

1,5°

Dipl.-Ing. Architekt Associate Partner Hanns-Jochen Weyland



- 1965 Geboren Hamburg
- 1989 Aufnahme Studium an der Technischen Universität Braunschweig
- 1993-1994 Studium an der Technischen Universität Graz, Österreich
- 1997 Diplom bei Prof. M. v. Gerkan
- 1999-2000 Postgraduiertenstipendiat des DAAD an der ETH- Zürich, MSc ETH Arch. Computer Aided Architectural Design
- 2000-2007 Lehrbeauftragter am Institut für Gebäudelehre und Entwerfen der TU-Braunschweig für computergenerierte Architekturkonzepte, Hauptstudium
- 2007 Ausbildung zum Immobilienprojektentwickler (EIPOS)
- 2009 Ausbildung zum DGNB- Auditor

Vorträge und Konferenzen

- 2003 eCAADe – Symposium, Graz
- 2004 eCAADe – Symposium, Kopenhagen
- 2005 CAAD futures– Symposium, Wien
- 2011 smartgeometry 2011 Symposium, Kopenhagen
- 2013 Confluence-BIM – Symposium, Kopenhagen
- 2015 BIM der perfekte Plan, BDA -Wechselgespräche, Stuttgart
- 2015 simsala-BIM, BDA im Gespräch , München
- 2015 design modelling symposium , Kopenhagen
- 2015 Autodesk University 2015, Darmstadt
- 2016 Autodesk University 2016, Darmstadt
- 2017 Paradoxien im BIM, Bau München
- 2017 DETAIL research, Forschungsinitiative Zukunft Bau, Hamburg
- 2017 Leben mit BIM , Nordbau Neumünster
- 2018 Leben mit BIM, BDA Niedersachsen
- 2018 AIA+BAP+IFC+PLM=BIM+CAD, Autodesk University 2018
- 2018 Innochain-Expanding Information Modelling, Kopenhagen
- 2019 design modelling symposium , Berlin
- 2021 AEC Tech
- 2022 design modelling symposium , Berlin
- 2023 UIA WORLD CONGRESS, Kopenhagen

Aufgaben bei Störmer Murphy and Partners

Herr Weyland betreut, optimiert und aktualisiert die gesamte technische Ausstattung, entwickelt Arbeitsweisen und Strategien für den Umgang mit EDV in unserem Planungsbüro. Er setzt dabei die Anforderungen des Managements an die technische Infrastruktur um. Somit stellt er eine Verbindung zwischen den Anwendern und der IT-Abteilung her. Seine Hauptaufgabe besteht darin, neue Technologien auf ihre Eignung hin zu untersuchen und diese in die IT-Struktur zu integrieren, falls sie eine wertvolle Ergänzung darstellen. Des Weiteren steht Herr Weyland der Geschäftsführung beratend zur Seite und unterstützt während der Zertifizierung von Projekten das Planungsteam. Das Büro ist Mitglied in der BIM-Allianz, wo Herr Weyland als Gesamtvorstandsmitglied in den Arbeitskreisen Nachhaltigkeit und Digitalisierung tätig ist.



DKV+, Köln (2005)



Holzbauhochhaus Roots
Hamburg (in Bau)
Hafencity Platinum Ecolabel
KfW 55 Standard



