

Diploma Thesis

BIM-based Material Passports in building design –
Impacts on ecological and economic aspects

Submitted in satisfaction of the requirements for the degree of
Diplom-Ingenieur
of the TU Wien, Faculty of Civil Engineering

Diplomarbeit

BIM-basierte Materielle Gebäudepässe in der Gebäudeplanung –
Auswirkungen auf ökologische und ökonomische Aspekte

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades eines
Diplom-Ingenieurs
eingereicht an der Technischen Universität Wien, Fakultät für Bauingenieurwesen

von

Yanick Wassermann, BSc

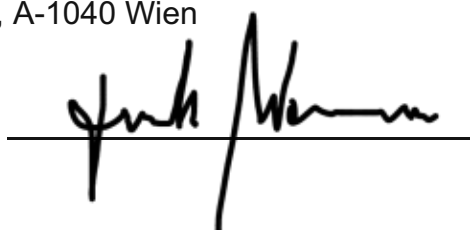
Matr.Nr.: 00826245

unter der Anleitung von

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. **Iva Kovacic**
Univ.-Ass. Dipl.-Ing. **Stefan Schützenhofer** als
verantwortlich mitwirkender Universitätsassistent

Institut für Interdisziplinäres Bauprozessmanagement
Forschungsbereich für Interdisziplinäre Bauplanung und Industriebau
Technische Universität Wien,
Karlsplatz 13/234-02, A-1040 Wien

Wien, im Februar 2021





Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Danksagung

Diese Stelle möchte ich nutzen, um meine dankenden Worte an all jene zu richten, die mich während meines gesamten Studiums und beim Verfassen dieser Masterarbeit auf unterschiedlichste Weise unterstützt haben.

Allen voran, möchte ich mich bei Frau Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Iva Kovacic bedanken. Sie hat mir ermöglicht, diese Masterarbeit am Institut für interdisziplinäres Bauprozessmanagement zu verfassen. Weiters bedanke ich mich bei Herrn Univ.-Ass. Dipl.-Ing. Stefan Schützenhofer, der mich mit seiner fachlichen Kompetenz, den anregenden Impulsen und der Zurverfügungstellung ergänzender Literatur, betreut hat. Auch, möchte ich mich bei jenen Studentinnen bedanken, die das digitale Gebäudemodell bereitgestellt haben.

Einen besonderen Dank möchte ich an meine Familie und meine Freundin richten. Meine Eltern Monique und Herbert haben mir jene Eigenschaften mitgegeben, die für mich notwendig waren, um dieses Studium abzuschließen. Zudem bin ich ihnen für ihre kompromisslose und finanzielle Unterstützung dankbar. Meine Geschwister Géraldine und Thomas sind mir stets mit motivierenden Worten zur Seite gestanden. Mit viel Geduld und Toleranz hat mich meine Freundin Tilly über die letzten Jahre meines Studiums begleitet.

Ihnen widme ich dieses Werk.



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Kurzfassung

Primärrohstoffe entstammen natürlichen Quellen und sind eine endliche Ressource. Sie stehen, abhängig von der räumlichen Lage, in unterschiedlicher Vielfalt zur Verfügung. In vielen europäischen Ländern gibt es jetzt schon kaum bis keine primären Rohstoffreserven. Eine alternative Rohstoffquelle sind die Sekundärrohstoffe. Im Bereich des Bauwesens sind diese Materialbestände in Bauwerken und der Infrastruktur zu finden. Aufgrund der Modernisierung kommt es zu einer zunehmenden materiellen Komplexität heutiger Bauwerke. Städte mit einer hohen Dichte an verbauten Materialien stehen hier besonders im Fokus (Urban Mining). Länderspezifische Ressourcenstrategien haben vor allem die Bewahrung der Primärrohstoffe und das Recycling von Sekundärrohstoffen als Ziel. Auch sollen langfristig, über den Lebenszyklus eines Bauwerks hinweg, die Bewertungsparameter der Ökobilanz reduziert werden. Planungswerkzeuge und -methoden sollen dabei helfen, den Bauwerksbestand bestmöglich wiederzugeben und eine aussagekräftige Bauwerksbewertung zuzulassen.

Im Zuge dieser Arbeit wird die Methode der BIM-basierten Materiellen Gebäudepass-Berechnung am Beispiel eines modellierten Wohnhauses durchgeführt. Anfangs wird das Thema Abfallwirtschaft behandelt. Der Schwerpunkt liegt dabei in der Beschreibung des aktuellen Umgangs mit Baurestmassen in Österreich und der EU. Das Thema „Building Information Modeling“ wird im Anschluss beschrieben. Hier wird der Fokus auf das Verfahren und dessen Handhabung hinsichtlich der ökologischen und ökonomischen Bewertung von Planungsobjekten gesetzt. Die Beschreibung von Möglichkeiten zur Ermittlung von Bauwerkskosten erfolgt im Anschluss. Der Schwerpunkt der Arbeit stellt die BIM-basierte materielle Gebäudepassberechnung dar. Dabei werden neben der direkten Methodenbeschreibung auch ökologische und ökonomische Ergebnisse ermittelt, um indirekt, Rückschlüsse auf die untersuchte Methode zu erlauben. Die Berechnung erfolgt auf Basis des Referenzmodells (RF-Modell) und auf Grundlage von zwei ökologisch optimierten Modellen. Die ökologischen Optimierungsmaßnahmen führen, gegenüber dem RF-Modell, zu einer Verbesserung der Bewertungskenngrößen der Ökobilanz und zu einer Erhöhung des Recyclinganteils. Die Optimierungen haben eine Kostensteigerung zur Folge, welche durch eine Maßnahmenanpassung minimiert werden.

Abstract

Primary raw materials come from natural sources. They are infinite and depending on the spatial location. The amount of primary raw materials varies. Even now, in many European countries the quantity of primary raw reserves is very small or reaches a critical number. An alternative source of raw material are secondary raw materials. Regarding to the construction industry, these material stocks can be found in buildings or the infrastructure. Due to the modernisation, the complexity of materials used in constructions, increases. Cities with a high density of built-in materials are especially in focus (urban mining). The aim of country specific resource strategies is to prevent primary raw materials and to recycle secondary raw materials. Concerning to the life-cycle of constructions, the reduction of ecological parameters is another important aim. Planning tools and methods should help to reproduce the building stock in the best possible way and allow a meaningful building evaluation.

In the course of this thesis, the method of the BIM-based material passport is carried out using the example of a modelled building. Initially, the topic of waste management will be described. The focus is on the description of the current handling of construction waste in Austria and the EU. After that, the topic "Building Information Modelling" will be discussed followed by a description of the determination of building costs. The focus of this thesis is the BIM-based material passport calculation. Besides the description of the method, also ecological and economical results are determined. Thereby conclusions about the method can be made. The calculation is based on the original model and ecologically optimized models. Compared to the reference model the ecological optimization measures lead to an improvement in the assessment parameters of the life cycle assessment and to an increase in the proportion of recycling. Due to the optimizations, the building costs increase. These costs can be minimized by adapting the measures.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	9
1.1	Ausgangssituation und Problemstellung	9
1.2	Motivation	11
1.3	Ziele	12
2	Methodik	13
2.1	Vorgehensweise	13
2.2	Literaturrecherche	14
2.3	Berechnungsablauf	15
3	Grundlagen	16
3.1	Ökologischer Hintergrund	16
3.1.1	Bestandsaufnahme wesentlicher Massenflüsse	16
3.1.2	Abfallwirtschaft	21
3.1.3	Umgang mit Bau- und Abbruchabfällen	24
3.1.4	Urban Mining	30
3.2	Building Information Modeling	33
3.3	Der Materielle Gebäudepass	35
3.4	Ökonomischer Hintergrund	39
3.4.1	Kostenermittlung in der Planungsphase	39
4	Vergleichende Analyse der Modelle hinsichtlich ökologischer und ökonomischer Aspekte	43
4.1	Materielle Gebäudepass- und Kostenberechnung auf Basis des Referenzmodells	52
4.1.1	Ermittlung von Bauteilinformationen	53
4.1.2	Ermittlung der ökologischen Materialkennwerte	57
4.1.3	Vergleich ökologischer Materialbibliotheken	62
4.1.4	Materielle Gebäudepass Berechnung	66
4.1.5	Kostenberechnung	69
4.1.6	Ergebnisse - Referenzmodell	73
4.2	MGP- und Kostenberechnung auf Basis des ökologisch optimierten Modells	78
4.2.1	Abweichungen gegenüber dem Referenzmodell	78
4.2.2	Ergebnisse – Ökologisch optimiertes Modell	83
4.3	MGP- und Kostenberechnung auf Basis des ökologisch und ökonomisch optimierten Modells	89
4.3.1	Abweichungen gegenüber dem Referenzmodell	89
4.3.2	Ergebnisse – Ökologisch und ökonomisch optimiertes Modell	91

4.4	Gegenüberstellung der Ergebnisse der drei Modellvarianten	96
4.4.1	Ökologischer Vergleich der drei Modellvarianten.....	96
4.4.2	Ökonomischer Vergleich der drei Modellvarianten	102
5	Schlussfolgerung	104
5.1	Zusammenfassung der ökologischen und ökonomischen Ergebnisse	106
5.2	Evaluierung	108
5.3	Ausblick	110
6	Literaturverzeichnis	111
7	Abbildungsverzeichnis.....	114
8	Tabellenverzeichnis.....	116
9	Anhang	117
9.1	Gebäudemodell.....	117
9.2	Materielle Gebäudepass – Berechnung.....	132
9.3	Kosten – Berechnung.....	187

1 Einleitung

1.1 Ausgangssituation und Problemstellung

Natürliche Ressourcen bilden die Grundlage für unser Leben auf diesem Planeten. Zu ihnen zählt man Materialien, Wasser, Luft und Land. Sie können in erneuerbare und nicht erneuerbare natürliche Ressourcen gegliedert werden. Zeichnen sich erneuerbare Ressourcen vor allem dadurch aus, sich innerhalb eines Zeitraums wieder nachzubilden, weisen hingegen nicht erneuerbare Ressourcen diese Eigenschaft nicht auf. Sie stehen nur in einer limitierten Menge zur Verfügung. Ein bedachter Umgang mit den natürlichen Ressourcen ist daher die Basis für ein langfristig nachhaltiges Umfeld und sollte zu jedem Zeitpunkt angestrebt werden. Der Ressourcenbestand bietet so die Möglichkeit, über einen langen Zeitraum hinweg, von seinen Potentialen zu zehren. Diesem nachhaltigen Gedanken steht ein Interessenskonflikt zwischen Ökologie, Ökonomie und soziokulturellem Leben entgegen.

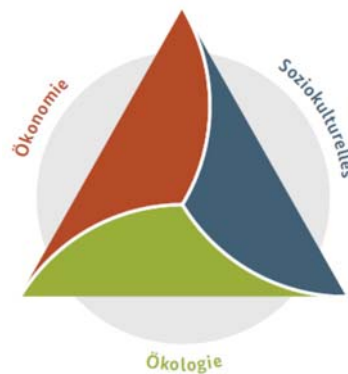


Abbildung 1.1: Interessensdreieck – Ressourcen¹

Der Konflikt zwischen den Interessensvertretern ist aufgrund der unzähligen Schnittstellen ein komplexes Problem. Einflüsse aus dem soziokulturellen Bereich verfolgen Ziele zum Zwecke der Politik oder etwa der Grundversorgung und Existenzsicherung der Gesellschaft. Ökonomische Einflüsse betreffen meist die Produktion oder die Dienstleistungen, und sind fast immer wachstumsorientiert. Die Dominanz dieser beiden Bereiche hat die Ausbeutung der ökologischen Ressourcen zur Folge. Im Bauwesen werden Primärrohstoffe in einem unverhältnismäßig großen Maßstab in Anspruch genommen. Laut dem Bericht „Umweltgesamtrechnung“ aus dem Jahr 2019, belief sich die Menge der inländischen Primärmaterialentnahme im Jahr 2017 auf rd. 131,80 Mio. t. Aus den gewonnenen Ressourcen erfolgte die Produktion von Baustoffen oder Baumaterialien. Der Lebenszyklus dieser Güter ist durch die Phasen Produktion, Nutzung und Verwertung gekennzeichnet. In den einzelnen Phasen werden Energien verwendet und Treibhausgase oder andere Schadstoffe freigesetzt.

¹ Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung, 2019, S. 15

Diese führen zu einem negativen Umwelteinfluss. Der Rohstoffbestand reduziert sich und die globale Temperatur steigt auf ein kritisches Maß an.

Länder setzen sich daher zum Ziel, umweltspezifische Strategien für die kommenden Jahrzehnte zu erarbeiten und diese in ihre Wirtschaft bestmöglich zu implementieren. Beispielsweise wurden in der Europäischen Union hierfür quantitative Grenzwerte hinsichtlich der Ökobilanzen von Gütern und der Ressourceneffizienz definiert. Unter Ressourceneffizienz versteht man das Verhältnis von Ressourcenverbrauch zu Wirtschaftswachstum, wobei der Ressourcenverbrauch langsamer steigt als das Wirtschaftswachstum. Ressourceneffizienz kann auch durch die tatsächliche Reduzierung des Ressourcenverbrauchs erreicht werden. Unter Ökobilanz kann der allgemeine Einfluss auf die Umwelt verstanden werden.²

Um diese ökologischen Ziele zu erreichen, findet sich im Bauwesen eine Vielzahl von Lösungsansätzen. Im Zuge der Arbeit liegt der Lösungsschwerpunkt in der Untersuchung des Recyclingpotentials von Baustoffen und des gezielten Einsatzes von ökobilanz-positiven Materialien.

Eine Steigerung der Ressourceneffizienz kann durch die Wiederverwertung von Materialien erreicht werden. Materialien, die nach ihrem Lebenszyklus aufbereitet und aufgrund ihrer stofflichen Eigenschaften einen erneuten Einsatz finden, werden als Sekundärrohstoffe beschrieben. Die stoffliche Wiederverwertung wird auch als Recycling bezeichnet. Anthropogene Lagerstätten, dazu gehören Gebäude- und Infrastruktureinrichtungen, weisen dabei einen besonders großen Bestand an wiederverwertbaren Materialien auf. Bestrebungen den Materialbestand zu quantifizieren und diese Bereiche sicherzustellen, stoßen derzeit noch auf viele Probleme. Schätzungen jedoch gehen davon aus, dass anthropogene Lager in ihrem quantitativen Umfang den der primären Lagerstätten zum Teil übersteigen. Ist die Erfassung der Materialbestände von einzelnen Objekten oder ganzen Bereichen erfolgt, können Rückschlüsse auf den ökologischen Einfluss gezogen werden. Erschwerend hinzu kommt der Zustand, dass die Komplexität der verbauten Materialien in den letzten Jahren zugenommen hat. Der Einsatz von Verbundbauteilen und Materialien aus chemisch komplexen Bestandteilen sind heutzutage mehr die Regel als die Ausnahme.

Abhängig von der Lebenszyklusphase eines Objekts, stehen für die Bestandsaufnahme sämtlicher Materialien und der ökologischen Bewertung von Objekten unterschiedliche Berechnungsmethoden zur Verfügung. Ein solches Gebäudeinformationssystem ist die Materielle Gebäudepass-Berechnung (MGP-Berechnung) auf Basis einer Building Information Modeling (BIM) Planung. Beide Methoden haben sich in den letzten Jahren eigenständig entwickelt und wurden bis dato in ausführenden Baubetrieben nicht in kombinierter Weise angewandt. Sowohl der Prozessablauf als auch die Möglichkeiten die durch diese Methode gewonnen werden können, stehen aktuell im Fokus der Forschung.

² Institut für soziale Ökologie/Statistik Austria, 2015, S.9-10

1.2 Motivation

Bestehende Wirtschaftssysteme verfolgen eine Prozesskette, die dem Recycling von Abfällen eine untergeordnete Aufmerksamkeit zuschreiben. In Österreich zählen die Bau- und Abbruchabfälle bei einer anfallenden Menge von rund 10 Mio. t pro Jahr (Stand 2015), zu einer der größten Abfallströme. Ein latentes Potential, dass bei richtiger Anwendung neben der Schonung von natürlichen Ressourcen, auch die Ressourceneffizienz in Unternehmen der Bauwirtschaft steigern könnte. Im Bauwesen ist aktuell das hochwertige Recycling von Bau- und Abbruchabfällen, und dessen Rückführung als Sekundärrohstoff in den Produktionskreislauf, nicht Stand der Technik. Geschuldet ist dieser Zustand der fehlenden Datengrundlage, die Aufschluss über den aktuellen mengenmäßigen Bestand und das ökologische Potential von anthropogenen Ressourcen geben soll. Ziel soll es sein, im Sinne eines umweltbewussten Handelns, das Prinzip der Kreislaufwirtschaft in die heimische Baubranche zu implementieren.



Abbildung 1.2: Kreislaufwirtschaft³

Die Bearbeitung von Planungsobjekten auf Basis von BIM hat sich in den letzten Jahren zunehmend bewährt. Unter BIM versteht man ein fiktiv modelliertes Modell, versehen mit bautechnischen und kostenrelevanten Informationen, welches von allen projektbeteiligten Personen für die Bearbeitung herangezogen werden kann. Nicht impliziert sind oft ökologisch relevante Informationen. Neben dem BIM-basierten Planungsobjekt können Programme herangezogen werden, die eine ökologische Bewertung von Planungsobjekten zulassen. Ein solches Bewertungsinstrument ist der MGP. Die Schnittstelle dieser beiden Methoden ist

³ Europäisches Parlament, 2021

weitgehend unerforscht. Die Untersuchung liefert Informationen, die als Entscheidungsgrundlage für das Handlungsfeld „Kreislaufwirtschaft“ dienen.

1.3 Ziele

Ziel dieser Arbeit ist es, den Ablauf der BIM-basierten MGP-Berechnung zu untersuchen und aussagekräftige Ergebnisse zu erzielen. Diese sollen Rückschlüsse auf die Ökobilanzen von im Hochbau eingesetzten Materialien, und auf das Recyclingpotential von anthropogenen Ressourcen erlauben. Ergänzend wird eine Kostenberechnung für das untersuchte Objekt durchgeführt, um ein Verhältnis zwischen ökologischen Daten und Kosten darzustellen.

Die detaillierte Betrachtung der einzelnen Prozessketten, sowie eine Schnittstellenanalyse zwischen den beiden Methoden stehen ebenso im Vordergrund, wie die quantitative Darstellung ökologisch relevanter Kennwerte. Beispielhaft sind für die Beschreibung der Ökobilanz die Kenngrößen „GWP“ (Global Warming Potential = Globales Erderwärmungspotential), „AP“ (Acidification Potential = Versauerungspotential von Boden und Wasser) oder „PENRT“ (Primary Energy Non Renewable Total = Nicht erneuerbare Primärenergie) zu nennen. Das Recyclingpotential wird baustoffabhängig in mineralische Baustoffe, organische Baustoffe und metallische Baustoffe ausgewiesen. Die Bauwerkskosten für das modellierte Wohnhaus erhält man durch die Berechnung nach Norm.

2 Methodik

2.1 Vorgehensweise

Im Mittelpunkt der Forschungsarbeit steht die Ermittlung der Kostenänderung zufolge ökologischer und ökonomischer Optimierung auf Grundlage der BIM-basierte MGP- und Kostenberechnung. Um aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten, wird die Berechnung auf Grundlage von drei verschiedenen Modellvarianten durchgeführt. Bei der ersten Variante handelt es sich um die Berechnung mit dem unveränderten fiktiven Wohnhausobjekt. Nachfolgend wird diese Modellvariante nur noch als Referenzmodell (RF) bezeichnet. Die Berechnung in der zweiten Variante, erfolgt auf Basis eines ökologisch optimierten Modells (Ö-OP-Modell). Da der Einsatz von erneuerbaren Materialien oft mit einer Kostensteigerung verbunden ist, wird das Modell in der dritten Variante in ökonomischer Hinsicht optimiert. Dieses wird nachfolgend als ökologisch und ökonomisch optimiertes Modell (ÖÖ-OP-Modell) bezeichnet. Am Ende der Forschungsarbeit werden nach der Analyse und Interpretation der Ergebnisse, Schlussfolgerungen gezogen.

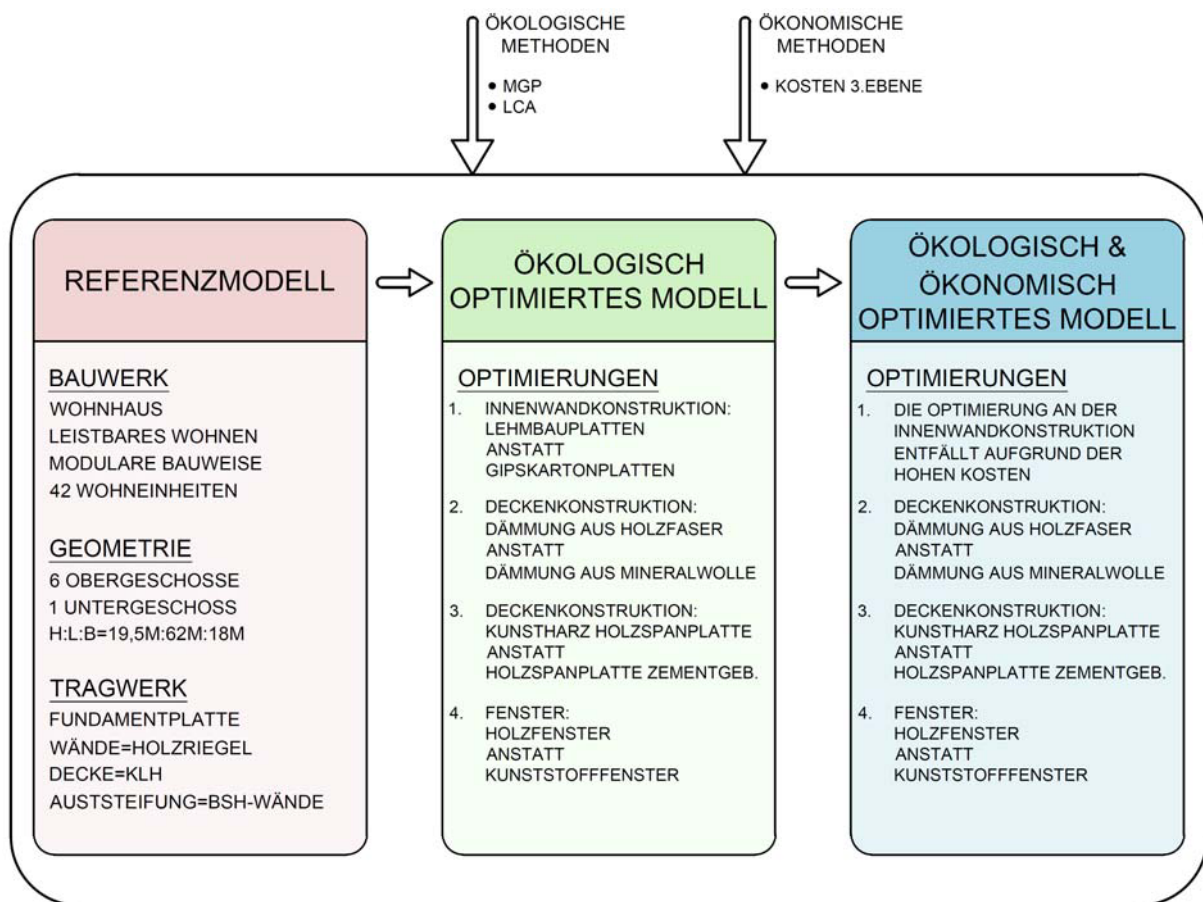


Abbildung 2.1: Grobkonzept der Modellvarianten

Um die Problemstellung rund um die BIM-basierte MGP- und Kostenberechnung zu behandeln, ist das Verständnis von BIM, der Ermittlung von Bauwerkskosten und dem Umgang mit Baurestmassen und dessen Recyclingpotential in Österreich und der EU erforderlich. Mit Hilfe geeigneter Literatur soll ein Überblick über diese drei Themenbereiche, nach aktuellem Stand der Technik, gegeben werden. Parallel dazu erfolgt die Datenrecherche, welche dazu dient, ökologische Materialeigenschaften und ökonomische Kenngrößen für die Berechnung zu erhalten. Die einzelnen Datenquellen werden in die Berechnung eingepflegt. Nachfolgend, eine Übersicht über den Ablauf der eingesetzten Methoden:

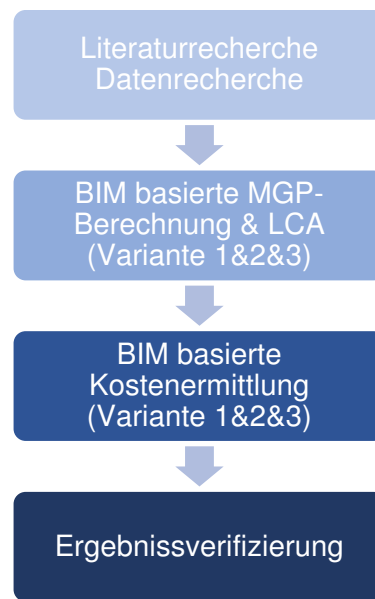


Abbildung 2.2: Vorgehensweise in der Forschungsarbeit

2.2 Literaturrecherche

Im Rahmen dieser Forschungsarbeit wird Literatur herangezogen, um einen aktuellen Abriss der wichtigsten Themenbereiche wiederzugeben. Dabei wird sowohl nach Print-Ausgaben als auch nach virtueller Literatur recherchiert. Zeichnen sich Bücher vor allem dadurch aus, einen Themenbereich vollumfassend zu beschreiben, werden in Artikel, Internetseiten oder auch Buchauszügen meist spezifische Themenschwerpunkte behandelt. Aufgrund der Tatsache, dass viele Forschungsartikel in englischer Sprache veröffentlicht werden, wird im Zuge der Recherche keine Unterscheidung zwischen deutsch- und englischsprachiger Literatur gemacht. Als wichtige Literaturquellen haben sich die Verlage Springer, Elsevier, Gruyter oder Linde herausgestellt. Nennenswerte Plattformen für die Suche nach wissenschaftlichen Artikeln sind ACM-Digital Library, ASME-Digital Library und IEEE Xplore. Die Themenbereiche Umwelt und Kostenermittlung im Bauwesen wurden unter anderem mit Literatur, die von der österreichischen Regierung und der Europäischen Union veröffentlicht wurde, beschrieben. Darunter finden sich Richtlinien, Verordnungen, Umwelt und Wirtschaftspläne oder auch

diverse Publikationen. Normen wurden für Forschungszwecke von „Austrian Standards“ zur Verfügung gestellt.

2.3 Berechnungsablauf

Der Fokus bei der BIM-basierten MGP-Berechnung liegt in der Informations- und Datenübertragung zwischen dem BIM-Modell und der MGP-Berechnung. Die Berechnung wird durch die Anwendung der Programme „A-Null Archicad“ und „Microsoft Office-Excel“ und weitere firmeneigene Plattformen unterstützt. Der Berechnungsablauf gliedert sich in folgende sieben Schritte:

- Schritt 1
Das RF-Modell wird auf Modellierungsschwächen überprüft, die beseitigt werden, um fehlerhafte Ergebnisse zu verhindern. Sämtliche, für die weitere Berechnung erforderlichen Objektinformationen, werden ausgewertet. Dabei ist auf die Vollständigkeit der Daten zu achten.
- Schritt 2
Durch die zuvor erhaltene Datenbasis, werden jedem Material ökologische Materialkennwerte zugeordnet.
- Schritt 3
Die Informationen aus dem modellierten Objekt und die ökologischen Materialeigenschaften werden in die MGP-Berechnung eingepflegt. Es werden, zunächst für einzelne Bauteile und anschließend für das gesamte Wohnhaus, ökologisch relevante und recyclingspezifische Ergebnisse ermittelt.
- Schritt 4
Aus den bisher erhaltenen Ergebnissen, werden Maßnahmen am RF-Modell getroffen, um die Ökobilanz und das Recyclingpotential des Wohnhauses zu steigern. Maßnahmen, wie zum Beispiel die Änderung der Tragstruktur oder ein abgeänderter Materialeinsatz sind denkbar. Die Berechnungsschritte 2 und 3 werden für das Ö-OP-Modell wiederholt.
- Schritt 5
Auf Grundlage beider Modellvarianten erfolgt eine Kostenermittlung für das Wohnhaus. Die aufgrund des Einsatzes von erneuerbaren Materialien einhergehende Kostensteigerung, wird ermittelt.
- Schritt 6
Zur Reduzierung der Kostensteigerung, werden die ökologischen Maßnahmen erneut angepasst. Daraus ergibt sich ein ÖÖ-OP-Modell.
- Schritt 7
Durchführung der MGP- und Kostenberechnung auf Grundlage des ÖÖ-OP-Modells.

3 Grundlagen

3.1 Ökologischer Hintergrund

3.1.1 Bestandsaufnahme wesentlicher Massenflüsse

Massenflüsse sind eine hilfreiche Methode bei der Betrachtung von eingehenden und ausgehenden Materialien. Wichtig dabei ist die Bestimmung eines Systems mit eindeutigen Systemgrenzen. Im Rahmen unserer Problemstellung erweist sich die Betrachtung der Produktion von Gütern in Österreich als sinnvoll. Nachfolgend werden die wichtigsten Ergebnisse durchgeführter Massenflüsse zusammengefasst. Dabei liegt der Fokus einerseits auf dem Input, also der Verwendung von Primärrohstoffen, und andererseits auf dem Output in Form von Emissionen und dem Abfallaufkommen in Österreich.

Input - Primärrohstoffentnahme

Betrachtet man den Input genauer, erkennt man, dass man je nach Definition unterschiedliche Ergebnisse erhält. Drei Definitionen haben sich zur Beschreibung der eingehenden Massen als günstig erwiesen. Die „Inländische Primärmaterial-Entnahme“ (IPME) gibt die gesamte Menge an Primärrohstoffen an, die im Inland entnommen und für ökonomische Aktivitäten eingesetzt wird. Der „Direkte Materialeinsatz“ (DMI) misst sämtliche Primärmaterialien inklusive der Importmaterialien, die für ökonomische Tätigkeiten verwendet werden. Zuletzt beschreibt der „Inländische Materialverbrauch“ (DMC) ein ähnliches Szenario wie der DMI. Mit der Ausnahme, dass hier die ökonomischen Tätigkeiten exklusive dem Export betrachtet werden. (DMC = Inländischer Materialverbrauch minus Export). Aus einer, für die Zeitreihe 2000-2017 durchgeführten Massenrechnung geht hervor, dass sich die Menge der IPME im Jahr 2017 auf rd. 131,80 Mio. t beläuft. Das entspricht einer Abnahme von 2,90% gegenüber dem Basisjahr 2000. Die Kurve der Zeitreihe 2000-2017 ist allerdings nicht linear. In den Jahren 2007-2009, zur Zeit der Weltwirtschaftskrise, ist eine sprunghafte Abnahme erkennbar. 2017 entfielen 34,5 Mio. t auf Biomasse. Holz, das einzig für die Baubranche relevante Material aus dieser Stoffgruppe weist eine Menge von 12,36 Mio. t auf. Hier ist ein leichter Aufwärtstrend für diese Stoffgruppe ersichtlich. 2017 betrug die Menge an abgebauten Metallerzen 3,50 Mio. t. Die Entnahme hat über den betrachteten Zeitraum zugenommen. So wurden im Verhältnis zum Jahr 2016 um 6,00%, zum Jahr 2000 sogar um 53,40% mehr Metallerze abgebaut. Metallerze werden hauptsächlich von der Industrie verwendet. Typische Erzeugnisse im Bauwesen sind Stahlprofile oder Bewehrungseisen. Mit Ausnahme der Jahre 2007-2009 verläuft die Kurve, die die Verwendung von nichtmetallischen Mineralen anzeigt, annähernd konstant. Die Förderung von nichtmetallischen Mineralen lag im Jahr 2017 bei 92,00 Mio. t. Als angehörige Vertreter sind hier beispielsweise diverse Gesteine, Sande und Kiese, sowie Tone und Gipse zu nennen. Sande und Kiese machen mit 55% den größten Anteil der nichtmetallischen Minerale aus. Gefolgt mit 23,60%, wurden Kalkstein und Gips am

zweithäufigsten abgebaut. Diese Rohmaterialien werden im Bauwesen vor allem für die Erzeugung von Beton, Mauerwerk oder Natursteinbaustoffe verwendet. Die fossilen Energieträger konnten innerhalb von 17 Jahren um mehr als die Hälfte reduziert werden. Lag im Jahr 2000 die Fördermenge bei 3,80 Mio. t, wurde 2017 eine Fördermenge von 1,70 Mio. t nachgewiesen. Die fossilen Energieträger können in feste Energieträger, wie beispielweise Braunkohle, und in gasförmige- und flüssige Energieträger gegliedert werden. 2017 lag der Anteil an festen Energieträgern annähernd bei null. Flüssige und gasförmige Energieträger weisen von 2000 bis 2017 eine Reduzierung von 32,80% auf.⁴

Um innerhalb der Systemgrenze den inländischen Rohstoffverbrauch einschließlich der Berücksichtigung der importierten Primärrohstoffe zu betrachten, ist es sinnvoll, DMC Ergebnisse heranzuziehen. Besonders die Analyse auf Produktions- und Konsumprozessebene, wie zum Beispiel der Beschreibung der Materialeffizienz oder Rohstoffproduktivität, ist mit dem DMC besser als mit dem DMI durchführbar. 2017 entsprach der DMC 163,80 Mio. t oder 16,6 t pro Kopf.

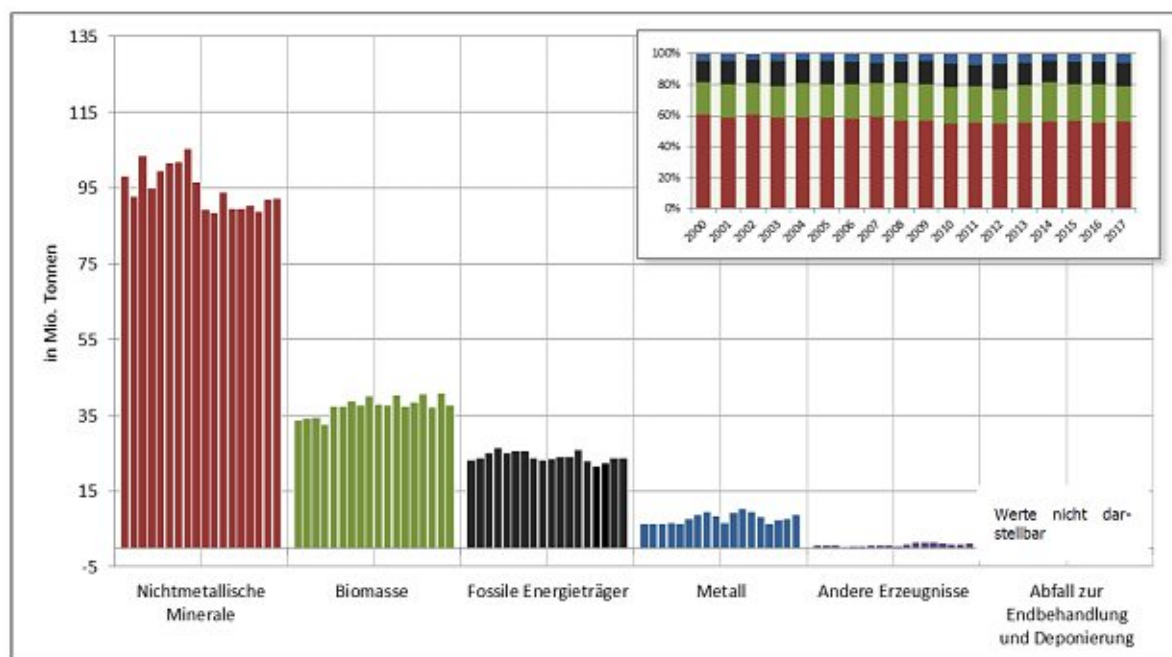


Abbildung 3.1: Inländischer Materialverbrauch (DMC) von 2000 bis 2017⁵

Wie in der Abbildung 3.1 ersichtlich, ist der größte Anteil der Rohstoffgruppe der nichtmetallischen Minerale zuzuschreiben. Bei einer Menge von 92,36 Mio. t liegt der Anteil bei 40,6%. Hinsichtlich der restlichen Rohstoffgruppen wurden 2017 23,85 Mio. t fossile Energieträger und 8,69 Mio. t metallische Erze in Anspruch genommen. Die Abhängigkeit von importierten Rohstoffen bei einem Mengenanteil von 41,20% scheint auf den ersten Blick groß.

⁴ Gierlinger, S., 2019, S. 19-23

⁵ Gierlinger, S., 2019, S. 37

Das ist bei genauerer Betrachtung jedoch vor allem den fossilen Energieträgern geschuldet. Über 90% der importierten Rohstoffe sind fossile Energieträger. Zwischen den Jahren 2000 und 2017 haben sich die Anteile der inländischen Entnahmen, sowie der Importe und Exporte verändert. Der Anteil der inländischen Entnahmen schwankt zwischen 83,70% (2000) und 80,50% (2017). Der Import steigt über die letzten Jahre auf einen Wert von 59,20%. Der Export, der aus der Differenz der beiden Werte ermittelt wird, liegt 2017 bei 14,70%.⁶

Gemäß den Ergebnissen aus Untersuchungen für das Jahr 2012, beträgt der DMI alleine für das Bauwesen rund 31,50 Mio. t. Bei einem Gesamtwert von ca. 230,4 Mio. t macht das ca. 13,70% aus und stellt die Baubranche somit an zweiter Position aller Industriebereiche.⁷

Output - Abfallaufkommen

In Österreich betrug die Masse des im Jahr 2018 angefallenen Abfalls rund 66,47 Mio. t. 63,50 Mio. t davon waren Primärabfälle, 2,97 Mio. t Sekundärabfälle. Als Sekundärabfälle werden Abfälle bezeichnet, die aus der Behandlung von Primärabfällen resultieren. Eine weitere wichtige Kennzahl in Bezug auf das Abfallaufkommen, ist die Abfallmenge pro Einwohner. Für Österreich erhalten wir gemäß den voranstehenden Zahlen für das Jahr 2018 einen Wert von 7.533,00 t. Bestandsaufnahmen während der letzten Jahrzehnte zeigen, dass das Abfallaufkommen in Österreich gestiegen ist. Der Zuwachs ist vor allem auf die vermehrte Bauaktivität und somit der steigenden Menge an Aushubmaterial und Baurestmassen zurückzuführen. Zudem konnte in den letzten Jahren die statistische Erfassung verbessert werden. Prognosen zu den zukünftigen Abfallaufkommen in den nächsten Jahren sind aufgrund der Abhängigkeit der Konjunktur im Hoch- und Tiefbau schwer zu definieren.⁸

Der Abfall lässt sich in unterschiedliche Abfallfraktionen einteilen. Die Fraktion „Bau und Abbruchabfälle“ wird in Folge etwas genauer beschrieben: Unter Bau- und Abbruchabfälle versteht man die Summe aller Abfälle, die bei Bau- und Abbruchtätigkeiten anfallen. Der Vollständigkeit wegen sei erwähnt, dass die häufig verwendete Bezeichnung „Baurestmassen“ dieselbe Abfallgruppe beschreibt, wie es die Bezeichnung „Bau- und Abbruchabfälle“ tut. Zu den Bau- und Abfalltätigkeiten zählt man Teilabbrüche, Sanierungen, Umbauten, Reparaturen, Neubautätigkeiten oder auch Abbauarbeiten. Im Wesentlichen können die Bau- und Abbruchabfälle in folgende Abfallgruppen unterteilt werden:

- Mineralische Abfälle
- Nichtmineralische Abfälle
- Gefährliche Abfälle
- Bodenaushubmaterialien⁹

⁶ Gierlinger, S., 2019, S. 34

⁷ Institut für soziale Ökologie/Statistik Austria, 2015, S. 23

⁸ Abteilung V/3: Abfallwirtschaftsplanung, Abfallbehandlung und Altlastensanierung, 2020, S. 8-17

⁹ Berhardt, A. Kleemann, F. Neubauer, C. Walter, B., 2019

Der untenstehenden Grafik kann entnommen werden, dass 16,80% des gesamten Abfalls, Bau- und Abbruchabfälle exklusiv Aushubmaterial sind. Das entspricht einer Menge von rund 11,14 Mio. t. Aushubmaterialien, mit einem Anteil von 55,90% entsprechen 37.16 Mio. t.

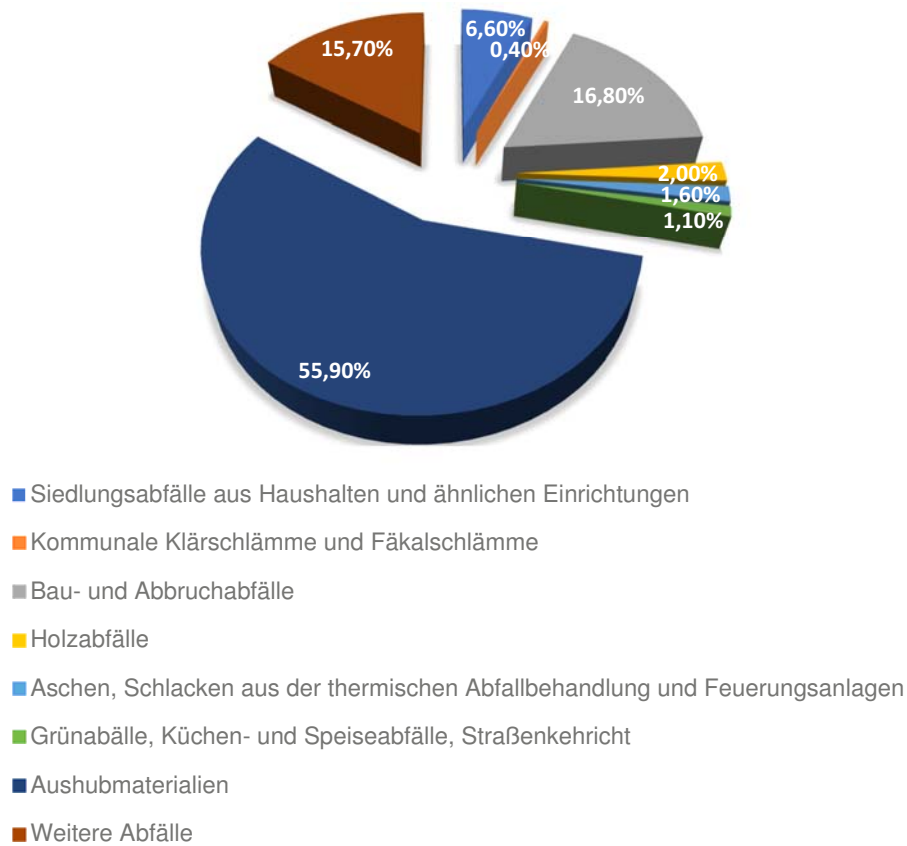


Abbildung 3.2: Abfallaufkommen in Österreich 2017¹⁰

Laut den neuesten Zahlen betrug die Summe der Abfallmengen aller Mitgliedsstaaten der Europäischen Union im Jahr 2016 2.538 Mio. t. Österreich zählt bei einer einwohnerbezogenen Abfallmenge von 7.533 t pro Einwohner zu den Ländern mit einem mittleren Abfallaufkommen. Der durchschnittliche Wert aus allen EU Mitgliedsstaaten der jährlichen Abfallmenge pro Einwohner liegt bei 4.968 t. Abfallerzeuger können in unterschiedliche Gruppen eingeteilt werden. Erfolgt die Gliederung nach wirtschaftlicher Tätigkeit, ergeben sich Sparten wie Haushalte, Energiewirtschaft, Landwirtschaft oder Produktion. Das Bauwesen, das nach dieser Gliederung der Produktion zugeordnet werden kann, nimmt dabei einen großen Stellenwert bei der Abfallerzeugung ein. 36,40% des gesamten Abfallaufkommens in der EU werden von der Sparte Produktion erzeugt.¹¹

¹⁰ Abteilung V/3: Abfallwirtschaftsplanung, Abfallbehandlung und Altlastensanierung, 2020, S. 14

¹¹ Eurostat, 2019, S. 3-7

Output – Emissionen

Ein weiterer Massenfluss, der im Zuge dieser Forschungsarbeit von Interesse ist, sind die Emissionen. Unter dem Begriff „Luftemissionen“ versteht man alle Ströme von gas- und partikelförmigen Stoffen, die aus einem Wirtschaftssystem entstehen und Teil der Atmosphäre sind. Daraus kann gefolgert werden, dass nur durch den Menschen verursachte (anthropogene) und keine natürliche Emissionen zu diesem Begriff gezählt werden. Man unterscheidet zwischen Luftschadstoffen und Treibhausgasen. Luftschadstoffe können sich in unterschiedlicher Weise auf die Natur oder die Lebewesen auswirken. Beim Menschen können sie zu Atemwegserkrankungen führen. Durch den Eintrag von Schwefel und Stickstoff in die Natur, versauern Böden und Gewässer. Treibhausgase gelten als treibende Kraft für den Klimawandel. Zu den Treibhausgasen zählt man Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄), sowie die fluorierten Gase. Das Treibhauspotential ist bei jedem Gas unterschiedlich.

Nachfolgend werden die wichtigsten Ergebnisse aus der Massenflussrechnung (Betrachtungsraum 1995-2016), durchgeführt von Statistik Austria, erläutert. Die Besonderheit dieser Erhebung besteht darin, dass in ihr nur jene Emissionen berücksichtigt werden, die von inländischen oder von in Österreich registrierten Unternehmen ausgestoßen wurden. So können die Ergebnisse hinsichtlich der Luftschadstoffe wie folgt zusammengefasst werden: Schwefeldioxidemissionen (SO₂) sind vom Jahr 2015 auf das Jahr 2016 um 68,3% gesunken. Sie werden beim Verbrennen von schwefelhaltigen Brenn- und Treibstoffen freigesetzt. Die Reduzierung ist vor allem auf die Verminderung des Schwefelanteils in Mineralölprodukten zurückzuführen. Bei den Treibhausgasen ist innerhalb des Zeitraums 1995-2016 ein ähnlicher Verlauf erkennbar. Die Kohlendioxidemissionen (CO₂) werden getrennt nach deren Quellen ausgewiesen. So unterscheidet man zwischen einem fossilen, biogenen oder einem sonstigen Ursprung. Biogene Kohlendioxide werden als nicht klimawirksam angesehen, da die freigesetzte Menge durch nachwachsende Rohstoffe gebunden wird und somit CO₂-neutral ist. Die fossilen und sonstigen Emissionen können hingegen als klimawirksam betrachtet werden. Unter sonstigen Quellen sind jene Prozesse zu verstehen, bei denen Emissionen ohne Verbrennungsvorgang entstehen. Ein solch typischer Prozess ist die Umwandlung von Kalkstein zu Zementklinker in der Zementproduktion. Im Jahr 2016 betrug die Menge an CO₂ aus fossilen Quellen rund 45,4 Mio. t. Innerhalb der Jahre 1995-2016 reduzierte sich der Ausstoß um 9,4%. Die Emissionen aus sonstigen Quellen sind allerdings in diesen Jahren um 28,8% gestiegen und erreichten 2016 einen Wert von 14,4 Mio. t. Zur Erreichung der Klimaschutzziele konnten die klimawirksamen Emissionen um 2,4% (59,9 Mio. t) reduziert werden. Bezüglich dem CO₂-Ausstoß durch biogene Quellen kam es im betrachteten Zeitraum zu einem Anstieg von 99,0% und wies 2016 einen Wert von 24,7 Mio. t auf.¹²

¹² Gierlinger, S., 2018, S. 7-21

3.1.2 Abfallwirtschaft

Der heute geltende Rechtsbestand im Bereich Umweltschutz ist auf das Jahr 1984 zurückzuführen. In diesem Jahr bekennt sich Österreich zum umfassenden Umweltschutz. Darunter versteht man die Bewahrung der natürlichen Umwelt als Lebensgrundlage des Menschen und dessen Schutz vor schädlichen Einwirkungen. Es werden umfassende Maßnahmen zur Reinhaltung der Luft, des Wassers und des Bodens, sowie zur Vermeidung von Störungen durch Lärm definiert.¹³ Aus dieser Vision heraus, entstanden in den vergangenen Jahrzehnten viele Gesetze, die einen umweltbewussten Umgang mit Abfällen regeln sollen. Zu den wichtigsten Gesetzen, Verordnungen oder Richtlinien in Bezug auf Abfälle, die durch Bautätigkeiten entstehen, gelten die Recycling-Baustoffverordnung, die Deponieverordnung, das Altlastensanierungsgesetz, die Abfallverzeichnisverordnung, die Abfallnachweisverordnung und der Bundesabfallwirtschaftsplan.

Bundesabfallwirtschaftsgesetz 2002 (AWG 2002)

Das Abfallwirtschaftsgesetz ist das zentrale abfallrechtliche Regelwerk in Österreich. Es wird in regelmäßigen Abständen überarbeitet und erneuert. Im Sinne des Versorgungsprinzips und der Nachhaltigkeit werden darin folgende wichtige Grundsätze und Ziele festgehalten:

1. Schutz von Mensch und Tier
2. Reduzierung von Emissionen, Luftschadstoffen und klimarelevanten Gasen
3. Schonung der Ressourcen (Rohstoffe, Energie, Flächen, Wasser)
4. Das Gefährdungspotential von stofflich verwerteten Materialien darf nicht höher sein als das der Primärrohstoffe
5. Durch Abfälle darf keine Gefährdung nachfolgender Generationen entstehen¹⁴

Gemäß § 2 des Abfallwirtschaftsgesetzes sind Abfälle definiert als bewegliche Sachen, deren sich der Besitzer entledigen will oder entledigt hat. Weiters gelten Sachen auch als Abfälle, wenn die Sammlung, Lagerung, Beförderung und Behandlung als solches erforderlich ist, um die öffentlichen Interessen nicht zu beeinträchtigen. Die im Bauwesen anfallenden Abfälle werden in gefährliche und nicht gefährliche Abfälle unterschieden. Bodenaushub zählt als Abfall, wenn dieser verunreinigt ist, oder an einer anderen Baustelle verwendet wird. Nicht gefährliche Abfälle bestehen aus mineralischen und nichtmineralischen Baurestmassen, Verpackungsmaterial und biogenen Abfällen. Für Abfälle, die im Zuge von Bautätigkeiten anfallen, gelten laut dem Abfallwirtschaftsgesetz besondere Bestimmungen. Es sollen verwertbare Materialien einer Verwertung zugeführt werden, sofern dies ökologisch

¹³ Schneller, S., 2013, S. 14

¹⁴ BGBl 1 Nr.102/2002, 2002, §1

zweckmäßig und technisch möglich ist. Dieser Umgang ist nur dann durchzuführen, wenn dieser mit keinen unverhältnismäßig hohen Kosten verbunden ist. Nicht verwertbare Baumaterialien sind ordnungsgemäß zu beseitigen.¹⁵

Aus den Grundsätzen und Zielen des Abfallwirtschaftsgesetzes ist ein Leitfaden entstanden, der die Reihenfolge beim Umgang mit Abfall festlegt. Wie der Abbildung 3.3 entnommen werden kann, hat die Abfallvermeidung die höchste Priorität. Das Entstehen von Abfall ist also weitestgehend zu vermeiden. So ist etwa der Umbau eines Bauwerks, dem Abbruch zu bevorzugen. Auch sollten Bestrebungen gemacht werden, einzelne Baustoffe direkt wiederzuverwenden. Ist die direkte Wiederverwertung von Baustoffen nicht möglich, sind diese durch entsprechende Bearbeitungsschritte, wie zum Beispiel Prüfung, Reinigung oder Reparatur, aufzubereiten und anschließend wiederzuverwenden. Diverse Umstände können dieses Verfahren allerdings verhindern. Ist das der Fall, so sind die Baustoffe zu recyceln. Darunter ist die stoffliche Verwertung zu verstehen, bei der Abfälle zu Produkten, Sachen oder Stoffen entweder für den ursprünglichen oder einen anderen Zweck wiederaufbereitet werden. Ist ein Recycling nicht durchführbar, sind die Abfälle der sonstigen Wiederverwertung zuzuführen. Abfälle erfüllen dabei durch ihre Zuführung in eine Anlage oder in die Wirtschaft, in umweltgerechter Weise, einen sinnvollen Zweck. Beispielhaft wäre hier die energetische Verwertung in einer Müllverbrennungsanlage zu erwähnen. Auch die Verfüllung von Aushüben wäre denkbar. Der restliche Abfall wird beseitigt und auf genehmigten Deponien gelagert.¹⁶

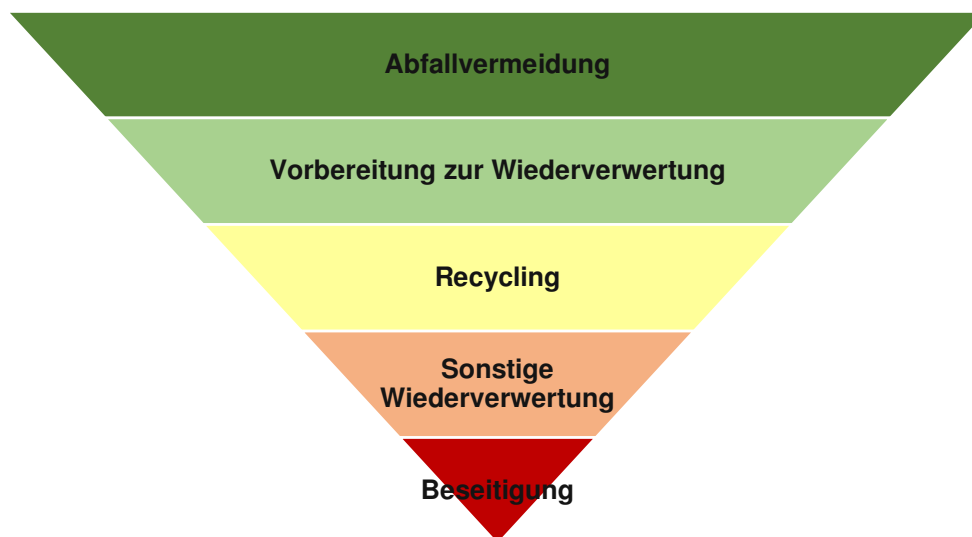


Abbildung 3.3: Abfallhierarchie¹⁷

Im Rahmen dieser Forschungsarbeit ist die Recycling-Baustoffverordnung von großer Bedeutung. Diese beinhaltet Regelungen für die Trennung von Abbruchabfällen und Abfällen,

¹⁵ BGBl 1 Nr.102/2002, 2002, §1-§16

¹⁶ Westermayer,A. Rosenberger,R., 2018, S. 6

¹⁷ BGBl 1 Nr.102/2002, 2002, §1

die im Zuge von Neubauten entstehen. Außerdem sind darin Richtlinien für die Herstellung von mineralischen Recycling-Baustoffen, für das Ende der Abfalleigenschaft von bestimmten mineralischen Recycling-Baustoffen, sowie Richtlinien für die Verwendung von mineralischen Recycling-Baustoffen zu finden. In der Abfallverzeichnisverordnung sind alle Abfallarten zur eindeutigen Identifizierung mit Schlüsselnummer, Bezeichnung und Spezifizierung versehen. Somit können Abfälle leichter den einzelnen Abfallarten zugeordnet werden. Die Abfallnachweisverordnung legt einen Leitfaden für die Aufzeichnungs-, Melde- und Nachweispflicht des Abfallbesitzers fest. Alle sechs Jahre wird vom Umweltministerium ein Bundes-Abfallwirtschaftsplan (WAWP) zur Verwirklichung der Ziele und Grundsätze nach dem Abfallwirtschaftsgesetz veröffentlicht. Das Altlastensanierungsgesetz wurde geschaffen, um die Finanzierung, Sanierung und Sicherung von Altlasten, die sich schädlich auf die Gesundheit der Menschen und der Umwelt auswirken, zu gewährleisten.¹⁸

Eine im Abfallbereich relevante, von der Europäischen Union entwickelte Richtlinie ist die Abfallrahmenrichtlinie. Sie wurde im Jahr 2008 veröffentlicht und wird durch Novellen in die österreichische Gesetzgebung eingebunden. Die Abfallrahmenrichtlinie hat zum Ziel, die Umwelt, die menschliche Gesundheit und die Ressourcen zu schützen. So soll sich durch deren Umsetzung, die Europäische Union in eine Recycling-Gesellschaft entwickeln. Darin enthaltene Richtlinien beschreiben beispielsweise die Abfallbehandlungshierarchie, eine verpflichtende Abfallquote, sowie ein Abfallvermeidungsprogramm. Neben einer gezielteren Definition der abfallrelevanten Begriffe wurde zudem die Einführung von Lebenszyklen, Regelungen hinsichtlich des Abfallendes und die Herstellungsverantwortung geschaffen. Von der Abfallbehandlungshierarchie kann abgesehen werden, sobald sich ein verbesserter Umweltschutz einstellt. Die Herstellungsverantwortung besagt, dass die Kosten für die Abfallbehandlung sowohl vom Abfallbesitzer, als auch vom Erzeuger getragen werden müssen. Die Recyclingquote bezieht sich auf die langfristig definierten Ziele der Europäischen Union.¹⁹ Sie verfolgt die Vision kostenwirksam und möchte durch eine sozialgerechte Umsetzung bis zum Jahr 2050, Netto-Treibhausgasemissionen von Null erreichen. Neben der Abfallwirtschaft werden dazu die Sektoren Kreislaufwirtschaft, Ressourceneffizienz oder Mobilität miteinbezogen.

¹⁸ Westermayer, A. Rosenberger, R., 2018, S. 7-13

¹⁹ Richtlinie 2008/98/EG-Abfallrahmenrichtlinie 2008, 2008

3.1.3 Umgang mit Bau- und Abbruchabfällen

Abfälle die bei Bau- und Abbruchtätigkeiten anfallen, werden als Bau- und Abbruchabfälle bezeichnet. Zu den Tätigkeiten zählen zum Beispiel Umbauarbeiten, Renovierungen, Sanierungen, Instandhaltungsarbeiten, Instandsetzungsarbeiten, Neubautätigkeiten und Abbautätigkeiten. Wie der Abbildung 3.4 entnommen werden kann, werden die Bau- und Abbruchabfälle im Wesentlichen in die Gruppen Aushubmaterialien, mineralische Abfälle, sonstige Abfälle und gefährliche Abfälle eingeteilt.

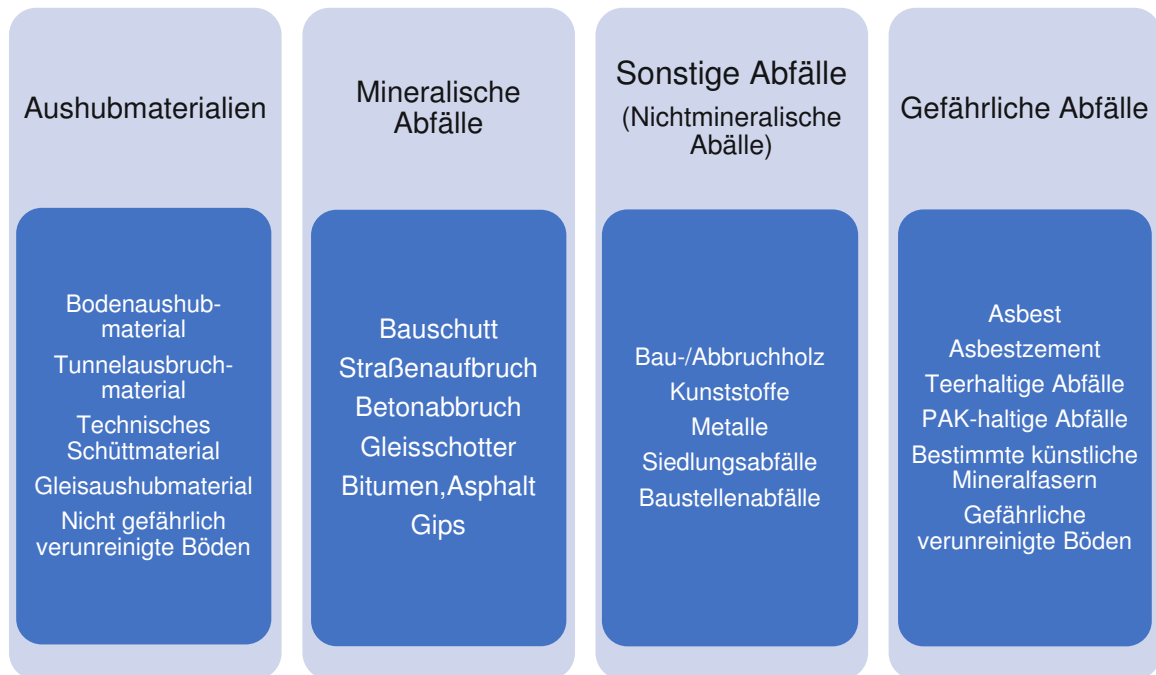


Abbildung 3.4: Einteilung - Bau- und Abbruchabfälle²⁰

Nachfolgend werden die einzelnen Abfallgruppen näher beschrieben. Im Zuge dieser Arbeit sind vor allem die mineralischen und nichtmineralischen Abfälle von Bedeutung.

Den massenmäßig größten Teil der Bau- und Abbruchabfälle machen die **mineralischen Bau- und Abbruchabfälle** aus. Bauschutt besteht aus Restmaterialien von Neubauten und Mauerwerksabbrüchen. Es ist ein heterogenes, überwiegend mineralisches Materialgemisch. Der mineralische Anteil setzt sich aus Beton, Mauerwerksziegel, Fliesen, Stein- und Glaswolle, Natursteinen, Keramik, Mörtel, Gips und Verputzreste zusammen. Ein geringer Anteil an nichtmineralischen Baumaterialien ist auch zu finden. Grund dafür ist die bautechnische Verbindung mit mineralischen Baumaterialien zur Erfüllung der Funktionalität des Bauwerks. Dazu zählt man Metall, Papier, Kunststoff und Holz. In Abhängigkeit der Verunreinigung wird Bauschutt in gering belasteten Bauschutt (frei von Schad- und Störstoffen), verunreinigten Bauschutt (Deutliche Anteile an Störstoffen) und schadstoffverunreinigten Bauschutt (PAK-

²⁰ Berhardt, A. Kleemann, F. Neubauer, C. Walter, B., 2019, S. 9

haltige Materialien, Bauchemikalien, Asbest, gesundheitsgefährdende künstliche Mineralfasern – PCB) eingeteilt. Bauschutt kann zu Recycling-Baustoffen verarbeitet und damit in weiterer Folge einer Verwertung zugeführt werden. Die Recycling-Baustoffe können für Zementprodukte, als Zuschlagstoffe, Rollierung oder für den Straßen- und Sportplatzbau wiederverwendet werden. Ist der Bauschutt mit Schadstoffen verunreinigt, kann dieser nicht recycelt werden.²¹ Ein Problem beim Recycling von Bauschutt ist die Heterogenität dieses Abfalls. Derartige Stoffgemische sind nach aktuellem Stand der Technik nur unter enormem Aufwand (d.h. unwirtschaftlich) stofflich wiederzuverwerten. Besonders bei Stoffen wie Gips, Porenbeton und Leichtbeton, sowie nichtmineralischen Materialien wie Kunststoff, Papier oder Holz, stoßen die aktuellen technischen Anlagen an ihre Grenzen. Die aktuelle Recyclingquote liegt für Bauschutt bei 77,8%. Hinsichtlich der zunehmenden materiellen Komplexität im Hochbau ist mittel- und langfristig mit einer noch größeren Heterogenität der Abfälle zu rechnen.²²

Laut Bernhardt et al. (2019) zählt man als Straßenaufbruch ein Gemisch aus Asphalt, Beton und Tragschichtmaterialien. Es handelt sich also um Bestandteile die entweder hydraulisch gebunden, bituminös gebunden oder ungebunden sind. Zudem enthält Straßenaufbruch geringe Mengen an Sand, Kies, Schotter aus dem Unterbau oder teergebundene Straßenbaustoffe, sowie Pflaster- und Randsteine. Im Gegensatz zum Hochbau, können im Straßenbau einzelne Materialgruppen leicht getrennt werden. Grund dafür ist der im Straßenbau übliche schichtweise Aufbau. Daher wird der Straßenaufbruch zum überwiegenden Teil zu einem Recycling-Baustoff verarbeitet. Wiederverwertungsbereiche sind vor allem die Asphaltproduktion und der Straßen- und Parkplatzbau. Die Recyclingquote von Straßenaufbruch liegt bei 93,7%. Gleisschotter findet Einsatz beim Bau von Eisen-, Straßen-, Untergrund- und Schnellbahnen. In Form eines Schotterbetts dient es zur frostsicheren Stabilisierung der Gleisanlagen. Bei diesem Schottergemisch handelt es sich um hochwertige, harte und scharfkantige Gesteinsarten wie zum Beispiel Basalt, Quarzporphyr oder Grauwacke. Altschotter wird im Zuge von Reinigungs- und Instandhaltungsarbeiten oder Betterneuerungen gewonnen. Neben dem Schotter gibt es auch Feinanteile und Verunreinigungen im Gleisbett. Diese können unter anderem Humus oder Pflanzenreste, aliphatische Kohlenwasserstoffe aus Treibstoff- und Schmiermittelverlusten, polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) oder auch Schwermetalle aus dem Abrieb von Schienen und Rädern sein. Auch treten häufig Verunreinigungen in Form von Herbiziden auf. Schadstoffkontaminierter Gleisschotter ist besonders im Zungenbereich von Weichen oder in Haltebereichen zu finden. Häufig wird Gleisschotter nach dessen Abbruch gereinigt und wieder als Bettungsmaterial in die Gleisanlage eingebracht. Ist Gleisschotter nicht kontaminiert, kann

²¹ Bernhardt, A. Kleemann, F. Neubauer, C. Walter, B., 2019, S. 9-10

²² Mettke, A. Arnold, V. Schmidt, S., 2019, S. 126-128

er problemlos dem Recyclingprozess zugeführt werden. Weist der Gleisschotter eine bestimmte Kontamination auf, kann auch dieser nach entsprechender Vorbehandlung recycelt werden. Bei der Abfallgruppe Betonabbruch handelt es sich um armierte oder nicht armierte hydraulisch gebundene Stoffe. Diese fallen überwiegend im Hochbau an, können aber auch in den Bereichen Tief-, Wege- und Straßenbau anfallen. Betonabbrüche weisen einen hohen Recyclinggrad auf. Besonders Beton- und Stahlbetonabbruch, Betonfundamente oder Betonfertigteile, wie Säulen oder Träger, können zu hochwertigen Recycling-Baustoffen verarbeitet werden. Die recycelten Baustoffe werden als Zuschlagstoffe für die Betonherstellung, Unterbau für den Hallenbau, Schüttmaterial, Künettenfüllmaterial, für Drainageschichten oder den landwirtschaftlichen Wegebau eingesetzt. Ist der Betonabbruch durch beispielsweise Teeranstriche verunreinigt, sind Untersuchungen durchzuführen und die Verunreinigung vom Betonabbruch zu entfernen. Unter Asphalt versteht man eine technisch hergestellte Mischung aus Straßenbaubitumen oder bitumenhaltigen Bindemitteln und Gesteinsmischungen mit Zuschlägen oder Zusätzen. Die Abfallart Bitumen/Asphalt wird häufig auch als Asphaltaufruch oder Ausbauasphalt bezeichnet. Zum überwiegenden Teil besteht diese Abfallart aus bituminös gebundenen, nicht kontaminierten, festen mineralischen Stoffen. Sie sind bei Baumaßnahmen im Tief-, Wege- und Straßenbau, aber auch bei Abdichtungssystemen, wie etwa Wasser- und Deponiebau wiederzufinden. Teerhaltige Asphalte kommen aufgrund ihrer gesundheitsgefährdenden Wirkung seit 40 Jahren in Österreich nicht mehr zum Einsatz. Die vor dieser Zeit eingesetzten Asphalte stellen aufgrund ihres Teergehalts die größte Schadstoffquelle bei Altasphalten dar. Der Abbruch von Bitumen/Asphalt erfolgt über die Aufnahme von Schollen oder durch das Abfräsen. Anschließend wird der Abbruch auf die gewünschte Korngröße zerkleinert. In der Regel wird Bitumen/Asphalt recycelt und als Tragschicht im Straßen- und Wegebau wiederverwendet. Ist der Bitumen/Asphalt mit Öl verunreinigt, ist ein Recyclingverfahren ausgeschlossen. Bei gering ölverunreinigten Bitumen/Asphalten kann dieser wiederaufbereitet werden, muss aber der Qualitätsklasse B-C zugeordnet werden.²³

Als letzte Abfallfraktion in der Gruppe der mineralischen Bau- und Abbruchabfällen ist Gips zu nennen. Die stoffliche Wiederverwertung von Gips ist grundsätzlich möglich, ist allerdings mit vielen Problemen konfrontiert. Die Recyclingquote ist niedrig und liegt bei weniger als 5%. Die Gründe dafür sind mannigfaltig. So werden beispielsweise gipsstämmige Abfälle im Zuge von Rückbau- und Abbruchmaßnahmen nur selten getrennt erfasst. Ein weiteres Problem betrifft die Lagerung von gipshaltigen Bauteilen. Diese weisen aufgrund der witterungsausgesetzten Lagerung einen hohen Feuchtigkeitsgrad auf. Auch wird häufig Porenbeton fälschlicherweise als Gips deklariert. Ein weiteres Problem betreffend des Recyclings von Gips, besteht darin, dass gipshaltige Bauteile nicht selten aufgrund der geringen Kosten im Ausland entsorgt

²³ Berhardt,A. Kleemann,F. Neubauer,C. Walter,B., 2019, S. 9-13

werden. Die Summe der erwähnten Probleme führt dazu, dass gipshaltige Bauteile bevorzugt auf der Deponie gelagert werden, bevor sie einem kostenintensiven Recyclingvorgang zugeführt werden.²⁴

Als nächste wichtige Abfallgruppe ist die Gruppe der **nichtmineralischen Bau- und Abbruchabfälle** zu nennen. Baustellenabfälle sind ein Gemisch aus mehreren Abfällen, welche aus Holz, Metall, Kunststoff, Glas, Pappe, biogenen Anteilen, Sperrmüll etc. besteht und einen geringen Anteil an mineralischen Stoffen beinhaltet. Zu den typischen Bestandteilen zählt man verunreinigte Baustoffverpackungen, Bau- und Abbruchholz, Materialverschnitte, hausmüllähnliche Abfälle, Bauschutt, Formteile aus Kunststoff, Draht, Blech, Rohre, Kehricht, Dämmmaterialien, Isolierungen oder Folien zur Abdeckung. Baustellenabfälle können sich in Abhängigkeit der Art der Baumaßnahme, der Bauweise oder der Nutzung des Bauwerks unterscheiden. Weiters spielt auch die Bauphase eine wichtige Rolle. Jede Bauphase ist durch bestimmte Arbeiten gekennzeichnet, die von den jeweiligen Gewerken ausgeführt werden. Der Einsatz unterschiedlicher Gewerke führt zu einem unterschiedlichen Abfallaufkommen. Gefährliche Abfälle wie z.B. Asbest, Farben und Lacke, Elektrogeräte, Leuchtstoffröhren oder flüssige Abfälle zählen nicht zu den Baustellenabfällen. Sie müssen getrennt von den Baustellenabfällen gesammelt und entsorgt werden. Häufig wird der Baustellenabfall vor Ort an der Baustelle vorsortiert und kann anschließend einer direkten Verwertung zugeführt werden. Der verbleibende unsortierte Baustellenabfall wird zu Anlagen geliefert, wo er dann maschinell oder manuell sortiert wird. Durch die Verfahrensschritte Fördern, Klassieren, Sortieren, Verdichten und Lagern entstehen am Ende unterschiedliche Abfallfraktionen. Die getrennten Fraktionen können stofflich verwertet werden, die gemischten Fraktionen müssen thermisch verwertet werden. Biogene Abfälle entstehen meist durch Baumaßnahmen an Grünflächenbereichen. Sie sind natürliche und organische Abfälle. Der Baumschnitt, Sträucher, Wurzel oder Wurzelstöcke zählen zu dieser Abfallart. Biogene Abfälle werden direkt an der Baustelle getrennt gesammelt. Nach anschließender Zerkleinerung kann das Erzeugnis als Strukturmaterial in Kompostierungsanlagen eingesetzt werden. Größere Baumstämme oder Wurzelstöcke werden thermisch in Biomasseheizkraftwerken zur Energiegewinnung verwertet. Eine weitere Abfallgruppe sind die Holzabfälle. Bau- und Abbruchholz, sowie Verpackungsholz, das im Zuge der Bautätigkeiten anfällt, werden dieser Gruppe zugewiesen. Zu den Holzabfällen gehören Bau- und Konstruktionshölzer, Schaltafeln, Paletten, Holzzäune, Dielen und Böden, Spanplatten, Holzfenster oder auch Bahnschwellen. Bei der Verwertung von Holzabfällen ist darauf zu achten, ob diese behandelte oder unbehandelte Hölzer sind. Problemlos können unbehandelte Hölzer aus Dachstühlen, Träme und Dippelbäume, Pfosten und Kanthölzer, sowie Holzverpackungen einer stofflichen Wiederverwertung zugeführt werden. Thermisch verwertet, werden hingegen lackierte oder beschichtete Holzelemente,

²⁴ Mettke,A. Arnold,V. Schmidt,S., 2019, S. 129-130

Hölzer mit Anhaftungen, Holzwolle-Leichtbauplatten oder auch Verbundplatten. Nicht rezyklierbare Hölzer sind jene, die chemisch behandelt wurden. Häufig werden dabei Chemikalien wie Chlor, Blei oder Chrom eingesetzt. Typische Bauteile sind Fenster- und Türstöcke oder sonstige imprägnierte Holzbauteile, die zum Zwecke einer verlängerten Haltbarkeit chemisch behandelt werden. Diese sind jedenfalls getrennt zu erfassen, sammeln, lagern und transportieren. Fallen während der baulichen Tätigkeiten metallische Abfälle an, so sind diese der Abfallgruppe Metallabfälle zuzuordnen. Zu ihnen zählt man Bauteile aus Eisen- oder Nichteisen-Metallen und verschiedene Legierungen, die auch beschichtet oder lackiert sein können. Typische Bauteile dieser Abfallgruppe sind Rohre, Bewehrungs- und Spannstähle, Profilstähle, Bleche, Gusseisenteile, Metallzargen, Kupferreste, Kabel, Umreifungsbänder oder Metallgebände. Metallabfälle sind gut rezyklierbare Baustoffe. Werden sie zunächst über den Schrotthandel vertrieben, dienen die übrig gebliebenen Metallabfälle als Rohstoff für die Metallherstellung. Zu den Kunststoffabfällen gehören Kunststoffprofile, Kunststoffrohre, Folien, Bodenbeläge, Fenster, Baustyropor, Rohre, Kunststoffeimer oder auch Kunststoffverpackungen. Davon können Kunststoffrohre und Formstücke, Kunststofffenster und PVC-Bauteile recycelt werden. Kunststoffverpackungen und Verpackungsabfälle werden über die Verpackungssammlung gesammelt und entweder stofflich oder thermisch verwertet. Weitere Verpackungsmaterialien werden der Stoffgruppe der Verpackungsabfälle zugeordnet. Dazu gehören sämtliche Papiersäcke, aber auch Pappe, Papiere und Kartone.²⁵ Die im Verhältnis massenmäßig geringste Abfallgruppe ist die, der **gefährlichen Abfälle aus Bau- und Abbruchtätigkeiten**. Nachfolgend werden die wichtigsten Schadstoffe kurz erläutert. Asbesthaltige Materialien stellen durch ihre gesundheitsgefährdende Wirkung eine Gefahr für den Menschen dar. Deshalb ist der Abbruch, die Entnahme, aber auch die Behandlung von asbesthaltigen Materialien nur durch fachkundige Personen durchzuführen. Asbest ist häufig in Wand- und Bodenbelägen wiederzufinden. Dabei unterscheidet man zwischen Cushion-Vinyl-Belägen und Floor-Flex-Belägen. Der Schadstoff polychlorierte Biphenyle (kurz PCB) wird technisch hergestellt und besteht aus einer Mischung von mehreren Isomeren. Sie werden häufig als Weichmacher verwendet und sind typischerweise in Fensterabdichtungen oder dauerelastischen Fugendichtmassen wiederzufinden. Ein weiteres Problem stellen die PAK-kontaminierten Materialien und Böden dar. Darunter versteht man die Verunreinigung durch Kohlenwasserstoffe. Eine Vielzahl von Bau- und Abbruchmaterialien können mit Kohlenwasserstoff verunreinigt werden. Besonders Rauchfänge und Kamine sind hier zu nennen, die durch den Abgasstrom kontaminiert werden. Häufig gelangt Kohlenwasserstoff auch durch die Verbindung von Bitumen oder Teer in das Bauteil.

²⁵ Berhardt,A. Kleemann,F. Neubauer,C. Walter,B., 2019, S. 14-18

Der Vollständigkeit wegen wird noch die Abfallgruppe der **Aushubmaterialien** kurz thematisiert. Durch das Ausheben oder Abräumen des Bodens oder Untergrundes fällt Aushubmaterial an. Der größte Teil des Aushubmaterials sind mineralische Materialien. Darunter fallen Schotter, Kies, Sand, Felsabbruch, Erde, Humus oder Lehm. Häufig sind auch anorganische und organische, bodenfremde Bestandteile wie Bauschutt, Holz oder Kunststoff zu finden. Aushubmaterial wird aufgrund der unterschiedlichen Anteile der Stoffe in unterschiedliche Qualitäten unterteilt. Hinsichtlich der Verwertung werden Aushubmaterialien für landwirtschaftliche Bodenverbesserungen, Rekultivierungen nach Bauarbeiten, Dammkörper oder Hinterfüllungen eingesetzt. Vor der Verwertung ist das Aushubmaterial von einer fachkundigen Person zu charakterisieren. Die Charakterisierung erfolgt durch die Einteilung in unterschiedliche Qualitätsklassen. Je nach Qualitätsklasse kann das Aushubmaterial gemäß den obigen Anwendungsgebieten eingesetzt werden. Aushubmaterialien aus Böden von industriell genutzten Flächen, Unfallbereichen oder Böden von Betankungsbereichen sind mechanisch-biologisch oder thermisch zu behandeln. Eine detailliertere Beschreibung der Abfallgruppe Aushubmaterial ist im Zuge dieser Forschungsarbeit nicht notwendig.²⁶

Neben den rechtlichen Rahmenbestimmungen wird der Umgang von Bau- und Abbruchabfällen durch diverse Normen, Richtlinien und Merkblätter bestimmt. Dadurch kann ein qualitativ hochwertiges und kosteneffizientes Recycling der Baustoffe gesichert werden. Tätigkeiten rund um den Abbruch von Bauwerken werden durch die ÖNORM B 2251 bestimmt. Sie beinhaltet sämtliche Verfahrens- und Vertragsbestimmungen, die für die Abbruchtätigkeiten benötigt werden. Vor Beginn der Abbrucharbeiten ist ein Abbruchkonzept an den Auftraggeber zu übermitteln. Die Abbrucharbeiten selbst werden gemäß der ÖNORM in Abtragen, Abgreifen, Eindrücken, Einschlagen usw. eingeteilt. Die einzelnen Arbeitsschritte werden darin unter Einhaltung der Sicherheitsvorschriften genau beschrieben. Die ONR 192130 regelt die Schadstofferkundung von Gebäuden vor den Abbrucharbeiten. Eine Schadstofferkundung wird durchgeführt, um die ökologische, gesundheitliche und technische Gefährdung zu bewerten, die im Zuge eines Abbruchprojektes entstehen kann. Wird keine Schadstofferkundung durchgeführt, ist bei der Entsorgung der Abfälle mit hohen Kosten zu rechnen. Die Schadstoffe werden in primäre (z.B. Asbest, Schwermetalle, PCB), nutzungs- und betriebsbedingte (z.B. Reinigungs- und Desinfektionsmittel) und biologisch induzierte Schadstoffe (z.B. Schimmel, Taubenkot) unterteilt. Die nach den Abbruchtätigkeiten anfallenden Abfälle werden getrennt, kategorisiert und mit einer Schlüsselnummer versehen. Dies erfolgt mit Hilfe der ÖNORM S 2100, welche ein vorgeschlagenes Abfallverzeichnis mit Behandlungsverfahren beinhaltet. Bei der Richtlinie für Recycling-Baustoffe handelt es sich um eine Richtlinie, in der Regelungen und Anforderungen für das Herstellen von

²⁶ Berhardt,A. Kleemann,F. Neubauer,C. Walter,B., 2019, S. 19-21

qualitätsgesicherten Recyclingbaustoffen und die, für die Güte- und Qualitätsbestimmungen erforderlichen Prüfungen zu finden sind. Die enthaltenen Bestimmungen beziehen sich dabei auf die Prozesse Anlieferung, Sortierung, Aufbereitung und Lagerung von Bau- und Abbruchabfällen. Die Bau- und Abbruchabfälle werden zudem in unterschiedliche Qualitäts- und Güteklassen eingeteilt, sodass ein hochwertiger Recyclingprozess entsteht.²⁷

3.1.4 Urban Mining

Mitte des 20. Jahrhunderts lebten ca. 30% der Weltbevölkerung in Ballungsräumen. Seitdem ist diese Zahl rasant gestiegen, was dazu führte, dass heutzutage bereits 50% der Weltbevölkerung ein Leben in Ballungsräumen bevorzugen. Gemäß diesen Entwicklungen kann davon ausgegangen werden, dass die Zahl bis 2050 auf 80% steigen wird. Im Zeitraum von 2006 bis 2016 ist der Urbanisierungsgrad in der EU sogar von 72,79% auf 75,03% gestiegen. Unter einem Ballungsraum versteht man die Zusammenführung einer großen Stadt mit den angrenzenden Kleinstädten, Dörfern und Siedlungen. Die Verbindung erfolgt einerseits durch den wachsenden Aufbau von Städten und andererseits durch die Nutzung einer gemeinsamen Infrastruktur. Eine zunehmende Verdichtung führt einerseits dazu, dass weniger Naturflächen in Anspruch genommen werden und weniger Energie für Heizung und Warmwasseraufbereitung benötigt wird. Der dichten und kompakten Bauweise von Ballungsräumen geschuldet, sind die Energieverbräuche und Emissionen pro Kopf deutlich niedriger, als bei einer ländlichen Gestaltungsform. Entwicklungsschritte, die den Nachhaltigkeitsgedanken stärken. Andererseits tragen Ballungszentren durch die hohe Bevölkerungszahl einen großen Teil an der Bildung von Treibhausgasen und einer Ausbeutung der Rohstoffe bei. So stammen rund 80% des globalen Energieverbrauchs aus Städten. Auch sind Städte zu 70% für den Ausstoß von Treibhausgasen verantwortlich. 2012 wurden rund 30 Mio. t mineralische Rohstoffe zur Produktion von Baustoffen und -produkten eingesetzt. Die Abfallmenge von Bau- und Abbruchabfällen betrug 2017 rund 11,14 Mio. t. Ballungsräume bieten besonders ideale Voraussetzungen und viel Potential, um negative Umwelteinflüsse zu minimieren. So wird in diesem Zusammenhang häufig der Begriff „Urban Mining“ erwähnt. Darunter versteht man die Rückgewinnung von Materialien aus anthropogenen, meist urbanen Lagerstätten. Gerade in urbanen Bereichen, wo eine hohe Materialkonzentration und eine enorme Rohstoffmenge im bestehenden Gebäudebestand vorhanden ist, sollten Abfälle vielmehr als Rohstoffe betrachtet werden. Durch die Gewinnung von Sekundärrohstoffen, also der systematischen Nutzung von nicht mehr benötigten anthropogenen Rohstofflagern, kann die Rohstoffeffizienz gesteigert, und die Umwelt entlastet und geschützt werden. Im Gegensatz zur Abfallwirtschaft, die sich mit dem Abfallaufkommen, dessen Mengen, Zusammensetzung, sowie der bestmöglichen Rückführung in den

²⁷ Schneller,S., 2013, S. 36-50

Wirtschaftskreislauf beschäftigt, bezieht Urban Mining den Gesamtbestand mit ein. Rohstoffe bzw. Güter werden ganzeinheitlich vom Beginn bis zum Ende ihres Lebenszyklus betrachtet. Dadurch werden sämtliche Stoffströme erfasst, die letztendlich Rückschlüsse auf zukünftige Verwertungswege und -verfahren erlauben. Ziel von Urban Mining ist also das Erkennen von Wertstoffen in Gebäuden und der Infrastruktur, noch bevor diese zu Abfall werden, um sie zukünftig als Rohstoffe zu nutzen.²⁸

Es wird geschätzt, dass die Menge, der in anthropogenen Lagern befindlichen Stoffe, der in natürlichen Lagerstätten vorkommenden Rohstoffen gleicht. Daher können die Rückgewinnung und das Recycling von Rohstoffen in Ballungsräumen einen erheblichen Teil zur Steigerung der Ressourceneffizienz beitragen. Aktuelle Studien zufolge, liegt der Verbrauch von Rohstoffen, dazu zählen Sand und Kies, Erdöl, Gas, Kohle, Holz und Metall, pro EU Einwohner bei 40 Kilogramm pro Tag. Der alltägliche Konsum führt dazu, dass sich der Bestand an natürlichen Rohstoffen kontinuierlich verringert, während gleichzeitig der Materialbestand in den anthropogenen Lagerstätten größer wird. Es wird geschätzt, dass der anthropogene Materialbestand in Österreich bei ca. 250 t pro Einwohner liegt. Davon sollen ca. 50% in Gebäuden und 50% in der Infrastruktur vorliegen. Bei genauerer Betrachtung des österreichischen Materialbestands, können sogar einzelne Stoffe quantifiziert werden. Demnach liegt das pro Kopf Aluminiumlager in Österreich bei 360 kg. Tendenz steigend. Der überwiegende Teil des Aluminiums ist in langlebigen Gütern, wie Gebäuden oder Fahrzeugen zu finden. Bei gleichbleibender Aluminiumanwendung ist daher mit einem Anstieg von 14% der Aluminium-Schrottmenge im Jahr 2050 zu rechnen. Wien, das größte anthropogene Lager in Österreich, weist einen Materialbestand von 210 t pro Einwohner auf. Davon sind 95% mineralische Materialien, 3% organische Materialien und 1,5% Metalle. Obwohl Österreich, gemeinsam mit anderen europäischen Ländern wie der Schweiz oder Deutschland, zu den führenden Ländern hinsichtlich dem Recycling von anthropogenen Materialien zählt, gibt es hier noch immer unzählige ungenutzte Potentiale.²⁹

Um das Urban Mining Konzept zukünftig in Österreich noch besser umzusetzen, wurden diverse Strategien im Ressourceneffizienz Aktionsplan (REAP) definiert. So soll gemäß diesem Leitfaden zukünftig eine Planung für Produkte, Verfahren und Systeme erfolgen, die nach den Gesichtspunkten einer langfristigen Mehrfachnutzung ausgelegt sind. Beispielsweise wären hierbei Güter zu nennen, die heutzutage so produziert werden, dass eine sortenreine Trennung der einzelnen Komponenten oft nicht möglich ist. Dies soll in der Zukunft verhindert werden. Weiters ist nach dem Aktionsplan die Erstellung eines Ressourcenkatasters vorgesehen. Hierbei sollen Informationen der Art, Menge und Zusammensetzung der Güter erfasst werden, sodass am Ende der Lebensdauer eine

²⁸ Mettke, A. Arnold, V. Schmidt, S., 2019, S. 113-119

²⁹ Technische Universität Wien, 2018, S. 20-33

wirtschaftlich und ökologisch geeignete Weiterverarbeitung möglich ist. Auch ist die Weiterentwicklung der eingesetzten Technologien, und die Optimierung der Separierungsverfahren zu erwähnen.³⁰

Nachfolgend wird der aktuelle Stand der Ressourceneffizienz in Österreich wiedergegeben. Es wird hierfür auf die Umweltgesamtrechnungen, durchgeführt von Statistik Austria, für den Zeitraum 2000-2017, Bezug genommen. Die Effizienz der eingesetzten Rohstoffe kann am besten mit der Materialeffizienz dargestellt werden. Sie ist eine Funktion abhängig von Ressourcenverbrauch und Wirtschaftswachstum und gibt an wie hoch die wirtschaftliche Leistung in Euro pro Tonne Materialeinsatz ist. Benötigt die Wirtschaft weniger Material bei gleichbleibender Wertschöpfung, bedeutet das, dass die Materialeffizienz steigt. In diesem Zusammenhang werden weiters die Begriffe relative und absolute Entkoppelung eingeführt. Unter absoluter Entkoppelung versteht man, dass das BIP steigt und der DMC sinkt. Nimmt das BIP zu und der DMC stagniert oder weist einen geringeren Anstieg auf, spricht man von einer relativen Entkoppelung. Die unten angeführte Grafik zeigt, dass die Materialeffizienz von 2000 bis 2017 deutlich gesteigert werden konnte. Wurden im Jahr 2000 bei einem Materialeinsatz von 1000 t rund 1,60 Millionen Euro erwirtschaftet, waren es 2017 bei gleichbleibendem Materialeinsatz schon rund 2,00 Millionen Euro. Bei annähernd gleichbleibendem Materialverbrauch (Steigerung von 1,00% über 17 Jahre) konnte die wirtschaftliche Leistung um mehr als ein Viertel gesteigert werden. Es handelt sich also hierbei um eine relative Entkoppelung.³¹

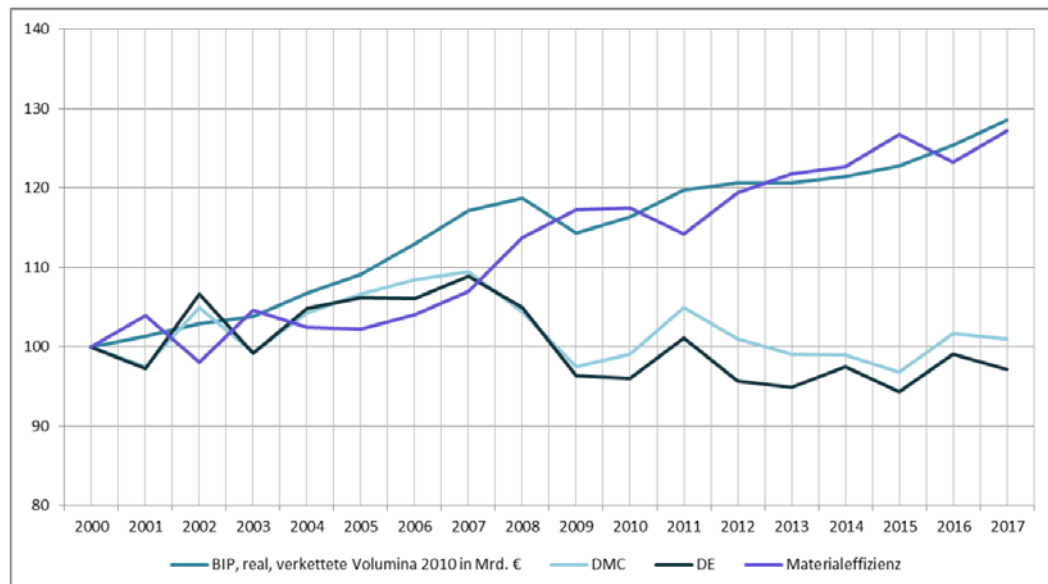


Abbildung 3.5: Materialeffizienz in Österreich von 2000-2017³²

³⁰ Mettke, A. Arnold, V. Schmidt, S., 2019, S. 122-124

³¹ Gierlinger, S., 2019, S. 42-43

³² Gierlinger, S., 2019, S. 43

3.2 Building Information Modeling

Bereits in den 1970-Jahren wurden erste Forschungsarbeiten veröffentlicht, die sich mit dem Aufbau und dem Einsatz von virtuellen Gebäudemodellen beschäftigt haben. BIM wurde das erste Mal 1992 in einem wissenschaftlichen Paper beschrieben. Im vergangenen Jahrzehnt hat die Digitalisierung an Einfluss auf die heimische Wirtschaft gewonnen und sorgte für einen immensen Zugewinn der Produktivität in den unterschiedlichen Industriesektoren. Zwar werden auch im Bauwesen digitale Werkzeuge für die Planung, Erstellung und den Betrieb von Bauobjekten eingesetzt, jedoch ist der Grad der Weiternutzung einmal erzeugter digitaler Informationen sehr gering. Daraus folgt, dass viele wertvolle Informationen über den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks betrachtet, verloren gehen. Die Planung und Ausführung von Bauprojekten ist ein komplexer Prozess, bei dem eine Vielzahl an Professionisten beteiligt sind. Eine kontinuierliche Abstimmung und ein intensiver Datenaustausch sind die Grundlagen um ein Bauprojekt erfolgreich abzuwickeln. Dabei stehen besonders grafische Gebäudeinformationen in Form von technischen Zeichnungen, Grundrissen, Schnitten, Ansichten oder Detailzeichnungen im Vordergrund. Pläne, die von den projektbeteiligten Fachspezialisten erstellt werden, stehen in hoher Zahl und verschiedenster Form zur Verfügung. Ein Problem dieser Vorgehensweise besteht darin, dass die Qualität und Konsistenz der Pläne nur manuell kontrolliert werden können. Planungsfehler werden oft übersehen. Vor allem Änderungen und planerisch undefinierte Bereiche führen zu einer hohen Fehlerquote. Eine Fehlerquelle, die mit der BIM-Methode verhindert werden kann. Eine weitere signifikante Einschränkung betrifft den Arbeitsaufwand. Oft muss für Analysen, Simulationen oder Berechnungen das Bauwerk mehrmals als Softwaremodell in unterschiedlichen Programmen erzeugt werden. Arbeitsaufwand und Kosten, die nur selten diskussionsfrei akzeptiert werden. Ebenfalls problematisch ist die Übergabe von Bauplänen an den Bauherrn nach der Fertigstellung des Gebäudes. Der Bauherr ist mit der Situation konfrontiert, sämtliche Gebäudeinformationen zu extrahieren und in eine Form zu bringen, die für den Betrieb, Umbau oder die Sanierung verwendet werden kann. Die BIM-Methode setzt genau in diesen erwähnten Bereichen an und verfolgt den Zweck, Projektwissen vom Beginn der Planung eines Objekts, bis hin zur Sanierung oder dem Abbruch des Bauwerks möglichst vollumfänglich zu erhalten.³³

Unter BIM versteht man die Handhabung mit einem umfassenden digitalen Abbild eines Bauwerks, das eine große Informationstiefe aufweist. Das Modell enthält dabei neben den geometrischen Informationen auch zusätzliche Attribute, wie etwa die technischen Eigenschaften oder die Kosten des Bauwerks. Die Handhabung umfasst dabei die Erstellung, Änderung und Verwaltung eines solchen Modells mit Hilfe von einem oder mehreren verschiedenen Softwarewerkzeugen.

³³ Borrmann,A. König,M. Koch,C. Beetz,J., 2015, S. 2-3

Im erweiterten Sinne kann also, wie bereits oben erwähnt, die Methode neben der Ausführung planerischer Grundanforderungen auch dazu verwendet werden, den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks zu beschreiben. Dazu gehört der Entwurf, die Planung, die Ausführung, die Bewirtschaftung, und der Umbau bzw. der Abbruch. Das Potential der BIM-Technologie liegt dabei besonders in der verlustfreien Datenübertragung zwischen den einzelnen Lebenszyklusphasen.



Abbildung 3.6: BIM & Lebenszyklus eines Bauwerks

Im Rahmen dieses Forschungsprojekts liegt der Fokus in der Lebenszyklusphase „Umbau und Rückbau“. Kommt es am Ende des Lebenszyklus zu größeren Umbauarbeiten oder zu einem Abbruch des Bauwerks, liefert das BIM-Modell sämtliche Informationen über die verbauten Materialien und ermöglicht so eine umweltgerechte Entsorgung bzw. Recycling von Bauteilen.³⁴

Indirekt über die Produktivität wirkt sich die BIM-Methode auch positiv auf den Ressourcenverbrauch aus. Durch BIM kann die Produktivität und letztendlich das BIP gesteigert werden. Die Produktivität ist eine wirtschaftswissenschaftliche Kennzahl und beschreibt das Verhältnis zwischen produzierten Gütern oder Dienstleistungen und den dafür benötigten Produktionsfaktoren. Unter Produktionsfaktoren wiederum versteht man alle materiellen und immateriellen Mittel, die für die Produktion von Gütern benötigt werden. Durch die Anwendung von BIM lassen sich die Dimensionen Kosten und Zeit, mit den geometrischen Dimensionen kombinieren, wodurch die Planungskapazitäten um 30% gespart, und die Planungszeit deutlich beschleunigt wird. Auch können Risiken bei der Ausführung frühzeitig erkannt und reduziert werden, da Machbarkeitsstudien bereits am BIM-Modell durchgeführt werden können. Die Verringerung von Risiken wirkt sich wiederum positiv auf die Bauzeit und

³⁴ Borrmann,A. König,M. Koch,C. Beetz,J., 2015

-kosten aus. Weitere Produktivitätssteigerungen sind auch durch die Implementierung von BIM in den Vergabe- und Ausschreibungsverfahren zu beobachten ³⁵

3.3 Der Materielle Gebäudepass

Derzeit finden in Österreich eine Vielzahl von Gebäudebewertungssystemen Anwendung. Sie werden am Ende dieses Kapitels im Detail behandelt. Je nach Schwerpunkt beschreiben die einzelnen Systeme die Qualität eines Gebäudes hinsichtlich verschiedener Kriterien. Der MGP setzt dabei seinen Fokus auf die ökologische Gebäudebewertung. Aufgabe eines jeden Informationssystems ist es, die vorgegebenen Ziele innerhalb der rechtlichen Rahmenbedingungen und Normen zu erreichen.

