrelevanz besser zu verstehen. In Phase vier werden die Ergebnisse ausgewertet, Schlussfolgerungen getroffen und Empfehlungen abgegeben.<sup>53</sup>

## methodischer Rahmen

Am Beginn einer Ökobilanz werden das Ziel, sowie der Untersuchungsrahmen der Studie festgelegt.

Die beabsichtigte Anwendung, sowie Gründe zur Durchführung der Studie sind Faktoren zur Zieldefinition. Auch wird die Zielgruppe angegeben, an die sich die Ergebnisse richten.

Der Untersuchungsrahmen gibt an, welches Produktsystem untersucht wird, sowie die Funktion dieses Systems. Außerdem wird die funktionelle Einheit der Elemente definiert. Systemgrenzen und Allokationsverfahren werden erstellt. Ebenfalls werden die Wirkungskategorien ausgewählt und die Methode für die Wirkungsabschätzung definiert. Die dazu gehörigen Daten werden nach Anforderungen ausgewählt.<sup>54</sup>

<sup>52</sup> EN ISO 14040

<sup>53</sup> ebd.

<sup>54</sup> ebd.

<sup>55</sup> ebd.

### Funktion, funktionelle Einheit und Referenzflüsse

Ein System kann mehrere mögliche Funktionen haben, die vom Ziel und dem Untersuchungsrahmen der Studie abhängen. Durch die funktionelle Einheit wird die Quantifizierung der angegebenen Funktionen (Leistungskennwerte) des Produktes festgelegt. Sie dient dazu, einen Bezug zu schaffen, auf den die Input- und Outputflüsse bezogen werden. Um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu garantieren ist diese Bezugsbasis notwendig. Auch der Referenzfluss (Menge der notwendigen Produkte) des Produktsystems ist festzulegen.<sup>55</sup>

Kriterien der funktionalen Einheit<sup>56</sup>

- Standort und Einbindung in die Umgebung
- Gebäudetyp
- Kubatur und Flächen (BGF, NGF, NF)
- Bauweise
- Nutzungsart und –intensität
- Angenommene Nutzungsdauer

### Systemgrenze

Die Systemgrenze definiert Prozessmodule, die für das System zu beachten sind. Verwendete Annahmen und Abschneidekriterien sollen für das System beschrieben werden. Um die Systemgrenze festzulegen, müssen mehrere Kriterien beachtet werden. Die Gewinnung von Rohstoffen und die folgenden Herstellungs- und Verarbeitungsschritte werden berücksichtigt.<sup>57</sup>

Sinnvolle Betrachtungen des Lebenszyklus beschränken die Analyse auf, für das System relevante, Bestandteile. Dazu werden, um unwichtige Daten zu vermeiden Abschneidekriterien und Systemgrenzen definiert.

### Anforderungen an die Datenqualität

Für die benötigte Transparenz, und um die Ergebnisse richtig interpretieren zu können ist die Beschreibung der Daten wichtig.

Für die Berechnung müssen Bezugsgrößen festgelegt werden, welche den Nutzen des Systems erfassen. Die sogenannte funktionale Einheit ermöglicht Produkte zu vergleichen, die denselben Nutzen haben.

Das bedeutet, dass Bauteile nach ihrer Funktion eingeteilt und verglichen werden.<sup>58</sup>

<sup>56</sup> König, 2009, S.48

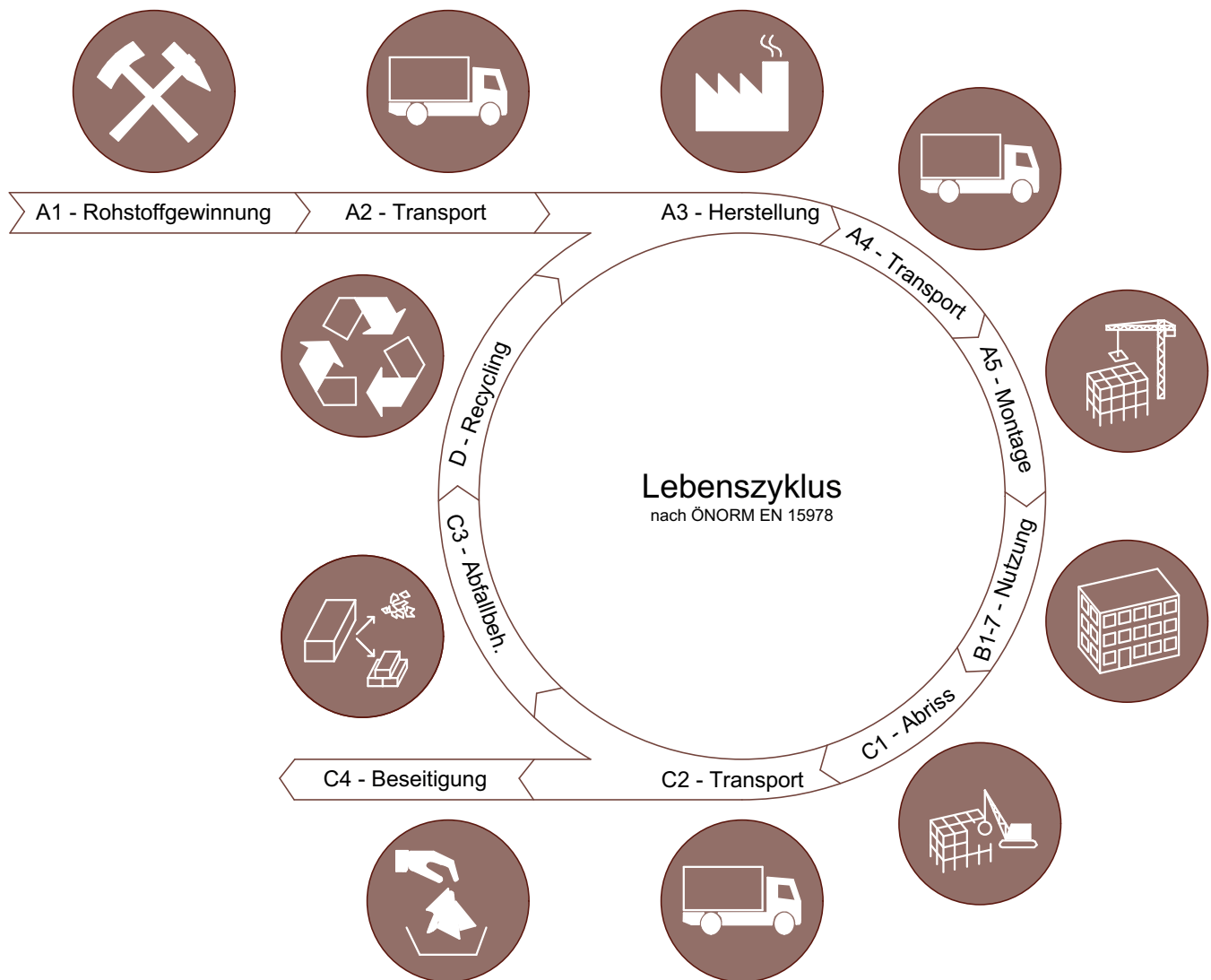
<sup>57</sup> EN ISO 14040

<sup>58</sup> König, 2009, S.40



## Lebenszyklus

Der Lebenszyklus eines Gebäudes wird von der Herstellung der Produkte, über den Einsatz dieser, bis zur Entsorgung als gesamtheitliche Betrachtung dargestellt. Er wird gemäß ÖNORM EN 15978 in die Module A, B, C und D, sowie deren Unterkategorien eingeteilt.<sup>59</sup>



<sup>59</sup> ÖNORM EN 15978

Die Module A1 bis A3, werden als Herstellungsphase bezeichnet und beinhalten Prozesse von der Wiege der Produkte bis zum Verlassen des Werkgeländes.

Die Errichtungsphase umfasst die Module A4 und A5, den Transport vom Werk bis zur Baustelle, sowie die Errichtung, bzw. den Einbau des Produktes ins Gebäude.

Während der Nutzung des Gebäudes sind die Module B1 bis B7 zu beachten. B1 umfasst die erwarteten Faktoren, die sich aus der Nutzung des Gebäudes ergeben. Beim zweiten B Modul wird die Instandhaltung des Bauwerks betrachtet, während B3 Instandsetzungs- und Reparaturprozesse beinhaltet. Das Modul B4 bildet die Grenze des Austausches der Elemente im Gebäude. Bei B5 handelt es sich um Modernisierungsmaßnahmen im Laufe der Nutzung des Gebäudes. Der Energieverbrauch während des Betriebs wird mit dem Modul B6 beschrieben, während B7 den Wasserverbrauch im Betrieb beinhaltet.

Die Grenzen der Entsorgungsphase gliedern sich in die Module C1 bis C4. Die Module C1 und C2 beinhalten den Rückbau des Gebäudes, sowie den dazugehörigen Abtransport der Produkte. Für die Abfallbehandlung wird das Modul C3 verwendet. Es beinhaltet die Wiederverwendung, die Rückgewinnung oder das Recycling eines Produktes. Beim Modul C4 wird die endgültige Beseitigung, Neutralisierung, Verbrennung, sowie das Deponieren der Produkte beschrieben.<sup>60</sup>

Für die tatsächliche Auswahl der Entsorgungsvariante eines Produktes werden die Annahmen getroffen, dass alle Metalle recycelt und in derselben Form wiederverwendet werden, Baustoffe mit einem thermischen Verwertungsgrad werden verbrannt, mineralische Produkte werden als Bauschutt aufbereitet und die restlichen Materialien müssen deponiert werden.<sup>61</sup>

Das Modul D steht außerhalb der Systemgrenze des Lebenszyklus und beschreibt Vorteile und Belastungen der verwendeten Elemente.<sup>62</sup>

<sup>60</sup> ÖNORM EN 15978

<sup>61</sup> [www.bnb-nachhaltigesbauen.de](http://www.bnb-nachhaltigesbauen.de)

<sup>62</sup> ÖNORM EN 15978

## Sachbilanz

Die Erhebung der benötigten Daten, sowie anzuwendende Berechnungsverfahren der Input- und Outputflüsse werden von der Sachbilanz umfasst.

### Datenerhebung

Innerhalb der Systemgrenze können die zu erhebenden Daten in Hauptgruppen gegliedert werden. Die erste Gruppe umfasst die Energieinputs, Rohstoff-Inputs, Betriebsstoff-Inputs und andere physikalische Inputs. Bei der zweiten Hauptgruppe handelt es sich um Produkte, Koppelprodukte, sowie Abfälle, während bei der dritten Gruppe Emissionen in die Luft, Einleitungen im Wasser und Verunreinigungen des Bodens betrachtet werden. Bei Hauptgruppe vier werden weitere Umweltaspekte ins Auge gefasst.<sup>63</sup>

Die benötigten Daten werden gemäß EN ISO 15804 nach den Definierten Modulen des Lebenszyklus für jedes Produkt ermittelt. Diese Umweltproduktdeklarationen (EPDs) beschreiben die Umwelteigenschaften eines Produktes über den gesamten Lebenszyklus. Durch die europaweite Vereinheitlichung ermöglichen EPDs den Vergleich von Produkten mit gleicher Funktion. Die Deklarationen ermöglichen außerdem Gut- und Lastschriften außerhalb der Systemgrenze des Lebenszyklus zu beschreiben.<sup>64</sup>

Diese Ergebnisse der EPDs werden aus Datenbanken erhoben. Die Datensätze werden immer für eine Referenzeinheit, z.B.: 1 m<sup>3</sup> oder 1 kg eines Materials angegeben und können linear skaliert werden.

Die Verwendung muss einheitlich erfolgen, damit gleiche Ausgangswerte zur Berechnung herangezogen werden.

### Datenberechnung

Nach der Erhebung der Daten sind Berechnungsverfahren nötig, um die Ergebnisse für jedes Prozessmodul des Produktsystems und dessen funktionelle Einheit zu bekommen.<sup>65</sup>

Als Bilanzierungswert für den Energieverbrauch eines Produktes wird der Bedarf an Primärenergie angegeben. Dieser wird unterteilt in erneuerbare und nicht erneuerbare Energieträger.

#### Primärenergiebedarf nicht erneuerbar (PENRT)

Der Primärenergieverbrauch beschreibt den erforderlichen Gesamtbedarf an energetischen Ressourcen, welcher zur Herstellung oder Dienstleistung eines Produkts benötigt wird. Dabei werden erneuerbare und nicht erneuerbare Energieträger unterschieden.

Der nicht erneuerbare Primärenergieverbrauch umfasst den Einsatz der Energien aus fossilen Ressourcen wie Erdgas, Erdöl,

<sup>63</sup> EN ISO 14040

<sup>64</sup> IBO Magazin 2/14

<sup>65</sup> EN ISO 14040

Braunkohle, Steinkohle und Uran.  
Der Primärenergiebedarf wird in MJ angegeben.<sup>66</sup>

Primärenergiebedarf erneuerbar (PERT)  
Im Gegensatz zum PENRT umfasst der erneuerbare Anteil des Primärenergieverbrauches Wind- und Wasserkraft, Geothermie, Solarenergie und die in Biomasse verfügbare Energie. Der erneuerbare Primärenergiebedarf wird ebenfalls in MJ angegeben.<sup>67</sup>

## **Wirkungsabschätzung**

Die erhobenen Daten aus der Sachbilanz werden bei der Wirkungsabschätzung mit spezifischen Kategorien verknüpft. Entscheidend dabei ist die Transparenz der Werte, damit die Annahmen eindeutig dargestellt und beschrieben werden können.

### Bestandteile

Die Wirkungsabschätzung wird in Bestandteile eingeteilt, damit jeder Aspekt für sich steht und unabhängig definiert und betrachtet werden kann. Außerdem kann für jeden Bestand separat eine Qualitätseinschätzung der Methoden durchgeführt werden.

Die Auswahl der Wirkungskategorien und –indikatoren, sowie die Zuordnung der Sachbilanzergebnisse sind verbindliche Bestandteile der Wirkungsabschätzung. Weiters müssen die Wirkungsindektorenwerte berechnet, und die Ergebnisse dargestellt werden.

Optional kann die Berechnung von Verhältnissen der Ergebnisse zu Referenzwerten durchgeführt werden. Auch die Ordnung und Gewichtung der Ergebnisse sind optionale Bestandteile der Wirkungsabschätzung.

### Grenzen

Die Wirkungsabschätzung befasst sich nur mit Umweltthemen, die am Beginn der Studie festgelegt werden. Dadurch kann keine vollständige Einschätzung aller Umweltaspekte durch die Wirkungsabschätzung dargestellt werden. Unsicherheiten entstehen auch durch die fehlende zeitliche, sowie räumliche Dimension bei den Sachbilanzergebnissen.

### Auswertung

Gemeinsam mit den Ergebnissen aus der Sachbilanz werden die Resultate der Wirkungsbilanz betrachtet und können somit zu Schlussfolgerungen dienen.<sup>68</sup>

<sup>66</sup> König, 2009 S.43

<sup>67</sup> ebd.

<sup>68</sup> EN ISO 14040

## Wirkungsfaktoren

Das Institut für Baubiologie und Bauökologie bilanziert verschiedene Baustoffe hinsichtlich ökologischer Kennzahlen. Die Baustoffe werden vom Ressourcengewinn bis zum fertigen Produkt untersucht. Es werden alle notwendigen Schritte bis zum Endprodukt berücksichtigt. Für jeden dieser Prozessschritte müssen dazu Material-, Transport- und Energieinputs sowie allfällige Emissionen ermittelt werden. Dabei werden folgende ökologische Kennzahlen berücksichtigt.<sup>69</sup>

Die zu bilanzierenden Kennzahlen können in globale, regionale und lokale Faktoren unterteilt werden. Während das Treibhauspotential und das Ozonabbaupotential weltweite Auswirkungen aufweisen, zeigt das Versauerungspotential regionale Konsequenzen. Die Werte des Eutrophierungspotentials, des Photooxidantienbildungspotentials und des Entsorgungsindikators wirken sich auf die direkte Umgebung aus.

### Treibhauspotential (GWP)

Das Treibhauspotential GWP (global warming potential) beschreibt den Beitrag zum Treibhauseffekt. Es zeigt das Verhältnis einer Substanz relativ zu einer gleichen Menge Kohlendioxid. Kohlendioxid wird als Vergleichswert herangezogen, weil es das mengenmäßig wichtigste Treibhausgas ist. Es wird also für jede Substanz die gleichwertige Menge an Kohlendioxid in Kilogramm errechnet. Das Treibhauspotential wird als Kohlendioxid-Äquivalente angegeben.<sup>70</sup>

### Ozonabbaupotential (ODP)

Das ODP (Ozone Depletion Potential) beschreibt die Verringerung der Ozonkonzentration in der Stratosphäre. Diese entsteht durch Emissionen von FCKW (Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoff), sowie Stickoxiden. Das Ozonabbaupotential wird als Äquivalente in kg der Referenzsubstanz Tri-Chlor-Fluor-Methan angegeben.<sup>71</sup>

### Versauerungspotential (AP)

Das Versauerungspotential AP (acidification potential) wird für jede Substanz, die säurebildend ist, relativ zum Säurebildungspotential von Schwefeldioxid angegeben. Durch die chemische Zusammensetzung der Luft mit säurebildenden Gasen kann es zur Umwandlung in Salpeter- und Schwefelsäure kommen. Diese beiden Stoffe lösen sich sofort in Wasser auf. Solche angesäuerten Wassertropfen sind auch bekannt als saurer Regen. Dieser tritt im Gegensatz zum Treibhauseffekt nicht global, sondern regional auf. Das Versauerungspotential wird in der Schwefeldioxid-Äquivalente angegeben.<sup>72</sup>

<sup>69</sup> [www.ibo.at](http://www.ibo.at)

<sup>70</sup> BORSKA, 2015

<sup>71</sup> ebd.

<sup>72</sup> ebd.

#### Eutrophierung (EP)

Die sogenannte Überdüngung entsteht durch übermäßige Einwirkung der Substanzen Phosphor und Stickstoff in Gewässer und Böden.

Die Eutrophierung wird in der Phosphat-Äquivalente angegeben.<sup>73</sup>

#### Photooxidantienbildungspotential (POCP)

Das POCP (Photocemical Ozone Creation Potential) ist auch bekannt als Sommersmog. Dieser Effekt entsteht durch die Bildung von bodennahem Ozon durch die Reaktion des Sonnenlichts mit den Substanzen Stickoxid und Kohlenwasserstoff. Das POCP wird in kg als C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>-Äquivalente (Ethen-Äquivalente) angegeben.<sup>74</sup>

#### Entsorgungsindikator (EI)

Wie der Lebenszyklus eines Gebäudes zeigt, kommt im Laufe der Jahre der Zeitpunkt, an dem die Materialien nach dem Abbruch des Bauwerks entsorgt werden müssen. Dazu gehören die Beseitigung sowie die Verwertung der Abfälle. Im Grunde gibt es drei Entsorgungswege: Recycling, Verbrennung und Ablagerung. Dazu kann der EI (Entsorgungsindikator) berechnet werden. Für den EI sind die Kriterien: Volumen, die Entsorgungseinstufung, das Verwertungspotential, die Entsorgungszahl, sowie die Berücksichtigung der Abfallfraktion ausschlaggebend. Diese Punkte werden in fünf Stufen bewertet, wobei 1 die beste Stufe (Wiederverwendung) ist.<sup>75</sup>

<sup>73</sup> Borska, 2015

<sup>74</sup> ebd.

<sup>75</sup> IBO, Ökokennzahlen

## Berichterstattung

Als Abschluss einer Ökobilanzierung ist ein aussagekräftiger Bericht zu verfassen. Dieser soll die Phasen der Studie behandeln und die Datenqualität der Bilanzierung beschreiben. Auch soll die Beziehung zu Sachbilanzergebnissen dargestellt werden und die Auswahl der Wirkungskategorien und Charakterisierungsmodelle beschrieben werden. Ebenso sind die Faktoren der Umweltwirkungsmechanismen und das Profil der Indikatorwerte darzustellen.

## ARBEITSMETHODIK

Die Lebenszyklusanalyse ist je nach Bedarf und Nutzen unterschiedlich anzuwenden. Es wurden zwei Arbeitsweisen dazu entwickelt, die Top-Down und die Bottom-Up Methode.

Beim Top-Down Ansatz werden Erfahrungswerte für ein konkretes Projekt adjustiert. Diese Methode erlaubt keine Miteinbeziehung von Innovationen, da diese in den bezogenen Daten nicht vorhanden sind. Die Datensätze unterliegen der Alterung, sodass sich Entscheidungsgrundsätze nach drei bis fünf Jahren ändern.

Die Bottom-Up Methode wird für die Auswahl unterschiedlicher Konstruktionsmethoden angewendet. Vollständige Gebäude mehrerer Varianten zu berechnen ist meist aufwendig und nicht wirtschaftlich. Voraussetzung für die Bottom-Up Methode ist die komplette Erfassung von Bauteilen und deren Einzelelementen, sowie die ständige Verfügbarkeit der dazu notwendigen Daten.<sup>76</sup>

## NORMEN UND RICHTLINIEN

EN ISO 14040: Umweltmanagement – Ökobilanz – Grundsätze und Rahmenbedingungen

EN ISO 14044: Umweltmanagement – Ökobilanz – Anforderungen und Anleitungen

ÖNORM EN 15804: Nachhaltigkeit von Bauwerken - Umweltproduktdeklarationen - Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte

ÖNORM EN 15978: Nachhaltigkeit von Bauwerken - Bewertung der umweltbezogenen Qualität von Gebäuden - Berechnungsmethode

ÖNORM EN 15643: Nachhaltigkeit von Bauwerken - Bewertung der Nachhaltigkeit von Gebäuden - Teil 1: Allgemeine Rahmenbedingungen

<sup>76</sup> König, 2009, S.104



## UNSICHERHEITEN BEI DER LEBENSZYKLUSERMITTLUNG

Durch die Verwendung von Szenarien in der Lebenszyklusanalyse ist es nicht möglich, detaillierte Daten über ein einzelnes Gebäude zu schaffen. Da bei der Planung oder während des Bauprozesses noch nicht voraus gesagt werden kann, welches End-of-Life-Kriterium eintritt, werden die einzelnen Phasen des Lebenszyklus mit Hilfe von möglichen Szenarien ermittelt.

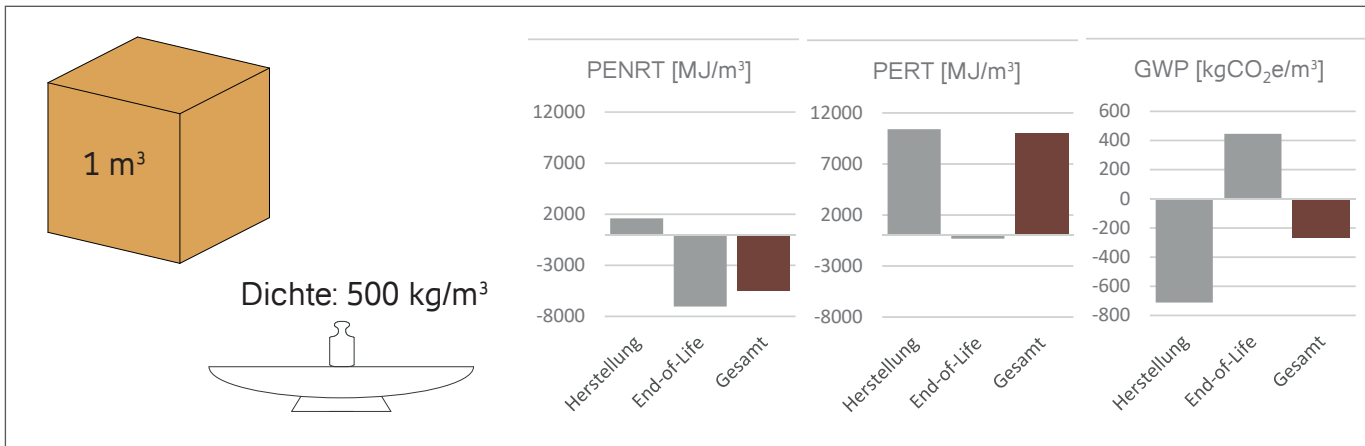
Bei der Trendfortschreibung werden die Phasen in regelmäßiger Abfolge angenommen, wobei die Dauer der Phasen exakt festgelegt werden. Der einfachste Fall tritt ein, wenn Elemente nach Ablauf ihrer Lebensdauer durch dasselbe Element ersetzt werden. Es ist auch möglich anzunehmen, dass Elemente durch, mit neueren Technologien hergestellten Elementen ersetzt werden. Jedoch ist die Vorrausicht neuer Technologien nicht genauer als die Vorhersage der Lebensdauer einzelner Baustoffe (Entwicklungstrends Bsp.: Passivhaus, Isoliergläser etc.).

Eine andere Variante der Lebenszyklusbestimmung ist die Wahl von Optionsszenarien als Alternativen und zeitlicher Aufschiebung von Optionen.<sup>77</sup>

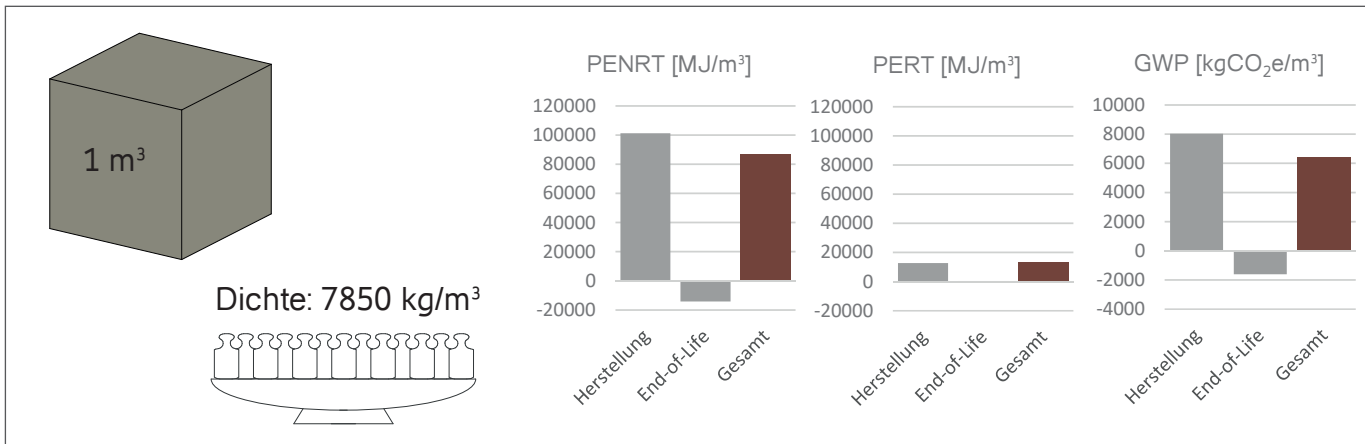
<sup>77</sup> König, 2009, S.16

Von den Baustoffen Holz, Stahl und Beton wird jeweils 1 m<sup>3</sup> des Materials verglichen. In der folgenden Darstellung werden der Primärenergiebedarfe aus erneuerbaren und nicht erneuerbaren Quellen, sowie das Treibhauspotential ausgewiesen. Die Werte beziehen sich jeweils auf 1 m<sup>3</sup> der Materialien. Die Balken bilanzieren die Herstellung, die Entsorgung, sowie das Ergebnis über

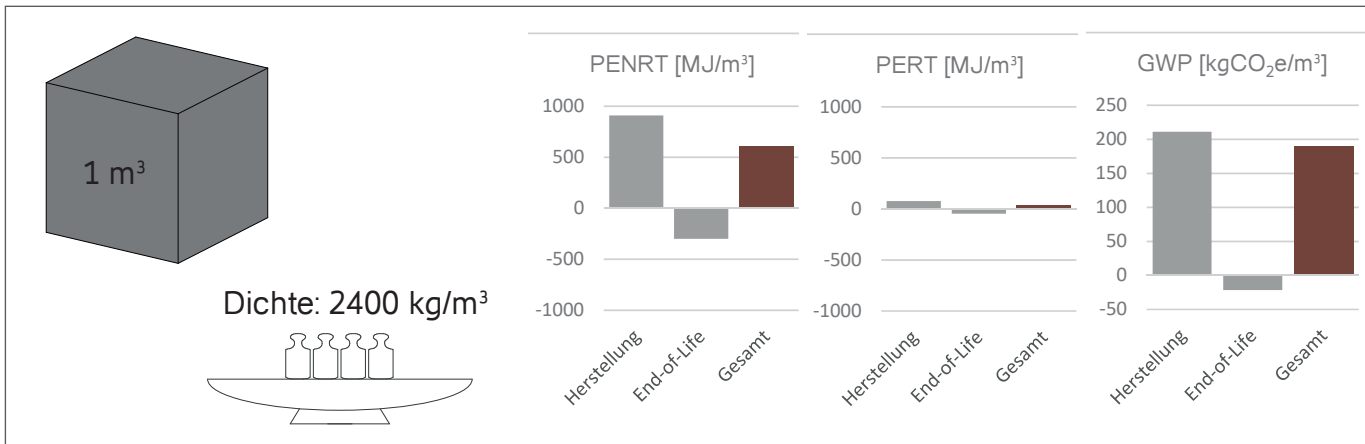
## HOLZ



## STAHL

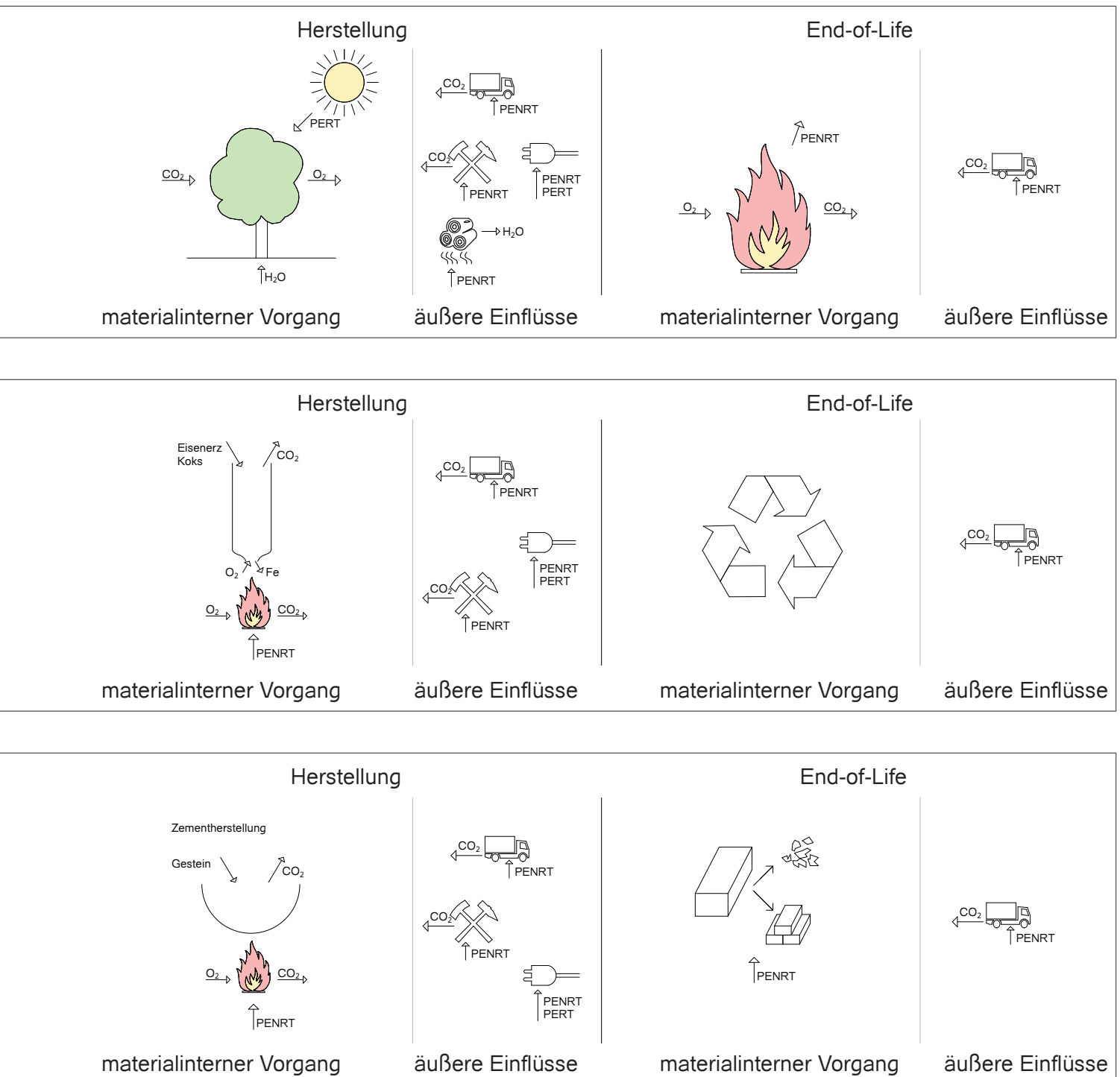


## BETON



den gesamten Lebenszyklus.

Die dargestellten Bilanzen treten im Laufe des Lebenszyklus als Energie- und Kohlendioxidprozesse auf. Diese können materialintern, als chemische Vorgänge stattfinden, oder durch äußere Einflüsse entstehen.

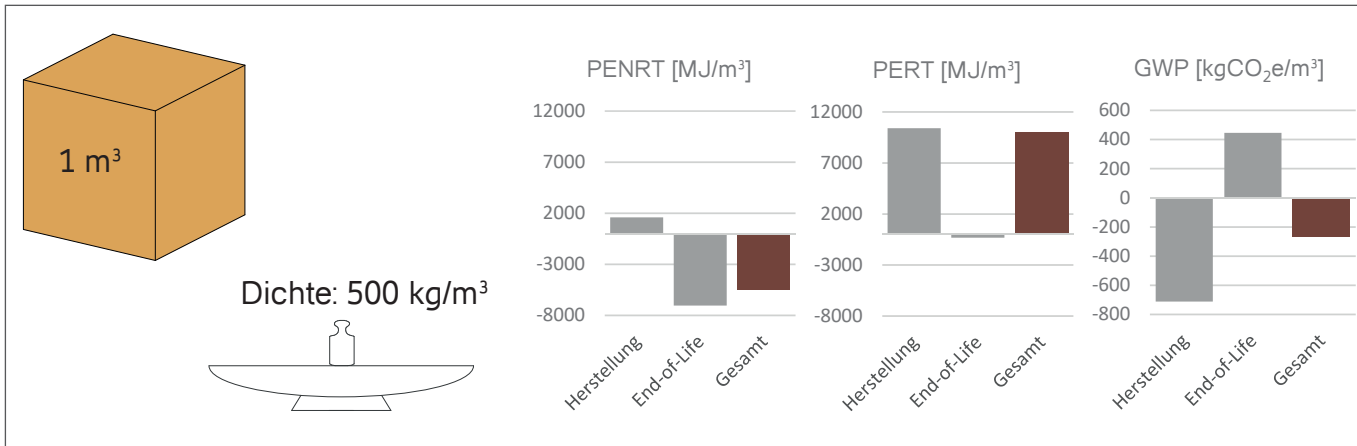


4.5 Bilanzflüsse Holz

4.6 Bilanzflüsse Stahl

4.7 Bilanzflüsse Stahlbeton

## HOLZ



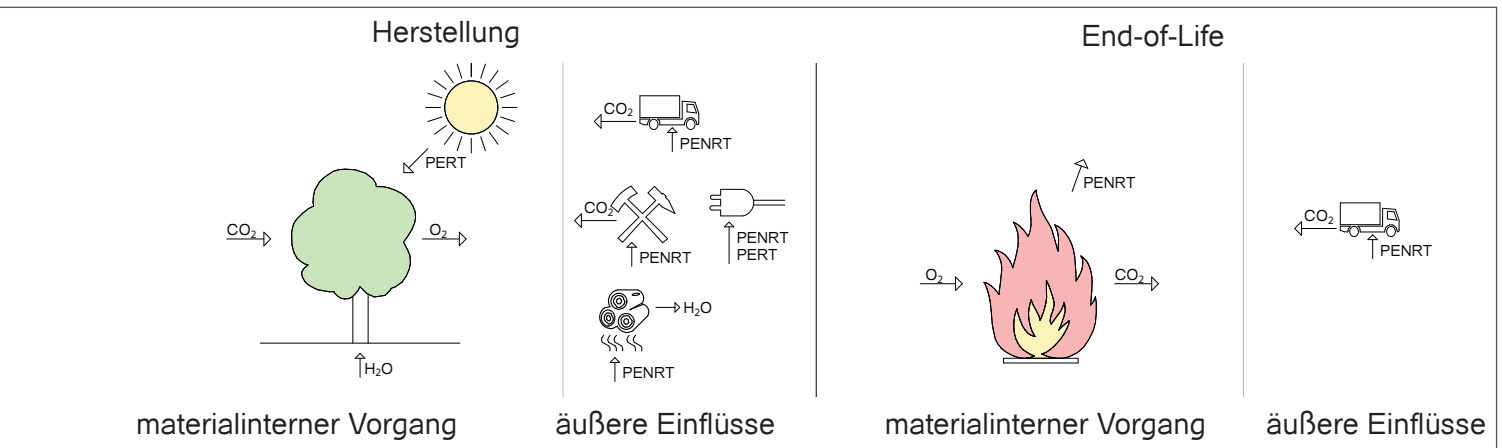
Bei der Betrachtung von 1 m³ Vollholz ist ersichtlich, dass die Herstellungs- sowie die Entsorgungsphase bei den bilanzierten Werten unterschiedliche Gewichtungen aufweisen.

Bei der Produktion von Konstruktionsvollholz werden erneuerbare und nicht erneuerbare Energien benötigt. Hauptbestandteil der erneuerbaren Energien, ist die Sonne, die das Wachstum des Baums ermöglicht. Die Anteile des nicht erneuerbaren Energiebedarfs in der Herstellung sind in Abbildung 4.10 ersichtlich. Bei der Entsorgung des Holzes wird durch den Verbrennungsvorgang Energie freigesetzt. Diese kann thermisch verwertet werden und ist verantwortlich für die Energiegutschriften des nicht erneuerbaren Energiebedarfs.

Das Treibhauspotential beschreibt CO<sub>2</sub> Flüsse im Laufe des Lebenszyklus. Die Gutschriften bei der Herstellung entstehen durch das Wachstum der Bäume. Durch die Photosynthese werden Kohlenstoffdioxid und Wasser aus der Umwelt aufgenommen und Sauerstoff an die Luft abgegeben. Durch die Sonnenenergie entsteht der materialinterne Vorgang und der Baum kann durch die Umwandlung der Elemente wachsen. Kohlendioxidemissionen bei der Herstellung sind in Abbildung 4.11 dargestellt. Bei der End-of-Life Phase wird durch die Verbrennung des Materials CO<sub>2</sub> freigesetzt.

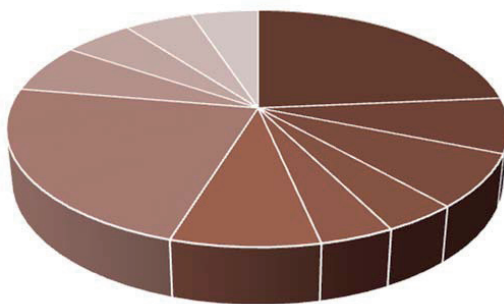
Auch äußere Einflüsse, die zur Bearbeitung der einzelnen Schritte notwendig sind benötigen Energie und verursachen Emissionen an die Umwelt.

Vor allem die Trocknung des Holzes trägt einen hohen Anteil zur Bilanzierung bei. Weitere Faktoren wie Transporte, Maschinenbetätigungen, und die Produktion von Wärme fließen in die Werte ein.



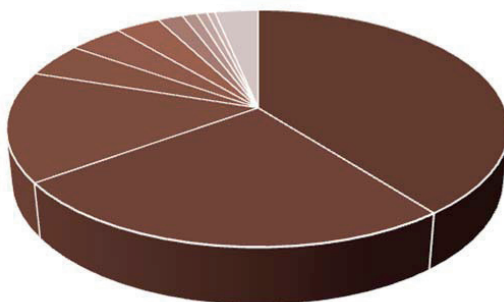
## Herstellungsphase A1-A3

PENRT



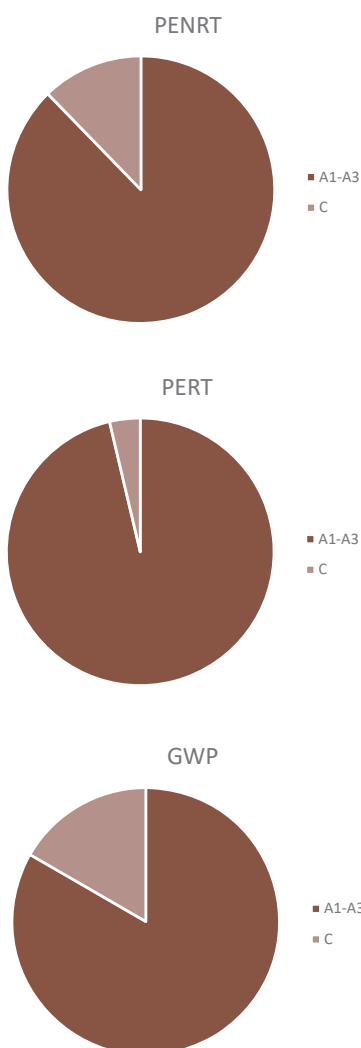
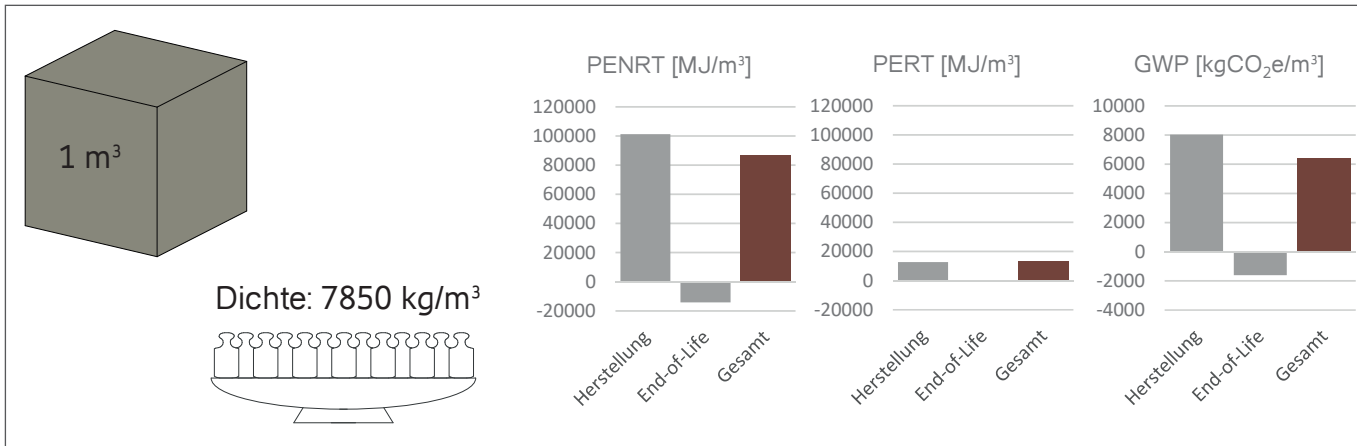
- Schnittholz(trocken)vorkette
- Wärmeproduktion
- Schnittholzvorkette
- Rundholzvorkette
- Transport Schnittholz
- Strom Trocknung Prozess
- Strom Trocknung Prozess
- Rest
- Strom Abrichten Prozess

GWP



- Schnittholz(trocken)vorkette
- Prozess Trocknung
- Wärmeproduktion
- Werkslogistik
- Schnittholzvorkette
- Rundholzvorkette
- Transport Schnittholz
- transport Rundholz
- Verpackung

## STAHL

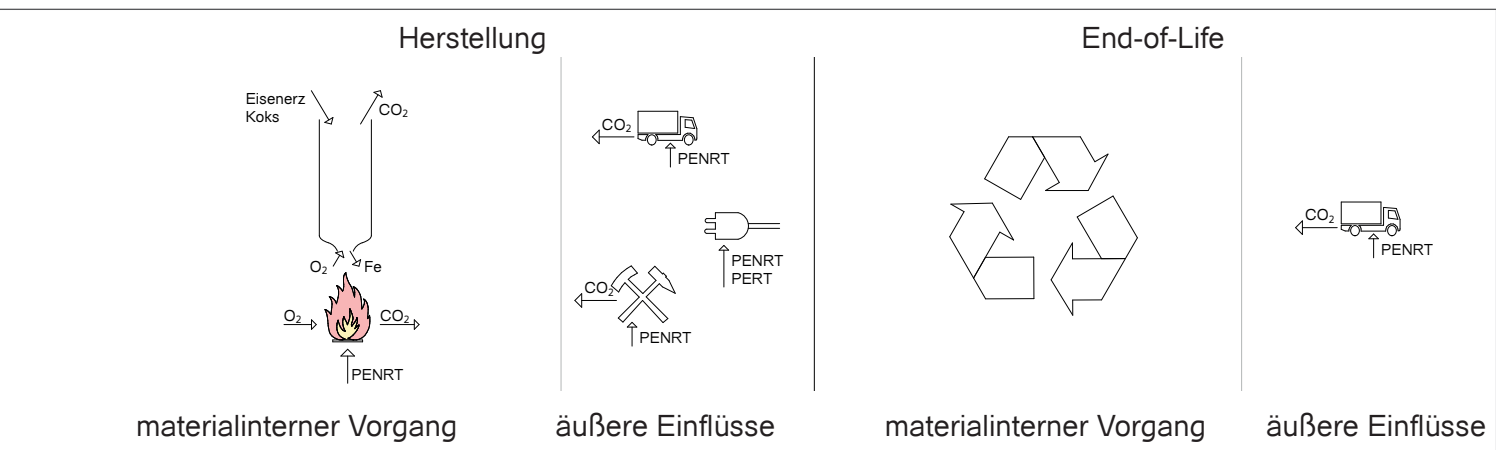


Die Bilanzierung von 1 m³ Stahl zeigt, dass der Großteil des Ergebniswerts aus der Herstellungsphase resultiert. Bei der Herstellung von Stahl wird durch chemische Prozesse Eisenerz zu Stahl gewandelt.

Zuerst wird im Hochofen Eisenerz mit Hilfe von Koks zu Roheisen verarbeitet. Bei diesem Verfahren ist ein hoher Energieinput, der vor allem aus nicht erneuerbaren Energien besteht, zum Erhitzen des Hochofens notwendig. Auch entstehen bei diesem Prozess Emissionen in Form von CO<sub>2</sub> Ausstößen.

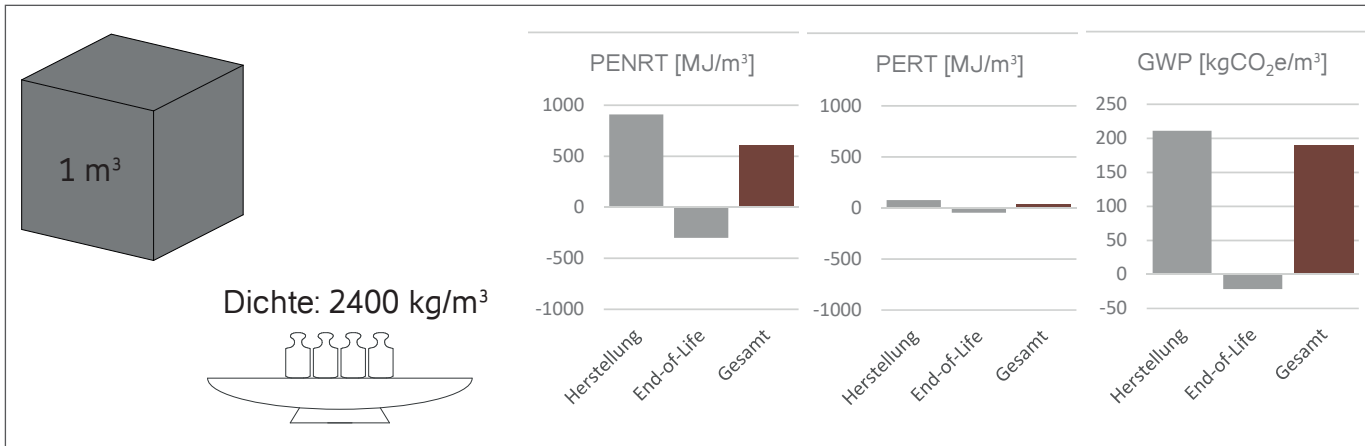
Als weiterer Schritt wird das gewonnene Roheisen zu Stahl verarbeitet. Beim sogenannten Blasverfahren wird Sauerstoff dem Roheisen zugeführt, um den Kohlenstoffanteil im Produkt zu senken. Dieser Oxidationsprozess erfordert hohe CO<sub>2</sub> Emissionen. Auch der Energiebedarf ist wiederum sehr hoch, da bei diesem Verfahren genug Wärme vorhanden sein muss, um den Stahl flüssig zu halten.

Bei der End-of-Life Phase entstehen im Gegensatz zur Herstellungsphase kaum Energieverbräuche und das Treibhauspotential wird sogar verringert. Dies ist durch das komplette Recycling der Stahlelemente möglich. Stahlprofile werden als exakt gleiche Bauteile nach dem Abriss eines Gebäudes in einem anderen Gebäude wiederverwendet.





## BETON



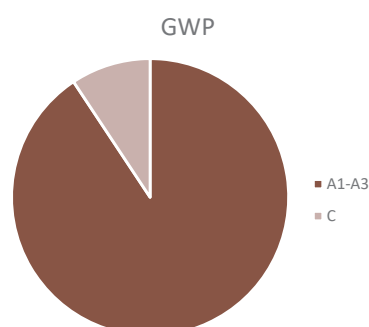
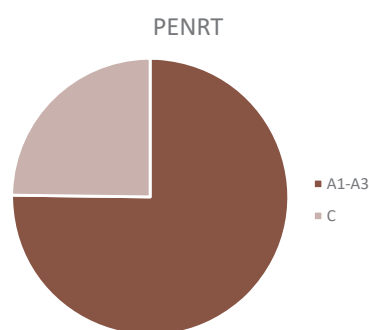
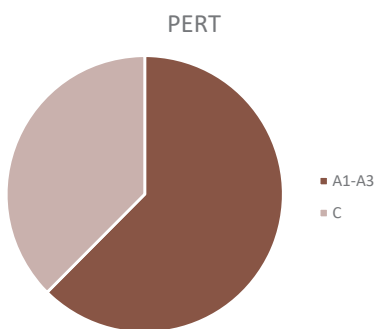
Bei der Betrachtung der ökologischen Bilanzierung von 1m³ Beton ist ersichtlich, dass die Herstellungsphase mehr Energieinputs benötigt und auch einen höheren CO<sub>2</sub> Ausstoß aufweist, als die Entsorgungsphase.

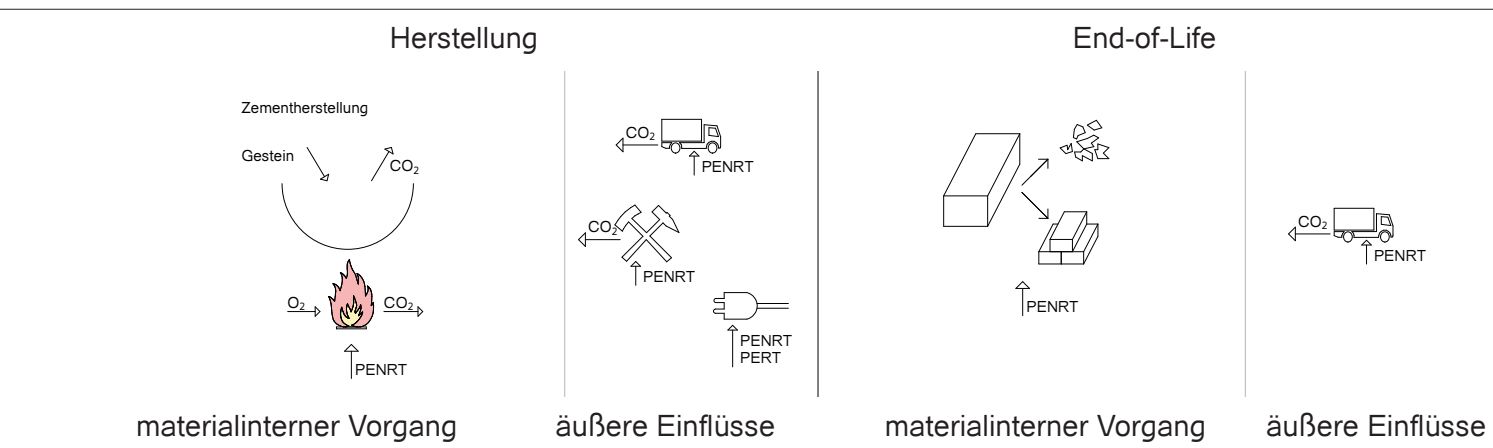
Der Primärenergiebedarf aus nicht erneuerbaren Quellen setzt sich bei der Herstellungsphase, wie in Abbildung 4.16 gezeigt, vor allem aus der Zementherstellung und der Herstellung der Gesteinskörnung zusammen. Auch der Verbrauch an erneuerbarer Energie weist den größten Anteil bei der Zementherstellung, gefolgt von der Gesteinskörnungsförderung und -herstellung, sowie der Zusatzmittelherstellung und interne Transporte auf. Beim Treibhauspotential sind ähnliche Aufteilungen zu erkennen, wobei hier die Zementherstellung mit über 90% überwiegt.

Da die Herstellung des Zements den größten Anteil an der Betonherstellung hat, wird in Abbildung 4.17 dargestellt, in welche Prozesse die Zementproduktion gegliedert ist.

Den höchsten Energiebedarf aus erneuerbaren und nicht erneuerbaren Quellen benötigt dabei die Bereitstellung und Nutzung von elektrischer Energie im Zementwerk. Auch die Bereitstellung fossiler Brennstoffe für die Klinkerproduktion nimmt einen großen Anteil am nicht erneuerbaren Energiebedarf ein. Das Treibhauspotential entsteht vor allem bei der Klinkerproduktion.

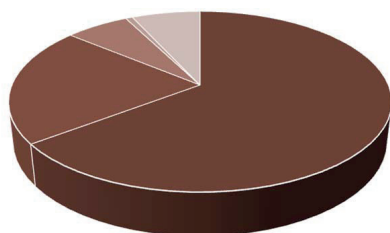
Die Entsorgungsphase zeigt in der Bilanzierung Gutschriften auf, da bei der Entsorgung von Betonbauteilen, diese wiederverwendet werden. Betonabbruch wird als Bauschutt aufbereitet und als Zuschlag für Recyclingbeton wiederverwendet.





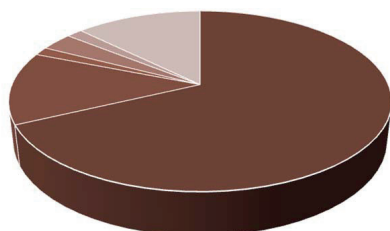
## Betonherstellung

PERT



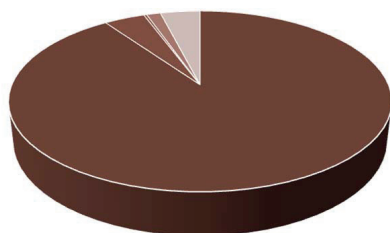
- Zementherstellung
- Förderung/Herstellung Gesteinskörnung
- Zusatzmittelherstellung
- Verbrauch von Elektrizität und Erdgas im Betonwerk
- interne Transporte im Betonwerk

PENRT



- Zementherstellung
- Förderung/Herstellung Gesteinskörnung
- Zusatzmittelherstellung
- Verbrauch von Elektrizität und Erdgas im Betonwerk
- interne Transporte im Betonwerk

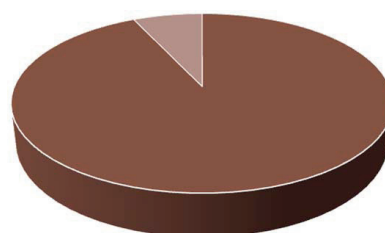
GWP



- Zementherstellung
- Förderung/Herstellung Gesteinskörnung
- Zusatzmittelherstellung
- Verbrauch von Elektrizität und Erdgas im Betonwerk
- interne Transporte im Betonwerk

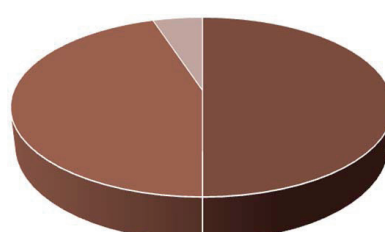
## Zementherstellung

PERT



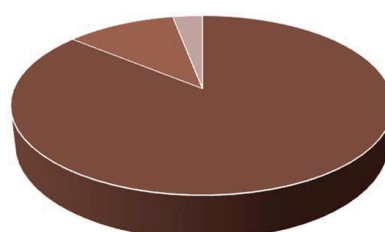
- Bereitstellung und Nutzung elektrischer Energie im Zementwerk
- sonstiges

PENRT



- Bereitstellung und Nutzung elektrischer Energie im Zementwerk
- Bereitstellung fossiler Brennstoffe für die Klinkerproduktion
- sonstiges

GWP



- Emissionen bei der Klinkerproduktion
- Bereitstellung und Nutzung elektrischer Energie im Zementwerk
- sonstiges

## Vergleich Anwendung Stütze

Da die Materialien durch unterschiedliche Leistungen, nicht in der gleichen Menge eingesetzt werden, ist es sinnvoll einen Vergleich für ein bestimmtes Element zu erstellen.

Die Materialien Konstruktionsvollholz, Stahl und Beton werden für eine Stütze mit einer bestimmten Last eingesetzt.

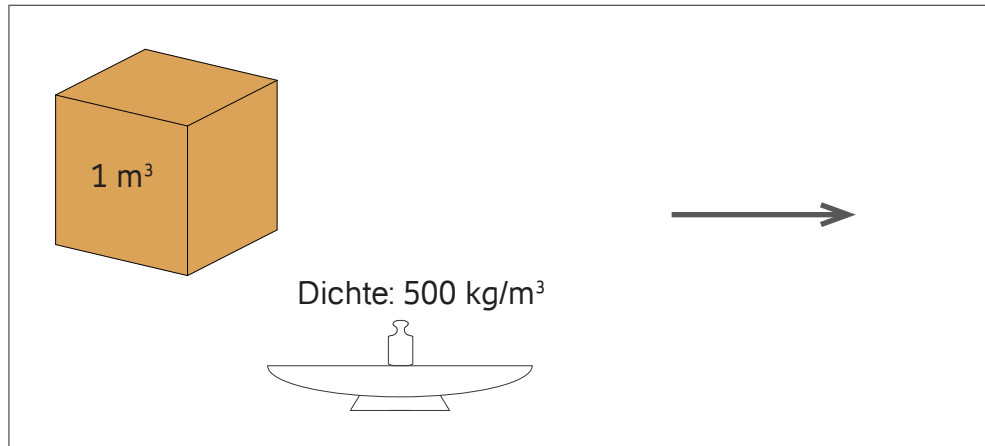
Die Stütze hat eine Knicklänge von 3,0 m und die auftretende Last beträgt 125 kN. Die Dimensionen der drei berechneten Elemente ist je nach Baustoff sehr unterschiedlich.<sup>78</sup>

Vergleicht man die Baustoffe nach deren Funktion als Stütze, so ist ersichtlich, dass der Primärenergiebedarf aus nicht erneuerbaren Quellen bei der Stütze aus Stahlprofil am höchsten ist. Über den gesamten Lebenszyklus betrachtet, ist dieser bei der Holzstütze, aufgrund der Gutschriften durch die Verbrennung im negativen Bereich. Der Primärenergiebedarf aus erneuerbaren Quellen ist bei der Holzstütze am höchsten, da das Wachstum der Bäume durch einen großen Anteil an Sonnenenergie zustande kommt.

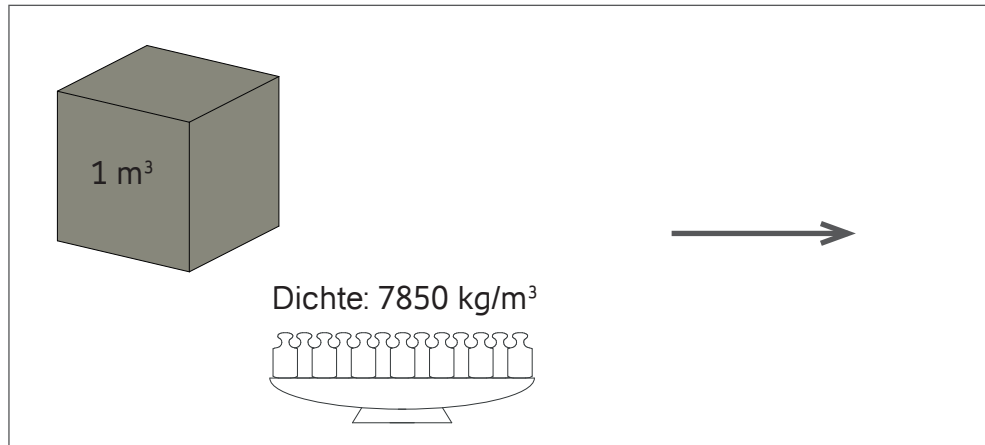
Das Treibhauspotential ist bei der Stahlstütze wiederum am höchsten. Auch die Betonstütze weist ein hohes Treibhauspotential auf. Bei der Holzstütze sind die CO<sub>2</sub> Emissionen durch die Bindung des Kohlendioxids beim Wachstum der Bäume sogar im negativen Bereich. Jedoch wird bei der Verbrennung des Elements ein großer Anteil an CO<sub>2</sub> an die Umwelt abgegeben.

Erst durch die Anpassung der Materialien an eine Funktion, ist der Vergleich der Energiebedarfe und des Treibhauspotentials sinnvoll.

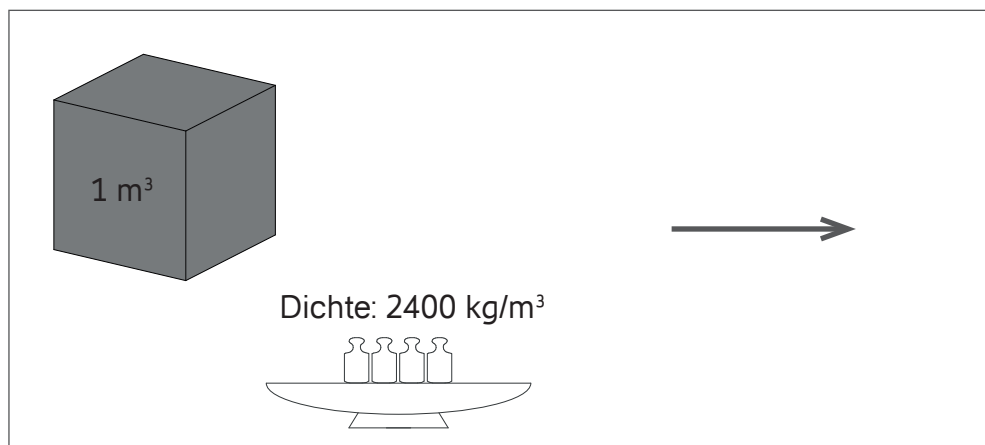
## HOLZ



## STAHL



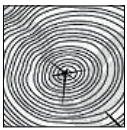
## BETON



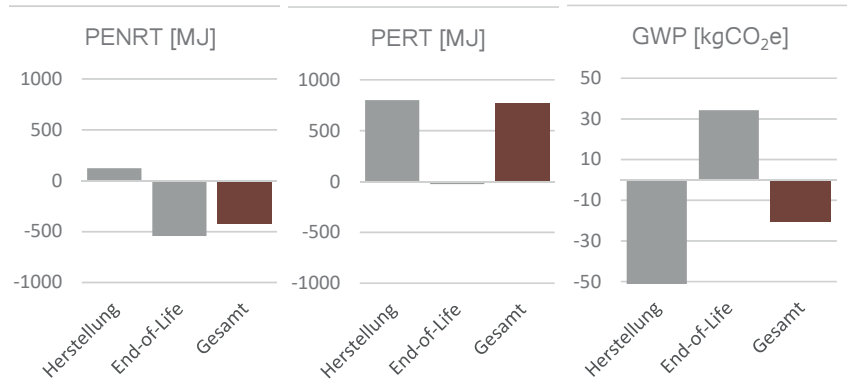
### Stütze

Last: 125 kN  
Knicklänge: 3,0m

Dimensionen  
16 cm x 16 cm



0,077 m<sup>3</sup>  
12,80 kg



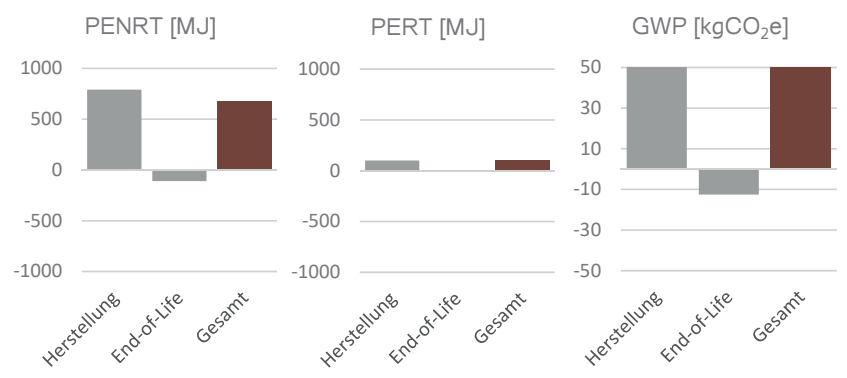
### Stütze

Last: 125 kN  
Knicklänge: 3,0m

Dimensionen  
HE-B 100



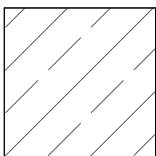
0,0078 m<sup>3</sup>  
20,28 kg



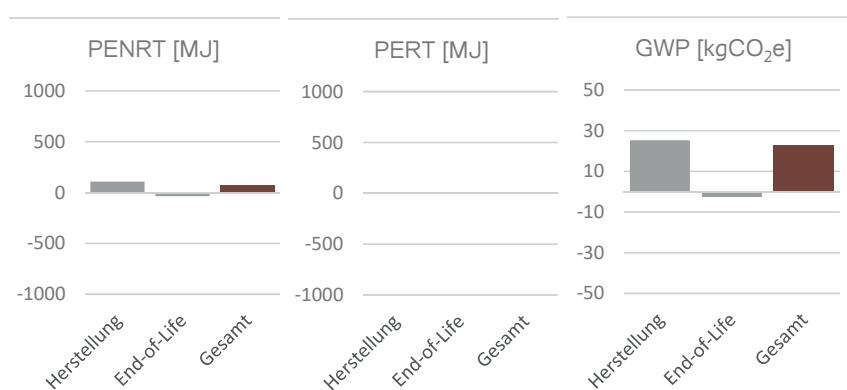
### Stütze

Last: 125 kN  
Knicklänge: 3,0m

Dimensionen  
20 cm x 20 cm



0,12 m<sup>3</sup>  
96,00 kg





## METHODIK

Untersuchungsrahmen  
Sachbilanz  
Wirkungsbilanz  
Auswertung

## ZUSAMMENFASSUNG

Decken  
Wände  
Stützen & Träger

## DECKEN

PENRT  
PERT  
PE  
GWP  
AP

## WÄNDE

PENRT  
PERT  
PE  
GWP  
AP

## METHODIK - LEBENSZYKLUSANALYSE

### **Ziel der Studie**

Durch die Erstellung der Lebenszyklusanalyse wird ermittelt, welche Einflussfaktoren maßgebend am Endergebnis sind. In Phase I, bei der Berechnung der Werte der einzelnen Elemente, wird erforscht, welchen Einfluss die Herstellungsphase, sowie die Entsorgungsphase mit ihren Gut- und Lastschriften haben. In weiterer Folge wird am Gesamtgebäude errechnet, welchen Einfluss die Materialmengen, sowie die Ergebnisse aus Phase I haben. Durch diese Ermittlungen kann erforscht werden, durch welche Maßnahmen ein Gebäude ökologisch günstiger geplant werden kann.

### **Untersuchungsrahmen**

#### funktionelle Einheit

Die funktionale Einheit richtet sich nach den Anforderungen der Bauteile. Elemente müssen diesen Anforderungen entsprechen. Die funktionelle Einheit der Decken- und Wandelemente definiert sich als Bauteil, welches die Tragfähigkeit für die definierte Spannweite aufweist, sowie die Mindestanforderungen laut OIB Richtlinien an den Brandschutz, Schallschutz, sowie den Wärmedurchgang erfüllt, bezogen auf 1 m<sup>2</sup> des Elements. Stützen und Träger müssen die auftretenden Lasten statisch abtragen können.

#### Systemgrenze & Abschneidekriterien

Behandelt werden die Stützen und Träger des Skelettbaus, sowie die Bauteile Decken und Wände, gesehen als gesamtes Element. Die definierten Objekte werden für die Prozessmodule A1 - A3, C3/C4, sowie D berechnet. Die Module A1 - A3 beschreiben die Herstellungsphase der Produkte, C3 und C4 definieren die Entsorgungsmöglichkeiten und Modul D beschreibt Gut- und Lastschriften abhängig von den Modulen C3 und C4. Die B-Module werden in dieser Ökobilanzierung nicht betrachtet. Da es sich bei den Bauteilen um die umhüllende Struktur des Gebäudes handelt, und keine Haustechnikelemente berücksichtigt werden, werden die Energiebilanzen und Emissionen während des Betriebs des Gebäudes nicht ermittelt.

#### ausgewählte Wirkungskategorien

Als Indikatoren für Ressourceninanspruchnahme werden der Primärenergiebedarf aus nicht erneuerbaren Quellen (PENRT), sowie jener aus erneuerbaren Quellen (PERT) bilanziert. Auch die

Addition dieser zwei Faktoren wird als Gesamtprimärenergiebedarf ( $\Sigma PE$ ) dargestellt.

Als Indikatoren für Umweltwirkungen werden das Treibhauspotential (GWP), sowie das Versauerungspotential (AP) berechnet. Diese Werte werden zusammen mit den Indikatoren der Ressourceninanspruchnahme in den Vergleichsdiagrammen dargestellt. Weitere Indikatoren werden bei der Bilanzierung ermittelt, jedoch in den Diagrammen der Ergebnisse nicht dargestellt. Das Ozonabbaupotential (ODP), das Eutrophierungspotential (EP), sowie das Photooxidantienbildungspotential (POCP) werden auf Grund des umfangreichen Vergleichs nur in den Berechnungstabellen, nicht aber in den Diagrammen dargestellt.

## **Sachbilanz**

### Verfahren der Datenerhebung

Die Daten für die Berechnung der Ergebnisse werden von der digitalen Datenbank oekobaudat.de (Version 2015) vom deutschen Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) bezogen. Die Daten werden vereinheitlicht mittels Umweltproduktdeklarationen (EPDs) zur Verfügung gestellt. Daten die nicht von dieser Datenbank bezogen wurden, sind in den Bilanzierungstabellen mit der zugehörigen Quelle gekennzeichnet.

### Berechnungsverfahren

Für die Ermittlung der Ergebnisse werden zuerst Werte für jeweils 1 m<sup>2</sup> oder 1 m<sup>3</sup> der zu vergleichenden Elemente berechnet.

Die Basisdaten aus der Oekobaudat werden in Referenzeinheiten angegeben. Diese sind bemessen für 1 kg oder für 1 m<sup>3</sup> eines Baustoffes. Dieser Basiswert wird mit der tatsächlichen Materialmenge in kg oder m<sup>3</sup>, je nach Referenzeinheit, für 1 m<sup>2</sup> bei Decken und Wänden und 1 m<sup>3</sup> für Stützen und Träger, multipliziert. Bei Bauteilen, bei denen eine Schicht aus mehr als einem Material besteht, wird diese nach tatsächlichen Mengen unterteilt berechnet.

Bei der End-of-Life Phase (Module C3 und C4) stehen vier Optionen der Entsorgung zur Verfügung. Für die Baustoffe ist eine der möglichen Entsorgungsstadien auszuwählen. Gemäß des BMUB wird für alle Metalle die Option des kompletten Recyclings angewendet. Für Materialien mit einem Heizwert, wird mit den Werten der thermischen Verwertung gerechnet. Mineralische Baustoffe werden als Bauschutt aufbereitet und wiederverwendet, während alles restlichen Materialien deponiert werden müssen.



Für die Bilanz des gesamten Gebäudes werden die Ergebnisse aus der Bauteiltermittlung mit den vorhandenen Maßen der Elemente multipliziert.

## Datenqualität

Die Werte der Datenbank OekobaDat sind vereinheitlicht und gemäß EN ISO 15804 für Umweltproduktdeklarationen ermittelt.

## Behandlung fehlender Daten

Sind Daten in der Basisdatenbank oekobaDat nicht vorhanden, so werden diese aus EPDs bezogen, die von den Produktherstellern zur Verfügung gestellt werden. Diese Daten sind in den Berechnungstabellen mit dazugehöriger Quelle ausgewiesen.

## **Auswertung**

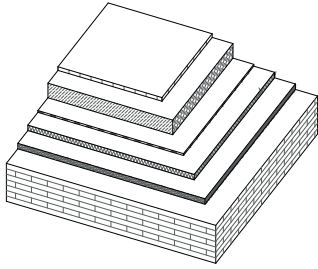
Die Ergebnisse werden in Tabellen zusammengefasst und für jedes Bauteil wird eine Darstellung als Balken, sowie Kreisdiagramm erstellt. Die einzelnen Elemente können als Bauteilkatalog zusammengefasst untereinander verglichen werden.

In einem weiteren Schritt werden die Werte der verschiedenen Kategorien als Balkendiagramme für alle Decken- und Wandelemente dargestellt. Durch die gleichen Einheiten der Skala bei diesen Diagrammen können die Elemente untereinander verglichen werden.