Stadtteilzentrum Freiham
München (in Bau)
DGNB Gold



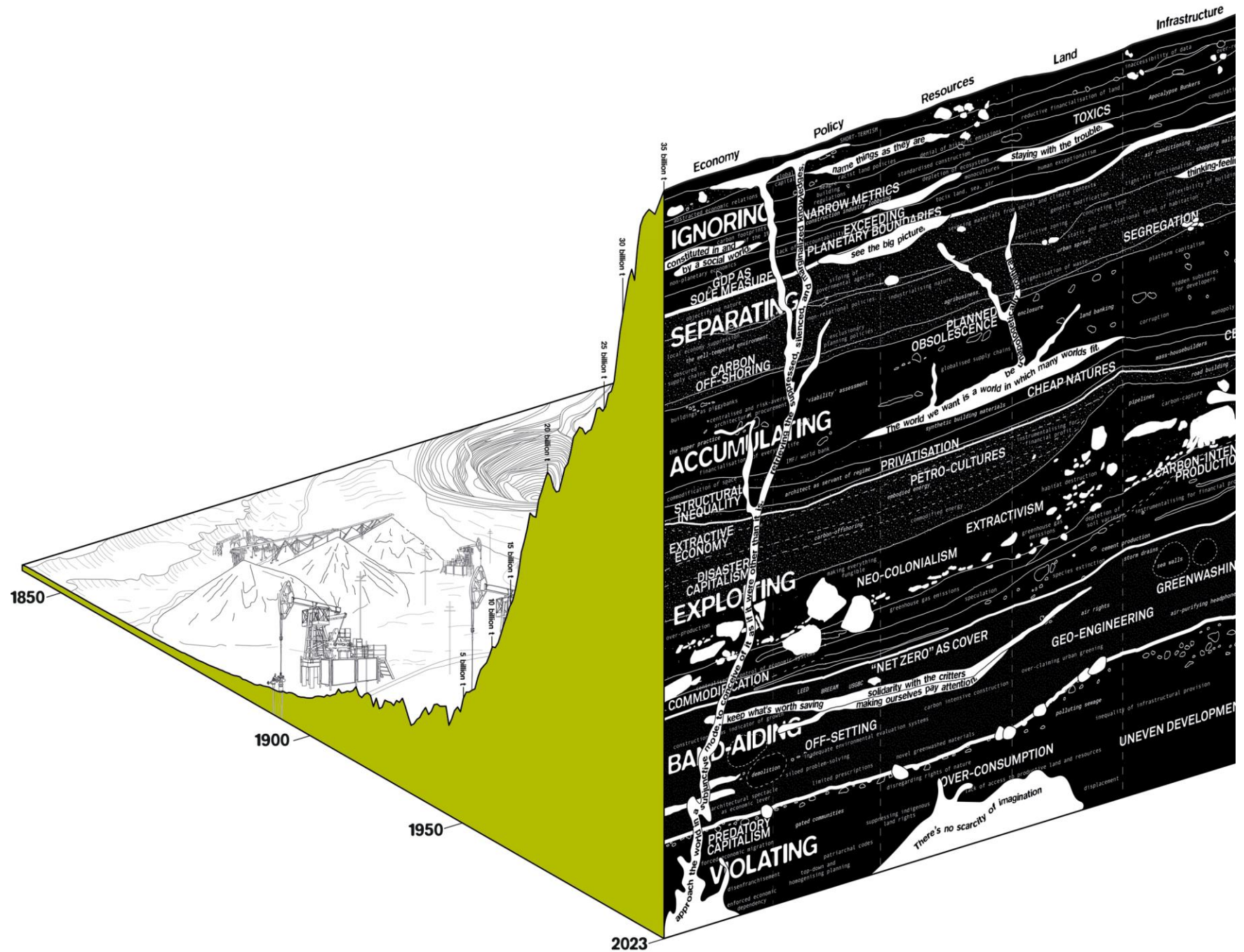
Zeisehof
Hamburg (2018)
DGNB Gold



Intelligent Quarters
Hamburg (2018)
DGNB Gold

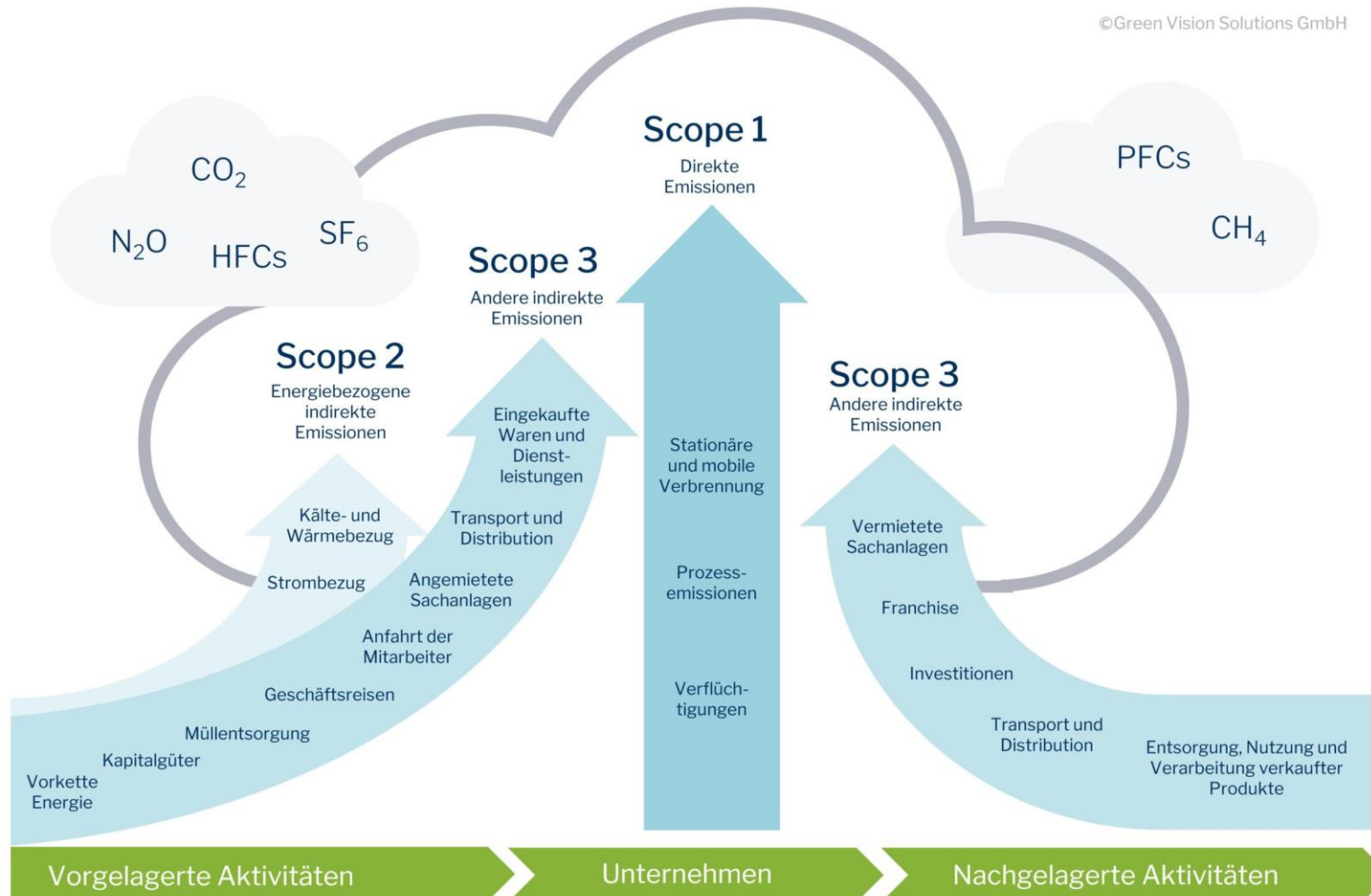


Fleetinsel Kontor
Hamburg (2017)
DGNB Gold



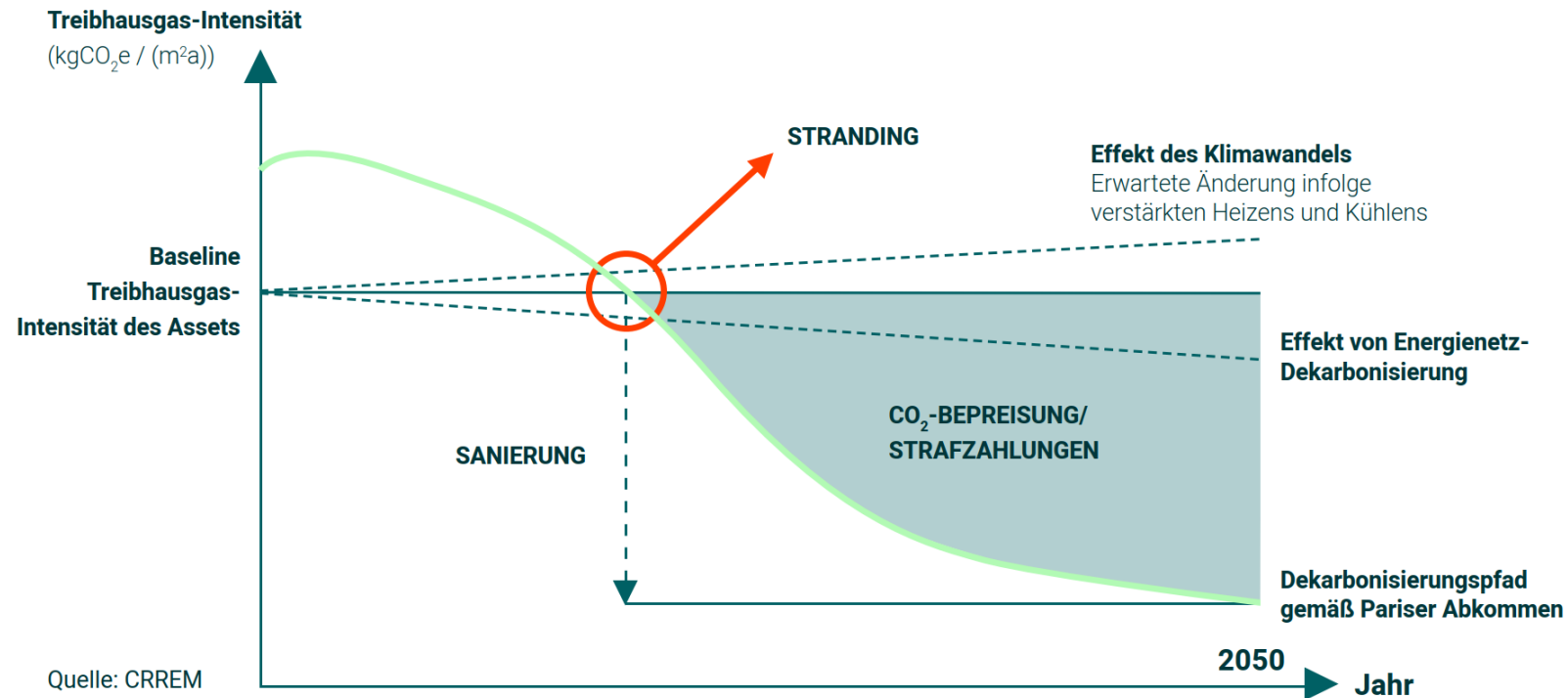
Regulatorische Bedingungen

©Green Vision Solutions GmbH



Regulatorische Bedingungen

Ohne Dekarbonisierungsmaßnahmen droht die Mehrheit der Immobilien zu „Stranded Assets“ zu werden



#3_ÖKOBILANZIERUNG Teil 1 (Stand 2022)

Was ist ein Ökobilanzierung:

Eine Ökobilanzierung (Life cycle assessment (LCA)) ist eine Analysemethode und stellt die potenziellen Umweltauswirkungen und die Energiebilanz eines Produktes im Idealfall über den gesamten Lebensweg „von der Wiege bis zur Bahre“ dar.

Ein Produkt kann in unserm Fall z. B. ein Gebäude sein, es kann sich dabei aber genauso um ein Konsumgut oder um eine Dienstleistung z. B. Reparatur eines Autos handeln.