Der MGP verfolgt das Ziel, letztendlich die Umsetzung der im Abfallvermeidungsprogramm des Bundes-Abfallwirtschaftsplans formulierten Ziele bestmöglich zu unterstützen. So sollen gemäß diesem Plan langfristig Emissionen reduziert und Dissipationen von Schadstoffen minimiert werden. Außerdem sollen Ressourcen geschont werden und das Wirtschaftswachstum von den Lebenszyklusumweltauswirkungen, die mit den österreichischen Abfällen verbunden sind, entkoppelt werden. Diese allgemein formulierten ökologischen Ziele führen zu einem konkreten Maßnahmenkatalog im Bereich Bauwesen. Eine Maßnahme ist beispielsweise die Nutzungs- und Lebensdauer von Gebäuden zu verlängern. Weiters ist der Einsatz von gefährlichen Stoffen zu vermindern und es soll darauf geachtet werden, dass gefährliche und nicht gefährliche Stoffe einfach zu trennen sind. Allgemein ist im Bereich Bauwesen eine Reduzierung von Baurestmassen anzustreben. Mit Hilfe der Entwicklung eines MGP können diese Maßnahmen erfolgreich umgesetzt werden. Der Bundes-Abfallwirtschaftsplan gibt dabei ein grobes Konzept bei der Entwicklung eines MGP vor. Ziel der Entwicklung ist es letztendlich eine Standardisierung von Gebäudepässen als Gebäudematerial-Informationssystem zu erarbeiten. Die Ergebnisse aus der MGP-Berechnung sollen dann in das zentrale Gebäude- und Wohnungsregister eingelesen werden.³⁶

Der MGP im Sinne des Abfallvermeidungsprogramms, ist ein System zur Stoffbuchhaltung. Er gibt die materielle Zusammensetzung und Materialbeschaffenheit von Gebäuden wieder. Die dadurch erhaltenen Informationen ermöglichen eine optimale und abfallarme Bewirtschaftung eines Gebäudes über den gesamten Lebenszyklus. Der Gebäudepass kann also als ein System zur Dokumentation von Bauaktivitäten, von eingesetzten Baumaterialien, der technischen Ausstattung, sowie von empfohlenen Instandhaltungsmaßnahmen betrachtet werden. Der MGP wird durch Planer, Gutachter bzw. Ingenieure erstellt, und wird dem Eigentümer übergeben. So steht der Gebäudepass über den gesamten Lebenszyklus zur

³⁵ Stange, M., 2020, S.149-152

³⁶ Umweltbundesamt, 2014, S.8

Verfügung. In der unten angeführten Abbildung ist eine Prozesskette eines BIM-basierten MGP zu sehen.³⁷ Der gesamte Ablauf der Erstellung eines Gebäudepasses kann wie folgt zusammengefasst werden. Am Anfang eines jeden Neubauprojekts werden Skizzen, Entwürfe oder zweidimensionale Pläne erstellt. Handelt es sich um ein Sanierungsprojekt eines alten Gebäudes, sind meist die Pläne in zweidimensionaler Form vorhanden. Anschließend wird die zweidimensionale Planung in ein dreidimensionales Gebäudemodell überführt. Das Modell liefert geometrische und mengenmäßige Informationen, die für den Gebäudepass benötigt werden. Materialspezifische ökologische Informationen können aus der Eco-2-Soft-Datenbank entnommen werden und in die MGP-Berechnung eingepflegt werden. Noch in der Planungsphase kann der Gebäudepass erstellt werden. In der Ausführungsphase ist darauf zu achten, dass sämtliche Bauteile gemäß den Planungsvorgaben hergestellt werden. Nach der Fertigstellung wird der Gebäudepass einerseits dem Eigentümer und andererseits dem zentralen Gebäude- und Wohnungsregister übergeben. Am Ende des Lebenszykluses liefert der Gebäudepass für den Rückbau oder die Sanierung von Gebäuden wichtige Informationen.³⁸

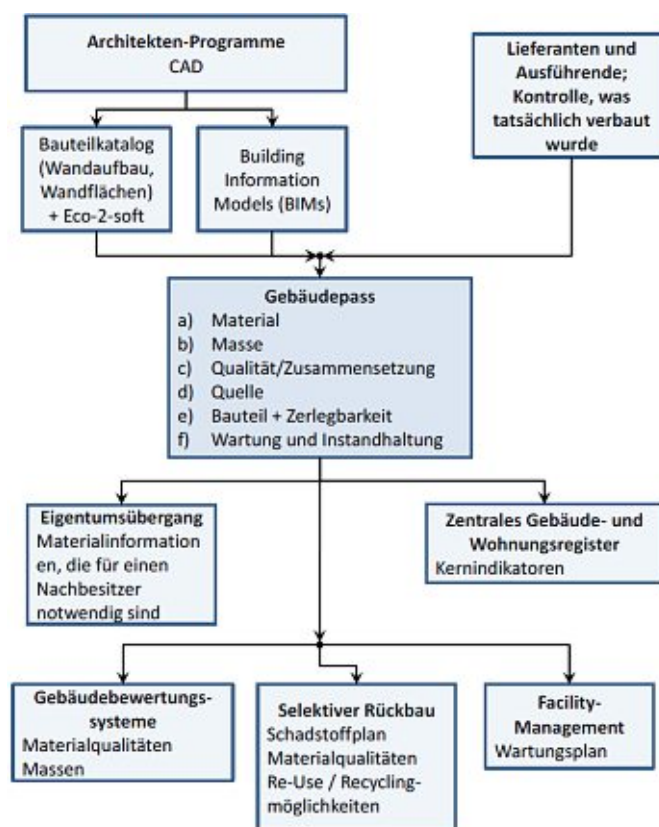


Abbildung 3.7: Grundidee des Gebäudepasses als Gebäudematerial-Informationssystem³⁹

³⁷ Umweltbundesamt, 2014, S.9-10

³⁸ Umweltbundesamt, 2014, S. 9-10

³⁹ Umweltbundesamt, 2014, S. 10

Ganz allgemein beschreiben Gebäudebewertungssysteme die Qualität von Gebäuden hinsichtlich verschiedener Kriterien. Solche Kriterien können beispielsweise der Planungs- und Bauprozess, die Energie, der Einfluss auf die Umwelt, Ressourcen und Material, Innenraumqualität oder etwa die nachhaltige Landschaftsplanung sein. Gebäudebewertungssysteme fungieren generell als eine Art Analysewerkzeug, um einen aktuellen und realen Ist-Zustand wiederzugeben. Dadurch kann die Planung und die Durchführung von energieeffizienten und ressourcenschonenden Sanierungs- oder Neubauvorhaben optimiert werden. In Österreich werden derzeit mehrere, unter verschiedenen Schwerpunkten betrachtete Bewertungssysteme eingesetzt. Bewertungssysteme, die in Österreich häufig Anwendung finden, sind das österreichische Gebäudezertifizierungssystem (TQ), der IBO ÖKOPASS und das klima:aktiv. Diese Systeme wurden im Jahr 2009 harmonisiert und zum Gesamtsystem TQB zusammengeführt. Das System TQ-Gebäudebewertungssystem ist ein auf die österreichische Baupraxis abgestimmtes Planungs- und Bewertungssystem. Es wird für die Gebäudebewertung und die Gebäudeoptimierung eingesetzt. Schwerpunkte, auf die bei dieser Bewertung besonders achtgegeben wird, sind die Ressourcenschonung, Komfort der Nutzer, Langlebigkeit, Sicherheit, Planungs- oder auch die Einrichtungsqualität. Ein weiteres Bewertungssystem ist der IBO Ökopass. Im Gegensatz zum TQ-System weist dieser Bewertungstyp weniger Kriterien auf und kann somit leichter in die Baupraxis implementiert werden. Dieses Bewertungssystem wird vor allem von Bauträgern verwendet, da mit diesem System das Marketing und die Qualitätssicherung analysiert werden können. Die Kriterien dieses Systems sind Behaglichkeit, Innenraumluftqualität, Schallschutz, Tageslicht/Besonnung, ökologische Qualität der Baustoffe, Gesamtenergiekonzept und Wassernutzung. Das klima:aktiv wurde vom Lebensministerium entwickelt und kann ausschließlich in Österreich eingesetzt werden. Die Kriterien zielen auf eine Senkung des Gesamtenergieverbrauchs und der CO₂-Emissionen ab. Mit diesem System werden nicht nur bestehende Gebäude untersucht, sondern auch Neubauprojekte verbessert, da sämtliche Bewertungskriterien bereits ab der Planung als Ziele definiert werden.⁴⁰

International werden die Bewertungssysteme BREEAM (UK), LEED (USA), DGNB (D) oder auch GreenBuilding (EU) eingesetzt. BREEAM steht für Building Research Establishment Environmental Assessment Method und wird seit 1990 in Großbritannien angewendet. Heute werden weltweit Gebäude mit diesem System bewertet. Bei diesem System wird ein Bauprojekt nach 9 Kriterien beurteilt. Nach vollständiger Bewertung wird ein Gütesiegel in vier Abstufungen vergeben. Auch im Jahr 1990 wurde in den Vereinten Nationen das System LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) entwickelt. Mit der LEED-Bewertung werden die energetischen und ökologischen Grundsätze nach US-Standards berücksichtigt. Die Bewertung dieses Systems erfolgt durch eine Punktevergabe in sechs Kriterien. In

⁴⁰ Umweltbundesamt, 2014, S. 28-31

Abstimmung mit der EU-Kommission wurde für den europäischen Raum das Bewertungssystem GreenBuilding erarbeitet. Diese Bewertung zielt ausschließlich auf den Energieverbrauch ab.⁴¹

Aufgrund der in den letzten Jahren geänderten rechtlichen Rahmenbedingungen und Anforderungen hinsichtlich der ökologischen Aspekte von Bauprojekten, sowie technischer Erneuerungen, ist man bestrebt, neue Gebäudebewertungssysteme zu entwickeln. Darunter fallen vor allem Gebäudepässe, die Schnittstellen mit der BIM-Methode aufweisen. Grundlage für die Entwicklung neuer Gebäudematerial-Informationssysteme ist der aktuelle Stand der Technik. Dabei spielt die aktuelle Datenlage über die Materialzusammensetzung und die Darlegung geometrischer Informationen von Bauteilen eine besondere Rolle. Diese Datensätze werden zunehmend mit der BIM-Methode in den Planungs- und Bauprozess integriert. Nach der anfänglichen Entwurfsphase, in der vor allem Skizzen und Entwürfe meist mit gewöhnlichen CAD-Programmen entworfen werden, folgt bereits früh in der Planungsphase die Überführung der Daten in ein dreidimensionales Gebäudemodell. Bauteile werden darin mit geometrischen, bautechnischen und bauchemischen Informationen versehen. Die für das Gebäudematerial-Informationssystem wichtigen produktspezifischen, ökologischen Daten sind darin nicht definiert. Angaben über eingesetzte Materialien und Stoffe liegen somit nicht oder nicht in ausreichendem Maß vor. Laut dem Bericht über die Entwicklung von Gebäudebewertungssystemen, veröffentlicht vom Umweltbundesamt, sollten die ersten Entwicklungsbestrebungen vor allem darin liegen, material- und umweltbezogene Datenbanken in die BIM-Modellierung zu integrieren oder sie mit dieser Methode extern zu verbinden. Dabei liegt es nahe, bestehende Datenbanken aus vergangenen Bewertungssystemen heranzuziehen, und im Fall der direkten Programmimplementierung an die IFC-Standards anzupassen. Im Zuge dieser Forschungsarbeit steht der Fokus einerseits in der Erfassung von BIM-kompatiblen Datenbanken und deren Vergleich und andererseits in der Kombination der Datenbanken mit einem BIM-Modell zum Zwecke einer materiellen Gebäudebewertung.⁴²

⁴¹ Umweltbundesamt, 2014, S. 36-49

⁴² Umweltbundesamt, 2014, S. 75-79

3.4 Ökonomischer Hintergrund

3.4.1 Kostenermittlung in der Planungsphase

Als Kostenermittlung wird der Prozess bezeichnet, durch den eine Vorhersage der Projektkosten erfolgt. Aufgrund der Individualität eines jeden Bauprojektes und der vielseitigen Änderungen und externen Störungen, denen ein solches Projekt unterworfen ist, handelt es sich bei der Ermittlung der Kosten um eine komplexe Aufgabe. In der Bauindustrie werden sowohl das Produkt, als auch die Kostenobergrenze vom Kunden bestimmt. Werden in der stationären Industrie die Kosten zum Zeitpunkt der Investitionsentscheidung des Käufers festgelegt, so werden in der Bauindustrie die Kosten in der Planungsphase so realistisch wie möglich ermittelt, um eine größtmögliche Kostensicherheit für den Investor zu erreichen.⁴³

Für die Ermittlung der Kosten ist eine leistungsbezogene Bemessungseinheit (Qualität, z.B. ein Baustoff) notwendig. Zudem ist dessen Menge (Mengeneinheit, z.B. m² oder m) und Kostenkennwert für die Berechnung erforderlich. Ersichtlich ist die Ermittlung in der unten angeführten Formel.

$$\text{Kosten } K = \text{Summe (Bezugseinheit } mb * \text{Kostenkennwert } kk)$$

Ist die Bezugseinheit weitestgehend von der Art des Projekts und des Detaillierungsgrads der Kostenaussage abhängig, können für die Kostenkennwerte Daten aus externen Quellen oder Erfahrungswerte von Vergleichsobjekten herangezogen werden. In der unten angeführten Abbildung ist das Prinzip einer Kostenermittlung veranschaulicht.⁴⁴

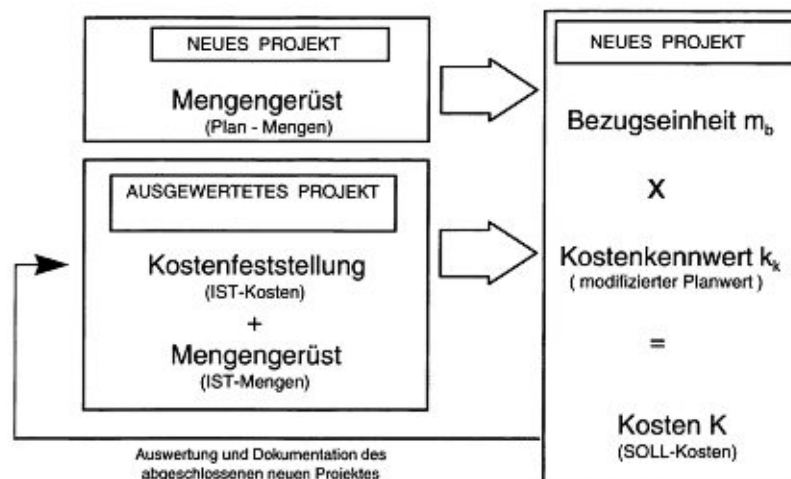


Abbildung 3.8: Schematische Darstellung einer Kostenermittlung⁴⁵

⁴³ Dörflinger, M., 2018, S. 33

⁴⁴ Greiner, P. Mayer, P. Stark, K., 2005, S. 82-83

⁴⁵ Greiner, P. Mayer, P. Stark, K., 2005, S. 83

Die Bedeutung einer aussagekräftigen Kostenermittlung eines Bauprojekts ist sehr hoch. Besonders in der Planungsphase ist ein verstärkter Fokus auf die Ermittlung und Steuerung der Kosten zu legen, da mit zunehmendem Projektfortschritt der Einfluss auf die Kosten sinkt. Weiters ist zu beachten, dass die einzelnen Leistungsphasen nicht schematisch nacheinander eintreten, sondern häufig die Leistungsphasen parallel bearbeitet werden. Dies führt zu einer zwangsweise höheren Anforderung an die Kostenermittlung und Kostensteuerung.⁴⁶

In Österreich wird für die Kostenermittlung die ÖNORM B 1801 herangezogen. Sie wird in folgende fünf Teile gegliedert:

- ÖNORM 1801-1 „Objekterrichtung“
- ÖNORM 1801-2 „Objekt-Folgekosten“
- ÖNORM 1801-3 „Objekt- und Nutzungstypologie“
- ÖNORM 1801-4 „Berechnung von Lebenszykluskosten“
- ÖNORM 1801-5 „Empfehlungen für Kennzahlenvergleiche“

In der ÖNORM B1801-1 sind neben einheitlichen Bezeichnungen von Projektphasen, auch einheitliche Termine für Qualitäts-, Kosten- und Terminangaben in Abhängigkeit von der Projektphase definiert. Zudem ist eine Gliederungsstruktur für Kosten in der Phase der Objektplanung und Objekterrichtung vorgegeben.

			Entwicklungsphase	Vorbereitungsphase	Vorentwurfsphase	Entwurfsphase	Ausführungsphase	Abschlussphase
Qualität	Qualität	Einbeziehung	Qualitätsziel	Qualitätsrahmen	Vorentwurfsbeschreibung	Entwurfsbeschreibung	Ausführungsbeschreibung	Qualitätsdokumentation
	Quantität		Quantitätsziel	Raumprogramm	Vorentwurfsplanung	Entwurfsplanung	Ausführungsplanung	Planungsdokumentation
Termine	Termine		Terminziel	Terminrahmen	Grobterminplan	Genereller Ablaufplan	Ausführungsterminplan	Terminfeststellung
Ressourcen	Ressourcenziel		Ressourcenrahmen	Ressourcenplan				
Kosten	Kosten	Vorgabe	Kostenziel	Kostenrahmen	Kostenschätzung	Kostenberechnung	Kostenanschlag	Kostenfeststellung
	Finanzierung		Finanzierungsziel	Finanzierungsrahmen	Finanzierungsplan			
Baugliederung			1. Ebene					
			2. Ebene					
			3. Ebene					
			Elementtyp					
Leistungsgliederung			Leistungsposition					

Abbildung 3.9: Kostenplanung⁴⁷

Dabei unterscheidet die Norm zwei Gliederungsformen. Bei der Baugliederung werden die Kosten nach ihrer Lage oder Konstruktion in Elemente gegliedert (Grobelement, Element, Elementtyp). Werden die Kosten nach Gewerken bzw. Vergabeeinheiten in Leistungen

⁴⁶ Siemon, K., 2012, S. 2-3

⁴⁷ Austrian Standards, 2015, S. 7

(Leistungsgruppe, Unterleistungsgruppe und Leistungsposition) gegliedert, spricht man von einer Leistungsgliederung. Wie in der obigen Abbildung ersichtlich, weist die Baugliederung drei Gliederungsebenen auf. Je höher die Gliederungsebene, desto feiner werden die Kosten nach ihrer Lage oder Konstruktion unterschieden. Die erste Ebene verfügt über zehn Kostengruppen, die zweite Ebene über 45 Grobelemente und die dritte Ebene weist 163 Elemente auf.

Für die erste Ebene gilt somit:

0. Kostengruppe:	Grund
1. Kostengruppe:	Aufschließung
2. Kostengruppe:	Bauwerk-Rohbau
3. Kostengruppe:	Bauwerk-Technik
4. Kostengruppe:	Bauwerk-Ausbau
5. Kostengruppe:	Einrichtung
6. Kostengruppe:	Außenanlagen
7. Kostengruppe:	Planungsleistungen
8. Kostengruppe:	Nebenleistungen
9. Kostengruppe:	Reserven

Zudem erscheinen in der ersten Ebene noch vier zusätzliche, sogenannte Kostengruppensummen. Dabei handelt es sich um verschiedene Aufsummierungsvarianten der Kostengruppen. Hierbei unterscheidet man in Bauwerkskosten (Kostengruppen 2-4), Baukosten (Kostengruppen 1-6), Errichtungskosten (Kostengruppen 1-9) und schließlich noch die Gesamtkosten (Kostengruppen 0-9).⁴⁸

Im Zuge dieser Masterarbeit liegt der Fokus in der Ermittlung der Kosten während den Planungsphasen. Da bereits das dreidimensionale Gebäudemodell einen fortgeschrittenen Detaillierungsgrad der Planung aufweist und die Kosten bauteilbezogen ermittelt werden sollen, ist es sinnvoll eine Kostenberechnung durchzuführen. Die Kostenschätzung wird üblicherweise in der Vorentwurfsphase angewendet und erfolgt auf der zweiten Gliederungsebene. Es werden bauelementbezogene Qualitätseinheiten (z.B. €/m²-Außenwand, €/m²-Innenwandfläche etc.) für die Berechnung herangezogen. Die Kostenberechnung ist im Vergleich zur Kostenschätzung etwas genauer und zeichnet sich dadurch aus, dass die Kosten auf Elementtypen bezogen werden. Das bedeutet, dass jedem Bauteil eindeutig ein Baustoff zugeordnet wird. Die Kostenberechnung erfolgt in der Entwurfsphase nach der dritten Gliederungsebene. Eine typische elementtypbezogene Qualitätseinheit ist z.B. Euro/ m² Stahlbetondecke 20cm 120kg/m³. Für die gesamte

⁴⁸ Dörfinger, M., 2018, S. 34-37

Kostenplanung gilt es Qualität, Quantität, Termine und Ressourcen miteinzuplanen. Die Kostenkennwerte können grundsätzlich durch zwei Methoden bestimmt werden. Es besteht die Möglichkeit Kostenkennwerte durch die Nachkalkulation von bereits abgeschlossenen und abgerechneten Projekten zu erhalten. In diesem Fall spricht man von einer internen Preisdatenbank. Sind keine betriebsinternen Informationen vorhanden, können Kostenkennwerte über externe Quellen bezogen werden. In dieser Masterarbeit werden die Kostenkennwerte über die externe Baukostendatenbank der BKI (Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammern) entnommen. Dabei ist darauf zu achten, dass es sich bei dieser Form der Kostenkennwerte lediglich um Richtwerte handelt und die Ergebnisse daher Ungenauigkeiten aufweisen können.⁴⁹

⁴⁹ Dörflinger, M., 2018, S. 44-45

4 Vergleichende Analyse der Modelle hinsichtlich ökologischer und ökonomischer Aspekte

Die vergleichende Analyse der ökologischen und ökonomischen Aspekte, wurde anhand einer Fallstudie durchgeführt. Hierfür wurde ein digitales Gebäudemodell herangezogen. Verglichen werden drei Modellvarianten, die sich in ihrer Materialzusammensetzung unterscheiden. Das unveränderte Grundmodell wird als das Referenzmodell (RF) bezeichnet. Bei der zweiten Modellvariante handelt es sich um das ökologisch optimierte Modell (Ö-OP). Durch ökologische Optimierungsmaßnahmen wird bei dieser Variante das RF-Modell ökologisch aufgewertet. Bei dem ökologisch und ökonomisch optimierten Modell (ÖÖ-OP) werden ökologische Maßnahmen unter Berücksichtigung ökonomischer Gesichtspunkte umgesetzt. Die Methodik, welche hier Anwendung findet, setzt sich aus einer MGP- und Kostenberechnung zusammen. Die Prozesse werden für jede einzelne Modellvariante durchgeführt. Mittels dieser Prozesse werden die ökologischen und ökonomischen Aspekte quantifiziert. Man erhält einerseits ökologische Ergebnisse wie beispielsweise Bewertungskenngrößen der Ökobilanz und Recyclingmengen, und zum Anderen ökonomische Ergebnisse wie beispielsweise Gebäudekosten.

Prozesskette/ Workflow

Im Zentrum der gesamten Prozesse steht ein digitales Gebäudemodell. Von diesem ausgehend, folgen zwei Prozessabläufe. Der eine Prozessablauf beschäftigt sich mit der Aufgabe, eine Kostenberechnung für das Gebäudemodell zu erzielen (Ökonomischer Prozessablauf). Der andere Prozessablauf hat zum Ziel, einen MGP zu erstellen, der erlaubt, das modellierte Bauwerk ökologisch zu bewerten (Ökologischer Prozessablauf). Beide Prozessverläufe werden einmal auf Basis des RF-Modells und einmal auf Grundlage der optimierten Modelle durchgeführt. In der unten angeführten Abbildung sind die wesentlichsten Prozesse zu sehen. Arbeitsschritte mit einer untergeordneten Wichtigkeit sind darin nicht ersichtlich. Somit sind sämtliche, für die Behandlung der, anfangs in dieser Forschungsarbeit definierten Aufgabenstellung, notwendigen Prozesse samt Verbindungen, darin erkennbar. Die nachfolgende Abbildung stellt grafisch die Prozesskette, der in dieser Arbeit untersuchten BIM-basierten MGP- und Kostenberechnung dar.

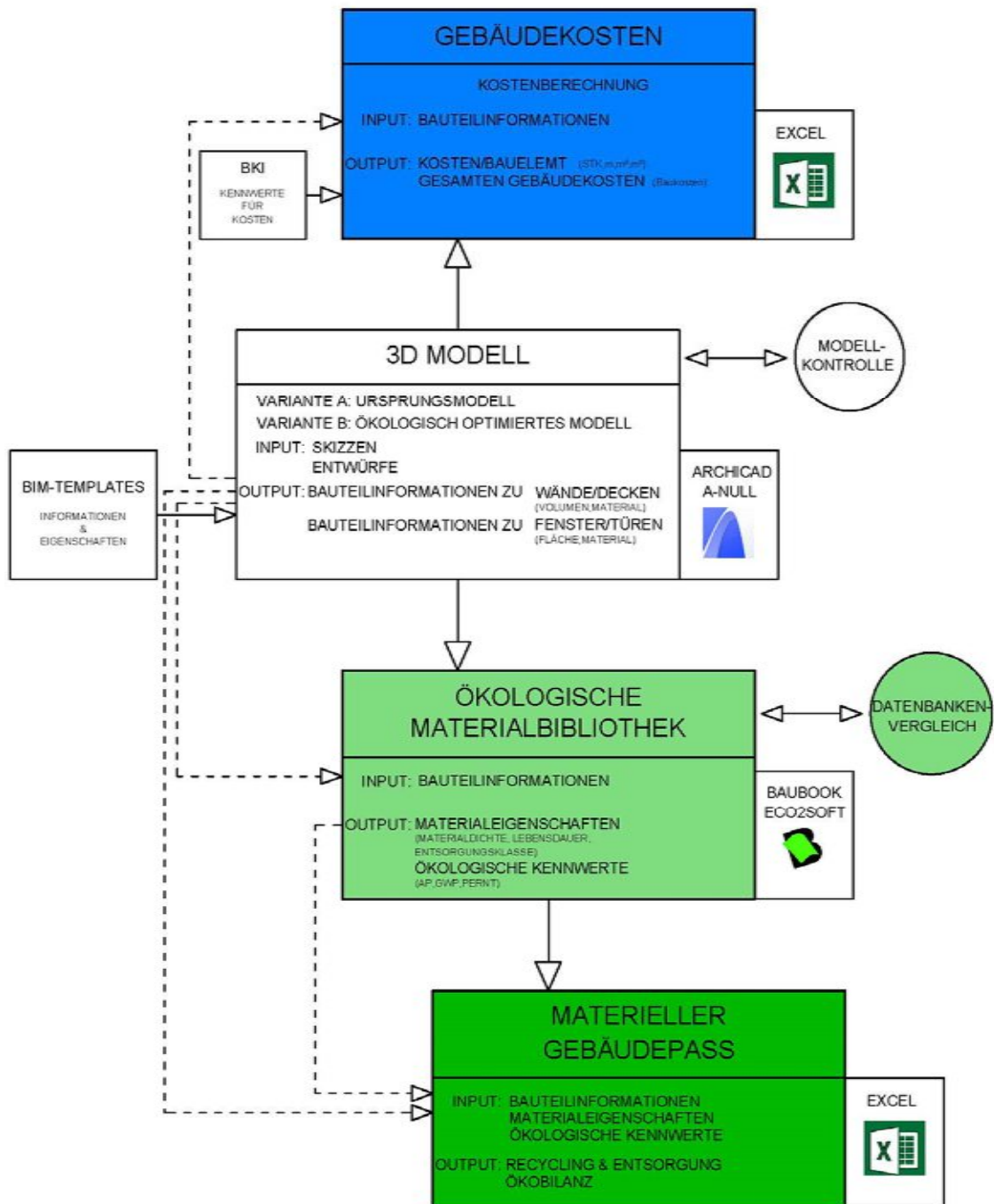


Abbildung 4.1: Prozesskette der BIM-basierte MGP- und Kostenberechnung

Für gewöhnlich wird ein Gebäudemodell bereits in der frühen Planungsphase erstellt. Grundlage bilden dabei zumeist erste Entwürfe oder Skizzen. Nicht selten, gerade wenn es sich um Großprojekte handelt, werden erste Modelle auch parallel zur Entwicklungsphase entworfen. Bei diesem aktuell untersuchten Gebäudemodell handelt es sich um ein Modell, das im Zuge einer Lehrveranstaltung von Studenten mit dem Planungsprogramm „Archicad“ modelliert wurde. Das Gebäudemodell besteht aus einer Vielzahl von Bauteilen. Die Informationen erhalten die Bauteile durch IFC-Templates. Somit werden jedem Bauteil materialspezifische und geometrische Eigenschaften zugeordnet. Als Output erhält man

Wände, Decken, Fenster oder Türen mit den notwendigen Parametern. Bevor die Bauteilinformationen für den nächsten Prozess herangezogen werden können, ist das Modell auf fehlerhafte Eingaben oder Definitionen zu überprüfen.

Betrachtet man den ökologischen Prozessablauf, folgt nach der Gebäudemodellierung, die Berechnung von ökologischen Bauteilkenngößen. Hierfür werden die Bauteilinformationen aus dem Gebäudemodell benötigt. Die Berechnung erfolgt in erster Linie mit der Materialbibliothek des österreichischen Instituts für Baubiologie und -ökologie (IBO). Ergänzend sind für spezifische Bauteile, ein Vergleich von Materialeigenschaften und ökologischen Parametern aus anderen Materialbibliotheken vorgesehen. Im Laufe dieses Prozesses wird jedem Material, Eigenschaften wie Dichte, Lebensdauer oder Entsorgungsklasse und ökologische Kennwerte wie AP, GWP und PERNT zugeordnet. Ist dieser Prozess abgeschlossen, folgt als nächster Prozess die Berechnung eines MGP. Die eingehenden Daten stammen sowohl von dem Gebäudemodell als auch von der ökologischen Materialbibliothek des IBO. Aus welchen Arbeitsschritten sich die Berechnung zusammensetzt, wird in einem späteren Kapitel beschrieben. Aus diesem Prozess werden Ergebnisse gewonnen, die es erlauben, eine Aussage über das Recyclingpotential von Wohnhausgebäuden und deren Ökobilanzen zu machen.

Der ökonomische Prozessverlauf besteht lediglich aus der Kostenberechnung. Für die Berechnung sind die Materialinformationen aus dem Gebäudemodell von Nöten. Diese werden mit den Kostenkennwerten aus dem Baukostenindex (BKI) kombiniert. Ziel ist es, die Kosten pro Bauelement und die gesamten Gebäudekosten darzulegen. Die Berechnung erfolgt mit „Microsoft Office-Excel“.

Das dreidimensionale Gebäudemodell

Das Gebäudemodell wurde im Zuge der Lehrveranstaltung „Integrated BIM Design Lab“ an der Technischen Universität Wien erstellt. Es handelt sich dabei um eine interdisziplinäre und interfakultäre Lehrveranstaltung, an der Studenten aus den Fachbereichen Architektur und Bauingenieurwesen teilnehmen. Organisiert und betreut werden die Studenten dabei von den Mitarbeitern des Institutes für interdisziplinäres Bauprozessmanagement, der Abteilung Bauphysik und dem Institut für Gebäudelehre. Im Fokus dieser Lehrveranstaltung steht einerseits die integrale Planung, die durch das interdisziplinäre Teilnehmerumfeld gelehrt und praktiziert wird. Andererseits wird der Einsatz von BIM-Werkzeugen mit speziellem Fokus auf deren Schnittstellen vermittelt. Im konkreten bedeutet dies, dass Architektur-, Tragwerks- und Lüftungsmodelle, sowie thermische Gebäudesimulationen erstellt, und die Daten innerhalb der Gruppenmitglieder ausgetauscht werden sollen. Der Projektfokus liegt auf modularen Bauweisen und leistbarem Wohnen, unter der Anwendung von BIM und Parametric

Modeling.⁵⁰ Das vorliegende dreidimensionale Gebäudemodell wird als Wohnhaus genutzt und umfasst insgesamt 42 Wohneinheiten.



Abbildung 4.2: Axonometrische Ansicht

Es weist eine Breite von 16,20 m und eine Länge von 62,60 m auf. Das Wohnhaus setzt sich aus einem unterirdischen Geschoss und sechs oberirdischen Geschossen zusammen. Die Gebäudehöhe beträgt dabei 20,80 m. Die einzelnen Wohneinheiten sind pro Geschoss über einen, über die Längsseite des Gebäudes geführten Laubengang begehbar. Die vertikale Erschließung erfolgt über zwei, jeweils an den Gebäudeenden angeordneten Stiegenaufgängen. Diese verbinden die einzelnen Laubengänge miteinander. Zusätzlich ist zentral im Laubenbereich ein Aufzug eingerichtet. Der Dachzugang wird ebenfalls durch den Aufzug und die beiden Stiegenaufgänge ermöglicht. Die einzelnen Laubengänge sind an der Außenseite mit vertikalen Holzelementen verbunden. Dies ermöglicht eine flexible Begrünung und Verschattung. Durch den extensiven Dachaufbau ist das Dach begehbar und ermöglicht den Bewohnern, das Dach als Terrasse zu nutzen. An der anderen Längsseite des Wohnhauses sind Balkone zu finden. Bei der Planung wurde darauf geachtet, dass annähernd jede Wohneinheit über einen Balkonzugang verfügt. Hinsichtlich der Nutzung sind am Bauwerk innovative Planungsideen zu entdecken. So sind im Kellergeschoss beispielsweise eine Werkstatt, ein Theaterraum und ein Veranstaltungsraum mit Bühne vorgesehen. Im Erdgeschoss sind neben vereinzelter Funktionsflächen, eine Medienwerkstatt, eine Freiluftbühne oder auch ein weiterer Veranstaltungsraum geplant. In den Obergeschossen eins bis vier befinden sich ausschließlich Wohneinheiten. Das Dach ist, wie bereits vorher erwähnt, begehbar und weist zusätzlich noch kleine Räumlichkeiten auf. Gesamteinheitlich

⁵⁰ IBPM - Interdisziplinäres Bauprozessmanagement, 2020

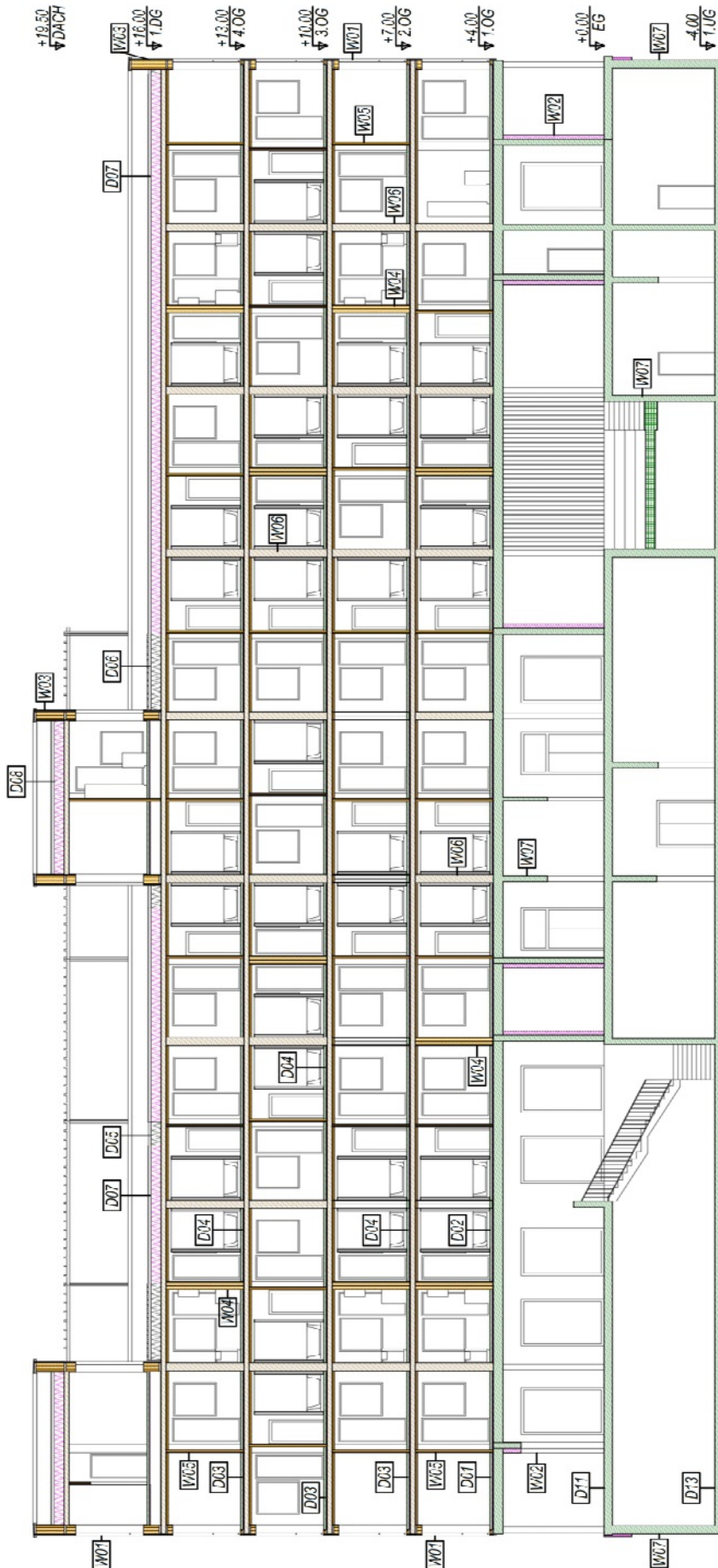


Abbildung 4.4: Längsschnitt vom Gebäudemodell mit Bauteilbezeichnungen

Ergänzt wird der obige Längsschnitt mit einer Liste von Bauteilen und deren Schichtaufbauten. Für die horizontalen und vertikalen Bauteile gilt:

D01 (Trocken - Decke ü. EG)	
Material	[m]
Belag-Holz	0,02
Estrich	0,065
Folie,PAE-Folie	0,001
Dämmung-Trittschall	0,025
Holz-OSB	0,02
Stahlbeton	0,35

D02 (Nass - Decke ü. EG)	
Material	[m]
Belag-Fliese	0,02
Estrich	0,065
Folie,PAE-Folie	0,001
Dämmung-Trittschall	0,025
Holz-OSB	0,02
Stahlbeton	0,35

D03 (Trocken - Decke ü. 1.OG-3.OG)	
Material	[m]
Belag-Holz	0,02
Estrich	0,065
Folie,PAE-Folie	0,001
Dämmung-Trittschall	0,025
Holz-OSB	0,02
Brettschichtholz	0,18
Holz-Lattung (70/70)	0,07
dazw. Mineralwolle	0,05
Belag-Holz	0,019

D04 (Nass - Decke ü. 1.OG-3.OG)	
Material	[m]
Belag-Fliese	0,02
Estrich	0,065
Folie,PAE-Folie	0,001
Dämmung-Trittschall	0,025
Holz-OSB	0,02
Brettschichtholz	0,18
Holz-Lattung (70/70)	0,07
dazw. Mineralwolle	0,05
Belag-Holz	0,019

D05 (Decke ü. 4.OG)	
Material	[m]
Boden-Kies	0,09
Sperrschicht-Folie	0,001
Sperrschicht	0,001
Dämmung-Hart, EPS	0,36
Sperrschicht-Folie	0,001
Brettschichtholz	0,18
Holz-Lattung (70/70)	0,07
dazw. Mineralwolle	0,05
Belag-Holz	0,019

D06 (Decke ü. 4.OG)	
Material	[m]
Belag-Holz	0,02
Holz-Lattung	0,07
Boden-Kies	0,09
Sperrschicht-Folie	0,001
Sperrschicht	0,001
Dämmung-Hart, EPS	0,36
Sperrschicht-Folie	0,001
Brettschichtholz	0,18
Holz-Lattung (70/70)	0,07
dazw. Mineralwolle	0,05
Belag-Holz	0,019

D07 (Decke ü. 4.OG)	
Material	[m]
Belag-Gras	0,02
Boden-Kies	0,09
Sperrschicht	0,001
Dämmung-Hart, EPS	0,36
Sperrschicht-Folie	0,001
Brettschichtholz	0,18
Holz-Lattung (70/70)	0,07
dazw. Mineralwolle	0,05
Belag-Holz	0,019

D08 (Decke ü. 1.DG)	
Material	[m]
Belag-Gras	0,02
Boden-Kies	0,09
Sperrschicht	0,001
Dämmung-Hart, EPS	0,36
Sperrschicht-Folie	0,001
Brettschichtholz	0,18
D09+D10 (Lauben & Balkone)	
Material	[m]
Beton-Fertigteil	0,2

D11+12 (Decke ü. 1.UG& Aufzug)	
Material	[m]
Stahlbeton	0,3

D13 (Fundamentplatte)	
Material	[m]
Stahlbeton	0,35

D14 (Decke ü. EG)	
Material	[m]
Glas	0,1

W01 (Außenwand 1.OG-1.DG)	
Material	[m]
Holz-Fassade	0,019
Holz-Lattung	0,03
Folie,PAE-Folie	0,001
Holz-Beplankung	0,022
Holz-Lattung	0,35
dazw. Holzwolledämmplatte	0,14
dazw. Holzwolledämmplatte	0,14
dazw. Mineralwolle	0,07
Folie,PAE-Folie	0,001
Dämmung-Weich, Zellulose	0,02
Holz-Fassade	0,019

W02 (Außenwand EG)	
Material	[m]
Verputz-Kunstharz	0,005
Dämmung-Hart, EPS	0,18
Stahlbeton	0,25
Verputz-Gips	0,015

W03 (Attika)	
Material	[m]
Holz-Fassade	0,019
Holz-Lattung	0,03
Folie,PAE-Folie	0,001
Holz-Beplankung	0,022
Holz-Lattung	0,35
dazw. Holzwolledämmplatte	0,14
dazw. Holzwolledämmplatte	0,14
dazw. Mineralwolle	0,07
Folie,PAE-Folie	0,001
Dämmung-Weich, Zellulose	0,02
Holz-Fassade	0,019

W04 (Innenwand EG-1.DG)		W05 (Innenwand EG-1.DG)		W06 (Innenwand EG-1.DG)	
Material	[m]	Material	[m]	Material	[m]
Gipskarton	0,0125	Gipskarton	0,0125	Brettspertholz	0,35
Gipskarton	0,0125	Gipskarton	0,0125		
Ständerwand-Holz	0,1475	Ständerwand-Holz	0,065		
dazw. Mineralwolle	0,1475	dazw. Mineralwolle	0,065		
Gipskarton	0,0125	Gipskarton	0,0125		
Ständerwand-Holz	0,1475	Gipskarton	0,0125		
dazw. Mineralwolle	0,1475	Gipskarton	0,0125		
Gipskarton	0,0125				
Gipskarton	0,0125				

W07 (1.JG-EG)	
Material	[m]
Stahlbeton	0,15
Stahlbeton	0,25
Stahlbeton	0,35

Tabelle 4.1: Aufbauten der horizontalen und vertikalen Bauteile

Bauteile wie Treppen, Fenster, Türen, Träger und Stützen werden aufgrund deren einschichtigem Aufbau nicht gesondert in der obigen Tabelle angeführt.

Aufgrund des ökologischen und innovativen Anspruchs ist das Gebäude in einer modularen Bauweise herzustellen. Die Modulbauweise stellt eine zukunftsfähige Alternative zur gewöhnlichen Bauweise dar. Bei dieser Bauweise wird ein Gebäude aus einzelnen Modulen zusammengesetzt. Diese Module können einerseits modulare Bauteile und andererseits einzelne, abgeschlossene modulare Raumzellen sein. Im vorliegenden Gebäudemodell ist eine Modulbauweise in Form einzelner vorgefertigter Bauteile vorgesehen. Sie werden im Werk produktionsoptimiert vorgefertigt. Anschließend werden sie zur Baustelle transportiert, wo sie binnen kürzester Zeit an einem bezugsfertigen Gebäude montiert werden. Neben der Wirtschaftlichkeit stehen bei dieser Bauweise vor allem der Einsatz neuer Produktionsmechanismen im Vordergrund. Es wird von der konventionellen Errichtung eines Gebäudes auf der Baustelle abgewichen, da es sich hierbei um eine hauptsächlich industrielle Vorfertigung handelt. Nach aktuellem Stand der Technik ist die aktuelle Entwicklung der Fertigungsstätten und der Produktionsmittel, mit denen der Fahrzeugtechnik vergleichbar. Der Vorfertigungsgrad beträgt aktuell ungefähr 90%. Somit verbleibt nur noch eine geringe Anzahl an Arbeitsschritten direkt an der Baustelle, die rasch bewerkstelligt werden und so zu einer enormen Zeitersparnis führen. Durch die kontrollierte Fertigung im Werk ist zusätzlich ein hoher Qualitätsstandard sichergestellt. Allgemein kann bei der modularen Bauweise eine hohe Wertschöpfung in Bezug auf Zeit-, Material-, und Energieeinsatz erreicht werden, die die Wirtschaftlichkeit des Systems bedingt. Neben den genannten Bereichen ist dieses Verfahren auch hinsichtlich der Bauausführung zukunftsweisend. So werden für den Transport Primärstrukturen aus Tragprofilen und Plattenwerkstoffe in Leichtbauweise eingesetzt. Die Materialien werden als Halbzeuge im Montageablauf eingefügt. Dadurch kann nicht nur eine Einsparung der Baumasse, sondern auch eine Reduzierung der Energie für die Herstellung und den Transport erzielt werden. Betrachtet man den ökologischen Aspekt der Modulbauweise, fällt auf, dass die Faktoren, die sich positiv auf die Ökonomie auswirken,

ebenfalls für den ökologischen Bereich relevant sind. Die Materialien weisen einen geringen Energieeinsatz, eine hohe Ressourceneffizienz und ein hohes Recyclingverhalten auf.⁵¹

Als weitere Besonderheit neben der modularen Bauweise, ist die Verwendung von Brettschicht- und Brettsperrholz zu nennen.

Laut Hubert Rieß, der in Mitteleuropa als Pionier im Bereich der Modulbauweise aus Holzkonstruktionen gilt, ist diese Kombination von Material und Verfahren ideal. So genügt dieses Verfahren den ökologischen Ansprüchen, schafft ein angenehmes Raumklima, bietet eine elegante Leistungsführung und kann bis zu fünf Geschossen gestapelt werden. Auch bauphysikalisch ist dieser Werkstoff den üblichen massiven Baustoffen überlegen. Geforderte Dämmwerte als auch Speicherwerte können meist optimal erfüllt werden. Aus konstruktiver Sicht ist zu erwähnen, dass die Scheiben als Platten ohne zusätzliche Verstärkungen bis zu drei Meter auskragen und allgemein große Spannweiten überbrücken können. Das bietet natürlich Vorteile und Möglichkeiten. Vorsicht ist allerdings durch die Teil-Skelettbauweise beim Transport geboten. Hier empfiehlt es sich das Raummodul mit ausreichend aussteifenden Elementen zu sichern. Zudem ist für Transport und Montage eine eigene Statik erforderlich.⁵²

Wie aus den Unterlagen im Anhang erkennbar, erstrecken sich die Wohneinheiten bei diesem Gebäude über die gesamte Breitseite von einer Gebäudeseite zur anderen. Dabei unterscheidet man zwischen drei Wohnungstypen. Bei jedem Wohnungstyp kommen typenspezifische vorgefertigte Modulbauteile zum Einsatz. Die flächenmäßig kleinste Wohneinheit ist die Variante A und beträgt ca. 34 m². Die Fläche der Variante B beträgt 71 m² gefolgt von der Variante C mit ca. 110 m².

Als Tragwerk wurde bei diesem Bauwerk eine Kombination aus Biegeplatten und Stützen gewählt. Somit handelt es sich um ein massenaktives Tragsystem. Die massenaktive Lastabtragung ist dadurch gekennzeichnet, dass einwirkende Lasten und Kräfte, überwiegend über die Biegetragfähigkeit der statisch relevanten Bauteile erfolgt. Dadurch weisen solche Konstruktionsarten allgemein eine hohe Biegesteifigkeit auf. Typische Konstruktionselemente sind der Balken, die ebene Platte und Scheibe, oder die Stütze.⁵³ Hinsichtlich der Beanspruchung ist daher eine differenzierte Betrachtung notwendig. Im Kellergeschoss und Erdgeschoss kommen Scheiben und Platten zum Einsatz. Diese werden in Stahlbeton ausgeführt. Aufgrund der hohen Lasten in den unteren Geschossen ist diese Wahl aus statischer Sicht sinnvoll. Es treten maximale Spannweiten von ca. 6,00-8,50 m auf. In den Obergeschossen wurde als Tragsystem eine Kombination aus Stützen, Scheiben und Platten gewählt. Sämtliche lastabtragenden Bauteile werden in Holz ausgeführt. Das Stützenraster wurde so gewählt, dass der horizontale Abstand mit 3,45 m und der vertikale Abstand mit

⁵¹ Tichelmann, K. Pfau, J., 2000, S. 288-289

⁵² Kapfinger, O. Wieler, U., 2007

⁵³ Institut für Hochbau und Technologie, 2011

4,00 m gleichmäßig über den gesamten Gebäudegrundriss eingehalten wird. Die Stützen weisen eine Höhe und Breite von jeweils 35 cm auf. Das kleine Stützenraster erlaubt es, die auf den Stützen liegende Holzdecke schlank zu halten und Gewicht einzusparen. Die Decke wird mit einer Stärke von 18 cm ausgeführt. Neben der Durchstanzproblematik ist bei der Anordnung einer großen Anzahl an Stützen, besonders auf die Stabilität der Gebäudestruktur zu achten. In vertikaler Richtung ist das System aufgrund der Holzdecke ausreichend stabil. Um auch in horizontaler Ebene die Stabilität zu erhöhen, sind neben den Stützen zusätzlich Scheiben angeordnet. Diese sind ausschließlich im Grundrissinneren zu finden und werden aus Brettschichtholz gefertigt. In den oberen Geschossen wurde bei der Planung außerdem darauf geachtet, dass es eine klare Trennung zwischen tragenden und nicht tragenden Bauelementen gibt. Bewerkstelligt wurde dieser Ansatz vor allem an der Gebäudehaut, wo zwischen den Stützen, vorgefertigte Holzriegelemente in Tafelbauweise eingesetzt werden.

4.1 Materielle Gebäudepass- und Kostenberechnung auf Basis des Referenzmodells

Im folgenden Kapitel wird die erste Modellvariante untersucht. Es handelt sich dabei um das Referenzmodell.

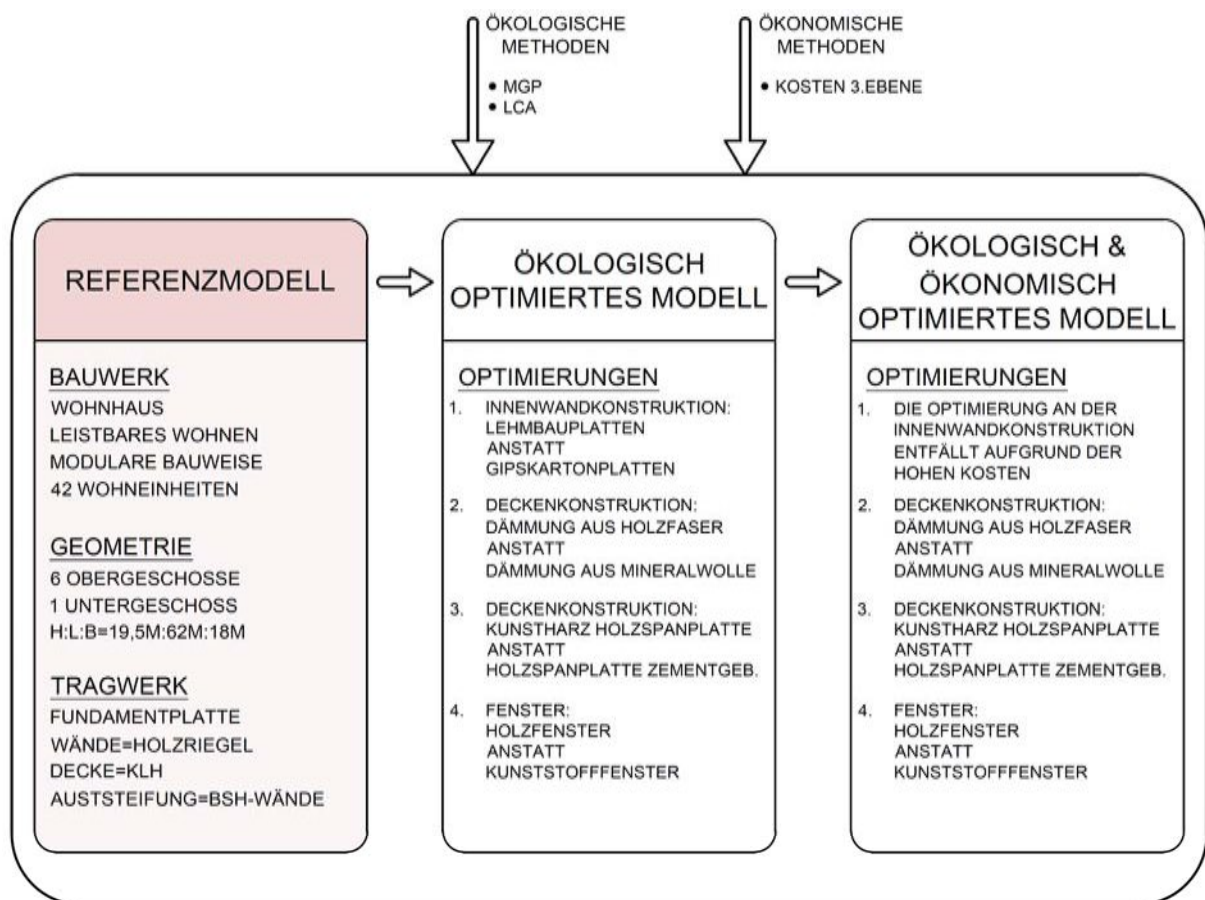


Abbildung 4.5: Grobkonzept der Modellvarianten – Referenzmodell

4.1.1 Ermittlung von Bauteilinformationen

Das im Zuge dieser Forschungsarbeit herangezogene Gebäudemodell besteht aus einer Vielzahl von Informationen. Angaben, die sowohl für die Ermittlung der ökologischen und ökonomischen Kenngrößen, als auch für die Gebäudepassberechnung relevant sind. In Abhängigkeit von der Betrachtungsebene, kann ein Gebäudemodell unterschiedliche Informationen liefern. Die unten angeführte Skizze veranschaulicht diesen Sachverhalt.

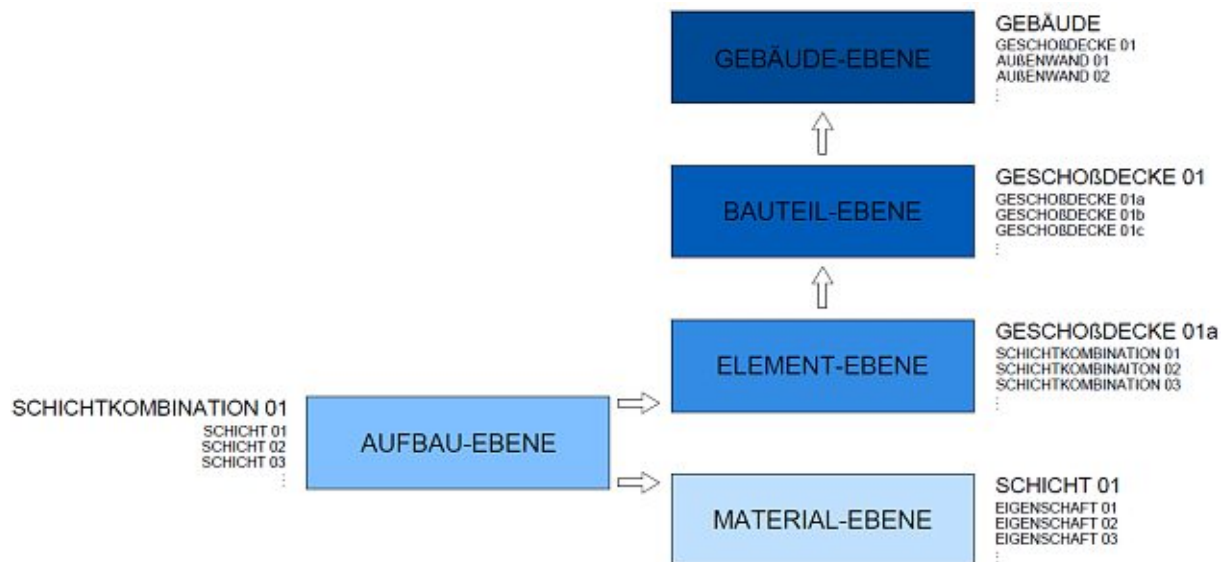


Abbildung 4.6: Struktur der Informationsebenen

Der Hauptfokus bei der Strukturierung der Informationsebenen liegt in der Aufbau-Ebene. Diese Ebene ist erforderlich, da die Modellierung nicht wie üblich schichtweise oder elementweise, sondern in einzelnen Schichtkombinationen erfolgt ist. Diese Vorgangsweise erlaubt dem Planer, die Tragschicht getrennt von dem darüber oder darunter folgenden Aufbau zu modellieren. Nachträgliche Änderungen können so flexibler und einfacher umgesetzt werden. Ein weiterer Vorteil betrifft den Datentransfer, der durch diese Modellierungsart einfacher erfolgen kann. Die Aufbau-Ebene ist dadurch gekennzeichnet, dass sie aus einer Vielzahl von Schichtkombinationen besteht. Jede Schichtkombination wiederum besteht aus einer oder mehreren Schichten, die wichtige Informationen über die Massen enthält. Durch Upscaling aller Schichtkombinationen aus der Aufbau-Ebene, erreicht man die Element-Ebene. Dabei werden die Schichtkombinationen in verschiedenen Varianten kombiniert. Ergebnis sind einzelne Elemente, die alle in dieser Ebene enthalten sind. Beispielsweise ist hier eine Decke im ersten Obergeschoss zu nennen, die aus mehreren Schichtkombinationen besteht. Durch ein Upscaling erreicht man die Bauteil-Ebene. Alle Elemente, die denselben Aufbau aufweisen, werden hier aufsummiert. Für dieses Beispiel bedeutet das, dass neben der Decke im ersten Obergeschoss, auch die Decke im zweiten Obergeschoss den gleichen Aufbau aufweist. Diese beiden Elemente können folglich zu einem Bauteil mit beispielsweise

der Bezeichnung „D01“ zusammengefasst werden. Durch ein wiederholtes Upscaling gelangt man in die Gebäude-Ebene. Durch aufsummieren der Massen sämtlicher im Bauwerk verbauter Bauteile, erhält man die Masse des gesamten Gebäudes. Durch Downscaling von der Aufbau-Ebene in die Material-Ebene können weitere Informationen gewonnen werden. Auf der Material-Ebene sind nun die einzelnen Schichten ersichtlich. Den Schichten werden Materialien zugeordnet. Diese wiederum erlauben Rückschlüsse auf Materialeigenschaften wie beispielsweise die Dichte. Zusammenfassend sei erwähnt, dass im Rahmen dieser Forschungsarbeit, für die Informationsgewinnung vor allem die Aufbau- und Material-Ebene von besonderer Bedeutung sind.⁵⁴

Allgemein können Informationen in geometrische und semantische Informationen unterteilt werden. Die geometrischen Daten werden hauptsächlich für die Gebäudepassberechnung und für die Kostenrechnung benötigt. Semantische Daten sind für alle weiteren Prozesse erforderlich.

Unter geometrischen Informationen versteht man sämtliche Angaben, die man durch die dreidimensionale Gebäudegeometrie erhält. Man erhält geometrische Angaben, bei Betrachtung der Aufbau-Ebene mit den darin enthaltenen Schichtkombinationen. Für die weiterführende Berechnung werden aus diesem Grund Angaben hinsichtlich der Länge, Breite und Höhe von diversen Schichtkombinationen aus dem Gebäudemodell entnommen. Um diese Informationen zu erhalten, werden zunächst die erforderlichen, im Zeichenprogramm enthaltenen Daten in Form einer Schichtkombinations-Liste, als MS Office Excel-Datei ausgewertet. Exemplarisch ist dafür nachstehend eine solche Liste angeführt. Es handelt sich dabei um die Schichtkombination mit der Bezeichnung „D01-Aufbauten Oben“. Sie befindet sich oberhalb der jeweiligen Tragschicht. Die Schichtkombination ist bei dieser Auswertung nur als vollständiges Element ohne der Angabe der einzelnen Schichten ersichtlich. Vor der Auswertung einer jeden Liste, kann je nach Augenmerk individuell bestimmt werden, welche Daten angegeben werden sollen. Wie in der unten angeführten Grafik ersichtlich, sind neben den im Rahmen dieser Arbeit wesentlichen Maßangaben, zusätzlich untergeordnete Informationen angeführt. Die Dicke beschreibt die gesamte Schichtkombinationsstärke. Die Stärken der einzelnen Schichten können in dieser Liste nicht angezeigt werden. Die Maßeinheiten Höhe und Länge der Kombinationen werden als Fläche zusammengefasst. Die Spalte Aufbau hilft dabei, zu erkennen, um welche Schichtkombination es sich handelt. Die Bezeichnung soll Aufschluss über den Aufbau oder die Funktion der Schichtkombination geben. Die Spalte Geschoss hilft dem Leser dabei, die Kombination im Gebäude geschossweise zu lokalisieren. Die Ebene gibt an, welche Priorität und welche Bauteilform die jeweilige Schichtkombination einnimmt. Um Rückschlüsse auf das Tragwerk und Sekundärbauteile ziehen zu können, wird die Spalte der tragenden Funktion angeführt. Der

⁵⁴ Kovacic, I. Honic, M., 2019, S. 25-26

IFC-Typ soll Hinweise darüber geben, welcher Datenstruktur die Schichtkombination angehört. Grafische Angaben, erleichtern die Zuordnung sowohl in den Grundrissen und Schnitten, als auch in der dreidimensionalen Ansicht. Wie hier erkennbar ist, können die Informationen aufgrund der dreidimensionalen Gebäudemodellierung in einem hohen Detaillierungsgrad ausgewiesen werden.

Aufbau	Geschoss	Bezeichnung	Dicke	Fläche	2D Querschnitt Vorschau	3D Axonometrie	Ebene	Tragende Funktion	IFC Typ
D01 Aufbauten Oben									
	OG01	Decke Bodenaufbau	0,13	606,74			220 Bodenaufbau	Nicht tragende Elemente	IfcSlab
	OG02	D01	0,13	613,35			220 Bodenaufbau	Nicht tragende Elemente	IfcSlab
	OG03	D01	0,13	602,33			220 Bodenaufbau	Nicht tragende Elemente	IfcSlab
	OG04	D01	0,13	608,29			220 Bodenaufbau	Nicht tragende Elemente	IfcSlab
Tragende Schicht, Brettschichtholz									
	OG02	D01	0,18	714,56			210 Decke	Tragende Elemente	IfcSlab
	OG03	D01	0,18	714,56			210 Decke	Tragende Elemente	IfcSlab
	OG04	D01	0,18	715,91			210 Decke	Tragende Elemente	IfcSlab
	DG	D01	0,18	703,48			210 Decke	Tragende Elemente	IfcSlab
	Dach	D02	0,18	123,67			210 Decke	Tragende Elemente	IfcSlab
D01 Aufbauten unten									
	OG02	D01	0,09	656,58			230 Decke abgehaengt	Nicht tragende Elemente	IfcSlab
	OG03	D01	0,09	662,42			230 Decke abgehaengt	Nicht tragende Elemente	IfcSlab
	OG04	D01	0,09	654,97			230 Decke abgehaengt	Nicht tragende Elemente	IfcSlab
	DG	D01	0,09	657,55			230 Decke abgehaengt	Nicht tragende Elemente	IfcSlab

Tabelle 4.2: Auszug der Liste der Schichtkombinationen

Neben den geometrischen Angaben sind die semantischen Informationen von Bedeutung. Hierzu zählen beispielsweise Angaben zum Herstellungsverfahren, zu Baustoffen und Materialien, sowie Nutzungseigenschaften von Räumen. Wobei sich die Auswertung dieses Gebäudemodells lediglich auf die Materialien und Baustoffe begrenzt. Semantik bezeichnet in der Informatik die Bedeutung von Zahlen oder Informationen. Zur näheren Erklärung von Semantik kann zum Verständnis eine Linie betrachtet werden. Eine strichlierte Linie enthält in der Modellierung einerseits eine geometrische Angabe, andererseits bedeutet eine strichlierte Linie für Planer, dass es sich dabei um ein verdecktes Bauteil handelt.⁵⁵

⁵⁵ Borrmann,A. König,M. Koch,C. Beetz,J., 2015, S. 9,25,43

Nachfolgend ist exemplarisch ein Element mit einem bestimmten Aufbau ersichtlich. Es handelt sich dabei um die Decke mit der Bezeichnung „D03“. Dieser Aufbau besteht aus mehreren Schichtkombinationen, wobei jede Schichtkombination wiederum in einzelne Schichten unterteilt ist. Es handelt sich dabei um die Schichtkombinationen die in der obigen Liste angeführt sind. Im Gegensatz zu der oberen Grafik liefert die untere Darstellung nun zusätzliche Informationen zu den Schichten. Es handelt sich dabei um semantische Informationen. Jede Schicht ist definiert durch eine Schichtstärke und ein Material. Durch das Wissen der eingesetzten Baustoffe können Rückschlüsse auf die Dichte und letztlich auf die Masse gezogen werden.

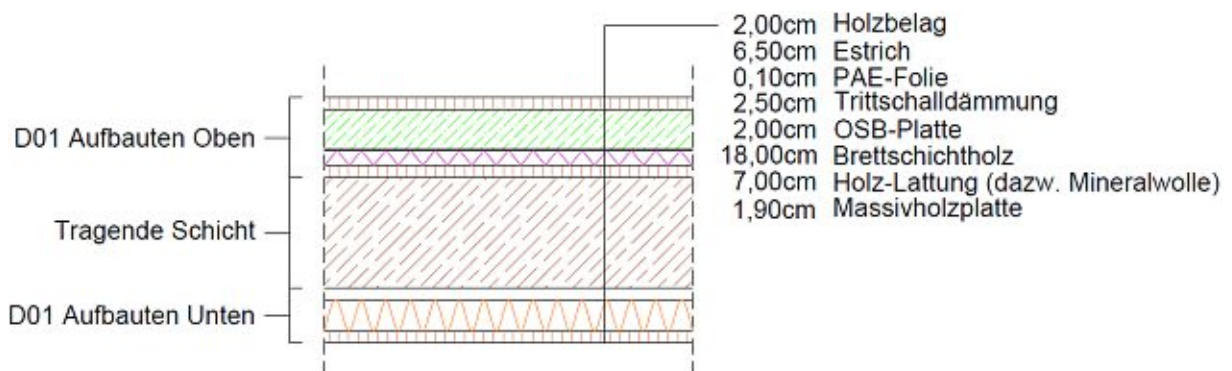


Abbildung 4.7: Element "Decke - D03"

Sämtliche erworbene, geometrische und semantische Informationen können nun in die MGP-Berechnung einfließen. Der Berechnungsablauf wird folglich in abgekürzter Form beschrieben, um grundlegend zu erkennen, welchen Einfluss die Informationen auf die MGP-Berechnung haben. Zuerst werden die Volumina der Schichten berechnet. Aus der Dichte einer jeden Schicht und der Volumina errechnet sich das Gewicht einer Schicht. Durch die Multiplikation von Gewicht und den gewichtabhängigen Materialparametern erhält man die ökologischen Kenngrößen. Werden diese dann element-, bauteil- und gebäudeweise aufsummiert, erhält man das Ergebnis der MGP-Berechnung. Die gesamte Berechnung wird in den folgenden Kapiteln im Detail behandelt.

Aus Gründen der Vollständigkeit wird das Thema Datentransfer kurz erläutert. Industry Foundation Classes (IFC) ist ein Datenformat, mit dem ein herstellernerutraler Datenaustausch zwischen BIM-fähigen Programmen ermöglicht wird. Im Rahmen dieser Masterarbeit erfolgt der Datenaustausch lediglich über Excel-Listen.

4.1.2 Ermittlung der ökologischen Materialkennwerte

Der nächste Prozess in der Prozesskette der BIM-basierten MGP-Berechnung ist die Entnahme von Baustoffdaten aus einer ökologischen Materialbibliothek. Warum dabei die Auswahl auf die Datenbank des österreichischen Instituts für Baubiologie und -ökologie fällt, wird nachfolgend erläutert.

Das IBO ist ein unabhängiger, gemeinnütziger, wissenschaftlicher Verein, der sich zum Ziel setzt, die Wechselwirkung zwischen Mensch, Bauwerk und Umwelt zu erforschen. Dabei dreht sich alles um das ökologische Bauen und das gesunde Wohnen. Diese Themenbereiche werden durch einen Forschungsbereich und einen Kundenbetreuungsbereich abgedeckt. Der Forschungszweig beschäftigt sich mit bauphysikalischen und materialökologischen Problemstellungen. Die Kundenbetreuung erfolgt über ein breites Angebot an Gebäudebewertungssystemen für diverse Gebäudetypen. Zusätzlich werden auch eine vom Verein eigens entwickelte ökologische Materialdatenbank und die Ausführung von Messungen aller Art angeboten. Neben den angestellten Mitarbeitern haben auch Privatpersonen, Fachleute und Firmen die Möglichkeit, den Verein durch eine Mitgliedschaft zu fördern.⁵⁶

Das IBO bietet die Auditbegleitung für internationale und nationale Gebäudelabels an und ermöglicht eine individuelle Betreuung bei der Auswahl des geeigneten Bewertungssystems. Zudem versucht der Verein die Entwicklung von neuen Bewertungssystemen voranzutreiben. Neben dem überwiegend in Österreich angewendeten Bewertungssystem TQM, wird auch die Auditierung der Bewertungssysteme EU Green Building, LEED und BREEAM angeboten. Im IBO-Ökopass, welcher Teil des TQM Bewertungssystems ist, spielt die ökologische Qualität von Baustoffen und Konstruktionen eine große Rolle. Aus diesem Grund hat der Verein das „baubook“ entwickelt. Das „baubook“ ist eine Datenbank für unternehmensspezifische Bauprodukte und allgemein eingesetzte Baustoffe, die ein umweltbewusstes, ökologisches und gesundes Bauen ermöglicht. Die Datenbank erleichtert zum einen die Durchführung von der bereits erwähnten Gebäudezertifizierung; zum anderen liefert die Datenbank ökologische Baustoffdaten zur Erstellung von Energie- und Gebäudeausweisen, zur Ökobilanzierung von Gebäuden und zum Nachweis der Erfüllung von Kriterien aus Förder- oder Ausschreibungsprogrammen. Im Falle dieser Masterarbeit werden die Daten für die Erstellung eines Gebäudeausweises und der Ökobilanzierung des Bauwerks benötigt. Die in der Datenbank enthaltenen Bauprodukte und -stoffe, werden zu ökologischen Kriterien, bauphysikalischen und ökologischen Kennwerten, sowie weiteren produktgruppenabhängigen Eigenschaften deklariert. Diese Angaben werden mit Bildern, Sicherheitsdatenblättern und Produktbeschreibungen ergänzt. Die Daten sind öffentlich im Internet zugänglich. Deshalb, aber auch aufgrund der Kriterien und Prozedere für die Aufnahme von produkt- und

⁵⁶ IBO-Institut für Baubiologie und -ökologie, 2020

baustoffspezifischen Ökobilanzdaten, zählt diese Datenbank zu einer der am häufigsten verwendeten Datenbanken im deutschsprachigen Raum.⁵⁷

Die in der Datenbank enthaltenen Baustoffdaten unterscheiden sich in produktspezifische Baustoffdaten und allgemeine Richtwerte. Um produktneutrale Ergebnisse aus der Gebäudepassberechnung zu erhalten, werden bei dieser wissenschaftlichen Arbeit ausschließlich die Richtwerte herangezogen. Sie unterliegen zudem den Ökobilanzregeln aus der ISO 14040, der ÖNORM EN 15804 sowie der ÖNORM EN 16485. Die verwendeten Richtwerte lassen sich grob in vier Gruppen unterscheiden:

- Ökologische Kenngrößen (PENRT, AP, GWP)
- Nutzungsdauer
- Kenngrößen für die Entsorgung/Verwertung (Klassifizierungen)
- Bauphysikalische Eigenschaft (Dichte)

Als **ökologische Kenngrößen** werden jene Daten bezeichnet, die eine ökologische Bilanzierung in der Ebene von Bauteilschichten, Bauteilen und Gebäuden ermöglichen. Erst auf dieser Ebene sind aussagekräftige Ergebnisse hinsichtlich der ökologischen Äquivalenz zu erwarten. Aus baupraktischen Gründen werden die Kennwerte in der Datenbank pro Kilogramm Baustoff angegeben. Bevor die Größen aus der Datenbank entnommen werden können, sind diese von IBO-Mitarbeitern herzuleiten. Dies erfolgt durch die Betrachtung von baustoffabhängigen Stoff- und Energieflüssen innerhalb einer Systemgrenze. Dabei werden sämtliche vor- und nachgelagerten Einheitsprozesse, die für die Fertigstellung eines Baustoffes erforderlich sind, berücksichtigt und ökologisch bewertet. Es wird darauf geachtet, dass die bilanzierten Prozesse dem heutigen Stand der Technik entsprechen und sämtliche vorgelagerten Prozesse ohne Berücksichtigung von Ländergrenzen zurückverfolgt werden. Als Ergebnis erhält man Kennwerte, die die Ökobilanz für die Herstellung eines Baustoffes wiedergibt. Zu den Herstellungsphasen werden die Prozesse der Rohstoffbeschaffung, dem Transport und der Produktion gezählt. Demzufolge bilden die ökologischen Kennwerte nicht die Ökobilanz über den Lebenszyklus eines Bauwerks, sondern lediglich die der Herstellungsphase eines Baustoffes ab. In der Gebäudepassberechnung wird aus diesem Grund ein Betrachtungszeitraum von 100 Jahren berücksichtigt. Innerhalb dieser Zeitspanne werden Baustoffe einmal oder mehrmals im Gebäude verbaut. Die Ökobilanz eines Baustoffes wird nach dessen Einbauhäufigkeit innerhalb der 100 Jahre kumuliert berechnet. Für die Gebäudepassberechnung wurden aus der Datenbank die Kennwerte PENRT, AP und GWP herangezogen.⁵⁸

⁵⁷ IBO-Institut für Baubiologie und -ökologie, 2019

⁵⁸ Boogmann, P. Figl, H. Wurm, M., 2017, S. 4-7

Der **Primärenergiegehalt an nicht erneuerbaren Ressourcen (PENRT)**, bezeichnet den Gesamtbedarf an energetischen Ressourcen, die für die Herstellung eines Produktes oder einer Dienstleistung notwendig sind. Unter energetischen Ressourcen wird dabei jene Rohstoffenergie verstanden, die noch keiner technischen Umsetzung oder Umwandlung unterzogen, und keinem Transport unterworfen wurde. Es handelt sich dabei um begrenzte und nicht erneuerbare Ressourcen. Der Primärenergiegehalt wird aus dem unteren Heizwert aller energiehaltigen Ressourcen berechnet und wird in MegaJoule (MJ) angegeben. Im Gegensatz zu dem auch in der Datenbank angeführten PENR-Wert, der lediglich den Primärenergiegehalt aller nicht erneuerbaren Ressourcen (Erdöl, Kohle etc.) anführt, enthält der PENRT-Wert sowohl die energetisch, als auch die stofflich genutzten Ressourcen. Es handelt sich folglich um einen Totalwert, der im Zuge der Gebäudepassberechnung aussagekräftige Ergebnisse liefern wird. Ein weiterer wichtiger Wert für den Nachweis der Gebäudepassberechnung ist das **Erderwärmungspotential (GWP)**. Es ergibt sich aus der Summe der beiden Werte GWP-fossil und GWP-biogenic. Der GWP-fossil beschreibt das Erderwärmungspotential durch Treibhausemissionen und -bindungen von all jenen Medien, die durch eine Oxidation oder Reduktion von fossilen Brennstoffen oder fossilen Kohlenstoffen entstehen (Verbrennung, Lagerung auf Deponien usw.). Der Wert berücksichtigt außerdem die Bindung bzw. die Emission von Treibhausgasen in anorganischen Materialien (Calzinierung, Carbonatisierung von Baustoffen auf Zement- oder Kalkbasis). Auch der GWP-biogenic gibt das Erderwärmungspotential durch Treibhausemissionen und -bindungen an. Allerdings entstehen diese durch die Oxidation und Reduktion von biogenen Kohlenstoff enthaltenen Stoffen. Zusätzlich wird hier die Tatsache der Speicherung von Kohlenstoffdioxid in Biomassen berücksichtigt. Die Summe beider Werte ergibt den GWP-Wert. Die Daten beziehen sich dabei auf eine Zeitspanne von 100 Jahren und werden in kg CO₂ Äqu./kg angegeben. Zuletzt wird die Kenngröße des **Versauerungspotentials (AP)** erläutert. Eine Versauerung entsteht, wenn eine Wechselwirkung von Stickoxidgasen (NO_x) und Schwefeldioxidgasen (SO₂) mit anderen Luftbestandteilen stattfindet. Eine Versauerung kann sowohl im Wasser als auch im Boden eintreten. Nachweislich führt eine Versauerung von Gewässern und Seen zu einer Reduzierung von Anzahl und Vielfalt des Fischbestands. Grundlage für die Berechnung des Versauerungspotentials sind die durchschnittlichen europäischen Säurebildungspotentiale. Das Versauerungspotential wird in der Einheit kg SO₂ Äqu./kg angegeben.⁵⁹

Die folgende Tabelle zeigt die Kennwerte der wichtigsten, in diesem Projekt verbauten Baustoffe. Für die Berechnung werden die Kennwerte aus dem IBO-Bauteilkatalog entnommen und in die Excel-Liste händisch eingegeben.

⁵⁹ IBO-Institut für Baubiologie und -ökologie, 2018, S. 7-8

Material nach IBO	GWP [kg CO ₂ /kg]	AP [kg SO ₂ /kg]	PERNT [MJ/kg]
Mehrschichtparkett	0,348	0,005625	17,194114
Holzspanplatte (zementgebunden) (1200 kg/m ³)	0,36625	0,001137	5,035027
Dampfbremse Polyethylen (PE)	2,6338	0,01025	84,6686
EPS-T 1000 (17 kg/m ³)	4,169	0,0149	98,89552
OSB-Platte (650 kg/m ³)	-1,1514	0,002096	8,556575
Brettschichtholz, verleimt IA (525 kg/m ³)	-1,2354	0,002357	7,391496
Nutzholz - rau, technisch getrocknet (475 kg/m ³)	-1,499	0,000944	2,515932
Stahlbeton 160 kg/m ³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	0,161	0,000429	1,657461

Tabelle 4.3: Liste von ökologischen Kenngrößen der wesentlichen Baumaterialien nach „IBO“

Wie ersichtlich ist, weist der Baustoff Holz, wenn dieser nicht zu größeren Anteilen mit anderen Baustoffen verbunden ist, einen negativen GWP-Wert auf. Dieser kommt aufgrund der zuvor erwähnten Kohlenstoffdioxid-Speicherung in Biomassen zustande.

Weitere berechnungsrelevante Angaben, die aus dem Bauteilkatalog entnommen werden können, betreffen die Entsorgungseigenschaften von Baustoffen. Gemäß dem Abfallwirtschaftsgesetz versteht man unter Entsorgung die Beseitigung und Verwertung von Abfällen. Unter Verwertung kann wiederum die thermische oder stoffliche Verwertung (Recycling) angewendet werden. Aufgrund der Vielzahl von Entsorgungswegen unterteilt das IBO einen Baustoff in unterschiedliche Entsorgungs- und Verwertungsklassen. Dafür bedienen sie sich einer Entsorgungsmatrix, in der die Entsorgungswege (Recycling, Verbrennung und Ablagerung) und eine Klassifizierung angegeben wird. Da die Entsorgungsart für den in dieser Masterarbeit nachgewiesenen Gebäudepass eine untergeordnete Rolle spielt, wird nun noch auf das **Verwertungspotential** von Abfällen eingegangen. Hierfür hat das IBO die folgende Verwertungstabelle entwickelt:

Verwertungspotential	Abfallreduktion oder -Abfallerhöhung
1	25%
2	50%
3	75%
4	100%
5	125%

Tabelle 4.4: Verwertungspotential und fiktive Reduktion/Erhöhung der betrachteten Abfallmengen

Die Tabelle kann wie folgt interpretiert werden. Wird beispielsweise einem Baustoff das Verwertungspotential 1 zugeordnet, bedeutet das, dass nur 25% Abfallmenge bei der Beseitigung entstehen. 75% des Baustoffes können recycelt werden. Weist ein Baumaterial

das Verwertungspotential 5 auf, müssen für dessen Aufbereitung 25% an zusätzlichem Material verwendet werden. Daher erhöht sich die Abfallmenge um 25%.⁶⁰

Die Angaben über die **Nutzungsdauer** von Baumaterialien orientieren sich an den bestehenden Normen und werden über ein vereinfachtes Verfahren ermittelt. Darunter versteht man die technische Nutzungsdauer von Baustoffen. Dies entspricht jener Dauer, in der der Baustoff seine vollständige Funktion erfüllt. Sie beginnt mit dem Einbau und endet mit dem Ausbau dieses Baustoffes aus dem Bauteil oder der gesamten Konstruktion. Die IBO-Angaben zu den Nutzungsdauern von Baustoffen sind individuell nach der vorliegenden Schichtfolge des Bauteils anzupassen. Zum Beispiel ist es vorstellbar, dass Bauteilschichten mit geringerer Nutzungsdauer, unter Bauteilschichten mit theoretisch längerer Nutzungsdauer liegen. Können die Bauteilschichten mit geringerer Nutzungsdauer nicht zerstörungsfrei aus- und wieder eingebaut werden, sind auch die Bauteilschichten mit der längeren Nutzungsdauer zu diesem Zeitpunkt auszuwechseln.⁶¹

Material nach IBO	Nutzungsdauer IBO [Jahre]	Nutzungsdauer variabel [Jahre]	Verwertungspotential [Klasse]
Mehrschichtparkett	25	25	2
Holzspanplatte (zementgebunden) (1200 kg/m ³)	50	25	4
Dampfbremse Polyethylen (PE)	25	25	3
EPS-T 1000 (17 kg/m ³)	50	50	4
OSB-Platte (650 kg/m ³)	50	50	3
Brettschichtholz, verleimt IA (525 kg/m ³)	100	100	1
Nutzholz - rau, technisch getrocknet (475 kg/m ³)	50	50	1
Stahlbeton 160 kg/m ³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	100	2

Tabelle 4.5: Angaben zu den Nutzungsdauern und Verwertungspotentiale der wesentlichsten Baumaterialien

Bei Betrachtung der Liste fällt auf, dass die Bauteile die das Tragwerk bilden, eine hohe Nutzungsdauer aufweisen. Bauteile an der Oberfläche, die einer hohen Beanspruchung ausgesetzt sind, zeigen eine niedrige Nutzungsdauer. Blickt man auf die Spalte der Verwertungspotentiale, gehören vor allem materialgebundene und erdölbasierte Baustoffe den hohen Verwertungspotentialen an. Holz hingegen, weist eine hohe Recyclingrate auf.

⁶⁰ IBO-Institut für Baubiologie und -ökologie, 2018, S. 3-7

⁶¹ IBO-Institut für Baubiologie und -ökologie, 2018, S. 7

4.1.3 Vergleich ökologischer Materialbibliotheken

Die ökologische Bewertung von Gebäuden wird unabhängig des Bewertungssystems, auf Basis von Materialkennwerten durchgeführt. Da ökologische Bewertungssysteme international Anwendung finden, hat man sich darauf geeinigt, diese Materialkennwerte als „Environmental Product Declarations“ (EPD) zu bezeichnen. Neben dem IBO, welches als der Hauptanbieter von EPDs in Österreich gilt, finden sich über die Grenzen hinweg eine Vielzahl von verschiedenen Materialbibliotheken. So haben sich in Deutschland die Vereine Institut für Bauen und Umwelt (IBU), Internationales Institut für Nachhaltigkeitsanalysen und Strategien (INAS) und das Bundesministerium des Inneren, Bau und Heimat (BMI) eingehend mit dieser Thematik beschäftigt und jeweils ökologische Datenbanken erstellt. In der Schweiz ist „Ecoinvent“ die wichtigste Institution, wenn es sich um Lebenszyklusdaten von Materialien handelt. Die MGP-Berechnung in dieser Forschungsarbeit, stützt sich ausschließlich auf die ökologischen Produktdeklarationen von IBO. Um andere Produktdeklarationen nicht außer Acht zu lassen, wird eine weitere Forschungseinrichtung analysiert und deren ökologischen Materialkennwerte mit denen der IBO verglichen. Bei der Auswahl hat man sich auf Institutionen innerhalb des DACH-Raums begrenzt.

Bei dem ausgewählten Institut handelt es sich um das **Institut für Bauen und Umwelt (IBU)**. Der Verein ist ein Zusammenschluss von mehreren Produktherstellern und besteht seit über 30 Jahren in Deutschland. Der Vereinigung gehören über 200 Unternehmen an, womit sie zu einem der größten Anbieter von ökologischen Produktdeklarationen im deutschsprachigen Raum zählt. IBU steht in einem engen Austausch mit anderen Institutionen und staatlichen Einrichtungen, die sich ebenfalls auf ein nachhaltiges Bauen spezialisiert haben. Dazu zählt man das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BUMB) und das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR). Internationale Normungsinstitute sind weitere Kooperationspartner. Das Haupttätigkeitsfeld dieses Instituts liegt in der Führung eines branchenübergreifenden und unabhängigen Informationssystems für Bauprodukte und Baustoffe. Das Informationssystem kann weiterfolgend für eine ökologische Gebäudebewertung eingesetzt werden. Der ökologische Gebäudenachweis wird nicht vom Institut selbst, sondern von externen Unternehmen durchgeführt. Das Institut IBU weist im Gegensatz zum IBO keinen eigenen Forschungsbereich auf. Der Fokus des Instituts liegt vor allem in der Weiterentwicklung und Verbesserung des normgerechten EPD-Systems.⁶²

Wie bereits eingangs erwähnt, handelt es sich bei einem EPD um ein Dokument, in dem die umweltrelevanten Eigenschaften von Bauprodukten oder Baustoffen anhand neutraler und objektiver Daten abgebildet werden. Die Bewertung hat für das IBU im Rahmen der Normen ISO-14025 und EN-15804 zu erfolgen. Nachfolgend werden die Produktdeklarationen der

⁶² IBU-Institut Bauen und Umwelt, 2020

beiden Institute IBO und IBU miteinander verglichen. Allgemein fällt auf, dass die von dem IBU erstellten Produktdeklarationen eine detailliertere Beschreibung aufweisen, als die des IBO. Neben der allgemeinen Beschreibung werden die Prozesse Abbau, Transport und Herstellung sehr genau beschrieben. Informationen, die gerade für die Kennwerte eine große Bedeutung haben. Zu dem Prozess Abbau findet man Angaben über die Inhaltsstoffe und des Ursprungsortes des abzubauenen Materials. Für den Prozess Transport werden zusätzliche Informationen über den Lieferzustand und die Verpackung gegeben. Hier ersichtlich ist zum Beispiel, in welcher Verpackungseinheit mit dazugehörigen Abmessungen das Produkt geliefert wird. Auch ersichtlich ist, welche Materialien für die Verpackung zum Einsatz kommen. Bezüglich der Herstellung finden sich in der Beschreibung sämtliche Informationen über Produktverarbeitung, sowie umwelt- und gesundheitliche Aspekte während der Herstellung wieder. Die einzelnen Schritte der Herstellung werden hier genauso erklärt, wie auch die, für die Herstellung erforderlichen Materialien. Zu all dem erhält man in der Produktdeklaration des IBU Informationen über den Berechnungsablauf. So wird beispielweise beschrieben, welche Annahmen oder Systemgrenzen für die Ermittlung gewählt wurden. Weiters zu lesen, sind Informationen über die Qualität der Daten, welche die Grundlage für die Berechnung bilden. Auch in der Produktdeklaration zu finden, sind Angaben über den Betrachtungszeitraum.⁶³

Sowohl das IBU, als auch das IBO bedienen sich bei der Produktdeklaration derselben normkonformen Größen (z.B. GWP, AP, PERNT) zur Beschreibung der Umwelteinflüsse. Jedoch ist ein direkter Vergleich der Werte aus mehreren Gründen nicht möglich. Die Werte der beiden Institute beziehen sich auf unterschiedliche Einheiten. Die ökologischen Materialkenngrößen des IBO beziehen sich meist auf Kilogramm. Die Größen des IBU weisen einen Bezug zur Fläche oder dem Volumen auf. Des Weiteren gelten die Kenngrößen nach dem IBO für den gesamten Herstellungsprozess. Wie bereits oben erwähnt, besteht der Herstellungsbereich aus den Prozessen Abbau, Transport und Produktion. Das IBU gibt die Kennwerte für jeden einzelnen Teilprozess an. Um folglich vergleichbare Größen der beiden Institute herzuleiten, sind einzelne Berechnungsschritte durchzuführen. Zunächst müssen die Werte Einheitenkonform gemacht werden. Dafür stellt das IBU in den Produktdeklarationen Umrechnungsfaktoren zur Verfügung. Als nächsten Schritt sind die Werte der Teilprozesse aufzusummieren, um einen Gesamtwert zu erhalten. Um diesen Berechnungsablauf zu veranschaulichen, wird die Herleitung der Werte exemplarisch für das erste Material der obigen Tabelle dargestellt.

⁶³ IBU-Institut für Bauen und Umwelt, 2015, S. 1-6

Material nach IBU	GWP [kg CO ₂ /m ²]			GWP [kg CO ₂ /m ²]	Umrechnungsfaktor [-]	GWP [kg CO ₂ /kg]
	A1	A2	A3	A1+A2+A3		A1+A2+A3
Mehrschichtparkett	-18,7	0,000205	7,34	-11,359795	0,085	-0,96558

Material nach IBU	AP [kg CO ₂ /m ²]			AP [kg CO ₂ /m ²]	Umrechnungsfaktor [-]	AP [kg CO ₂ /kg]
	A1	A2	A3	A1+A2+A3		A1+A2+A3
Mehrschichtparkett	0,0108	0,00000151	0,0358	0,04660151	0,085	0,00396

Material nach IBU	PERNT [kg CO ₂ /m ²]			PERNT [kg CO ₂ /m ²]	Umrechnungsfaktor [-]	PERNT [kg CO ₂ /kg]
	A1	A2	A3	A1+A2+A3		A1+A2+A3
Mehrschichtparkett	17,7	0,00291	114	131,70291	0,085	11,19475

Tabelle 4.6: Herleitung von vergleichbaren ökologischen Materialkennwerten

Ergänzend sei erwähnt, dass die Spalten A1 für den Abbau, A2 für den Transport und A3 für die Produktion stehen. Sie beschreiben die Teilprozesse der Herstellungsphase. Wird der obige Berechnungsablauf für die weiteren, in der Tabelle 4.5 angeführten Materialien durchgeführt, erhält man das folgende Ergebnis:

Material nach IBU	GWP [kg CO ₂ /kg]	AP [kg SO ₂ /kg]	PERNT [MJ/kg]
Mehrschichtparkett	-0,96558	0,00396	11,19475
Holzspanplatte	-1,21800	0,00168	5,67000
Dampfbremse Polyethylen (PE)			
EPS - Hartschaum	2,94060	0,00667	86,97000
OSB-Platte	-1,24109	0,00151	7,25208
Brettschichtholz, BSH	-1,39229	0,00088	3,42182
Nutzholz - rau, technisch getrocknet, gehobelt	-1,51000	0,00049	0,66400
Beton C25/30 (ohne Bewehrung)	0,08116	0,00012	0,41159

Tabelle 4.7: Liste von ökologischen Kennwerten der wesentlichen Baumaterialien nach IBU

Die ausgewiesenen Werte können nun analysiert und mit den Werten des IBO verglichen werden. Für den Baustoff Mehrschichtparkett konnten in der Datenbank des IBU aussagekräftige Größen gefunden werden. Es fällt auf, dass das globale Erderwärmungspotential nach IBU negativ ist und sich vom Potential nach IBO unterscheidet. Grund dafür ist die unterschiedliche Bewertung der CO₂-Speicherung des Grundmaterials. Das Versauerungspotential und der Verbrauch von nicht erneuerbarer Primärenergie sind bei den beiden Produktdeklarationen ähnlich. Holzspanplatten können in unterschiedlicher Form vorkommen. Meist unterscheiden sie sich durch den unterschiedlichen Einsatz des

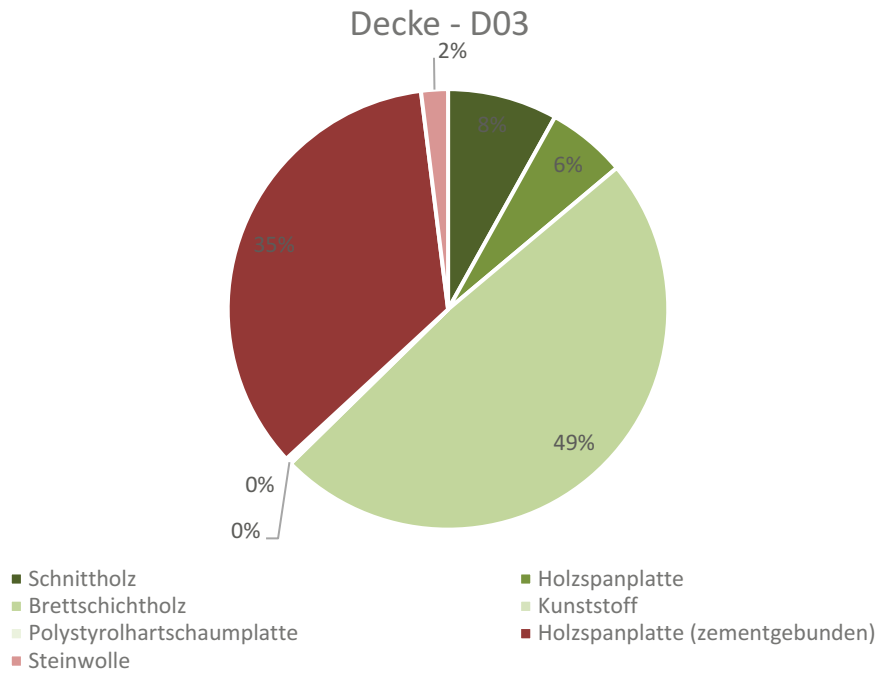
Bindemittels. Nach IBO handelt es sich bei deren Produktdeklaration um eine Holzspanplatte, die zementgebunden ist. Bei der Holzspanplatte gemäß der Produktdeklaration nach IBU wird das Bindemittel Leim eingesetzt. Wie aus den obigen Tabellen erkennbar ist, unterscheiden sich die einzelnen ökologischen Kenngrößen der beiden Institute nur gering. Ausnahme bildet allerdings abermals der Wert um das globale Erderwärmungspotential. Zu der aus Polyethylen bestehenden Dampfbremse konnten leider keine Angaben gefunden werden. Die drei Werte rund um die Baustoffe Extrudiertes Polystyrol (EPS) und OSB-Platte sind annähernd gleich. Die geringen Abweichungen sind vernachlässigbar. Sie können beispielsweise durch eine anderweitige Transportwegberechnung, oder etwa durch unterschiedliche Produktionsverfahren entstehen. Als nächstes werden die beiden Holzwerkstoffe Brettschichtholz und Nutzholz analysiert. Die Angaben der beiden Institute unterscheiden sich kaum. Bei genauerer Betrachtung sieht man, dass der Verbrauch nicht erneuerbarer Primärenergie beim Brettschichtholz höher als beim Nutzholz ist. Dies lässt sich dadurch erklären, dass Brettschichtholz durch das komplexere Produktionsverfahren einen höheren Energieaufwand benötigt, als Nutzholz. Zu guter Letzt, wird ein Blick auf die Kennwerte des Stahlbetons geworfen. Bei den Angaben des IBO handelt es sich um Stahlbeton. Das bedeutet, dass hier die Bewehrung berücksichtigt wird. Das IBU weist ausschließlich Werte für Beton der Festigkeitsklasse C25/30, ohne Bewehrung, aus. Der besonders negative Einfluss von Stahl auf die Umwelt zeigt sich in den Zahlen wieder. Sowohl das globale Erderwärmungspotential, als auch das Versauerungspotential und der Verbrauch von nicht erneuerbaren Energien fällt bei Stahlbeton deutlich schlechter aus, als bei reinem Beton. Abschließend kann gesagt werden, dass die Angaben der beiden Institute eine hohe Datenqualität aufweisen und annähernd gleich sind. Geringe Abweichungen sind aufgrund teils nicht transparenter Prozesse und der länderspezifischen Datengrundlage zulässig.

4.1.4 Materielle Gebäudepass Berechnung

Dieses Kapitel behandelt die MGP-Berechnung. Es werden die einzelnen Berechnungsschritte, aber auch die Teil- und Gesamtergebnisse analysiert und beschrieben. Aus der Abbildung „Prozesskette der BIM-basierten MGP-Berechnung“ kann entnommen werden, dass es sich bei der Berechnung um den letzten Prozess in der Prozesskette handelt. Die zwei vorlaufenden Prozesse liefern Informationen, die wiederum in den Prozess der MGP-Berechnung eingefügt werden. Als Output erhält man Ergebnisse, die das Gebäude in ökologischer Hinsicht vollumfassend bewerten. Die Ergebnisse können grob in zwei ökologische Kernbereiche unterteilt werden. Zum einen, erhält man Ergebnisse aus den Massenberechnungen; zum anderen, können Ergebnisse ausgewiesen werden, welche die Ökobilanz von Bauteilen oder des gesamten Gebäudes zeigen.

Der Berechnungsablauf sieht wie folgt aus. Zunächst wird mit der Ermittlung erster Ergebnisse für einzelne Elemente gestartet. Elemente können dabei Decken oder Wände mit einem individuellen Aufbau (z.B. D01 oder AW01 etc.), aber auch Stützen, Träger, Fenster und Türen sein. Jedes Element weist eine unterschiedliche Schichtkombination auf, der wiederum unterschiedliche Flächen zugeordnet werden. Die elementbezogenen Ergebnisse werden anschließend über die Bauteil- und Gebäudeebene aufsummiert, um ein Resultat für das gesamte Gebäude zu erhalten.

Grundlage für die MGP-Berechnung bilden die Informationen, die bereits aus den vorherigen Prozessen bekannt sind, bzw. daraus ermittelt wurden. Dazu gehören Angaben zu den Elementen, wie beispielsweise deren Schichtreihenfolge, Material, Dicke, Fläche und Dichte. Weitere, bereits bekannte Informationen sind die ökologischen Kenngrößen, die Lebensdauer und Entsorgungseinstufungen der einzelnen Materialien. Auf Basis dieser Informationen können die ersten elementbezogenen Rechenoperationen durchgeführt werden. Zunächst erfolgt für jede Schicht eine grobe Baustoffeinteilung. So wird beispielsweise der Schicht mit dem Material Brettschichtholz, der Baustoff Brettschichtholz, oder der Schicht mit dem Material PE-Folie, der Baustoff Kunststoff zugeordnet. Anschließend werden die verwendeten Baustoffe beurteilt, ob es sich um mineralische, organische oder metallische Baustoffe handelt. Durch die rechentechnische Kombination der Kenngrößen Fläche, Dichte und Lebensdauer erhält man erste Teilergebnisse. Es handelt sich dabei um die schichtbezogenen anfallenden Massen für ein Element, bei der Errichtung und nach 100 Jahren. Die nachstehende Grafik des Elements „Decke D03“ verdeutlicht diesen Zusammenhang. Zu sehen ist darin die massenbezogene, prozentuelle Verteilung der Baustoffe, die in diesem Element verbaut werden. Es handelt sich dabei um die Massen bei der Errichtung. Die farbliche Zuweisung der Baustoffe gibt Information darüber, ob es sich um einen mineralischen (rot), organischen (grün) oder metallischen (blau) Baustoff handelt.



Summe	Anteil	Summe Masse [kg]
Schnittholz	8%	34.537,86
Holzspanplatte	6%	24.882,26
Brettschichtholz	49%	208.523,50
Kunststoff	0%	1.244,11
Polystyrolhartschaumplatte	0%	813,46
Holzspanplatte (zementgebunden)	35%	149.293,56
Steinwolle	2%	8.405,01
	100%	427.699,77

Abbildung 4.8: Massenbezogene Baustoffverteilung des Elements "Decke D-03"

Die Massenangaben können durch zwei verschiedene Berechnungsvarianten weiterverarbeitet werden und führen zu weiteren Resultaten. Werden die Massen in der Berechnung mit den Verwertungspotentialen einzelner Materialien kombiniert, erhält man eine Aussage über die anfallenden Massen an Recycling- und Abfallmaterial, sowohl für die einzelnen Schichten, als auch für das gesamte Element. Die anfallenden Massen werden zusätzlich in 5 und 10 Jahres-Schritten über eine zeitliche Betrachtungsspanne von 100 Jahren dargestellt. Ein Material mit einer Lebensdauer von 25 Jahren wird somit über die Zeitspanne von 100 Jahren viermal in das Element eingebaut. Werden die obigen Massen mit den ökologischen Kennwerten kombiniert, erhält man Ergebnisse über die ökologischen Eigenschaften. Hier gilt abermals, dass die Ergebnisse für jede Schicht und das gesamte Element berechnet werden. Zudem werden wiederholt die Situationen Errichtung und 100 Jahre berücksichtigt. Für die Elemente Türen und Fenster unterscheidet sich der Berechnungsablauf marginal zu den anderen Elementen. Grund dafür sind die ökologischen

Kennwerte, die sich bei den Fenstern und Türen auf die Fläche und nicht wie bei den anderen Elementen auf die Massen beziehen. Die bisher erwähnten Berechnungsvorgänge werden für alle Bauteile wiederholt und liefern somit erste Teilergebnisse.

Auf Basis dieser Ergebnisse wird die Berechnung weitergeführt. Das nächste Ziel besteht darin, die bauteilbezogenen Massen zusammenzufassen und eine Aussage über die Massenanteile des gesamten Gebäudes zu erhalten. Hierfür werden schlichtweg die anfallenden Massen aufsummiert. Das Resultat wird in einem anderen Kapitel genauer betrachtet. Trotz alledem wird eine Vielzahl an Baustoffen in dem modellierten Gebäude verbaut. Diese sind in der folgenden Tabelle überblicksmäßig ersichtlich:

Mineralische Baustoffe	Organische Baustoffe
Stahlbeton	Schnittholz
Silikatputz	Kunststoffolie
Gipsputz	Holzwolledämmung
Gipskarton	Zellulosedämmung
Holzspanplatte (Zementgebunden)	Glaswolle
Fliesen	Brettschichtholz
Steinwolle	Holzspanplatte
Kies	Polystyrolhartschaumplatte
Bitumen	Brettsperholz
Glas	

Tabelle 4.8: Liste der im Gebäude eingesetzten Baustoffe

Ohne bereits zu viel auf die Ergebnisse einzugehen sei vorweg erwähnt, dass der mineralische Anteil deutlich höher ausfällt, als der organische Anteil. Der Ursprung liegt dabei überwiegend am Baustoff Stahlbeton. Trotz reduziertem Einsatz, weist dieser aufgrund seiner hohen Dichte, einen hohen Massenanteil auf. Die Ergebnisse über die Massenverteilung einzelner Baustoffe, werden zu einem späteren Zeitpunkt als Entscheidungsgrundlage dienen. Sie werden dann für die Optimierung der Baustoffzusammenstellung des Gebäudes benötigt. Weiters werden die anfallenden Massen in Abhängigkeit ihrer Lebensdauer für den Betrachtungszeitraum von 100 Jahren dargestellt. Dieses Ergebnis erlaubt eventuelle Optimierungsmaßnahmen bei der Baustoffwahl in Abhängigkeit derer Lebensdauer. Der nächste Berechnungsschritt liegt darin, die rezyklierbaren Massen und Abfallmassen ident zum vorangegangenen Rechenvorgang aufzusummieren. Dabei werden die Massen wiederum über einen Zeitraum von 100 Jahren betrachtet. Die resultierenden Werte können herangezogen werden, wenn es darum geht, Optimierungen hinsichtlich des Recyclingpotentials zu finden. Der letzte Berechnungsvorgang zielt darauf ab, Ergebnisse zu der Ökobilanz des Gebäudes zu erhalten. Durch das Addieren der bauteilbezogenen, ökologischen Größen bekommt man Werte, die sich nun auf das gesamte Gebäude beziehen.

4.1.5 Kostenberechnung

Die Ermittlung der Gebäudekosten erfolgt in Anlehnung an die ÖNORM B1801-1. Darin ist ein Leitfaden und eine Berechnungsstrukturierung zu finden, um die gewünschten Kosten zu erhalten. Zur Strukturierung der Kosten, definiert die ÖNORM B1801-1 sogenannte Kostengruppen. In Abhängigkeit der unterschiedlichen Kombination der Kosten, erhält man verschiedene Kostengruppen. So unterscheidet man grundsätzlich zwischen Bauwerks-, Bau-, Einrichtungs- und Gesamtkosten. Die Kosten sind laut Norm getrennt und möglichst eindeutig den einzelnen Kostengruppen zuzuordnen. Können Kosten aufgrund mehrfacher Verursachung nicht eindeutig einer Gruppe zugeteilt werden, gilt es die Kosten jener Gruppe entsprechend der größten Verursachung zu wählen. Zusätzlich steht es einem frei, die vorgegebenen Kostengruppen nach technischen Merkmalen, nach herstellungsmäßigen Gesichtspunkten oder nach der Lage des Bauwerks weiter zu gruppieren oder zu untergliedern. Daher spricht man in der ÖNORM B1801-1 auch von der Baugliederung. Die Baugliederung erfolgt in einem unterschiedlichen Detaillierungsgrad, beginnend bei der ersten und endend bei der dritten Ebene. Die unten angeführte Grafik, soll diesen Sachverhalt verdeutlichen.