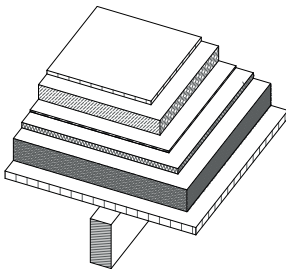


# ökologische Bilanzierung

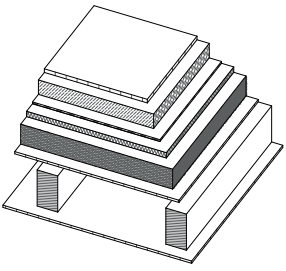
## BRETTSPERRHOLZDECKE

|  |                | PENRT            | PERT            | Σ PE            | GWP             | ODP              | AP              | EP              | POCP            |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                                                                                   |                | [MJ/m²]          | [MJ/m²]         | [MJ/m²]         | [kgCO₂/m²]      | [kgR11/m²]       | [kgSO₂/m²]      | [kgPO₄/m²]      | [kgC₂H₄/m²]     |
| Herstellungsphase                                                                 | A1-A3          | 1,20E+03         | 2,73E+03        | 3,93E+03        | -9,54E+01       | 6,76E-06         | 3,15E-01        | 4,57E-02        | 4,26E-02        |
| End-of-Life                                                                       | C3   C4        | 4,97E+01         | -1,87E+03       | -1,82E+03       | 1,83E+02        | 2,65E-07         | 1,52E-02        | 2,16E-03        | 1,57E-03        |
| Recyclingpotential                                                                | D              | -1,62E+03        | 4,81E+02        | -1,14E+03       | -7,84E+01       | -1,85E-05        | -7,21E-02       | 6,85E-04        | -4,36E-03       |
| <b>Gesamt (ohne D)</b>                                                            | <b>A + C</b>   | <b>1,25E+03</b>  | <b>8,51E+02</b> | <b>2,10E+03</b> | <b>8,80E+01</b> | <b>7,02E-06</b>  | <b>3,30E-01</b> | <b>4,78E-02</b> | <b>4,42E-02</b> |
| <b>Gesamt</b>                                                                     | <b>+ C + D</b> | <b>-3,74E+02</b> | <b>1,33E+03</b> | <b>9,59E+02</b> | <b>9,62E+00</b> | <b>-1,14E-05</b> | <b>2,58E-01</b> | <b>4,85E-02</b> | <b>3,99E-02</b> |

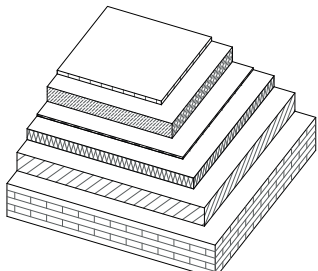
## HOLZBALKENDECKE

|  |                | PENRT           | PERT            | Σ PE            | GWP             | ODP              | AP              | EP              | POCP            |
|------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                                                                                    |                | [MJ/kg]         | [MJ/kg]         | [MJ/m²]         | [kgCO₂/kg]      | [kgR11/kg]       | [kgSO₂/kg]      | [kgPO₄/kg]      | [kgC₂H₄/kg]     |
| Herstellungsphase                                                                  | A1-A3          | 9,47E+02        | 4,23E+03        | 5,18E+03        | 1,20E+00        | 2,26E-06         | 3,31E-01        | 3,34E-02        | 3,25E-02        |
| End-of-Life                                                                        | C3/C4          | 3,93E+01        | -7,47E+02       | -7,08E+02       | 7,41E+01        | 1,01E-07         | 1,43E-02        | 2,12E-03        | 1,58E-03        |
| Recyclingpotential                                                                 | D              | -6,38E+02       | 7,19E+02        | 8,12E+01        | -3,23E+01       | -7,29E-06        | -3,36E-02       | -4,17E-04       | -2,29E-03       |
| <b>Gesamt (ohne D)</b>                                                             | <b>A + C</b>   | <b>9,86E+02</b> | <b>3,49E+03</b> | <b>4,47E+03</b> | <b>7,54E+01</b> | <b>2,36E-06</b>  | <b>3,46E-01</b> | <b>3,55E-02</b> | <b>3,41E-02</b> |
| <b>Gesamt</b>                                                                      | <b>+ C + D</b> | <b>3,48E+02</b> | <b>4,20E+03</b> | <b>4,55E+03</b> | <b>4,31E+01</b> | <b>-4,92E-06</b> | <b>3,12E-01</b> | <b>3,51E-02</b> | <b>3,18E-02</b> |

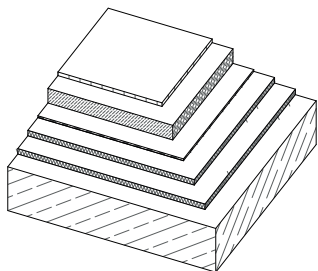
## HOHLKASTENDECKE

|  |                | PENRT           | PERT            | Σ PE            | GWP             | ODP              | AP              | EP              | POCP            |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                                                                                     |                | [MJ/kg]         | [MJ/kg]         | [MJ/m²]         | [kgCO₂/kg]      | [kgR11/kg]       | [kgSO₂/kg]      | [kgPO₄/kg]      | [kgC₂H₄/kg]     |
| Herstellungsphase                                                                   | A1-A3          | 1,42E+03        | 3,84E+03        | 5,25E+03        | 1,88E+01        | 3,11E-06         | 4,11E-01        | 4,49E-02        | 6,07E-02        |
| End-of-Life                                                                         | C3/C4          | 2,19E+01        | -8,24E+02       | -8,02E+02       | 8,11E+01        | 9,99E-08         | 1,48E-02        | 2,16E-03        | 1,62E-03        |
| Recyclingpotential                                                                  | D              | -7,34E+02       | 7,93E+02        | 5,92E+01        | -3,60E+01       | -8,15E-06        | -3,73E-02       | -4,40E-04       | -2,53E-03       |
| <b>Gesamt (ohne D)</b>                                                              | <b>A + C</b>   | <b>1,44E+03</b> | <b>3,01E+03</b> | <b>4,45E+03</b> | <b>9,99E+01</b> | <b>3,21E-06</b>  | <b>4,26E-01</b> | <b>4,70E-02</b> | <b>6,24E-02</b> |
| <b>Gesamt</b>                                                                       | <b>+ C + D</b> | <b>7,04E+02</b> | <b>3,81E+03</b> | <b>4,51E+03</b> | <b>6,39E+01</b> | <b>-4,94E-06</b> | <b>3,89E-01</b> | <b>4,66E-02</b> | <b>5,98E-02</b> |

## HOLZBETONVERBUNDDECKE

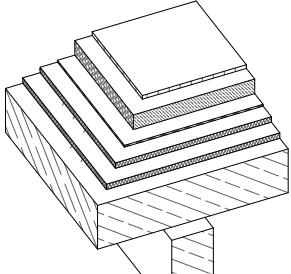
|  |                | PENRT            | PERT            | Σ PE            | GWP             | ODP              | AP              | EP              | POCP            |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                                                                                     |                | [MJ/kg]          | [MJ/kg]         | [MJ/m²]         | [kgCO₂/kg]      | [kgR11/kg]       | [kgSO₂/kg]      | [kgPO₄/kg]      | [kgC₂H₄/kg]     |
| Herstellungsphase                                                                   | A1-A3          | 1,03E+03         | 2,50E+03        | 3,54E+03        | -6,73E+01       | 6,12E-06         | 2,30E-01        | 4,34E-02        | 3,58E-02        |
| End-of-Life                                                                         | C3/C4          | 4,88E+01         | -1,64E+03       | -1,59E+03       | 1,60E+02        | 2,31E-07         | 1,58E-02        | 2,18E-03        | 1,66E-03        |
| Recyclingpotential                                                                  | D              | -1,48E+03        | 4,29E+02        | -1,05E+03       | -7,33E+01       | -1,62E-05        | -7,75E-02       | -1,37E-03       | -5,34E-03       |
| <b>Gesamt (ohne D)</b>                                                              | <b>A + C</b>   | <b>1,08E+03</b>  | <b>8,60E+02</b> | <b>1,94E+03</b> | <b>9,28E+01</b> | <b>6,36E-06</b>  | <b>2,46E-01</b> | <b>4,56E-02</b> | <b>3,75E-02</b> |
| <b>Gesamt</b>                                                                       | <b>+ C + D</b> | <b>-4,00E+02</b> | <b>1,29E+03</b> | <b>8,90E+02</b> | <b>1,95E+01</b> | <b>-9,83E-06</b> | <b>1,68E-01</b> | <b>4,42E-02</b> | <b>3,22E-02</b> |

## STAHLBETONDECKE

|  |                | PENRT           | PERT            | Σ PE            | GWP             | ODP             | AP              | EP              | POCP            |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                                                                                     |                | [MJ/kg]         | [MJ/kg]         | [MJ/m²]         | [kgCO₂/kg]      | [kgR11/kg]      | [kgSO₂/kg]      | [kgPO₄/kg]      | [kgC₂H₄/kg]     |
| Herstellungsphase                                                                   | A1-A3          | 8,07E+02        | 6,22E+02        | 1,43E+03        | 8,53E+01        | 1,70E-06        | 2,02E-01        | 3,31E-02        | 2,22E-02        |
| End-of-Life                                                                         | C3/C4          | 3,43E+01        | -1,51E+02       | -1,17E+02       | 1,74E+01        | 1,71E-08        | 1,57E-02        | 2,39E-03        | 1,68E-03        |
| Recyclingpotential                                                                  | D              | -2,14E+02       | 1,35E+02        | -7,87E+01       | -1,21E+01       | -1,46E-06       | -1,70E-02       | -1,56E-03       | -1,48E-03       |
| <b>Gesamt (ohne D)</b>                                                              | <b>A + C</b>   | <b>8,41E+02</b> | <b>4,71E+02</b> | <b>1,31E+03</b> | <b>1,03E+02</b> | <b>1,72E-06</b> | <b>2,18E-01</b> | <b>3,55E-02</b> | <b>2,38E-02</b> |
| <b>Gesamt</b>                                                                       | <b>+ C + D</b> | <b>6,27E+02</b> | <b>6,06E+02</b> | <b>1,23E+03</b> | <b>9,06E+01</b> | <b>2,60E-07</b> | <b>2,01E-01</b> | <b>3,40E-02</b> | <b>2,24E-02</b> |

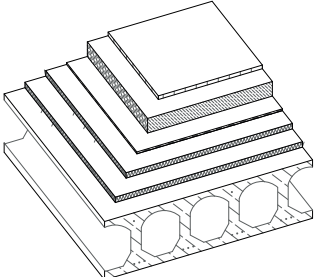
## PLATTENBALKENDECKE

|                        |                  | PENRT<br>[MJ/kg] | PERT<br>[MJ/kg] | $\Sigma$ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> /kg] | ODP<br>[kgR11/kg] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> /kg] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> /kg] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /kg] |
|------------------------|------------------|------------------|-----------------|------------------------|--------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------|
| Herstellungsphase      | A1-A3            | 1,09E+03         | 6,59E+02        | 1,75E+03               | 1,31E+02                       | 1,81E-06          | 2,74E-01                      | 4,32E-02                      | 3,04E-02                                      |
| End-of-Life            | C3/C4            | 3,72E+01         | -1,51E+02       | -1,14E+02              | 1,76E+01                       | 1,71E-08          | 1,75E-02                      | 2,80E-03                      | 1,86E-03                                      |
| Recyclingpotential     | D                | -2,56E+02        | 1,29E+02        | -1,27E+02              | -1,51E+01                      | -1,47E-06         | -2,23E-02                     | -2,34E-03                     | -2,01E-03                                     |
| <b>Gesamt (ohne D)</b> | <b>A + C</b>     | <b>1,13E+03</b>  | <b>5,08E+02</b> | <b>1,64E+03</b>        | <b>1,48E+02</b>                | <b>1,83E-06</b>   | <b>2,92E-01</b>               | <b>4,60E-02</b>               | <b>3,23E-02</b>                               |
| <b>Gesamt</b>          | <b>1 + C + D</b> | <b>8,75E+02</b>  | <b>6,37E+02</b> | <b>1,51E+03</b>        | <b>1,33E+02</b>                | <b>3,55E-07</b>   | <b>2,69E-01</b>               | <b>4,37E-02</b>               | <b>3,02E-02</b>                               |



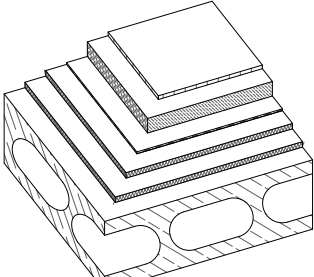
## HOHLDIELENDECKE

|                        |                  | PENRT<br>[MJ/kg] | PERT<br>[MJ/kg] | $\Sigma$ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> /kg] | ODP<br>[kgR11/kg] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> /kg] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> /kg] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /kg] |
|------------------------|------------------|------------------|-----------------|------------------------|--------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------|
| Herstellungsphase      | A1-A3            | 1,09E+03         | 6,46E+02        | 1,73E+03               | 1,07E+02                       | 1,61E-06          | 2,59E-01                      | 3,73E-02                      | 2,33E-02                                      |
| End-of-Life            | C3/C4            | 5,43E+01         | -1,47E+02       | -9,28E+01              | 1,88E+01                       | 1,80E-08          | 1,60E-02                      | 6,73E-03                      | 1,63E-03                                      |
| Recyclingpotential     | D                | -3,18E+02        | 1,31E+02        | -1,86E+02              | -2,44E+01                      | -1,52E-06         | -5,43E-02                     | -3,31E-03                     | -7,03E-03                                     |
| <b>Gesamt (ohne D)</b> | <b>A + C</b>     | <b>1,14E+03</b>  | <b>4,99E+02</b> | <b>1,64E+03</b>        | <b>1,26E+02</b>                | <b>1,63E-06</b>   | <b>2,75E-01</b>               | <b>4,40E-02</b>               | <b>2,49E-02</b>                               |
| <b>Gesamt</b>          | <b>1 + C + D</b> | <b>8,25E+02</b>  | <b>6,31E+02</b> | <b>1,46E+03</b>        | <b>1,02E+02</b>                | <b>1,07E-07</b>   | <b>2,20E-01</b>               | <b>4,07E-02</b>               | <b>1,79E-02</b>                               |



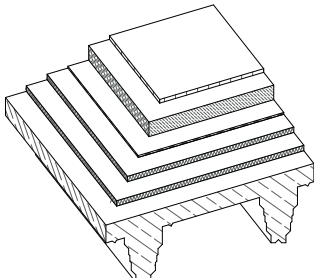
## HOHLKÖRPERFLACHDECKE

|                        |                  | PENRT<br>[MJ/kg] | PERT<br>[MJ/kg] | $\Sigma$ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> /kg] | ODP<br>[kgR11/kg] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> /kg] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> /kg] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /kg] |
|------------------------|------------------|------------------|-----------------|------------------------|--------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------|
| Herstellungsphase      | A1-A3            | 1,30E+03         | 6,41E+02        | 1,94E+03               | 1,24E+02                       | 3,50E-06          | 3,10E-01                      | 4,20E-02                      | 2,99E-02                                      |
| End-of-Life            | C3/C4            | 6,77E+01         | -1,49E+02       | -8,10E+01              | 1,90E+01                       | 1,71E-08          | 2,64E-02                      | 5,18E-03                      | 3,32E-03                                      |
| Recyclingpotential     | D                | -1,38E+02        | 1,47E+02        | 9,15E+00               | -6,57E+00                      | -1,44E-06         | -7,12E-03                     | -1,44E-04                     | -5,06E-04                                     |
| <b>Gesamt (ohne D)</b> | <b>A + C</b>     | <b>1,37E+03</b>  | <b>4,92E+02</b> | <b>1,86E+03</b>        | <b>1,43E+02</b>                | <b>3,52E-06</b>   | <b>3,36E-01</b>               | <b>4,72E-02</b>               | <b>3,33E-02</b>                               |
| <b>Gesamt</b>          | <b>1 + C + D</b> | <b>1,23E+03</b>  | <b>6,39E+02</b> | <b>1,87E+03</b>        | <b>1,36E+02</b>                | <b>2,08E-06</b>   | <b>3,29E-01</b>               | <b>4,71E-02</b>               | <b>3,28E-02</b>                               |

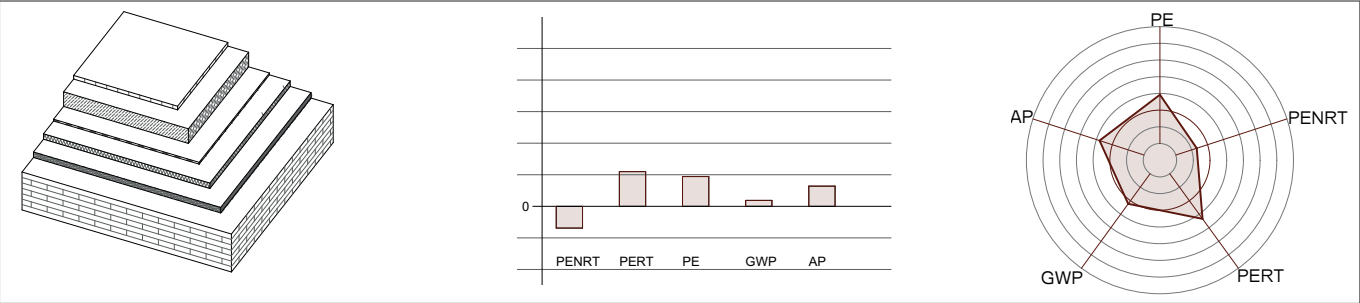


## TRAPEZBLECHVERBUNDDECKE

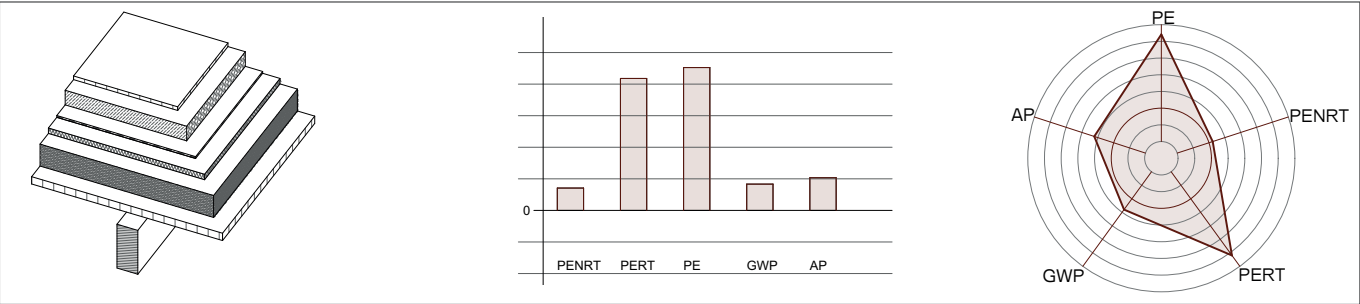
|                        |                  | PENRT<br>[MJ/kg] | PERT<br>[MJ/kg] | $\Sigma$ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> /kg] | ODP<br>[kgR11/kg] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> /kg] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> /kg] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /kg] |
|------------------------|------------------|------------------|-----------------|------------------------|--------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------|
| Herstellungsphase      | A1-A3            | 4,38E+03         | 7,10E+02        | 5,09E+03               | 3,79E+02                       | 1,61E-06          | 1,39E+00                      | 1,34E-01                      | 1,95E-01                                      |
| End-of-Life            | C3/C4            | 3,31E+01         | -1,51E+02       | -1,18E+02              | 1,73E+01                       | 1,71E-08          | 1,45E-02                      | 2,08E-03                      | 1,58E-03                                      |
| Recyclingpotential     | D                | -2,06E+03        | 2,12E+02        | -1,85E+03              | -2,25E+02                      | -1,43E-06         | -8,55E-01                     | -7,12E-02                     | -1,26E-01                                     |
| <b>Gesamt (ohne D)</b> | <b>A + C</b>     | <b>4,42E+03</b>  | <b>5,58E+02</b> | <b>4,97E+03</b>        | <b>3,96E+02</b>                | <b>1,62E-06</b>   | <b>1,40E+00</b>               | <b>1,36E-01</b>               | <b>1,97E-01</b>                               |
| <b>Gesamt</b>          | <b>1 + C + D</b> | <b>2,35E+03</b>  | <b>7,70E+02</b> | <b>3,12E+03</b>        | <b>1,71E+02</b>                | <b>1,89E-07</b>   | <b>5,47E-01</b>               | <b>6,44E-02</b>               | <b>7,08E-02</b>                               |



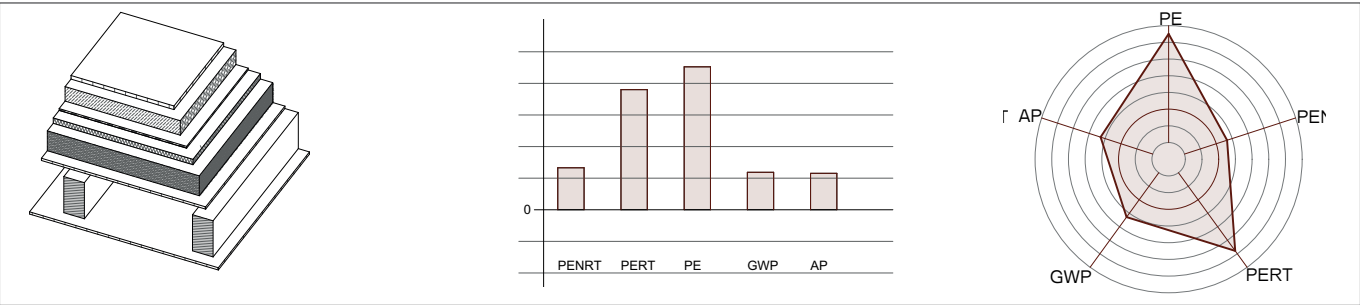
BRETTSPERRHOLZDECKE



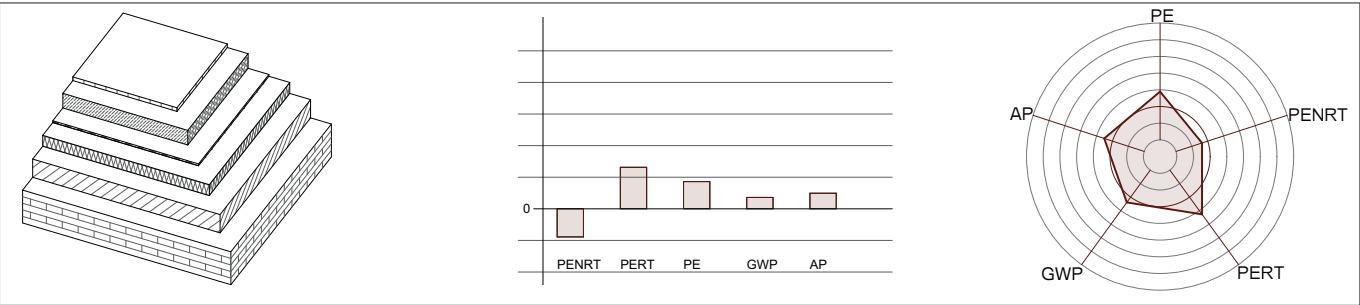
HOLZBALKENDECKE



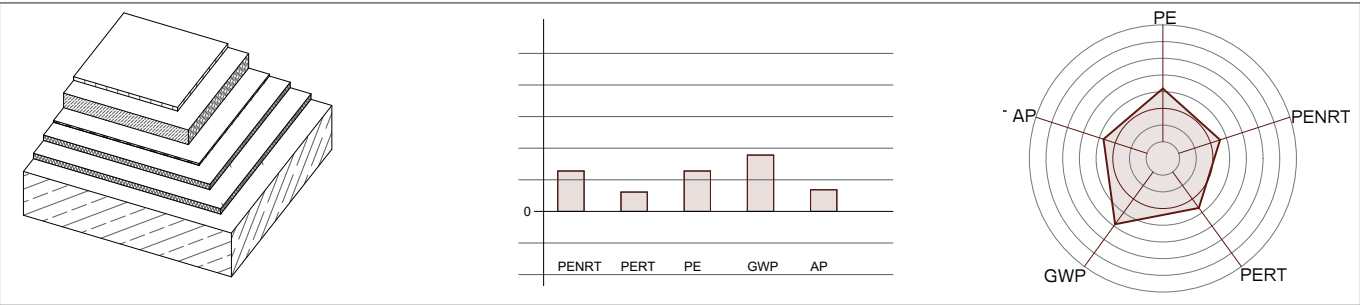
HOHLKASTENDECKE



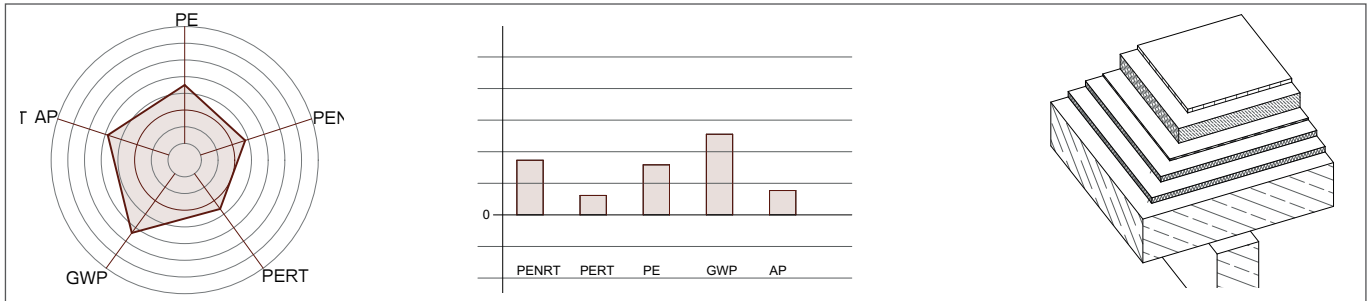
HOLZBETONVERBUNDDECKE



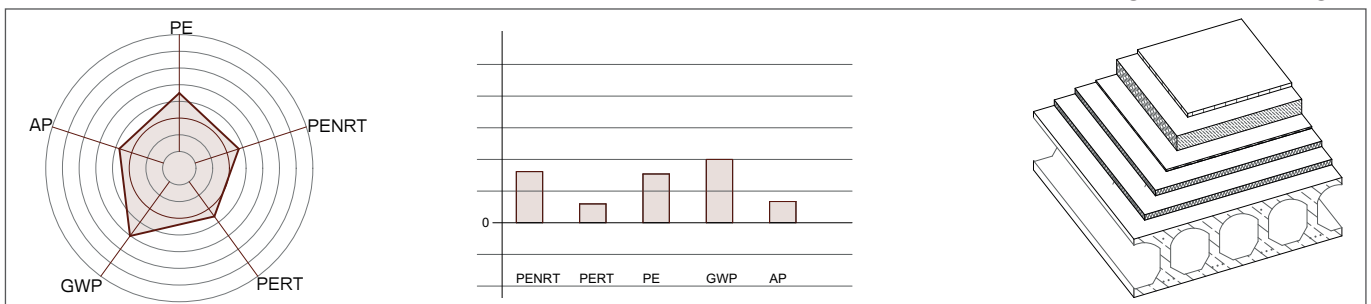
STAHLBETONDECKE



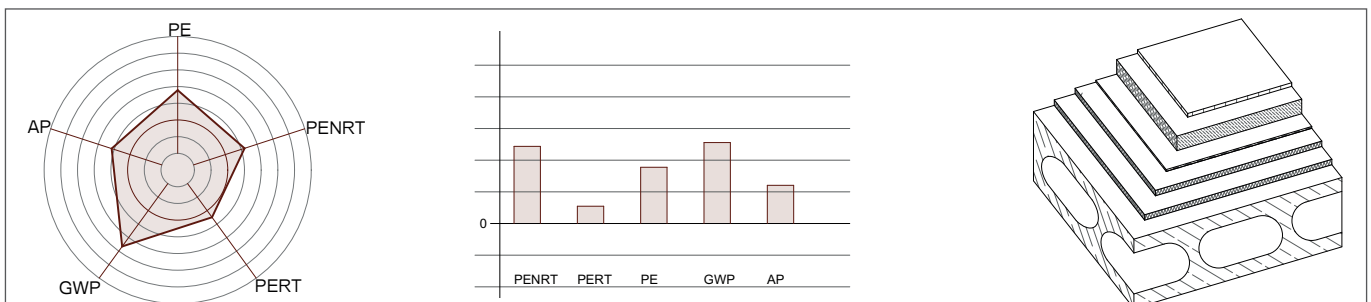
### PLATTENBALKENDECKE



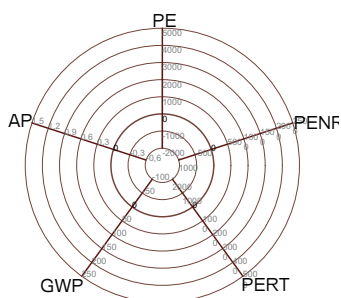
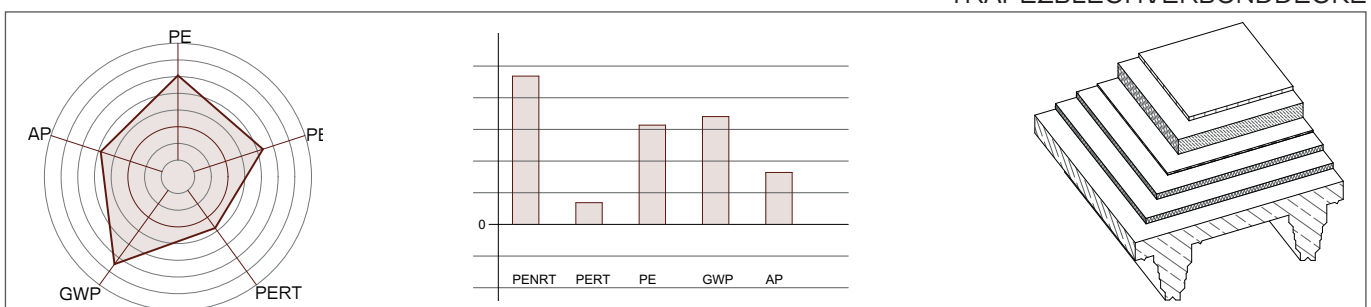
### HOHLDIELENDECKE



### HOHLKÖRPERFLACHDECKE



### TRAPEZBLECHVERBUNDDECKE

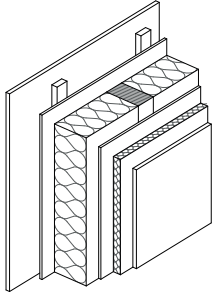


### Skala

Die Werte werden auf unterschiedlichen Skalas aufgetragen. Die Skala der Primärenergiebedarfsbilanzen reicht von -2000 MJ bis 5000 MJ. Für den GWP-Wert wird eine Skala von -100 kgCO<sub>2</sub> bis 250 kgCO<sub>2</sub> definiert. Das Versauerungspotential ist auf einer Skala von -0,6 kgSO<sub>2</sub> bis 1,5 kgSO<sub>2</sub> aufgetragen

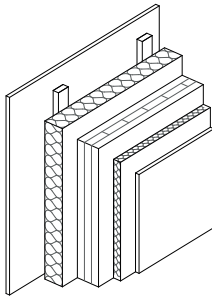
# ökologische Bilanzierung

## HOLZRIEGELWAND



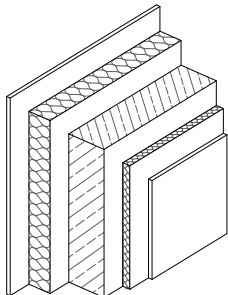
|                        |                  | PENRT<br>[MJ/kg] | PERT<br>[MJ/kg] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> /kg] | ODP<br>[kgR11/kg] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> /kg] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> /kg] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /kg] |
|------------------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------|
| Herstellungsphase      | A1-A3            | 5,01E+02         | 1,27E+03        | 1,77E+03        | -7,08E+01                      | 2,11E-06          | 1,23E-01                      | 1,93E-02                      | 3,06E-02                                      |
| End-of-Life            | C3/C4            | -2,50E+00        | -1,05E+03       | -1,05E+03       | 1,00E+02                       | 1,40E-07          | 1,51E-03                      | 1,57E-04                      | 1,72E-04                                      |
| Recyclingpotential     | D                | -9,12E+02        | 1,01E+03        | 9,36E+01        | -4,56E+01                      | -1,03E-05         | -4,69E-02                     | -5,06E-04                     | -3,16E-03                                     |
| <b>Gesamt (ohne D)</b> | <b>A + C</b>     | <b>4,99E+02</b>  | <b>2,24E+02</b> | <b>7,23E+02</b> | <b>2,93E+01</b>                | <b>2,25E-06</b>   | <b>1,25E-01</b>               | <b>1,94E-02</b>               | <b>3,07E-02</b>                               |
| <b>Gesamt</b>          | <b>1 + C + D</b> | <b>-4,13E+02</b> | <b>1,23E+03</b> | <b>8,16E+02</b> | <b>-1,63E+01</b>               | <b>-8,10E-06</b>  | <b>7,79E-02</b>               | <b>1,89E-02</b>               | <b>2,76E-02</b>                               |

## BRETTSPERRHOLZWAND



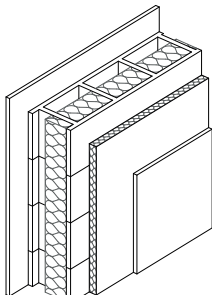
|                        |                  | PENRT<br>[MJ/kg] | PERT<br>[MJ/kg] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> /kg] | ODP<br>[kgR11/kg] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> /kg] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> /kg] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /kg] |
|------------------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------|
| Herstellungsphase      | A1-A3            | 5,44E+02         | 1,95E+03        | 2,49E+03        | -1,18E+02                      | 4,10E-06          | 1,36E-01                      | 2,47E-02                      | 2,47E-02                                      |
| End-of-Life            | C3/C4            | 1,40E+01         | -1,59E+03       | -1,57E+03       | 1,52E+02                       | 2,26E-07          | 1,81E-03                      | 1,71E-04                      | 1,86E-04                                      |
| Recyclingpotential     | D                | -1,39E+03        | 7,60E+02        | -6,27E+02       | -6,87E+01                      | -1,57E-05         | -7,07E-02                     | -7,31E-04                     | -4,75E-03                                     |
| <b>Gesamt (ohne D)</b> | <b>A + C</b>     | <b>5,58E+02</b>  | <b>3,61E+02</b> | <b>9,19E+02</b> | <b>3,37E+01</b>                | <b>4,33E-06</b>   | <b>1,38E-01</b>               | <b>2,48E-02</b>               | <b>2,49E-02</b>                               |
| <b>Gesamt</b>          | <b>1 + C + D</b> | <b>-8,29E+02</b> | <b>1,12E+03</b> | <b>2,92E+02</b> | <b>-3,51E+01</b>               | <b>-1,13E-05</b>  | <b>6,73E-02</b>               | <b>2,41E-02</b>               | <b>2,01E-02</b>                               |

## STAHLBETONWAND



|                        |                  | PENRT<br>[MJ/kg] | PERT<br>[MJ/kg] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> /kg] | ODP<br>[kgR11/kg] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> /kg] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> /kg] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /kg] |
|------------------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------|
| Herstellungsphase      | A1-A3            | 2,63E+02         | 2,27E+02        | 4,90E+02        | 6,18E+00                       | 5,33E-07          | 7,86E-02                      | 1,23E-02                      | 6,83E-03                                      |
| End-of-Life            | C3/C4            | 2,16E+01         | -1,68E+02       | -1,46E+02       | 1,81E+01                       | 2,42E-08          | 9,26E-03                      | 1,89E-03                      | 1,22E-03                                      |
| Recyclingpotential     | D                | -1,66E+02        | 1,61E+02        | -4,94E+00       | -8,21E+00                      | -1,68E-06         | -8,71E-03                     | -2,12E-04                     | -6,21E-04                                     |
| <b>Gesamt (ohne D)</b> | <b>A + C</b>     | <b>2,85E+02</b>  | <b>5,91E+01</b> | <b>3,44E+02</b> | <b>2,42E+01</b>                | <b>5,57E-07</b>   | <b>8,79E-02</b>               | <b>1,42E-02</b>               | <b>8,05E-03</b>                               |
| <b>Gesamt</b>          | <b>1 + C + D</b> | <b>1,18E+02</b>  | <b>2,21E+02</b> | <b>3,39E+02</b> | <b>1,60E+01</b>                | <b>-1,12E-06</b>  | <b>7,92E-02</b>               | <b>1,40E-02</b>               | <b>7,43E-03</b>                               |

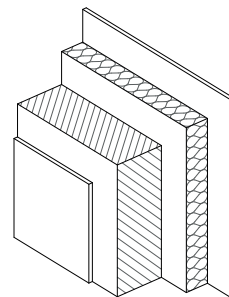
## MANTELBETONSTEINWAND



|                        |                  | PENRT<br>[MJ/kg] | PERT<br>[MJ/kg] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> /kg] | ODP<br>[kgR11/kg] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> /kg] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> /kg] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /kg] |
|------------------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------|
| Herstellungsphase      | A1-A3            | 5,03E+02         | 2,63E+02        | 7,66E+02        | 5,74E+01                       | 5,33E-07          | 1,64E-01                      | 2,69E-02                      | 1,01E-02                                      |
| End-of-Life            | C3/C4            | 2,71E+01         | -1,67E+02       | -1,40E+02       | 1,78E+01                       | 2,42E-08          | 1,12E-02                      | 2,40E-03                      | 1,45E-03                                      |
| Recyclingpotential     | D                | -1,62E+02        | 1,62E+02        | 4,17E-01        | -7,89E+00                      | -1,68E-06         | -8,33E-03                     | -1,60E-04                     | -5,81E-04                                     |
| <b>Gesamt (ohne D)</b> | <b>A + C</b>     | <b>5,30E+02</b>  | <b>9,55E+01</b> | <b>6,25E+02</b> | <b>7,53E+01</b>                | <b>5,57E-07</b>   | <b>1,75E-01</b>               | <b>2,93E-02</b>               | <b>1,16E-02</b>                               |
| <b>Gesamt</b>          | <b>1 + C + D</b> | <b>3,68E+02</b>  | <b>2,58E+02</b> | <b>6,26E+02</b> | <b>6,74E+01</b>                | <b>-1,12E-06</b>  | <b>1,67E-01</b>               | <b>2,91E-02</b>               | <b>1,10E-02</b>                               |

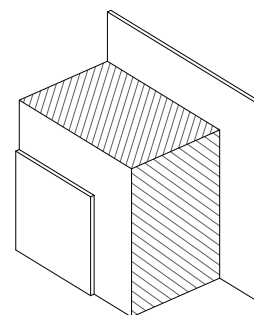
## HOCHLOCHZIEGELWAND 25CM

|                        |                  | PENRT           | PERT            | $\Sigma$ PE     | GWP                     | ODP             | AP                      | EP                      | POCP                     |
|------------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
|                        |                  | [MJ/kg]         | [MJ/kg]         | [MJ/m²]         | [kgCO <sub>2</sub> /kg] | [kgR11/kg]      | [kgSO <sub>2</sub> /kg] | [kgPO <sub>4</sub> /kg] | [kgC2H <sub>4</sub> /kg] |
| Herstellungsphase      | A1-A3            | 5,32E+02        | 9,08E+01        | 6,22E+02        | 5,55E+01                | 1,69E-08        | 1,06E-01                | 1,45E-02                | 6,63E-03                 |
| End-of-Life            | C3/C4            | 1,57E+01        | 1,06E+00        | 1,68E+01        | -1,92E+00               | 3,51E-10        | 6,34E-03                | 1,16E-03                | 7,63E-04                 |
| Recyclingpotential     | D                | -3,43E+01       | -3,17E+00       | -3,75E+01       | -2,32E+00               | -2,12E-10       | -5,70E-03               | -1,05E-03               | 7,11E-04                 |
| <b>Gesamt (ohne D)</b> | <b>A + C</b>     | <b>5,47E+02</b> | <b>9,18E+01</b> | <b>6,39E+02</b> | <b>5,35E+01</b>         | <b>1,72E-08</b> | <b>1,12E-01</b>         | <b>1,57E-02</b>         | <b>7,40E-03</b>          |
| <b>Gesamt</b>          | <b>1 + C + D</b> | <b>5,13E+02</b> | <b>8,87E+01</b> | <b>6,02E+02</b> | <b>5,12E+01</b>         | <b>1,70E-08</b> | <b>1,06E-01</b>         | <b>1,46E-02</b>         | <b>8,11E-03</b>          |



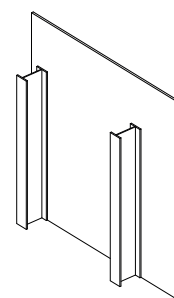
## HOCHLOCHZIEGELWAND 50CM

|                        |                  | PENRT           | PERT            | $\Sigma$ PE     | GWP                     | ODP             | AP                      | EP                      | POCP                     |
|------------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
|                        |                  | [MJ/kg]         | [MJ/kg]         | [MJ/m²]         | [kgCO <sub>2</sub> /kg] | [kgR11/kg]      | [kgSO <sub>2</sub> /kg] | [kgPO <sub>4</sub> /kg] | [kgC2H <sub>4</sub> /kg] |
| Herstellungsphase      | A1-A3            | 7,54E+02        | 1,47E+02        | 9,01E+02        | 8,13E+01                | 1,71E-08        | 1,14E-01                | 1,42E-02                | 6,76E-03                 |
| End-of-Life            | C3/C4            | 2,16E+01        | 1,33E+00        | 2,29E+01        | -4,52E+00               | 3,55E-10        | 8,45E-03                | 1,69E-03                | 1,08E-03                 |
| Recyclingpotential     | D                | -5,99E+01       | -5,56E+00       | -6,55E+01       | -4,08E+00               | -2,60E-10       | -1,06E-02               | -2,01E-03               | 1,50E-03                 |
| <b>Gesamt (ohne D)</b> | <b>A + C</b>     | <b>7,75E+02</b> | <b>1,48E+02</b> | <b>9,24E+02</b> | <b>7,68E+01</b>         | <b>1,74E-08</b> | <b>1,22E-01</b>         | <b>1,59E-02</b>         | <b>7,84E-03</b>          |
| <b>Gesamt</b>          | <b>1 + C + D</b> | <b>7,15E+02</b> | <b>1,43E+02</b> | <b>8,58E+02</b> | <b>7,27E+01</b>         | <b>1,71E-08</b> | <b>1,12E-01</b>         | <b>1,39E-02</b>         | <b>9,33E-03</b>          |



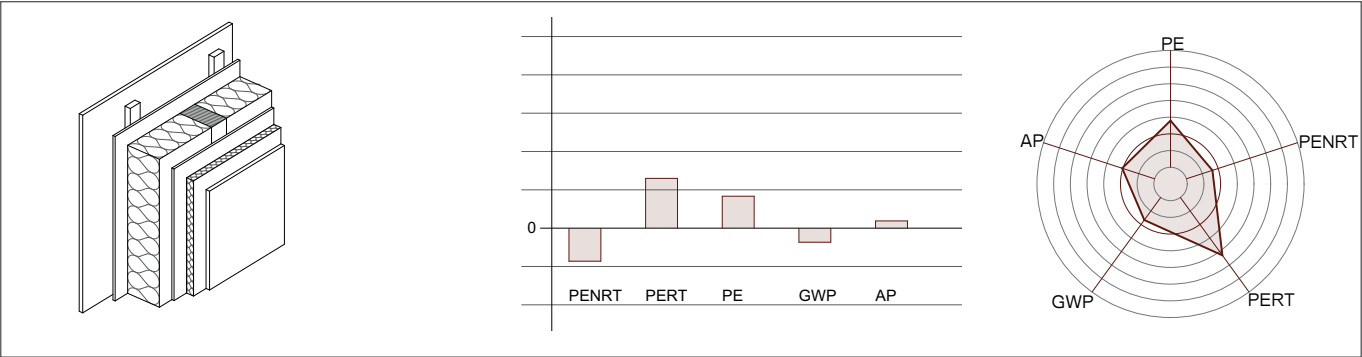
## STAHL-GLAS-FASSADE

|                        |                  | PENRT            | PERT             | $\Sigma$ PE      | GWP                     | ODP              | AP                      | EP                      | POCP                     |
|------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------------|------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
|                        |                  | [MJ/kg]          | [MJ/kg]          | [MJ/m²]          | [kgCO <sub>2</sub> /kg] | [kgR11/kg]       | [kgSO <sub>2</sub> /kg] | [kgPO <sub>4</sub> /kg] | [kgC2H <sub>4</sub> /kg] |
| Herstellungsphase      | A1-A3            | 1,41E+03         | 1,23E+02         | 1,53E+03         | 1,13E+02                | 3,14E-09         | 3,99E-01                | 6,07E-02                | 3,93E-02                 |
| End-of-Life            | C3/C4            | 5,50E+01         | 3,93E+00         | 5,89E+01         | 3,02E+01                | 1,77E-07         | 2,03E-02                | 9,06E-03                | 1,33E-03                 |
| Recyclingpotential     | D                | -2,35E+03        | -5,98E+02        | -2,94E+03        | -1,92E+02               | -2,77E-07        | -1,16E+00               | -7,06E-02               | -6,63E-02                |
| <b>Gesamt (ohne D)</b> | <b>A + C</b>     | <b>1,47E+03</b>  | <b>1,27E+02</b>  | <b>1,59E+03</b>  | <b>1,43E+02</b>         | <b>1,80E-07</b>  | <b>4,19E-01</b>         | <b>6,98E-02</b>         | <b>4,06E-02</b>          |
| <b>Gesamt</b>          | <b>1 + C + D</b> | <b>-8,79E+02</b> | <b>-4,71E+02</b> | <b>-1,35E+03</b> | <b>-4,87E+01</b>        | <b>-9,67E-08</b> | <b>-7,43E-01</b>        | <b>-8,27E-04</b>        | <b>-2,56E-02</b>         |

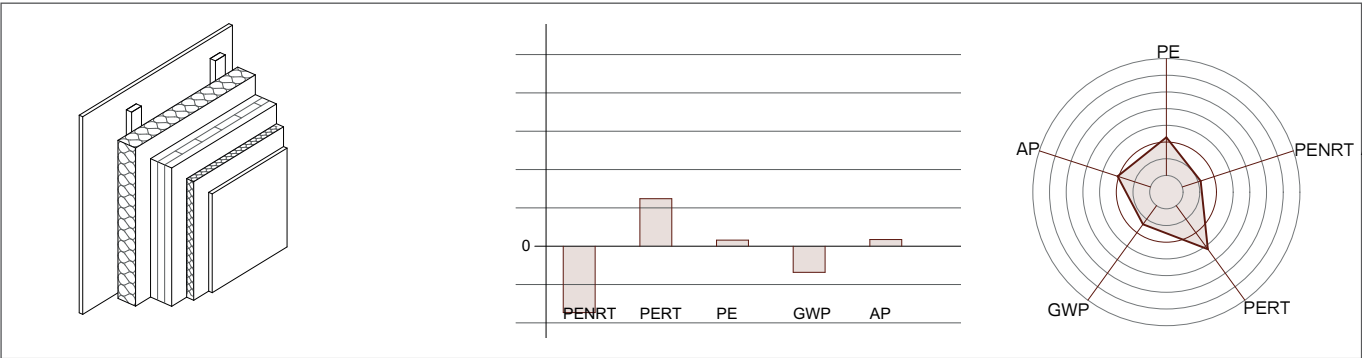




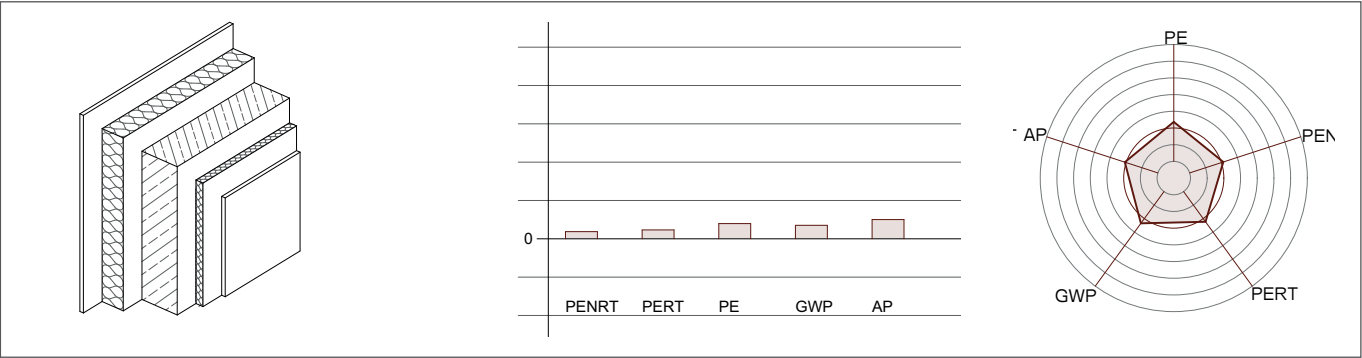
HOLZRIEGELWAND



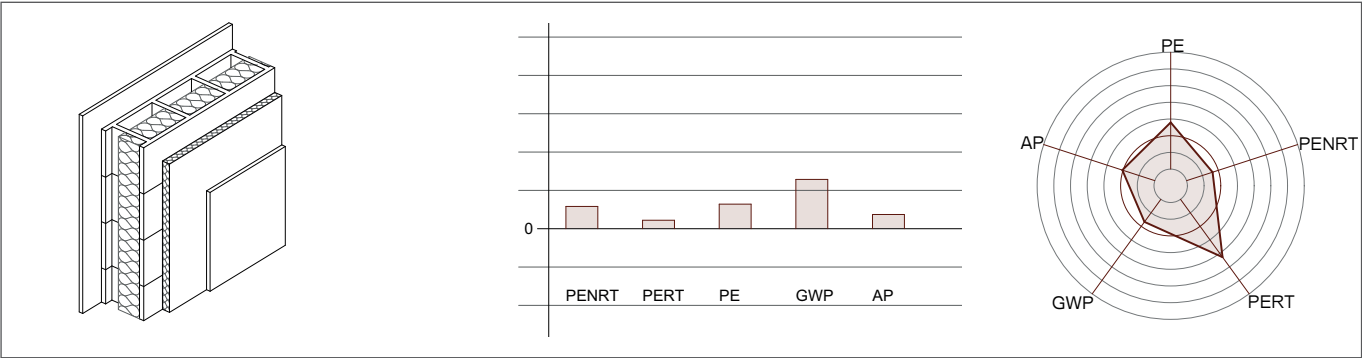
BRETTSPERRHOLZWAND



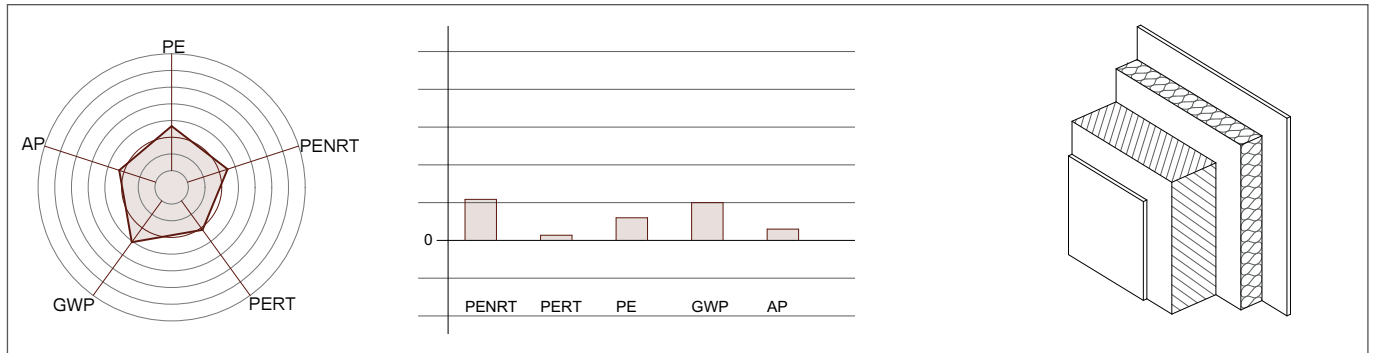
STAHLBETONWAND



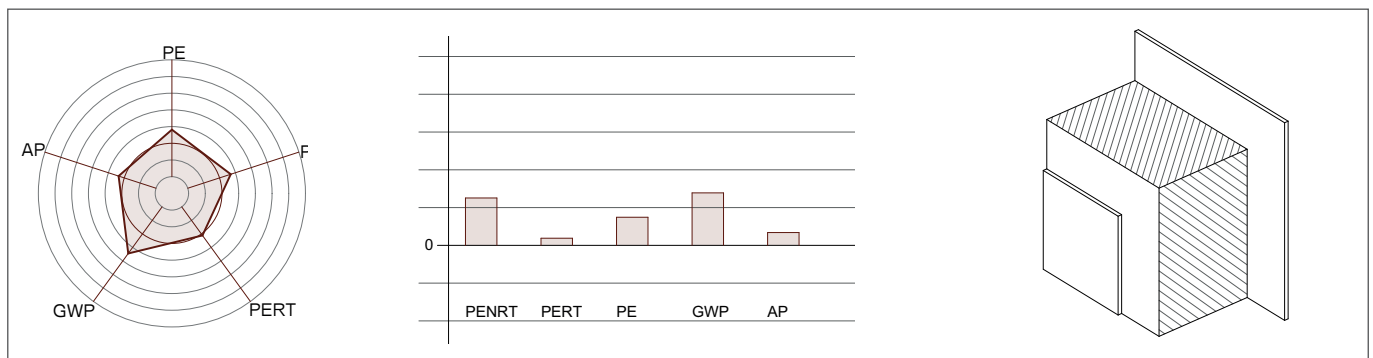
MANTELBETONSTEINWAND



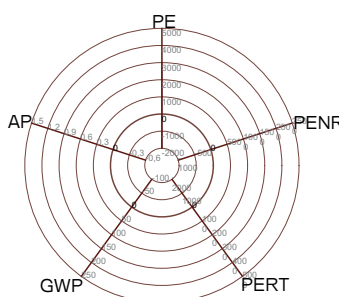
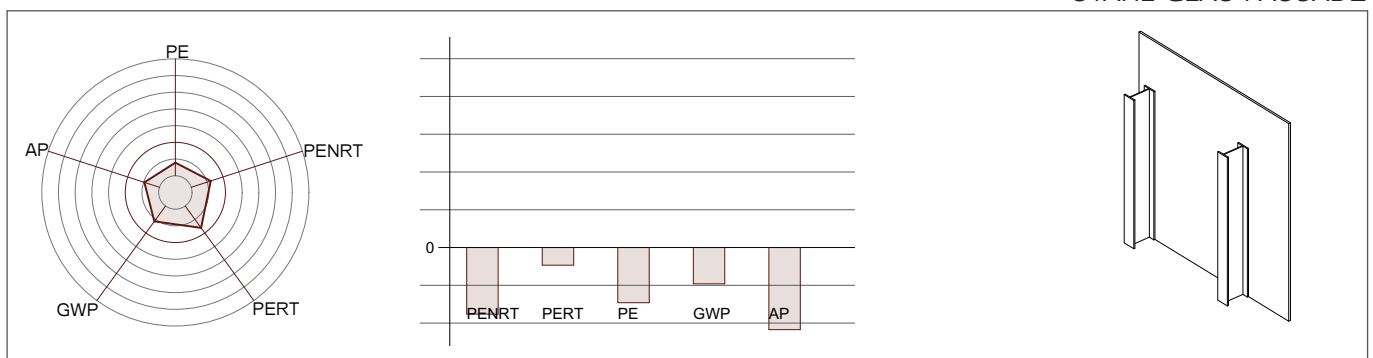
HOCHLOCHZIEGELWAND 25CM



HOCHLOCHZIEGELWAND 50CM



STAHL-GLAS-FASSADE



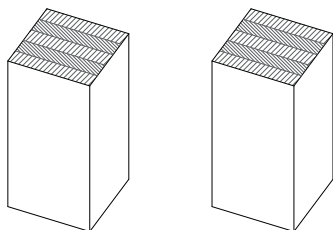
### Skala

Die Werte werden auf unterschiedlichen Skalas aufgetragen. Die Skala der Primärenergiebedarfsbilanzen reicht von -2000 MJ bis 5000 MJ. Für den GWP-Wert wird eine Skala von -100 kgCO<sub>2</sub> bis 250 kgCO<sub>2</sub> definiert. Das Versauerungspotential ist auf einer Skala von -0,6 kgSO<sub>2</sub> bis 1,5 kgSO<sub>2</sub> aufgetragen

# ökologische Bilanzierung

## STÜTZEN

### HOLZQUERSCHNITTE



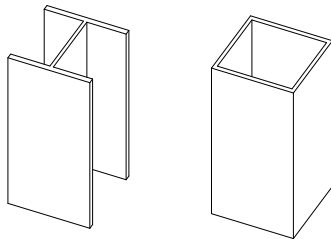
#### 1m³ Brettschichtholz

|                 |           | PENRT<br>[MJ/kg] | PERT<br>[MJ/kg] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO₂/kg] | ODP<br>[kgR11/kg] | AP<br>[kgSO₂/kg] | EP<br>[kgPO₄/kg] | POCP<br>[kgC₂H₄/kg] |
|-----------------|-----------|------------------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|---------------------|
| Gesamt (ohne D) | A + C     | 2,87E+03         | 2,40E+03        | 5,27E+03        | 1,69E+02          | 2,31E-05          | 7,53E-01         | 1,51E-01         | 1,42E-01            |
| Gesamt          | 1 + C + D | -4,68E+03        | 1,07E+04        | 5,98E+03        | -2,05E+02         | -6,22E-05         | 3,69E-01         | 1,47E-01         | 1,17E-01            |

#### 1m³ Konstruktionsvollholz

|                 |           |           |           |           |           |           |          |          |          |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|
| Gesamt (ohne D) | A + C     | 1,67E+03  | -7,49E+03 | -5,82E+03 | 9,80E+01  | 1,57E-05  | 4,82E-01 | 9,56E-02 | 1,08E-01 |
| Gesamt          | 1 + C + D | -5,46E+03 | 6,80E+02  | -4,78E+03 | -2,67E+02 | -6,77E-05 | 1,07E-01 | 9,19E-02 | 8,33E-02 |

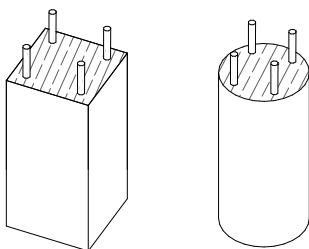
### STAHLPROFILE



#### 1m³ Stahlprofil

|                 |           | PENRT<br>[MJ/kg] | PERT<br>[MJ/kg] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO₂/kg] | ODP<br>[kgR11/kg] | AP<br>[kgSO₂/kg] | EP<br>[kgPO₄/kg] | POCP<br>[kgC₂H₄/kg] |
|-----------------|-----------|------------------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|---------------------|
| Gesamt (ohne D) | A + C     | 1,01E+05         | 1,28E+04        | 1,14E+05        | 8,05E+03          | 3,30E-07          | 2,27E+01         | 2,05E+00         | 2,82E+00            |
| Gesamt          | 1 + C + D | 8,71E+04         | 1,33E+04        | 1,00E+05        | 6,43E+03          | 3,48E-07          | 1,64E+01         | 1,53E+00         | 1,88E+00            |

### STAHLBETONQUERSCHNITTE



#### 1m³ Stahlbeton

|                 |           | PENRT<br>[MJ/kg] | PERT<br>[MJ/kg] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO₂/kg] | ODP<br>[kgR11/kg] | AP<br>[kgSO₂/kg] | EP<br>[kgPO₄/kg] | POCP<br>[kgC₂H₄/kg] |
|-----------------|-----------|------------------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|---------------------|
| Gesamt (ohne D) | A + C     | 2,04E+04         | 9,58E+02        | 2,13E+04        | 1,61E+03          | 7,70E-07          | 1,31E+01         | 2,78E+00         | 1,70E+00            |
| Gesamt          | 1 + C + D | 2,00E+04         | 9,11E+02        | 2,09E+04        | 1,58E+03          | 6,74E-07          | 1,30E+01         | 2,77E+00         | 1,70E+00            |

## HOLZQUERSCHNITTE

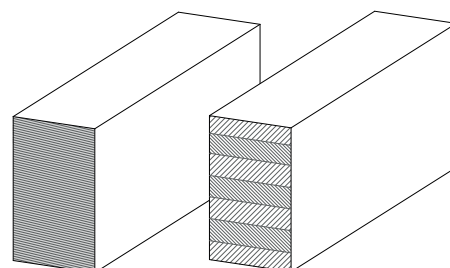
| PENRT   | PERT    | $\Sigma$ PE | GWP                     | ODP        | AP                      | EP                      | POCP                                  |
|---------|---------|-------------|-------------------------|------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| [MJ/kg] | [MJ/kg] | [MJ/m²]     | [kgCO <sub>2</sub> /kg] | [kgR11/kg] | [kgSO <sub>2</sub> /kg] | [kgPO <sub>4</sub> /kg] | [kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /kg] |

### 1m³ Brettschichtholz

| Gesamt (ohne D) | A + C     | 2,87E+03  | 2,40E+03 | 5,27E+03 | 1,69E+02  | 2,31E-05  | 7,53E-01 | 1,51E-01 | 1,42E-01 |
|-----------------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|
| Gesamt          | λ + C + D | -4,68E+03 | 1,07E+04 | 5,98E+03 | -2,05E+02 | -6,22E-05 | 3,69E-01 | 1,47E-01 | 1,17E-01 |

### 1m³ Konstruktionsvollholz

| Gesamt (ohne D) | A + C     | 1,67E+03  | -7,49E+03 | -5,82E+03 | 9,80E+01  | 1,57E-05  | 4,82E-01 | 9,56E-02 | 1,08E-01 |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|
| Gesamt          | λ + C + D | -5,46E+03 | 6,80E+02  | -4,78E+03 | -2,67E+02 | -6,77E-05 | 1,07E-01 | 9,19E-02 | 8,33E-02 |

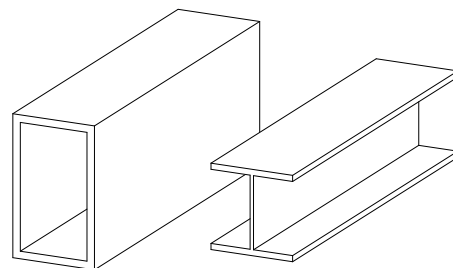


## STAHLPROFILE

| PENRT   | PERT    | $\Sigma$ PE | GWP                     | ODP        | AP                      | EP                      | POCP                                  |
|---------|---------|-------------|-------------------------|------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| [MJ/kg] | [MJ/kg] | [MJ/m²]     | [kgCO <sub>2</sub> /kg] | [kgR11/kg] | [kgSO <sub>2</sub> /kg] | [kgPO <sub>4</sub> /kg] | [kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /kg] |

### 1m³ Stahlprofil

| Gesamt (ohne D) | A + C     | 1,01E+05 | 1,28E+04 | 1,14E+05 | 8,05E+03 | 3,30E-07 | 2,27E+01 | 2,05E+00 | 2,82E+00 |
|-----------------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Gesamt          | λ + C + D | 8,71E+04 | 1,33E+04 | 1,00E+05 | 6,43E+03 | 3,48E-07 | 1,64E+01 | 1,53E+00 | 1,88E+00 |

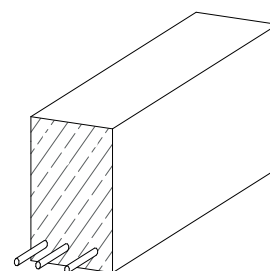


## STAHLBETONQUERSCHNITTE

| PENRT   | PERT    | $\Sigma$ PE | GWP                     | ODP        | AP                      | EP                      | POCP                                  |
|---------|---------|-------------|-------------------------|------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| [MJ/kg] | [MJ/kg] | [MJ/m²]     | [kgCO <sub>2</sub> /kg] | [kgR11/kg] | [kgSO <sub>2</sub> /kg] | [kgPO <sub>4</sub> /kg] | [kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /kg] |

### 1m³ Stahlbeton

| Gesamt (ohne D) | A + C     | 2,04E+04 | 9,58E+02 | 2,13E+04 | 1,61E+03 | 7,70E-07 | 1,31E+01 | 2,78E+00 | 1,70E+00 |
|-----------------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Gesamt          | λ + C + D | 2,00E+04 | 9,11E+02 | 2,09E+04 | 1,58E+03 | 6,74E-07 | 1,30E+01 | 2,77E+00 | 1,70E+00 |



## PENRT

Der Primärenergiebedarf aus nicht erneuerbaren Energien wie Erdgas, Erdöl, Braunkohle, Steinkohle und Uran, der für die Herstellung, sowie die Entsorgung von 1 m<sup>2</sup> Deckenelement benötigt wird, liegt durchschnittlich zwischen 500 MJ und 1000 MJ. Energie, die als Sonnenstrahlung pro Tag, auf 1 m<sup>2</sup> einwirkt, kann mit 14,4 MJ angenommen werden.<sup>79</sup> Es sind in etwa 70 Tage notwendig, um 1000 MJ/m<sup>2</sup> aus Sonnenenergie beziehen zu können.

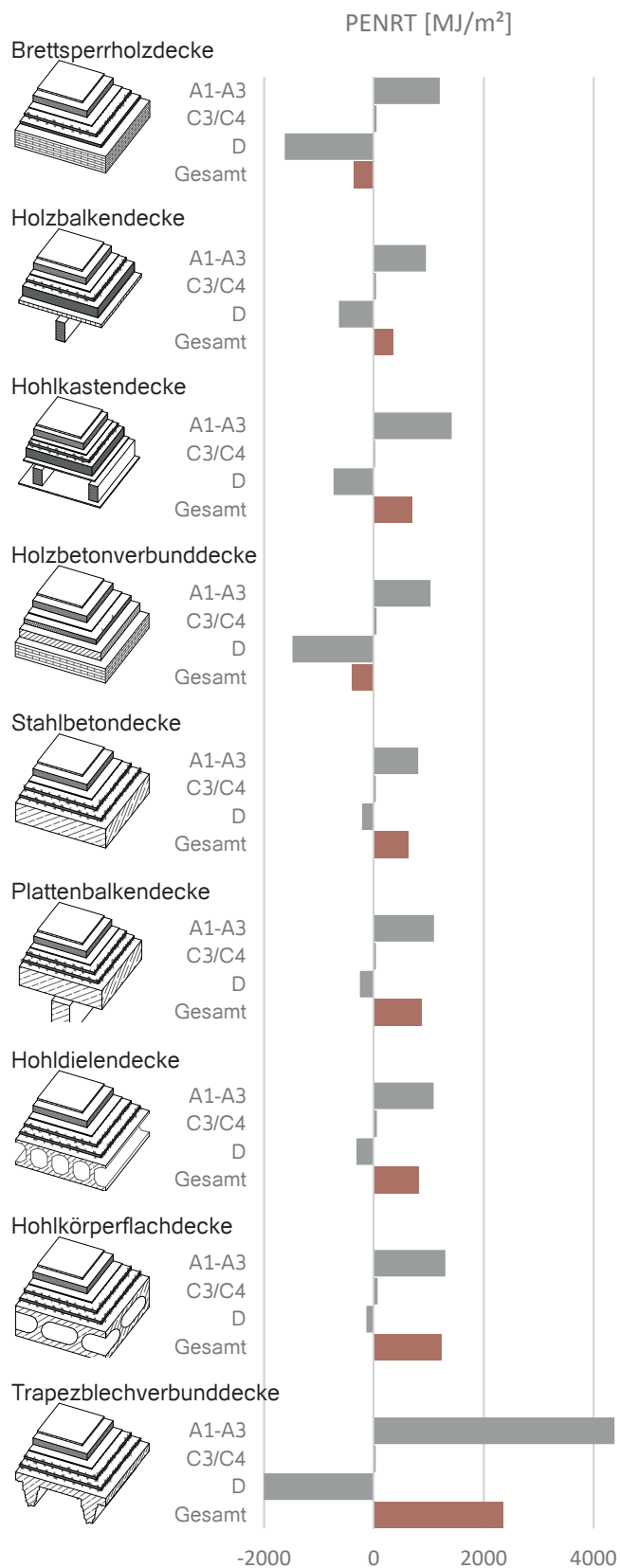
Der Gesamtprimärenergiebedarf setzt sich aus der Herstellung, aus der Entsorgung, sowie aus Gut- oder Lastschriften, die im Zuge der Entsorgung entstehen, zusammen. Sowohl die Herstellungs-, als auch die End-of-Life-Phase sind maßgeblich für die Gesamtbilanz. Materialien mit einem Heizwert können im Zuge der Entsorgung verbrannt werden und erzeugen dabei nicht erneuerbare Energien. Vor allem Holzelemente und Kunststoffbaustoffe erhalten große Gutschriften auf Grund der thermischen Verwertung. Metallbauteile weisen ebenfalls eine Gutschrift auf, da diese zur Gänze recycelt werden.

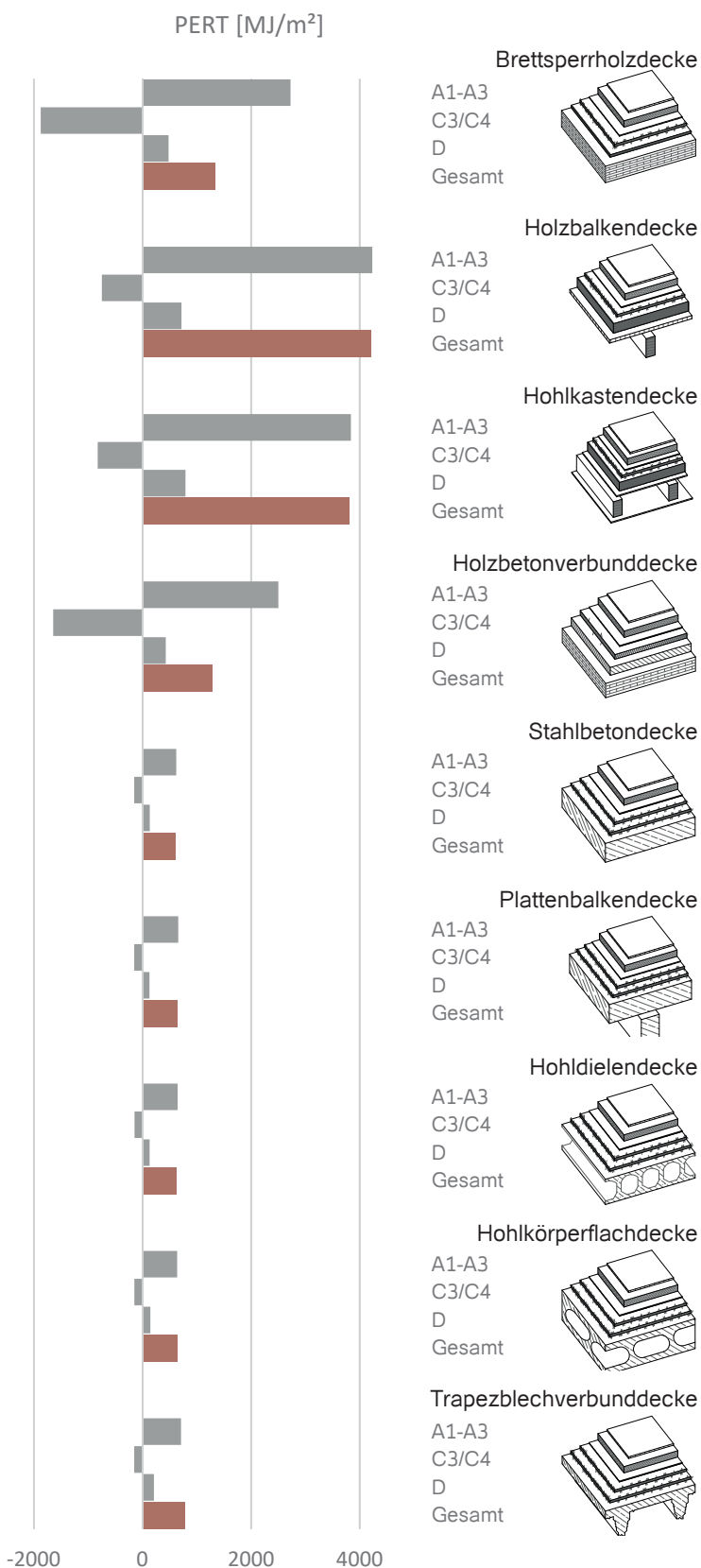
Der Maximalwert des Vergleichs liegt dennoch bei der Trapezblechverbunddecke, da diese in der Produktion sehr viel Energie benötigt. Bauteile mit hohem Holzanteil befinden sich in der Bilanzierung sogar im Plus, da sie bei der Verwertung mehr Energie erzeugen, als bei der Herstellung benötigt wird. Elemente mit hauptsächlich mineralischen Baustoffen haben, auf Grund der Herstellung im Mittel einen Wert von ca. 600-800 MJ/m<sup>2</sup>.

Legende:

- Phasen A, C, D
- Gesamt A + C + D

<sup>79</sup> [www.thestorff.de/energievergleich](http://www.thestorff.de/energievergleich)





## PERT

Energie aus erneuerbaren Quellen werden mit dem PERT-Wert dargestellt. Windkraft, Wasserkraft, Biomasse und Solarenergie zählen zu den Hauptenergiespendern in dieser Kategorie.

Die Gesamtbilanzwerte unterscheiden sich stark je nach Materialien. Bauteile mit hohem Holzanteil weisen bis zu 4000 MJ/m<sup>2</sup> auf, während Elemente mit hauptsächlich mineralischen Baustoffen lediglich Werte von 600-700 MJ/m<sup>2</sup> erreichen. Hauptbestandteil des erneuerbaren Energieverbrauchs liegt bei der Herstellung der Produkte. Bilanzen im negativen Diagrammbereich kommen durch die Entsorgung mittels thermischer Verwertung zustande, wobei der Wert durch das Recyclingpotential verbessert wird, da beim Verbrennen nur nicht erneuerbare Energien freigesetzt werden.

Den Maximalwert erreicht die Holzbalkendecke, gefolgt von der Hohlkastendecke mit 4204 MJ/m<sup>2</sup> bzw. 3807 MJ/m<sup>2</sup>. Diese hohen Energiewerte für Holzprodukte ergeben sich, da die Sonnenenergie, welche ein Baum zum wachsen benötigt, laut EN ISO 15804 mitberechnet wird.

## Legende:

Phasen A, C, D      
Gesamt A + C + D

## PE

Werden die Werte der Primärenergiebedarfe aus erneuerbaren und nicht erneuerbaren Energiequellen addiert, ergibt sich der Gesamtwert für den Primärenergiebedarf, der im Laufe des Lebenszyklus für 1 m<sup>2</sup> eines Bauteils aufgewendet wird.

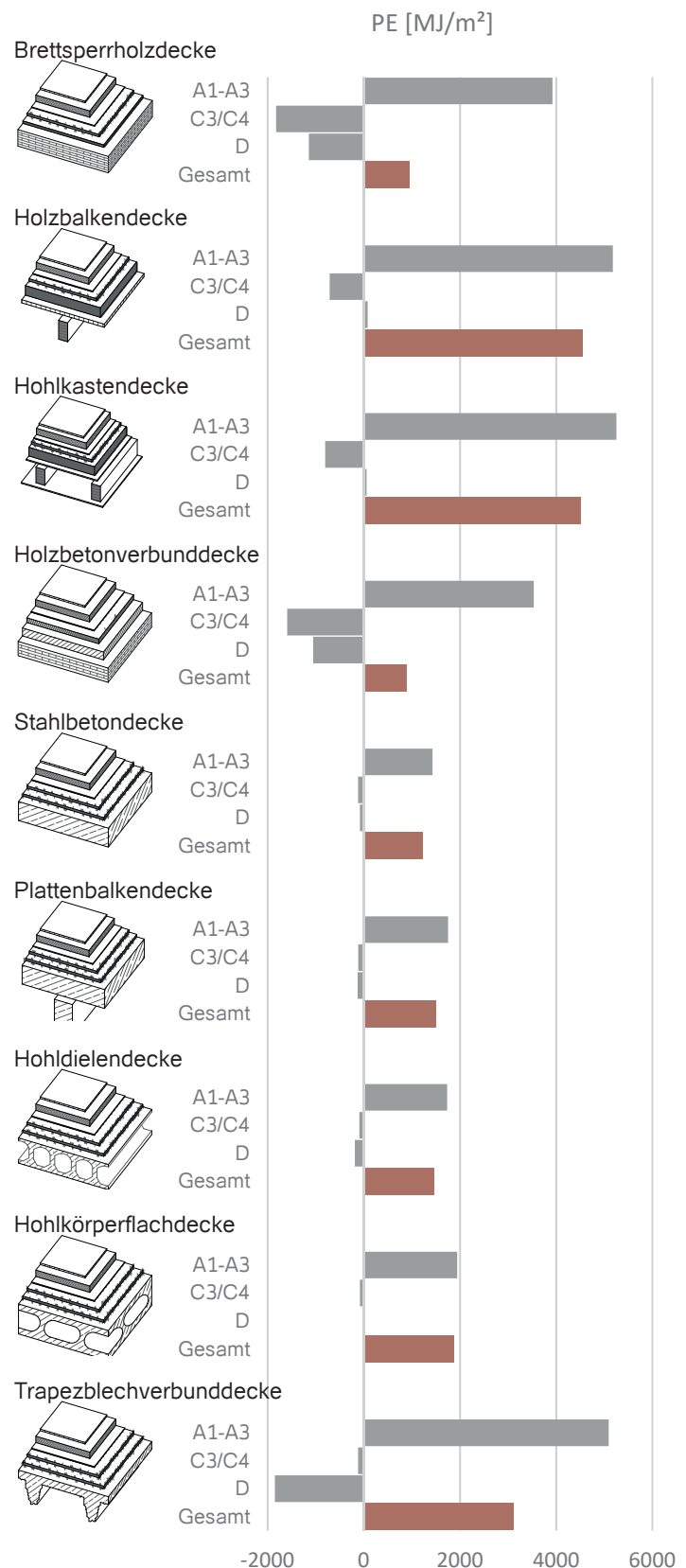
Die Gesamtbilanz des Primärenergiebedarfs besteht bei Holzbaustoffe zum Großteil aus erneuerbaren Energieverbräuchen, da den größten Anteil bei der Herstellung die Sonnenenergie beiträgt.

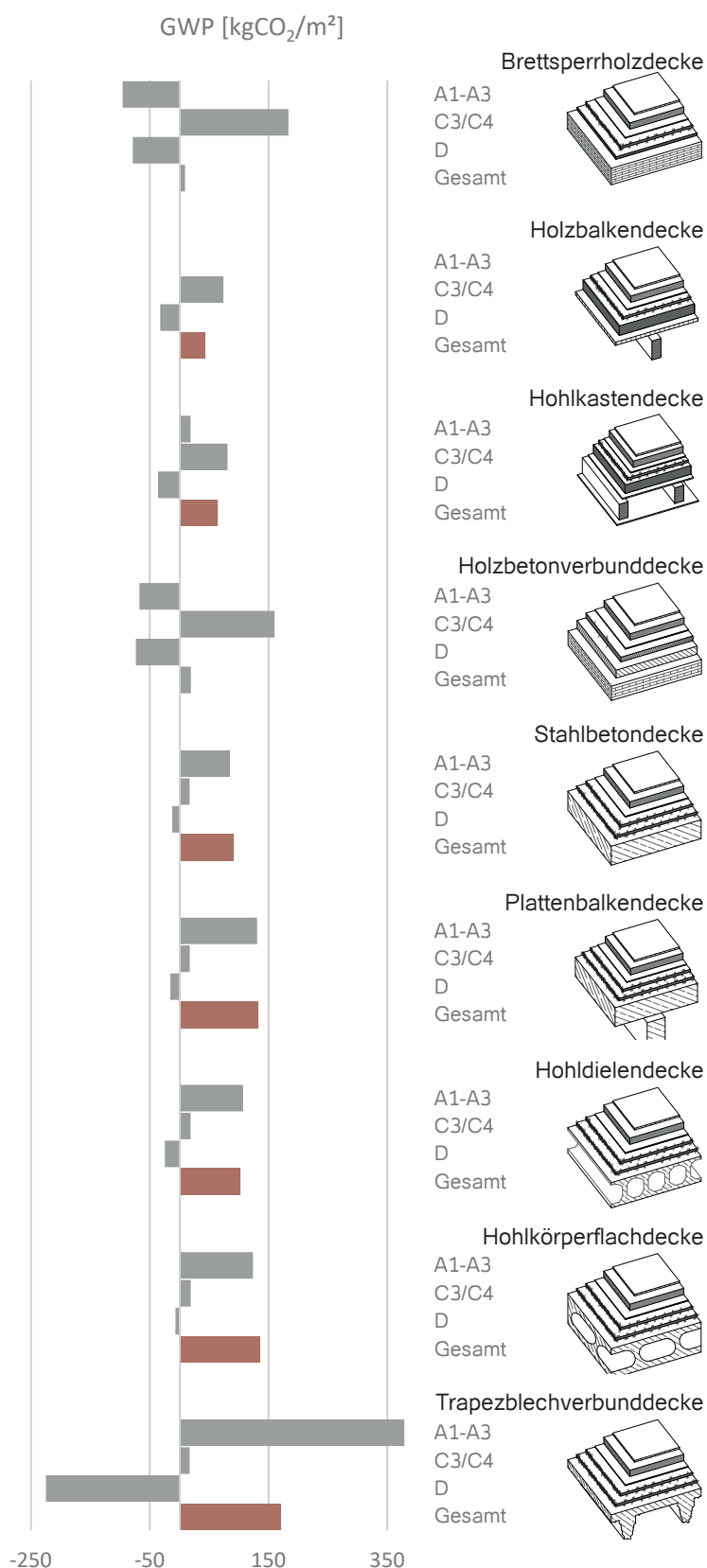
Die Herstellungsphase ist gegenüber der Entsorgungsphase maßgebender, da die Energiegewinne und Gutschriften aus nicht erneuerbaren Energien im Vergleich zu den benötigten Herstellungsenergien des erneuerbaren Energiebedarfs gering sind.

Den größten Bedarf an Energie benötigen die Holzbalkendecke, sowie die Hohlkastendecke mit über 4500 MJ/m<sup>2</sup>. Dabei ist zu beachten, dass sich dieser Wert vor allem auf Grund der hohen erneuerbaren Werte dieser Elemente ergibt.

### Legende:

- Phasen A, C, D
- Gesamt A + C + D





## GWP

Das Treibhauspotential gibt das Verhältnis zum Beitrag des Treibhauseffekts eines Produkts relativ zu einer gleichen Menge Kohlenstoffdioxid an. Das bedeutet, dass die Menge in kg berechnet wird, welche zum gleichen Teil am Treibhauseffekt beiträgt wie 1kg CO<sub>2</sub>. Die Werte beziehen sich auf einen Vergleichszeitraum von 100 Jahren.

Die Ergebnisse befinden sich zwischen 10 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> und 200 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>. Das Treibhauspotential einer Person, die einen 1000 km Flug absolviert, beträgt vergleichsweise 580 kgCO<sub>2</sub>e.

Das Treibhauspotential setzt sich bei mineralischen Baustoffen hauptsächlich aus Emissionen bei der Herstellung zusammen. Bei pflanzlichen Baustoffen wie Holz, befindet sich der Herstellungswert im Plus, da beim Wachsen der Bäume CO<sub>2</sub> gebunden wird. Dieses setzt sich bei der thermischen Verwertung der Baustoffe jedoch wieder frei.

Der höchste Wert findet sich auf Grund der Herstellung bei der Trapezblechverbunddecke mit 171 kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>. Die geringste Emission errechnet sich bei der Brettspertholzdecke, gefolgt von der Holzbetonverbunddecke mit Werten von 9,62 kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup> bzw. 19,46 kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>.



## AP

Das Versauerungspotential gibt an, welche Menge in kg bezogen auf ein Element das gleiche Säurebildungspotential aufweist wie 1kg Schwefeldioxid.