Der Lebensweg beinhaltet die folgenden Lebensabschnitte:

- Rohstoffgewinnung und -erzeugung
- Energieerzeugung und Materialherstellung
- Anwendung/Nutzung
- Demontage, Abfallbehandlung und endgültige Beseitigung.

Das Cradle to Cradle-Prinzip (C2C) befasst sich mit diesem Zyklus und wird in einem separaten Newsletter genauer erläutert.

Regelwerk:

Die Grundsätze und Anforderungen sind in unterschiedlichen DIN-Normen beschrieben:

- In der „DIN EN ISO 14040-ÖKOBILANZ“ werden die Grundsätze und Rahmenbedingung festgehalten.
- In der „DIN EN ISO 14044-UMWELTMENEGMENT-ÖKOBILANZ-ANFORDERUNG UND ANLEITUNG“ [zurückgezogen] werden die Anforderungen an die Erstellung einer Ökobilanz beschrieben.

Die speziellen Lebenszyklusphasen für Gebäude sind in der „DIN EN 15643 - NACHHALTIGKEIT VON BAUWERKEN - ALLG. RAHMENBEDINGUNGEN“ und der „DIN EN 15978-NACHHALTIGKEIT VON BAUWERKEN - BEWERTUNG DER UMWELTBEZOGENEN QUALITÄTEN VON GEBÄUDEN“ festgehalten. Hier wird die Ökobilanz auf die Gebäudeebene reduziert (wird im nachfolgenden Newsletter #4_ÖKOBILANZIERUNG Teil 2 thematisiert).

Phasen einer Ökobilanz:

Eine LCA ist gem. DIN ISO 14040-Ökobilanz-Grundsätze und Rahmenbedingungen in vier Phasen aufgeteilt.

- Phase 1: Festlegung des Ziels und des Untersuchungsrahmens
- Phase 2: Sachbilanz
- Phase 3: Wirkungsabschätzung
- Phase 4: Auswertung

Die Phasen stehen in einem iterativen Bezug zueinander. Das bedeutet, dass durch mehrfaches Wiederholen der Phasen, nach Anpassungen einzelner Komponenten, eine Annäherung an eine Lösung oder ein bestimmtes Ziel gemacht wird. Zum Beispiel kann ein während der Analyse festgestellter Datenmangel eine Anpassung der anfänglich abgesteckten Systemgrenze zur Folge haben.