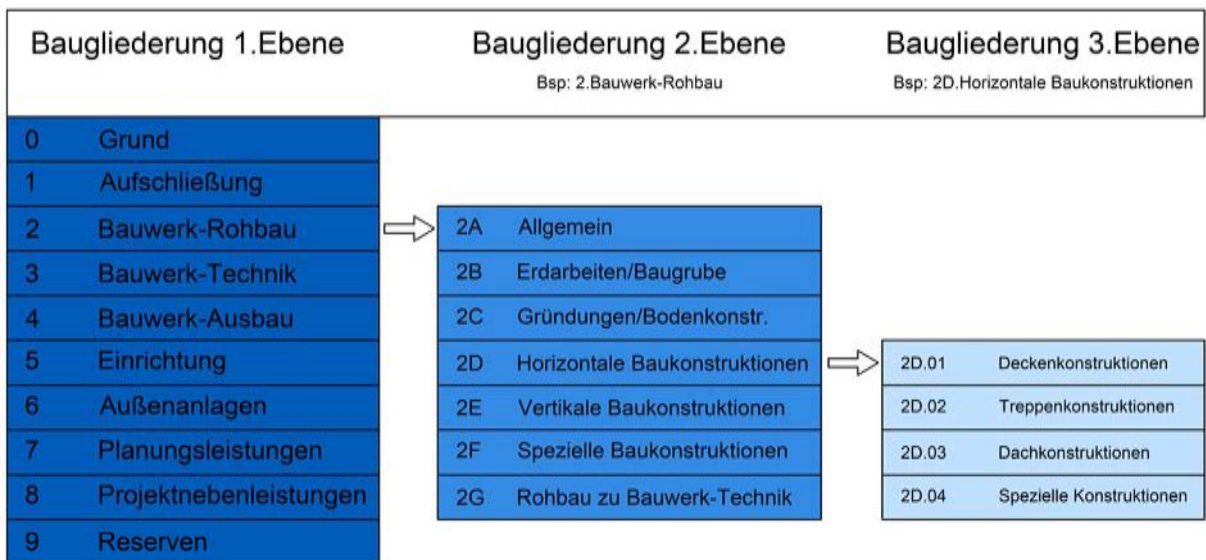


Abbildung 4.9: Baugliederung nach ÖNORM B1801-1⁶⁴

Anhand des tragenden Elements „Stahlbetondecke-20cm“, soll die obige Grafik erläutert werden. Erfolgt die Kostenberechnung für dieses Beispiel auf der ersten Baugliederung, werden die Kosten für die Stahlbetondecke der Kostenursache „Bauwerk-Rohbau“ zugeordnet. Eine weitere Spezifizierung ist nicht möglich. Wird die Kostenermittlung auf der dritten Ebene durchgeführt, können die Kosten nicht nur nach der zweiten Ebene, den

⁶⁴ Austrian Standards, 2015, S.15-18

horizontalen Baukonstruktionen zugeteilt werden, sondern darüber hinaus kann eine weitere Spezifizierung erfolgen. Das Element „Stahlbetondecke-20cm“ kann folglich der Kostenu rsache „Deckenkonstruktionen“ zugewiesen werden.

Gemäß der ÖNORM B1801-1 ist die Zuteilung der Baugliederung, nach welcher eine Kostenberechnung zu erfolgen hat, abhängig von der jeweiligen Planungsphase. Das vorliegende, zu untersuchende Objekt weist bereits eine mittlere Planungsentwicklung auf und ist daher der Planungsphase „Entwurfsphase“ zuzuordnen. Diese ist vor allem dadurch gekennzeichnet, dass bereits Entwurfspläne, Kostenschätzungen und Finanzierungspläne, aber auch ein genereller Ablaufplan vorhanden sind. Die ÖNORM B 1801-1 besagt, dass die Kostenberechnung in der Entwurfsphase bis zu einer Baugliederung der dritten Ebene zu erfolgen hat.⁶⁵

Auf Grundlage der bisherigen Information kann nun der Berechnungsablauf etwas näher betrachtet werden. Dieser beginnt in der dritten Ebene der Baugliederung. Den einzelnen Elementen (Schichten) werden Kostenkennwerte zugeordnet. Die Kostenkennwerte werden im Zuge dieser Masterarbeit vom BKI bezogen. Dieses Institut veröffentlicht jährlich statische Kostenkennwerte für die Bauindustrie. Die Kostenangaben werden durch statistische Analysen aus bereits abgerechneter, realer Bauvorhaben erhoben. Das BKI verweist darauf, dass es sich bei den Kostenangaben aufgrund der vielfältigen Kosteneinflussfaktoren lediglich um Kostenrichtwerte handelt. Aus diesem Grund erfolgen die Angaben der Kennwerte innerhalb eines Kostenbereichs. Im Zuge dieser Kostenberechnung werden daher Mittelwerte herangezogen. Kostenstand aller Kennwerte ist das erste Quartal 2019. Bruttokosten werden unter Berücksichtigung der deutschen Mehrwertsteuer angegeben. Bei der Verwendung dieser Datenbank ist weiters darauf zu achten, dass sämtliche Angaben auf der DIN-Norm basieren. Die darin verwendeten deutschen Kostengruppen sind folglich auf die Kostengruppen der ÖNORM zu adaptieren. Das BKI unterteilt ihre Datenbank in verschiedene Teildatenbanken. Für diese Kostenermittlung werden die Kennwerte aus den Teildatenbanken „Baukosten-Bauelemente Neubau“ und „Baukosten-Positionen Neubau“ entnommen. Die daraus entnommenen Kostenkennwerte beziehen sich einerseits auf die Ausführungsarten und andererseits auf einzelne Positionen. Die Ausführungsarten-bezogenen Kostenkennwerte werden dabei für eine leichtere Abgrenzung nach den Kriterien Konstruktion, Material, Abmessung und besondere Eigenschaften näher beschrieben. Diese Beschreibung versucht, diejenigen Eigenschaften und Bauleistungen aufzuzeigen, die im Wesentlichen, die Kosten der Ausführungsart eines Bauelements bestimmen. Zudem werden die Kostenkennwerte mit prozentuellen Angaben der Leistungsbereiche ergänzt. Ausführungsarten-bezogene Kostenkennwerte beschreiben folglich keine einzelne Leistung, sondern vielmehr eine

⁶⁵ Austrian Standards, 2015, S. 11-13

Kombination von mehreren Leistungen.⁶⁶ Etwas klarer wird diese Situation bei Betrachtung des Elements „Stahlbetondecke-Ortbeton-d=18-20“ mit der Kostengruppe 2D.01 nach ÖNORM. Der Kostenkennwert für dieses Element setzt sich aus den Leistungen Unterzüge, Schalung und Bewehrung zusammen.

Die Position-bezogenen Kostenkennwerte sind, gleich wie die Ausführungsarten-bezogenen Werte, als Orientierungswert innerhalb eines Kostenbereiches zu verstehen. Sie können zum Bepreisen von Leistungsverzeichnissen oder auch zu Kostenberechnungen herangezogen werden. Die Position-bezogenen Daten beschreiben ausschließlich eine Position oder Leistung. Neben den Kosteninformationen findet man eine detaillierte, technische Beschreibung, sowie Angaben zu den Materialien und dem Aufwandswert. Änderungen oder individuelle Anpassungen der vorgelegten Kostenkennwerte können aufgrund dieser Tatsachen leicht umgesetzt werden.⁶⁷

Im Anschluss der Kostenkennwert-Recherche werden die Werte den Elementen zugeordnet. Hierfür ist nachfolgend, exemplarisch ein Auszug der Kostenberechnung zu sehen.

Bauteil	KG-ABK	KG-2.E	Element-kürzel	Elementbeschreibung	Schichtaufbau	KG-3.E	Nummer BKI	Kosten (Brutto)		Gesamtkosten (Netto)
D-01	BOB	4D	D-01-A(1)	Bodenaufbau - Trocken (D-01-Trocken)	Belag-Holz	4D.01	353.28.27	80	€/m ²	€ 133
					Trockenestrich	4D.01	353.25.33	50	€/m ²	
					Folie,PAE-Folie	4D.01	353.25.16	1	€/m ²	
					Trittschalldämmung	4D.01	353.25.07	5,2	€/m ²	
	Holz-OSB	4D.01	353.28.10	22	€/m ²					
DEK	2D	D-01-B(2)	Tragendes DE-Stb	Stahlbetondecke	2D.01	351.15.01	130	€/m ²	€ 109	

Tabelle 4.9: Kostenkennwerte und Kosten einzelner Elemente (3.Ebene)

Bei dem betrachteten Bauteil handelt es sich um die Decke D-01. Wirft man zunächst einen Blick auf die Kostengliederung, so fällt auf, dass die Decke gemäß der ÖNORM B 1801-1 in ihre Grobelemente und weiters in ihre Elemente unterteilt wird. Bei der Grobelementgliederung handelt es sich um die Kostengliederung zweiter Ebene. Dazu gehören die Grobelemente „Tragendes Deckenelement“ und „Bodenaufbau“. Das tragende Deckenelement wird der Kostengruppe „Rohbau-Horizontale Baukonstruktionen“ (2D) zugeordnet. Der Bodenaufbau wird klassifiziert als „Ausbau-Innenausbau“ (4D). Schreitet man in der Baugliederung fort, werden nun die Grobelemente in ihre Elemente strukturiert. Die Elemente sind in diesem Berechnungsauszug den einzelnen Schichten gleichzusetzen. Das tragende Deckenelement besteht aus nur einer Schicht; der Stahlbetondecke selbst. Gemäß der Kostenstruktur dritter Ebene, wird die Stahlbetondecke als „Deckenkonstruktion“ (2D.01) klassifiziert. Bei dem

⁶⁶ BKI-Baukosteninformationszentrum, 2019, S.9-12

⁶⁷ BKI-Baukosteninformationszentrum, 2019, S.10-11

Bodenaufbau liegen mehrere Schichten vor. Diese können allesamt der Kostengruppe „Bodenbeläge“ (4D.01) zugeteilt werden.

Ist die Zuordnung erfolgt, können die einzelnen Schichten mit Kostenkennwerten versehen werden. Die Stahlbetondecke erhält einen Kostenkennwert bezogen auf die Ausführungsart. Der hier herangezogene Kostenkennwert besitzt die Zuordnungsnummer 351.15.01 mit der Bezeichnung „Deckenplatte, Ortbeton, d=18-20cm“ und beträgt 130 Euro pro m². Darin inkludiert, sind Leistungen wie Unterzug, Schalung und Bewehrung.⁶⁸ Da im Zuge der Masterarbeit ökologische Optimierungen unter anderem am Bodenaufbau vorgenommen werden, erweist es sich als sinnvoll, Kostenkennwerte bezogen auf die einzelnen Elemente heranzuziehen. So wird dem Element „Belag-Holz“, die Position „Fertigteilkparkett, Eiche, beschichtet“ mit der Kennnummer 353.28.27 zugeordnet. Ein Quadratmeter Fertigparkett kostet in diesem Fall 80 Euro. Die elementbezogenen Kosten werden im Anschluss aufsummiert. So erhält man letztendlich Kosten, bezogen auf die Grobelemente.⁶⁹

Der nächste Berechnungsschritt ist dadurch gekennzeichnet, dass das Ausmaß der Elemente berücksichtigt wird. In Kombination mit den vorhandenen Einheitskosten, ergeben sich daraus die Gesamtkosten für die einzelnen Elemente. Die einzelnen, der Kostengliederung dritter Ebene, zugehörigen Elemente können zusammengefasst, und die Kosten ausgewertet werden. Durch ein Upscaling der gruppenbezogenen Kosten erhält man letztendlich Kostenergebnisse für die Baugliederung der ersten und zweiten Ebene. Weitere Kostenaussagen werden durch den Bezug der Kosten auf die Bruttogeschossfläche (BGF), den Bruttogeschossinhalt (BGI) und auf die Nettogeschossfläche (NGF) erzielt.

⁶⁸ BKI-Baukosteninformationszentrum, 2019, S. 560

⁶⁹ BKI-Baukosteninformationszentrum, 2019, S. 493

4.1.6 Ergebnisse - Referenzmodell

Nach der vollständigen Abwicklung der einzelnen Prozesse, sind nun die Ergebnisse ersichtlich. Anhand dieser Ergebnisse kann das fiktive Gebäudemodell aus ökologischer und ökonomischer Sicht bewertet werden. Eine zunächst aus der MGP-Berechnung gewonnene Information, betrifft die Materialzusammensetzung. Die folgende Grafik gibt Aufschluss über die stoffliche Zusammensetzung, der im Gebäude verbauten Materialien. Die Menge der verbauten Baustoffe beträgt 6254,16 t. Davon sind 1071,74 t organisch und 5164,08 t mineralisch.

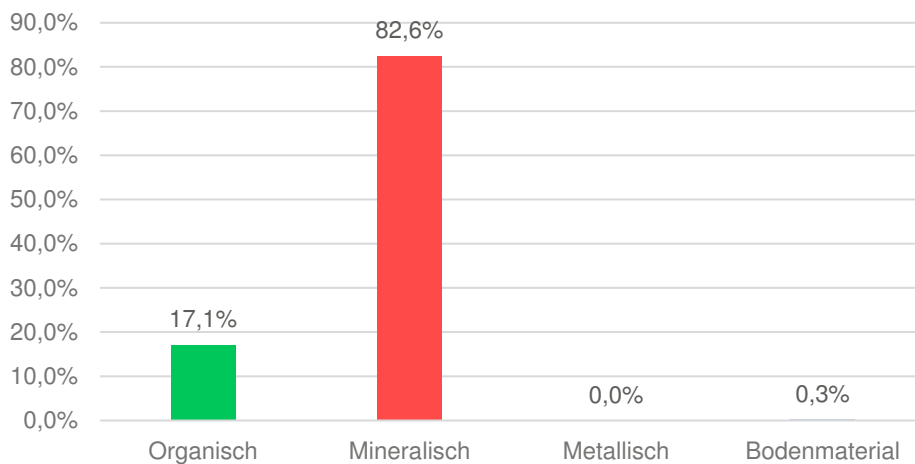


Abbildung 4.10: Grobe stoffliche Zusammensetzung der eingesetzten Materialien im RF-Modell

Einen genaueren Einblick in die im Gebäudemodell eingesetzten Materialien und deren massenbezogenen Anteile, gibt die unten angeführte Grafik. Es fällt auf, dass der Massenanteil vom Bauwerkstoff Stahlbeton besonders hoch ist. Dies lässt sich einerseits durch den relativ hohen Materialeinsatz in den Untergeschossen und andererseits durch dessen hohe Dichte begründen. So beträgt die Dichte von Stahlbeton ca. 2500 kg/m³. Holz hingegen weist mit ca. 800 kg/m³, eine bis zu ein Drittel geringere Dichte auf als Stahlbeton. Weiters aus der Grafik erkennbar sind die Werkstoffe Holzspanplatte und Brettschichtholz, die darin die zweitgrößten Massenanteile belegen. Grund dafür ist die Ausführung der tragenden Decken- und Wandelemente in den Obergeschossen aus diesen Werkstoffen. Die Baumaterialien zementgebundene Holzspanplatten und Gipskarton weisen mit 3-4% ebenfalls einen hohen Massenanteil auf. Bei beiden Materialien handelt es sich um schlecht rezyklierbare Stoffe. Baustoffe, die für Abdichtungsarbeiten oder zum Zwecke der Trittschall- oder Wärmedämmung eingesetzt werden, weisen einen nur sehr geringen Prozentsatz auf. Das liegt daran, dass zum einen diese Materialien in nur sehr geringen Schichthöhen eingebaut werden und sie zum anderen eine sehr geringe Dichte besitzen.

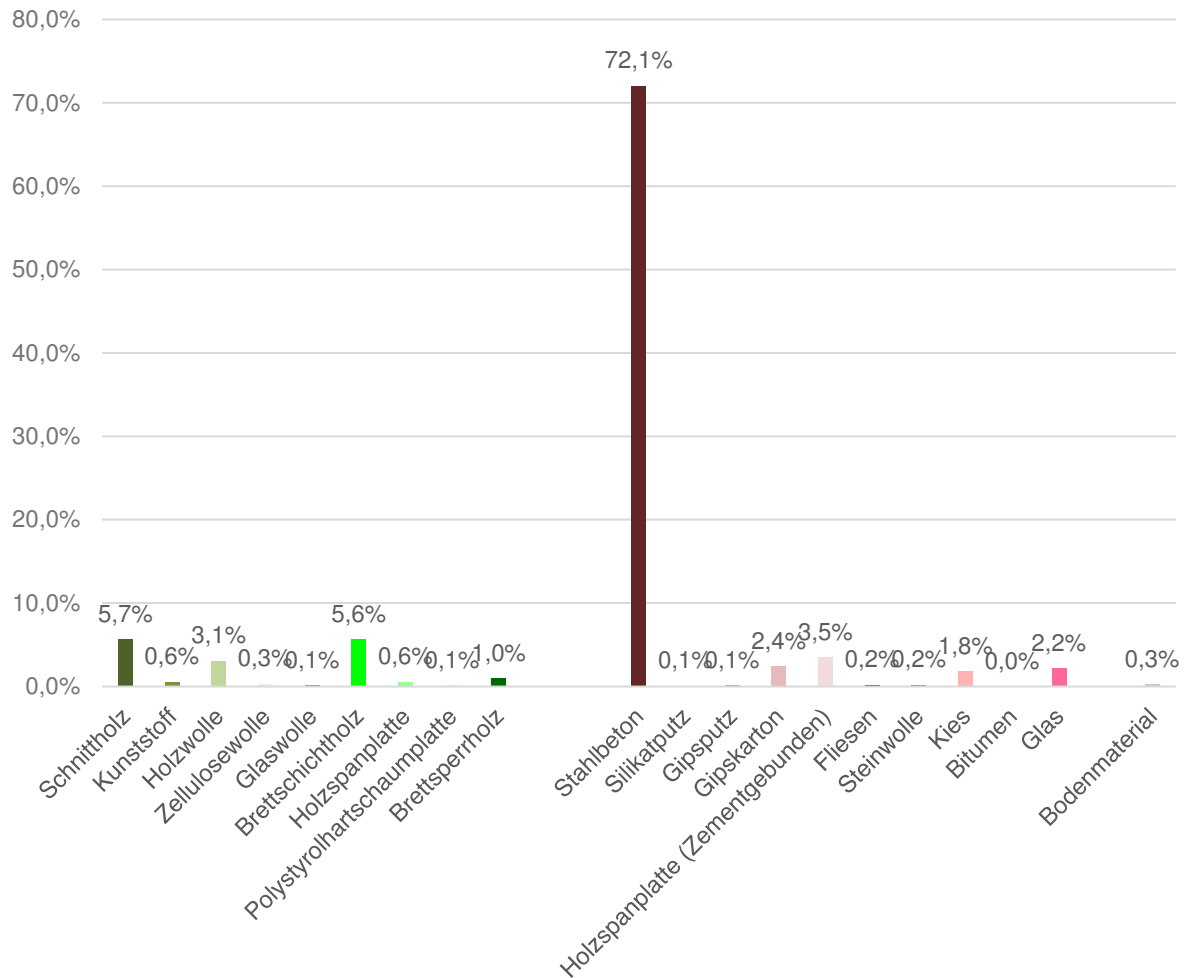


Abbildung 4.11: Grafik der im Referenzmodell eingesetzten Materialien und deren Massenanteile

Hinsichtlich der Recyclingeigenschaften der Materialien lässt sich sagen, dass nach 100 Jahren rund 43,53% der anfallenden Massen recycelbar sind. 56,47% werden als Abfall bewertet. Dabei fällt auf, dass besonders Holzwerkstoffe eine gute Recyclingfähigkeit aufweisen. Dämmstoffe aus Kunststoff oder auf mineralischer Basis, bituminöse Abdichtungsbahnen, aber auch Gipskartonplatten können nur in geringen Mengen recycelt werden. Zudem erfordert der Recyclingvorgang einen hohen Energiebedarf. Der Baustoff Stahlbeton ist gemäß der Berechnung mit der Entsorgungsklasse zwei eingestuft. Es zeigt, dass 50% der anfallenden Stahlbetonmenge recycelt werden können. Die anderen 50% müssen entsorgt werden. Genauere Ergebnisse hinsichtlich der Recyclingeigenschaften einzelner Bauteile, sowohl bei der Errichtung, als auch bei der Betrachtung über 100 Jahre, können dem Anhang entnommen werden.

Weitere Ergebnisse, welche aus der MGP-Berechnung gewonnen werden konnten, beziehen sich auf die Ökobilanz des Gebäudemodells. Die folgenden Grafiken sollen eine grobe Übersicht über das Ausmaß der ökologischen Kenngrößen vermitteln. Der linke Balken gibt

die anfallende Menge zum Zeitpunkt der Errichtung des Gebäudes an. Der rechte Balken beschreibt das Ausmaß nach 100 Jahren.

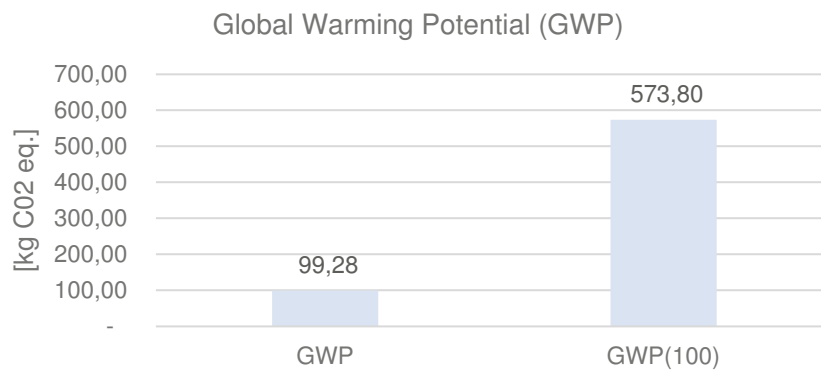


Abbildung 4.12: GWP-Werte bei der Errichtung und nach 100 Jahren – RF-Modell

Bei der Berechnung der GWP-Werte wird die Tatsache der Speicherung von Kohlenstoffdioxid in Biomassen berücksichtigt.

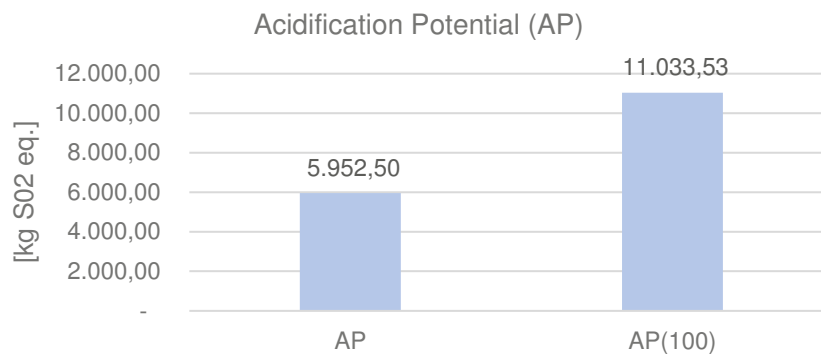


Abbildung 4.13: AP-Werte bei der Errichtung und nach 100 Jahren – RF-Modell

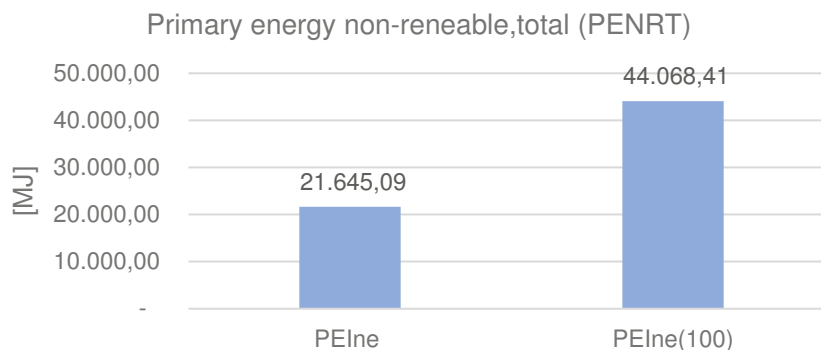


Abbildung 4.14: PENRT-Werte bei der Errichtung und nach 100 Jahren – RF-Modell

Kunststoffe, kunststoff- und mineralbasierende Dämmstoffe und bituminöse Baustoffe wirken sich auch hier negativ auf das ökologische Gebäudeverhalten aus.

Die im Zuge der Masterarbeit durchgeführte Kostenberechnung liefert Ergebnisse zu den Gebäudekosten. In weiterer Folge werden die Ergebnisse betreffend der Baugliederung zweiter Ebene genauer erläutert. Hierfür dient unter anderem die unten angeführte Grafik.

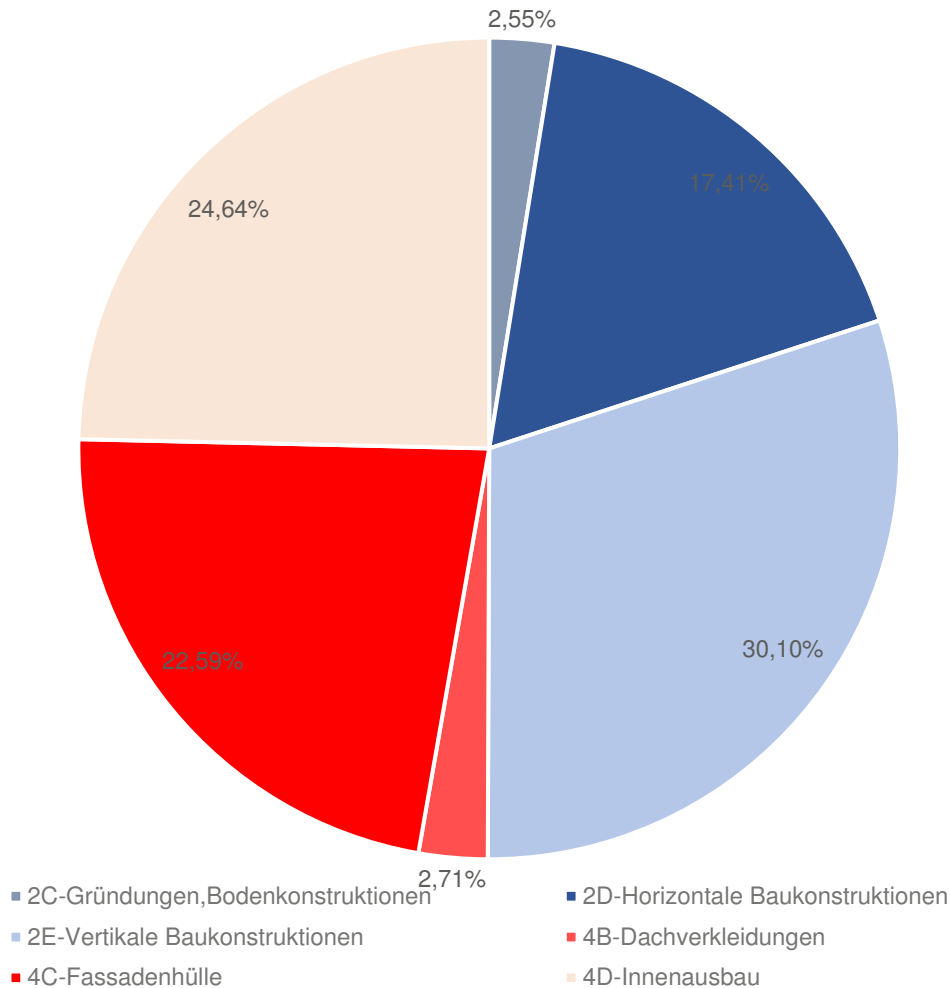


Abbildung 4.15: Prozentuelle Kostenanteile - Baugliederung 2.Ebene – RF-Modell

Die Gesamtkosten für den Rohbau und den Ausbau betragen laut der Kostenberechnung 4.578.805,00 Euro (Netto). Bezogen auf eine BGF von 7.260 m² erhält man einen Wert von rund 630,69 Euro/m². Laut der obigen Grafik werden die Gesamtkosten in Rohbaukosten (blau) und Ausbaukosten (rot) unterteilt. Es fällt auf, dass die Kostenanteile der beiden Kostengruppen (1. Ebene) jeweils annähernd 50% betragen. Der größte Kostenanteil wird der Kostengruppe „Vertikale Baukonstruktionen“ zugesprochen. Bei 30,10% betragen hier die Kosten 1.378.224,00 Euro. Zurückzuführen ist der hohe Kostenanteil vor allem auf die Außen- und Innenwandkonstruktionen. Ergänzend sind noch die Kosten für den Innenausbau und die Fassadenhülle zu erwähnen. Die Fassadenhülle kostet 1.034.548,00 Euro. Der Innenausbau beträgt 1.1283.24,00 Euro.

Kostenbereich			Kostenschätzung BRI (mit %)			
			BWK BRI	BAK Baukosten	ERK Errichtungskosten	GEK Gesamtkosten
ÖNORM DIN						
00	100	Grundstück				0 €
01	200	Aufschließung		120.654 €	120.654 €	120.654 €
02	300	Gebäude Rohbau	2.291.891 €	2.291.891 €	2.291.891 €	2.291.891 €
03	400	Gebäude Technik	2.962.080 €	2.962.080 €	2.962.080 €	2.962.080 €
04	300	Gebäude Ausbau	2.286.914 €	2.286.914 €	2.286.914 €	2.286.914 €
05	600	Einrichtung		746.548 €	746.548 €	746.548 €
06	500	Außenanlagen		814.416 €	814.416 €	814.416 €
07	700	Honorare			837.876 €	837.876 €
08	770	Nebenkosten			0 €	0 €
09		Reserven			0 €	0 €
Gesamt EURO netto			7.540.885 €	9.222.503 €	10.060.379 €	10.060.379 €
+ 20% Umsatzsteuer			1.508.177 €	1.844.501 €	2.012.076 €	2.012.076 €
Gesamt EURO brutto			9.049.062 €	11.067.003 €	12.072.455 €	12.072.455 €

Netto-Kostenkennzahlen		BWK	BAK	ERK	GEK
€/m3 BRI (netto)		314 €	384 €	419 €	419 €
€/m2 BGF (netto)		1.039 €	1.270 €	1.386 €	1.386 €
€/m2 NGF (netto)		1.486 €	1.817 €	1.982 €	1.982 €

Tabelle 4.10: Kosten nach KG-1.Ebene und Parameterbezogene Kosten – RF-Modell

Die Tabelle 4.10 soll eine grobe Übersicht der Kosten vermitteln. Im oberen Teil der Kostenaufstellung sind die Kosten gegliedert nach der ersten Ebene zu sehen. Der untere Teil schlüsselt die entstehenden Kosten nach der BGF, NGF und dem BGI auf.

4.2 MGP- und Kostenberechnung auf Basis des ökologisch optimierten Modells

In diesem Kapitel wird die Modellvariante Ö-OP-Modell näher beschrieben. Es wird dabei sowohl auf die Unterschiede bezüglich des RF-Modells eingegangen, als auch auf die Modellergebnisse zufolge der MGP- und Kostenberechnung.

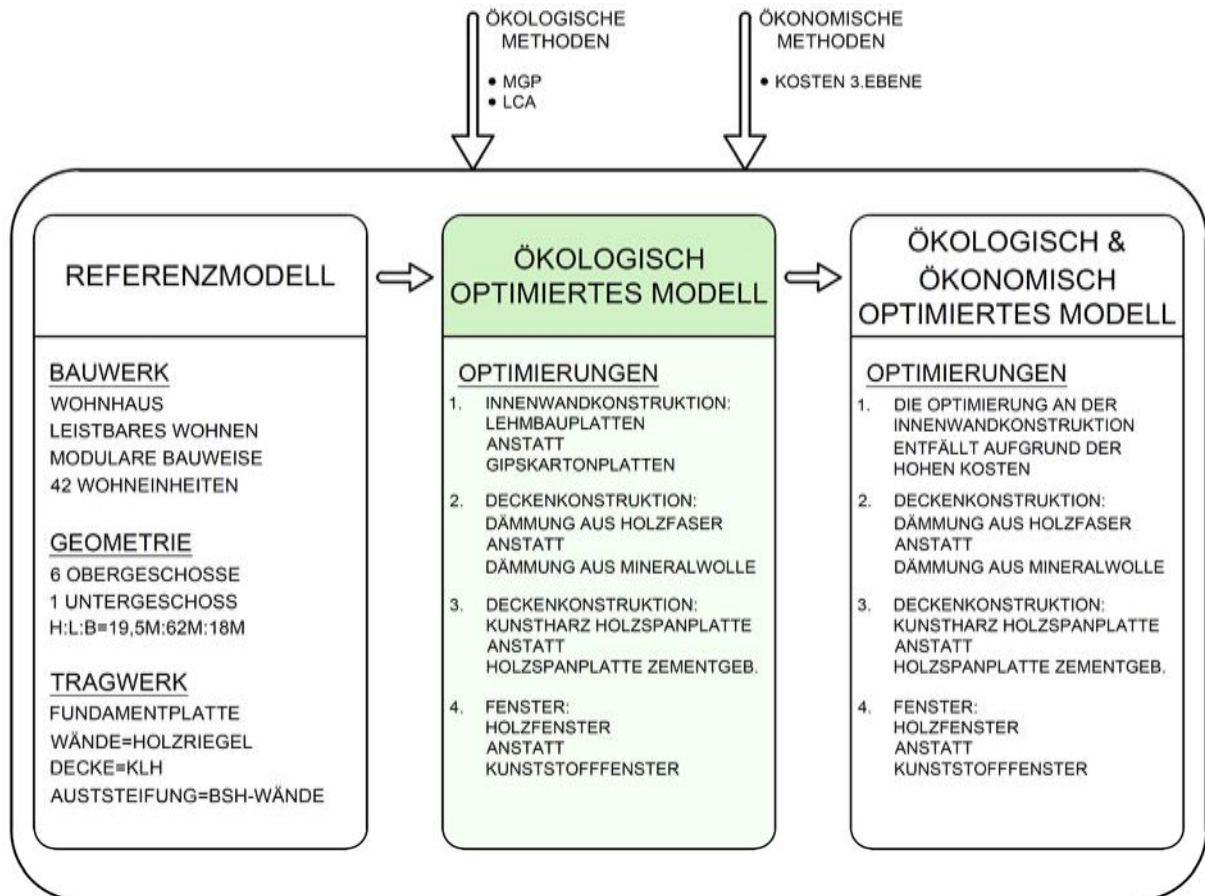


Abbildung 4.16: Grobkonzept der Modellvarianten – Ö-OP-Modell

4.2.1 Abweichungen gegenüber dem Referenzmodell

Eine ökologische Optimierung kann durch eine vollständige oder teilweise Änderung der eingesetzten Baustoffe erzielt werden. Die Verbesserung der materialspezifischen Entsorgungseigenschaften steht dabei ebenso wie die Optimierung, der auf die Ökologie auswirkenden Emissionen im Fokus. Dabei ist auf die Aufrechterhaltung der bautechnischen Funktionalität einzelner Baustoffe und die Wahrung der materialspezifischen Eigenschaften zu achten. Ausgenommen davon ist der Feuerwiderstand der Baumaterialien. Dieser ist durch den Einsatz neuer Materialien nicht im ursprünglichen Ausmaß gewährleistet. Trotz alledem kann dieser durch Maßnahmen wie Beschichtungen, Beplankungen oder der Vergrößerung der Bauteile bewerkstelligt werden. Im Rahmen der ökologischen Optimierung zeigt sich, dass sich für eine Verbesserung besonders erneuerbare Rohstoffe eignen. Zum Einsatz kommen

daher Holzwerkstoffe und Baustoffe aus Lehm. Nachfolgend werden die einzelnen Optimierungen im Detail beschrieben.

Die **erste Optimierung** wurde an allen Deckenkonstruktionen durchgeführt, die einen Bodenaufbau aufweisen. Das betrifft die Bauteile „D01“ bis „D04“. Dabei wird nicht zwischen Trocken- und Nassbereichen unterschieden. Eine ökologische Aufwertung wird erreicht, indem der bestehende Baustoff in der Bauteilschicht Trockenestrich ausgetauscht wird. Folglich wird anstelle der zementgebundenen Holzspanplatte, eine Holzspanplatte eingesetzt deren Komponenten nicht über einen Verbund mittels Zement erfolgen. Nachfolgend wird exemplarisch ein Deckenaufbau vor und nach der ökologischen Optimierung dargestellt.

D01 (Trocken-Decke ü. EG)-"RF-Modell"		D01 (Trocken-Decke ü. EG)-"Ö-OP-Modell"	
Material	[m]	Material	[m]
Belag-Holz	0,02	Belag-Holz	0,02
Trockenestrich - Holzspanplatte (Zement)	0,065	Trockenestrich - Holzspanplatte (Kunstharz)	0,065
Folie, PAE-Folie	0,001	Folie, PAE-Folie	0,001
Dämmung-Trittschall	0,025	Dämmung-Trittschall	0,025
Holz-OSB	0,02	Holz-OSB	0,02
Stahlbeton	0,35	Stahlbeton	0,35

Tabelle 4.11: Deckenaufbau "D01" vor und nach der ökologischen Optimierung

Zementgebundene Holzspanplatten setzen sich aus den Bestandteilen Holzspäne und Portlandzement zusammen. Bei der Herstellung wird ein Gemisch aus Wasser und Zement mit der dreilagigen Spanmatte verbunden. Im Anschluss wird die Platte gepresst, bei hohen Temperaturen ausgehärtet und getrocknet. Etwa ein Viertel des Plattenvolumens besteht im Endzustand aus Zement. Wird auf den Einsatz von Zement als Bindemittel verzichtet, werden meist Kunstharze eingesetzt. Das Herstellungsverfahren unterscheidet sich dabei wesentlich von den zementgebundenen Holzspanplatten. Dabei steigert sich der Anteil an Holzspänen und es reduziert sich der Bindemittelanteil. Dies wirkt sich positiv auf die ökologischen Eigenschaften dieses Werkstoffes aus.⁷⁰

Material	GWP[kg CO2 eq/kg]	AP[SO2 eq/kg]	PENRT[MJ/kg]	Klasse-Entsorgung
Spanplatte-Zement	0,36625	0,001137	5,035027	4
Spanplatte-Kunstharz	-1,35445	0,0006524	8,3	3

Tabelle 4.12: Ökologische Kennwerte für zement- und kunstharzgebundene Holzspanplatten

Die **zweite Optimierung** ist an allen Deckenkonstruktionen zu finden, die mit einer Deckenabhängung versehen sind. Es sind dies die Bauteile „D03“ bis „D07“. Im ursprünglichen Gebäudemodell ist darin eine mineralische Wärmedämmung (Steinwolle) verbaut. Der mineralische Baustoff soll im Rahmen der ökologischen Aufwertung ersetzt werden. Zur

⁷⁰ Neuhaus, H., 2017, S. 64

Auswahl stehen eine Vielzahl von Dämmungen aus erneuerbaren Rohstoffen. Eine mögliche Alternative ist dabei die Ausführung der Dämmung aus Holzfaserprodukten.

D03 (Trocken-Decke ü. 1-3.OG)-"RF-Modell"		D03 (Trocken-Decke ü.1-3.OG)-"Ö-OP-Modell"	
Material	[m]	Material	[m]
Belag-Holz	0,02	Belag-Holz	0,02
Trockenestrich - Holzspanplatte (Zement)	0,065	Trockenestrich - Holzspanplatte (Kunstharz)	0,065
Folie, PAE-Folie	0,001	Folie, PAE-Folie	0,001
Dämmung-Trittschall	0,025	Dämmung-Trittschall	0,025
Holz-OSB	0,02	Holz-OSB	0,02
Brettschichtholz	0,18	Brettschichtholz	0,18
Holz-Lattung (70/70)	0,07	Holz-Lattung (70/70)	0,07
dazw. Mineralwolle	0,05	dazw. Holzfaserdämmung	0,05
Belag-Holz	0,019	Belag-Holz	0,019

Tabelle 4.13: Deckenaufbau "D03" - vor und nach der ökologischen Optimierung

Für die Herstellung von Holzfaserprodukten werden meist Nebenerzeugnisse aus der Säge- und Hobelwerksindustrie verwendet. Abhängig vom Herstellungsverfahren (Trocken- oder Nassverfahren) unterscheiden sich die Dämmstoffplatten in ihren bauphysikalischen Eigenschaften. Dies trifft auf die Rohdichte und die Festigkeit zu. Holzfaserdämmungen bestehen zu 80% aus Weichholzfäsern. Beim Rest handelt es sich um Bindemittel und sonstige Additive. Aufgrund der Zusatzstoffe können Holzfaserdämmungen für mehrere Einsatzorte mit den verschiedensten Anforderungen eingesetzt werden. Die im Zuge dieser Materialauswechslung entscheidende Materialkenngröße ist die Wärmeleitfähigkeit. Diese beträgt bei Holzfaserdämmstoffen ca. 0,038-0,090 W/mK und entspricht somit ungefähr der Wärmeleitfähigkeit von Dämmungen aus Steinwolle. Hinsichtlich der ökologischen Optimierung ist in der Tabelle 4.11 zu sehen, dass sämtliche Werte der Holzfaserdämmung zu einer verbesserten ökologischen Gebäudebewertung führen.

Material	GWP[kg CO2 eq/kg]	AP[SO2 eq/kg]	PENRT[MJ/kg]	Klasse-Entsorgung
Dämmung-Steinwolle	1,94	0,014126	21,36254	3
Holzfaserdämmung	-0,153601	0,011247	12,685822	1

Tabelle 4.14: Ökologische Kennwerte für Dämmungen aus Steinwolle und Holfasern

Nach den zuvor genannten ökologischen Verbesserungsvarianten, findet sich auch die **dritte Optimierung** im Ausbau wieder. Allerdings sind bei dieser Maßnahme die Innenwandkonstruktionen, im Speziellen deren Beplankungen, betroffen. Die Maßnahmen werden an den Bauteilen „W04“ und „W05“ durchgeführt. Anstatt einer Beplankung aus Gipskartonplatten, sollen nun Lehmbauplatten verwendet werden. Ersichtlich ist diese Änderung in der unten angeführten Tabelle am Beispiel „W05“.

W05 (Innenwand EG-1.DG)-"RF-Modell"		W05 (Innenwand EG-1.DG)-"Ö-OP-Modell"	
Material	[m]	Material	[m]
Gipskarton	0,013	Lehmboauplatte	0,025
Gipskarton	0,013	Lehmboauplatte	0,025
Ständerwand-Holz	0,065	Ständerwand-Holz	0,065
dazw. Mineralwolle	0,065	dazw. Mineralwolle	0,065
Gipskarton	0,013	Lehmboauplatte	0,025
Gipskarton	0,013	Lehmboauplatte	0,025

Tabelle 4.15: Wandaufbau "W05" - vor und nach der ökologischen Optimierung

Gemäß der Literatur mit dem Titel „Lehmbau - Mit Lehm ökologisch planen und bauen“ können Lehmplatten für nicht tragende Wände verwendet werden, oder dienen als Beplankungen auf Innenwandkonstruktionen. Neben dem Hauptbestandteil Baulehm werden bei der Herstellung auch Zusatzstoffe verwendet. Man unterscheidet zwischen mineralischen und organischen Zusatzstoffen. Bei den organischen Zusatzmitteln handelt es sich um Pflanzenteile und -fasern, Zellulosefasern oder chemisch unbehandeltes Holz. In Lehmplatten dürfen maximal 10% synthetisch veränderte Naturstoffe enthalten sein.⁷¹

Material	GWP[kg CO2 eq/kg]	AP[SO2 eq/kg]	PENRT[MJ/kg]	Klasse-Entsorgung
Gipskartonplatte	0,19221	0,000734	4,38799	3
Lehmboauplatte	-0,02963	0,000627	2,943222	2

Tabelle 4.16: Ökologische Kennwerte für Gipskartonplatten und Lehmboauplatten

Durch den Austausch eines gesamten Bauteils wird die **vierte Optimierung** umgesetzt. Betroffen sind nun sämtliche Fensterrahmen und -stöcke. In der ursprünglichen Gebäudevariante werden die Fenster in Kunststoff geplant. Da Kunststoff sehr schlechte, umweltbezogene Kenndaten vorweist, werden in der Ö-OP-Variante die Fensterrahmen und -stöcke in Holz ausgeführt.

Material	GWP[kg CO2 eq/kg]	AP[SO2 eq/kg]	PENRT[MJ/kg]	Klasse-Entsorgung
Fenster-Kunststoff	151	0,559	3404	3
Fenster-Holz	-33,026075	0,305219	1101,8779	3

Tabelle 4.17: Ökologische Kennwerte für Kunststoff- und Holzfenster

Die genannten Maßnahmen sollen zeigen, welche Möglichkeiten bestehen, um ein Bauwerk aus ökologischer Sicht zu optimieren. Es handelt sich dabei lediglich um eine exemplarische Umsetzung einer Optimierung. Für eine vollumfassende ökologische Verbesserung stehen in der Regel eine große Anzahl an Optimierungsmöglichkeiten zur Verfügung.

Der im Rahmen der ökologischen Optimierung durchgeführte Materialaustausch, führt zu einer abweichenden Kostenberechnung. Betroffen davon, sind die Kostenkennwerte. Im konkreten

⁷¹ Schroeder, H., 2019, S. 213-215

Fall, kommt es an jedem Kostenkennwert zu einer Adaptierung, an dessen Elementen Änderungen vorgenommen wurden. Kostenkennwerte beziehen sich, wie bereits im Kapitel „Kostenberechnung“ erwähnt, entweder auf Ausführungsarten oder einzelne Positionen. Kostenanpassungen sind vor allem bei positionsbezogenen Kostenkennwerten gut durchführbar. Aber auch bei ausführungsartenbezogenen Kostenkennwerten ist eine Anpassung möglich. In weiterer Folge wird der Berechnungsablauf erläutert, der es ermöglicht, Kostenkennwerte zu erhalten, welche den durchgeführten Materialaustausch ausreichend berücksichtigen. An dieser Stelle sei erwähnt, dass im Zuge der Masterarbeit keine exakte Kostenanpassung stattfindet. Ziel ist es vielmehr, eine hinreichend genaue Aussage zur Kostenänderung zu erreichen.

Die in der Literatur des BKI angeführten Kostenkennwerte bestehen aus folgenden wesentlichen Kostenbestandteilen:

- Materialkosten
- Personalkosten
- Gerätekosten und Fremdleistungskosten⁷²

Bei der Ermittlung der neuen Kostenkennwerte wird wie folgt vorgegangen. An erster Stelle der Berechnung steht die Feststellung der Materialkosten. Hierfür werden für die Materialien, die im RF-Modell und im Ö-OP-Modell eingesetzt werden, Preisangebote von zwei bis drei Anbietern herangezogen. Die Preisangebote sind im Anhang beigefügt.

Bauteil	Werkstoff	Anbieter 1	Anbieter 2	Anbieter 3	Materialpreis Mittel	Differenz	Anteil Ursprungspreis
Trockenestrich	Spanplatte(Z)	35,16 €/m ²	31,32 €/m ²		33,24 €/m²	-15,36 €/m²	53,78%
	Spanplatte(KG)	19,56 €/m ²	13,88 €/m ²	20,18 €/m ²	17,88 €/m²		
Deckenabhängung	Steinwolle	8,34 €/m ²	11,36 €/m ²		9,85 €/m²	9,77 €/m²	199,15%
	Holzfaser	19,10 €/m ²	20,10 €/m ²	19,65 €/m ²	19,62 €/m²		
Trockenbauwand	GKP	7,38 €/m ²	6,96 €/m ²	6,14 €/m ²	6,83 €/m²	13,29 €/m²	294,60%
	Lehmbauplatte	20,21 €/m ²	20,02 €/m ²		20,12 €/m²		

Tabelle 4.18: Preise diverser Anbieter für die eingesetzten Materialien

Wie der Tabelle 4.18 entnommen werden kann, werden die Materialpreise gemittelt und eine prozentuelle Preisänderung (Spalte Anteil Ursprungspreis) errechnet. Als nächstes stehen die Personalkosten im Fokus. Mit Hilfe des K3-Blattes werden zunächst die Mittellohnkosten für die baulichen Tätigkeiten bestimmt. Die Mittellohnkostenberechnung soll möglichst unternehmensneutral sein, um eine allgemein gültige Kostenaussage zu ermöglichen. Für diese Berechnung wurde dazu der Leitfaden „Mittellohnpreiskalkulation“ von Herrn Univ. Dr.

⁷² Kropik, A., 2019, S. 17

techn. Andreas Kropik herangezogen. Darin sind Kostengrenzen für die einzelnen Lohnbestandteile angegeben, wodurch in weiterer Folge der mittlere Kostensatz in die K3-Blatt-Berechnung eingepflegt wurde. Als Beispiel sei der Lohnbestandteil „Umlage unproduktives Personal“ erwähnt. Dieser wurde mit 7,5% festgelegt.⁷³ Die Mittellohnkosten werden anschließend individuell an die jeweilige Bautätigkeit angepasst. Dies betrifft einerseits die Partiezusammensetzung und andererseits den Lohnbestandteil „Aufzahlung/ Erschwernisse“. In der Literatur der statischen Kostenkennwerte ist jede Position mit einem Aufwandwert (€/h) versehen. Das erlaubt, die Mittellohnkosten auf anteilige positionsbezogene Mittellohnkosten umzurechnen. Abschließend werden von den ursprünglichen Kostenkennwerten die anteiligen Mittellohnkosten abgezogen. Der erhaltene Wert wird mit der prozentuellen Preisänderung multipliziert, wodurch man den neuen Kostenkennwert erhält. Die Kostenbestandteile „Gerätekosten und Fremdleistungskosten“ werden im Zuge der Berechnung nicht berücksichtigt. Das gesamte Ergebnis inklusive der detaillierten Berechnung sind im Anhang aufgezeigt.

4.2.2 Ergebnisse – Ökologisch optimiertes Modell

Nachfolgend werden ähnliche Grafiken wie aus dem Kapitel 4.1.6 abgebildet. Dadurch wird ein direkter Vergleich der Ergebnisse aus dem RF-Modell und der Ergebnisse aus dem Ö-OP-Modell ermöglicht. Der Vergleich der Ergebnisse soll verdeutlichen, dass bereits ein geringer Aufwand an Optimierungsmaßnahmen, zu einer verbesserten ökologischen Gebäudebewertung führt. Die Masse der verbauten Materialien beträgt am neuen Gebäudemodell 6211,90 t.

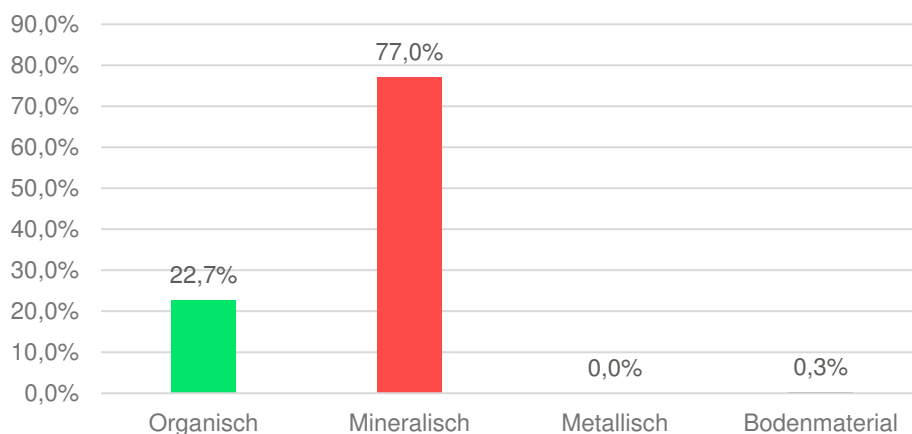


Abbildung 4.17: Grobe stoffliche Zusammensetzung der eingesetzten Materialien im Ö-OP-Modell

⁷³ Kropik,A., 2019, S. 22

Der organische Stoffanteil beträgt 22,7% und umfasst somit 1410,56 t. Bei 77% der verbauten Materialien handelt es sich um mineralische Stoffe. Die Materialzusammensetzung der organischen Stoffe wurde im Rahmen der Optimierung erweitert. Hinzugekommen sind die Baustoffe Lehmbauplatte und Holzfaserdämmung. Die Gruppe der mineralischen Baustoffe wird im Vergleich zum RF-Modell um drei Materialien vermindert. Da anstelle der Gipskartonplatte nun Lehmbauplatten geplant sind, fallen diese weg. Weiters ersetzt die Holzfaserdämmung die mineralische Dämmwolle (Steinwolle). Zuletzt entfällt auch die zementgebundene Holzspanplatte. An ihrer Stelle wird eine kunstharzgebundene Holzspanplatte verwendet. Der Austausch der Fenster hat auf die Materialzusammensetzung keine weiteren Folgen, da beide Materialien bereits für andere Bauteile im RR-Modell Einsatz finden. Die Minimierung der Gesamtmasse ist darauf zurückzuführen, dass die neuen Materialien eine kleinere Dichte aufweisen, als die zuvor eingesetzten Materialien. Die Schichtstärken sind mit Ausnahme der Lehmbauplatte annähernd gleich geblieben. Da am Markt keine Lehmbauplatten mit einer Stärke von 1,25 cm zur Verfügung stehen, sind Lehmbauplatten mit einer Stärke von 2,50 cm geplant.

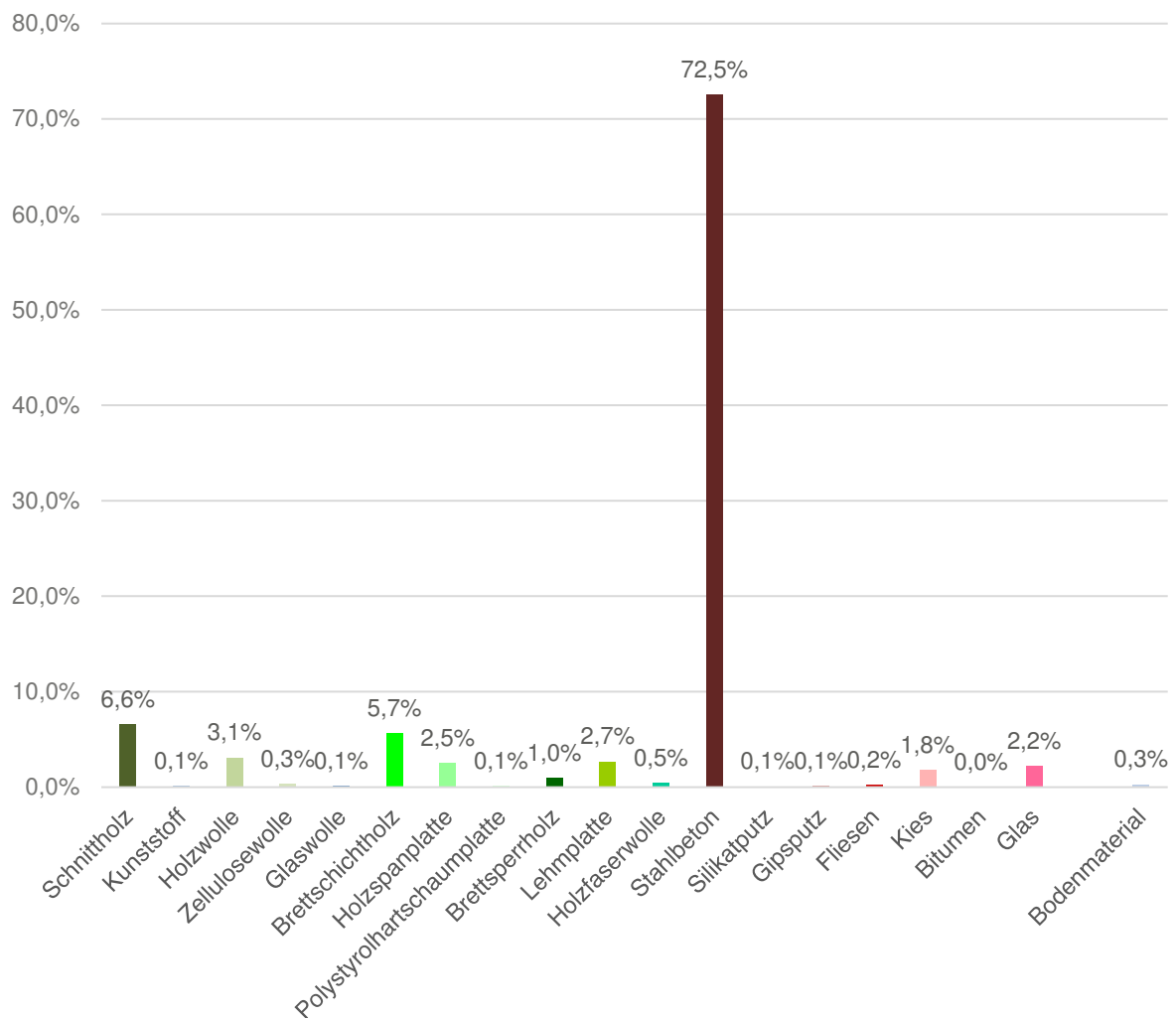


Abbildung 4.18: Grafik der im ökologisch optimierten Modell eingesetzten Materialien und deren Massenanteile

Entsprechend der obigen Grafik, ist der Massenanteil der Holzspanplatten im Verhältnis zum RF-Modell um 1,9% gestiegen. Lehmbauplatten weisen einen Wert von 2,7% auf. Aufgrund der geringen Dichte der Holzfaserdämmung, liegt der Massenanteil gemäß der Grafik bei 0,5%. Tatsächlich werden rund 29,60 t davon verbaut. Wiederum in der Grafik zahlenmäßig erfasst, ist der Massenanteil für das Schnittholz. Dieser ist im Vergleich zum ursprünglichen Modell um 0,9% gestiegen. Die Ursache dafür liegt im Austausch der Fensterrahmen und - stöcke.

Hinsichtlich der Entsorgungseigenschaften der verbauten Materialien kann gesagt werden, dass der prozentuelle Anteil der Massen für recycelbare Materialien bei 48,43% liegt. Demgegenüber werden 51,57% der Materialien einer Entsorgung zugeführt.

Aus Gründen der Vollständigkeit können in den nachfolgenden Grafiken die Bewertungsparameter für die Ökobilanz des Ö-OP-Modells betrachtet werden. Sie werden im Kapitel 4.4 wieder aufgegriffen und im Verhältnis der entstehenden Kosten beurteilt.

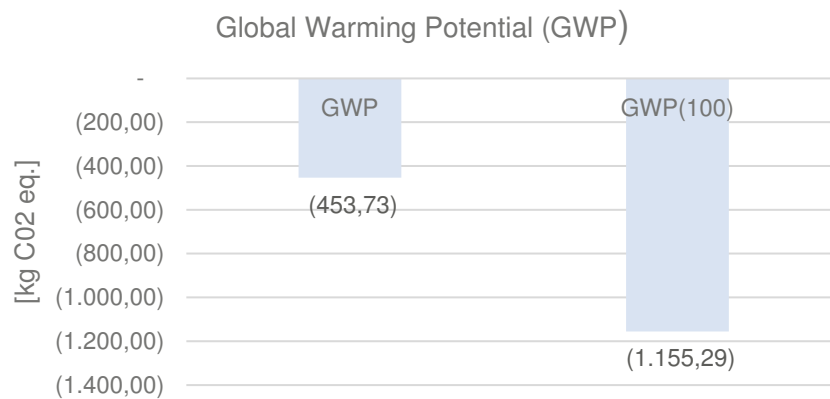


Abbildung 4.19: GWP-Werte bei der Errichtung und nach 100 Jahren – Ö-OP-Modell

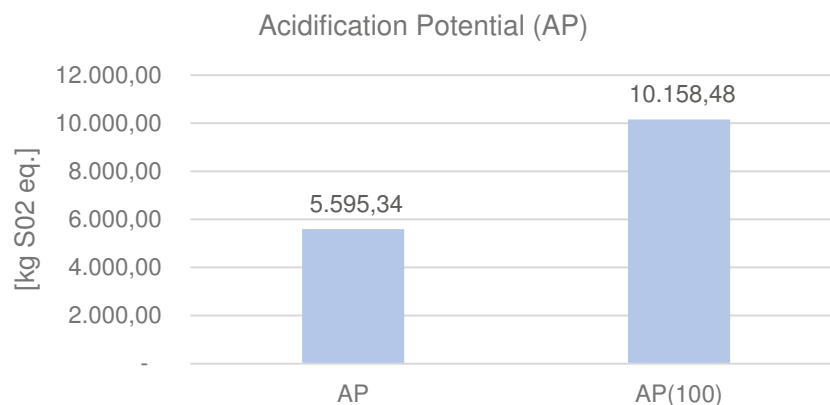


Abbildung 4.20: AP-Werte bei der Errichtung und nach 100 Jahren – Ö-OP-Modell

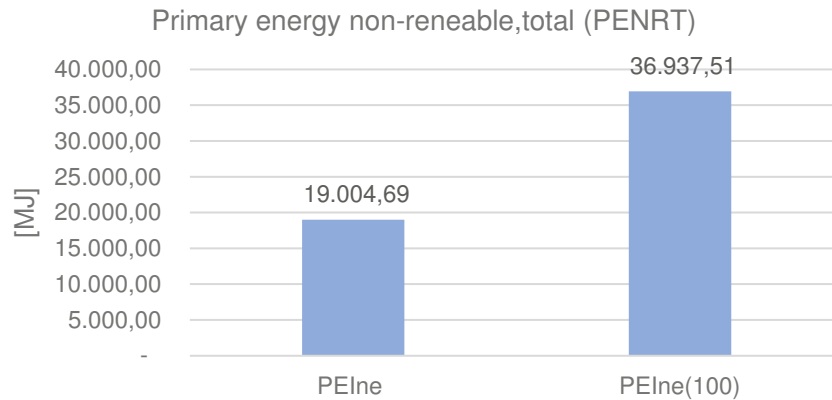


Abbildung 4.21: PENRT-Werte bei der Errichtung und nach 100 Jahren – Ö-OP-Modell

Anhand der obigen Grafiken ist erkennbar, dass die Optimierungsmaßnahmen einen positiven Einfluss auf die Bewertungsparameter der Ökobilanz haben.

Die zufolge der ökologischen Optimierung durchgeführten Materialkorrekturen, führen zu den im Kapitel 4.2.1 beschriebenen Kostenkennwertanpassungen. Diese haben wiederum Auswirkungen auf die kostenbezogenen Gesamtergebnisse. Wie in der unten abgebildeten Grafik ersichtlich, haben sich die Kosten der Grobelemente im Verhältnis zur ursprünglichen Kostenverteilung geändert.

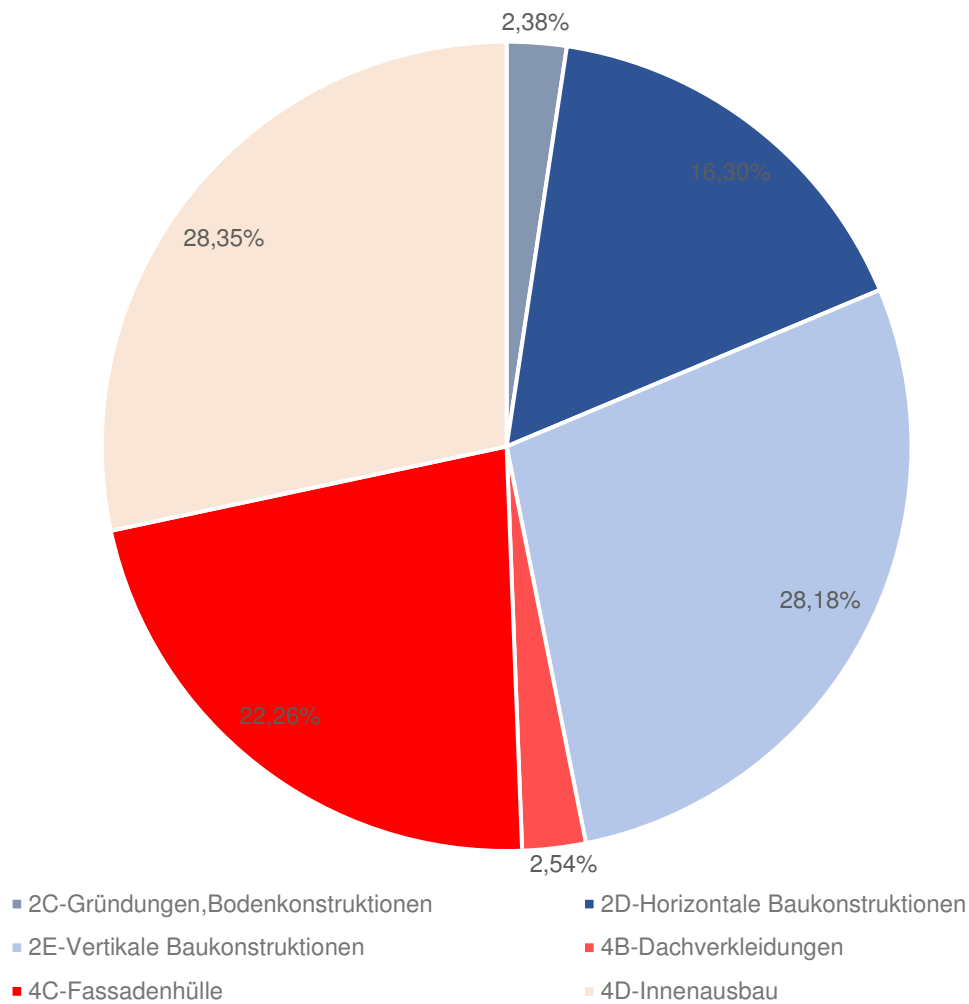


Abbildung 4.22: Prozentuelle Kostenanteile - Baugliederung 2.Ebene – Ö-OP-Modell

Da die umweltbezogenen Maßnahmen ausschließlich im Ausbau erfolgen, ist in dieser Kostengruppe eine Kostenänderung erkennbar. Die Gesamtkosten für die Kostengruppen Rohbau und Ausbau betragen insgesamt 4.891.252,00 Euro (Netto). Bezogen auf eine BGF von 7.260 m² erhält man einen Wert von rund 673,73 Euro/m². Die Kosten für die Herstellung der Fassadenhülle beträgt 1.088.798,00 Euro. Für den Innenausbau entstehen Kosten in der Höhe von 1.386.520,00 Euro.

Kostenbereich			Kostenschätzung BRI (mit %)			
			BWK BRI	BAK Baukosten	ERK Errichtungskosten	GEK Gesamtkosten
ÖNORM DIN						
00	100	Grundstück				0 €
01	200	Aufschließung		125.653 €	125.653 €	125.653 €
02	300	Gebäude Rohbau	2.291.891 €	2.291.891 €	2.291.891 €	2.291.891 €
03	400	Gebäude Technik	2.962.080 €	2.962.080 €	2.962.080 €	2.962.080 €
04	300	Gebäude Ausbau	2.599.361 €	2.599.361 €	2.599.361 €	2.599.361 €
05	600	Einrichtung		777.480 €	777.480 €	777.480 €
06	500	Außenanlagen		848.160 €	848.160 €	848.160 €
07	700	Honorare			872.592 €	872.592 €
08	770	Nebenkosten			0 €	0 €
09		Reserven			0 €	0 €
Gesamt EURO netto			7.853.331,92	9.604.624,93	10.477.217,37	10.477.217,37
+ 20% Umsatzsteuer			1.570.666,38	1.920.924,99	2.095.443,47	2.095.443,47
Gesamt EURO brutto			9.423.998,30	11.525.549,92	12.572.660,84	12.572.660,84

Netto-Kostenkennzahlen		BWK	BAK	ERK	GEK
€/m3 BRI (netto)		327 €	400 €	437 €	437 €
€/m2 BGF (netto)		1.082 €	1.323 €	1.443 €	1.443 €
€/m2 NGF (netto)		1.547 €	1.893 €	2.064 €	2.064 €

Tabelle 4.19: Kosten nach KG-1.Ebene und Parameterbezogene Kosten – Ö-OP-Modell

Bei der obigen Tabelle handelt es sich um dieselbe Tabelle wie aus Kapitel 4.1.6. Allerdings sind in dieser Tabelle nun die Kosten für das Ö-OP-Modell zu sehen.

4.3 MGP- und Kostenberechnung auf Basis des ökologisch und ökonomisch optimierten Modells

Auf Grundlage bisheriger Ergebnisse wird eine neue Modellvariante erstellt. In diesem Kapitel werden die Optimierungen und Ergebnisse der Modellvariante ÖÖ-OP analysiert.

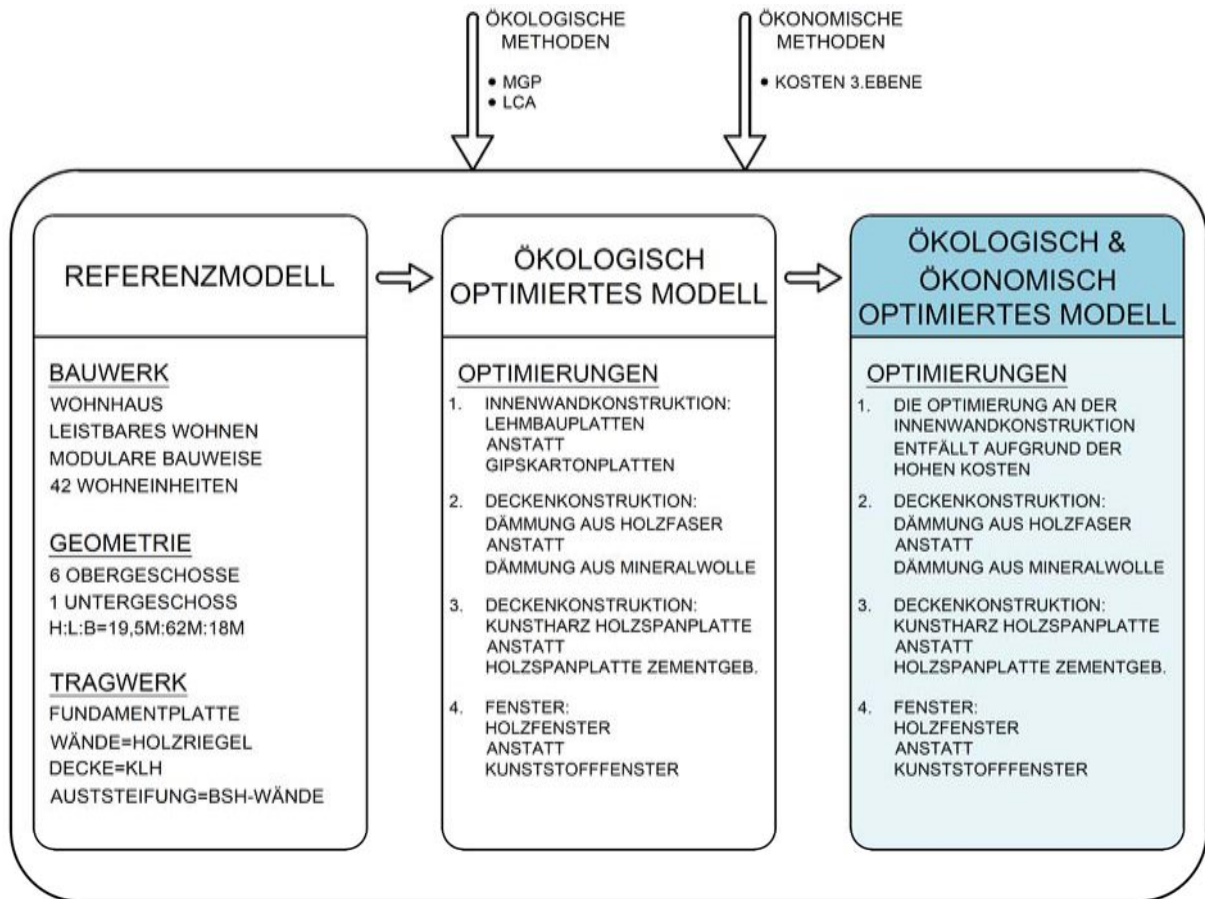


Abbildung 4.23: Grobkonzept der Modellvarianten – ÖÖ-OP-Modell

4.3.1 Abweichungen gegenüber dem Referenzmodell

Auf Grundlage der Ergebnisse aus den MGP- und Kostenberechnungen für die Varianten RF-Modell und Ö-OP-Modell zeigt sich, dass eine weitere Modellvariante notwendig ist. Das im Zuge dieser Masterarbeit bearbeitete RF-Modell steht unter dem leitenden Gedanken, eine leistbare Wohnsituation zu gewährleisten. In der Regel zeigt sich, dass der Einsatz von erneuerbaren Materialien im Bauwesen oft mit einer Steigerung der Bauwerkskosten einhergeht. Diese Tatsache wird auch bei der ökologischen Optimierung dieses Gebäudemodells bestätigt. Um die Kostensteigerung trotz ökologischer Optimierung möglichst klein zu halten, wird in weiterer Folge eine neue Modellvariante unter dem Namen ÖÖ-OP-Modell erstellt. In diesem Gebäudemodell werden anstelle der vier ökologischen Optimierungsmaßnahmen, lediglich drei ökologische Optimierungsmaßnahmen umgesetzt. Die Optimierungsmaßnahme mit der größten Kostensteigerung entfällt.

In den unten angeführten Tabellen sind Teilergebnisse der Kostenberechnung auf Grundlage der ökologischen Optimierung zu sehen. Die erste Tabelle zeigt, wie die Kostenkennwerte für die Positionen mit erneuerbaren Materialien auf Basis der Kostenkennwerte aus dem RF-Modell ermittelt werden. In der zweiten Tabelle sind die prozentuellen Kostenänderungen der Kostenkennwerte erkennbar.

Werkstoff	Kostenkennwert	Aufwand	MLK	MLK Anteilig	Kostenkennwert ohne LK	Kostenänderung	Materialkosten	Kostenkennwert Neu
			39,62 €/h			53,78%		
Holzspan-Zement	50,00 €/m ²	0,23 h/m ²		9,11 €/m ²	40,89 €/m ²			
Holzspan-Kunstharz							21,99 €/m ²	31,10 €/m²
			43,71 €/h			199,15%		
Steinwolldämmung	19,00 €/m ²	0,10 h/m ²		4,37 €/m ²	14,63 €/m ²			
Holzfaserdämmung							29,13 €/m ²	33,51 €/m²
			41,02 €/h			294,60%		
Gipskartonplatte	26,00 €/m ²	0,32 h/m ²		13,13 €/m ²	12,87 €/m ²			
Lehmbauplatte							37,93 €/m ²	51,05 €/m²
			-			-		
Kunststofffenster	390,00 €/m ²	-		-	-			
Holzfenster							-	450,00 €/m²

Tabelle 4.20: Berechnung der neuen Kostenkennwerte

Werkstoff	Kostenkennwert	Kostenkennwert Neu	Kostenänderung
Holzspan-Zement	50,00 €/m ²		
Holzspan-Kunstharz		31,10 €/m ²	-62,20%
Steinwolldämmung	19,00 €/m ²		
Holzfaserdämmung		33,51 €/m ²	+176,34%
Gipskartonplatte	26,00 €/m ²		
Lehmbauplatte		51,05 €/m ²	+196,35%
Kunststofffenster	390,00 €/m ²		
Holzfenster		450,00 €/m ²	+115,38%

Tabelle 4.21: Prozentuelle Kostenänderung

Die Ermittlungen zeigen, dass der Kostenkennwert für den Einbau von Lehmbauplatten knapp doppelt so hohe Kosten verursacht, als der Einsatz von Gipskartonplatten. Die Kostenänderung beträgt genau 196,35%. Aus diesem Grund wird bei der ÖÖ-OP-Modellvariante eine ökologische Optimierung ohne dem Einsatz von Lehmbauplatten durchgeführt. Die drei anderen Maßnahmen bleiben nach wie vor bestehen.

4.3.2 Ergebnisse – Ökologisch und ökonomisch optimiertes Modell

Die unten angeführte, und bereits aus den vorherigen Kapiteln bekannte Grafik gibt die prozentuelle Verteilung der Baustoffgruppen wieder. Bei dieser Modellvariante werden 1243,65 t organische Baustoffe verbaut. Das entspricht rund 20% der Gesamtmasse. Die Gesamtmasse beträgt folglich 6195,21 t. Der Anteil an mineralischen Baustoffen liegt bei 4933,22 t bei rund 79,60%.

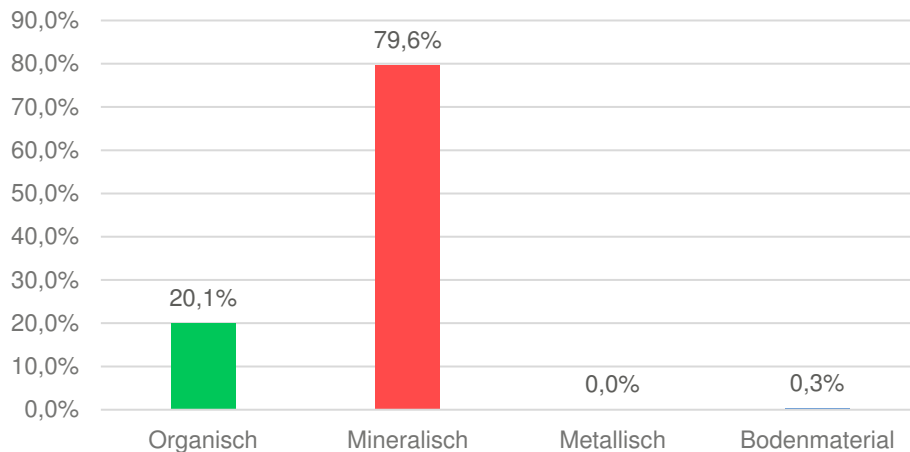


Abbildung 4.24: Grobe stoffliche Zusammensetzung der eingesetzten Materialien im ÖÖ-OP-Modell

Wie bereits bei den anderen Modellvarianten, weist auch bei der ÖÖ-OP- Modellvariante der Stahlbeton den höchsten Massenanteil auf. In der unten angeführten Grafik ist zudem bei dieser Modellvariante die Lehmbauplatte nicht mehr zu sehen. An ihrer Stelle befindet sich die Gipskartonplatte, die aufgrund ökonomischer Überlegungen gleich dem RF-Modell, in der Wandkonstruktion verbaut ist. Verglichen mit der Grafik der ökologischen Optimierung fällt auf, dass die Massenanteile der Materialien Gipskarton und Lehmbauplatte um 1% variieren. Grund dafür ist einerseits die Dichte, andererseits weisen Gipskartonplatten in der Regel eine Stärke von 1,25 cm auf. Lehmbauplatten hingegen, sind ausschließlich ab einer Plattenstärke von 2,50 cm erhältlich. Das führt dazu, dass bei der einen Modellvariante 150,22 t Gipskarton und in der Anderen bis zu 166,91 t im Gebäude eingesetzt werden. Die gesamte Masse der eingesetzten Materialien beträgt bei diesem Modell 6195,21 t.

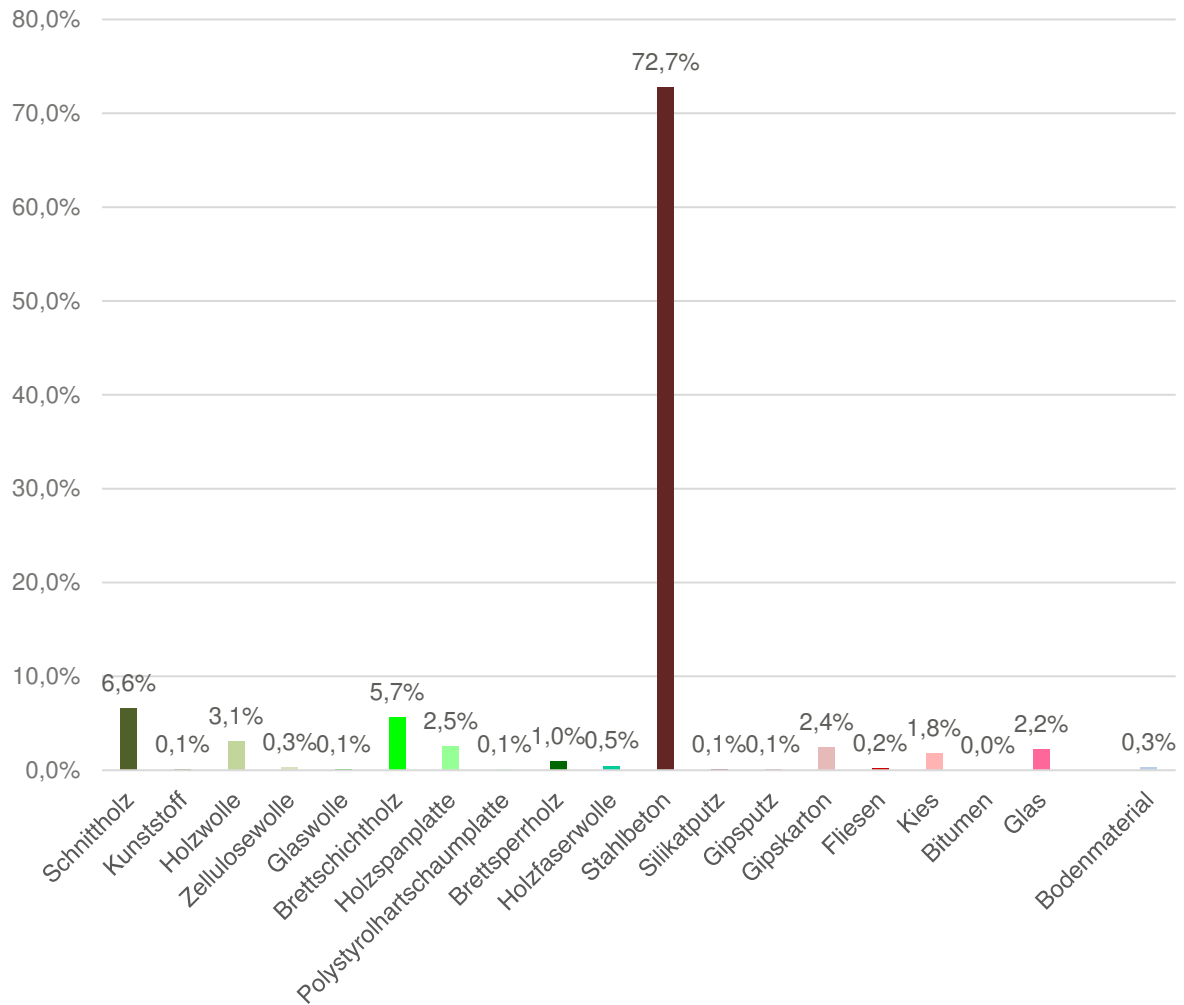


Abbildung 4.25: Grafik der im ÖÖ-OP-Modell eingesetzten Materialien und deren Massenanteile

Gegenüber dem RF-Modell kann bei dieser Modellvariante das Recycling der eingesetzten Materialien gesteigert werden. 47,56% der eingesetzten Materialien werden nun recycelt, die restlichen 52,44% werden entsorgt.

Hinsichtlich der Bewertungsparameter der Ökobilanz wird eine ökologische Aufwertung erzielt. Wie bereits in den vorherigen Kapiteln erwähnt, wirkt sich vor allem der Einsatz von Holzbaustoffen positiv auf die Ökobilanz aus. Bei diesem Gebäudemodell liegt der Wert von ausgestoßenem CO₂ bei -419,91 kg. Die Versauerung beträgt 5.602,30 kg SO₂. Für die Herstellung des Gebäudes werden 19.172,59 MJ in Anspruch genommen. Berücksichtigt man zusätzlich noch die Baustoffe, die über 100 Jahre hinweg in bestimmten Perioden ausgewechselt werden müssen, beträgt der Energiebedarf sogar 37.273,32 MJ.

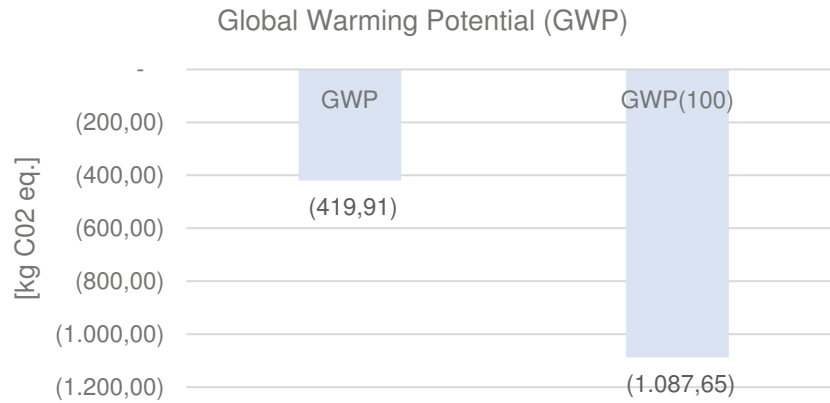


Abbildung 4.26: GWP-Werte bei der Errichtung und nach 100 Jahren – ÖÖ-OP-Modell

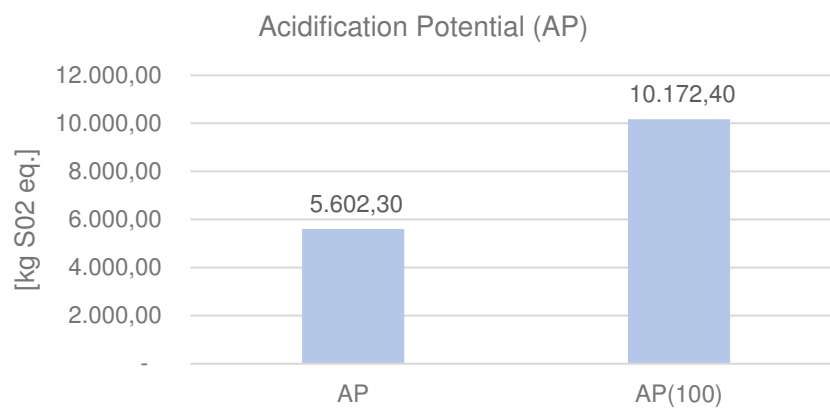


Abbildung 4.27: AP-Werte bei der Errichtung und nach 100 Jahren – ÖÖ-OP-Modell

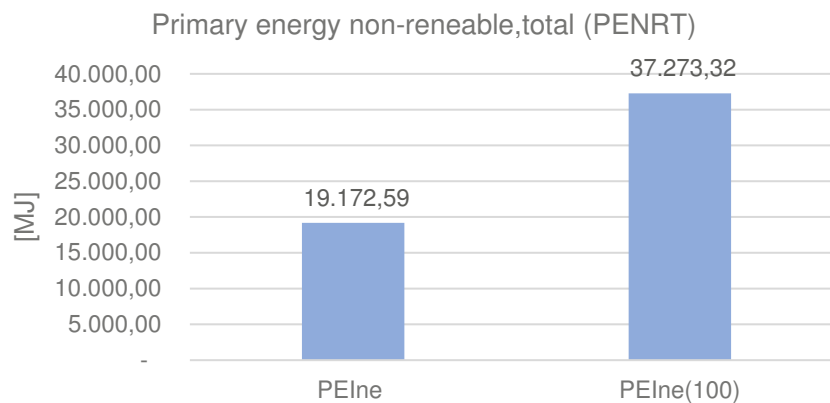


Abbildung 4.28: PENRT-Werte bei der Errichtung und nach 100 Jahren – ÖÖ-OP-Modell

Die Kosten für den Roh- und Ausbau betragen insgesamt 4.620.545 Euro. Änderungen bezogen auf die Ö-OP-Variante sind ausschließlich in der Kostengruppe „Innenausbau“ zu erkennen. Aufgrund der Gesamtkostenänderung hat sich zwar die prozentuelle Verteilung geändert, die Kostenbeträge der Kostengruppen sind allerdings gleich geblieben. Eine Ausnahme bildet, wie bereits zuvor genannt, die Kostengruppe „Innenausbau“. Bei einem Einsatz von Lehmbauplatten liegen die Kosten für den Innenausbau bei 1.386.520 Euro. Werden anstelle der Lehmbauplatten, Gipskartonplatten herangezogen, betragen die Kosten 1.115.814 Euro. Folglich konnten 270.706 Euro bei der Herstellung des Roh- und Ausbaus eingespart werden.

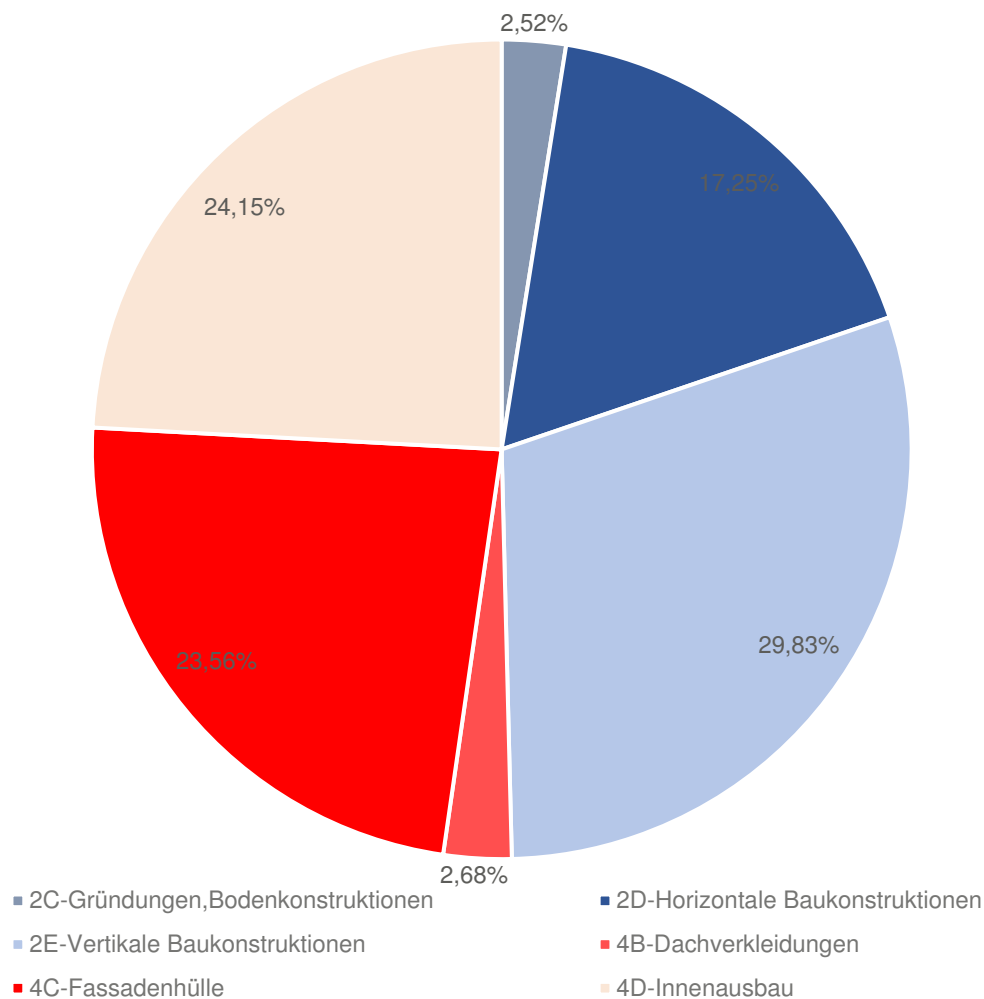


Abbildung 4.29: Prozentuelle Kostenanteile - Baugliederung 2.Ebene – ÖÖ-OP-Modell

Kostenbereich		
ÖNORM DIN		
00	100	Grundstück
01	200	Aufschließung
02	300	Gebäude Rohbau
03	400	Gebäude Technik
04	300	Gebäude Ausbau
05	600	Einrichtung
06	500	Außenanlagen
07	700	Honorare
08	770	Nebenkosten
09		Reserven
Gesamt EURO netto		
+ 20% Umsatzsteuer		
Gesamt EURO brutto		

Kostenschätzung BRI (mit %)			
BWK BRI	BAK Baukosten	ERK Errichtungskosten	GEK Gesamtkosten
			0 €
	121.322 €	121.322 €	121.322 €
2.291.891 €	2.291.891 €	2.291.891 €	2.291.891 €
2.962.080 €	2.962.080 €	2.962.080 €	2.962.080 €
2.328.654 €	2.328.654 €	2.328.654 €	2.328.654 €
	750.680 €	750.680 €	750.680 €
	818.924 €	818.924 €	818.924 €
		842.514 €	842.514 €
		0 €	0 €
		0 €	0 €
7.582.625,36	9.273.550,81	10.116.064,74	10.116.064,74
1.516.525,07	1.854.710,16	2.023.212,95	2.023.212,95
9.099.150,43	11.128.260,98	12.139.277,69	12.139.277,69

Netto-Kostenkennzahlen

€/m3 BRI (netto)
€/m2 BGF (netto)
€/m2 NGF (netto)

BWK	BAK	ERK	GEK
316 €	386 €	422 €	422 €
1.044 €	1.277 €	1.393 €	1.393 €
1.494 €	1.827 €	1.993 €	1.993 €

Brutto-Kostenkennzahlen

€/m3 BRI (brutto)
€/m2 BGF (brutto)
€/m2 NGF (brutto)

BWK	BAK	ERK	GEK
379 €	464 €	506 €	506 €
1.253 €	1.533 €	1.672 €	1.672 €
1.793 €	2.193 €	2.392 €	2.392 €

Tabelle 4.22: Kosten nach KG-1.Ebene und Parameterbezogene Kosten – Ökologisch und ökonomisch optimiertes Modell

Die obige Tabelle gibt eine grobe Übersicht über die Gesamtkosten. Dabei wird zwischen Bauwerkskosten (BWK), Baukosten (BAK), Errichtungskosten (ERK), und Gesamtkosten (GEK) unterschieden.

4.4 Gegenüberstellung der Ergebnisse der drei Modellvarianten

Im folgenden Kapitel werden die Ergebnisse aus der MGP- und Kostenberechnung der drei Modellvarianten dargestellt. Die erste Modellvariante wird als das RF-Modell bezeichnet. Wie bereits im Kapitel 4 erwähnt, wurde dieses Modell in einer Lehrveranstaltung von Studenten erstellt und unverändert hinsichtlich der Materialauswahl übernommen. Bei der Modellierung wurde bereits darauf geachtet, ökologisch hochwertige Baustoffe einzusetzen. Bei der zweiten Modellvariante handelt es sich um die Ö-OP-Modellvariante. Bei dieser Modellvariante besteht die Aufgabe darin, eine ökologische Aufwertung gegenüber dem RF-Modell zu erzielen. Die ökologische Gebäudeoptimierung hat eine immense Kostensteigerung zur Folge. Aus diesem Grund wird eine weitere Modellvariante erstellt. Es handelt sich dabei um die ÖÖ-OP-Modellvariante. Bei dieser Modellvariante wird eine ökologische Gebäudeoptimierung gegenüber dem RF-Modell, bei geringer Kostensteigerung erreicht. Die nachfolgend ausgewählten Ergebnisse sollen zum Einen die ökologische Aufwertung und zum Anderen die damit verbundene Kostenänderung gegenüber dem RF-Modell abbilden. Die Ergebnisse der drei Modellvarianten werden direkt gegenübergestellt, um eine aussagekräftige Interpretation zu ermöglichen. Da das Gebäude über einen Zeitraum von 100 Jahren betrachtet wird, werden die Ergebnisse zu unterschiedlichen Zeitpunkten ausgewertet. Zur besseren Übersicht werden die Ergebnisse getrennt, für die Themenschwerpunkte Ökologie und Ökonomie ausgewiesen.

4.4.1 Ökologischer Vergleich der drei Modellvarianten

Folgend wird auf die anfallenden Massen eingegangen. Die darunter folgende Abbildung soll diesen Sachverhalt veranschaulichen. Darin ist die zeitliche Verteilung der anfallenden Massen für die einzelnen Modellvarianten zu sehen. Die zeitliche Gliederung basiert auf der Lebensdauer der Baustoffe. Die Massen werden daher in Fünf- oder Zehn-Jahres-Schritten wiedergegeben. Die rote Kurve beschreibt das RF-Modell, die Grüne die Ö-OP-Variante und die türkise Kurve das ÖÖ-OP-Modell. Zum Zeitpunkt der Errichtung des Gebäudes werden bereits ca. 6200 t an Baustoffen verbaut. Folgt man den Kurven, fällt auf, dass es in den Jahren 25, 35, 50, 70 und 75 zu Anstiegen kommt. Das bedeutet, dass in diesen Jahren die Lebensdauer einzelner Baustoffe erreicht ist und ein Austausch der verbauten Materialien erfolgt. Nach 100 Jahren der Gebäudeerrichtung werden ca. 1500 t verbaut. Die unten angeführte Abbildung zeigt zudem, dass der Materialeinsatz beim RF-Modell am höchsten ist. Die im Zuge der ökologischen Optimierung eingesetzten Materialien weisen eine geringere Dichte auf, als die Materialien im RF-Modell. Das ist auch der Grund, weshalb die Massenverteilung vom RF-Modell höher ist. Die Schichtstärken haben sich jedenfalls nur minimal verändert. Die ökologisch höherwertigen Materialien weisen zudem eine andere Lebensdauer auf, als die ursprünglich eingesetzten Materialien. Dadurch ändert sich auch der Kurvenverlauf der ökologisch optimierten Variante gegenüber der RF-Variante.

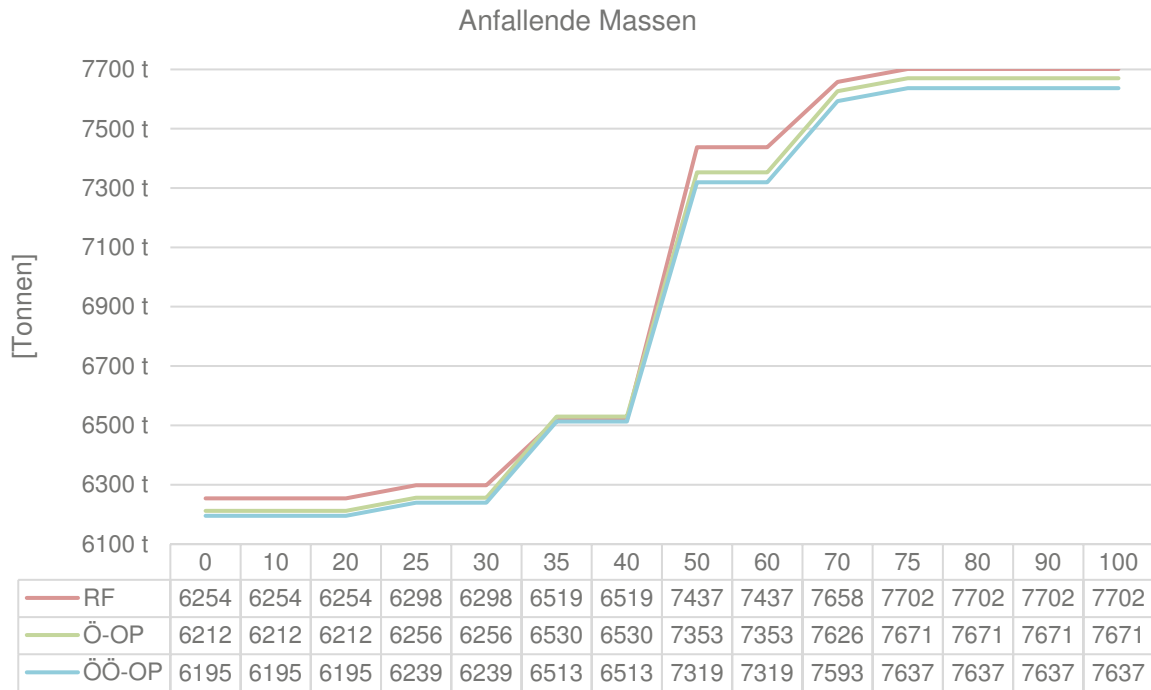


Abbildung 4.30: Anfallende Massen in einem Zeitraum von 100 Jahren

Fortgesetzt wird das Kapitel mit der Betrachtung der Recycling- und Abfallmassen.