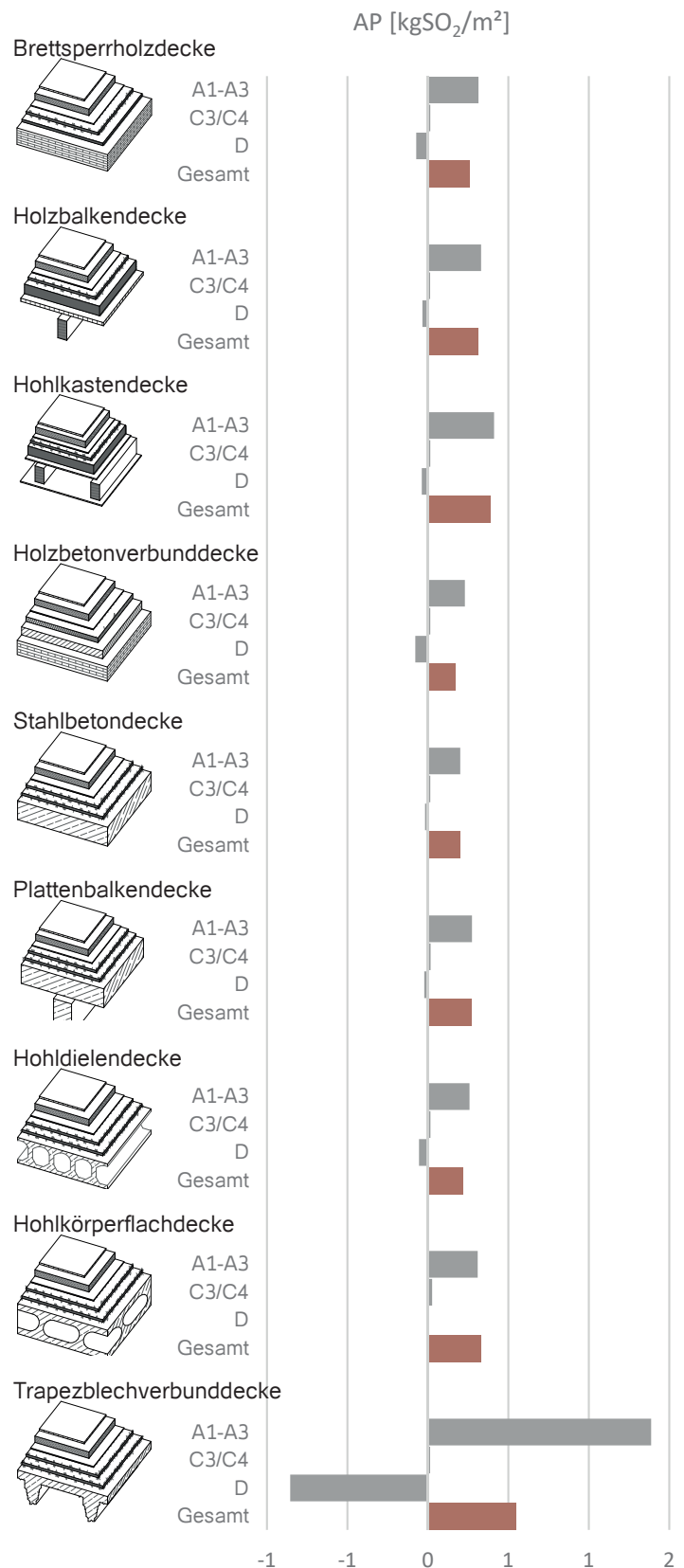
Das Ergebnis ergibt sich vorwiegend aus Werten der Herstellungsphase. Die Entsorgungsphase, sowie das Recyclingpotential fließen in diesem Fall vergleichsweise nur in geringem Maße in die Bilanzierung mit ein.

Die Gesamtwerte befinden sich im Durchschnitt zwischen 0,1 kgSO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup> und 0,5 kgSO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>.

Den weitaus höchsten Wert weist die Trapezblechverbunddecke mit über 1 kgSO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> auf. Dieser geht auf die Herstellung des Trapezbleches zurück. Die geringste Versauerungsbelastung lässt sich bei der Holzbetonverbunddecke feststellen.

### Legende:

- Phasen A, C, D
- Gesamt A + C + D





## PENRT

Der nicht erneuerbare Anteil des Primärenergiebedarfs für 1 m² Wandelement befindet sich zwischen -1000 MJ und 1000 MJ. Der Wert gibt Energien aus Erdgas, Erdöl, Braunkohle, Steinkohle und Uran, die für die Herstellung, sowie die Entsorgung benötigt werden an. Der Gesamtwert des PENRT ist materialabhängig von der Herstellung gleichermaßen beeinflusst wie vom End-of-Life Wert zusammen mit den Gut- und Lastschriften.

Materialien mit einem Heizwert weisen ein Plus an nicht erneuerbarer Energie auf, da bei der thermischen Verwertung mehr Energie freigesetzt wird, als bei der Herstellung verbraucht wird. Auch Konstruktionen mit hohem Recyclinggrad weisen eine positive Energiebilanz auf. In diesem Fall spiegelt sich dies bei der Stahl-Glas-Fassade wieder. Mineralische Materialien weisen geringere Energiebilanzen auf, da der Herstellungsaufwand, aber auch der Entsorgungsaufwand weniger Energie benötigen oder wieder freisetzen als bei Baustoffen mit einem Heizwert oder hohem Recyclingpotential.

Der größte Energiegewinn entsteht bei der Brettsperrholzwand, gefolgt von der Stahl-Glas-Fassade.

Die meiste nicht erneuerbare Energie wird im Laufe des Lebenszyklus bei den Hochlochziegelmauerwerken verbraucht.

Legende:

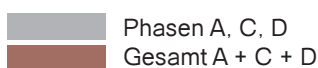
Phasen A, C, D   
Gesamt A + C + D 

## PERT

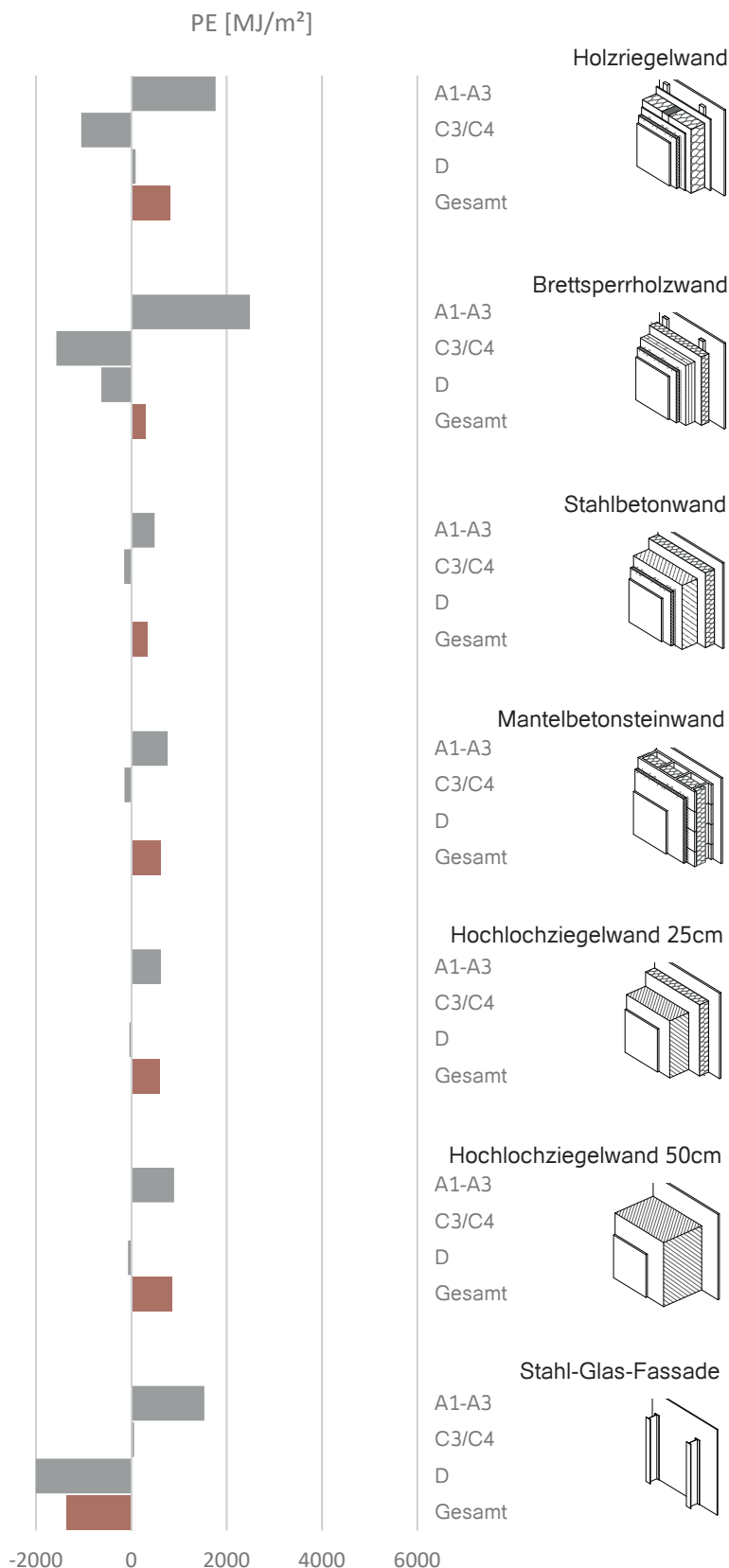
Der PERT Wert gibt Energien aus erneuerbaren Quellen, wie Windkraft, Sonnenkraft, Wasserkraft und Biomasse an. Die Gesamtwerte der Ökobilanz unterscheiden sich stark abhängig von den verwendeten Baustoffen. Die Werte reichen von -500 MJ/m<sup>2</sup> bis zu 1200 MJ/m<sup>2</sup>.

Bauteile mit hohem Holzanteil weisen einen großen PERT Wert auf, da die Sonnenenergie, die zum wachsen der Bäume benötigt wird, in der Ökobilanz miteingerechnet wird. Den Maximalwert erreicht die Holzriegelwand mit einem Wert von 1230 MJ/m<sup>2</sup>. Das Minimum an Energie wird bei der Stahl-Glas-Fassade benötigt, da diese fast zur Gänze recycelt werden kann. Elemente mit vorwiegend mineralischen Materialien weisen sowohl bei der Herstellung, als auch bei der Entsorgung nur einen geringen Energieverbrauch auf.

Legende:



PE



Der Primärenergiebedarf eines Bauteils setzt sich aus den Werten des nicht erneuerbaren und des erneuerbaren Energiebedarfs zusammen. Er zeigt die gesamte Energie, die im Laufe des Lebenszyklus für 1 m<sup>2</sup> Wand benötigt wird. Die Ergebnisse befinden sich im Durchschnitt bei 600 MJ/m<sup>2</sup>. Als Ausreißer ist die Stahl-Glas-Fassade zu erwähnen, da diese mit einem Plus an Energie von fast 1800 MJ/m<sup>2</sup> bilanziert wird.

Im Vergleich zu 1 m<sup>2</sup> Decke werden für 1 m<sup>2</sup> Wand um ca. 1000 MJ weniger benötigt. Betrachtet man die Energie, die die Sonne jeden Tag auf 1m<sup>2</sup> Fläche gesehen produziert, kommt man auf 14,4 MJ. Um 1000 MJ/m<sup>2</sup> aus Sonnenenergie zu beziehen, sind in etwa 70 Tage notwendig. Werden die Ergebnisse des PENRT, sowie des PERT addiert, ergibt sich ein Maximalwert von 816 MJ vorzufinden bei der Holzriegelwand, gefolgt von der Hochlochziegelwand. Die Gesamtprimärenergiebedarfsbilanz weist im Durchschnitt ähnliche Werte für die verschiedenen Elemente auf, obgleich beim erneuerbaren und nicht erneuerbaren Energiebedarf diese je nach Baustoff sehr unterschiedlich waren.

Legende:

Phasen A, C, D   
Gesamt A + C + D

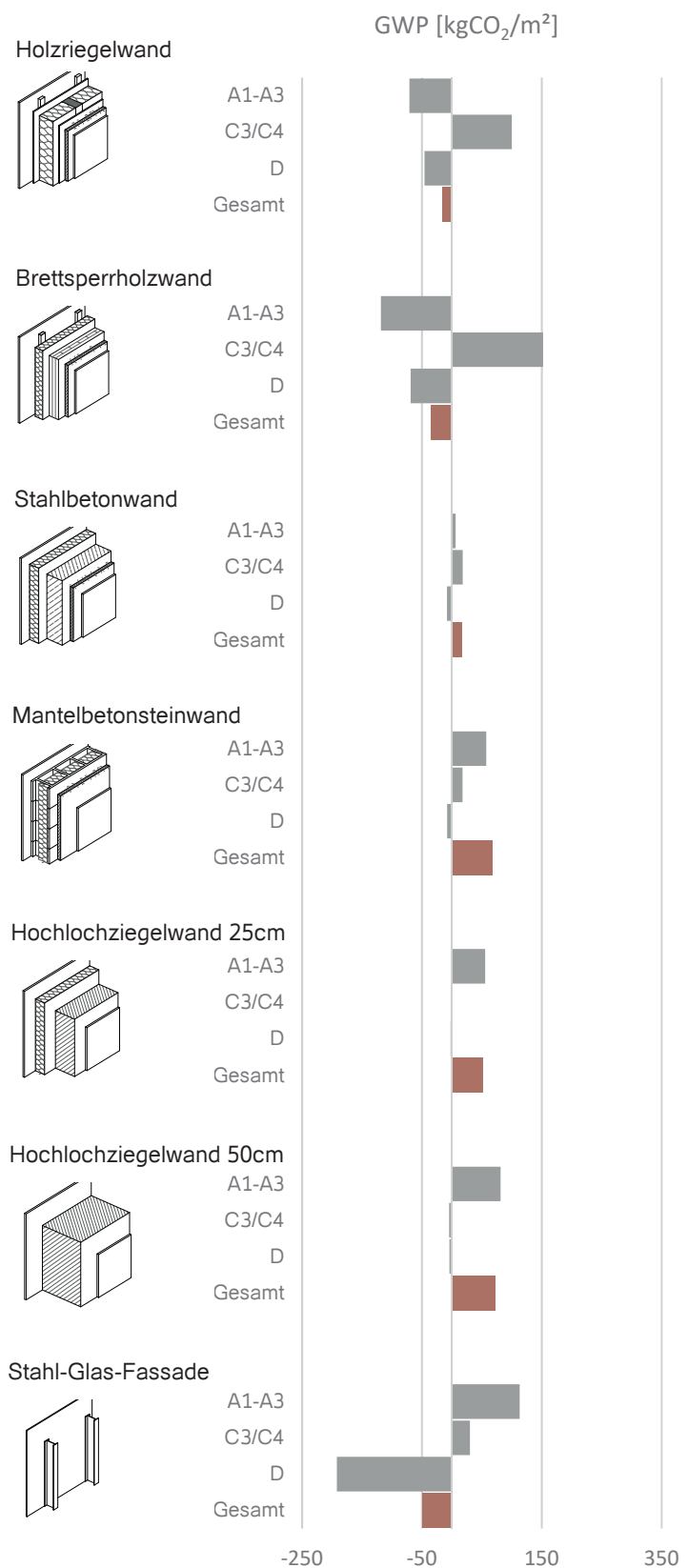
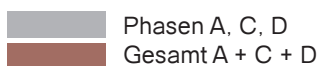
## GWP

Das Treibhauspotential gibt an, welchen Beitrag ein Produkt zum Treibhauseffekt leistet, relativ betrachtet zu 1 kg Kohlendioxid.

Die Vergleichswerte befinden sich zwischen  $-50 \text{ kgCO}_2/\text{m}^2$  und bis zu  $100 \text{ kgCO}_2/\text{m}^2$ .

Die Größe der Werte ist stark Baustoffabhängig, so können bei Produkten mit hohem Holzanteil vergleichsweise zu mineralischen Baustoffen hohe Werte festgestellt werden. Durch den Wachstum des Holzes wird  $\text{CO}_2$  gebunden, welches bei der Entsorgung durch Verbrennung wieder freigesetzt wird. In Summe können Elemente mit einem hohem Holzanteil ein Plus aufweisen, da bei der thermischen Verwertung weniger  $\text{CO}_2$  freigesetzt wird, als beim Wachstum des Baumes gebunden wird. Auch beim Recyclingprozess der Stahl-Glas-Fassade entsteht in der Gesamtbetrachtung ein Plus beim Ergebnis. Mineralische Bauteile schaffen bei der Herstellung, sowie bei der Entsorgung einen Beitrag zum Treibhauspotential von bis zu  $100 \text{ kgCO}_2/\text{m}^2$ .

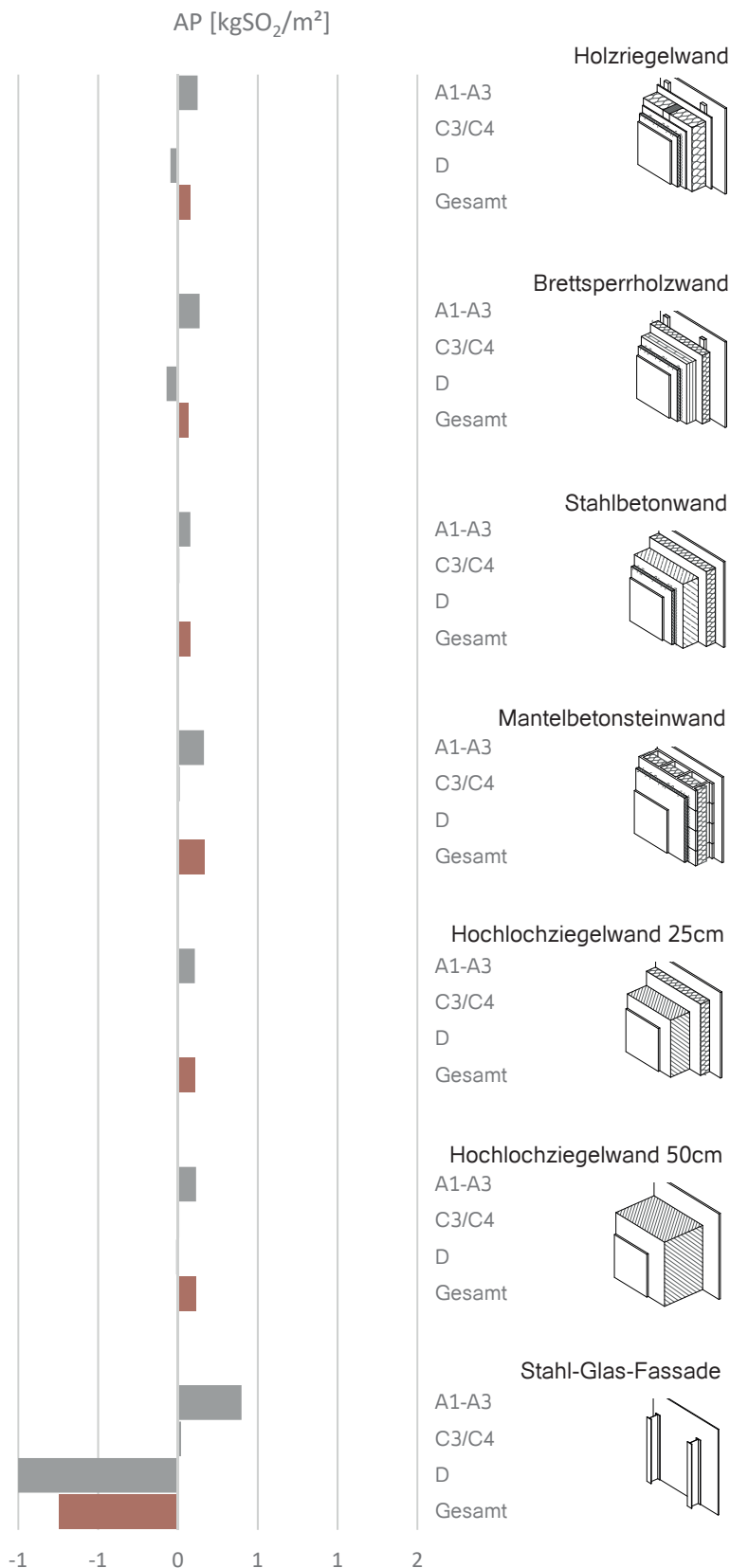
Legende:



# AP

Das Versauerungspotential beschreibt die Menge in kg bezogen auf ein Element, welches gleich viel Säurebildungspotential aufweist wie 1 kg Schwefeldioxid.

Die Ergebnisse entstehen vorwiegend aus den Werten der Herstellungsphase der Baustoffe. Die Bilanzen bewegen sich zwischen 0,3 und 0,5 kgSO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>. Den Maximalwert erreicht die Mantelbetonsteinwand mit 0,17 kgSO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>, während das niedrigste Ergebnis die Stahlbetonwand mit 0,079 kgSO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> aufweist.





METHODIK

MASSENERMITTLUNG

VERGLEICH

PENRT

PERT

PE

GWP

AP



## METHODIK

Der ökologische Vergleich der gesamten Gebäude wird zwischen den Varianten I, II & III durchgeführt. Betrachtet werden das tragende Bauskelett, sowie die Decken- und Wandelemente.

Die Bilanzierung setzt sich aus den ermittelten Werten des Bauteilkatalogs zusammen und wird gemeinsam mit den berechneten Mengen, die in den jeweiligen Gebäude vorhanden sind, multipliziert. Die Ergebnisse geben den Gesamtbedarf der jeweiligen Kategorie an.

Ermittelt werden die Bilanzen für die Wirkungsfaktoren des Primärenergiebedarfs aus nicht erneuerbaren und erneuerbaren Quellen, sowie die Summe dieser beiden Werte. Ebenfalls werden das Treibhauspotential, sowie das Versauerungspotential, als wichtigste ökologische Vergleichswerte berechnet. Andere Umweltindikatoren wie das Ozonabbaupotential, das Eutrophisierungspotential und das Photooxidantienbildungspotential werden in den Tabellen ermittelt, jedoch wird nicht näher auf diese Werte eingegangen.

Das Gesamtergebnis setzt sich aus den Teilwerten der einzelnen Bauteile zusammen, welche sich wiederum in Herstellungs-, sowie Entsorgungsanteile mit deren Gut- und Lastschriften gliedert. Durch diese Aufschlüsselung kann verglichen werden, welchen Einfluss die Faktoren auf den gesamten Vergleich haben.

## MASSENERMITTLUNG

Die folgende Tabelle zeigt die Ökobilanzierung der drei Vergleichsvarianten. Aus dem Bauteilkatalog werden die ermittelten Werte für die ausgewählten Elemente eingetragen. Ebenfalls werden die berechneten Mengen, in m³ bei Stützen und Trägern und in m² bei den flächigen Bauteilen wie Decken und Wände, angegeben. Die Gesamtergebnisse ergeben sich durch die Multiplikation dieser beiden Zahlen.

| Holzgebäude | Menge<br>[m³], [m²] | PENRT<br>[MJ]    | PERT<br>[M]     | Σ PE<br>[MJ]    | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> ] | ODP<br>[kgR11]   | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> ] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> ] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> ] |
|-------------|---------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------------------|------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------------------------|
| Stützen     | 263,75              | -1,23E+06        | 2,81E+06        | 1,58E+06        | -5,41E+04                   | -1,64E-02        | 9,73E+01                   | 3,87E+01                   | 3,08E+01                                   |
| Träger      | 604,80              | -2,83E+06        | 6,45E+06        | 3,62E+06        | -1,24E+05                   | -3,76E-02        | 2,23E+02                   | 8,88E+01                   | 7,06E+01                                   |
| Decken      | 20.000,00           | -7,48E+06        | 2,66E+07        | 1,92E+07        | 1,92E+05                    | -2,29E-01        | 5,16E+03                   | 9,70E+02                   | 7,97E+02                                   |
| Wände       | 6.264,00            | -2,59E+06        | 7,70E+06        | 5,11E+06        | -1,02E+05                   | -5,07E-02        | 4,88E+02                   | 1,19E+02                   | 1,73E+02                                   |
| <b>Σ</b>    |                     | <b>-1,41E+07</b> | <b>4,36E+07</b> | <b>2,95E+07</b> | <b>-8,75E+04</b>            | <b>-3,34E-01</b> | <b>5,97E+03</b>            | <b>1,22E+03</b>            | <b>1,07E+03</b>                            |

|         | PENRT<br>[MJ/m²] | PERT<br>[MJ/m²] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> /m²] | ODP<br>[kgR11/m²] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> /m²] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> /m²] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /m²] |
|---------|------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------|
| Stützen | -4,68E+03        | 1,07E+04        | 5,98E+03        | -2,05E+02                      | -6,22E-05         | 3,69E-01                      | 1,47E-01                      | 1,17E-01                                      |
| Träger  | -4,68E+03        | 1,07E+04        | 5,98E+03        | -2,05E+02                      | -6,22E-05         | 3,69E-01                      | 1,47E-01                      | 1,17E-01                                      |
| Decken  | -3,74E+02        | 1,33E+03        | 9,59E+02        | 9,62E+00                       | -1,14E-05         | 2,58E-01                      | 4,85E-02                      | 3,99E-02                                      |
| Wände   | -4,13E+02        | 1,23E+03        | 8,16E+02        | -1,63E+01                      | -8,10E-06         | 7,79E-02                      | 1,89E-02                      | 2,76E-02                                      |

| Stahlgebäude | Menge<br>[m³], [m²] | PENRT<br>[MJ]   | PERT<br>[M]     | Σ PE<br>[MJ]    | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> ] | ODP<br>[kgR11]  | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> ] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> ] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> ] |
|--------------|---------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------------------|-----------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------------------------|
| Stützen      | 30,39               | 2,65E+06        | 4,04E+05        | 3,05E+06        | 1,95E+05                    | 1,06E-05        | 4,99E+02                   | 4,64E+01                   | 5,73E+01                                   |
| Träger       | 55,42               | 4,83E+06        | 7,37E+05        | 5,56E+06        | 3,56E+05                    | 1,93E-05        | 9,09E+02                   | 8,47E+01                   | 1,04E+02                                   |
| Decken       | 20.400,00           | 1,28E+07        | 1,24E+07        | 2,52E+07        | 1,85E+06                    | 5,30E-03        | 4,09E+03                   | 6,93E+02                   | 4,56E+02                                   |
| Wände        | 6.102,00            | -5,36E+06       | -2,87E+06       | -8,24E+06       | -2,97E+05                   | -5,90E-04       | -4,54E+03                  | -5,05E+00                  | -1,56E+02                                  |
| <b>Σ</b>     |                     | <b>1,49E+07</b> | <b>1,06E+07</b> | <b>2,55E+07</b> | <b>2,10E+06</b>             | <b>4,74E-03</b> | <b>9,65E+02</b>            | <b>8,19E+02</b>            | <b>4,61E+02</b>                            |

|         | PENRT<br>[MJ/m²] | PERT<br>[MJ/m²] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> /m²] | ODP<br>[kgR11/m²] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> /m²] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> /m²] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /m²] |
|---------|------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------|
| Stützen | 8,71E+04         | 1,33E+04        | 1,00E+05        | 6,43E+03                       | 3,48E-07          | 1,64E+01                      | 1,53E+00                      | 1,88E+00                                      |
| Träger  | 8,71E+04         | 1,33E+04        | 1,00E+05        | 6,43E+03                       | 3,48E-07          | 1,64E+01                      | 1,53E+00                      | 1,88E+00                                      |
| Decken  | 6,27E+02         | 6,06E+02        | 1,23E+03        | 9,06E+01                       | 2,60E-07          | 2,01E-01                      | 3,40E-02                      | 2,24E-02                                      |
| Wände   | -8,79E+02        | -4,71E+02       | -1,35E+03       | -4,87E+01                      | -9,67E-08         | -7,43E-01                     | -8,27E-04                     | -2,56E-02                                     |

| Stahlbetongebäude | Menge<br>[m³], [m²] | PENRT<br>[MJ]   | PERT<br>[M]     | Σ PE<br>[MJ]    | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> ] | ODP<br>[kgR11]   | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> ] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> ] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> ] |
|-------------------|---------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------------------|------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------------------------|
| Stützen           | 711,36              | 1,43E+07        | 6,48E+05        | 1,49E+07        | 1,13E+06                    | 4,80E-04         | 9,26E+03                   | 1,97E+03                   | 1,21E+03                                   |
| Träger            | 729,00              | 1,46E+07        | 6,64E+05        | 1,53E+07        | 1,16E+06                    | 4,92E-04         | 9,49E+03                   | 2,02E+03                   | 1,24E+03                                   |
| Decken            | 20.250,00           | 1,67E+07        | 1,28E+07        | 2,95E+07        | 2,06E+06                    | 2,18E-03         | 4,46E+03                   | 8,25E+02                   | 3,62E+02                                   |
| Wände             | 6.642,00            | 7,86E+05        | 1,47E+06        | 2,25E+06        | 1,06E+05                    | -7,44E-03        | 5,26E+02                   | 9,30E+01                   | 4,94E+01                                   |
| <b>Σ</b>          |                     | <b>4,64E+07</b> | <b>1,55E+07</b> | <b>6,19E+07</b> | <b>4,45E+06</b>             | <b>-4,29E-03</b> | <b>2,37E+04</b>            | <b>4,91E+03</b>            | <b>2,85E+03</b>                            |

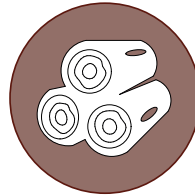
|         | PENRT<br>[MJ/m²] | PERT<br>[MJ/m²] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> /m²] | ODP<br>[kgR11/m²] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> /m²] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> /m²] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /m²] |
|---------|------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------|
| Stützen | 2,00E+04         | 9,11E+02        | 2,09E+04        | 1,58E+03                       | 6,74E-07          | 1,30E+01                      | 2,77E+00                      | 1,70E+00                                      |
| Träger  | 2,00E+04         | 9,11E+02        | 2,09E+04        | 1,58E+03                       | 6,74E-07          | 1,30E+01                      | 2,77E+00                      | 1,70E+00                                      |
| Decken  | 8,25E+02         | 6,31E+02        | 1,46E+03        | 1,02E+02                       | 1,07E-07          | 2,20E-01                      | 4,07E-02                      | 1,79E-02                                      |
| Wände   | 1,18E+02         | 2,21E+02        | 3,39E+02        | 1,60E+01                       | -1,12E-06         | 7,92E-02                      | 1,40E-02                      | 7,43E-03                                      |

## PENRT

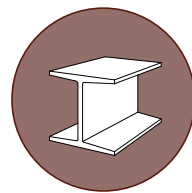
Der Primärenergiebedarf aus nicht erneuerbaren Energien setzt sich für die Bilanzierung des gesamten Gebäudes aus den Ergebniswerten der Stützen, Träger, Decken und Wände zusammen. Den größten Anteil steuert die Deckenkategorie bei, da diese auch mengenmäßig den größten Teil ausmacht. Die Gesamtwerte bewegen sich im zweistelligen Millionenbereich. Vergleichsweise dazu beträgt ein Viertel des gesamten Tagesstromverbrauch in Wien 31,5 mio MJ.

Abhängig von den Baustoffen differenzieren die Bilanzwerte sehr stark. Auf Grund der negativen Statistiken bei den Elementen, entsteht auch im Gesamtvergleich bei Variante I ein Wert von ca. -14 mio MJ. Bei Variante II addieren sich die Elementergebnisse zu einem Wert von ca. 15 mio MJ zusammen, während der Maximalwert von ca. 46 mio MJ bei Variante III, dem Stahlbetongebäude liegt.

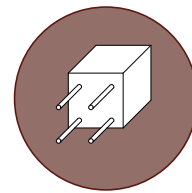
Variante I



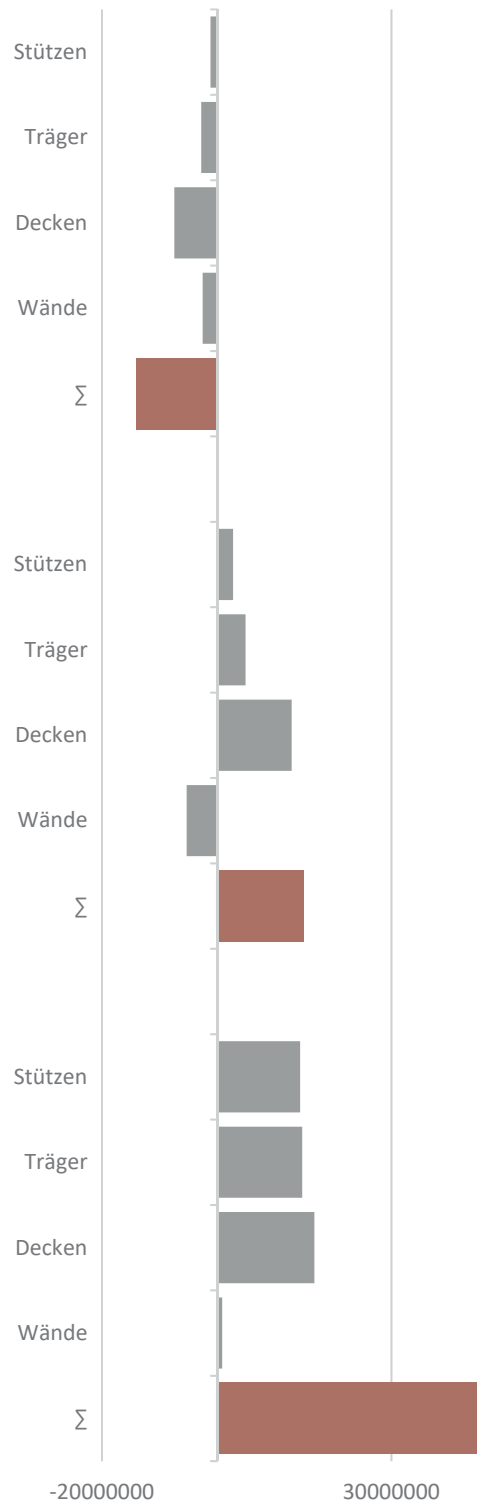
Variante II



Variante III



PENRT [MJ]

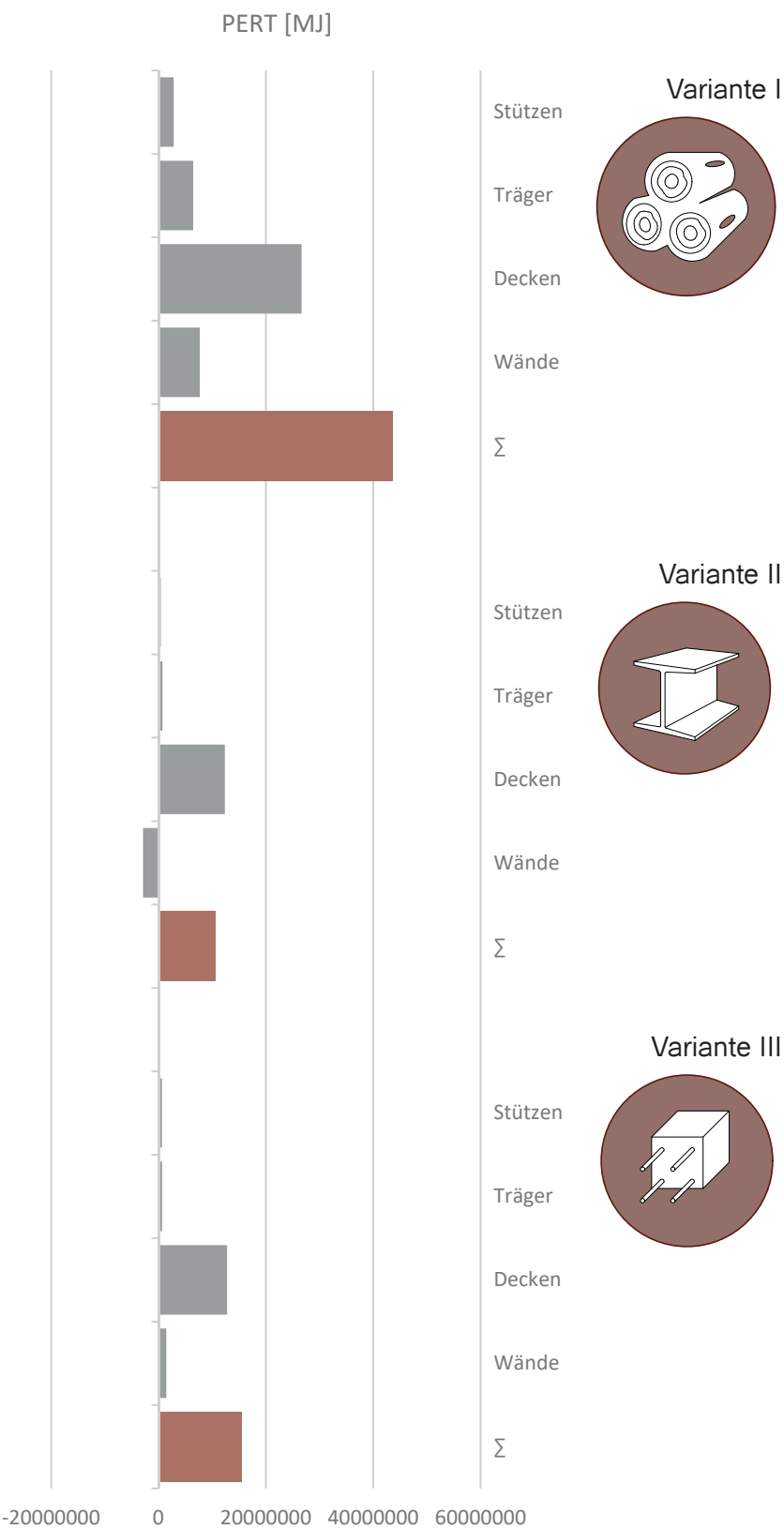


### Legende:

- Phasen A, C, D
- Gesamt A + C + D

PERT

Beim Primärenergiebedarf aus erneuerbaren Energien weisen die Ergebnisse eine umgekehrte Reihung der Varianten auf. Der Maximalwert liegt mit fast 44 mio MJ bei Variante I, da Bauteile mit vorwiegend Holzanteil während des Wachstums der Bäume Sonnenenergie beanspruchen. Variante II und Variante III weisen mit 10 mio MJ und 15 mio MJ verhältnismäßig niedrige Werte auf. Den größten Anteil an der Gesamtbilanz haben wiederum die Decken inne. Der verhältnismäßig hohe Anteil der Decken im Gesamtgebäude zeigt sich deutlich.



Legende:

Phasen A, C, D  
Gesamt A + C + D

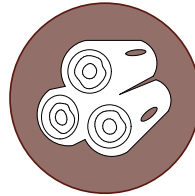
## PE

Der gesamte Primärenergiebedarf setzt sich aus dem Primärenergiebedarf aus erneuerbaren und nicht erneuerbaren Quellen zusammen. Er gibt an, wie viel Energie in MJ für die Herstellung, sowie die Entsorgung mit Gut- und Lastschriften benötigt wird. Der größte Anteil des Gesamtenergiebedarfs entsteht durch die Deckenelemente, da diese verhältnismäßig große Mengen im Gebäude aufweisen.

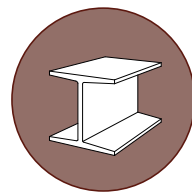
Addiert man den PENRT, sowie den PERT ergibt sich ein Maximalwert von nahezu 62 mio MJ für Gebäudevariante III. Das Gebäude aus vorwiegend Stahlbetonelementen benötigt im Laufe des Lebenszyklus die meiste Energie. Mit knapp 30 mio MJ verbraucht Variante I die Hälfte und mit in etwa 25 mio MJ benötigt Variante II den geringsten Wert an Primärenergie.

Zu beachten ist hierbei, dass die Zusammensetzung des Gesamtwerts bei Variante I, dem vorwiegend aus Holzelementen bestehendem Gebäude, vor allem von Energien aus erneuerbaren Quellen stammt. Bei Variante II und III besteht der Gesamtwert zum größten Teil aus nicht erneuerbaren Energiequellen.

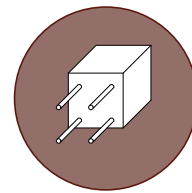
Variante I



Variante II

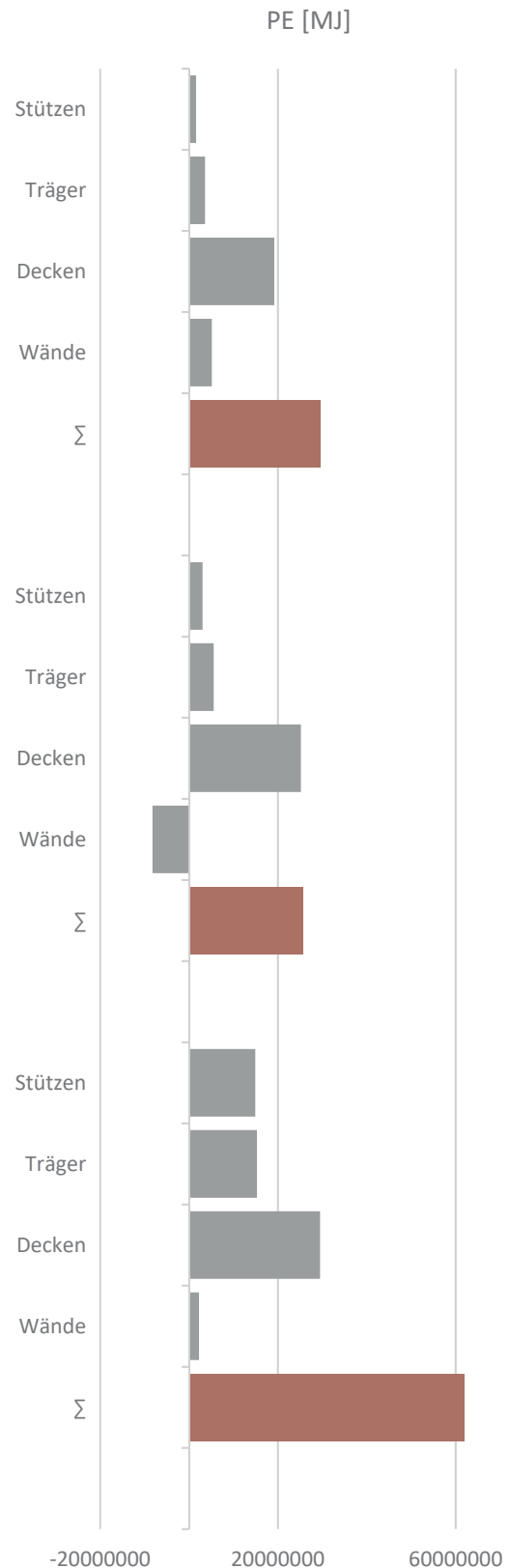


Variante III



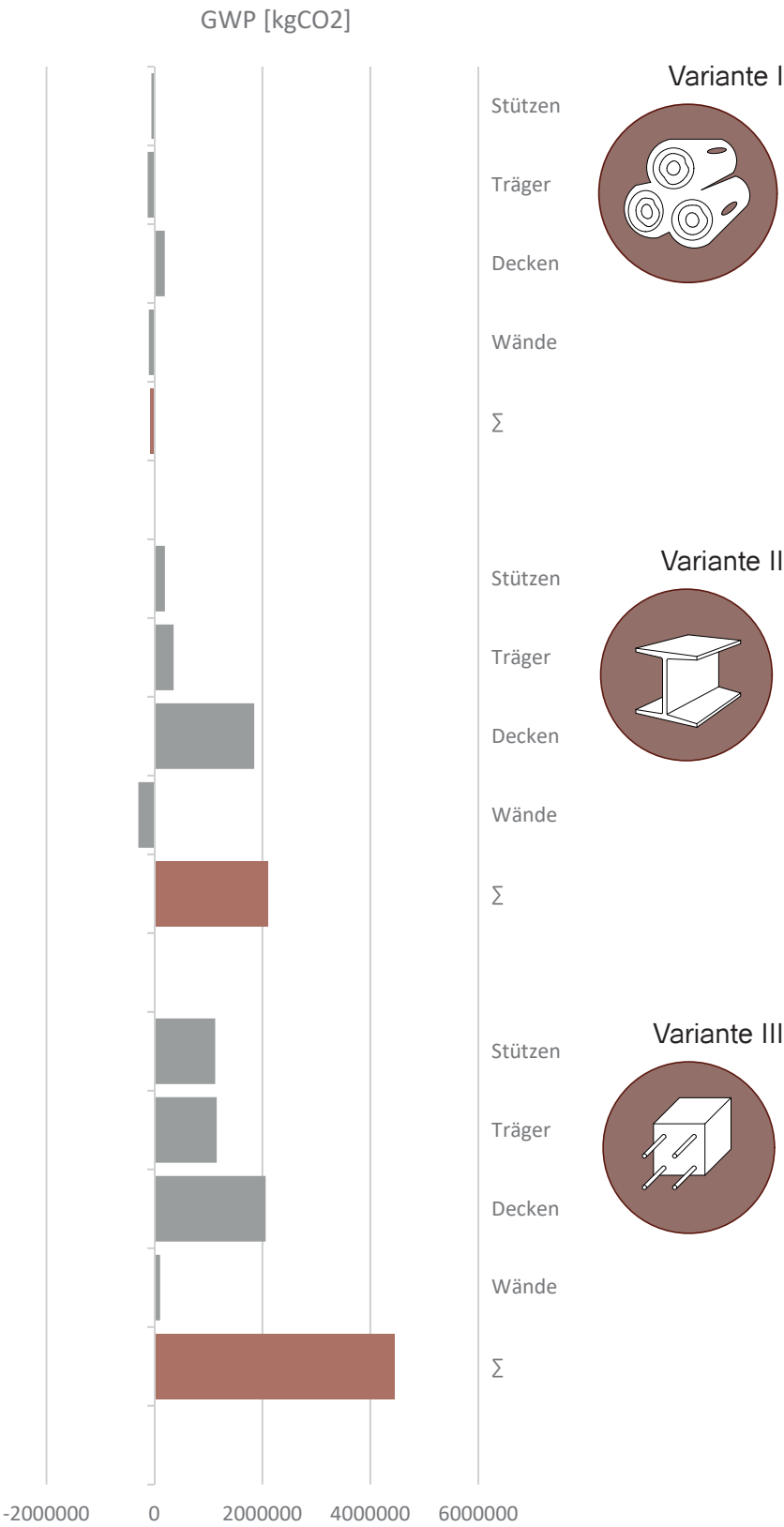
Legende:

- Phasen A, C, D
- Gesamt A + C + D



GWP

Das Treibhauspotential gibt an, welchen Beitrag zum Treibhauseffekt ein Produkt leistet, relativ zu einer gleichen Menge Kohlenstoffdioxid. Die Werte sind, vom jeweiligen Baustoff abhängig, sehr unterschiedlich und reichen von -87.000 kgCO<sub>2</sub> bis zu 4.450.000 kgCO<sub>2</sub>. Die Bilanz bei Variante I befindet sich im Minusbereich des Diagramms mit 87.000 kgCO<sub>2</sub>. Ökologisch betrachtet mindert dieses Gebäude den Treibhauseffekt, da mehr CO<sub>2</sub> im Laufe des Lebenszyklus gebunden wird als benötigt. Variante II, sowie Variante III tragen hingegen zum Treibhauseffekt bei. Den größten Anteil zu diesem Wert tragen wiederum die Deckenelemente bei, da diese mengenmäßig am meisten vertreten sind. Der Maximalwert befindet sich beim vorwiegend aus Stahlbeton errichteten Gebäude mit über 4 mio kgCO<sub>2</sub>.



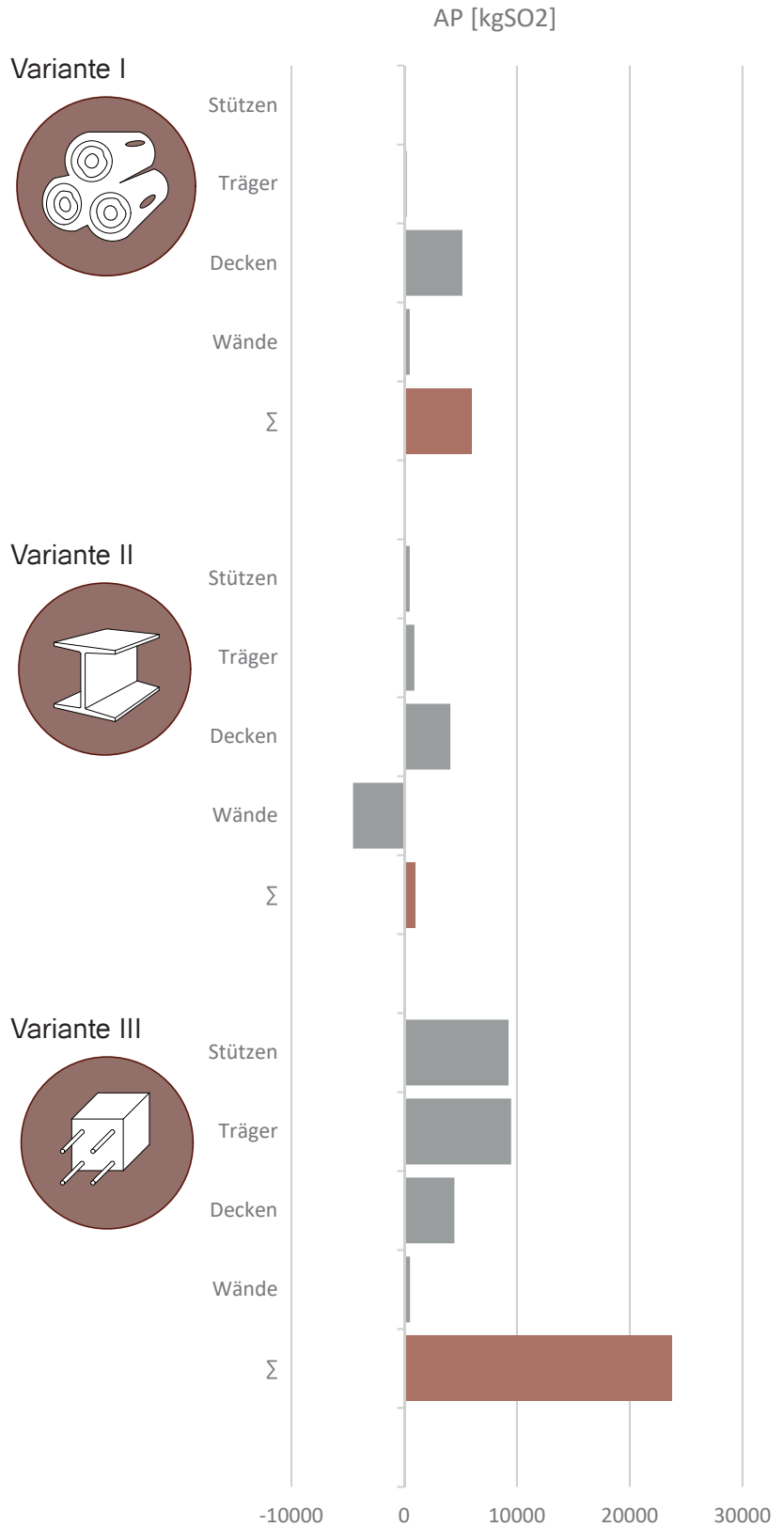
## AP

Beim Versauerungspotential wird sichtbar, welche Menge in kg das gleiche Säurebildungspotential aufweist wie 1 kg Schwefeldioxid.

Luftschadstoffe reagieren in der Luft mit Wasser, welches als „saurer Regen“ zur Erde gelangt. Dieser sinkt in den Boden und verursacht Schäden in der Pflanzen- und Tierwelt, aber auch Gebäude werden davon angegriffen.

Die Werte befinden sich zwischen ca. 1000 kgSO<sub>2</sub> und in etwa 24.000 kgSO<sub>2</sub>.

Aus ökologischer Sicht weist Variante II den niedrigsten und somit besten Wert mit 965 kgSO<sub>2</sub> auf. Das Gebäude der Variante I verbraucht im Laufe des Lebenszyklus 5968 kgSO<sub>2</sub>, während Variante III mit 23.730 kgSO<sub>2</sub> deutlich mehr Versauerungspotential aufweist als die beiden anderen Vergleichsobjekte.



Legende:

- Phasen A, C, D
- Gesamt A + C + D









## ERGEBNISSE DER BAUTEILE

Der Primärenergiebedarf der Elemente gliedert sich in nicht erneuerbaren, sowie erneuerbaren Energiefluss, der für jeweils 1 m<sup>2</sup> eines Produktes definiert wird. Bauteile mit einem hohem Anteil am Material Holz, sowie dem Material Stahl weisen einen höheren Wert in der Gesamtbetrachtung auf. Das heißt, Baustoffe vorwiegend aus Holz und Stahl benötigen im Laufe ihres Lebenszyklus mehr Energie als mineralische Baustoffe. Bei Produkten, die am Ende des Lebenszyklus der thermischen Verwertung zugeführt werden, ist der Primärenergiebedarf aus nicht erneuerbaren Quellen sehr gering, oftmals sogar kann ein Plus an Energie entstehen. Diese Bilanz ergibt sich dadurch, dass bei der Verbrennung nicht erneuerbare Energie entsteht. Wenn der PENRT-Wert sehr niedrig ist, warum ist der Gesamtenergiebedarf bei Holzprodukten am höchsten? Beim erneuerbaren Energiebedarf wird die Sonnenenergie, die Bäume zum wachsen benötigen miteinbezogen. Diese Tatsache ist ausschlaggebend für den Maximalwert beim Gesamtenergiebedarf. Um diese Zusammenhänge nachzuvollziehen ist die separate Betrachtung des erneuerbaren, sowie nicht erneuerbaren Energiebedarfs notwendig. Mineralische Baustoffe benötigen in der Herstellungsphase, sowie in der Entsorgungsphase Primärenergie aus erneuerbaren und nicht erneuerbaren Quellen.

Werden die nicht erneuerbaren Energiebilanzen betrachtet, so ist der Wert der mineralische Materialien höher, als jener von Holzbaustoffen.

Das Treibhauspotential zeigt das Verhältnis zum Beitrag des Treibhauseffektes im Vergleich zu 1 kg CO<sub>2</sub> an. Die Werte befinden sich zwischen -50 kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup> und 150 kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>. Das Treibhauspotential einer Person, die einen 1000 km Flug absolviert beträgt vergleichsweise ca. 580 kgCO<sub>2</sub>e. Auf den ersten Blick mag dieser Vergleich zu Gunsten der Bauteile ausgehen, doch werden die Elementwerte, die für 1 m<sup>2</sup> eines Produkts berechnet wurden, mit den gesamten, benötigten m<sup>2</sup> multipliziert, so erhält man je nach Gebäudegröße höhere Ergebnisse. So könnte man vergleichsweise in etwa 40 1000 km Flüge absolvieren, um den gleichen Beitrag zum Treibhauseffekt beizutragen, wie 100 m<sup>2</sup> Nutzfläche zu errichten.

Die Ergebnisse sind bei mineralischen Baustoffen, sowie Metallen am höchsten. Diese setzen sich vor allem aus Emissionen der Herstellungsphase zusammen. Bei Elementen mit großem Holzanteil ist dieser Wert sehr gering, und kann sogar zum positiven beitragen, denn in der Wachstumsphase der Bäume wird so viel CO<sub>2</sub> gebunden, dass die Herstellungs- und Entsorgungsverfahren

keinen großen Einfluss auf diesen Wert haben, obwohl bei der thermischen Verwertung des Holzes  $\text{CO}_2$  wieder freigesetzt wird.

Das Versauerungspotential von Bauteilen ist in erster Linie von den Emissionen der Herstellungsphase eines Produktes abhängig. Die Entsorgungsphase, sowie das Recyclingpotential haben in diesem Fall nur geringen Einfluss auf das Ergebnis. Das Versauerungspotential gibt an, welche Menge in kg das gleiche Säurebildungspotential aufweist wie 1 kg Schwefeldioxid. Es ist keine große Streuung der Ergebnisse erkennbar. Elemente aus mineralischen Baustoffen, Metallen, Kunststoffen, sowie Holzbbaustoffen weisen in etwa das gleiche Versauerungspotential auf.

## ERGEBNISSE DER GEBÄUDE

Bei der Betrachtung der drei Vergleichsvarianten werden die Werte nach Bauteile aufgeschlüsselt. Es ist zu erkennen, welchen mengenmäßigen Anteil jedes der Elemente aufweist. Den größten Einfluss haben die Deckenkonstruktionen, da diese den höchsten Anteil im Gebäude darlegen.

Die Varianten sind materialspezifisch eingeteilt, damit Unterschiede der Bauweisen aufgezeigt werden können.

Der Primärenergiebedarf für die Errichtung eines ca. 2500 m<sup>2</sup> großen, siebengeschoßigen Bauwerks beträgt in Holzbauweise ausgeführt 29,5 mio MJ, bei Bauteilen aus vorwiegend Stahlelementen 25,5 mio MJ und in Stahlbetonbauweise 61,9 mio MJ. Im Vergleich dazu beträgt der Tagesstromverbrauch der Stadt Wien 126 mio MJ.

Beim Gesamtenergiebedarf ist zu beachten, dass dieser in erneuerbare und nicht erneuerbare Energie aufgespalten wird. Ein hoher Anteil an erneuerbarer Energie und ein niedriger Anteil an nicht erneuerbarer Energie ist ökologisch betrachtet besser, als umgekehrt.

Die Zusammensetzung des Gesamtenergiebedarfs in erneuerbaren und nicht erneuerbaren Energiefluss, weist dieselben Merkmale auf, wie bei der Bauteilbetrachtung.

Das Treibhauspotential weist eine hohe Streuung der Ergebnisse auf. Die Werte reichen von -87.000 kgCO<sub>2</sub>e bis zu 4.450.000 kgCO<sub>2</sub>e. Da die Ergebnisse der Elementbilanzierung schon sehr unterschiedliche Tendenzen aufweisen, ergibt sich durch die Multiplikation mit den Bauteilmengen, logischerweise eine noch größere Streuung bei der Gesamtbetrachtung.

Aus ökologischer Sicht ist in dieser Kategorie das Gebäude aus Holzkonstruktionen eindeutig die günstigste Lösung. Das Stahl-

betongebäude trägt mit seiner Errichtung, sowie Entsorgung am meisten zur Versauerung bei.

Das Versauerungspotential ist im Gesamtvergleich stark abhängig von der Menge der Bauteile, da die Ergebnisse der Elementbilanzierung in etwa gleiche Werte ergeben.

### MASSGEBENDE EINFLUSSFAKTOREN

#### • Bauteilbilanz

Beim Vergleich der einzelnen Elemente ist ersichtlich, dass die Herstellungsphase, die Entsorgungsphase, sowie das Recyclingpotential einen erheblichen Einfluss auf die Lebenszyklusbetrachtung der Bauteile haben. Je nach Bewertungskategorie ist ein Schwerpunkt bei einer der drei Phasen erkennbar, jedoch ist der Unterschied nicht so hoch, dass bei einzelnen Kategorien eine der Phasen außer Acht gelassen werden kann. Es ist für die Gesamtbetrachtung wichtig, dass sowohl die Herstellung, als auch die Entsorgung der Produkte mit deren Gut- und Lastschriften miteinbezogen wird.

Die Ergebnisse der Bauteilbilanzen hängen vor allem von den verwendeten, tragenden Materialien und deren ökologischen Werten ab.

#### • Gebäudebilanz

Maßgebend für die Gesamtbilanz der Gebäudevarianten sind zum einen die Ergebnisse aus den Elementbewertungen und zum anderen die benötigte Menge der Bauteile.

Die Auswahl der Bauteile für die einzelnen Varianten hat einen enormen Einfluss auf das Gesamtergebnis der Ökobilanz. Da die Ergebnisse der Elemente für 1 m<sup>2</sup> bzw. 1 m<sup>3</sup> mit der gesamten benötigten Menge multipliziert wird, bleibt das Bilanzverhältnis, von den Bauteilen zum Gesamtgebäude, bei gleichen Mengen, gleich. Die ausgewählten Elemente haben somit einen großen Einfluss auf die Gesamtbilanzierung der Gebäude.

Ein weiteres Kriterium sind die Mengen der Bauteile. Durch den ressourceneffizienten Einsatz der Baustoffe ergeben sich je nach Konstruktionsmaterial unterschiedliche Mengen an Baustoffen für das gesamte Gebäude. Werden Bauweisen mit verschiedenen Deckenspannweiten verglichen, so werden für die Variante mit der größeren Spannweite weniger Stützen benötigt, als vergleichsweise für eine Variante mit geringerer Spannweite bei gleichen Gebäudemaßen.

Die anteilsmäßig größte Menge weisen die Deckenelemente auf. Diese haben somit das höchste Optimierungspotential.

## **Einfluss der Gebäudelebensdauer**

Um Gebäude miteinander zu vergleichen, ist es notwendig, den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes „cradle to grave“, oder „cradle to cradle“ zu betrachten. Dabei spielt die seriöse Abbildung der Lebensdauer eines Produktes eine wichtige Rolle. Durch die Miteinberechnung der tatsächlichen Verwendungsdauer im Gebäude verändern sich die Ergebnisse.

Beim Vergleich der drei Gebäudevarianten wurde eine Lebensdauer von lediglich 30 Jahren für alle verwendeten Produkte angenommen. Werden diese aber über einen längeren Zeitraum betrachtet, so müssen einige Elemente einfach bis mehrfach ausgetauscht werden.

Durch die Auswechslung einzelner Baustoffe verdoppeln sich die Herstellungs-, sowie Entsorgungsergebnisse dieses Produktes. Bauteile mit hoher Lebensdauer sind auch aus ökologischer Sicht günstiger.

## **Aussagekraft ökologische Bewertung**

Die ökologische Bewertung der Bauteile und der gesamten Gebäude stellt eine Entscheidungshilfe für die Auswahl der Baustoffe für die einzelnen Elemente dar. Sie bietet in der Planungsphase Möglichkeiten zur Optimierung und verweist auf die umweltbezogene Qualität von Produkten.

Eine vergleichende Ökobilanzierung alleine wird nie das ausschlaggebende Kriterium für ein Bauvorhaben sein, da auch die ökonomischen, sowie die soziokulturellen Aspekte zu beachten sind. Besonders die Wirtschaftlichkeit, der effiziente Einsatz der Elemente, sowie deren Kosten und die daraus folgenden Gesamtkosten eines Bauprojekts ist ausschlaggebend für die Entscheidung der zu verwendenden Materialien.



## ÖKOLOGISCHE BILANZIERUNG DER ELEMENTE

Decken  
Wände

## BAUPHYSIKALISCHE ERMITTLUNGEN

## STATISCHE BERECHNUNGEN

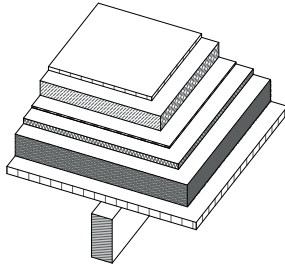
Dimensionierung der Bauteile

## MASSENERMITTLUNGEN

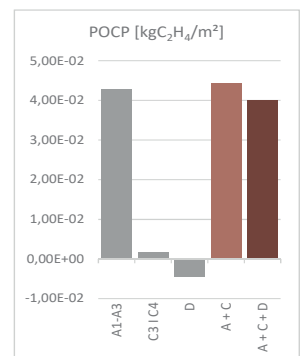
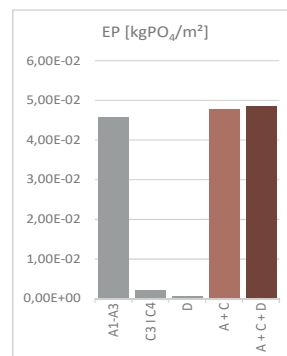
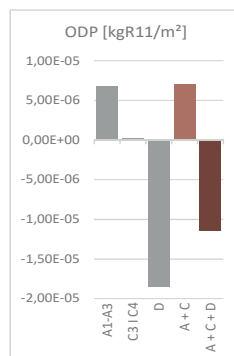
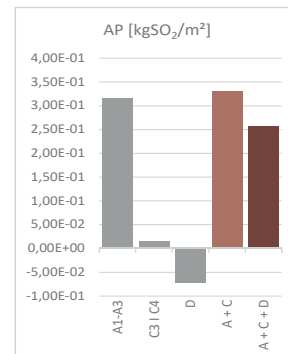
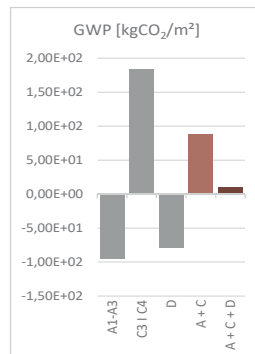
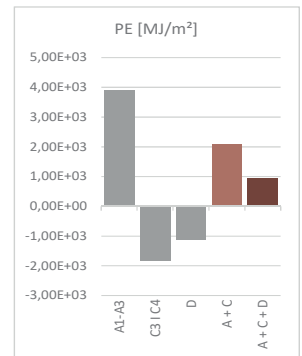
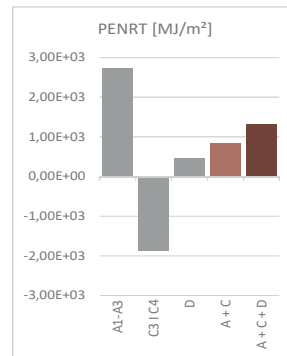
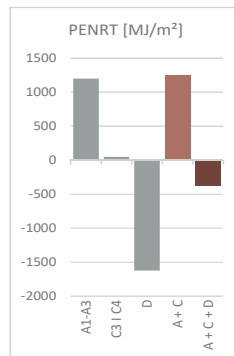


# Anhang

## Brettsper Holzdecke



|                        |                | PENRT<br>[MJ/m²] | PERT<br>[MJ/m²] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> /m²] | ODP<br>[kgR11/m²] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> /m²] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> /m²] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /m²] |
|------------------------|----------------|------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------|
| Herstellungsphase      | A1-A3          | 1,20E+03         | 2,73E+03        | 3,93E+03        | -9,54E+01                      | 6,76E-06          | 3,15E-01                      | 4,57E-02                      | 4,26E-02                                      |
| End-of-Life            | C3   C4        | 4,97E+01         | -1,87E+03       | -1,82E+03       | 1,83E+02                       | 2,65E-07          | 1,52E-02                      | 2,16E-03                      | 1,57E-03                                      |
| Recyclingpotential     | D              | -1,62E+03        | 4,81E+02        | -1,14E+03       | -7,84E+01                      | -1,85E-05         | -7,21E-02                     | 6,85E-04                      | -4,36E-03                                     |
| <b>Gesamt (ohne D)</b> | <b>A + C</b>   | <b>1,25E+03</b>  | <b>8,51E+02</b> | <b>2,10E+03</b> | <b>8,80E+01</b>                | <b>7,02E-06</b>   | <b>3,30E-01</b>               | <b>4,78E-02</b>               | <b>4,42E-02</b>                               |
| <b>Gesamt</b>          | <b>+ C + D</b> | <b>-3,74E+02</b> | <b>1,33E+03</b> | <b>9,59E+02</b> | <b>9,62E+00</b>                | <b>-1,14E-05</b>  | <b>2,58E-01</b>               | <b>4,85E-02</b>               | <b>3,99E-02</b>                               |



Phasen A, C, D  
 Gesamt A + C  
 Gesamt A + C + D

## Brettsperrholzdecke

Herstellungsphase (A1 - A3 gemäß EN 15804)

| Baustoff           | Dicke<br>[m] | Breite<br>[m] | Abst.<br>[m] | V<br>[m³/m²] | Dichte<br>[kg/m³] | Masse<br>[kg/m²] |
|--------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|-------------------|------------------|
| Parkett            | 0,02         | 1             | 1            | 0,02         | 444               | 8,88             |
| Estrich            | 0,08         | 1             | 1            | 0,08         | 1500              | 120              |
| Trennlage PE-Folie | 0,001        | 1             | 1            | 0,001        | 950               | 0,2              |
| Trittschalldämmung | 0,03         | 1             | 1            | 0,03         | 360               | 10,8             |
| Schüttung          | 0,06         | 1             | 1            | 0,06         | 700               | 42               |
| Rieselschutz       | 0,001        | 1             | 1            | 0,001        | 800               | 0,08             |
| Brettsperrholz     | 0,208        | 1             | 1            | 0,208        | 489               | 101,7            |
| <b>SUMME</b>       | <b>0,4</b>   | <b>1</b>      | <b>1</b>     | <b>0,4</b>   | <b>5243</b>       | <b>283,7</b>     |

| Baustoff           | Quelle     | Quellenbezeichnung       | Nr.    |
|--------------------|------------|--------------------------|--------|
| Parkett            | oekobaudat | Mehrschichtparkett Durc  | 3.3.02 |
| Estrich            | oekobaudat | Estrichmörtel-Zementest  | 1.4.03 |
| Trennlage PE-Folie | oekobaudat | Dampfbremse PE           | 6.6.02 |
| Trittschalldämmung | oekobaudat | Holzwohle-Leichtbauplatt | 2.7.01 |
| Schüttung          | oekobaudat | Blähton Körnung          | 1.2.04 |
| Rieselschutz       | oekobaudat | Kraftpapier              | 6.6.05 |
| Brettsperrholz     | oekobaudat | Brettsperrholz           | 3.1.05 |

| Sachbilanz       |                 |                 | Wirkungsbilanz                  |                    |                                |                                |                                                |
|------------------|-----------------|-----------------|---------------------------------|--------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------|
|                  |                 |                 | global                          | regional           | lokal                          |                                |                                                |
| PENRT<br>[MJ/m²] | PERT<br>[MJ/m²] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> e/m²] | ODP<br>[kgR11e/m²] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> e/m²] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> e/m²] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> e/m²] |
| 1,69E+02         | 4,72E+02        | 6,42E+02        | -5,23E+00                       | 1,54E-06           | 4,44E-02                       | 9,84E-03                       | 6,84E-03                                       |
| 1,28E+02         | 9,53E+00        | 1,38E+02        | 1,87E+01                        | 1,56E-09           | 2,60E-02                       | 4,80E-03                       | 1,52E-03                                       |
| 1,44E+01         | 6,75E-01        | 1,51E+01        | 4,47E-01                        | 1,46E-11           | 5,60E-03                       | 1,58E-04                       | 4,00E-04                                       |
| 6,40E+01         | 8,83E+01        | 1,52E+02        | 5,71E+00                        | 1,27E-10           | 9,67E-03                       | 1,67E-03                       | 8,38E-04                                       |
| 2,43E+02         | 2,94E+01        | 2,72E+02        | 1,64E+01                        | 3,63E-10           | 1,08E-01                       | 5,41E-03                       | 7,83E-03                                       |
| 8,21E-01         | 4,00E+00        | 4,82E+00        | -5,25E-02                       | 6,44E-12           | 2,41E-04                       | 7,48E-05                       | 4,44E-05                                       |
| 5,80E+02         | 2,12E+03        | 2,70E+03        | -1,31E+02                       | 5,22E-06           | 1,21E-01                       | 2,37E-02                       | 2,52E-02                                       |
| <b>1,20E+03</b>  | <b>2,73E+03</b> | <b>3,93E+03</b> | <b>-9,54E+01</b>                | <b>6,76E-06</b>    | <b>3,15E-01</b>                | <b>4,57E-02</b>                | <b>4,26E-02</b>                                |

| PENRT<br>[MJ/kg] | PERT<br>[MJ/kg] | Σ PE<br>[MJ/kg] | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> /kg] | ODP<br>[kgR11/kg] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> /kg] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> /kg] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /kg] |
|------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------|
| 1,69E+02         | 4,72E+02        | 6,42E+02        | -5,23E+00                      | 1,54E-06          | 4,44E-02                      | 9,84E-03                      | 6,84E-03                                      |
| 1,07E+00         | 7,94E-02        | 1,15E+00        | 1,56E-01                       | 1,30E-11          | 2,17E-04                      | 4,00E-05                      | 1,27E-05                                      |
| 1,44E+01         | 6,75E-01        | 1,51E+01        | 4,47E-01                       | 1,46E-11          | 5,60E-03                      | 1,58E-04                      | 4,00E-04                                      |
| 2,13E+03         | 2,94E+03        | 5,08E+03        | 1,90E+02                       | 4,23E-09          | 3,22E-01                      | 5,57E-02                      | 2,79E-02                                      |
| 5,78E+00         | 7,00E-01        | 6,48E+00        | 3,92E-01                       | 8,65E-12          | 2,57E-03                      | 1,29E-04                      | 1,87E-04                                      |
| 8,21E-01         | 4,00E+00        | 4,82E+00        | -5,25E-02                      | 6,44E-12          | 2,41E-04                      | 7,48E-05                      | 4,44E-05                                      |
| 2,79E+03         | 1,02E+04        | 1,30E+04        | -6,32E+02                      | 2,51E-05          | 5,82E-01                      | 1,14E-01                      | 1,21E-01                                      |

End-of-Life (C3/C4 gemäß EN 15804)

| Baustoff           | Dicke<br>[m] | Breite<br>[m] | Abst.<br>[m] | V<br>[m³/m²] | Dichte<br>[kg/m³] | Masse<br>[kg/m²] |
|--------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|-------------------|------------------|
| Parkett            | 0,02         | 1             | 1            | 0,02         | 444               | 8,88             |
| Estrich            | 0,08         | 1             | 1            | 0,08         | 1500              | 120              |
| Trennlage PE-Folie | 0,001        | 1             | 1            | 0,001        | 950               | 0,2              |
| Trittschalldämmung | 0,03         | 1             | 1            | 0,03         | 360               | 10,8             |
| Schüttung          | 0,06         | 1             | 1            | 0,06         | 700               | 42               |
| Rieselschutz       | 0,001        | 1             | 1            | 0,001        | 800               | 0,8              |
| Brettsperrholz     | 0,208        | 1             | 1            | 0,208        | 489               | 101,7            |
| <b>SUMME</b>       | <b>0,4</b>   | <b>1</b>      | <b>1</b>     | <b>0,4</b>   | <b>5243</b>       | <b>284,4</b>     |

| Baustoff           | Quelle     | Quellenbezeichnung      | Nr.    |
|--------------------|------------|-------------------------|--------|
| Parkett            | oekobaudat | Mehrschichtparkett Durc | 3.3.02 |
| Estrich            | oekobaudat | Estrichmörtel-Zementest | 1.4.03 |
| Trennlage PE-Folie | oekobaudat | Verbrennung KS in MVA   | 6.8.01 |
| Trittschalldämmung | oekobaudat | Bauschutt-Deponierung   | 9.5.02 |
| Schüttung          | oekobaudat | Bauschuttaufbereitung   | 9.5.01 |
| Rieselschutz       | oekobaudat | Altteppich-Verbrennung  | 6.8.01 |
| Brettsperrholz     | oekobaudat | Brettsperrholz          | 3.1.05 |

| Sachbilanz       |                  |                  | Wirkungsbilanz                  |                    |                                |                                |                                                |
|------------------|------------------|------------------|---------------------------------|--------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------|
|                  |                  |                  | global                          | regional           | lokal                          |                                |                                                |
| PENRT<br>[MJ/m²] | PERT<br>[MJ/m²]  | Σ PE<br>[MJ/m²]  | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> e/m²] | ODP<br>[kgR11e/m²] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> e/m²] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> e/m²] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> e/m²] |
| 1,15E+00         | -1,54E+02        | -1,52E+02        | 1,46E+01                        | 1,57E-08           | 8,20E-05                       | 9,56E-06                       | 6,17E-06                                       |
| 2,50E+01         | 1,82E+00         | 2,68E+01         | 1,74E+00                        | 1,37E-09           | 1,09E-02                       | 1,49E-03                       | 1,14E-03                                       |
| 2,33E-01         | 3,47E-02         | 2,68E-01         | 5,05E-01                        | 8,85E-13           | 1,20E-04                       | 9,96E-06                       | 6,40E-05                                       |
| 2,37E+00         | 2,33E-01         | 2,60E+00         | 1,74E-01                        | 2,78E-12           | 1,06E-03                       | 1,45E-04                       | 9,91E-05                                       |
| 2,23E+00         | 1,56E-01         | 2,38E+00         | 1,15E-01                        | 1,78E-12           | 8,10E-04                       | 2,02E-04                       | 1,15E-04                                       |
| 5,42E-01         | 3,87E-02         | 5,80E-01         | 1,39E+00                        | 5,74E-12           | 8,26E-04                       | 1,83E-04                       | 5,14E-05                                       |
| 1,83E+01         | -1,72E+03        | -1,71E+03        | 1,65E+02                        | 2,48E-07           | 1,45E-03                       | 1,23E-04                       | 9,65E-05                                       |
| <b>4,97E+01</b>  | <b>-1,87E+03</b> | <b>-1,82E+03</b> | <b>1,83E+02</b>                 | <b>2,65E-07</b>    | <b>1,52E-02</b>                | <b>2,16E-03</b>                | <b>1,57E-03</b>                                |

| PENRT<br>[MJ/kg] | PERT<br>[MJ/kg] | Σ PE<br>[MJ/kg] | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> /kg] | ODP<br>[kgR11/kg] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> /kg] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> /kg] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /kg] |
|------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------|
| 1,15E+00         | -1,54E+02       | -1,52E+02       | 1,46E+01                       | 1,57E-08          | 8,20E-05                      | 9,56E-06                      | 6,17E-06                                      |
| 2,08E-01         | 1,52E-02        | 2,23E-01        | 1,45E-02                       | 1,14E-11          | 9,07E-05                      | 1,24E-05                      | 9,48E-06                                      |
| 1,17E+00         | 1,73E-01        | 1,34E+00        | 2,53E+00                       | 4,43E-12          | 6,02E-04                      | 4,98E-05                      | 3,20E-04                                      |
| 2,19E-01         | 2,16E-02        | 2,41E-01        | 1,61E-02                       | 2,58E-13          | 9,79E-05                      | 1,34E-05                      | 9,18E-06                                      |
| 5,30E-02         | 3,72E-03        | 5,68E-02        | 2,73E-03                       | 4,23E-14          | 1,93E-05                      | 4,81E-06                      | 2,75E-06                                      |
| 6,77E-01         | 4,84E-02        | 7,26E-01        | 1,74E+00                       | 7,18E-12          | 1,03E-03                      | 2,29E-04                      | 6,43E-05                                      |
| 8,78E+01         | -8,29E+03       | -8,20E+03       | 7,93E+02                       | 1,19E-06          | 6,98E-03                      | 5,89E-04                      | 4,64E-04                                      |