AUSBLICK:

10.08.2022 bau.akademie by Xella - Nachhaltiges Bauen
Anmeldung über [Link](#)
15.08.2022 DGNB - Digitale Infoveranstaltung Ressourcenpass
Anmeldung über [Link](#)

PHASE 1:

- Verwendungszweck.
- Nutzen & Funktion des Produkts.
- zu betrachtende Lebensabschnitte.
- Grenzen der Untersuchung.
- Definition der Einheit (z.B. 1 kg, 1 Haus oder 100m²).

PHASE 2 (quantitative Erfassung von):

- Ressourcenverbrauch wie Materialien oder Energieströme (Input) über Produktlebensweg.
- Emissionen in Luft, Boden und Wasser (Output) über Produktlebensweg.

Grundlage bilden Datenbanken wie z.B. die ÖkobaDat.

PHASE 3:

- Die zuvor gesammelten Daten werden verarbeitet, verknüpft und interpretiert.
- Größe und Bedeutung von Umweltwirkungen werden erkannt und beurteilt
- Beschränkung auf ein paar Wirkungskategorien und -indikatoren (z. B. das Treibhauspotenzial)

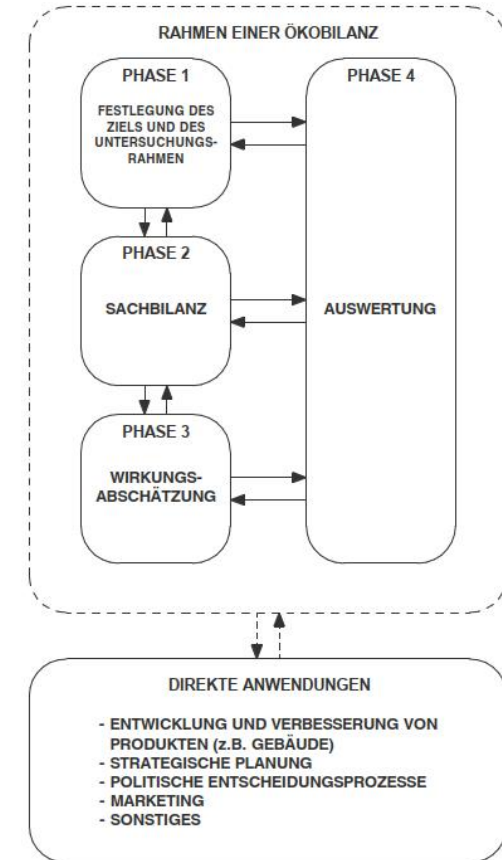
PHASE 4:

- Beurteilung der Ergebnisse der Sachbilanz und/oder der Wirkungsabschätzung in Bezug auf die Zielsetzung.
- Bewertung der Umwelteinflüsse des Produkts.
- Vergleichbarkeit unterschiedlicher Produkte auf die formulierte Zielsetzung.

Ziel einer Ökobilanzierung:

Ökobilanzen können Potenziale für einen effizienten Einsatz von Rohstoffen und Energie in den unterschiedlichen Lebenswegmodulen aufzeigen und somit zur Verringerung der Umweltbelastung durch die Bewertung des Produkts beitragen. Des Weiteren können LCAs als Grundlage für Vergleiche, Entscheidungen und Zielsetzungen dienen.

Durch die umfassende Analyse der Auswirkungen eines Produktes auf die Umwelt wird eine Grundlage geschaffen, um schlussendlich möglichst nachhaltige Produkte entwickelt zu können.



Darstellung: Phasen einer Ökobilanz gem. Quelle DIN EN ISO 14040

VERTIEFUNG:

DIN - Normen - Plan und Bauen [Link](#)
Bauwerk 01/2022 - Die Gebäudeökobilanz in 11 Schritten erklärt (S. 32-45)
[Link zur PDF](#)

„Die Bilanz muss stimmen. CO2-Emissionen in Architektur und Bauen“

Odo Marquard
Philosophie
des Stattdessen

Studien

Reclam

,



störmer,
murphy
and
partners.