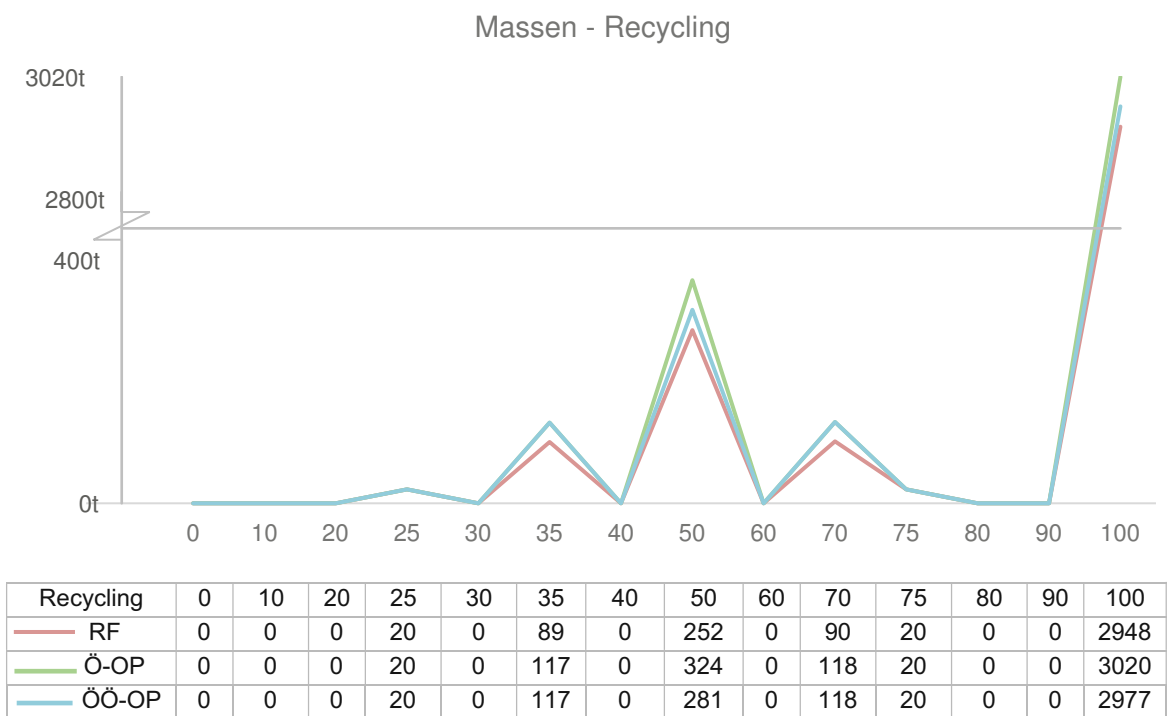


Abbildung 4.31: Recyclingmassen in einem Zeitraum von 100 Jahren

In der obigen Abbildung ist der Verlauf der anfallenden Recyclingmassen, der drei Modellvarianten zu sehen. Gleich wie in Abbildung 4.30 werden dabei die Massen über einen Zeitraum von 100 Jahren dargestellt. Allgemein kann anhand der obigen Abbildung behauptet werden, dass die Menge an Recyclingmassen der optimierten Modellvarianten höher ist, als

die der RF-Variante. Der Kurvenverlauf der Optimierungsvarianten ist mit Ausnahme des Zeitpunkts 50 Jahre gleich. Grund dafür ist der Materialaustausch an den Innenwänden. Bei der Ö-OP-Variante werden nach 50 Jahren die Lehmbauplatten ersetzt. Bei der ÖÖ-OP-Variante erfolgt ein Austausch der Gipskartonplatten. Lehmbauplatten weisen eine bessere Verwertungskategorie auf, als Gipskartonplatten. Positiv auf die Menge der recyclingfähigen Baustoffe wirken sich die Verwertungskategorien der optimierten Materialien aus. So kann durch den Einsatz einer kunstharzgebundenen Holzspanplatte, der Recyclinganteil dieses Baustoffs um 25% gesteigert werden. Durch die Verwendung von Holzfaserdämmung anstelle der Mineralwolle steigt der Recyclinganteil dieses Materials sogar um 50% an. Die Planung von Holzfenster anstatt Kunststofffenster wirkt sich ebenfalls positiv auf die Recyclingmenge aus. Kunststofffenster weisen eine Verwertungskategorie von 3 auf. Den Holzfenstern wird die Verwertungskategorie 1 zugeteilt. Somit kann auch hier die Recyclingmenge um 50 % gesteigert werden. In der unten ersichtlichen Abbildung sind die Recyclinganteile der drei Modellvarianten nach 100 Jahren angeführt.

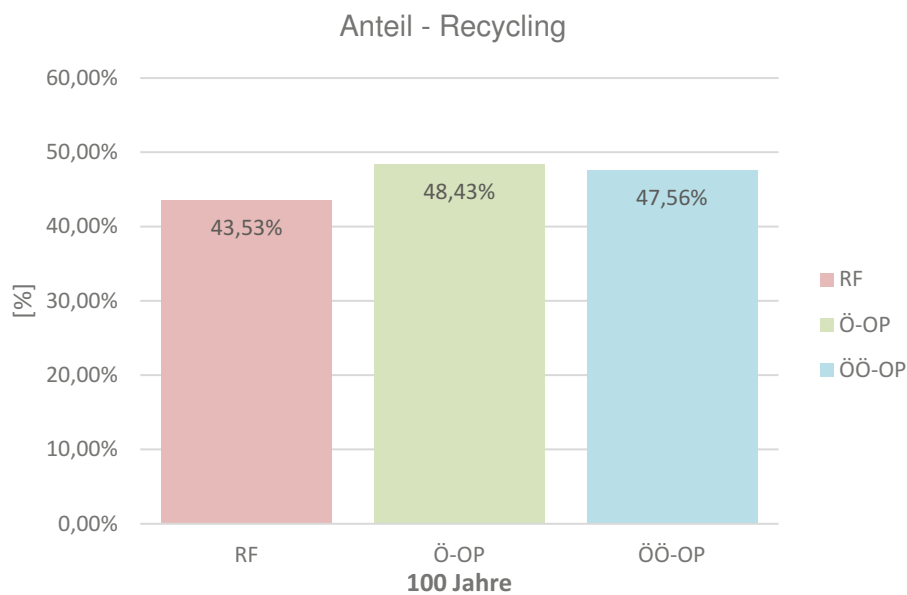


Abbildung 4.32: Recyclinganteile der drei Modellvarianten

In dieser Abbildung ist zu sehen, dass der Anteil der recycelten Baustoffe beim RF-Modell bei 43,53% liegt. Bei der Ö-OP-Modellvariante wird der höchste Recyclinganteil von 48,43% erreicht. Bei einer Gegenüberstellung der Recyclinganteile der beiden Modellvarianten konnte folglich der Recyclinganteil um 4,9% gesteigert werden. Der Anteil der recycelten Baustoffe bei der ÖÖ-OP-Variante liegt bei 47,56%. Hier errechnet sich in Bezug auf das RF-Modell somit eine Recyclingsteigerung um 4,03%. Bei Betrachtung der Abbildung fällt zudem auf, dass sich die Recyclinganteile der beiden Optimierungsvarianten nur geringfügig unterscheiden.

Können die Baustoffe nicht recycelt werden, sind sie der Abfallentsorgung zuzuführen. Die unten angeführte Abbildung zeigt die Abfallmassen über einen Zeitraum von 100 Jahren.

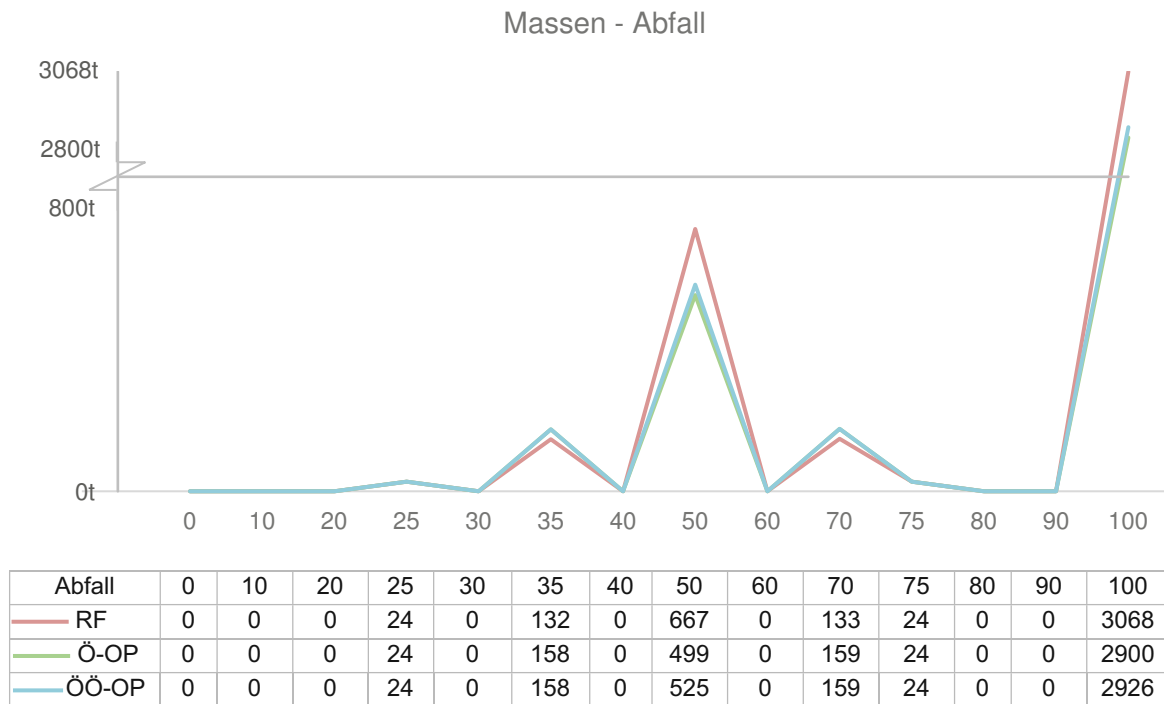
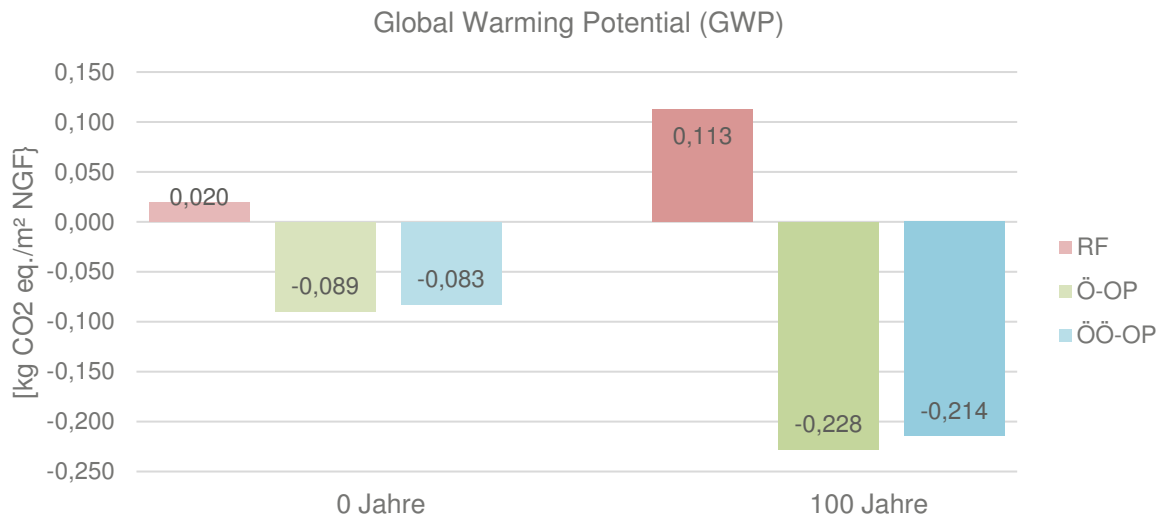


Abbildung 4.33: Abfallmassen in einem Zeitraum von 100 Jahren

Es fällt auf, dass zum Zeitpunkt 35 Jahre die Abfallmassen der Optimierungsvarianten höher sind, als die der RF-Variante. Holzfaserwolle als Optimierungsvariante der Mineralwolle weist eine etwas geringere Lebensdauer auf. Daher ist bei den ökologischen Modellvarianten zu diesem Zeitpunkt ein Materialaustausch vorgesehen, der beim RF-Modell nicht durchzuführen ist.

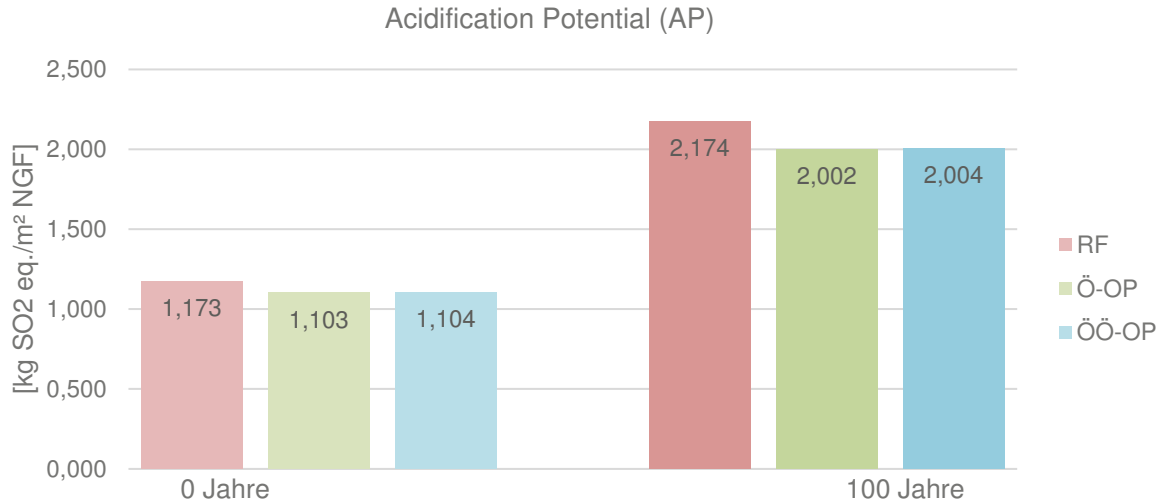
Ein weiterer, wichtiger Teil hinsichtlich der vergleichenden Analyse der ökologischen Ergebnisse der unterschiedlichen Modellvarianten, ist die Interpretation der Bewertungskenngrößen der Ökobilanz. In den kommenden Abbildungen werden hierfür die Bewertungsparameter gegenübergestellt. Dabei werden die Ergebnisse nach Modellvariante und nach den Zeitpunkten 0 Jahre und 100 Jahre unterschieden. Weiters zu beachten ist die Tatsache, dass es sich bei den Ergebnissen um NGF-bezogene Werte handelt.



GWP	0 Jahre			100 Jahre		
	RF	0,020 kg	0,020 kg		0,113 kg	0,113 kg
Ö-OP	-0,089 kg		-0,089 kg	-0,228 kg		-0,228 kg
ÖÖ-OP		-0,083 kg	-0,083 kg		-0,214 kg	-0,214 kg
Delta Δ [total]	0,109 kg	0,103 kg	0,006 kg	0,341 kg	0,327 kg	0,014 kg
Delta Δ [%]	-545,00%	-515,00%	+7,23%	-302,00%	-289,00%	+6,54%

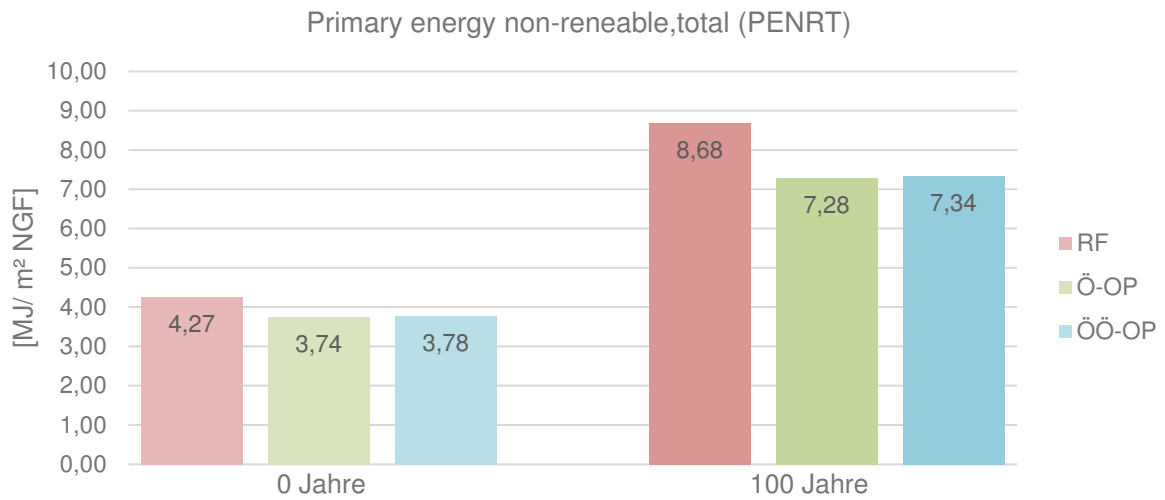
Abbildung 4.34: Vergleich der GWP-Werte der drei Modellvarianten

Die drei Abbildungen weisen allesamt einen ähnlichen Ergebnisverlauf auf. Durch die ökologischen Optimierungen konnte eine positive Veränderung der drei Bewertungskenngrößen erzielt werden. Dies ist bei der Ö-OP-Variante, als auch bei der ÖÖ-OP-Modellvariante zu beobachten. Das bedeutet, dass der CO₂- und SO₂-Ausstoß, als auch der Energieverbrauch gegenüber dem RF-Modell deutlich reduziert werden können. Weiters fällt auf, dass sich die Ergebnisse der beiden Optimierungsvarianten nur geringfügig voneinander unterscheiden. Am Beispiel „Acidification Potential“ sollen die zuvor genannten Ergebnisinterpretationen verdeutlicht werden. Zum Zeitpunkt der Errichtung des Gebäudes beträgt das Versauerungspotential am RF-Modell 1,173 kg SO₂ eq/m² NGF. Bei der ersten Optimierungsvariante beträgt dieser Wert lediglich 1,103 kg SO₂ eq/m² NGF. Die Kenngröße konnte folglich um 6,34% reduziert werden. Der AP-Wert der zweiten Optimierungsvariante liegt bei 1,104 kg SO₂ eq/m² NGF. Die Werte der Optimierungsvarianten sind annähernd gleich. Sie unterscheiden sich lediglich um 0,01%.



AP	0 Jahre			100 Jahre		
RF	1,173 kg	1,173 kg		2,174 kg	2,174 kg	
Ö-OP	1,103 kg		1,103 kg	2,002 kg		2,002 kg
ÖÖ-OP		1,104 kg	1,104 kg		2,004 kg	2,004 kg
Delta Δ [total]	0,070 kg	0,069 kg	0,001 kg	0,172 kg	0,170 kg	0,002 kg
Delta Δ [%]	-6,34%	-6,25%	+0,01%	-8,59%	-8,48%	+0,01%

Abbildung 4.35: Vergleich der AP-Werte der drei Modellvarianten



PENRT	0 Jahre			100 Jahre		
RF	4,270 MJ	4,270 MJ		8,680 MJ	8,680 MJ	
Ö-OP	3,740 MJ		3,740 MJ	7,280 MJ		7,280 MJ
ÖÖ-OP		3,780 MJ	3,780 MJ		7,340 MJ	7,340 MJ
Delta Δ [total]	0,530 MJ	0,490 MJ	0,040 MJ	1,400 MJ	1,340 MJ	0,060 MJ
Delta Δ [%]	-14,17%	-12,96%	+1,07%	-19,23%	-18,25%	+0,82%

Abbildung 4.36: Vergleich der PENRT-Werte der drei Modellvarianten

4.4.2 Ökonomischer Vergleich der drei Modellvarianten

Nachfolgend werden die Ergebnisse der Kostenberechnung wiedergegeben. Am Beginn der Kostenberechnung steht die Ermittlung der Kosten gemäß ÖNORM B 1801 für das RF-Modell. Nachdem die Materialauswahl zum Erlangen einer ökologischen Gebäudeoptimierung abgeschlossen ist, können die Kosten für die Ö-OP-Modellvariante berechnet werden. Eine anschließende Kostenanalyse zeigt, dass die Gebäudekosten steigen. Die Materialauswahl der Ö-OP-Modellvariante wird aus ökonomischer Sicht optimiert. Im Anschluss werden die Kosten für die ÖÖ-OP-Variante berechnet.

Um einen ökonomischen Vergleich der drei Modellvarianten zu ermöglichen, werden die Errichtungskosten der einzelnen Modelle gegenübergestellt. Nachfolgend sind zwei Abbildungen zu finden. Die Erste gibt die Errichtungskosten bezogen auf den BRI wieder. Die Kosten der zweiten Abbildung beziehen sich auf die BGF. Der Bezug der Kosten auf den Rauminhalt oder die Fläche ermöglicht einen Vergleich der Errichtungskosten dieses Gebäudes mit denen anderer Gebäude. Nachfolgend ist eine Abbildung zu sehen, in der die Errichtungskosten pro BRI der drei Modellvarianten aufgelistet sind.

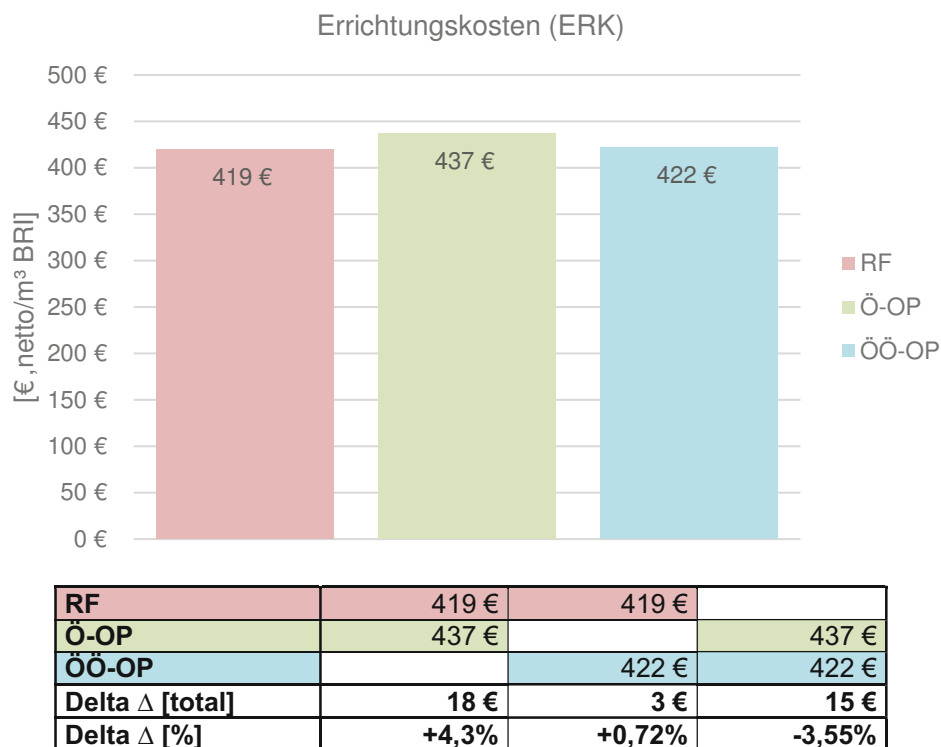


Abbildung 4.37: Vergleich der Errichtungskosten/BRI der drei Modellvarianten

Für das RF-Modell erhält man 419 Euro/m³ BRI. Das Ö-OP-Modell weist einen Wert von 437 Euro/ m³ BRI auf. Das entspricht einer Kostensteigerung von 4,3%. Anders verhalten sich die Kosten bei einer Gegenüberstellung des RF-Modells mit dem ÖÖ-OP-Modell. Hier beträgt die Kostensteigerung 0,72%. Die Kosten der beiden Optimierungsvarianten unterscheiden sich

folglich um 3,55%. Als Nächstes werden die Errichtungskosten pro Bruttogrundfläche betrachtet.

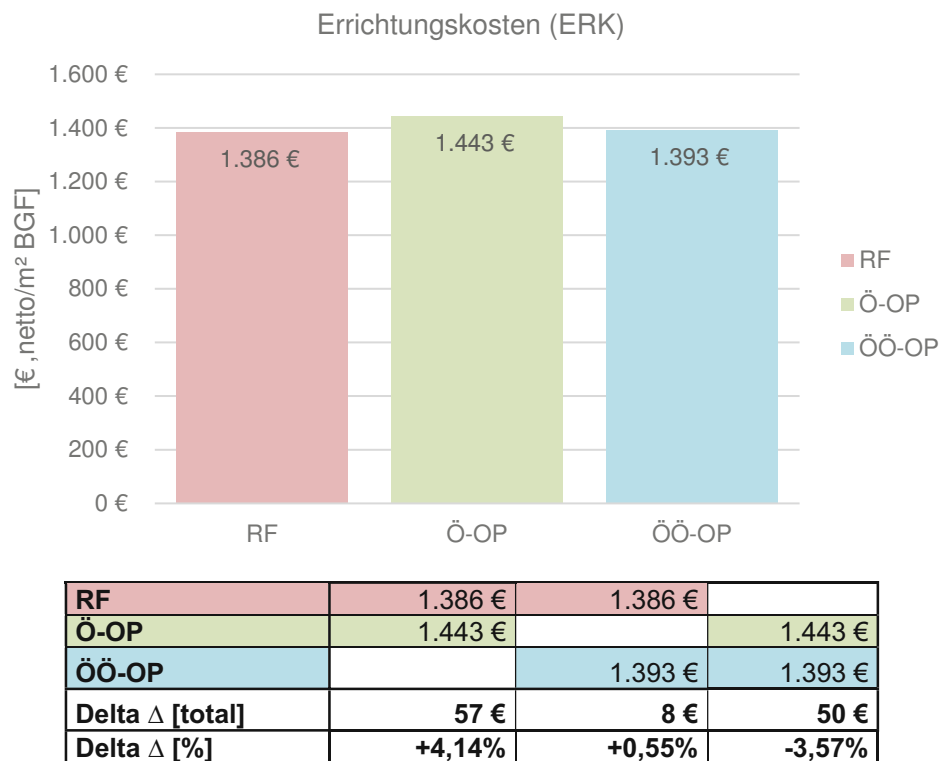


Abbildung 4.38: Vergleich der Errichtungskosten/BGF der drei Modellvarianten

Die Verteilung der Kosten pro BGF ähnelt der des pro BRI. Die Ö-OP-Modellvariante ist nach wie vor die teuerste Kostenvariante, gefolgt von der ÖÖ-OP-Variante.

5 Schlussfolgerung

Ziel dieser Masterarbeit ist es, die Kostenänderung zufolge ökologischer Gebäudeoptimierung zu ermitteln. Die Berechnung wurde auf Basis einer BIM-basierten MGP- und Kostenberechnung und wird an drei Modellvarianten durchgeführt.

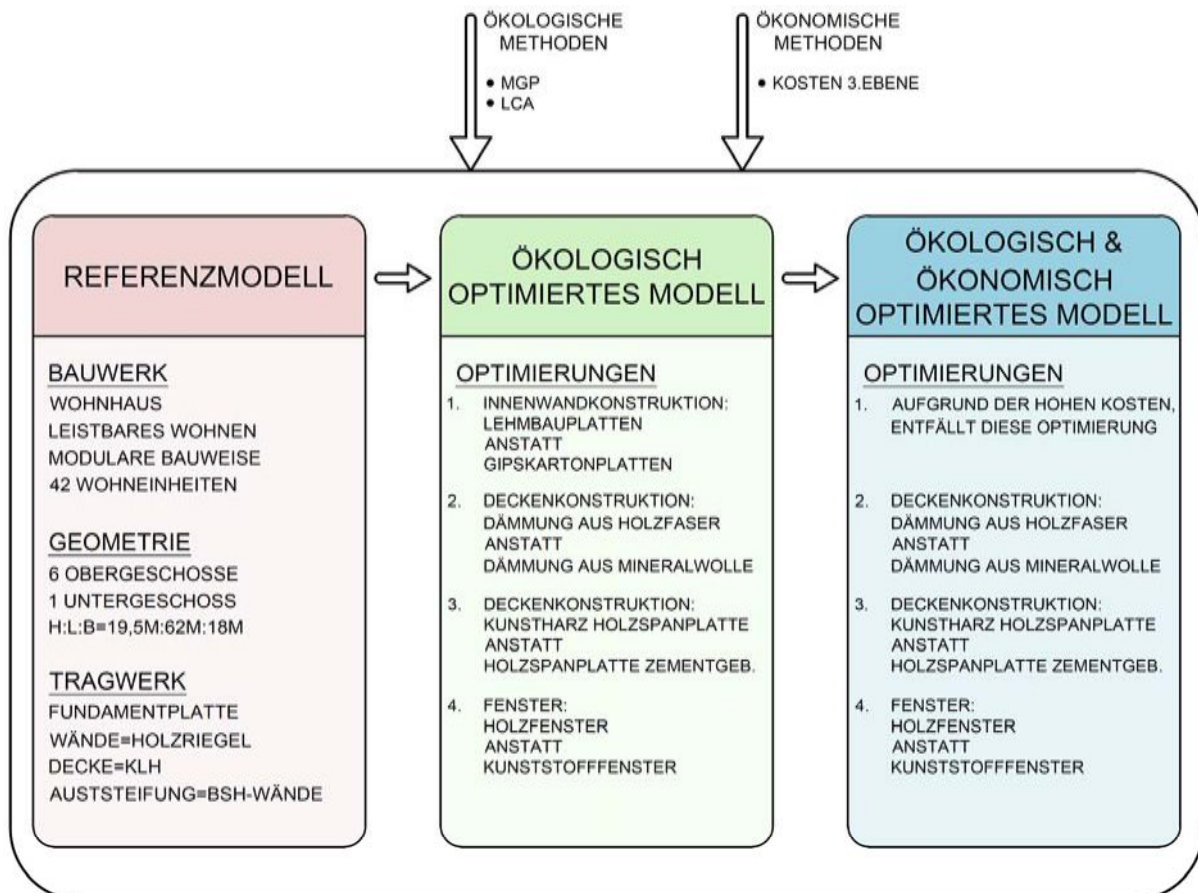


Abbildung 5.1: Grobkonzept der Modellvarianten

Das **RF-Modell** ist ein Gebäudemodell, das im Zuge der Lehrveranstaltung „Integrated BIM Design Lab“ an der Technischen Universität Wien erstellt wurde. Dabei handelt es sich um eine interdisziplinäre und interfakultäre Lehrveranstaltung. Die Studenten, der Studienbereiche Architektur und Bauingenieurwesen werden darin mit dem BIM und deren Schnittstellen vertraut gemacht. Zudem galt es, ein ökologisch hochwertiges Modell zu erstellen, das den Anforderungen des leistbaren Wohnens entspricht. Für diese Masterarbeit wurde eines der Gebäudemodelle herangezogen. Mit Ausnahme von geringfügigen Änderungen am Modell, wurde das Gebäude hinsichtlich der Materialauswahl weitestgehend unverändert übernommen. Bei dem Gebäudemodell handelt es sich um ein Wohnhaus, das teilweise in modularer Bauweise errichtet wird.

Ausgehend vom RF-Modell wurden in dieser Masterarbeit anhand Optimierungsmaßnahmen zwei weitere Modellvarianten erstellt. Das **Ö-OP-Modell** weist, wie bereits die Bezeichnung erkennen lässt, Optimierungen hinsichtlich der ökologischen Bauweise auf. Die Gebäudeoptimierungen betreffen dabei lediglich die Materialauswahl. Am Tragwerk und an der Gebäudestruktur wurden keine Änderungen vorgenommen. Insgesamt wurden am Ö-OP-Modell vier Materialverbesserungen gewählt (siehe Abb. 5.1). Anhand der neuen, ökologisch hochwertigeren Materialien konnte eine ökologische Aufwertung des Gebäudes erzielt werden. So wurde z.B. der Recyclinganteil um 4,90% gesteigert. Die ökologische Aufwertung zeigt sich allerdings nicht nur an den Recyclingwerten, sondern auch an den Bewertungsgrößen der Ökobilanz. Die Ergebnisse zeigen, dass zum Zeitpunkt der Gebäudeerrichtung eine Reduzierung des Kohlendioxids um 545,00% erzielt wurde. Die Schwefeldioxid-Emissionen verringern sich um 6,34% und die Nutzung, nicht erneuerbarer Primärenergie, weist eine Minderung von 14,17% auf. Die Tatsache, dass der Einsatz von ökologisch wertvollen Baustoffen oft zu einer Kostensteigerung führt, hat sich auch bei dieser Modellvariante bestätigt. Die Erhöhung der Errichtungskosten kann mit ca. 4,14% quantifiziert werden.

Aus diesem Grund wurde eine weitere Modellvariante erstellt. Es handelt sich dabei um das **ÖÖ-OP-Modell**. Gleich dem Ö-OP-Modell, wurden auch hier ökologische Maßnahmen durchgeführt (siehe Abb. 5.1). Durch eine vorherige Kostenanalyse konnte festgestellt werden, dass die Optimierungsmaßnahme „Lehmbauplatten anstelle von Gipskartonplatten“ die kostenintensivste Optimierungsvariante ist. Aus diesem Grund wurde auf diese Maßnahme im ÖÖ-OP-Modell verzichtet. Die Kostenberechnung hat gezeigt, dass die Errichtungskosten in Bezug auf das RF-Modell lediglich um 0,55% gestiegen sind. Die Recyclingmengen steigen gegenüber dem RF-Modell um 4,03%. Die Kohlendioxidbelastung verringert sich zum Zeitpunkt der Gebäudeerrichtung um 515,00%. Die Schwefeldioxidbelastung verringert sich um 6,25%. Die Verwendung, nicht erneuerbarer Primärenergie reduziert sich um 12,96%.

Die Berechnung sämtlicher Ergebnisse lässt sich in zwei Methoden unterteilen (siehe Abb. 5.1). Zur Ermittlung der ökologischen Ergebnisse wurde eine MGP-Berechnung durchgeführt. Ergänzt wurde die Berechnung mit ökologischen Kenngrößen. Diese wurden vom IBO herangezogen.

Zu den Resultaten der Berechnung, zählt man Werte zu den anfallenden Massen, Recycling- und Abfallmengen, aber auch Ergebnisse zu den Bewertungsgrößen der Ökobilanz. Die Ermittlung der ökonomischen Ergebnisse erfolgte mit einer Kostenberechnung gemäß ÖNORM B 1801. Da es sich um eine Kostenberechnung handelt, hat diese bis zur dritten Baugliederung zu erfolgen. Ausgehend von dieser Ebene wurden die Gebäudekosten durch ein Upscaling, bis in die erste Baugliederung ermittelt.

Die ökologischen und ökonomischen Berechnungsmethoden wurden bei allen drei Modellvarianten angewandt. Im Anschluss einer jeden Modellvariantenberechnung wurden die Ergebnisse analysiert und bewertet. Nach der Ergebnisanalyse wurde eine optimierte Modellvariante erstellt und der Berechnungsablauf wiederholt.

5.1 Zusammenfassung der ökologischen und ökonomischen Ergebnisse

Die Umsetzung der ökologischen Maßnahmen am RF-Modell zeigt, dass Optimierungen in den Bereichen Recycling, Ökobilanz und der Verwendung von erneuerbaren Materialien erzielt werden können. Damit eine vollumfassende Beurteilung der ökologischen Gebäudeaufwertung möglich ist, sind die damit verbundenen Kostenänderungen in die Bewertung miteinzubeziehen. Die ökologische Optimierung steht somit in einem direkten Zusammenhang mit den Gebäudekosten.

Durch den Materialaustausch unterscheiden sich die **anfallenden Massen** der drei Modellvarianten. Geschuldet, ist das einerseits den materialspezifischen Eigenschaften des Materials und andererseits der unterschiedlichen Lebensdauern. Das RF-Modell weist die höchste Masse der verbauten Materialien in einem Zeitraum von 100 Jahren auf. Das zweithöchste Massenaufkommen ist an der Ö-OP-Modellvariante zu sehen. Das ÖÖ-OP-Modell zeigt die geringsten Massen. Durch die unterschiedliche Materialzusammensetzung der einzelnen Modellvarianten, ändert sich auch die stoffliche Zusammensetzung der Gebäude. Hier ist ein anderer Ergebnisverlauf, als zuvor zu beobachten. Der Anteil der organischen Baustoffe ist nun bei dem RF-Modell am geringsten, gefolgt ÖÖ-OP-Modell. Der höchste organische Anteil ist beim Ö-OP-Modell ermittelt worden.

Ein weiterer, wichtiger Bewertungsparameter für den ökologischen Zustand eines Gebäudes, ist der Anteil der recycelfähigen Baustoffe. Je höher der **Recyclinganteil** der verbauten Materialien ist, desto ökologisch wertvoller ist das Gebäude. Ermittelt wird die Recyclingfähigkeit mit Hilfe von Verwertungskategorien. Materialien mit einer Verwertungskategorie 1 können zu 100% recycelt werden. Materialien, denen die Verwertungskategorie 5 zugewiesen wird, können zu 0% recycelt werden. Zudem ist für dessen Entsorgung zusätzliches Material erforderlich. Durch die ökologischen Optimierungsmaßnahmen am RF-Modell, konnten in den Optimierungsvarianten hinsichtlich der Recyclinganteile, positive Ergebnisse erzielt werden (siehe Abb. 4.32). Der Recyclinganteil am RF-Modell ist mit 43,53% am geringsten. Da bei der Modellierung des Modells, in der Lehrveranstaltung „Integrated BIM Design Lab“, darauf geachtet wurde, ökologisch hochwertige Baustoffe zu verwenden, ist dieser Anteil trotzdem verhältnismäßig hoch. Der höchste Anteil konnte mit 48,43% am Ö-OP-Modell erzielt werden. Mit nur einer sehr geringen Differenz zu diesem Wert, beträgt der Recyclinganteil am ÖÖ-OP-Modell 47,56%. Daraus kann gefolgert werden, dass vor allem die kunstharzgebundene Spanplatte, die

Holzfaserdämmung und das Holzfenster niedrige Verwertungskategorien aufweisen. Die Recyclingfähigkeit der Lehmbauplatte ist um 25% höher, als die der Gipskartonplatte. Aufgrund der geringen Menge dieses Bauteils, kann der Recyclinganteil des gesamten Gebäudes nicht maßgebend verbessert werden.

Der Anteil der **Abfallmenge** verhält sich gegenteilig zu den Recyclinganteilen. Werden Materialien mit der Verwertungskategorie 5 klassifiziert, werden sie zu 100% entsorgt. Um eine gefahrlose und ökologisch stabilisierte Entsorgung dieser Materialien zu gewährleisten, müssen weitere 25% der Entsorgungsmenge, an zusätzlicher Materialien verwendet werden.

Der nächste Absatz widmet sich den **Bewertungsgrößen der Ökobilanz**. Die drei wichtigsten Bewertungsparameter beschreiben das GWP, das AP und den PENRT. Das GWP wird mit dem Kohlendioxidausstoß quantifiziert. Das AP wird als Schwefeldioxid angegeben, und der PENRT in MegaJoule. Um eine Vergleichbarkeit zu anderen Projekten herzustellen, erweist es sich als sinnvoll, die Bewertungsgrößen auf eine Fläche oder einen Rauminhalt zu beziehen. Im Zuge dieser Masterarbeit wurde der Bezug auf die NGF gewählt. Beim Vergleich der Ergebnisse im vorherigen Kapitel, wurden die Kenngrößen einerseits für den Zeitpunkt der Gebäudeerrichtung und andererseits für einen Zeitraum von 100 Jahren ausgewiesen. Folgende Behauptungen sind auf Basis der ermittelten Ergebnisse, für alle drei Bewertungsgrößen zutreffend. Die Bewertungsgrößen sind beim RF-Modell, sowohl zum Zeitpunkt der Errichtung, als auch nach 100 Jahren, im Vergleich zu den optimierten Modellen am höchsten. Die größte ökologische Gebäudeaufwertung kann im Ö-OP-Modell erzielt werden. Das ÖÖ-OP-Modell weist Bewertungsgrößen auf, die eine deutliche ökologische Verbesserung im Verhältnis zum RF-Modell zeigen. Zudem unterscheiden sich diese oft nur in einem geringen Ausmaß, in Bezug auf das Ö-OP-Modell. Nachfolgend wird nun auf die Besonderheiten, der einzelnen Bewertungsgrößen eingegangen. Die Bewertungsgrößen des GWP nehmen bei den Optimierungsmodellen einen negativen Wert an (siehe Abb. 4.34). Holz verfügt über die Fähigkeit, Kohlendioxid zu binden und zu speichern. Diese Tatsache wird bei dem GWP-Werten berücksichtigt. Da das Wohnhaus über einen hohen Anteil an Holzwerkstoffen verfügt, ist die Eigenschaft, der Kohlendioxidspeicherung sehr gut in den Ergebnissen zu sehen. Auf eine fälschliche Ergebnisinterpretation, hinsichtlich der prozentuellen Reduzierung des CO₂-Ausstoßes in der Gegenüberstellung, des RF-Modells und der Optimierungsmodelle, ist acht zu geben. Der Referenzwert ist zu beiden Zeitpunkten aufgrund der Berücksichtigung der Kohlendioxidspeicherung, sehr gering. Somit wirken sich bereits geringe CO₂-Einsparungen in einem ungewöhnlich hohen Ausmaß auf die prozentuelle Darstellung aus. Für eine Ergebnisanalyse sind aus diesem Grund die totalen Werte in kg/m²NGF aussagekräftiger. Die Differenz der errechneten AP-Werte der beiden Optimierungsmodelle ist vernachlässigbar klein (siehe Abb. 4.35). Eine Einsparung an Schwefeldioxid konnte erzielt werden. Wirkung

haben die ökologischen Maßnahmen auch beim Bedarf, nicht erneuerbarer Primärenergie, gezeigt.

Um einen Bezug der **Kosten** zu den ökologischen Ergebnisse herzustellen, wurden die Errichtungskosten einmal für den BRI und einmal für die NGF ermittelt und im vorherigen Kapitel veranschaulicht. Diese erlauben eine gebäudetypen-bezogene Kostenbewertung. Kostenänderungen gelten somit für einen bestimmten Gebäudetyp. In diesem Fall handelt es sich um Mehrfamilienhäuser mit 20 oder mehr Wohneinheiten. Die Kostenberechnung wurde auf Grundlage der ÖNORM B 1801 durchgeführt. Die Kostenkennwerte wurden vom BKI bezogen. Sie sind lediglich als Annäherungswerte zu betrachten. Aufgrund lokaler Unterschiede und der Tatsache, dass jedes Bauprojekt ein einzigartiges und individuelles Bauvorhaben ist, können die Kennwerte zwischen +25%/-25% variieren. Die, aus der Kostenberechnung ermittelten Errichtungskosten, sind daher als Richtwerte zu sehen (siehe Abb.4.37 & Abb. 4.38). Unabhängig davon, ob die Errichtungskosten auf den BRI oder die NGF bezogen werden, sind die Kosten, der optimierten Modelle höher, als die, des RF-Modells. Die Errichtungskosten für das Ö-OP-Modell sind gegenüber dem RF-Modell um 4,14% gestiegen. Beim ÖÖ-OP-Modell stellt sich in Bezug auf das RF-Modell lediglich eine Kostenerhöhung von 0,55% ein.

5.2 Evaluierung

Die Prozesse, die mit der Bewertung der Kostenänderung zufolge ökologischer Gebäudeoptimierung, auf Grundlage einer MGP- und Kostenberechnung einhergehen, finden auf der Low Level-Ebene statt. Das bedeutet, dass der Datenaustausch zwischen dem BIM-Modell und den durchgeführten Prozessen, teilweise manuell zu erfolgen hat. Der Workflow gestaltet sich mittels geeigneter Planungswerkzeuge, als einfach und unkompliziert. Da für diese Masterarbeit, ein bereits von Studenten vollständig modelliertes Gebäudemodell herangezogen wurde, können keine Informationen zu Modellierungsdetails gegeben werden. Es ist allerdings auf eine ausführliche Überprüfung des Gebäudemodells wert zu legen. Dadurch können Modellierungsfehler reduziert werden.

Die ökologischen Kenngrößen wurden vom IBO herangezogen. Das Institut besteht aus einem Forschungsbereich und einem Kundenbetreuungsbereich. Der Forschungszweig beschäftigt sich mit bauphysikalischen und materialökologischen Problemstellungen. Die Kundenbetreuung erfolgt über ein breites Angebot von Gebäudebewertungssystemen, für diverse Gebäudetypen. Die ökologischen Kenngrößen stehen in einer großen Auswahl und einer hohen Datenqualität zur Verfügung. Informationslücken sind teilweise in den Bereichen Fenster und Türen zu beobachten. Dies betrifft allerdings lediglich die unternehmensunabhängigen Richtwerte. Diese Schwächen werden durch die hohe Datenmenge, an Baustoffen aus erneuerbaren Rohstoffen ausgeglichen. Die miteinander

vergleichenen Materialbibliotheken, zeigen große Ähnlichkeiten in deren Informationsangebot und Datenblättern. Die Datenschnittstelle zwischen dem Prozess der Materialbibliotheken und der MGP-Berechnung, wurde manuell bearbeitet. Die verfügbaren Bewertungsdaten sind auf eine ökologische Gebäudebewertung abgestimmt und sind daher ohne weitere Maßnahmen für die darauffolgende Berechnung anwendbar.

Die Berechnung des MGP erfolgt manuell. Hierfür werden geometrische Parameter aus dem BIM-Modell und ökologische Kenngrößen des IBO, in die Berechnung eingepflegt. Um ökologische Ergebnisse aus der MGP-Berechnung zu erhalten, werden zunächst die Daten für jedes Bauteil eingearbeitet. Durch ein Upscaling werden die bauteilbezogenen Ergebnisse aufsummiert und schlussendlich als Ergebnisse, für das gesamte Gebäude ausgewiesen. Folglich stehen im Anschluss der MGP-Berechnung, Ergebnisse in unterschiedlichen Gebäudeebenen zur Verfügung. Die ökologischen Optimierungen haben zur Folge, dass Änderungen an der MGP-Berechnung durchzuführen sind. Diese reduzieren sich auf die Änderung der ökologischen Eingabewerte, wie z.B. der Anpassung der Bewertungskenngrößen der Ökobilanz, der Lebensdauer, oder der Verwertungskategorien. Für bestimmte Materialien wurden zusätzlich die Schichtstärken verändert.

Eine ähnliche Berechnungsstruktur wie die zuvor genannte, weist auch die Kostenberechnung auf. Die Berechnung ist in unterschiedliche Ebenen gegliedert. Diese Ebenen werden als Baugliederungen bezeichnet. Die Ermittlung der Kosten startet in der dritten Baugliederung. Dabei werden den einzelnen Bauteilschichten Kostenkennwerte zugeordnet. Diese wurden von der Literatur des BKI bezogen. Es handelt sich dabei um Richtwerte. Das Kostenergebnis sollte aus diesem Grund, nicht als ein konkreter Kostenwert, sondern vielmehr als ein Kostenbereich betrachtet werden. Durch das Aufsummieren der Kosten der Bauteilschichten, erhält man weitere Ergebnisse. Durch dieses Upscaling erhält man Ergebnisse von der zweiten bis zur ersten Baugliederung. Diese umfassen Kosten für Bauteile, Bauteilgruppen, oder etwa auch für das gesamte Bauwerk. Im Zuge der ökologischen Optimierungen wurden die Kostenkennwerte angepasst. Die Kostenkennwerte des BKI beziehen sich auf Baumaterialien, die zur heutigen Zeit überwiegend eingesetzt werden. Kostenkennwerte für Bauteile mit ökologisch hochwertigeren Eigenschaften, sind meist nicht darin gelistet. Die Kostenkennwertanpassung wurde unter Berücksichtigung der Kostenbestandteile durchgeführt. Dabei wurde vor Allem auf die Personal- und Materialkosten eingegangen. Damit weisen die adaptierten Kostenkennwerte eine ausreichende Genauigkeit auf.

5.3 Ausblick

Die Methodik der BIM-basierten MGP- und Kostenberechnung, erweist sich, auf Grundlage der in dieser Masterarbeit gewonnenen Erkenntnisse, als praktikabel und ist als ökologisches Gebäudebewertungssystem geeignet.

Bei der planerischen Eingabe des Gebäudes, hat sich die Modellierung von Schichtkombinationen, für die darauffolgenden Berechnungsabläufe, als günstig erwiesen. Diese Vorgehensweise kann auch bei zukünftigen Bauprojekten Anwendung finden und somit Arbeitsprozesse vereinfachen. Eine schichtkombinationsbezogene Flächenabgrenzung führt zu exakten Flächenangaben. Diese optimieren wiederum die Ergebnisse aus der MGP- und Kostenberechnung. Die Auswertung der Flächen in Listenform, ist aufgrund der Anpassungsmöglichkeiten, besonders anwendungsfreundlich. Die Listen können dabei nach den individuellen Anforderungen erstellt werden. Änderungen am Modell, können ohne großen Aufwand durchgeführt werden. Bei der Modellierung eines Gebäudes sollte vorab geklärt werden, ob zu einem späteren Zeitpunkt eine Auswertung von Rauminhalten oder Flächen benötigt wird. Ist das der Fall, empfiehlt es sich, sogenannte „Morphs“ von Anbeginn zu definieren. Eine nachträgliche Definition erweist sich jedenfalls als aufwendig.

Der in dieser Masterarbeit durchgeführte Vergleich, bestehender ökologischer Datenbanken, hat gezeigt, dass eine Vereinheitlichung der Kenngrößendarstellung, den Datenbezug wesentlich erleichtern würde. Ein verstärkter Austausch der Datenbanken untereinander, würde zudem für mehr Transparenz sorgen. Auch, wäre eine europaweit-gültige, ökologische Datenbank denkbar. Regionale Diversitäten könnten mit Berechnungsfaktoren berücksichtigt werden.

Eine weitere Erkenntnis, die aus der Masterarbeit erlangt wurde, bezieht sich auf die ökologische Gebäudeaufwertung. Durch den Einsatz ökologisch hochwertiger Materialien, werden sowohl die Recyclingmengen, als auch die Bewertungskenngrößen der Ökobilanz optimiert. Planer und Bauherren, die sich mit einer ökologischen Gebäudeaufwertung beschäftigen, sollten dies stets unter Einbezug ökonomischer Gesichtspunkte machen. Ökologisch wertvolle Baustoffe weisen meist höhere Kosten auf, als die aktuell üblich, eingesetzten Baustoffe. Zudem ist auf das Verhältnis zwischen ökologischem Nutzen und Kosten zu achten. So können ausgewählte Baumaterialien, bei geringer Kostensteigerung, eine große ökologische Gebäudeaufwertung bewirken. Für einige Baumaterialien ist dieser ökologische Effekt mit deutlich höheren Kosten verbunden.

Bei einer ganzheitlichen, ökologischen Gebäudeplanung, ist vor allem nach einer Gebäudelebensdauer von 100 Jahren, vermehrt mit Abfall- und Recyclingmengen zu rechnen. Tragende Bauteile weisen meist eine Lebensdauer von 100 Jahren auf und sind nach Erreichen dieser Lebensdauer, zu entsorgen. Im gegenwärtigen Fall trifft das besonders auf Stahlbetonbau-Bauteile zu.

6 Literaturverzeichnis

- Abteilung V/3: Abfallwirtschaftsplanung, Abfallbehandlung und Altlastensanierung. (2020). *Die Bestandsaufnahme der Abfallwirtschaft in Österreich*. Wien: Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie .
- Austrian Standards. (2015). *ÖNORM B 1801-1 - Bauprojekt- und Objektmanagement*. Wien: Austrian Standards.
- Berhardt,A. Kleemann,F. Neubauer,C. Walter,B. (2019). *Behandlung von mineralischen Bau- und Abbruchabfällen*. Wien: Umweltbundesamt GmbH.
- BGBL 1 Nr.102/2002. (2002). *Abfallwirtschaftsgesetz2002*. Wien.
- BKI-Baukosteninformationszentrum. (2019). *BKI Baukosten 2019 Neubau - Statistische Kostenkennwerte für Bauelemente*. Stuttgart: Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammern GmbH.
- BKI-Baukosteninformationszentrum. (2019). *BKI Baukosten 2019 Neubau - Statistische Kostenkennwerte für Positionen*. Stuttgart: Baukosteninformationszentrum Deutscher Architekten GmbH.
- Boogmann,P. Figl,H. Wurm,M. (2017). *IBO-Richtwerte für Baumaterialien*. Wien: IBO-Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie.
- Borrmann,A. König,M. Koch,C. Beetz,J. (2015). *Building Information Modeling - Technologische Grundlagen und industrielle Praxis*. Wiesbaden: Springer Verlag.
- Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung. (2019). *Leitfaden Nachhaltiges Bauen*. Berlin: Bundesministerium des Innern, Bau und Heimat.
- Dörflinger,M. (2018). *Workflow-Entwicklung für BIM-basierte Kostenplanung*. Wien: Tu Wien.
- Europäisches Parlament. (21. Januar 2021). *Europäisches Parlament - Themenbereich Wirtschaft*. Von Europäisches Parlament - Hauptseite:
<https://www.europarl.europa.eu/news/de/headlines/economy/20151201STO05603/kreislaufwirtschaft-definition-und-vorteile> abgerufen
- Eurostat. (2019). *Waste Statistics - Statistics Explained*. Brüssel: Europäische Union.
- Gierlinger,S. (2018). *Umweltgesamtrechnung - Modul Luftemissionrechnung*. Wien: Statistik Austria.
- Gierlinger,S. (2019). *Umweltgesamtrechnungen - Modul Materialflussrechnung*. Wien: Statistik Austria.
- Greiner,P. Mayer,P. Stark,K. (2005). *Baubetriebslehre-Projektmanagement*. Wiesbaden: Vieweg&Sohn Verlag.
- IBO-Institut für Baubiologie und -ökologie. (2018). *EI KON - Entsorgungsindikator für Bauteile*. Wien: IBO-Institut für Baubiologie und -ökologie.

- IBO-Institut für Baubiologie und -ökologie. (2018). *Leitfaden zur Berechnung des Oekoindex OI3 für Bauteile und Gebäude*. Wien: IBO-Institut für Baubiologie und -ökologie.
- IBO-Institut für Baubiologie und -ökologie. (2019). *Baubook - Die Datenbank für ökologisches Bauen und Sanieren*. Wien: IBO.
- IBO-Institut für Baubiologie und -ökologie. (23. Oktober 2020). *Ibo - Der Verein*. Von Ibo - Hauptseite: <https://www.ibo.at/ueber-uns/ibo-verein> abgerufen
- IBPM - Interdisziplinäres Bauprozessmanagement. (28. Dezember 2020). *IBPM - Hauptseite*. Von IBPM - Lehre - Integrated BIM Design Lab: <https://www.industriebau.tuwien.ac.at/lehre/integrated-bim-design-lab/allgemeines-zur-lv/> abgerufen
- IBU-Institut Bauen und Umwelt. (29. 10 2020). *Ibu - Der Verein*. Von Ibu - Hauptseite: <https://ibu-epd.com/ibu/> abgerufen
- IBU-Institut für Bauen und Umwelt. (2015). *Umwelt-Produktdeklaration*. Berlin: Ibu-Institut für Bauen und Umwelt.
- Institut für Hochbau und Technologie. (2011). *Tragwerke und Baukonstruktionen*. Wien: Institut für Hochbau und Technologie.
- Institut für soziale Ökologie/Statistik Austria. (2015). *Ressourcennutzung in Österreich - Bericht 2015*. Wien: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft.
- Kapfinger, O. Wieler, U. (2007). *Riess Wood - Modulare Holzbausysteme*. Wien: Springer Verlag.
- Klinger, M. (2019). *Ökologischer und ökonomischer Vergleich von EPS mit natürlichen Dämmstoffen*. Wien: Tu Wien-Institut für Hochbau und Technologie.
- Kovacic, I. Honic, M. (2019). *BIMaterial - Prozess-Design für den BIM-basierten materiellen Gebäudepass*. Wien: Institut für interdisziplinäres Bauprozessmanagement.
- Kropik, A. (2019). *Kalkulation und Kostenrechnung im Baubetrieb*. Wien: Tu Wien-Institut für interdisziplinäres Bauprozessmanagement.
- Kropik, A. (2019). *Mittellohnpreis-Kalkulation*. Wien: Bauwirtschaftliche Beratung GmbH.
- Mettke, A. Arnold, V. Schmidt, S. (2019). *Erste Schritte zum Urban Mining*. Brandenburg: Springer Verlag GmbH Deutschland.
- Neuhaus, H. (2017). *Ingenieurholzbau - Grundlagen, Bemessung, Nachweise, Beispiele*. Münster: Springer Verlag.
- Richtlinie2008/98/EG-Abfallrahmenrichtlinie2008. (2008). *Richtlinie2008/98/EG-Abfallrahmenrichtlinie2008*. Brüssel: Europäische Union.
- Schneller, S. (2013). *Baustoff-Recycling im Hochbau*. Wien: Technische Universität Wien.
- Schroeder, H. (2019). *Lehmbau-Mit Lehm ökologisch planen und bauen*. Weimar: Springer Verlag.

- Siemon,K. (2012). *Baukosten bei Neu- und Umbauten*. Wiesbaden: Springer Verlag.
- Stange,M. (2020). *Building Information Modeling im Planungs- und Bauprozess*. Wiesbaden: Springer Verlag.
- Technische Universität Wien. (2018). *Energie- und Ressourceneinsparung durch Urban Mining-Ansätze*. Wien: Bundesministerium für Verkehr,Innovation und Technologie.
- Tichelmann,K. Pfau,J. (2000). *Entwicklungswandel Wohnungsbau: Neue Gebäudekonzepte in Trocken und Leichtbauweise*. Wiesbaden: Springer Verlag.
- Umweltbundesamt. (2014). *Gebäudepass*. Wien: Umweltbundesamt GmbH.
- Westermayer,A. Rosenberger,R. (2018). *Leitfaden zum richtigen Umgang mit Baurestmassen auf Baustellen*. Wien: WKO-Geschäftsstelle Bau.

7 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1: Interessensdreieck – Ressourcen	9
Abbildung 1.2: Kreislaufwirtschaft.....	11
Abbildung 2.1: Grobkonzept der Modellvarianten.....	13
Abbildung 2.2: Vorgehensweise in der Forschungsarbeit	14
Abbildung 3.1: Inländischer Materialverbrauch (DMC) von 2000 bis 2017	17
Abbildung 3.2: Abfallaufkommen in Österreich 2017.....	19
Abbildung 3.3: Abfallhierarchie	22
Abbildung 3.4: Einteilung - Bau- und Abbruchabfälle	24
Abbildung 3.5: Materialeffizienz in Österreich von 2000-2017	32
Abbildung 3.6: BIM & Lebenszyklus eines Bauwerks.....	34
Abbildung 3.7: Grundidee des Gebäudepasses als Gebäudematerial-Informationssystem .	36
Abbildung 3.8: Schematische Darstellung einer Kostenermittlung	39
Abbildung 3.9: Kostenplanung.....	40
Abbildung 4.1: Prozesskette der BIM-basierte MGP- und Kostenberechnung.....	44
Abbildung 4.2: Axonometrische Ansicht	46
Abbildung 4.3: Grundriss - 1.Obergeschoss.....	47
Abbildung 4.4: Längsschnitt vom Gebäudemodell mit Bauteilbezeichnungen	48
Abbildung 4.5: Grobkonzept der Modellvarianten – Referenzmodell	52
Abbildung 4.6: Struktur der Informationsebenen	53
Abbildung 4.7: Element "Decke - D03"	56
Abbildung 4.8: Massenbezogene Baustoffverteilung des Elements "Decke D-03"	67
Abbildung 4.9: Baugliederung nach ÖNORM B1801-1	69
Abbildung 4.10: Grobe stoffliche Zusammensetzung der eingesetzten Materialien im RF- Modell	73
Abbildung 4.11: Grafik der im Referenzmodell eingesetzten Materialien und deren Massenanteile.....	74
Abbildung 4.12: GWP-Werte bei der Errichtung und nach 100 Jahren – RF-Modell.....	75
Abbildung 4.13: AP-Werte bei der Errichtung und nach 100 Jahren – RF-Modell	75
Abbildung 4.14: PENRT-Werte bei der Errichtung und nach 100 Jahren – RF-Modell	75
Abbildung 4.15: Prozentuelle Kostenanteile - Baugliederung 2.Ebene – RF-Modell.....	76
Abbildung 4.16: Grobkonzept der Modellvarianten – Ö-OP-Modell.....	78
Abbildung 4.17: Grobe stoffliche Zusammensetzung der eingesetzten Materialien im Ö-OP- Modell	83
Abbildung 4.18: Grafik der im ökologisch optimierten Modell eingesetzten Materialien und deren Massenanteile	84
Abbildung 4.19: GWP-Werte bei der Errichtung und nach 100 Jahren – Ö-OP-Modell	85
Abbildung 4.20: AP-Werte bei der Errichtung und nach 100 Jahren – Ö-OP-Modell	85
Abbildung 4.21: PENRT-Werte bei der Errichtung und nach 100 Jahren – Ö-OP-Modell.....	86
Abbildung 4.22: Prozentuelle Kostenanteile - Baugliederung 2.Ebene – Ö-OP-Modell	87
Abbildung 4.23: Grobkonzept der Modellvarianten – ÖÖ-OP-Modell.....	89
Abbildung 4.24: Grobe stoffliche Zusammensetzung der eingesetzten Materialien im ÖÖ-OP- Modell	91
Abbildung 4.25: Grafik der im ÖÖ-OP-Modell eingesetzten Materialien und deren Massenanteile.....	92
Abbildung 4.26: GWP-Werte bei der Errichtung und nach 100 Jahren – ÖÖ-OP-Modell	93
Abbildung 4.27: AP-Werte bei der Errichtung und nach 100 Jahren – ÖÖ-OP-Modell	93

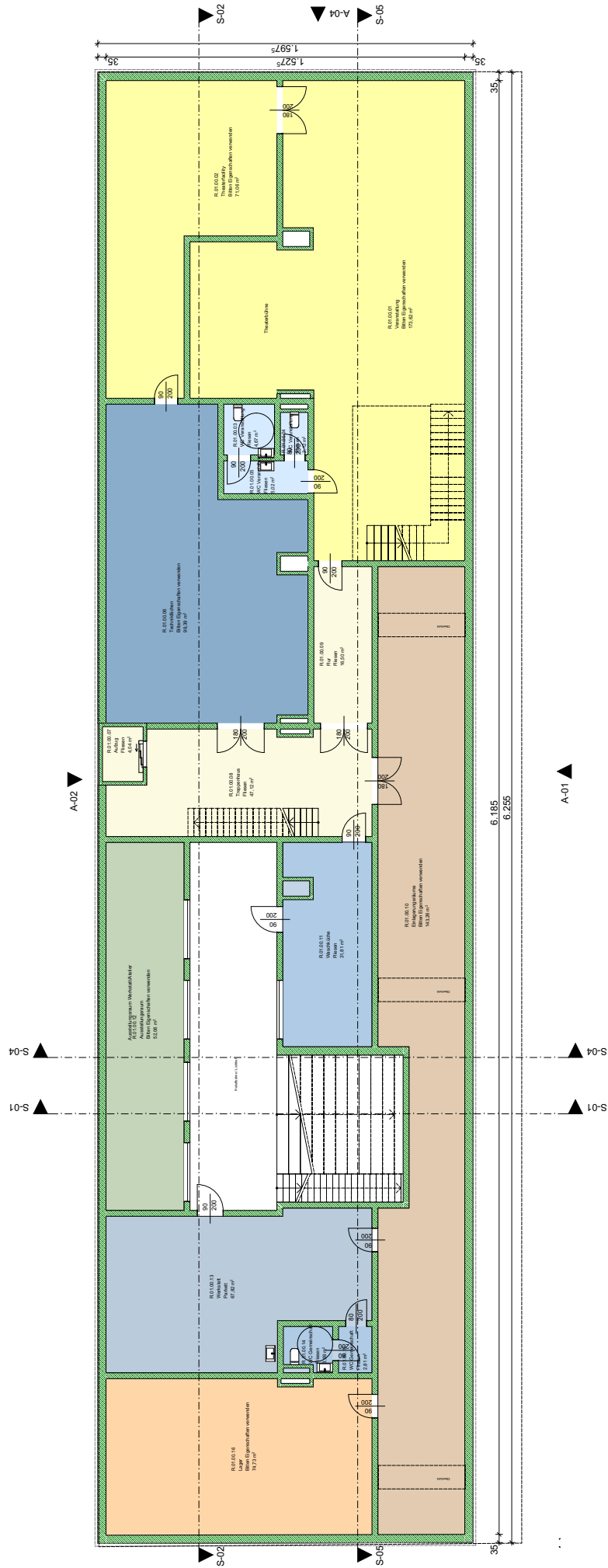
Abbildung 4.28: PENRT-Werte bei der Errichtung und nach 100 Jahren – ÖÖ-OP-Modell..	93
Abbildung 4.29: Prozentuelle Kostenanteile - Baugliederung 2.Ebene – ÖÖ-OP-Modell	94
Abbildung 4.30: Anfallende Massen in einem Zeitraum von 100 Jahren.....	97
Abbildung 4.31: Recyclingmassen in einem Zeitraum von 100 Jahren	97
Abbildung 4.32: Recyclinganteile der drei Modellvarianten	98
Abbildung 4.33: Abfallmassen in einem Zeitraum von 100 Jahren.....	99
Abbildung 4.34: Vergleich der GWP-Werte der drei Modellvarianten.....	100
Abbildung 4.35: Vergleich der AP-Werte der drei Modellvarianten	101
Abbildung 4.36: Vergleich der PENRT-Werte der drei Modellvarianten	101
Abbildung 4.37: Vergleich der Errichtungskosten/BRI der drei Modellvarianten	102
Abbildung 4.38: Vergleich der Errichtungskosten/BGF der drei Modellvarianten.....	103
Abbildung 5.1: Grobkonzept der Modellvarianten.....	104

8 Tabellenverzeichnis

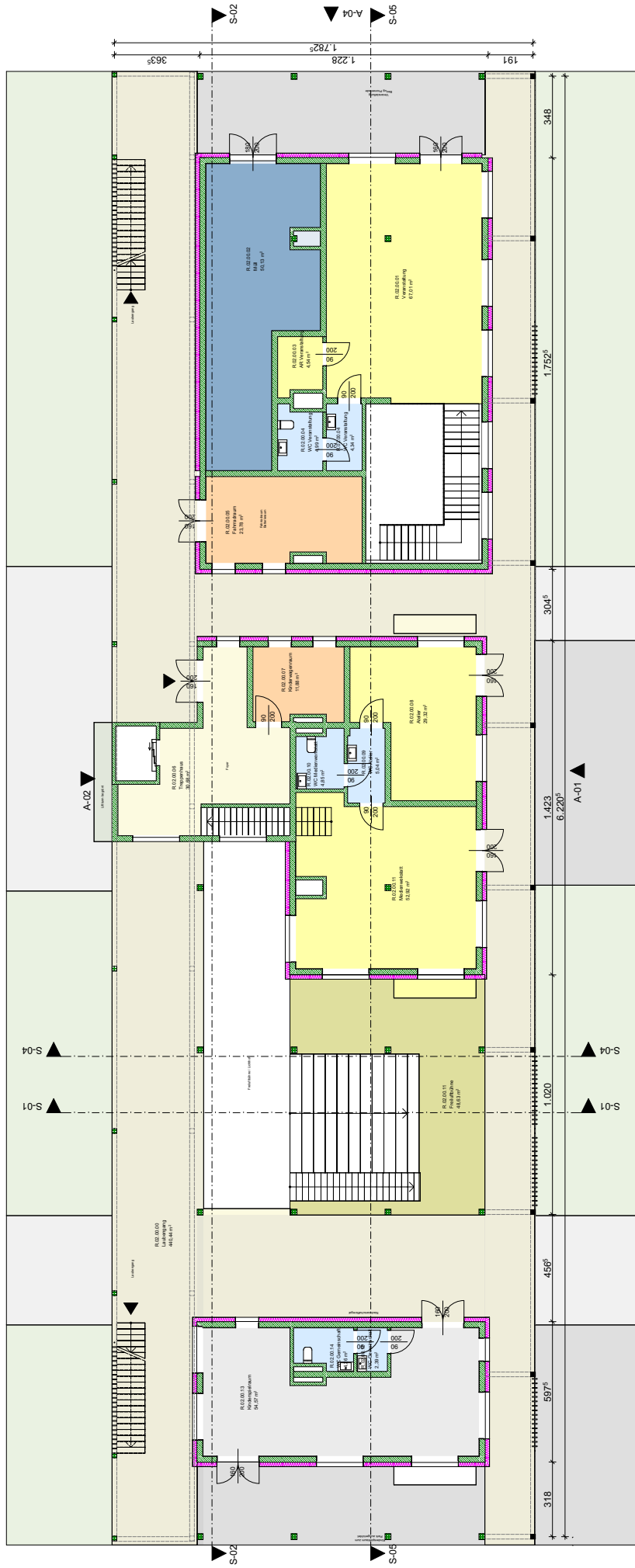
Tabelle 4.1: Aufbauten der horizontalen und vertikalen Bauteile	50
Tabelle 4.2: Auszug der Liste der Schichtkombinationen.....	55
Tabelle 4.3: Liste von ökologischen Kenngrößen der wesentlichen Baumaterialien nach „IBO“	60
Tabelle 4.4: Verwertungspotential und fiktive Reduktion/Erhöhung der betrachteten Abfallmengen.....	60
Tabelle 4.5: Angaben zu den Nutzungsdauern und Verwertungspotentiale der wesentlichsten Baumaterialien.....	61
Tabelle 4.6: Herleitung von vergleichbaren ökologischen Materialkennwerten.....	64
Tabelle 4.7: Liste von ökologischen Kennwerten der wesentlichen Baumaterialien nach IBU	64
Tabelle 4.8: Liste der im Gebäude eingesetzten Baustoffe	68
Tabelle 4.9: Kostenkennwerte und Kosten einzelner Elemente (3.Ebene)	71
Tabelle 4.10: Kosten nach KG-1.Ebene und Parameterbezogene Kosten – RF-Modell	77
Tabelle 4.11: Deckenaufbau "D01" vor und nach der ökologischen Optimierung	79
Tabelle 4.12: Ökologische Kennwerte für zement- und kunstharzgebundene Holzspanplatten	79
Tabelle 4.13: Deckenaufbau "D03" - vor und nach der ökologischen Optimierung	80
Tabelle 4.14: Ökologische Kennwerte für Dämmungen aus Steinwolle und Holfasern.....	80
Tabelle 4.15: Wandaufbau "W05" - vor und nach der ökologischen Optimierung	81
Tabelle 4.16: Ökologische Kennwerte für Gipskartonplatten und Lehmbauplatten.....	81
Tabelle 4.17: Ökologische Kennwerte für Kunststoff- und Holzfenster	81
Tabelle 4.18: Preise diverser Anbieter für die eingesetzten Materialien.....	82
Tabelle 4.19: Kosten nach KG-1.Ebene und Parameterbezogene Kosten – Ö-OP-Modell ..	88
Tabelle 4.20: Berechnung der neuen Kostenkennwerte.....	90
Tabelle 4.21: Prozentuelle Kostenänderung.....	90
Tabelle 4.22: Kosten nach KG-1.Ebene und Parameterbezogene Kosten – Ökologisch und ökonomisch optimiertes Modell	95

9 Anhang

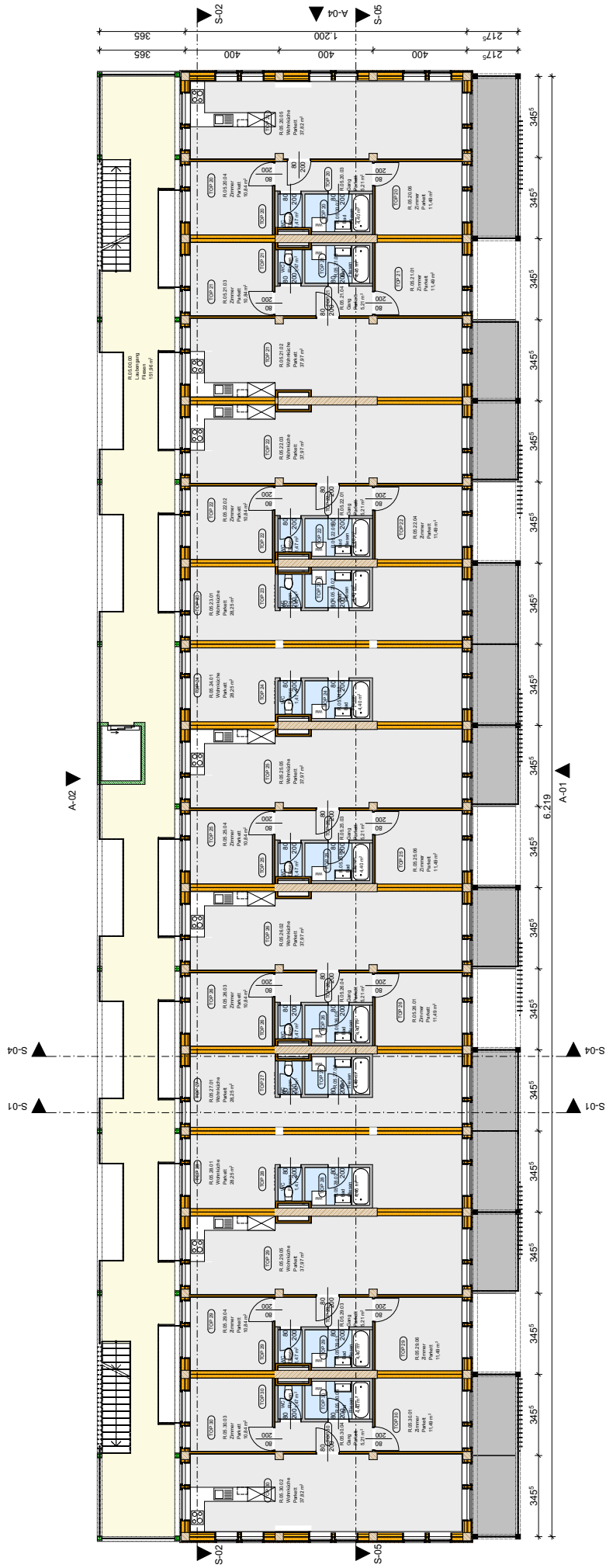
9.1 Gebäudemodell



KELLERGESCHOSS



ERDGESCHOSS



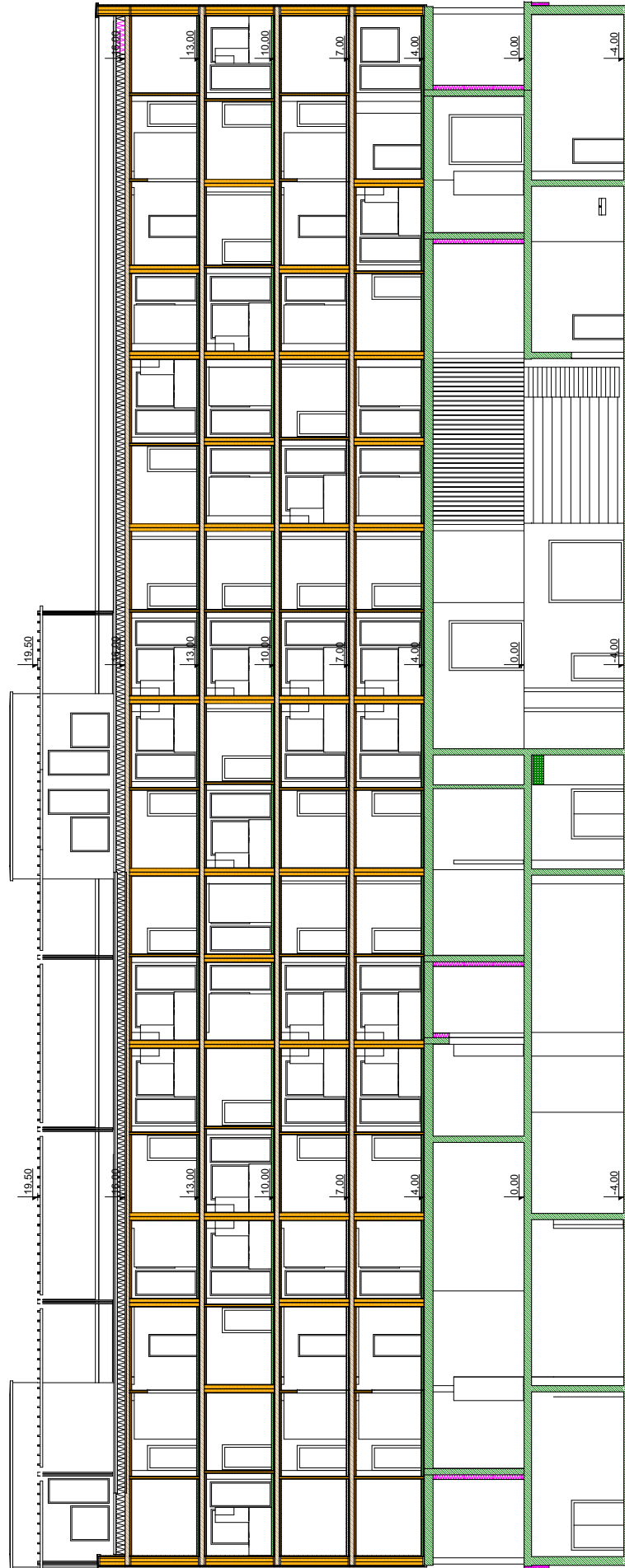
3. OBERGESCHOSS



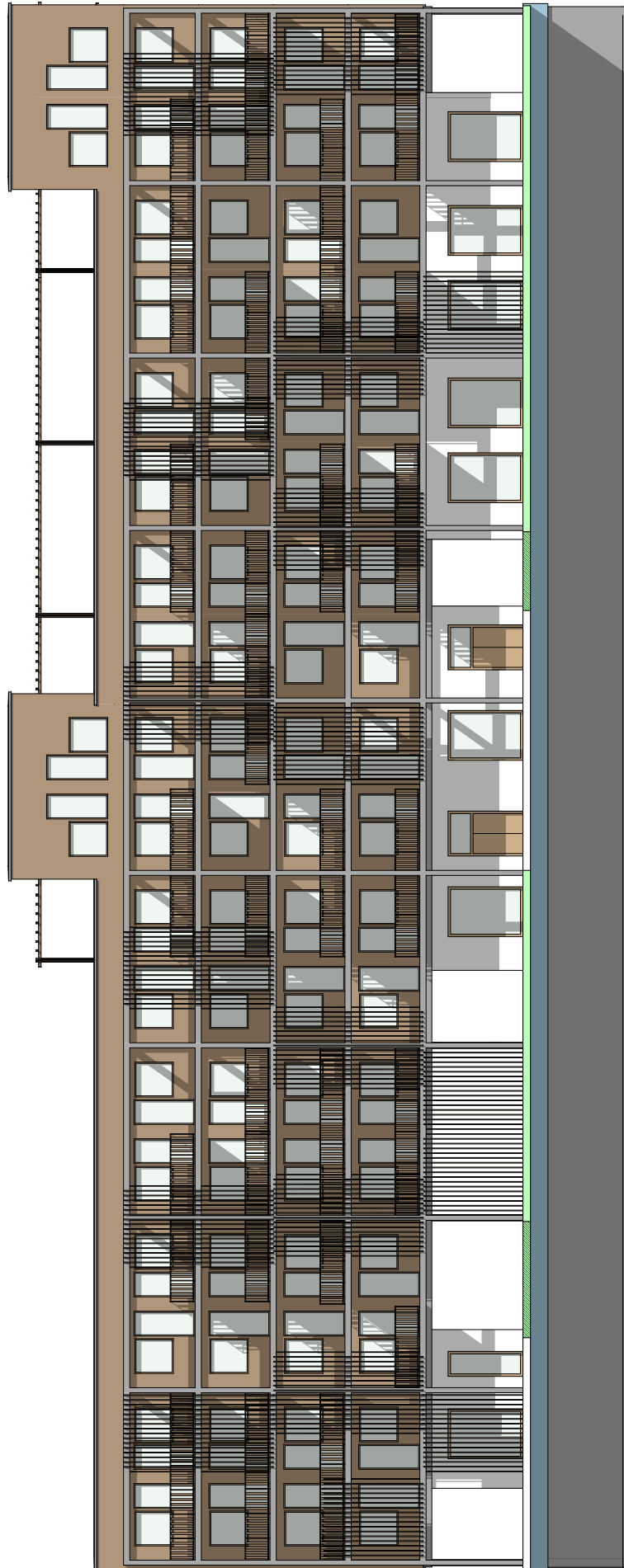
4. OBERGESCHOSS



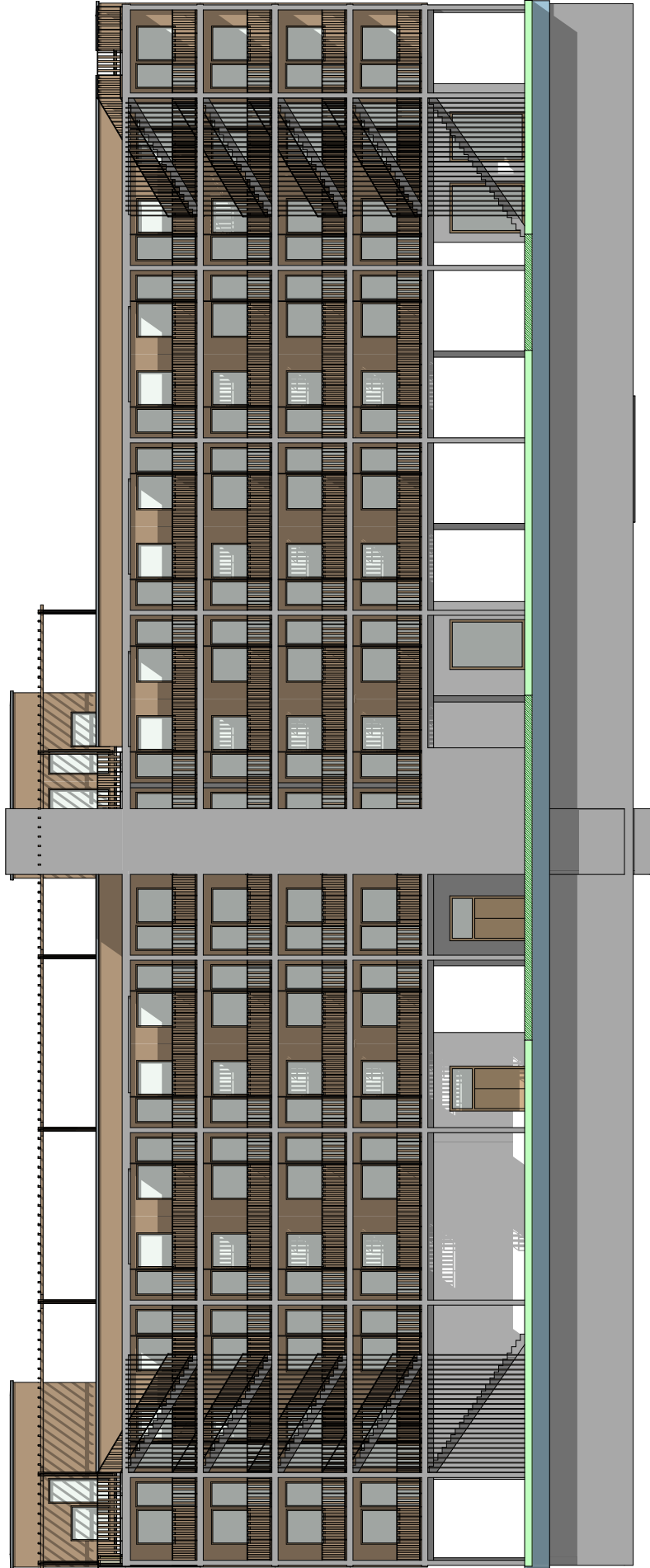
SCHNITT S-01



SCHNITT S-02

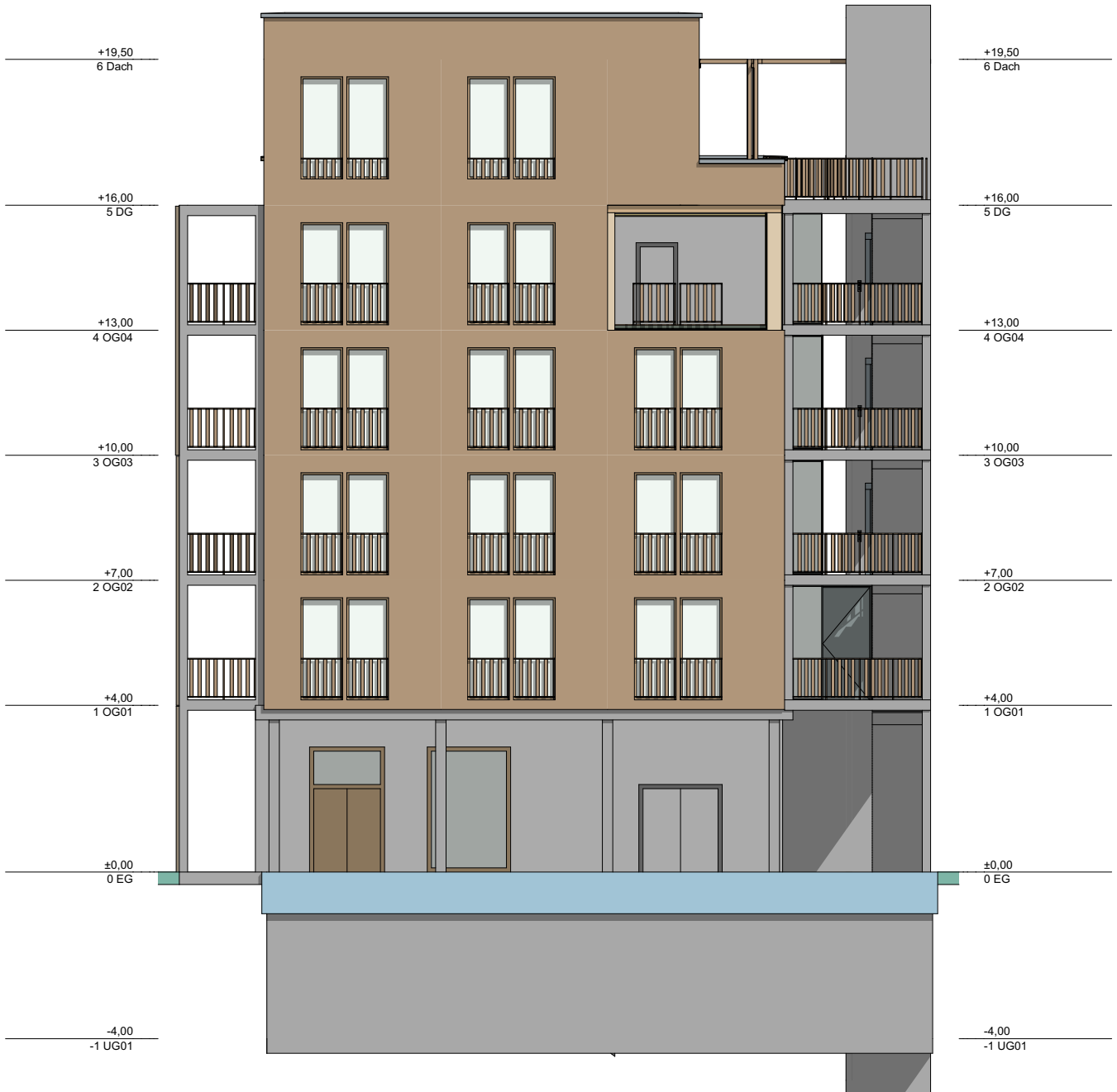


ANSICHT A-01

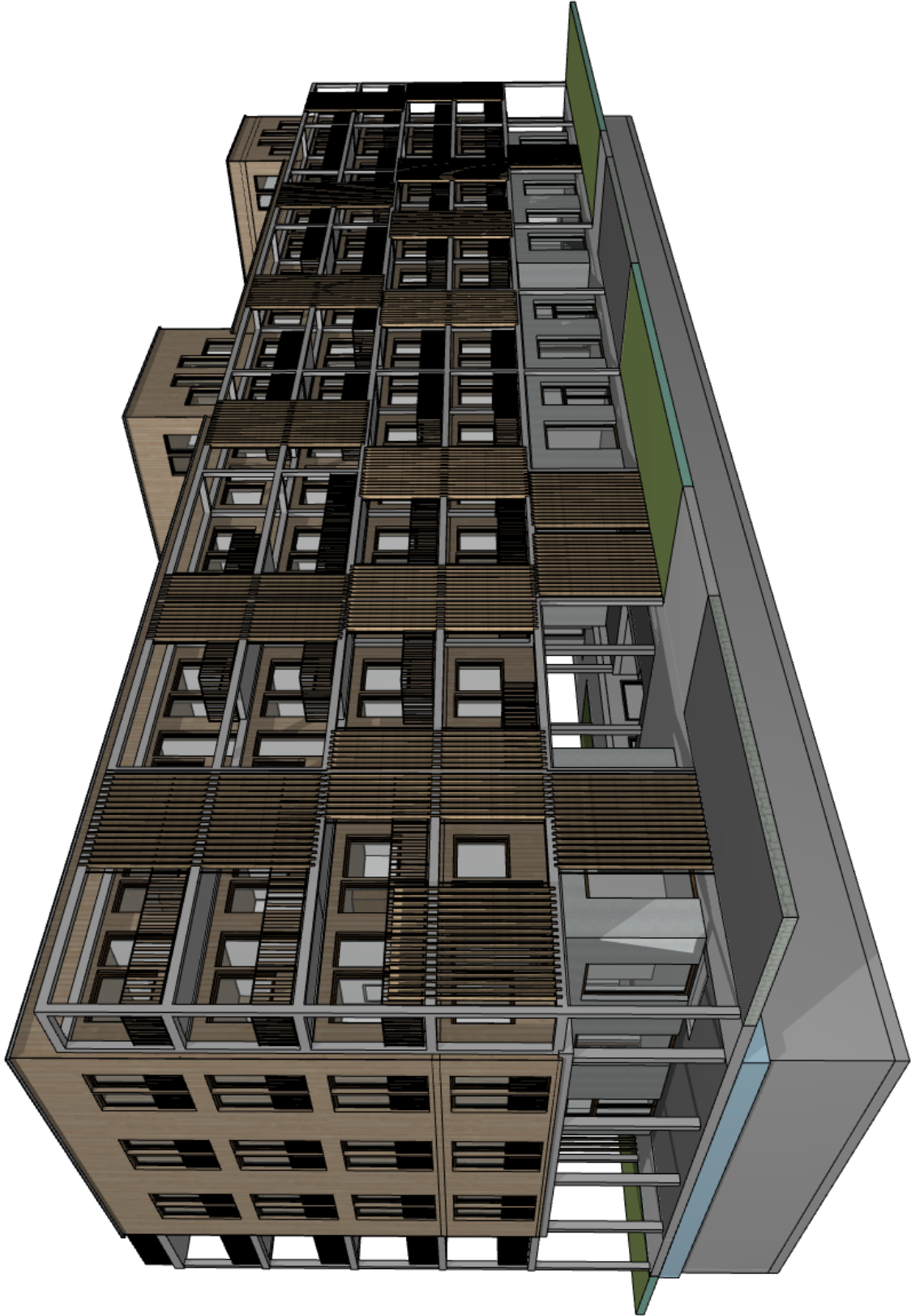


ANSICHT A-02

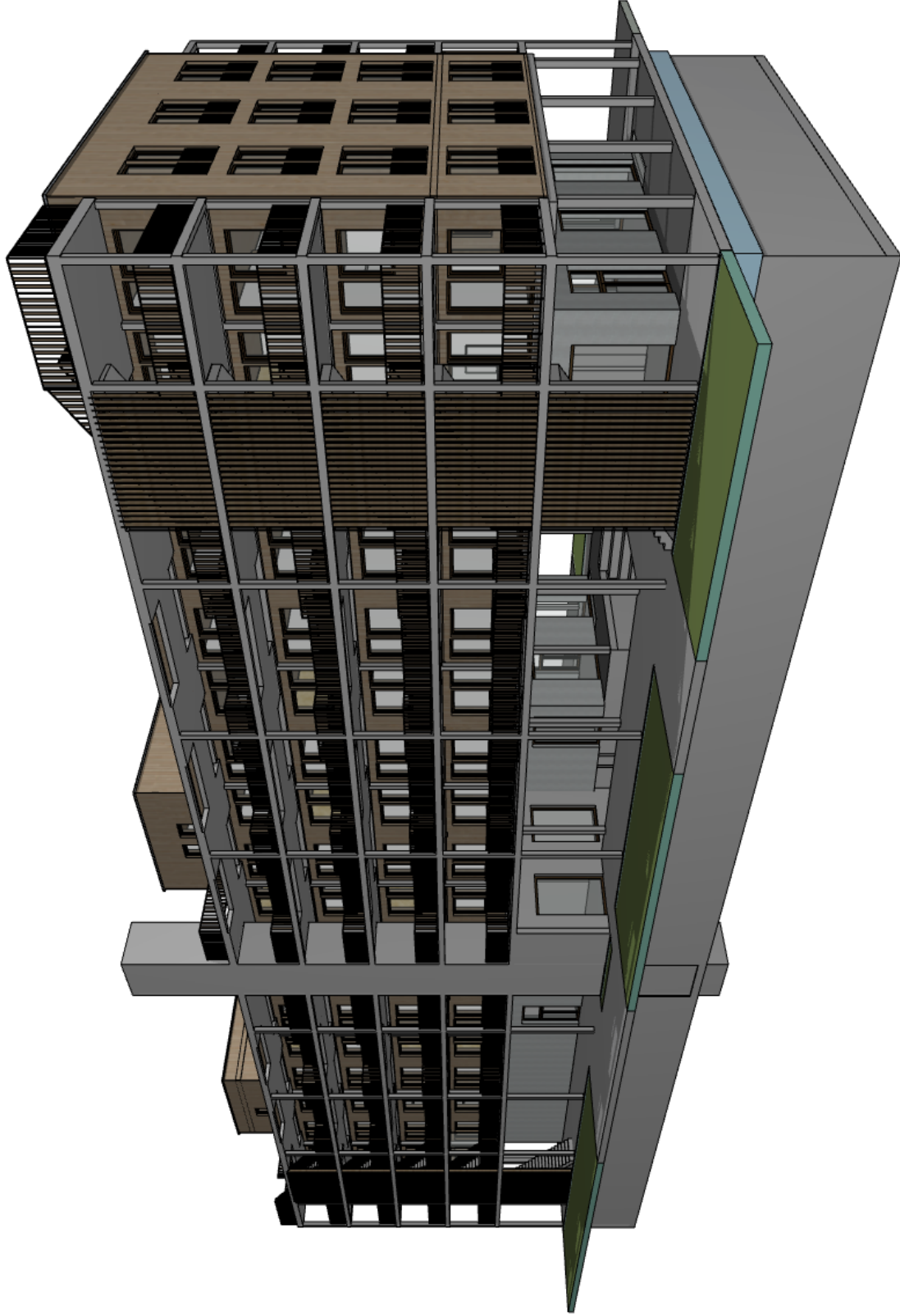
Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
 The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



ANSICHT A-03



3D-MODELL



3D-MODELL

9.2 Materielle Gebäudepass – Berechnung

Treppen - "Referenzmodell"

A	Bauteilaufbau (dataholz-bearbeitet)	Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer IBO	Lebensdauer angepasst	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	Dichte IBO [kg/m³]	GWP(100) [kg CO2 eq./kg]	AP [kg SO2 eq./kg]	PERNT [MJ/kg]	Flächenbezogene Masse [kg/m²]	Flächenbezogene Masse (Anteil) [kg/m²]	bei Errichtung		nach 100 Jahren	
													Masse [kg]	Masse [kg]	Masse [kg]	Masse [kg]
1	Treppe 120/400/20	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	100	0,20	Stahlbeton	2400	0,161439	0,000429	1,657461	480	480	12.787,20	12.787,20		
2	Treppe 150/400/20	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	100	0,20	Stahlbeton	2400	0,161439	0,000429	1,657461	480	480	6.748,80	6.748,80		
3	Treppe 120/300/20	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	100	0,20	Stahlbeton	2400	0,161439	0,000429	1,657461	480	480	21.912,00	21.912,00		
K					0,600								41.448,00	41.448,00		

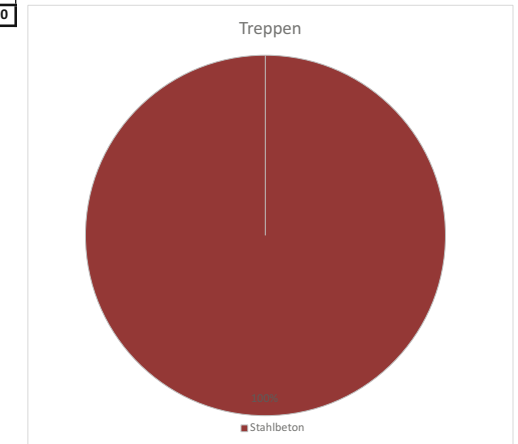
A	Bauteilaufbau (dataholz-bearbeitet)	Entsorgungseinstufung	Verwertungspotential	bei Errichtung		nach 100 Jahren		bei Errichtung			nach 100 Jahren		
				recyclebare Masse [kg]	Abfall Masse [kg]	recyclebare Masse [kg]	Abfall Masse [kg]	GWP(100) [t CO2 eq.]	AP [kg SO2 eq.]	PEI _{ne} [GJ]	GWP(100) [t CO2 eq.]	AP [kg SO2 eq.]	PEI _{ne} [GJ]
1	Treppe 120/400/20	2	2	6.393,60	6.393,60	6.393,60	6.393,60	2,06	5,49	21,19	2,06	5,49	21,19
2	Treppe 150/400/20	2	2	3.374,40	3.374,40	3.374,40	3.374,40	1,09	2,90	11,19	1,09	2,90	11,19
3	Treppe 120/300/20	2	2	10.956,00	10.956,00	10.956,00	10.956,00	3,54	9,40	36,32	3,54	9,40	36,32
K				20.724,00	20.724,00	20.724,00	20.724,00	6,69	17,78	68,70	6,69	17,78	68,70

Fläche [m²] - 120/400/20
26,64 m²
Fläche [m²] - 150/400/20
14,06 m²
Fläche [m²] - 120/300/20
45,65 m²

Verwertungspot.	Recycling	Abfall
1	75%	25%
2	50%	50%
3	25%	75%
4	0%	100%
5	0%	125%

Mineralischer Baustoff
Organischer Baustoff
Metallischer Baustoff

Summe	Anteil	Summe Masse [kg]
Stahlbeton	100%	41.448,00
	100%	41.448,00



Anfallende Massen

A	Bauteilaufbau	Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	0=Errichtung 10 20 25 30 35 40 50 60 70 75 80 90 100														Ende der LD		
						10	20	25	30	35	40	50	60	70	75	80	90	100				
1	Treppe 120/400/20	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	0,2	Stahlbeton	12.787,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.787,20	12.787,20	
2	Treppe 150/400/20	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	0,2	Stahlbeton	6.748,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.748,80	6.748,80
3	Treppe 120/300/20	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	0,2	Stahlbeton	21.912,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21.912,00	21.912,00
K				0,600		41.448,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41.448,00	41.448,00

Recycling

A	Bauteilaufbau	Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	0=Errichtung 10 20 25 30 35 40 50 60 70 75 80 90 100														Recycling				
						10	20	25	30	35	40	50	60	70	75	80	90	100						
1	Treppe 120/400/20	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	0,2	Stahlbeton	12.787,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.393,60	6.393,60	
2	Treppe 150/400/20	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	0,2	Stahlbeton	6.748,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.374,40	3.374,40
3	Treppe 120/300/20	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	0,2	Stahlbeton	21.912,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.956,00	10.956,00
K				0,600		41.448,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20.724,00	20.724,00

Abfall

A	Bauteilaufbau	Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	0=Errichtung 10 20 25 30 35 40 50 60 70 75 80 90 100														Abfall					
						10	20	25	30	35	40	50	60	70	75	80	90	100							
1	Treppe 120/400/20	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	0,2	Stahlbeton	12.787,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.393,60	6.393,60	
2	Treppe 150/400/20	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	0,2	Stahlbeton	6.748,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.374,40	3.374,40
3	Treppe 120/300/20	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	0,2	Stahlbeton	21.912,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.956,00	10.956,00
K				0,600		41.448,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20.724,00	20.724,00

Stützen - "Referenzmodell"

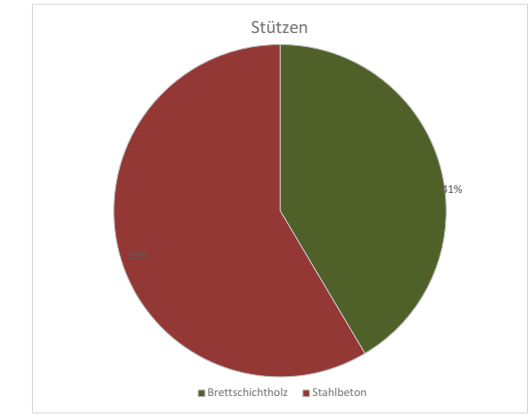
A	Bauteilaufbau (dataholz-bearbeitet)	Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer IBO	Lebensdauer angepasst	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	Dichte IBO [kg/m³]	GWP(100) [kg CO2 eq./kg]	AP [kg SO2 eq./kg]	PERNT [MJ/kg]	Flächenbezogene Masse [kg/m²]	Flächenbezogene Masse (Anteil) [kg/m²]	bei Errichtung		nach 100 Jahren	
													Masse [kg]	Masse [kg]	Masse [kg]	Masse [kg]
1	Stütze 20/20/1200 - Stahlbeton	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	100	12,00	Stahlbeton	2400	0,161439	0,000429	1,657461	28800	28800	24.192,00	24.192,00		
2	Stütze 20/20/1600 - Stahlbeton	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	100	16,00	Stahlbeton	2400	0,161439	0,000429	1,657461	38400	38400	30.720,00	30.720,00		
3	Stütze 25/25/400 - Stahlbeton	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	100	4,00	Stahlbeton	2400	0,161439	0,000429	1,657461	9600	9600	12.000,00	12.000,00		
4	Stütze 35/35/282 - BSH	Brettschichtholz, verleimt IA (525 kg/m³)	100	100	2,82	Brettschichtholz	525	-1,235482	0,002357	7,391496	1480,5	1480,5	43.526,70	43.526,70		
5	Stütze 35/35/332 - BSH	Brettschichtholz, verleimt IA (525 kg/m³)	100	100	3,32	Brettschichtholz	525	-1,235482	0,002357	7,391496	1743	1743	3.852,03	3.852,03		
K					38,140								114.290,73	114.290,73		

A	Bauteilaufbau (dataholz-bearbeitet)	Entsorgungseinstufung	Verwertungspotential	bei Errichtung		nach 100 Jahren		bei Errichtung			nach 100 Jahren		
				recyclebare Masse [kg]	Abfall Masse [kg]	recyclebare Masse [kg]	Abfall Masse [kg]	GWP(100) [t CO2 eq.]	AP [kg SO2 eq.]	PEI _{ne} [G]	GWP(100) [t CO2 eq.]	AP [kg SO2 eq.]	PEI _{ne} [G]
1	Stütze 20/20/1200 - Stahlbeton	2	2	12.096,00	12.096,00	12.096,00	12.096,00	3,91	10,38	40,10	3,91	10,38	40,10
2	Stütze 20/20/1600 - Stahlbeton	2	2	15.360,00	15.360,00	15.360,00	15.360,00	4,96	13,18	50,92	4,96	13,18	50,92
3	Stütze 25/25/400 - Stahlbeton	2	2	6.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00	1,94	5,15	19,89	1,94	5,15	19,89
4	Stütze 35/35/282 - BSH	1	1	32.645,03	10.881,68	32.645,03	10.881,68	53,78	102,59	321,73	53,78	102,59	321,73
5	Stütze 35/35/332 - BSH	1	1	2.889,02	963,01	2.889,02	963,01	4,76	9,08	28,47	4,76	9,08	28,47
K				68.990,05	45.300,68	68.990,05	45.300,68	47,73	140,38	461,10	47,73	140,38	461,10