# Anhang

## Recyclingpotential (D gemäß EN 15804)

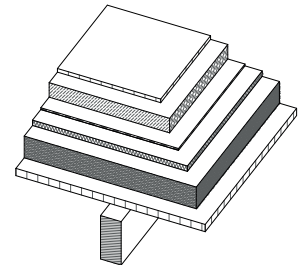
| Baustoff           | Dicke<br>[m] | Breite<br>[m] | Abst.<br>[m] | V<br>[m³/m²] | Dichte<br>[kg/m³] | Masse<br>[kg/m²] |
|--------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|-------------------|------------------|
| Parkett            | 0,02         | 1             | 1            | 0,02         | 444               | 8,88             |
| Estrich            | 0,08         | 1             | 1            | 0,08         | 1500              | 120              |
| Trennlage PE-Folie | 0,001        | 1             | 1            | 0,001        | 950               | 0,2              |
| Trittschalldämmung | 0,03         | 1             | 1            | 0,03         | 360               | 10,8             |
| Schüttung          | 0,06         | 1             | 1            | 0,06         | 700               | 42               |
| Rieselschutz       | 0,001        | 1             | 1            | 0,001        | 800               | 0,08             |
| Brettsperrholz     | 0,208        | 1             | 1            | 0,208        | 489               | 101,7            |
| <b>SUMME</b>       | 0,4          | 1             | 1            | 0,4          | 5243              | 283,7            |

| Baustoff           | Quelle     | Quellenbezeichnung      | Nr.    |
|--------------------|------------|-------------------------|--------|
| Parkett            | oekobaudat | Mehrschichtparkett Durc | 3.3.02 |
| Estrich            | oekobaudat | Estrichmörtel-Zementest | 1.4.03 |
| Trennlage PE-Folie | oekobaudat | Verbrennung KS in MVA   | 6.8.01 |
| Trittschalldämmung |            |                         |        |
| Schüttung          |            |                         |        |
| Rieselschutz       | oekobaudat | Altteppich-Verbrennung  | 6.8.01 |
| Brettsperrholz     | oekobaudat | Brettsperrholz          | 3.1.05 |

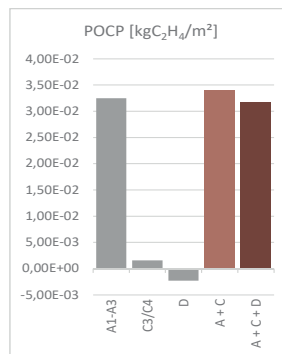
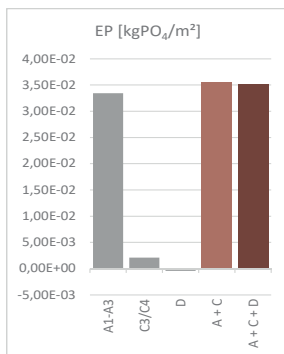
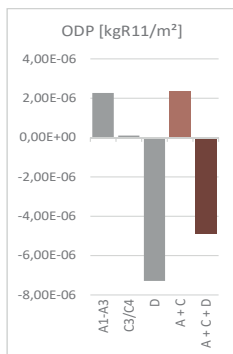
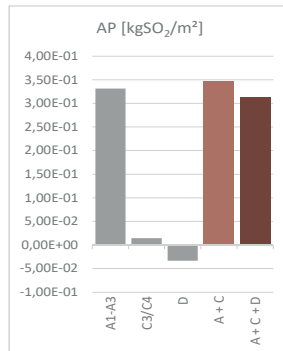
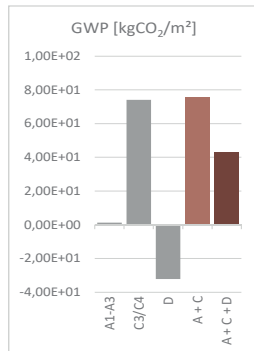
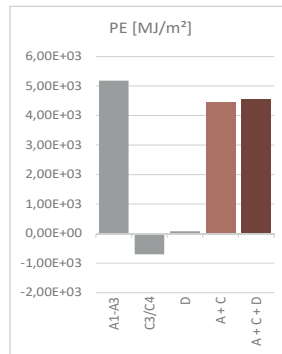
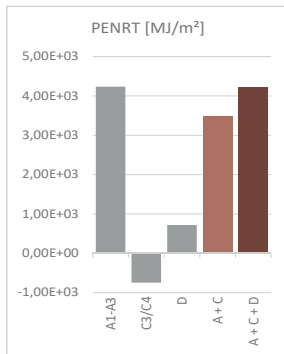
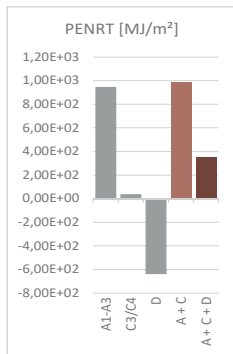
| Sachbilanz       |                 |                  | Wirkungsbilanz                  |                    |                                |                                |                                                |
|------------------|-----------------|------------------|---------------------------------|--------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------|
|                  |                 |                  | global                          |                    | regional                       | lokal                          |                                                |
| PENRT<br>[MJ/m²] | PERT<br>[MJ/m²] | Σ PE<br>[MJ/m²]  | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> e/m²] | ODP<br>[kgR11e/m²] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> e/m²] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> e/m²] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> e/m²] |
| -1,31E+02        | 1,48E+02        | 1,63E+01         | -6,13E+00                       | -1,44E-06          | -6,48E-03                      | -6,73E-05                      | -4,37E-04                                      |
| 2,50E+01         | 1,82E+00        | 2,68E+01         | 1,74E+00                        | 1,37E-09           | 1,09E-02                       | 1,49E-03                       | 1,14E-03                                       |
| 2,33E-01         | 3,47E-02        | 2,68E-01         | 5,05E-01                        | 8,85E-13           | 1,20E-04                       | 9,96E-06                       | 6,40E-05                                       |
| 0,00E+00         | 0,00E+00        | 0,00E+00         | 0,00E+00                        | 0,00E+00           | 0,00E+00                       | 0,00E+00                       | 0,00E+00                                       |
| 0,00E+00         | 0,00E+00        | 0,00E+00         | 0,00E+00                        | 0,00E+00           | 0,00E+00                       | 0,00E+00                       | 0,00E+00                                       |
| -1,04E+00        | -1,38E-01       | -1,18E+00        | -6,98E-02                       | -3,68E-12          | -8,46E-05                      | -1,15E-05                      | -8,63E-06                                      |
| -1,52E+03        | 3,32E+02        | -1,18E+03        | -7,45E+01                       | -1,70E-05          | -7,65E-02                      | -7,34E-04                      | -5,12E-03                                      |
| <b>-1,62E+03</b> | <b>4,81E+02</b> | <b>-1,14E+03</b> | <b>-7,84E+01</b>                | <b>-1,85E-05</b>   | <b>-7,21E-02</b>               | <b>6,85E-04</b>                | <b>-4,36E-03</b>                               |

| PENRT<br>[MJ/kg] | PERT<br>[MJ/kg] | Σ PE<br>[MJ/kg] | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> /kg] | ODP<br>[kgR11/kg] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> /kg] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> /kg] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /kg] |
|------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------|
| -1,31E+02        | 1,48E+02        | 1,63E+01        | -6,13E+00                      | -1,44E-06         | -6,48E-03                     | -6,73E-05                     | -4,37E-04                                     |
| -1,38E-02        | -1,08E-03       | -1,49E-02       | -9,78E-04                      | -2,05E-13         | -2,09E-06                     | -2,02E-07                     | -2,48E-07                                     |
| -2,37E+01        | -3,08E+00       | -2,68E+01       | -1,59E+00                      | -8,19E-11         | -1,91E-03                     | -2,61E-04                     | -1,97E-04                                     |
|                  |                 |                 |                                |                   |                               |                               |                                               |
|                  |                 |                 |                                |                   |                               |                               |                                               |
| -1,30E+01        | -1,73E+00       | -1,47E+01       | -8,73E-01                      | -4,61E-11         | -1,06E-03                     | -1,44E-04                     | -1,08E-04                                     |
| -7,29E+03        | 1,60E+03        | -5,69E+03       | -3,58E+02                      | -8,19E-05         | -3,68E-01                     | -3,53E-03                     | -2,46E-02                                     |

# Holzbalkendecke



|                        |                  | PENRT<br>[MJ/kg] | PERT<br>[MJ/kg] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> /kg] | ODP<br>[kgR11/kg] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> /kg] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> /kg] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /kg] |
|------------------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------|
| Herstellungsphase      | A1-A3            | 9,47E+02         | 4,23E+03        | 5,18E+03        | 1,20E+00                       | 2,26E-06          | 3,31E-01                      | 3,34E-02                      | 3,25E-02                                      |
| End-of-Life            | C3/C4            | 3,93E+01         | -7,47E+02       | -7,08E+02       | 7,41E+01                       | 1,01E-07          | 1,43E-02                      | 2,12E-03                      | 1,58E-03                                      |
| Recyclingpotential     | D                | -6,38E+02        | 7,19E+02        | 8,12E+01        | -3,23E+01                      | -7,29E-06         | -3,36E-02                     | -4,17E-04                     | -2,29E-03                                     |
| <b>Gesamt (ohne D)</b> | <b>A + C</b>     | <b>9,86E+02</b>  | <b>3,49E+03</b> | <b>4,47E+03</b> | <b>7,54E+01</b>                | <b>2,36E-06</b>   | <b>3,46E-01</b>               | <b>3,55E-02</b>               | <b>3,41E-02</b>                               |
| <b>Gesamt</b>          | <b>1 + C + D</b> | <b>3,48E+02</b>  | <b>4,20E+03</b> | <b>4,55E+03</b> | <b>4,31E+01</b>                | <b>-4,92E-06</b>  | <b>3,12E-01</b>               | <b>3,51E-02</b>               | <b>3,18E-02</b>                               |



Phasen A, C, D   
 Gesamt A + C   
 Gesamt A + C + D

Holzbalkendecke

Herstellungsphase (A1 - A3 gemäß EN 15804)

| Baustoff            | Dicke<br>[m] | Breite<br>[m] | Abst.<br>[m] | V<br>[m³/m²] | Dichte<br>[kg/m³] | Masse<br>[kg/m²] |
|---------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|-------------------|------------------|
| Parkett             | 0,02         | 1             | 1            | 0,02         | 444               | 8,88             |
| Estrich             | 0,08         | 1             | 1            | 0,08         | 1500              | 120              |
| Trennlage PE-Folie  | 0,005        | 1             | 1            | 0,005        | 950               | 0,2              |
| Trittschalldämmung  | 0,03         | 1             | 1            | 0,03         | 360               | 10,8             |
| Schüttung           | 0,12         | 1             | 1            | 0,12         | 700               | 84               |
| Rieselschutz        | 0,005        | 1             | 1            | 0,005        | 800               | 0,08             |
| Sichtschalung       | 0,04         | 1             | 1            | 0,04         | 485               | 19,4             |
| Konstruktionsvollho | 0,24         | 0,08          | 0,625        | 0,031        | 493               | 15,14            |
| SUMME               | 0,54         | 1             | 1            | 0,331        | 5732              | 258,5            |

| Baustoff            | Quelle     | Quellenbezeichnung       | Quellnr |
|---------------------|------------|--------------------------|---------|
| Parkett             | oekobaudat | Mehrschichtparkett Durc  | 3.3.02  |
| Estrich             | oekobaudat | Estrichmörtel-Zementest  | 1.4.03  |
| Trennlage PE-Folie  | oekobaudat | Dampfbremse PE           | 6.6.02  |
| Trittschalldämmung  | oekobaudat | Holzwohle-Leichtbauplatt | 2.7.01  |
| Schüttung           | oekobaudat | Blähton Körnung          | 1.2.04  |
| Rieselschutz        | oekobaudat | Kraftpapier              | 6.6.05  |
| Sichtschalung       | oekobaudat | Nadelschnittholz getrock | 3.1.01  |
| Konstruktionsvollho | oekobaudat | Konstruktionsvollholz    | 3.1.02  |

End-of-Life (C3/C4 gemäß EN 15804)

| Baustoff            | Dicke<br>[m] | Breite<br>[m] | Abst.<br>[m] | V<br>[m³/m²] | Dichte<br>[kg/m³] | Masse<br>[kg/m²] |
|---------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|-------------------|------------------|
| Parkett             | 0,02         | 1             | 1            | 0,02         | 444               | 8,88             |
| Estrich             | 0,08         | 1             | 1            | 0,08         | 1500              | 120              |
| Trennlage PE-Folie  | 0,005        | 1             | 1            | 0,005        | 950               | 0,2              |
| Trittschalldämmung  | 0,03         | 1             | 1            | 0,03         | 360               | 10,8             |
| Schüttung           | 0,12         | 1             | 1            | 0,12         | 700               | 84               |
| Rieselschutz        | 0,005        | 1             | 1            | 0,005        | 800               | 0,08             |
| Sichtschalung       | 0,04         | 1             | 1            | 0,04         | 485               | 19,4             |
| Konstruktionsvollho | 0,24         | 0,08          | 0,625        | 0,031        | 493               | 118,3            |
| SUMME               | 0,54         | 1             | 1            | 0,331        | 5732              | 361,7            |

| Baustoff            | Quelle     | Quellenbezeichnung       | Quellnr |
|---------------------|------------|--------------------------|---------|
| Parkett             | oekobaudat | Mehrschichtparkett Durc  | 3.3.02  |
| Estrich             | oekobaudat | Estrichmörtel-Zementest  | 1.4.03  |
| Trennlage PE-Folie  | oekobaudat | Verbrennung KS in MVA    | 6.8.01  |
| Trittschalldämmung  | oekobaudat | Bauschutt-Deponierung    | 9.5.02  |
| Schüttung           | oekobaudat | Bauschuttaufbereitung    | 9.5.01  |
| Rieselschutz        | oekobaudat | Altteppich-Verbrennung   | 6.8.01  |
| Sichtschalung       | oekobaudat | Nadelschnittholz getrock | 3.1.01  |
| Konstruktionsvollho | oekobaudat | Konstruktionsvollholz    | 3.1.02  |

| Sachbilanz       |                 |                 | Wirkungsbilanz     |                    |                   |                   |                      |
|------------------|-----------------|-----------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|----------------------|
|                  |                 |                 | global             |                    | regional          | lokal             |                      |
| PENRT<br>[MJ/m²] | PERT<br>[MJ/m²] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO₂e/m²] | ODP<br>[kgR11e/m²] | AP<br>[kgSO₂e/m²] | EP<br>[kgPO₄e/m²] | POCP<br>[kgC₂H₄e/m²] |
| 1,69E+02         | 4,72E+02        | 6,42E+02        | -5,23E+00          | 1,54E-06           | 4,44E-02          | 9,84E-03          | 6,84E-03             |
| 1,28E+02         | 9,53E+00        | 1,38E+02        | 1,87E+01           | 1,56E-09           | 2,60E-02          | 4,80E-03          | 1,52E-03             |
| 1,44E+01         | 6,75E-01        | 1,51E+01        | 4,47E-01           | 1,46E-11           | 5,60E-03          | 1,58E-04          | 4,00E-04             |
| 6,40E+01         | 8,83E+01        | 1,52E+02        | 5,71E+00           | 1,27E-10           | 9,67E-03          | 1,67E-03          | 8,38E-04             |
| 4,85E+02         | 5,88E+01        | 5,44E+02        | 3,29E+01           | 7,27E-10           | 2,16E-01          | 1,08E-02          | 1,57E-02             |
| 8,21E-01         | 4,00E+00        | 4,82E+00        | -5,25E-02          | 6,44E-12           | 2,41E-04          | 7,48E-05          | 4,44E-05             |
| 3,62E+01         | 4,04E+02        | 4,40E+02        | -2,94E+01          | 2,78E-07           | 1,50E-02          | 3,14E-03          | 3,86E-03             |
| 4,88E+01         | 3,19E+03        | 3,24E+03        | -2,19E+01          | 4,45E-07           | 1,46E-02          | 2,92E-03          | 3,32E-03             |
| 9,47E+02         | 4,23E+03        | 5,18E+03        | 1,20E+00           | 2,26E-06           | 3,31E-01          | 3,34E-02          | 3,25E-02             |

| PENRT<br>[MJ/kg] | PERT<br>[MJ/kg] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO₂/kg] | ODP<br>[kgR11/kg] | AP<br>[kgSO₂/kg] | EP<br>[kgPO₄/kg] | POCP<br>[kgC₂H₄/kg] |
|------------------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|---------------------|
| 1,69E+02         | 4,72E+02        | 6,42E+02        | -5,23E+00         | 1,54E-06          | 4,44E-02         | 9,84E-03         | 6,84E-03            |
| 1,07E+00         | 7,94E-02        | 1,15E+00        | 1,56E-01          | 1,30E-11          | 2,17E-04         | 4,00E-05         | 1,27E-05            |
| 1,44E+01         | 6,75E-01        | 1,51E+01        | 4,47E-01          | 1,46E-11          | 5,60E-03         | 1,58E-04         | 4,00E-04            |
| 2,13E+03         | 2,94E+03        | 5,08E+03        | 1,90E+02          | 4,23E-09          | 3,22E-01         | 5,57E-02         | 2,79E-02            |
| 5,78E+00         | 7,00E-01        | 6,48E+00        | 3,92E-01          | 8,65E-12          | 2,57E-03         | 1,29E-04         | 1,87E-04            |
| 8,21E-01         | 4,00E+00        | 4,82E+00        | -5,25E-02         | 6,44E-12          | 2,41E-04         | 7,48E-05         | 4,44E-05            |
| 9,06E+02         | 1,01E+04        | 1,10E+04        | -7,35E+02         | 6,96E-06          | 3,75E-01         | 7,86E-02         | 9,65E-02            |
| 1,59E+03         | 1,04E+05        | 1,06E+05        | -7,12E+02         | 1,45E-05          | 4,75E-01         | 9,50E-02         | 1,08E-01            |

| Sachbilanz       |                 |                 | Wirkungsbilanz     |                    |                   |                   |                      |
|------------------|-----------------|-----------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|----------------------|
|                  |                 |                 | global             |                    | regional          | lokal             |                      |
| PENRT<br>[MJ/m²] | PERT<br>[MJ/m²] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO₂e/m²] | ODP<br>[kgR11e/m²] | AP<br>[kgSO₂e/m²] | EP<br>[kgPO₄e/m²] | POCP<br>[kgC₂H₄e/m²] |
| 1,15E+00         | -1,54E+02       | -1,52E+02       | 1,46E+01           | 1,57E-08           | 8,20E-05          | 9,56E-06          | 6,17E-06             |
| 2,50E+01         | 1,82E+00        | 2,68E+01        | 1,74E+00           | 1,37E-09           | 1,09E-02          | 1,49E-03          | 1,14E-03             |
| 2,33E-01         | 3,47E-02        | 2,68E-01        | 5,05E-01           | 8,85E-13           | 1,20E-04          | 9,96E-06          | 6,40E-05             |
| 2,37E+00         | 2,33E-01        | 2,60E+00        | 1,74E-01           | 2,78E-12           | 1,06E-03          | 1,45E-04          | 9,91E-05             |
| 4,45E+00         | 3,13E-01        | 4,77E+00        | 2,29E-01           | 3,56E-12           | 1,62E-03          | 4,04E-04          | 2,31E-04             |
| 5,42E-02         | 3,87E-03        | 5,80E-02        | 1,39E-01           | 5,74E-13           | 8,26E-05          | 1,83E-05          | 5,14E-06             |
| 3,51E+00         | -3,35E+02       | -3,31E+02       | 3,19E+01           | 4,76E-08           | 2,79E-04          | 2,36E-05          | 1,86E-05             |
| 2,54E+00         | -2,61E+02       | -2,59E+02       | 2,49E+01           | 3,66E-08           | 2,14E-04          | 1,81E-05          | 1,43E-05             |
| 3,93E+01         | -7,47E+02       | -7,08E+02       | 7,41E+01           | 1,01E-07           | 1,43E-02          | 2,12E-03          | 1,58E-03             |

| PENRT<br>[MJ/kg] | PERT<br>[MJ/kg] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO₂/kg] | ODP<br>[kgR11/kg] | AP<br>[kgSO₂/kg] | EP<br>[kgPO₄/kg] | POCP<br>[kgC₂H₄/kg] |
|------------------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|---------------------|
| 1,15E+00         | -1,54E+02       | -1,52E+02       | 1,46E+01          | 1,57E-08          | 8,20E-05         | 9,56E-06         | 6,17E-06            |
| 2,08E-01         | 1,52E-02        | 2,23E-01        | 1,45E-02          | 1,14E-11          | 9,07E-05         | 1,24E-05         | 9,48E-06            |
| 1,17E+00         | 1,73E-01        | 1,34E+00        | 2,53E+00          | 4,43E-12          | 6,02E-04         | 4,98E-05         | 3,20E-04            |
| 2,19E-01         | 2,16E-02        | 2,41E-01        | 1,61E-02          | 2,58E-13          | 9,79E-05         | 1,34E-05         | 9,18E-06            |
| 5,30E-02         | 3,72E-03        | 5,68E-02        | 2,73E-03          | 4,23E-14          | 1,93E-05         | 4,81E-06         | 2,75E-06            |
| 6,77E-01         | 4,84E-02        | 7,26E-01        | 1,74E+00          | 7,18E-12          | 1,03E-03         | 2,29E-04         | 6,43E-05            |
| 8,78E+01         | -8,37E+03       | -8,28E+03       | 7,97E+02          | 1,19E-06          | 6,98E-03         | 5,89E-04         | 4,64E-04            |
| 8,26E+01         | -8,50E+03       | -8,42E+03       | 8,10E+02          | 1,19E-06          | 6,98E-03         | 5,89E-04         | 4,64E-04            |

C3  
C4  
C4  
C4  
C3  
C4  
C3  
C3

Recyclingpotential (D gemäß EN ISO 15804)

| Baustoff            | Dicke<br>[m] | Breite<br>[m] | Abst.<br>[m] | V<br>[m³/m²] | Dichte<br>[kg/m³] | Masse<br>[kg/m²] |
|---------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|-------------------|------------------|
| Parkett             | 0,02         | 1             | 1            | 0,02         | 444               | 8,88             |
| Estrich             | 0,08         | 1             | 1            | 0,08         | 1500              | 120              |
| Trennlage PE-Folie  | 0,005        | 1             | 1            | 0,005        | 950               | 0,2              |
| Trittschalldämmung  | 0,03         | 1             | 1            | 0,03         | 360               | 10,8             |
| Schüttung           | 0,12         | 1             | 1            | 0,12         | 700               | 84               |
| Rieselschutz        | 0,005        | 1             | 1            | 0,005        | 800               | 0,08             |
| Sichtschalung       | 0,04         | 1             | 1            | 0,04         | 485               | 19,4             |
| Konstruktionsvollho | 0,24         | 0,08          | 0,625        | 0,031        | 493               | 15,14            |
| <b>SUMME</b>        | <b>0,54</b>  | <b>1</b>      | <b>1</b>     | <b>0,331</b> | <b>5732</b>       | <b>258,5</b>     |

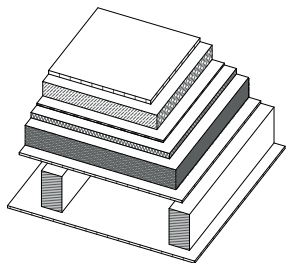
| Baustoff            | Quelle     | Quellenbezeichnung       | QuellNr |
|---------------------|------------|--------------------------|---------|
| Parkett             | oekobaudat | Mehrschichtparkett Durc  | 3.3.02  |
| Estrich             | oekobaudat | Estrichmörtel-Zementest  | 1.4.03  |
| Trennlage PE-Folie  | oekobaudat | Verbrennung KS in MVA    | 6.8.01  |
| Trittschalldämmung  |            |                          |         |
| Schüttung           |            |                          |         |
| Rieselschutz        | oekobaudat | Altteppich-Verbrennung   | 6.8.01  |
| Sichtschalung       | oekobaudat | Nadelschnittholz getrock | 3.1.01  |
| Konstruktionsvollho | oekobaudat | Konstruktionsvollholz    | 3.1.02  |

| Sachbilanz       |                 |                 | Wirkungsbilanz     |                    |                   |                   |                      |
|------------------|-----------------|-----------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|----------------------|
|                  |                 |                 | global             |                    | regional          | lokal             |                      |
| PENRT<br>[MJ/m²] | PERT<br>[MJ/m²] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO₂e/m²] | ODP<br>[kgR11e/m²] | AP<br>[kgSO₂e/m²] | EP<br>[kgPO₄e/m²] | POCP<br>[kgC₂H₄e/m²] |
| -1,31E+02        | 1,48E+02        | 1,63E+01        | -6,13E+00          | -1,44E-06          | -6,48E-03         | -6,73E-05         | -4,37E-04            |
| -1,66E+00        | -1,30E-01       | -1,79E+00       | -1,17E-01          | -2,46E-11          | -2,51E-04         | -2,42E-05         | -2,98E-05            |
| -4,75E+00        | -6,15E-01       | -5,36E+00       | -3,18E-01          | -1,64E-11          | -3,82E-04         | -5,22E-05         | -3,93E-05            |
| 0,00E+00         | 0,00E+00        | 0,00E+00        | 0,00E+00           | 0,00E+00           | 0,00E+00          | 0,00E+00          | 0,00E+00             |
| 0,00E+00         | 0,00E+00        | 0,00E+00        | 0,00E+00           | 0,00E+00           | 0,00E+00          | 0,00E+00          | 0,00E+00             |
| -1,04E+00        | -1,38E-01       | -1,18E+00       | -6,98E-02          | -3,68E-12          | -8,46E-05         | -1,15E-05         | -8,63E-06            |
| -2,80E+02        | 3,22E+02        | 4,14E+01        | -1,44E+01          | -3,29E-06          | -1,48E-02         | -1,49E-04         | -1,00E-03            |
| -2,19E+02        | 2,51E+02        | 3,19E+01        | -1,12E+01          | -2,56E-06          | -1,15E-02         | -1,13E-04         | -7,74E-04            |
| <b>-6,38E+02</b> | <b>7,19E+02</b> | <b>8,12E+01</b> | <b>-3,23E+01</b>   | <b>-7,29E-06</b>   | <b>-3,36E-02</b>  | <b>-4,17E-04</b>  | <b>-2,29E-03</b>     |

| PENRT<br>[MJ/kg] | PERT<br>[MJ/kg] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO₂/kg] | ODP<br>[kgR11/kg] | AP<br>[kgSO₂/kg] | EP<br>[kgPO₄/kg] | POCP<br>[kgC₂H₄/kg] |
|------------------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|---------------------|
| -1,31E+02        | 1,48E+02        | 1,63E+01        | -6,13E+00         | -1,44E-06         | -6,48E-03        | -6,73E-05        | -4,37E-04           |
| -1,38E-02        | -1,08E-03       | -1,49E-02       | -9,78E-04         | -2,05E-13         | -2,09E-06        | -2,02E-07        | -2,48E-07           |
| -2,37E+01        | -3,08E+00       | -2,68E+01       | -1,59E+00         | -8,19E-11         | -1,91E-03        | -2,61E-04        | -1,97E-04           |
|                  |                 |                 |                   |                   |                  |                  |                     |
|                  |                 |                 |                   |                   |                  |                  |                     |
| -1,30E+01        | -1,73E+00       | -1,47E+01       | -8,73E-01         | -4,61E-11         | -1,06E-03        | -1,44E-04        | -1,08E-04           |
| -7,01E+03        | 8,04E+03        | 1,03E+03        | -3,60E+02         | -8,22E-05         | -3,71E-01        | -3,73E-03        | -2,50E-02           |
| -7,14E+03        | 8,17E+03        | 1,04E+03        | -3,65E+02         | -8,34E-05         | -3,75E-01        | -3,67E-03        | -2,52E-02           |

Anhang

Hohlkastendecke



|                    |           | PENRT     | PERT      | $\Sigma$ PE | GWP                     | ODP        | AP                      | EP                      | POCP                                  |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-------------|-------------------------|------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
|                    |           | [MJ/kg]   | [MJ/kg]   | [MJ/m²]     | [kgCO <sub>2</sub> /kg] | [kgR11/kg] | [kgSO <sub>2</sub> /kg] | [kgPO <sub>4</sub> /kg] | [kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /kg] |
| Herstellungsphase  | A1-A3     | 1,42E+03  | 3,84E+03  | 5,25E+03    | 1,88E+01                | 3,11E-06   | 4,11E-01                | 4,49E-02                | 6,07E-02                              |
| End-of-Life        | C3/C4     | 2,19E+01  | -8,24E+02 | -8,02E+02   | 8,11E+01                | 9,99E-08   | 1,48E-02                | 2,16E-03                | 1,62E-03                              |
| Recyclingpotential | D         | -7,34E+02 | 7,93E+02  | 5,92E+01    | -3,60E+01               | -8,15E-06  | -3,73E-02               | -4,40E-04               | -2,53E-03                             |
| Gesamt (ohne D)    | A + C     | 1,44E+03  | 3,01E+03  | 4,45E+03    | 9,99E+01                | 3,21E-06   | 4,26E-01                | 4,70E-02                | 6,24E-02                              |
| Gesamt             | A + C + D | 7,04E+02  | 3,81E+03  | 4,51E+03    | 6,39E+01                | -4,94E-06  | 3,89E-01                | 4,66E-02                | 5,98E-02                              |

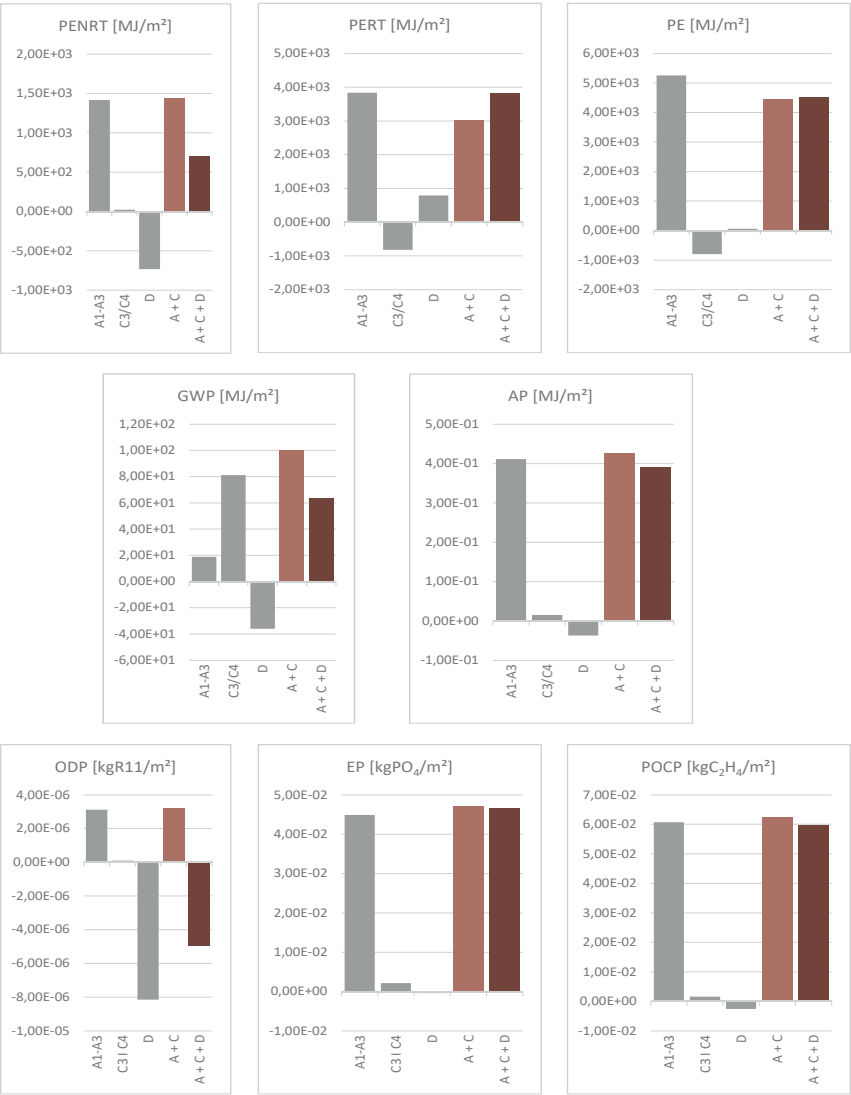


Abb: Brettsperrholzdecke

## Hohlkastendecke

Herstellungsphase (A1 - A3 gemäß EN 15804)

| Baustoff            | Dicke<br>[m] | Breite<br>[m] | Abst.<br>[m] | V<br>[m³/m²] | Dichte<br>[kg/m³] | Masse<br>[kg/m²] |
|---------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|-------------------|------------------|
| Parkett             | 0,02         | 1             | 1            | 0,02         | 444               | 8,88             |
| Estrich             | 0,08         | 1             | 1            | 0,08         | 1500              | 120              |
| Trennlage PE-Folie  | 0,005        | 1             | 1            | 0,005        | 950               | 0,2              |
| Trittschalldämmung  | 0,03         | 1             | 1            | 0,03         | 360               | 10,8             |
| Schüttung           | 0,11         | 1             | 1            | 0,11         | 700               | 77               |
| OSB-Platte          | 0,022        | 1             | 1            | 0,022        | 600               | 13,2             |
| Konstruktionsvollho | 0,2          | 0,08          | 0,625        | 0,026        | 493               | 12,62            |
| Dämmung             | 0,1          | 0,545         | 0,625        | 0,087        | 85                | 7,412            |
| OSB-Platte          | 0,022        | 1             | 1            | 0,022        | 600               | 13,2             |
| Summe               | 0,589        | 1             | 1            | 0,402        | 5732              | 263,3            |

| Baustoff              | Quelle     | Quellenbezeichnung       | QuellNr |
|-----------------------|------------|--------------------------|---------|
| Parkett               | oekobaudat | Mehrschichtparkett Durc  | 3.3.02  |
| Estrich               | oekobaudat | Estrichmörtel-Zementest  | 1.4.03  |
| Trennlage PE-Folie    | oekobaudat | Dampfbremse PE           | 6.6.02  |
| Trittschalldämmung    | oekobaudat | Holzwohle-Leichtbauplatt | 2.7.01  |
| Schüttung             | oekobaudat | Blähton Körnung          | 1.2.04  |
| OSB-Platte            | oekobaudat | Oriented Strand Board    | 3.2.04  |
| Konstruktionsvollholz | oekobaudat | Konstruktionsvollholz    | 3.1.02  |
| Dämmung               | oekobaudat | Mineralwolle (Boden-Däi  | 2.1.01  |
| OSB-Platte            | oekobaudat | Oriented Strand Board    | 3.2.04  |

## End-of-Life (C3/C4 gemäß EN 15804)

| Baustoff            | Dicke<br>[m] | Breite<br>[m] | Abst.<br>[m] | V<br>[m³/m²] | Dichte<br>[kg/m³] | Masse<br>[kg/m²] |
|---------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|-------------------|------------------|
| Parkett             | 0,02         | 1             | 1            | 0,02         | 444               | 8,88             |
| Estrich             | 0,08         | 1             | 1            | 0,08         | 1500              | 120              |
| Trennlage PE-Folie  | 0,005        | 1             | 1            | 0,005        | 950               | 0,2              |
| Trittschalldämmung  | 0,03         | 1             | 1            | 0,03         | 360               | 10,8             |
| Schüttung           | 0,11         | 1             | 1            | 0,11         | 700               | 77               |
| OSB-Platte          | 0,022        | 1             | 1            | 0,022        | 600               | 13,2             |
| Konstruktionsvollho | 0,2          | 0,08          | 0,625        | 0,026        | 493               | 12,62            |
| Dämmung             | 0,1          | 0,545         | 0,625        | 0,087        | 85                | 7,412            |
| OSB-Platte          | 0,022        | 1             | 1            | 0,022        | 600               | 13,2             |
| Summe               | 0,589        | 1             | 1            | 0,402        | 5732              | 263,3            |

| Baustoff            | Quelle     | Quellenbezeichnung      | QuellNr |
|---------------------|------------|-------------------------|---------|
| Parkett             | oekobaudat | Mehrschichtparkett Durc | 3.3.02  |
| Estrich             | oekobaudat | Estrichmörtel-Zementest | 1.4.03  |
| Trennlage PE-Folie  | oekobaudat | Verbrennung KS in MVA   | 6.8.01  |
| Trittschalldämmung  | oekobaudat | Bauschutt-Deponierung   | 9.5.02  |
| Schüttung           | oekobaudat | Bauschuttaufbereitung   | 9.5.01  |
| OSB-Platte          | oekobaudat | Oriented Strand Board   | 3.2.04  |
| Konstruktionsvollho | oekobaudat | Konstruktionsvollholz   | 3.1.02  |
| Dämmung             | oekobaudat | Bauschutt-Deponierung   | 9.5.02  |
| OSB-Platte          | oekobaudat | Oriented Strand Board   | 3.2.04  |

| Sachbilanz       |                 |                 | Wirkungsbilanz                  |                    |                                |                                |                                                |
|------------------|-----------------|-----------------|---------------------------------|--------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------|
|                  |                 |                 | global                          |                    | regional                       | lokal                          |                                                |
| PENRT<br>[MJ/m²] | PERT<br>[MJ/m²] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> e/m²] | ODP<br>[kgR11e/m²] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> e/m²] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> e/m²] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> e/m²] |
| 1,69E+02         | 4,72E+02        | 6,42E+02        | -5,23E+00                       | 1,54E-06           | 4,44E-02                       | 9,84E-03                       | 6,84E-03                                       |
| 1,28E+02         | 9,53E+00        | 1,38E+02        | 1,87E+01                        | 1,56E-09           | 2,60E-02                       | 4,80E-03                       | 1,52E-03                                       |
| 1,44E+01         | 6,75E-01        | 1,51E+01        | 4,47E-01                        | 1,46E-11           | 5,60E-03                       | 1,58E-04                       | 4,00E-04                                       |
| 6,40E+01         | 8,83E+01        | 1,52E+02        | 5,71E+00                        | 1,27E-10           | 9,67E-03                       | 1,67E-03                       | 8,38E-04                                       |
| 4,45E+02         | 5,39E+01        | 4,99E+02        | 3,01E+01                        | 6,66E-10           | 1,98E-01                       | 9,92E-03                       | 1,44E-02                                       |
| 2,00E+02         | 2,68E+02        | 4,68E+02        | -1,24E+01                       | 6,01E-07           | 3,08E-02                       | 4,03E-03                       | 1,50E-02                                       |
| 4,07E+01         | 2,66E+03        | 2,70E+03        | -1,82E+01                       | 3,71E-07           | 1,22E-02                       | 2,43E-03                       | 2,76E-03                                       |
| 1,55E+02         | 1,41E+01        | 1,69E+02        | 1,21E+01                        | 2,99E-10           | 5,43E-02                       | 8,02E-03                       | 3,91E-03                                       |
| 2,00E+02         | 2,68E+02        | 4,68E+02        | -1,24E+01                       | 6,01E-07           | 3,08E-02                       | 4,03E-03                       | 1,50E-02                                       |
| 1,42E+03         | 3,84E+03        | 5,25E+03        | 1,88E+01                        | 3,11E-06           | 4,11E-01                       | 4,49E-02                       | 6,07E-02                                       |

| PENRT<br>[MJ/kg] | PERT<br>[MJ/kg] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> /kg] | ODP<br>[kgR11/kg] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> /kg] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> /kg] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /kg] |
|------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------|
| 1,69E+02         | 4,72E+02        | 6,42E+02        | -5,23E+00                      | 1,54E-06          | 4,44E-02                      | 9,84E-03                      | 6,84E-03                                      |
| 1,07E+00         | 7,94E-02        | 1,15E+00        | 1,56E-01                       | 1,30E-11          | 2,17E-04                      | 4,00E-05                      | 1,27E-05                                      |
| 1,44E+01         | 6,75E-01        | 1,51E+01        | 4,47E-01                       | 1,46E-11          | 5,60E-03                      | 1,58E-04                      | 4,00E-04                                      |
| 2,13E+03         | 2,94E+03        | 5,08E+03        | 1,90E+02                       | 4,23E-09          | 3,22E-01                      | 5,57E-02                      | 2,79E-02                                      |
| 5,78E+00         | 7,00E-01        | 6,48E+00        | 3,92E-01                       | 8,65E-12          | 2,57E-03                      | 1,29E-04                      | 1,87E-04                                      |
| 9,08E+03         | 1,22E+04        | 2,13E+04        | -5,65E+02                      | 2,73E-05          | 1,40E+00                      | 1,83E-01                      | 6,84E-01                                      |
| 1,59E+03         | 1,04E+05        | 1,06E+05        | -7,12E+02                      | 1,45E-05          | 4,75E-01                      | 9,50E-02                      | 1,08E-01                                      |
| 1,78E+03         | 1,62E+02        | 1,94E+03        | 1,39E+02                       | 3,43E-09          | 6,23E-01                      | 9,19E-02                      | 4,49E-02                                      |
| 9,08E+03         | 1,22E+04        | 2,13E+04        | -5,65E+02                      | 2,73E-05          | 1,40E+00                      | 1,83E-01                      | 6,84E-01                                      |

| Sachbilanz       |                  |                  | Wirkungsbilanz                  |                    |                                |                                |                                                |
|------------------|------------------|------------------|---------------------------------|--------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------|
|                  |                  |                  | global                          |                    | regional                       | lokal                          |                                                |
| PENRT<br>[MJ/m²] | PERT<br>[MJ/m²]  | Σ PE<br>[MJ/m²]  | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> e/m²] | ODP<br>[kgR11e/m²] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> e/m²] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> e/m²] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> e/m²] |
| 1,15E+00         | -1,54E+02        | -1,52E+02        | 1,46E+01                        | 1,57E-08           | 8,20E-05                       | 9,56E-06                       | 6,17E-06                                       |
| 2,50E+01         | 1,82E+00         | 2,68E+01         | 1,74E+00                        | 1,37E-09           | 1,09E-02                       | 1,49E-03                       | 1,14E-03                                       |
| 2,33E-01         | 3,47E-02         | 2,68E-01         | 5,05E-01                        | 8,85E-13           | 1,20E-04                       | 9,96E-06                       | 6,40E-05                                       |
| 2,37E+00         | 2,33E-01         | 2,60E+00         | 1,74E-01                        | 2,78E-12           | 1,06E-03                       | 1,45E-04                       | 9,91E-05                                       |
| 4,08E+00         | 2,87E-01         | 4,37E+00         | 2,10E-01                        | 3,26E-12           | 1,48E-03                       | 3,70E-04                       | 2,11E-04                                       |
| -7,33E+00        | -2,27E+02        | -2,35E+02        | 2,15E+01                        | 2,62E-08           | 1,54E-04                       | 1,30E-05                       | 1,02E-05                                       |
| 2,12E+00         | -2,18E+02        | -2,16E+02        | 2,07E+01                        | 3,05E-08           | 1,79E-04                       | 1,51E-05                       | 1,19E-05                                       |
| 1,63E+00         | 1,60E-01         | 1,79E+00         | 1,20E-01                        | 1,91E-12           | 7,25E-04                       | 9,95E-05                       | 6,80E-05                                       |
| -7,33E+00        | -2,27E+02        | -2,35E+02        | 2,15E+01                        | 2,62E-08           | 1,54E-04                       | 1,30E-05                       | 1,02E-05                                       |
| <b>2,19E+01</b>  | <b>-8,24E+02</b> | <b>-8,02E+02</b> | <b>8,11E+01</b>                 | <b>9,99E-08</b>    | <b>1,48E-02</b>                | <b>2,16E-03</b>                | <b>1,62E-03</b>                                |

| PENRT<br>[MJ/kg] | PERT<br>[MJ/kg] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> /kg] | ODP<br>[kgR11/kg] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> /kg] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> /kg] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /kg] |
|------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------|
| 1,15E+00         | -1,54E+02       | -1,52E+02       | 1,46E+01                       | 1,57E-08          | 8,20E-05                      | 9,56E-06                      | 6,17E-06                                      |
| 2,08E-01         | 1,52E-02        | 2,23E-01        | 1,45E-02                       | 1,14E-11          | 9,07E-05                      | 1,24E-05                      | 9,48E-06                                      |
| 1,17E+00         | 1,73E-01        | 1,34E+00        | 2,53E+00                       | 4,43E-12          | 6,02E-04                      | 4,98E-05                      | 3,20E-04                                      |
| 2,19E-01         | 2,16E-02        | 2,41E-01        | 1,61E-02                       | 2,58E-13          | 9,79E-05                      | 1,34E-05                      | 9,18E-06                                      |
| 5,30E-02         | 3,72E-03        | 5,68E-02        | 2,73E-03                       | 4,23E-14          | 1,93E-05                      | 4,81E-06                      | 2,75E-06                                      |
| -3,33E-02        | -1,03E+04       | -1,07E+04       | 9,77E+02                       | 1,19E-06          | 6,98E-03                      | 5,89E-04                      | 4,64E-04                                      |
| 8,26E+01         | -8,50E+03       | -8,42E+03       | 8,10E+02                       | 1,19E-06          | 6,98E-03                      | 5,89E-04                      | 4,64E-04                                      |
| 2,19E-01         | 2,16E-02        | 2,41E-01        | 1,61E-02                       | 2,58E-13          | 9,79E-05                      | 1,34E-05                      | 9,18E-06                                      |
| -3,33E-02        | -1,03E+04       | -1,07E+04       | 9,77E+02                       | 1,19E-06          | 6,98E-03                      | 5,89E-04                      | 4,64E-04                                      |



Recyclingpotential (D gemäß EN 15804)

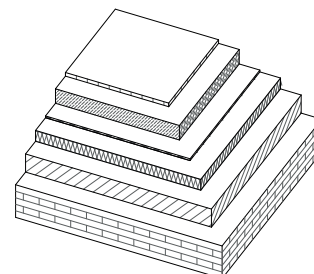
| Baustoff            | Dicke<br>[m] | Breite<br>[m] | Abst.<br>[m] | V<br>[m³/m²] | Dichte<br>[kg/m³] | Masse<br>[kg/m²] |
|---------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|-------------------|------------------|
| Parkett             | 0,02         | 1             | 1            | 0,02         | 444               | 8,88             |
| Estrich             | 0,08         | 1             | 1            | 0,08         | 1500              | 120              |
| Trennlage PE-Folie  | 0,005        | 1             | 1            | 0,005        | 950               | 0,2              |
| Trittschalldämmung  | 0,03         | 1             | 1            | 0,03         | 360               | 10,8             |
| Schüttung           | 0,11         | 1             | 1            | 0,11         | 700               | 77               |
| OSB-Platte          | 0,022        | 1             | 1            | 0,022        | 600               | 13,2             |
| Konstruktionsvollho | 0,2          | 0,08          | 0,625        | 0,026        | 493               | 12,62            |
| Dämmung             | 0,1          | 0,545         | 0,625        | 0,087        | 85                | 7,412            |
| OSB-Platte          | 0,022        | 1             | 1            | 0,022        | 600               | 13,2             |
| Summe               | 0,589        | 1             | 1            | 0,402        | 5732              | 263,3            |

| Baustoff            | Quelle     | Quellenbezeichnung      | QuellNr. |
|---------------------|------------|-------------------------|----------|
| Parkett             | oekobaudat | Mehrschichtparkett Durc | 3.3.02   |
| Estrich             | oekobaudat | Estrichmörtel-Zementest | 1.4.03   |
| Trennlage PE-Folie  | oekobaudat | Verbrennung Kunststoff  | 6.8.01   |
| Trittschalldämmung  |            |                         |          |
| Schüttung           |            |                         |          |
| OSB-Platte          | oekobaudat | Oriented Strand Board   | 3.2.04   |
| Konstruktionsvollho | oekobaudat | Konstruktionsvollholz   | 3.1.02   |
| Dämmung             |            |                         |          |
| OSB-Platte          | oekobaudat | Oriented Strand Board   | 3.2.04   |

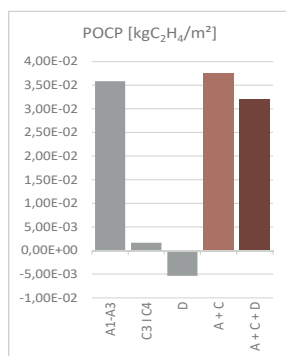
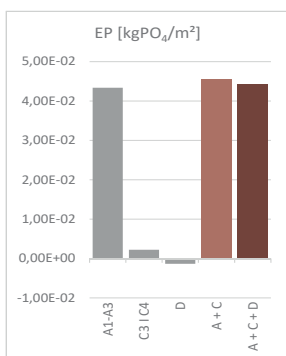
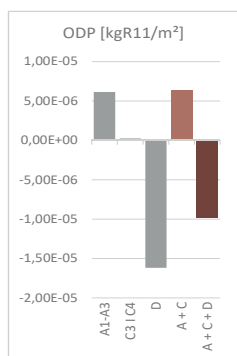
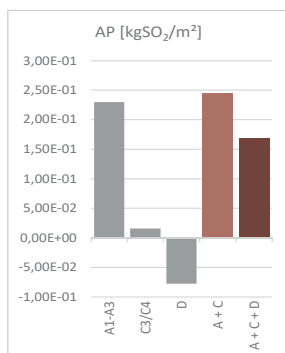
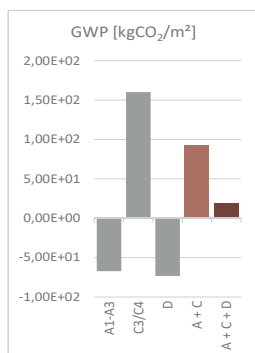
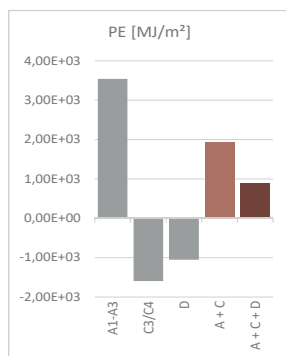
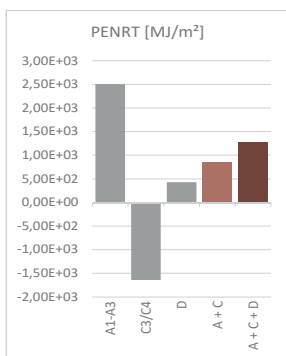
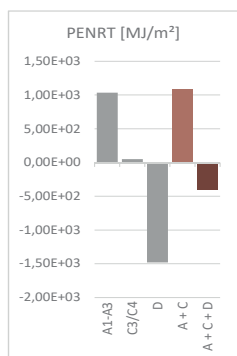
| Sachbilanz       |                 |                 | Wirkungsbilanz     |                    |                   |                   |                      |
|------------------|-----------------|-----------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|----------------------|
|                  |                 |                 | global             |                    | regional          | lokal             |                      |
| PENRT<br>[MJ/m²] | PERT<br>[MJ/m²] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO₂e/m²] | ODP<br>[kgR11e/m²] | AP<br>[kgSO₂e/m²] | EP<br>[kgPO₄e/m²] | POCP<br>[kgC₂H₄e/m²] |
| -1,31E+02        | 1,48E+02        | 1,63E+01        | -6,13E+00          | -1,44E-06          | -6,48E-03         | -6,73E-05         | -4,37E-04            |
| -1,66E+00        | -1,30E-01       | -1,79E+00       | -1,17E-01          | -2,46E-11          | -2,51E-04         | -2,42E-05         | -2,98E-05            |
| -4,75E+00        | -6,15E-01       | -5,36E+00       | -3,18E-01          | -1,64E-11          | -3,82E-04         | -5,22E-05         | -3,93E-05            |
| 0,00E+00         | 0,00E+00        | 0,00E+00        | 0,00E+00           | 0,00E+00           | 0,00E+00          | 0,00E+00          | 0,00E+00             |
| 0,00E+00         | 0,00E+00        | 0,00E+00        | 0,00E+00           | 0,00E+00           | 0,00E+00          | 0,00E+00          | 0,00E+00             |
| -2,07E+02        | 2,19E+02        | 1,17E+01        | -1,00E+01          | -2,29E-06          | -1,03E-02         | -1,01E-04         | -6,89E-04            |
| -1,83E+02        | 2,09E+02        | 2,66E+01        | -9,34E+00          | -2,14E-06          | -9,60E-03         | -9,40E-05         | -6,45E-04            |
| 0,00E+00         | 0,00E+00        | 0,00E+00        | 0,00E+00           | 0,00E+00           | 0,00E+00          | 0,00E+00          | 0,00E+00             |
| -2,07E+02        | 2,19E+02        | 1,17E+01        | -1,00E+01          | -2,29E-06          | -1,03E-02         | -1,01E-04         | -6,89E-04            |
| -7,34E+02        | 7,93E+02        | 5,92E+01        | -3,60E+01          | -8,15E-06          | -3,73E-02         | -4,40E-04         | -2,53E-03            |

| PENRT<br>[MJ/kg] | PERT<br>[MJ/kg] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO₂/kg] | ODP<br>[kgR11/kg] | AP<br>[kgSO₂/kg] | EP<br>[kgPO₄/kg] | POCP<br>[kgC₂H₄/kg] |
|------------------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|---------------------|
| -1,31E+02        | 1,48E+02        | 1,63E+01        | -6,13E+00         | -1,44E-06         | -6,48E-03        | -6,73E-05        | -4,37E-04           |
| -1,38E-02        | -1,08E-03       | -1,49E-02       | -9,78E-04         | -2,05E-13         | -2,09E-06        | -2,02E-07        | -2,48E-07           |
| -2,37E+01        | -3,08E+00       | -2,68E+01       | -1,59E+00         | -8,19E-11         | -1,91E-03        | -2,61E-04        | -1,97E-04           |
|                  |                 |                 |                   |                   |                  |                  |                     |
| -9,41E+03        | 9,94E+03        | 5,33E+02        | -4,56E+02         | -1,04E-04         | -4,67E-01        | -4,59E-03        | -3,13E-02           |
| -7,14E+03        | 8,17E+03        | 1,04E+03        | -3,65E+02         | -8,34E-05         | -3,75E-01        | -3,67E-03        | -2,52E-02           |
|                  |                 |                 |                   |                   |                  |                  |                     |
| -9,41E+03        | 9,94E+03        | 5,33E+02        | -4,56E+02         | -1,04E-04         | -4,67E-01        | -4,59E-03        | -3,13E-02           |

# Holzbetonverbunddecke



|                        |                  | PENRT            | PERT            | Σ PE            | GWP                     | ODP              | AP                      | EP                      | POCP                                  |
|------------------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|-------------------------|------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
|                        |                  | [MJ/kg]          | [MJ/kg]         | [MJ/m²]         | [kgCO <sub>2</sub> /kg] | [kgR11/kg]       | [kgSO <sub>2</sub> /kg] | [kgPO <sub>4</sub> /kg] | [kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /kg] |
| Herstellungsphase      | A1-A3            | 1,03E+03         | 2,50E+03        | 3,54E+03        | -6,73E+01               | 6,12E-06         | 2,30E-01                | 4,34E-02                | 3,58E-02                              |
| End-of-Life            | C3/C4            | 4,88E+01         | -1,64E+03       | -1,59E+03       | 1,60E+02                | 2,31E-07         | 1,58E-02                | 2,18E-03                | 1,66E-03                              |
| Recyclingpotential     | D                | -1,48E+03        | 4,29E+02        | -1,05E+03       | -7,33E+01               | -1,62E-05        | -7,75E-02               | -1,37E-03               | -5,34E-03                             |
| <b>Gesamt (ohne D)</b> | <b>A + C</b>     | <b>1,08E+03</b>  | <b>8,60E+02</b> | <b>1,94E+03</b> | <b>9,28E+01</b>         | <b>6,36E-06</b>  | <b>2,46E-01</b>         | <b>4,56E-02</b>         | <b>3,75E-02</b>                       |
| <b>Gesamt</b>          | <b>A + C + D</b> | <b>-4,00E+02</b> | <b>1,29E+03</b> | <b>8,90E+02</b> | <b>1,95E+01</b>         | <b>-9,83E-06</b> | <b>1,68E-01</b>         | <b>4,42E-02</b>         | <b>3,22E-02</b>                       |



Phasen A, C, D  
Gesamt A + C  
Gesamt A + C + D

Holzbetonverbunddecke

Herstellungsphase (A1 - A3 gemäß EN 15804)

| Baustoff           | Dicke<br>[m] | Breite<br>[m] | Abst.<br>[m] | V<br>[m³/m²] | Dichte<br>[kg/m³] | Masse<br>[kg/m²] |
|--------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|-------------------|------------------|
| Parkett            | 0,02         | 1             | 1            | 0,02         | 444               | 8,88             |
| Estrich            | 0,08         | 1             | 1            | 0,08         | 1500              | 120              |
| Trennlage PE-Folie | 0,005        | 1             | 1            | 0,005        | 950               | 0,2              |
| Trittschalldämmung | 0,06         | 1             | 1            | 0,06         | 360               | 21,6             |
| Beton              | 0,1          | 1             | 1            | 0,1          | 2400              | 240              |
| Brettsperrholz     | 0,18         | 1             | 1            | 0,18         | 489               | 88,02            |
| SUMME              | 0,445        | 1             | 1            | 0,445        | 6143              | 478,7            |

| Baustoff           | Quelle     | Quellenbezeichnung        | QuellNr |
|--------------------|------------|---------------------------|---------|
| Parkett            | oekobaudat | Mehrschichtparkett Durc   | 3.3.02  |
| Estrich            | oekobaudat | Estrichmörtel-Zementest   | 1.4.03  |
| Trennlage PE-Folie | oekobaudat | Dampfbremse PE            | 6.6.02  |
| Trittschalldämmung | oekobaudat | Holzwohle-Leichtbauplatt  | 2.7.01  |
| Beton              | oekobaudat | Beton der Festigkeitsklas | 1.4.01  |
| Brettsperrholz     | oekobaudat | Brettsperrholz            | 3.1.05  |

End-of-Life (C3/C4 gemäß EN 15804)

| Baustoff           | Dicke<br>[m] | Breite<br>[m] | Abst.<br>[m] | V<br>[m³/m²] | Dichte<br>[kg/m³] | Masse<br>[kg/m²] |
|--------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|-------------------|------------------|
| Parkett            | 0,02         | 1             | 1            | 0,02         | 444               | 8,88             |
| Estrich            | 0,08         | 1             | 1            | 0,08         | 1500              | 120              |
| Trennlage PE-Folie | 0,005        | 1             | 1            | 0,005        | 950               | 0,2              |
| Trittschalldämmung | 0,06         | 1             | 1            | 0,06         | 360               | 21,6             |
| Beton              | 0,1          | 1             | 1            | 0,1          | 2400              | 240              |
| Brettsperrholz     | 0,18         | 1             | 1            | 0,18         | 489               | 88,02            |
| SUMME              | 0,445        | 1             | 1            | 0,445        | 6143              | 478,7            |

| Baustoff           | Quelle     | Quellenbezeichnung        | QuellNr |
|--------------------|------------|---------------------------|---------|
| Parkett            | oekobaudat | Mehrschichtparkett Durc   | 3.3.02  |
| Estrich            | oekobaudat | Estrichmörtel-Zementest   | 1.4.03  |
| Trennlage PE-Folie | oekobaudat | Verbrennung KS in MVA     | 6.8.01  |
| Trittschalldämmung | oekobaudat | Bauschutt-Deponierung     | 9.5.02  |
| Beton              | oekobaudat | Beton der Festigkeitsklas | 1.4.01  |
| Brettsperrholz     | oekobaudat | Brettsperrholz            | 3.1.05  |

| Sachbilanz       |                 |                 | Wirkungsbilanz     |                    |                   |                   |                      |
|------------------|-----------------|-----------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|----------------------|
|                  |                 |                 | global             |                    | regional          | lokal             |                      |
| PENRT<br>[MJ/m²] | PERT<br>[MJ/m²] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO₂e/m²] | ODP<br>[kgR11e/m²] | AP<br>[kgSO₂e/m²] | EP<br>[kgPO₄e/m²] | POCP<br>[kgC₂H₄e/m²] |
| 1,69E+02         | 4,72E+02        | 6,42E+02        | -5,23E+00          | 1,54E-06           | 4,44E-02          | 9,84E-03          | 6,84E-03             |
| 1,28E+02         | 9,53E+00        | 1,38E+02        | 1,87E+01           | 1,56E-09           | 2,60E-02          | 4,80E-03          | 1,52E-03             |
| 1,44E+01         | 6,75E-01        | 1,51E+01        | 4,47E-01           | 1,46E-11           | 5,60E-03          | 1,58E-04          | 4,00E-04             |
| 1,28E+02         | 1,77E+02        | 3,05E+02        | 1,14E+01           | 2,54E-10           | 1,93E-02          | 3,34E-03          | 1,68E-03             |
| 9,09E+01         | 7,71E+00        | 9,86E+01        | 2,11E+01           | 6,94E-08           | 2,97E-02          | 4,72E-03          | 3,61E-03             |
| 5,02E+02         | 1,84E+03        | 2,34E+03        | -1,14E+02          | 4,52E-06           | 1,05E-01          | 2,05E-02          | 2,18E-02             |
| 1,03E+03         | 2,50E+03        | 3,54E+03        | -6,73E+01          | 6,12E-06           | 2,30E-01          | 4,34E-02          | 3,58E-02             |

| PENRT<br>[MJ/kg] | PERT<br>[MJ/kg] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO₂/kg] | ODP<br>[kgR11/kg] | AP<br>[kgSO₂/kg] | EP<br>[kgPO₄/kg] | POCP<br>[kgC₂H₄/kg] |
|------------------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|---------------------|
| 1,69E+02         | 4,72E+02        | 6,42E+02        | -5,23E+00         | 1,54E-06          | 4,44E-02         | 9,84E-03         | 6,84E-03            |
| 1,07E+00         | 7,94E-02        | 1,15E+00        | 1,56E-01          | 1,30E-11          | 2,17E-04         | 4,00E-05         | 1,27E-05            |
| 1,44E+01         | 6,75E-01        | 1,51E+01        | 4,47E-01          | 1,46E-11          | 5,60E-03         | 1,58E-04         | 4,00E-04            |
| 2,13E+03         | 2,94E+03        | 5,08E+03        | 1,90E+02          | 4,23E-09          | 3,22E-01         | 5,57E-02         | 2,79E-02            |
| 9,09E+02         | 7,71E+01        | 9,86E+02        | 2,11E+02          | 6,94E-07          | 2,97E-01         | 4,72E-02         | 3,61E-02            |
| 2,79E+03         | 1,02E+04        | 1,30E+04        | -6,32E+02         | 2,51E-05          | 5,82E-01         | 1,14E-01         | 1,21E-01            |

| Sachbilanz       |                 |                 | Wirkungsbilanz     |                    |                   |                   |                      |
|------------------|-----------------|-----------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|----------------------|
|                  |                 |                 | global             |                    | regional          | lokal             |                      |
| PENRT<br>[MJ/m²] | PERT<br>[MJ/m²] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO₂e/m²] | ODP<br>[kgR11e/m²] | AP<br>[kgSO₂e/m²] | EP<br>[kgPO₄e/m²] | POCP<br>[kgC₂H₄e/m²] |
| 1,15E+00         | -1,54E+02       | -1,52E+02       | 1,46E+01           | 1,57E-08           | 8,20E-05          | 9,56E-06          | 6,17E-06             |
| 2,50E+01         | 1,82E+00        | 2,68E+01        | 1,74E+00           | 1,37E-09           | 1,09E-02          | 1,49E-03          | 1,14E-03             |
| 2,33E-01         | 3,47E-02        | 2,68E-01        | 5,05E-01           | 8,85E-13           | 1,20E-04          | 9,96E-06          | 6,40E-05             |
| 4,74E+00         | 4,66E-01        | 5,20E+00        | 3,48E-01           | 5,57E-12           | 2,11E-03          | 2,90E-04          | 1,98E-04             |
| 1,92E+00         | 7,62E-02        | 2,00E+00        | 1,38E-01           | 7,45E-12           | 1,30E-03          | 2,80E-04          | 1,70E-04             |
| 1,58E+01         | -1,49E+03       | -1,48E+03       | 1,43E+02           | 2,14E-07           | 1,26E-03          | 1,06E-04          | 8,35E-05             |
| 4,88E+01         | -1,64E+03       | -1,59E+03       | 1,60E+02           | 2,31E-07           | 1,58E-02          | 2,18E-03          | 1,66E-03             |

| PENRT<br>[MJ/kg] | PERT<br>[MJ/kg] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO₂/kg] | ODP<br>[kgR11/kg] | AP<br>[kgSO₂/kg] | EP<br>[kgPO₄/kg] | POCP<br>[kgC₂H₄/kg] |    |
|------------------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|---------------------|----|
| 1,15E+00         | -1,54E+02       | -1,52E+02       | 1,46E+01          | 1,57E-08          | 8,20E-05         | 9,56E-06         | 6,17E-06            | C3 |
| 2,08E-01         | 1,52E-02        | 2,23E-01        | 1,45E-02          | 1,14E-11          | 9,07E-05         | 1,24E-05         | 9,48E-06            | C4 |
| 1,17E+00         | 1,73E-01        | 1,34E+00        | 2,53E+00          | 4,43E-12          | 6,02E-04         | 4,98E-05         | 3,20E-04            | C4 |
| 2,19E-01         | 2,16E-02        | 2,41E-01        | 1,61E-02          | 2,58E-13          | 9,79E-05         | 1,34E-05         | 9,18E-06            | C4 |
| 1,92E+01         | 7,62E-01        | 2,00E+01        | 1,38E+00          | 7,45E-11          | 1,30E-02         | 2,80E-03         | 1,70E-03            | C3 |
| 8,78E+01         | -8,29E+03       | -8,20E+03       | 7,93E+02          | 1,19E-06          | 6,98E-03         | 5,89E-04         | 4,64E-04            | C3 |

Recyclingpotential (D gemäß EN 15804)

| Baustoff           | Dicke<br>[m] | Breite<br>[m] | Abst.<br>[m] | V<br>[m³/m²] | Dichte<br>[kg/m³] | Masse<br>[kg/m²] |
|--------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|-------------------|------------------|
| Parkett            | 0,02         | 1             | 1            | 0,02         | 444               | 8,88             |
| Estrich            | 0,08         | 1             | 1            | 0,08         | 1500              | 120              |
| Trennlage PE-Folie | 0,005        | 1             | 1            | 0,005        | 950               | 0,2              |
| Trittschalldämmung | 0,06         | 1             | 1            | 0,06         | 360               | 21,6             |
| Beton              | 0,1          | 1             | 1            | 0,1          | 2400              | 240              |
| Brettsperrholz     | 0,18         | 1             | 1            | 0,18         | 489               | 88,02            |
| <b>SUMME</b>       | <b>0,445</b> | <b>1</b>      | <b>1</b>     | <b>0,445</b> | <b>6143</b>       | <b>478,7</b>     |

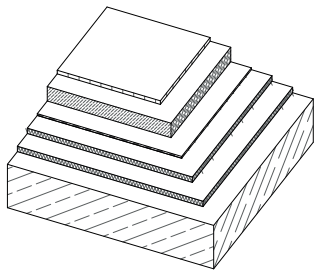
| Baustoff           | Quelle     | Quellenbezeichnung        | QuellNr. |
|--------------------|------------|---------------------------|----------|
| Parkett            | oekobaudat | Mehrschichtparkett Durc   | 3.3.02   |
| Estrich            | oekobaudat | Estrichmörtel-Zementest   | 1.4.03   |
| Trennlage PE-Folie | oekobaudat | Verbrennung KS in MVA     | 6.8.01   |
| Trittschalldämmung |            |                           |          |
| Beton              | oekobaudat | Beton der Festigkeitsklas | 1.4.01   |
| Brettsperrholz     | oekobaudat | Brettsperrholz            | 3.1.05   |

| Sachbilanz       |                 |                  | Wirkungsbilanz     |                    |                   |                   |                      |
|------------------|-----------------|------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|----------------------|
|                  |                 |                  | global             |                    | regional          | lokal             |                      |
| PENRT<br>[MJ/m²] | PERT<br>[MJ/m²] | Σ PE<br>[MJ/m²]  | GWP<br>[kgCO₂e/m²] | ODP<br>[kgR11e/m²] | AP<br>[kgSO₂e/m²] | EP<br>[kgPO₄e/m²] | POCP<br>[kgC₂H₄e/m²] |
| -1,31E+02        | 1,48E+02        | 1,63E+01         | -6,13E+00          | -1,44E-06          | -6,48E-03         | -6,73E-05         | -4,37E-04            |
| -1,66E+00        | -1,30E-01       | -1,79E+00        | -1,17E-01          | -2,46E-11          | -2,51E-04         | -2,42E-05         | -2,98E-05            |
| -4,75E+00        | -6,15E-01       | -5,36E+00        | -3,18E-01          | -1,64E-11          | -3,82E-04         | -5,22E-05         | -3,93E-05            |
| 0,00E+00         | 0,00E+00        | 0,00E+00         | 0,00E+00           | 0,00E+00           | 0,00E+00          | 0,00E+00          | 0,00E+00             |
| -3,19E+01        | -4,71E+00       | -3,66E+01        | -2,31E+00          | -9,57E-09          | -4,10E-03         | -5,91E-04         | -4,05E-04            |
| -1,31E+03        | 2,87E+02        | -1,02E+03        | -6,44E+01          | -1,47E-05          | -6,62E-02         | -6,35E-04         | -4,43E-03            |
| <b>-1,48E+03</b> | <b>4,29E+02</b> | <b>-1,05E+03</b> | <b>-7,33E+01</b>   | <b>-1,62E-05</b>   | <b>-7,75E-02</b>  | <b>-1,37E-03</b>  | <b>-5,34E-03</b>     |

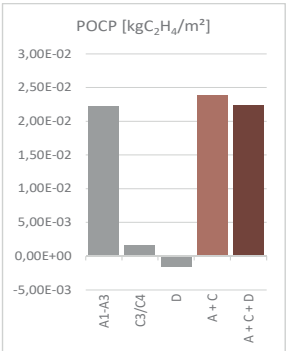
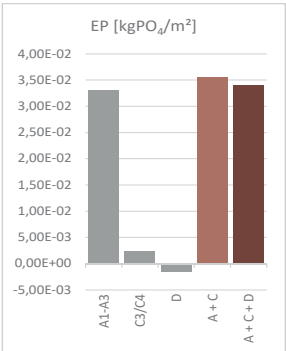
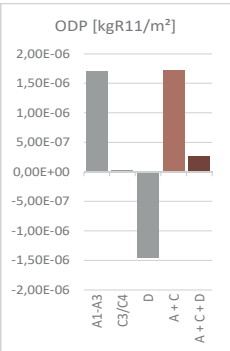
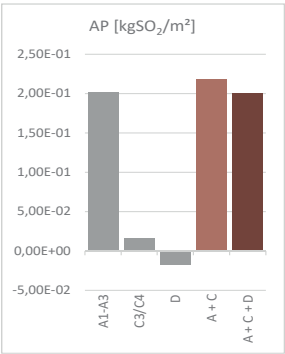
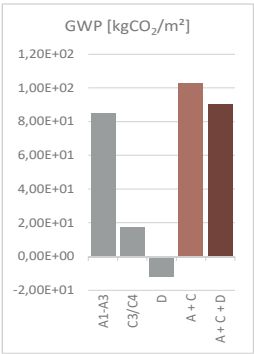
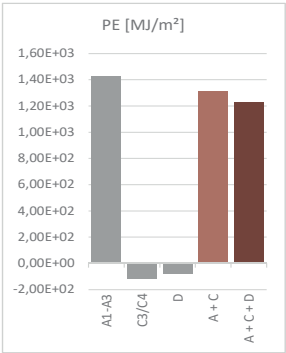
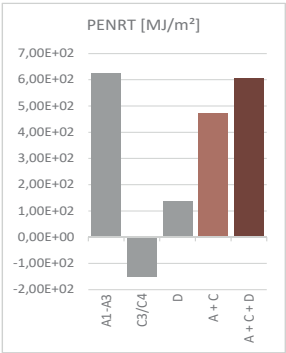
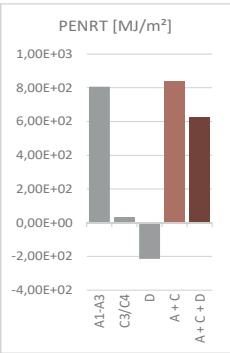
| PENRT<br>[MJ/kg] | PERT<br>[MJ/kg] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO₂/kg] | ODP<br>[kgR11/kg] | AP<br>[kgSO₂/kg] | EP<br>[kgPO₄/kg] | POCP<br>[kgC₂H₄/kg] |
|------------------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|---------------------|
| -1,31E+02        | 1,48E+02        | 1,63E+01        | -6,13E+00         | -1,44E-06         | -6,48E-03        | -6,73E-05        | -4,37E-04           |
| -1,38E-02        | -1,08E-03       | -1,49E-02       | -9,78E-04         | -2,05E-13         | -2,09E-06        | -2,02E-07        | -2,48E-07           |
| -2,37E+01        | -3,08E+00       | -2,68E+01       | -1,59E+00         | -8,19E-11         | -1,91E-03        | -2,61E-04        | -1,97E-04           |
|                  |                 |                 |                   |                   |                  |                  |                     |
| -3,19E+02        | -4,71E+01       | -3,66E+02       | -2,31E+01         | -9,57E-08         | -4,10E-02        | -5,91E-03        | -4,05E-03           |
| -7,29E+03        | 1,60E+03        | -5,69E+03       | -3,58E+02         | -8,19E-05         | -3,68E-01        | -3,53E-03        | -2,46E-02           |

Anhang

Stahlbetondecke



|                    |           | PENRT     | PERT      | $\Sigma$ PE | GWP                     | ODP        | AP                      | EP                      | POCP                                  |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-------------|-------------------------|------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
|                    |           | [MJ/kg]   | [MJ/kg]   | [MJ/m²]     | [kgCO <sub>2</sub> /kg] | [kgR11/kg] | [kgSO <sub>2</sub> /kg] | [kgPO <sub>4</sub> /kg] | [kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /kg] |
| Herstellungsphase  | A1-A3     | 8,07E+02  | 6,22E+02  | 1,43E+03    | 8,53E+01                | 1,70E-06   | 2,02E-01                | 3,31E-02                | 2,22E-02                              |
| End-of-Life        | C3/C4     | 3,43E+01  | -1,51E+02 | -1,17E+02   | 1,74E+01                | 1,71E-08   | 1,57E-02                | 2,39E-03                | 1,68E-03                              |
| Recyclingpotential | D         | -2,14E+02 | 1,35E+02  | -7,87E+01   | -1,21E+01               | -1,46E-06  | -1,70E-02               | -1,56E-03               | -1,48E-03                             |
| Gesamt (ohne D)    | A + C     | 8,41E+02  | 4,71E+02  | 1,31E+03    | 1,03E+02                | 1,72E-06   | 2,18E-01                | 3,55E-02                | 2,38E-02                              |
| Gesamt             | A + C + D | 6,27E+02  | 6,06E+02  | 1,23E+03    | 9,06E+01                | 2,60E-07   | 2,01E-01                | 3,40E-02                | 2,24E-02                              |



Phasen A, C, D  
Gesamt A + C  
Gesamt A + C + D

Abb: Brettsperrholzdecke

## Stahlbetondecke

Herstellungsphase (A1 - A3 gemäß EN 15804)

| Baustoff           | Dicke<br>[m] | Breite<br>[m] | Abst.<br>[m] | V<br>[m³/m²] | Dichte<br>[kg/m³] | Masse<br>[kg/m²] |
|--------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|-------------------|------------------|
| Parkett            | 0,02         | 1             | 1            | 0,02         | 444               | 8,88             |
| Estrich            | 0,08         | 1             | 1            | 0,08         | 1500              | 120              |
| Trennlage PE-Folie | 0,005        | 1             | 1            | 0,005        | 950               | 0,2              |
| Trittschalldämmung | 0,03         | 1             | 1            | 0,03         | 360               | 10,8             |
| Dämmung            | 0,03         | 1             | 1            | 0,03         | 85                | 2,55             |
| STB - Beton        | 0,24         | 1             | 1            | 0,238        | 2400              | 571,4            |
| STB - Stahl        |              |               |              | 0,002        | 7850              | 15               |
| <b>SUMME</b>       | <b>0,405</b> | <b>1</b>      | <b>1</b>     | <b>0,405</b> | <b>13589</b>      | <b>728,8</b>     |

| Baustoff           | Quelle     | Quellenbezeichnung        | QuellNr |
|--------------------|------------|---------------------------|---------|
| Parkett            | oekobaudat | Mehrschichtparkett Durc   | 3.3.02  |
| Estrich            | oekobaudat | Estrichmörtel-Zementest   | 1.4.03  |
| Trennlage PE-Folie | oekobaudat | Dampfbremse PE            | 6.6.02  |
| Trittschalldämmung | oekobaudat | Holzwohle-Leichtbauplatt  | 2.7.01  |
| Dämmung            | oekobaudat | Mineralwolle (Boden-Däi   | 2.1.01  |
| STB - Beton        | oekobaudat | Beton der Festigkeitsklas | 1.4.01  |
| STB - Stahl        | oekobaudat | Bewehrungsstahl           | 4.1.02  |

| Sachbilanz       |                 |                 | Wirkungsbilanz                  |                    |                                |                                |                                                |
|------------------|-----------------|-----------------|---------------------------------|--------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------|
|                  |                 |                 | global                          | regional           | lokal                          |                                |                                                |
| PENRT<br>[MJ/m²] | PERT<br>[MJ/m²] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> e/m²] | ODP<br>[kgR11e/m²] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> e/m²] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> e/m²] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> e/m²] |
| 1,69E+02         | 4,72E+02        | 6,42E+02        | -5,23E+00                       | 1,54E-06           | 4,44E-02                       | 9,84E-03                       | 6,84E-03                                       |
| 1,28E+02         | 9,53E+00        | 1,38E+02        | 1,87E+01                        | 1,56E-09           | 2,60E-02                       | 4,80E-03                       | 1,52E-03                                       |
| 1,44E+01         | 6,75E-01        | 1,51E+01        | 4,47E-01                        | 1,46E-11           | 5,60E-03                       | 1,58E-04                       | 4,00E-04                                       |
| 6,40E+01         | 8,83E+01        | 1,52E+02        | 5,71E+00                        | 1,27E-10           | 9,67E-03                       | 1,67E-03                       | 8,38E-04                                       |
| 5,34E+01         | 4,85E+00        | 5,82E+01        | 4,16E+00                        | 1,03E-10           | 1,87E-02                       | 2,76E-03                       | 1,35E-03                                       |
| 2,16E+02         | 1,84E+01        | 2,35E+02        | 5,03E+01                        | 1,65E-07           | 7,07E-02                       | 1,12E-02                       | 8,60E-03                                       |
| 1,61E+02         | 2,82E+01        | 1,89E+02        | 1,13E+01                        | 7,43E-10           | 2,68E-02                       | 2,67E-03                       | 2,61E-03                                       |
| <b>8,07E+02</b>  | <b>6,22E+02</b> | <b>1,43E+03</b> | <b>8,53E+01</b>                 | <b>1,70E-06</b>    | <b>2,02E-01</b>                | <b>3,31E-02</b>                | <b>2,22E-02</b>                                |

| PENRT<br>[MJ/kg] | PERT<br>[MJ/kg] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> /kg] | ODP<br>[kgR11/kg] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> /kg] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> /kg] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /kg] |
|------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------|
| 1,69E+02         | 4,72E+02        | 6,42E+02        | -5,23E+00                      | 1,54E-06          | 4,44E-02                      | 9,84E-03                      | 6,84E-03                                      |
| 1,07E+00         | 7,94E-02        | 1,15E+00        | 1,56E-01                       | 1,30E-11          | 2,17E-04                      | 4,00E-05                      | 1,27E-05                                      |
| 1,44E+01         | 6,75E-01        | 1,51E+01        | 4,47E-01                       | 1,46E-11          | 5,60E-03                      | 1,58E-04                      | 4,00E-04                                      |
| 2,13E+03         | 2,94E+03        | 5,08E+03        | 1,90E+02                       | 4,23E-09          | 3,22E-01                      | 5,57E-02                      | 2,79E-02                                      |
| 1,78E+03         | 1,62E+02        | 1,94E+03        | 1,39E+02                       | 3,43E-09          | 6,23E-01                      | 9,19E-02                      | 4,49E-02                                      |
| 9,09E+02         | 7,71E+01        | 9,86E+02        | 2,11E+02                       | 6,94E-07          | 2,97E-01                      | 4,72E-02                      | 3,61E-02                                      |
| 1,07E+01         | 1,88E+00        | 1,26E+01        | 7,50E-01                       | 4,95E-11          | 1,79E-03                      | 1,78E-04                      | 1,74E-04                                      |