2. Erhaltungssätze und negative Kompensationen

Diese Kompensationstheorie der Geisteswissenschaften gehört zu den Kompensationstheorien und heißt Kompensationstheorie, weil für sie der Kompensationsbegriff zentral ist. Dieser Kompensationsbegriff – nota bene – kommt philosophisch zunächst aus der Theodizee (Gott – schrieb Leibniz – hat die Übel durch Annehmlichkeiten »kompensiert«); erst dann wurde er zur psychoanalytischen Vokabel und – bei Helmuth Plessner und Arnold Gehlen – zum Leitbegriff der Anthropologie sowie – bei Joachim Ritter – zum Bestandteil der Theorie der modernen Welt.

Kompensationen sind der Ausgleich von Mangellagen durch ersetzende oder wiederersetzende Leistungen. Die Kompensationstheorie rechnet dabei nicht nur mit Einzelkompensationen, sondern auch mit Kompensationsensembles (mit Kompensationssyndromen), die zu relativ wandlungsresistenten Ausgleichslagen zusammenwirken, für die sich Erhaltungssätze formulieren lassen. Erhaltungssätze kennt man primär aus den Naturwissenschaften: etwa den Energieerhaltungssatz. Ich vermute waghalsig, daß man – zumindest versuchsweise – Erhaltungssätze auch kulturbezüglich formulieren kann mit der Grundstruktur: die Menge an x bleibt – zumindest längerfristig – dadurch konstant, daß Minderungen an einer Stelle durch Mehrungen an anderer Stelle ausgeglichen werden. Ein komplexes Beispiel ist dieses: In der modernen Welt wird die rationalisierungsbedingte »Entzauberung« der Wirklichkeit (Max Weber) ausgeglichen durch die spezifisch moderne Entwicklung des »ästhetischen« Faszinationspotentials;⁷ der Saldo aus Entzauberung und Bezauberung bleibt quasi konstant. Dabei handelt es sich um Konstanten – wandlungsresistente Lagen –, die durch Kompensationen aufrechterhalten werden: Bestimmte Verhältnisse bleiben konstant bzw. im Gleichgewicht, weil Verluste durch Gewinne und Gewinne durch Verluste kompensiert werden. Diese Optik der Ba-

lance prägt den Ansatz der Kompensationstheorien,⁸ zu denen die Kompensationstheorie der Geisteswissenschaften gehört.

Diese Kompensationstheorie der Geisteswissenschaften also wurde kritisiert: vor allem – ich sagte es schon – durch Geisteswissenschaftler; denn ihnen war die Kompensationstheorie der Geisteswissenschaften nicht edel – nicht absolut – genug. Ihr Einwand⁹ meint: Die Kompensationstheorie der Geisteswissenschaften verstößt – durch ihren Zentralbegriff, den Kompensationsbegriff – gegen das Affirmationsverbot und verletzt die Pflicht, die Geisteswissenschaften zur absoluten erlösenden Maßnahme oder sonstwie zum Unerhörten, Edlen und Heiligen zu machen. Kompensationen – heißt es dann – unterbieten dieses absolute Pensum, denn sie sind bloße Schönfärbereien. Dieser Einwand ist – neben mehreren anderen Gründen – schon allein deswegen problematisch, weil es keineswegs nur angenehme, sondern durchaus auch unangenehme Kompensationen gibt. Die »Natur« – diese Kompensationsformulierung habe ich zuerst von Wilhelm Szilasi gehört – »ist gerecht: macht sie ein Bein kurz, macht sie das andere dafür umso länger«. Es gibt negative – unbehagliche – Kompensationen und darum auch eine kulturelle Kompensationsdynamik, die sich in entsprechenden negativen Erhaltungssätzen formulieren läßt, von denen ich hier vier – in diesem Abschnitt zunächst drei – kurz andeute. Da ist:

a) der Satz der Erhaltung der Konfusion. Ein Minimum an Unordnung wird – gerade auch kulturell – stets wiederhergestellt. Wo sie durch Ordnung gestört wird, wird diese Störung alsbald beseitigt. Ordnung – hat Aristoteles gesagt – ist eine *stereis*, *privatio*, Beraubung: Ein Hausbau raubt einem Steinhäufen seine Haufenhaftigkeit. Gerade auch ein Mangel an Chaos erzwingt dann seinen Ausgleich: eine Kompensation im Dienste der Erhaltung des Durcheinanders; darum vielleicht stürzen Häuser schließlich ein. Wer

HANS KOLLHOFF

Architekten

Ein Metier baut ab



zu Klampen

,



störmer,
murphy
and
partners.

schen Mietshaus, wie wir es aus Paris, Wien oder Mailand kennen – besser geht es nicht! Solche Quartiere sollte man rigoros unter Schutz stellen und verbieten, auch nur die Fassaden anzutasten, um sie energetisch zu »optimieren«.