Fläche [m²] - 20/20/1200	Verwertungspot.	Recycling	Abfall
0,84 m²	1	75%	25%
Fläche [m²] - 20/20/1600	2	50%	50%
0,80 m²	3	25%	75%
Fläche [m²] - 25/25/400	4	0%	100%
1,25 m²	5	0%	125%
Fläche [m²] - 35/35/282			
29,40 m²			
Fläche [m²] - 35/35/332			
2,21 m²			

Verwertungspot.	Recycling	Abfall
1	75%	25%
2	50%	50%
3	25%	75%
4	0%	100%
5	0%	125%

Mineralischer Baustoff	Organischer Baustoff	Metallischer Baustoff	Summe	
			Anteil	Summe Masse [kg]
			41%	47.378,73
			59%	66.912,00
			100%	114.290,73



Anfallende Massen

A	Bauteilaufbau	Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	0=Errichtung 10 20 25 30 35 40 50 60 70 75 80 90 100 Ende der LD																	
						0=Errichtung	10	20	25	30	35	40	50	60	70	75	80	90	100	Ende der LD			
1	Stütze 20/20/1200 - Stahlbeton	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	12	Stahlbeton	24.192,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24.192,00	24.192,00	
2	Stütze 20/20/1600 - Stahlbeton	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	16	Stahlbeton	30.720,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30.720,00	30.720,00
3	Stütze 25/25/400 - Stahlbeton	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	4	Stahlbeton	12.000,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.000,00	12.000,00
4	Stütze 35/35/282 - BSH	Brettschichtholz, verleimt IA (525 kg/m³)	100	2,82	Brettschichtholz	43.526,70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43.526,70	43.526,70
5	Stütze 35/35/332 - BSH	Brettschichtholz, verleimt IA (525 kg/m³)	100	3,32	Brettschichtholz	3.852,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.852,03	3.852,03
K				38,140		114.290,73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	114.290,73	114.290,73

Recycling

A	Bauteilaufbau	Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	0=Errichtung 10 20 25 30 35 40 50 60 70 75 80 90 100 Recycling																		
						0=Errichtung	10	20	25	30	35	40	50	60	70	75	80	90	100	Recycling				
1	Stütze 20/20/1200 - Stahlbeton	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	12	Stahlbeton	24.192,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.096,00	12.096,00
2	Stütze 20/20/1600 - Stahlbeton	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	16	Stahlbeton	30.720,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15.360,00	15.360,00
3	Stütze 25/25/400 - Stahlbeton	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	4	Stahlbeton	12.000,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.000,00	6.000,00
4	Stütze 35/35/282 - BSH	Brettschichtholz, verleimt IA (525 kg/m³)	100	2,82	Brettschichtholz	43.526,70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32.645,03	32.645,03
5	Stütze 35/35/332 - BSH	Brettschichtholz, verleimt IA (525 kg/m³)	100	3,32	Brettschichtholz	3.852,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.889,02	2.889,02
K				38,140		114.290,73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	68.990,05	68.990,05

Abfall

A	Bauteilaufbau	Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	0=Errichtung 10 20 25 30 35 40 50 60 70 75 80 90 100 Abfall																			
						0=Errichtung	10	20	25	30	35	40	50	60	70	75	80	90	100	Abfall					
1	Stütze 20/20/1200 - Stahlbeton	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	12	Stahlbeton	24.192,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.096,00	12.096,00
2	Stütze 20/20/1600 - Stahlbeton	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	16	Stahlbeton	30.720,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15.360,00	15.360,00
3	Stütze 25/25/400 - Stahlbeton	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	4	Stahlbeton	12.000,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.000,00	6.000,00
4	Stütze 35/35/282 - BSH	Brettschichtholz, verleimt IA (525 kg/m³)	100	2,82	Brettschichtholz	43.526,70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.881,68	10.881,68
5	Stütze 35/35/332 - BSH	Brettschichtholz, verleimt IA (525 kg/m³)	100	3,32	Brettschichtholz	3.852,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	963,01	963,01
K				38,140		114.290,73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45.300,68	45.300,68

Träger - "Referenzmodell"

A	Bauteilaufbau (dataholz-bearbeitet)	Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer IBO	Lebensdauer angepasst	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	Dichte IBO [kg/m³]	GWP(100) [kg CO2 eq./kg]	AP [kg SO2 eq./kg]	PERNT [MJ/kg]	Flächenbezogene Masse [kg/m²]	Flächenbezogene Masse (Anteil) [kg/m²]	bei Errichtung	nach 100 Jahren
													Masse [kg]	Masse [kg]
1	Unterzug 20/25/210 - Stahlbeton	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	100	210,00	Stahlbeton	2400	1,94	0,014126	1,657461	504000	504000	25.200,00	25.200,00
2	Unterzug 20/25/205 - Stahlbeton	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	100	205,00	Stahlbeton	2400	-1,003	0,00288	1,657461	492000	492000	24.600,00	24.600,00
3	Unterzug 20/25/265 - Stahlbeton	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	100	265,00	Stahlbeton	2400	0	0	1,657461	636000	636000	31.800,00	31.800,00
K					680,000								81.600,00	81.600,00

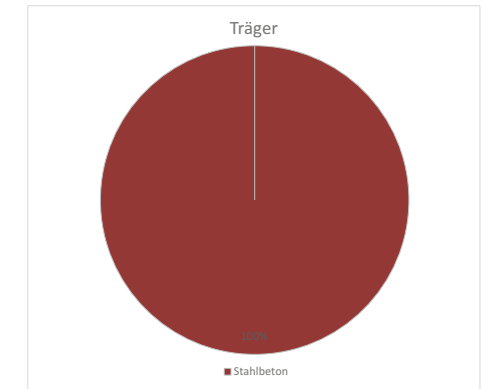
A	Bauteilaufbau (dataholz-bearbeitet)	Entsorgungseinstufung	Verwertungspotential	bei Errichtung		nach 100 Jahren		bei Errichtung			nach 100 Jahren		
				recyclebare Masse [kg]	Abfall Masse [kg]	recyclebare Masse [kg]	Abfall Masse [kg]	GWP(100) [t CO2 eq.]	AP [kg SO2 eq.]	PEI _{ne} [GJ]	GWP(100) [t CO2 eq.]	AP [kg SO2 eq.]	PEI _{ne} [GJ]
1	Unterzug 20/25/210 - Stahlbeton	2	2	12.600,00	12.600,00	12.600,00	12.600,00	48,89	355,98	41,77	48,89	355,98	41,77
2	Unterzug 20/25/205 - Stahlbeton	2	2	12.300,00	12.300,00	12.300,00	12.300,00	24,67	70,85	40,77	24,67	70,85	40,77
3	Unterzug 20/25/265 - Stahlbeton	2	2	15.900,00	15.900,00	15.900,00	15.900,00	-	-	52,71	-	-	52,71
K				40.800,00	40.800,00	40.800,00	40.800,00	24,21	426,82	135,25	24,21	426,82	135,25

Fläche [m²] - 20/20/1200	0,05 m²
--------------------------	---------

Verwertungspot.	Recycling	Abfall
1	75%	25%
2	50%	50%
3	25%	75%
4	0%	100%
5	0%	125%

Mineralischer Baustoff
Organischer Baustoff
Metallischer Baustoff

Summe	Anteil	Summe Masse [kg]
Stahlbeton	100%	81.600,00
	100%	81.600,00



Anfallende Massen

A	Bauteilaufbau	Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	0=Errichtung	10	20	25	30	35	40	50	60	70	75	80	90	100	Ende der LD
						1	Unterzug 20/25/210 - Stahlbeton	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	210	Stahlbeton	25.200,00	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Unterzug 20/25/205 - Stahlbeton	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	205	Stahlbeton	24.600,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24.600,00	24.600,00
3	Unterzug 20/25/265 - Stahlbeton	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	265	Stahlbeton	31.800,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31.800,00	31.800,00
K				680,000		81.600,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	81.600,00	81.600,00

Recycling

A	Bauteilaufbau	Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	0=Errichtung	10	20	25	30	35	40	50	60	70	75	80	90	100	Recycling
						1	Unterzug 20/25/210 - Stahlbeton	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	210	Stahlbeton	25.200,00	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Unterzug 20/25/205 - Stahlbeton	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	205	Stahlbeton	24.600,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.300,00	12.300,00
3	Unterzug 20/25/265 - Stahlbeton	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	265	Stahlbeton	31.800,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15.900,00	15.900,00
K				680,000		81.600,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40.800,00	40.800,00

Abfall

A	Bauteilaufbau	Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	0=Errichtung	10	20	25	30	35	40	50	60	70	75	80	90	100	Abfall
						1	Unterzug 20/25/210 - Stahlbeton	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	210	Stahlbeton	25.200,00	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Unterzug 20/25/205 - Stahlbeton	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	205	Stahlbeton	24.600,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.300,00	12.300,00
3	Unterzug 20/25/265 - Stahlbeton	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	265	Stahlbeton	31.800,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15.900,00	15.900,00
K				680,000		81.600,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40.800,00	40.800,00

Kunststofffenster - "Referenzmodell"

A	Bauteilaufbau (dataholz-bearbeitet)	Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer IBO	Lebensdauer angepasst	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	Dichte IBO [kg/m³]	GWP(100) [kg CO2 eq./m²]	AP [kg SO2 eq./m²]	PERNT [MJ/m²]	Flächenbezogene Masse [kg/m²]	Flächenbezogene Masse (Anteil) [kg/m²]	bei Errichtung		nach 100 Jahren	
													Masse [kg]	Masse [kg]	Masse [kg]	Masse [kg]
1	Kunststofffenster	Kunststofffenster-Rahmen	35	35	0,00	Kunststoff	0,00	151	0,559	3404	28,00	11,2	12.050,75	34.430,72		
2	Fensterglas	Wärmeschutzglas für Fenster	35	35	0,05	Glas	2500,00	40,8	0,311	534	125,00	125	134.495,00	384.271,43		
3	Kunststofffenster	Kunststofffenster-Stock	35	35	0,00	Kunststoff	0,00	151	0,559	3404	28,00	16,8	18.076,13	51.646,08		
K					0,050								164.621,88	470.348,23		

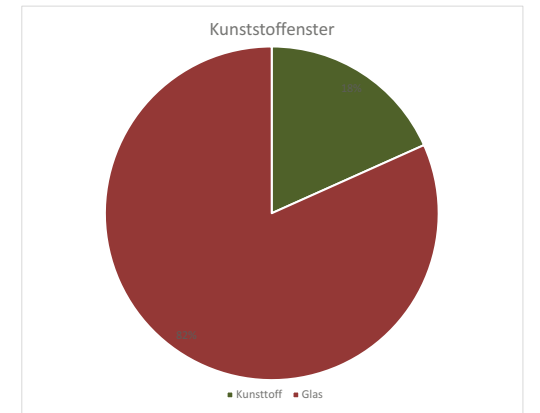
A	Bauteilaufbau (dataholz-bearbeitet)	Entsorgungseinstufung	Verwertungspotential	bei Errichtung		nach 100 Jahren		bei Errichtung			nach 100 Jahren		
				recyclebare Masse [kg]	Abfall Masse [kg]	recyclebare Masse [kg]	Abfall Masse [kg]	GWP(100) [t CO2 eq.]	AP [kg SO2 eq.]	PEI _{ne} [GJ]	GWP(100) [t CO2 eq.]	AP [kg SO2 eq.]	PEI _{ne} [GJ]
1	Kunststofffenster	4	3	3.012,69	9.038,06	8.607,68	25.823,04	64,99	240,58	1.465,03	185,68	687,38	4.185,79
2	Fensterglas	2	2	67.247,50	67.247,50	192.135,71	192.135,71	43,90	334,62	574,56	125,43	956,07	1.641,61
3	Kunststofffenster	4	3	4.519,03	13.557,10	12.911,52	38.734,56	97,48	360,88	2.197,54	278,52	1.031,08	6.278,69
K				74.779,22	89.842,66	213.654,91	256.693,31	206,37	936,09	4.237,13	589,63	2.674,53	12.106,09

Fläche [m²] - Fensterrahmen/-stock	1075,96 m²
Fläche [m²] - Fensterglas	1075,96 m²

Verwertungspot.	Recycling	Abfall
1	75%	25%
2	50%	50%
3	25%	75%
4	0%	100%
5	0%	125%

Mineralischer Baustoff
Organischer Baustoff
Metallischer Baustoff

Summe	Anteil	Summe Masse [kg]
Kunststoff	18%	30.126,88
Glas	82%	134.495,00
	100%	164.621,88



Anfallende Massen

A	Bauteilaufbau	Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	0=Errichtung														Ende der LD					
						10	20	25	30	35	40	50	60	70	75	80	90	100							
1	Kunststofffenster	Kunststofffenster-Rahmen	35	0	Kunststoff	12.050,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Fensterglas	Wärmeschutzglas für Fenster	35	0,05	Glas	134.495,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	Kunststofffenster	Kunststofffenster-Stock	35	0	Kunststoff	18.076,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K				0,050		164.621,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Recycling

A	Bauteilaufbau	Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	0=Errichtung														Recycling					
						10	20	25	30	35	40	50	60	70	75	80	90	100							
1	Kunststofffenster	Kunststofffenster-Rahmen	35	0	Kunststoff	12.050,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Fensterglas	Wärmeschutzglas für Fenster	35	0,05	Glas	134.495,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	Kunststofffenster	Kunststofffenster-Stock	35	0	Kunststoff	18.076,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K				0,050		164.621,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Abfall

A	Bauteilaufbau	Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	0=Errichtung														Abfall					
						10	20	25	30	35	40	50	60	70	75	80	90	100							
1	Kunststofffenster	Kunststofffenster-Rahmen	35	0	Kunststoff	12.050,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Fensterglas	Wärmeschutzglas für Fenster	35	0,05	Glas	134.495,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	Kunststofffenster	Kunststofffenster-Stock	35	0	Kunststoff	18.076,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K				0,050		164.621,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

W04 - "Referenzmodell" W04 - "Ökologisch und ökonomisch optimiertes Modell"

A	Bauteilaufbau (dataholz-bearbeitet)	Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer IBO	Lebensdauer angepasst	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	Dichte IBO [kg/m³]	GWP(100) [kg CO2 eq./kg]	AP [kg SO2 eq./kg]	PERNT [MJ/kg]	Flächenbezogene Masse [kg/m²]	Flächenbezogene Masse (Anteil) [kg/m²]	bei Errichtung		nach 100 Jahren	
													Masse [kg]	Anteil [kg/m²]	Masse [kg]	Anteil [kg/m²]
1	Gipskarton	Gipskartonplatte - Flammschutz (900 kg/m³)	50	50	0,0125	Gipskarton	900	0,19221	0,000734	4,38799	11,25	11,25	11.346,86	22.693,73		
2	Gipskarton	Gipskartonplatte - Flammschutz (900 kg/m³)	50	50	0,0125	Gipskarton	900	0,19221	0,000734	4,38799	11,25	11,25	11.346,86	22.693,73		
3	Ständerwand-Holz (anteilig) 20%	Nutzholz - rauh, technisch getrocknet (525 kg/m³)	100	50	0,1475	Schnittholz	525	-1,649741	0,001038	2,767525	77,4375	15,4875	15.620,85	31.241,69		
4	dazw. Dämmung-Weich, Mineralwolle 80%	Glaswolle MW (GW)-W (18 kg/m³)	50	50	0,1475	Glaswolle	18	2,45375	0,015317	46,249355	2,655	2,124	2.142,29	4.284,58		
5	Gipskarton	Gipskartonplatte - Flammschutz (900 kg/m³)	50	50	0,0125	Gipskarton	900	0,19221	0,000734	4,38799	11,25	11,25	11.346,86	22.693,73		
6	Ständerwand-Holz (anteilig) 20%	Nutzholz - rauh, technisch getrocknet (525 kg/m³)	100	100	0,1475	Schnittholz	525	-1,649741	0,001038	2,767525	77,4375	15,4875	15.620,85	31.241,69		
7	dazw. Dämmung-Weich, Mineralwolle 80%	Glaswolle MW (GW)-W (18 kg/m³)	50	50	0,1475	Glaswolle	18	2,45375	0,015317	46,249355	2,655	2,124	2.142,29	4.284,58		
8	Gipskarton	Gipskartonplatte - Flammschutz (900 kg/m³)	50	50	0,0125	Gipskarton	900	0,19221	0,000734	4,38799	11,25	11,25	11.346,86	22.693,73		
9	Gipskarton	Gipskartonplatte - Flammschutz (900 kg/m³)	50	50	0,0125	Gipskarton	900	0,19221	0,000734	4,38799	11,25	11,25	11.346,86	22.693,73		
K					0,345								92.260,58	168.900,32		

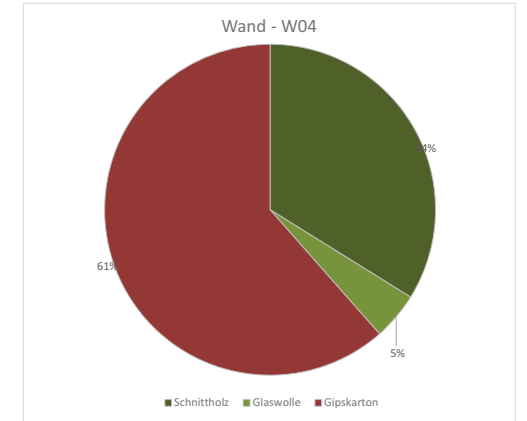
A	Bauteilaufbau (dataholz-bearbeitet)	Entsorgungseinstufung	Verwertungspotential	bei Errichtung		nach 100 Jahren		bei Errichtung			nach 100 Jahren		
				recyclebare Masse [kg]	Abfall Masse [kg]	recyclebare Masse [kg]	Abfall Masse [kg]	GWP(100) [t CO2 eq.]	AP [kg SO2 eq.]	PEI _{ne} [GJ]	GWP(100) [t CO2 eq.]	AP [kg SO2 eq.]	PEI _{ne} [GJ]
1	Gipskarton	4	3	2.836,72	8.510,15	5.673,43	17.020,29	2,18	8,33	49,79	4,36	16,66	99,58
2	Gipskarton	4	3	2.836,72	8.510,15	5.673,43	17.020,29	2,18	8,33	49,79	4,36	16,66	99,58
3	Ständerwand-Holz (anteilig) 20%	1	1	11.715,64	3.905,21	23.431,27	7.810,42	25,77	16,21	43,23	25,77	16,21	43,23
4	dazw. Dämmung-Weich, Mineralwolle 80%	4	3	535,57	1.606,72	1.071,14	3.213,43	5,26	32,81	99,08	10,51	65,63	198,16
5	Gipskarton	4	3	2.836,72	8.510,15	5.673,43	17.020,29	2,18	8,33	49,79	4,36	16,66	99,58
6	Ständerwand-Holz (anteilig) 20%	1	1	11.715,64	3.905,21	11.715,64	3.905,21	25,77	16,21	43,23	25,77	16,21	43,23
7	dazw. Dämmung-Weich, Mineralwolle 80%	4	3	535,57	1.606,72	1.071,14	3.213,43	5,26	32,81	99,08	10,51	65,63	198,16
8	Gipskarton	4	3	2.836,72	8.510,15	5.673,43	17.020,29	2,18	8,33	49,79	4,36	16,66	99,58
9	Gipskarton	4	3	2.836,72	8.510,15	5.673,43	17.020,29	2,18	8,33	49,79	4,36	16,66	99,58
K				38.685,99	53.574,59	65.656,35	103.243,97	30,12	139,70	533,57	34,47	263,18	1.023,91

Fläche [m²] - Oben	1008,61 m²
--------------------	------------

Verwertungspot.	Recycling	Abfall
1	75%	25%
2	50%	50%
3	25%	75%
4	0%	100%
5	0%	125%

Mineralischer Baustoff
Organischer Baustoff
Metallischer Baustoff

Summe	Anteil	Summe Masse [kg]
Schnittholz	34%	31.241,69
Glaswolle	5%	4.284,58
Gipskarton	61%	56.734,31
	100%	92.260,58



Anfallende Massen

A	Bauteilaufbau	Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	Zeitpunkte															Ende der LD	
						0=Errichtung	10	20	25	30	35	40	50	60	70	75	80	90	100			
1	Gipskarton	Gipskartonplatte - Flammschutz (900 kg/m³)	50	0,0125	Gipskarton	11.346,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.346,86	11.346,86
2	Gipskarton	Gipskartonplatte - Flammschutz (900 kg/m³)	50	0,0125	Gipskarton	11.346,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.346,86	11.346,86
3	Ständerwand-Holz (anteilig) 20%	Nutzholz - rauh, technisch getrocknet (525 kg/m³)	100	0,1475	Schnittholz	15.620,85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15.620,85	15.620,85
4	dazw. Dämmung-Weich, Mineralwolle 80%	Glaswolle MW (GW)-W (18 kg/m³)	50	0,1475	Glaswolle	2.142,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.142,29	2.142,29
5	Gipskarton	Gipskartonplatte - Flammschutz (900 kg/m³)	50	0,0125	Gipskarton	11.346,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.346,86	11.346,86
6	Ständerwand-Holz (anteilig) 20%	Nutzholz - rauh, technisch getrocknet (525 kg/m³)	100	0,1475	Schnittholz	15.620,85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15.620,85	15.620,85
7	dazw. Dämmung-Weich, Mineralwolle 80%	Glaswolle MW (GW)-W (18 kg/m³)	50	0,1475	Glaswolle	2.142,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.142,29	2.142,29
8	Gipskarton	Gipskartonplatte - Flammschutz (900 kg/m³)	50	0,0125	Gipskarton	11.346,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.346,86	11.346,86
9	Gipskarton	Gipskartonplatte - Flammschutz (900 kg/m³)	50	0,0125	Gipskarton	11.346,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.346,86	11.346,86
K				0,345		92.260,58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	61.018,89	92.260,58

Recycling

A	Bauteilaufbau	Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	Zeitpunkte															Recycling		
						0=Errichtung	10	20	25	30	35	40	50	60	70	75	80	90	100				
1	Gipskarton	Gipskartonplatte - Flammschutz (900 kg/m³)	50	0,0125	Gipskarton	11.346,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.836,72	2.836,72
2	Gipskarton	Gipskartonplatte - Flammschutz (900 kg/m³)	50	0,0125	Gipskarton	11.346,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.836,72	2.836,72
3	Ständerwand-Holz (anteilig) 20%	Nutzholz - rauh, technisch getrocknet (525 kg/m³)	100	0,1475	Schnittholz	15.620,85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.715,64	11.715,64
4	dazw. Dämmung-Weich, Mineralwolle 80%	Glaswolle MW (GW)-W (18 kg/m³)	50	0,1475	Glaswolle	2.142,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	535,57	535,57
5	Gipskarton	Gipskartonplatte - Flammschutz (900 kg/m³)	50	0,0125	Gipskarton	11.346,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.836,72	2.836,72
6	Ständerwand-Holz (anteilig) 20%	Nutzholz - rauh, technisch getrocknet (525 kg/m³)	100	0,1475	Schnittholz	15.620,85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.715,64	11.715,64
7	dazw. Dämmung-Weich, Mineralwolle 80%	Glaswolle MW (GW)-W (18 kg/m³)	50	0,1475	Glaswolle	2.142,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	535,57	535,57
8	Gipskarton	Gipskartonplatte - Flammschutz (900 kg/m³)	50	0,0125	Gipskarton	11.346,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.836,72	2.836,72
9	Gipskarton	Gipskartonplatte - Flammschutz (900 kg/m³)	50	0,0125	Gipskarton	11.346,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.836,72	2.836,72
K				0,345		92.260,58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15.254,72	38.685,99

Abfall

A	Bauteilaufbau	Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	Zeitpunkte															Abfall		
						0=Errichtung	10	20	25	30	35	40	50	60	70	75	80	90	100				
1	Gipskarton	Gipskartonplatte - Flammschutz (900 kg/m³)	50	0,0125	Gipskarton	11.346,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.510,15	8.510,15
2	Gipskarton	Gipskartonplatte - Flammschutz (900 kg/m³)	50	0,0125	Gipskarton	11.346,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.510,15	8.510,15
3	Ständerwand-Holz (anteilig) 20%	Nutzholz - rauh, technisch getrocknet (525 kg/m³)	100	0,1475	Schnittholz	15.620,85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.905,21	3.905,21
4	dazw. Dämmung-Weich, Mineralwolle 80%	Glaswolle MW (GW)-W (18 kg/m³)	50	0,1475	Glaswolle	2.142,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.606,72	1.606,72
5	Gipskarton	Gipskartonplatte - Flammschutz (900 kg/m³)	50	0,0125	Gipskarton	11.346,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.510,15	8.510,15
6	Ständerwand-Holz (anteilig) 20%	Nutzholz - rauh, technisch getrocknet (525 kg/m³)	100	0,1475	Schnittholz	15.620,85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.905,21	3.905,21
7	dazw. Dämmung-Weich, Mineralwolle 80%	Glaswolle MW (GW)-W (18 kg/m³)	50	0,1475	Glaswolle	2.142,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.606,72	1.606,72
8	Gipskarton	Gipskartonplatte - Flammschutz (900 kg/m³)	50	0,0125	Gipskarton	11.346,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.510,15	8.510,15
9	Gipskarton	Gipskartonplatte - Flammschutz (900 kg/m³)	50	0,0125	Gipskarton	11.346,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.510,15	8.510,15
K				0,345		92.260,58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45.764,17	53.574,59

W07 - "Referenzmodell"

A	Bauteilaufbau (dataholz-bearbeitet)	Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer IBO	Lebensdauer angepasst	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	Dichte IBO [kg/m³]	GWP(100) [kg CO2 eq./kg]	AP [kg SO2 eq./kg]	PERNT [MJ/kg]	Flächenbezogene Masse [kg/m²]	Flächenbezogene Masse (Anteil) [kg/m²]	bei Errichtung		nach 100 Jahren	
													Masse [kg]	Masse [kg]	Masse [kg]	Masse [kg]
1	Stahlbeton	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	100	0,15	Stahlbeton	2400	0,161439	0,000429	1,657461	360	360	172.900,80	172.900,80		
2	Stahlbeton	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	100	0,25	Stahlbeton	2400	0,161439	0,000429	1,657461	600	600	594.426,00	594.426,00		
3	Stahlbeton	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	100	0,35	Stahlbeton	2400	0,161439	0,000429	1,657461	840	840	532.324,80	532.324,80		
K													1.299.651,60	1.299.651,60		

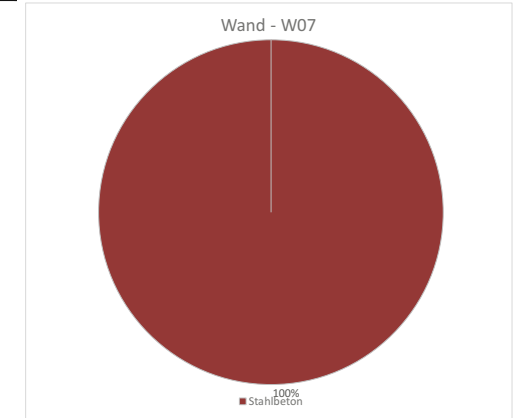
A	Bauteilaufbau (dataholz-bearbeitet)	Entsorgungseinstufung	Verwertungspotential	bei Errichtung		nach 100 Jahren		bei Errichtung			nach 100 Jahren		
				recyclebare Masse [kg]	Abfall Masse [kg]	recyclebare Masse [kg]	Abfall Masse [kg]	GWP(100) [t CO2 eq.]	AP [kg SO2 eq.]	PEI _{ne} [GJ]	GWP(100) [t CO2 eq.]	AP [kg SO2 eq.]	PEI _{ne} [GJ]
1	Stahlbeton	2	2	86.450,40	86.450,40	86.450,40	86.450,40	27,91	74,17	286,58	27,91	74,17	286,58
2	Stahlbeton	2	2	297.213,00	297.213,00	297.213,00	297.213,00	95,96	255,01	985,24	95,96	255,01	985,24
3	Stahlbeton	2	2	266.162,40	266.162,40	266.162,40	266.162,40	85,94	228,37	882,31	85,94	228,37	882,31
K				649.825,80	649.825,80	649.825,80	649.825,80	209,81	557,55	2.154,12	209,81	557,55	2.154,12

Fläche [m²] - Wand 15	480,28 m²
Fläche [m²] - Wand 25	990,71 m²
Fläche [m²] - Wand 35	633,72 m²

Verwertungspot.	Recycling	Abfall
1	75%	25%
2	50%	50%
3	25%	75%
4	0%	100%
5	0%	125%

Mineralischer Baustoff
Organischer Baustoff
Metallischer Baustoff

Summe	Anteil	Summe Masse [kg]
Stahlbeton	100%	1.299.651,60
	100%	1.299.651,60



Anfallende Massen

A	Bauteilaufbau	Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	0=Errichtung														Ende der LD
						10	20	25	30	35	40	50	60	70	75	80	90	100		
1	Stahlbeton	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	0,15	Stahlbeton	172.900,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	172.900,80	172.900,80
2	Stahlbeton	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	0,25	Stahlbeton	594.426,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	594.426,00	594.426,00
3	Stahlbeton	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	0,35	Stahlbeton	532.324,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	532.324,80	532.324,80
K						1.299.651,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.299.651,60	1.299.651,60

Recycling

A	Bauteilaufbau	Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	0=Errichtung														Recycling
						10	20	25	30	35	40	50	60	70	75	80	90	100		
1	Stahlbeton	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	0,15	Stahlbeton	172.900,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	86.450,40	86.450,40
2	Stahlbeton	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	0,25	Stahlbeton	594.426,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	297.213,00	297.213,00
3	Stahlbeton	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	0,35	Stahlbeton	532.324,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	266.162,40	266.162,40
K						1.299.651,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	649.825,80	649.825,80

Abfall

A	Bauteilaufbau	Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	0=Errichtung														Abfall
						10	20	25	30	35	40	50	60	70	75	80	90	100		
1	Stahlbeton	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	0,15	Stahlbeton	172.900,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	86.450,40	86.450,40
2	Stahlbeton	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	0,25	Stahlbeton	594.426,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	297.213,00	297.213,00
3	Stahlbeton	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	0,35	Stahlbeton	532.324,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	266.162,40	266.162,40
K						1.299.651,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	649.825,80	649.825,80

Decke - D01 (D01-Trocken + Stahlbeton / Dü.EG) - "Referenzmodell"

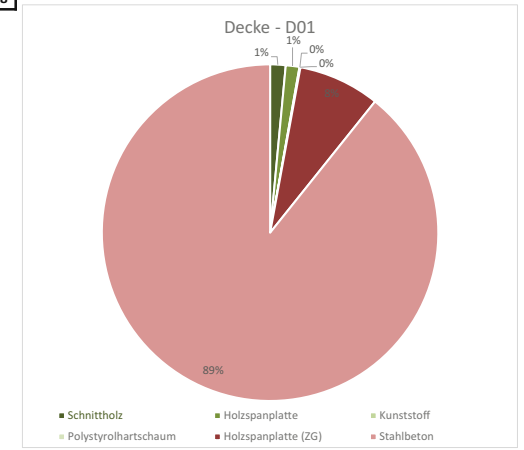
A	Bauteilaufbau (dataholz-bearbeitet)	Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer IBO	Lebensdauer angepasst	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	Dichte IBO [kg/m³]	GWP(100) [kg CO2 eq./kg]	AP [kg SO2 eq./kg]	PERNT [MJ/kg]	Flächenbezogene Masse [kg/m²]	Flächenbezogene Masse (Anteil) [kg/m²]	bei Errichtung		nach 100 Jahren	
													Masse [kg]	Masse [kg]	Masse [kg]	Masse [kg]
1	Belag-Holz	Mehrschichtparkett	25	25	0,02	Schneittholz	740	0,348	0,005625	17,194114	14,8	14,8	8.979,75	35.919,01		
2	Estrich	Holzspanplatte (zementgebunden) (1200 kg/m³)	50	25	0,065	Holzspanplatte (ZG)	1200	0,36625	0,001137	5,035027	78	78	47.325,72	189.302,88		
3	Folie,PAE-Folie	Dampfbremse Polyethylen (PE)	25	25	0,001	Kunststoff	650	2,6338	0,01025	84,6686	0,65	0,65	394,38	1.577,52		
4	Dämmung-Trittschall	EPS-T 1000 (17 kg/m³)	50	50	0,025	Polystyrolhartschaum	17	4,169	0,0149	98,89552	0,425	0,425	257,86	515,73		
5	Holz-OSB	OSB-Platte (650 kg/m³)	50	50	0,02	Holzspanplatte	650	-1,1514	0,002096	8,556575	13	13	7.887,62	15.775,24		
6	Stahlbeton	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	100	0,35	Stahlbeton	2400	0,161	0,000429	1,657461	840	840	538.801,20	538.801,20		
K							0,481						603.646,54	781.891,58		

A	Bauteilaufbau (dataholz-bearbeitet)	Entsorgungseinstufung	Verwertungspotential	bei Errichtung		nach 100 Jahren		bei Errichtung			nach 100 Jahren		
				recyclebare Masse [kg]	Abfall Masse [kg]	recyclebare Masse [kg]	Abfall Masse [kg]	GWP(100) [t CO2 eq.]	AP [kg SO2 eq.]	PEI _{ne} [GJ]	GWP(100) [t CO2 eq.]	AP [kg SO2 eq.]	PEI _{ne} [GJ]
1	Belag-Holz	2	2	4.489,88	4.489,88	17.959,50	17.959,50	3,12	50,51	154,40	12,50	202,04	617,60
2	Estrich	3	4	-	47.325,72	-	189.302,88	17,33	53,81	238,29	69,33	215,24	953,15
3	Folie,PAE-Folie	3	3	98,60	295,79	394,38	1.183,14	1,04	4,04	33,39	4,15	16,17	133,57
4	Dämmung-Trittschall	5	4	-	257,86	-	515,73	1,08	3,84	25,50	2,15	7,68	51,00
5	Holz-OSB	3	3	1.971,91	5.915,72	3.943,81	11.831,43	9,08	16,53	67,49	18,16	33,06	134,98
6	Stahlbeton	2	2	269.400,60	269.400,60	269.400,60	269.400,60	86,75	231,15	893,04	86,75	231,15	893,04
K				275.960,98	327.685,56	291.698,30	490.193,29	100,24	359,88	1.412,11	156,72	705,35	2.783,33

Fläche [m²] - Oben	606,74 m²
Fläche [m²] - Tragende Schicht	641,43 m²
Fläche [m²] - Unten	0,00 m²

Verwertungspot.	Recycling	Abfall
1	75%	25%
2	50%	50%
3	25%	75%
4	0%	100%
5	0%	125%

Mineralischer Baustoff	Organischer Baustoff	Metallischer Baustoff	Summe	Anteil	Summe Masse [kg]
			Schneittholz	1%	8.979,75
			Holzspanplatte	1%	7.887,62
			Kunststoff	0%	394,38
			Polystyrolhartschaum	0%	257,86
			Holzspanplatte (ZG)	8%	47.325,72
			Stahlbeton	89%	538.801,20
				100%	603.646,54



Anfallende Massen

A	Bauteilaufbau	Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	0=Errichtung										100	Ende der LD		
						10	20	25	30	35	40	50	60	70	75			80	90
1	Belag-Holz	Mehrschichtparkett	25	0,02	Schneittholz	8.979,75	-	-	8.979,75	-	-	-	-	-	-	-	-	8.979,75	8.979,75
2	Estrich	Holzspanplatte (zementgebunden) (1200 kg/m³)	50	0,065	Holzspanplatte (ZG)	47.325,72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	47.325,72	47.325,72
3	Folie,PAE-Folie	Dampfbremse Polyethylen (PE)	25	0,001	Kunststoff	394,38	-	-	394,38	-	-	-	-	-	-	-	-	394,38	394,38
4	Dämmung-Trittschall	EPS-T 1000 (17 kg/m³)	50	0,025	Polystyrolhartschaum	257,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	257,86	257,86
5	Holz-OSB	OSB-Platte (650 kg/m³)	50	0,02	Holzspanplatte	7.887,62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.887,62	7.887,62
6	Stahlbeton	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	0,35	Stahlbeton	538.801,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	538.801,20	538.801,20
K						603.646,54			9.374,13								64.845,34	9.374,13	603.646,54

Recycling

A	Bauteilaufbau	Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	0=Errichtung										100	Recycling		
						10	20	25	30	35	40	50	60	70	75			80	90
1	Belag-Holz	Mehrschichtparkett	25	0,02	Schneittholz	8.979,75	-	-	4.489,88	-	-	-	-	-	-	-	-	4.489,88	4.489,88
2	Estrich	Holzspanplatte (zementgebunden) (1200 kg/m³)	50	0,065	Holzspanplatte (ZG)	47.325,72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.489,88	-
3	Folie,PAE-Folie	Dampfbremse Polyethylen (PE)	25	0,001	Kunststoff	394,38	-	-	98,60	-	-	-	-	-	-	-	-	98,60	98,60
4	Dämmung-Trittschall	EPS-T 1000 (17 kg/m³)	50	0,025	Polystyrolhartschaum	257,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	Holz-OSB	OSB-Platte (650 kg/m³)	50	0,02	Holzspanplatte	7.887,62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.971,91	1.971,91
6	Stahlbeton	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	0,35	Stahlbeton	538.801,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	269.400,60	269.400,60
K						603.646,54			4.588,47								6.560,38	4.588,47	275.960,98

Abfall

A	Bauteilaufbau	Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	0=Errichtung										100	Abfall		
						10	20	25	30	35	40	50	60	70	75			80	90
1	Belag-Holz	Mehrschichtparkett	25	0,02	Schneittholz	8.979,75	-	-	4.489,88	-	-	-	-	-	-	-	-	4.489,88	4.489,88
2	Estrich	Holzspanplatte (zementgebunden) (1200 kg/m³)	50	0,065	Holzspanplatte (ZG)	47.325,72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	47.325,72	47.325,72
3	Folie,PAE-Folie	Dampfbremse Polyethylen (PE)	25	0,001	Kunststoff	394,38	-	-	295,79	-	-	-	-	-	-	-	-	295,79	295,79
4	Dämmung-Trittschall	EPS-T 1000 (17 kg/m³)	50	0,025	Polystyrolhartschaum	257,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	257,86	257,86
5	Holz-OSB	OSB-Platte (650 kg/m³)	50	0,02	Holzspanplatte	7.887,62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.915,72	5.915,72
6	Stahlbeton	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	0,35	Stahlbeton	538.801,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	269.400,60	269.400,60
K						603.646,54			4.785,66								58.284,96	4.785,66	327.685,56

Decke - D02 (D01-Nass + Stahlbeton / Dü.EG) - "Referenzmodell"

A	Bauteilaufbau (dataholz-bearbeitet)	Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer IBO	Lebensdauer angepasst	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	Dichte IBO [kg/m³]	GWP(100) [kg CO2 eq./kg]	AP [kg SO2 eq./kg]	PERNT [MJ/kg]	Flächenbezogene Masse [kg/m²]	Flächenbezogene Masse (Anteil) [kg/m²]	bei Errichtung		nach 100 Jahren	
													Masse [kg]	Masse [kg]	Masse [kg]	Masse [kg]
1	Belag-Fliese	Fliesen (2300 kg/m³)	50	25	0,02	Fliesen	2300	0,840936	0,002918	14,155821	46	46	2.829,46	11.317,84		
2	Estrich	Holzspanplatte (zementgebunden) (1200 kg/m³)	50	25	0,065	Holzspanplatte (ZG)	1200	0,36625	0,001137	5,035027	78	78	4.797,78	19.191,12		
3	Folie,PAE-Folie	Dampfbremse Polyethylen (PE)	25	25	0,001	Kunststoff	650	2,6338	0,01025	84,6686	0,65	0,65	39,98	159,93		
4	Dämmung-Trittschall	EPS-T 1000 (17 kg/m³)	50	50	0,025	Polystyrolhartschaum	17	4,169	0,0149	98,89552	0,425	0,425	26,14	52,28		
5	Holz-OSB	OSB-Platte (650 kg/m³)	50	50	0,02	Holzspanplatte	650	-1,1514	0,002096	8,556575	13	13	799,63	1.599,26		
6	Stahlbeton	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	100	0,35	Stahlbeton	2400	0,161	0,000429	1,657461	840	840	57.288,00	57.288,00		
K					0,481								65.780,99	89.608,43		

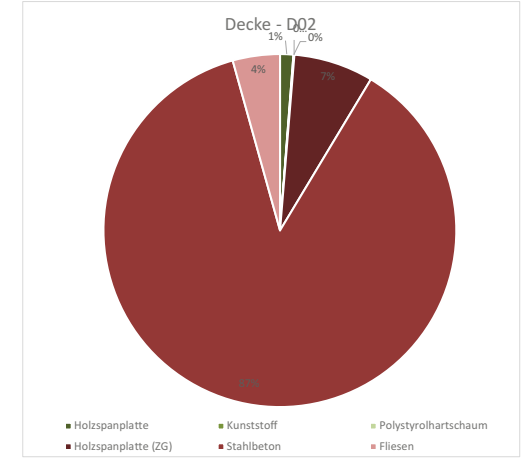
A	Bauteilaufbau (dataholz-bearbeitet)	Entsorgungseinstufung	Verwertungspotential	bei Errichtung		nach 100 Jahren		bei Errichtung		nach 100 Jahren			
				recyclebare Masse [kg]	Abfall Masse [kg]	recyclebare Masse [kg]	Abfall Masse [kg]	GWP(100) [t CO2 eq.]	AP [kg SO2 eq.]	PEI _{ne} [G]	GWP(100) [t CO2 eq.]	AP [kg SO2 eq.]	PEI _{ne} [G]
1	Belag-Fliese	2	3	707,37	2.122,10	2.829,46	8.488,38	2,38	8,26	40,05	9,52	33,03	160,21
2	Estrich	3	4	-	4.797,78	-	19.191,12	1,76	5,46	24,16	7,03	21,82	96,63
3	Folie,PAE-Folie	3	3	10,00	29,99	39,98	119,94	0,11	0,41	3,39	0,42	1,64	13,54
4	Dämmung-Trittschall	5	4	-	26,14	-	52,28	0,11	0,39	2,59	0,22	0,78	5,17
5	Holz-OSB	3	3	199,91	599,72	399,82	1.199,45	0,92	1,68	6,84	1,84	3,35	13,68
6	Stahlbeton	2	2	28.644,00	28.644,00	28.644,00	28.644,00	9,22	24,58	94,95	9,22	24,58	94,95
K				29.561,27	36.219,73	31.913,26	57.695,17	12,65	40,76	171,98	24,57	85,19	384,19

Fläche [m²] - Oben	61,51 m²
Fläche [m²] - Tragende Schicht	68,20 m²
Fläche [m²] - Unten	0,00 m²

Verwertungspot.	Recycling	Abfall
1	75%	25%
2	50%	50%
3	25%	75%
4	0%	100%
5	0%	125%

Mineralischer Baustoff
Organischer Baustoff
Metallischer Baustoff

Summe	Anteil	Summe Masse [kg]
Holzspanplatte	1%	799,63
Kunststoff	0%	39,98
Polystyrolhartschaum	0%	26,14
Holzspanplatte (ZG)	7%	4.797,78
Stahlbeton	87%	57.288,00
Fliesen	4%	2.829,46
	100%	65.780,99



Anfallende Massen

A	Bauteilaufbau	Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	0=Errichtung														Ende der LD			
						10	20	25	30	35	40	50	60	70	75	80	90	100					
1	Belag-Fliese	Fliesen (2300 kg/m³)	50	0,02	Fliesen	2.829,46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.829,46	2.829,46	
2	Estrich	Holzspanplatte (zementgebunden) (1200 kg/m³)	50	0,065	Holzspanplatte (ZG)	4.797,78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.797,78	4.797,78	
3	Folie,PAE-Folie	Dampfbremse Polyethylen (PE)	25	0,001	Kunststoff	39,98	-	-	-	39,98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39,98	39,98	
4	Dämmung-Trittschall	EPS-T 1000 (17 kg/m³)	50	0,025	Polystyrolhartschaum	26,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26,14	26,14	
5	Holz-OSB	OSB-Platte (650 kg/m³)	50	0,02	Holzspanplatte	799,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	799,63	799,63	
6	Stahlbeton	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	0,35	Stahlbeton	57.288,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	57.288,00	57.288,00	
K				0,481		65.780,99	-	-	-	39,98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.492,99	-	65.780,99	65.780,99

Recycling

A	Bauteilaufbau	Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	0=Errichtung														Recycling				
						10	20	25	30	35	40	50	60	70	75	80	90	100						
1	Belag-Fliese	Fliesen (2300 kg/m³)	50	0,02	Fliesen	2.829,46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	707,37	707,37	
2	Estrich	Holzspanplatte (zementgebunden) (1200 kg/m³)	50	0,065	Holzspanplatte (ZG)	4.797,78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3	Folie,PAE-Folie	Dampfbremse Polyethylen (PE)	25	0,001	Kunststoff	39,98	-	-	-	10,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10,00	10,00	
4	Dämmung-Trittschall	EPS-T 1000 (17 kg/m³)	50	0,025	Polystyrolhartschaum	26,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
5	Holz-OSB	OSB-Platte (650 kg/m³)	50	0,02	Holzspanplatte	799,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	199,91	199,91	
6	Stahlbeton	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	0,35	Stahlbeton	57.288,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28.644,00	28.644,00	
K				0,481		65.780,99	-	-	-	10,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	917,27	-	29.561,27	29.561,27

Abfall

A	Bauteilaufbau	Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	0=Errichtung														Abfall					
						10	20	25	30	35	40	50	60	70	75	80	90	100							
1	Belag-Fliese	Fliesen (2300 kg/m³)	50	0,02	Fliesen	2.829,46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.122,10	2.122,10	
2	Estrich	Holzspanplatte (zementgebunden) (1200 kg/m³)	50	0,065	Holzspanplatte (ZG)	4.797,78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.797,78	4.797,78	
3	Folie,PAE-Folie	Dampfbremse Polyethylen (PE)	25	0,001	Kunststoff	39,98	-	-	-	29,99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29,99	29,99	
4	Dämmung-Trittschall	EPS-T 1000 (17 kg/m³)	50	0,025	Polystyrolhartschaum	26,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26,14	26,14	
5	Holz-OSB	OSB-Platte (650 kg/m³)	50	0,02	Holzspanplatte	799,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	599,72	599,72	
6	Stahlbeton	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	0,35	Stahlbeton	57.288,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28.644,00	28.644,00	
K				0,481		65.780,99	-	-	-	29,99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.575,73	-	36.219,73	36.219,73

Decke - D03 (D01-Trocken + Brettschichtholz + Aufbau Unten / Dü.1.OG-Dach) - "Referenzmodell"

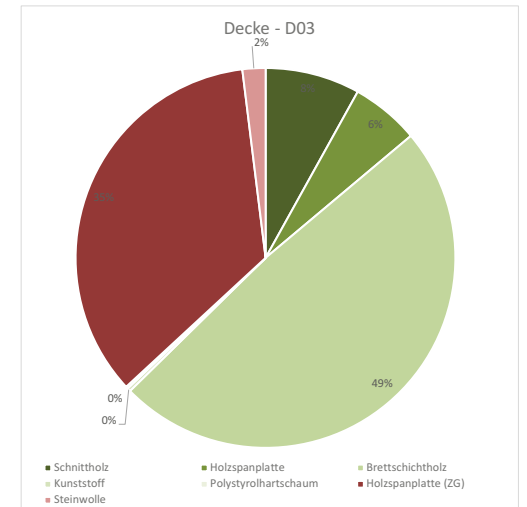
A	Bauteilaufbau (dataholz-bearbeitet)	Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer IBO	Lebensdauer angepasst	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	Dichte IBO [kg/m³]	GWP(100) [kg CO2 eq./kg]	AP [kg SO2 eq./kg]	PERNT [MJ/kg]	Flächenbezogene Masse [kg/m²]	Flächenbezogene Masse (Anteil) [kg/m²]	bei Errichtung		nach 100 Jahren	
													Masse [kg]	Masse [kg]	Masse [kg]	Masse [kg]
1	Belag-Holz	Mehrschichtparkett	25	25	0,02	Schichtholz	740	0,348	0,005625	17,194114	14,8	14,8	28.327,50	113.309,98		
2	Estrich	Holzspanplatte (zementgebunden) (1200 kg/m³)	50	25	0,065	Holzspanplatte (ZG)	1200	0,36625	0,001137	5,035027	78	78	149.293,56	597.174,24		
3	Folie,PAE-Folie	Dampfbremse Polyethylen (PE)	25	25	0,001	Kunststoff	650	2,6338	0,01025	84,6686	0,65	0,65	1.244,11	4.976,45		
4	Dämmung-Trittschall	EPS-T 1000 (17 kg/m³)	50	50	0,025	Polystyrolhartschaum	17	4,169	0,0149	98,89552	0,425	0,425	813,46	1.626,92		
5	Holz-OSB	OSB-Platte (650 kg/m³)	50	50	0,02	Holzspanplatte	650	-1,1514	0,002096	8,556575	13	13	24.882,26	49.764,52		
6	Brettschichtholz	Brettschichtholz, verleimt IA (525 kg/m³)	100	100	0,18	Brettschichtholz	525	-1,2354	0,002357	7,391496	94,5	94,5	191.666,79	191.666,79		
7	Holz-Lattung (anteilig) (70/70) 10%	Nutzholz - rauh,technisch getrocknet (475 kg/m³)	50	50	0,07	Schichtholz	475	-1,499	0,000944	2,515932	33,25	3,325	6.210,37	12.420,74		
8	dazw. Mineralwolle 90%	Steinwolle MW (100kg/m³)	50	50	0,05	Steinwolle	100	1,94	0,014126	21,36254	5	4,5	8.405,01	16.810,02		
9	Belag-Holz	Massivholzplatte (3/5-Schicht) (475 kg/m³)	50	50	0,019	Brettschichtholz	475	-1,003	0,00288	9,202183	9,025	9,025	16.856,71	33.713,43		
K													427.699,77	1.021.463,09		

A	Bauteilaufbau (dataholz-bearbeitet)	Entsorgungseinstufung	Verwertungspotential	bei Errichtung		nach 100 Jahren		bei Errichtung		nach 100 Jahren		PEI _{ne} [GJ]	GWP(100) [t CO2 eq.]	AP [kg SO2 eq.]	PEI _{ne} [GJ]
				recyclebare Masse [kg]	Abfall Masse [kg]	recyclebare Masse [kg]	Abfall Masse [kg]	GWP(100) [t CO2 eq.]	AP [kg SO2 eq.]	GWP(100) [t CO2 eq.]	AP [kg SO2 eq.]				
1	Belag-Holz	2	2	14.163,75	14.163,75	56.654,99	56.654,99	9,86	159,34	487,07	39,43	637,37	1.948,26		
2	Estrich	3	4	-	149.293,56	-	597.174,24	54,68	169,75	751,70	218,72	678,99	3.006,79		
3	Folie,PAE-Folie	3	3	311,03	933,08	1.244,11	3.732,34	3,28	12,75	105,34	13,11	51,01	421,35		
4	Dämmung-Trittschall	5	4	-	813,46	-	1.626,92	3,39	12,12	80,45	6,78	24,24	160,89		
5	Holz-OSB	3	3	6.220,57	18.661,70	12.441,13	37.323,39	28,65	52,15	212,91	57,30	104,31	425,81		
6	Brettschichtholz	1	1	143.750,09	47.916,70	143.750,09	47.916,70	236,79	451,76	1.416,70	236,79	451,76	1.416,70		
7	Holz-Lattung (anteilig) (70/70) 10%	1	1	4.657,78	1.552,59	9.315,55	3.105,18	9,31	5,86	15,62	18,62	11,73	31,25		
8	dazw. Mineralwolle 90%	4	3	2.101,25	6.303,76	4.202,51	12.607,52	16,31	118,73	179,55	32,61	237,46	359,10		
9	Belag-Holz	1	1	12.642,54	4.214,18	25.285,07	8.428,36	16,91	48,55	155,12	33,81	97,09	310,24		
K				183.847,00	243.852,77	252.893,46	768.569,63	204,14	1.031,01	3.404,46	35,87	2.293,95	8.080,41		

Fläche [m²] - Oben	1914,02 m²
Fläche [m²] - Tragende Schicht	2028,22 m²
Fläche [m²] - Unten	1867,78 m²

Verwertungspot.	Recycling	Abfall
1	75%	25%
2	50%	50%
3	25%	75%
4	0%	100%
5	0%	125%

Mineralischer Baustoff	Organischer Baustoff	Metallischer Baustoff	Summe	Anteil	Summe Masse [kg]
			Schichtholz	8%	34.537,86
			Holzspanplatte	6%	24.882,26
			Brettschichtholz	49%	208.523,50
			Kunststoff	0%	1.244,11
			Polystyrolhartschaum	0%	813,46
			Holzspanplatte (ZG)	35%	149.293,56
			Steinwolle	2%	8.405,01
K					427.699,77



Anfallende Massen

A	Bauteilaufbau	Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	0=Errichtung															Ende der LD	
						10	20	25	30	35	40	50	60	70	75	80	90	100				
1	Belag-Holz	Mehrschichtparkett	25	0,02	Schichtholz	28.327,50	-	-	28.327,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28.327,50	28.327,50
2	Estrich	Holzspanplatte (zementgebunden) (1200 kg/m³)	50	0,065	Holzspanplatte (ZG)	149.293,56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	149.293,56	149.293,56
3	Folie,PAE-Folie	Dampfbremse Polyethylen (PE)	25	0,001	Kunststoff	1.244,11	-	-	1.244,11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.244,11	1.244,11
4	Dämmung-Trittschall	EPS-T 1000 (17 kg/m³)	50	0,025	Polystyrolhartschaum	813,46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	813,46	813,46
5	Holz-OSB	OSB-Platte (650 kg/m³)	50	0,02	Holzspanplatte	24.882,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24.882,26	24.882,26
6	Brettschichtholz	Brettschichtholz, verleimt IA (525 kg/m³)	100	0,18	Brettschichtholz	191.666,79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	191.666,79	191.666,79
7	Holz-Lattung (anteilig) (70/70) 10%	Nutzholz - rauh,technisch getrocknet (475 kg/m³)	50	0,07	Schichtholz	6.210,37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.210,37	6.210,37
8	dazw. Mineralwolle 90%	Steinwolle MW (100kg/m³)	50	0,05	Steinwolle	8.405,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.405,01	8.405,01
9	Belag-Holz	Massivholzplatte (3/5-Schicht) (475 kg/m³)	50	0,019	Brettschichtholz	16.856,71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16.856,71	16.856,71
K						427.699,77	-	-	29.571,61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	236.032,98	427.699,77	427.699,77

Recycling

A	Bauteilaufbau	Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	0=Errichtung															Recycling		
						10	20	25	30	35	40	50	60	70	75	80	90	100					
1	Belag-Holz	Mehrschichtparkett	25	0,02	Schichtholz	28.327,50	-	-	14.163,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14.163,75	14.163,75	
2	Estrich	Holzspanplatte (zementgebunden) (1200 kg/m³)	50	0,065	Holzspanplatte (ZG)	149.293,56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	149.293,56	149.293,56	
3	Folie,PAE-Folie	Dampfbremse Polyethylen (PE)	25	0,001	Kunststoff	1.244,11	-	-	311,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	311,03	311,03	
4	Dämmung-Trittschall	EPS-T 1000 (17 kg/m³)	50	0,025	Polystyrolhartschaum	813,46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
5	Holz-OSB	OSB-Platte (650 kg/m³)	50	0,02	Holzspanplatte	24.882,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.220,57	6.220,57	
6	Brettschichtholz	Brettschichtholz, verleimt IA (525 kg/m³)	100	0,18	Brettschichtholz	191.666,79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	143.750,09	143.750,09	
7	Holz-Lattung (anteilig) (70/70) 10%	Nutzholz - rauh,technisch getrocknet (475 kg/m³)	50	0,07	Schichtholz	6.210,37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.657,78	4.657,78	
8	dazw. Mineralwolle 90%	Steinwolle MW (100kg/m³)	50	0,05	Steinwolle	8.405,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.101,25	2.101,25	
9	Belag-Holz	Massivholzplatte (3/5-Schicht) (475 kg/m³)	50	0,019	Brettschichtholz	16.856,71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.642,54	12.642,54	
K						427.699,77	-	-	14.474,78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40.096,91	14.474,78	183.847,00	183.847,00

Abfall

A	Bauteilaufbau	Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	0=Errichtung															Abfall		
						10	20	25	30	35	40	50	60	70	75	80	90	100					
1	Belag-Holz	Mehrschichtparkett	25	0,02	Schichtholz	28.327,50	-	-	14.163,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14.163,75	14.163,75	
2	Estrich	Holzspanplatte (zementgebunden) (1200 kg/m³)	50	0,065	Holzspanplatte (ZG)	149.293,56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	149.293,56	149.293,56	
3	Folie,PAE-Folie	Dampfbremse Polyethylen (PE)	25	0,001	Kunststoff	1.244,11	-	-	933,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	933,08	933,08	
4	Dämmung-Trittschall	EPS-T 1000 (17 kg/m³)	50	0,025	Polystyrolhartschaum	813,46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	813,46	813,46	
5	Holz-OSB	OSB-Platte (650 kg/m³)	50	0,02	Holzspanplatte	24.882,26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18.661,70	18.661,70	
6	Brettschichtholz	Brettschichtholz, verleimt IA (525 kg/m³)	100	0,18	Brettschichtholz	191.666,79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	47.916,70	47.916,70	
7	Holz-Lattung (anteilig) (70/70) 10%	Nutzholz - rauh,technisch getrocknet (475 kg/m³)	50	0,07	Schichtholz	6.210,37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.552,59	1.552,59	
8	dazw. Mineralwolle 90%	Steinwolle MW (100kg/m³)	50	0,05	Steinwolle	8.405,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.303,76	6.303,76	
9	Belag-Holz	Massivholzplatte (3/5-Schicht) (475 kg/m³)	50	0,019	Brettschichtholz	16.856,71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.214,18	4.214,18	
K						427.699,77	-	-	15.096,83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	195.936,07	15.096,83	243.852,77	243.852,77

Decke - D04 (D01-Nass + Brettschichtholz + Aufbau Unten / Dü.1.OG-Dach) - "Referenzmodell"

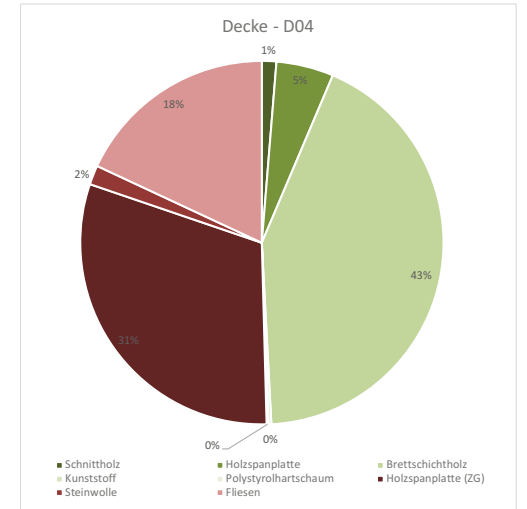
A	Bauteilaufbau (dataholz-bearbeitet)	Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer IBO	Lebensdauer angepasst	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	Dichte IBO [kg/m³]	GWP(100) [kg CO2 eq./kg]	AP [kg SO2 eq./kg]	PERNT [MJ/kg]	Flächenbezogene Masse [kg/m²]	Flächenbezogene Masse (Anteil) [kg/m²]	bei Errichtung		nach 100 Jahren	
													Masse [kg]	Masse [kg]	Masse [kg]	Masse [kg]
1	Belag-Fliese	Fliesen (2300 kg/m³)	50	25	0,02	Fliesen	2300	0,840936	0,002918	14,155821	46	46	10.381,28	41.525,12		
2	Estrich	Holzspanplatte (zementgebunden) (1200 kg/m³)	50	25	0,065	Holzspanplatte (ZG)	1200	0,36625	0,001137	5,035027	78	78	17.603,04	70.412,16		
3	Folie,PAE-Folie	Dampfbremse Polyethylen (PE)	25	25	0,001	Kunststoff	650	2,6338	0,01025	84,6686	0,65	0,65	146,69	586,77		
4	Dämmung-Trittschall	EPS-T 1000 (17 kg/m³)	50	50	0,025	Polystyrolhartschaum	17	4,169	0,0149	98,89552	0,425	0,425	95,91	191,83		
5	Holz-OSB	OSB-Platte (650 kg/m³)	50	50	0,02	Holzspanplatte	650	-1,1514	0,002096	8,556575	13	13	2.933,84	5.867,68		
6	Brettschichtholz	Brettschichtholz, verleimt IA (525 kg/m³)	100	100	0,18	Brettschichtholz	525	-1,2354	0,002357	7,391496	94,5	94,5	22.612,91	22.612,91		
7	Holz-Lattung (anteilig) (70/70) 10%	Nutzholz - rauh, technisch getrocknet (475 kg/m³)	50	50	0,07	Schrittholz	475	-1,499	0,000944	2,515932	33,25	3,325	730,67	1.461,34		
8	dazw. Mineralwolle 90%	Steinwolle MW (100kg/m³)	50	50	0,05	Steinwolle	100	1,94	0,014126	21,36254	5	4,5	988,88	1.977,75		
9	Belag-Holz	Massivholzplatte (3/5-Schicht) (475 kg/m³)	50	50	0,019	Brettschichtholz	475	-1,003	0,00288	9,202183	9,025	9,025	1.983,24	3.966,49		
													0,400	57.476,46	148.602,04	

A	Bauteilaufbau (dataholz-bearbeitet)	Entsorgungseinstufung	Verwertungspotential	bei Errichtung		nach 100 Jahren		bei Errichtung		nach 100 Jahren		PEI _{ne} [GJ]
				recyclebare Masse [kg]	Abfall Masse [kg]	recyclebare Masse [kg]	Abfall Masse [kg]	GWP(100) [t CO2 eq.]	AP [kg SO2 eq.]	GWP(100) [t CO2 eq.]	AP [kg SO2 eq.]	
1	Belag-Fliese	2	3	2.595,32	7.785,96	10.381,28	31.143,84	8,73	30,29	146,96	34,92	587,82
2	Estrich	3	4	-	17.603,04	-	70.412,16	6,45	20,01	88,63	25,79	354,53
3	Folie,PAE-Folie	3	3	36,67	110,02	146,69	440,08	0,39	1,50	12,42	1,55	49,68
4	Dämmung-Trittschall	5	4	-	95,91	-	191,83	0,40	1,43	9,49	0,80	18,97
5	Holz-OSB	3	3	733,46	2.200,38	1.466,92	4.400,76	3,38	6,15	25,10	6,76	50,21
6	Brettschichtholz	1	1	16.959,68	5.653,23	16.959,68	5.653,23	27,94	53,30	167,14	27,94	167,14
7	Holz-Lattung (anteilig) (70/70) 10%	1	1	548,00	182,67	1.096,00	365,33	1,10	0,69	1,84	2,19	3,68
8	dazw. Mineralwolle 90%	4	3	247,22	741,66	494,44	1.483,31	1,92	13,97	21,12	3,84	42,25
9	Belag-Holz	1	1	1.487,43	495,81	2.974,87	991,62	1,99	5,71	18,25	3,98	36,50
				22.607,78	34.868,67	33.519,88	115.082,16	16,52	133,06	490,95	26,03	1.310,78

Fläche [m²] - Oben	225,68 m²
Fläche [m²] - Tragende Schicht	239,29 m²
Fläche [m²] - Unten	219,75 m²

Verwertungspot.	Recycling	Abfall
1	75%	25%
2	50%	50%
3	25%	75%
4	0%	100%
5	0%	125%

	Mineralischer Baustoff	Organischer Baustoff	Metallischer Baustoff
Summe			
Schrittholz	1%	730,67	
Holzspanplatte	5%	2.933,84	
Brettschichtholz	43%	24.596,15	
Kunststoff	0%	146,69	
Polystyrolhartschaum	0%	95,91	
Holzspanplatte (ZG)	31%	17.603,04	
Steinwolle	2%	988,88	
Fliesen	18%	10.381,28	
100%			
57.476,46			



Anfallende Massen

A	Bauteilaufbau	Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	Zeitpunkte														Ende der LD		
						0=Errichtung	10	20	25	30	35	40	50	60	70	75	80	90	100			
1	Belag-Fliese	Fliesen (2300 kg/m³)	50	0,02	Fliesen	10.381,28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.381,28	10.381,28
2	Estrich	Holzspanplatte (zementgebunden) (1200 kg/m³)	50	0,065	Holzspanplatte (ZG)	17.603,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17.603,04	17.603,04
3	Folie,PAE-Folie	Dampfbremse Polyethylen (PE)	25	0,001	Kunststoff	146,69	-	-	-	146,69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	146,69	146,69
4	Dämmung-Trittschall	EPS-T 1000 (17 kg/m³)	50	0,025	Polystyrolhartschaum	95,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	95,91	95,91
5	Holz-OSB	OSB-Platte (650 kg/m³)	50	0,02	Holzspanplatte	2.933,84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.933,84	2.933,84
6	Brettschichtholz	Brettschichtholz, verleimt IA (525 kg/m³)	100	0,18	Brettschichtholz	22.612,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22.612,91	22.612,91
7	Holz-Lattung (anteilig) (70/70) 10%	Nutzholz - rauh, technisch getrocknet (475 kg/m³)	50	0,07	Schrittholz	730,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	730,67	730,67
8	dazw. Mineralwolle 90%	Steinwolle MW (100kg/m³)	50	0,05	Steinwolle	988,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	988,88	988,88
9	Belag-Holz	Massivholzplatte (3/5-Schicht) (475 kg/m³)	50	0,019	Brettschichtholz	1.983,24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.983,24	1.983,24
						0,400	57.476,46	-	-	146,69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34.863,55	57.476,46

Recycling

A	Bauteilaufbau	Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	Zeitpunkte														Recycling		
						0=Errichtung	10	20	25	30	35	40	50	60	70	75	80	90	100			
1	Belag-Fliese	Fliesen (2300 kg/m³)	50	0,02	Fliesen	10.381,28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.381,28	2.595,32
2	Estrich	Holzspanplatte (zementgebunden) (1200 kg/m³)	50	0,065	Holzspanplatte (ZG)	17.603,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17.603,04	-
3	Folie,PAE-Folie	Dampfbremse Polyethylen (PE)	25	0,001	Kunststoff	146,69	-	-	-	36,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36,67	36,67
4	Dämmung-Trittschall	EPS-T 1000 (17 kg/m³)	50	0,025	Polystyrolhartschaum	95,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	Holz-OSB	OSB-Platte (650 kg/m³)	50	0,02	Holzspanplatte	2.933,84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	733,46	733,46
6	Brettschichtholz	Brettschichtholz, verleimt IA (525 kg/m³)	100	0,18	Brettschichtholz	22.612,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16.959,68	16.959,68
7	Holz-Lattung (anteilig) (70/70) 10%	Nutzholz - rauh, technisch getrocknet (475 kg/m³)	50	0,07	Schrittholz	730,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	548,00	548,00
8	dazw. Mineralwolle 90%	Steinwolle MW (100kg/m³)	50	0,05	Steinwolle	988,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	247,22	247,22
9	Belag-Holz	Massivholzplatte (3/5-Schicht) (475 kg/m³)	50	0,019	Brettschichtholz	1.983,24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.487,43	1.487,43
						0,400	57.476,46	-	-	36,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.648,11	22.607,78

Abfall

A	Bauteilaufbau	Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	Zeitpunkte														Abfall		
						0=Errichtung	10	20	25	30	35	40	50	60	70	75	80	90	100			
1	Belag-Fliese	Fliesen (2300 kg/m³)	50	0,02	Fliesen	10.381,28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.785,96	7.785,96
2	Estrich	Holzspanplatte (zementgebunden) (1200 kg/m³)	50	0,065	Holzspanplatte (ZG)	17.603,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17.603,04	17.603,04
3	Folie,PAE-Folie	Dampfbremse Polyethylen (PE)	25	0,001	Kunststoff	146,69	-	-	-	110,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	110,02	110,02
4	Dämmung-Trittschall	EPS-T 1000 (17 kg/m³)	50	0,025	Polystyrolhartschaum	95,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	95,91	95,91
5	Holz-OSB	OSB-Platte (650 kg/m³)	50	0,02	Holzspanplatte	2.933,84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.200,38	2.200,38
6	Brettschichtholz	Brettschichtholz, verleimt IA (525 kg/m³)	100	0,18	Brettschichtholz	22.612,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.653,23	5.653,23
7	Holz-Lattung (anteilig) (70/70) 10%	Nutzholz - rauh, technisch getrocknet (475 kg/m³)	50	0,07	Schrittholz	730,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	182,67	182,67
8	dazw. Mineralwolle 90%	Steinwolle MW (100kg/m³)	50	0,05	Steinwolle	988,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	741,66	741,66
9	Belag-Holz	Massivholzplatte (3/5-Schicht) (475 kg/m³)	50	0,019	Brettschichtholz	1.983,24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	495,81	495,81
						0,400	57.476,46	-	-	110,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29.215,45	34.868,67

Decke - D05 (D00-Begebar + Brettschichtholz + Aufbau Unten / DG) - "Referenzmodell"

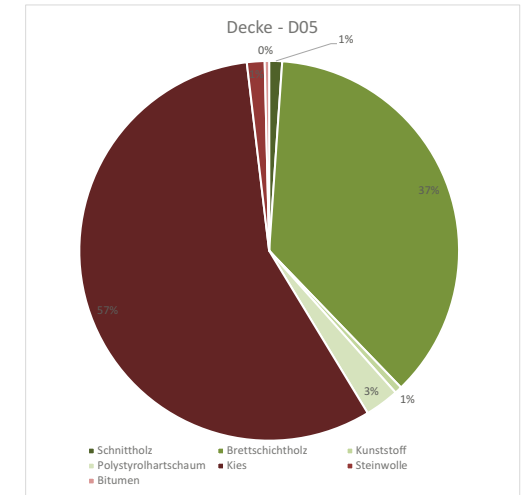
A	Bauteilaufbau (dataholz-bearbeitet)	Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer IBO	Lebensdauer angepasst	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	Dichte IBO [kg/m³]	GWP(100) [kg CO2 eq./kg]	AP [kg SO2 eq./kg]	PERNT [MJ/kg]	Flächenbezogene Masse [kg/m²]	Flächenbezogene Masse (Anteil) [kg/m²]	bei Errichtung		nach 100 Jahren	
													Masse [kg]	Masse [kg]		
1	Boden-Kies	Schüttungen aus Sand, Kies, Splitt (1800 kg/m³)	50	50	0,09	Kies	1800	0,007075	0,000048	0,103708	162	162	22.487,22	44.974,44		
2	Sperrschicht-Folie	Vlies (PE)	25	25	0,001	Kunststoff	1100	2,83275	0,008682	87,817579	1,1	1,1	152,69	610,76		
3	Sperrschicht	Polymerbitumen-Dichtungsbahn	25	25	0,001	Bitumen	1100	0,819169	0,005564	41,596041	1,1	1,1	152,69	610,76		
4	Dämmung-Hart, EPS	EPS-W 25 (23 kg/m³)	50	25	0,36	Polystyrolhartschaum	23	4,169215	0,0149	98,89552	8,28	8,28	1.149,35	4.597,39		
5	Sperrschicht-Folie	Dampfbremse Polyethylen (PE)	25	25	0,001	Kunststoff	650	2,6338	0,01025	84,6686	0,65	0,65	90,23	360,91		
6	Brettschichtholz	Brettschichtholz, verleimt IA (525 kg/m³)	100	100	0,18	Brettschichtholz	525	-1,2354	0,002357	7,391496	94,5	94,5	13.333,95	13.333,95		
7	Holz-Lattung (anteilig) (70/70) 10%	Nutzholz - rauh, technisch getrocknet (475 kg/m³)	50	50	0,07	Schneittholz	475	-1,499	0,000944	2,515932	33,25	3,325	438,27	876,54		
8	dazw. Mineralwolle 90%	Steinwolle MW (100kg/m³)	50	50	0,05	Steinwolle	100	1,94	0,014126	21,36254	5	4,5	593,15	1.186,29		
9	Belag-Holz	Massivholzplatte (3/5-Schicht) (475 kg/m³)	50	50	0,019	Brettschichtholz	475	-1,003	0,00288	9,202183	9,025	9,025	1.189,59	2.379,17		
K					0,722								39.587,12	68.930,21		

A	Bauteilaufbau (dataholz-bearbeitet)	Entsorgungseinstufung	Verwertungspotential	bei Errichtung		nach 100 Jahren		bei Errichtung			nach 100 Jahren		
				recyclebare Masse [kg]	Abfall Masse [kg]	recyclebare Masse [kg]	Abfall Masse [kg]	GWP(100) [t CO2 eq.]	AP [kg SO2 eq.]	PE _{ne} [GJ]	GWP(100) [t CO2 eq.]	AP [kg SO2 eq.]	PE _{ne} [GJ]
1	Boden-Kies	2	1	16.865,42	5.621,81	33.730,83	11.243,61	0,16	1,08	2,33	0,32	2,16	4,66
2	Sperrschicht-Folie	3	3	38,17	114,52	152,69	458,07	0,43	1,33	13,41	1,73	5,30	53,64
3	Sperrschicht	3	5	190,86	190,86	-	763,46	0,13	0,85	6,35	0,50	3,40	25,41
4	Dämmung-Hart, EPS	5	4	-	1.149,35	-	4.597,39	4,79	17,13	113,67	19,17	68,50	454,66
5	Sperrschicht-Folie	3	3	22,56	67,67	90,23	270,68	0,24	0,92	7,64	0,95	3,70	30,56
6	Brettschichtholz	1	1	10.000,46	3.333,49	10.000,46	3.333,49	16,47	31,43	98,56	16,47	31,43	98,56
7	Holz-Lattung (anteilig) (70/70) 10%	1	1	328,70	109,57	657,40	219,13	0,66	0,41	1,10	1,31	0,83	2,21
8	dazw. Mineralwolle 90%	4	3	148,29	444,86	296,57	889,72	1,15	8,38	12,67	2,30	16,76	25,34
9	Belag-Holz	1	1	892,19	297,40	1.784,38	594,79	1,19	3,43	10,95	2,39	6,85	21,89
K				28.295,78	11.329,51	46.712,56	22.370,34	11,43	64,95	266,68	4,80	138,93	716,92

Fläche [m²] - Oben	138,81 m²
Fläche [m²] - Tragende Schicht	141,10 m²
Fläche [m²] - Unten	131,81 m²

Verwertungspot.	Recycling	Abfall
1	75%	25%
2	50%	50%
3	25%	75%
4	0%	100%
5	0%	125%

	Summe	Anteil	Summe Masse [kg]
Schneittholz	1%	438,27	
Brettschichtholz	37%	14.523,54	
Kunststoff	1%	242,92	
Polystyrolhartschaum	3%	1.149,35	
Kies	57%	22.487,22	
Steinwolle	1%	593,15	
Bitumen	0%	152,69	
	100%	39.587,12	



Anfallende Massen

A	Bauteilaufbau	Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	Zeitpunkte															Ende der LD					
						0=Errichtung	10	20	25	30	35	40	50	60	70	75	80	90	100							
1	Boden-Kies	Schüttungen aus Sand, Kies, Splitt (1800 kg/m³)	50	0,09	Kies	22.487,22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22.487,22	-	-	-	-	-	22.487,22	22.487,22	
2	Sperrschicht-Folie	Vlies (PE)	25	0,001	Kunststoff	152,69	-	-	-	152,69	-	-	-	-	-	-	-	152,69	-	-	-	-	-	152,69	152,69	
3	Sperrschicht	Polymerbitumen-Dichtungsbahn	25	0,001	Bitumen	152,69	-	-	-	152,69	-	-	-	-	-	-	-	152,69	-	-	-	-	-	152,69	152,69	
4	Dämmung-Hart, EPS	EPS-W 25 (23 kg/m³)	50	0,36	Polystyrolhartschaum	1.149,35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.149,35	-	-	-	-	-	1.149,35	1.149,35	
5	Sperrschicht-Folie	Dampfbremse Polyethylen (PE)	25	0,001	Kunststoff	90,23	-	-	-	90,23	-	-	-	-	-	-	-	90,23	-	-	-	-	-	90,23	90,23	
6	Brettschichtholz	Brettschichtholz, verleimt IA (525 kg/m³)	100	0,18	Brettschichtholz	13.333,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13.333,95	-	-	-	-	-	13.333,95	13.333,95	
7	Holz-Lattung (anteilig) (70/70) 10%	Nutzholz - rauh, technisch getrocknet (475 kg/m³)	50	0,07	Schneittholz	438,27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	438,27	-	-	-	-	-	438,27	438,27	
8	dazw. Mineralwolle 90%	Steinwolle MW (100kg/m³)	50	0,05	Steinwolle	593,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	593,15	-	-	-	-	-	593,15	593,15	
9	Belag-Holz	Massivholzplatte (3/5-Schicht) (475 kg/m³)	50	0,019	Brettschichtholz	1.189,59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.189,59	-	-	-	-	-	1.189,59	1.189,59	
K				0,722		39.587,12	-	-	-	60,73	-	-	-	-	-	-	18.295,32	-	-	-	-	-	60,73	-	28.295,78	28.295,78

Recycling

A	Bauteilaufbau	Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	Zeitpunkte															Recycling					
						0=Errichtung	10	20	25	30	35	40	50	60	70	75	80	90	100							
1	Boden-Kies	Schüttungen aus Sand, Kies, Splitt (1800 kg/m³)	50	0,09	Kies	22.487,22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16.865,42	-	-	-	-	-	16.865,42	16.865,42	
2	Sperrschicht-Folie	Vlies (PE)	25	0,001	Kunststoff	152,69	-	-	-	38,17	-	-	-	-	-	-	-	38,17	-	-	-	-	-	38,17	38,17	
3	Sperrschicht	Polymerbitumen-Dichtungsbahn	25	0,001	Bitumen	152,69	-	-	-	152,69	-	-	-	-	-	-	-	152,69	-	-	-	-	-	152,69	152,69	
4	Dämmung-Hart, EPS	EPS-W 25 (23 kg/m³)	50	0,36	Polystyrolhartschaum	1.149,35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
5	Sperrschicht-Folie	Dampfbremse Polyethylen (PE)	25	0,001	Kunststoff	90,23	-	-	-	22,56	-	-	-	-	-	-	-	22,56	-	-	-	-	-	22,56	22,56	
6	Brettschichtholz	Brettschichtholz, verleimt IA (525 kg/m³)	100	0,18	Brettschichtholz	13.333,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.000,46	10.000,46	
7	Holz-Lattung (anteilig) (70/70) 10%	Nutzholz - rauh, technisch getrocknet (475 kg/m³)	50	0,07	Schneittholz	438,27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	328,70	-	-	-	-	-	328,70	328,70	
8	dazw. Mineralwolle 90%	Steinwolle MW (100kg/m³)	50	0,05	Steinwolle	593,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	148,29	-	-	-	-	-	148,29	148,29	
9	Belag-Holz	Massivholzplatte (3/5-Schicht) (475 kg/m³)	50	0,019	Brettschichtholz	1.189,59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	892,19	-	-	-	-	-	892,19	892,19	
K				0,722		39.587,12	-	-	-	60,73	-	-	-	-	-	-	18.295,32	-	-	-	-	-	60,73	-	28.295,78	28.295,78

Abfall

A	Bauteilaufbau	Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	Zeitpunkte															Abfall				
						0=Errichtung	10	20	25	30	35	40	50	60	70	75	80	90	100						
1	Boden-Kies	Schüttungen aus Sand, Kies, Splitt (1800 kg/m³)	50	0,09	Kies	22.487,22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.621,81	-	-	-	-	-	5.621,81	5.621,81
2	Sperrschicht-Folie	Vlies (PE)	25	0,001	Kunststoff	152,69	-	-	-	114,52	-	-	-	-	-	-	-	114,52	-	-	-	-	-	114,52	114,52
3	Sperrschicht	Polymerbitumen-Dichtungsbahn	25	0,001	Bitumen	152,69	-	-	-	190,86	-	-	-	-	-	-	-	190,86	-	-	-	-	-	190,86	190,86
4	Dämmung-Hart, EPS	EPS-W 25 (23 kg/m³)	50	0,36	Polystyrolhartschaum	1.149,35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.149,35	-	-	-	-	-	1.149,35	1.149,35
5	Sperrschicht-Folie	Dampfbremse Polyethylen (PE)	25	0,001	Kunststoff	90,23	-	-	-	67,67	-	-	-	-	-	-	-	67,67	-	-	-	-	-	67,67	67,67
6	Brettschichtholz	Brettschichtholz, verleimt IA (525 kg/m³)	100	0,18	Brettschichtholz	13.333,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.333,49	3.333,49
7	Holz-Lattung (anteilig) (70/70) 10%	Nutzholz - rauh, technisch getrocknet (475 kg/m³)	50	0,07	Schneittholz	438,27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	109,57	-	-	-	-	-	109,57	109,57
8	dazw. Mineralwolle 90%	Steinwolle MW (100kg/m³)	50	0,05	Steinwolle	593,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	444,86	-	-	-	-	-	444,86	444,86
9	Belag-Holz	Massivholzplatte (3/5-Schicht) (475 kg/m³)	50	0,019	Brettschichtholz	1.189,59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	297,40	-	-	-	-	-	297,40	297,40
K				0,722		39.587,12	-	-																	

Decke - D06 (D00-Begehbar Dachterrasse + Brettschichtholz + Aufbau Unten / DG) - "Referenzmodell"

A	Bauteilaufbau (dataholz-bearbeitet)	Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer IBO	Lebensdauer angepasst	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	Dichte IBO [kg/m³]	GWP(100) [kg CO2 eq./kg]	AP [kg SO2 eq./kg]	PERNT [MJ/kg]	Flächenbezogene Masse [kg/m²]	Flächenbezogene Masse (Anteil) [kg/m²]	bei Errichtung		nach 100 Jahren	
													Masse [kg]	Masse [kg]	Masse [kg]	Masse [kg]
1	Belag-Holz	Holzboden, Vollholz	50	25	0,02	Schneittholz	675	-1,4958	0,001345	3,769711	13,5	13,5	653,00	2.611,98		
2	Holz-Lattung (anteilig) 20%	Nutzholz - rauh, technisch getrocknet (475 kg/m³)	50	25	0,07	Schneittholz	475	-1,499	0,000944	2,515932	33,25	6,65	321,66	1.286,64		
3	Boden-Kies	Schüttungen aus Sand, Kies, Splitt (1800 kg/m³)	50	50	0,09	Kies	1800	0,007075	0,000048	0,103708	162	162	7.835,94	15.671,88		
4	Sperrschicht-Folie	Vlies (PE)	25	25	0,001	Kunststoff	1100	2,83275	0,008682	87,817579	1,1	1,1	53,21	212,83		
5	Sperrschicht	Polymerbitumen-Dichtungsbahn	25	25	0,001	Bitumen	1100	0,819169	0,005564	41,596041	1,1	1,1	53,21	212,83		
6	Dämmung-Hart, EPS	EPS-W 25 (23 kg/m³)	50	25	0,36	Polystyrolhartschaum	23	4,169215	0,0149	98,89552	8,28	8,28	400,50	1.602,01		
7	Sperrschicht-Folie	Dampfbremse Polyethylen (PE)	25	25	0,001	Kunststoff	650	2,6338	0,01025	84,6686	0,65	0,65	31,44	125,76		
8	Brettschichtholz	Brettschichtholz, verleimt IA (525 kg/m³)	100	100	0,18	Brettschichtholz	525	-1,2354	0,002357	7,391496	94,5	94,5	4.643,73	4.643,73		
9	Holz-Lattung (anteilig) (70/70) 10%	Nutzholz - rauh, technisch getrocknet (475 kg/m³)	50	50	0,07	Schneittholz	475	-1,499	0,000944	2,515932	33,25	3,325	152,72	305,43		
10	dazw. Mineralwolle 90%	Steinwolle MW (100kg/m³)	50	50	0,05	Steinwolle	100	1,94	0,014126	21,36254	5	4,5	206,69	413,37		
11	Belag-Holz	Massivholzplatte (3/5-Schicht) (475 kg/m³)	50	50	0,019	Brettschichtholz	475	-1,003	0,00288	9,202183	9,025	9,025	414,52	829,04		
K					0,812								14.766,60	27.915,51		

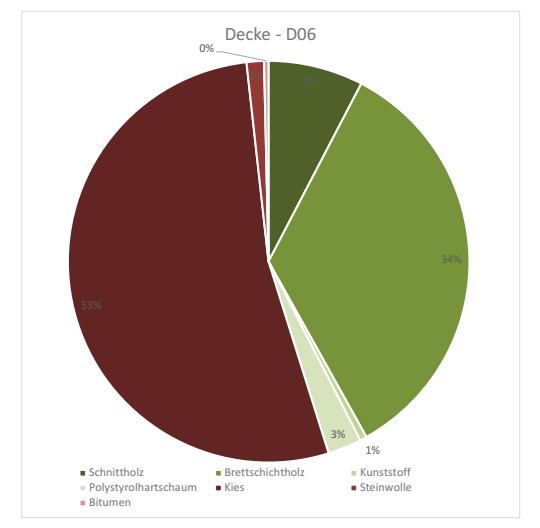
A	Bauteilaufbau (dataholz-bearbeitet)	Entsorgungseinstufung	Verwertungspotential	bei Errichtung		nach 100 Jahren		bei Errichtung			nach 100 Jahren		
				recyclebare Masse [kg]	Abfall Masse [kg]	recyclebare Masse [kg]	Abfall Masse [kg]	GWP(100) [t CO2 eq.]	AP [kg SO2 eq.]	PEI _{ne} [G]	GWP(100) [t CO2 eq.]	AP [kg SO2 eq.]	PEI _{ne} [G]
1	Belag-Holz	2	2	326,50	326,50	1.305,99	1.305,99	0,98	0,88	2,46	3,91	3,51	9,85
2	Holz-Lattung (anteilig) 20%	1	1	241,25	80,42	964,98	321,66	0,48	0,30	0,81	1,93	1,21	3,24
3	Boden-Kies	2	1	5.876,96	1.958,99	11.753,91	3.917,97	0,06	0,38	0,81	0,11	0,75	1,63
4	Sperrschicht-Folie	3	3	13,30	39,91	53,21	159,62	0,15	0,46	4,67	0,60	1,85	18,69
5	Sperrschicht	3	5	-	66,51	-	266,04	0,04	0,30	2,21	0,17	1,18	8,85
6	Dämmung-Hart, EPS	5	4	-	400,50	-	1.602,01	1,67	5,97	39,61	6,68	23,87	158,43
7	Sperrschicht-Folie	3	3	7,86	23,58	31,44	94,32	0,08	0,32	2,66	0,33	1,29	10,65
8	Brettschichtholz	1	1	3.482,80	1.160,93	3.482,80	1.160,93	5,74	10,95	34,32	5,74	10,95	34,32
9	Holz-Lattung (anteilig) (70/70) 10%	1	1	114,54	38,18	229,08	76,36	0,23	0,14	0,38	0,46	0,29	0,77
10	dazw. Mineralwolle 90%	4	3	51,67	155,01	103,34	310,03	0,40	2,92	4,42	0,80	5,84	8,83
11	Belag-Holz	1	1	310,89	103,63	621,78	207,26	0,42	1,19	3,81	0,83	2,39	7,63
K				10.425,76	4.354,15	18.546,52	9.422,19	5,44	23,81	96,18	4,16	53,13	262,88

Fläche [m²] - Oben	48,37 m²
Fläche [m²] - Tragende Schicht	
Fläche [m²] - Unten	45,93 m²

Verwertungspot.	Recycling	Abfall
1	75%	25%
2	50%	50%
3	25%	75%
4	0%	100%
5	0%	125%

Mineralischer Baustoff
Organischer Baustoff
Metallischer Baustoff

Summe	Anteil	Summe Masse [kg]
Schneittholz	8%	1.127,37
Brettschichtholz	34%	5.058,25
Kunststoff	1%	84,65
Polystyrolhartschaum	3%	400,50
Kies	53%	7.835,94
Steinwolle	1%	206,69
Bitumen	0%	53,21
	100%	14.766,60



Anfallende Massen

A	Bauteilaufbau	Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	0=Errichtung 10 20 25 30 35 40 50 60 70 75 80 90 100 Ende der LD															
						0	10	20	25	30	35	40	50	60	70	75	80	90	100	Ende der LD	
1	Belag-Holz	Holzboden, Vollholz	50	0,02	Schneittholz	653,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	653,00	653,00
2	Holz-Lattung (anteilig) 20%	Nutzholz - rauh, technisch getrocknet (475 kg/m³)	50	0,07	Schneittholz	321,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	321,66	321,66
3	Boden-Kies	Schüttungen aus Sand, Kies, Splitt (1800 kg/m³)	50	0,09	Kies	7.835,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.835,94	7.835,94
4	Sperrschicht-Folie	Vlies (PE)	25	0,001	Kunststoff	53,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53,21	53,21
5	Sperrschicht	Polymerbitumen-Dichtungsbahn	25	0,001	Bitumen	53,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53,21	53,21
6	Dämmung-Hart, EPS	EPS-W 25 (23 kg/m³)	50	0,36	Polystyrolhartschaum	400,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	400,50	400,50
7	Sperrschicht-Folie	Dampfbremse Polyethylen (PE)	25	0,001	Kunststoff	31,44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31,44	31,44
8	Brettschichtholz	Brettschichtholz, verleimt IA (525 kg/m³)	100	0,18	Brettschichtholz	4.643,73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.643,73	4.643,73
9	Holz-Lattung (anteilig) (70/70) 10%	Nutzholz - rauh, technisch getrocknet (475 kg/m³)	50	0,07	Schneittholz	152,72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	152,72	152,72
10	dazw. Mineralwolle 90%	Steinwolle MW (100kg/m³)	50	0,05	Steinwolle	206,69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	206,69	206,69
11	Belag-Holz	Massivholzplatte (3/5-Schicht) (475 kg/m³)	50	0,019	Brettschichtholz	414,52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	414,52	414,52
K				0,812		14.766,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14.766,60	14.766,60

Recycling

A	Bauteilaufbau	Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	0=Errichtung 10 20 25 30 35 40 50 60 70 75 80 90 100 Recycling															
						0	10	20	25	30	35	40	50	60	70	75	80	90	100	Recycling	
1	Belag-Holz	Holzboden, Vollholz	50	0,02	Schneittholz	653,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	326,50	326,50
2	Holz-Lattung (anteilig) 20%	Nutzholz - rauh, technisch getrocknet (475 kg/m³)	50	0,07	Schneittholz	321,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80,42	80,42
3	Boden-Kies	Schüttungen aus Sand, Kies, Splitt (1800 kg/m³)	50	0,09	Kies	7.835,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.958,99	1.958,99
4	Sperrschicht-Folie	Vlies (PE)	25	0,001	Kunststoff	53,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13,30	13,30
5	Sperrschicht	Polymerbitumen-Dichtungsbahn	25	0,001	Bitumen	53,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	Dämmung-Hart, EPS	EPS-W 25 (23 kg/m³)	50	0,36	Polystyrolhartschaum	400,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	400,50	400,50
7	Sperrschicht-Folie	Dampfbremse Polyethylen (PE)	25	0,001	Kunststoff	31,44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,86	7,86
8	Brettschichtholz	Brettschichtholz, verleimt IA (525 kg/m³)	100	0,18	Brettschichtholz	4.643,73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.482,80	3.482,80
9	Holz-Lattung (anteilig) (70/70) 10%	Nutzholz - rauh, technisch getrocknet (475 kg/m³)	50	0,07	Schneittholz	152,72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	114,54	114,54
10	dazw. Mineralwolle 90%	Steinwolle MW (100kg/m³)	50	0,05	Steinwolle	206,69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	51,67	51,67
11	Belag-Holz	Massivholzplatte (3/5-Schicht) (475 kg/m³)	50	0,019	Brettschichtholz	414,52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	310,89	310,89
K				0,812		14.766,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	129,99	129,99

Abfall

A	Bauteilaufbau	Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	0=Errichtung 10 20 25 30 35 40 50 60 70 75 80 90 100 Abfall															
						0	10	20	25	30	35	40	50	60	70	75	80	90	100	Abfall	
1	Belag-Holz	Holzboden, Vollholz	50	0,02	Schneittholz	653,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	326,50	326,50
2	Holz-Lattung (anteilig) 20%	Nutzholz - rauh, technisch getrocknet (475 kg/m³)	50	0,07	Schneittholz	321,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80,42	80,42
3	Boden-Kies	Schüttungen aus Sand, Kies, Splitt (1800 kg/m³)	50	0,09	Kies	7.835,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.958,99	1.958,99
4	Sperrschicht-Folie	Vlies (PE)	25	0,001	Kunststoff	53,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39,91	39,91
5	Sperrschicht	Polymerbitumen-Dichtungsbahn	25	0,001	Bitumen	53,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	66,51	66,51
6	Dämmung-Hart, EPS	EPS-W 25 (23 kg/m³)	50	0,36	Polystyrolhartschaum	400,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	400,50	400,50
7	Sperrschicht-Folie	Dampfbremse Polyethylen (PE)	25	0,001	Kunststoff	31,44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23,58	23,58
8	Brettschichtholz	Brettschichtholz, verleimt IA (525 kg/m³)	100	0,18	Brettschichtholz	4.643,73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.160,93	1.160,93
9	Holz-Lattung (anteilig) (70/70) 10%	Nutzholz - rauh, technisch getrocknet (475 kg/m³)	50	0,07	Schneittholz	152,72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38,18	38,18
10	dazw. Mineralwolle 90%	Steinwolle MW (100kg/m³)	50	0,05	Steinwolle	206,69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	155,01	155,01
11	Belag-Holz	Massivholzplatte (3/5-Schicht) (475 kg/m³)	50	0,019	Brettschichtholz	414,52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	103,63	103,63
K				0,812		14.766,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.354,15	4.354,15

Decke - D07 (D02-Extensiv begrünt + Brettschichtholz + Aufbau Unten / DG) - "Referenzmodell"

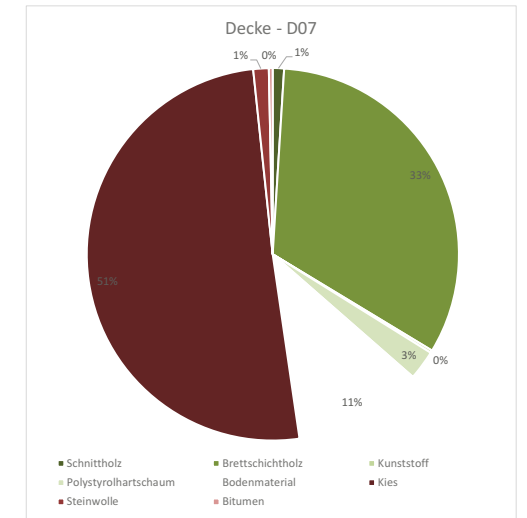
A	Bauteilaufbau (dataholz-bearbeitet)	Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer IBO	Lebensdauer angepasst	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	Dichte IBO [kg/m³]	GWP(100) [kg CO2 eq./kg]	AP [kg SO2 eq./kg]	PERNT [MJ/kg]	Flächenbezogene Masse [kg/m²]	Flächenbezogene Masse (Anteil) [kg/m²]	bei Errichtung		nach 100 Jahren	
													Masse [kg]	Masse [kg]	Masse [kg]	Masse [kg]
1	Belag-Gras	Bodenmaterial - Sand und Kies (1700 kg/m³)	100	100	0,02	Bodenmaterial	1800	0	0	0	36	36	13.885,56	13.885,56		
2	Boden-Kies	Schüttungen aus Sand, Kies, Splitt (1800 kg/m³)	50	50	0,09	Kies	1800	0,007075	0,000048	0,103708	162	162	62.485,02	124.970,04		
3	Sperrschicht	Polymerbitumen-Dichtungsbahn	25	25	0,001	Bitumen	1100	0,819169	0,005564	41,596041	1,1	1,1	424,28	1.697,12		
4	Dämmung-Hart, EPS	EPS-W 25 (23 kg/m³)	50	25	0,36	Polystyrolhartschaum	23	4,169215	0,0149	98,89552	8,28	8,28	3.193,68	12.774,72		
5	Sperrschicht-Folie	Dampfbremse Polyethylen (PE)	25	25	0,001	Kunststoff	650	2,6338	0,01025	84,6686	0,65	0,65	250,71	1.002,85		
6	Brettschichtholz	Brettschichtholz, verleimt IA (525 kg/m³)	100	100	0,18	Brettschichtholz	525	-1,2354	0,002357	7,391496	94,5	94,5	37.028,88	37.028,88		
7	Holz-Lattung (anteilig) (70/70) 10%	Nutzholz - rauh, technisch getrocknet (475 kg/m³)	50	50	0,07	Schrittholz	475	-1,499	0,000944	2,515932	33,25	3,325	1.217,78	2.435,56		
8	dazw. Mineralwolle 90%	Steinwolle MW (100kg/m³)	50	50	0,05	Steinwolle	100	1,94	0,014126	21,36254	5	4,5	1.648,13	3.296,25		
9	Belag-Holz	Massivholzplatte (3/5-Schicht) (475 kg/m³)	50	50	0,019	Brettschichtholz	475	-1,003	0,00288	9,202183	9,025	9,025	3.305,41	6.610,81		
K													0,741	123.439,44	203.701,79	

A	Bauteilaufbau (dataholz-bearbeitet)	Entsorgungseinstufung	Verwertungspotential	bei Errichtung		nach 100 Jahren		bei Errichtung			nach 100 Jahren		
				recyclebare Masse [kg]	Abfall Masse [kg]	recyclebare Masse [kg]	Abfall Masse [kg]	GWP(100) [t CO2 eq.]	AP [kg SO2 eq.]	PEI _{ne} [GJ]	GWP(100) [t CO2 eq.]	AP [kg SO2 eq.]	PEI _{ne} [GJ]
1	Belag-Gras	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Boden-Kies	2	1	46.863,77	15.621,26	93.727,53	31.242,51	0,44	3,00	6,48	0,88	6,00	12,96
3	Sperrschicht	3	5	-	530,35	-	2.121,41	0,35	2,36	17,65	1,39	9,44	70,59
4	Dämmung-Hart, EPS	5	4	-	3.193,68	-	12.774,72	13,32	47,59	315,84	53,26	190,34	1.263,36
5	Sperrschicht-Folie	3	3	62,68	188,03	250,71	752,13	0,66	2,57	21,23	2,64	10,28	84,91
6	Brettschichtholz	1	1	27.771,66	9.257,22	27.771,66	9.257,22	45,75	87,28	273,70	45,75	87,28	273,70
7	Holz-Lattung (anteilig) (70/70) 10%	1	1	913,34	304,45	1.826,67	608,89	1,83	1,15	3,06	3,65	2,30	6,13
8	dazw. Mineralwolle 90%	4	3	412,03	1.236,09	824,06	2.472,19	3,20	23,28	35,21	6,39	46,56	70,42
9	Belag-Holz	1	1	2.479,05	826,35	4.958,11	1.652,70	3,32	9,52	30,42	6,63	19,04	60,83
K				78.502,52	31.157,43	129.358,75	60.881,77	32,92	176,74	703,58	8,54	371,24	1.842,90

Fläche [m²] - Oben	385,71 m²
Fläche [m²] - Tragende Schicht	391,84 m²
Fläche [m²] - Unten	366,25 m²

Verwertungspot.	Recycling	Abfall
1	75%	25%
2	50%	50%
3	25%	75%
4	0%	100%
5	0%	125%

Material	Summe	Anteil	Summe Masse [kg]
Schrittholz	1%	1%	1.217,78
Brettschichtholz	33%	33%	40.334,29
Kunststoff	0%	0%	250,71
Polystyrolhartschaum	3%	3%	3.193,68
Bodenmaterial	11%	11%	13.885,56
Kies	51%	51%	62.485,02
Steinwolle	1%	1%	1.648,13
Bitumen	0%	0%	424,28
K			123.439,44



Anfallende Massen

A	Bauteilaufbau	Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	Zeitpunkte															Ende der LD
						0=Errichtung	10	20	25	30	35	40	50	60	70	75	80	90	100		
1	Belag-Gras	Bodenmaterial - Sand und Kies (1700 kg/m³)	100	0,02	Bodenmaterial	13.885,56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13.885,56	13.885,56	
2	Boden-Kies	Schüttungen aus Sand, Kies, Splitt (1800 kg/m³)	50	0,09	Kies	62.485,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	62.485,02	-	62.485,02	62.485,02	
3	Sperrschicht	Polymerbitumen-Dichtungsbahn	25	0,001	Bitumen	424,28	-	-	-	-	424,28	-	-	-	-	-	424,28	-	424,28	424,28	
4	Dämmung-Hart, EPS	EPS-W 25 (23 kg/m³)	50	0,36	Polystyrolhartschaum	3.193,68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.193,68	-	3.193,68	3.193,68	
5	Sperrschicht-Folie	Dampfbremse Polyethylen (PE)	25	0,001	Kunststoff	250,71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	250,71	-	250,71	250,71	
6	Brettschichtholz	Brettschichtholz, verleimt IA (525 kg/m³)	100	0,18	Brettschichtholz	37.028,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37.028,88	37.028,88	
7	Holz-Lattung (anteilig) (70/70) 10%	Nutzholz - rauh, technisch getrocknet (475 kg/m³)	50	0,07	Schrittholz	1.217,78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.217,78	-	1.217,78	1.217,78	
8	dazw. Mineralwolle 90%	Steinwolle MW (100kg/m³)	50	0,05	Steinwolle	1.648,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.648,13	-	1.648,13	1.648,13	
9	Belag-Holz	Massivholzplatte (3/5-Schicht) (475 kg/m³)	50	0,019	Brettschichtholz	3.305,41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.305,41	-	3.305,41	3.305,41	
K						0,741	123.439,44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	72.525,00	-	123.439,44	123.439,44	