End-of-Life (C3/C4 gemäß EN 15804)

| Baustoff           | Dicke<br>[m] | Breite<br>[m] | Abst.<br>[m] | V<br>[m³/m²] | Dichte<br>[kg/m³] | Masse<br>[kg/m²] |
|--------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|-------------------|------------------|
| Parkett            | 0,02         | 1             | 1            | 0,02         | 444               | 8,88             |
| Estrich            | 0,08         | 1             | 1            | 0,08         | 1500              | 120              |
| Trennlage PE-Folie | 0,005        | 1             | 1            | 0,005        | 950               | 0,2              |
| Trittschalldämmung | 0,03         | 1             | 1            | 0,03         | 360               | 10,8             |
| Dämmung            | 0,03         | 1             | 1            | 0,03         | 85                | 2,55             |
| STB - Beton        | 0,24         | 1             | 1            | 0,238        | 2400              | 571,4            |
| STB - Stahl        |              |               |              | 0,002        | 7850              | 15               |
| <b>SUMME</b>       | <b>0,405</b> | <b>1</b>      | <b>1</b>     | <b>0,405</b> | <b>13589</b>      | <b>728,8</b>     |

| Baustoff           | Quelle        | Quellenbezeichnung        | QuellNr |
|--------------------|---------------|---------------------------|---------|
| Parkett            | oekobaudat    | Mehrschichtparkett Durc   | 3.3.02  |
| Estrich            | oekobaudat    | Estrichmörtel-Zementest   | 1.4.03  |
| Trennlage PE-Folie | oekobaudat    | Verbrennung KS in MVA     | 6.8.01  |
| Trittschalldämmung | oekobaudat    | Bauschutt-Deponierung     | 9.5.02  |
| Dämmung            | oekobaudat    | Bauschutt-Deponierung     | 9.5.02  |
| STB - Beton        | oekobaudat    | Beton der Festigkeitsklas | 1.4.01  |
| STB - Stahl        | ift Rosenheim | Betonstahl EPD            |         |

| Sachbilanz       |                  |                  | Wirkungsbilanz                  |                    |                                |                                |                                                |
|------------------|------------------|------------------|---------------------------------|--------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------|
|                  |                  |                  | global                          | regional           | lokal                          |                                |                                                |
| PENRT<br>[MJ/m²] | PERT<br>[MJ/m²]  | Σ PE<br>[MJ/m²]  | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> e/m²] | ODP<br>[kgR11e/m²] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> e/m²] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> e/m²] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> e/m²] |
| 1,15E+00         | -1,54E+02        | -1,52E+02        | 1,46E+01                        | 1,57E-08           | 8,20E-05                       | 9,56E-06                       | 6,17E-06                                       |
| 2,50E+01         | 1,82E+00         | 2,68E+01         | 1,74E+00                        | 1,37E-09           | 1,09E-02                       | 1,49E-03                       | 1,14E-03                                       |
| 2,33E-01         | 3,47E-02         | 2,68E-01         | 5,05E-01                        | 8,85E-13           | 1,20E-04                       | 9,96E-06                       | 6,40E-05                                       |
| 2,37E+00         | 2,33E-01         | 2,60E+00         | 1,74E-01                        | 2,78E-12           | 1,06E-03                       | 1,45E-04                       | 9,91E-05                                       |
| 5,59E-01         | 5,50E-02         | 6,14E-01         | 4,11E-02                        | 6,57E-13           | 2,50E-04                       | 3,42E-05                       | 2,34E-05                                       |
| 4,57E+00         | 1,81E-01         | 4,75E+00         | 3,29E-01                        | 1,77E-11           | 3,10E-03                       | 6,67E-04                       | 4,05E-04                                       |
| 4,50E-01         | 2,01E-02         | 4,70E-01         | 3,71E-02                        | 6,47E-13           | 1,68E-04                       | 3,89E-05                       | -5,54E-05                                      |
| <b>3,43E+01</b>  | <b>-1,51E+02</b> | <b>-1,17E+02</b> | <b>1,74E+01</b>                 | <b>1,71E-08</b>    | <b>1,57E-02</b>                | <b>2,39E-03</b>                | <b>1,68E-03</b>                                |

| PENRT<br>[MJ/kg] | PERT<br>[MJ/kg] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> /kg] | ODP<br>[kgR11/kg] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> /kg] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> /kg] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /kg] |
|------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------|
| 1,15E+00         | -1,54E+02       | -1,52E+02       | 1,46E+01                       | 1,57E-08          | 8,20E-05                      | 9,56E-06                      | 6,17E-06                                      |
| 2,08E-01         | 1,52E-02        | 2,23E-01        | 1,45E-02                       | 1,14E-11          | 9,07E-05                      | 1,24E-05                      | 9,48E-06                                      |
| 1,17E+00         | 1,73E-01        | 1,34E+00        | 2,53E+00                       | 4,43E-12          | 6,02E-04                      | 4,98E-05                      | 3,20E-04                                      |
| 2,19E-01         | 2,16E-02        | 2,41E-01        | 1,61E-02                       | 2,58E-13          | 9,79E-05                      | 1,34E-05                      | 9,18E-06                                      |
| 2,19E-01         | 2,16E-02        | 2,41E-01        | 1,61E-02                       | 2,58E-13          | 9,79E-05                      | 1,34E-05                      | 9,18E-06                                      |
| 1,92E+01         | 7,62E-01        | 2,00E+01        | 1,38E+00                       | 7,45E-11          | 1,30E-02                      | 2,80E-03                      | 1,70E-03                                      |
| 3,00E-02         | 1,34E-03        | 3,13E-02        | 2,47E-03                       | 4,31E-14          | 1,12E-05                      | 2,59E-06                      | -3,69E-06                                     |

C3  
C4  
C4  
C4  
C4  
C3  
C3

# Anhang

## Recyclingpotential (D gemäß EN 15804)

| Baustoff           | Dicke<br>[m] | Breite<br>[m] | Abst.<br>[m] | V<br>[m³/m²] | Dichte<br>[kg/m³] | Masse<br>[kg/m²] |
|--------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|-------------------|------------------|
| Parkett            | 0,02         | 1             | 1            | 0,02         | 444               | 8,88             |
| Estrich            | 0,08         | 1             | 1            | 0,08         | 1500              | 120              |
| Trennlage PE-Folie | 0,005        | 1             | 1            | 0,005        | 950               | 0,2              |
| Trittschalldämmung | 0,03         | 1             | 1            | 0,03         | 360               | 10,8             |
| Dämmung            | 0,03         | 1             | 1            | 0,03         | 85                | 2,55             |
| STB - Beton        | 0,24         | 1             | 1            | 0,24         | 2400              | 576              |
| STB - Stahl        |              |               |              | 0            | 7850              | 15               |
| <b>SUMME</b>       | 0,405        | 1             | 1            | 0,405        | 5739              | 718,4            |

| Baustoff           | Quelle     | Quellenbezeichnung        | Quellnr. |
|--------------------|------------|---------------------------|----------|
| Parkett            | oekobaudat | Mehrschichtparkett Durc   | 3.3.02   |
| Estrich            | oekobaudat | Estrichmörtel-Zementest   | 1.4.03   |
| Trennlage PE-Folie | oekobaudat | Verbrennung KS in MVA     | 6.8.01   |
| Trittschalldämmung |            |                           |          |
| Dämmung            |            |                           |          |
| STB - Beton        | oekobaudat | Beton der Festigkeitsklas | 1.4.01   |
| STB - Stahl        |            |                           |          |

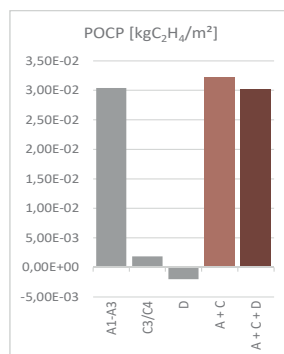
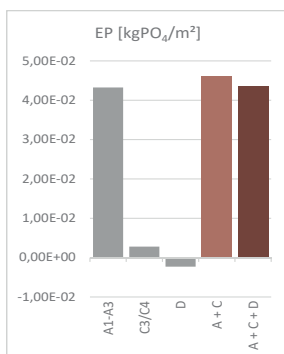
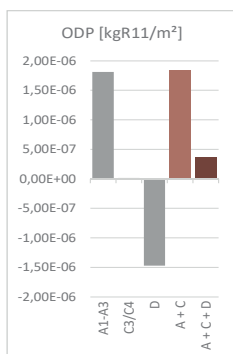
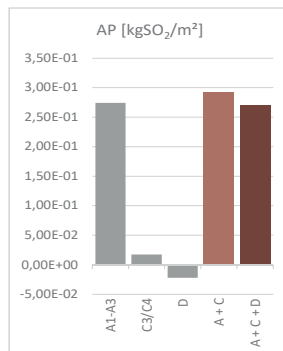
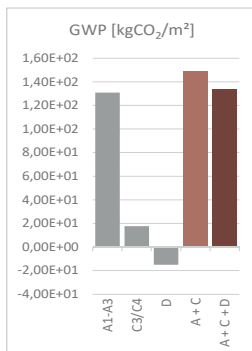
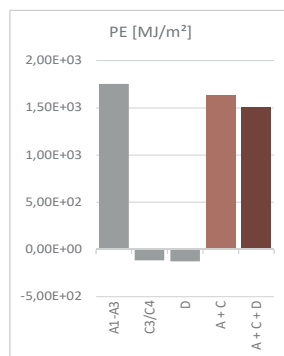
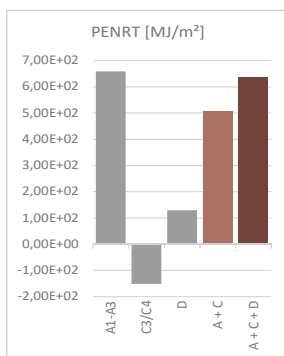
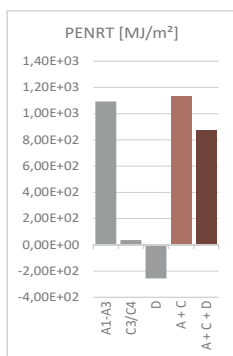
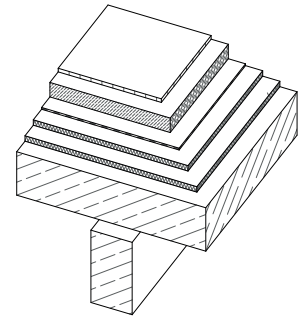
| Sachbilanz       |                 |                  | Wirkungsbilanz                  |                    |                                |                                |                                                |
|------------------|-----------------|------------------|---------------------------------|--------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------|
|                  |                 |                  | global                          |                    | regional                       | lokal                          |                                                |
| PENRT<br>[MJ/m²] | PERT<br>[MJ/m²] | Σ PE<br>[MJ/m²]  | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> e/m²] | ODP<br>[kgR11e/m²] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> e/m²] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> e/m²] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> e/m²] |
| -1,31E+02        | 1,48E+02        | 1,63E+01         | -6,13E+00                       | -1,44E-06          | -6,48E-03                      | -6,73E-05                      | -4,37E-04                                      |
| -1,66E+00        | -1,30E-01       | -1,79E+00        | -1,17E-01                       | -2,46E-11          | -2,51E-04                      | -2,42E-05                      | -2,98E-05                                      |
| -4,75E+00        | -6,15E-01       | -5,36E+00        | -3,18E-01                       | -1,64E-11          | -3,82E-04                      | -5,22E-05                      | -3,93E-05                                      |
| 0,00E+00         | 0,00E+00        | 0,00E+00         | 0,00E+00                        | 0,00E+00           | 0,00E+00                       | 0,00E+00                       | 0,00E+00                                       |
| 0,00E+00         | 0,00E+00        | 0,00E+00         | 0,00E+00                        | 0,00E+00           | 0,00E+00                       | 0,00E+00                       | 0,00E+00                                       |
| -7,66E+01        | -1,13E+01       | -8,79E+01        | -5,54E+00                       | -2,30E-08          | -9,84E-03                      | -1,42E-03                      | -9,72E-04                                      |
| 0,00E+00         | 0,00E+00        | 0,00E+00         | 0,00E+00                        | 0,00E+00           | 0,00E+00                       | 0,00E+00                       | 0,00E+00                                       |
| <b>-2,14E+02</b> | <b>1,35E+02</b> | <b>-7,87E+01</b> | <b>-1,21E+01</b>                | <b>-1,46E-06</b>   | <b>-1,70E-02</b>               | <b>-1,56E-03</b>               | <b>-1,48E-03</b>                               |

| PENRT<br>[MJ/kg] | PERT<br>[MJ/kg] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> /kg] | ODP<br>[kgR11/kg] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> /kg] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> /kg] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /kg] |
|------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------|
| -1,31E+02        | 1,48E+02        | 1,63E+01        | -6,13E+00                      | -1,44E-06         | -6,48E-03                     | -6,73E-05                     | -4,37E-04                                     |
| -1,38E-02        | -1,08E-03       | -1,49E-02       | -9,78E-04                      | -2,05E-13         | -2,09E-06                     | -2,02E-07                     | -2,48E-07                                     |
| -2,37E+01        | -3,08E+00       | -2,68E+01       | -1,59E+00                      | -8,19E-11         | -1,91E-03                     | -2,61E-04                     | -1,97E-04                                     |
|                  |                 |                 |                                |                   |                               |                               |                                               |
|                  |                 |                 |                                |                   |                               |                               |                                               |
| -3,19E+02        | -4,71E+01       | -3,66E+02       | -2,31E+01                      | -9,57E-08         | -4,10E-02                     | -5,91E-03                     | -4,05E-03                                     |
|                  |                 |                 |                                |                   |                               |                               |                                               |

# Plattenbalkendecke

| PENRT   | PERT    | Σ PE    | GWP                     | ODP        | AP                      | EP                      | POCP                                  |
|---------|---------|---------|-------------------------|------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| [MJ/kg] | [MJ/kg] | [MJ/m²] | [kgCO <sub>2</sub> /kg] | [kgR11/kg] | [kgSO <sub>2</sub> /kg] | [kgPO <sub>4</sub> /kg] | [kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /kg] |

|                        |                  |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|------------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Herstellungsphase      | A1-A3            | 1,09E+03        | 6,59E+02        | 1,75E+03        | 1,31E+02        | 1,81E-06        | 2,74E-01        | 4,32E-02        | 3,04E-02        |
| End-of-Life            | C3/C4            | 3,72E+01        | -1,51E+02       | -1,14E+02       | 1,76E+01        | 1,71E-08        | 1,75E-02        | 2,80E-03        | 1,86E-03        |
| Recyclingpotential     | D                | -2,56E+02       | 1,29E+02        | -1,27E+02       | -1,51E+01       | -1,47E-06       | -2,23E-02       | -2,34E-03       | -2,01E-03       |
| <b>Gesamt (ohne D)</b> | <b>A + C</b>     | <b>1,13E+03</b> | <b>5,08E+02</b> | <b>1,64E+03</b> | <b>1,48E+02</b> | <b>1,83E-06</b> | <b>2,92E-01</b> | <b>4,60E-02</b> | <b>3,23E-02</b> |
| <b>Gesamt</b>          | <b>A + C + D</b> | <b>8,75E+02</b> | <b>6,37E+02</b> | <b>1,51E+03</b> | <b>1,33E+02</b> | <b>3,55E-07</b> | <b>2,69E-01</b> | <b>4,37E-02</b> | <b>3,02E-02</b> |



Phasen A, C, D   
 Gesamt A + C   
 Gesamt A + C + D



Plattenbalkendecke  
Herstellungsphase (A1 - A3 gemäß EN 15804)

| Baustoff           | Dicke<br>[m] | Breite<br>[m] | Abst.<br>[m] | V<br>[m³/m²] | Dichte<br>[kg/m³] | Masse<br>[kg/m²] |
|--------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|-------------------|------------------|
| Parkett            | 0,02         | 1             | 1            | 0,02         | 444               | 8,88             |
| Estrich            | 0,08         | 1             | 1            | 0,08         | 1500              | 120              |
| Trennlage PE-Folie | 0,005        | 1             | 1            | 0,005        | 950               | 0,2              |
| Trittschalldämmung | 0,03         | 1             | 1            | 0,03         | 360               | 10,8             |
| Dämmung            | 0,03         | 1             | 1            | 0,03         | 85                | 2,55             |
| Decke - Beton      | 0,2          | 1             | 1            | 0,198        | 2400              | 480              |
| Decke - Stahl      |              |               |              | 0,002        | 7850              | 15               |
| Träger - Beton     | 0,6          | 0,18          | 0,625        | 0,173        | 2400              | 414,7            |
| Träger - Stahl     | 0,6          | 0,18          | 0,625        | 0,002        | 7850              | 12,96            |
| SUMME              | 1,565        | 1             | 1            | 0,539        | 23839             | 1065             |

| Baustoff           | Quelle     | Quellenbezeichnung       | QuellNr |
|--------------------|------------|--------------------------|---------|
| Parkett            | oekobaudat | Mehrschichtparkett Durc  | 3.3.02  |
| Estrich            | oekobaudat | Estrichmörtel-Zementest  | 1.4.03  |
| Trennlage PE-Folie | oekobaudat | Dampfbremse PE           | 6.6.02  |
| Trittschalldämmung | oekobaudat | Holzwohle-Leichtbauplatt | 2.7.01  |
| Dämmung            | oekobaudat | Mineralwolle (Boden-Däi  | 2.1.01  |
| Decke - Beton      | oekobaudat | Beton der Druckfestigkei | 1.4.01  |
| Decke - Stahl      | oekobaudat | Bewehrungsstahl          | 4.1.02  |
| Träger - Beton     | oekobaudat | Beton der Druckfestigkei | 1.4.01  |
| Träger - Stahl     | oekobaudat | Bewehrungsstahl          | 4.1.02  |

End-of-Life (C3/C4 gemäß EN 15804)

| Baustoff           | Dicke<br>[m] | Breite<br>[m] | Abst.<br>[m] | V<br>[m³/m²] | Dichte<br>[kg/m³] | Masse<br>[kg/m²] |
|--------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|-------------------|------------------|
| Parkett            | 0,02         | 1             | 1            | 0,02         | 444               | 8,88             |
| Estrich            | 0,08         | 1             | 1            | 0,08         | 1500              | 120              |
| Trennlage PE-Folie | 0,005        | 1             | 1            | 0,005        | 950               | 0,2              |
| Trittschalldämmung | 0,03         | 1             | 1            | 0,03         | 360               | 10,8             |
| Dämmung            | 0,03         | 1             | 1            | 0,03         | 85                | 2,55             |
| Decke - Beton      | 0,2          | 1             | 1            | 0,198        | 2400              | 480              |
| Decke - Stahl      |              |               |              | 0,002        | 7850              | 15               |
| Träger - Beton     | 0,6          | 0,18          | 0,625        | 0,173        | 2400              | 414,7            |
| Träger - Stahl     | 0,6          | 0,18          | 0,625        | 0,002        | 7850              | 12,96            |
| SUMME              | 1,565        | 1             | 1            | 0,539        | 23839             | 1065             |

| Baustoff           | Quelle        | Quellenbezeichnung        | QuellNr |
|--------------------|---------------|---------------------------|---------|
| Parkett            | oekobaudat    | Mehrschichtparkett Durc   | 3.3.02  |
| Estrich            | oekobaudat    | Estrichmörtel-Zementest   | 1.4.03  |
| Trennlage PE-Folie | oekobaudat    | Verbrennung KS in MVA     | 6.8.01  |
| Trittschalldämmung | oekobaudat    | Bauschutt-Deponierung     | 9.5.02  |
| Dämmung            | oekobaudat    | Bauschutt-Deponierung     | 9.5.02  |
| Decke - Beton      | oekobaudat    | Beton der Festigkeitsklas | 1.4.01  |
| Decke - Stahl      | ift Rosenheim | Betonstahl EPD            |         |
| Träger - Beton     | oekobaudat    | Beton der Festigkeitsklas | 1.4.01  |
| Träger - Stahl     | ift Rosenheim | Betonstahl EPD            |         |

| Sachbilanz       |                 |                 | Wirkungsbilanz     |                    |                   |                   |                      |
|------------------|-----------------|-----------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|----------------------|
|                  |                 |                 | global             | regional           | lokal             |                   |                      |
| PENRT<br>[MJ/m²] | PERT<br>[MJ/m²] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO₂e/m²] | ODP<br>[kgR11e/m²] | AP<br>[kgSO₂e/m²] | EP<br>[kgPO₄e/m²] | POCP<br>[kgC₂H₄e/m²] |
| 1,69E+02         | 4,72E+02        | 6,42E+02        | -5,23E+00          | 1,54E-06           | 4,44E-02          | 9,84E-03          | 6,84E-03             |
| 1,28E+02         | 9,53E+00        | 1,38E+02        | 1,87E+01           | 1,56E-09           | 2,60E-02          | 4,80E-03          | 1,52E-03             |
| 1,44E+01         | 6,75E-01        | 1,51E+01        | 4,47E-01           | 1,46E-11           | 5,60E-03          | 1,58E-04          | 4,00E-04             |
| 6,40E+01         | 8,83E+01        | 1,52E+02        | 5,71E+00           | 1,27E-10           | 9,67E-03          | 1,67E-03          | 8,38E-04             |
| 5,34E+01         | 4,85E+00        | 5,82E+01        | 4,16E+00           | 1,03E-10           | 1,87E-02          | 2,76E-03          | 1,35E-03             |
| 1,95E+02         | 1,64E+01        | 2,11E+02        | 4,59E+01           | 1,46E-07           | 6,40E-02          | 1,02E-02          | 7,78E-03             |
| 1,61E+02         | 2,82E+01        | 1,89E+02        | 1,13E+01           | 7,43E-10           | 2,68E-02          | 2,67E-03          | 2,61E-03             |
| 1,70E+02         | 1,43E+01        | 1,84E+02        | 4,01E+01           | 1,27E-07           | 5,58E-02          | 8,86E-03          | 6,79E-03             |
| 1,39E+02         | 2,44E+01        | 1,63E+02        | 9,72E+00           | 6,42E-10           | 2,31E-02          | 2,31E-03          | 2,26E-03             |
| 1,09E+03         | 6,59E+02        | 1,75E+03        | 1,31E+02           | 1,81E-06           | 2,74E-01          | 4,32E-02          | 3,04E-02             |

| PENRT<br>[MJ/kg] | PERT<br>[MJ/kg] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO₂/kg] | ODP<br>[kgR11/kg] | AP<br>[kgSO₂/kg] | EP<br>[kgPO₄/kg] | POCP<br>[kgC₂H₄/kg] |
|------------------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|---------------------|
| 1,69E+02         | 4,72E+02        | 6,42E+02        | -5,23E+00         | 1,54E-06          | 4,44E-02         | 9,84E-03         | 6,84E-03            |
| 1,07E+00         | 7,94E-02        | 1,15E+00        | 1,56E-01          | 1,30E-11          | 2,17E-04         | 4,00E-05         | 1,27E-05            |
| 1,44E+01         | 6,75E-01        | 1,51E+01        | 4,47E-01          | 1,46E-11          | 5,60E-03         | 1,58E-04         | 4,00E-04            |
| 2,13E+03         | 2,94E+03        | 5,08E+03        | 1,90E+02          | 4,23E-09          | 3,22E-01         | 5,57E-02         | 2,79E-02            |
| 1,78E+03         | 1,62E+02        | 1,94E+03        | 1,39E+02          | 3,43E-09          | 6,23E-01         | 9,19E-02         | 4,49E-02            |
| 9,84E+02         | 8,27E+01        | 1,07E+03        | 2,32E+02          | 7,35E-07          | 3,23E-01         | 5,13E-02         | 3,93E-02            |
| 1,07E+01         | 1,88E+00        | 1,26E+01        | 7,50E-01          | 4,95E-11          | 1,79E-03         | 1,78E-04         | 1,74E-04            |
| 9,84E+02         | 8,27E+01        | 1,07E+03        | 2,32E+02          | 7,35E-07          | 3,23E-01         | 5,13E-02         | 3,93E-02            |
| 1,07E+01         | 1,88E+00        | 1,26E+01        | 7,50E-01          | 4,95E-11          | 1,79E-03         | 1,78E-04         | 1,74E-04            |

| Sachbilanz       |                 |                 | Wirkungsbilanz     |                    |                   |                   |                      |
|------------------|-----------------|-----------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|----------------------|
|                  |                 |                 | global             | regional           | lokal             |                   |                      |
| PENRT<br>[MJ/m²] | PERT<br>[MJ/m²] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO₂e/m²] | ODP<br>[kgR11e/m²] | AP<br>[kgSO₂e/m²] | EP<br>[kgPO₄e/m²] | POCP<br>[kgC₂H₄e/m²] |
| 1,15E+00         | -1,54E+02       | -1,52E+02       | 1,46E+01           | 1,57E-08           | 8,20E-05          | 9,56E-06          | 6,17E-06             |
| 2,50E+01         | 1,82E+00        | 2,68E+01        | 1,74E+00           | 1,37E-09           | 1,09E-02          | 1,49E-03          | 1,14E-03             |
| 2,33E-01         | 3,47E-02        | 2,68E-01        | 5,05E-01           | 8,85E-13           | 1,20E-04          | 9,96E-06          | 6,40E-05             |
| 2,37E+00         | 2,33E-01        | 2,60E+00        | 1,74E-01           | 2,78E-12           | 1,06E-03          | 1,45E-04          | 9,91E-05             |
| 5,59E-01         | 5,50E-02        | 6,14E-01        | 4,11E-02           | 6,57E-13           | 2,50E-04          | 3,42E-05          | 2,34E-05             |
| 3,80E+00         | 1,51E-01        | 3,95E+00        | 2,73E-01           | 1,48E-11           | 2,58E-03          | 5,55E-04          | 3,37E-04             |
| 4,50E-01         | 2,01E-02        | 4,70E-01        | 3,71E-02           | 6,47E-13           | 1,68E-04          | 3,89E-05          | -5,54E-05            |
| 3,32E+00         | 1,32E-01        | 3,45E+00        | 2,38E-01           | 1,29E-11           | 2,25E-03          | 4,84E-04          | 2,94E-04             |
| 3,89E-01         | 1,74E-02        | 4,06E-01        | 3,20E-02           | 5,59E-13           | 1,45E-04          | 3,36E-05          | -4,78E-05            |
| 3,72E+01         | -1,51E+02       | -1,14E+02       | 1,76E+01           | 1,71E-08           | 1,75E-02          | 2,80E-03          | 1,86E-03             |

| PENRT<br>[MJ/kg] | PERT<br>[MJ/kg] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO₂/kg] | ODP<br>[kgR11/kg] | AP<br>[kgSO₂/kg] | EP<br>[kgPO₄/kg] | POCP<br>[kgC₂H₄/kg] |    |
|------------------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|---------------------|----|
| 1,15E+00         | -1,54E+02       | -1,52E+02       | 1,46E+01          | 1,57E-08          | 8,20E-05         | 9,56E-06         | 6,17E-06            | C3 |
| 2,08E-01         | 1,52E-02        | 2,23E-01        | 1,45E-02          | 1,14E-11          | 9,07E-05         | 1,24E-05         | 9,48E-06            | C4 |
| 1,17E+00         | 1,73E-01        | 1,34E+00        | 2,53E+00          | 4,43E-12          | 6,02E-04         | 4,98E-05         | 3,20E-04            | C4 |
| 2,19E-01         | 2,16E-02        | 2,41E-01        | 1,61E-02          | 2,58E-13          | 9,79E-05         | 1,34E-05         | 9,18E-06            | C4 |
| 2,19E-01         | 2,16E-02        | 2,41E-01        | 1,61E-02          | 2,58E-13          | 9,79E-05         | 1,34E-05         | 9,18E-06            | C4 |
| 1,92E+01         | 7,62E-01        | 2,00E+01        | 1,38E+00          | 7,45E-11          | 1,30E-02         | 2,80E-03         | 1,70E-03            | C3 |
| 3,00E-02         | 1,34E-03        | 3,13E-02        | 2,47E-03          | 4,31E-14          | 1,12E-05         | 2,59E-06         | -3,69E-06           | C3 |
| 1,92E+01         | 7,62E-01        | 2,00E+01        | 1,38E+00          | 7,45E-11          | 1,30E-02         | 2,80E-03         | 1,70E-03            | C3 |
| 3,00E-02         | 1,34E-03        | 3,13E-02        | 2,47E-03          | 4,31E-14          | 1,12E-05         | 2,59E-06         | -3,69E-06           | C3 |

Recyclingpotential (D gemäß EN 15804)

| Baustoff           | Dicke<br>[m] | Breite<br>[m] | Abst.<br>[m] | V<br>[m³/m²] | Dichte<br>[kg/m³] | Masse<br>[kg/m²] |
|--------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|-------------------|------------------|
| Parkett            | 0,02         | 1             | 1            | 0,02         | 444               | 8,88             |
| Estrich            | 0,08         | 1             | 1            | 0,08         | 1500              | 120              |
| Trennlage PE-Folie | 0,005        | 1             | 1            | 0,005        | 950               | 0,2              |
| Trittschalldämmung | 0,03         | 1             | 1            | 0,03         | 360               | 10,8             |
| Dämmung            | 0,03         | 1             | 1            | 0,03         | 85                | 2,55             |
| Decke - Beton      | 0,2          | 1             | 1            | 0,198        | 2400              | 480              |
| Decke - Stahl      |              |               |              | 0,002        | 7850              | 15               |
| Träger - Beton     | 0,6          | 0,18          | 0,625        | 0,173        | 2400              | 414,7            |
| Träger - Stahl     | 0,6          | 0,18          | 0,625        | 0,002        | 7850              | 12,96            |
| <b>SUMME</b>       | <b>1,565</b> | <b>1</b>      | <b>1</b>     | <b>0,539</b> | <b>23839</b>      | <b>1065</b>      |

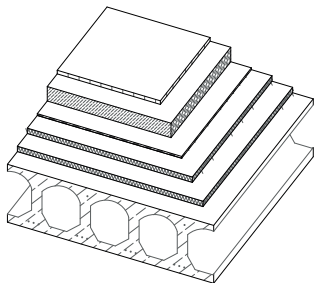
| Baustoff           | Quelle     | Quellenbezeichnung         | QuellNr. |
|--------------------|------------|----------------------------|----------|
| Parkett            | oekobaudat | Mehrschichtparkett Durc    | 3.3.02   |
| Estrich            | oekobaudat | Estrichmörtel-Zementest    | 1.4.03   |
| Trennlage PE-Folie | oekobaudat | Verbrennung KS in MVA      | 6.8.01   |
| Trittschalldämmung |            |                            |          |
| Dämmung            |            |                            |          |
| Decke - Beton      | oekobaudat | n der Festigkeitsklasse C2 | 1.4.01   |
| Decke - Stahl      |            |                            |          |
| Träger - Beton     | oekobaudat | n der Festigkeitsklasse C2 | 1.4.01   |
| Träger - Stahl     |            |                            |          |

| Sachbilanz       |                 |                  | Wirkungsbilanz                  |                    |                                |                                |                                                |
|------------------|-----------------|------------------|---------------------------------|--------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------|
|                  |                 |                  | global                          | regional           | lokal                          |                                |                                                |
| PENRT<br>[MJ/m²] | PERT<br>[MJ/m²] | Σ PE<br>[MJ/m²]  | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> e/m²] | ODP<br>[kgR11e/m²] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> e/m²] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> e/m²] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> e/m²] |
| -1,31E+02        | 1,48E+02        | 1,63E+01         | -6,13E+00                       | -1,44E-06          | -6,48E-03                      | -6,73E-05                      | -4,37E-04                                      |
| -1,66E+00        | -1,30E-01       | -1,79E+00        | -1,17E-01                       | -2,46E-11          | -2,51E-04                      | -2,42E-05                      | -2,98E-05                                      |
| -4,75E+00        | -6,15E-01       | -5,36E+00        | -3,18E-01                       | -1,64E-11          | -3,82E-04                      | -5,22E-05                      | -3,93E-05                                      |
| 0,00E+00         | 0,00E+00        | 0,00E+00         | 0,00E+00                        | 0,00E+00           | 0,00E+00                       | 0,00E+00                       | 0,00E+00                                       |
| 0,00E+00         | 0,00E+00        | 0,00E+00         | 0,00E+00                        | 0,00E+00           | 0,00E+00                       | 0,00E+00                       | 0,00E+00                                       |
| -6,32E+01        | -9,33E+00       | -7,25E+01        | -4,57E+00                       | -1,90E-08          | -8,12E-03                      | -1,17E-03                      | -8,02E-04                                      |
| 0,00E+00         | 0,00E+00        | 0,00E+00         | 0,00E+00                        | 0,00E+00           | 0,00E+00                       | 0,00E+00                       | 0,00E+00                                       |
| -5,51E+01        | -8,14E+00       | -6,33E+01        | -3,99E+00                       | -1,65E-08          | -7,08E-03                      | -1,02E-03                      | -7,00E-04                                      |
| 0,00E+00         | 0,00E+00        | 0,00E+00         | 0,00E+00                        | 0,00E+00           | 0,00E+00                       | 0,00E+00                       | 0,00E+00                                       |
| <b>-2,56E+02</b> | <b>1,29E+02</b> | <b>-1,27E+02</b> | <b>-1,51E+01</b>                | <b>-1,47E-06</b>   | <b>-2,23E-02</b>               | <b>-2,34E-03</b>               | <b>-2,01E-03</b>                               |

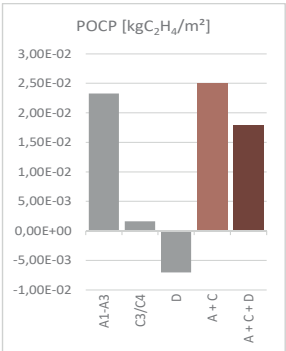
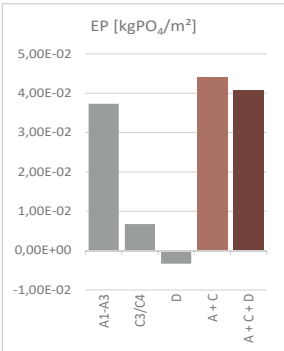
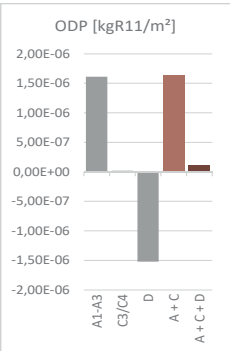
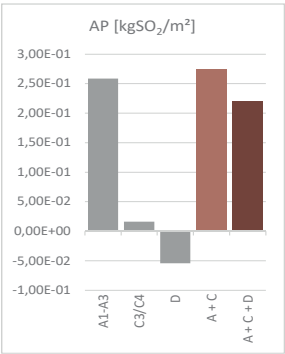
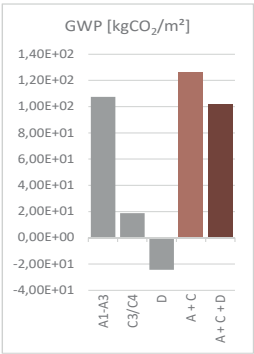
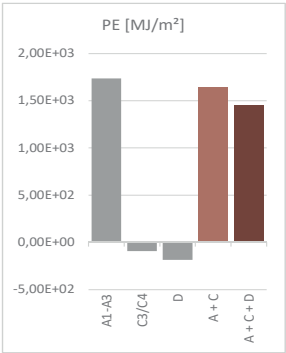
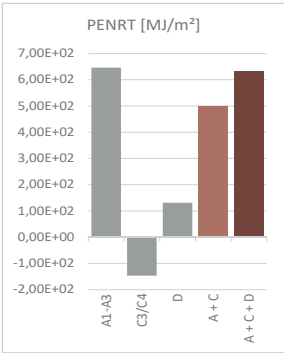
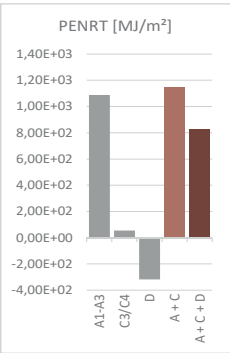
| PENRT<br>[MJ/kg] | PERT<br>[MJ/kg] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> /kg] | ODP<br>[kgR11/kg] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> /kg] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> /kg] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /kg] |
|------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------|
| -1,31E+02        | 1,48E+02        | 1,63E+01        | -6,13E+00                      | -1,44E-06         | -6,48E-03                     | -6,73E-05                     | -4,37E-04                                     |
| -1,38E-02        | -1,08E-03       | -1,49E-02       | -9,78E-04                      | -2,05E-13         | -2,09E-06                     | -2,02E-07                     | -2,48E-07                                     |
| -2,37E+01        | -3,08E+00       | -2,68E+01       | -1,59E+00                      | -8,19E-11         | -1,91E-03                     | -2,61E-04                     | -1,97E-04                                     |
|                  |                 |                 |                                |                   |                               |                               |                                               |
| -3,19E+02        | -4,71E+01       | -3,66E+02       | -2,31E+01                      | -9,57E-08         | -4,10E-02                     | -5,91E-03                     | -4,05E-03                                     |
|                  |                 |                 |                                |                   |                               |                               |                                               |
| -3,19E+02        | -4,71E+01       | -3,66E+02       | -2,31E+01                      | -9,57E-08         | -4,10E-02                     | -5,91E-03                     | -4,05E-03                                     |
|                  |                 |                 |                                |                   |                               |                               |                                               |

Anhang

Hohldielendecke



|                         | PENRT     | PERT      | Σ PE      | GWP                     | ODP        | AP                      | EP                      | POCP                                  |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-------------------------|------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
|                         | [MJ/kg]   | [MJ/kg]   | [MJ/m²]   | [kgCO <sub>2</sub> /kg] | [kgR11/kg] | [kgSO <sub>2</sub> /kg] | [kgPO <sub>4</sub> /kg] | [kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /kg] |
| Herstellungsphase A1-A3 | 1,09E+03  | 6,46E+02  | 1,73E+03  | 1,07E+02                | 1,61E-06   | 2,59E-01                | 3,73E-02                | 2,33E-02                              |
| End-of-Life C3/C4       | 5,43E+01  | -1,47E+02 | -9,28E+01 | 1,88E+01                | 1,80E-08   | 1,60E-02                | 6,73E-03                | 1,63E-03                              |
| Recyclingpotential D    | -3,18E+02 | 1,31E+02  | -1,86E+02 | -2,44E+01               | -1,52E-06  | -5,43E-02               | -3,31E-03               | -7,03E-03                             |
| Gesamt (ohne D) A + C   | 1,14E+03  | 4,99E+02  | 1,64E+03  | 1,26E+02                | 1,63E-06   | 2,75E-01                | 4,40E-02                | 2,49E-02                              |
| Gesamt A + C + D        | 8,25E+02  | 6,31E+02  | 1,46E+03  | 1,02E+02                | 1,07E-07   | 2,20E-01                | 4,07E-02                | 1,79E-02                              |



- Phasen A, C, D
- Gesamt A + C
- Gesamt A + C + D

Abb: Brettsper Holzdecke

### Hohlplattendecke

Herstellungsphase (A1 - A3 gemäß EN 15804)

| Baustoff           | Dicke<br>[m] | Breite<br>[m] | Abst.<br>[m] | V<br>[m³/m²] | Dichte<br>[kg/m³] | Masse<br>[kg/m²] |
|--------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|-------------------|------------------|
| Parkett            | 0,02         | 1             | 1            | 0,02         | 444               | 8,88             |
| Estrich            | 0,08         | 1             | 1            | 0,08         | 1500              | 120              |
| Trennlage PE-Folie | 0,005        | 1             | 1            | 0,005        | 950               | 4,75             |
| Trittschalldämmung | 0,03         | 1             | 1            | 0,03         | 360               | 10,8             |
| Dämmung            | 0,03         | 1             | 1            | 0,03         | 85                | 2,55             |
| Hohldielendecke    | 0,32         | 1             | 1            | 0,32         | 2400              | 768              |
| <b>SUMME</b>       | <b>0,485</b> | <b>1</b>      | <b>1</b>     | <b>0,485</b> | <b>5739</b>       | <b>915</b>       |

| Baustoff           | Quelle       | Quellenbezeichnung         | Quellnr |
|--------------------|--------------|----------------------------|---------|
| Parkett            | oekobaudat   | Mehrschichtparkett Durchs  | 3.3.02  |
| Estrich            | oekobaudat   | Estrichmörtel-Zementestric | 1.4.03  |
| Trennlage PE-Folie | oekobaudat   | Dampfbremse PE             | 6.6.02  |
| Trittschalldämmung | oekobaudat   | Holzwohle-Leichtbauplatte  | 2.7.01  |
| Dämmung            | oekobaudat   | Mineralwolle (Boden-Dämm   | 2.1.01  |
| Hohldielendecke    | DW Systembau | Spannbeton-Fertigteildecke |         |

End-of-Life (C3/C4 gemäß EN 15804)

| Baustoff           | Dicke<br>[m] | Breite<br>[m] | Abst.<br>[m] | V<br>[m³/m²] | Dichte<br>[kg/m³] | Masse<br>[kg/m²] |
|--------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|-------------------|------------------|
| Parkett            | 0,02         | 1             | 1            | 0,02         | 444               | 8,88             |
| Estrich            | 0,08         | 1             | 1            | 0,08         | 1500              | 120              |
| Trennlage PE-Folie | 0,005        | 1             | 1            | 0,005        | 950               | 0,2              |
| Trittschalldämmung | 0,03         | 1             | 1            | 0,03         | 360               | 10,8             |
| Dämmung            | 0,03         | 1             | 1            | 0,03         | 85                | 2,55             |
| Hohldielendecke    | 0,32         | 1             | 1            | 0,32         | 1375              | 440              |
| <b>SUMME</b>       | <b>0,485</b> | <b>1</b>      | <b>1</b>     | <b>0,485</b> | <b>4714</b>       | <b>582,4</b>     |

| Baustoff           | Quelle       | Quellenbezeichnung         | Quellnr |
|--------------------|--------------|----------------------------|---------|
| Parkett            | oekobaudat   | Mehrschichtparkett Durc    | 3.3.02  |
| Estrich            | oekobaudat   | Estrichmörtel-Zementest    | 1.4.03  |
| Trennlage PE-Folie | oekobaudat   | Verbrennung KS in MVA      | 6.8.01  |
| Trittschalldämmung | oekobaudat   | Bauschutt-Deponierung      | 9.5.02  |
| Dämmung            | oekobaudat   | Bauschutt-Deponierung      | 9.5.02  |
| Hohldielendecke    | DW Systembau | Spannbeton-Fertigteildecke |         |

| Sachbilanz       |                 |                 | Wirkungsbilanz                  |                    |                                |                                |                                                |
|------------------|-----------------|-----------------|---------------------------------|--------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------|
|                  |                 |                 | global                          |                    | regional                       | lokal                          |                                                |
| PENRT<br>[MJ/m²] | PERT<br>[MJ/m²] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> e/m²] | ODP<br>[kgR11e/m²] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> e/m²] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> e/m²] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> e/m²] |
| 1,69E+02         | 4,72E+02        | 6,42E+02        | -5,23E+00                       | 1,54E-06           | 4,44E-02                       | 9,84E-03                       | 6,84E-03                                       |
| 1,28E+02         | 9,53E+00        | 1,38E+02        | 1,87E+01                        | 1,56E-09           | 2,60E-02                       | 4,80E-03                       | 1,52E-03                                       |
| 1,44E+01         | 6,75E-01        | 1,51E+01        | 4,47E-01                        | 1,46E-11           | 5,60E-03                       | 1,58E-04                       | 4,00E-04                                       |
| 6,40E+01         | 8,83E+01        | 1,52E+02        | 5,71E+00                        | 1,27E-10           | 9,67E-03                       | 1,67E-03                       | 8,38E-04                                       |
| 5,34E+01         | 4,85E+00        | 5,82E+01        | 4,16E+00                        | 1,03E-10           | 1,87E-02                       | 2,76E-03                       | 1,35E-03                                       |
| 6,59E+02         | 7,08E+01        | 7,30E+02        | 8,36E+01                        | 7,37E-08           | 1,54E-01                       | 1,81E-02                       | 1,23E-02                                       |
| <b>1,09E+03</b>  | <b>6,46E+02</b> | <b>1,73E+03</b> | <b>1,07E+02</b>                 | <b>1,61E-06</b>    | <b>2,59E-01</b>                | <b>3,73E-02</b>                | <b>2,33E-02</b>                                |

| PENRT<br>[MJ/kg] | PERT<br>[MJ/kg] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> /kg] | ODP<br>[kgR11/kg] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> /kg] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> /kg] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /kg] |
|------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------|
| 1,69E+02         | 4,72E+02        | 6,42E+02        | -5,23E+00                      | 1,54E-06          | 4,44E-02                      | 9,84E-03                      | 6,84E-03                                      |
| 1,07E+00         | 7,94E-02        | 1,15E+00        | 1,56E-01                       | 1,30E-11          | 2,17E-04                      | 4,00E-05                      | 1,27E-05                                      |
| 1,44E+01         | 6,75E-01        | 1,51E+01        | 4,47E-01                       | 1,46E-11          | 5,60E-03                      | 1,58E-04                      | 4,00E-04                                      |
| 2,13E+03         | 2,94E+03        | 5,08E+03        | 1,90E+02                       | 4,23E-09          | 3,22E-01                      | 5,57E-02                      | 2,79E-02                                      |
| 1,78E+03         | 1,62E+02        | 1,94E+03        | 1,39E+02                       | 3,43E-09          | 6,23E-01                      | 9,19E-02                      | 4,49E-02                                      |
| 5,46E+02         | 5,87E+01        | 6,04E+02        | 6,92E+01                       | 6,10E-08          | 1,28E-01                      | 1,50E-02                      | 1,02E-02                                      |

| Sachbilanz       |                  |                  | Wirkungsbilanz                  |                    |                                |                                |                                                |
|------------------|------------------|------------------|---------------------------------|--------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------|
|                  |                  |                  | global                          |                    | regional                       | lokal                          |                                                |
| PENRT<br>[MJ/m²] | PERT<br>[MJ/m²]  | Σ PE<br>[MJ/m²]  | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> e/m²] | ODP<br>[kgR11e/m²] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> e/m²] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> e/m²] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> e/m²] |
| 1,15E+00         | -1,54E+02        | -1,52E+02        | 1,46E+01                        | 1,57E-08           | 8,20E-05                       | 9,56E-06                       | 6,17E-06                                       |
| 2,50E+01         | 1,82E+00         | 2,68E+01         | 1,74E+00                        | 1,37E-09           | 1,09E-02                       | 1,49E-03                       | 1,14E-03                                       |
| 2,33E-01         | 3,47E-02         | 2,68E-01         | 5,05E-01                        | 8,85E-13           | 1,20E-04                       | 9,96E-06                       | 6,40E-05                                       |
| 2,37E+00         | 2,33E-01         | 2,60E+00         | 1,74E-01                        | 2,78E-12           | 1,06E-03                       | 1,45E-04                       | 9,91E-05                                       |
| 5,59E-01         | 5,50E-02         | 6,14E-01         | 4,11E-02                        | 6,57E-13           | 2,50E-04                       | 3,42E-05                       | 2,34E-05                                       |
| 2,50E+01         | 4,40E+00         | 2,94E+01         | 1,79E+00                        | 8,75E-10           | 3,57E-03                       | 5,05E-03                       | 3,03E-04                                       |
| <b>5,43E+01</b>  | <b>-1,47E+02</b> | <b>-9,28E+01</b> | <b>1,88E+01</b>                 | <b>1,80E-08</b>    | <b>1,60E-02</b>                | <b>6,73E-03</b>                | <b>1,63E-03</b>                                |

| PENRT<br>[MJ/kg] | PERT<br>[MJ/kg] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> /kg] | ODP<br>[kgR11/kg] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> /kg] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> /kg] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /kg] |
|------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------|
| 1,15E+00         | -1,54E+02       | -1,52E+02       | 1,46E+01                       | 1,57E-08          | 8,20E-05                      | 9,56E-06                      | 6,17E-06                                      |
| 2,08E-01         | 1,52E-02        | 2,23E-01        | 1,45E-02                       | 1,14E-11          | 9,07E-05                      | 1,24E-05                      | 9,48E-06                                      |
| 1,17E+00         | 1,73E-01        | 1,34E+00        | 2,53E+00                       | 4,43E-12          | 6,02E-04                      | 4,98E-05                      | 3,20E-04                                      |
| 2,19E-01         | 2,16E-02        | 2,41E-01        | 1,61E-02                       | 2,58E-13          | 9,79E-05                      | 1,34E-05                      | 9,18E-06                                      |
| 2,19E-01         | 2,16E-02        | 2,41E-01        | 1,61E-02                       | 2,58E-13          | 9,79E-05                      | 1,34E-05                      | 9,18E-06                                      |
| 2,07E+01         | 3,64E+00        | 2,43E+01        | 1,48E+00                       | 7,25E-10          | 2,96E-03                      | 4,18E-03                      | 2,51E-04                                      |

C3

C4

C4

C4

C4

C4

# Anhang

## Recyclingpotential (D gemäß EN 15804)

| Baustoff           | Dicke<br>[m] | Breite<br>[m] | Abst.<br>[m] | V<br>[m³/m²] | Dichte<br>[kg/m³] | Masse<br>[kg/m²] |
|--------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|-------------------|------------------|
| Parkett            | 0,02         | 1             | 1            | 0,02         | 444               | 8,88             |
| Estrich            | 0,08         | 1             | 1            | 0,08         | 1500              | 120              |
| Trennlage PE-Folie | 0,005        | 1             | 1            | 0,005        | 950               | 0,2              |
| Trittschalldämmung | 0,03         | 1             | 1            | 0,03         | 360               | 10,8             |
| Dämmung            | 0,03         | 1             | 1            | 0,03         | 85                | 2,55             |
| Hohldiehlendecke   | 0,32         | 1             | 1            | 0,32         | 1375              | 440              |
| <b>SUMME</b>       | <b>0,485</b> | <b>1</b>      | <b>1</b>     | <b>0,485</b> | <b>4714</b>       | <b>582,4</b>     |

| Baustoff           | Quelle       | Quellenbezeichnung         | Quellnr. |
|--------------------|--------------|----------------------------|----------|
| Parkett            | oekobaudat   | Mehrschichtparkett Durc    | 3.3.02   |
| Estrich            | oekobaudat   | Estrichmörtel-Zementest    | 1.4.03   |
| Trennlage PE-Folie | oekobaudat   | Verbrennung KS in MVA      | 6.8.01   |
| Trittschalldämmung |              |                            |          |
| Dämmung            |              |                            |          |
| Hohldiehlendecke   | DW Systembau | Spannbeton-Fertigteildecke |          |

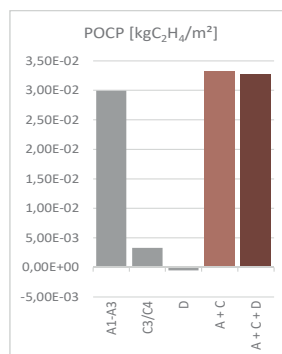
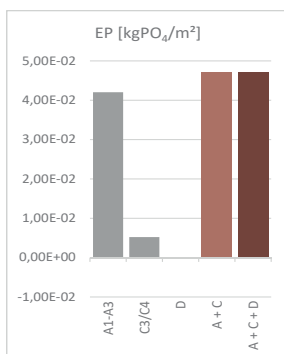
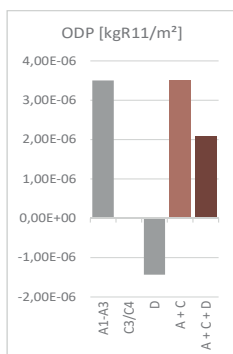
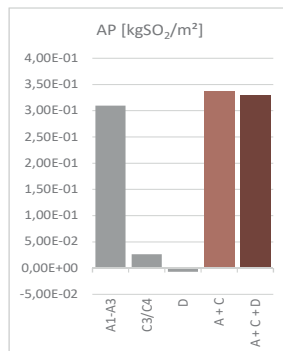
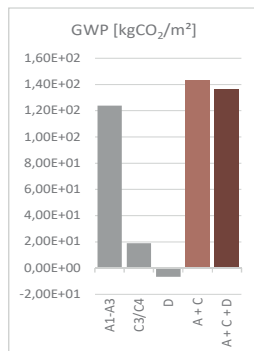
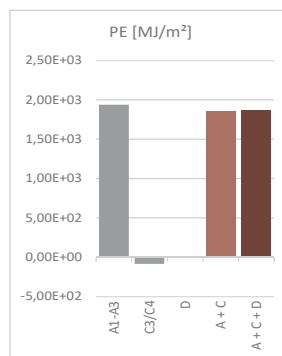
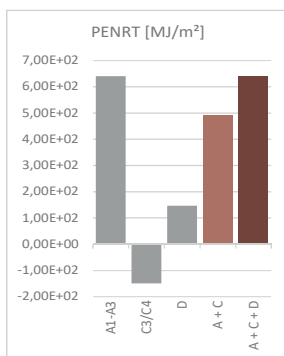
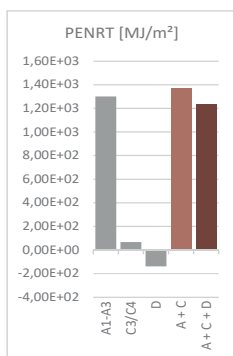
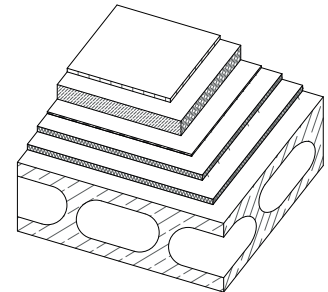
| Sachbilanz       |                 |                  | Wirkungsbilanz     |                    |                   |                   |                      |
|------------------|-----------------|------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|----------------------|
|                  |                 |                  | global             |                    | regional          | lokal             |                      |
| PENRT<br>[MJ/m²] | PERT<br>[MJ/m²] | Σ PE<br>[MJ/m²]  | GWP<br>[kgCO₂e/m²] | ODP<br>[kgR11e/m²] | AP<br>[kgSO₂e/m²] | EP<br>[kgPO₄e/m²] | POCP<br>[kgC₂H₄e/m²] |
| -1,31E+02        | 1,48E+02        | 1,63E+01         | -6,13E+00          | -1,44E-06          | -6,48E-03         | -6,73E-05         | -4,37E-04            |
| -1,66E+00        | -1,30E-01       | -1,79E+00        | -1,17E-01          | -2,46E-11          | -2,51E-04         | -2,42E-05         | -2,98E-05            |
| -4,75E+00        | -6,15E-01       | -5,36E+00        | -3,18E-01          | -1,64E-11          | -3,82E-04         | -5,22E-05         | -3,93E-05            |
| 0,00E+00         | 0,00E+00        | 0,00E+00         | 0,00E+00           | 0,00E+00           | 0,00E+00          | 0,00E+00          | 0,00E+00             |
| 0,00E+00         | 0,00E+00        | 0,00E+00         | 0,00E+00           | 0,00E+00           | 0,00E+00          | 0,00E+00          | 0,00E+00             |
| -1,80E+02        | -1,55E+01       | -1,95E+02        | -1,79E+01          | -8,39E-08          | -4,72E-02         | -3,16E-03         | -6,52E-03            |
| <b>-3,18E+02</b> | <b>1,31E+02</b> | <b>-1,86E+02</b> | <b>-2,44E+01</b>   | <b>-1,52E-06</b>   | <b>-5,43E-02</b>  | <b>-3,31E-03</b>  | <b>-7,03E-03</b>     |

| PENRT<br>[MJ/kg] | PERT<br>[MJ/kg] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO₂/kg] | ODP<br>[kgR11/kg] | AP<br>[kgSO₂/kg] | EP<br>[kgPO₄/kg] | POCP<br>[kgC₂H₄/kg] |
|------------------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|---------------------|
| -1,31E+02        | 1,48E+02        | 1,63E+01        | -6,13E+00         | -1,44E-06         | -6,48E-03        | -6,73E-05        | -4,37E-04           |
| -1,38E-02        | -1,08E-03       | -1,49E-02       | -9,78E-04         | -2,05E-13         | -2,09E-06        | -2,02E-07        | -2,48E-07           |
| -2,37E+01        | -3,08E+00       | -2,68E+01       | -1,59E+00         | -8,19E-11         | -1,91E-03        | -2,61E-04        | -1,97E-04           |
|                  |                 |                 |                   |                   |                  |                  |                     |
|                  |                 |                 |                   |                   |                  |                  |                     |
| -1,49E+02        | -1,28E+01       | -1,62E+02       | -1,48E+01         | -6,95E-08         | -3,91E-02        | -2,62E-03        | -5,40E-03           |

# Hohlkörperflachdecke

| PENRT   | PERT    | Σ PE    | GWP                     | ODP        | AP                      | EP                      | POCP                                  |
|---------|---------|---------|-------------------------|------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| [MJ/kg] | [MJ/kg] | [MJ/m²] | [kgCO <sub>2</sub> /kg] | [kgR11/kg] | [kgSO <sub>2</sub> /kg] | [kgPO <sub>4</sub> /kg] | [kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /kg] |

|                        |                  |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|------------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Herstellungsphase      | A1-A3            | 1,30E+03        | 6,41E+02        | 1,94E+03        | 1,24E+02        | 3,50E-06        | 3,10E-01        | 4,20E-02        | 2,99E-02        |
| End-of-Life            | C3/C4            | 6,77E+01        | -1,49E+02       | -8,10E+01       | 1,90E+01        | 1,71E-08        | 2,64E-02        | 5,18E-03        | 3,32E-03        |
| Recyclingpotential     | D                | -1,38E+02       | 1,47E+02        | 9,15E+00        | -6,57E+00       | -1,44E-06       | -7,12E-03       | -1,44E-04       | -5,06E-04       |
| <b>Gesamt (ohne D)</b> | <b>A + C</b>     | <b>1,37E+03</b> | <b>4,92E+02</b> | <b>1,86E+03</b> | <b>1,43E+02</b> | <b>3,52E-06</b> | <b>3,36E-01</b> | <b>4,72E-02</b> | <b>3,33E-02</b> |
| <b>Gesamt</b>          | <b>A + C + D</b> | <b>1,23E+03</b> | <b>6,39E+02</b> | <b>1,87E+03</b> | <b>1,36E+02</b> | <b>2,08E-06</b> | <b>3,29E-01</b> | <b>4,71E-02</b> | <b>3,28E-02</b> |



Phasen A, C, D  
Gesamt A + C  
Gesamt A + C + D

Hohlkörperflachdecke

Herstellungsphase (A1 - A3 gemäß EN 15804)

| Baustoff           | Dicke<br>[m] | Breite<br>[m] | Abst.<br>[m] | V<br>[m³/m²] | Dichte<br>[kg/m³] | Masse<br>[kg/m²] |
|--------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|-------------------|------------------|
| Parkett            | 0,02         | 1             | 1            | 0,02         | 444               | 8,88             |
| Estrich            | 0,08         | 1             | 1            | 0,08         | 1500              | 120              |
| Trennlage PE-Folie | 0,005        | 1             | 1            | 0,005        | 950               | 0,2              |
| Trittschalldämmung | 0,03         | 1             | 1            | 0,03         | 360               | 10,8             |
| Dämmung            | 0,03         | 1             | 1            | 0,03         | 85                | 2,55             |
| Hohlkörperflachdec | 0,38         | 1             | 1            | 0,38         | 2400              | 912              |
| SUMME              | 0,545        | 1             | 1            | 0,545        | 5739              | 1054             |

| Baustoff           | Quelle     | Quellenbezeichnung       | QuellNr |
|--------------------|------------|--------------------------|---------|
| Parkett            | oekobaudat | Mehrschichtparkett Durc  | 3.3.02  |
| Estrich            | oekobaudat | Estrichmörtel-Zementest  | 1.4.03  |
| Trennlage PE-Folie | oekobaudat | Dampfbremse PE           | 6.6.02  |
| Trittschalldämmung | oekobaudat | Holzwohle-Leichtbauplatt | 2.7.01  |
| Dämmung            | oekobaudat | Mineralwolle (Boden-Däi  | 2.1.01  |
| Hohlkörperflachdec | Cobiax     | Hohlkörperflachdecke     |         |

End-of-Life (C3/C4 gemäß EN 15804)

| Baustoff           | Dicke<br>[m] | Breite<br>[m] | Abst.<br>[m] | V<br>[m³/m²] | Dichte<br>[kg/m³] | Masse<br>[kg/m²] |
|--------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|-------------------|------------------|
| Parkett            | 0,02         | 1             | 1            | 0,02         | 444               | 8,88             |
| Estrich            | 0,08         | 1             | 1            | 0,08         | 1500              | 120              |
| Trennlage PE-Folie | 0,005        | 1             | 1            | 0,005        | 950               | 0,2              |
| Trittschalldämmung | 0,03         | 1             | 1            | 0,03         | 360               | 10,8             |
| Dämmung            | 0,03         | 1             | 1            | 0,03         | 85                | 2,55             |
| Hohlkörperflachdec | 0,38         | 1             | 1            | 0,38         | 1909              | 725,6            |
| SUMME              | 0,545        | 1             | 1            | 0,545        | 5248              | 868              |

| Baustoff           | Quelle     | Quellenbezeichnung      | QuellNr |
|--------------------|------------|-------------------------|---------|
| Parkett            | oekobaudat | Mehrschichtparkett Durc | 3.3.02  |
| Estrich            | oekobaudat | Estrichmörtel-Zementest | 1.4.03  |
| Trennlage PE-Folie | oekobaudat | Verbrennung KS in MVA   | 6.8.01  |
| Trittschalldämmung | oekobaudat | Bauschutt-Deponierung   | 9.5.02  |
| Dämmung            | oekobaudat | Bauschutt-Deponierung   | 9.5.02  |
| Hohlkörperflachdec | oekobaudat | Bauschutttaufbereitung  | 9.5.01  |

| Sachbilanz       |                 |                 | Wirkungsbilanz     |                    |                   |                   |                      |
|------------------|-----------------|-----------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|----------------------|
|                  |                 |                 | global             |                    | regional          | lokal             |                      |
| PENRT<br>[MJ/m²] | PERT<br>[MJ/m²] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO₂e/m²] | ODP<br>[kgR11e/m²] | AP<br>[kgSO₂e/m²] | EP<br>[kgPO₄e/m²] | POCP<br>[kgC₂H₄e/m²] |
| 1,69E+02         | 4,72E+02        | 6,42E+02        | -5,23E+00          | 1,54E-06           | 4,44E-02          | 9,84E-03          | 6,84E-03             |
| 1,28E+02         | 9,53E+00        | 1,38E+02        | 1,87E+01           | 1,56E-09           | 2,60E-02          | 4,80E-03          | 1,52E-03             |
| 1,44E+01         | 6,75E-01        | 1,51E+01        | 4,47E-01           | 1,46E-11           | 5,60E-03          | 1,58E-04          | 4,00E-04             |
| 6,40E+01         | 8,83E+01        | 1,52E+02        | 5,71E+00           | 1,27E-10           | 9,67E-03          | 1,67E-03          | 8,38E-04             |
| 5,34E+01         | 4,85E+00        | 5,82E+01        | 4,16E+00           | 1,03E-10           | 1,87E-02          | 2,76E-03          | 1,35E-03             |
| 8,72E+02         | 6,50E+01        | 9,37E+02        | 1,00E+02           | 1,96E-06           | 2,05E-01          | 2,28E-02          | 1,90E-02             |
| 1,30E+03         | 6,41E+02        | 1,94E+03        | 1,24E+02           | 3,50E-06           | 3,10E-01          | 4,20E-02          | 2,99E-02             |

| PENRT<br>[MJ/kg] | PERT<br>[MJ/kg] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO₂/kg] | ODP<br>[kgR11/kg] | AP<br>[kgSO₂/kg] | EP<br>[kgPO₄/kg] | POCP<br>[kgC₂H₄/kg] |
|------------------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|---------------------|
| 1,69E+02         | 4,72E+02        | 6,42E+02        | -5,23E+00         | 1,54E-06          | 4,44E-02         | 9,84E-03         | 6,84E-03            |
| 1,07E+00         | 7,94E-02        | 1,15E+00        | 1,56E-01          | 1,30E-11          | 2,17E-04         | 4,00E-05         | 1,27E-05            |
| 1,44E+01         | 6,75E-01        | 1,51E+01        | 4,47E-01          | 1,46E-11          | 5,60E-03         | 1,58E-04         | 4,00E-04            |
| 2,13E+03         | 2,94E+03        | 5,08E+03        | 1,90E+02          | 4,23E-09          | 3,22E-01         | 5,57E-02         | 2,79E-02            |
| 1,78E+03         | 1,62E+02        | 1,94E+03        | 1,39E+02          | 3,43E-09          | 6,23E-01         | 9,19E-02         | 4,49E-02            |
| 2,29E+03         | 1,71E+02        | 2,47E+03        | 2,63E+02          | 5,17E-06          | 5,40E-01         | 6,00E-02         | 5,00E-02            |

| Sachbilanz       |                 |                 | Wirkungsbilanz     |                    |                   |                   |                      |
|------------------|-----------------|-----------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|----------------------|
|                  |                 |                 | global             |                    | regional          | lokal             |                      |
| PENRT<br>[MJ/m²] | PERT<br>[MJ/m²] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO₂e/m²] | ODP<br>[kgR11e/m²] | AP<br>[kgSO₂e/m²] | EP<br>[kgPO₄e/m²] | POCP<br>[kgC₂H₄e/m²] |
| 1,15E+00         | -1,54E+02       | -1,52E+02       | 1,46E+01           | 1,57E-08           | 8,20E-05          | 9,56E-06          | 6,17E-06             |
| 2,50E+01         | 1,82E+00        | 2,68E+01        | 1,74E+00           | 1,37E-09           | 1,09E-02          | 1,49E-03          | 1,14E-03             |
| 2,33E-01         | 3,47E-02        | 2,68E-01        | 5,05E-01           | 8,85E-13           | 1,20E-04          | 9,96E-06          | 6,40E-05             |
| 2,37E+00         | 2,33E-01        | 2,60E+00        | 1,74E-01           | 2,78E-12           | 1,06E-03          | 1,45E-04          | 9,91E-05             |
| 5,59E-01         | 5,50E-02        | 6,14E-01        | 4,11E-02           | 6,57E-13           | 2,50E-04          | 3,42E-05          | 2,34E-05             |
| 3,85E+01         | 2,70E+00        | 4,12E+01        | 1,98E+00           | 3,07E-11           | 1,40E-02          | 3,49E-03          | 1,99E-03             |
| 6,77E+01         | -1,49E+02       | -8,10E+01       | 1,90E+01           | 1,71E-08           | 2,64E-02          | 5,18E-03          | 3,32E-03             |

| PENRT<br>[MJ/kg] | PERT<br>[MJ/kg] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO₂/kg] | ODP<br>[kgR11/kg] | AP<br>[kgSO₂/kg] | EP<br>[kgPO₄/kg] | POCP<br>[kgC₂H₄/kg] |
|------------------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|---------------------|
| 1,15E+00         | -1,54E+02       | -1,52E+02       | 1,46E+01          | 1,57E-08          | 8,20E-05         | 9,56E-06         | 6,17E-06            |
| 2,08E-01         | 1,52E-02        | 2,23E-01        | 1,45E-02          | 1,14E-11          | 9,07E-05         | 1,24E-05         | 9,48E-06            |
| 1,17E+00         | 1,73E-01        | 1,34E+00        | 2,53E+00          | 4,43E-12          | 6,02E-04         | 4,98E-05         | 3,20E-04            |
| 2,19E-01         | 2,16E-02        | 2,41E-01        | 1,61E-02          | 2,58E-13          | 9,79E-05         | 1,34E-05         | 9,18E-06            |
| 2,19E-01         | 2,16E-02        | 2,41E-01        | 1,61E-02          | 2,58E-13          | 9,79E-05         | 1,34E-05         | 9,18E-06            |
| 5,30E-02         | 3,72E-03        | 5,68E-02        | 2,73E-03          | 4,23E-14          | 1,93E-05         | 4,81E-06         | 2,75E-06            |

C3  
C4  
C4  
C4  
C4  
C3

Recyclingpotential (D gemäß EN 15804)

| Baustoff           | Dicke<br>[m] | Breite<br>[m] | Abst.<br>[m] | V<br>[m³/m²] | Dichte<br>[kg/m³] | Masse<br>[kg/m²] |
|--------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|-------------------|------------------|
| Parkett            | 0,02         | 1             | 1            | 0,02         | 444               | 8,88             |
| Estrich            | 0,08         | 1             | 1            | 0,08         | 1500              | 120              |
| Trennlage PE-Folie | 0,005        | 1             | 1            | 0,005        | 950               | 0,2              |
| Trittschalldämmung | 0,03         | 1             | 1            | 0,03         | 360               | 10,8             |
| Dämmung            | 0,03         | 1             | 1            | 0,03         | 85                | 2,55             |
| Hohlkörperflächdec | 0,38         | 1             | 1            | 0,38         | 1909              | 725,6            |
| <b>SUMME</b>       | <b>0,545</b> | <b>1</b>      | <b>1</b>     | <b>0,545</b> | <b>5248</b>       | <b>868</b>       |

| Baustoff           | Quelle     | Quellenbezeichnung      | Quellnr. |
|--------------------|------------|-------------------------|----------|
| Parkett            | oekobaudat | Mehrschichtparkett Durc | 3.3.02   |
| Estrich            | oekobaudat | Estrichmörtel-Zementest | 1.4.03   |
| Trennlage PE-Folie | oekobaudat | Verbrennung KS in MVA   | 6.8.01   |
| Trittschalldämmung |            |                         |          |
| Dämmung            |            |                         |          |
| Hohlkörperflächdec |            |                         |          |

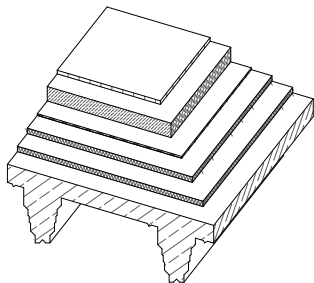
| Sachbilanz       |                 |                 | Wirkungsbilanz     |                    |                   |                   |                      |
|------------------|-----------------|-----------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|----------------------|
|                  |                 |                 | global             |                    | regional          | lokal             |                      |
| PENRT<br>[MJ/m²] | PERT<br>[MJ/m²] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO₂e/m²] | ODP<br>[kgR11e/m²] | AP<br>[kgSO₂e/m²] | EP<br>[kgPO₄e/m²] | POCP<br>[kgC₂H₄e/m²] |
| -1,31E+02        | 1,48E+02        | 1,63E+01        | -6,13E+00          | -1,44E-06          | -6,48E-03         | -6,73E-05         | -4,37E-04            |
| -1,66E+00        | -1,30E-01       | -1,79E+00       | -1,17E-01          | -2,46E-11          | -2,51E-04         | -2,42E-05         | -2,98E-05            |
| -4,75E+00        | -6,15E-01       | -5,36E+00       | -3,18E-01          | -1,64E-11          | -3,82E-04         | -5,22E-05         | -3,93E-05            |
| 0,00E+00         | 0,00E+00        | 0,00E+00        | 0,00E+00           | 0,00E+00           | 0,00E+00          | 0,00E+00          | 0,00E+00             |
| 0,00E+00         | 0,00E+00        | 0,00E+00        | 0,00E+00           | 0,00E+00           | 0,00E+00          | 0,00E+00          | 0,00E+00             |
| 0,00E+00         | 0,00E+00        | 0,00E+00        | 0,00E+00           | 0,00E+00           | 0,00E+00          | 0,00E+00          | 0,00E+00             |
| <b>-1,38E+02</b> | <b>1,47E+02</b> | <b>9,15E+00</b> | <b>-6,57E+00</b>   | <b>-1,44E-06</b>   | <b>-7,12E-03</b>  | <b>-1,44E-04</b>  | <b>-5,06E-04</b>     |

| PENRT<br>[MJ/kg] | PERT<br>[MJ/kg] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO₂/kg] | ODP<br>[kgR11/kg] | AP<br>[kgSO₂/kg] | EP<br>[kgPO₄/kg] | POCP<br>[kgC₂H₄/kg] |
|------------------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|---------------------|
| -1,31E+02        | 1,48E+02        | 1,63E+01        | -6,13E+00         | -1,44E-06         | -6,48E-03        | -6,73E-05        | -4,37E-04           |
| -1,38E-02        | -1,08E-03       | -1,49E-02       | -9,78E-04         | -2,05E-13         | -2,09E-06        | -2,02E-07        | -2,48E-07           |
| -2,37E+01        | -3,08E+00       | -2,68E+01       | -1,59E+00         | -8,19E-11         | -1,91E-03        | -2,61E-04        | -1,97E-04           |
|                  |                 |                 |                   |                   |                  |                  |                     |
|                  |                 |                 |                   |                   |                  |                  |                     |
|                  |                 |                 |                   |                   |                  |                  |                     |

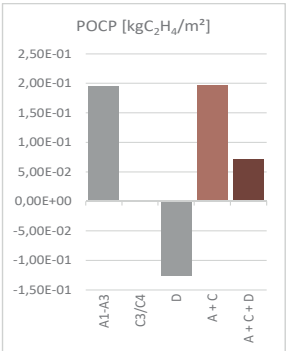
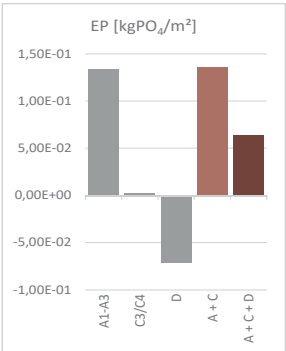
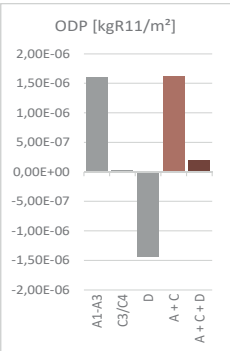
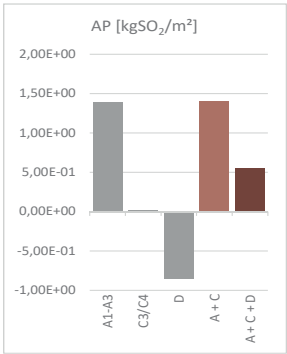
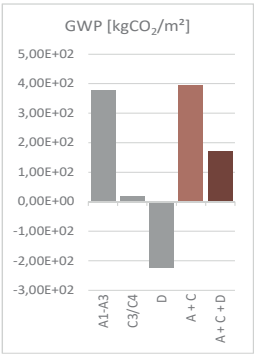
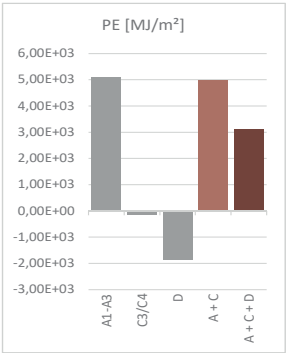
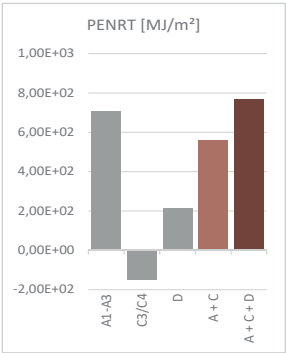
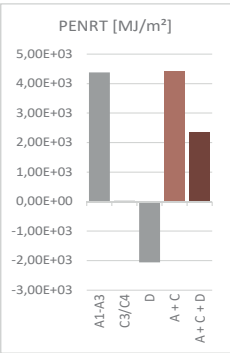


Anhang

Trapezblechverbunddecke



|                    |           | PENRT     | PERT      | $\Sigma$ PE | GWP                     | ODP        | AP                      | EP                      | POCP                                  |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-------------|-------------------------|------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
|                    |           | [MJ/kg]   | [MJ/kg]   | [MJ/m²]     | [kgCO <sub>2</sub> /kg] | [kgR11/kg] | [kgSO <sub>2</sub> /kg] | [kgPO <sub>4</sub> /kg] | [kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /kg] |
| Herstellungsphase  | A1-A3     | 4,38E+03  | 7,10E+02  | 5,09E+03    | 3,79E+02                | 1,61E-06   | 1,39E+00                | 1,34E-01                | 1,95E-01                              |
| End-of-Life        | C3/C4     | 3,31E+01  | -1,51E+02 | -1,18E+02   | 1,73E+01                | 1,71E-08   | 1,45E-02                | 2,08E-03                | 1,58E-03                              |
| Recyclingpotential | D         | -2,06E+03 | 2,12E+02  | -1,85E+03   | -2,25E+02               | -1,43E-06  | -8,55E-01               | -7,12E-02               | -1,26E-01                             |
| Gesamt (ohne D)    | A + C     | 4,42E+03  | 5,58E+02  | 4,97E+03    | 3,96E+02                | 1,62E-06   | 1,40E+00                | 1,36E-01                | 1,97E-01                              |
| Gesamt             | A + C + D | 2,35E+03  | 7,70E+02  | 3,12E+03    | 1,71E+02                | 1,89E-07   | 5,47E-01                | 6,44E-02                | 7,08E-02                              |