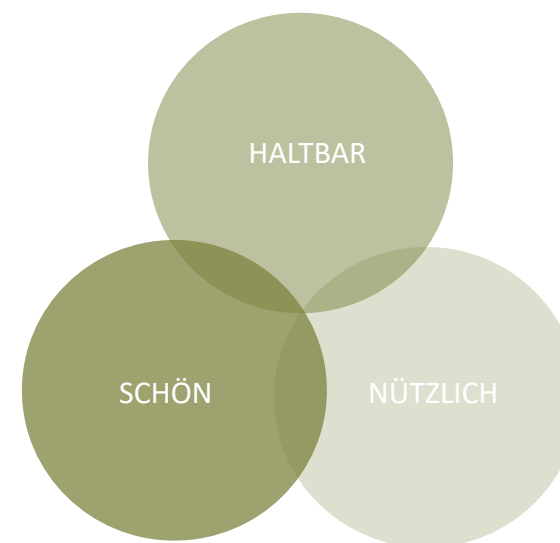
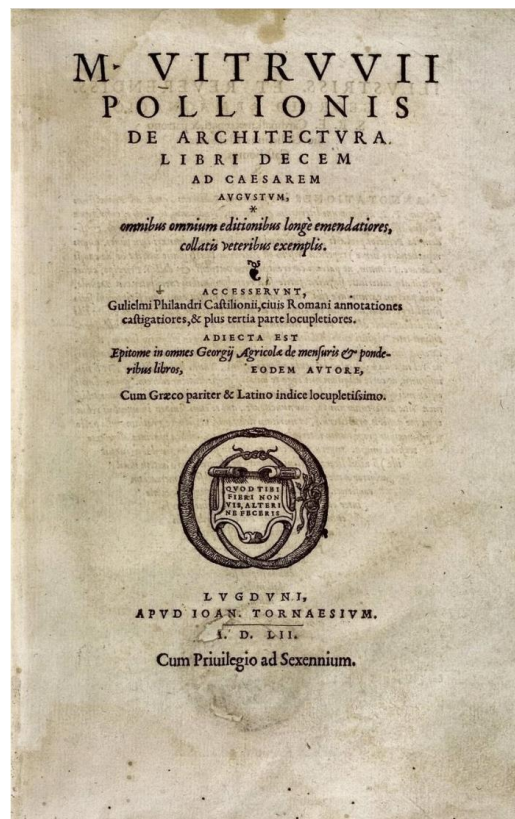
Selbst für einen erfahrenen Architekten ist es heute schwer, einzusehen: Es gibt nichts Nachhaltigeres als die vor 150 Jahren gebauten Gründerzeithäuser, nicht zuletzt deshalb, weil sie immer noch nicht abgerissen und der Kreislaufwirtschaft zugeführt wurden. Das Kreislaufdenken ist reines Profitinteresse der Bauwirtschaft, die gut lebt mit Abriss und Neubau und dem ganzen Rattenschwanz »grüner« Haustechnik, der da dranhängt, mit Normen und Gütesiegeln nobilitiert, vom Bund gefördert – und nach 20 Jahren schrottreif. Die Kreislaufwirtschaft widerspricht ja nicht nur dem Selbstverständnis des Architekten, sondern auch einer vernünftigen Vorstellung von Nachhaltigkeit.

Zugunsten dieser über Jahrhunderte optimierten Bauweise sollte man auch aufhören mit dem »sozialen« Wohnungsbau, erfunden in der Bauhauszeit und anfänglich als Genossenschaftsmodell noch erfolgreich, erscheint er heute als Anachronismus am Stadtrand. Ist er überhaupt nötig, fragt man sich angesichts der Milliarden, die plötzlich ausgegeben werden, ohne mit der Wimper zu zucken. Wo lebt denn, wer sich in Dahlem keine Villa leisten kann, aber auf den sozialen Wohnungsbau nicht länger angewiesen ist? Hätte man nicht längst die Städte von innen her wiederbeleben, bewusst die problematischen Flächen in Angriff nehmen können, Areale, die vor sich hindümpeln, weil man nicht einfach im großen Stil drauflos »metern« kann? Flächen mit Kontamination, eigentumsrechtlichem Klärungsbedarf, Emissionsbelastung, kontroversen politischen Ansprüchen und schließlich die Millionen kleiner Parzellen, wo Neubau »sich nicht rechnet« und eine um sich greifende Verwahrlosung in Kauf genommen wird.