Recycling

A	Bauteilaufbau	Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	Zeitpunkte															Recycling
						0=Errichtung	10	20	25	30	35	40	50	60	70	75	80	90	100		
1	Belag-Gras	Bodenmaterial - Sand und Kies (1700 kg/m³)	100	0,02	Bodenmaterial	13.885,56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2	Boden-Kies	Schüttungen aus Sand, Kies, Splitt (1800 kg/m³)	50	0,09	Kies	62.485,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46.863,77	-	46.863,77	46.863,77	
3	Sperrschicht	Polymerbitumen-Dichtungsbahn	25	0,001	Bitumen	424,28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
4	Dämmung-Hart, EPS	EPS-W 25 (23 kg/m³)	50	0,36	Polystyrolhartschaum	3.193,68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
5	Sperrschicht-Folie	Dampfbremse Polyethylen (PE)	25	0,001	Kunststoff	250,71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
6	Brettschichtholz	Brettschichtholz, verleimt IA (525 kg/m³)	100	0,18	Brettschichtholz	37.028,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	62,68	-	62,68	62,68	
7	Holz-Lattung (anteilig) (70/70) 10%	Nutzholz - rauh, technisch getrocknet (475 kg/m³)	50	0,07	Schrittholz	1.217,78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27.771,66	27.771,66	
8	dazw. Mineralwolle 90%	Steinwolle MW (100kg/m³)	50	0,05	Steinwolle	1.648,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	913,34	-	913,34	913,34	
9	Belag-Holz	Massivholzplatte (3/5-Schicht) (475 kg/m³)	50	0,019	Brettschichtholz	3.305,41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	412,03	-	412,03	412,03	
K						0,741	123.439,44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50.730,86	-	78.502,52	78.502,52	

Abfall

A	Bauteilaufbau	Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	Zeitpunkte															Abfall
						0=Errichtung	10	20	25	30	35	40	50	60	70	75	80	90	100		
1	Belag-Gras	Bodenmaterial - Sand und Kies (1700 kg/m³)	100	0,02	Bodenmaterial	13.885,56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2	Boden-Kies	Schüttungen aus Sand, Kies, Splitt (1800 kg/m³)	50	0,09	Kies	62.485,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15.621,26	-	15.621,26	15.621,26	
3	Sperrschicht	Polymerbitumen-Dichtungsbahn	25	0,001	Bitumen	424,28	-	-	-	-	530,35	-	-	-	-	-	-	-	530,35	530,35	
4	Dämmung-Hart, EPS	EPS-W 25 (23 kg/m³)	50	0,36	Polystyrolhartschaum	3.193,68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.193,68	-	3.193,68	3.193,68	
5	Sperrschicht-Folie	Dampfbremse Polyethylen (PE)	25	0,001	Kunststoff	250,71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	188,03	-	188,03	188,03	
6	Brettschichtholz	Brettschichtholz, verleimt IA (525 kg/m³)	100	0,18	Brettschichtholz	37.028,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.257,22	9.257,22	
7	Holz-Lattung (anteilig) (70/70) 10%	Nutzholz - rauh, technisch getrocknet (475 kg/m³)	50	0,07	Schrittholz	1.217,78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	304,45	-	304,45	304,45	
8	dazw. Mineralwolle 90%	Steinwolle MW (100kg/m³)	50	0,05	Steinwolle	1.648,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.236,09	-	1.236,09	1.236,09	
9	Belag-Holz	Massivholzplatte (3/5-Schicht) (475 kg/m³)	50	0,019	Brettschichtholz	3.305,41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	826,35	-	826,35	826,35	
K						0,741	123.439,44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21.900,21	-	718,38	31.157,43	

Decke - D08 (D02-Extensiv begrünt + Brettschichtholz / Dach) - "Referenzmodell"

A	Bauteilaufbau (dataholz-bearbeitet)	Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer IBO	Lebensdauer angepasst	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	Dichte IBO [kg/m³]	GWP(100) [kg CO2 eq./kg]	AP [kg SO2 eq./kg]	PERNT [MJ/kg]	Flächenbezogene Masse [kg/m²]	Flächenbezogene Masse (Anteil) [kg/m²]	bei Errichtung		nach 100 Jahren	
													Masse [kg]	Masse [kg]	Masse [kg]	Masse [kg]
1	Belag-Gras	Bodenmaterial - Sand und Kies (1700 kg/m³)	100	100	0,02	Bodenmaterial	1800	0	0	0	36	36	4.453,56	4.453,56		
2	Boden-Kies	Schüttungen aus Sand, Kies, Splitt (1800 kg/m³)	50	50	0,09	Kies	1800	0,007075	0,000048	0,103708	162	162	20.041,02	40.082,04		
3	Sperrschicht	Polymerbitumen-Dichtungsbahn	25	25	0,001	Bitumen	1100	0,819169	0,005564	41,596041	1,1	1,1	136,08	544,32		
4	Dämmung-Hart, EPS	EPS-W 25 (23 kg/m³)	50	25	0,36	Polystyrolhartschaum	23	4,169215	0,0149	98,89552	8,28	8,28	1.024,32	4.097,28		
5	Sperrschicht-Folie	Dampfbremse Polyethylen (PE)	25	25	0,001	Kunststoff	650	2,6338	0,01025	84,6686	0,65	0,65	80,41	321,65		
6	Brettschichtholz	Brettschichtholz, verleimt IA (525 kg/m³)	100	100	0,18	Brettschichtholz	525	-1,2354	0,002357	7,391496	94,5	94,5	11.686,82	11.686,82		
K					0,652								37.422,21	61.185,66		

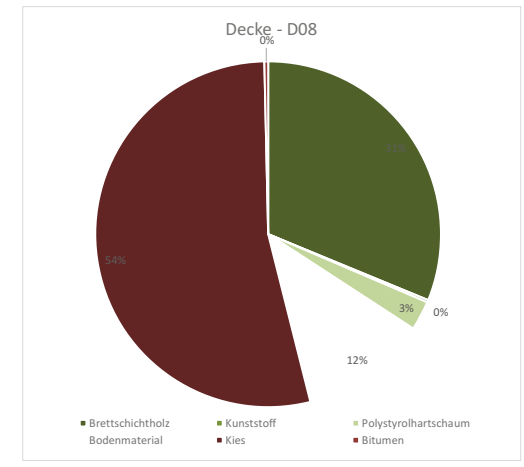
A	Bauteilaufbau (dataholz-bearbeitet)	Entsorgungseinstufung	Verwertungspotential	bei Errichtung		nach 100 Jahren		bei Errichtung			nach 100 Jahren		
				recyclebare Masse [kg]	Abfall Masse [kg]	recyclebare Masse [kg]	Abfall Masse [kg]	GWP(100) [t CO2 eq.]	AP [kg SO2 eq.]	PEI _{ne} [GJ]	GWP(100) [t CO2 eq.]	AP [kg SO2 eq.]	PEI _{ne} [GJ]
1	Belag-Gras	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Boden-Kies	2	1	15.030,77	5.010,26	30.061,53	10.020,51	0,14	0,96	2,08	0,28	1,92	4,16
3	Sperrschicht	3	5	-	170,10	-	680,41	0,11	0,76	5,66	0,45	3,03	22,64
4	Dämmung-Hart, EPS	5	4	-	1.024,32	-	4.097,28	4,27	15,26	101,30	17,08	61,05	405,20
5	Sperrschicht-Folie	3	3	20,10	60,31	80,41	241,23	0,21	0,82	6,81	0,85	3,30	27,23
6	Brettschichtholz	1	1	8.765,11	2.921,70	8.765,11	2.921,70	14,44	27,55	86,38	14,44	27,55	86,38
K				23.815,98	9.186,69	38.907,05	17.961,13	9,70	45,35	202,23	4,22	96,84	545,62

Fläche [m²] - Oben	123,71 m²
Fläche [m²] - Tragende Schicht	123,67 m²
Fläche [m²] - Unten	0,00 m²

Verwertungspot.	Recycling	Abfall
1	75%	25%
2	50%	50%
3	25%	75%
4	0%	100%
5	0%	125%

Mineralischer Baustoff
Organischer Baustoff
Metallischer Baustoff

Summe	Anteil	Summe Masse [kg]
Brettschichtholz	31%	11.686,82
Kunststoff	0%	80,41
Polystyrolhartschaum	3%	1.024,32
Bodenmaterial	12%	4.453,56
Kies	54%	20.041,02
Bitumen	0%	136,08
	100%	37.422,21



Anfallende Massen

A	Bauteilaufbau	Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	Zeitpunkte											Ende der LD				
						0=Errichtung	10	20	25	30	35	40	50	60	70	75		80	90	100	
1	Belag-Gras	Bodenmaterial - Sand und Kies (1700 kg/m³)	100	0,02	Bodenmaterial	4.453,56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.453,56	4.453,56
2	Boden-Kies	Schüttungen aus Sand, Kies, Splitt (1800 kg/m³)	50	0,09	Kies	20.041,02	-	-	-	-	-	-	-	20.041,02	-	-	-	-	-	20.041,02	20.041,02
3	Sperrschicht	Polymerbitumen-Dichtungsbahn	25	0,001	Bitumen	136,08	-	-	-	-	-	-	-	136,08	-	-	-	-	136,08	136,08	
4	Dämmung-Hart, EPS	EPS-W 25 (23 kg/m³)	50	0,36	Polystyrolhartschaum	1.024,32	-	-	-	-	-	-	-	1.024,32	-	-	-	-	1.024,32	1.024,32	
5	Sperrschicht-Folie	Dampfbremse Polyethylen (PE)	25	0,001	Kunststoff	80,41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80,41	-	80,41	80,41	
6	Brettschichtholz	Brettschichtholz, verleimt IA (525 kg/m³)	100	0,18	Brettschichtholz	11.686,82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.686,82	11.686,82	
K				0,652		37.422,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21.281,83	21.281,83	

Recycling

A	Bauteilaufbau	Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	Zeitpunkte											Recycling				
						0=Errichtung	10	20	25	30	35	40	50	60	70	75		80	90	100	
1	Belag-Gras	Bodenmaterial - Sand und Kies (1700 kg/m³)	100	0,02	Bodenmaterial	4.453,56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Boden-Kies	Schüttungen aus Sand, Kies, Splitt (1800 kg/m³)	50	0,09	Kies	20.041,02	-	-	-	-	-	-	-	15.030,77	-	-	-	-	-	15.030,77	15.030,77
3	Sperrschicht	Polymerbitumen-Dichtungsbahn	25	0,001	Bitumen	136,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	Dämmung-Hart, EPS	EPS-W 25 (23 kg/m³)	50	0,36	Polystyrolhartschaum	1.024,32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	Sperrschicht-Folie	Dampfbremse Polyethylen (PE)	25	0,001	Kunststoff	80,41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20,10	-	20,10	20,10
6	Brettschichtholz	Brettschichtholz, verleimt IA (525 kg/m³)	100	0,18	Brettschichtholz	11.686,82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.765,11	8.765,11
K				0,652		37.422,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15.050,87	15.050,87	

Abfall

A	Bauteilaufbau	Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	Zeitpunkte											Abfall				
						0=Errichtung	10	20	25	30	35	40	50	60	70	75		80	90	100	
1	Belag-Gras	Bodenmaterial - Sand und Kies (1700 kg/m³)	100	0,02	Bodenmaterial	4.453,56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Boden-Kies	Schüttungen aus Sand, Kies, Splitt (1800 kg/m³)	50	0,09	Kies	20.041,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	Sperrschicht	Polymerbitumen-Dichtungsbahn	25	0,001	Bitumen	136,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	Dämmung-Hart, EPS	EPS-W 25 (23 kg/m³)	50	0,36	Polystyrolhartschaum	1.024,32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	Sperrschicht-Folie	Dampfbremse Polyethylen (PE)	25	0,001	Kunststoff	80,41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	Brettschichtholz	Brettschichtholz, verleimt IA (525 kg/m³)	100	0,18	Brettschichtholz	11.686,82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K				0,652		37.422,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.264,98	6.264,98

D13-Fundament - "Referenzmodell"

A	Bauteilaufbau (dataholz-bearbeitet)	Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer IBO	Lebensdauer angepasst	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	Dichte IBO [kg/m³]	GWP(100) [kg CO2 eq./kg]	AP [kg SO2 eq./kg]	PERNT [MJ/kg]	Flächenbezogene Masse [kg/m²]	Flächenbezogene Masse (Anteil) [kg/m²]	bei Errichtung		nach 100 Jahren	
													Masse [kg]	Masse [kg]	Masse [kg]	Masse [kg]
1	Stahlbeton	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	100	0,35	Stahlbeton	2400	0,161	0,000429	1,657461	840	840	832.314,00	832.314,00		
K					0,350								832.314,00	832.314,00		

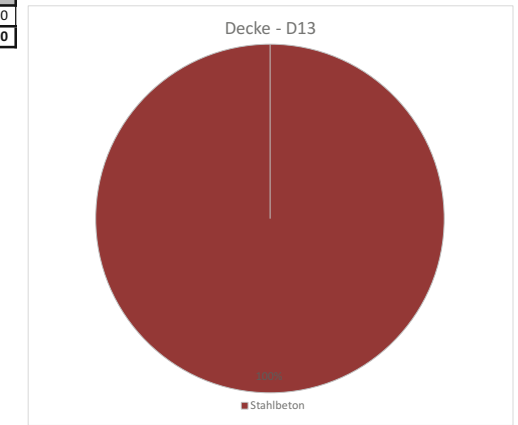
A	Bauteilaufbau (dataholz-bearbeitet)	Entsorgungseinstufung	Verwertungspotential	bei Errichtung		nach 100 Jahren		bei Errichtung			nach 100 Jahren		
				recyclebare Masse [kg]	Abfall Masse [kg]	recyclebare Masse [kg]	Abfall Masse [kg]	GWP(100) [t CO2 eq.]	AP [kg SO2 eq.]	PEIne [GJ]	GWP(100) [t CO2 eq.]	AP [kg SO2 eq.]	PEIne [GJ]
1	Stahlbeton	2	2	416.157,00	416.157,00	416.157,00	416.157,00	134,00	357,06	1.379,53	134,00	357,06	1.379,53
K				416.157,00	416.157,00	416.157,00	416.157,00	134,00	357,06	1.379,53	134,00	357,06	1.379,53

Fläche [m²] - Oben
990,85 m²
Fläche [m²] - Tragende Schicht
0,00 m²
Fläche [m²] - Unten
0,00 m²

Verwertungspot.	Recycling	Abfall
1	75%	25%
2	50%	50%
3	25%	75%
4	0%	100%
5	0%	125%

Mineralischer Baustoff
Organischer Baustoff
Metallischer Baustoff

Summe	Anteil	Summe Masse [kg]
Stahlbeton	100%	832.314,00
	100%	832.314,00



Anfallende Massen

A	Bauteilaufbau	Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	0=Errichtung										Ende der LD						
						10	20	25	30	35	40	50	60	70	75		80	90	100			
1	Stahlbeton	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	0,35	Stahlbeton	832.314,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	832.314,00	832.314,00
K				0,350		832.314,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	832.314,00	832.314,00

Recycling

A	Bauteilaufbau	Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	0=Errichtung										Recycling								
						10	20	25	30	35	40	50	60	70	75		80	90	100					
1	Stahlbeton	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	0,35	Stahlbeton	832.314,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	416.157,00	416.157,00
K				0,350		832.314,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	416.157,00	416.157,00

Abfall

A	Bauteilaufbau	Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	0=Errichtung										Abfall									
						10	20	25	30	35	40	50	60	70	75		80	90	100						
1	Stahlbeton	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	0,35	Stahlbeton	832.314,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	416.157,00	416.157,00
K				0,350		832.314,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	416.157,00	416.157,00

D13-Glas - "Referenzmodell"

A	Bauteilaufbau (dataholz-bearbeitet)	Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer IBO	Lebensdauer angepasst	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	Dichte IBO [kg/m³]	GWP(100) [kg CO2 eq./kg]	AP [kg SO2 eq./kg]	PERNT [MJ/kg]	Flächenbezogene Masse [kg/m²]	Flächenbezogene Masse (Anteil) [kg/m²]	bei Errichtung		nach 100 Jahren	
													Masse [kg]	Masse [kg]	Masse [kg]	Masse [kg]
1	Glas	Glas (2500 kg/m³)	35	35	0,1	Glas	2500	0,98	0,00849	11,6	250	250	2.100,00	6.000,00		
K					0,100								2.100,00	6.000,00		

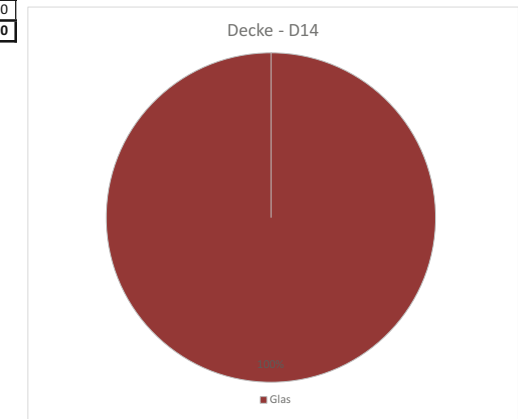
A	Bauteilaufbau (dataholz-bearbeitet)	Entsorgungseinstufung	Verwertungspotential	bei Errichtung		nach 100 Jahren		bei Errichtung			nach 100 Jahren		
				recyclebare Masse [kg]	Abfall Masse [kg]	recyclebare Masse [kg]	Abfall Masse [kg]	GWP(100) [t CO2 eq.]	AP [kg SO2 eq.]	PEIne [GJ]	GWP(100) [t CO2 eq.]	AP [kg SO2 eq.]	PEIne [GJ]
1	Glas	1	2	1.050,00	1.050,00	3.000,00	3.000,00	2,06	17,83	24,36	5,88	50,94	69,60
K				1.050,00	1.050,00	3.000,00	3.000,00	2,06	17,83	24,36	5,88	50,94	69,60

Fläche [m²] - Oben
8,40 m²
Fläche [m²] - Tragende Schicht
0,00 m²
Fläche [m²] - Unten
0,00 m²

Verwertungspot.	Recycling	Abfall
1	75%	25%
2	50%	50%
3	25%	75%
4	0%	100%
5	0%	125%

Mineralischer Baustoff
Organischer Baustoff
Metallischer Baustoff

Summe	Anteil	Summe Masse [kg]
Glas	100%	2.100,00
	100%	2.100,00



Anfallende Massen

A	Bauteilaufbau	Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	0=Errichtung										Ende der LD							
						10	20	25	30	35	40	50	60	70	75		80	90	100				
1	Glas	Glas (2500 kg/m³)	35	0,1	Glas	2.100,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K				0,100		2.100,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Recycling

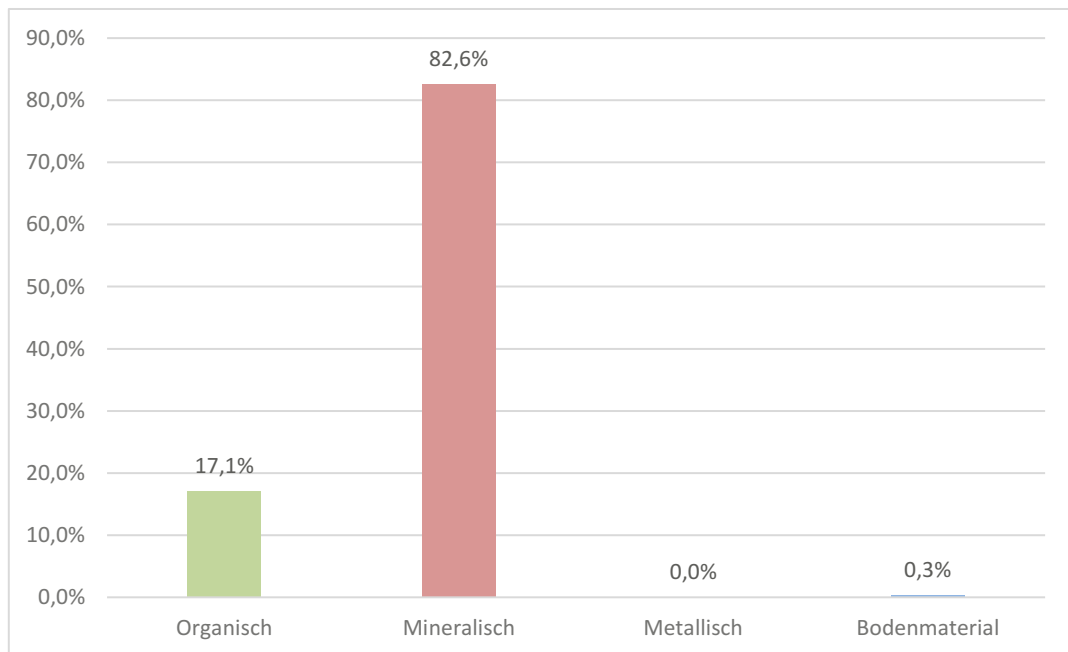
A	Bauteilaufbau	Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	0=Errichtung										Recycling								
						10	20	25	30	35	40	50	60	70	75		80	90	100					
1	Glas	Glas (2500 kg/m³)	35	0,1	Glas	2.100,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.050,00
K				0,100		2.100,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.050,00	-

Abfall

A	Bauteilaufbau	Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	0=Errichtung										Abfall								
						10	20	25	30	35	40	50	60	70	75		80	90	100					
1	Glas	Glas (2500 kg/m³)	35	0,1	Glas	2.100,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.050,00
K				0,100		2.100,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.050,00	-

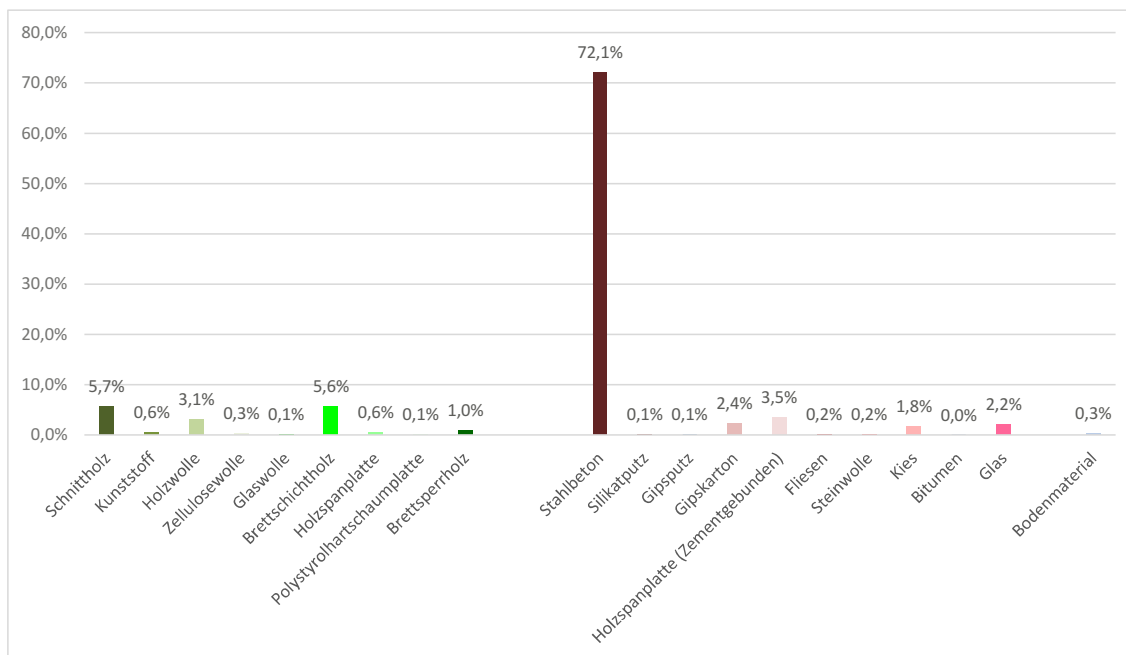
Massen - Ursprung Gebäudeebene

	Anteil	Summe Masse [t]
Organisch	17,1%	1071,74
Mineralisch	82,6%	5164,08
Metallisch	0,0%	0
Bodenmaterial	0,3%	18,34
		6254,16



**Massen - Ursprung
Gebäudeebene**

Baustoff	Anteil	Summe Masse [t]
Schnittholz	5,7%	354,37
Kunststoff	0,6%	36,26
Holzwohle	3,1%	192,49
Zellulosewolle	0,3%	21,04
Glaswolle	0,1%	8,70
Brettschichtholz	5,6%	352,10
Holzspanplatte	0,6%	36,50
Polystyrolhartschaumplatte	0,1%	8,50
Brettsperrholz	1,0%	61,77
Stahlbeton	72,1%	4.506,61
Silikatputz	0,1%	4,86
Gipsputz	0,1%	8,11
Gipskarton	2,4%	150,22
Holzspanplatte (Zementgebunden)	3,5%	219,02
Fliesen	0,2%	13,21
Steinwolle	0,2%	11,84
Kies	1,8%	112,85
Bitumen	0,0%	0,77
Glas	2,2%	136,60
Bodenmaterial	0,3%	18,34
	100,0%	6254,16

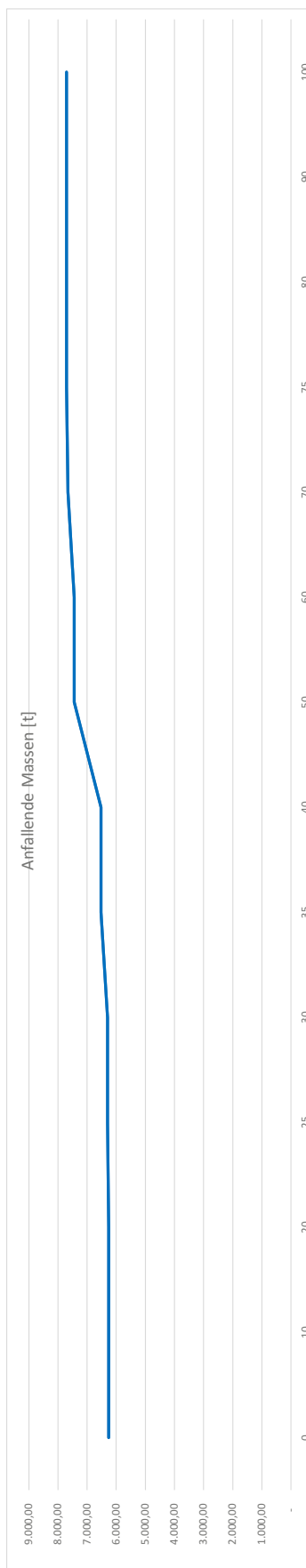


Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

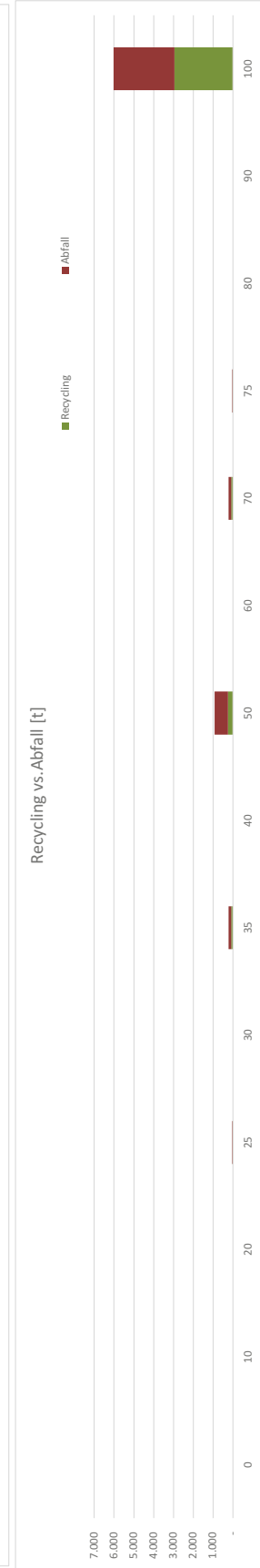
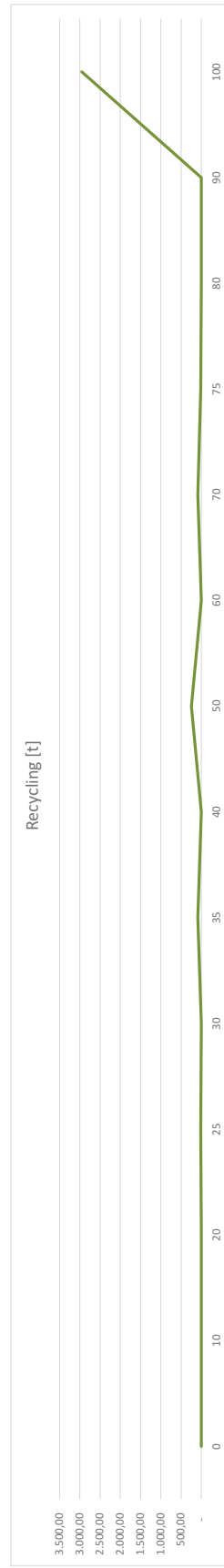
Gesamt Recycling vs. Abfall Holzvariante nach 100 Jahren - Ursprung

	recyclebare	Abfall
	Masse 100Jahre[kg]	Masse 100Jahre[kg]
Wand - W01	265.056,55	417.358,90
Wand - W02	162.126,00	212.839,01
Wand - W03	100.795,23	158.712,50
Wand - W04	65.656,35	103.243,97
Wand - W05	58.347,70	146.686,44
Wand - W06	46.328,63	15.442,88
Wand - W07	649.825,80	649.825,80
Decke - D01	291.698,30	490.193,29
Decke - D02	31.913,26	57.695,17
Decke - D03	252.893,46	768.569,63
Decke - D04	33.519,88	115.082,16
Decke - D05	46.712,56	22.370,34
Decke - D06	18.546,52	9.422,19
Decke - D07	129.358,75	60.881,77
Decke - D08	38.907,05	17.961,13
Decke - D09 - Balkone	63.849,60	63.849,60
Decke - D10 - Laubengänge	166.620,00	166.620,00
Decke - D11 - Decken UG	397.850,40	397.850,40
Decke - D12 - Aufzug	3.852,00	3.852,00
Decke - D13 - Fundament	416.157,00	416.157,00
Decke - D14 - Glas	3.000,00	3.000,00
Träger	40.800,00	40.800,00
Stützen	68.990,05	45.300,68
Treppen	20.724,00	20.724,00
Fenster	213.654,91	256.693,31
Türen	25.634,00	25.634,00
Summe	3.612.817,99	4.686.766,17

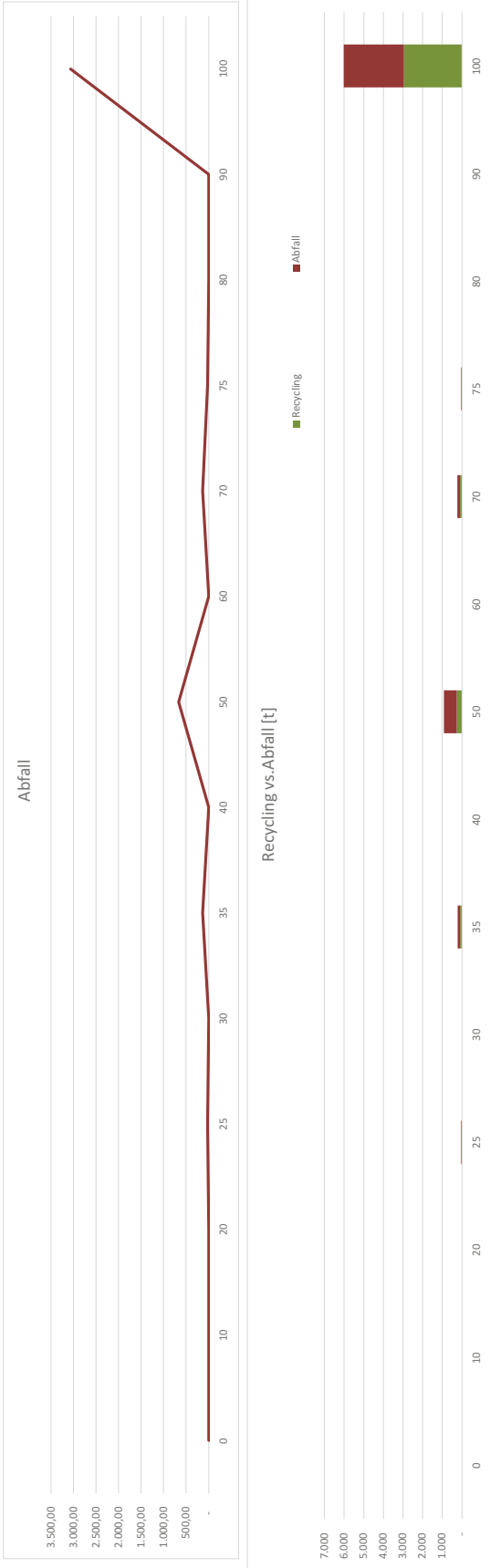
Anfallende Massen	0	10	20	25	30	35	40	50	60	70	75	80	90	100
Wand - W01	335.896,83	-	-	2.642,74	-	15.246,60	-	208.587,72	-	15.246,60	2.642,74	-	-	320.650,23
Wand - W02	338.759,03	-	-	-	-	14.507,03	-	-	-	14.507,03	-	-	-	324.252,00
Wand - W03	127.734,25	-	-	1.004,98	-	5.797,95	-	79.321,37	-	5.797,95	1.004,98	-	-	121.936,30
Wand - W04	92.260,58	-	-	-	-	-	-	61.018,89	-	-	-	-	-	92.260,58
Wand - W05	109.606,23	-	-	-	-	-	-	95.427,91	-	-	-	-	-	109.606,23
Wand - W06	61.771,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	61.771,50
Wand - W07	1.299.651,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.299.651,60
Decke - D01	603.646,54	-	-	9.374,13	-	-	-	64.845,34	-	-	9.374,13	-	-	603.646,54
Decke - D02	65.780,99	-	-	39,98	-	-	-	8.492,99	-	-	39,98	-	-	65.780,99
Decke - D03	427.699,77	-	-	29.571,61	-	-	-	236.032,98	-	-	29.571,61	-	-	427.699,77
Decke - D04	57.476,46	-	-	146,69	-	-	-	34.863,55	-	-	146,69	-	-	57.476,46
Decke - D05	39.587,12	-	-	395,61	-	-	-	26.253,17	-	-	395,61	-	-	39.587,12
Decke - D06	14.766,60	-	-	137,85	-	-	-	10.122,87	-	-	137,85	-	-	14.766,60
Decke - D07	123.439,44	-	-	674,99	-	-	-	72.525,00	-	-	674,99	-	-	123.439,44
Decke - D08	37.422,21	-	-	216,49	-	-	-	21.281,83	-	-	216,49	-	-	37.422,21
Decke - D09 - Balkone	127.699,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	127.699,20
Decke - D10 - Laubgänge	333.240,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	333.240,00
Decke - D11 - Decken UG	795.700,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	795.700,80
Decke - D12 - Aufzug	7.704,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.704,00
Decke - D13 - Fundament	832.314,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	832.314,00
Decke - D14 - Glas	2.100,00	-	-	-	-	2.100,00	-	-	-	2.100,00	-	-	-	-
Träger	81.600,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	81.600,00
Stützen	114.290,73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	114.290,73
Treppen	41.448,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41.448,00
Fenster	164.621,88	-	-	-	-	164.621,88	-	-	-	164.621,88	-	-	-	164.621,88
Türen	17.943,80	-	-	-	-	17.943,80	-	-	-	17.943,80	-	-	-	17.943,80
Summe	6.254.161,57	6.254.161,57	6.254.161,57	6.298.366,66	6.298.366,66	6.518.583,92	6.518.583,92	7.437.357,55	7.437.357,55	7.657.574,81	7.701.779,90	7.701.779,90	7.701.779,90	13.735.724,21
	6.254,16	6.254,16	6.254,16	6.298,37	6.298,37	6.518,58	6.518,58	7.437,36	7.437,36	7.657,57	7.701,78	7.701,78	7.701,78	7.701,78



Recycling	0-Errichtung	10	20	25	30	35	40	50	60	70	75	80	90	100
Wand - W01	335.896,83	-	-	660,69	-	3.811,65	-	49.631,24	-	3.811,65	660,69	-	-	133.678,12
Wand - W02	338.759,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	162.126,00
Wand - W03	127.734,25	-	-	251,24	-	1.449,49	-	18.873,68	-	1.449,49	251,24	-	-	50.834,88
Wand - W04	92.260,58	-	-	-	-	-	-	15.254,72	-	-	-	-	-	38.685,99
Wand - W05	109.606,23	-	-	-	-	-	-	23.856,98	-	-	-	-	-	34.490,72
Wand - W06	61.771,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46.328,63
Wand - W07	1.299.651,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	649.825,80
Decke - D01	603.646,54	-	-	4.588,47	-	-	-	6.560,38	-	-	4.588,47	-	-	275.960,98
Decke - D02	65.780,99	-	-	10,00	-	-	-	917,27	-	-	10,00	-	-	29.561,27
Decke - D03	427.699,77	-	-	14.474,78	-	-	-	40.096,91	-	-	14.474,78	-	-	183.847,00
Decke - D04	57.476,46	-	-	36,67	-	-	-	5.648,11	-	-	36,67	-	-	22.607,78
Decke - D05	39.587,12	-	-	60,73	-	-	-	18.295,32	-	-	60,73	-	-	28.295,78
Decke - D06	14.766,60	-	-	21,16	-	-	-	6.942,96	-	-	21,16	-	-	10.425,76
Decke - D07	123.439,44	-	-	62,68	-	-	-	50.730,86	-	-	62,68	-	-	78.502,52
Decke - D08	37.422,21	-	-	20,10	-	-	-	15.050,87	-	-	20,10	-	-	23.815,98
Decke - D09 - Balkone	127.699,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	63.849,60
Decke - D10 - Laubgänge	333.240,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	166.620,00
Decke - D11 - Decken UG	795.700,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	397.850,40
Decke - D12 - Aufzug	7.704,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.852,00
Decke - D13 - Fundament	832.314,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	416.157,00
Decke - D14 - Glas	2.100,00	-	-	-	-	-	-	-	-	1.050,00	-	-	-	-
Träger	81.600,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40.800,00
Stützen	114.290,73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	68.990,05
Treppen	41.448,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20.724,00
Fenster	164.621,88	-	-	-	-	74.779,22	-	-	-	74.779,22	-	-	-	-
Türen	17.943,80	-	-	-	-	8.971,90	-	-	-	8.971,90	-	-	-	-
Summe	-	-	-	20,19	-	89,01	-	251,86	-	90,06	20,19	-	-	2.947,83



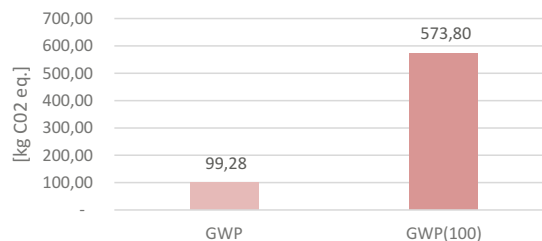
Abfall	0-Erichtung	10	20	25	30	35	40	50	60	70	75	80	90	100
Wand - W01	335.896,83	-	-	1.982,06	-	11.434,95	-	158.956,48	-	11.434,95	1.982,06	-	-	186.972,11
Wand - W02	338.759,03	-	-	-	-	17.749,55	-	-	-	17.749,55	-	-	-	162.126,00
Wand - W03	127.734,25	-	-	753,73	-	4.348,46	-	60.447,69	-	4.348,46	753,73	-	-	71.101,42
Wand - W04	92.260,58	-	-	-	-	-	-	45.764,17	-	-	-	-	-	53.574,59
Wand - W05	109.606,23	-	-	-	-	-	-	71.570,93	-	-	-	-	-	75.115,51
Wand - W06	61.771,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15.442,88
Wand - W07	1.299.651,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	649.825,80
Decke - D01	603.646,54	-	-	4.785,66	-	-	-	58.284,96	-	-	4.785,66	-	-	327.685,56
Decke - D02	65.780,99	-	-	29,99	-	-	-	7.575,73	-	-	29,99	-	-	36.219,73
Decke - D03	427.699,77	-	-	15.096,83	-	-	-	195.936,07	-	-	15.096,83	-	-	243.852,77
Decke - D04	57.476,46	-	-	110,02	-	-	-	29.215,45	-	-	110,02	-	-	34.868,67
Decke - D05	39.587,12	-	-	373,05	-	-	-	7.996,03	-	-	373,05	-	-	11.329,51
Decke - D06	14.766,60	-	-	129,99	-	-	-	3.193,22	-	-	129,99	-	-	4.354,15
Decke - D07	123.439,44	-	-	718,38	-	-	-	21.900,21	-	-	718,38	-	-	31.157,43
Decke - D08	37.422,21	-	-	230,41	-	-	-	6.264,98	-	-	230,41	-	-	9.186,69
Decke - D09 - Balkone	127.699,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	63.849,60
Decke - D10 - Laubengänge	333.240,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	166.620,00
Decke - D11 - Decken UG	795.700,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	397.850,40
Decke - D12 - Aufzug	7.704,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.852,00
Decke - D13 - Fundament	832.314,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	416.157,00
Decke - D14 - Glas	2.100,00	-	-	-	-	-	-	-	-	1.050,00	-	-	-	-
Träger	81.600,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40.800,00
Stützen	114.290,73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45.300,68
Treppen	41.448,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20.724,00
Fenster	164.621,88	-	-	-	-	89.842,66	-	-	-	89.842,66	-	-	-	-
Türen	17.943,80	-	-	-	-	8.971,90	-	-	-	8.971,90	-	-	-	-
Summe	-	-	-	24.21	-	132.35	-	667,11	-	133,40	24,21	-	-	3.067,97



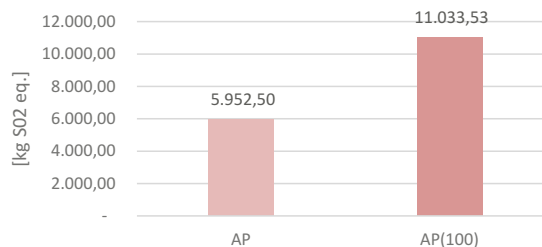
Gesamte Ökobilanz - Ursprung

	GWP [kg CO2 eq./kg]	AP [kg SO2 eq./kg]	PE _{ne} [MJ/kg]	GWP(100) [kg CO2 eq./kg]	AP(100) [kg SO2 eq./kg]	PE _{ne} (100) [MJ/kg]
Wand - W01	278,66	395,60	1.533,37	470,35	883,88	3.819,59
Wand - W02	63,28	183,21	774,44	83,59	265,12	1.214,58
Wand - W03	105,97	150,44	583,11	178,86	336,12	1.452,51
Wand - W04	30,12	139,70	533,57	34,47	263,18	1.023,91
Wand - W05	0,65	113,12	539,37	22,09	211,52	1.039,51
Wand - W06	67,95	139,60	460,82	67,95	139,60	460,82
Wand - W07	209,81	557,55	2.154,12	209,81	557,55	2.154,12
Decke - D01	100,24	359,88	1.412,11	156,72	705,35	2.783,33
Decke - D02	12,65	40,76	171,98	24,57	85,19	384,19
Decke - D03	204,14	1.031,01	3.404,46	35,87	2.293,95	8.080,41
Decke - D04	16,52	133,06	490,95	26,03	316,44	1.310,78
Decke - D05	11,43	64,95	266,68	4,80	138,93	716,92
Decke - D06	5,44	23,81	96,18	4,16	53,13	262,88
Decke - D07	32,92	176,74	703,58	8,54	371,24	1.842,90
Decke - D08	9,70	45,35	202,23	4,22	96,84	545,62
Decke - D09 - Balkone	11,83	21,71	77,52	11,83	21,71	77,52
Decke - D10 - Laubengänge	30,88	56,65	202,30	30,88	56,65	202,30
Decke - D11 - Decken UG	128,11	341,36	1.318,84	128,11	341,36	1.318,84
Decke - D12 - Aufzug	1,24	3,31	12,77	1,24	3,31	12,77
Decke - D13 - Fundament	134,00	357,06	1.379,53	134,00	357,06	1.379,53
Decke - D14 - Glas	2,06	17,83	24,36	5,88	50,94	69,60
Träger	24,21	426,82	135,25	24,21	426,82	135,25
Stützen	47,73	140,38	461,10	47,73	140,38	461,10
Treppen	6,69	17,78	68,70	6,69	17,78	68,70
Fenster	206,37	936,09	4.237,13	589,63	2.674,53	12.106,09
Türen	20,87	78,73	400,62	59,64	224,95	1.144,64
Summe	99,28	5.952,50	21.645,09	573,80	11.033,53	44.068,41

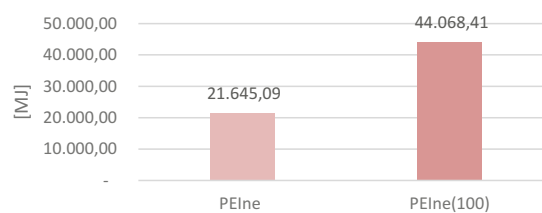
Global Warming Potential (GWP)



Acidification Potential (AP)



Primary energy non-reneable,total (PENRT)



W04 - "Ökologisch optimiertes Modell"

A	Bauteilaufbau (dataholz-bearbeitet)	entsprechende Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer IBO	Lebensdauer angepasst	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	Dichte IBO [kg/m³]	GWP(100) [kg CO2 eq./kg]	AP [kg SO2 eq./kg]	PERNT [MJ/kg]	Flächenbezogene Masse [kg/m²]	Flächenbezogene Masse (Anteil) [kg/m²]	bei Errichtung		nach 100 Jahren	
													Masse [kg]	Masse [kg]	Masse [kg]	Masse [kg]
1	Lehmbauplatte	Lehmbauplatte	50	50	0,025	Lehmplatte	500	-0,02963	0,000627	2,943222	12,5	12,5	12.607,63	25.215,25		
2	Lehmbauplatte	Lehmbauplatte	50	50	0,025	Lehmplatte	500	-0,02963	0,000627	2,943222	12,5	12,5	12.607,63	25.215,25		
3	Ständerwand-Holz (anteilig) 20%	Nutzholz - rauh, technisch getrocknet (525 kg/m³)	100	50	0,1475	Schnittholz	525	-1,649741	0,001038	2,767525	77,4375	15,4875	15.620,85	31.241,69		
4	dazw. Dämmung-Weich, Mineralwolle 80%	Glaswolle MW (GW)-W (18 kg/m³)	50	50	0,1475	Glaswolle	18	2,45375	0,015317	46,249355	2,655	2,124	2.142,29	4.284,58		
5	Lehmbauplatte	Lehmbauplatte	50	50	0,025	Lehmplatte	500	-0,02963	0,000627	2,943222	12,5	12,5	12.607,63	25.215,25		
6	Ständerwand-Holz (anteilig) 20%	Nutzholz - rauh, technisch getrocknet (525 kg/m³)	100	100	0,1475	Schnittholz	525	-1,649741	0,001038	2,767525	77,4375	15,4875	15.620,85	15.620,85		
7	dazw. Dämmung-Weich, Mineralwolle 80%	Glaswolle MW (GW)-W (18 kg/m³)	50	50	0,1475	Glaswolle	18	2,45375	0,015317	46,249355	2,655	2,124	2.142,29	4.284,58		
8	Lehmbauplatte	Lehmbauplatte	50	50	0,025	Lehmplatte	500	-0,02963	0,000627	2,943222	12,5	12,5	12.607,63	25.215,25		
9	Lehmbauplatte	Lehmbauplatte	50	50	0,025	Lehmplatte	500	-0,02963	0,000627	2,943222	12,5	12,5	12.607,63	25.215,25		
10																
11																
12																
K					0,395								98.564,40	181.507,94		

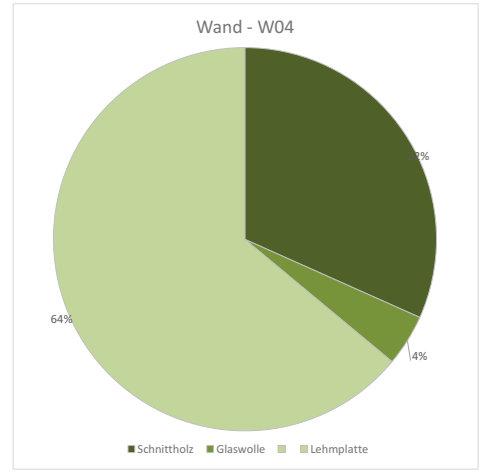
A	Bauteilaufbau (dataholz-bearbeitet)	Entsorgungseinstufung	Verwertungspotential	bei Errichtung		nach 100 Jahren		bei Errichtung			nach 100 Jahren		
				recyclebare Masse [kg]	Abfall Masse [kg]	recyclebare Masse [kg]	Abfall Masse [kg]	GWP(100) [t CO2 eq.]	AP [kg SO2 eq.]	PEI _{ne} [GJ]	GWP(100) [t CO2 eq.]	AP [kg SO2 eq.]	PEI _{ne} [GJ]
1	Lehmbauplatte	2	2	6.303,81	6.303,81	12.607,63	12.607,63	0,37	7,90	37,11	0,75	15,81	74,21
2	Lehmbauplatte	2	2	6.303,81	6.303,81	12.607,63	12.607,63	0,37	7,90	37,11	0,75	15,81	74,21
3	Ständerwand-Holz (anteilig) 20%	1	1	11.715,64	3.905,21	23.431,27	7.810,42	25,77	16,21	43,23	25,77	16,21	43,23
4	dazw. Dämmung-Weich, Mineralwolle 80%	4	3	535,57	1.606,72	1.071,14	3.213,43	5,26	32,81	99,08	10,51	65,63	198,16
5	Lehmbauplatte	2	2	6.303,81	6.303,81	12.607,63	12.607,63	0,37	7,90	37,11	0,75	15,81	74,21
6	Ständerwand-Holz (anteilig) 20%	1	1	11.715,64	3.905,21	11.715,64	3.905,21	25,77	16,21	43,23	25,77	16,21	43,23
7	dazw. Dämmung-Weich, Mineralwolle 80%	4	3	535,57	1.606,72	1.071,14	3.213,43	5,26	32,81	99,08	10,51	65,63	198,16
8	Lehmbauplatte	2	2	6.303,81	6.303,81	12.607,63	12.607,63	0,37	7,90	37,11	0,75	15,81	74,21
9	Lehmbauplatte	2	2	6.303,81	6.303,81	12.607,63	12.607,63	0,37	7,90	37,11	0,75	15,81	74,21
10		0											
11		0											
12		0											
K				56.021,48	42.542,92	100.327,32	81.180,62	42,90	137,58	470,16	60,02	258,95	897,08

Fläche [m²] - Oben
1008,61 m²

Verwertungspot.	Recycling	Abfall
1	75%	25%
2	50%	50%
3	25%	75%
4	0%	100%
5	0%	125%

Mineralischer Baustoff
Organischer Baustoff
Metallischer Baustoff

Summe	Anteil	Summe Masse [kg]
Schnittholz	32%	31.241,69
Glaswolle	4%	4.284,58
Lehmplatte	64%	63.038,13
	100%	98.564,40



Anfallende Massen

A	Bauteilaufbau	entsprechende Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	0=Errichtung											Ende der LD			
						10	20	25	30	35	40	50	60	70	75	80		90	100	
1	Lehmbauplatte	Lehmbauplatte	50	0,025	Lehmplatte	12.607,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.607,63	12.607,63
2	Lehmbauplatte	Lehmbauplatte	50	0,025	Lehmplatte	12.607,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.607,63	12.607,63
3	Ständerwand-Holz (anteilig) 20%	Nutzholz - rauh, technisch getrocknet (525 kg/m³)	100	0,1475	Schnittholz	15.620,85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15.620,85	15.620,85
4	dazw. Dämmung-Weich, Mineralwolle 80%	Glaswolle MW (GW)-W (18 kg/m³)	50	0,1475	Glaswolle	2.142,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.142,29	2.142,29
5	Lehmbauplatte	Lehmbauplatte	50	0,025	Lehmplatte	12.607,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.607,63	12.607,63
6	Ständerwand-Holz (anteilig) 20%	Nutzholz - rauh, technisch getrocknet (525 kg/m³)	100	0,1475	Schnittholz	15.620,85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15.620,85	15.620,85
7	dazw. Dämmung-Weich, Mineralwolle 80%	Glaswolle MW (GW)-W (18 kg/m³)	50	0,1475	Glaswolle	2.142,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.142,29	2.142,29
8	Lehmbauplatte	Lehmbauplatte	50	0,025	Lehmplatte	12.607,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.607,63	12.607,63
9	Lehmbauplatte	Lehmbauplatte	50	0,025	Lehmplatte	12.607,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.607,63	12.607,63
K				0,395		98.564,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	98.564,40	98.564,40

Recycling

A	Bauteilaufbau	entsprechende Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	0=Errichtung											Recycling			
						10	20	25	30	35	40	50	60	70	75	80		90	100	
1	Lehmbauplatte	Lehmbauplatte	50	0,025	Lehmplatte	12.607,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.303,81	6.303,81
2	Lehmbauplatte	Lehmbauplatte	50	0,025	Lehmplatte	12.607,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.303,81	6.303,81
3	Ständerwand-Holz (anteilig) 20%	Nutzholz - rauh, technisch getrocknet (525 kg/m³)	100	0,1475	Schnittholz	15.620,85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.715,64	11.715,64
4	dazw. Dämmung-Weich, Mineralwolle 80%	Glaswolle MW (GW)-W (18 kg/m³)	50	0,1475	Glaswolle	2.142,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	535,57	535,57
5	Lehmbauplatte	Lehmbauplatte	50	0,025	Lehmplatte	12.607,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.303,81	6.303,81
6	Ständerwand-Holz (anteilig) 20%	Nutzholz - rauh, technisch getrocknet (525 kg/m³)	100	0,1475	Schnittholz	15.620,85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.715,64	11.715,64
7	dazw. Dämmung-Weich, Mineralwolle 80%	Glaswolle MW (GW)-W (18 kg/m³)	50	0,1475	Glaswolle	2.142,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	535,57	535,57
8	Lehmbauplatte	Lehmbauplatte	50	0,025	Lehmplatte	12.607,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.303,81	6.303,81
9	Lehmbauplatte	Lehmbauplatte	50	0,025	Lehmplatte	12.607,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.303,81	6.303,81
K				0,395		98.564,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32.590,21	56.021,48

Abfall

A	Bauteilaufbau	entsprechende Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	0=Errichtung											Abfall			
						10	20	25	30	35	40	50	60	70	75	80		90	100	
1	Lehmbauplatte	Lehmbauplatte	50	0,025	Lehmplatte	12.607,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.303,81	6.303,81
2	Lehmbauplatte	Lehmbauplatte	50	0,025	Lehmplatte	12.607,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.303,81	6.303,81
3	Ständerwand-Holz (anteilig) 20%	Nutzholz - rauh, technisch getrocknet (525 kg/m³)	100	0,1475	Schnittholz	15.620,85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.905,21	3.905,21
4	dazw. Dämmung-Weich, Mineralwolle 80%	Glaswolle MW (GW)-W (18 kg/m³)	50	0,1475	Glaswolle	2.142,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.606,72	1.606,72
5	Lehmbauplatte	Lehmbauplatte	50	0,025	Lehmplatte	12.607,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.303,81	6.303,81
6	Ständerwand-Holz (anteilig) 20%	Nutzholz - rauh, technisch getrocknet (525 kg/m³)	100	0,1475	Schnittholz	15.620,85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.905,21	3.905,21
7	dazw. Dämmung-Weich, Mineralwolle 80%	Glaswolle MW (GW)-W (18 kg/m³)	50	0,1475	Glaswolle	2.142,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.606,72	1.606,72
8	Lehmbauplatte	Lehmbauplatte	50	0,025	Lehmplatte	12.607,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.303,81	6.303,81
9	Lehmbauplatte	Lehmbauplatte	50	0,025	Lehmplatte	12.607,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.303,81	6.303,81
K				0,395		98.564,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42.542,92	42.542,92

W05 - "Ökologisch optimiertes Modell"

A	Bauteilaufbau (dataholz-bearbeitet)	entsprechende Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer IBO	Lebensdauer angepasst	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	Dichte IBO [kg/m³]	GWP(100) [kg CO2 eq./kg]	AP [kg SO2 eq./kg]	PERNT [MJ/kg]	Flächenbezogene Masse [kg/m²]	Flächenbezogene Masse (Anteil) [kg/m²]	bei Errichtung		nach 100 Jahren	
													Masse [kg]	Masse [kg]	Masse [kg]	Masse [kg]
1	Lehmbauplatte	Lehmbauplatte	50	50	0,025	Lehmplatte	500	-0,02963	0,000627	2,943222	12,5	12,5	25.967,63	51.935,25		
2	Lehmbauplatte	Lehmbauplatte	50	50	0,025	Lehmplatte	500	-0,02963	0,000627	2,943222	12,5	12,5	25.967,63	51.935,25		
3	Ständerwand-Holz (anteilig) 20%	Nutzholz - rauh, technisch getrocknet (525 kg/m³)	100	100	0,065	Schnittholz	525	-1,649741	0,001038	2,767525	34,125	6,825	14.178,32	14.178,32		
4	dazw. Dämmung-Weich, Mineralwolle 80%	Glaswolle MW (GW)-W (18 kg/m³)	50	50	0,065	Glaswolle	18	2,45375	0,015317	46,249355	1,17	0,936	1.944,46	3.888,91		
5	Lehmbauplatte	Lehmbauplatte	50	50	0,025	Lehmplatte	500	-0,02963	0,000627	2,943222	12,5	12,5	25.967,63	51.935,25		
6	Lehmbauplatte	Lehmbauplatte	50	50	0,025	Lehmplatte	500	-0,02963	0,000627	2,943222	12,5	12,5	25.967,63	51.935,25		
K					0,205								119.993,28	225.808,23		

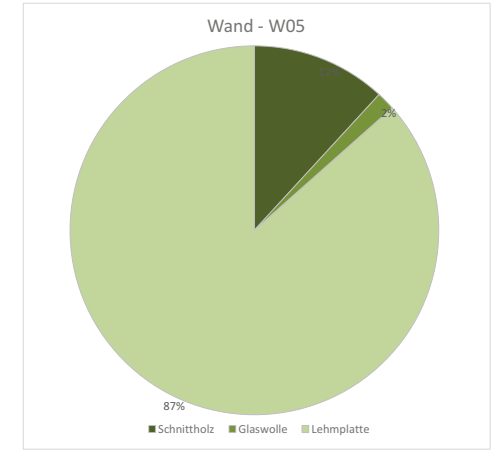
A	Bauteilaufbau (dataholz-bearbeitet)	Entsorgungseinstufung	Verwertungspotential	bei Errichtung		nach 100 Jahren		bei Errichtung			nach 100 Jahren		
				recyclebare Masse [kg]	Abfall Masse [kg]	recyclebare Masse [kg]	Abfall Masse [kg]	GWP(100) [t CO2 eq.]	AP [kg SO2 eq.]	PEI _{ne} [GJ]	GWP(100) [t CO2 eq.]	AP [kg SO2 eq.]	PEI _{ne} [GJ]
1	Lehmbauplatte	2	2	12.983,81	12.983,81	25.967,63	25.967,63	0,77	16,28	76,43	1,54	32,56	152,86
2	Lehmbauplatte	2	2	12.983,81	12.983,81	25.967,63	25.967,63	0,77	16,28	76,43	1,54	32,56	152,86
3	Ständerwand-Holz (anteilig) 20%	1	1	10.633,74	3.544,58	10.633,74	3.544,58	23,39	14,72	39,24	23,39	14,72	39,24
4	dazw. Dämmung-Weich, Mineralwolle 80%	4	3	486,11	1.458,34	972,23	2.916,68	4,77	29,78	89,93	9,54	59,57	179,86
5	Lehmbauplatte	2	2	12.983,81	12.983,81	25.967,63	25.967,63	0,77	16,28	76,43	1,54	32,56	152,86
6	Lehmbauplatte	2	2	12.983,81	12.983,81	25.967,63	25.967,63	0,77	16,28	76,43	1,54	32,56	152,86
K				63.055,11	56.938,17	115.476,47	110.331,76	21,70	109,63	434,88	20,00	204,54	830,53

Fläche [m²] - Oben	2077,41 m²
--------------------	------------

Verwertungspot.	Recycling	Abfall
1	75%	25%
2	50%	50%
3	25%	75%
4	0%	100%
5	0%	125%

Mineralischer Baustoff
Organischer Baustoff
Metallischer Baustoff

Summe	Anteil	Summe Masse [kg]
Schnittholz	12%	14.178,32
Glaswolle	2%	1.944,46
Lehmplatte	87%	103.870,50
	100%	119.993,28



Anfallende Massen

A	Bauteilaufbau	entsprechende Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	0=Errichtung 10 20 25 30 35 40 50 60 70 75 80 90 100											Ende der LD				
						0=Errichtung	10	20	25	30	35	40	50	60	70	75		80	90	100	
1	Lehmbauplatte	Lehmbauplatte	50	0,025	Lehmplatte	25.967,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25.967,63	25.967,63
2	Lehmbauplatte	Lehmbauplatte	50	0,025	Lehmplatte	25.967,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25.967,63	25.967,63
3	Ständerwand-Holz (anteilig) 20%	Nutzholz - rauh, technisch getrocknet (525 kg/m³)	100	0,065	Schnittholz	14.178,32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14.178,32	14.178,32
4	dazw. Dämmung-Weich, Mineralwolle 80%	Glaswolle MW (GW)-W (18 kg/m³)	50	0,065	Glaswolle	1.944,46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.944,46	1.944,46
5	Lehmbauplatte	Lehmbauplatte	50	0,025	Lehmplatte	25.967,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25.967,63	25.967,63
6	Lehmbauplatte	Lehmbauplatte	50	0,025	Lehmplatte	25.967,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25.967,63	25.967,63
K				0,205		119.993,28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	105.814,96	119.993,28

Recycling

A	Bauteilaufbau	entsprechende Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	0=Errichtung 10 20 25 30 35 40 50 60 70 75 80 90 100											Recycling					
						0=Errichtung	10	20	25	30	35	40	50	60	70	75		80	90	100		
1	Lehmbauplatte	Lehmbauplatte	50	0,025	Lehmplatte	25.967,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.983,81	12.983,81
2	Lehmbauplatte	Lehmbauplatte	50	0,025	Lehmplatte	25.967,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.983,81	12.983,81
3	Ständerwand-Holz (anteilig) 20%	Nutzholz - rauh, technisch getrocknet (525 kg/m³)	100	0,065	Schnittholz	14.178,32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.633,74	10.633,74
4	dazw. Dämmung-Weich, Mineralwolle 80%	Glaswolle MW (GW)-W (18 kg/m³)	50	0,065	Glaswolle	1.944,46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	486,11	486,11
5	Lehmbauplatte	Lehmbauplatte	50	0,025	Lehmplatte	25.967,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.983,81	12.983,81
6	Lehmbauplatte	Lehmbauplatte	50	0,025	Lehmplatte	25.967,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.983,81	12.983,81
K				0,205		119.993,28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	63.055,11	63.055,11

Abfall

A	Bauteilaufbau	entsprechende Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	0=Errichtung 10 20 25 30 35 40 50 60 70 75 80 90 100											Abfall					
						0=Errichtung	10	20	25	30	35	40	50	60	70	75		80	90	100		
1	Lehmbauplatte	Lehmbauplatte	50	0,025	Lehmplatte	25.967,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.983,81	12.983,81
2	Lehmbauplatte	Lehmbauplatte	50	0,025	Lehmplatte	25.967,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.983,81	12.983,81
3	Ständerwand-Holz (anteilig) 20%	Nutzholz - rauh, technisch getrocknet (525 kg/m³)	100	0,065	Schnittholz	14.178,32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.544,58	3.544,58
4	dazw. Dämmung-Weich, Mineralwolle 80%	Glaswolle MW (GW)-W (18 kg/m³)	50	0,065	Glaswolle	1.944,46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.458,34	1.458,34
5	Lehmbauplatte	Lehmbauplatte	50	0,025	Lehmplatte	25.967,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.983,81	12.983,81
6	Lehmbauplatte	Lehmbauplatte	50	0,025	Lehmplatte	25.967,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.983,81	12.983,81
K				0,205		119.993,28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53.393,59	56.938,17

Decke - D01 (D01-Trocken + Stahlbeton / Dü.EG) - "Ökologisch optimiertes Modell"

Decke - D01 (D01-Trocken + Stahlbeton / Dü.EG) - "Ökologisch und ökonomisch opt. Modell"

A	Bauteilaufbau (dataholz-bearbeitet)	entsprechende Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer IBO	Lebensdauer angepasst	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	Dichte IBO [kg/m³]	GWP(100) [kg CO2 eq./kg]	AP [kg SO2 eq./kg]	PERNT [MJ/kg]	Flächenbezogene Masse [kg/m²]	Flächenbezogene Masse (Anteil) [kg/m²]	bei Errichtung		nach 100 Jahren	
													Masse [kg]	Masse [kg]	Masse [kg]	Masse [kg]
1	Belag-Holz	Mehrschichtparkett	25	25	0,02	Schichtholz	740	0,348	0,005625	17,194114	14,8	14,8	8.979,75	35.919,01		
2	Estrich	Holzspanplatte Innen (650kg/m³)	50	25	0,065	Holzspanplatte	650	-1,35445	0,0006524	8,3	42,25	42,25	25.634,77	102.539,06		
3	Folie,PAE-Folie	Dampfbremse Polyethylen (PE)	25	25	0,001	Kunststoff	650	2,6338	0,01025	84,6686	0,65	0,65	394,38	1.577,52		
4	Dämmung-Trittschall	EPS-T 1000 (17 kg/m³)	50	50	0,025	Polystyrolhartschaum	17	4,169	0,0149	98,89552	0,425	0,425	257,86	515,73		
5	Holz-OSB	OSB-Platte (650 kg/m³)	50	50	0,02	Holzspanplatte	650	-1,1514	0,002096	8,556575	13	13	7.887,62	15.775,24		
6	Stahlbeton	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	100	0,35	Stahlbeton	2400	0,161	0,000429	1,657461	840	840	538.801,20	538.801,20		
													0,481	581.955,58	695.127,76	

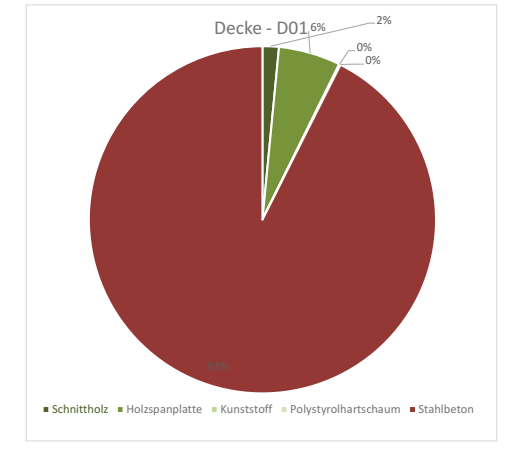
A	Bauteilaufbau (dataholz-bearbeitet)	Entsorgungseinstufung	Verwertungspotential	bei Errichtung		nach 100 Jahren		bei Errichtung			nach 100 Jahren		
				recyclebare Masse [kg]	Abfall Masse [kg]	recyclebare Masse [kg]	Abfall Masse [kg]	GWP(100) [t CO2 eq.]	AP [kg SO2 eq.]	PEI _{ne} [GJ]	GWP(100) [t CO2 eq.]	AP [kg SO2 eq.]	PEI _{ne} [GJ]
1	Belag-Holz	2	2	4.489,88	4.489,88	17.959,50	17.959,50	3,12	50,51	154,40	12,50	202,04	617,60
2	Estrich	3	3	6.408,69	19.226,07	25.634,77	76.904,30	34,72	16,72	212,77	138,88	66,90	851,07
3	Folie,PAE-Folie	3	3	98,60	295,79	394,38	1.183,14	1,04	4,04	33,39	4,15	16,17	133,57
4	Dämmung-Trittschall	5	4	-	257,86	-	515,73	1,08	3,84	25,50	2,15	7,68	51,00
5	Holz-OSB	3	3	1.971,91	5.915,72	3.943,81	11.831,43	9,08	16,53	67,49	18,16	33,06	134,98
6	Stahlbeton	2	2	269.400,60	269.400,60	269.400,60	269.400,60	86,75	231,15	893,04	86,75	231,15	893,04
				282.369,67	299.585,92	317.333,06	377.794,70	48,18	322,80	1.386,59	51,50	557,01	2.681,26

Fläche [m²] - Oben	606,74 m²
Fläche [m²] - Tragende Schicht	641,43 m²
Fläche [m²] - Unten	0,00 m²

Verwertungspot.	Recycling	Abfall
1	75%	25%
2	50%	50%
3	25%	75%
4	0%	100%
5	0%	125%

Mineralischer Baustoff
Organischer Baustoff
Metallischer Baustoff

Summe	Anteil	Summe Masse [kg]
Schichtholz	2%	8.979,75
Holzspanplatte	6%	33.522,39
Kunststoff	0%	394,38
Polystyrolhartschaum	0%	257,86
Stahlbeton	93%	538.801,20
	100%	581.955,58



Anfallende Massen

A	Bauteilaufbau	entsprechende Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	0=Errichtung										Ende der LD				
						10	20	25	30	35	40	50	60	70	75		80	90	100	
1	Belag-Holz	Mehrschichtparkett	25	0,02	Schichtholz	8.979,75	-	-	8.979,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.979,75	8.979,75
2	Estrich	Holzspanplatte Innen (650kg/m³)	50	0,065	Holzspanplatte	25.634,77	-	-	-	-	-	-	-	-	25.634,77	-	-	-	25.634,77	25.634,77
3	Folie,PAE-Folie	Dampfbremse Polyethylen (PE)	25	0,001	Kunststoff	394,38	-	-	-	394,38	-	-	-	-	-	-	-	394,38	394,38	
4	Dämmung-Trittschall	EPS-T 1000 (17 kg/m³)	50	0,025	Polystyrolhartschaum	257,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	257,86	257,86	
5	Holz-OSB	OSB-Platte (650 kg/m³)	50	0,02	Holzspanplatte	7.887,62	-	-	-	-	-	-	-	-	7.887,62	-	-	-	7.887,62	7.887,62
6	Stahlbeton	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	0,35	Stahlbeton	538.801,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	538.801,20	538.801,20
						0,481			9.374,13									581.955,58	581.955,58	

Recycling

A	Bauteilaufbau	entsprechende Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	0=Errichtung										Recycling				
						10	20	25	30	35	40	50	60	70	75		80	90	100	
1	Belag-Holz	Mehrschichtparkett	25	0,02	Schichtholz	8.979,75	-	-	4.489,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.489,88	4.489,88
2	Estrich	Holzspanplatte Innen (650kg/m³)	50	0,065	Holzspanplatte	25.634,77	-	-	-	-	-	-	-	-	6.408,69	-	-	-	6.408,69	6.408,69
3	Folie,PAE-Folie	Dampfbremse Polyethylen (PE)	25	0,001	Kunststoff	394,38	-	-	-	98,60	-	-	-	-	-	-	-	98,60	98,60	
4	Dämmung-Trittschall	EPS-T 1000 (17 kg/m³)	50	0,025	Polystyrolhartschaum	257,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
5	Holz-OSB	OSB-Platte (650 kg/m³)	50	0,02	Holzspanplatte	7.887,62	-	-	-	-	-	-	-	-	1.971,91	-	-	-	1.971,91	1.971,91
6	Stahlbeton	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	0,35	Stahlbeton	538.801,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	269.400,60	269.400,60
						0,481			4.588,47					12.969,07			4.588,47	282.369,67	282.369,67	

Abfall

A	Bauteilaufbau	entsprechende Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	0=Errichtung										Abfall				
						10	20	25	30	35	40	50	60	70	75		80	90	100	
1	Belag-Holz	Mehrschichtparkett	25	0,02	Schichtholz	8.979,75	-	-	4.489,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.489,88	4.489,88
2	Estrich	Holzspanplatte Innen (650kg/m³)	50	0,065	Holzspanplatte	25.634,77	-	-	-	-	-	-	-	-	19.226,07	-	-	-	19.226,07	19.226,07
3	Folie,PAE-Folie	Dampfbremse Polyethylen (PE)	25	0,001	Kunststoff	394,38	-	-	-	295,79	-	-	-	-	-	-	-	295,79	295,79	
4	Dämmung-Trittschall	EPS-T 1000 (17 kg/m³)	50	0,025	Polystyrolhartschaum	257,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	257,86	257,86
5	Holz-OSB	OSB-Platte (650 kg/m³)	50	0,02	Holzspanplatte	7.887,62	-	-	-	-	-	-	-	-	5.915,72	-	-	-	5.915,72	5.915,72
6	Stahlbeton	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	0,35	Stahlbeton	538.801,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	269.400,60	269.400,60
						0,481			4.785,66					30.185,32			4.785,66	299.585,92	299.585,92	

Decke - D02 (D01-Nass + Stahlbeton / Dü.EG) - "Ökologisch optimiertes Modell"

Decke - D02 (D01-Nass + Stahlbeton / Dü.EG) - "Ökologisch und ökonomisch opt. Modell"

A	Bauteilaufbau (dataholz-bearbeitet)	entsprechende Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer IBO	Lebensdauer angepasst	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	Dichte IBO [kg/m³]	GWP(100) [kg CO2 eq./kg]	AP [kg SO2 eq./kg]	PERNT [MJ/kg]	Flächenbezogene Masse [kg/m²]	Flächenbezogene Masse (Anteil) [kg/m²]	bei Errichtung	
													Masse [kg]	nach 100 Jahren
1	Belag-Fliese	Fliesen (2300 kg/m³)	50	25	0,02	Fliesen	2300	0,840936	0,002918	14,155821	46	46	2.829,46	11.317,84
2	Estrich	Holzspanplatte Innen (650kg/m³)	50	25	0,065	Holzspanplatte	650	-1,35445	0,0006524	8,3	42,25	42,25	2.598,80	10.395,19
3	Folie,PAE-Folie	Dampfbremse Polyethylen (PE)	25	25	0,001	Kunststoff	650	2,6338	0,01025	84,6686	0,65	0,65	39,98	159,93
4	Dämmung-Trittschall	EPS-T 1000 (17 kg/m³)	50	50	0,025	Polystyrolhartschaum	17	4,169	0,0149	98,89552	0,425	0,425	26,14	52,28
5	Holz-OSB	OSB-Platte (650 kg/m³)	50	50	0,02	Holzspanplatte	650	-1,1514	0,002096	8,556575	13	13	799,63	1.599,26
6	Stahlbeton	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	100	0,35	Stahlbeton	2400	0,161	0,000429	1,657461	840	840	57.288,00	57.288,00
K					0,481								63.582,01	80.812,50

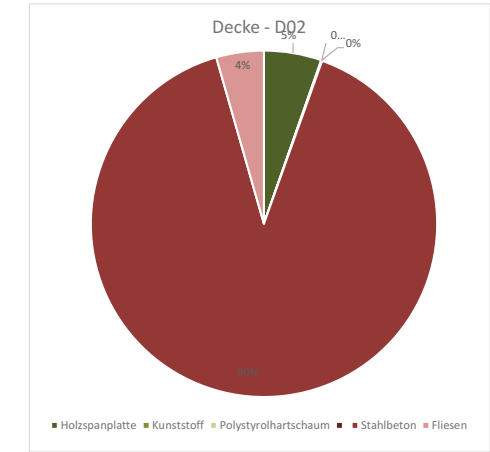
A	Bauteilaufbau (dataholz-bearbeitet)	Entsorgungseinstufung	Verwertungspotential	bei Errichtung		nach 100 Jahren		bei Errichtung			nach 100 Jahren		
				recyclebare Masse [kg]	Abfall Masse [kg]	recyclebare Masse [kg]	Abfall Masse [kg]	GWP(100) [t CO2 eq.]	AP [kg SO2 eq.]	PEIne [GJ]	GWP(100) [t CO2 eq.]	AP [kg SO2 eq.]	PEIne [GJ]
1	Belag-Fliese	2	3	707,37	2.122,10	2.829,46	8.488,38	2,38	8,26	40,05	9,52	33,03	160,21
2	Estrich	3	3	649,70	1.949,10	2.598,80	7.796,39	3,52	1,70	21,57	14,08	6,78	86,28
3	Folie,PAE-Folie	3	3	10,00	29,99	39,98	119,94	0,11	0,41	3,39	0,42	1,64	13,54
4	Dämmung-Trittschall	5	4	-	26,14	-	52,28	0,11	0,39	2,59	0,22	0,78	5,17
5	Holz-OSB	3	3	199,91	599,72	399,82	1.199,45	0,92	1,68	6,84	1,84	3,35	13,68
6	Stahlbeton	2	2	28.644,00	28.644,00	28.644,00	28.644,00	9,22	24,58	94,95	9,22	24,58	94,95
K				30.210,97	33.371,04	34.512,05	46.300,45	7,38	37,00	169,39	3,46	70,15	373,84

Fläche [m²] - Oben	61,51 m²
Fläche [m²] - Tragende Schicht	68,20 m²
Fläche [m²] - Unten	0,00 m²

Verwertungspot.	Recycling	Abfall
1	75%	25%
2	50%	50%
3	25%	75%
4	0%	100%
5	0%	125%

Mineralischer Baustoff
Organischer Baustoff
Metallischer Baustoff

Summe	Anteil	Summe Masse [kg]
Holzspanplatte	5%	3.398,43
Kunststoff	0%	39,98
Polystyrolhartschaum	0%	26,14
Stahlbeton	90%	57.288,00
Fliesen	4%	2.829,46
	100%	63.582,01



Anfallende Massen

A	Bauteilaufbau	entsprechende Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	Anfallende Massen															
						0=Errichtung	10	20	25	30	35	40	50	60	70	75	80	90	100	Ende der LD	
1	Belag-Fliese	Fliesen (2300 kg/m³)	50	0,02	Fliesen	2.829,46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.829,46	2.829,46
2	Estrich	Holzspanplatte Innen (650kg/m³)	50	0,065	Holzspanplatte	2.598,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.598,80	2.598,80
3	Folie,PAE-Folie	Dampfbremse Polyethylen (PE)	25	0,001	Kunststoff	39,98	-	-	39,98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39,98	39,98
4	Dämmung-Trittschall	EPS-T 1000 (17 kg/m³)	50	0,025	Polystyrolhartschaum	26,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26,14	26,14
5	Holz-OSB	OSB-Platte (650 kg/m³)	50	0,02	Holzspanplatte	799,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	799,63	799,63
6	Stahlbeton	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	0,35	Stahlbeton	57.288,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	57.288,00	57.288,00
K				0,481		63.582,01	-	-	39,98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39,98	63.582,01	63.582,01

Recycling

A	Bauteilaufbau	entsprechende Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	Recycling															
						0=Errichtung	10	20	25	30	35	40	50	60	70	75	80	90	100	Recycling	
1	Belag-Fliese	Fliesen (2300 kg/m³)	50	0,02	Fliesen	2.829,46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	707,37	707,37
2	Estrich	Holzspanplatte Innen (650kg/m³)	50	0,065	Holzspanplatte	2.598,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	649,70	649,70
3	Folie,PAE-Folie	Dampfbremse Polyethylen (PE)	25	0,001	Kunststoff	39,98	-	-	10,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10,00	10,00
4	Dämmung-Trittschall	EPS-T 1000 (17 kg/m³)	50	0,025	Polystyrolhartschaum	26,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	Holz-OSB	OSB-Platte (650 kg/m³)	50	0,02	Holzspanplatte	799,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	199,91	199,91
6	Stahlbeton	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	0,35	Stahlbeton	57.288,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28.644,00	28.644,00
K				0,481		63.582,01	-	-	10,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10,00	30.210,97	30.210,97

Abfall

A	Bauteilaufbau	entsprechende Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	Abfall															
						0=Errichtung	10	20	25	30	35	40	50	60	70	75	80	90	100	Abfall	
1	Belag-Fliese	Fliesen (2300 kg/m³)	50	0,02	Fliesen	2.829,46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.122,10	2.122,10
2	Estrich	Holzspanplatte Innen (650kg/m³)	50	0,065	Holzspanplatte	2.598,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.949,10	1.949,10
3	Folie,PAE-Folie	Dampfbremse Polyethylen (PE)	25	0,001	Kunststoff	39,98	-	-	29,99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29,99	29,99
4	Dämmung-Trittschall	EPS-T 1000 (17 kg/m³)	50	0,025	Polystyrolhartschaum	26,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26,14	26,14
5	Holz-OSB	OSB-Platte (650 kg/m³)	50	0,02	Holzspanplatte	799,63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	599,72	599,72
6	Stahlbeton	Stahlbeton 160 kg/m³ Armierungsstahl (2 Vol.%)	100	0,35	Stahlbeton	57.288,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28.644,00	28.644,00
K				0,481		63.582,01	-	-	29,99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29,99	33.371,04	33.371,04

Decke - D04 (D01-Nass + Brettschichtholz + Aufbau Unten / Dü.1.OG-Dach) - "Ökologisch optimiertes Modell"

Decke - D04 (D01-Nass + Brettschichtholz + Aufbau Unten / Dü.1.OG-Dach) - "Ökologisch und ökonomisch opt. Modell"

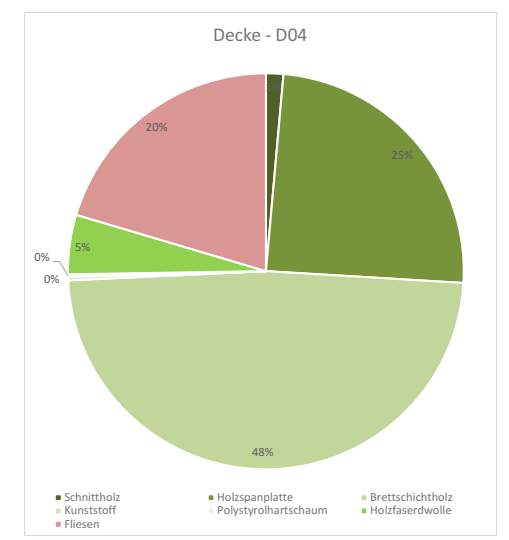
A	Bauteilaufbau (dataholz-bearbeitet)	entsprechende Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer IBO	Lebensdauer angepasst	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	Dichte IBO [kg/m³]	GWP(100) [kg CO2 eq./kg]	bei Errichtung		nach 100 Jahren			
									AP [kg SO2 eq./kg]	PERNT [MJ/kg]	Flächenbezogene Masse [kg/m²]	Flächenbezogene Masse (Anteil) [kg/m²]	Masse [kg]	Masse [kg]
1	Belag-Fliese	Fliesen (2300 kg/m³)	50	25	0,02	Fliesen	2300	0,840936	0,002918	14,155821	46	46	10.381,28	41.525,12
2	Estrich	Holzspanplatte Innen (650kg/m³)	50	25	0,065	Holzspanplatte	650	-1,35445	0,0006524	8,3	42,25	42,25	9.534,98	38.139,92
3	Folie,PAE-Folie	Dampfbremse Polyethylen (PE)	25	25	0,001	Kunststoff	650	2,6338	0,01025	84,6686	0,65	0,65	146,69	586,77
4	Dämmung-Trittschall	EPS-T 1000 (17 kg/m³)	50	50	0,025	Polystyrolhartschaum	17	4,169	0,0149	98,89552	0,425	0,425	95,91	191,83
5	Holz-OSB	OSB-Platte (650 kg/m³)	50	50	0,02	Holzspanplatte	650	-1,1514	0,002096	8,556575	13	13	2.933,84	5.867,68
6	Brettschichtholz	Brettschichtholz, verleimt IA (525 kg/m³)	100	100	0,18	Brettschichtholz	525	-1,2354	0,002357	7,391496	94,5	94,5	22.612,91	22.612,91
7	Holz-Lattung (anteilig) (70/70) 10%	Nutzholz - rauh,technisch getrocknet (475 kg/m³)	50	50	0,07	Schnittholz	475	-1,499	0,000944	2,515932	33,25	3,325	730,67	1.461,34
8	dazw. Holzfaserfämmung (90%)	Holzfaserdämmung (250kg/m³)	35	35	0,05	Holzfaserwolle	250	-0,153601	0,011247	12,685822	12,5	11,25	2.472,19	7.063,39
9	Belag-Holz	Massivholzplatte (3/5-Schicht) (475 kg/m³)	50	35	0,019	Brettschichtholz	475	-1,003	0,00288	9,202183	9,025	9,025	1.983,24	5.666,41
K					0,400								50.891,71	123.115,36

A	Bauteilaufbau (dataholz-bearbeitet)	Entsorgungseinstufung	Verwertungspotential	bei Errichtung		nach 100 Jahren		bei Errichtung		nach 100 Jahren			
				recyclebare Masse [kg]	Abfall Masse [kg]	recyclebare Masse [kg]	Abfall Masse [kg]	GWP(100) [t CO2 eq.]	AP [kg SO2 eq.]	PEine [G]	GWP(100) [t CO2 eq.]	AP [kg SO2 eq.]	PEine [G]
1	Belag-Fliese	2	3	2.595,32	7.785,96	10.381,28	31.143,84	8,73	30,29	146,96	34,92	121,17	587,82
2	Estrich	3	3	2.383,75	7.151,24	9.534,98	28.604,94	12,91	6,22	79,14	51,66	24,88	316,56
3	Folie,PAE-Folie	3	3	36,67	110,02	146,69	440,08	0,39	1,50	12,42	1,55	6,01	49,68
4	Dämmung-Trittschall	5	4	-	95,91	-	191,83	0,40	1,43	9,49	0,80	2,86	18,97
5	Holz-OSB	3	3	733,46	2.200,38	1.466,92	4.400,76	3,38	6,15	25,10	6,76	12,30	50,21
6	Brettschichtholz	1	1	16.959,68	5.653,23	16.959,68	5.653,23	27,94	53,30	167,14	27,94	53,30	167,14
7	Holz-Lattung (anteilig) (70/70) 10%	1	1	548,00	182,67	1.096,00	365,33	1,10	0,69	1,84	2,19	1,38	3,68
8	dazw. Holzfaserfämmung (90%)	1	1	1.854,14	618,05	5.297,54	1.765,85	0,38	27,80	31,36	1,08	79,44	89,60
9	Belag-Holz	1	1	1.487,43	495,81	4.249,81	1.416,60	1,99	5,71	18,25	5,68	16,32	52,14
K				26.598,45	24.293,26	49.132,91	73.982,46	38,18	133,10	491,70	58,04	317,66	1.335,81

Fläche [m²] - Oben	225,68 m²
Fläche [m²] - Tragende Schicht	239,29 m²
Fläche [m²] - Unten	219,75 m²

Verwertungspot.	Recycling	Abfall
1	75%	25%
2	50%	50%
3	25%	75%
4	0%	100%
5	0%	125%

	Mineralischer Baustoff	Organischer Baustoff	Metallischer Baustoff
Summe			
Schnittholz	1%	730,67	
Holzspanplatte	25%	12.468,82	
Brettschichtholz	48%	24.596,15	
Kunststoff	0%	146,69	
Polystyrolhartschaum	0%	95,91	
Holzfaserwolle	5%	2.472,19	
Fliesen	20%	10.381,28	
	100%	50.891,71	



Anfallende Massen

A	Bauteilaufbau	entsprechende Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	0=Errichtung										100	Ende der LD		
						10	20	25	30	35	40	50	60	70	75			80	90
1	Belag-Fliese	Fliesen (2300 kg/m³)	50	0,02	Fliesen	10.381,28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.381,28	10.381,28
2	Estrich	Holzspanplatte Innen (650kg/m³)	50	0,065	Holzspanplatte	9.534,98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.534,98	9.534,98
3	Folie,PAE-Folie	Dampfbremse Polyethylen (PE)	25	0,001	Kunststoff	146,69	-	-	146,69	-	-	-	-	-	-	-	-	146,69	146,69
4	Dämmung-Trittschall	EPS-T 1000 (17 kg/m³)	50	0,025	Polystyrolhartschaum	95,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	95,91	95,91
5	Holz-OSB	OSB-Platte (650 kg/m³)	50	0,02	Holzspanplatte	2.933,84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.933,84	2.933,84
6	Brettschichtholz	Brettschichtholz, verleimt IA (525 kg/m³)	100	0,18	Brettschichtholz	22.612,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22.612,91	22.612,91
7	Holz-Lattung (anteilig) (70/70) 10%	Nutzholz - rauh,technisch getrocknet (475 kg/m³)	50	0,07	Schnittholz	730,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	730,67	730,67
8	dazw. Holzfaserfämmung (90%)	Holzfaserdämmung (250kg/m³)	35	0,05	Holzfaserwolle	2.472,19	-	-	-	-	-	-	1.854,14	-	-	-	-	2.472,19	-
9	Belag-Holz	Massivholzplatte (3/5-Schicht) (475 kg/m³)	50	0,019	Brettschichtholz	1.983,24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.983,24	1.983,24
K				0,400		50.891,71	-	-	146,69	-	-	-	2.472,19	-	-	-	-	25.806,62	48.419,52

Recycling

A	Bauteilaufbau	entsprechende Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	0=Errichtung										100	Recycling		
						10	20	25	30	35	40	50	60	70	75			80	90
1	Belag-Fliese	Fliesen (2300 kg/m³)	50	0,02	Fliesen	10.381,28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.785,96	7.785,96
2	Estrich	Holzspanplatte Innen (650kg/m³)	50	0,065	Holzspanplatte	9.534,98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.151,24	7.151,24
3	Folie,PAE-Folie	Dampfbremse Polyethylen (PE)	25	0,001	Kunststoff	146,69	-	-	36,67	-	-	-	-	-	-	-	-	36,67	36,67
4	Dämmung-Trittschall	EPS-T 1000 (17 kg/m³)	50	0,025	Polystyrolhartschaum	95,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	95,91	95,91
5	Holz-OSB	OSB-Platte (650 kg/m³)	50	0,02	Holzspanplatte	2.933,84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.200,38	2.200,38
6	Brettschichtholz	Brettschichtholz, verleimt IA (525 kg/m³)	100	0,18	Brettschichtholz	22.612,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.653,23	5.653,23
7	Holz-Lattung (anteilig) (70/70) 10%	Nutzholz - rauh,technisch getrocknet (475 kg/m³)	50	0,07	Schnittholz	730,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	182,67	182,67
8	dazw. Holzfaserfämmung (90%)	Holzfaserdämmung (250kg/m³)	35	0,05	Holzfaserwolle	2.472,19	-	-	-	-	-	-	1.854,14	-	-	-	-	618,05	618,05
9	Belag-Holz	Massivholzplatte (3/5-Schicht) (475 kg/m³)	50	0,019	Brettschichtholz	1.983,24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	495,81	495,81
K				0,400		50.891,71	-	-	36,67	-	-	-	1.854,14	-	-	-	-	18.021,99	23.675,21

Abfall

A	Bauteilaufbau	entsprechende Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	0=Errichtung										100	Abfall		
						10	20	25	30	35	40	50	60	70	75			80	90
1	Belag-Fliese	Fliesen (2300 kg/m³)	50	0,02	Fliesen	10.381,28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.785,96	7.785,96
2	Estrich	Holzspanplatte Innen (650kg/m³)	50	0,065	Holzspanplatte	9.534,98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.151,24	7.151,24
3	Folie,PAE-Folie	Dampfbremse Polyethylen (PE)	25	0,001	Kunststoff	146,69	-	-	110,02	-	-	-	-	-	-	-	-	110,02	110,02
4	Dämmung-Trittschall	EPS-T 1000 (17 kg/m³)	50	0,025	Polystyrolhartschaum	95,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	95,91	95,91
5	Holz-OSB	OSB-Platte (650 kg/m³)	50	0,02	Holzspanplatte	2.933,84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.200,38	2.200,38
6	Brettschichtholz	Brettschichtholz, verleimt IA (525 kg/m³)	100	0,18	Brettschichtholz	22.612,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.653,23	5.653,23
7	Holz-Lattung (anteilig) (70/70) 10%	Nutzholz - rauh,technisch getrocknet (475 kg/m³)	50	0,07	Schnittholz	730,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	182,67	182,67
8	dazw. Holzfaserfämmung (90%)	Holzfaserdämmung (250kg/m³)	35	0,05	Holzfaserwolle	2.472,19	-	-	-	-	-	-	618,05	-	-	-	-	618,05	618,05
9	Belag-Holz	Massivholzplatte (3/5-Schicht) (475 kg/m³)	50	0,019	Brettschichtholz	1.983,24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	495,81	495,81
K				0,400		50.891,71	-	-	110,02	-	-	-	618,05	-	-	-	-	18.021,99	23.675,21

Decke - D05 (D00-Begehbar + Brettschichtholz + Aufbau Unten / DG) - "Ökologisch optimiertes Modell"

Decke - D05 (D00-Begehbar + Brettschichtholz + Aufbau Unten / DG) - "Ökologisch und ökonomisch opt. Modell"

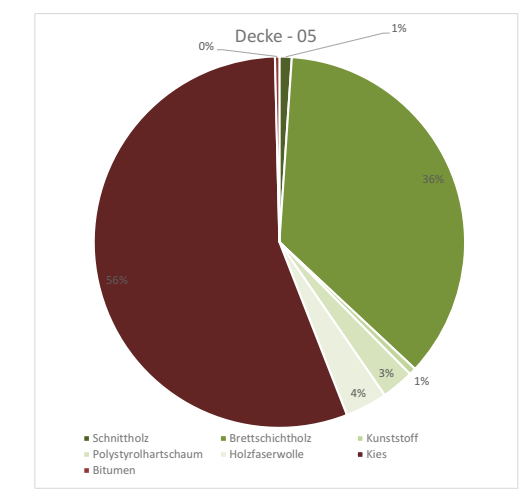
A	Bauteilaufbau (dataholz-bearbeitet)	entsprechende Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer IBO	Lebensdauer angepasst	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	Dichte IBO [kg/m³]	bei Errichtung		nach 100 Jahren				
								GWP(100) [kg CO2 eq./kg]	AP [kg SO2 eq./kg]	PERNT [MJ/kg]	Flächenbezogene Masse [kg/m²]	Flächenbezogene Masse (Anteil) [kg/m²]	Masse [kg]	Masse [kg]
1	Boden-Kies	Schüttungen aus Sand, Kies, Splitt (1800 kg/m³)	50	50	0,09	Kies	1800	0,007075	0,000048	0,103708	162	162	22.487,22	44.974,44
2	Sperrschicht-Folie	Vlies (PE)	25	25	0,001	Kunststoff	1100	2,83275	0,008682	87,817579	1,1	1,1	152,69	610,76
3	Sperrschicht	Polymerbitumen-Dichtungsbahn	25	25	0,001	Bitumen	1100	0,819169	0,005564	41,596041	1,1	1,1	152,69	610,76
4	Dämmung-Hart, EPS	EPS-W 25 (23 kg/m³)	50	25	0,36	Polystyrolhartschaum	23	4,169215	0,0149	98,89552	8,28	8,28	1.149,35	4.597,39
5	Sperrschicht-Folie	Dampfbremse Polyethylen (PE)	25	25	0,001	Kunststoff	650	2,6338	0,01025	84,6686	0,65	0,65	90,23	360,91
6	Brettschichtholz	Brettschichtholz, verleimt IA (525 kg/m³)	100	100	0,18	Brettschichtholz	525	-1,2354	0,002357	7,391496	94,5	94,5	13.333,95	13.333,95
7	Holz-Lattung (anteilig) (70/70) 10%	Nutzholz - rauh, technisch getrocknet (475 kg/m³)	50	50	0,07	Schneittholz	475	-1,499	0,000944	2,515932	33,25	3,325	438,27	876,54
8	dazw. Holzfaserfämmung (90%)	Holzfaserdämmung (250kg/m³)	35	35	0,05	Holzfaserwolle	250	-0,153601	0,011247	12,68522	12,5	11,25	1.482,86	4.236,75
9	Belag-Holz	Massivholzplatte (3/5-Schicht) (475 kg/m³)	50	35	0,019	Brettschichtholz	475	-1,003	0,00288	9,202183	9,025	9,025	1.189,59	3.398,82
K					0,722								40.476,84	73.000,31

A	Bauteilaufbau (dataholz-bearbeitet)	Entsorgungseinstufung	Verwertungspotential	bei Errichtung		nach 100 Jahren		bei Errichtung		nach 100 Jahren			
				recyclebare Masse [kg]	Abfall Masse [kg]	recyclebare Masse [kg]	Abfall Masse [kg]	GWP(100) [t CO2 eq.]	AP [kg SO2 eq.]	PEI _{ne} [GJ]	GWP(100) [t CO2 eq.]	AP [kg SO2 eq.]	PEI _{ne} [GJ]
1	Boden-Kies	2	1	16.865,42	5.621,81	33.730,83	11.243,61	0,16	1,08	2,33	0,32	2,16	4,66
2	Sperrschicht-Folie	3	3	38,17	114,52	152,69	458,07	0,43	1,33	13,41	1,73	5,30	53,64
3	Sperrschicht	3	5	-	190,86	-	763,46	0,13	0,85	6,35	0,50	3,40	25,41
4	Dämmung-Hart, EPS	5	4	-	1.149,35	-	4.597,39	4,79	17,13	113,67	19,17	68,50	454,66
5	Sperrschicht-Folie	3	3	22,56	67,67	90,23	270,68	0,24	0,92	7,64	0,95	3,70	30,56
6	Brettschichtholz	1	1	10.000,46	3.333,49	10.000,46	3.333,49	16,47	31,43	98,56	16,47	31,43	98,56
7	Holz-Lattung (anteilig) (70/70) 10%	1	1	328,70	109,57	657,40	219,13	0,66	0,41	1,10	1,31	0,83	2,21
8	dazw. Holzfaserfämmung (90%)	1	1	1.112,15	370,72	3.177,56	1.059,19	0,23	16,68	18,81	0,65	47,65	53,75
9	Belag-Holz	1	1	892,19	297,40	2.549,11	849,70	1,19	3,43	10,95	3,41	9,79	31,28
K				29.259,64	11.255,37	50.358,29	22.794,72	12,80	73,25	272,82	0,82	172,75	754,71

Fläche [m²] - Oben	138,81 m²
Fläche [m²] - Tragende Schicht	141,10 m²
Fläche [m²] - Unten	131,81 m²

Verwertungspot.	Recycling	Abfall
1	75%	25%
2	50%	50%
3	25%	75%
4	0%	100%
5	0%	125%

Baustoff	Summe	
	Anteil	Summe Masse [kg]
Schneittholz	1%	438,27
Brettschichtholz	36%	14.523,54
Kunststoff	1%	242,92
Polystyrolhartschaum	3%	1.149,35
Holzfaserwolle	4%	1.482,86
Kies	58%	22.487,22
Bitumen	0%	152,69
	100%	40.476,84



Anfallende Massen

A	Bauteilaufbau	entsprechende Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	Zeitpunkte																
						0=Errichtung	10	20	25	30	35	40	50	60	70	75	80	90	100	Ende der LD		
1	Boden-Kies	Schüttungen aus Sand, Kies, Splitt (1800 kg/m³)	50	0,09	Kies	22.487,22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22.487,22	22.487,22	
2	Sperrschicht-Folie	Vlies (PE)	25	0,001	Kunststoff	152,69	-	-	152,69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	152,69	152,69	
3	Sperrschicht	Polymerbitumen-Dichtungsbahn	25	0,001	Bitumen	152,69	-	-	152,69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	152,69	152,69	
4	Dämmung-Hart, EPS	EPS-W 25 (23 kg/m³)	50	0,36	Polystyrolhartschaum	1.149,35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.149,35	1.149,35	
5	Sperrschicht-Folie	Dampfbremse Polyethylen (PE)	25	0,001	Kunststoff	90,23	-	-	90,23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	90,23	90,23	
6	Brettschichtholz	Brettschichtholz, verleimt IA (525 kg/m³)	100	0,18	Brettschichtholz	13.333,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13.333,95	13.333,95	
7	Holz-Lattung (anteilig) (70/70) 10%	Nutzholz - rauh, technisch getrocknet (475 kg/m³)	50	0,07	Schneittholz	438,27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	438,27	438,27	
8	dazw. Holzfaserfämmung (90%)	Holzfaserdämmung (250kg/m³)	35	0,05	Holzfaserwolle	1.482,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.482,86	1.482,86	
9	Belag-Holz	Massivholzplatte (3/5-Schicht) (475 kg/m³)	50	0,019	Brettschichtholz	1.189,59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.189,59	1.189,59	
K				0,722		40.476,84	-	-	395,61	-	-	-	-	1.482,86	-	-	25.660,03	-	1.482,86	395,61	38.993,98	38.993,98

Recycling

A	Bauteilaufbau	entsprechende Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	Zeitpunkte											Recycling					
						0=Errichtung	10	20	25	30	35	40	50	60	70	75		80	90	100		
1	Boden-Kies	Schüttungen aus Sand, Kies, Splitt (1800 kg/m³)	50	0,09	Kies	22.487,22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16.865,42	16.865,42	
2	Sperrschicht-Folie	Vlies (PE)	25	0,001	Kunststoff	152,69	-	-	114,52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38,17	38,17	
3	Sperrschicht	Polymerbitumen-Dichtungsbahn	25	0,001	Bitumen	152,69	-	-	190,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	190,86	190,86	
4	Dämmung-Hart, EPS	EPS-W 25 (23 kg/m³)	50	0,36	Polystyrolhartschaum	1.149,35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.149,35	1.149,35	
5	Sperrschicht-Folie	Dampfbremse Polyethylen (PE)	25	0,001	Kunststoff	90,23	-	-	67,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	67,67	67,67	
6	Brettschichtholz	Brettschichtholz, verleimt IA (525 kg/m³)	100	0,18	Brettschichtholz	13.333,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.333,49	3.333,49	
7	Holz-Lattung (anteilig) (70/70) 10%	Nutzholz - rauh, technisch getrocknet (475 kg/m³)	50	0,07	Schneittholz	438,27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	109,57	109,57	
8	dazw. Holzfaserfämmung (90%)	Holzfaserdämmung (250kg/m³)	35	0,05	Holzfaserwolle	1.482,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	370,72	370,72	
9	Belag-Holz	Massivholzplatte (3/5-Schicht) (475 kg/m³)	50	0,019	Brettschichtholz	1.189,59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	297,40	297,40	
K				0,722		40.476,84	-	-	373,05	-	-	-	-	370,72	-	-	7.551,17	-	370,72	373,05	10.884,65	10.884,65