Phasen A, C, D  
Gesamt A + C  
Gesamt A + C + D

Abb: Brettsper Holzdecke

## Trapezblechverbunddecke

Herstellungsphase (A1 - A3 gemäß EN 15804)

| Baustoff           | Dicke<br>[m] | Breite<br>[m] | Abst.<br>[m] | V<br>[m³/m²] | Dichte<br>[kg/m³] | Masse<br>[kg/m²] |
|--------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|-------------------|------------------|
| Parkett            | 0,02         | 1             | 1            | 0,02         | 444               | 8,88             |
| Estrich            | 0,08         | 1             | 1            | 0,08         | 1500              | 120              |
| Trennlage PE-Folie | 0,005        | 1             | 1            | 0,005        | 950               | 0,2              |
| Trittschalldämmung | 0,03         | 1             | 1            | 0,03         | 360               | 10,8             |
| Dämmung            | 0,03         | 1             | 1            | 0,03         | 85                | 2,55             |
| Beton              | 0,1          | 1             | 1            | 0,1          | 2400              | 240              |
| Trapezblech        | 0,02         | 1             | 1            | 0,02         | 7850              | 157              |
| <b>SUMME</b>       | <b>0,285</b> | <b>1</b>      | <b>1</b>     | <b>0,285</b> | <b>13589</b>      | <b>539,4</b>     |

| Baustoff           | Quelle     | Quellenbezeichnung       | QuellNr |
|--------------------|------------|--------------------------|---------|
| Parkett            | oekobaudat | Mehrschichtparkett Durc  | 3.3.02  |
| Estrich            | oekobaudat | Estrichmörtel-Zementest  | 1.4.03  |
| Trennlage PE-Folie | oekobaudat | Dampfbremse PE           | 6.6.02  |
| Trittschalldämmung | oekobaudat | Holzwohle-Leichtbauplatt | 2.7.01  |
| Dämmung            | oekobaudat | Mineralwolle (Boden-Däi  | 2.1.01  |
| Beton              | oekobaudat | Beton der Druckfestigkei | 1.4.01  |
| Trapezblech        | oekobaudat | Stahl warmgewalzte Blec  | 4.1.04  |

| Sachbilanz       |                 |                 | Wirkungsbilanz                  |                    |                                |                                |                                                |
|------------------|-----------------|-----------------|---------------------------------|--------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------|
|                  |                 |                 | global                          |                    | regional                       | lokal                          |                                                |
| PENRT<br>[MJ/m²] | PERT<br>[MJ/m²] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> e/m²] | ODP<br>[kgR11e/m²] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> e/m²] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> e/m²] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> e/m²] |
| 1,69E+02         | 4,72E+02        | 6,42E+02        | -5,23E+00                       | 1,54E-06           | 4,44E-02                       | 9,84E-03                       | 6,84E-03                                       |
| 1,28E+02         | 9,53E+00        | 1,38E+02        | 1,87E+01                        | 1,56E-09           | 2,60E-02                       | 4,80E-03                       | 1,52E-03                                       |
| 1,44E+01         | 6,75E-01        | 1,51E+01        | 4,47E-01                        | 1,46E-11           | 5,60E-03                       | 1,58E-04                       | 4,00E-04                                       |
| 6,40E+01         | 8,83E+01        | 1,52E+02        | 5,71E+00                        | 1,27E-10           | 9,67E-03                       | 1,67E-03                       | 8,38E-04                                       |
| 5,34E+01         | 4,85E+00        | 5,82E+01        | 4,16E+00                        | 1,03E-10           | 1,87E-02                       | 2,76E-03                       | 1,35E-03                                       |
| 8,46E+01         | 7,23E+00        | 9,18E+01        | 1,91E+01                        | 6,71E-08           | 2,73E-02                       | 4,35E-03                       | 3,30E-03                                       |
| 3,87E+03         | 1,27E+02        | 4,00E+03        | 3,36E+02                        | 2,46E-09           | 1,26E+00                       | 1,10E-01                       | 1,81E-01                                       |
| <b>4,38E+03</b>  | <b>7,10E+02</b> | <b>5,09E+03</b> | <b>3,79E+02</b>                 | <b>1,61E-06</b>    | <b>1,39E+00</b>                | <b>1,34E-01</b>                | <b>1,95E-01</b>                                |

| PENRT<br>[MJ/kg] | PERT<br>[MJ/kg] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> /kg] | ODP<br>[kgR11/kg] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> /kg] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> /kg] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /kg] |
|------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------|
| 1,69E+02         | 4,72E+02        | 6,42E+02        | -5,23E+00                      | 1,54E-06          | 4,44E-02                      | 9,84E-03                      | 6,84E-03                                      |
| 1,07E+00         | 7,94E-02        | 1,15E+00        | 1,56E-01                       | 1,30E-11          | 2,17E-04                      | 4,00E-05                      | 1,27E-05                                      |
| 1,44E+01         | 6,75E-01        | 1,51E+01        | 4,47E-01                       | 1,46E-11          | 5,60E-03                      | 1,58E-04                      | 4,00E-04                                      |
| 2,13E+03         | 2,94E+03        | 5,08E+03        | 1,90E+02                       | 4,23E-09          | 3,22E-01                      | 5,57E-02                      | 2,79E-02                                      |
| 1,78E+03         | 1,62E+02        | 1,94E+03        | 1,39E+02                       | 3,43E-09          | 6,23E-01                      | 9,19E-02                      | 4,49E-02                                      |
| 8,46E+02         | 7,23E+01        | 9,18E+02        | 1,91E+02                       | 6,71E-07          | 2,73E-01                      | 4,35E-02                      | 3,30E-02                                      |
| 2,46E+01         | 8,07E-01        | 2,54E+01        | 2,14E+00                       | 1,57E-11          | 8,00E-03                      | 7,01E-04                      | 1,15E-03                                      |

End-of-Life (C3/C4 gemäß EN 15804)

| Baustoff           | Dicke<br>[m] | Breite<br>[m] | Abst.<br>[m] | V<br>[m³/m²] | Dichte<br>[kg/m³] | Masse<br>[kg/m²] |
|--------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|-------------------|------------------|
| Parkett            | 0,02         | 1             | 1            | 0,02         | 444               | 8,88             |
| Estrich            | 0,08         | 1             | 1            | 0,08         | 1500              | 120              |
| Trennlage PE-Folie | 0,005        | 1             | 1            | 0,005        | 950               | 0,2              |
| Trittschalldämmung | 0,03         | 1             | 1            | 0,03         | 360               | 10,8             |
| Dämmung            | 0,03         | 1             | 1            | 0,03         | 85                | 2,55             |
| Beton              | 0,1          | 1             | 1            | 0,1          | 2400              | 240              |
| Trapezblech        | 0,02         | 1             | 1            | 0,02         | 7850              | 157              |
| <b>SUMME</b>       | <b>0,285</b> | <b>1</b>      | <b>1</b>     | <b>0,285</b> | <b>13589</b>      | <b>539,4</b>     |

| Baustoff           | Quelle | Quellenbezeichnung        | QuellNr |
|--------------------|--------|---------------------------|---------|
| Parkett            |        | Mehrschichtparkett Durc   | 3.3.02  |
| Estrich            |        | Estrichmörtel-Zementest   | 1.4.03  |
| Trennlage PE-Folie |        | Verbrennung KS in MVA     | 6.8.01  |
| Trittschalldämmung |        | Bauschutt-Deponierung     | 9.5.02  |
| Dämmung            |        | Bauschutt-Deponierung     | 9.5.02  |
| Beton              |        | Beton der Festigkeitsklas | 1.4.01  |
| Trapezblech        |        | Stahl warmgewalzte Blec   | 4.1.04  |

| Sachbilanz       |                  |                  | Wirkungsbilanz                  |                    |                                |                                |                                                |
|------------------|------------------|------------------|---------------------------------|--------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------|
|                  |                  |                  | global                          |                    | regional                       | lokal                          |                                                |
| PENRT<br>[MJ/m²] | PERT<br>[MJ/m²]  | Σ PE<br>[MJ/m²]  | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> e/m²] | ODP<br>[kgR11e/m²] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> e/m²] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> e/m²] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> e/m²] |
| 1,15E+00         | -1,54E+02        | -1,52E+02        | 1,46E+01                        | 1,57E-08           | 8,20E-05                       | 9,56E-06                       | 6,17E-06                                       |
| 2,50E+01         | 1,82E+00         | 2,68E+01         | 1,74E+00                        | 1,37E-09           | 1,09E-02                       | 1,49E-03                       | 1,14E-03                                       |
| 2,33E-01         | 3,47E-02         | 2,68E-01         | 5,05E-01                        | 8,85E-13           | 1,20E-04                       | 9,96E-06                       | 6,40E-05                                       |
| 2,37E+00         | 2,33E-01         | 2,60E+00         | 1,74E-01                        | 2,78E-12           | 1,06E-03                       | 1,45E-04                       | 9,91E-05                                       |
| 5,59E-01         | 5,50E-02         | 6,14E-01         | 4,11E-02                        | 6,57E-13           | 2,50E-04                       | 3,42E-05                       | 2,34E-05                                       |
| 1,92E+00         | 7,62E-02         | 2,00E+00         | 1,38E-01                        | 7,45E-12           | 1,30E-03                       | 2,80E-04                       | 1,70E-04                                       |
| 1,89E+00         | 1,86E-01         | 2,08E+00         | 1,39E-01                        | 2,23E-12           | 8,45E-04                       | 1,16E-04                       | 8,01E-05                                       |
| <b>3,31E+01</b>  | <b>-1,51E+02</b> | <b>-1,18E+02</b> | <b>1,73E+01</b>                 | <b>1,71E-08</b>    | <b>1,45E-02</b>                | <b>2,08E-03</b>                | <b>1,58E-03</b>                                |

| PENRT<br>[MJ/kg] | PERT<br>[MJ/kg] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> /kg] | ODP<br>[kgR11/kg] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> /kg] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> /kg] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /kg] |
|------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------|
| 1,15E+00         | -1,54E+02       | -1,52E+02       | 1,46E+01                       | 1,57E-08          | 8,20E-05                      | 9,56E-06                      | 6,17E-06                                      |
| 2,08E-01         | 1,52E-02        | 2,23E-01        | 1,45E-02                       | 1,14E-11          | 9,07E-05                      | 1,24E-05                      | 9,48E-06                                      |
| 1,17E+00         | 1,73E-01        | 1,34E+00        | 2,53E+00                       | 4,43E-12          | 6,02E-04                      | 4,98E-05                      | 3,20E-04                                      |
| 2,19E-01         | 2,16E-02        | 2,41E-01        | 1,61E-02                       | 2,58E-13          | 9,79E-05                      | 1,34E-05                      | 9,18E-06                                      |
| 2,19E-01         | 2,16E-02        | 2,41E-01        | 1,61E-02                       | 2,58E-13          | 9,79E-05                      | 1,34E-05                      | 9,18E-06                                      |
| 1,92E+01         | 7,62E-01        | 2,00E+01        | 1,38E+00                       | 7,45E-11          | 1,30E-02                      | 2,80E-03                      | 1,70E-03                                      |
| 1,21E-02         | 1,19E-03        | 1,32E-02        | 8,87E-04                       | 1,42E-14          | 5,38E-06                      | 7,38E-07                      | 5,10E-07                                      |

C3  
C4  
C4  
C4  
C4  
C3  
C4

# Anhang

## Recyclingpotential (D gemäß EN 15804)

| Baustoff           | Dicke<br>[m] | Breite<br>[m] | Abst.<br>[m] | V<br>[m³/m²] | Dichte<br>[kg/m³] | Masse<br>[kg/m²] |
|--------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|-------------------|------------------|
| Parkett            | 0,02         | 1             | 1            | 0,02         | 444               | 8,88             |
| Estrich            | 0,08         | 1             | 1            | 0,08         | 1500              | 120              |
| Trennlage PE-Folie | 0,005        | 1             | 1            | 0,005        | 950               | 0,2              |
| Trittschalldämmung | 0,03         | 1             | 1            | 0,03         | 360               | 10,8             |
| Dämmung            | 0,03         | 1             | 1            | 0,03         | 85                | 2,55             |
| Beton              | 0,1          | 1             | 1            | 0,1          | 2400              | 240              |
| Trapezblech        | 0,02         | 1             | 1            | 0,02         | 7850              | 157              |
| <b>SUMME</b>       | 0,285        | 1             | 1            | 0,285        | 13589             | 539,4            |

| Baustoff           | Quelle     | Quellenbezeichnung      | Quellnr. |
|--------------------|------------|-------------------------|----------|
| Parkett            | oekobaudat | Mehrschichtparkett Durc | 3.3.02   |
| Estrich            | oekobaudat | Estrichmörtel-Zementest | 1.4.03   |
| Trennlage PE-Folie | oekobaudat | Verbrennung KS in MVA   | 6.8.01   |
| Trittschalldämmung |            |                         |          |
| Dämmung            |            |                         |          |
| Beton              |            |                         |          |
| Trapezblech        | oekobaudat | Stahl warmgewalzte Blec | 4.1.04   |

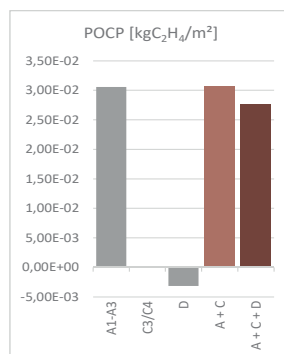
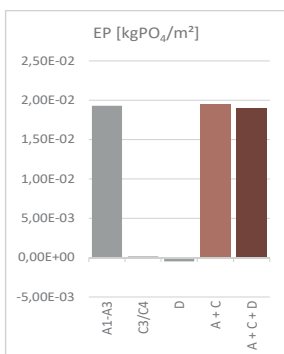
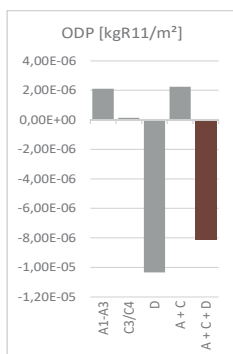
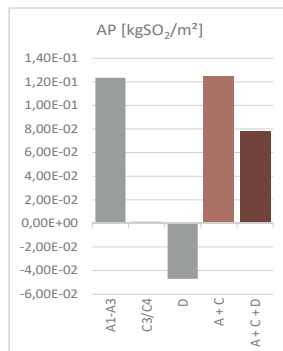
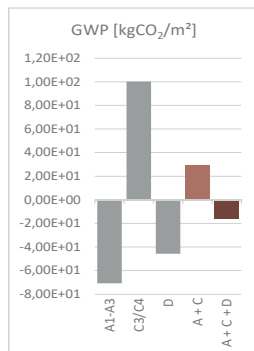
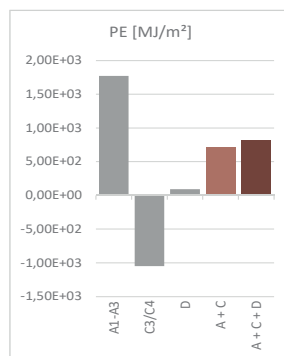
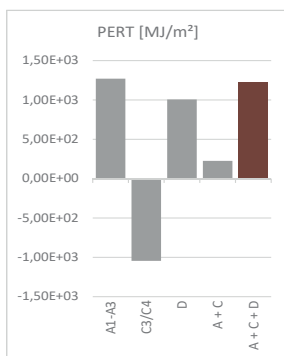
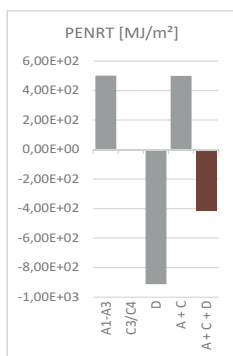
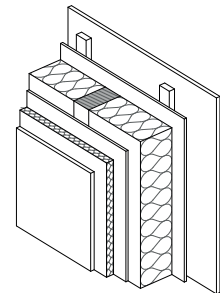
| Sachbilanz       |                 |                  | Wirkungsbilanz                  |                    |                                |                                |                                                |
|------------------|-----------------|------------------|---------------------------------|--------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------|
|                  |                 |                  | global                          |                    | regional                       | lokal                          |                                                |
| PENRT<br>[MJ/m²] | PERT<br>[MJ/m²] | Σ PE<br>[MJ/m²]  | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> e/m²] | ODP<br>[kgR11e/m²] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> e/m²] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> e/m²] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> e/m²] |
| -1,31E+02        | 1,48E+02        | 1,63E+01         | -6,13E+00                       | -1,44E-06          | -6,48E-03                      | -6,73E-05                      | -4,37E-04                                      |
| -1,66E+00        | -1,30E-01       | -1,79E+00        | -1,17E-01                       | -2,46E-11          | -2,51E-04                      | -2,42E-05                      | -2,98E-05                                      |
| -4,75E+00        | -6,15E-01       | -5,36E+00        | -3,18E-01                       | -1,64E-11          | -3,82E-04                      | -5,22E-05                      | -3,93E-05                                      |
| 0,00E+00         | 0,00E+00        | 0,00E+00         | 0,00E+00                        | 0,00E+00           | 0,00E+00                       | 0,00E+00                       | 0,00E+00                                       |
| 0,00E+00         | 0,00E+00        | 0,00E+00         | 0,00E+00                        | 0,00E+00           | 0,00E+00                       | 0,00E+00                       | 0,00E+00                                       |
| 0,00E+00         | 0,00E+00        | 0,00E+00         | 0,00E+00                        | 0,00E+00           | 0,00E+00                       | 0,00E+00                       | 0,00E+00                                       |
| -1,92E+03        | 6,50E+01        | -1,86E+03        | -2,18E+02                       | 2,42E-09           | -8,48E-01                      | -7,11E-02                      | -1,26E-01                                      |
| <b>-2,06E+03</b> | <b>2,12E+02</b> | <b>-1,85E+03</b> | <b>-2,25E+02</b>                | <b>-1,43E-06</b>   | <b>-8,55E-01</b>               | <b>-7,12E-02</b>               | <b>-1,26E-01</b>                               |

| PENRT<br>[MJ/kg] | PERT<br>[MJ/kg] | Σ PE<br>[MJ/m²]  | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> /kg] | ODP<br>[kgR11/kg] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> /kg] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> /kg] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /kg] |
|------------------|-----------------|------------------|--------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------|
| -1,31E+02        | 1,48E+02        | 1,63E+01         | -6,13E+00                      | -1,44E-06         | -6,48E-03                     | -6,73E-05                     | -4,37E-04                                     |
| -1,38E-02        | -1,08E-03       | -1,49E-02        | -9,78E-04                      | -2,05E-13         | -2,09E-06                     | -2,02E-07                     | -2,48E-07                                     |
| -2,37E+01        | -3,08E+00       | -2,68E+01        | -1,59E+00                      | -8,19E-11         | -1,91E-03                     | -2,61E-04                     | -1,97E-04                                     |
|                  |                 |                  |                                |                   |                               |                               |                                               |
|                  |                 |                  |                                |                   |                               |                               |                                               |
|                  |                 |                  |                                |                   |                               |                               |                                               |
|                  |                 |                  |                                |                   |                               |                               |                                               |
| <b>-1,23E+01</b> | <b>4,14E-01</b> | <b>-1,18E+01</b> | <b>-1,39E+00</b>               | <b>1,54E-11</b>   | <b>-5,40E-03</b>              | <b>-4,53E-04</b>              | <b>-8,01E-04</b>                              |

# Holzriegelwand

| PENRT   | PERT    | Σ PE    | GWP                     | ODP        | AP                      | EP                      | POCP                                  |
|---------|---------|---------|-------------------------|------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| [MJ/kg] | [MJ/kg] | [MJ/m²] | [kgCO <sub>2</sub> /kg] | [kgR11/kg] | [kgSO <sub>2</sub> /kg] | [kgPO <sub>4</sub> /kg] | [kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /kg] |

|                        |                  |                  |                 |                 |                  |                  |                 |                 |                 |
|------------------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Herstellungsphase      | A1-A3            | 5,01E+02         | 1,27E+03        | 1,77E+03        | -7,08E+01        | 2,11E-06         | 1,23E-01        | 1,93E-02        | 3,06E-02        |
| End-of-Life            | C3/C4            | -2,50E+00        | -1,05E+03       | -1,05E+03       | 1,00E+02         | 1,40E-07         | 1,51E-03        | 1,57E-04        | 1,72E-04        |
| Recyclingpotential     | D                | -9,12E+02        | 1,01E+03        | 9,36E+01        | -4,56E+01        | -1,03E-05        | -4,69E-02       | -5,06E-04       | -3,16E-03       |
| <b>Gesamt (ohne D)</b> | <b>A + C</b>     | <b>4,99E+02</b>  | <b>2,24E+02</b> | <b>7,23E+02</b> | <b>2,93E+01</b>  | <b>2,25E-06</b>  | <b>1,25E-01</b> | <b>1,94E-02</b> | <b>3,07E-02</b> |
| <b>Gesamt</b>          | <b>A + C + D</b> | <b>-4,13E+02</b> | <b>1,23E+03</b> | <b>8,16E+02</b> | <b>-1,63E+01</b> | <b>-8,10E-06</b> | <b>7,79E-02</b> | <b>1,89E-02</b> | <b>2,76E-02</b> |



Phasen A, C, D  
Gesamt A + C  
Gesamt A + C + D

Holzriegelwand  
Herstellungsphase (A1 - A3 gemäß EN 15804)

| Baustoff            | Dicke<br>[m] | Breite<br>[m] | Abst.<br>[m] | V<br>[m³/m²] | Dichte<br>[kg/m³] | Masse<br>[kg/m²] |
|---------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|-------------------|------------------|
| Fassadenschalung    | 0,02         | 1             | 1            | 0,02         | 485               | 9,7              |
| Hinterlüftung       | 0,03         | 1             | 1            | 0,03         | 493               | 14,79            |
| Beplankung OSB      | 0,013        | 1             | 1            | 0,013        | 600               | 7,5              |
| Konstruktionsvollho | 0,18         | 0,08          | 0,625        | 0,023        | 493               | 11,36            |
| Wärmedämmung        | 0,18         | 0,545         | 0,625        | 0,157        | 26,25             | 4,12             |
| Beplankung OSB      | 0,013        | 1             | 1            | 0,013        | 600               | 7,5              |
| Dampfbremse         | 5E-04        | 1             | 1            | 5E-04        | 950               | 0,475            |
| Installationsebene  | 0,04         | 1             | 1            | 0,04         | 26,25             | 1,05             |
| Beplankung Sichtplz | 0,02         | 1             | 1            | 0,02         | 510,5             | 10,21            |
| SUMME               | 0,496        | 1             | 1            | 0,316        | 4184              | 66,7             |

| Baustoff            | Quelle     | Quellenbezeichnung        | Quellnr |
|---------------------|------------|---------------------------|---------|
| Fassadenschalung    | oekobaudat | Nadelschnittholz getrock  | 3.1.01  |
| Hinterlüftung       | oekobaudat | Konstruktionsvollholz     | 3.1.02  |
| Beplankung OSB      | oekobaudat | Oriented Strand Board     | 3.2.04  |
| Konstruktionsvollho | oekobaudat | Konstruktionsvollholz     | 3.1.02  |
| Wärmedämmung        | oekobaudat | Mineralwolle (Innenausb   | 2.1.01  |
| Beplankung OSB      | oekobaudat | Oriented Strand Board     | 3.2.04  |
| Dampfbremse         | oekobaudat | Dampfbremse PE            | 6.6.02  |
| Installationsebene  | oekobaudat | Mineralwolle (Innenausb   | 2.1.01  |
| Beplankung Sichtplz | oekobaudat | 3- und 5- Schicht Massivt | 3.2.01  |

End-of-Life (C3/C4 gemäß EN 15804)

| Baustoff            | Dicke<br>[m] | Breite<br>[m] | Abst.<br>[m] | V<br>[m³/m²] | Dichte<br>[kg/m³] | Masse<br>[kg/m²] |
|---------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|-------------------|------------------|
| Fassadenschalung    | 0,02         | 1             | 1            | 0,02         | 485               | 9,7              |
| Hinterlüftung       | 0,03         | 1             | 1            | 0,03         | 493               | 14,79            |
| Beplankung OSB      | 0,013        | 1             | 1            | 0,013        | 600               | 7,5              |
| Konstruktionsvollho | 0,18         | 0,08          | 0,625        | 0,023        | 493               | 88,74            |
| Wärmedämmung        | 0,18         | 0,545         | 0,625        | 0,157        | 26,25             | 4,725            |
| Beplankung OSB      | 0,013        | 1             | 1            | 0,013        | 600               | 7,5              |
| Dampfbremse         | 5E-04        | 1             | 1            | 5E-04        | 950               | 0,2              |
| Installationsebene  | 0,04         | 1             | 1            | 0,04         | 26,25             | 1,05             |
| Beplankung Sichtplz | 0,02         | 1             | 1            | 0,02         | 510,5             | 10,21            |
| SUMME               | 0,496        | 1             | 1            | 0,316        | 4184              | 144,4            |

| Baustoff            | Quelle     | Quellenbezeichnung        | Quellnr |
|---------------------|------------|---------------------------|---------|
| Fassadenschalung    | oekobaudat | Nadelschnittholz getrock  | 3.1.01  |
| Hinterlüftung       | oekobaudat | Konstruktionsvollholz     | 3.1.02  |
| Beplankung OSB      | oekobaudat | Oriented Strand Board     | 3.2.04  |
| Konstruktionsvollho | oekobaudat | Konstruktionsvollholz     | 3.1.02  |
| Wärmedämmung        | oekobaudat | Bauschutt-Deponierung     | 9.5.02  |
| Beplankung OSB      | oekobaudat | Oriented Strand Board     | 3.2.04  |
| Dampfbremse         | oekobaudat | Verbrennung KS in MVA     | 6.8.01  |
| Installationsebene  | oekobaudat | Bauschutt-Deponierung     | 9.5.02  |
| Beplankung Sichtplz | oekobaudat | 3- und 5- Schicht Massivt | 3.2.01  |

| Sachbilanz       |                 |                 | Wirkungsbilanz     |                    |                   |                   |                      |
|------------------|-----------------|-----------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|----------------------|
|                  |                 |                 | global             |                    | regional          | lokal             |                      |
| PENRT<br>[MJ/m²] | PERT<br>[MJ/m²] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO₂e/m²] | ODP<br>[kgR11e/m²] | AP<br>[kgSO₂e/m²] | EP<br>[kgPO₄e/m²] | POCP<br>[kgC₂H₄e/m²] |
| 1,81E+01         | 2,02E+02        | 2,20E+02        | -1,47E+01          | 1,39E-07           | 7,50E-03          | 1,57E-03          | 1,93E-03             |
| 4,77E+01         | 3,12E+02        | 3,60E+02        | -2,14E+01          | 4,35E-07           | 1,43E-02          | 2,85E-03          | 3,24E-03             |
| 1,14E+02         | 1,53E+02        | 2,66E+02        | -7,06E+00          | 3,41E-07           | 1,75E-02          | 2,29E-03          | 8,55E-03             |
| 3,66E+01         | 2,40E+02        | 2,76E+02        | -1,64E+01          | 3,34E-07           | 1,09E-02          | 2,19E-03          | 2,49E-03             |
| 7,82E+01         | 7,00E+00        | 8,52E+01        | 6,53E+00           | 1,54E-10           | 3,04E-02          | 4,26E-03          | 2,31E-03             |
| 1,14E+02         | 1,53E+02        | 2,66E+02        | -7,06E+00          | 3,41E-07           | 1,75E-02          | 2,29E-03          | 8,55E-03             |
| 1,44E+01         | 6,75E-01        | 1,51E+01        | 4,47E-01           | 1,46E-11           | 5,60E-03          | 1,58E-04          | 4,00E-04             |
| 1,99E+01         | 1,78E+00        | 2,17E+01        | 1,66E+00           | 3,94E-11           | 7,74E-03          | 1,09E-03          | 5,89E-04             |
| 5,94E+01         | 2,02E+02        | 2,61E+02        | -1,28E+01          | 5,16E-07           | 1,19E-02          | 2,60E-03          | 2,52E-03             |
| 5,01E+02         | 1,27E+03        | 1,77E+03        | -7,08E+01          | 2,11E-06           | 1,23E-01          | 1,93E-02          | 3,06E-02             |

| PENRT<br>[MJ/kg] | PERT<br>[MJ/kg] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO₂/kg] | ODP<br>[kgR11/kg] | AP<br>[kgSO₂/kg] | EP<br>[kgPO₄/kg] | POCP<br>[kgC₂H₄/kg] |
|------------------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|---------------------|
| 9,06E+02         | 1,01E+04        | 1,10E+04        | -7,35E+02         | 6,96E-06          | 3,75E-01         | 7,86E-02         | 9,65E-02            |
| 1,59E+03         | 1,04E+04        | 1,20E+04        | -7,12E+02         | 1,45E-05          | 4,75E-01         | 9,50E-02         | 1,08E-01            |
| 9,08E+03         | 1,22E+04        | 2,13E+04        | -5,65E+02         | 2,73E-05          | 1,40E+00         | 1,83E-01         | 6,84E-01            |
| 1,59E+03         | 1,04E+04        | 1,20E+04        | -7,12E+02         | 1,45E-05          | 4,75E-01         | 9,50E-02         | 1,08E-01            |
| 4,98E+02         | 4,46E+01        | 5,43E+02        | 4,16E+01          | 9,84E-10          | 1,93E-01         | 2,71E-02         | 1,47E-02            |
| 9,08E+03         | 1,22E+04        | 2,13E+04        | -5,65E+02         | 2,73E-05          | 1,40E+00         | 1,83E-01         | 6,84E-01            |
| 1,44E+01         | 6,75E-01        | 1,51E+01        | 4,47E-01          | 1,46E-11          | 5,60E-03         | 1,58E-04         | 4,00E-04            |
| 4,98E+02         | 4,46E+01        | 5,43E+02        | 4,16E+01          | 9,84E-10          | 1,93E-01         | 2,71E-02         | 1,47E-02            |
| 2,97E+03         | 1,01E+04        | 1,31E+04        | -6,42E+02         | 2,58E-05          | 5,97E-01         | 1,30E-01         | 1,26E-01            |

| Sachbilanz       |                 |                 | Wirkungsbilanz     |                    |                   |                   |                      |
|------------------|-----------------|-----------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|----------------------|
|                  |                 |                 | global             |                    | regional          | lokal             |                      |
| PENRT<br>[MJ/m²] | PERT<br>[MJ/m²] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO₂e/m²] | ODP<br>[kgR11e/m²] | AP<br>[kgSO₂e/m²] | EP<br>[kgPO₄e/m²] | POCP<br>[kgC₂H₄e/m²] |
| 1,76E+00         | -1,67E+02       | -1,66E+02       | 1,59E+01           | 2,38E-08           | 1,40E-04          | 1,18E-05          | 9,28E-06             |
| 2,48E+00         | -2,55E+02       | -2,53E+02       | 2,43E+01           | 3,57E-08           | 2,09E-04          | 1,77E-05          | 1,39E-05             |
| -4,17E+00        | -1,29E+02       | -1,33E+02       | 1,22E+01           | 1,49E-08           | 8,73E-05          | 7,36E-06          | 5,80E-06             |
| 1,90E+00         | -1,96E+02       | -1,94E+02       | 1,87E+01           | 2,74E-08           | 1,61E-04          | 1,36E-05          | 1,07E-05             |
| 1,04E+00         | 1,02E-01        | 1,14E+00        | 7,62E-02           | 1,22E-12           | 4,62E-04          | 6,35E-05          | 4,34E-05             |
| -4,17E+00        | -1,29E+02       | -1,33E+02       | 1,22E+01           | 1,49E-08           | 8,73E-05          | 7,36E-06          | 5,80E-06             |
| 2,33E-01         | 3,47E-02        | 2,68E-01        | 5,05E-01           | 8,85E-13           | 1,20E-04          | 9,96E-06          | 6,40E-05             |
| 2,30E-01         | 2,26E-02        | 2,53E-01        | 1,69E-02           | 2,71E-13           | 1,03E-04          | 1,41E-05          | 9,64E-06             |
| -1,80E+00        | -1,70E+02       | -1,71E+02       | 1,62E+01           | 2,38E-08           | 1,40E-04          | 1,18E-05          | 9,28E-06             |
| -2,50E+00        | -1,05E+03       | -1,05E+03       | 1,00E+02           | 1,40E-07           | 1,51E-03          | 1,57E-04          | 1,72E-04             |

| PENRT<br>[MJ/kg] | PERT<br>[MJ/kg] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO₂/kg] | ODP<br>[kgR11/kg] | AP<br>[kgSO₂/kg] | EP<br>[kgPO₄/kg] | POCP<br>[kgC₂H₄/kg] |    |
|------------------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|---------------------|----|
| 8,78E+01         | -8,37E+03       | -8,28E+03       | 7,97E+02          | 1,19E-06          | 6,98E-03         | 5,89E-04         | 4,64E-04            | C3 |
| 8,26E+01         | -8,50E+03       | -8,42E+03       | 8,10E+02          | 1,19E-06          | 6,98E-03         | 5,89E-04         | 4,64E-04            | C3 |
| -3,33E+02        | -1,03E+04       | -1,07E+04       | 9,77E+02          | 1,19E-06          | 6,98E-03         | 5,89E-04         | 4,64E-04            | C3 |
| 8,26E+01         | -8,50E+03       | -8,42E+03       | 8,10E+02          | 1,19E-06          | 6,98E-03         | 5,89E-04         | 4,64E-04            | C3 |
| 2,19E-01         | 2,16E-02        | 2,41E-01        | 1,61E-02          | 2,58E-13          | 9,79E-05         | 1,34E-05         | 9,18E-06            | C4 |
| -3,33E+02        | -1,03E+04       | -1,07E+04       | 9,77E+02          | 1,19E-06          | 6,98E-03         | 5,89E-04         | 4,64E-04            | C3 |
| 1,17E+00         | 1,73E-01        | 1,34E+00        | 2,53E+00          | 4,43E-12          | 6,02E-04         | 4,98E-05         | 3,20E-04            | C4 |
| 2,19E-01         | 2,16E-02        | 2,41E-01        | 1,61E-02          | 2,58E-13          | 9,79E-05         | 1,34E-05         | 9,18E-06            | C4 |
| -9,02E+01        | -8,48E+03       | -8,57E+03       | 8,10E+02          | 1,19E-06          | 6,98E-03         | 5,89E-04         | 4,64E-04            | C3 |

Recyclingpotential (D gemäß EN 15804)

| Baustoff            | Dicke<br>[m] | Breite<br>[m] | Abst.<br>[m] | V<br>[m³/m²] | Dichte<br>[kg/m³] | Masse<br>[kg/m²] |
|---------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|-------------------|------------------|
| Fassadenschalung    | 0,02         | 1             | 1            | 0,02         | 485               | 9,7              |
| Hinterlüftung       | 0,03         | 1             | 1            | 0,03         | 493               | 14,79            |
| Beplankung OSB      | 0,013        | 1             | 1            | 0,013        | 600               | 7,5              |
| Konstruktionsvollho | 0,18         | 0,08          | 0,625        | 0,023        | 493               | 88,74            |
| Wärmedämmung        | 0,18         | 1             | 1            | 0,18         | 26,25             | 4,725            |
| Beplankung OSB      | 0,013        | 1             | 1            | 0,013        | 600               | 7,5              |
| Dampfbremse         | 5E-04        | 1             | 1            | 5E-04        | 950               | 0,2              |
| Installationsebene  | 0,04         | 1             | 1            | 0,04         | 26,25             | 1,05             |
| Beplankung Sichtpl  | 0,02         | 1             | 1            | 0,02         | 510,5             | 10,21            |
| <b>SUMME</b>        | <b>0,496</b> | <b>1</b>      | <b>1</b>     | <b>0,339</b> | <b>4184</b>       | <b>144,4</b>     |

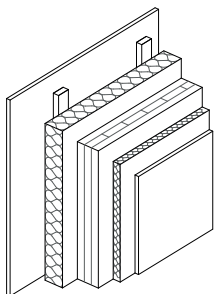
| Baustoff            | Quelle     | Quellenbezeichnung        | QuellNr. |
|---------------------|------------|---------------------------|----------|
| Fassadenschalung    | oekobaudat | Nadelschnittholz getrock  | 3.1.01   |
| Hinterlüftung       | oekobaudat | Konstruktionsvollholz     | 3.1.02   |
| Beplankung OSB      | oekobaudat | Oriented Strand Board     | 3.2.04   |
| Konstruktionsvollho | oekobaudat | Konstruktionsvollholz     | 3.1.02   |
| Wärmedämmung        |            |                           |          |
| Beplankung OSB      | oekobaudat | Oriented Strand Board     | 3.2.04   |
| Dampfbremse         | oekobaudat | Verbrennung KS in MVA     | 6.8.01   |
| Installationsebene  |            |                           |          |
| Beplankung Sichtpl  | oekobaudat | 3- und 5- Schicht Massivl | 3.2.01   |

| Sachbilanz       |                 |                 | Wirkungsbilanz     |                    |                   |                   |                      |
|------------------|-----------------|-----------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|----------------------|
|                  |                 |                 | global             |                    | regional          | lokal             |                      |
| PENRT<br>[MJ/m²] | PERT<br>[MJ/m²] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO₂e/m²] | ODP<br>[kgR11e/m²] | AP<br>[kgSO₂e/m²] | EP<br>[kgPO₄e/m²] | POCP<br>[kgC₂H₄e/m²] |
| -1,40E+02        | 1,61E+02        | 2,07E+01        | -7,20E+00          | -1,64E-06          | -7,42E-03         | -7,46E-05         | -5,00E-04            |
| -2,14E+02        | 2,45E+02        | 3,11E+01        | -1,10E+01          | -2,50E-06          | -1,13E-02         | -1,10E-04         | -7,56E-04            |
| -1,18E+02        | 1,24E+02        | 6,66E+00        | -5,70E+00          | -1,30E-06          | -5,84E-03         | -5,74E-05         | -3,91E-04            |
| -1,64E+02        | 1,88E+02        | 2,39E+01        | -8,41E+00          | -1,92E-06          | -8,64E-03         | -8,46E-05         | -5,81E-04            |
| 0,00E+00         | 0,00E+00        | 0,00E+00        | 0,00E+00           | 0,00E+00           | 0,00E+00          | 0,00E+00          | 0,00E+00             |
| -1,18E+02        | 1,24E+02        | 6,66E+00        | -5,70E+00          | -1,30E-06          | -5,84E-03         | -5,74E-05         | -3,91E-04            |
| -4,75E+00        | -6,15E-01       | -5,36E+00       | -3,18E-01          | -1,64E-11          | -3,82E-04         | -5,22E-05         | -3,93E-05            |
| 0,00E+00         | 0,00E+00        | 0,00E+00        | 0,00E+00           | 0,00E+00           | 0,00E+00          | 0,00E+00          | 0,00E+00             |
| -1,53E+02        | 1,63E+02        | 9,86E+00        | -7,32E+00          | -1,68E-06          | -7,52E-03         | -7,02E-05         | -5,04E-04            |
| <b>-9,12E+02</b> | <b>1,01E+03</b> | <b>9,36E+01</b> | <b>-4,56E+01</b>   | <b>-1,03E-05</b>   | <b>-4,69E-02</b>  | <b>-5,06E-04</b>  | <b>-3,16E-03</b>     |

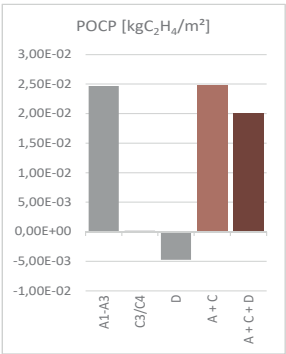
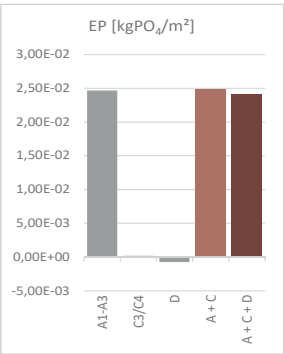
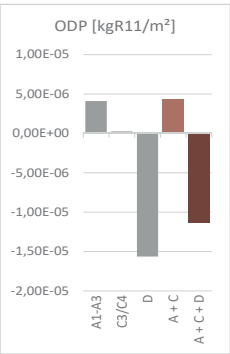
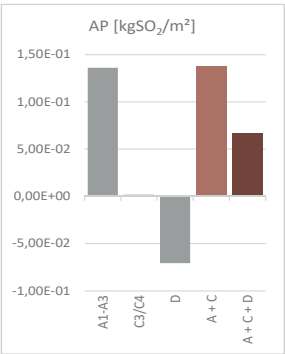
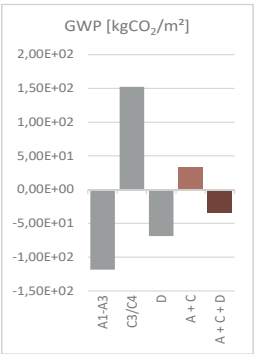
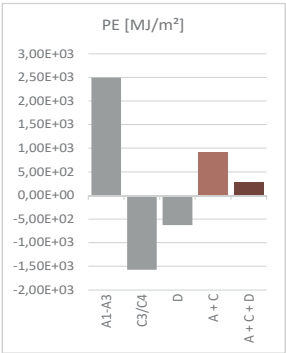
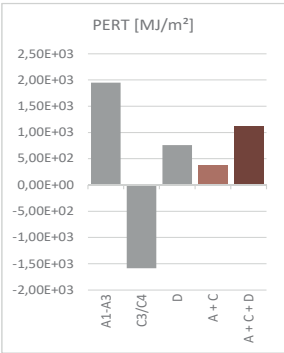
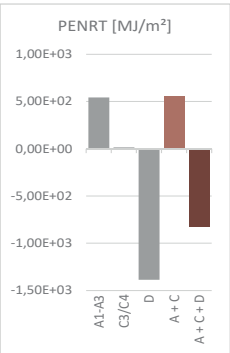
| PENRT<br>[MJ/kg] | PERT<br>[MJ/kg] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO₂/kg] | ODP<br>[kgR11/kg] | AP<br>[kgSO₂/kg] | EP<br>[kgPO₄/kg] | POCP<br>[kgC₂H₄/kg] |
|------------------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|---------------------|
| -7,01E+03        | 8,04E+03        | 1,03E+03        | -3,60E+02         | -8,22E-05         | -3,71E-01        | -3,73E-03        | -2,50E-02           |
| -7,14E+03        | 8,17E+03        | 1,04E+03        | -3,65E+02         | -8,34E-05         | -3,75E-01        | -3,67E-03        | -2,52E-02           |
| -9,41E+03        | 9,94E+03        | 5,33E+02        | -4,56E+02         | -1,04E-04         | -4,67E-01        | -4,59E-03        | -3,13E-02           |
| -7,14E+03        | 8,17E+03        | 1,04E+03        | -3,65E+02         | -8,34E-05         | -3,75E-01        | -3,67E-03        | -2,52E-02           |
| -9,41E+03        | 9,94E+03        | 5,33E+02        | -4,56E+02         | -1,04E-04         | -4,67E-01        | -4,59E-03        | -3,13E-02           |
| -2,37E+01        | -3,08E+00       | -2,68E+01       | -1,59E+00         | -8,19E-11         | -1,91E-03        | -2,61E-04        | -1,97E-04           |
| -7,65E+03        | 8,15E+03        | 4,93E+02        | -3,66E+02         | -8,38E-05         | -3,76E-01        | -3,51E-03        | -2,52E-02           |

Anhang

Brettsperrholzwand



|                    |           | PENRT     | PERT      | $\Sigma$ PE | GWP                     | ODP        | AP                      | EP                      | POCP                                  |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-------------|-------------------------|------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
|                    |           | [MJ/kg]   | [MJ/kg]   | [MJ/m²]     | [kgCO <sub>2</sub> /kg] | [kgR11/kg] | [kgSO <sub>2</sub> /kg] | [kgPO <sub>4</sub> /kg] | [kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /kg] |
| Herstellungsphase  | A1-A3     | 5,44E+02  | 1,95E+03  | 2,49E+03    | -1,18E+02               | 4,10E-06   | 1,36E-01                | 2,47E-02                | 2,47E-02                              |
| End-of-Life        | C3/C4     | 1,40E+01  | -1,59E+03 | -1,57E+03   | 1,52E+02                | 2,26E-07   | 1,81E-03                | 1,71E-04                | 1,86E-04                              |
| Recyclingpotential | D         | -1,39E+03 | 7,60E+02  | -6,27E+02   | -6,87E+01               | -1,57E-05  | -7,07E-02               | -7,31E-04               | -4,75E-03                             |
| Gesamt (ohne D)    | A + C     | 5,58E+02  | 3,61E+02  | 9,19E+02    | 3,37E+01                | 4,33E-06   | 1,38E-01                | 2,48E-02                | 2,49E-02                              |
| Gesamt             | A + C + D | -8,29E+02 | 1,12E+03  | 2,92E+02    | -3,51E+01               | -1,13E-05  | 6,73E-02                | 2,41E-02                | 2,01E-02                              |



Phasen A, C, D  
Gesamt A + C  
Gesamt A + C + D

### Brettsperrholzwand

Herstellungsphase (A1 - A3 gemäß EN 15804)

| Baustoff               | Dicke<br>[m] | Breite<br>[m] | Abst.<br>[m] | V<br>[m³/m²] | Dichte<br>[kg/m³] | Masse<br>[kg/m²] |
|------------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|-------------------|------------------|
| Fassadenverkleidung    | 0,02         | 1             | 1            | 0,02         | 485               | 9,7              |
| Hinterlüftung          | 0,03         | 1             | 1            | 0,03         | 493               | 14,79            |
| Wärmedämmung           | 0,1          | 1             | 1            | 0,1          | 26,25             | 2,625            |
| Brettsperrholz         | 0,12         | 1             | 1            | 0,12         | 489               | 58,68            |
| Dampfbremse            |              | 1             | 1            | 0            | 950               | 0,2              |
| Installationsebene     | 0,04         | 1             | 1            | 0,04         | 26,25             | 1,05             |
| Beplankung Sichtplatte | 0,02         | 1             | 1            | 0,02         | 510,5             | 10,21            |
| <b>SUMME</b>           | <b>0,33</b>  | <b>1</b>      | <b>1</b>     | <b>0,33</b>  | <b>2980</b>       | <b>97,25</b>     |

| Baustoff               | Quelle     | Quellenbezeichnung        | QuellNr |
|------------------------|------------|---------------------------|---------|
| Fassadenverkleidung    | oekobaudat | Nadelschneitholz getrock  | 3.1.01  |
| Hinterlüftung          | oekobaudat | Konstruktionsvollholz     | 3.1.02  |
| Wärmedämmung           | oekobaudat | Mineralwolle (Innenausb)  | 2.1.01  |
| Brettsperrholz         | oekobaudat | Brettsperrholz            | 3.1.05  |
| Dampfbremse            | oekobaudat | Dampfbremse               | 6.6.02  |
| Installationsebene     | oekobaudat | Mineral Mineral Mineral   | 2.1.01  |
| Beplankung Sichtplatte | oekobaudat | 3- und 5- Schicht Massivf | 3.2.01  |

### End-of-Life (C3/C4 gemäß EN 15804)

| Baustoff               | Dicke<br>[m] | Breite<br>[m] | Abst.<br>[m] | V<br>[m³/m²] | Dichte<br>[kg/m³] | Masse<br>[kg/m²] |
|------------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|-------------------|------------------|
| Fassadenverkleidung    | 0,02         | 1             | 1            | 0,02         | 485               | 9,7              |
| Hinterlüftung          | 0,03         | 1             | 1            | 0,03         | 493               | 14,79            |
| Wärmedämmung           | 0,1          | 1             | 1            | 0,1          | 26,25             | 2,625            |
| Brettsperrholz         | 0,12         | 1             | 1            | 0,12         | 489               | 58,68            |
| Dampfbremse            |              | 1             | 1            | 0            | 950               | 0,2              |
| Installationsebene     | 0,04         | 1             | 1            | 0,04         | 26,25             | 1,05             |
| Beplankung Sichtplatte | 0,02         | 1             | 1            | 0,02         | 510,5             | 10,21            |
| <b>SUMME</b>           | <b>0,33</b>  | <b>1</b>      | <b>1</b>     | <b>0,33</b>  | <b>2980</b>       | <b>97,25</b>     |

| Baustoff               | Quelle     | Quellenbezeichnung        | QuellNr |
|------------------------|------------|---------------------------|---------|
| Fassadenverkleidung    | oekobaudat | Nadelschneitholz getrock  | 3.1.01  |
| Hinterlüftung          | oekobaudat | Konstruktionsvollholz     | 3.1.02  |
| Wärmedämmung           | oekobaudat | Bauschutt-Deponierung     | 9.5.02  |
| Brettsperrholz         | oekobaudat | Brettsperrholz            | 3.1.05  |
| Dampfbremse            | oekobaudat | Verbrennung KS in MVA     | 6.8.01  |
| Installationsebene     | oekobaudat | Bauschutt-Deponierung     | 9.5.02  |
| Beplankung Sichtplatte | oekobaudat | 3- und 5- Schicht Massivf | 3.2.01  |

| Sachbilanz       |                 |                 | Wirkungsbilanz                  |                    |                                |                                |                                                |
|------------------|-----------------|-----------------|---------------------------------|--------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------|
|                  |                 |                 | global                          |                    | regional                       | lokal                          |                                                |
| PENRT<br>[MJ/m²] | PERT<br>[MJ/m²] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> e/m²] | ODP<br>[kgR11e/m²] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> e/m²] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> e/m²] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> e/m²] |
| 1,81E+01         | 2,02E+02        | 2,20E+02        | -1,47E+01                       | 1,39E-07           | 7,50E-03                       | 1,57E-03                       | 1,93E-03                                       |
| 4,77E+01         | 3,12E+02        | 3,60E+02        | -2,14E+01                       | 4,35E-07           | 1,43E-02                       | 2,85E-03                       | 3,24E-03                                       |
| 4,98E+01         | 4,46E+00        | 5,43E+01        | 4,16E+00                        | 9,84E-11           | 1,93E-02                       | 2,71E-03                       | 1,47E-03                                       |
| 3,35E+02         | 1,22E+03        | 1,56E+03        | -7,58E+01                       | 3,01E-06           | 6,98E-02                       | 1,37E-02                       | 1,45E-02                                       |
| 1,44E+01         | 6,75E-01        | 1,51E+01        | 4,47E-01                        | 1,46E-11           | 5,60E-03                       | 1,58E-04                       | 4,00E-04                                       |
| 1,99E+01         | 1,78E+00        | 2,17E+01        | 1,66E+00                        | 3,94E-11           | 7,74E-03                       | 1,09E-03                       | 5,89E-04                                       |
| 5,94E+01         | 2,02E+02        | 2,61E+02        | -1,28E+01                       | 5,16E-07           | 1,19E-02                       | 2,60E-03                       | 2,52E-03                                       |
| <b>5,44E+02</b>  | <b>1,95E+03</b> | <b>2,49E+03</b> | <b>-1,18E+02</b>                | <b>4,10E-06</b>    | <b>1,36E-01</b>                | <b>2,47E-02</b>                | <b>2,47E-02</b>                                |

| PENRT<br>[MJ/kg] | PERT<br>[MJ/kg] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> /kg] | ODP<br>[kgR11/kg] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> /kg] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> /kg] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /kg] |
|------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------|
| 9,06E+02         | 1,01E+04        | 1,10E+04        | -7,35E+02                      | 6,96E-06          | 3,75E-01                      | 7,86E-02                      | 9,65E-02                                      |
| 1,59E+03         | 1,04E+04        | 1,20E+04        | -7,12E+02                      | 1,45E-05          | 4,75E-01                      | 9,50E-02                      | 1,08E-01                                      |
| 4,98E+02         | 4,46E+01        | 5,43E+02        | 4,16E+01                       | 9,84E-10          | 1,93E-01                      | 2,71E-02                      | 1,47E-02                                      |
| 2,79E+03         | 1,02E+04        | 1,30E+04        | -6,32E+02                      | 2,51E-05          | 5,82E-01                      | 1,14E-01                      | 1,21E-01                                      |
| 1,44E+01         | 6,75E-01        | 1,51E+01        | 4,47E-01                       | 1,46E-11          | 5,60E-03                      | 1,58E-04                      | 4,00E-04                                      |
| 4,98E+02         | 4,46E+01        | 5,43E+02        | 4,16E+01                       | 9,84E-10          | 1,93E-01                      | 2,71E-02                      | 1,47E-02                                      |
| 2,97E+03         | 1,01E+04        | 1,31E+04        | -6,42E+02                      | 2,58E-05          | 5,97E-01                      | 1,30E-01                      | 1,26E-01                                      |

| Sachbilanz       |                  |                  | Wirkungsbilanz                  |                    |                                |                                |                                                |
|------------------|------------------|------------------|---------------------------------|--------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------|
|                  |                  |                  | global                          |                    | regional                       | lokal                          |                                                |
| PENRT<br>[MJ/m²] | PERT<br>[MJ/m²]  | Σ PE<br>[MJ/m²]  | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> e/m²] | ODP<br>[kgR11e/m²] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> e/m²] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> e/m²] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> e/m²] |
| 1,76E+00         | -1,67E+02        | -1,66E+02        | 1,59E+01                        | 2,38E-08           | 1,40E-04                       | 1,18E-05                       | 9,28E-06                                       |
| 2,48E+00         | -2,55E+02        | -2,53E+02        | 2,43E+01                        | 3,57E-08           | 2,09E-04                       | 1,77E-05                       | 1,39E-05                                       |
| 5,76E-01         | 5,66E-02         | 6,32E-01         | 4,23E-02                        | 6,77E-13           | 2,57E-04                       | 3,53E-05                       | 2,41E-05                                       |
| 1,05E+01         | -9,94E+02        | -9,84E+02        | 9,52E+01                        | 1,43E-07           | 8,38E-04                       | 7,07E-05                       | 5,57E-05                                       |
| 2,33E-01         | 3,47E-02         | 2,68E-01         | 5,05E-01                        | 8,85E-13           | 1,20E-04                       | 9,96E-06                       | 6,40E-05                                       |
| 2,30E-01         | 2,26E-02         | 2,53E-01         | 1,69E-02                        | 2,71E-13           | 1,03E-04                       | 1,41E-05                       | 9,64E-06                                       |
| -1,80E+00        | -1,70E+02        | -1,71E+02        | 1,62E+01                        | 2,38E-08           | 1,40E-04                       | 1,18E-05                       | 9,28E-06                                       |
| <b>1,40E+01</b>  | <b>-1,59E+03</b> | <b>-1,57E+03</b> | <b>1,52E+02</b>                 | <b>2,26E-07</b>    | <b>1,81E-03</b>                | <b>1,71E-04</b>                | <b>1,86E-04</b>                                |

| PENRT<br>[MJ/kg] | PERT<br>[MJ/kg] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> /kg] | ODP<br>[kgR11/kg] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> /kg] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> /kg] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /kg] |
|------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------|
| 8,78E+01         | -8,37E+03       | -8,28E+03       | 7,97E+02                       | 1,19E-06          | 6,98E-03                      | 5,89E-04                      | 4,64E-04                                      |
| 8,26E+01         | -8,50E+03       | -8,42E+03       | 8,10E+02                       | 1,19E-06          | 6,98E-03                      | 5,89E-04                      | 4,64E-04                                      |
| 2,19E-01         | 2,16E-02        | 2,41E-01        | 1,61E-02                       | 2,58E-13          | 9,79E-05                      | 1,34E-05                      | 9,18E-06                                      |
| 8,78E+01         | -8,29E+03       | -8,20E+03       | 7,93E+02                       | 1,19E-06          | 6,98E-03                      | 5,89E-04                      | 4,64E-04                                      |
| 1,17E+00         | 1,73E-01        | 1,34E+00        | 2,53E+00                       | 4,43E-12          | 6,02E-04                      | 4,98E-05                      | 3,20E-04                                      |
| 2,19E-01         | 2,16E-02        | 2,41E-01        | 1,61E-02                       | 2,58E-13          | 9,79E-05                      | 1,34E-05                      | 9,18E-06                                      |
| -9,02E+01        | -8,48E+03       | -8,57E+03       | 8,10E+02                       | 1,19E-06          | 6,98E-03                      | 5,89E-04                      | 4,64E-04                                      |

C3  
C3  
C4  
C3  
C4  
C4  
C3



Recyclingpotential (D gemäß EN 15804)

| Baustoff               | Dicke<br>[m] | Breite<br>[m] | Abst.<br>[m] | V<br>[m³/m²] | Dichte<br>[kg/m³] | Masse<br>[kg/m²] |
|------------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|-------------------|------------------|
| Fassadenverkleidung    | 0,02         | 1             | 1            | 0,02         | 485               | 9,7              |
| Hinterlüftung          | 0,03         | 1             | 1            | 0,03         | 493               | 14,79            |
| Wärmedämmung           | 0,1          | 1             | 1            | 0,1          | 26,25             | 2,625            |
| Brettsperrholz         | 0,12         | 1             | 1            | 0,12         | 489               | 58,68            |
| Dampfbremse            |              | 1             | 1            | 0            | 950               | 0,2              |
| Installationsebene     | 0,04         | 1             | 1            | 0,04         | 26,25             | 1,05             |
| Beplankung Sichtplatte | 0,02         | 1             | 1            | 0,02         | 510,5             | 10,21            |
| SUMME                  | 0,33         | 1             | 1            | 0,33         | 2980              | 97,25            |

| Baustoff               | Quelle     | Quellenbezeichnung           | QuellNr. |
|------------------------|------------|------------------------------|----------|
| Fassadenverkleidung    | oekobaudat | Nadelschnittholz getrocknet  | 3.1.01   |
| Hinterlüftung          | oekobaudat | Konstruktionsvollholz        | 3.1.02   |
| Wärmedämmung           |            |                              |          |
| Brettsperrholz         | oekobaudat | Brettsperrholz               | 3.1.05   |
| Dampfbremse            | oekobaudat | Verbrennung KS in MVA        | 6.8.01   |
| Installationsebene     |            |                              |          |
| Beplankung Sichtplatte | oekobaudat | 3- und 5- Schicht Massivholz | 3.2.01   |

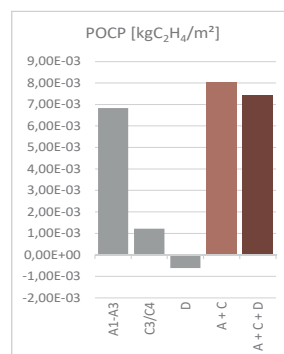
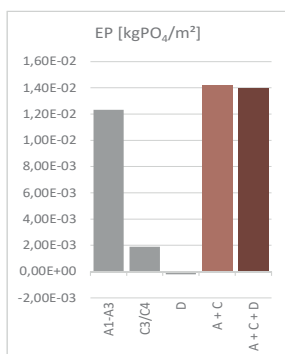
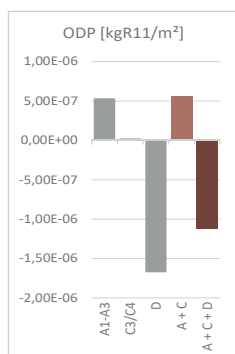
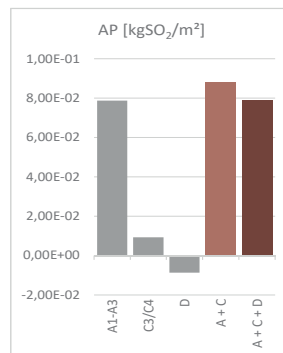
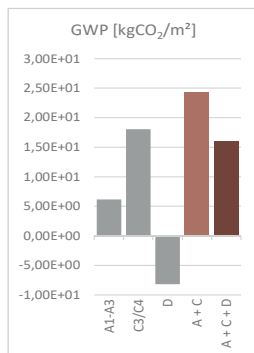
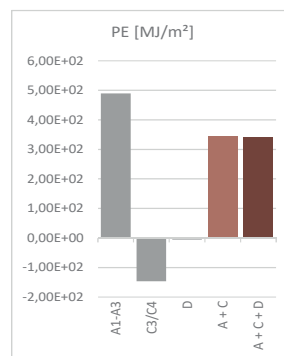
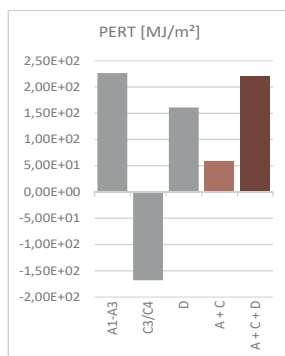
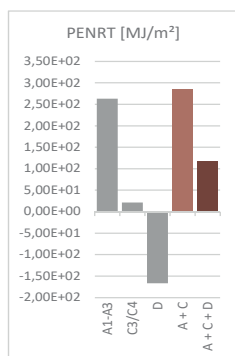
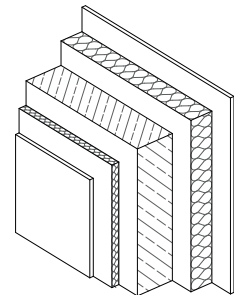
| Sachbilanz       |                 |                 | Wirkungsbilanz     |                    |                   |                   |                      |
|------------------|-----------------|-----------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|----------------------|
|                  |                 |                 | global             |                    | regional          | lokal             |                      |
| PENRT<br>[MJ/m²] | PERT<br>[MJ/m²] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO₂e/m²] | ODP<br>[kgR11e/m²] | AP<br>[kgSO₂e/m²] | EP<br>[kgPO₄e/m²] | POCP<br>[kgC₂H₄e/m²] |
| -1,40E+02        | 1,61E+02        | 2,07E+01        | -7,20E+00          | -1,64E-06          | -7,42E-03         | -7,46E-05         | -5,00E-04            |
| -2,14E+02        | 2,45E+02        | 3,11E+01        | -1,10E+01          | -2,50E-06          | -1,13E-02         | -1,10E-04         | -7,56E-04            |
| 0,00E+00         | 0,00E+00        | 0,00E+00        | 0,00E+00           | 0,00E+00           | 0,00E+00          | 0,00E+00          | 0,00E+00             |
| -8,75E+02        | 1,92E+02        | -6,83E+02       | -4,30E+01          | -9,83E-06          | -4,42E-02         | -4,24E-04         | -2,95E-03            |
| -4,75E+00        | -6,15E-01       | -5,36E+00       | -3,18E-01          | -1,64E-11          | -3,82E-04         | -5,22E-05         | -3,93E-05            |
| 0,00E+00         | 0,00E+00        | 0,00E+00        | 0,00E+00           | 0,00E+00           | 0,00E+00          | 0,00E+00          | 0,00E+00             |
| -1,53E+02        | 1,63E+02        | 9,86E+00        | -7,32E+00          | -1,68E-06          | -7,52E-03         | -7,02E-05         | -5,04E-04            |
| -1,39E+03        | 7,60E+02        | -6,27E+02       | -6,87E+01          | -1,57E-05          | -7,07E-02         | -7,31E-04         | -4,75E-03            |

| PENRT<br>[MJ/kg] | PERT<br>[MJ/kg] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO₂/kg] | ODP<br>[kgR11/kg] | AP<br>[kgSO₂/kg] | EP<br>[kgPO₄/kg] | POCP<br>[kgC₂H₄/kg] |
|------------------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|---------------------|
| -7,01E+03        | 8,04E+03        | 1,03E+03        | -3,60E+02         | -8,22E-05         | -3,71E-01        | -3,73E-03        | -2,50E-02           |
| -7,14E+03        | 8,17E+03        | 1,04E+03        | -3,65E+02         | -8,34E-05         | -3,75E-01        | -3,67E-03        | -2,52E-02           |
|                  |                 |                 |                   |                   |                  |                  |                     |
| -7,29E+03        | 1,60E+03        | -5,69E+03       | -3,58E+02         | -8,19E-05         | -3,68E-01        | -3,53E-03        | -2,46E-02           |
| -2,37E+01        | -3,08E+00       | -2,68E+01       | -1,59E+00         | -8,19E-11         | -1,91E-03        | -2,61E-04        | -1,97E-04           |
|                  |                 |                 |                   |                   |                  |                  |                     |
| -7,65E+03        | 8,15E+03        | 4,93E+02        | -3,66E+02         | -8,38E-05         | -3,76E-01        | -3,51E-03        | -2,52E-02           |

# Stahlbetonwand

| PENRT   | PERT    | Σ PE    | GWP                     | ODP        | AP                      | EP                      | POCP                                  |
|---------|---------|---------|-------------------------|------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| [MJ/kg] | [MJ/kg] | [MJ/m²] | [kgCO <sub>2</sub> /kg] | [kgR11/kg] | [kgSO <sub>2</sub> /kg] | [kgPO <sub>4</sub> /kg] | [kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /kg] |

|                        |                  |                 |                 |                 |                 |                  |                 |                 |                 |
|------------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Herstellungsphase      | A1-A3            | 2,63E+02        | 2,27E+02        | 4,90E+02        | 6,18E+00        | 5,33E-07         | 7,86E-02        | 1,23E-02        | 6,83E-03        |
| End-of-Life            | C3/C4            | 2,16E+01        | -1,68E+02       | -1,46E+02       | 1,81E+01        | 2,42E-08         | 9,26E-03        | 1,89E-03        | 1,22E-03        |
| Recyclingpotential     | D                | -1,66E+02       | 1,61E+02        | -4,94E+00       | -8,21E+00       | -1,68E-06        | -8,71E-03       | -2,12E-04       | -6,21E-04       |
| <b>Gesamt (ohne D)</b> | <b>A + C</b>     | <b>2,85E+02</b> | <b>5,91E+01</b> | <b>3,44E+02</b> | <b>2,42E+01</b> | <b>5,57E-07</b>  | <b>8,79E-02</b> | <b>1,42E-02</b> | <b>8,05E-03</b> |
| <b>Gesamt</b>          | <b>A + C + D</b> | <b>1,18E+02</b> | <b>2,21E+02</b> | <b>3,39E+02</b> | <b>1,60E+01</b> | <b>-1,12E-06</b> | <b>7,92E-02</b> | <b>1,40E-02</b> | <b>7,43E-03</b> |



Phasen A, C, D   
 Gesamt A + C   
 Gesamt A + C + D

Stahlbetonwand

Herstellungsphase (A1 - A3 gemäß EN 15804)

| Baustoff             | Dicke<br>[m] | Breite<br>[m] | Abst.<br>[m] | V<br>[m³/m²] | Dichte<br>[kg/m³] | Masse<br>[kg/m²] |
|----------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|-------------------|------------------|
| Außenputz            | 0,02         | 1             | 1            | 0,02         | 1550              | 31               |
| Wärmedämmung         | 0,12         | 1             | 1            | 0,12         | 46,25             | 5,55             |
| Stahlbetonfertigteil | 0,2          | 1             | 1            | 0,2          |                   | 291,3            |
| Dampfbremse          | 0,001        | 1             | 1            | 0,001        | 950               | 0,2              |
| Installationsbene    | 0,04         | 1             | 1            | 0,04         | 26,25             | 1,05             |
| Beplankung Sichtpl   | 0,02         | 1             | 1            | 0,02         | 510,5             | 10,21            |
| SUMME                | 0,401        | 1             | 1            | 0,401        | 3083              | 339,3            |

| Baustoff             | Quelle     | Quellenbezeichnung       | QuellNr |
|----------------------|------------|--------------------------|---------|
| Außenputz            | oekobaudat | Putzmörtel-Normalputz/   | 1.4.04  |
| Wärmedämmung         | oekobaudat | Mineralwolle (Fassaden-l | 2.1.01  |
| Stahlbetonfertigteil | oekobaudat | Betonfertigteil Wand 12c | 1.3.05  |
| Dampfbremse          | oekobaudat | Dampfbremse              | 6.6.02  |
| Installationsbene    | oekobaudat | Mineralwolle (Innenausb  | 2.1.01  |
| Beplankung Sichtpl   | oekobaudat | 3- und 5- Schicht Massiv | 3.2.01  |

End-of-Life (C3/C4 gemäß EN 15804)

| Baustoff             | Dicke<br>[m] | Breite<br>[m] | Abst.<br>[m] | V<br>[m³/m²] | Dichte<br>[kg/m³] | Masse<br>[kg/m²] |
|----------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|-------------------|------------------|
| Außenputz            | 0,02         | 1             | 1            | 0,02         | 1550              | 31               |
| Wärmedämmung         | 0,12         | 1             | 1            | 0,12         | 46,25             | 5,55             |
| Stahlbetonfertigteil | 0,2          | 1             | 1            | 0,2          |                   | 291,3            |
| Dampfbremse          | 0,001        | 1             | 1            | 0,001        | 950               | 0,2              |
| Installationsbene    | 0,04         | 1             | 1            | 0,04         | 26,25             | 1,05             |
| Beplankung Sichtpl   | 0,02         | 1             | 1            | 0,02         | 510,5             | 10,21            |
| SUMME                | 0,401        | 1             | 1            | 0,401        | 3083              | 339,3            |

| Baustoff             | Quelle     | Quellenbezeichnung       | QuellNr |
|----------------------|------------|--------------------------|---------|
| Außenputz            | oekobaudat | Putzmörtel-Normalputz/   | 1.4.04  |
| Wärmedämmung         | oekobaudat | Bauschutt-Deponierung    | 9.5.02  |
| Stahlbetonfertigteil | oekobaudat | Bauschuttaufbereitung    | 9.5.01  |
| Dampfbremse          | oekobaudat | Verbrennung KS in MVA    | 6.8.01  |
| Installationsbene    | oekobaudat | Bauschutt-Deponierung    | 9.5.02  |
| Beplankung Sichtpl   | oekobaudat | 3- und 5- Schicht Massiv | 3.2.01  |

| Sachbilanz       |                 |                 | Wirkungsbilanz                  |                    |                                |                                |                                                |
|------------------|-----------------|-----------------|---------------------------------|--------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------|
|                  |                 |                 | global                          |                    | regional                       | lokal                          |                                                |
| PENRT<br>[MJ/m²] | PERT<br>[MJ/m²] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> e/m²] | ODP<br>[kgR11e/m²] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> e/m²] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> e/m²] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> e/m²] |
| 6,42E+01         | 1,29E+01        | 7,71E+01        | 7,50E+00                        | 1,62E-08           | 1,11E-02                       | 2,64E-03                       | 9,42E-05                                       |
| 1,02E+02         | 9,04E+00        | 1,11E+02        | 8,71E+00                        | 2,03E-10           | 4,10E-02                       | 5,65E-03                       | 3,17E-03                                       |
| 3,60E+00         | 4,69E-01        | 4,07E+00        | 6,98E-01                        | 1,04E-11           | 1,27E-03                       | 2,00E-04                       | 5,62E-05                                       |
| 1,44E+01         | 6,75E-01        | 1,51E+01        | 4,47E-01                        | 1,46E-11           | 5,60E-03                       | 1,58E-04                       | 4,00E-04                                       |
| 1,99E+01         | 1,78E+00        | 2,17E+01        | 1,66E+00                        | 3,94E-11           | 7,74E-03                       | 1,09E-03                       | 5,89E-04                                       |
| 5,94E+01         | 2,02E+02        | 2,61E+02        | -1,28E+01                       | 5,16E-07           | 1,19E-02                       | 2,60E-03                       | 2,52E-03                                       |
| 2,63E+02         | 2,27E+02        | 4,90E+02        | 6,18E+00                        | 5,33E-07           | 7,86E-02                       | 1,23E-02                       | 6,83E-03                                       |

| PENRT<br>[MJ/kg] | PERT<br>[MJ/kg] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> /kg] | ODP<br>[kgR11/kg] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> /kg] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> /kg] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /kg] |
|------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------|
| 2,07E+00         | 4,16E-01        | 2,49E+00        | 2,42E-01                       | 5,24E-10          | 3,59E-04                      | 8,51E-05                      | 3,04E-06                                      |
| 8,48E+02         | 7,54E+01        | 9,23E+02        | 7,26E+01                       | 1,69E-09          | 3,41E-01                      | 4,71E-02                      | 2,65E-02                                      |
| 2,16E+02         | 2,81E+01        | 2,44E+02        | 4,19E+01                       | 6,21E-10          | 7,62E-02                      | 1,20E-02                      | 3,37E-03                                      |
| 1,44E+01         | 6,75E-01        | 1,51E+01        | 4,47E-01                       | 1,46E-11          | 5,60E-03                      | 1,58E-04                      | 4,00E-04                                      |
| 4,98E+02         | 4,46E+01        | 5,43E+02        | 4,16E+01                       | 9,84E-10          | 1,93E-01                      | 2,71E-02                      | 1,47E-02                                      |
| 2,97E+03         | 1,01E+04        | 1,31E+04        | -6,42E+02                      | 2,58E-05          | 5,97E-01                      | 1,30E-01                      | 1,26E-01                                      |

| Sachbilanz       |                 |                 | Wirkungsbilanz                  |                    |                                |                                |                                                |
|------------------|-----------------|-----------------|---------------------------------|--------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------|
|                  |                 |                 | global                          |                    | regional                       | lokal                          |                                                |
| PENRT<br>[MJ/m²] | PERT<br>[MJ/m²] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> e/m²] | ODP<br>[kgR11e/m²] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> e/m²] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> e/m²] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> e/m²] |
| 6,29E+00         | 4,68E-01        | 6,76E+00        | 4,50E-01                        | 3,44E-10           | 2,74E-03                       | 3,75E-04                       | 2,87E-04                                       |
| 1,22E+00         | 1,20E-01        | 1,34E+00        | 8,95E-02                        | 1,43E-12           | 5,43E-04                       | 7,45E-05                       | 5,09E-05                                       |
| 1,54E+01         | 1,08E+00        | 1,65E+01        | 7,95E-01                        | 1,23E-11           | 5,62E-03                       | 1,40E-03                       | 8,00E-04                                       |
| 2,33E-01         | 3,47E-02        | 2,68E-01        | 5,05E-01                        | 8,85E-13           | 1,20E-04                       | 9,96E-06                       | 6,40E-05                                       |
| 2,30E-01         | 2,26E-02        | 2,53E-01        | 1,69E-02                        | 2,71E-13           | 1,03E-04                       | 1,41E-05                       | 9,64E-06                                       |
| -1,80E+00        | -1,70E+02       | -1,71E+02       | 1,62E+01                        | 2,38E-08           | 1,40E-04                       | 1,18E-05                       | 9,28E-06                                       |
| 2,16E+01         | -1,68E+02       | -1,46E+02       | 1,81E+01                        | 2,42E-08           | 9,26E-03                       | 1,89E-03                       | 1,22E-03                                       |

| PENRT<br>[MJ/kg] | PERT<br>[MJ/kg] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> /kg] | ODP<br>[kgR11/kg] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> /kg] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> /kg] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /kg] |    |
|------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------|----|
| 2,03E-01         | 1,51E-02        | 2,18E-01        | 1,45E-02                       | 1,11E-11          | 8,84E-05                      | 1,21E-05                      | 9,25E-06                                      | C4 |
| 2,19E-01         | 2,16E-02        | 2,41E-01        | 1,61E-02                       | 2,58E-13          | 9,79E-05                      | 1,34E-05                      | 9,18E-06                                      | C4 |
| 5,30E-02         | 3,72E-03        | 5,68E-02        | 2,73E-03                       | 4,23E-14          | 1,93E-05                      | 4,81E-06                      | 2,75E-06                                      | C3 |
| 1,17E+00         | 1,73E-01        | 1,34E+00        | 2,53E+00                       | 4,43E-12          | 6,02E-04                      | 4,98E-05                      | 3,20E-04                                      | C4 |
| 2,19E-01         | 2,16E-02        | 2,41E-01        | 1,61E-02                       | 2,58E-13          | 9,79E-05                      | 1,34E-05                      | 9,18E-06                                      | C4 |
| -9,02E+01        | -8,48E+03       | -8,57E+03       | 8,10E+02                       | 1,19E-06          | 6,98E-03                      | 5,89E-04                      | 4,64E-04                                      | C3 |

Recyclingpotential (D gemäß EN 15804)

| Baustoff             | Dicke<br>[m] | Breite<br>[m] | Abst.<br>[m] | V<br>[m³/m²] | Dichte<br>[kg/m³] | Masse<br>[kg/m²] |
|----------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|-------------------|------------------|
| Außenputz            | 0,02         | 1             | 1            | 0,02         | 1550              | 31               |
| Wärmedämmung         | 0,12         | 1             | 1            | 0,12         | 46,25             | 5,55             |
| Stahlbetonfertigteil | 0,2          | 1             | 1            | 0,2          |                   | 291,3            |
| Dampfbremse          | 0,001        | 1             | 1            | 0,001        | 950               | 0,2              |
| Installationsbene    | 0,04         | 1             | 1            | 0,04         | 26,25             | 1,05             |
| Beplankung Sichtplz  | 0,02         | 1             | 1            | 0,02         | 510,5             | 10,21            |
| <b>SUMME</b>         | <b>0,401</b> | <b>1</b>      | <b>1</b>     | <b>0,401</b> | <b>3083</b>       | <b>339,3</b>     |

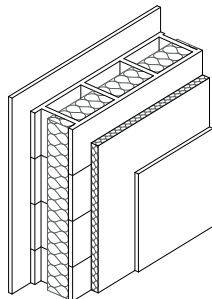
| Baustoff             | Quelle     | Quellenbezeichnung        | QuellNr. |
|----------------------|------------|---------------------------|----------|
| Außenputz            | oekobaudat | Putzmörtel-Normalputz/    | 1.4.04   |
| Wärmedämmung         |            |                           |          |
| Stahlbetonfertigteil |            |                           |          |
| Dampfbremse          | oekobaudat | Verbrennung KS in MVA     | 6.8.01   |
| Installationsbene    |            |                           |          |
| Beplankung Sichtplz  | oekobaudat | 3- und 5- Schicht Massivl | 3.2.01   |

| Sachbilanz       |                 |                  | Wirkungsbilanz     |                    |                   |                   |                      |
|------------------|-----------------|------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|----------------------|
|                  |                 |                  | global             |                    | regional          | lokal             |                      |
| PENRT<br>[MJ/m²] | PERT<br>[MJ/m²] | Σ PE<br>[MJ/m²]  | GWP<br>[kgCO₂e/m²] | ODP<br>[kgR11e/m²] | AP<br>[kgSO₂e/m²] | EP<br>[kgPO₄e/m²] | POCP<br>[kgC₂H₄e/m²] |
| -8,65E+00        | -7,94E-01       | -9,44E+00        | -5,67E-01          | -1,64E-10          | -8,09E-04         | -8,99E-05         | -7,72E-05            |
| 0,00E+00         | 0,00E+00        | 0,00E+00         | 0,00E+00           | 0,00E+00           | 0,00E+00          | 0,00E+00          | 0,00E+00             |
| 0,00E+00         | 0,00E+00        | 0,00E+00         | 0,00E+00           | 0,00E+00           | 0,00E+00          | 0,00E+00          | 0,00E+00             |
| -4,75E+00        | -6,15E-01       | -5,36E+00        | -3,18E-01          | -1,64E-11          | -3,82E-04         | -5,22E-05         | -3,93E-05            |
| 0,00E+00         | 0,00E+00        | 0,00E+00         | 0,00E+00           | 0,00E+00           | 0,00E+00          | 0,00E+00          | 0,00E+00             |
| -1,53E+02        | 1,63E+02        | 9,86E+00         | -7,32E+00          | -1,68E-06          | -7,52E-03         | -7,02E-05         | -5,04E-04            |
| <b>-1,66E+02</b> | <b>1,61E+02</b> | <b>-4,94E+00</b> | <b>-8,21E+00</b>   | <b>-1,68E-06</b>   | <b>-8,71E-03</b>  | <b>-2,12E-04</b>  | <b>-6,21E-04</b>     |