Abfall

A	Bauteilaufbau	entsprechende Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	Zeitpunkte											Abfall					
						0=Errichtung	10	20	25	30	35	40	50	60	70	75		80	90	100		
1	Boden-Kies	Schüttungen aus Sand, Kies, Splitt (1800 kg/m³)	50	0,09	Kies	22.487,22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.621,81	5.621,81	
2	Sperrschicht-Folie	Vlies (PE)	25	0,001	Kunststoff	152,69	-	-	114,52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	114,52	114,52	
3	Sperrschicht	Polymerbitumen-Dichtungsbahn	25	0,001	Bitumen	152,69	-	-	190,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	190,86	190,86	
4	Dämmung-Hart, EPS	EPS-W 25 (23 kg/m³)	50	0,36	Polystyrolhartschaum	1.149,35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.149,35	1.149,35	
5	Sperrschicht-Folie	Dampfbremse Polyethylen (PE)	25	0,001	Kunststoff	90,23	-	-	67,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	67,67	67,67	
6	Brettschichtholz	Brettschichtholz, verleimt IA (525 kg/m³)	100	0,18	Brettschichtholz	13.333,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.333,49	3.333,49	
7	Holz-Lattung (anteilig) (70/70) 10%	Nutzholz - rauh, technisch getrocknet (475 kg/m³)	50	0,07	Schneittholz	438,27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	109,57	109,57	
8	dazw. Holzfaserfämmung (90%)	Holzfaserdämmung (250kg/m³)	35	0,05	Holzfaserwolle	1.482,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	370,72	370,72	
9	Belag-Holz	Massivholzplatte (3/5-Schicht) (475 kg/m³)	50	0,019	Brettschichtholz	1.189,59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	297,40	297,40	
K				0,722		40.476,84	-	-	373,05	-	-	-	-	370,72	-	-	7.551,17	-	370,72	373,05	10.884,65	10.884,65

Decke - D06 (D00-Begehbar Dachterrasse + Brettschichtholz + Aufbau Unten / DG) - "Ökologisch optimiertes Modell" | Decke - D06(D00-Begehbar Dachterrasse+Brettschichtholz + Aufbau Unten / DG) - "Ökologisch und ökon. opt. Modell"

A	Bauteilaufbau (dataholz-bearbeitet)	entsprechende Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer IBO	Lebensdauer angepasst	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	Dichte IBO [kg/m³]	GWP(100) [kg CO2 eq./kg]	AP [kg SO2 eq./kg]	PERNT [MJ/kg]	Flächenbezogene Masse [kg/m²]	Flächenbezogene Masse (Anteil) [kg/m²]	bei Errichtung		nach 100 Jahren	
													Masse [kg]	Masse [kg]	Masse [kg]	Masse [kg]
1	Belag-Holz	Holzboden, Vollholz	50	25	0,02	Schichtholz	675	-1,4958	0,001345	3,769711	13,5	13,5	653,00	2.611,98		
2	Holz-Lattung (anteilig) 20%	Nutzholz - rauh, technisch getrocknet (475 kg/m³)	50	25	0,07	Schichtholz	475	-1,499	0,000944	2,515932	33,25	6,65	321,66	1.286,64		
3	Boden-Kies	Schüttungen aus Sand, Kies, Splitt (1800 kg/m³)	50	50	0,09	Kies	1800	0,007075	0,000048	0,103708	162	162	7.835,94	15.671,88		
4	Sperrschicht-Folie	Vlies (PE)	25	25	0,001	Kunststoff	1100	2,83275	0,008682	87,817579	1,1	1,1	53,21	212,83		
5	Sperrschicht	Polymerbitumen-Dichtungsbahn	25	25	0,001	Bitumen	1100	0,819169	0,005564	41,596041	1,1	1,1	53,21	212,83		
6	Dämmung-Hart, EPS	EPS-W 25 (23 kg/m³)	50	25	0,36	Polystyrolhartschaum	23	4,169215	0,0149	98,89552	8,28	8,28	400,50	1.602,01		
7	Sperrschicht-Folie	Dampfbremse Polyethylen (PE)	25	25	0,001	Kunststoff	650	2,6338	0,01025	84,6686	0,65	0,65	31,44	125,76		
8	Brettschichtholz	Brettschichtholz, verleimt IA (525 kg/m³)	100	100	0,18	Brettschichtholz	525	-1,2354	0,002357	7,391496	94,5	94,5	4.643,73	4.643,73		
9	Holz-Lattung (anteilig) (70/70) 10%	Nutzholz - rauh, technisch getrocknet (475 kg/m³)	50	50	0,07	Schichtholz	475	-1,499	0,000944	2,515932	33,25	3,325	152,72	305,43		
10	dazw. Holzfaserdämmung (90%)	Holzfaserdämmung (250kg/m³)	35	35	0,05	Holzfaservolle	250	-0,153601	0,011247	12,685822	12,5	11,25	516,71	1.476,32		
11	Belag-Holz	Massivholzplatte (3/5-Schicht) (475 kg/m³)	50	35	0,019	Brettschichtholz	475	-1,003	0,00288	9,202183	9,025	9,025	414,52	1.184,34		
K							0,812						15,076,63	29.333,76		

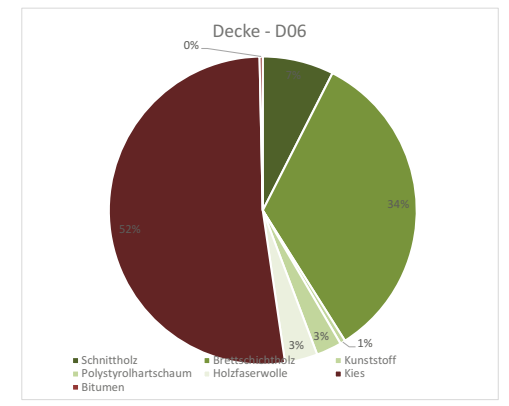
A	Bauteilaufbau (dataholz-bearbeitet)	Entsorgungseinstufung	Verwertungspotential	bei Errichtung		nach 100 Jahren		bei Errichtung			nach 100 Jahren		
				recyclebare Masse [kg]	Abfall Masse [kg]	recyclebare Masse [kg]	Abfall Masse [kg]	GWP(100) [t CO2 eq.]	AP [kg SO2 eq.]	PEine [G]	GWP(100) [t CO2 eq.]	AP [kg SO2 eq.]	PEine [G]
1	Belag-Holz	2	2	326,50	326,50	1.305,99	1.305,99	0,98	0,88	2,46	3,91	3,51	9,85
2	Holz-Lattung (anteilig) 20%	1	1	241,25	80,42	964,98	321,66	0,48	0,30	0,81	1,93	1,21	3,24
3	Boden-Kies	2	1	5.876,96	1.958,99	11.753,91	3.917,97	0,06	0,38	0,81	0,11	0,75	1,63
4	Sperrschicht-Folie	3	3	39,91	53,21	159,62	159,62	0,15	0,46	4,67	0,60	1,85	18,69
5	Sperrschicht	3	5	66,51	-	266,04	-	0,04	0,30	2,21	0,17	1,18	8,85
6	Dämmung-Hart, EPS	5	4	400,50	-	1.602,01	-	1,67	5,97	39,61	6,68	23,87	158,43
7	Sperrschicht-Folie	3	3	7,86	23,58	31,44	94,32	0,08	0,32	2,66	0,33	1,29	10,65
8	Brettschichtholz	1	1	3.482,80	1.160,93	3.482,80	1.160,93	5,74	10,95	34,32	5,74	10,95	34,32
9	Holz-Lattung (anteilig) (70/70) 10%	1	1	114,54	38,18	229,08	76,36	0,23	0,14	0,38	0,46	0,29	0,77
10	dazw. Holzfaserdämmung (90%)	1	1	387,53	129,18	1.107,24	369,08	0,08	5,81	6,55	0,23	16,60	18,73
11	Belag-Holz	1	1	310,89	103,63	888,25	296,08	0,42	1,19	3,81	1,19	3,41	10,90
K				10.761,62	4.328,32	19.816,90	9.570,07	5,92	26,70	98,32	5,55	64,92	276,05

Fläche [m²] - Oben	48,37 m²
Fläche [m²] - Tragende Schicht	49,14 m²
Fläche [m²] - Unten	45,93 m²

Verwertungspot.	Recycling	Abfall
1	75%	25%
2	50%	50%
3	25%	75%
4	0%	100%
5	0%	125%

Mineralischer Baustoff
Organischer Baustoff
Metallischer Baustoff

Summe	Anteil	Summe Masse [kg]
Schichtholz	7%	1.127,37
Brettschichtholz	34%	5.058,25
Kunststoff	1%	84,65
Polystyrolhartschaum	3%	400,50
Holzfaservolle	3%	516,71
Kies	52%	7.835,94
Bitumen	0%	53,21
	100%	15.076,63



Anfallende Massen

A	Bauteilaufbau	entsprechende Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	0=Errichtung										Ende der LD			
						10	20	25	30	35	40	50	60	70	75		80	90	100
1	Belag-Holz	Holzboden, Vollholz	50	0,02	Schichtholz	653,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	653,00	653,00
2	Holz-Lattung (anteilig) 20%	Nutzholz - rauh, technisch getrocknet (475 kg/m³)	50	0,07	Schichtholz	321,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	321,66	321,66
3	Boden-Kies	Schüttungen aus Sand, Kies, Splitt (1800 kg/m³)	50	0,09	Kies	7.835,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.835,94	7.835,94
4	Sperrschicht-Folie	Vlies (PE)	25	0,001	Kunststoff	53,21	-	-	53,21	-	-	-	-	-	-	-	-	53,21	53,21
5	Sperrschicht	Polymerbitumen-Dichtungsbahn	25	0,001	Bitumen	53,21	-	-	53,21	-	-	-	-	-	-	-	-	53,21	53,21
6	Dämmung-Hart, EPS	EPS-W 25 (23 kg/m³)	50	0,36	Polystyrolhartschaum	400,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	400,50	400,50
7	Sperrschicht-Folie	Dampfbremse Polyethylen (PE)	25	0,001	Kunststoff	31,44	-	-	31,44	-	-	-	-	-	-	-	-	31,44	31,44
8	Brettschichtholz	Brettschichtholz, verleimt IA (525 kg/m³)	100	0,18	Brettschichtholz	4.643,73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.643,73	4.643,73
9	Holz-Lattung (anteilig) (70/70) 10%	Nutzholz - rauh, technisch getrocknet (475 kg/m³)	50	0,07	Schichtholz	152,72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	152,72	152,72
10	dazw. Holzfaserdämmung (90%)	Holzfaserdämmung (250kg/m³)	35	0,05	Holzfaservolle	516,71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	516,71	-
11	Belag-Holz	Massivholzplatte (3/5-Schicht) (475 kg/m³)	50	0,019	Brettschichtholz	414,52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	414,52	414,52
K						0,812												15,076,63	137,85

Recycling

A	Bauteilaufbau	entsprechende Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	0=Errichtung										Recycling				
						10	20	25	30	35	40	50	60	70	75		80	90	100	
1	Belag-Holz	Holzboden, Vollholz	50	0,02	Schichtholz	653,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	653,00	326,50
2	Holz-Lattung (anteilig) 20%	Nutzholz - rauh, technisch getrocknet (475 kg/m³)	50	0,07	Schichtholz	321,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	321,66	241,25
3	Boden-Kies	Schüttungen aus Sand, Kies, Splitt (1800 kg/m³)	50	0,09	Kies	7.835,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.835,94	5.876,96
4	Sperrschicht-Folie	Vlies (PE)	25	0,001	Kunststoff	53,21	-	-	13,30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53,21	13,30
5	Sperrschicht	Polymerbitumen-Dichtungsbahn	25	0,001	Bitumen	53,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53,21	-
6	Dämmung-Hart, EPS	EPS-W 25 (23 kg/m³)	50	0,36	Polystyrolhartschaum	400,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	400,50	-
7	Sperrschicht-Folie	Dampfbremse Polyethylen (PE)	25	0,001	Kunststoff	31,44	-	-	7,86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31,44	7,86
8	Brettschichtholz	Brettschichtholz, verleimt IA (525 kg/m³)	100	0,18	Brettschichtholz	4.643,73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.643,73	3.482,80
9	Holz-Lattung (anteilig) (70/70) 10%	Nutzholz - rauh, technisch getrocknet (475 kg/m³)	50	0,07	Schichtholz	152,72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	152,72	114,54
10	dazw. Holzfaserdämmung (90%)	Holzfaserdämmung (250kg/m³)	35	0,05	Holzfaservolle	516,71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	516,71	-
11	Belag-Holz	Massivholzplatte (3/5-Schicht) (475 kg/m³)	50	0,019	Brettschichtholz	414,52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	414,52	310,89
K						0,812													15,076,63	21,16

Abfall

A	Bauteilaufbau	entsprechende Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	0=Errichtung										Abfall				
						10	20	25	30	35	40	50	60	70	75		80	90	100	
1	Belag-Holz	Holzboden, Vollholz	50	0,02	Schichtholz	653,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	653,00	326,50
2	Holz-Lattung (anteilig) 20%	Nutzholz - rauh, technisch getrocknet (475 kg/m³)	50	0,07	Schichtholz	321,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	321,66	80,42
3	Boden-Kies	Schüttungen aus Sand, Kies, Splitt (1800 kg/m³)	50	0,09	Kies	7.835,94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.835,94	1.958,99
4	Sperrschicht-Folie	Vlies (PE)	25	0,001	Kunststoff	53,21	-	-	39,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53,21	39,91
5	Sperrschicht	Polymerbitumen-Dichtungsbahn	25	0,001	Bitumen	53,21	-	-	66,51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53,21	66,51
6	Dämmung-Hart, EPS	EPS-W 25 (23 kg/m³)	50	0,36	Polystyrolhartschaum	400,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	400,50	400,50
7	Sperrschicht-Folie	Dampfbremse Polyethylen (PE)	25	0,001	Kunststoff	31,44	-	-	23,58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31,44	23,58
8	Brettschichtholz	Brettschichtholz, verleimt IA (525 kg/m³)	100	0,18	Brettschichtholz	4.643,73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.643,73	1.160,93
9	Holz-Lattung (anteilig) (70/70) 10%	Nutzholz - rauh, technisch getrocknet (475 kg/m³)	50	0,07	Schichtholz	152,72	-	-	-	-	-									

Decke - D07 (D02-Extensiv begrünt + Brettschichtholz + Aufbau Unten / DG) - "Ökologisch optimiertes Modell"

Decke - D07 (D02-Extensiv begrünt + Brettschichtholz + Aufbau Unten / DG) - "Ökologisch und ökon. opt. Modell"

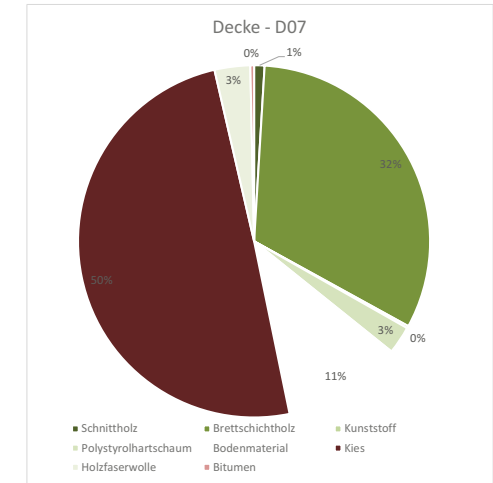
A	Bauteilaufbau (dataholz-bearbeitet)	entsprechende Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer IBO	Lebensdauer angepasst	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	Dichte IBO [kg/m³]	GWP(100) [kg CO2 eq./kg]	bei Errichtung		nach 100 Jahren			
									AP [kg SO2 eq./kg]	PERNT [MJ/kg]	Flächenbezogene Masse [kg/m²]	Flächenbezogene Masse (Anteil) [kg/m²]	Masse [kg]	Masse [kg]
1	Belag-Gras	Bodenmaterial - Sand und Kies (1700 kg/m³)	100	100	0,02	Bodenmaterial	1800	0	0	0	36	36	13.885,56	13.885,56
2	Boden-Kies	Schüttungen aus Sand, Kies, Splitt (1800 kg/m³)	50	50	0,09	Kies	1800	0,007075	0,000048	0,103708	162	162	62.485,02	124.970,04
3	Sperrschicht	Polymerbitumen-Dichtungsbahn	25	25	0,001	Bitumen	1100	0,819169	0,005564	41,596041	1,1	1,1	424,28	1.697,12
4	Dämmung-Hart, EPS	EPS-W 25 (23 kg/m³)	50	25	0,36	Polystyrolhartschaum	23	4,169215	0,0149	98,89552	8,28	8,28	3.193,68	12.774,72
5	Sperrschicht-Folie	Dampfbremse Polyethylen (PE)	25	25	0,001	Kunststoff	650	2,6338	0,01025	84,6686	0,65	0,65	250,71	1.002,85
6	Brettschichtholz	Brettschichtholz, verleimt IA (525 kg/m³)	100	100	0,18	Brettschichtholz	525	-1,2354	0,002357	7,391496	94,5	94,5	37.028,88	37.028,88
7	Holz-Lattung (anteilig) (70/70) 10%	Nutzholz - rauh, technisch getrocknet (475 kg/m³)	50	50	0,07	Schnittholz	475	-1,499	0,000944	2,515932	33,25	3,325	1.217,78	2.435,56
8	dazw. Holzfaserfämmung (90%)	Holzfaserdämmung (250kg/m³)	35	35	0,05	Holzfaserwolle	250	-0,153601	0,011247	12,685822	12,5	11,25	4.120,31	11.772,32
9	Belag-Holz	Massivholzplatte (3/5-Schicht) (475 kg/m³)	50	35	0,019	Brettschichtholz	475	-1,003	0,00288	9,202183	9,025	9,025	3.305,41	9.444,02
K					0,741								125.911,63	215.011,07

A	Bauteilaufbau (dataholz-bearbeitet)	Entsorgungseinstufung	Verwertungspotential	bei Errichtung		nach 100 Jahren		bei Errichtung		nach 100 Jahren				
				recyclebare Masse [kg]	Abfall Masse [kg]	recyclebare Masse [kg]	Abfall Masse [kg]	GWP(100) [t CO2 eq.]	AP [kg SO2 eq.]	PEI _{ne} [G]	GWP(100) [t CO2 eq.]	AP [kg SO2 eq.]	PEI _{ne} [G]	
1	Belag-Gras	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Boden-Kies	2	1	46.863,77	15.621,26	93.727,53	31.242,51	0,44	3,00	6,48	0,88	6,00	12,96	
3	Sperrschicht	3	5	-	530,35	-	2.121,41	0,35	2,36	17,65	0,28	9,44	70,59	
4	Dämmung-Hart, EPS	5	4	-	3.193,68	-	12.774,72	13,32	47,59	315,84	53,26	190,34	1.263,36	
5	Sperrschicht-Folie	3	3	62,68	188,03	250,71	752,13	0,66	2,57	21,23	2,64	10,28	84,91	
6	Brettschichtholz	1	1	27.771,66	9.257,22	27.771,66	9.257,22	45,75	87,28	273,70	45,75	87,28	273,70	
7	Holz-Lattung (anteilig) (70/70) 10%	1	1	913,34	304,45	1.826,67	608,89	1,83	1,15	3,06	3,65	2,30	6,13	
8	dazw. Holzfaserfämmung (90%)	1	1	3.090,23	1.030,08	8.829,24	2.943,08	0,63	46,34	52,27	1,81	132,40	149,34	
9	Belag-Holz	1	1	2.479,05	826,35	7.083,01	2.361,00	3,32	9,52	30,42	9,47	27,20	86,91	
K				81.180,73	30.951,41	139.488,83	62.060,96	36,75	199,80	720,65	2,50	465,24	1.947,90	

Fläche [m²] - Oben	385,71 m²
Fläche [m²] - Tragende Schicht	391,84 m²
Fläche [m²] - Unten	366,25 m²

Verwertungspot.	Recycling	Abfall
1	75%	25%
2	50%	50%
3	25%	75%
4	0%	100%
5	0%	125%

Baustoff	Summe	
	Anteil	Summe Masse [kg]
Schnittholz	1%	1.217,78
Brettschichtholz	32%	40.334,29
Kunststoff	0%	250,71
Polystyrolhartschaum	3%	3.193,68
Bodenmaterial	11%	13.885,56
Kies	59%	62.485,02
Holzfaserwolle	3%	4.120,31
Bitumen	0%	424,28
	100%	125.911,63



Anfallende Massen

A	Bauteilaufbau	entsprechende Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	Zeitpunkte															
						0=Errichtung	10	20	25	30	35	40	50	60	70	75	80	90	100	Ende der LD	
1	Belag-Gras	Bodenmaterial - Sand und Kies (1700 kg/m³)	100	0,02	Bodenmaterial	13.885,56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13.885,56	13.885,56
2	Boden-Kies	Schüttungen aus Sand, Kies, Splitt (1800 kg/m³)	50	0,09	Kies	62.485,02	-	-	-	-	-	-	-	-	62.485,02	-	-	-	-	62.485,02	62.485,02
3	Sperrschicht	Polymerbitumen-Dichtungsbahn	25	0,001	Bitumen	424,28	-	-	-	424,28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	424,28	424,28
4	Dämmung-Hart, EPS	EPS-W 25 (23 kg/m³)	50	0,36	Polystyrolhartschaum	3.193,68	-	-	-	-	-	-	-	-	3.193,68	-	-	-	-	3.193,68	3.193,68
5	Sperrschicht-Folie	Dampfbremse Polyethylen (PE)	25	0,001	Kunststoff	250,71	-	-	-	250,71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	250,71	250,71
6	Brettschichtholz	Brettschichtholz, verleimt IA (525 kg/m³)	100	0,18	Brettschichtholz	37.028,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37.028,88	37.028,88
7	Holz-Lattung (anteilig) (70/70) 10%	Nutzholz - rauh, technisch getrocknet (475 kg/m³)	50	0,07	Schnittholz	1.217,78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.217,78	1.217,78
8	dazw. Holzfaserfämmung (90%)	Holzfaserdämmung (250kg/m³)	35	0,05	Holzfaserwolle	4.120,31	-	-	-	-	-	-	-	4.120,31	-	-	-	-	-	-	-
9	Belag-Holz	Massivholzplatte (3/5-Schicht) (475 kg/m³)	50	0,019	Brettschichtholz	3.305,41	-	-	-	-	-	-	-	-	3.305,41	-	-	-	-	-	3.305,41
K				0,741		125.911,63	-	-	-	674,99	-	-	-	4.120,31	-	-	70.876,88	-	4.120,31	674,99	121.791,32

Recycling

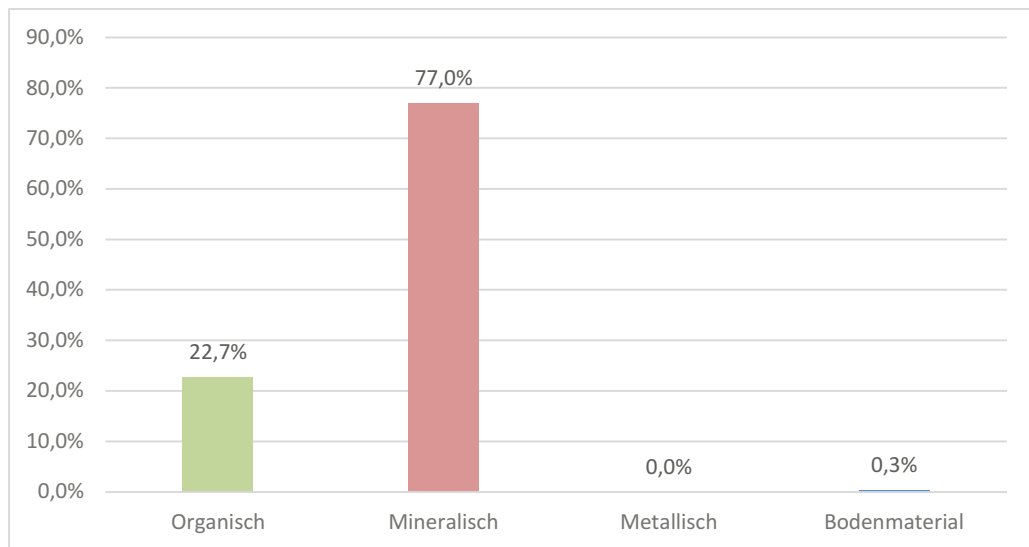
A	Bauteilaufbau	entsprechende Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	Zeitpunkte															
						0=Errichtung	10	20	25	30	35	40	50	60	70	75	80	90	100	Recycling	
1	Belag-Gras	Bodenmaterial - Sand und Kies (1700 kg/m³)	100	0,02	Bodenmaterial	13.885,56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Boden-Kies	Schüttungen aus Sand, Kies, Splitt (1800 kg/m³)	50	0,09	Kies	62.485,02	-	-	-	-	-	-	-	-	46.863,77	-	-	-	-	-	46.863,77
3	Sperrschicht	Polymerbitumen-Dichtungsbahn	25	0,001	Bitumen	424,28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	Dämmung-Hart, EPS	EPS-W 25 (23 kg/m³)	50	0,36	Polystyrolhartschaum	3.193,68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	Sperrschicht-Folie	Dampfbremse Polyethylen (PE)	25	0,001	Kunststoff	250,71	-	-	-	62,68	-	-	-	-	62,68	-	-	-	-	-	62,68
6	Brettschichtholz	Brettschichtholz, verleimt IA (525 kg/m³)	100	0,18	Brettschichtholz	37.028,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27.771,66
7	Holz-Lattung (anteilig) (70/70) 10%	Nutzholz - rauh, technisch getrocknet (475 kg/m³)	50	0,07	Schnittholz	1.217,78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	913,34
8	dazw. Holzfaserfämmung (90%)	Holzfaserdämmung (250kg/m³)	35	0,05	Holzfaserwolle	4.120,31	-	-	-	-	-	-	-	3.090,23	-	-	-	-	-	-	913,34
9	Belag-Holz	Massivholzplatte (3/5-Schicht) (475 kg/m³)	50	0,019	Brettschichtholz	3.305,41	-	-	-	-	-	-	-	-	2.479,05	-	-	-	-	-	2.479,05
K				0,741		125.911,63	-	-	-	62,68	-	-	-	3.090,23	-	-	50.318,83	-	3.090,23	62,68	78.090,49

Abfall

A	Bauteilaufbau	entsprechende Bauteilschichten - IBO Tabelle	Lebensdauer	Dicke der Schicht [m]	Baustoffeinteilung	Zeitpunkte															
						0=Errichtung	10	20	25	30	35	40	50	60	70	75	80	90	100	Abfall	
1	Belag-Gras	Bodenmaterial - Sand und Kies (1700 kg/m³)	100	0,02	Bodenmaterial	13.885,56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Boden-Kies	Schüttungen aus Sand, Kies, Splitt (1800 kg/m³)	50	0,09	Kies	62.485,02	-	-	-	-	-	-	-	-	15.621,26	-	-	-	-	-	15.621,26
3	Sperrschicht	Polymerbitumen-Dichtungsbahn	25	0,001	Bitumen	424,28	-	-	-	530,35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	530,35
4	Dämmung-Hart, EPS	EPS-W 25 (23 kg/m³)	50	0,36	Polystyrolhartschaum	3.193,68	-	-	-	-	-	-	-	-	3.193,68	-	-	-	-	-	3.193,68
5	Sperrschicht-Folie	Dampfbremse Polyethylen (PE)	25	0,001	Kunststoff	250,71	-	-	-	188,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	188,03
6	Brettschichtholz	Brettschichtholz, verleimt IA (525 kg/m³)	100	0,18	Brettschichtholz	37.028,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.257,22
7	Holz-Lattung (anteilig) (70/70) 10%	Nutzholz - rauh, technisch getrocknet (475 kg/m³)	50	0,07	Schnittholz	1.217,78	-	-	-	-	-	-	-	-	304,45	-	-	-	-	-	304,45
8	dazw. Holzfaserfämmung (90%)	Holzfaserdämmung (250kg/m³)	35	0,05	Holzfaserwolle	4.120,31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.030,08	-	-	-	913,34
9	Belag-Holz	Massivholzplatte (3/5-Schicht) (475 kg/m³)	50	0,019	Brettschichtholz	3.305,41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	826,35	-	-	-	826,35
K				0,741		125.911,63	-	-	-	718,38	-	-	-	1.030,08	-	-	20.664,12	-	1.030,08	718,38	29.921,34

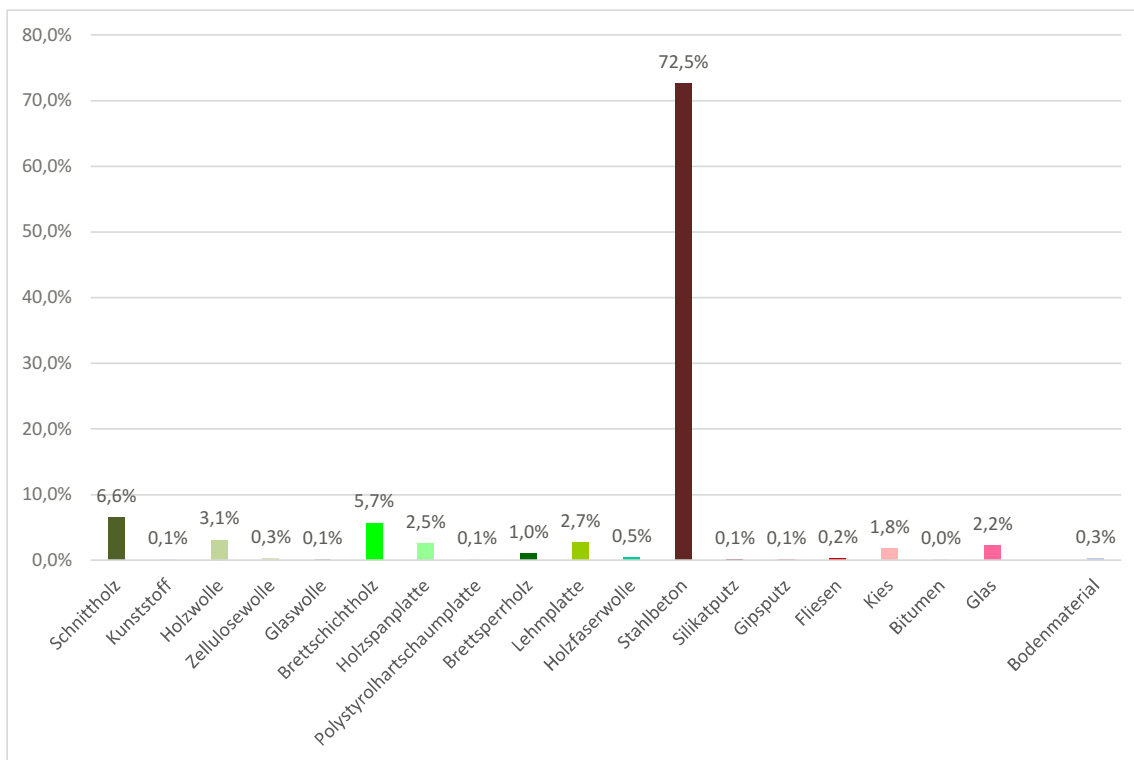
Massen - "Zufolge ökologischer Optimierung" Gebäudeebene

	Anteil	Summe Masse [t]
Organisch	22,7%	1410,56
Mineralisch	77,0%	4783,00
Metallisch	0,0%	0
Bodenmaterial	0,3%	18,34
		6211,90



**Massen - "Zufolge ökologischer Optimierung"
Gebäudeebene**

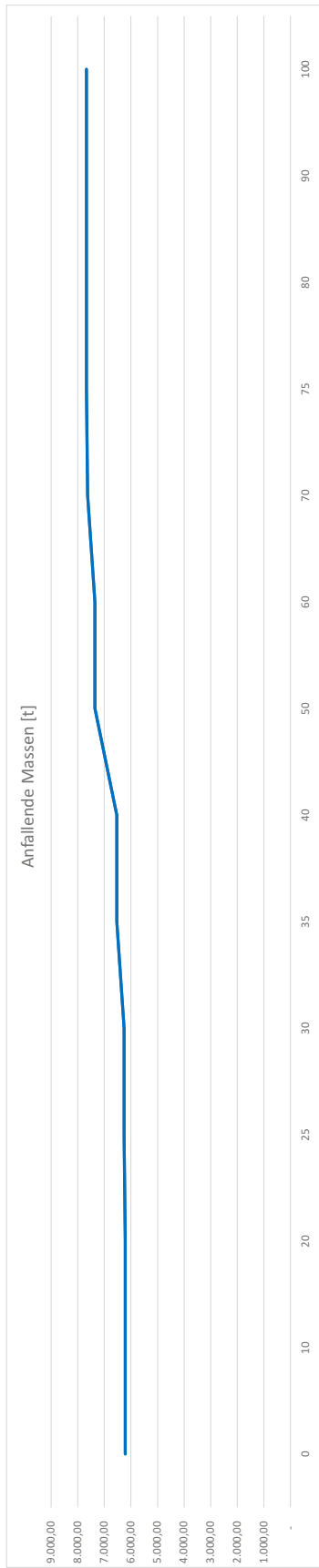
Baustoff	Anteil	Summe Masse [t]
Schnittholz	6,6%	408,17
Kunststoff	0,1%	6,13
Holzwohle	3,1%	192,49
Zellulosewolle	0,3%	21,04
Glaswolle	0,1%	8,70
Brettschichtholz	5,7%	352,10
Holzspanplatte	2,5%	155,14
Polystyrolhartschaumplatte	0,1%	8,50
Brettsperrholz	1,0%	61,77
Lehmplatte	2,7%	166,91
Holzfaserverwolle	0,5%	29,60
Stahlbeton	72,5%	4.506,61
Silikatputz	0,1%	4,86
Gipsputz	0,1%	8,11
Fliesen	0,2%	13,21
Kies	1,8%	112,85
Bitumen	0,0%	0,77
Glas	2,2%	136,60
Bodenmaterial	0,3%	18,34
	100,0%	6211,90



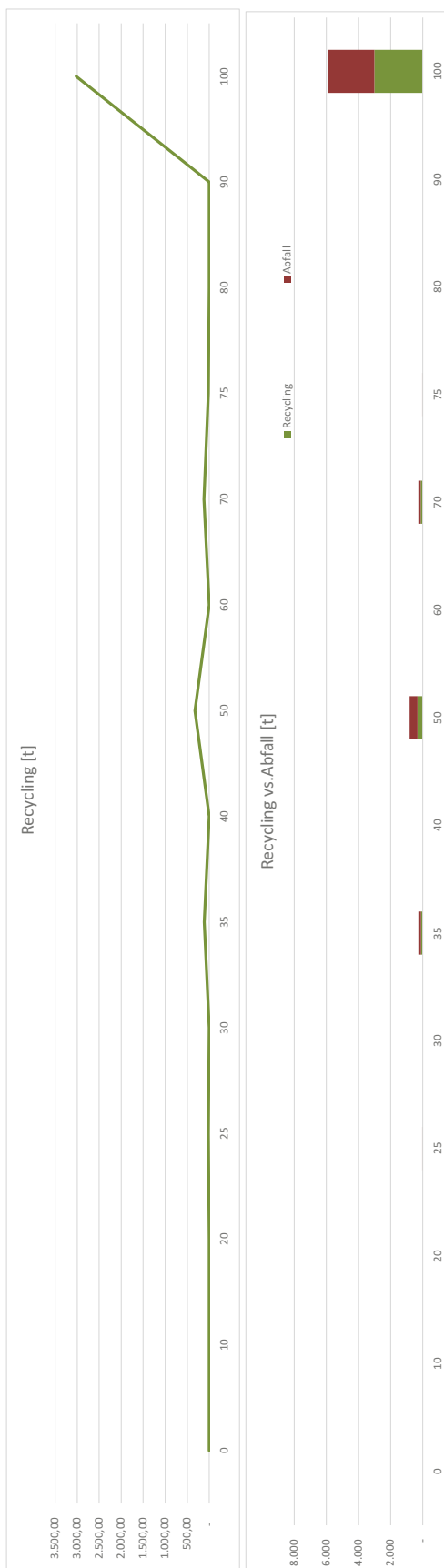
Gesamt Recycling vs. Abfall Holzvariante nach 100 Jahren
"Zufolge ökologischer Optimierung"

	recyclebare	Abfall
	Masse 100Jahre [kg]	Masse 100Jahre[kg]
Wand - W01	265.056,55	417.358,90
Wand - W02	162.126,00	212.839,01
Wand - W03	100.795,23	158.712,50
Wand - W04	100.327,32	81.180,62
Wand - W05	115.476,47	110.331,76
Wand - W06	46.328,63	15.442,88
Wand - W07	649.825,80	649.825,80
Decke - D01	317.333,06	377.794,70
Decke - D02	34.512,05	46.300,45
Decke - D03	385.421,60	420.011,01
Decke - D04	49.132,91	73.982,46
Decke - D05	50.358,29	22.794,72
Decke - D06	19.816,90	9.570,07
Decke - D07	139.488,83	62.060,96
Decke - D08	38.907,05	17.961,13
Decke - D09 - Balkone	63.849,60	63.849,60
Decke - D10 - Laubengänge	166.620,00	166.620,00
Decke - D11 - Decken UG	397.850,40	397.850,40
Decke - D12 - Aufzug	3.852,00	3.852,00
Decke - D13 - Fundament	416.157,00	416.157,00
Decke - D14 - Glas	3.000,00	3.000,00
Träger	40.800,00	40.800,00
Stützen	68.990,05	45.300,68
Treppen	20.724,00	20.724,00
Fenster	230.562,86	307.417,14
Türen	25.634,00	25.634,00
Summe	3.912.946,58	4.167.371,80

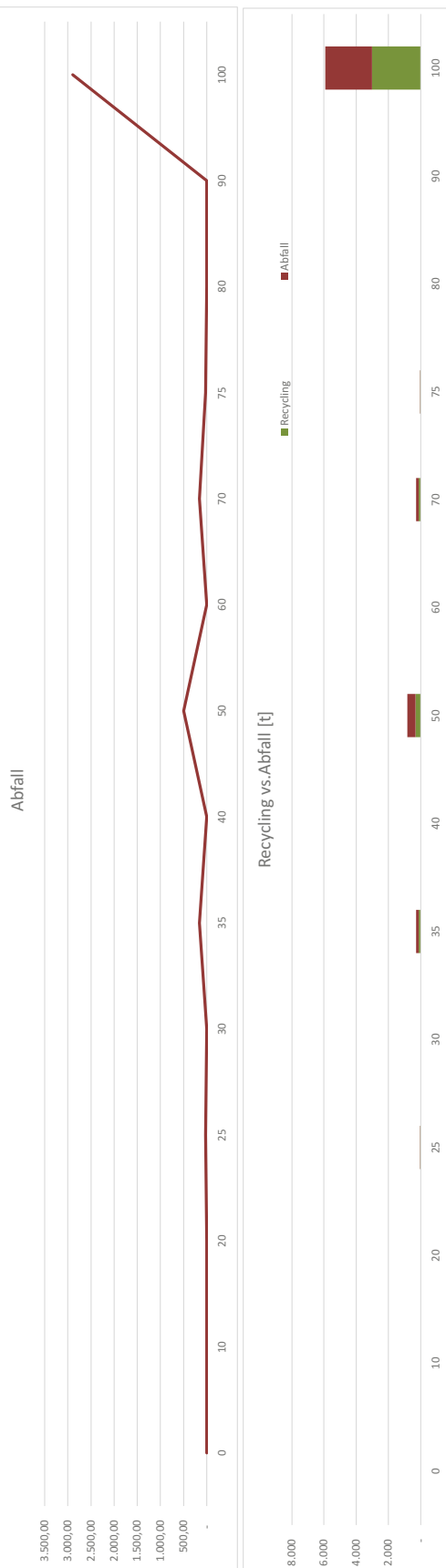
Anfallende Massen	0	10	20	25	30	35	40	50	60	70	75	80	90	100
Wand - W01	335.896,83	-	-	2.642,74	-	15.246,60	-	208.587,72	-	15.246,60	2.642,74	-	-	320.650,23
Wand - W02	338.759,03	-	-	-	14.507,03	-	-	-	-	14.507,03	-	-	-	324.252,00
Wand - W03	127.734,25	-	-	1.004,98	-	5.797,95	-	79.321,37	-	5.797,95	1.004,98	-	-	121.936,30
Wand - W04	98.564,40	-	-	-	-	-	-	67.322,70	-	-	-	-	-	98.564,40
Wand - W05	119.993,28	-	-	-	-	-	-	105.814,96	-	-	-	-	-	119.993,28
Wand - W06	61.771,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	61.771,50
Wand - W07	1.299.651,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.299.651,60
Decke - D01	581.955,58	-	-	9.374,13	-	-	-	43.154,38	-	-	9.374,13	-	-	581.955,58
Decke - D02	63.582,01	-	-	39,98	-	-	-	6.294,01	-	-	39,98	-	-	63.582,01
Decke - D03	371.881,07	-	-	29.571,61	-	21.012,53	-	159.201,76	-	21.012,53	29.571,61	-	-	350.868,55
Decke - D04	50.891,71	-	-	146,69	-	2.472,19	-	25.806,62	-	2.472,19	146,69	-	-	48.419,52
Decke - D05	40.476,84	-	-	395,61	-	1.482,86	-	25.660,03	-	1.482,86	395,61	-	-	38.993,98
Decke - D06	15.076,63	-	-	137,85	-	516,71	-	9.916,19	-	516,71	137,85	-	-	14.559,92
Decke - D07	125.911,63	-	-	674,99	-	70.876,88	-	70.876,88	-	4.120,31	674,99	-	-	121.791,32
Decke - D08	37.422,21	-	-	216,49	-	-	-	21.281,83	-	-	216,49	-	-	37.422,21
Decke - D09 - Balkone	127.699,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	127.699,20
Decke - D10 - Laubgänge	333.240,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	333.240,00
Decke - D11 - Decken UG	795.700,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	795.700,80
Decke - D12 - Aufzug	7.704,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.704,00
Decke - D13 - Fundament	832.314,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	832.314,00
Decke - D14 - Glas	2.100,00	-	-	-	-	2.100,00	-	-	-	2.100,00	-	-	-	-
Träger	81.600,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	81.600,00
Stützen	114.290,73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	114.290,73
Treppen	41.448,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41.448,00
Fenster	188.293,00	-	-	-	-	188.293,00	-	-	-	188.293,00	-	-	-	188.293,00
Türen	17.943,80	-	-	-	-	17.943,80	-	-	-	17.943,80	-	-	-	17.943,80
Summe	6.211.902,10	6.211.902,10	6.211.902,10	6.256.107,19	6.256.107,19	6.529.600,17	6.529.600,17	6.529.600,17	7.352.838,61	7.352.838,61	7.670.536,68	7.670.536,68	7.670.536,68	13.608.945,80
	6.211,90	6.211,90	6.211,90	6.256,11	6.256,11	6.529,60	6.529,60	6.529,60	7.352,84	7.352,84	7.670,54	7.670,54	7.670,54	7.670,54



Recycling	0-Errichtung	10	20	25	30	35	40	50	60	70	75	80	90	100
Wand - W01	335.896,83	-	-	660,69	-	3.811,65	-	49.631,24	-	3.811,65	660,69	-	-	133.678,12
Wand - W02	338.759,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	162.126,00
Wand - W03	127.734,25	-	-	251,24	-	1.449,49	-	18.873,68	-	1.449,49	251,24	-	-	50.834,88
Wand - W04	98.564,40	-	-	-	-	-	-	32.590,21	-	-	-	-	-	56.021,48
Wand - W05	119.993,28	-	-	-	-	-	-	52.421,36	-	-	-	-	-	63.055,11
Wand - W06	61.771,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46.328,63
Wand - W07	1.299.651,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	649.825,80
Decke - D01	581.955,58	-	-	4.588,47	-	-	-	12.969,07	-	-	4.588,47	-	-	282.369,67
Decke - D02	63.582,01	-	-	10,00	-	-	-	1.566,97	-	-	10,00	-	-	30.210,97
Decke - D03	371.881,07	-	-	14.474,78	-	15.759,39	-	58.212,49	-	15.759,39	14.474,78	-	-	201.962,58
Decke - D04	50.891,71	-	-	36,67	-	1.854,14	-	7.784,63	-	1.854,14	36,67	-	-	24.744,31
Decke - D05	40.476,84	-	-	60,73	-	1.112,15	-	18.147,03	-	1.112,15	60,73	-	-	28.147,50
Decke - D06	15.076,63	-	-	21,16	-	387,53	-	6.891,29	-	387,53	21,16	-	-	10.374,08
Decke - D07	125.911,63	-	-	62,68	-	3.090,23	-	50.318,83	-	3.090,23	62,68	-	-	78.090,49
Decke - D08	37.422,21	-	-	20,10	-	-	-	15.050,87	-	-	20,10	-	-	23.815,98
Decke - D09 - Balkone	127.699,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	63.849,60
Decke - D10 - Laubgänge	333.240,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	166.620,00
Decke - D11 - Decken UG	795.700,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	397.850,40
Decke - D12 - Aufzug	7.704,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.852,00
Decke - D13 - Fundament	832.314,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	416.157,00
Decke - D14 - Glas	2.100,00	-	-	-	-	-	-	-	-	1.050,00	-	-	-	-
Träger	81.600,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40.800,00
Stützen	114.290,73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	68.990,05
Treppen	41.448,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20.724,00
Fenster	188.293,00	-	-	-	-	80.697,00	-	-	-	80.697,00	-	-	-	-
Türen	17.943,80	-	-	-	-	8.971,90	-	-	-	8.971,90	-	-	-	-
Summe	-	-	-	20,19	-	117,13	-	324,46	-	118,18	20,19	-	-	3.020,43

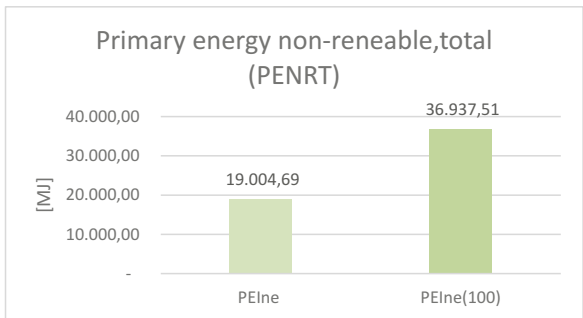
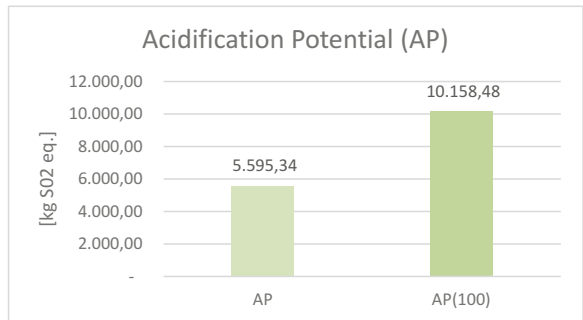
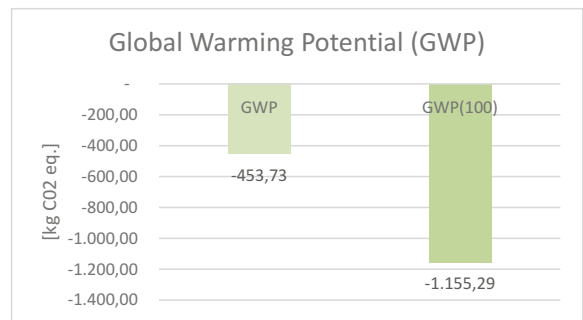


	0-Errichtung	10	20	25	30	35	40	50	60	70	75	80	90	100
Abfall														
Wand - W01	335.896,83	-	-	1.982,06	-	11.434,95	-	158.956,48	-	11.434,95	1.982,06	-	-	186.972,11
Wand - W02	338.759,03	-	-	-	-	17.749,55	-	-	-	17.749,55	-	-	-	162.126,00
Wand - W03	127.734,25	-	-	753,73	-	4.348,46	-	60.447,69	-	4.348,46	753,73	-	-	71.101,42
Wand - W04	98.564,40	-	-	-	-	-	-	34.732,49	-	-	-	-	-	42.542,92
Wand - W05	119.993,28	-	-	-	-	-	-	53.393,59	-	-	-	-	-	56.938,17
Wand - W06	61.771,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15.442,88
Wand - W07	1.299.651,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	649.825,80
Decke - D01	581.955,58	-	-	4.785,66	-	-	-	30.185,32	-	-	4.785,66	-	-	299.585,92
Decke - D02	63.582,01	-	-	29,99	-	-	-	4.727,04	-	-	29,99	-	-	33.371,04
Decke - D03	371.881,07	-	-	15.096,83	-	5.253,13	-	100.989,27	-	5.253,13	15.096,83	-	-	148.905,96
Decke - D04	50.891,71	-	-	110,02	-	618,05	-	18.021,99	-	618,05	110,02	-	-	23.675,21
Decke - D05	40.476,84	-	-	373,05	-	370,72	-	7.551,17	-	370,72	373,05	-	-	10.884,65
Decke - D06	15.076,63	-	-	129,99	-	129,18	-	3.038,20	-	129,18	129,99	-	-	4.199,14
Decke - D07	125.911,63	-	-	718,38	-	1.030,08	-	20.664,12	-	1.030,08	718,38	-	-	29.921,34
Decke - D08	37.422,21	-	-	230,41	-	-	-	6.264,98	-	-	230,41	-	-	9.186,69
Decke - D09 - Balkone	127.699,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	63.849,60
Decke - D10 - Laubgänge	333.240,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	166.620,00
Decke - D11 - Decken UG	795.700,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	397.850,40
Decke - D12 - Aufzug	7.704,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.852,00
Decke - D13 - Fundament	832.314,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	416.157,00
Decke - D14 - Glas	2.100,00	-	-	-	-	-	-	-	-	1.050,00	-	-	-	-
Träger	81.600,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40.800,00
Stützen	114.290,73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45.300,68
Treppen	41.448,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20.724,00
Fenster	188.293,00	-	-	-	-	107.596,00	-	-	-	107.596,00	-	-	-	-
Türen	17.943,80	-	-	-	-	8.971,90	-	-	-	8.971,90	-	-	-	-
Summe				24.21		157,50		498,97		158,55	24,21			2.899,83



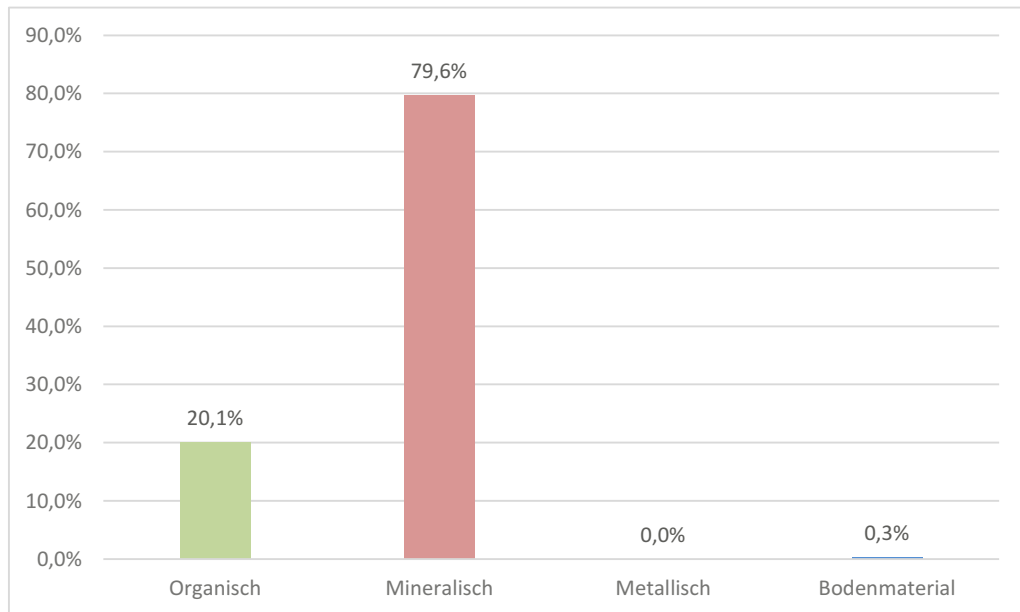
**Gesamte Ökobilanz
"Zufolge ökologischer Optimierung"**

	GWP [kg CO2 eq./kg]	AP [kg SO2 eq./kg]	PEIne [MJ/kg]	GWP(100) [kg CO2 eq./kg]	AP(100) [kg SO2 eq./kg]	PEIne(100) [MJ/kg]
Wand - W01	- 278,66	395,60	1.533,37	- 470,35	883,88	3.819,59
Wand - W02	63,28	183,21	774,44	83,59	265,12	1.214,58
Wand - W03	- 105,97	150,44	583,11	- 178,86	336,12	1.452,51
Wand - W04	- 42,90	137,58	470,16	- 60,02	258,95	897,08
Wand - W05	- 21,70	109,63	434,88	- 20,00	204,54	830,53
Wand - W06	- 67,95	139,60	460,82	- 67,95	139,60	460,82
Wand - W07	209,81	557,55	2.154,12	209,81	557,55	2.154,12
Decke - D01	48,18	322,80	1.386,59	51,50	557,01	2.681,26
Decke - D02	7,38	37,00	169,39	3,46	70,15	373,84
Decke - D03	- 387,88	1.031,62	3.410,97	- 749,03	2.305,37	8.293,87
Decke - D04	- 38,18	133,10	491,70	- 58,04	317,66	1.335,81
Decke - D05	- 12,80	73,25	272,82	0,82	172,75	754,71
Decke - D06	- 5,92	26,70	98,32	- 5,55	64,92	276,05
Decke - D07	- 36,75	199,80	720,65	- 2,50	465,24	1.947,90
Decke - D08	- 9,70	45,35	202,23	4,22	96,84	545,62
Decke - D09 - Balkone	11,83	21,71	77,52	11,83	21,71	77,52
Decke - D10 - Laubengänge	30,88	56,65	202,30	30,88	56,65	202,30
Decke - D11 - Decken UG	128,11	341,36	1.318,84	128,11	341,36	1.318,84
Decke - D12 - Aufzug	1,24	3,31	12,77	1,24	3,31	12,77
Decke - D13 - Fundament	134,00	357,06	1.379,53	134,00	357,06	1.379,53
Decke - D14 - Glas	2,06	17,83	24,36	5,88	50,94	69,60
Träger	- 28,54	354,27	135,25	- 28,54	354,27	135,25
Stützen	- 47,73	140,38	461,10	- 47,73	140,38	461,10
Treppen	6,69	17,78	68,70	6,69	17,78	68,70
Fenster	8,36	663,03	1.760,14	23,90	1.894,36	5.028,97
Türen	- 20,87	78,73	400,62	- 59,64	224,95	1.144,64
Summe	- 453,73	5.595,34	19.004,69	- 1.155,29	10.158,48	36.937,51



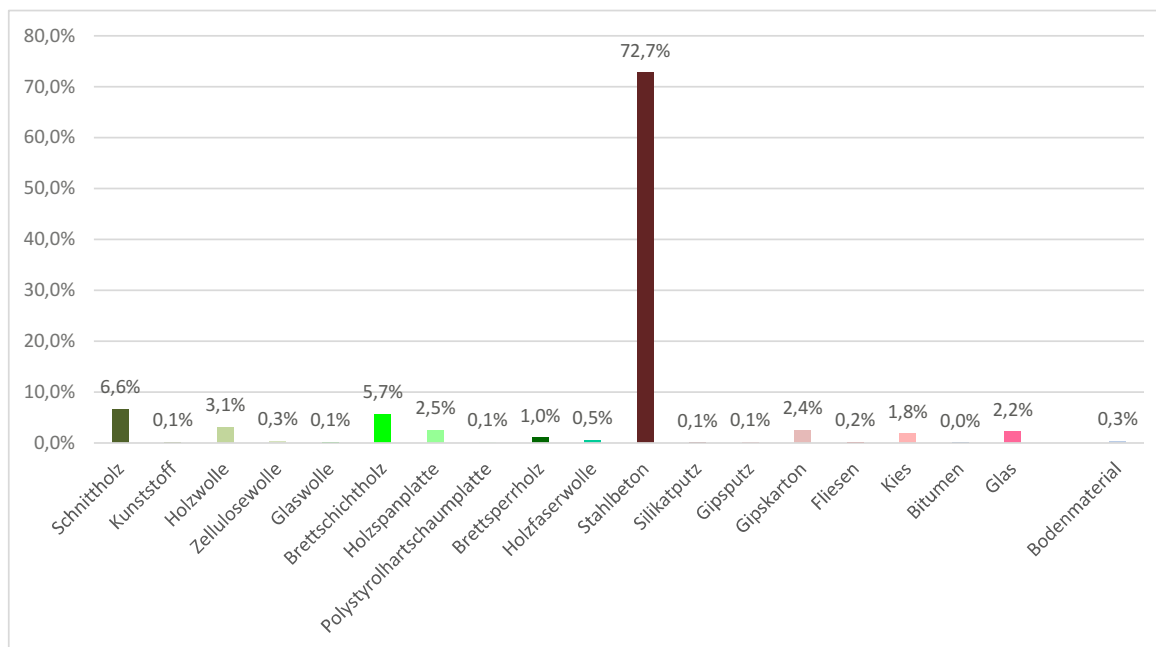
Massen - "Zufolge ökologischer und ökonomischer Optimierung" Gebäudeebene

	Anteil	Summe Masse [t]
Organisch	20,1%	1243,65
Mineralisch	79,6%	4933,22
Metallisch	0,0%	0
Bodenmaterial	0,3%	18,34
		6195,21



Massen - "Zufolge ökologischer und ökonomischer Optimierung" Gebäudeebene

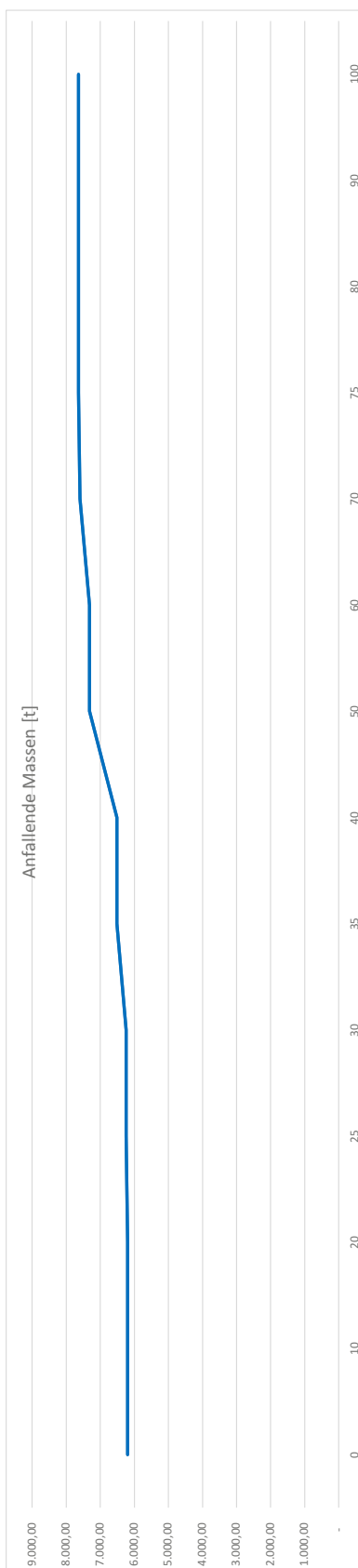
Baustoff	Anteil	Summe Masse [t]
Schnittholz	6,6%	408,17
Kunststoff	0,1%	6,13
Holzwohle	3,1%	192,49
Zellulosewolle	0,3%	21,04
Glaswolle	0,1%	8,70
Brettschichtholz	5,7%	352,10
Holzspanplatte	2,5%	155,14
Polystyrolhartschaumplatte	0,1%	8,50
Brettsperrholz	1,0%	61,77
Holzfaserwolle	0,5%	29,60
Stahlbeton	72,7%	4.506,61
Silikatputz	0,1%	4,86
Gipsputz	0,1%	8,11
Gipskarton	2,4%	150,22
Fliesen	0,2%	13,21
Kies	1,8%	112,85
Bitumen	0,0%	0,77
Glas	2,2%	136,60
Bodenmaterial	0,3%	18,34
	100,0%	6195,21



Gesamt Recycling vs. Abfall Holzvariante nach 100 Jahren
"Zufolge ökologischer und ökonomischer Optimierung"

	recyclebare	Abfall
	Masse 100Jahre [kg]	Masse 100Jahre[kg]
Wand - W01	265.056,55	417.358,90
Wand - W02	162.126,00	212.839,01
Wand - W03	100.795,23	158.712,50
Wand - W04	71.329,78	97.570,54
Wand - W05	58.347,70	146.686,44
Wand - W06	46.328,63	15.442,88
Wand - W07	649.825,80	649.825,80
Decke - D01	317.333,06	377.794,70
Decke - D02	34.512,05	46.300,45
Decke - D03	385.421,60	420.011,01
Decke - D04	49.132,91	73.982,46
Decke - D05	50.358,29	22.794,72
Decke - D06	19.816,90	9.570,07
Decke - D07	139.488,83	62.060,96
Decke - D08	38.907,05	17.961,13
Decke - D09 - Balkone	63.849,60	63.849,60
Decke - D10 - Laubengänge	166.620,00	166.620,00
Decke - D11 - Decken UG	397.850,40	397.850,40
Decke - D12 - Aufzug	3.852,00	3.852,00
Decke - D13 - Fundament	416.157,00	416.157,00
Decke - D14 - Glas	3.000,00	3.000,00
Träger	40.800,00	40.800,00
Stützen	68.990,05	45.300,68
Treppen	20.724,00	20.724,00
Fenster	230.562,86	307.417,14
Türen	25.634,00	25.634,00
Summe	3.826.820,27	4.220.116,38

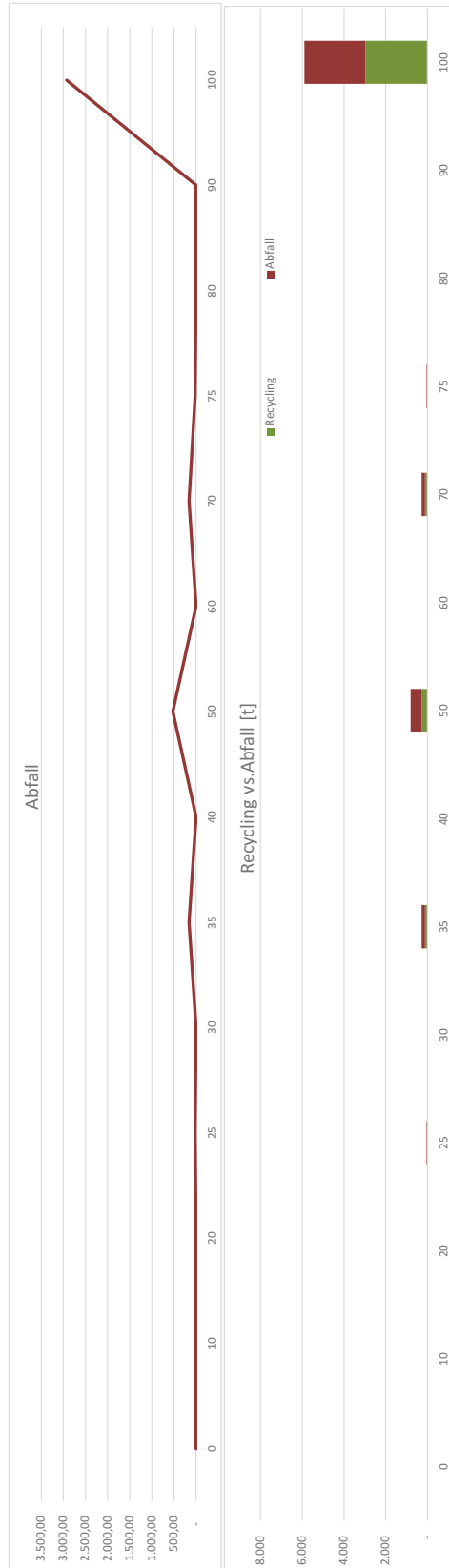
Anfallende Massen	0	10	20	25	30	35	40	50	60	70	75	80	90	100
Wand - W01	335.896,83	-	-	2.642,74	-	15.246,60	-	208.587,72	-	15.246,60	2.642,74	-	-	320.650,23
Wand - W02	338.759,03	-	-	-	-	14.507,93	-	-	-	14.507,03	-	-	-	324.252,00
Wand - W03	127.734,25	-	-	1.004,98	-	5.797,95	-	79.321,37	-	5.797,95	1.004,98	-	-	121.936,30
Wand - W04	92.260,58	-	-	-	-	-	-	61.018,89	-	-	-	-	-	92.260,58
Wand - W05	109.606,23	-	-	-	-	-	-	95.427,91	-	-	-	-	-	109.606,23
Wand - W06	61.771,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	61.771,50
Wand - W07	1.299.651,60	-	-	-	-	-	-	43.154,38	-	-	-	-	-	1.299.651,60
Decke - D01	581.955,58	-	-	9.374,13	-	-	-	6.294,01	-	-	9.374,13	-	-	581.955,58
Decke - D02	63.582,01	-	-	39,98	-	-	-	29.571,61	-	-	39,98	-	-	63.582,01
Decke - D03	371.881,07	-	-	29.571,61	-	21.012,53	-	159.201,76	-	21.012,53	29.571,61	-	-	350.868,55
Decke - D04	50.891,71	-	-	146,69	-	2.472,19	-	25.806,62	-	2.472,19	146,69	-	-	48.419,52
Decke - D05	40.476,84	-	-	395,61	-	1.482,86	-	25.660,03	-	1.482,86	395,61	-	-	38.993,98
Decke - D06	15.076,63	-	-	137,85	-	516,71	-	9.916,19	-	516,71	137,85	-	-	14.559,92
Decke - D07	125.911,63	-	-	674,99	-	4.120,31	-	70.876,88	-	4.120,31	674,99	-	-	121.791,32
Decke - D08	37.422,21	-	-	216,49	-	-	-	21.281,83	-	-	216,49	-	-	37.422,21
Decke - D09 - Balkone	127.699,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	127.699,20
Decke - D10 - Laubgänge	333.240,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	333.240,00
Decke - D11 - Decken UG	795.700,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	795.700,80
Decke - D12 - Aufzug	7.704,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.704,00
Decke - D13 - Fundament	832.314,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	832.314,00
Decke - D14 - Glas	2.100,00	-	-	-	-	2.100,00	-	-	-	2.100,00	-	-	-	-
Träger	81.600,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	81.600,00
Stützen	114.290,73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	114.290,73
Treppen	41.448,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41.448,00
Fenster	188.293,00	-	-	-	-	188.293,00	-	-	-	188.293,00	-	-	-	-
Türen	17.943,80	-	-	-	-	17.943,80	-	-	-	17.943,80	-	-	-	-
Summe	6.195.211,24	6.195.211,24	6.195.211,24	6.239.416,32	6.239.416,32	6.512.909,31	6.512.909,31	806.547,57	7.319.456,88	7.592.949,87	7.637.154,95	7.637.154,95	7.637.154,95	13.558.873,21
	6.195,21	6.195,21	6.195,21	6.239,42	6.239,42	6.512,91	6.512,91	7.319,46	7.319,46	7.592,95	7.637,15	7.637,15	7.637,15	7.637,15



Recycling	0-Erdrüttung	10	20	25	30	35	40	50	60	70	75	80	90	100
Wand - W01	335.896,83	-	-	660,69	-	3.811,65	-	49.631,24	-	3.811,65	660,69	-	-	133.678,12
Wand - W02	338.759,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	162.126,00
Wand - W03	127.734,25	-	127.734,25	251,24	-	1.449,49	-	18.873,68	-	1.449,49	251,24	-	-	50.834,88
Wand - W04	92.260,58	-	-	-	-	-	-	18.091,44	-	-	-	-	-	41.522,71
Wand - W05	109.606,23	-	-	-	-	-	-	23.856,98	-	-	-	-	-	34.490,72
Wand - W06	61.771,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46.328,63
Wand - W07	1.299.651,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	649.825,80
Decke - D01	581.955,58	-	4.588,47	4.588,47	-	-	-	12.969,07	-	-	4.588,47	-	-	282.369,67
Decke - D02	63.582,01	-	63.582,01	10,00	-	-	-	1.566,97	-	-	10,00	-	-	30.210,97
Decke - D03	371.881,07	-	14.474,78	14.474,78	-	15.759,39	-	58.212,49	-	15.759,39	14.474,78	-	-	201.962,58
Decke - D04	50.891,71	-	-	36,67	-	1.854,14	-	7.784,63	-	1.854,14	36,67	-	-	24.744,31
Decke - D05	40.476,84	-	-	60,73	-	1.112,15	-	18.147,03	-	1.112,15	60,73	-	-	28.147,50
Decke - D06	15.076,63	-	15.076,63	21,16	-	387,53	-	6.891,29	-	387,53	21,16	-	-	10.374,08
Decke - D07	125.911,63	-	125.911,63	62,68	-	3.090,23	-	50.318,83	-	3.090,23	62,68	-	-	78.090,49
Decke - D08	37.422,21	-	-	20,10	-	-	-	15.050,87	-	-	20,10	-	-	23.815,98
Decke - D09 - Balkone	127.699,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	63.849,60
Decke - D10 - Laubengänge	333.240,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	166.620,00
Decke - D11 - Decken UG	795.700,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	397.850,40
Decke - D12 - Aufzug	7.704,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.852,00
Decke - D13 - Fundament	832.314,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	416.157,00
Decke - D14 - Glas	2.100,00	-	-	-	-	-	-	-	1.050,00	-	-	-	-	-
Träger	81.600,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40.800,00
Stützen	114.290,73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	68.990,05
Treppen	41.448,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20.724,00
Fenster	188.293,00	-	-	-	-	80.697,00	-	-	-	-	-	-	-	-
Türen	17.943,80	-	-	-	-	8.971,90	-	-	-	-	-	-	-	-
Summe	-	-	-	20,19	-	117,13	-	281,39	-	118,18	20,19	-	-	2.977,37



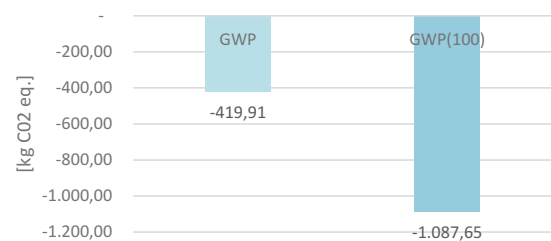
	0=Errichtung	10	20	25	30	35	40	50	60	70	75	80	90	100
Abfall														
Wand - W01	335.896,83	-	-	1.982,06	-	11.434,95	-	158.956,48	-	11.434,95	1.982,06	-	-	186.972,11
Wand - W02	338.759,03	-	-	-	-	17.749,55	-	-	-	17.749,55	-	-	-	162.126,00
Wand - W03	127.734,25	-	-	753,73	-	4.348,46	-	60.447,69	-	4.348,46	753,73	-	-	71.101,42
Wand - W04	92.260,58	-	-	-	-	-	-	42.927,45	-	-	-	-	-	50.737,87
Wand - W05	109.606,23	-	-	-	-	-	-	71.570,93	-	-	-	-	-	75.115,51
Wand - W06	61.771,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15.442,88
Wand - W07	1.299.651,60	-	-	4.785,66	-	-	-	30.185,32	-	-	4.785,66	-	-	649.825,80
Decke - D01	581.955,58	-	-	29,99	-	-	-	4.727,04	-	-	29,99	-	-	299.585,92
Decke - D02	63.582,01	-	-	15.096,83	-	5.253,13	-	100.989,27	-	5.253,13	15.096,83	-	-	33.371,04
Decke - D03	371.881,07	-	-	-	-	618,05	-	18.021,99	-	618,05	110,02	-	-	148.905,96
Decke - D04	50.891,71	-	-	110,02	-	370,72	-	7.551,17	-	370,72	373,05	-	-	23.675,21
Decke - D05	40.476,84	-	-	373,05	-	129,18	-	3.038,20	-	129,18	129,99	-	-	10.884,65
Decke - D06	15.076,63	-	-	718,38	-	1.030,08	-	20.664,12	-	1.030,08	718,38	-	-	4.199,14
Decke - D07	125.911,63	-	-	230,41	-	-	-	6.264,98	-	-	230,41	-	-	29.921,34
Decke - D08	37.422,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.186,69
Decke - D09 - Balkone	127.699,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	63.849,60
Decke - D10 - Laubgänge	333.240,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	166.620,00
Decke - D11 - Decken UG	795.700,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	397.850,40
Decke - D12 - Aufzug	7.704,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.852,00
Decke - D13 - Fundament	832.314,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	416.157,00
Decke - D14 - Glas	2.100,00	-	-	-	-	-	-	-	-	1.050,00	-	-	-	-
Träger	81.600,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40.800,00
Stützen	114.290,73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45.300,68
Treppen	41.448,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20.724,00
Fenster	188.293,00	-	-	-	-	107.596,00	-	-	-	107.596,00	-	-	-	-
Türen	17.943,80	-	-	-	-	8.971,90	-	-	-	8.971,90	-	-	-	-
Summe				24.21		157.50		525.34		158.55				2.926,21



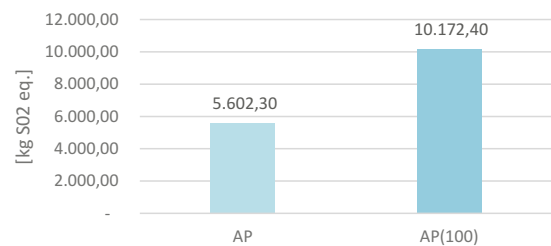
Gesamte Ökobilanz
"Zufolge ökologischer und ökonomischer Optimierung"

	GWP [kg CO2 eq./kg]	AP [kg SO2 eq./kg]	PEIne [MJ/kg]	GWP(100) [kg CO2 eq./kg]	AP(100) [kg SO2 eq./kg]	PEIne(100) [MJ/kg]
Wand - W01	- 278,66	395,60	1.533,37	- 470,35	883,88	3.819,59
Wand - W02	63,28	183,21	774,44	83,59	265,12	1.214,58
Wand - W03	- 105,97	150,44	583,11	- 178,86	336,12	1.452,51
Wand - W04	- 30,12	140,21	533,57	- 34,47	264,20	1.023,91
Wand - W05	- 0,65	113,96	539,37	22,09	213,20	1.039,51
Wand - W06	- 67,95	139,60	460,82	- 67,95	139,60	460,82
Wand - W07	209,81	557,55	2.154,12	209,81	557,55	2.154,12
Decke - D01	48,18	322,80	1.386,59	51,50	557,01	2.681,26
Decke - D02	7,38	37,00	169,39	3,46	70,15	373,84
Decke - D03	- 387,88	1.031,62	3.410,97	- 749,03	2.305,37	8.293,87
Decke - D04	- 38,18	133,10	491,70	- 58,04	317,66	1.335,81
Decke - D05	- 12,80	73,25	272,82	0,82	172,75	754,71
Decke - D06	- 5,92	26,70	98,32	- 5,55	64,92	276,05
Decke - D07	- 36,75	199,80	720,65	- 2,50	465,24	1.947,90
Decke - D08	- 9,70	45,35	202,23	4,22	96,84	545,62
Decke - D09 - Balkone	11,83	21,71	77,52	11,83	21,71	77,52
Decke - D10 - Laubengänge	30,88	56,65	202,30	30,88	56,65	202,30
Decke - D11 - Decken UG	128,11	341,36	1.318,84	128,11	341,36	1.318,84
Decke - D12 - Aufzug	1,24	3,31	12,77	1,24	3,31	12,77
Decke - D13 - Fundament	134,00	357,06	1.379,53	134,00	357,06	1.379,53
Decke - D14 - Glas	2,06	17,83	24,36	5,88	50,94	69,60
Träger	- 28,54	354,27	135,25	- 28,54	354,27	135,25
Stützen	- 47,73	140,38	461,10	- 47,73	140,38	461,10
Treppen	6,69	17,78	68,70	6,69	17,78	68,70
Fenster	8,36	663,03	1.760,14	23,90	1.894,36	5.028,97
Türen	- 20,87	78,73	400,62	- 59,64	224,95	1.144,64
Summe	- 419,91	5.602,30	19.172,59	- 1.087,65	10.172,40	37.273,32

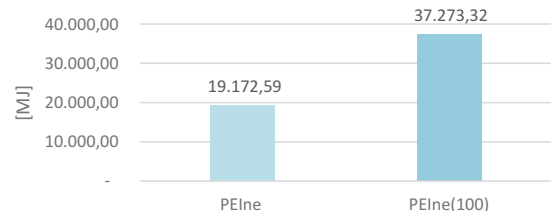
Global Warming Potential (GWP)



Acidification Potential (AP)



Primary energy non-renewable, total (PENRT)



9.3 Kosten - Berechnung

Kostenkennwerte & Kosten / Elemente - "Referenzmodell"										
GK-DIN	Bauteil	KG-ABK	KG-2.Ebene	Elementkürzel	Elementbeschreibung	Schichtaufbau	KG-3.Ebene	Nummer BKl	Kosten (Brutto)	Gesamtkosten (Netto)
352	D-01	BOB	4D	D-01-A(1)	Bodenaufbau - Trocken (D-01-Trocken)	Belag-Holz	4D.01	353.28.27	80 €/m ²	€ 133
						Estrich - Trockenestrich (Nur als GF Platte)	4D.01	353.25.33	50 €/m ²	
						Folie,PAE-Folie	4D.01	353.25.16	1 €/m ²	
						Dämmung-Trittschall (Gibt es nur als EPS)	4D.01	353.25.07	5,2 €/m ²	
350	D-01	DEK	2D	D-01-B(2)	Tragendes Deckenelement - STB	Holz-OSB	4D.01	353.28.10	22 €/m ²	€ 109
						Stahlbetondecke	2D.01	351.15.01	130 €/m ²	
352	D-02	BOB	4D	D-02-A(3)	Bodenaufbau - Nass (D-01-Nass)	Belag-Fliese	4D.01	353.24.36	67 €/m ²	€ 122
						Estrich - Trockenestrich (Nur als GF Platte)	4D.01	353.25.33	50 €/m ²	
						Folie,PAE-Folie	4D.01	353.25.16	1 €/m ²	
						Dämmung-Trittschall (Gibt es nur als EPS)	4D.01	353.25.07	5,2 €/m ²	
350	D-02	DEK	2D	D-02-B(2)	Tragendes Deckenelement - STB	Holz-OSB	4D.01	353.28.10	22 €/m ²	€ 109
						Stahlbetondecke	2D.01	351.15.01	130 €/m ²	
352	D-03	BOB	4D	D-03-A (1)	Bodenaufbau - Trocken (D-01-Trocken)	Belag-Holz	4D.01	353.28.27	80 €/m ²	€ 133
						Estrich - Trockenestrich (Nur als GF Platte)	4D.01	353.25.33	50 €/m ²	
						Folie,PAE-Folie	4D.01	353.25.16	1 €/m ²	
						Dämmung-Trittschall (Gibt es nur als EPS)	4D.01	353.25.07	5,2 €/m ²	
350	D-03	DEK	2D	D-03-B(4)	Tragendes Deckenelement - BSH	Holz-OSB	4D.01	353.28.10	22 €/m ²	€ 121
						Brettschichtholzdecke	2D.01	351.16.81	144 €/m ²	
353	D-03	DEV	4D	D-03-C(5)	Deckenabhangung (Aufbau Unten)	Holz-Lattung (antellig) (70/70) 10%	4D.03	354.44.02	110 €/m ²	€ 108
						dazw. Mineralwolle 90%	4D.03	354.17.03	19 €/m ²	
352	D-04	BOB	4D	D-04-A (3)	Bodenaufbau - Nass (D-01-Nass)	Belag-Holz	4D.03	354.44.02	19 €/m ²	€ 122
						Belag-Fliese	4D.01	353.24.36	67 €/m ²	
						Estrich - Trockenestrich (Nur als GF Platte)	4D.01	353.25.33	50 €/m ²	
						Folie,PAE-Folie	4D.01	353.25.16	1 €/m ²	
350	D-04	DEK	2D	D-04-B(4)	Tragendes Deckenelement - BSH	Dämmung-Trittschall (Gibt es nur als EPS)	4D.01	353.25.07	5,2 €/m ²	€ 121
						Holz-OSB	4D.01	353.28.10	22 €/m ²	
353	D-04	DEV	4D	D-04-C(5)	Deckenabhangung (Aufbau Unten)	Brettschichtholzdecke	2D.01	351.16.81	144 €/m ²	€ 108
						Holz-Lattung (antellig) (70/70) 10%	4D.03	354.44.02	110 €/m ²	
364	D-05	DAB	4B	D-05-A(6)	Dachaufbau - Begehbar (D00-Begehbar)	dazw. Mineralwolle 90%	4D.03	354.17.03	19 €/m ²	€ 100
						Belag-Holz	4D.03	354.44.02	19 €/m ²	
						Boden-Kies	4B.01	363.21.57	13 €/m ²	
						Sperrschicht-Folie	4B.01	363.21.58	3,6 €/m ²	
360	D-05	DAK	2D	D-05-B(4)	Tragendes Dachelement - BSH	Sperrschicht	4B.01	363.21.29	27 €/m ²	€ 121
						Dämmung-Hart,EPS	4B.01	363.21.12+16	72 €/m ²	
353	D-05	DEV	4D	D-05-C(5)	Deckenabhangung (Aufbau Unten)	Sperrschicht-Folie	4B.01	363.21.58	3,6 €/m ²	€ 108
						Brettschichtholzdecke	2D.03	351.16.81	144 €/m ²	
353	D-05	DEV	4D	D-05-C(5)	Deckenabhangung (Aufbau Unten)	Holz-Lattung (antellig) (70/70) 10%	4D.03	354.44.02	110 €/m ²	€ 108
						dazw. Mineralwolle 90%	4D.03	354.17.03	19 €/m ²	

Kostenkennwerte & Kosten / Elemente - "Referenzmodell"										
GK-DIN	Bauteil	KG-ABK	KG-2.Ebene	Elementkürzel	Elementbeschreibung	Schichtaufbau	KG-3.Ebene	Nummer BKI	Kosten (Brutto)	Gesamtkosten (Netto)
364	D-06	DAB	4B	D-06-A(7)	Dachaufbau - Terrasse (D-00-Terrasse)	Belag-Holz	4B-01	363.13.01	97 €/m ²	€ 153
	Holz-Lattung (anteilig) 20%					4B-01	363.21.57	13 €/m ²		
	Boden-Kies					4B-01	363.13.01			
	Sperrschicht-Folie					4B-01	363.13.01			
	Sperrschicht					4B-01	363.13.01			
360	DAK	2D	D-06-B(4)	Tragendes Dachelement - BSH	Dämmung-Hart, EPS	4B-01	363.21.12+16	72 €/m ²		€ 121
					Sperrschicht-Folie	4B-01	363.13.01			
					Brettschichtholzdecke	2D-03	351.16.81	144 €/m ²		
353	DEK	4D	D-06-C(5)	Deckenabhängung (Aufbau Unten)	Holz-Lattung (anteilig) (70/70) 10%	4D-03	354.44.02	110 €/m ²	€ 108	
					dazw. Mineralwolle 90%	4D-03	354.17.03	19 €/m ²		
					Belag-Holz	4D-03	354.44.02			
364	DAB	4B	D-07-A (8)	Dachaufbau - Extensiv Begrünt (D-07-Extensiv Begrünt)	Belag-Gras	4B-01			€ 202	
					Boden-Kies	4B-01				
					Sperrschicht	4B-01	363.26.00	240 €/m ²		
					Dämmung-Hart, EPS	4B-01				
					Sperrschicht-Folie	4B-01				
360	DAK	2D	D-07-B(4)	Tragendes Dachelement - BSH	Brettschichtholzdecke	2D-03	351.16.81	144 €/m ²	€ 121	
					Holz-Lattung (anteilig) (70/70) 10%	4D-03	354.44.02	110 €/m ²		
					dazw. Mineralwolle 90%	4D-03	354.17.03	19 €/m ²		
353	DEV	4D	D-07-C(5)	Deckenabhängung (Aufbau Unten)	Belag-Holz	4D-03	354.44.02		€ 108	
					Belag-Gras	4B-01				
					Boden-Kies	4B-01				
					Sperrschicht	4B-01	363.26.00	240 €/m ²		
					Dämmung-Hart, EPS	4B-01				
360	DAK	2D	D-08-B(4)	Tragendes Dachelement - BSH	Brettschichtholzdecke	2D-03	351.16.81	144 €/m ²	€ 121	
					Stahlbetondecke - Fertigteil	2D-01	351.25.01	110 €/m ²		
					Stahlbetondecke - Fertigteil	2D-01	351.25.01	110 €/m ²		
					Stahlbetondecke - Fertigteil	2D-01	351.25.01	110 €/m ²		
					Stahlbetondecke	2D-01	351.15.03	170 €/m ²		
					Stahlbetondecke	2D-01	351.15.03	170 €/m ²		
					Stahlbetondecke	2D-01	351.15.03	170 €/m ²		
					Stahlbetondecke	2D-01	351.15.03	170 €/m ²		
					Stahlbetondecke	2D-01	351.15.03	170 €/m ²		
					Stahlbetondecke	2D-01	351.15.03	170 €/m ²		
350	DEK	2D	D-08-A(8)	Dachaufbau - Extensiv Begrünt (D-07-Extensiv Begrünt)	Belag-Gras	4B-01			€ 202	
					Boden-Kies	4B-01				
					Sperrschicht	4B-01	363.26.00	240 €/m ²		
					Dämmung-Hart, EPS	4B-01				
360	DAK	2D	D-08-B(4)	Tragendes Dachelement - BSH	Brettschichtholzdecke	2D-03	351.16.81	144 €/m ²	€ 121	
					Stahlbetondecke - Fertigteil	2D-01	351.25.01	110 €/m ²		
					Stahlbetondecke - Fertigteil	2D-01	351.25.01	110 €/m ²		
					Stahlbetondecke - Fertigteil	2D-01	351.25.01	110 €/m ²		
					Stahlbetondecke	2D-01	351.15.03	170 €/m ²		
					Stahlbetondecke	2D-01	351.15.03	170 €/m ²		
					Stahlbetondecke	2D-01	351.15.03	170 €/m ²		
					Stahlbetondecke	2D-01	351.15.03	170 €/m ²		
					Stahlbetondecke	2D-01	351.15.03	170 €/m ²		
					Stahlbetondecke	2D-01	351.15.03	170 €/m ²		
350	FG	2C	D-13-B	Fundamentplatte - STB	Stahlbetondecke	2C-03	322.41.02	140 €/m ²	€ 118	
					Stahlbetondecke	2C-03	322.41.02	140 €/m ²		
					Stahlbetondecke	2C-03	322.41.02	140 €/m ²		
					Stahlbetondecke	2C-03	322.41.02	140 €/m ²		
350	DEK	2D	D-14-B	Glasfeld	Glas	2D-01	334.32.08	149 €/m ²	€ 125	
					Glas	2D-01	334.32.08	149 €/m ²		
					Glas	2D-01	334.32.08	149 €/m ²		
					Glas	2D-01	334.32.08	149 €/m ²		
335	FAV	4C	W-01-A	Fassade - außen	Holz-Fassade	4C-01			€ 160	
					Holz-Lattung (anteilig) dazw. Luftschicht 10%	4C-01	335.44.00	190 €/m ²		
					Folie, PAE-Folie	4C-01				
					Holz-Beplankung	2E-01				
330	AWK	2E	W-01-B	Tragendes Wandelement - Holzriegel	Holz-Lattung (anteilig) 30%	2E-01			€ 168	
					dazw. Dämmung-Holzwooldecke 70%	2E-01				
					dazw. Dämmung-Holzwooldecke 70%	2E-01				
					dazw. Dämmung-Holzwooldecke 70%	2E-01				
					dazw. Dämmung-Holzwooldecke 70%	2E-01				
330	AWK	2E	W-01-B	Tragendes Wandelement - Holzriegel	Folie, PAE-Folie	2E-01			€ 168	
					Dämmung-Weich, Zellulose	2E-01				
					Dämmung-Weich, Zellulose	2E-01				
					Dämmung-Weich, Zellulose	2E-01				
					Dämmung-Weich, Zellulose	2E-01				

Kostenkennwerte & Kosten / Elemente - "Referenzmodell"

GK-DIN	Bauteil	KG-ABK	KG-2.Ebene	Elementkürzel	Elementbeschreibung	Schichtaufbau	KG-3.Ebene	Nummer BKI	Kosten (Brutto)	Gesamtkosten (Netto)
335	W-02	FAV	4C	W-02-A	Fassade - außen	Verputz-Kunstharz	4C.01	335.37.05	110 €/m ²	€ 92
330		AWK	2E	W-02-B	Tragendes Wandelement - Holzriegel	Dämmung Hart, EPS	4C.01	331.21.00	200 €/m ²	€ 168
335	W-03	FAV	4C	W-02-C	Verkleidung Innen	Verputz-Gips	4C.01	336.32.02	29 €/m ²	€ 24
335		FAV	4C	W-03-A	Fassade - Außen	Holz-Fassade	4C.01	335.44.00	190 €/m ²	€ 160
						Holz-Lattung (anteilig) dazw. Luftschicht 10%	4C.01			
						Folie-PAE-Folie	4C.01			
						Holz-Beplankung	2E.01			
						Holz-Lattung (anteilig) 30%	2E.01			
						dazw. Dämmung-Holzwoolwolle 70%	2E.01			
						dazw. Dämmung-Holzwoolwolle 70%	2E.01			
						dazw. Dämmung-Weich, Mineralwolle 70%	2E.01			
						Folie-PAE-Folie	2E.01			
						Dämmung-Weich, Zellulose	2E.01			
						Holz-Fassade	2E.01			
345	W-04	WAV	4D	W-04-A	Wandverkleidung 2x Gipskarton	Gipskarton	4D.02	364.39.79	54 €/m ²	€ 45
340		IWK	2E	W-04-B	Haupt-Wandelement - Holzständer	Gipskarton	4D.02	342.16.77	81 €/m ²	€ 68
345		WAV	4D	W-04-C	Wandverkleidung 1x Gipskarton	Ständerwand-Holz (anteilig) 20%	2E.02	364.39.78	26 €/m ²	€ 22
340		IWK	2E	W-04-B	Haupt-Wandelement - Holzständer	dazw. Dämmung-Weich, Mineralwolle 80%	2E.02	342.16.77	81 €/m ²	€ 68
345		WAV	4D	W-04-A	Wandverkleidung 2x Gipskarton	Gipskarton	4D.02	364.39.79	54 €/m ²	€ 45
345	W-05	WAV	4D	W-05-A	Wandverkleidung 2x Gipskarton	Gipskarton	4D.02	364.39.79	54 €/m ²	€ 45
340		IWK	2E	W-05-B	Haupt-Wandelement - Holzständer	Gipskarton	4D.02	342.16.77	81 €/m ²	€ 68
345		WAV	4D	W-05-A	Wandverkleidung 2x Gipskarton	Ständerwand-Holz (anteilig) 20%	2E.02	364.39.79	54 €/m ²	€ 45
340		IWK	2E	W-05-B	Haupt-Wandelement - Holzständer	dazw. Dämmung-Weich, Mineralwolle 80%	2E.02	342.16.77	81 €/m ²	€ 68
340	W-06	IWK	2E	W-06-Einzelschicht	Hauptwandelement - BSP	Gipskarton	4D.02	364.39.79	54 €/m ²	€ 45
340	W-07	IWK	2E	W-07-Einzelschicht	Hauptwandelement - STB	Brettspertholz	2E.02	122.57 €/m ²	200 €/m ²	€ 103
340	W-08	AWK	2E	W-08-Einzelschicht	Hauptwandelement - STB	Stahlbetonwand	2E.01	331.21.03	200 €/m ²	€ 168
340	W-09	AWK	2E	W-09-Einzelschicht	Hauptwandelement - STB	Stahlbetonwand	2E.01	331.21.10	220 €/m ²	€ 185
333	ST-01	STK	2E	ST-01-20/20	Stütze - STB	Stahlbetonstütze 20/20	2E.03	333.21.02	150 €/m	€ 126
333	ST-02	STK	2E	ST-02-25/25	Stütze - STB	Stahlbetonstütze 25/25	2E.03	333.21.02	150 €/m	€ 126
333	ST-03	STK	2E	ST-03-35/35	Stütze - Holz	Holzstütze 35/35	2E.03	333.32.01	81 €/m	€ 68
340	UZ	TK	2D	UZ-Unterzüge	Unterzug - STB	Stahlbetonträger 20/25	2D.02	331.13.71	92 €/m	€ 77
340	TR-01	TK	2D	TR-01-120/400	Treppe - STB	Stahlbetontreppe	2D.02	351.51.01	230 €/m ²	€ 193
340	TR-02	TK	2D	TR-02-150/400	Treppe - STB	Stahlbetontreppe	2D.02	351.51.01	230 €/m ²	€ 193
340	TR-03	TK	2D	TR-03-120/300	Treppe - STB	Stahlbetontreppe	2D.02	351.51.01	230 €/m ²	€ 193
334	F	FAÖ	4C	F-Außenfenster	Fenster - Kunststoff - Außen	Kunststofffenster	4C.02	334.65.01	390 €/m ²	€ 328
334	T-01	FAÖ	4C	T-01-Türen-Außen	Türen - Holz - Außen	Holz Türen	4C.02	334.12.06	1110 €/m ²	€ 933
344	T-02	ITÜ	4D	T-02-Türen-Innen	Türen - Holz - Innen	Holz Türen	4D.04	334.12.08	850 €/m ²	€ 933

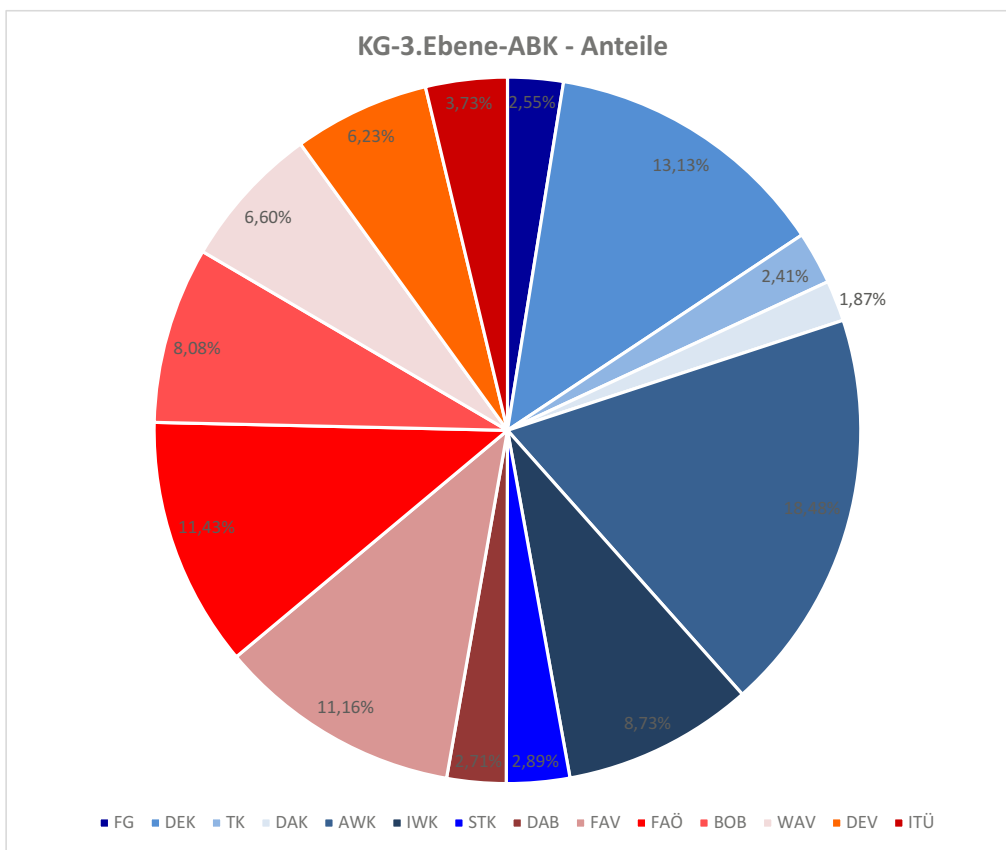
Elementauflistung - Baugliederung 3.Ebene - Mengen und Kosten - "Referenzmodell"

KG-1.Ebene	KG-2.Ebene	KG ABK	Elementkürzel	Kostenkennwert	EH	Menge	Einheit	Gesamtkosten (Netto)	Gesamtkosten (Brutto)			
2-Bauwerk Rohbau	2C	2C.03	FG	D-23-B	118 €	€/m²	990,85	m²	116.571 €	138.719 €		
		2D.01	DEK	D-01-B(2)	109 €	€/m²	641,43	m²	70.072 €	83.386 €		
		2D.01	DEK	D-02-B(2)	109 €	€/m²	68,20	m²	7.450 €	8.866 €		
		2D.01	DEK	D-03-B(4)	121 €	€/m²	2028,22	m²	245.432 €	292.064 €		
		2D.01	DEK	D-04-B(4)	121 €	€/m²	239,29	m²	28.956 €	34.458 €		
		2D.01	DEK	D-09-B	92 €	€/m²	266,04	m²	24.592 €	29.264 €		
		2D.01	DEK	D-10-B	92 €	€/m²	694,25	m²	64.174 €	76.368 €		
		2D.01	DEK	D-11-B	143 €	€/m²	1105,14	m²	157.877 €	187.874 €		
		2D.01	DEK	D-12-B	143 €	€/m²	10,70	m²	1.529 €	1.819 €		
		2D.01	DEK	D-14-B	125 €	€/m²	8,40	m²	1.052 €	1.252 €		
		2D.02	TK	UZ-Unterzüge	77 €	€/m	1214,20	m	93.871 €	111.706 €		
		2D.02	TK	TR-01-120/400	193 €	€/m²	26,64	m²	5.149 €	6.127 €		
		2D.02	TK	TR-02-150/400	193 €	€/m²	14,06	m²	2.717 €	3.234 €		
		2D.02	TK	TR-03-120/300	193 €	€/m²	45,65	m²	8.823 €	10.500 €		
		2D.03	DAK	D-05-B(4)	121 €	€/m²	141,10	m²	17.074 €	20.318 €		
		2D.03	DAK	D-06-B(4)	121 €	€/m²	49,14	m²	5.946 €	7.076 €		
		2D.03	DAK	D-07-B(4)	121 €	€/m²	391,84	m²	47.416 €	56.425 €		
	2D.03	DAK	D-08-B(4)	121 €	€/m²	123,67	m²	14.965 €	17.808 €			
	2E-Vertikale Baukonstruktionen	2E.01	AWK	W-01-B	168 €	€/m²	2032,88	m²	341.661 €	406.576 €		
		2E.01	AWK	W-02-B	168 €	€/m²	540,42	m²	90.827 €	108.084 €		
		2E.01	AWK	W-03-B	168 €	€/m²	773,06	m²	129.926 €	154.612 €		
		2E.01	AWK	W-08-Einzelschicht	168 €	€/m²	990,71	m²	166.506 €	198.142 €		
		2E.01	AWK	W-09-Einzelschicht	185 €	€/m²	633,72	m²	117.158 €	139.418 €		
		2E.02	IWK	W-04-B	68 €	€/m²	1008,61	m²	68.653 €	81.697 €		
		2E.02	IWK	W-04-B	68 €	€/m²	1008,61	m²	68.653 €	81.697 €		
		2E.02	IWK	W-05-B	68 €	€/m²	2077,41	m²	141.404 €	168.270 €		
		2E.02	IWK	W-06-Einzelschicht	103 €	€/m²	392,20	m²	40.397 €	48.072 €		
		2E.02	IWK	W-07-Einzelschicht	168 €	€/m²	480,28	m²	80.719 €	96.056 €		
		2E.03	STK	ST-01-20/20	126 €	€/m	572,00	m	72.101 €	85.800 €		
		2E.03	STK	ST-02-25/25	126 €	€/m	80,00	m	10.084 €	12.000 €		
		2E.03	STK	ST-03-35/35	68 €	€/m	736,56	m	50.136 €	59.661 €		
		4-Bauwerk Ausbau	4B-Dachverkleidung	4B.01	DAB	D-05-A(6)	100 €	€/m²	138,81	m²	13.904 €	16.546 €
				4B.01	DAB	D-06-A(7)	153 €	€/m²	48,37	m²	7.398 €	8.803 €
4B.01				DAB	D-07-A (8)	202 €	€/m²	385,71	m²	77.790 €	92.570 €	
4B.01	DAB			D-08-A(8)	202 €	€/m²	123,71	m²	24.950 €	29.690 €		
4C-Fassadenhülle	4C.01		FAV	W-01-A	160 €	€/m²	2032,88	m²	324.577 €	386.247 €		
	4C.01		FAV	W-02-A	92 €	€/m²	540,42	m²	49.955 €	59.446 €		
	4C.01		FAV	W-02-C	24 €	€/m²	540,42	m²	13.170 €	15.672 €		
	4C.01		FAV	W-03-A	160 €	€/m²	773,06	m²	123.430 €	146.881 €		
	4C.02		FAÖ	F-Außenfenster	328 €	€/m²	1075,96	m²	352.626 €	419.624 €		
	4C.02		FAÖ	T-01-Türen-Außen	933 €	€/m²	183,10	m²	170.791 €	203.241 €		
	4D.01		BOB	D-01-A(1)	133 €	€/m²	606,74	m²	80.661 €	95.986 €		
4D.01	BOB		D-02-A(3)	122 €	€/m²	61,51	m²	7.505 €	8.931 €			
4D.01	BOB		D-03-A (1)	133 €	€/m²	1914,02	m²	254.452 €	302.798 €			
4D.01	BOB		D-04-A (3)	122 €	€/m²	225,68	m²	27.537 €	32.769 €			
4D-Innenausbau	4D.02		WAV	W-04-A	45 €	€/m²	1008,61	m²	45.769 €	54.465 €		
	4D.02		WAV	W-04-C	22 €	€/m²	1008,61	m²	22.037 €	26.224 €		
	4D.02		WAV	W-04-A	45 €	€/m²	1008,61	m²	45.769 €	54.465 €		
	4D.02		WAV	W-05-A	45 €	€/m²	2077,41	m²	94.269 €	112.180 €		
	4D.02		WAV	W-05-A	45 €	€/m²	2077,41	m²	94.269 €	112.180 €		
	4D.03		DEV	D-03-C(5)	108 €	€/m²	1867,78	m²	202.474 €	240.944 €		
	4D.03		DEV	D-04-C(5)	108 €	€/m²	219,75	m²	23.822 €	28.348 €		
	4D.03		DEV	D-05-C(5)	108 €	€/m²	131,81	m²	14.289 €	17.003 €		
	4D.03		DEV	D-06-C(5)	108 €	€/m²	45,93	m²	4.979 €	5.925 €		
	4D.03		DEV	D-07-C(5)	108 €	€/m²	366,25	m²	39.703 €	47.246 €		
	4D.04	ITÜ	T-02-Türen-Innen	933 €	€/m²	183,10	m²	170.791 €	203.241 €			
									4.578.805 €	5.448.778,28		