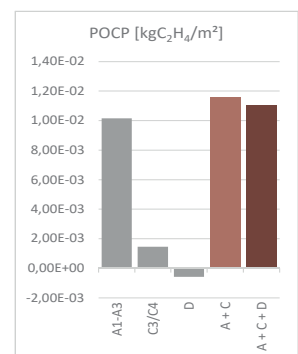
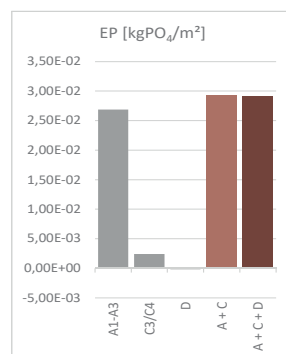
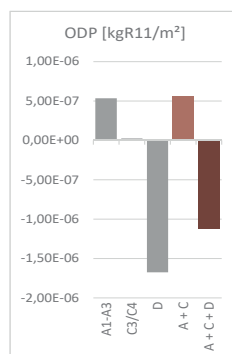
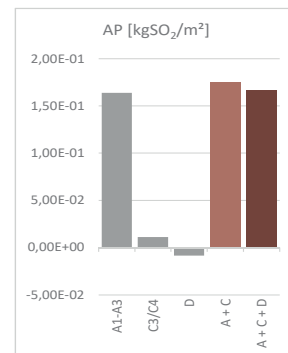
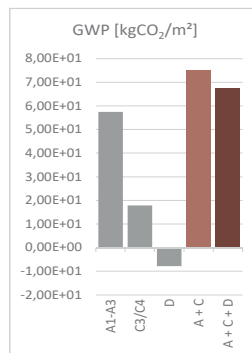
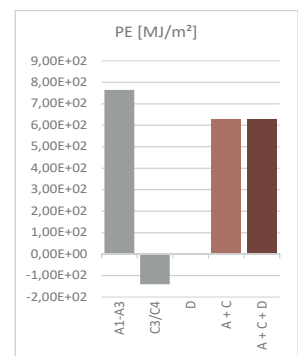
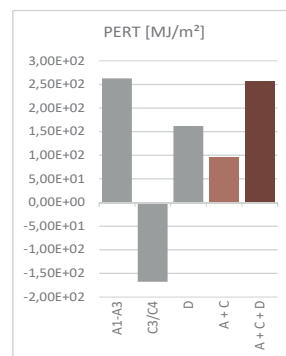
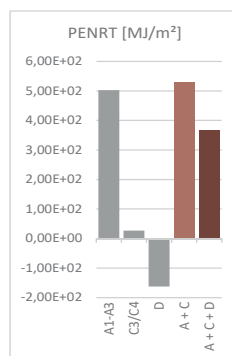
| PENRT<br>[MJ/kg] | PERT<br>[MJ/kg] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO₂/kg] | ODP<br>[kgR11/kg] | AP<br>[kgSO₂/kg] | EP<br>[kgPO₄/kg] | POCP<br>[kgC₂H₄/kg] |
|------------------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|---------------------|
| -2,79E-01        | -2,56E-02       | -3,05E-01       | -1,83E-02         | -5,30E-12         | -2,61E-05        | -2,90E-06        | -2,49E-06           |
|                  |                 |                 |                   |                   |                  |                  |                     |
|                  |                 |                 |                   |                   |                  |                  |                     |
| -2,37E+01        | -3,08E+00       | -2,68E+01       | -1,59E+00         | -8,19E-11         | -1,91E-03        | -2,61E-04        | -1,97E-04           |
|                  |                 |                 |                   |                   |                  |                  |                     |
| -7,65E+03        | 8,15E+03        | 4,93E+02        | -3,66E+02         | -8,38E-05         | -3,76E-01        | -3,51E-03        | -2,52E-02           |

# Anhang

## Mantelbetonsteinwand



|                        |                  | PENRT<br>[MJ/kg] | PERT<br>[MJ/kg] | $\Sigma$ PE<br>[MJ/m <sup>2</sup> ] | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> /kg] | ODP<br>[kgR11/kg] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> /kg] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> /kg] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /kg] |
|------------------------|------------------|------------------|-----------------|-------------------------------------|--------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------|
| Herstellungsphase      | A1-A3            | 5,03E+02         | 2,63E+02        | 7,66E+02                            | 5,74E+01                       | 5,33E-07          | 1,64E-01                      | 2,69E-02                      | 1,01E-02                                      |
| End-of-Life            | C3/C4            | 2,71E+01         | -1,67E+02       | -1,40E+02                           | 1,78E+01                       | 2,42E-08          | 1,12E-02                      | 2,40E-03                      | 1,45E-03                                      |
| Recyclingpotential     | D                | -1,62E+02        | 1,62E+02        | 4,17E-01                            | -7,89E+00                      | -1,68E-06         | -8,33E-03                     | -1,60E-04                     | -5,81E-04                                     |
| <b>Gesamt (ohne D)</b> | <b>A + C</b>     | <b>5,30E+02</b>  | <b>9,55E+01</b> | <b>6,25E+02</b>                     | <b>7,53E+01</b>                | <b>5,57E-07</b>   | <b>1,75E-01</b>               | <b>2,93E-02</b>               | <b>1,16E-02</b>                               |
| <b>Gesamt</b>          | <b>A + C + D</b> | <b>3,68E+02</b>  | <b>2,58E+02</b> | <b>6,26E+02</b>                     | <b>6,74E+01</b>                | <b>-1,12E-06</b>  | <b>1,67E-01</b>               | <b>2,91E-02</b>               | <b>1,10E-02</b>                               |



Phasen A, C, D  
 Gesamt A + C  
 Gesamt A + C + D

## Mantelbetonsteinwand

Herstellungsphase (A1 - A3 gemäß EN 15804)

| Baustoff           | Dicke<br>[m] | Breite<br>[m] | Abst.<br>[m] | V<br>[m³/m²] | Dichte<br>[kg/m³] | Masse<br>[kg/m²] |
|--------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|-------------------|------------------|
| Außenputz          | 0,02         | 1             | 1            | 0,02         | 1550              | 31               |
| Wärmedämmung       | 0,12         | 1             | 1            | 0,12         | 46,25             | 5,55             |
| Mantelbetonstein   | 0,2          | 1             | 1            | 0,2          | 2000              | 400              |
| Installationsebene | 0,04         | 1             | 1            | 0,04         | 26,25             | 1,05             |
| Beplankung Sichtpl | 0,02         | 1             | 1            | 0,02         | 510,5             | 10,21            |
| <b>SUMME</b>       | <b>0,4</b>   | <b>1</b>      | <b>1</b>     | <b>0,4</b>   | <b>4133</b>       | <b>447,8</b>     |

| Baustoff           | Quelle     | Quellenbezeichnung        | QuellNr |
|--------------------|------------|---------------------------|---------|
| Außenputz          | oekobaudat | Putzmörtel-Normalputz/    | 1.4.04  |
| Wärmedämmung       | oekobaudat | Mineralwolle (Fassaden-i  | 2.1.01  |
| Mantelbetonstein   | oekobaudat | Beton-Mauersteine         | 1.3.05  |
| Installationsebene | oekobaudat | Mineralwolle (Innenausb   | 2.1.01  |
| Beplankung Sichtpl | oekobaudat | 3- und 5- Schicht Massivl | 3.2.01  |

End-of-Life (C3/C4 gemäß EN 15804)

| Baustoff           | Dicke<br>[m] | Breite<br>[m] | Abst.<br>[m] | V<br>[m³/m²] | Dichte<br>[kg/m³] | Masse<br>[kg/m²] |
|--------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|-------------------|------------------|
| Außenputz          | 0,02         | 1             | 1            | 0,02         | 1550              | 31               |
| Wärmedämmung       | 0,12         | 1             | 1            | 0,12         | 46,25             | 5,55             |
| Mantelbetonstein   | 0,2          | 1             | 1            | 0,2          | 2000              | 400              |
| Installationsebene | 0,04         | 1             | 1            | 0,04         | 26,25             | 1,05             |
| Beplankung Sichtpl | 0,02         | 1             | 1            | 0,02         | 510,5             | 10,21            |
| <b>SUMME</b>       | <b>0,4</b>   | <b>1</b>      | <b>1</b>     | <b>0,4</b>   | <b>4133</b>       | <b>447,8</b>     |

| Baustoff           | Quelle     | Quellenbezeichnung        | QuellNr |
|--------------------|------------|---------------------------|---------|
| Außenputz          | oekobaudat | Putzmörtel-Normalputz/    | 1.4.04  |
| Wärmedämmung       | oekobaudat | Bauschutt-Deponierung     | 9.5.02  |
| Mantelbetonstein   | oekobaudat | Bauschuttaufbereitung     | 9.5.01  |
| Installationsebene | oekobaudat | Bauschutt-Deponierung     | 9.5.02  |
| Beplankung Sichtpl | oekobaudat | 3- und 5- Schicht Massivl | 3.2.01  |

| Sachbilanz       |                 |                 | Wirkungsbilanz                  |                    |                                |                                |                                                |
|------------------|-----------------|-----------------|---------------------------------|--------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------|
|                  |                 |                 | global                          |                    | regional                       | lokal                          |                                                |
| PENRT<br>[MJ/m²] | PERT<br>[MJ/m²] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> e/m²] | ODP<br>[kgR11e/m²] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> e/m²] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> e/m²] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> e/m²] |
| 6,42E+01         | 1,29E+01        | 7,71E+01        | 7,50E+00                        | 1,62E-08           | 1,11E-02                       | 2,64E-03                       | 9,42E-05                                       |
| 1,02E+02         | 9,04E+00        | 1,11E+02        | 8,71E+00                        | 2,03E-10           | 4,10E-02                       | 5,65E-03                       | 3,17E-03                                       |
| 2,57E+02         | 3,72E+01        | 2,95E+02        | 5,24E+01                        | 8,32E-10           | 9,20E-02                       | 1,49E-02                       | 3,77E-03                                       |
| 1,99E+01         | 1,78E+00        | 2,17E+01        | 1,66E+00                        | 3,94E-11           | 7,74E-03                       | 1,09E-03                       | 5,89E-04                                       |
| 5,94E+01         | 2,02E+02        | 2,61E+02        | -1,28E+01                       | 5,16E-07           | 1,19E-02                       | 2,60E-03                       | 2,52E-03                                       |
| <b>5,03E+02</b>  | <b>2,63E+02</b> | <b>7,66E+02</b> | <b>5,74E+01</b>                 | <b>5,33E-07</b>    | <b>1,64E-01</b>                | <b>2,69E-02</b>                | <b>1,01E-02</b>                                |

| PENRT<br>[MJ/kg] | PERT<br>[MJ/kg] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> /kg] | ODP<br>[kgR11/kg] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> /kg] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> /kg] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /kg] |
|------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------|
| 2,07E+00         | 4,16E-01        | 2,49E+00        | 2,42E-01                       | 5,24E-10          | 3,59E-04                      | 8,51E-05                      | 3,04E-06                                      |
| 8,48E+02         | 7,54E+01        | 9,23E+02        | 7,26E+01                       | 1,69E-09          | 3,41E-01                      | 4,71E-02                      | 2,65E-02                                      |
| 1,29E+03         | 1,86E+02        | 1,47E+03        | 2,62E+02                       | 4,16E-09          | 4,60E-01                      | 7,45E-02                      | 1,89E-02                                      |
| 4,98E+02         | 4,46E+01        | 5,43E+02        | 4,16E+01                       | 9,84E-10          | 1,93E-01                      | 2,71E-02                      | 1,47E-02                                      |
| 2,97E+03         | 1,01E+04        | 1,31E+04        | -6,42E+02                      | 2,58E-05          | 5,97E-01                      | 1,30E-01                      | 1,26E-01                                      |

| Sachbilanz       |                  |                  | Wirkungsbilanz                  |                    |                                |                                |                                                |
|------------------|------------------|------------------|---------------------------------|--------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------|
|                  |                  |                  | global                          |                    | regional                       | lokal                          |                                                |
| PENRT<br>[MJ/m²] | PERT<br>[MJ/m²]  | Σ PE<br>[MJ/m²]  | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> e/m²] | ODP<br>[kgR11e/m²] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> e/m²] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> e/m²] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> e/m²] |
| 6,29E+00         | 4,68E-01         | 6,76E+00         | 4,50E-01                        | 3,44E-10           | 2,74E-03                       | 3,75E-04                       | 2,87E-04                                       |
| 1,22E+00         | 1,20E-01         | 1,34E+00         | 8,95E-02                        | 1,43E-12           | 5,43E-04                       | 7,45E-05                       | 5,09E-05                                       |
| 2,12E+01         | 1,49E+00         | 2,27E+01         | 1,09E+00                        | 1,69E-11           | 7,71E-03                       | 1,92E-03                       | 1,10E-03                                       |
| 2,30E-01         | 2,26E-02         | 2,53E-01         | 1,69E-02                        | 2,71E-13           | 1,03E-04                       | 1,41E-05                       | 9,64E-06                                       |
| -1,80E+00        | -1,70E+02        | -1,71E+02        | 1,62E+01                        | 2,38E-08           | 1,40E-04                       | 1,18E-05                       | 9,28E-06                                       |
| <b>2,71E+01</b>  | <b>-1,67E+02</b> | <b>-1,40E+02</b> | <b>1,78E+01</b>                 | <b>2,42E-08</b>    | <b>1,12E-02</b>                | <b>2,40E-03</b>                | <b>1,45E-03</b>                                |

| PENRT<br>[MJ/kg] | PERT<br>[MJ/kg] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> /kg] | ODP<br>[kgR11/kg] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> /kg] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> /kg] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /kg] |
|------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------|
| 2,03E-01         | 1,51E-02        | 2,18E-01        | 1,45E-02                       | 1,11E-11          | 8,84E-05                      | 1,21E-05                      | 9,25E-06                                      |
| 2,19E-01         | 2,16E-02        | 2,41E-01        | 1,61E-02                       | 2,58E-13          | 9,79E-05                      | 1,34E-05                      | 9,18E-06                                      |
| 5,30E-02         | 3,72E-03        | 5,68E-02        | 2,73E-03                       | 4,23E-14          | 1,93E-05                      | 4,81E-06                      | 2,75E-06                                      |
| 2,19E-01         | 2,16E-02        | 2,41E-01        | 1,61E-02                       | 2,58E-13          | 9,79E-05                      | 1,34E-05                      | 9,18E-06                                      |
| -9,02E+01        | -8,48E+03       | -8,57E+03       | 8,10E+02                       | 1,19E-06          | 6,98E-03                      | 5,89E-04                      | 4,64E-04                                      |

C4

C4

C3

C4

C3

# Anhang

## Recyclingpotential (D gemäß EN 15804)

| Baustoff               | Dicke<br>[m] | Breite<br>[m] | Abst.<br>[m] | V<br>[m³/m²] | Dichte<br>[kg/m³] | Masse<br>[kg/m²] |
|------------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|-------------------|------------------|
| Außenputz              | 0,02         | 1             | 1            | 0,02         | 1550              | 31               |
| Wärmedämmung           | 0,12         | 1             | 1            | 0,12         | 46,25             | 5,55             |
| Mantelbetonstein       | 0,2          | 1             | 1            | 0,2          | 2000              | 400              |
| Installationsebene     | 0,04         | 1             | 1            | 0,04         | 26,25             | 1,05             |
| Beplankung Sichtplatte | 0,02         | 1             | 1            | 0,02         | 510,5             | 10,21            |
| <b>SUMME</b>           | <b>0,4</b>   | <b>1</b>      | <b>1</b>     | <b>0,4</b>   | <b>4133</b>       | <b>447,8</b>     |

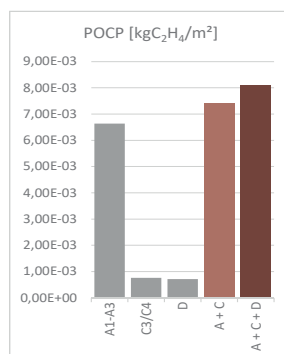
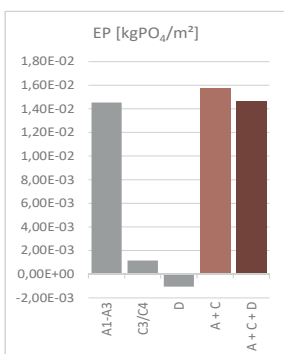
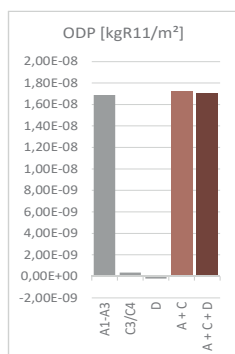
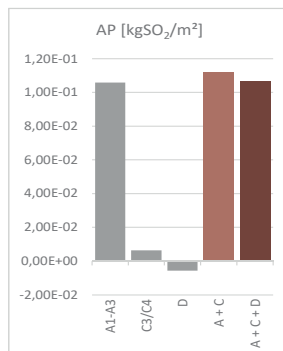
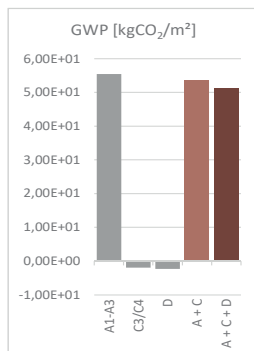
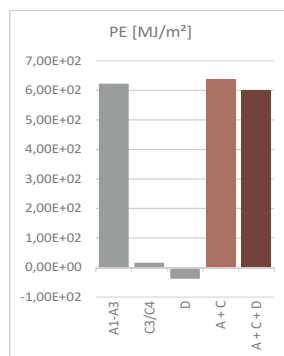
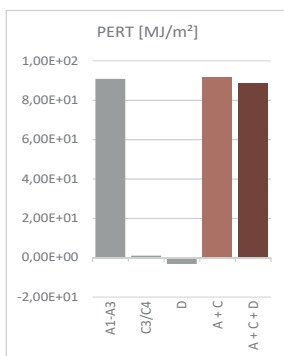
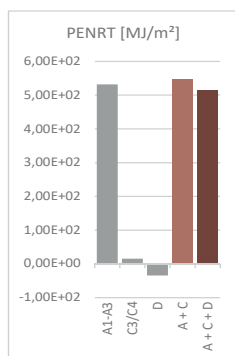
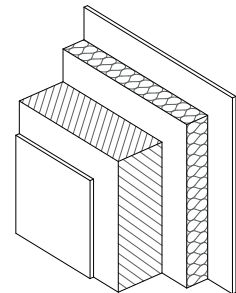
| Baustoff               | Quelle     | Quellenbezeichnung        | Quellnr. |
|------------------------|------------|---------------------------|----------|
| Außenputz              | oekobaudat | Putzmörtel-Normalputz/    | 1.4.04   |
| Wärmedämmung           |            |                           |          |
| Mantelbetonstein       |            |                           |          |
| Installationsebene     |            |                           |          |
| Beplankung Sichtplatte | oekobaudat | 3- und 5- Schicht Massivf | 3.2.01   |

| Sachbilanz       |                 |                 | Wirkungsbilanz     |                    |                   |                   |                      |
|------------------|-----------------|-----------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|----------------------|
|                  |                 |                 | global             |                    | regional          | lokal             |                      |
| PENRT<br>[MJ/m²] | PERT<br>[MJ/m²] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO₂e/m²] | ODP<br>[kgR11e/m²] | AP<br>[kgSO₂e/m²] | EP<br>[kgPO₄e/m²] | POCP<br>[kgC₂H₄e/m²] |
| -8,65E+00        | -7,94E-01       | -9,44E+00       | -5,67E-01          | -1,64E-10          | -8,09E-04         | -8,99E-05         | -7,72E-05            |
| 0,00E+00         | 0,00E+00        | 0,00E+00        | 0,00E+00           | 0,00E+00           | 0,00E+00          | 0,00E+00          | 0,00E+00             |
| 0,00E+00         | 0,00E+00        | 0,00E+00        | 0,00E+00           | 0,00E+00           | 0,00E+00          | 0,00E+00          | 0,00E+00             |
| 0,00E+00         | 0,00E+00        | 0,00E+00        | 0,00E+00           | 0,00E+00           | 0,00E+00          | 0,00E+00          | 0,00E+00             |
| -1,53E+02        | 1,63E+02        | 9,86E+00        | -7,32E+00          | -1,68E-06          | -7,52E-03         | -7,02E-05         | -5,04E-04            |
| <b>-1,62E+02</b> | <b>1,62E+02</b> | <b>4,17E-01</b> | <b>-7,89E+00</b>   | <b>-1,68E-06</b>   | <b>-8,33E-03</b>  | <b>-1,60E-04</b>  | <b>-5,81E-04</b>     |

| PENRT<br>[MJ/kg] | PERT<br>[MJ/kg] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO₂/kg] | ODP<br>[kgR11/kg] | AP<br>[kgSO₂/kg] | EP<br>[kgPO₄/kg] | POCP<br>[kgC₂H₄/kg] |
|------------------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|---------------------|
| -2,79E-01        | -2,56E-02       | -3,05E-01       | -1,83E-02         | -5,30E-12         | -2,61E-05        | -2,90E-06        | -2,49E-06           |
|                  |                 |                 |                   |                   |                  |                  |                     |
|                  |                 |                 |                   |                   |                  |                  |                     |
|                  |                 |                 |                   |                   |                  |                  |                     |
| -7,65E+03        | 8,15E+03        | 4,93E+02        | -3,66E+02         | -8,38E-05         | -3,76E-01        | -3,51E-03        | -2,52E-02           |

# Hochlochziegelwand 25cm

|                        |                  | PENRT           | PERT            | $\Sigma$ PE     | GWP                     | ODP             | AP                      | EP                      | POCP                                  |
|------------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
|                        |                  | [MJ/kg]         | [MJ/kg]         | [MJ/m²]         | [kgCO <sub>2</sub> /kg] | [kgR11/kg]      | [kgSO <sub>2</sub> /kg] | [kgPO <sub>4</sub> /kg] | [kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /kg] |
| Herstellungsphase      | A1-A3            | 5,32E+02        | 9,08E+01        | 6,22E+02        | 5,55E+01                | 1,69E-08        | 1,06E-01                | 1,45E-02                | 6,63E-03                              |
| End-of-Life            | C3/C4            | 1,57E+01        | 1,06E+00        | 1,68E+01        | -1,92E+00               | 3,51E-10        | 6,34E-03                | 1,16E-03                | 7,63E-04                              |
| Recyclingpotential     | D                | -3,43E+01       | -3,17E+00       | -3,75E+01       | -2,32E+00               | -2,12E-10       | -5,70E-03               | -1,05E-03               | 7,11E-04                              |
| <b>Gesamt (ohne D)</b> | <b>A + C</b>     | <b>5,47E+02</b> | <b>9,18E+01</b> | <b>6,39E+02</b> | <b>5,35E+01</b>         | <b>1,72E-08</b> | <b>1,12E-01</b>         | <b>1,57E-02</b>         | <b>7,40E-03</b>                       |
| <b>Gesamt</b>          | <b>A + C + D</b> | <b>5,13E+02</b> | <b>8,87E+01</b> | <b>6,02E+02</b> | <b>5,12E+01</b>         | <b>1,70E-08</b> | <b>1,06E-01</b>         | <b>1,46E-02</b>         | <b>8,11E-03</b>                       |



Phasen A, C, D   
 Gesamt A + C   
 Gesamt A + C + D



Hochlochziegelwand 25 + Wärmedämmung

Herstellungsphase (A1 - A3 gemäß EN 15804)

| Baustoff       | Dicke<br>[m] | Breite<br>[m] | Abst.<br>[m] | V<br>[m³/m²] | Dichte<br>[kg/m³] | Masse<br>[kg/m²] |
|----------------|--------------|---------------|--------------|--------------|-------------------|------------------|
| Außenputz      | 0,02         | 1             | 1            | 0,02         | 1550              | 31               |
| Wärmedämmung   | 0,12         | 1             | 1            | 0,12         | 46,25             | 5,55             |
| Hochlochziegel | 0,25         | 1             | 1            | 0,25         | 575               | 143,8            |
| Innenputz      | 0,015        | 1             | 1            | 0,015        | 1400              | 21               |
| SUMME          | 0,405        | 1             | 1            | 0,405        | 3571              | 201,3            |

| Baustoff       | Quelle     | Quellenbezeichnung       | Quellnr |
|----------------|------------|--------------------------|---------|
| Außenputz      | oekobaudat | Putzmörtel-Normalputz/   | 1.4.04  |
| Wärmedämmung   | oekobaudat | Mineralwolle (Fassaden-) | 2.1.01  |
| Hochlochziegel | oekobaudat | Mauerziegel              | 1.3.02  |
| Innenputz      | oekobaudat | Kalk-Gips-Innenputz      | 1.4.04  |

| Sachbilanz       |                 |                 | Wirkungsbilanz                  |                    |                                |                                |                                                |
|------------------|-----------------|-----------------|---------------------------------|--------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------|
|                  |                 |                 | global                          |                    | regional                       | lokal                          |                                                |
| PENRT<br>[MJ/m²] | PERT<br>[MJ/m²] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> e/m²] | ODP<br>[kgR11e/m²] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> e/m²] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> e/m²] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> e/m²] |
| 6,42E+01         | 1,29E+01        | 7,71E+01        | 7,50E+00                        | 1,62E-08           | 1,11E-02                       | 2,64E-03                       | 9,42E-05                                       |
| 1,02E+02         | 9,04E+00        | 1,11E+02        | 8,71E+00                        | 2,03E-10           | 4,10E-02                       | 5,65E-03                       | 3,17E-03                                       |
| 3,24E+02         | 6,54E+01        | 3,89E+02        | 3,46E+01                        | 3,65E-10           | 4,92E-02                       | 5,30E-03                       | 3,30E-03                                       |
| 4,20E+01         | 3,48E+00        | 4,55E+01        | 4,67E+00                        | 7,70E-11           | 4,50E-03                       | 9,44E-04                       | 6,63E-05                                       |
| 5,32E+02         | 9,08E+01        | 6,22E+02        | 5,55E+01                        | 1,69E-08           | 1,06E-01                       | 1,45E-02                       | 6,63E-03                                       |

| PENRT<br>[MJ/kg] | PERT<br>[MJ/kg] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> /kg] | ODP<br>[kgR11/kg] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> /kg] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> /kg] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /kg] |
|------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------|
| 2,07E+00         | 4,16E-01        | 2,49E+00        | 2,42E-01                       | 5,24E-10          | 3,59E-04                      | 8,51E-05                      | 3,04E-06                                      |
| 8,48E+02         | 7,54E+01        | 9,23E+02        | 7,26E+01                       | 1,69E-09          | 3,41E-01                      | 4,71E-02                      | 2,65E-02                                      |
| 1,30E+03         | 2,61E+02        | 1,56E+03        | 1,38E+02                       | 1,46E-09          | 1,97E-01                      | 2,12E-02                      | 1,32E-02                                      |
| 2,00E+00         | 1,66E-01        | 2,16E+00        | 2,22E-01                       | 3,67E-12          | 2,14E-04                      | 4,49E-05                      | 3,16E-06                                      |

End-of-Life (C3/C4 gemäß EN 15804)

| Baustoff       | Dicke<br>[m] | Breite<br>[m] | Abst.<br>[m] | V<br>[m³/m²] | Dichte<br>[kg/m³] | Masse<br>[kg/m²] |
|----------------|--------------|---------------|--------------|--------------|-------------------|------------------|
| Außenputz      | 0,02         | 1             | 1            | 0,02         | 1550              | 31               |
| Wärmedämmung   | 0,12         | 1             | 1            | 0,12         | 46,25             | 5,55             |
| Hochlochziegel | 0,25         | 1             | 1            | 0,25         | 575               | 143,8            |
| Innenputz      | 0,015        | 1             | 1            | 0,015        | 1400              | 21               |
| SUMME          | 0,405        | 1             | 1            | 0,405        | 3571              | 201,3            |

| Baustoff       | Quelle     | Quellenbezeichnung     | Quellnr |
|----------------|------------|------------------------|---------|
| Außenputz      | oekobaudat | Putzmörtel-Normalputz/ | 1.4.04  |
| Wärmedämmung   | oekobaudat | Bauschutt-Deponierung  | 9.5.02  |
| Hochlochziegel | oekobaudat | Mauerziegel            | 1.3.02  |
| Innenputz      | oekobaudat | Bauschuttaufbereitung  | 9.5.01  |

| Sachbilanz       |                 |                 | Wirkungsbilanz                  |                    |                                |                                |                                                |
|------------------|-----------------|-----------------|---------------------------------|--------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------|
|                  |                 |                 | global                          |                    | regional                       | lokal                          |                                                |
| PENRT<br>[MJ/m²] | PERT<br>[MJ/m²] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> e/m²] | ODP<br>[kgR11e/m²] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> e/m²] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> e/m²] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> e/m²] |
| 6,29E+00         | 4,68E-01        | 6,76E+00        | 4,50E-01                        | 3,44E-10           | 2,74E-03                       | 3,75E-04                       | 2,87E-04                                       |
| 1,22E+00         | 1,20E-01        | 1,34E+00        | 8,95E-02                        | 1,43E-12           | 5,43E-04                       | 7,45E-05                       | 5,09E-05                                       |
| 7,08E+00         | 3,90E-01        | 7,47E+00        | -2,52E+00                       | 4,87E-12           | 2,65E-03                       | 6,08E-04                       | 3,68E-04                                       |
| 1,11E+00         | 7,82E-02        | 1,19E+00        | 5,73E-02                        | 8,89E-13           | 4,05E-04                       | 1,01E-04                       | 5,76E-05                                       |
| 1,57E+01         | 1,06E+00        | 1,68E+01        | -1,92E+00                       | 3,51E-10           | 6,34E-03                       | 1,16E-03                       | 7,63E-04                                       |

| PENRT<br>[MJ/kg] | PERT<br>[MJ/kg] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> /kg] | ODP<br>[kgR11/kg] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> /kg] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> /kg] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /kg] |
|------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------|
| 2,03E-01         | 1,51E-02        | 2,18E-01        | 1,45E-02                       | 1,11E-11          | 8,84E-05                      | 1,21E-05                      | 9,25E-06                                      |
| 2,19E-01         | 2,16E-02        | 2,41E-01        | 1,61E-02                       | 2,58E-13          | 9,79E-05                      | 1,34E-05                      | 9,18E-06                                      |
| 2,83E+01         | 1,56E+00        | 2,99E+01        | -1,01E+01                      | 1,95E-11          | 1,06E-02                      | 2,43E-03                      | 1,47E-03                                      |
| 5,30E-02         | 3,72E-03        | 5,68E-02        | 2,73E-03                       | 4,23E-14          | 1,93E-05                      | 4,81E-06                      | 2,75E-06                                      |

|    |
|----|
| C4 |
| C4 |
| C3 |
| C3 |

Recyclingpotential (D gemäß EN 15804)

| Baustoff       | Dicke<br>[m] | Breite<br>[m] | Abst.<br>[m] | V<br>[m³/m²] | Dichte<br>[kg/m³] | Masse<br>[kg/m²] |
|----------------|--------------|---------------|--------------|--------------|-------------------|------------------|
| Außenputz      | 0,02         | 1             | 1            | 0,02         | 1550              | 31               |
| Wärmedämmung   | 0,12         | 1             | 1            | 0,12         | 46,25             | 5,55             |
| Hochlochziegel | 0,25         | 1             | 1            | 0,25         | 575               | 143,8            |
| Innenputz      | 0,015        | 1             | 1            | 0,015        | 1400              | 21               |
| <b>SUMME</b>   | <b>0,405</b> | <b>1</b>      | <b>1</b>     | <b>0,405</b> | <b>3571</b>       | <b>201,3</b>     |

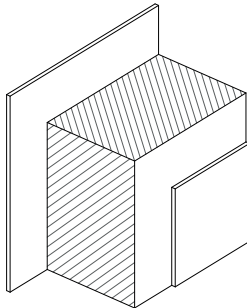
| Baustoff       | Quelle     | Quellenbezeichnung     | Quellnr. |
|----------------|------------|------------------------|----------|
| Außenputz      | oekobaudat | Putzmörtel-Normalputz/ | 1.4.04   |
| Wärmedämmung   |            |                        |          |
| Hochlochziegel | oekobaudat | Mauerziegel            | 1.3.02   |
| Innenputz      |            |                        |          |

| Sachbilanz       |                  |                  | Wirkungsbilanz     |                    |                   |                   |                      |
|------------------|------------------|------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|----------------------|
|                  |                  |                  | global             |                    | regional          | lokal             |                      |
| PENRT<br>[MJ/m²] | PERT<br>[MJ/m²]  | Σ PE<br>[MJ/m²]  | GWP<br>[kgCO₂e/m²] | ODP<br>[kgR11e/m²] | AP<br>[kgSO₂e/m²] | EP<br>[kgPO₄e/m²] | POCP<br>[kgC₂H₄e/m²] |
| -8,65E+00        | -7,94E-01        | -9,44E+00        | -5,67E-01          | -1,64E-10          | -8,09E-04         | -8,99E-05         | -7,72E-05            |
| 0,00E+00         | 0,00E+00         | 0,00E+00         | 0,00E+00           | 0,00E+00           | 0,00E+00          | 0,00E+00          | 0,00E+00             |
| -2,57E+01        | -2,38E+00        | -2,80E+01        | -1,76E+00          | -4,79E-11          | -4,89E-03         | -9,59E-04         | 7,88E-04             |
| 0,00E+00         | 0,00E+00         | 0,00E+00         | 0,00E+00           | 0,00E+00           | 0,00E+00          | 0,00E+00          | 0,00E+00             |
| <b>-3,43E+01</b> | <b>-3,17E+00</b> | <b>-3,75E+01</b> | <b>-2,32E+00</b>   | <b>-2,12E-10</b>   | <b>-5,70E-03</b>  | <b>-1,05E-03</b>  | <b>7,11E-04</b>      |

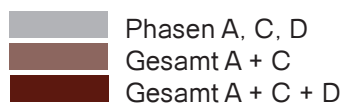
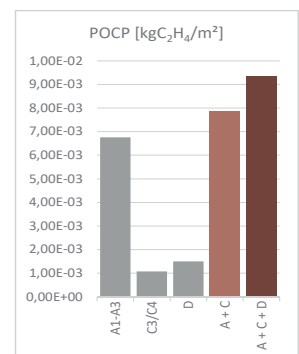
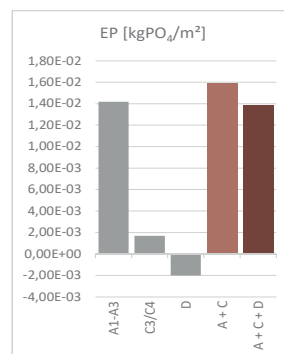
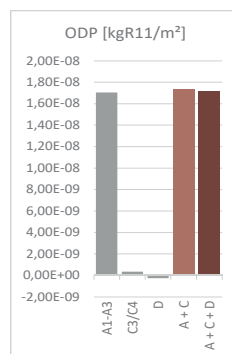
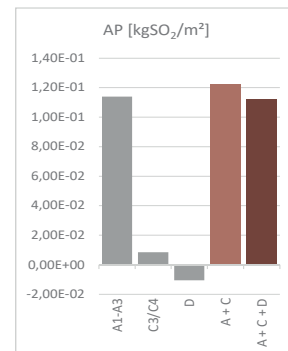
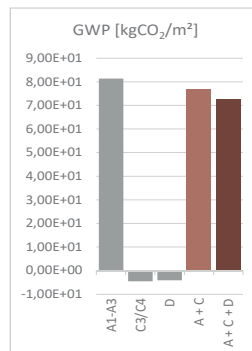
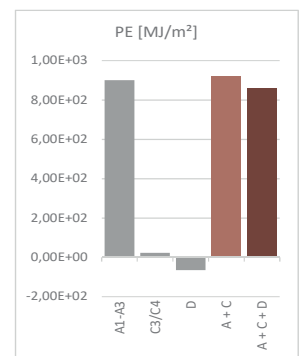
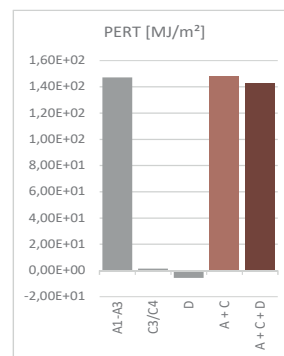
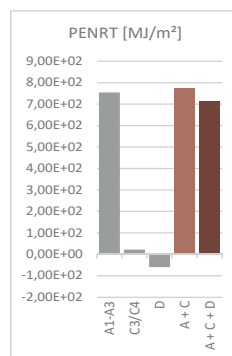
| PENRT<br>[MJ/kg] | PERT<br>[MJ/kg] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO₂/kg] | ODP<br>[kgR11/kg] | AP<br>[kgSO₂/kg] | EP<br>[kgPO₄/kg] | POCP<br>[kgC₂H₄/kg] |
|------------------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|---------------------|
| -2,79E-01        | -2,56E-02       | -3,05E-01       | -1,83E-02         | -5,30E-12         | -2,61E-05        | -2,90E-06        | -2,49E-06           |
| -1,03E+02        | -9,52E+00       | -1,12E+02       | -7,03E+00         | -1,92E-10         | -1,96E-02        | -3,84E-03        | 3,15E-03            |

# Anhang

## Hochlochziegelwand 50cm



|                        |                  | PENRT<br>[MJ/kg] | PERT<br>[MJ/kg] | $\Sigma$ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> /kg] | ODP<br>[kgR11/kg] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> /kg] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> /kg] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /kg] |
|------------------------|------------------|------------------|-----------------|------------------------|--------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------|
| Herstellungsphase      | A1-A3            | 7,54E+02         | 1,47E+02        | 9,01E+02               | 8,13E+01                       | 1,71E-08          | 1,14E-01                      | 1,42E-02                      | 6,76E-03                                      |
| End-of-Life            | C3/C4            | 2,16E+01         | 1,33E+00        | 2,29E+01               | -4,52E+00                      | 3,55E-10          | 8,45E-03                      | 1,69E-03                      | 1,08E-03                                      |
| Recyclingpotential     | D                | -5,99E+01        | -5,56E+00       | -6,55E+01              | -4,08E+00                      | -2,60E-10         | -1,06E-02                     | -2,01E-03                     | 1,50E-03                                      |
| <b>Gesamt (ohne D)</b> | <b>A + C</b>     | <b>7,75E+02</b>  | <b>1,48E+02</b> | <b>9,24E+02</b>        | <b>7,68E+01</b>                | <b>1,74E-08</b>   | <b>1,22E-01</b>               | <b>1,59E-02</b>               | <b>7,84E-03</b>                               |
| <b>Gesamt</b>          | <b>A + C + D</b> | <b>7,15E+02</b>  | <b>1,43E+02</b> | <b>8,58E+02</b>        | <b>7,27E+01</b>                | <b>1,71E-08</b>   | <b>1,12E-01</b>               | <b>1,39E-02</b>               | <b>9,33E-03</b>                               |



## Hochlochziegelwand 50

Herstellungsphase (A1 - A3 gemäß EN 15804)

| Baustoff       | Dicke<br>[m] | Breite<br>[m] | Abst.<br>[m] | V<br>[m³/m²] | Dichte<br>[kg/m³] | Masse<br>[kg/m²] |
|----------------|--------------|---------------|--------------|--------------|-------------------|------------------|
| Außenputz      | 0,02         | 1             | 1            | 0,02         | 1550              | 31               |
| Hochlochziegel | 0,5          | 1             | 1            | 0,5          | 575               | 287,5            |
| Innenputz      | 0,015        | 1             | 1            | 0,015        | 1400              | 21               |
| <b>SUMME</b>   | <b>0,535</b> | <b>1</b>      | <b>1</b>     | <b>0,535</b> | <b>3525</b>       | <b>339,5</b>     |

| Baustoff       | Quelle     | Quellenbezeichnung     | QuellNr |
|----------------|------------|------------------------|---------|
| Außenputz      | oekobaudat | Putzmörtel-Normalputz/ | 1.4.04  |
| Hochlochziegel | oekobaudat | Mauerziegel            | 1.3.02  |
| Innenputz      | oekobaudat | Kalk-Gips-Innenputz    | 1.4.04  |

| Sachbilanz       |                 |                 | Wirkungsbilanz                  |                    |                                |                                |                                                |
|------------------|-----------------|-----------------|---------------------------------|--------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------|
|                  |                 |                 | global                          |                    | regional                       | lokal                          |                                                |
| PENRT<br>[MJ/m²] | PERT<br>[MJ/m²] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> e/m²] | ODP<br>[kgR11e/m²] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> e/m²] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> e/m²] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> e/m²] |
| 6,42E+01         | 1,29E+01        | 7,71E+01        | 7,50E+00                        | 1,62E-08           | 1,11E-02                       | 2,64E-03                       | 9,42E-05                                       |
| 6,48E+02         | 1,31E+02        | 7,78E+02        | 6,92E+01                        | 7,30E-10           | 9,84E-02                       | 1,06E-02                       | 6,60E-03                                       |
| 4,20E+01         | 3,48E+00        | 4,55E+01        | 4,67E+00                        | 7,70E-11           | 4,50E-03                       | 9,44E-04                       | 6,63E-05                                       |
| <b>7,54E+02</b>  | <b>1,47E+02</b> | <b>9,01E+02</b> | <b>8,13E+01</b>                 | <b>1,71E-08</b>    | <b>1,14E-01</b>                | <b>1,42E-02</b>                | <b>6,76E-03</b>                                |

| PENRT<br>[MJ/kg] | PERT<br>[MJ/kg] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> /kg] | ODP<br>[kgR11/kg] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> /kg] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> /kg] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /kg] |
|------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------|
| 2,07E+00         | 4,16E-01        | 2,49E+00        | 2,42E-01                       | 5,24E-10          | 3,59E-04                      | 8,51E-05                      | 3,04E-06                                      |
| 1,30E+03         | 2,61E+02        | 1,56E+03        | 1,38E+02                       | 1,46E-09          | 1,97E-01                      | 2,12E-02                      | 1,32E-02                                      |
| 2,00E+00         | 1,66E-01        | 2,16E+00        | 2,22E-01                       | 3,67E-12          | 2,14E-04                      | 4,49E-05                      | 3,16E-06                                      |

End-of-Life (C3/C4 gemäß EN 15804)

| Baustoff       | Dicke<br>[m] | Breite<br>[m] | Abst.<br>[m] | V<br>[m³/m²] | Dichte<br>[kg/m³] | Masse<br>[kg/m²] |
|----------------|--------------|---------------|--------------|--------------|-------------------|------------------|
| Außenputz      | 0,02         | 1             | 1            | 0,02         | 1550              | 31               |
| Hochlochziegel | 0,5          | 1             | 1            | 0,5          | 575               | 287,5            |
| Innenputz      | 0,015        | 1             | 1            | 0,015        | 1400              | 21               |
| <b>SUMME</b>   | <b>0,535</b> | <b>1</b>      | <b>1</b>     | <b>0,535</b> | <b>3525</b>       | <b>339,5</b>     |

| Baustoff       | Quelle     | Quellenbezeichnung     | QuellNr |
|----------------|------------|------------------------|---------|
| Außenputz      | oekobaudat | Putzmörtel-Normalputz/ | 1.4.04  |
| Hochlochziegel | oekobaudat | Mauerziegel            | 1.3.02  |
| Innenputz      | oekobaudat | Bauschuttauflbereitung | 9.5.01  |

| Sachbilanz       |                 |                 | Wirkungsbilanz                  |                    |                                |                                |                                                |
|------------------|-----------------|-----------------|---------------------------------|--------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------|
|                  |                 |                 | global                          |                    | regional                       | lokal                          |                                                |
| PENRT<br>[MJ/m²] | PERT<br>[MJ/m²] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> e/m²] | ODP<br>[kgR11e/m²] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> e/m²] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> e/m²] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> e/m²] |
| 6,29E+00         | 4,68E-01        | 6,76E+00        | 4,50E-01                        | 3,44E-10           | 2,74E-03                       | 3,75E-04                       | 2,87E-04                                       |
| 1,42E+01         | 7,80E-01        | 1,49E+01        | -5,03E+00                       | 9,75E-12           | 5,30E-03                       | 1,22E-03                       | 7,36E-04                                       |
| 1,11E+00         | 7,82E-02        | 1,19E+00        | 5,73E-02                        | 8,89E-13           | 4,05E-04                       | 1,01E-04                       | 5,76E-05                                       |
| <b>2,16E+01</b>  | <b>1,33E+00</b> | <b>2,29E+01</b> | <b>-4,52E+00</b>                | <b>3,55E-10</b>    | <b>8,45E-03</b>                | <b>1,69E-03</b>                | <b>1,08E-03</b>                                |

| PENRT<br>[MJ/kg] | PERT<br>[MJ/kg] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> /kg] | ODP<br>[kgR11/kg] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> /kg] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> /kg] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /kg] |
|------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------|
| 2,03E-01         | 1,51E-02        | 2,18E-01        | 1,45E-02                       | 1,11E-11          | 8,84E-05                      | 1,21E-05                      | 9,25E-06                                      |
| 2,83E+01         | 1,56E+00        | 2,99E+01        | -1,01E+01                      | 1,95E-11          | 1,06E-02                      | 2,43E-03                      | 1,47E-03                                      |
| 5,30E-02         | 3,72E-03        | 5,68E-02        | 2,73E-03                       | 4,23E-14          | 1,93E-05                      | 4,81E-06                      | 2,75E-06                                      |

C4

C3

C3

# Anhang

## Recyclingpotential (D gemäß EN 15804)

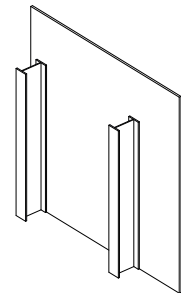
| Baustoff       | Dicke<br>[m] | Breite<br>[m] | Abst.<br>[m] | V<br>[m³/m²] | Dichte<br>[kg/m³] | Masse<br>[kg/m²] |
|----------------|--------------|---------------|--------------|--------------|-------------------|------------------|
| Außenputz      | 0,02         | 1             | 1            | 0,02         | 1550              | 31               |
| Hochlochziegel | 0,5          | 1             | 1            | 0,5          | 575               | 287,5            |
| Innenputz      | 0,015        | 1             | 1            | 0,015        | 1400              | 21               |
| <b>SUMME</b>   | <b>0,535</b> | <b>1</b>      | <b>1</b>     | <b>0,535</b> | <b>3525</b>       | <b>339,5</b>     |

| Baustoff       | Quelle     | Quellenbezeichnung     | Quellnr. |
|----------------|------------|------------------------|----------|
| Außenputz      | oekobaudat | Putzmörtel-Normalputz/ | 1.4.04   |
| Hochlochziegel | oekobaudat | Mauerziegel            | 1.3.02   |
| Innenputz      |            |                        |          |

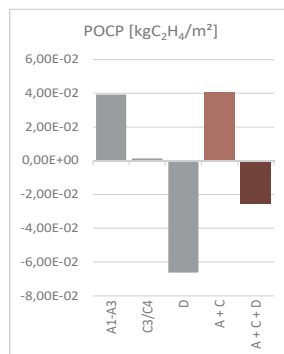
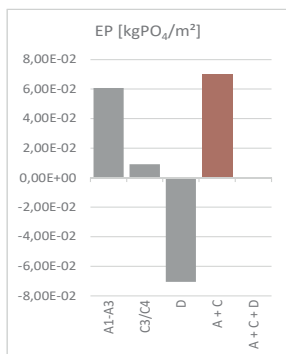
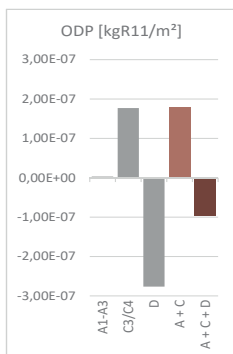
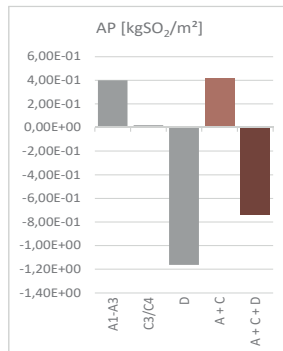
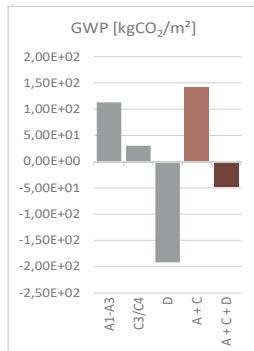
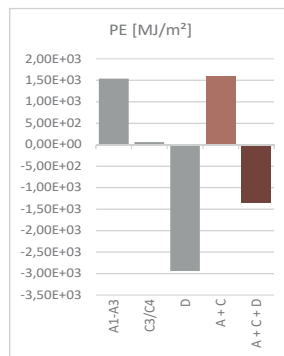
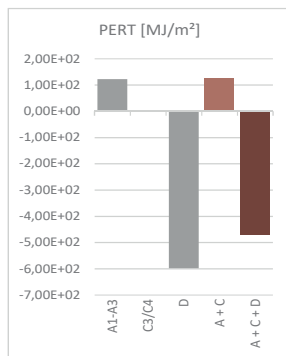
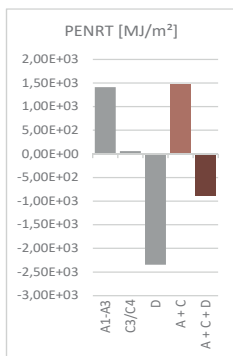
| Sachbilanz       |                  |                  | Wirkungsbilanz                  |                    |                                |                                |                                                |
|------------------|------------------|------------------|---------------------------------|--------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------|
|                  |                  |                  | global                          |                    | regional                       | lokal                          |                                                |
| PENRT<br>[MJ/m²] | PERT<br>[MJ/m²]  | Σ PE<br>[MJ/m²]  | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> e/m²] | ODP<br>[kgR11e/m²] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> e/m²] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> e/m²] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> e/m²] |
| -8,65E+00        | -7,94E-01        | -9,44E+00        | -5,67E-01                       | -1,64E-10          | -8,09E-04                      | -8,99E-05                      | -7,72E-05                                      |
| -5,13E+01        | -4,76E+00        | -5,61E+01        | -3,51E+00                       | -9,59E-11          | -9,79E-03                      | -1,92E-03                      | 1,58E-03                                       |
| 0,00E+00         | 0,00E+00         | 0,00E+00         | 0,00E+00                        | 0,00E+00           | 0,00E+00                       | 0,00E+00                       | 0,00E+00                                       |
| <b>-5,99E+01</b> | <b>-5,56E+00</b> | <b>-6,55E+01</b> | <b>-4,08E+00</b>                | <b>-2,60E-10</b>   | <b>-1,06E-02</b>               | <b>-2,01E-03</b>               | <b>1,50E-03</b>                                |

| PENRT<br>[MJ/kg] | PERT<br>[MJ/kg] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> /kg] | ODP<br>[kgR11/kg] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> /kg] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> /kg] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /kg] |
|------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------|
| -2,79E-01        | -2,56E-02       | -3,05E-01       | -1,83E-02                      | -5,30E-12         | -2,61E-05                     | -2,90E-06                     | -2,49E-06                                     |
| -1,03E+02        | -9,52E+00       | -1,12E+02       | -7,03E+00                      | -1,92E-10         | -1,96E-02                     | -3,84E-03                     | 3,15E-03                                      |
|                  |                 |                 |                                |                   |                               |                               |                                               |

# Stahl-Glas-Fassade



|                        |                  | PENRT<br>[MJ/kg] | PERT<br>[MJ/kg]  | Σ PE<br>[MJ/m²]  | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> /kg] | ODP<br>[kgR11/kg] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> /kg] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> /kg] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /kg] |
|------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|--------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------|
| Herstellungsphase      | A1-A3            | 1,41E+03         | 1,23E+02         | 1,53E+03         | 1,13E+02                       | 3,14E-09          | 3,99E-01                      | 6,07E-02                      | 3,93E-02                                      |
| End-of-Life            | C3/C4            | 5,50E+01         | 3,93E+00         | 5,89E+01         | 3,02E+01                       | 1,77E-07          | 2,03E-02                      | 9,06E-03                      | 1,33E-03                                      |
| Recyclingpotential     | D                | -2,35E+03        | -5,98E+02        | -2,94E+03        | -1,92E+02                      | -2,77E-07         | -1,16E+00                     | -7,06E-02                     | -6,63E-02                                     |
| <b>Gesamt (ohne D)</b> | <b>A + C</b>     | <b>1,47E+03</b>  | <b>1,27E+02</b>  | <b>1,59E+03</b>  | <b>1,43E+02</b>                | <b>1,80E-07</b>   | <b>4,19E-01</b>               | <b>6,98E-02</b>               | <b>4,06E-02</b>                               |
| <b>Gesamt</b>          | <b>A + C + D</b> | <b>-8,79E+02</b> | <b>-4,71E+02</b> | <b>-1,35E+03</b> | <b>-4,87E+01</b>               | <b>-9,67E-08</b>  | <b>-7,43E-01</b>              | <b>-8,27E-04</b>              | <b>-2,56E-02</b>                              |



Phasen A, C, D  
Gesamt A + C  
Gesamt A + C + D

Stahl-Glas Fassade

Herstellungsphase (A1 - A3 gemäß EN 15804)

| Baustoff          | Dicke<br>[m] | Breite<br>[m] | Abst.<br>[m] | V<br>[m³/m²] | Dichte<br>[kg/m³] | Masse<br>[kg/m²] |
|-------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|-------------------|------------------|
| Glasscheibe       |              | 1             | 1            | 0            |                   | 9,72             |
| Stahlprofil       | 0,14         | 0,06          | 1,25         | 0,007        | 7850              | 52,75            |
| Dämmung im Profil | 0,13         | 0,05          | 1,25         | 0,005        | 46,25             | 0,241            |
| SUMME             | 0,27         | 1             | 1            | 0,012        | 7896              | 62,71            |

| Baustoff          | Quelle     | Quellenbezeichnung       | Quellnr |
|-------------------|------------|--------------------------|---------|
| Glasscheibe       | oekobaudat | Dreifachverglasung       | 7.2.01  |
| Stahlprofil       | oekobaudat | Stahlprofil              | 4.1.03  |
| Dämmung im Profil | oekobaudat | Mineralwolle (Fassaden-i | 2.1.01  |

End-of-Life (C3/C4 gemäß EN 15804)

| Baustoff          | Dicke<br>[m] | Breite<br>[m] | Abst.<br>[m] | V<br>[m³/m²] | Dichte<br>[kg/m³] | Masse<br>[kg/m²] |
|-------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|-------------------|------------------|
| Glasscheibe       |              | 1             | 1            | 0            |                   | 85,95            |
| Stahlprofil       | 0,14         | 0,06          | 1,25         | 0,007        | 7850              | 52,75            |
| Dämmung im Profil | 0,13         | 0,05          | 1,25         | 0,005        | 46,25             | 0,241            |
| SUMME             | 0,27         | 1             | 1            | 0,012        | 7896              | 138,9            |

| Baustoff          | Quelle     | Quellenbezeichnung      | Quellnr |
|-------------------|------------|-------------------------|---------|
| Glasscheibe       | oekobaudat | Glaselement F 1m² Fläch | 7.2.01  |
| Stahlprofil       | oekobaudat | Stahlprofil             | 4.1.03  |
| Dämmung im Profil | oekobaudat | Bauschutt-Deponierung   | 9.5.02  |

| Sachbilanz       |                 |                 | Wirkungsbilanz     |                    |                   |                   |                      |
|------------------|-----------------|-----------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|----------------------|
|                  |                 |                 | global             |                    | regional          | lokal             |                      |
| PENRT<br>[MJ/m²] | PERT<br>[MJ/m²] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO₂e/m²] | ODP<br>[kgR11e/m²] | AP<br>[kgSO₂e/m²] | EP<br>[kgPO₄e/m²] | POCP<br>[kgC₂H₄e/m²] |
| 7,27E+02         | 3,63E+01        | 7,63E+02        | 5,86E+01           | 9,11E-10           | 2,45E-01          | 4,67E-02          | 2,03E-02             |
| 6,81E+02         | 8,60E+01        | 7,67E+02        | 5,40E+01           | 2,22E-09           | 1,52E-01          | 1,38E-02          | 1,89E-02             |
| 4,41E+00         | 3,92E-01        | 4,80E+00        | 3,77E-01           | 8,79E-12           | 1,78E-03          | 2,45E-04          | 1,38E-04             |
| 1,41E+03         | 1,23E+02        | 1,53E+03        | 1,13E+02           | 3,14E-09           | 3,99E-01          | 6,07E-02          | 3,93E-02             |

| PENRT<br>[MJ/kg] | PERT<br>[MJ/kg] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO₂/kg] | ODP<br>[kgR11/kg] | AP<br>[kgSO₂/kg] | EP<br>[kgPO₄/kg] | POCP<br>[kgC₂H₄/kg] |
|------------------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|---------------------|
| 7,27E+02         | 3,63E+01        | 7,63E+02        | 5,86E+01          | 9,11E-10          | 2,45E-01         | 4,67E-02         | 2,03E-02            |
| 1,29E+01         | 1,63E+00        | 1,45E+01        | 1,02E+00          | 4,20E-11          | 2,88E-03         | 2,61E-04         | 3,58E-04            |
| 8,48E+02         | 7,54E+01        | 9,23E+02        | 7,26E+01          | 1,69E-09          | 3,41E-01         | 4,71E-02         | 2,65E-02            |

| Sachbilanz       |                 |                 | Wirkungsbilanz     |                    |                   |                   |                      |
|------------------|-----------------|-----------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|----------------------|
|                  |                 |                 | global             |                    | regional          | lokal             |                      |
| PENRT<br>[MJ/m²] | PERT<br>[MJ/m²] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO₂e/m²] | ODP<br>[kgR11e/m²] | AP<br>[kgSO₂e/m²] | EP<br>[kgPO₄e/m²] | POCP<br>[kgC₂H₄e/m²] |
| 5,43E+01         | 3,86E+00        | 5,82E+01        | 3,01E+01           | 1,77E-07           | 2,00E-02          | 9,02E-03          | 1,30E-03             |
| 6,36E-01         | 6,26E-02        | 6,99E-01        | 4,68E-02           | 7,48E-13           | 2,84E-04          | 3,90E-05          | 2,69E-05             |
| 5,27E-02         | 5,19E-03        | 5,79E-02        | 3,88E-03           | 6,20E-14           | 2,35E-05          | 3,23E-06          | 2,21E-06             |
| 5,50E+01         | 3,93E+00        | 5,89E+01        | 3,02E+01           | 1,77E-07           | 2,03E-02          | 9,06E-03          | 1,33E-03             |

| PENRT<br>[MJ/kg] | PERT<br>[MJ/kg] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO₂/kg] | ODP<br>[kgR11/kg] | AP<br>[kgSO₂/kg] | EP<br>[kgPO₄/kg] | POCP<br>[kgC₂H₄/kg] |
|------------------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|---------------------|
| 5,43E+01         | 3,86E+00        | 5,82E+01        | 3,01E+01          | 1,77E-07          | 2,00E-02         | 9,02E-03         | 1,30E-03            |
| 1,21E-02         | 1,19E-03        | 1,32E-02        | 8,87E-04          | 1,42E-14          | 5,38E-06         | 7,38E-07         | 5,10E-07            |
| 2,19E-01         | 2,16E-02        | 2,41E-01        | 1,61E-02          | 2,58E-13          | 9,79E-05         | 1,34E-05         | 9,18E-06            |

C3  
C4  
C4

Recyclingpotential (D gemäß EN 15804)

| Baustoff          | Dicke<br>[m] | Breite<br>[m] | Abst.<br>[m] | V<br>[m³/m²] | Dichte<br>[kg/m³] | Masse<br>[kg/m²] |
|-------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|-------------------|------------------|
| Glasscheibe       |              | 1             | 1            | 0            |                   | 85,95            |
| Stahlprofil       | 0,14         | 0,06          | 1,25         | 0,007        | 7850              | 52,75            |
| Dämmung im Profil | 0,13         | 0,05          | 1,25         | 0,005        | 46,25             | 0,241            |
| <b>SUMME</b>      | 0,27         | 1             | 1            | 0,012        | 7896              | 138,9            |

| Baustoff          | Quelle     | Quellenbezeichnung      | Quellnr. |
|-------------------|------------|-------------------------|----------|
| Glasscheibe       | oekobaudat | Glaselement F 1m² Fläch | 7.2.01   |
| Stahlprofil       | oekobaudat | Stahlprofil             | 4.1.03   |
| Dämmung im Profil |            |                         |          |

| Sachbilanz       |                  |                  | Wirkungsbilanz     |                    |                   |                   |                      |
|------------------|------------------|------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|----------------------|
|                  |                  |                  | global             |                    | regional          | lokal             |                      |
| PENRT<br>[MJ/m²] | PERT<br>[MJ/m²]  | Σ PE<br>[MJ/m²]  | GWP<br>[kgCO₂e/m²] | ODP<br>[kgR11e/m²] | AP<br>[kgSO₂e/m²] | EP<br>[kgPO₄e/m²] | POCP<br>[kgC₂H₄e/m²] |
| -2,25E+03        | -6,01E+02        | -2,85E+03        | -1,81E+02          | -2,77E-07          | -1,12E+00         | -6,71E-02         | -6,00E-02            |
| -9,57E+01        | 3,23E+00         | -9,25E+01        | -1,08E+01          | 1,21E-10           | -4,22E-02         | -3,54E-03         | -6,26E-03            |
| 0,00E+00         | 0,00E+00         | 0,00E+00         | 0,00E+00           | 0,00E+00           | 0,00E+00          | 0,00E+00          | 0,00E+00             |
| <b>-2,35E+03</b> | <b>-5,98E+02</b> | <b>-2,94E+03</b> | <b>-1,92E+02</b>   | <b>-2,77E-07</b>   | <b>-1,16E+00</b>  | <b>-7,06E-02</b>  | <b>-6,63E-02</b>     |

| PENRT<br>[MJ/kg] | PERT<br>[MJ/kg] | Σ PE<br>[MJ/m²] | GWP<br>[kgCO₂/kg] | ODP<br>[kgR11/kg] | AP<br>[kgSO₂/kg] | EP<br>[kgPO₄/kg] | POCP<br>[kgC₂H₄/kg] |
|------------------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|---------------------|
| -2,25E+03        | -6,01E+02       | -2,85E+03       | -1,81E+02         | -2,77E-07         | -1,12E+00        | -6,71E-02        | -6,00E-02           |
| -1,82E+00        | 6,13E-02        | -1,75E+00       | -2,06E-01         | 2,29E-12          | -8,00E-04        | -6,71E-05        | -1,19E-04           |
|                  |                 |                 |                   |                   |                  |                  |                     |



# Anhang

## 1m³ Vollholz

### Vollholz

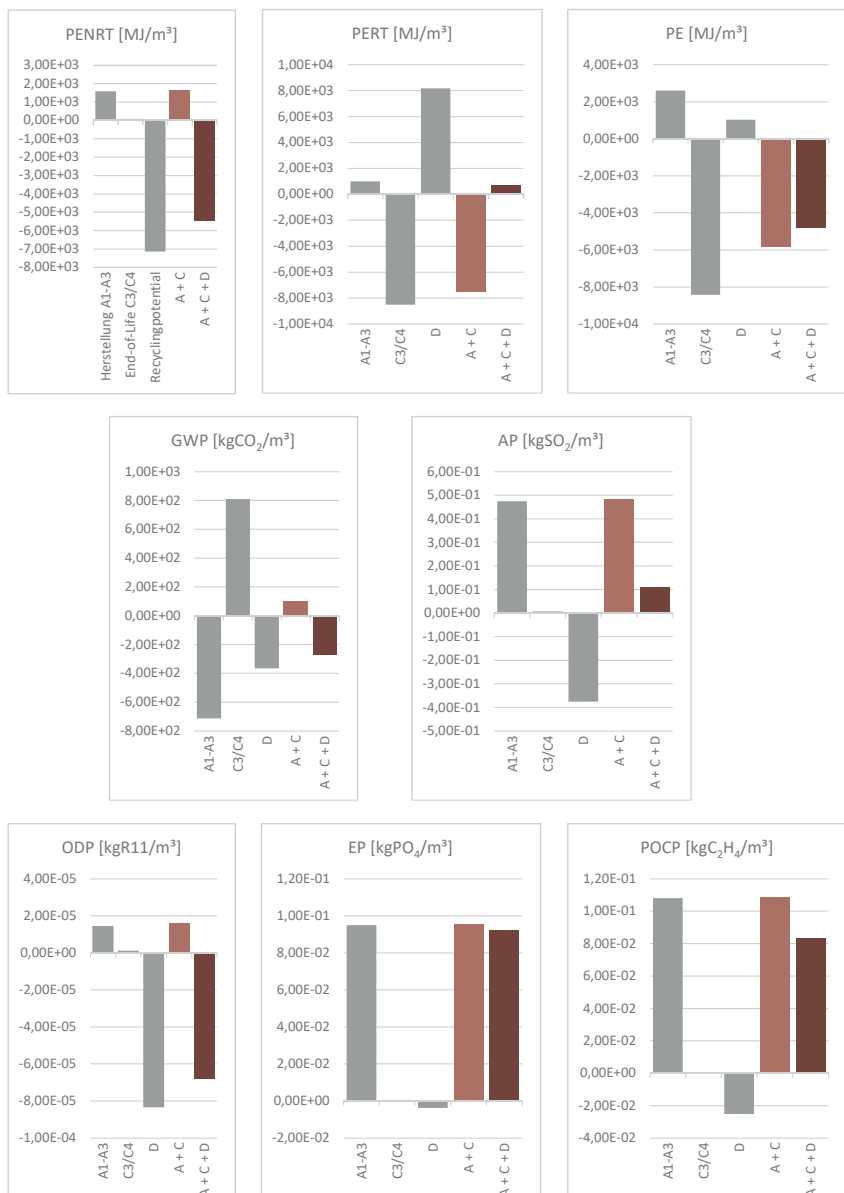
| Lebenszyklusphase  | Dicke<br>[m] | Breite<br>[m] | Abst.<br>[m] | V<br>[m³] | Dichte<br>[kg/m³] | Masse<br>[kg/m³] | Sachbilanz       |                 |                 | Wirkungsbilanz                  |                    |                                |                                |                                                |
|--------------------|--------------|---------------|--------------|-----------|-------------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|---------------------------------|--------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------|
|                    |              |               |              |           |                   |                  | PENRT<br>[MJ/m³] | PERT<br>[MJ/m³] | Σ PE<br>[MJ/m³] | global                          |                    | regional                       | lokal                          |                                                |
|                    |              |               |              |           |                   |                  |                  |                 |                 | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> e/m³] | ODP<br>[kgR11e/m³] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> e/m³] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> e/m³] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> e/m³] |
| Herstellung A1-A3  | 1            | 1             | 1            | 1         | 492,9             | 492,9            | 1,59E+03         | 1,01E+03        | 2,60E+03        | -7,12E+02                       | 1,45E-05           | 4,75E-01                       | 9,50E-02                       | 1,08E-01                                       |
| End-of-Life C3/C4  | 1            | 1             | 1            | 1         | 492,9             | 492,9            | 8,26E+01         | -8,50E+03       | -8,42E+03       | 8,10E+02                        | 1,19E-06           | 6,98E-03                       | 5,89E-04                       | 4,64E-04                                       |
| Recyclingpotential | 1            | 1             | 1            | 1         | 492,9             | 492,9            | -7,14E+03        | 8,17E+03        | 1,04E+03        | -3,65E+02                       | -8,34E-05          | -3,75E-01                      | -3,67E-03                      | -2,52E-02                                      |

| Lebenszyklusphase  | Quelle     | Quellenbezeichnung    | Quellnr | PENRT<br>[MJ/kg] | PERT<br>[MJ/kg] | Σ PE<br>[MJ/m³] | GWP<br>[kgCO <sub>2</sub> /kg] | ODP<br>[kgR11/kg] | AP<br>[kgSO <sub>2</sub> /kg] | EP<br>[kgPO <sub>4</sub> /kg] | POCP<br>[kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /kg] |
|--------------------|------------|-----------------------|---------|------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------|
| Herstellung A1-A3  | oekobaudat | Konstruktionsvollholz | 3.1.02  | 1,59E+03         | 1,01E+03        | 2,60E+03        | -7,12E+02                      | 1,45E-05          | 4,75E-01                      | 9,50E-02                      | 1,08E-01                                      |
| End-of-Life C3/C4  | oekobaudat | Konstruktionsvollholz | 3.1.02  | 8,26E+01         | -8,50E+03       | -8,42E+03       | 8,10E+02                       | 1,19E-06          | 6,98E-03                      | 5,89E-04                      | 4,64E-04                                      |
| Recyclingpotential | oekobaudat | Konstruktionsvollholz | 3.1.02  | -7,14E+03        | 8,17E+03        | 1,04E+03        | -3,65E+02                      | -8,34E-05         | -3,75E-01                     | -3,67E-03                     | -2,52E-02                                     |

C3

|                        |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                 |                 |                 |
|------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| <b>Gesamt (ohne D)</b> | <b>A + C</b>     | <b>1,67E+03</b>  | <b>-7,49E+03</b> | <b>-5,82E+03</b> | <b>9,80E+01</b>  | <b>1,57E-05</b>  | <b>4,82E-01</b> | <b>9,56E-02</b> | <b>1,08E-01</b> |
| <b>Gesamt</b>          | <b>A + C + D</b> | <b>-5,46E+03</b> | <b>6,80E+02</b>  | <b>-4,78E+03</b> | <b>-2,67E+02</b> | <b>-6,77E-05</b> | <b>1,07E-01</b> | <b>9,19E-02</b> | <b>8,33E-02</b> |



## Brettschichtholz

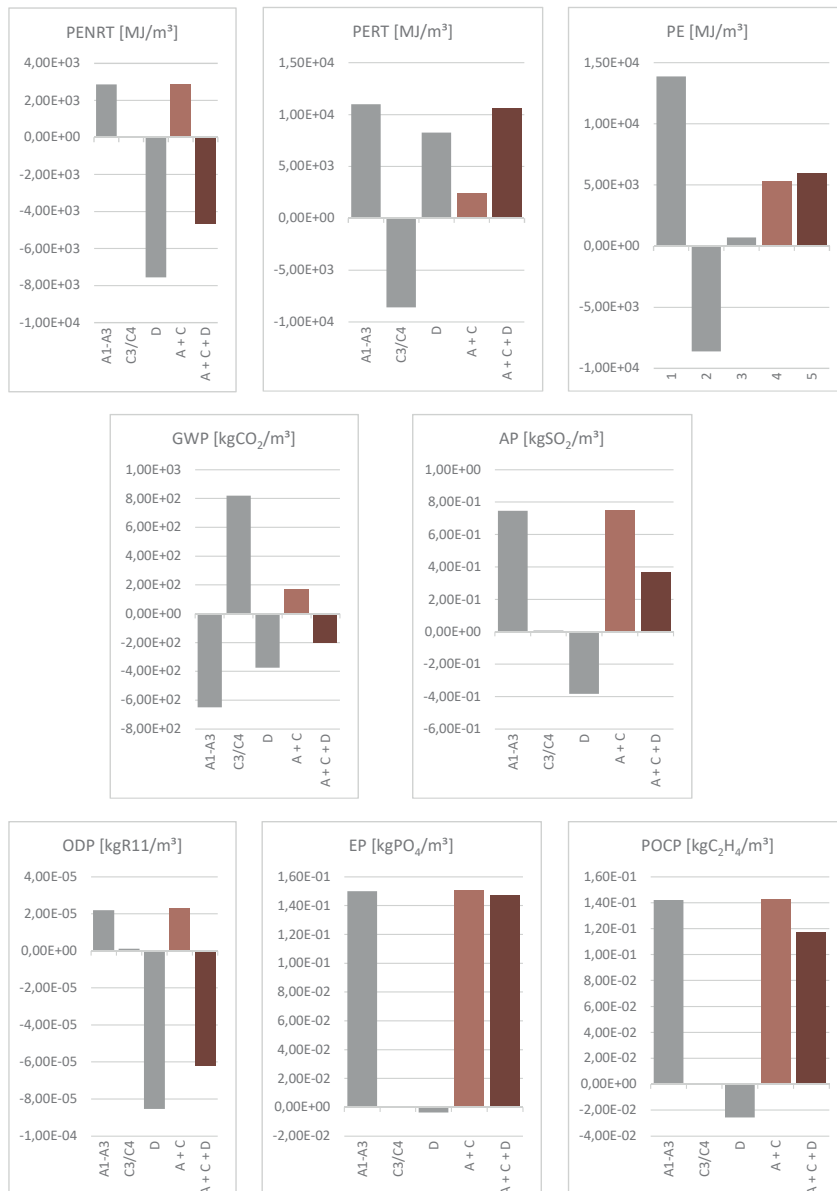
| Lebenszyklusphase  | Dicke [m] | Breite [m] | Abst. [m] | V [m <sup>3</sup> ] | Dichte [kg/m <sup>3</sup> ] | Masse [kg/m <sup>2</sup> ] | Sachbilanz                 |                           |                           | Wirkungsbilanz                            |                              |                                          |                                          |                                                          |
|--------------------|-----------|------------|-----------|---------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------------------|------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
|                    |           |            |           |                     |                             |                            | PENRT [MJ/m <sup>3</sup> ] | PERT [MJ/m <sup>3</sup> ] | Σ PE [MJ/m <sup>3</sup> ] | global                                    |                              | regional                                 | lokal                                    |                                                          |
|                    |           |            |           |                     |                             |                            |                            |                           |                           | GWP [kgCO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup> ] | ODP [kgR11e/m <sup>3</sup> ] | AP [kgSO <sub>2</sub> e/m <sup>3</sup> ] | EP [kgPO <sub>4</sub> e/m <sup>3</sup> ] | POCP [kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> e/m <sup>3</sup> ] |
| Herstellung A1-A3  | 1         | 1          | 1         | 1                   | 507,1                       | 507,1                      | 2,87E+03                   | 1,10E+04                  | 1,39E+04                  | -6,50E+02                                 | 2,19E-05                     | 7,46E-01                                 | 1,50E-01                                 | 1,42E-01                                                 |
| End-of-Life C3/C4  | 1         | 1          | 1         | 1                   | 507,1                       | 507,1                      | -2,00E-01                  | -8,60E+03                 | -8,60E+03                 | 8,19E+02                                  | 1,19E-06                     | 6,98E-03                                 | 5,89E-04                                 | 4,64E-04                                                 |
| Recyclingpotential | 1         | 1          | 1         | 1                   | 507,1                       | 507,1                      | -7,55E+03                  | 8,26E+03                  | 7,11E+02                  | -3,74E+02                                 | -8,53E-05                    | -3,84E-01                                | -3,73E-03                                | -2,57E-02                                                |

| Lebenszyklusphase  | Quelle     | Quellenbezeichnung        | Quellnr | PENRT [MJ/kg] | PERT [MJ/kg] | Σ PE [MJ/m <sup>2</sup> ] | GWP [kgCO <sub>2</sub> /kg] | ODP [kgR11/kg] | AP [kgSO <sub>2</sub> /kg] | EP [kgPO <sub>4</sub> /kg] | POCP [kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /kg] |
|--------------------|------------|---------------------------|---------|---------------|--------------|---------------------------|-----------------------------|----------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------------------------|
| Herstellung A1-A3  | oekobaudat | Brettschichtholz - Standa | 3.1.04  | 2,87E+03      | 1,10E+04     | 1,39E+04                  | -6,50E+02                   | 2,19E-05       | 7,46E-01                   | 1,50E-01                   | 1,42E-01                                   |
| End-of-Life C3/C4  | oekobaudat | Brettschichtholz - Standa | 3.1.04  | -2,00E-01     | -8,60E+03    | -8,60E+03                 | 8,19E+02                    | 1,19E-06       | 6,98E-03                   | 5,89E-04                   | 4,64E-04                                   |
| Recyclingpotential | oekobaudat | Brettschichtholz - Standa | 3.1.04  | -7,55E+03     | 8,26E+03     | 7,11E+02                  | -3,74E+02                   | -8,53E-05      | -3,84E-01                  | -3,73E-03                  | -2,57E-02                                  |

C3

|                        |                  |                  |                 |                 |                  |                  |                 |                 |                 |
|------------------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| <b>Gesamt (ohne D)</b> | <b>A + C</b>     | <b>2,87E+03</b>  | <b>2,40E+03</b> | <b>5,27E+03</b> | <b>1,69E+02</b>  | <b>2,31E-05</b>  | <b>7,53E-01</b> | <b>1,51E-01</b> | <b>1,42E-01</b> |
| <b>Gesamt</b>          | <b>1 + C + D</b> | <b>-4,68E+03</b> | <b>1,07E+04</b> | <b>5,98E+03</b> | <b>-2,05E+02</b> | <b>-6,22E-05</b> | <b>3,69E-01</b> | <b>1,47E-01</b> | <b>1,17E-01</b> |



# Anhang

## 1m³ Stahlprofil

### Stahlprofil

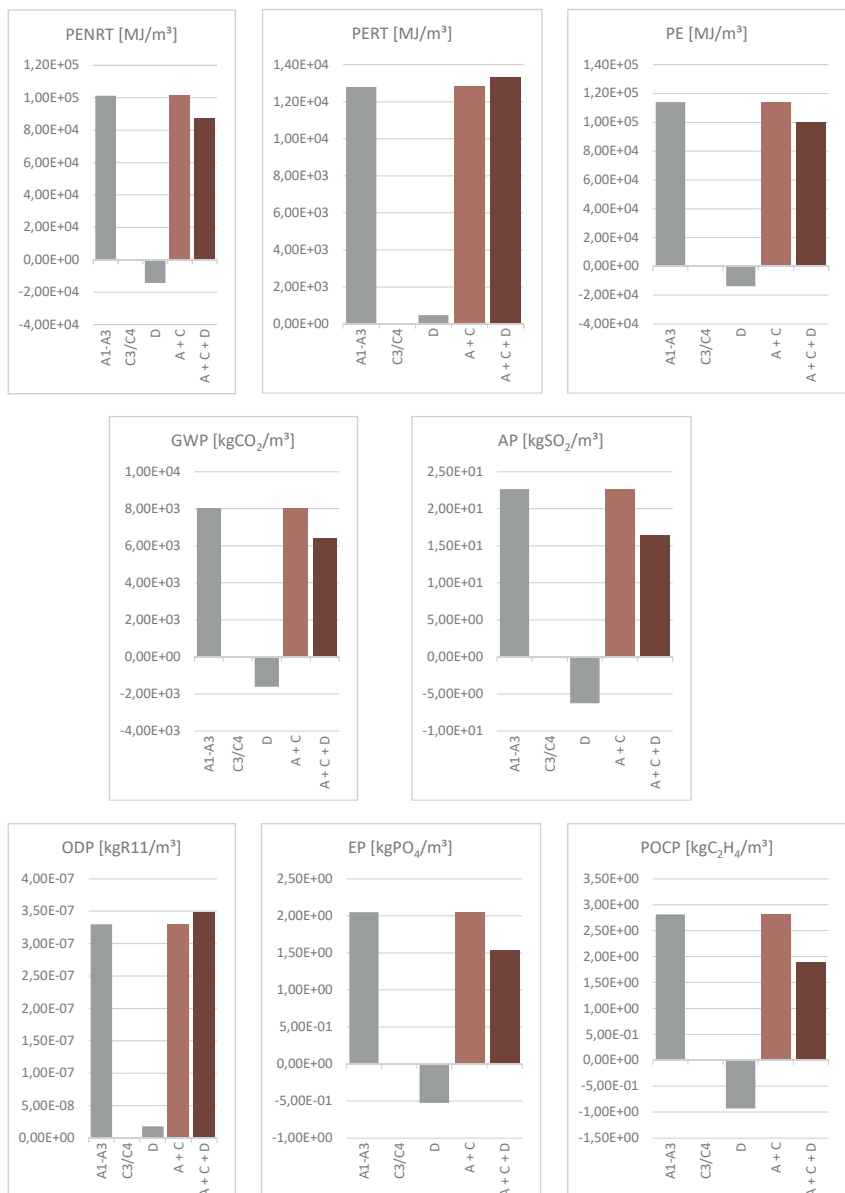
| Lebenszyklusphase  | Dicke [m] | Breite [m] | Abst. [m] | V [m³] | Dichte [kg/m³] | Masse [kg/m³] | Sachbilanz    |              |              | Wirkungsbilanz               |                 |                             |                             |                                             |
|--------------------|-----------|------------|-----------|--------|----------------|---------------|---------------|--------------|--------------|------------------------------|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------|
|                    |           |            |           |        |                |               | PENRT [MJ/m³] | PERT [MJ/m³] | Σ PE [MJ/m³] | global                       |                 | regional                    | lokal                       |                                             |
|                    |           |            |           |        |                |               |               |              |              | GWP [kgCO <sub>2</sub> e/m³] | ODP [kgR11e/m³] | AP [kgSO <sub>2</sub> e/m³] | EP [kgPO <sub>4</sub> e/m³] | POCP [kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> e/m³] |
| Herstellung A1-A3  | 1         | 1          | 1         | 1      | 7850           | 7850          | 1,01E+05      | 1,28E+04     | 1,14E+05     | 8,04E+03                     | 3,30E-07        | 2,26E+01                    | 2,05E+00                    | 2,81E+00                                    |
| End-of-Life C3/C4  | 1         | 1          | 1         | 1      | 7850           | 7850          | 9,47E+01      | 9,31E+00     | 1,04E+02     | 6,96E+00                     | 1,11E-10        | 4,23E-02                    | 5,80E-03                    | 4,00E-03                                    |
| Recyclingpotential | 1         | 1          | 1         | 1      | 7850           | 7850          | -1,42E+04     | 4,81E+02     | -1,38E+04    | -1,61E+03                    | 1,79E-08        | -6,28E+00                   | -5,26E-01                   | -9,31E-01                                   |

| Lebenszyklusphase  | Quelle     | Quellenbezeichnung | Quellnr | PENRT [MJ/kg] | PERT [MJ/kg] | Σ PE [MJ/m³] | GWP [kgCO <sub>2</sub> /kg] | ODP [kgR11/kg] | AP [kgSO <sub>2</sub> /kg] | EP [kgPO <sub>4</sub> /kg] | POCP [kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /kg] |
|--------------------|------------|--------------------|---------|---------------|--------------|--------------|-----------------------------|----------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------------------------|
| Herstellung A1-A3  | oekobaudat | Stahlprofil        | 4.1.03  | 1,29E+01      | 1,63E+00     | 1,45E+01     | 1,02E+00                    | 4,20E-11       | 2,88E-03                   | 2,61E-04                   | 3,58E-04                                   |
| End-of-Life C3/C4  | oekobaudat | Stahlprofil        | 4.1.03  | 1,21E-02      | 1,19E-03     | 1,32E-02     | 8,87E-04                    | 1,42E-14       | 5,38E-06                   | 7,38E-07                   | 5,10E-07                                   |
| Recyclingpotential | oekobaudat | Stahlprofil        | 4.1.03  | -1,82E+00     | 6,13E-02     | -1,75E+00    | -2,06E-01                   | 2,29E-12       | -8,00E-04                  | -6,71E-05                  | -1,19E-04                                  |

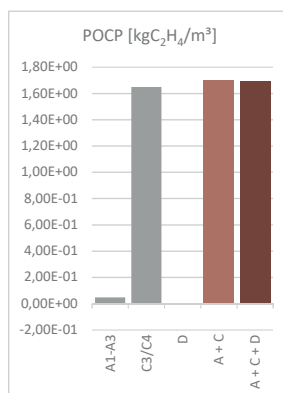
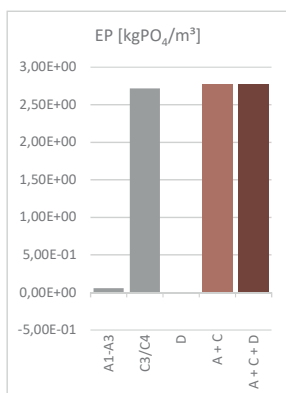
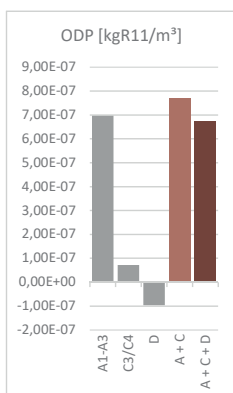
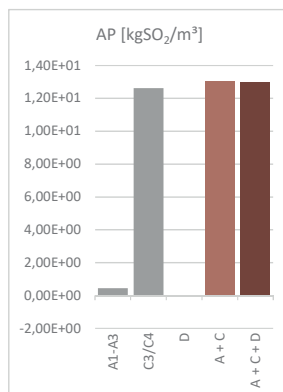
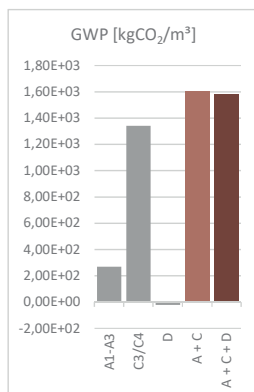
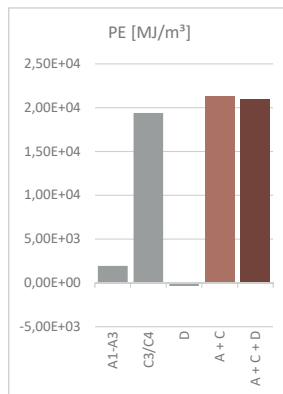
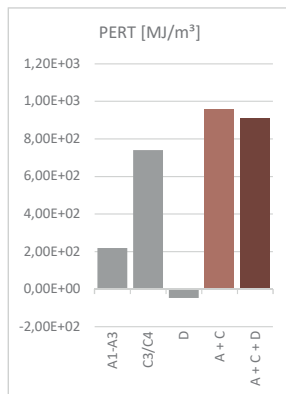
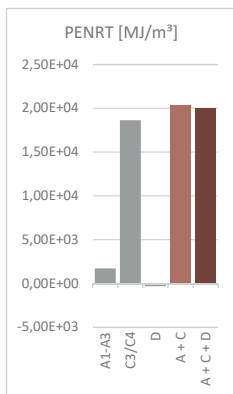
C4

|                        |                  |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|------------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| <b>Gesamt (ohne D)</b> | <b>A + C</b>     | <b>1,01E+05</b> | <b>1,28E+04</b> | <b>1,14E+05</b> | <b>8,05E+03</b> | <b>3,30E-07</b> | <b>2,27E+01</b> | <b>2,05E+00</b> | <b>2,82E+00</b> |
| <b>Gesamt</b>          | <b>A + C + D</b> | <b>8,71E+04</b> | <b>1,33E+04</b> | <b>1,00E+05</b> | <b>6,43E+03</b> | <b>3,48E-07</b> | <b>1,64E+01</b> | <b>1,53E+00</b> | <b>1,88E+00</b> |



| PENRT   | PERT    | Σ PE    | GWP                     | ODP        | AP                      | EP                      | POCP                                  |
|---------|---------|---------|-------------------------|------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| [MJ/kg] | [MJ/kg] | [MJ/m³] | [kgCO <sub>2</sub> /kg] | [kgR11/kg] | [kgSO <sub>2</sub> /kg] | [kgPO <sub>4</sub> /kg] | [kgC <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /kg] |

|                        |                  |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |                 |
|------------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Herstellungsphase      | A1-A3            | 1,71E+03        | 2,18E+02        | 1,93E+03        | 2,67E+02        | 6,98E-07        | 4,31E-01        | 6,05E-02        | 4,92E-02        |
| End-of-Life            | C3/C4            | 1,86E+04        | 7,40E+02        | 1,94E+04        | 1,34E+03        | 7,23E-08        | 1,26E+01        | 2,72E+00        | 1,65E+00        |
| Recyclingpotential     | D                | -3,19E+02       | -4,71E+01       | -3,66E+02       | -2,31E+01       | -9,57E-08       | -4,10E-02       | -5,91E-03       | -4,05E-03       |
| <b>Gesamt (ohne D)</b> | <b>A + C</b>     | <b>2,04E+04</b> | <b>9,58E+02</b> | <b>2,13E+04</b> | <b>1,61E+03</b> | <b>7,70E-07</b> | <b>1,31E+01</b> | <b>2,78E+00</b> | <b>1,70E+00</b> |
| <b>Gesamt</b>          | <b>A + C + D</b> | <b>2,00E+04</b> | <b>9,11E+02</b> | <b>2,09E+04</b> | <b>1,58E+03</b> | <b>6,74E-07</b> | <b>1,30E+01</b> | <b>2,77E+00</b> | <b>1,70E+00</b> |



# Anhang

## 1m³ Stahlbeton

### Stahlbeton

#### Beton

| Lebenszyklus phase | Dicke [m] | Breite [m] | Abst. [m] | V [m³] | Dichte [kg/m³] | Masse [kg/m³] |
|--------------------|-----------|------------|-----------|--------|----------------|---------------|
| Herstellung A1-A3  | 1         | 1          | 1         | 1      | 971            | 971           |
| End-of-Life C3/C4  | 1         | 1          | 1         | 1      | 971            | 971           |
| Recyclingpotential | 1         | 1          | 1         | 1      | 971            | 971           |

| Lebenszyklusphase  | Quelle     | Quellenbezeichnung        | Quellnr |
|--------------------|------------|---------------------------|---------|
| Herstellung A1-A3  | oekobaudat | Beton der Festigkeitsklas | 1.4.01  |
| End-of-Life C3/C4  | oekobaudat | Beton der Festigkeitsklas | 1.4.01  |
| Recyclingpotential | oekobaudat | Beton der Festigkeitsklas | 1.4.01  |

| Sachbilanz    |              |              | Wirkungsbilanz  |                 |                |                |                   |
|---------------|--------------|--------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-------------------|
|               |              |              | global          |                 | regional       | lokal          |                   |
| PENRT [MJ/m³] | PERT [MJ/m³] | Σ PE [MJ/m³] | GWP [kgCO₂e/m³] | ODP [kgR11e/m³] | AP [kgSO₂e/m³] | EP [kgPO₄e/m³] | POCP [kgC₂H₄e/m³] |
| 9,09E+02      | 7,71E+01     | 9,86E+02     | 2,11E+02        | 6,94E-07        | 2,97E-01       | 4,72E-02       | 3,61E-02          |
| 1,86E+04      | 7,40E+02     | 1,94E+04     | 1,34E+03        | 7,23E-08        | 1,26E+01       | 2,72E+00       | 1,65E+00          |
| -3,19E+02     | -4,71E+01    | -3,66E+02    | -2,31E+01       | -9,57E-08       | -4,10E-02      | -5,91E-03      | -4,05E-03         |

| PENRT [MJ/kg] | PERT [MJ/kg] | Σ PE [MJ/m²] | GWP [kgCO₂/kg] | ODP [kgR11/kg] | AP [kgSO₂/kg] | EP [kgPO₄/kg] | POCP [kgC₂H₄/kg] |
|---------------|--------------|--------------|----------------|----------------|---------------|---------------|------------------|
| 9,09E+02      | 7,71E+01     | 9,86E+02     | 2,11E+02       | 6,94E-07       | 2,97E-01      | 4,72E-02      | 3,61E-02         |
| 1,92E+01      | 7,62E-01     | 2,00E+01     | 1,38E+00       | 7,45E-11       | 1,30E-02      | 2,80E-03      | 1,70E-03         |
| -3,19E+02     | -4,71E+01    | -3,66E+02    | -2,31E+01      | -9,57E-08      | -4,10E-02     | -5,91E-03     | -4,05E-03        |

C3

#### Bewehrungsstahl

| Lebenszyklus phase | Dicke [m] | Breite [m] | Abst. [m] | V [m³] | Dichte [kg/m³] | Masse [kg/m³] |
|--------------------|-----------|------------|-----------|--------|----------------|---------------|
| Herstellung A1-A3  | 1         | 1          | 1         | 1      | 1008           | 75            |
| End-of-Life C3/C4  | 1         | 1          | 1         | 1      | 1008           | 75            |
| Recyclingpotential | 1         | 1          | 1         | 1      | 1008           | 75            |

| Lebenszyklusphase  | Quelle        | Quellenbezeichnung | Quellnr |
|--------------------|---------------|--------------------|---------|
| Herstellung A1-A3  | oekobaudat    | Bewehrungsstahl    | 4.1.02  |
| End-of-Life C3/C4  | ift Rosenheim | Betonstahl EPD     |         |
| Recyclingpotential |               |                    |         |

| Sachbilanz    |              |              | Wirkungsbilanz  |                 |                |                |                   |
|---------------|--------------|--------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|-------------------|
|               |              |              | global          |                 | regional       | lokal          |                   |
| PENRT [MJ/m³] | PERT [MJ/m³] | Σ PE [MJ/m³] | GWP [kgCO₂e/m³] | ODP [kgR11e/m³] | AP [kgSO₂e/m³] | EP [kgPO₄e/m³] | POCP [kgC₂H₄e/m³] |
| 8,03E+02      | 1,41E+02     | 9,44E+02     | 5,63E+01        | 3,71E-09        | 1,34E-01       | 1,33E-02       | 1,31E-02          |
| 2,25E+00      | 1,01E-01     | 2,35E+00     | 1,85E-01        | 3,23E-12        | 8,40E-04       | 1,94E-04       | -2,77E-04         |
| 0,00E+00      | 0,00E+00     | 0,00E+00     | 0,00E+00        | 0,00E+00        | 0,00E+00       | 0,00E+00       | 0,00E+00          |

| PENRT [MJ/kg] | PERT [MJ/kg] | Σ PE [MJ/m²] | GWP [kgCO₂/kg] | ODP [kgR11/kg] | AP [kgSO₂/kg] | EP [kgPO₄/kg] | POCP [kgC₂H₄/kg] |
|---------------|--------------|--------------|----------------|----------------|---------------|---------------|------------------|
| 1,07E+01      | 1,88E+00     | 1,26E+01     | 7,50E-01       | 4,95E-11       | 1,79E-03      | 1,78E-04      | 1,74E-04         |
| 3,00E-02      | 1,34E-03     | 3,13E-02     | 2,47E-03       | 4,31E-14       | 1,12E-05      | 2,59E-06      | -3,69E-06        |

C3

Tragsicherheitsnachweis Variante 1

**Träger**

**Eingabewerte**

|                                       |                        |
|---------------------------------------|------------------------|
| Spannweite l                          | 5 m                    |
| Last qd                               | 57,71 kN/m             |
| Teilsicherheitsbeiwert $\gamma$       | 1,25                   |
| Biegefestigkeit f <sub>mk</sub>       | 2,4 kN/cm <sup>2</sup> |
| Modifikationsbeiwert k <sub>mod</sub> | 0,8                    |

|                         |               |
|-------------------------|---------------|
| <b>Maximales Moment</b> | 180,34 kNm    |
|                         | 18034,38 kNcm |

|                               |                          |
|-------------------------------|--------------------------|
| <b>Widerstandsmoment erf.</b> | 11741,13 cm <sup>3</sup> |
|-------------------------------|--------------------------|

|                       |          |
|-----------------------|----------|
| Verhältnis von b : h  | 3        |
| Konstruktionshöhe h   | 59,57 cm |
| Konstruktionsbreite b | 19,86 cm |

**Nachweis**

|           |       |
|-----------|-------|
| gewählt h | 60 cm |
| gewählt b | 22 cm |

|                           |                       |
|---------------------------|-----------------------|
| Widerstandsmoment gewählt | 13200 cm <sup>3</sup> |
|---------------------------|-----------------------|

|            |     |
|------------|-----|
| Auslastung | 89% |
|------------|-----|

**Stütze**

**Eingabewerte**

|                                       |                         |
|---------------------------------------|-------------------------|
| Höhe                                  | 3,1 m                   |
| Last N <sub>d</sub>                   | 1669,85 kN              |
| Teilsicherheitsbeiwert $\gamma$       | 1,25                    |
| Druckfestigkeit f <sub>ck</sub>       | 2,4 kN/cm <sup>2</sup>  |
| Druckfestigkeit f <sub>ck90</sub>     | 0,27 kN/cm <sup>2</sup> |
| Modifikationsbeiwert k <sub>mod</sub> | 0,8                     |
| Knickbeiwert k <sub>c90</sub>         | 0,6                     |

|                                |                           |
|--------------------------------|---------------------------|
| <b>Querschnittsfläche erf.</b> | 1087,1419 cm <sup>2</sup> |
|--------------------------------|---------------------------|

|                       |          |
|-----------------------|----------|
| Verhältnis von b : h  | 1        |
| Konstruktionshöhe h   | 32,97 cm |
| Konstruktionsbreite b | 32,97 cm |

**Nachweis**

|           |       |
|-----------|-------|
| gewählt h | 34 cm |
| gewählt b | 34 cm |

|                            |                      |
|----------------------------|----------------------|
| Querschnittsfläche gewählt | 1156 cm <sup>2</sup> |
|----------------------------|----------------------|

|            |     |
|------------|-----|
| Auslastung | 94% |
|------------|-----|

# Anhang

## Dimensionierung Variante II

### Tragsicherheitsnachweis Variante 2

#### Träger

##### Eingabewerte

|                                 |                         |
|---------------------------------|-------------------------|
| Spannweite l                    | 7,5 m                   |
| Last qd                         | 104,2 kN/m <sup>2</sup> |
| Teilsicherheitsbeiwert $\gamma$ | 1                       |
| Biegefestigkeit $f_{yk}$        | 35,5 kN/cm <sup>2</sup> |

|                         |                |
|-------------------------|----------------|
| <b>Maximales Moment</b> | 732,65625 kNm  |
|                         | 73265,625 kNcm |

|                               |                           |
|-------------------------------|---------------------------|
| <b>Widerstandsmoment erf.</b> | 2063,8204 cm <sup>3</sup> |
|-------------------------------|---------------------------|

#### Nachweis

|                      |        |
|----------------------|--------|
| Querschnitt gewählt: | HEB360 |
|----------------------|--------|

|                           |                      |
|---------------------------|----------------------|
| Fläche A                  | 181 cm <sup>2</sup>  |
| Widerstandsmoment gewählt | 2400 cm <sup>3</sup> |

|            |     |
|------------|-----|
| Auslastung | 86% |
|------------|-----|

#### Stütze

##### Eingabewerte

|                                 |                         |
|---------------------------------|-------------------------|
| Höhe                            | 3,105 m                 |
| Last Nd                         | 5499,76 kN              |
| Teilsicherheitsbeiwert $\gamma$ | 1                       |
| Druckfestigkeit $f_{yk}$        | 35,5 kN/cm <sup>2</sup> |

|                                |                           |
|--------------------------------|---------------------------|
| <b>Querschnittsfläche erf.</b> | 154,92282 cm <sup>2</sup> |
|--------------------------------|---------------------------|

#### Nachweis

|                     |                        |
|---------------------|------------------------|
| Querschnitt gewählt | HEB320                 |
| Fläche A gewählt    | 161,00 cm <sup>2</sup> |

|            |           |
|------------|-----------|
| Auslastung | 0,9622535 |
|------------|-----------|

Tragsicherheitsnachweis Variante 3

**Träger**

**Eingabewerte**

|              |             |
|--------------|-------------|
| Spannweite l | 6,25 m      |
| Last qd      | 183,05 kN/m |

|                         |                |
|-------------------------|----------------|
| <b>Maximales Moment</b> | 893,79883 kNm  |
|                         | 89379,883 kNcm |

**Vorbemessung abhängig der Spannweite**

|            |             |
|------------|-------------|
| Trägerhöhe | 0,5708333 m |
|------------|-------------|

**Nachweis**

|           |       |
|-----------|-------|
| gewählt h | 60 cm |
| gewählt b | 30 cm |

|                     |                       |
|---------------------|-----------------------|
| Mindestbewehrung As | 44,73 cm <sup>2</sup> |
|---------------------|-----------------------|

**Stütze**

**Eingabewerte**

|                        |                        |
|------------------------|------------------------|
| Höhe                   | 3,205 m                |
| Last Nd                | 8126,65 kN             |
| Teilsicherheitsbeiwert | 1,35                   |
| Druckfestigkeit fck    | 2,5 kN/cm <sup>2</sup> |

|                                |                          |
|--------------------------------|--------------------------|
| <b>Querschnittsfläche erf.</b> | 4388,391 cm <sup>2</sup> |
|--------------------------------|--------------------------|

|                       |          |
|-----------------------|----------|
| Verhältnis von b : h  | 1        |
| Konstruktionshöhe h   | 66,24 cm |
| Konstruktionsbreite b | 66,24 cm |

**Nachweis**

|           |       |
|-----------|-------|
| gewählt h | 68 cm |
| gewählt b | 68 cm |

|                            |                      |
|----------------------------|----------------------|
| Querschnittsfläche gewählt | 4624 cm <sup>2</sup> |
|----------------------------|----------------------|

|            |     |
|------------|-----|
| Auslastung | 95% |
|------------|-----|



# Anhang

## archiphysik Auswertungen

**Bauteil**

Typ

WDo

Wohnungstrenndecke

Nummer/Name

1

Trenndecke Whg - Whg

Beschreibung

Brettsper Holzdecke

**Bauteilaufbau**

von kalt nach warm

| Nr | Typ | Bezeichnung                | d      | p     | $\lambda$ | $\mu$   |
|----|-----|----------------------------|--------|-------|-----------|---------|
| 1  | M   | Sperrholzplatte            | 0,208  | 600   | 0,450     | 100     |
| 2  | M   | Schüttung                  | 0,060  | 1.800 | 0,700     | 2       |
| 3  | DS  | Holzwoleleichtbaupl. (300) | 0,030  | 300   | 0,085     | 5       |
| 4  |     | PAE-Folie                  | 0,0001 | 1.500 | 0,230     | 100.000 |
| 5  | M   | Zementestrich (R = 1800)   | 0,080  | 1.800 | 1,110     | 50      |
| 6  | M   | Parkettboden               | 0,020  | 700   | 0,170     | 50      |

neue Schicht

nach

Schicht

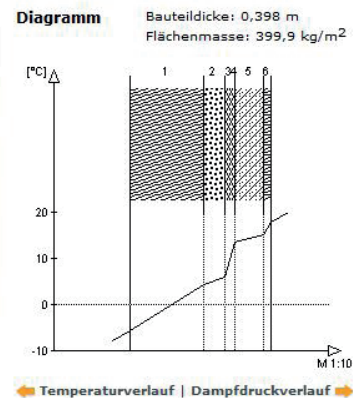
6

Anfügen

Schallschutz

$\Delta R_w$

0 - Zweischalige Wände mit durchlaufenden flankierenden Bauteilen



**Bauteilbewertung**  
Lt. Berechnungsverfahren Energieausweis AUT 2008

Energieausweis AUT 2008

| Wärmeschutz                                                                     |       |                          |
|---------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------------------|
| U-Wert                                                                          | erf.  | 0,900 W/m <sup>2</sup> . |
|                                                                                 | tats. | 0,775 W/m <sup>2</sup> . |
| Dampfdiffusion                                                                  |       |                          |
| Der Bauteil Trenndecke Whg - Whg ist geeignet: Es tritt keine Kondensation auf. |       |                          |
| Schallschutz                                                                    |       |                          |
| R <sub>w</sub>                                                                  | erf.  | 58,0 dB                  |
|                                                                                 | tats. | 58,3 dB                  |
| L <sub>n,w</sub>                                                                | erf.  | 48,0 dB                  |
|                                                                                 | tats. | 81,2 dB                  |
| (nur bei Decken)                                                                |       |                          |

**Bauteil**

Typ

AW

Außenwand

Nummer/Name

AW 01

Aussenwand Aussendämmung

Beschreibung

Brettsper Holzwand

**Bauteilaufbau**

von kalt nach warm

| Nr | Typ | Bezeichnung                 | d     | p   | $\lambda$ | $\mu$ |
|----|-----|-----------------------------|-------|-----|-----------|-------|
| 1  | M   | Sichtschalung Fichte        | 0,020 | 500 | 0,130     | 50    |
| 2  |     |                             | 0,030 | 0   | 0,000     | 0     |
| 3  | DS  | MW - WL (Glaswolle) (100)   | 0,100 | 100 | 0,035     | 1     |
| 4  | M   | Sperrholzplatte             | 0,120 | 600 | 0,450     | 100   |
| 5  |     | MW - WL (Glaswolle) (100)   | 0,040 | 100 | 0,035     | 1     |
| 6  | M   | Dreischichtplatte (R = 500) | 0,015 | 500 | 0,130     | 50    |

neue Schicht

nach

Schicht

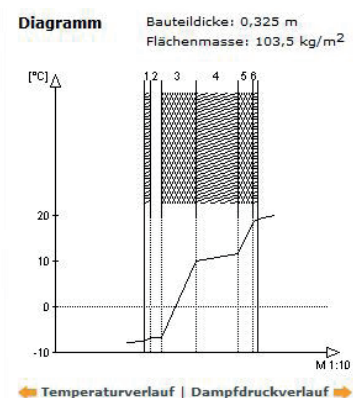
6

Anfügen

Schallschutz

$\Delta R_w$

0 - Zweischalige Wände mit durchlaufenden flankierenden Bauteilen



**Bauteilbewertung**  
Lt. Berechnungsverfahren Energieausweis AUT 2008

Energieausweis AUT 2008

| Wärmeschutz                                                                         |       |                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------------------|
| U-Wert                                                                              | erf.  | 0,350 W/m <sup>2</sup> . |
|                                                                                     | tats. | 0,212 W/m <sup>2</sup> . |
| Dampfdiffusion                                                                      |       |                          |
| Der Bauteil Aussenwand Aussendämmung ist geeignet: Es tritt keine Kondensation auf. |       |                          |
| Schallschutz                                                                        |       |                          |
| R <sub>w</sub>                                                                      | erf.  | 33,0 dB                  |
|                                                                                     | tats. | 39,6 dB                  |
| L <sub>n,w</sub>                                                                    | erf.  | - dB                     |
|                                                                                     | tats. | - dB                     |
| (nur bei Decken)                                                                    |       |                          |

**Bauteil**

Typ: **AW**  
**Außenwand**

Nummer/Name: **AW 01** | Aussenwand Aussendämmung

Beschreibung: Hochlochziegelwand 25

---

**Bauteilaufbau**  
 von kalt nach warm

| Nr | Typ | Bezeichnung                          | d     | p     | $\lambda$ | $\mu$ |
|----|-----|--------------------------------------|-------|-------|-----------|-------|
| 1  | M   | Kalk-Zementmörtel (R=1600)           | 0,020 | 1.600 | 0,800     | 20    |
| 2  | DS  | MW - WL (Glaswolle) (100)            | 0,120 | 100   | 0,035     | 1     |
| 3  | M   | Hochlochziegelmauerwerk MW (R = 930) | 0,250 | 930   | 0,270     | 10    |
| 4  | M   | Kalk-Zementmörtel (R=1600)           | 0,015 | 1.600 | 0,800     | 20    |

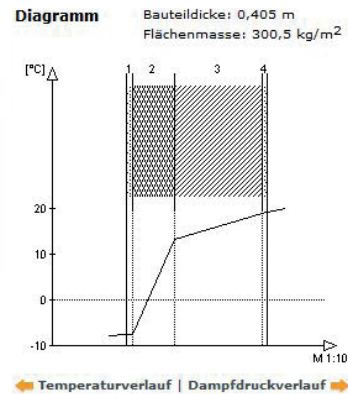
neue Schicht **nach** Schicht **4** Anfügen

---

**Schallschutz**

$\Delta R_w$

0 - Zweischalige Wände mit durchlaufenden flankierenden Bauteilen



**Bauteilbewertung**  
 Lt. Berechnungsverfahren Energieausweis AUT 2008

Energieausweis AUT 2008

| Wärmeschutz                                                                         |       |                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------------------|
| U-Wert                                                                              | erf.  | 0,350 W/m <sup>2</sup> . |
|                                                                                     | tats. | 0,219 W/m <sup>2</sup> . |
| Dampfdiffusion                                                                      |       |                          |
| Der Bauteil Aussenwand Aussendämmung ist geeignet: Es tritt keine Kondensation auf. |       |                          |
| Schallschutz                                                                        |       |                          |
| mehrschaliger Bauteil - Doppelwand aus massiven Schalen                             |       |                          |
| R <sub>w</sub>                                                                      | erf.  | 33,0 dB                  |
|                                                                                     | tats. | 54,3 dB                  |
| L <sub>n,w</sub>                                                                    | erf.  | - dB                     |
|                                                                                     | tats. | - dB                     |
| (nur bei Decken)                                                                    |       |                          |

**Bauteil**

Typ: **AW**  
**Außenwand**

Nummer/Name: **AW 01** | Aussenwand Aussendämmung

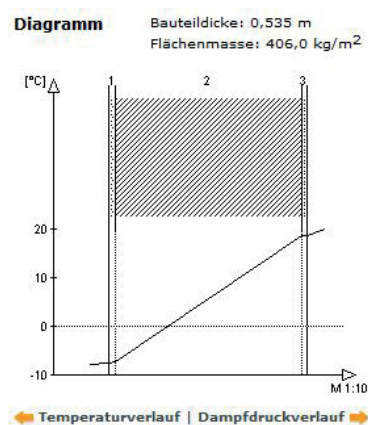
Beschreibung: Hochlochziegelwand 50

---

**Bauteilaufbau**  
 von kalt nach warm

| Nr | Typ | Bezeichnung                          | d     | p     | $\lambda$ | $\mu$ |
|----|-----|--------------------------------------|-------|-------|-----------|-------|
| 1  | M   | Kalk-Zementmörtel (R=1600)           | 0,020 | 1.600 | 0,800     | 20    |
| 2  | M   | Hochlochziegelmauerwerk MW (R = 700) | 0,500 | 700   | 0,170     | 10    |
| 3  | M   | Kalk-Zementmörtel (R=1600)           | 0,015 | 1.600 | 0,800     | 20    |

neue Schicht **nach** Schicht **3** Anfügen



**Bauteilbewertung**  
 Lt. Berechnungsverfahren Energieausweis AUT 2008

Energieausweis AUT 2008

| Wärmeschutz                                                                         |       |                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------------------|
| U-Wert                                                                              | erf.  | 0,350 W/m <sup>2</sup> . |
|                                                                                     | tats. | 0,317 W/m <sup>2</sup> . |
| Dampfdiffusion                                                                      |       |                          |
| Der Bauteil Aussenwand Aussendämmung ist geeignet: Es tritt keine Kondensation auf. |       |                          |
| Schallschutz                                                                        |       |                          |
| Akustisch einschalig wirkender Bauteil                                              |       |                          |
| R <sub>w</sub>                                                                      | erf.  | 33,0 dB                  |
|                                                                                     | tats. | 58,5 dB                  |
| L <sub>n,w</sub>                                                                    | erf.  | - dB                     |
|                                                                                     | tats. | - dB                     |
| (nur bei Decken)                                                                    |       |                          |

# Anhang

## archiphysik Auswertungen

Bauteil

WDo

Typ

Wohnungstrenndecke

Nummer/Name

3 Trenndecke Whg - Whg

Beschreibung

Hohlkastendecke

Bauteilaufbau

von kalt nach warm

| Nr | Typ | Bezeichnung                | d      | p     | $\lambda$ | $\mu$   |
|----|-----|----------------------------|--------|-------|-----------|---------|
| 1  | M   | OSB - Platten (R = 640)    | 0,022  | 640   | 1,120     | 240     |
| 2  | M   | Vollholzbalken             | 0,200  |       |           |         |
| 3  |     | MW - WL (Glaswolle) (120)  | 0,100  | 120   | 0,036     | 1       |
| 4  | M   | OSB - Platten (R = 640)    | 0,022  | 640   | 1,120     | 240     |
| 5  | M   | Schüttung                  | 0,110  | 1.800 | 0,700     | 2       |
| 6  | DS  | Holzwoleleichtbaupl. (300) | 0,030  | 300   | 0,085     | 5       |
| 7  |     | PAE-Folie                  | 0,0001 | 1.500 | 0,230     | 100.000 |
| 8  | M   | Zementestrich (R = 1800)   | 0,080  | 1.800 | 1,110     | 50      |
| 9  | M   | Parkettboden               | 0,020  | 700   | 0,170     | 50      |

neue Schicht

nach

Schicht

9

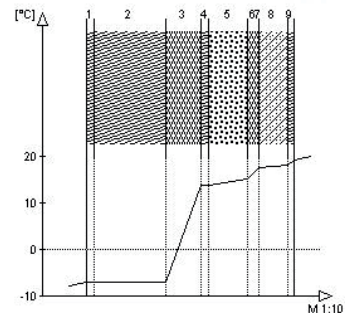
Anfügen

Schallschutz

$\Delta R_w$

0 - Zweischalige Wände mit durchlaufenden flankierenden Bauteilen

**Diagramm** Bauteildicke: 0,584 m  
Flächenmasse: 545,3 kg/m<sup>2</sup>



← Temperaturverlauf | Dampfdruckverlauf →

**Bauteilbewertung**  
Lt. Berechnungsverfahren Energieausweis AUT 2008

Energieausweis AUT 2008

| Wärmeschutz                                                                     |       |                          |
|---------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------------------|
| U-Wert                                                                          | erf.  | 0,900 W/m <sup>2</sup> . |
|                                                                                 | tats. | 0,269 W/m <sup>2</sup> . |
| Dampfdiffusion                                                                  |       |                          |
| Der Bauteil Trenndecke Whg - Whg ist geeignet: Es tritt keine Kondensation auf. |       |                          |
| Schallschutz                                                                    |       |                          |
|                                                                                 |       | Massivdecke              |
| R <sub>w</sub>                                                                  | erf.  | 58,0 dB                  |
|                                                                                 | tats. | 58,1 dB                  |
| L <sub>n,w</sub>                                                                | erf.  | 48,0 dB                  |
| (nur bei Decken)                                                                | tats. | 74,3 dB                  |

Bauteil

WDo

Typ

Wohnungstrenndecke

Nummer/Name

2 Trenndecke Whg - Whg

Beschreibung

Holzbalkendecke

Bauteilaufbau

von kalt nach warm

| Nr | Typ | Bezeichnung                | d      | p     | $\lambda$ | $\mu$   |
|----|-----|----------------------------|--------|-------|-----------|---------|
| 1  | M   | Vollholzbalken             | 0,200  |       |           |         |
| 2  | M   | Vollholzschalung           | 0,040  | 600   | 0,150     | 50      |
| 3  | M   | Schüttung                  | 0,120  | 1.800 | 0,700     | 2       |
| 4  | DS  | Holzwoleleichtbaupl. (300) | 0,030  | 300   | 0,085     | 5       |
| 5  |     | PAE-Folie                  | 0,0001 | 1.500 | 0,230     | 100.000 |
| 6  | M   | Zementestrich (R = 1800)   | 0,080  | 1.800 | 1,110     | 50      |
| 7  | M   | Parkettboden               | 0,020  | 700   | 0,170     | 50      |

neue Schicht

nach

Schicht

7

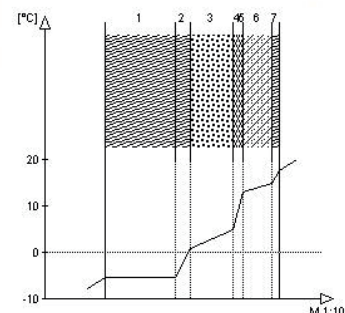
Anfügen

Schallschutz

$\Delta R_w$

0 - Zweischalige Wände mit durchlaufenden flankierenden Bauteilen

**Diagramm** Bauteildicke: 0,490 m  
Flächenmasse: 547,1 kg/m<sup>2</sup>



← Temperaturverlauf | Dampfdruckverlauf →

**Bauteilbewertung**  
Lt. Berechnungsverfahren Energieausweis AUT 2008

Energieausweis AUT 2008

| Wärmeschutz                                                                     |       |                          |
|---------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------------------|
| U-Wert                                                                          | erf.  | 0,900 W/m <sup>2</sup> . |
|                                                                                 | tats. | 0,847 W/m <sup>2</sup> . |
| Dampfdiffusion                                                                  |       |                          |
| Der Bauteil Trenndecke Whg - Whg ist geeignet: Es tritt keine Kondensation auf. |       |                          |
| Schallschutz                                                                    |       |                          |
|                                                                                 |       | Massivdecke              |
| R <sub>w</sub>                                                                  | erf.  | 58,0 dB                  |
|                                                                                 | tats. | 58,6 dB                  |
| L <sub>n,w</sub>                                                                | erf.  | 48,0 dB                  |
| (nur bei Decken)                                                                | tats. | 73,7 dB                  |



Bauteil

Typ

WDo

Wohnungstrenndecke

Nummer/Name

4

Trenndecke Whg - Whg

Beschreibung

Holzbetonverbunddecke

Bauteilaufbau

von kalt nach warm

| Nr | Typ | Bezeichnung                | d      | p     | $\lambda$ | $\mu$   |
|----|-----|----------------------------|--------|-------|-----------|---------|
| 1  | M   | Sperrholzplatte            | 0,208  |       |           |         |
| 2  | M   | Aufbeton                   | 0,100  | 2.200 | 1,600     | 100     |
| 3  | DS  | Holzwoleleichtbaupl. (300) | 0,030  | 300   | 0,085     | 5       |
| 4  | DS  | Holzwoleleichtbaupl. (300) | 0,030  | 300   | 0,085     | 5       |
| 5  |     | PAE-Folie                  | 0,0001 | 1.500 | 0,230     | 100.000 |
| 6  | M   | Zementestrich (R = 1800)   | 0,080  | 1.800 | 1,110     | 50      |
| 7  | M   | Parkettboden               | 0,020  | 700   | 0,170     | 50      |

neue Schicht

nach

Schicht

7

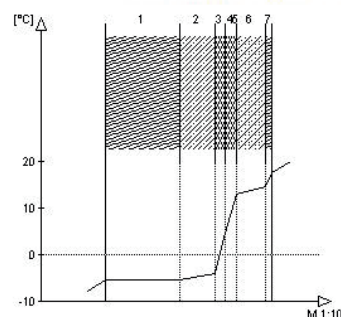
Anfügen

Schallschutz

$\Delta R_w$

0 - Zweischalige Wände mit durchlaufenden flankierenden Bauteilen

**Diagramm** Bauteildicke: 0,468 m  
Flächenmasse: 520,9 kg/m<sup>2</sup>



Temperaturverlauf | Dampfdruckverlauf

### Bauteilbewertung

Lt. Berechnungsverfahren Energieausweis AUT 2008

Energieausweis AUT 2008

| Wärmeschutz                                                                     |                        |                          |
|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------|--------------------------|
| U-Wert                                                                          | erf.                   | 0,900 W/m <sup>2</sup> . |
|                                                                                 | tats.                  | 0,863 W/m <sup>2</sup> . |
| Dampfdiffusion                                                                  |                        |                          |
| Der Bauteil Trenndecke Whg - Whg ist geeignet: Es tritt keine Kondensation auf. |                        |                          |
| Schallschutz                                                                    |                        |                          |
| Massivdecke                                                                     |                        |                          |
| R <sub>w</sub>                                                                  | erf.                   | 58,0 dB                  |
|                                                                                 | tats.                  | 58,2 dB                  |
| L <sub>n,w</sub>                                                                | erf.                   | 48,0 dB                  |
|                                                                                 | (nur bei Decken) tats. | 75,2 dB                  |

Bauteil

Typ

AW

Außenwand

Nummer/Name

AW 01

Aussenwand Aussendämmung

Beschreibung

Holzriegelwand

Bauteilaufbau

von kalt nach warm

| Nr | Typ | Bezeichnung                 | d     | p   | $\lambda$ | $\mu$ |
|----|-----|-----------------------------|-------|-----|-----------|-------|
| 1  | M   | Sichtschalung Fichte        | 0,020 | 500 | 0,130     | 50    |
| 2  |     |                             | 0,030 | 0   | 0,000     | 0     |
| 3  | M   | OSB - Platten (R = 640)     | 0,012 | 640 | 1,120     | 240   |
| 4  | DS  | MW - WL (Glaswolle) (100)   | 0,180 | 100 | 0,035     | 1     |
| 5  |     | OSB - Platten (R = 640)     | 0,012 | 640 | 1,120     | 240   |
| 6  | DS  | MW - WL (Glaswolle) (100)   | 0,040 | 100 | 0,035     | 1     |
| 7  | M   | Dreischichtplatte (R = 500) | 0,015 | 500 | 0,130     | 50    |

neue Schicht

nach

Schicht

7

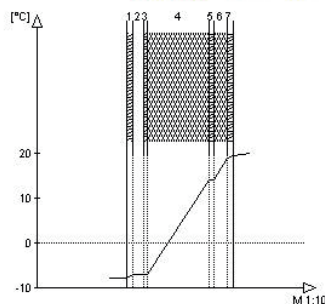
Anfügen

Schallschutz

$\Delta R_w$

0 - Zweischalige Wände mit durchlaufenden flankierenden Bauteilen

**Diagramm** Bauteildicke: 0,310 m  
Flächenmasse: 55,5 kg/m<sup>2</sup>



Temperaturverlauf | Dampfdruckverlauf

### Bauteilbewertung

Lt. Berechnungsverfahren Energieausweis AUT 2008

Energieausweis AUT 2008

| Wärmeschutz                                                                                                                                        |                        |                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|--------------------------|
| U-Wert                                                                                                                                             | erf.                   | 0,350 W/m <sup>2</sup> . |
|                                                                                                                                                    | tats.                  | 0,148 W/m <sup>2</sup> . |
| Dampfdiffusion                                                                                                                                     |                        |                          |
| Der Bauteil Aussenwand Aussendämmung ist geeignet: Kondensation tritt auf. Verdunstung größer als Kondensation, Kondensation kleiner als 0,5 kg/m2 |                        |                          |
| Schallschutz                                                                                                                                       |                        |                          |
| mehrschaliger Bauteil - Doppelwand aus massiven Schalen                                                                                            |                        |                          |
| R <sub>w</sub>                                                                                                                                     | erf.                   | 33,0 dB                  |
|                                                                                                                                                    | tats.                  | 34,2 dB                  |
| L <sub>n,w</sub>                                                                                                                                   | erf.                   | - dB                     |
|                                                                                                                                                    | (nur bei Decken) tats. | - dB                     |

# Anhang

## archiphysik Auswertungen

Bauteil

Typ

AW

Außenwand

Nummer/Name

AW 01

Aussenwand Aussendämmung

Beschreibung

Mantelbetonsteinwand

Bauteilaufbau

von kalt nach warm

| Nr | Typ | Bezeichnung                | d     | p     | $\lambda$ | $\mu$ |
|----|-----|----------------------------|-------|-------|-----------|-------|
| 1  | M   | Kalk-Zementmörtel (R=1600) | 0,020 | 1.600 | 0,800     | 20    |
| 2  | M   | Betonhohlstein (R = 1000)  | 0,250 | 1.000 | 0,490     | 10    |
| 3  | DS  | MW - WL (Glaswolle) (100)  | 0,140 | 100   | 0,035     | 1     |
| 4  | M   | Kalk-Zementmörtel (R=1600) | 0,015 | 1.600 | 0,800     | 20    |

neue Schicht

nach

Schicht

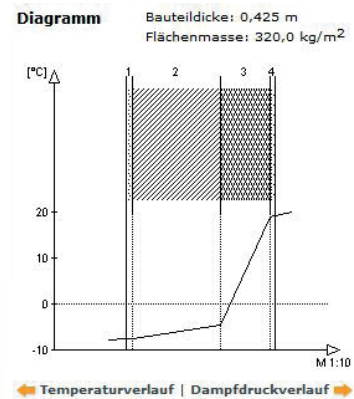
4

Anfügen

Schallschutz

$\Delta R_w$

0 - Zweischalige Wände mit durchlaufenden flankierenden Bauteilen



### Bauteilbewertung

Lt. Berechnungsverfahren Energieausweis AUT 2008

|                                                                                                                  |       |                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------------------|
| Energieausweis AUT 2008                                                                                          |       |                          |
| <b>Wärmeschutz</b>                                                                                               |       |                          |
| U-Wert                                                                                                           | erf.  | 0,350 W/m <sup>2</sup> . |
|                                                                                                                  | tats. | 0,212 W/m <sup>2</sup> . |
| <b>Dampfdiffusion</b>                                                                                            |       |                          |
| Der Bauteil Aussenwand Aussendämmung ist ungeeignet: Kondensation tritt auf. Kondensation größer als 0,5 kg/ m2! |       |                          |
| <b>Schallschutz</b> mehrschaliger Bauteil - Doppelwand aus massiven Schalen                                      |       |                          |
| R <sub>w</sub>                                                                                                   | erf.  | 33,0 dB                  |
|                                                                                                                  | tats. | 55,2 dB                  |
| L <sub>n,w</sub>                                                                                                 | erf.  | - dB                     |
| (nur bei Decken)                                                                                                 | tats. | - dB                     |

Bauteil

Typ

WDo

Wohnungstrenndecke

Nummer/Name

5

Trenndecke Whg - Whg

Beschreibung

Stahlbetondecke

Bauteilaufbau

von kalt nach warm

| Nr | Typ | Bezeichnung                | d      | p     | $\lambda$ | $\mu$   |
|----|-----|----------------------------|--------|-------|-----------|---------|
| 1  | M   | Stahlbeton-Decke (24cm)    | 0,240  | 2.400 | 2,300     | 100     |
| 2  | DS  | Holzwoolleichtbaupl. (300) | 0,030  | 300   | 0,085     | 5       |
| 3  | DS  | Holzwoolleichtbaupl. (300) | 0,030  | 300   | 0,085     | 5       |
| 4  |     | PAE-Folie                  | 0,0001 | 1.500 | 0,230     | 100.000 |
| 5  | M   | Zementestrich (R = 1800)   | 0,080  | 1.800 | 1,110     | 50      |
| 6  | M   | Parkettboden               | 0,020  | 700   | 0,170     | 50      |

neue Schicht

nach

Schicht

6

Anfügen

Schallschutz

$\Delta R_w$

0 - Zweischalige Wände mit durchlaufenden flankierenden Bauteilen

**Diagramm** Bauteildicke: 0,400 m  
Flächenmasse: 752,1 kg/m<sup>2</sup>

Temperaturverlauf | Dampfdruckverlauf

### Bauteilbewertung

Lt. Berechnungsverfahren Energieausweis AUT 2008

|                                                                                 |       |                          |
|---------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------------------|
| Energieausweis AUT 2008                                                         |       |                          |
| <b>Wärmeschutz</b>                                                              |       |                          |
| U-Wert                                                                          | erf.  | 0,900 W/m <sup>2</sup> . |
|                                                                                 | tats. | 0,833 W/m <sup>2</sup> . |
| <b>Dampfdiffusion</b>                                                           |       |                          |
| Der Bauteil Trenndecke Whg - Whg ist geeignet: Es tritt keine Kondensation auf. |       |                          |
| <b>Schallschutz</b> Massivdecke                                                 |       |                          |
| R <sub>w</sub>                                                                  | erf.  | 58,0 dB                  |
|                                                                                 | tats. | 67,2 dB                  |
| L <sub>n,w</sub>                                                                | erf.  | 48,0 dB                  |
| (nur bei Decken)                                                                | tats. | 67,4 dB                  |

- 220 -

Bauteil

Typ

AW

Außenwand

Nummer/Name

AW 01

Aussenwand Aussendämmung

Beschreibung

Brettsper Holzwand

Bauteilaufbau

von kalt nach warm

| Nr | Typ | Bezeichnung                 | d     | p     | $\lambda$ | $\mu$ |
|----|-----|-----------------------------|-------|-------|-----------|-------|
| 1  | M   | Sichtschalung Fichte        | 0,020 | 500   | 0,130     | 50    |
| 2  |     |                             | 0,030 | 0     | 0,000     | 0     |
| 3  | DS  | MW - WL (Glaswolle) (100)   | 0,100 | 100   | 0,035     | 1     |
| 4  | M   | Stahlbeton-Wand (14cm)      | 0,140 | 2.400 | 2,300     | 100   |
| 5  |     | MW - WL (Glaswolle) (100)   | 0,040 | 100   | 0,035     | 1     |
| 6  | M   | Dreischichtplatte (R = 500) | 0,015 | 500   | 0,130     | 50    |

neue Schicht

nach

Schicht

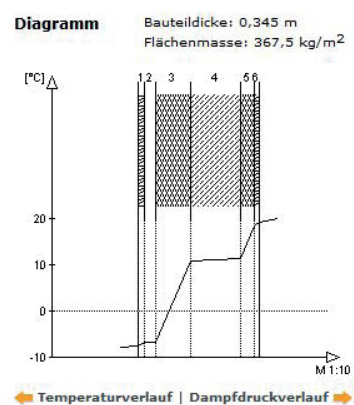
6

Anfügen

Schallschutz

$\Delta R_w$

0 - Zweischalige Wände mit durchlaufenden flankierenden Bauteilen



Bauteilbewertung

Lt. Berechnungsverfahren Energieausweis AUT 2008

Energieausweis AUT 2008

| Wärmeschutz                                                                         |       |                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------------------------|
| U-Wert                                                                              | erf.  | 0,350 W/m <sup>2</sup> ·K |
|                                                                                     | tats. | 0,222 W/m <sup>2</sup> ·K |
| Dampfdiffusion                                                                      |       |                           |
| Der Bauteil Aussenwand Aussendämmung ist geeignet: Es tritt keine Kondensation auf. |       |                           |
| Schallschutz                                                                        |       |                           |
| mehrschaliger Bauteil - Doppelwand aus massiven Schalen                             |       |                           |
| R <sub>w</sub>                                                                      | erf.  | 33,0 dB                   |
|                                                                                     | tats. | 57,0 dB                   |
| L <sub>n,w</sub>                                                                    | erf.  | - dB                      |
|                                                                                     | tats. | - dB                      |
| (nur bei Decken)                                                                    |       |                           |

6.12.2016

Massenermittlung

Varianten: 6,25 m, 7,50 m, 10,00 m, 11,25 m in Holz, Stahl & Stahlbeton für 3, 8 & 15 Geschosse

Nutzlast  $q_d = 4,0 \text{ kN/m}^2$

| Spannweiten<br>Decken | Spannweiten<br>Träger | Einflussfläche<br>Stütze                 |
|-----------------------|-----------------------|------------------------------------------|
| 6,25 m                | 7,50 m                | $6,25 \text{ m} \times 6,25 \text{ m}$   |
| 7,50 m                | 7,50 m                | $7,50 \text{ m} \times 6,875 \text{ m}$  |
| 10,00 m               | 7,50 m                | $10,00 \text{ m} \times 6,875 \text{ m}$ |
| 11,25 m               | 6,25 m                | $11,25 \text{ m} \times 6,25 \text{ m}$  |

Eigengewicht der Decken

Brettsperrholzdecke:  $284 \text{ kg/m}^2 = 2,79 \text{ kN/m}^2$   
 Holzkastendecke:  $264 \text{ kg/m}^2 = 2,59 \text{ kN/m}^2$   
 Stahlbetondecke:  $729 \text{ kg/m}^2 = 7,15 \text{ kN/m}^2$   
 Hohlblechendecke:  $915 \text{ kg/m}^2 = 8,97 \text{ kN/m}^2$

Eigengewicht Materialien

Holz:  $498 \text{ kg/m}^3 = 5 \text{ kN/m}^3$   
 Stahl:  $7850 \text{ kg/m}^3 = 78,5 \text{ kN/m}^3$   
 Stahlbeton:  $1000 \text{ kg/m}^3 = 25 \text{ kN/m}^3$

Lastaufstellung 1. Geschöß

Eigengewicht Decke  $[\text{kN/m}^2] \cdot \text{Einflussfläche} [\text{m}^2]$

Eigengewicht Stütze  $[\text{kN/m}^3] \cdot \text{Höhe} \cdot \text{angenommene Dimensionen}$

Eigengewichtszuschlag  $[\text{kN/m}^2]$  (Innenwände, Träger, etc.)  $\cdot \text{Einflussfläche} [\text{m}^2]$

$\sum \text{Eigengewichte} \cdot 1,35$

+ Nutzlast  $4,0 \text{ kN/m}^2 \cdot \text{Einflussfläche}$



Massenermittlung Spannweite = 6,25m

Variante Holz

$$\begin{aligned} \text{Decke: } & 2,79 \cdot 6,25 \cdot 6,25 = 108,98 \text{ kN} \\ \text{Stütze: } & 0,3 \cdot 0,3 \cdot 3,0 \cdot 5 = 1,35 \text{ kN} \\ \text{EGsonstiges: } & 1,0 \cdot 6,25 \cdot 6,25 = 39,06 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$149,39 \text{ kN} \cdot 1,35 = \underline{\underline{201,68 \text{ kN}}}$$

Variante Stahl

$$\begin{aligned} \text{Decke: } & 7,15 \cdot 6,25 \cdot 6,25 = 279,30 \text{ kN} \\ \text{Stütze: } & \\ \text{EGsonstiges: } & 1,2 \cdot 6,25 \cdot 6,25 = 46,88 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$326,18 \text{ kN} \cdot 1,35 = \underline{\underline{440,34 \text{ kN}}}$$

Variante Stahlbeton

$$\begin{aligned} \text{Decke: } & 7,15 \cdot 6,25 \cdot 6,25 = 279,30 \text{ kN} \\ \text{Stütze: } & 0,3 \cdot 0,3 \cdot 3,0 \cdot 25 = 6,75 \text{ kN} \\ \text{EGsonstiges: } & 2,0 \cdot 6,25 \cdot 6,25 = 78,13 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$364,18 \text{ kN} \cdot 1,35 = \underline{\underline{491,64 \text{ kN}}}$$

Nutzlast

$$4,0 \cdot 6,25 \cdot 6,25 = \underline{\underline{156,25 \text{ kN}}}$$

Übersicht

|          | 3       | 8       | 15      |
|----------|---------|---------|---------|
| HOLZ     | 605,04  | 1613,44 | 3025,20 |
| STAHL    | 1321,02 | 3522,72 | 6605,10 |
| BETON    | 1474,92 | 3933,12 | 7374,60 |
| NUTZLAST | 468,75  | 1250,00 | 2343,75 |



Massenermittlung Spannweite = 7,50 m

Variante Holz

$$D: 2,79 \cdot 7,50 \cdot 6,875 = 143,86 \text{ kN}$$

$$S: 0,3 \cdot 0,3 \cdot 3 \cdot 5 = 1,35 \text{ kN}$$

$$EGs: 1,0 \cdot 7,50 \cdot 6,875 = 51,56 \text{ kN}$$

$$196,77 \text{ kN} \cdot 1,35 = ~~265,84~~ \underline{\underline{265,64 \text{ kN}}}$$

Variante Stahl

$$D: 7,15 \cdot 7,50 \cdot 6,875 = 368,67 \text{ kN}$$

$$EGs: 1,2 \cdot 7,50 \cdot 6,875 = 61,88 \text{ kN}$$

$$430,55 \text{ kN} \cdot 1,35 = \underline{\underline{581,24 \text{ kN}}}$$

Variante Stahlbeton

$$D: 7,15 \cdot 7,50 \cdot 6,875 = 368,67 \text{ kN}$$

$$EGs: 2,0 \cdot 7,50 \cdot 6,875 = 103,13 \text{ kN}$$

$$471,80 \text{ kN} \cdot 1,35 = \underline{\underline{636,93 \text{ kN}}}$$

Nutzlast

$$4,0 \cdot 7,50 \cdot 6,875 = \underline{\underline{206,25 \text{ kN}}}$$

Übersicht

|            | 3       | 8       | 15      |
|------------|---------|---------|---------|
| HOlz       | 796,92  | 2125,12 | 3984,60 |
| STAHL      | 1743,72 | 4649,92 | 8718,60 |
| STAHLBETON | 1910,79 | 5095,44 | 9553,95 |
| NUTZLAST   | 618,75  | 1650,00 | 3093,75 |

Massenermittlung Spannweite = 10,00 m

Variante Holz

$$\begin{aligned} D: & 2,59 \cdot 10,00 \cdot 6,875 = 178,06 \text{ kN} \\ EGs: & 1,00 \cdot 10,00 \cdot 6,875 = 68,75 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$246,81 \text{ kN} \cdot 1,35 = \underline{\underline{333,19 \text{ kN}}}$$

Variante Stahl

$$\begin{aligned} D: & 7,15 \cdot 10,00 \cdot 6,875 = 491,56 \text{ kN} \\ EGs: & 1,20 \cdot 10,00 \cdot 6,875 = 82,50 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$574,06 \text{ kN} \cdot 1,35 = \underline{\underline{774,98 \text{ kN}}}$$

Variante Stahlbeton

$$\begin{aligned} D: & 7,15 \cdot 10,00 \cdot 6,875 = 491,56 \text{ kN} \\ EGs: & 2,00 \cdot 10,00 \cdot 6,875 = 137,50 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$629,06 \text{ kN} \cdot 1,35 = \underline{\underline{849,23 \text{ kN}}}$$

Nutzlast

$$4,6 \cdot 10,00 \cdot 6,875 = \underline{\underline{275,00 \text{ kN}}}$$

Übersicht

|          | 3       | 8       | 15       |
|----------|---------|---------|----------|
| HOLZ     | 999,57  | 2665,52 | 4997,85  |
| STAHL    | 2324,94 | 6199,84 | 11624,17 |
| BETON    | 2547,69 | 6793,84 | 12738,45 |
| NUTZLAST | 825,00  | 2200,00 | 4125,00  |

Massenermittlung Spannweite = 11,25 m

Variante Holz

$$\begin{aligned} D: 2,59 \cdot 11,25 \cdot 6,25 &= 182,11 \text{ kN} \\ EGs: 1,00 \cdot 11,25 \cdot 6,25 &= 70,31 \text{ kN} \\ 252,42 \text{ kN} \cdot 1,35 &= \underline{\underline{340,77 \text{ kN}}} \end{aligned}$$

Variante Stahl

$$\begin{aligned} D: 8,97 \cdot 11,25 \cdot 6,25 &= 630,70 \text{ kN} \\ EGs: 1,20 \cdot 11,25 \cdot 6,25 &= 84,38 \text{ kN} \\ 715,08 \text{ kN} \cdot 1,35 &= \underline{\underline{965,36 \text{ kN}}} \end{aligned}$$

Variante Stahlbeton

$$\begin{aligned} D: 8,97 \cdot 11,25 \cdot 6,25 &= 630,70 \text{ kN} \\ EGs: 2,00 \cdot 11,25 \cdot 6,25 &= 140,63 \text{ kN} \\ 771,33 \text{ kN} \cdot 1,35 &= \underline{\underline{1041,30 \text{ kN}}} \end{aligned}$$

Nutzlast

$$4,0 \cdot 11,25 \cdot 6,25 = \underline{\underline{281,25 \text{ kN}}}$$

Übersicht

|          | 3       | 8       | 15       |
|----------|---------|---------|----------|
| Holz     | 1022,31 | 2726,16 | 5111,55  |
| Stahl    | 2869,08 | 772,88  | 14480,40 |
| Beton    | 3123,90 | 8330,40 | 15620,00 |
| Nutzlast | 843,75  | 2250,00 | 4218,75  |

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

LITERATURVERZEICHNIS

# Abbildungsverzeichnis

|      |                                 |                                                                                                                                                                                                             |    |
|------|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.1  | Die 3 Säulen der Nachhaltigkeit | eigene Darstellung                                                                                                                                                                                          | 9  |
| 2.1  | Illwerke Zentrum Montafon       | Foto: Bruno Klomfar                                                                                                                                                                                         | 20 |
| 2.2  | UBC Brock Commons               | <a href="http://www.hermann-kaufmann.at/?pid=11">www.hermann-kaufmann.at/?pid=11</a>                                                                                                                        | 20 |
| 2.3  | Timmerhuis                      | <a href="http://www.baunetz.de/meldungen/Meldungen-Timmerhuis_von_OMA_eroeffnet_4641395.html">http://www.baunetz.de/meldungen/Meldungen-Timmerhuis_von_OMA_eroeffnet_4641395.html</a>                       | 21 |
| 2.4  | Park Hill                       | <a href="https://alleideen.com/architektur/04/brutalismus-architektur.html">https://alleideen.com/architektur/04/brutalismus-architektur.html</a>                                                           | 21 |
| 2.5  | Ansicht                         | Foto: Bruno Klomfar                                                                                                                                                                                         | 22 |
| 2.6  | Restaurant                      | Foto: Bruno Klomfar                                                                                                                                                                                         | 22 |
| 2.7  | Ansicht                         | Foto: Bruno Klomfar                                                                                                                                                                                         | 22 |
| 2.8  | Grundriss EG                    | Hermann Kaufmann                                                                                                                                                                                            | 22 |
| 2.9  | Anschluss Stütze - Decke        | Hermann Kaufmann                                                                                                                                                                                            | 23 |
| 2.10 | Schema Tragwerk + Technik       | Hermann Kaufmann                                                                                                                                                                                            | 23 |
| 2.11 | Ansicht                         | Hermann Kaufmann                                                                                                                                                                                            | 24 |
| 2.12 | Baufortschritt                  | naturally:wood                                                                                                                                                                                              | 24 |
| 2.13 | Baufortschritt                  | Hermann Kaufmann                                                                                                                                                                                            | 24 |
| 2.14 | Schema Tragwerk                 | Hermann Kaufmann                                                                                                                                                                                            | 25 |
| 2.15 | Anschluss Stütze - Decke        | Hermann Kaufmann                                                                                                                                                                                            | 25 |
| 2.16 | Anschluss Stütze - Decke Ausbau | Hermann Kaufmann                                                                                                                                                                                            | 25 |
| 2.17 | Ansicht Timmerhuis Bauphase     | <a href="http://afasiaaarchzine.com/2014/10/oma-10/">http://afasiaaarchzine.com/2014/10/oma-10/</a>                                                                                                         | 26 |
| 2.18 | Straßenansicht Timmerhuis       | Foto: Sebastian van Damme                                                                                                                                                                                   | 26 |
| 2.19 | Innenraum Timmerhuis            | Foto: Frank Kaltenbach                                                                                                                                                                                      | 26 |
| 2.20 | Tragwerksknoten                 | <a href="http://www.brandwerendeconstructies.nl/timmerhuis-rotterdam">http://www.brandwerendeconstructies.nl/timmerhuis-rotterdam</a>                                                                       | 27 |
| 2.21 | Atrium                          | <a href="http://projects.archiexpo.de/project-210938.html">http://projects.archiexpo.de/project-210938.html</a>                                                                                             | 27 |
| 2.22 | Ansicht Sanierung               | <a href="https://alleideen.com/architektur/04/brutalismus-architektur.html">https://alleideen.com/architektur/04/brutalismus-architektur.html</a>                                                           | 28 |
| 2.23 | Tragstruktur Bauphase           | <a href="http://www.bbc.co.uk/southyorkshire/content/articles/2007/05/29/park_hill_future_feature.shtml">http://www.bbc.co.uk/southyorkshire/content/articles/2007/05/29/park_hill_future_feature.shtml</a> | 28 |
| 2.24 | Innenraum                       | <a href="http://www.detail.de/inspiration/sanierung-der-siedlung-park-hill-in-sheffield-106261.html">http://www.detail.de/inspiration/sanierung-der-siedlung-park-hill-in-sheffield-106261.html</a>         | 28 |
| 2.25 | Horizontalschnitt Loggia        | DETAIL Heft 4/2013                                                                                                                                                                                          | 29 |
| 2.26 | Vertikalschnitt Loggia          | DETAIL Heft 4/2013                                                                                                                                                                                          | 29 |
| 2.27 | Skelettbauschema                | eigene Darstellung                                                                                                                                                                                          | 30 |
| 2.28 | städtebauliches Konzept         | eigene Darstellung nach Raumposition                                                                                                                                                                        | 32 |
| 2.29 | Logo Ressourceneffizienz        | eigene Darstellung                                                                                                                                                                                          | 35 |
| 2.30 | Logo Skelettbau                 | eigene Darstellung                                                                                                                                                                                          | 36 |
| 2.31 | Logo Rastersystem               | eigene Darstellung                                                                                                                                                                                          | 36 |
| 2.32 | Logo flexible Nutzung           | eigene Darstellung                                                                                                                                                                                          | 37 |
| 2.33 | Deckenspannweiten               | eigene Darstellung                                                                                                                                                                                          | 39 |
| 2.34 | Rastersystem Gebäudebreite      | eigene Darstellung                                                                                                                                                                                          | 39 |
| 2.35 | Grundrissvariante I             | eigene Darstellung                                                                                                                                                                                          | 40 |
| 2.36 | Grundrissvariante II            | eigene Darstellung                                                                                                                                                                                          | 40 |
| 2.37 | Grundrissvariante III           | eigene Darstellung                                                                                                                                                                                          | 40 |
| 2.38 | Grundrissvariante IV            | eigene Darstellung                                                                                                                                                                                          | 41 |
| 2.39 | Grundrissvariante V             | eigene Darstellung                                                                                                                                                                                          | 41 |
| 2.40 | Grundrissvariante VI            | eigene Darstellung                                                                                                                                                                                          | 41 |
| 2.41 | Stützenbemessung 6,25m          | eigene Darstellung                                                                                                                                                                                          | 42 |

|      |                                        |                    |    |
|------|----------------------------------------|--------------------|----|
| 2.42 | Stützenbemessung 7,50m                 | eigene Darstellung | 43 |
| 2.43 | Stützenbemessung 10,00m                | eigene Darstellung | 44 |
| 2.44 | Stützenbemessung 11,25m                | eigene Darstellung | 45 |
|      |                                        |                    |    |
| 3.1  | Bauteilkatalog Schema                  | eigene Darstellung | 48 |
| 3.2  | 3D-Darstellung Brettspertholzdecke     | eigene Darstellung | 54 |
| 3.3  | Aufbauten Brettspertholzdecke          | eigene Darstellung | 54 |
| 3.4  | 3D-Darstellung Holzbalkendecke         | eigene Darstellung | 55 |
| 3.5  | Aufbauten Holzbalkendecke              | eigene Darstellung | 55 |
| 3.6  | 3D-Darstellung Hohlkastendecke         | eigene Darstellung | 56 |
| 3.7  | Aufbauten Hohlkastendecke              | eigene Darstellung | 56 |
| 3.8  | 3D-Darstellung Holzbetonverbunddecke   | eigene Darstellung | 57 |
| 3.9  | Aufbauten Holzbetonverbunddecke        | eigene Darstellung | 57 |
| 3.10 | 3D-Darstellung Stahlbetondecke         | eigene Darstellung | 58 |
| 3.11 | Aufbauten Stahlbetondecke              | eigene Darstellung | 58 |
| 3.12 | 3D-Darstellung Plattenbalkendecke      | eigene Darstellung | 59 |
| 3.13 | Aufbauten Plattenbalkendecke           | eigene Darstellung | 59 |
| 3.14 | 3D-Darstellung Hohldeckendecke         | eigene Darstellung | 60 |
| 3.15 | Aufbauten Hohldeckendecke              | eigene Darstellung | 60 |
| 3.16 | 3D-Darstellung Hohlkörperflachdecke    | eigene Darstellung | 61 |
| 3.17 | Aufbauten Hohlkörperflachdecke         | eigene Darstellung | 61 |
| 3.18 | 3D-Darstellung Trapezblechverbunddecke | eigene Darstellung | 62 |
| 3.19 | Aufbauten Trapezblechverbunddecke      | eigene Darstellung | 62 |
| 3.20 | 3D-Darstellung Holzriegelwand          | eigene Darstellung | 63 |
| 3.21 | Aufbauten Holzriegelwand               | eigene Darstellung | 63 |
| 3.22 | 3D-Darstellung Brettspertholz wand     | eigene Darstellung | 64 |
| 3.23 | Aufbauten Brettspertholz wand          | eigene Darstellung | 64 |
| 3.24 | 3D-Darstellung Stahlbeton wand         | eigene Darstellung | 65 |
| 3.25 | Aufbauten Stahlbeton wand              | eigene Darstellung | 65 |
| 3.26 | 3D-Darstellung Mantelbetonsteinwand    | eigene Darstellung | 66 |
| 3.27 | Aufbauten Mantelbetonsteinwand         | eigene Darstellung | 66 |
| 3.28 | 3D-Darstellung Hochlochziegelwand 25   | eigene Darstellung | 67 |
| 3.29 | Aufbauten Hochlochziegelwand 25        | eigene Darstellung | 67 |
| 3.30 | 3D-Darstellung Hochlochziegelwand 50   | eigene Darstellung | 68 |
| 3.31 | Aufbauten Hochlochziegelwand 50        | eigene Darstellung | 68 |
| 3.32 | 3D-Darstellung Stahl-Glas Fassade      | eigene Darstellung | 69 |
| 3.33 | Aufbauten Stahl-Glas-Fassade           | eigene Darstellung | 69 |
| 3.34 | Schema Variante I                      | eigene Darstellung | 83 |
| 3.35 | Schema Variante II                     | eigene Darstellung | 83 |
| 3.36 | Schema Variante III                    | eigene Darstellung | 83 |
| 3.37 | Schema Variante I                      | eigene Darstellung | 84 |
| 3.38 | Schema Lasteinwirkung                  | eigene Darstellung | 85 |
| 3.39 | Tabelle Massenermittlung               | eigene Darstellung | 85 |
| 3.40 | Schema Variante II                     | eigene Darstellung | 86 |
| 3.41 | Schema Lasteinwirkung                  | eigene Darstellung | 87 |
| 3.42 | Tabelle Massenermittlung               | eigene Darstellung | 87 |
| 3.43 | Schema Variante III                    | eigene Darstellung | 88 |
| 3.44 | Schema Lasteinwirkung                  | eigene Darstellung | 89 |
| 3.45 | Tabelle Massenermittlung               | eigene Darstellung | 89 |

# Abbildungsverzeichnis

|      |                                              |                                    |     |
|------|----------------------------------------------|------------------------------------|-----|
| 4.1  | Lebenszyklus                                 | eigene Darstellung                 | 98  |
| 4.2  | Diagramme 1m <sup>3</sup> Holz               | eigene Darstellung                 | 106 |
| 4.3  | Diagramme 1m <sup>3</sup> Stahlprofil        | eigene Darstellung                 | 106 |
| 4.4  | Diagramme 1m <sup>3</sup> Stahlbeton         | eigene Darstellung                 | 106 |
| 4.5  | Bilanzflüsse Holz                            | eigene Darstellung                 | 107 |
| 4.6  | Bilanzflüsse Stahl                           | eigene Darstellung                 | 107 |
| 4.7  | Bilanzflüsse Stahlbeton                      | eigene Darstellung                 | 107 |
| 4.8  | Bilanzierung 1m <sup>3</sup> Vollholz        | eigene Darstellung                 | 108 |
| 4.9  | Anteil Herstellung & End-of-Life             | eigene Darstellung                 | 108 |
| 4.10 | Herstellung PENRT: Anteile                   | eigene Darstellung nach RÜTER      | 109 |
| 4.11 | Herstellung GWP: Anteile                     | eigene Darstellung nach RÜTER      | 109 |
| 4.12 | Bilanzierung 1m <sup>3</sup> Stahl           | eigene Darstellung                 | 110 |
| 4.13 | Anteil Herstellung & End-of-Life             | eigene Darstellung                 | 110 |
| 4.14 | Bilanzierung 1m <sup>3</sup> Beton           | eigene Darstellung                 | 112 |
| 4.15 | Anteil Herstellung & End-of-Life             | eigene Darstellung                 | 112 |
| 4.16 | Betonherstellung                             | eigene Darstellung nach EPD Beton  | 113 |
| 4.17 | Zementherstellung                            | eigene Darstellung nach EPD Zement | 113 |
| 4.18 | Vergleich Stützen                            | eigene Darstellung nach WINTER     | 114 |
| 5.1  | Bauteilkatalog Decken – Ökobilanzergebnisse  | eigene Darstellung                 | 122 |
| 5.2  | Bauteilkatalog Decken – Ergebnisdiagramme    | eigene Darstellung                 | 124 |
| 5.3  | Bauteilkatalog Wände – Ökobilanzergebnisse   | eigene Darstellung                 | 126 |
| 5.4  | Bauteilkatalog Wände – Ergebnisdiagramme     | eigene Darstellung                 | 128 |
| 5.5  | Bauteilkatalog Stützen – Ökobilanzergebnisse | eigene Darstellung                 | 130 |
| 5.6  | Bauteilkatalog Träger – Ökobilanzergebnisse  | eigene Darstellung                 | 131 |
| 5.7  | Diagramm PENRT Decken                        | eigene Darstellung                 | 132 |
| 5.8  | Diagramm PERT Decken                         | eigene Darstellung                 | 133 |
| 5.9  | Diagramm PE Decken                           | eigene Darstellung                 | 134 |
| 5.10 | Diagramm GWP Decken                          | eigene Darstellung                 | 135 |
| 5.11 | Diagramm AP Decken                           | eigene Darstellung                 | 136 |
| 5.12 | Diagramm PENRT Wände                         | eigene Darstellung                 | 137 |
| 5.13 | Diagramm PERT Wände                          | eigene Darstellung                 | 138 |
| 5.14 | Diagramm PE Wände                            | eigene Darstellung                 | 139 |
| 5.15 | Diagramm GWP Wände                           | eigene Darstellung                 | 140 |
| 5.16 | Diagramm AP Wände                            | eigene Darstellung                 | 141 |
| 6.1  | Tabelle Massenermittlung                     | eigene Darstellung                 | 145 |
| 6.2  | Diagramm PENRT                               | eigene Darstellung                 | 146 |
| 6.3  | Diagramm PERT                                | eigene Darstellung                 | 147 |
| 6.4  | Diagramm PE                                  | eigene Darstellung                 | 148 |
| 6.5  | Diagramm GWP                                 | eigene Darstellung                 | 149 |
| 6.6  | Diagramm AP                                  | eigene Darstellung                 | 150 |



ACTON OSTRY Architects Inc: Construction nderway on World's Talles Timber Tower, Vancouver, 2016.

BMUB (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, D): Leitfaden nachhaltiges Bauen, Berlin, 2016.

BMUB, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (D): Bauteile: Nutzungsdauern, Instandhaltungsaufwand, Ökobilanzierung, 2015.

BMUB, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (D): Bilanzierungsregeln für die Erstellung von Ökobilanzen, 2015.

BMUB, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (D): Leitfaden Nachhaltiges Bauen, Berlin, 2016.

BORSKA, Andrea: Ökologische Bewertung im Lebenszyklus von Gebäuden, Vortrag im Rahmen des Modul Logik der Struktur, Technischen Universität Wien, 4.11.2015.

BORSKA, Andrea: Ökologische Bewertung im Lebenszyklus von Gebäuden, Vortrag TU Wien, 11.04.2016.

CISL (Institute for Sustainability Leadership, University of Cambridge): Klima – everyone's business, Kernergebnisse aus dem Fünften Sachstandesbericht des IPCC, 2013.

DETAIL: Sanierung, Umnutzung, Ergänzung, Heft 4, 2013.

DETAIL: Licht und Innenraum, Heft 5, 2016.

EINHELL, Constanze: Less is more, österreichische Architektur als Vorbild für Ressourceneffizienz, Diplomarbeit, Wien, 2014.

EL KHOULI, Sebastian; JOHN, Viola; ZEUMER, Martin: Nachhaltig konstruieren, Freiburg, 2014.

IBO (Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie): Magazin 2/2015, Wien, 2015.

IBO, Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie GmbH: IBO-Richtwerte für Baumaterialien, wesentliche methodische Annahmen, Wien, 2012.

IBO, Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie GmbH: Leitfaden zur Berechnung von Ökokennzahlen für Gebäude, Wien, 2016.

KÖNIG, Holger; KOHLER, Niklaus; KREISSIG, Johannes; LÜTZ-



KENDORF, Thomas: Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung, Regensburg, 2009.

LOEWE, Katrin: Anforderungen an den ökobilanziellen Vergleich verschiedener Bauweisen am Beispiel 1-2 Familienhaus, Stuttgart, 2010.

MERL, Adolf: Ökologik beim Tragwerksentwurf, Vortrag TU Wien, 2016.

MÖTZL, Hildegard: Entsorgungswege der Baustoffe, Wien, 2009.

NEUGEBAUER, Sabrina: Ökobilanz nach ISO 14040/14044 für das Multirecycling von Stahl, Düsseldorf, 2012.

OIB (Österreichisches Institut für Bautechnik): OIB Richtlinie 1 – Mechanische Festigkeit und Standsicherheit, 2015.

OIB (Österreichisches Institut für Bautechnik): OIB Richtlinie 2 – Brandschutz, 2015.

OIB (Österreichisches Institut für Bautechnik): OIB Richtlinie 3 – Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz, 2015.

OIB (Österreichisches Institut für Bautechnik): OIB Richtlinie 4 – Nutzungssicherheit und Barrierefreiheit, 2015.

OIB (Österreichisches Institut für Bautechnik): OIB Richtlinie 5 – Schallschutz, 2015.

OIB (Österreichisches Institut für Bautechnik): OIB Richtlinie 6 – Energieeinsparung und Wärmeschutz, 2015.

PÖLZ, Werner: Lebenszyklusanalyse, Wie funktioniert das?, Vortrag, Graz, 2010.

RAUMPOSITION: Neu Marx Reloaded, Konzept zur Standortentwicklung Neu Marx, Wien, 2015.

RÜTER, Sebastian; DIEDERICH, Stefan: Ökobilanz-Basisdaten für Bauprodukte aus Holz, Hamburg, 2012.

SCHEBEK, Liselotte: Ökobilanzen – Entwicklung und Methodik, Vortrag TU Darmstadt, Darmstadt, 2013.

WESTERMAYER, Andreas: Baurestmassen, Verwertung und Entsorgung, Wien, 2016.

### Normen

EN ISO 14040: Umweltmanagement – Ökobilanz – Grundsätze und Rahmenbedingungen

EN ISO 14044: Umweltmanagement – Ökobilanz – Anforderungen und Anleitungen

ÖNORM EN 15804: Nachhaltigkeit von Bauwerken - Umweltproduktdeklarationen - Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte

ÖNORM EN 15978: Nachhaltigkeit von Bauwerken - Bewertung der umweltbezogenen Qualität von Gebäuden - Berechnungsmethode

ÖNORM EN 15643: Nachhaltigkeit von Bauwerken - Bewertung der Nachhaltigkeit von Gebäuden - Teil 1: Allgemeine Rahmenbedingungen

### Quellen im Internet:

[www.ibu-epd.com/nachhaltigkeit/nachhaltiges-bauen](http://www.ibu-epd.com/nachhaltigkeit/nachhaltiges-bauen),  
Zugriff: 10.8.2016, 15:42.

[www.hermann-kaufmann.at/index.php?pid=2&kid=&prjnr=10\\_35](http://www.hermann-kaufmann.at/index.php?pid=2&kid=&prjnr=10_35),  
Zugriff: 16.12.2016, 20:20.

[www.ibo.at/de/oekokennzahlen.htm](http://www.ibo.at/de/oekokennzahlen.htm),  
Zugriff: 20.06.2016, 21:10.

[www.thestorff.de/energievergleich](http://www.thestorff.de/energievergleich),  
Zugriff: 18.11.2016, 14:31.

Danke an alle, die mich bei dieser Arbeit unterstützt haben. ♥