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

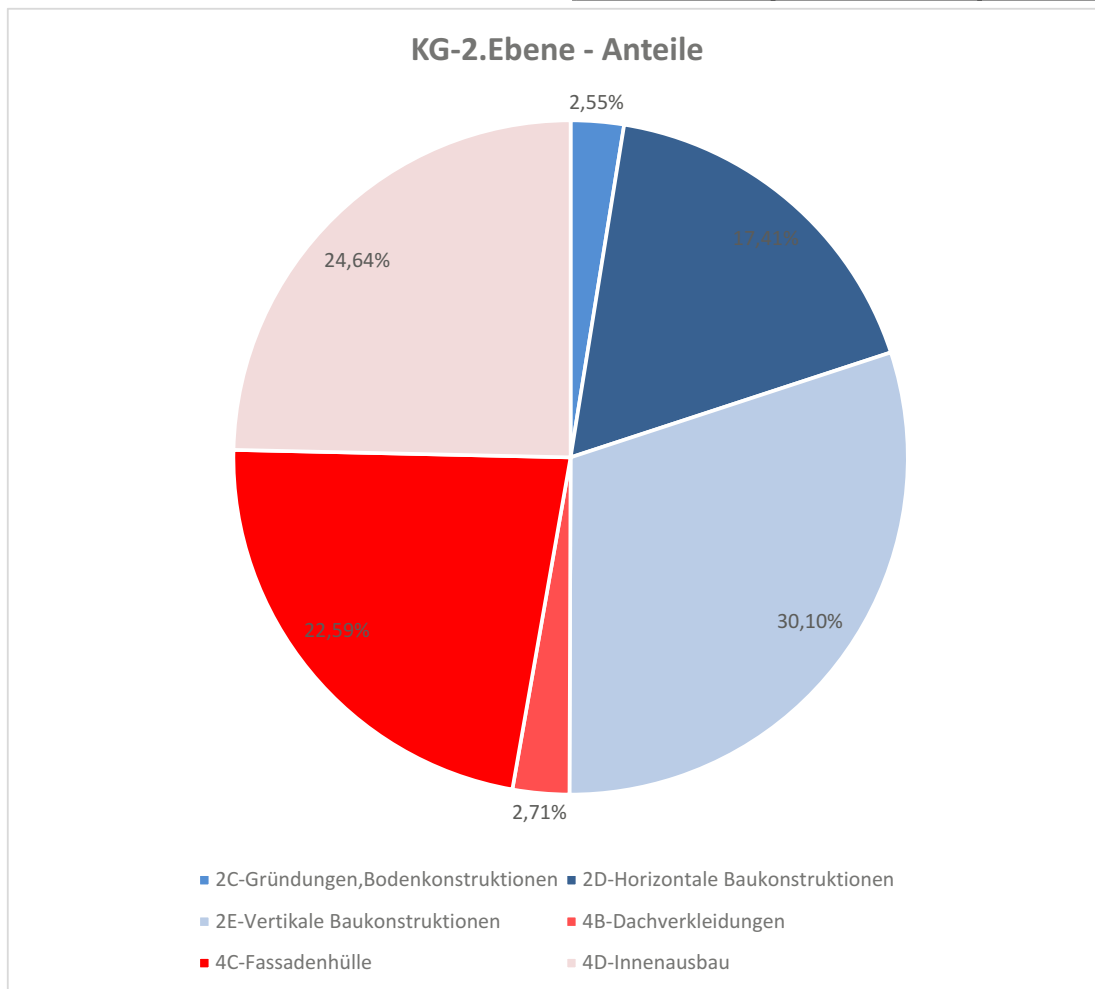
Elementkosten - Baugliederung 3.Ebene - "Referenzmodell"

KG-1.Ebene	KG-2.Ebene	3.Ebene - KG-ABK	Kosten (Netto) [€]	Kosten/BGF [€/m ²]	Kostenanteil [%]
2-Bauwerk Rohbau	2C-Gründungen,Bodenkonstruktionen	FG	116.571 €	16,06 €	2,55%
		DEK	601.134 €	82,80 €	13,13%
	2D-Horizontale Baukonstruktionen	TK	110.560 €	15,23 €	2,41%
		DAK	85.402 €	11,76 €	1,87%
		AWK	846.078 €	116,54 €	18,48%
	2E-Vertikale Baukonstruktionen	IWK	399.826 €	55,07 €	8,73%
		STK	132.320 €	18,23 €	2,89%
4-Bauwerkl Ausbau	4B-Dachverkleidungen	DAB	124.042 €	17,09 €	2,71%
		FAV	511.132 €	70,40 €	11,16%
	4C-Fassadenhülle	FAÖ	523.416 €	72,10 €	11,43%
		BOB	370.155 €	50,99 €	8,08%
	4D-Innenausbau	WAV	302.113 €	41,61 €	6,60%
		DEV	285.266 €	39,29 €	6,23%
		ITÜ	170.791 €	23,52 €	3,73%
4.578.805 €			630,69 €	100,00%	



Grobelementkosten - Baugliederung 2.Ebene - "Referenzmodell"

KG-1.Ebene	KG-2.Ebene	Kosten (Netto) [€]	Kosten/BGF [€/m ²]	Kostenanteil [%]
2-Bauwerk Rohbau	2C-Gründungen,Bodenkonstruktionen	116.571 €	16,06 €	2,55%
	2D-Horizontale Baukonstruktionen	797.096 €	109,79 €	17,41%
	2E-Vertikale Baukonstruktionen	1.378.224 €	189,84 €	30,10%
4-Bauwerkl Ausbau	4B-Dachverkleidungen	124.042 €	17,09 €	2,71%
	4C-Fassadenhülle	1.034.548 €	142,50 €	22,59%
	4D-Innenausbau	1.128.324 €	155,42 €	24,64%
		4.578.805 €	630,69 €	100,00%



Kostengruppen - Baugliederung 1.Ebene - "Referenzmodell"

Kostenbereich		
ÖNORM	DIN	
00	100	Grundstück
01	200	Aufschließung
02	300	Gebäude Rohbau
03	400	Gebäude Technik
04	300	Gebäude Ausbau
05	600	Einrichtung
06	500	Außenanlagen
07	700	Honorare
08	770	Nebenkosten
09		Reserven
Gesamt EURO netto		
+ 20% Umsatzsteuer		
Gesamt EURO brutto		

Kostenschätzung BRI (mit %)			
BWK BRI	BAK Baukosten	ERK Errichtungskosten	GEK Gesamtkosten
			0 €
	120.654 €	120.654 €	120.654 €
2.291.891 €	2.291.891 €	2.291.891 €	2.291.891 €
2.962.080 €	2.962.080 €	2.962.080 €	2.962.080 €
2.286.914 €	2.286.914 €	2.286.914 €	2.286.914 €
	746.548 €	746.548 €	746.548 €
	814.416 €	814.416 €	814.416 €
		837.876 €	837.876 €
		0 €	0 €
		0 €	0 €
7.540.885 €	9.222.503 €	10.060.379 €	10.060.379 €
1.508.177 €	1.844.501 €	2.012.076 €	2.012.076 €
9.049.062 €	11.067.003 €	12.072.455 €	12.072.455 €

Objektdaten		
BGF	m ²	7.260
NGF	m ²	5.075
BRI	m ³	23.995

Netto-Kostenkennzahlen

€/m ³ BRI (netto)
€/m ² BGF (netto)
€/m ² NGF (netto)

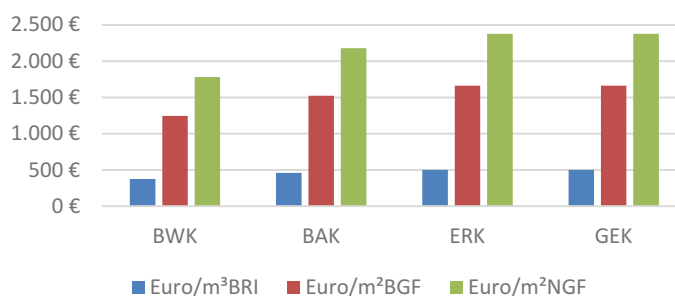
BWK	BAK	ERK	GEK
314 €	384 €	419 €	419 €
1.039 €	1.270 €	1.386 €	1.386 €
1.486 €	1.817 €	1.982 €	1.982 €

Brutto-Kostenkennzahlen

€/m ³ BRI (brutto)
€/m ² BGF (brutto)
€/m ² NGF (brutto)

BWK	BAK	ERK	GEK
377 €	461 €	503 €	503 €
1.246 €	1.524 €	1.663 €	1.663 €
1.783 €	2.181 €	2.379 €	2.379 €

Parameterbezogene Kosten (Brutto)



Kostenkennwerte & Kosten / Elemente - "Ökologisch optimiertes Modell"										
GK-DIN	Bauteil	KG-ABK	KG-2 Ebene	Elementkürzel	Elementbeschreibung	Schichtaufbau	KG-3 Ebene	Nummer BKI	Kosten (Brutto)	Gesamtkosten (Netto)
352	D-01	BOB	4D	D-01-A(1)	Bodenaufbau - Trocken (D-01-Trocken)	Belag-Holz	4D.01	353.28.27	80 €/m ²	€ 117
						Estrich - Trockenestrich - Holzspanplatte	4D.01	353.25.33	31,1 €/m ²	
						Folie, PAE-Folie	4D.01	353.25.16	1 €/m ²	
						Dämmung-Trittschall (Gibt es nur als EPS)	4D.01	353.25.07	5,2 €/m ²	
350	D-02	DEK	2D	D-01-B(2)	Tragendes Deckenelement - STB	Holz-OSB	4D.01	353.28.10	22 €/m ²	€ 109
						Stahlbetondecke	2D.01	351.15.01	130 €/m ²	
						Belag-Fliese	4D.01	353.24.36	67 €/m ²	
						Estrich - Trockenestrich - Holzspanplatte	4D.01	353.25.33	31,1 €/m ²	
352		BOB	4D	D-02-A(3)	Bodenaufbau - Nass (D-01-Nass)	Folie, PAE-Folie	4D.01	353.25.16	1 €/m ²	€ 106
						Dämmung-Trittschall (Gibt es nur als EPS)	4D.01	353.25.07	5,2 €/m ²	
						Holz-OSB	4D.01	353.28.10	22 €/m ²	
						Stahlbetondecke	2D.01	351.15.01	130 €/m ²	
350	D-03	DEK	2D	D-02-B(2)	Tragendes Deckenelement - STB	Belag-Holz	4D.01	353.28.27	80 €/m ²	€ 109
						Estrich - Trockenestrich - Holzspanplatte	4D.01	353.25.33	31,1 €/m ²	
						Folie, PAE-Folie	4D.01	353.25.16	1 €/m ²	
						Dämmung-Trittschall (Gibt es nur als EPS)	4D.01	353.25.07	5,2 €/m ²	
352		BOB	4D	D-03-A (1)	Bodenaufbau - Trocken (D-01-Trocken)	Holz-OSB	4D.01	353.28.10	22 €/m ²	€ 117
						Brettschichtholzdecke	2D.01	351.16.81	144 €/m ²	
						Holz-Lattung (antellig) (70/70) 10%	4D.03	354.44.02	110 €/m ²	
						dazw. Holzfaserdämmung	4D.03	354.17.03	33,51 €/m ²	
350	D-04	DEV	4D	D-03-C(5)	Deckenabhangung (Aufbau Unten)	Belag-Holz	4D.03	354.44.02		€ 121
						Estrich - Trockenestrich - Holzspanplatte	4D.01	353.24.36	67 €/m ²	
						Folie, PAE-Folie	4D.01	353.25.33	31,1 €/m ²	
						Dämmung-Trittschall (Gibt es nur als EPS)	4D.01	353.25.16	1 €/m ²	
352		BOB	4D	D-04-A (3)	Bodenaufbau - Nass (D-01-Nass)	Holz-OSB	4D.01	353.28.10	22 €/m ²	€ 106
						Brettschichtholzdecke	2D.01	351.16.81	144 €/m ²	
						Holz-Lattung (antellig) (70/70) 10%	4D.03	354.44.02	110 €/m ²	
						dazw. Holzfaserdämmung	4D.03	354.17.03	33,51 €/m ²	
350	D-05	DEK	4D	D-04-B(4)	Tragendes Deckenelement - BSH	Belag-Holz	4D.03	354.44.02		€ 121
						Estrich - Trockenestrich - Holzspanplatte	4D.01	353.24.36	67 €/m ²	
						Folie, PAE-Folie	4D.01	353.25.33	31,1 €/m ²	
						Dämmung-Trittschall (Gibt es nur als EPS)	4D.01	353.25.07	5,2 €/m ²	
353		DEV	4D	D-04-C(5)	Deckenabhangung (Aufbau Unten)	Holz-OSB	4D.01	353.28.10	22 €/m ²	€ 121
						Brettschichtholzdecke	2D.01	351.16.81	144 €/m ²	
						Holz-Lattung (antellig) (70/70) 10%	4D.03	354.44.02	110 €/m ²	
						dazw. Holzfaserdämmung	4D.03	354.17.03	33,51 €/m ²	
364		DAB	4B	D-05-A(6)	Dachaufbau - Begehbar (D00-Begehbar)	Boden-Kies	4B.01	363.21.57	13 €/m ²	€ 100
						Speerschicht-Folie	4B.01	363.21.58	3,6 €/m ²	
						Speerschicht	4B.01	363.21.29	27 €/m ²	
						Dämmung-Hart, EPS	4B.01	363.21.12+16	72 €/m ²	
360		DAK	2D	D-05-B(4)	Tragendes Dachelement - BSH	Speerschicht-Folie	4B.01	363.21.58	3,6 €/m ²	€ 121
						Brettschichtholzdecke	2D.03	351.16.81	144 €/m ²	
						Holz-Lattung (antellig) (70/70) 10%	4D.03	354.44.02	110 €/m ²	
						dazw. Holzfaserdämmung	4D.03	354.17.03	33,51 €/m ²	
353		DEV	4D	D-05-C(5)	Deckenabhangung (Aufbau Unten)	Belag-Holz	4D.03	354.44.02		€ 121
						Estrich - Trockenestrich - Holzspanplatte	4D.01	353.24.36	67 €/m ²	
						Folie, PAE-Folie	4D.01	353.25.33	31,1 €/m ²	
						Dämmung-Trittschall (Gibt es nur als EPS)	4D.01	353.25.07	5,2 €/m ²	

Kostenkennwerte & Kosten / Elemente - "Ökologisch optimiertes Modell"										
GK-DIN	Bauteil	KG-ABK	KG-2 Ebene	Elementkürzel	Elementbeschreibung	Schichtaufbau	KG-3 Ebene	Nummer BK1	Kosten (Brutto)	Gesamtkosten (Netto)
364	D-06	DAB	4B	D-06-A(7)	Dachaufbau - Terrasse (D-00-Terrasse)	Belag-Holz	4B.01	363.13.01	97 €/m ²	€ 153
						Holz-Lattung (anteilig) 20%	4B.01			
						Boden-Kies	4B.01	363.21.57	13 €/m ²	
						Sperrschicht-Folie	4B.01	363.13.01		
						Sperrschicht	4B.01	363.13.01		
						Dämmung-Hart, EPS	4B.01	363.21.12+16	72 €/m ²	
360	D-06	DAK	2D	D-06-B(4)	Tragendes Dachelement - BSH	Sperrschicht-Folie	4B.01	363.13.01		€ 121
						Brettschichtholzdecke	2D.03	351.16.81	144 €/m ²	
						Holz-Lattung (anteilig) (70/70) 10%	4D.03	354.44.02	110 €/m ²	
353	D-06	DEK	4D	D-06-C(5)	Deckenabhangung (Aufbau Unten)	dazw. Holzfaserdämmung	4D.03	354.17.03	33,51 €/m ²	€ 121
						Belag-Holz	4D.03	354.44.02		
364	D-07	DAB	4B	D-07-A (8)	Dachaufbau - Extensiv Begrünt (D-07-Extensiv Begrünt)	Belag-Gras	4B.01			€ 202
						Boden-Kies	4B.01			
						Sperrschicht	4B.01	363.26.00	240 €/m ²	
						Dämmung-Hart, EPS	4B.01			
						Sperrschicht-Folie	4B.01			
						Brettschichtholzdecke	2D.03	351.16.81	144 €/m ²	
360	D-07	DAK	2D	D-07-B(4)	Tragendes Dachelement - BSH	Holz-Lattung (anteilig) (70/70) 10%	4D.03	354.44.02	110 €/m ²	€ 121
						dazw. Holzfaserdämmung	4D.03	354.17.03	33,51 €/m ²	
						Belag-Holz	4D.03	354.44.02		
354	D-08	DAB	4B	D-08-A(8)	Dachaufbau - Extensiv Begrünt (D-07-Extensiv Begrünt)	Belag-Gras	4B.01			€ 202
						Boden-Kies	4B.01			
						Sperrschicht	4B.01	363.26.00	240 €/m ²	
						Dämmung-Hart, EPS	4B.01			
						Sperrschicht-Folie	4B.01			
						Brettschichtholzdecke	2D.03	351.16.81	144 €/m ²	
360	D-08	DAK	2D	D-08-B(4)	Tragendes Dachelement - BSH	Holz-Lattung (anteilig) (70/70) 10%	4D.03	354.44.02	110 €/m ²	€ 121
						dazw. Holzfaserdämmung	4D.03	354.17.03	33,51 €/m ²	
						Belag-Holz	4D.03	354.44.02		
350	D-09	DEK	2D	D-08-A(8)	Dachaufbau - Extensiv Begrünt (D-07-Extensiv Begrünt)	Belag-Gras	4B.01			€ 202
						Boden-Kies	4B.01			
						Sperrschicht	4B.01	363.26.00	240 €/m ²	
						Dämmung-Hart, EPS	4B.01			
						Sperrschicht-Folie	4B.01			
						Brettschichtholzdecke	2D.03	351.16.81	144 €/m ²	
						Stahlbetondecke - Fertigteil	2D.01	351.25.01	110 €/m ²	
						Stahlbetondecke - Fertigteil	2D.01	351.25.01	110 €/m ²	
						Stahlbetondecke	2D.01	351.15.03	170 €/m ²	
						Stahlbetondecke	2D.01	351.15.03	170 €/m ²	
						Stahlbetondecke	2D.01	351.15.03	170 €/m ²	
320	D-13	FG	2C	D-13-B	Tragendes Deckenelement - STB Fundamentplatte - STB	Stahlbetondecke	2C.03	322.41.02	140 €/m ²	€ 143
						Stahlbetondecke	2C.03	322.41.02	140 €/m ²	
350	D-14	DEK	2D	D-14-B	Glasfeld	Glas	2D.01	334.32.08	149 €/m ²	€ 118
						Glas	2D.01	334.32.08	149 €/m ²	
335	W-01	FAV	4C	W-01-A	Fassade - außen	Holz-Fassade	4C.01			€ 160
						Holz-Lattung (anteilig) dazw. Lufschicht 10%	4C.01	335.44.00	190 €/m ²	
						Folie, PAE-Folie	4C.01			
						Holz-Bepankung	2E.01			
330	W-01	AWK	2E	W-01-B	Tragendes Wandelement - Holzriegel	Holz-Lattung (anteilig) 30%	2E.01			€ 168
						dazw. Dämmung-Holzwooldeckplatte 70%	2E.01			
						dazw. Dämmung-Holzwooldeckplatte 70%	2E.01			
						dazw. Dämmung-weich, Mineralwolle 70%	2E.01			
						Folie PAE-Folie	2E.01	331.34.02	200 €/m ²	
						Dämmung-Weich, Zellulose	2E.01			

Kostenkennwerte & Kosten / Elemente - "Ökologisch optimiertes Modell"										
GfK-DIN	Bauteil	KG-ABK	KG-2.Ebene	Elementkürzel	Elementbeschreibung	Schichtaufbau	KG-3.Ebene	Nummer BKI	Kosten (Brutto)	Gesamtkosten (Netto)
335	W-02	FAV	4C	W-02-A	Fassade - außen	Verputz-Kunstharz Dämmung-Hart, EPS	4C.01	335.37.05	110 €/m ²	€ 92
330		AWK	2E	W-02-B	Tragendes Wandelement - Holzriegel		4C.01	331.21.00	200 €/m ²	€ 168
335		FAV	4C	W-02-C	Verkleidung Innen		2E.01	336.32.02	29 €/m ²	€ 24
335	W-03	FAV	4C	W-03-A	Fassade - Außen	Holz-Fassade Holz-Lattung (anteilig) dazw. Luftschicht 10% Folie,PAE-Folie	4C.01	335.44.00	190 €/m ²	€ 160
						Holz-Belplankung	2E.01			
						Holz-Lattung (anteilig) 30%	2E.01			
						dazw. Dämmung-Holzwoolgedämmplatte 70%	2E.01			
						dazw. Dämmung-Holzwoolgedämmplatte 70%	2E.01			
330		AWK	2E	W-03-B	Tragendes Wandelement - Holzriegel	dazw. Dämmung-weich, Mineralwolle 70% Folie,PAE-Folie	2E.01	331.34.02	200 €/m ²	€ 168
						Dämmung-Weich, Zellulose	2E.01			
						Holz-Fassade	2E.01			
345	W-04	WAV	4D	W-04-A	Wandverkleidung 2x Gipskarton	Lehmbauplatte	4D.02	364.39.79	102,1 €/m ²	€ 86
						Lehmbauplatte	4D.02			
340		IWK	2E	W-04-B	Haupt-Wandelement - Holzständer	Ständerwand-Holz (anteilig) 20%	2E.02	342.16.77	81 €/m ²	€ 68
345		WAV	4D	W-04-C	Wandverkleidung 1x Gipskarton	dazw. Dämmung-Weich, Mineralwolle 80%	2E.02	364.39.78	51,05 €/m ²	€ 43
340		IWK	2E	W-04-B	Haupt-Wandelement - Holzständer	Lehmbauplatte	2E.02	342.16.77	81 €/m ²	€ 68
						dazw. Dämmung-Weich, Mineralwolle 80%	2E.02			
345		WAV	4D	W-04-A	Wandverkleidung 2x Gipskarton	Lehmbauplatte	4D.02	364.39.79	102,1 €/m ²	€ 86
						Lehmbauplatte	4D.02			
345	W-05	WAV	4D	W-05-A	Wandverkleidung 2x Gipskarton	Lehmbauplatte	4D.02	364.39.79	102,1 €/m ²	€ 86
						Lehmbauplatte	4D.02			
340		IWK	2E	W-05-B	Haupt-Wandelement - Holzständer	Ständerwand-Holz (anteilig) 20%	2E.02	342.16.77	81 €/m ²	€ 68
						dazw. Dämmung-Weich, Mineralwolle 80%	2E.02			
345		WAV	4D	W-05-A	Wandverkleidung 2x Gipskarton	Lehmbauplatte	4D.02	364.39.79	102,1 €/m ²	€ 86
340	W-06	IWK	2E	W-06-Einzelschicht	Hauptwandelement - BSP	Brettspertholz	2E.02	122.57	€/m ²	€ 103
340	W-07	IWK	2E	W-07-Einzelschicht	Hauptwandelement - STB	Stahlbetonwand	2E.02	331.21.03	200 €/m ²	€ 168
340	W-08	AWK	2E	W-08-Einzelschicht	Hauptwandelement - STB	Stahlbetonwand	2E.01	331.21.03	200 €/m ²	€ 168
340	W-09	AWK	2E	W-09-Einzelschicht	Hauptwandelement - STB	Stahlbetonwand	2E.01	331.21.10	220 €/m ²	€ 185
333	ST-01	STK	2E	ST-01-20/20	Stütze - STB	Stahlbetonstütze 20/20	2E.03	333.21.02	150 €/m	€ 126
333	ST-02	STK	2E	ST-02-25/25	Stütze - STB	Stahlbetonstütze 25/25	2E.03	333.21.02	150 €/m	€ 126
333	ST-03	STK	2E	ST-03-35/35	Stütze - Holz	Holzstütze 35/35	2E.03	333.32.01	81 €/m	€ 68
340	UZ	TK	2D	UZ-Unterzüge	Unterzug - STB	Stahlbetonträger 20/25	2D.02	331.13.71	92 €/m	€ 77
340	TR-01	TK	2D	TR-01-120/400	Treppe - STB	Stahlbetontreppe	2D.02	351.51.01	230 €/m ²	€ 193
340	TR-02	TK	2D	TR-02-150/400	Treppe - STB	Stahlbetontreppe	2D.02	351.51.01	230 €/m ²	€ 193
340	TR-03	TK	2D	TR-03-120/300	Treppe - STB	Stahlbetontreppe	2D.02	351.51.01	230 €/m ²	€ 193
334	F	FAÖ	4C	F-Außenfenster	Fenster - Holz - Außen	Holzfenster	4C.02	334.63.01	450 €/m ²	€ 378
334	T-01	FAÖ	4C	T-01-Türen-Außen	Türen - Holz - Außen	Holztüren	4C.02	334.12.06	1110 €/m ²	€ 933
344	T-02	ITÜ	4D	T-02-Türen-Innen	Türen - Holz - Innen	Holztüren	4D.04	334.12.08	850 €/m ²	€ 933

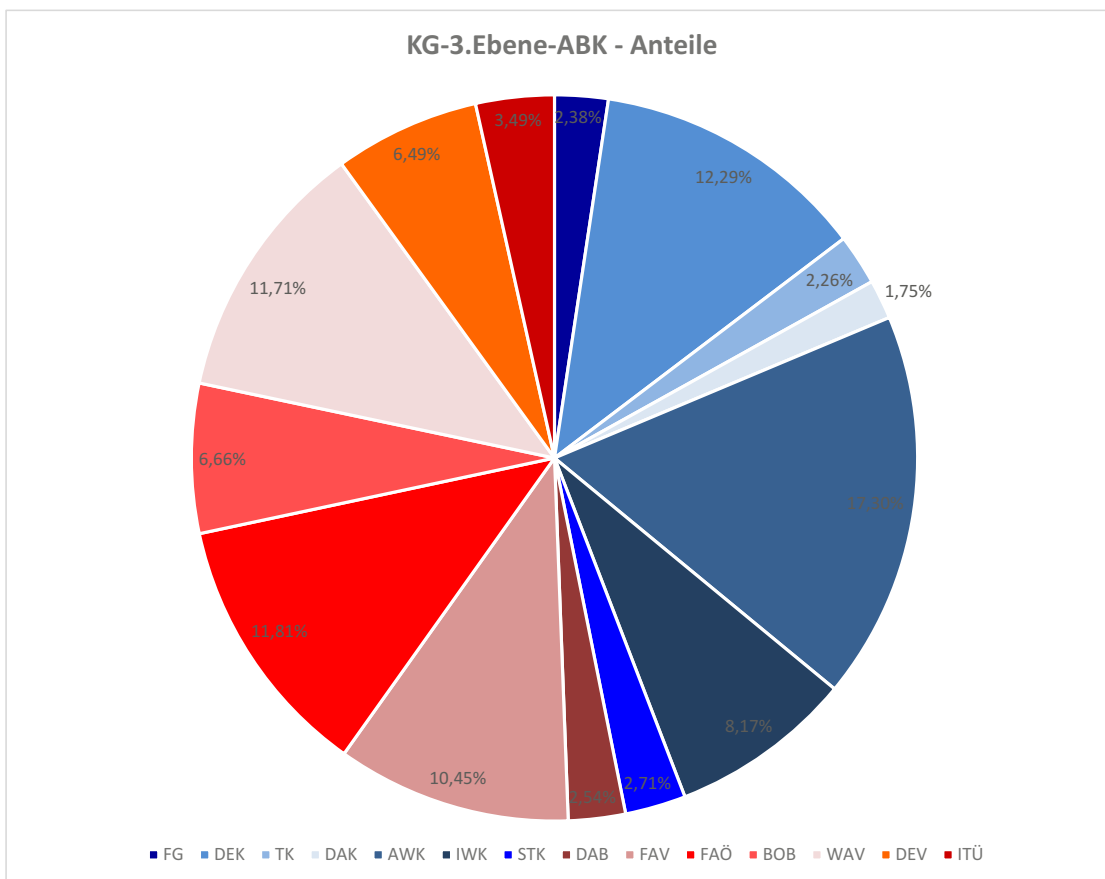
**Elementauflistung - Baugliederung 3.Ebene - Mengen und Kosten -
"Ökologisch optimiertes Modell"**

KG-1.Ebene	KG-2.Ebene	KG ABK	Elementkürzel	Kostenkennwert	EH	Menge	Einheit	Gesamtkosten (Netto)	Gesamtkosten (Brutto)		
2-Bauwerk Rohbau	2C	2C.03	FG	D-03-B	118 €	€/m²	990,85 m²	116.571 €	138.719 €		
		2D.01	DEK	D-01-B(2)	109 €	€/m²	641,43 m²	70.072 €	83.386 €		
		2D.01	DEK	D-02-B(2)	109 €	€/m²	68,20 m²	7.450 €	8.866 €		
		2D.01	DEK	D-03-B(4)	121 €	€/m²	2028,22 m²	245.432 €	292.064 €		
		2D.01	DEK	D-04-B(4)	121 €	€/m²	239,29 m²	28.956 €	34.458 €		
		2D.01	DEK	D-09-B	92 €	€/m²	266,04 m²	24.592 €	29.264 €		
		2D.01	DEK	D-10-B	92 €	€/m²	694,25 m²	64.174 €	76.368 €		
		2D.01	DEK	D-11-B	143 €	€/m²	1105,14 m²	157.877 €	187.874 €		
		2D.01	DEK	D-12-B	143 €	€/m²	10,70 m²	1.529 €	1.819 €		
		2D.01	DEK	D-14-B	125 €	€/m²	8,40 m²	1.052 €	1.252 €		
		2D.02	TK	UZ-Unterzüge	77 €	€/m	1214,20 m	93.871 €	111.706 €		
		2D.02	TK	TR-01-120/400	193 €	€/m²	26,64 m²	5.149 €	6.127 €		
		2D.02	TK	TR-02-150/400	193 €	€/m²	14,06 m²	2.717 €	3.234 €		
		2D.02	TK	TR-03-120/300	193 €	€/m²	45,65 m²	8.823 €	10.500 €		
		2D.03	DAK	D-05-B(4)	121 €	€/m²	141,10 m²	17.074 €	20.318 €		
		2D.03	DAK	D-06-B(4)	121 €	€/m²	49,14 m²	5.946 €	7.076 €		
		2D.03	DAK	D-07-B(4)	121 €	€/m²	391,84 m²	47.416 €	56.425 €		
	2D.03	DAK	D-08-B(4)	121 €	€/m²	123,67 m²	14.965 €	17.808 €			
	2E-Vertikale Baukonstruktionen	2E.01	AWK	W-01-B	168 €	€/m²	2032,88 m²	341.661 €	406.576 €		
		2E.01	AWK	W-02-B	168 €	€/m²	540,42 m²	90.827 €	108.084 €		
		2E.01	AWK	W-03-B	168 €	€/m²	773,06 m²	129.926 €	154.612 €		
		2E.01	AWK	W-08-Einzelschicht	168 €	€/m²	990,71 m²	166.506 €	198.142 €		
		2E.01	AWK	W-09-Einzelschicht	185 €	€/m²	633,72 m²	117.158 €	139.418 €		
		2E.02	IWK	W-04-B	68 €	€/m²	1008,61 m²	68.653 €	81.697 €		
		2E.02	IWK	W-04-B	68 €	€/m²	1008,61 m²	68.653 €	81.697 €		
		2E.02	IWK	W-05-B	68 €	€/m²	2077,41 m²	141.404 €	168.270 €		
		2E.02	IWK	W-06-Einzelschicht	103 €	€/m²	392,20 m²	40.397 €	48.072 €		
		2E.02	IWK	W-07-Einzelschicht	168 €	€/m²	480,28 m²	80.719 €	96.056 €		
		2E.03	STK	ST-01-20/20	126 €	€/m	572,00 m	72.101 €	85.800 €		
		2E.03	STK	ST-02-25/25	126 €	€/m	80,00 m	10.084 €	12.000 €		
		2E.03	STK	ST-03-35/35	68 €	€/m	736,56 m	50.136 €	59.661 €		
		4-Bauwerk Ausbau	4B-Dachverkleidung	4B.01	DAB	D-05-A(6)	100 €	€/m²	138,81 m²	13.904 €	16.546 €
				4B.01	DAB	D-06-A(7)	153 €	€/m²	48,37 m²	7.398 €	8.803 €
				4B.01	DAB	D-07-A (8)	202 €	€/m²	385,71 m²	77.790 €	92.570 €
4B.01				DAB	D-08-A(8)	202 €	€/m²	123,71 m²	24.950 €	29.690 €	
4C-Fassadenhülle	4C.01		FAV	W-01-A	160 €	€/m²	2032,88 m²	324.577 €	386.247 €		
	4C.01		FAV	W-02-A	92 €	€/m²	540,42 m²	49.955 €	59.446 €		
	4C.01		FAV	W-02-C	24 €	€/m²	540,42 m²	13.170 €	15.672 €		
	4C.01		FAV	W-03-A	160 €	€/m²	773,06 m²	123.430 €	146.881 €		
	4C.02		FAÖ	F-Außenfenster	378 €	€/m²	1075,96 m²	406.876 €	484.182 €		
	4C.02		FAÖ	T-01-Türen-Außen	933 €	€/m²	183,10 m²	170.791 €	203.241 €		
4D-Innenausbau	4D.01		BOB	D-01-A(1)	117 €	€/m²	606,74 m²	71.024 €	84.519 €		
	4D.01		BOB	D-02-A(3)	106 €	€/m²	61,51 m²	6.528 €	7.769 €		
	4D.01		BOB	D-03-A (1)	117 €	€/m²	1914,02 m²	224.053 €	266.623 €		
	4D.01		BOB	D-04-A (3)	106 €	€/m²	225,68 m²	23.952 €	28.503 €		
	4D.02		WAV	W-04-A	86 €	€/m²	1008,61 m²	86.537 €	102.979 €		
	4D.02		WAV	W-04-C	43 €	€/m²	1008,61 m²	43.269 €	51.490 €		
	4D.02		WAV	W-04-A	86 €	€/m²	1008,61 m²	86.537 €	102.979 €		
	4D.02	WAV	W-05-A	86 €	€/m²	2077,41 m²	178.238 €	212.104 €			
	4D.02	WAV	W-05-A	86 €	€/m²	2077,41 m²	178.238 €	212.104 €			
	4D.03	DEV	D-03-C(5)	121 €	€/m²	1867,78 m²	225.248 €	268.045 €			
	4D.03	DEV	D-04-C(5)	121 €	€/m²	219,75 m²	26.501 €	31.536 €			
	4D.03	DEV	D-05-C(5)	121 €	€/m²	131,81 m²	15.896 €	18.916 €			
	4D.03	DEV	D-06-C(5)	121 €	€/m²	45,93 m²	5.539 €	6.591 €			
	4D.03	DEV	D-07-C(5)	121 €	€/m²	366,25 m²	44.169 €	52.561 €			
	4D.04	ITU	T-02-Türen-Innen	933 €	€/m²	183,10 m²	170.791 €	203.241 €			
									4.891.252 €	5.820.589,78	

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

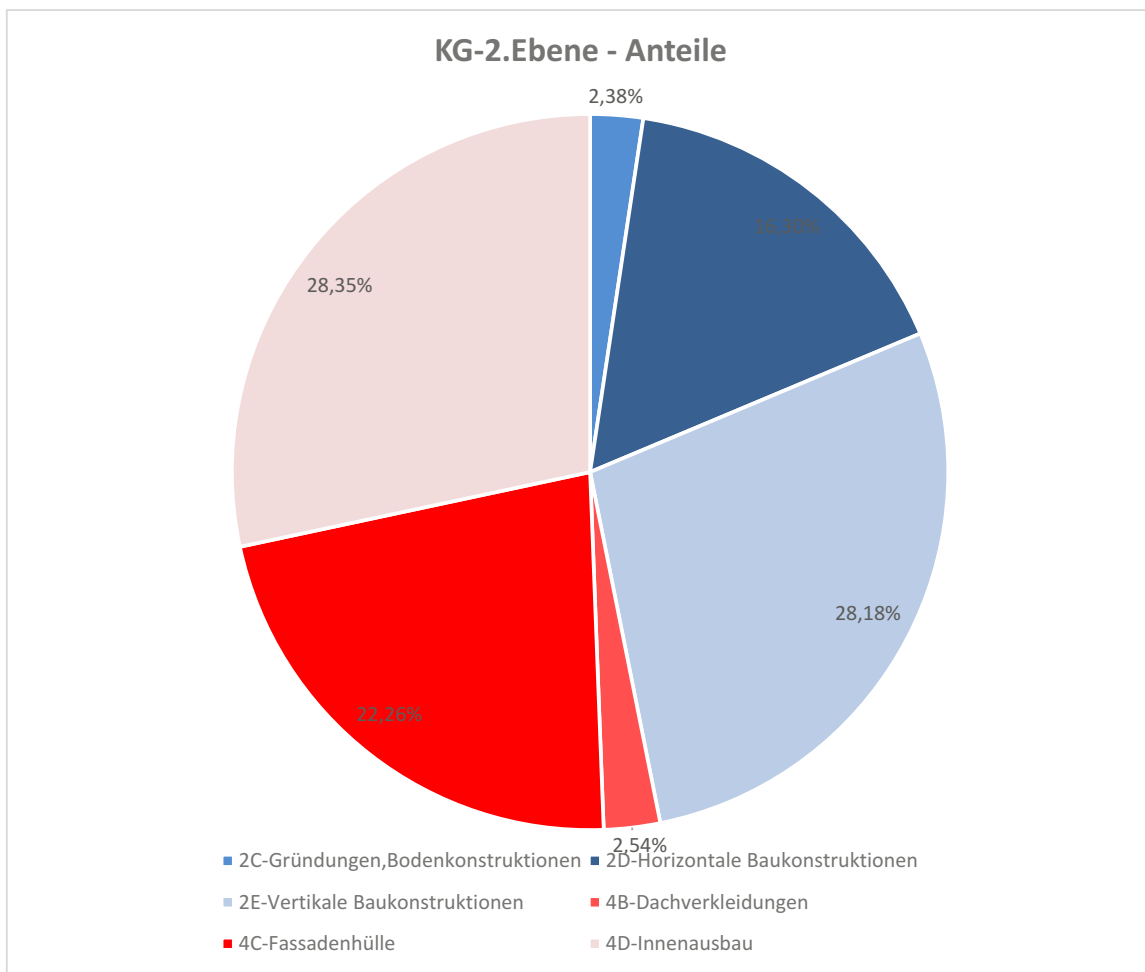
Elementkosten - Baugliederung 3.Ebene - "Ökologisch optimiertes Modell"

KG-1.Ebene	KG-2.Ebene	3.Ebene - KG-ABK	Kosten (Netto) [€]	Kosten/BGF [€/m ²]	Kostenanteil [%]
2-Bauwerk Rohbau	2C-Gründungen,Bodenkonstruktionen	FG	116.571 €	16,06 €	2,38%
		DEK	601.134 €	82,80 €	12,29%
	2D-Horizontale Baukonstruktionen	TK	110.560 €	15,23 €	2,26%
		DAK	85.402 €	11,76 €	1,75%
		AWK	846.078 €	116,54 €	17,30%
	2E-Vertikale Baukonstruktionen	IWK	399.826 €	55,07 €	8,17%
STK		132.320 €	18,23 €	2,71%	
4-Bauwerk Ausbau		4B-Dachverkleidungen	DAB	124.042 €	17,09 €
	4C-Fassadenhülle	FAV	511.132 €	70,40 €	10,45%
		FAÖ	577.666 €	79,57 €	11,81%
		BOB	325.558 €	44,84 €	6,66%
	4D-Innenausbau	WAV	572.819 €	78,90 €	11,71%
		DEV	317.352 €	43,71 €	6,49%
		ITÜ	170.791 €	23,52 €	3,49%
4.891.252 €			673,73 €	100,00%	



Grobelementkosten - Baugliederung 2.Ebene - "Ökologisch optimiertes Modell"

KG-1.Ebene	KG-2.Ebene	Kosten (Netto) [€]	Kosten/BGF [€/m ²]	Kostenanteil [%]
2-Bauwerk Rohbau	2C-Gründungen,Bodenkonstruktionen	116.571 €	16,06 €	2,38%
	2D-Horizontale Baukonstruktionen	797.096 €	109,79 €	16,30%
	2E-Vertikale Baukonstruktionen	1.378.224 €	189,84 €	28,18%
4-Bauwerkl Ausbau	4B-Dachverkleidungen	124.042 €	17,09 €	2,54%
	4C-Fassadenhülle	1.088.798 €	149,97 €	22,26%
	4D-Innenausbau	1.386.520 €	190,98 €	28,35%
		4.891.252 €	673,73 €	100,00%



Kostengruppen - Baugliederung 1.Ebene - "Ökologisch optimiertes Modell"

Kostenbereich		
ÖNORM	DIN	
00	100	Grundstück
01	200	Aufschließung
02	300	Gebäude Rohbau
03	400	Gebäude Technik
04	300	Gebäude Ausbau
05	600	Einrichtung
06	500	Außenanlagen
07	700	Honorare
08	770	Nebenkosten
09		Reserven
Gesamt EURO netto		
+ 20% Umsatzsteuer		
Gesamt EURO brutto		

Kostenschätzung BRI (mit %)			
BWK BRI	BAK Baukosten	ERK Errichtungskosten	GEK Gesamtkosten
			0 €
	125.653 €	125.653 €	125.653 €
2.291.891 €	2.291.891 €	2.291.891 €	2.291.891 €
2.962.080 €	2.962.080 €	2.962.080 €	2.962.080 €
2.599.361 €	2.599.361 €	2.599.361 €	2.599.361 €
	777.480 €	777.480 €	777.480 €
	848.160 €	848.160 €	848.160 €
		872.592 €	872.592 €
		0 €	0 €
		0 €	0 €
7.853.331,92	9.604.624,93	10.477.217,37	10.477.217,37
1.570.666,38	1.920.924,99	2.095.443,47	2.095.443,47
9.423.998,30	11.525.549,92	12.572.660,84	12.572.660,84

Objektdaten		
BGF	m ²	7.260
NGF	m ²	5.075
BRI	m ³	23.995

Netto-Kostenkennzahlen

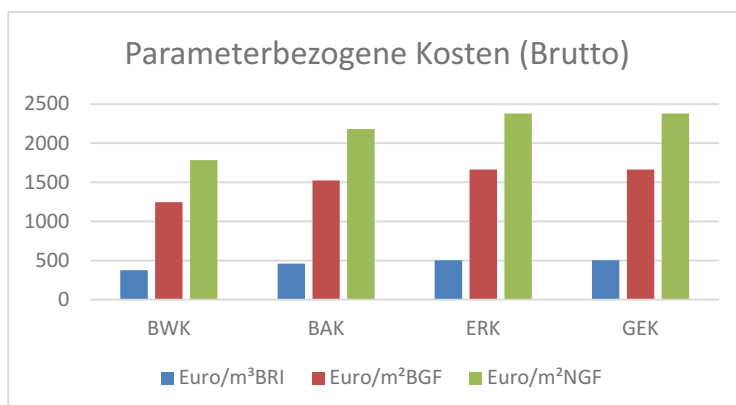
€/m ³ BRI (netto)
€/m ² BGF (netto)
€/m ² NGF (netto)

BWK	BAK	ERK	GEK
327 €	400 €	437 €	437 €
1.082 €	1.323 €	1.443 €	1.443 €
1.547 €	1.893 €	2.064 €	2.064 €

Brutto-Kostenkennzahlen

€/m ³ BRI (brutto)
€/m ² BGF (brutto)
€/m ² NGF (brutto)

BWK	BAK	ERK	GEK
393 €	480 €	524 €	524 €
1.298 €	1.588 €	1.732 €	1.732 €
1.857 €	2.271 €	2.477 €	2.477 €



Kostenkennwerte & Kosten / Elemente - "Ökologisch & ökonomisch optimiertes Modell"										
GK-DIN	Bauteil	KG-ABK	KG-2 Ebene	Elementkürzel	Elementbeschreibung	Schichtaufbau	KG-3 Ebene	Nummer BK1	Kosten (Brutto)	Gesamtkosten (Netto)
352	D-01	BOB	4D	D-01-A(1)	Bodenaufbau - Trocken (D-01-Trocken)	Belag-Holz	4D.01	353.28.27	80 €/m ²	€ 117
						Estrich - Trockenestrich - Holzspanplatte	4D.01	353.25.33	31,1 €/m ²	
						Folie,PAE-Folie	4D.01	353.25.16	1 €/m ²	
						Dämmung-Trittschall (Gibt es nur als EPS)	4D.01	353.25.07	5,2 €/m ²	
350	D-02	DEK	2D	D-01-B(2)	Tragendes Deckenelement - STB	Holz-OSB	4D.01	353.28.10	22 €/m ²	€ 109
						Stahlbetondecke	2D.01	351.15.01	130 €/m ²	
						Belag-Fliese	4D.01	353.24.36	67 €/m ²	
						Estrich - Trockenestrich - Holzspanplatte	4D.01	353.25.33	31,1 €/m ²	
352		BOB	4D	D-02-A(3)	Bodenaufbau - Nass (D-01-Nass)	Folie,PAE-Folie	4D.01	353.25.16	1 €/m ²	€ 106
						Dämmung-Trittschall (Gibt es nur als EPS)	4D.01	353.25.07	5,2 €/m ²	
						Holz-OSB	4D.01	353.28.10	22 €/m ²	
						Stahlbetondecke	2D.01	351.15.01	130 €/m ²	
350	D-03	DEK	2D	D-02-B(2)	Tragendes Deckenelement - STB	Belag-Holz	4D.01	353.28.27	80 €/m ²	€ 109
						Estrich - Trockenestrich - Holzspanplatte	4D.01	353.25.33	31,1 €/m ²	
						Folie,PAE-Folie	4D.01	353.25.16	1 €/m ²	
						Dämmung-Trittschall (Gibt es nur als EPS)	4D.01	353.25.07	5,2 €/m ²	
352		BOB	4D	D-03-A (1)	Bodenaufbau - Trocken (D-01-Trocken)	Holz-OSB	4D.01	353.28.10	22 €/m ²	€ 117
						Brettschichtholzdecke	2D.01	351.16.81	144 €/m ²	
						Holz-Lattung (antellig) (70/70) 10%	4D.03	354.44.02	110 €/m ²	
						dazw. Holzfaserdämmung	4D.03	354.17.03	33,51 €/m ²	
350	D-04	DEV	4D	D-03-C(5)	Deckenabhangung (Aufbau Unten)	Belag-Holz	4D.03	354.44.02		€ 121
						Estrich - Trockenestrich - Holzspanplatte	4D.01	353.24.36	67 €/m ²	
						Folie,PAE-Folie	4D.01	353.25.33	31,1 €/m ²	
						Dämmung-Trittschall (Gibt es nur als EPS)	4D.01	353.25.07	5,2 €/m ²	
352		BOB	4D	D-04-A (3)	Bodenaufbau - Nass (D-01-Nass)	Holz-OSB	4D.01	353.28.10	22 €/m ²	€ 106
						Brettschichtholzdecke	2D.01	351.16.81	144 €/m ²	
						Holz-Lattung (antellig) (70/70) 10%	4D.03	354.44.02	110 €/m ²	
						dazw. Holzfaserdämmung	4D.03	354.17.03	33,51 €/m ²	
350	D-05	DEK	4D	D-04-B(4)	Tragendes Deckenelement - BSH	Belag-Holz	4D.03	354.44.02		€ 121
						Estrich - Trockenestrich - Holzspanplatte	4D.01	353.24.36	67 €/m ²	
						Folie,PAE-Folie	4D.01	353.25.33	31,1 €/m ²	
						Dämmung-Trittschall (Gibt es nur als EPS)	4D.01	353.25.07	5,2 €/m ²	
353		DEV	4D	D-04-C(5)	Deckenabhangung (Aufbau Unten)	Belag-Holz	4D.03	354.44.02		€ 121
						Estrich - Trockenestrich - Holzspanplatte	4D.01	353.24.36	67 €/m ²	
						Folie,PAE-Folie	4D.01	353.25.33	31,1 €/m ²	
						Dämmung-Trittschall (Gibt es nur als EPS)	4D.01	353.25.07	5,2 €/m ²	
364		DAB	4B	D-05-A(6)	Dachaufbau - Begehbar (D00-Begehbar)	Boden-Kies	4B.01	363.21.57	13 €/m ²	€ 100
						Speerschicht-Folie	4B.01	363.21.58	3,6 €/m ²	
						Speerschicht	4B.01	363.21.29	27 €/m ²	
						Dämmung-Hart, EPS	4B.01	363.21.12+16	72 €/m ²	
360		DAK	2D	D-05-B(4)	Tragendes Dachelement - BSH	Speerschicht-Folie	4B.01	363.21.58	3,6 €/m ²	€ 121
						Brettschichtholzdecke	2D.03	351.16.81	144 €/m ²	
						Holz-Lattung (antellig) (70/70) 10%	4D.03	354.44.02	110 €/m ²	
						dazw. Holzfaserdämmung	4D.03	354.17.03	33,51 €/m ²	
353		DEV	4D	D-05-C(5)	Deckenabhangung (Aufbau Unten)	Belag-Holz	4D.03	354.44.02		€ 121
						Estrich - Trockenestrich - Holzspanplatte	4D.01	353.24.36	67 €/m ²	
						Folie,PAE-Folie	4D.01	353.25.33	31,1 €/m ²	
						Dämmung-Trittschall (Gibt es nur als EPS)	4D.01	353.25.07	5,2 €/m ²	

Kostenkennwerte & Kosten / Elemente - "Ökologisch & ökonomisch optimiertes Modell"										
GfK-DIN	Bauteil	KG-ABK	KG-2 Ebene	Elementenkürzel	Elementbeschreibung	Schichtaufbau	KG-3 Ebene	Nummer BKI	Kosten (Brutto)	Gesamtkosten (Netto)
364	D-06	DAB	4B	D-06-A(7)	Dachaufbau - Terrasse (D-00-Terrasse)	Belag-Holz	4B.01	363.13.01	97 €/m ²	€ 153
	Holz-Lattung (anteilig) 20%					4B.01	363.21.57	13 €/m ²		
	Boden-Kies					4B.01	363.13.01			
	Sperrschicht-Folie					4B.01	363.13.01			
	Sperrschicht					4B.01	363.13.01			
360	DAK	2D	D-06-B(4)	Tragendes Dachelement - BSH	Dämmung-Hart, EPS	4B.01	363.21.12+16	72 €/m ²	€ 121	
					Sperrschicht-Folie	4B.01	363.13.01			
					Brettschichtholzdecke	2D.03	351.16.81	144 €/m ²		
					Holz-Lattung (anteilig) [70/70] 10% dazw. Holzfaserdämmung	4D.03	354.44.02	110 €/m ²		
353	DEK	4D	D-06-C(5)	Deckenabhängung (Aufbau Unten)	Belag-Holz	4D.03	354.17.03	33,51 €/m ²	€ 121	
					Belag-Gras	4D.03	354.44.02			
					Boden-Kies	4B.01				
364	DAB	4B	D-07-A (8)	Dachaufbau - Extensiv Begrünt (D-07-Extensiv Begrünt)	Sperrschicht	4B.01	363.26.00	240 €/m ²	€ 202	
					Dämmung-Hart, EPS	4B.01				
					Sperrschicht-Folie	4B.01				
					Brettschichtholzdecke	2D.03	351.16.81	144 €/m ²		
					Holz-Lattung (anteilig) [70/70] 10% dazw. Holzfaserdämmung	4D.03	354.44.02	110 €/m ²		
360	DAK	2D	D-07-B(4)	Tragendes Dachelement - BSH	Belag-Holz	4D.03	354.17.03	33,51 €/m ²	€ 121	
					Belag-Gras	4D.03	354.44.02			
					Boden-Kies	4B.01				
353	DEV	4D	D-07-C(5)	Deckenabhängung (Aufbau Unten)	Sperrschicht	4B.01	363.26.00	240 €/m ²	€ 202	
					Dämmung-Hart, EPS	4B.01				
					Sperrschicht-Folie	4B.01				
					Brettschichtholzdecke	2D.03	351.16.81	144 €/m ²		
					Holz-Lattung (anteilig) [70/70] 10% dazw. Holzfaserdämmung	4D.03	354.44.02	110 €/m ²		
354	DAB	4B	D-08-A(8)	Dachaufbau - Extensiv Begrünt (D-07-Extensiv Begrünt)	Belag-Holz	4B.01	363.26.00	240 €/m ²	€ 202	
					Belag-Gras	4B.01				
					Boden-Kies	4B.01				
					Sperrschicht	4B.01				
360	DAK	2D	D-08-B(4)	Tragendes Dachelement - BSH	Dämmung-Hart, EPS	4B.01			€ 121	
					Sperrschicht-Folie	4B.01				
					Brettschichtholzdecke	2D.03	351.16.81	144 €/m ²		
					Stahlbetondecke - Fertigteil	2D.01	351.25.01	110 €/m ²		
					Stahlbetondecke - Fertigteil	2D.01	351.25.01	110 €/m ²		
350	DEK	2D	D-09-B	Tragendes Deckenelement - STB	Stahlbetondecke	2D.01	351.15.03	170 €/m ²	€ 92	
					Stahlbetondecke	2D.01	351.15.03	170 €/m ²		
					Stahlbetondecke	2D.01	351.15.03	170 €/m ²		
					Stahlbetondecke	2D.01	351.15.03	170 €/m ²		
350	DEK	2D	D-11-B	Tragendes Deckenelement - STB	Stahlbetondecke	2D.01	351.15.03	170 €/m ²	€ 143	
					Stahlbetondecke	2D.01	351.15.03	170 €/m ²		
320	FG	2C	D-12-B	Tragendes Deckenelement - STB	Stahlbetondecke	2C.03	322.41.02	140 €/m ²	€ 118	
					Stahlbetondecke	2C.03	322.41.02	140 €/m ²		
350	DEK	2D	D-13-B	Fundamentplatte - STB	Glas	2D.01	334.32.08	149 €/m ²	€ 125	
					Glas	2D.01	334.32.08	149 €/m ²		
335	FAV	4C	W-01-A	Fassade - außen	Holz-Fassade	4C.01	335.44.00	190 €/m ²	€ 160	
					Holz-Lattung (anteilig) dazw. Luftschicht 10%	4C.01				
					Folie, PAE-Folie	4C.01				
					Holz-Beplankung	2E.01				
					Holz-Lattung (anteilig) 30%	2E.01				
330	AWK	2E	W-01-B	Tragendes Wandelement - Holzriegel	dazw. Dämmung-Holzwoolwolle dämmplatte 70%	2E.01			€ 168	
					dazw. Dämmung-Holzwoolwolle dämmplatte 70%	2E.01				
					dazw. Dämmung-Holzwoolwolle dämmplatte 70%	2E.01				
					dazw. Dämmung-weich, Mineralwolle 70%	2E.01				
					Folie, PAE-Folie	2E.01				
Dämmung-Weich, Zellulose	2E.01									
Holz-Fassade	2E.01									

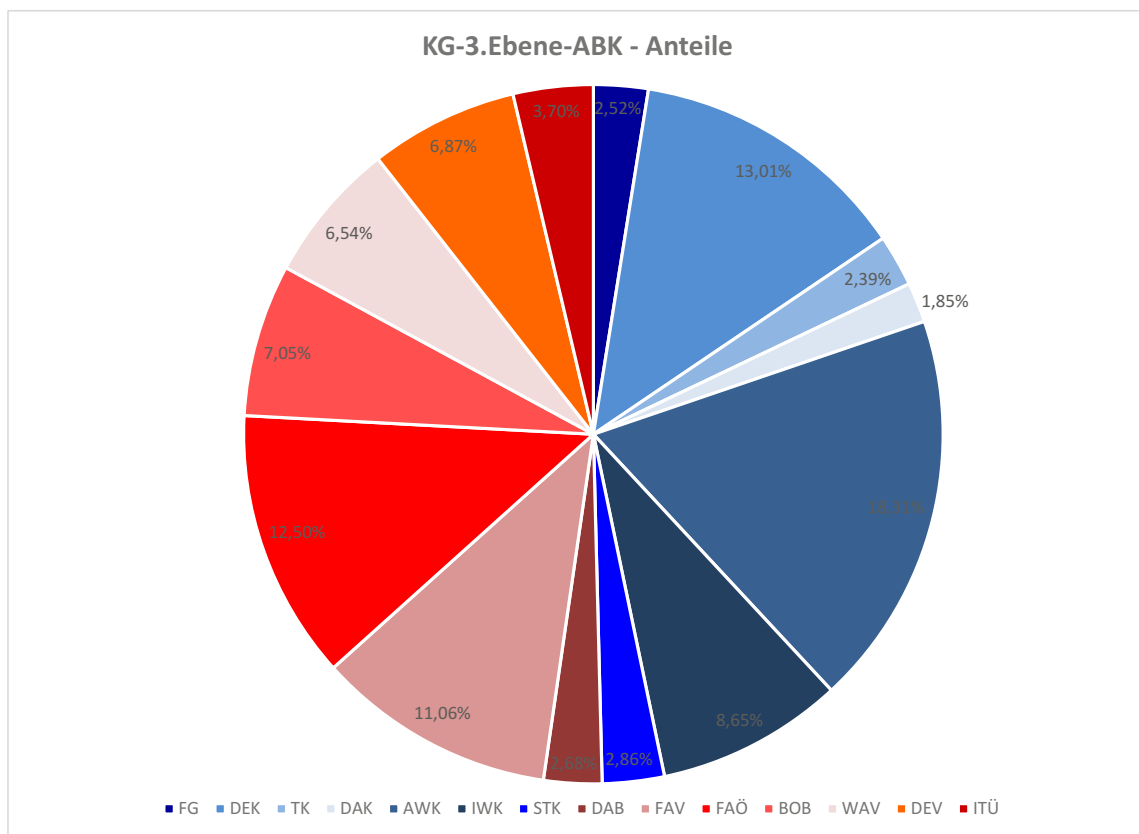
Kostenkennwerte & Kosten / Elemente - "Ökologisch & ökonomisch optimiertes Modell"										
Gk-DIN	Bauteil	KG-ABK	KG-2.Ebene	Elementkürzel	Elementbeschreibung	Schichtaufbau	KG-3.Ebene	Nummer BKI	Kosten (Brutto)	Gesamtkosten (Netto)
335	W-02	FAV	4C	W-02-A	Fassade - außen	Verputz-Kunstharz Dämmung-Hart, EPS	4C.01	335.37.05	110 €/m ²	€ 92
330		AWK	2E	W-02-B	Tragendes Wandelement - Holzriegel	Stahlbeton	2E.01	331.21.00	200 €/m ²	€ 168
335		FAV	4C	W-02-C	Verkleidung Innen	Verputz-Gips	4C.01	336.32.02	29 €/m ²	€ 24
335	W-03	FAV	4C	W-03-A	Fassade - Außen	Holz-Fassade Holz-Lattung (anteilig) dazw. Luftschicht 10% Folie,PAE-Folie Holz-Beplankung	4C.01 4C.01 4C.01	335.44.00	190 €/m ²	€ 160
330		AWK	2E	W-03-B	Tragendes Wandelement - Holzriegel	Holz-Lattung (anteilig) 30% dazw. Dämmung-Holzwoolgedämmplatte 70% dazw. Dämmung-Holzwoolgedämmplatte 70% dazw. Dämmung-weich, Mineralwolle 70% Folie,PAE-Folie Dämmung-Weich, Zellulose Holz-Fassade	2E.01 2E.01 2E.01 2E.01 2E.01 2E.01 2E.01	331.34.02	200 €/m ²	€ 168
345	W-04	WAV	4D	W-04-A	Wandverkleidung 2x Gipskarton	Gipskarton	4D.02	364.39.79	54 €/m ²	€ 45
340		IWK	2E	W-04-B	Haupt-Wandelement - Holzständer	Ständerwand-Holz (anteilig) 20% dazw. Dämmung-Weich, Mineralwolle 80%	2E.02 2E.02	342.16.77	81 €/m ²	€ 68
345		WAV	4D	W-04-C	Wandverkleidung 1x Gipskarton	Gipskarton	4D.02	364.39.78	26 €/m ²	€ 22
340		IWK	2E	W-04-B	Haupt-Wandelement - Holzständer	Ständerwand-Holz (anteilig) 20% dazw. Dämmung-Weich, Mineralwolle 80%	2E.02 2E.02	342.16.77	81 €/m ²	€ 68
345		WAV	4D	W-04-A	Wandverkleidung 2x Gipskarton	Gipskarton	4D.02	364.39.79	54 €/m ²	€ 45
345	W-05	WAV	4D	W-05-A	Wandverkleidung 2x Gipskarton	Gipskarton	4D.02	364.39.79	54 €/m ²	€ 45
340		IWK	2E	W-05-B	Haupt-Wandelement - Holzständer	Ständerwand-Holz (anteilig) 20% dazw. Dämmung-Weich, Mineralwolle 80%	2E.02 2E.02	342.16.77	81 €/m ²	€ 68
345		WAV	4D	W-05-A	Wandverkleidung 2x Gipskarton	Gipskarton	4D.02	364.39.79	54 €/m ²	€ 45
340	W-06	IWK	2E	W-06-Einzelschicht	Hauptwandelement - BSP	Brettspertholz	2E.02	122.57	122.57 €/m ²	€ 103
340	W-07	IWK	2E	W-07-Einzelschicht	Hauptwandelement - STB	Stahlbetonwand	2E.02	331.21.03	200 €/m ²	€ 168
340	W-08	AWK	2E	W-08-Einzelschicht	Hauptwandelement - STB	Stahlbetonwand	2E.01	331.21.03	200 €/m ²	€ 168
340	W-09	AWK	2E	W-09-Einzelschicht	Hauptwandelement - STB	Stahlbetonwand	2E.01	331.21.10	220 €/m ²	€ 185
333	ST-01	STK	2E	ST-01-20/20	Stütze - STB	Stahlbetonstütze 20/20	2E.03	333.21.02	150 €/m	€ 126
333	ST-02	STK	2E	ST-02-25/25	Stütze - STB	Stahlbetonstütze 25/25	2E.03	333.21.02	150 €/m	€ 126
333	ST-03	STK	2E	ST-03-35/35	Stütze - Holz	Holzstütze 35/35	2E.03	333.32.01	81 €/m	€ 68
340	UZ	TK	2D	UZ-Unterzüge	Unterzug - STB	Stahlbetonträger 20/25	2D.02	331.13.71	92 €/m	€ 77
340	TR-01	TK	2D	TR-01-120/400	Treppe - STB	Stahlbetontreppe	2D.02	351.51.01	230 €/m ²	€ 193
340	TR-02	TK	2D	TR-02-150/400	Treppe - STB	Stahlbetontreppe	2D.02	351.51.01	230 €/m ²	€ 193
340	TR-03	TK	2D	TR-03-120/300	Treppe - STB	Stahlbetontreppe	2D.02	351.51.01	230 €/m ²	€ 193
334	F	FAÖ	4C	F-Außenfenster	Fenster - Holz - Außen	Holzfenster	4C.02	334.63.01	450 €/m ²	€ 378
334	T-01	FAÖ	4C	T-01-Türen-Außen	Türen - Holz - Außen	Holz Türen	4C.02	334.12.06	1110 €/m ²	€ 933
344	T-02	ITÜ	4D	T-02-Türen-Innen	Türen - Holz - Innen	Holz Türen	4D.04	334.12.08	850 €/m ²	€ 933

**Elementauflistung - Baugliederung 3.Ebene - Mengen und Kosten -
"Ökologisch und ökonomisch optimiertes Modell"**

KG-1.Ebene	KG-2.Ebene	KG ABK	Elementkürzel	Kostenkennwert	EH	Menge	Einheit	Gesamtkosten (Netto)	Gesamtkosten (Brutto)		
2-Bauwerk Rohbau	2C	2C.03	FG	D-13-B	118 €	€/m²	990,85	m²	116.571 €	138.719 €	
		2D.01	DEK	D-01-B(2)	109 €	€/m²	641,43	m²	70.072 €	83.386 €	
		2D.01	DEK	D-02-B(2)	109 €	€/m²	68,20	m²	7.450 €	8.866 €	
		2D.01	DEK	D-03-B(4)	121 €	€/m²	2028,22	m²	245.432 €	292.064 €	
		2D.01	DEK	D-04-B(4)	121 €	€/m²	239,29	m²	28.956 €	34.458 €	
		2D.01	DEK	D-09-B	92 €	€/m²	266,04	m²	24.592 €	29.264 €	
		2D.01	DEK	D-10-B	92 €	€/m²	694,25	m²	64.174 €	76.368 €	
		2D.01	DEK	D-11-B	143 €	€/m²	1105,14	m²	157.877 €	187.874 €	
		2D.01	DEK	D-12-B	143 €	€/m²	10,70	m²	1.529 €	1.819 €	
		2D.01	DEK	D-14-B	125 €	€/m²	8,40	m²	1.052 €	1.252 €	
		2D.02	TK	UZ-Unterzüge	77 €	€/m	1214,20	m	93.871 €	111.706 €	
		2D.02	TK	TR-01-120/400	193 €	€/m²	26,64	m²	5.149 €	6.127 €	
		2D.02	TK	TR-02-150/400	193 €	€/m²	14,06	m²	2.717 €	3.234 €	
		2D.02	TK	TR-03-120/300	193 €	€/m²	45,65	m²	8.823 €	10.500 €	
		2D.03	DAK	D-05-B(4)	121 €	€/m²	141,10	m²	17.074 €	20.318 €	
		2D.03	DAK	D-06-B(4)	121 €	€/m²	49,14	m²	5.946 €	7.076 €	
		2D.03	DAK	D-07-B(4)	121 €	€/m²	391,84	m²	47.416 €	56.425 €	
		2D.03	DAK	D-08-B(4)	121 €	€/m²	123,67	m²	14.965 €	17.808 €	
		2E-Vertikale Baukonstruktionen	2E.01	AWK	W-01-B	168 €	€/m²	2032,88	m²	341.661 €	406.576 €
			2E.01	AWK	W-02-B	168 €	€/m²	540,42	m²	90.827 €	108.084 €
	2E.01		AWK	W-03-B	168 €	€/m²	773,06	m²	129.926 €	154.612 €	
	2E.01		AWK	W-08-Einzelschicht	168 €	€/m²	990,71	m²	166.506 €	198.142 €	
	2E.01		AWK	W-09-Einzelschicht	185 €	€/m²	633,72	m²	117.158 €	139.418 €	
	2E.02		IWK	W-04-B	68 €	€/m²	1008,61	m²	68.653 €	81.697 €	
	2E.02		IWK	W-04-B	68 €	€/m²	1008,61	m²	68.653 €	81.697 €	
	2E.02		IWK	W-05-B	68 €	€/m²	2077,41	m²	141.404 €	168.270 €	
	2E.02		IWK	W-06-Einzelschicht	103 €	€/m²	392,20	m²	40.397 €	48.072 €	
	2E.02		IWK	W-07-Einzelschicht	168 €	€/m²	480,28	m²	80.719 €	96.056 €	
	2E.03		STK	ST-01-20/20	126 €	€/m	572,00	m	72.101 €	85.800 €	
	2E.03		STK	ST-02-25/25	126 €	€/m	80,00	m	10.084 €	12.000 €	
	2E.03		STK	ST-03-35/35	68 €	€/m	736,56	m	50.136 €	59.661 €	
	4-Bauwerk Ausbau	4B-Dachverkleidung	4B.01	DAB	D-05-A(6)	100 €	€/m²	138,81	m²	13.904 €	16.546 €
			4B.01	DAB	D-06-A(7)	153 €	€/m²	48,37	m²	7.398 €	8.803 €
			4B.01	DAB	D-07-A(8)	202 €	€/m²	385,71	m²	77.790 €	92.570 €
			4B.01	DAB	D-08-A(8)	202 €	€/m²	123,71	m²	24.950 €	29.690 €
		4C-Fassadenhülle	4C.01	FAV	W-01-A	160 €	€/m²	2032,88	m²	324.577 €	386.247 €
			4C.01	FAV	W-02-A	92 €	€/m²	540,42	m²	49.955 €	59.446 €
			4C.01	FAV	W-02-C	24 €	€/m²	540,42	m²	13.170 €	15.672 €
			4C.01	FAV	W-03-A	160 €	€/m²	773,06	m²	123.430 €	146.881 €
			4C.02	FAO	F-Außenfenster	378 €	€/m²	1075,96	m²	406.876 €	484.182 €
			4C.02	FAO	T-01-Türen-Außen	933 €	€/m²	183,10	m²	170.791 €	203.241 €
		4D-Innenausbau	4D.01	BOB	D-01-A(1)	117 €	€/m²	606,74	m²	71.024 €	84.519 €
			4D.01	BOB	D-02-A(3)	106 €	€/m²	61,51	m²	6.528 €	7.769 €
4D.01			BOB	D-03-A(1)	117 €	€/m²	1914,02	m²	224.053 €	266.623 €	
4D.01			BOB	D-04-A(3)	106 €	€/m²	225,68	m²	23.952 €	28.503 €	
4D.02			WAV	W-04-A	45 €	€/m²	1008,61	m²	45.769 €	54.465 €	
4D.02			WAV	W-04-C	22 €	€/m²	1008,61	m²	22.037 €	26.224 €	
4D.02			WAV	W-04-A	45 €	€/m²	1008,61	m²	45.769 €	54.465 €	
4D.02			WAV	W-05-A	45 €	€/m²	2077,41	m²	94.269 €	112.180 €	
4D.02			WAV	W-05-A	45 €	€/m²	2077,41	m²	94.269 €	112.180 €	
4D.03			DEV	D-03-C(5)	121 €	€/m²	1867,78	m²	225.248 €	268.045 €	
4D.03	DEV		D-04-C(5)	121 €	€/m²	219,75	m²	26.501 €	31.536 €		
4D.03	DEV		D-05-C(5)	121 €	€/m²	131,81	m²	15.896 €	18.916 €		
4D.03	DEV		D-06-C(5)	121 €	€/m²	45,93	m²	5.539 €	6.591 €		
4D.03	DEV		D-07-C(5)	121 €	€/m²	366,25	m²	44.169 €	52.561 €		
4D.04	ITU		T-02-Türen-Innen	933 €	€/m²	183,10	m²	170.791 €	203.241 €		
								4.620.545 €	5.498.448,98		

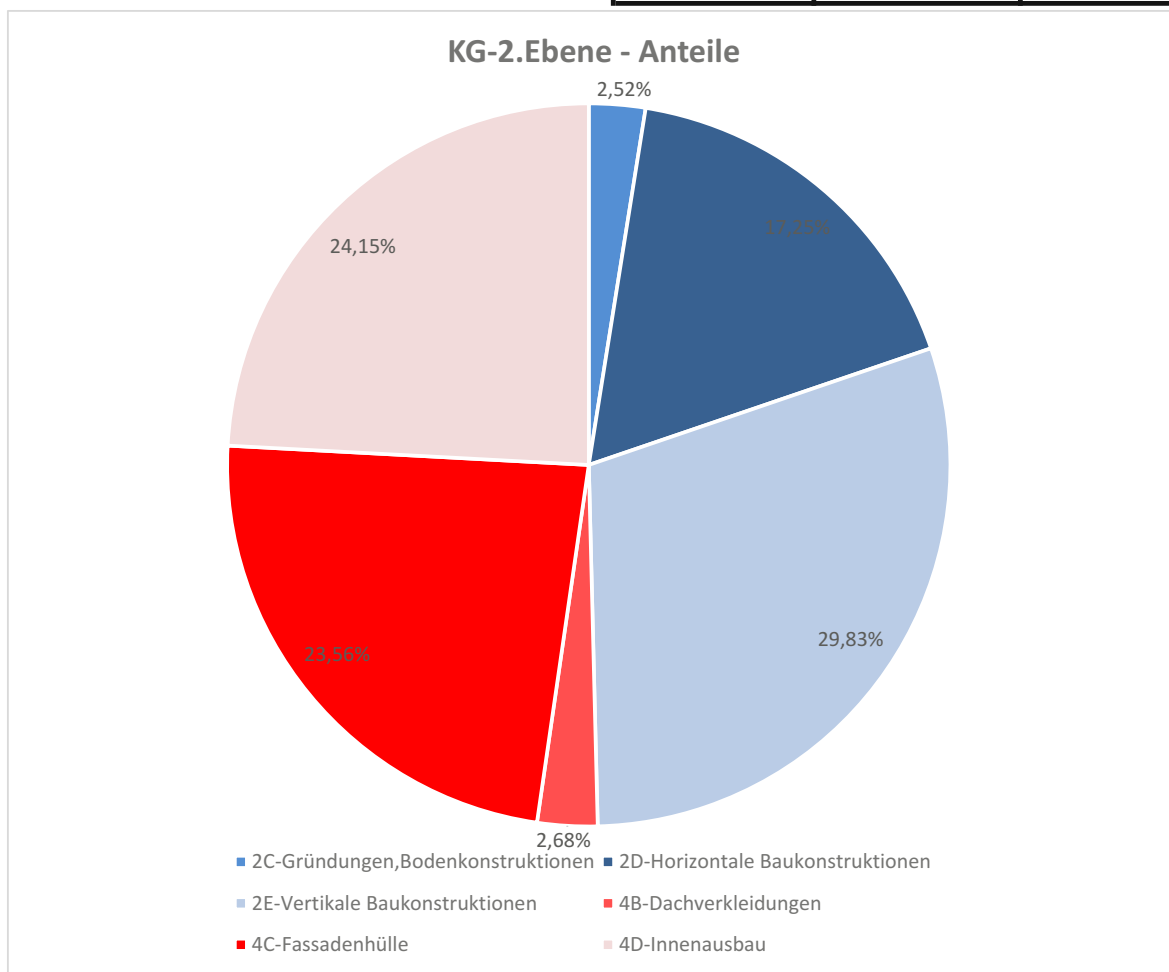
Elementkosten - Baugliederung 3.Ebene - "Ökologisch & ökonomisch optimiertes Modell"

KG-1.Ebene	KG-2.Ebene	3.Ebene - KG-ABK	Kosten (Netto) [€]	Kosten/BGF [€/m ²]	Kostenanteil [%]
2-Bauwerk Rohbau	2C-Gründungen,Bodenkonstruktionen	FG	116.571 €	16,06 €	2,52%
	2D-Horizontale Baukonstruktionen	DEK	601.134 €	82,80 €	13,01%
		TK	110.560 €	15,23 €	2,39%
		DAK	85.402 €	11,76 €	1,85%
	2E-Vertikale Baukonstruktionen	AWK	846.078 €	116,54 €	18,31%
		IWK	399.826 €	55,07 €	8,65%
		STK	132.320 €	18,23 €	2,86%
4-Bauwerkl Ausbau	4B-Dachverkleidungen	DAB	124.042 €	17,09 €	2,68%
	4C-Fassadenhülle	FAV	511.132 €	70,40 €	11,06%
		FAÖ	577.666 €	79,57 €	12,50%
	4D-Innenausbau	BOB	325.558 €	44,84 €	7,05%
		WAV	302.113 €	41,61 €	6,54%
		DEV	317.352 €	43,71 €	6,87%
			ITÜ	170.791 €	23,52 €
			4.620.545 €	636,44 €	100,00%



Grobelementkosten - Baugliederung 2.Ebene - "Ökologisch & ökonomisch optimiertes Modell"

KG-1.Ebene	KG-2.Ebene	Kosten (Netto) [€]	Kosten/BGF [€/m ²]	Kostenanteil [%]
2-Bauwerk Rohbau	2C-Gründungen,Bodenkonstruktionen	116.571 €	16,06 €	2,52%
	2D-Horizontale Baukonstruktionen	797.096 €	109,79 €	17,25%
	2E-Vertikale Baukonstruktionen	1.378.224 €	189,84 €	29,83%
4-Bauwerk Ausbau	4B-Dachverkleidungen	124.042 €	17,09 €	2,68%
	4C-Fassadenhülle	1.088.798 €	149,97 €	23,56%
	4D-Innenausbau	1.115.814 €	153,69 €	24,15%
		4.620.545 €	636,44 €	100,00%



Kostengruppen - Baugliederung 1.Ebene - "Ökologisch & ökonomisch optimiertes Modell"

Kostenbereich		
ÖNORM	DIN	
00	100	Grundstück
01	200	Aufschließung
02	300	Gebäude Rohbau
03	400	Gebäude Technik
04	300	Gebäude Ausbau
05	600	Einrichtung
06	500	Außenanlagen
07	700	Honorare
08	770	Nebenkosten
09		Reserven
Gesamt EURO netto		
+ 20% Umsatzsteuer		
Gesamt EURO brutto		

Kostenschätzung BRI (mit %)			
BWK BRI	BAK Baukosten	ERK Errichtungskosten	GEK Gesamtkosten
			0 €
	121.322 €	121.322 €	121.322 €
2.291.891 €	2.291.891 €	2.291.891 €	2.291.891 €
2.962.080 €	2.962.080 €	2.962.080 €	2.962.080 €
2.328.654 €	2.328.654 €	2.328.654 €	2.328.654 €
	750.680 €	750.680 €	750.680 €
	818.924 €	818.924 €	818.924 €
		842.514 €	842.514 €
		0 €	0 €
		0 €	0 €
7.582.625,36	9.273.550,81	10.116.064,74	10.116.064,74
1.516.525,07	1.854.710,16	2.023.212,95	2.023.212,95
9.099.150,43	11.128.260,98	12.139.277,69	12.139.277,69

Objektdaten		
BGF	m ²	7.260
NGF	m ²	5.075
BRI	m ³	23.995

Netto-Kostenkennzahlen

€/m ³ BRI (netto)
€/m ² BGF (netto)
€/m ² NGF (netto)

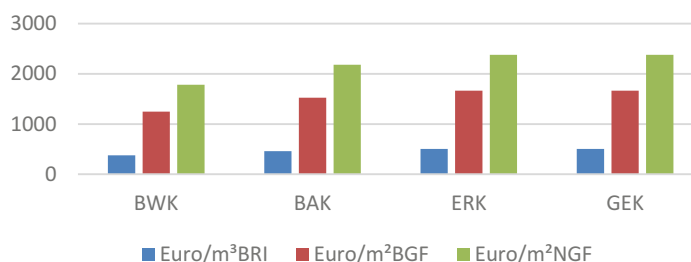
BWK	BAK	ERK	GEK
316 €	386 €	422 €	422 €
1.044 €	1.277 €	1.393 €	1.393 €
1.494 €	1.827 €	1.993 €	1.993 €

Brutto-Kostenkennzahlen

€/m ³ BRI (brutto)
€/m ² BGF (brutto)
€/m ² NGF (brutto)

BWK	BAK	ERK	GEK
379 €	464 €	506 €	506 €
1.253 €	1.533 €	1.672 €	1.672 €
1.793 €	2.193 €	2.392 €	2.392 €

Parameterbezogene Kosten (Brutto)



Geschäftsstelle Bau

<http://bau.or.at>

Mittelohnpreiskalkulation 2019

K3-Blatt		Herkunft der Werte		Wertgrenzen ca	
	Bezeichnung	primär	beeinflusst von	von	bis
A	KV-Mittelohn	Kollektivvertrag (von 11,09 bis 16,03	Partiezusammensetzung, Art der Leistung	12,00 €	15,00 €
B	Umlage unprod. Personal	Kalkulation	Kalkulation, individuell	0,00%	15,00%
C	Zusatzkollektivvertrag	Kollektivvertrag	Anwendungsbereich des KV	nicht bewertet	
D	Überkollektivvertraglicher Mehrlohn	Kostenrechnung	Arbeitsmarkt, Konjunktur, Qualifikation	0,00%	20,00%
E	Aufzahlung Mehrarbeit	Kollektivvertrag	Arbeitszeit, Kalkulation	0,00%	10,00%
F	Aufzahlung Erschwernisse	Kollektivvertrag	Art der Bauleistung, Kalkulation	0,00%	20,00%
G	Andere abgabepfl. Lohnbestandteile	Kollektivvertrag; Abgaberecht	Kostenrechnung, Ort der Bauleistung, Wohnort Mitarbeiter	- €	2,00 €
I	Andere nicht abgabepfl. Lohnbestandteile	Kollektivvertrag; Abgaberecht	Kostenrechnung, Ort der Bauleistung, Wohnort Mitarbeiter	- €	6,00 €
J	Direkte Lohnnebenkosten	Sozialversicherungsrecht	Zuordnung in der Kostenrechnung und Abgrenzung DLNK - ULNK	26,00%	30,00%
K	Umgelegte Lohnnebenkosten	Kostenrechnung	Organisation, Motivation, Höhe des Mittellohns, Arbeitszeit etc	70,00%	94,00%
L	Andere lohngebundene Kosten	Abgaberecht und diverse	Kostenrechnung, Zuordnung, Kalkulation	5,00%	25,00%
N	Geschäftsgemeinkosten	Kostenrechnung	Zuordnung zum Kostenträger, Kostentragfähigkeitsprinzip	5,00%	20,00%
O	Bauzinsen	Zinssatz	Abrechnung und Zahlungsmodalität	0,50%	3,00%
P	Wagnis	Kostenrechnung	Allgemeins Unternehmenswagnis und Risiko des Projektes	1,00%	5,00%
Q	Gewinn			nicht bewertet	

STEICO Preisliste Gültig zum 01. September 2020 | V 2

Dämmung: Oberste Geschossdecke: STEICOTop

STEICO Hartfaserstreifen



- Zusatzsicherung beim Einsatz von Einblasdämmung und der Verwendung von Dampfbrems- / Luftdichtungsbahnen
- Zusatzsicherung an der Sparrenflanke bei der Berg- und Talverlegung der Dampfbremsbahn STEICOMulti *renova*
- Montage mit Schlagtacker möglich



Format [mm]	Anzahl [St./Pak.]	Preis [€/lfm]	Preisgruppe
Lieferung in handlichen Paketen			
1.200 * 50 * 2,8	25	0,58	Y 01

Oberste Geschossdecke

STEICOTop

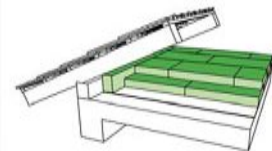
STEICOTop – Dämmung der obersten Geschossdecke



- Direkt begehbar, bei untergeordneter Nutzung
- Hergestellt im Trockenverfahren
- ca. 140 kg/m³, λ_D 0,040



Format [mm]	Kanten	Dicke [mm]	Anzahl [St./Pal.]	Bruttofläche [m ² /Pal.]	Preis [€/m ²]	Preisgruppe
Handliche Formate, z.B. für die Baustellenmontage^{a)}						
1.200 * 400	stumpf	80	28	13,440	19,65	D 01
1.200 * 400	stumpf	100	22	10,560	24,58	D 01



Produktempfehlung Oberste Geschossdecke



STEICOflex 036
Für schlecht zugängliche Anschlussdetails wie Sparren, Stützen etc. | [Seite 14](#)



STEICOMulti cover 5
Begehbare regensichernde Dampfbremsbahn | [Seite 53](#)



STEICOMulti tape F
Hochleistungsklebeband mit Spezialfolie | [Seite 54](#)



STEICOMulti connect
Dauerelastische Klebe- und Dichtmasse | [Seite 55](#)

Produktinformation STEICOTop

↓ [Online verfügbar](#)

[Produktblatt](#)

[Video](#)
[STEICOTop Step-by-Step Anleitung](#)

a) Palettenformat: ca. 1,20*0,80*1,27m; 66 Pal./LKW

INTHERMO HFD-Exterior Compact 1.8

Durch ihre hohe Materialfestigkeit ist sie die ideale Dämmplatte zur Direktbeplankung im Holzrahmen- und Holzfertigbau. Im Groß- und Kleinformat erhältlich.

Kennwerte:					
Rohdichte [kg/m ³]	180	Wasserdampfdiffusions- widerstandszahl μ	3		
Dicke	40 – 60 mm			Druckfestigkeit [kPa]	≥ 150
Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit [W/(mK)]	0,045				

INTHERMO HFD- Exterior Compact 1.8	Art. Nr.	Art. Nr.	Dicke [in mm]	Format [in mm]	m ² / Palette	Stück / Palette	Mindest- bestellmenge	Preis / m ² in €
	Nut und Feder	Stumpf						
Deckmaß: Kleinformat = 1.300 x 590 mm Großformat = 2.600 x 1.180 mm	00002 0004	-	40	1.315 x 605	42,96	54		14,10
	-	00004 0004	40	2.600 x 1.250	87,75	27	12 Pal.	14,66
	00003 0004	-	40	2.615 x 1.195	84,37	27		15,30
	00002 0006	-	60	1.315 x 605	28,64	36		20,10
	-	00004 0006	60	2.600 x 1.250	58,50	18		20,10
	00003 0006	-	60	2.615 x 1.195	56,25	18		20,10

INTHERMO HFD-Exterior Compact 2.0

Stark. Stärker. Compact 2.0

Höchste Stabilität für höchste Ansprüche. Extrem oberflächenhart; die Platte für die ganz Harten.

Kennwerte:					
Rohdichte [kg/m ³]	200	Wasserdampfdiffusions- widerstandszahl μ	3		
Dicke	60 mm			Druckfestigkeit [kPa]	≥ 200
Bemessungswert der Wärmeleitfähigkeit [W/(mK)]	0,047				

INTHERMO HFD- Exterior Compact 2.0	Art. Nr.	Art. Nr.	Dicke [in mm]	Format [in mm]	m ² / Palette	Stück / Palette	Mindest- bestellmenge	Preis / m ² in €
	Nut und Feder	Stumpf						
Deckmaß: Kleinformat = 1.300 x 590 mm Großformat = 2.600 x 1.180 mm	01924 0006	-	60	1.315 x 605	28,64	36		22,20
	-	01926 0006	60	2.600 x 1.250	58,50	18		22,20
	01925 0006*	-	60	2.615 x 1.195	56,25	18		22,20

* Auftragsbezogene Fertigung!

Span roh, beschichtet und furniert, OSB

Verlegeplatten N+F P3, MFP P5



Multifunktionsplatte MFP P5

■ PFLIEDERER

Die neue MultiFunktionsplatte (MFP) mit der Emissionsklasse E1 in feuchtebeständiger Verleimung überzeugt in jeder Hinsicht. Ideal für konstruktive Aufgaben, bietet sie Stabilität, Belastbarkeit und Feuchtebeständigkeit in perfekter Mischung. Ihre Festigkeitswerte in Längs- und Querrichtung erfüllen locker die Anforderungen der EN 300 für OSB/3.

Eigenschaften: Hohe Belastbarkeit, Bohren, Sägen und Fräsen wie bei massivem Holz. Ansprechende natürliche Holzoptik, passgenaues, schnelles Verlegen durch symmetrisches Nut- und Federprofil.

Anwendungsgebiete: Fußbodenaufbau, Wandbeplankung, Dachbeplankung, Bauzaun, Verpackungen, als Verkleidung im Holzrahmenbau nach DTU 31.2 zugelassen.

Deckmaß 2490/605 mm

Paketgewicht: ca. 0,85 t

Ident-Nr.	Beschreibung	L x B x S mm	Stk./Pal.	Rohdichte	VE	Preis €
12963034	SD 4-seitig NF P5	2500/615/12	60	700 kg/m ³	m ²	10,59
12121250	SD 4-seitig NF P5	2500/615/15	50	690 kg/m ³	m ²	12,58
12121243	SD 4-seitig NF P5	2500/615/18	40	680 kg/m ³	m ²	15,16
12121236	SD 4-seitig NF P5	2500/615/22	35	670 kg/m ³	m ²	18,50
12963027	SD 4-seitig NF P5	2500/615/25	32	650 kg/m ³	m ²	21,05

Preisgruppe: 60BL



Verlegeplatte P3

■ PFLIEDERER

Melaminharstoffharzgebundene Holzspanplatte Typ P3 gemäß DIN EN 312, geeignet für nicht tragende Zwecke im Feuchtbereich. Die ClassicBoard P3 Verlegeplatte ist vielseitig einsetzbar, wie z. B. bei Fußböden (schwimmende Verlegung), Dachgeschossausbauten, Dachschalungen oder Treppenstufen. Die hohe Maßgenauigkeit der Nut und Feder gewährleistet eine optimale Passform und ebene, bündige Verlegung.

Deckmaß = 2040 x 915 mm

Paketgewicht: ca. 1,0 t

Ident-Nr.	Beschreibung	L x B x S mm	Stk./Pal.	Rohdichte	VE	Preis €
20935498	SD/GL N+F P3 feuchtebeständig	2050/925/16	50	675 kg/m ³	m ²	9,02
20935504	SD/GL N+F P3 feuchtebeständig	2050/925/19	40	665 kg/m ³	m ²	10,24
20935511	SD/GL N+F P3 feuchtebeständig	2050/925/22	35	655 kg/m ³	m ²	11,57

Preisgruppe: 60BK

PREISINFORMATION

Erstellt: 01.11.2020



holz-marberger gmbh
 a-6430 ötztal-bhf.
 bahnhofstrasse 9
 tel. +43(0)5266-8900
 fax +43(0)5266-890032
 info@holz-marberger.at
 www.holz-marberger.at

natürlich.gewachsen

VERLEGESPANPLATTEN E1 - P3

P3 - für nichttragende Zwecke zur Verwendung im Feuchtbereich

Die Verlegespanplatte ist eine vielseitig einsetzbare, mehrschichtige Spanplatte mit Nut - und Feder Ausstattung. Das angefräste Nut - und Federprofil ist so ausgebildet, dass in jedem Fall an der Oberseite der Platte ein ebener, fugendichter Stoß gewährleistet ist. Markierte Unterseite beachten!

Die ideale Lösung für Wand und Decke:

- * als Ausgleichplatte über ebene, alte Dielenböden
- * auf Lagerhölzern über unebene Betondecken
- * vollflächig schwimmend auf Trockenschüttung
- * auf geglätteten, planebenen Betonböden
- * auf nicht geglätteter, unebener Rohdecke
- * zur Errichtung von Trennwänden
- * für Wand - und Deckenverkleidung

Verlegespanplatte E1 - Nut / Feder - P3			EUR / m ²	Stk. / Pal.
Verlegespanplatte E1 - P3	13 mm	2050 x 925 mm	10,80	54
	16 mm		11,90	44
	19 mm		14,00	37
	22 mm		16,30	32
	25 mm		18,90	28

Lehmbauplatten – Putzgewebe – Zubehör

2020 Preisliste Nr.GS-K20/1



Lehmbauplatte 16mm, für Wand, Decke, Dachschräge
Stumpfe Kanten, einseitig mit Jutegewebe armiert.

Lehmplatte 16mm	Bedarf/qm	Stck/Pal. qm/Eupal	Gewicht/qm	€/qm
125 x 62,5 x 0,16cm 0,781qm/Platte	1,3 Stck / qm	60 Stck 46,86 qm	22,5 kg	20,21/qm

TEX-BIS Naturbaustoffe
Inh. Erika Drescher

Kastanienallee 52b
D-63454 Hanau

Tel.: 06181-5694 791
Fax: 06181-6105 064
Handy: 01523-1098 163

Email: info@texbis.de
www.texbis.de

Lehmbauplatte 22mm für Wand, Decke, Dachschräge
Stumpfe Kanten, beidseitig mit Glasgittergewebe armiert.

Lehmplatte 25mm	Bedarf/qm	Stck/Pal. qm/Eupal	Gewicht/qm	€/qm
125 x 62,5 x 0,22cm 0,781qm/Platte	1,3 Stck / qm	40 Stck 31,24 qm	33,00 kg	21,32/qm

proLehm - Preisliste

ZUB-2307	Holzfaserdämmplatten 8 mm 2,50 x 1,50 m	1m ² /m ²	m ² (1Pl.=3,75 m ²)	€ 4,14	€ 4,97
ZUB-2306	Holzfaserdämmplatten 19 mm 2,50 x 1,20 m	1m ² /m ²	m ² (1Pl.=3,0 m ²)	€ 5,96	€ 7,15
LBPL-7020	Lehmbauplatte 14 mm 125 x 62,5 x 1,4 cm	1m ² /m ²	m ² (1Pl.=0,781 m ²)	€ 16,68	€ 20,02
LBPL-7015	Lehmbauplatte 22 mm 125 x 62,5 x 1,4 cm	1m ² /m ²	m ² (1Pl.=0,781 m ²)	€ 19,51	€ 23,41

Blatt 3:
Übertrag der Standardwerte in ein K3-Blatt (Standard-K 3)

MITTELLOHNPREIS <input checked="" type="checkbox"/>	Firma: Diplomarbeit		FORMBLATT K 3	
REGIELOHNPREIS <input type="checkbox"/>	Position "Trockenestrich"		Erstellt am:	Seite:
GEHALTPREIS <input type="checkbox"/>			01.11.2020	1
Bau: DA	FÜR MONTAGE	<input checked="" type="checkbox"/>	Preisbasis: laut Angebotsunterlagen	
Angebot Nr.: 001	FÜR VORFERTIGUNG	<input type="checkbox"/>	Währung: €	
Beschäftigungsgruppe laut KV.: Bauindustrie und Baugewerbe			Kalkulierte Beschäftigte	Anzahl: 3,00
KV-Gruppe: / IIa / IIb / VIc / / /			Kalkulierte Wochenarbeits-Zeit	h: 39,0
KV-Lohn: / 16,12 / 14,68 / 11,74 / / /			Aufzahlung für Mehrarbeit:	
Anzahl / 1,00 / 1,00 / 1,00 / / /				
Anteil in % / 33,3% / 33,3% / 33,3% / / 0,0% /			= 100 %; % h / % h / % h	
			%	Betrag
A Kollektivvertraglicher MITTELLOHN			100,00%	14,18
B Umlage unproduktives Personal			% von A	7,50% 1,06
C Aufzahlungen aus Zusatzkollektivverträgen			% von A + B (A + B = 15,24)	0,00% 0,00
D Überkollektivvertraglicher Mehrlohn			% von A + B	10,00% 1,52
E Aufzahlung für Mehrarbeit			% von A + B	0,00% 0,00
F Aufzahlung für Erschwernisse			% von A + B	0,00% 0,00
G Andere abgabenpflichtige Lohnbestandteile			% von A + B	6,55% 1,00
H MITTELLOHN			(% = Betrag H * 100 / Betrag A)	(Betrag = A bis G) 125,29% 17,77
I Andere nicht abgabenpflichtige Lohnbestandteile			% von H	16,20% 2,88
J Direkte Lohnnebenkosten			% von H	25,98% 4,62
K Umgelegte Lohnnebenkosten			% von H	78,39% 13,93
L Andere lohngebundene Kosten			% von H	15,00% 0,43
M MITTELLOHNKOSTEN			(% = Bet. M * 100 / Bet. A)	(Betrag = H bis L) 279,40% 39,62
Gesamtzuschlag in % auf:			Gerät	Material
N Geschäftsgemeinkosten			Fremdl.	Lohn / Gehalt
O Bauzinsen				
P Wagnis				
Q Gewinn				
R baustellenbez. GK				
S Summe (%) N bis R				
T Gesamtzuschlag: S*100/(100-S) %			0,00%	0,00%
			0,00%	20,00%
			% auf M	20,00% 7,92
U MITTELLOHNPREIS			(% = Bet. U * 100 / Bet. A)	(Betrag = M + T) 335,28% 47,54

Blatt 3:
Übertrag der Standardwerte in ein K3-Blatt (Standard-K 3)

MITTELLOHNPREIS <input checked="" type="checkbox"/>	Firma: Diplomarbeit		FORMBLATT K 3	
REGIELOHNPREIS <input type="checkbox"/>	Position "Abgehängte Decke"		Erstellt am:	Seite:
GEHALTPREIS <input type="checkbox"/>			01.11.2020	1
Bau: DA	FÜR MONTAGE	<input checked="" type="checkbox"/>	Preisbasis: laut Angebotsunterlagen	
Angebot Nr.: 001	FÜR VORFERTIGUNG	<input type="checkbox"/>	Währung: €	
Beschäftigungsgruppe laut KV.: Bauindustrie und Baugewerbe			Kalkulierte Beschäftigte	Anzahl: 4,00
KV-Gruppe: / Iia / IIb / IIIc / / / /			Kalkulierte Wochenarbeits-Zeit	h: 39,0
KV-Lohn: / 16,12 / 14,68 / 14,01 / / / /			Aufzahlung für Mehrarbeit:	
Anzahl / 1,00 / 1,00 / 2,00 / / / /			= 100 %; % h / % h / % h	
Anteil in % / 25,0% / 25,0% / 50,0% / / 0,0% /				
			%	Betrag
A Kollektivvertraglicher MITTELLOHN			100,00%	14,71
B Umlage unproduktives Personal			% von A	7,50% 1,10
C Aufzahlungen aus Zusatzkollektivverträgen			% von A + B (A + B = 15,81)	0,00% 0,00
D Überkollektivvertraglicher Mehrlohn			% von A + B	10,00% 1,58
E Aufzahlung für Mehrarbeit			% von A + B	0,00% 0,00
F Aufzahlung für Erschwernisse			% von A + B	10,00% 1,58
G Andere abgabenpflichtige Lohnbestandteile			% von A + B	6,55% 1,04
H MITTELLOHN (% = Betrag H * 100 / Betrag A) (Betrag = A bis G)			136,04%	20,00
I Andere nicht abgabenpflichtige Lohnbestandteile			% von H	16,20% 3,24
J Direkte Lohnnebenkosten			% von H	25,98% 5,20
K Umgelegte Lohnnebenkosten			% von H	73,89% 14,78
L Andere lohngebundene Kosten			% von H	15,00% 0,49
M MITTELLOHNKOSTEN (% = Bet. M * 100 / Bet. A) (Betrag = H bis L)			297,25%	43,71
Gesamtzuschlag in % auf:			Gerät	Material
N Geschäftsgemeinkosten			Fremdl.	Lohn / Gehalt
O Bauzinsen				
P Wagnis				
Q Gewinn				
R baustellenbez. GK				
S Summe (%) N bis R				
T Gesamtzuschlag: S*100/(100-S) %			0,00%	0,00%
			0,00%	20,00%
			% auf M	20,00% 8,74
U MITTELLOHNPREIS (% = Bet. U * 100 / Bet. A) (Betrag = M + T)			356,70%	52,45

Blatt 3:
Übertrag der Standardwerte in ein K3-Blatt (Standard-K 3)

MITTELLOHNPREIS <input checked="" type="checkbox"/>		Firma: Diplomarbeit		FORMBLATT K 3	
REGIELOHNPREIS <input type="checkbox"/>		Position "Trockenbau"		Erstellt am:	Seite:
GEHALTPREIS <input type="checkbox"/>				01.11.2020	1
Bau: DA		FÜR MONTAGE <input checked="" type="checkbox"/>		Preisbasis: laut Angebotsunterlagen	
Angebot Nr.: 001		FÜR VORFERTIGUNG <input type="checkbox"/>		Währung: €	
Beschäftigungsgruppe laut KV.: Bauindustrie und Baugewerbe		Kalkulierte Beschäftigte	Anzahl:	2,00	
KV-Gruppe: / lib / / / / / /		Kalkulierte Wochenarbeits-Zeit	h:	39,0	
KV-Lohn: / 14,68 / / / / / /		Aufzahlung für Mehrarbeit:			
Anzahl / 2,00 / / / / / /	 % h / % h / % h			
Anteil in % / 100,0% / 0,0% / 0,0% / / 0,0% /		= 100 %;			
				%	Betrag
A Kollektivvertraglicher MITTELLOHN				100,00%	14,68
B Umlage unproduktives Personal		% von A		7,50%	1,10
C Aufzahlungen aus Zusatzkollektivverträgen		% von A + B (A + B = 15,78)		0,00%	0,00
D Überkollektivvertraglicher Mehrlohn		% von A + B		10,00%	1,58
E Aufzahlung für Mehrarbeit		% von A + B		0,00%	0,00
F Aufzahlung für Erschwernisse		% von A + B		0,00%	0,00
G Andere abgabenpflichtige Lohnbestandteile		% von A + B		6,55%	1,03
H MITTELLOHN		(% = Betrag H * 100 / Betrag A) (Betrag = A bis G)		125,29%	18,39
I Andere nicht abgabenpflichtige Lohnbestandteile		% von H		16,20%	2,98
J Direkte Lohnnebenkosten		% von H		25,98%	4,78
K Umgelegte Lohnnebenkosten		% von H		78,39%	14,42
L Andere lohngebundene Kosten		% von H		15,00%	0,45
M MITTELLOHNKOSTEN		(% = Bet. M * 100 / Bet. A) (Betrag = H bis L)		279,40%	41,02
Gesamtzuschlag in % auf:		Gerät	Material	Fremdl.	Lohn / Gehalt
N Geschäftsgemeinkosten					
O Bauzinsen					
P Wagnis					
Q Gewinn					
R baustellenbez. GK					
S Summe (%) N bis R					
T Gesamtzuschlag: S*100/(100-S) %		0,00%	0,00%	0,00%	20,00% % auf M
				20,00%	8,20
U MITTELLOHNPREIS		(% = Bet. U * 100 / Bet. A) (Betrag = M + T)		335,28%	49,22