Manchmal wird die Zukunft von der Vergangenheit eingeholt, wie jetzt, wo das Ende der Shopping-Meilen absehbar ist, die die Städte an ihren empfindlichsten Stellen verletzt und ihre wertvollsten Stadträume nicht selten zerstört haben, nur um mit Billigkonsum und der deutschen Schnäppchenjägerei Profit zu machen unter dem Slogan »Lebendige Stadt«. Jetzt kann man dort hoffnungsvoll der Zukunft entgegensehen, den Fußgängerzonenmüll beseitigen und die Straße wieder hervorholen mit tatkräftiger Unterstützung der Architekten. Wieder zu wohnen im Stadtzentrum, dieses Ziel rückt in greifbare Nähe, die »Innenstadt als Wohnort«, einem Motto der Berliner IBA folgend. Man könnte wieder mit der Familie spazieren gehen, ohne dass einem das Geld ständig aus der Tasche gezogen wird. Und man könnte auf den entrümpelten Plätzen wieder sitzen und mit Freunden ein Bier trinken, wie das heute nur noch im Süden, ja, schon in Franken möglich ist.

Am glücklichen und erfüllten Leben gilt es anzusetzen und nicht am technischen Innovationspotential und den damit verbundenen Profiten! Das und nichts anderes ist nach wie vor die Aufgabe für uns Architekten. Dabei wird die Abwägung der Mittel auf Gewohnheiten hinauslaufen und nicht auf Erfindungen, auf Lebensqualität und nicht auf Vermarktung, auf Genuss und nicht auf Profit. Für den Entwerfer gilt wieder, die Auswirkungen der Skizze im voraus am eigenen Leib zu spüren. Ja, man sollte wieder skizzieren, damit der Computer nicht fremdbestimmte Wege geht, zumal sich alle gerade »BIM« (Building Information Modeling) unterwerfen, einem zwiespältigen Geschäftsmodell. Deshalb sollten die Architekturstudenten wieder auf die altmodische Grand Tour geschickt werden, nicht nur um die architektonischen Vorbilder kennenzulernen, sondern die urbane Lebensfreude, die der Massenkonsum noch nicht erstickt hat, in südlichen Ländern und Städten, in Carpi etwa in der Emilia

[1] BAUKULTUR



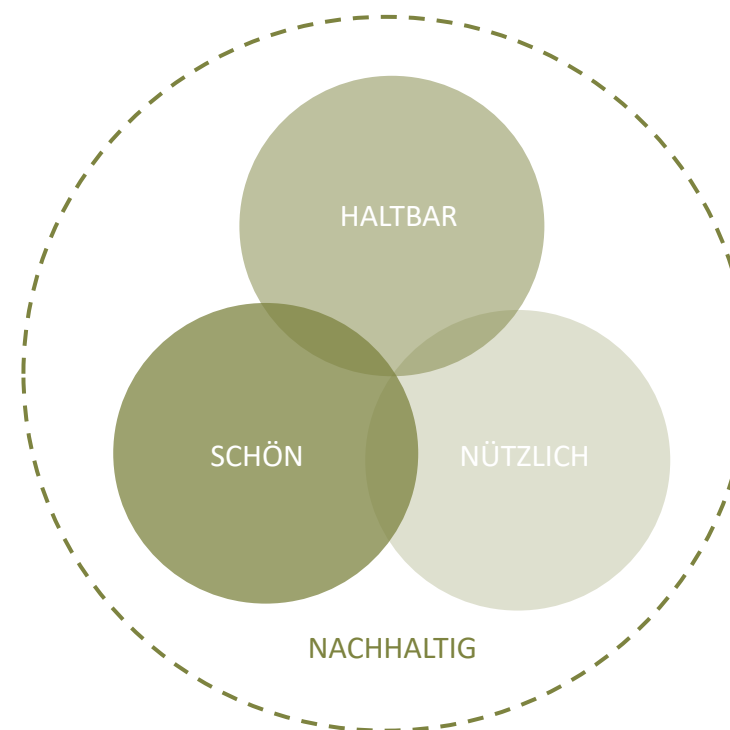
Frei nach Vitruv ...

[1] BAUKULTUR

VERANTWORTUNGS - [BAU] KULTUR

Wir müssen dem Vitruv'schem Dreiklang aus *Nützlichkeit*, *Dauerhaftigkeit* und *Schönheit* eine weitere Komponente hinzufügen, der *Zeit (-angemessen)*.

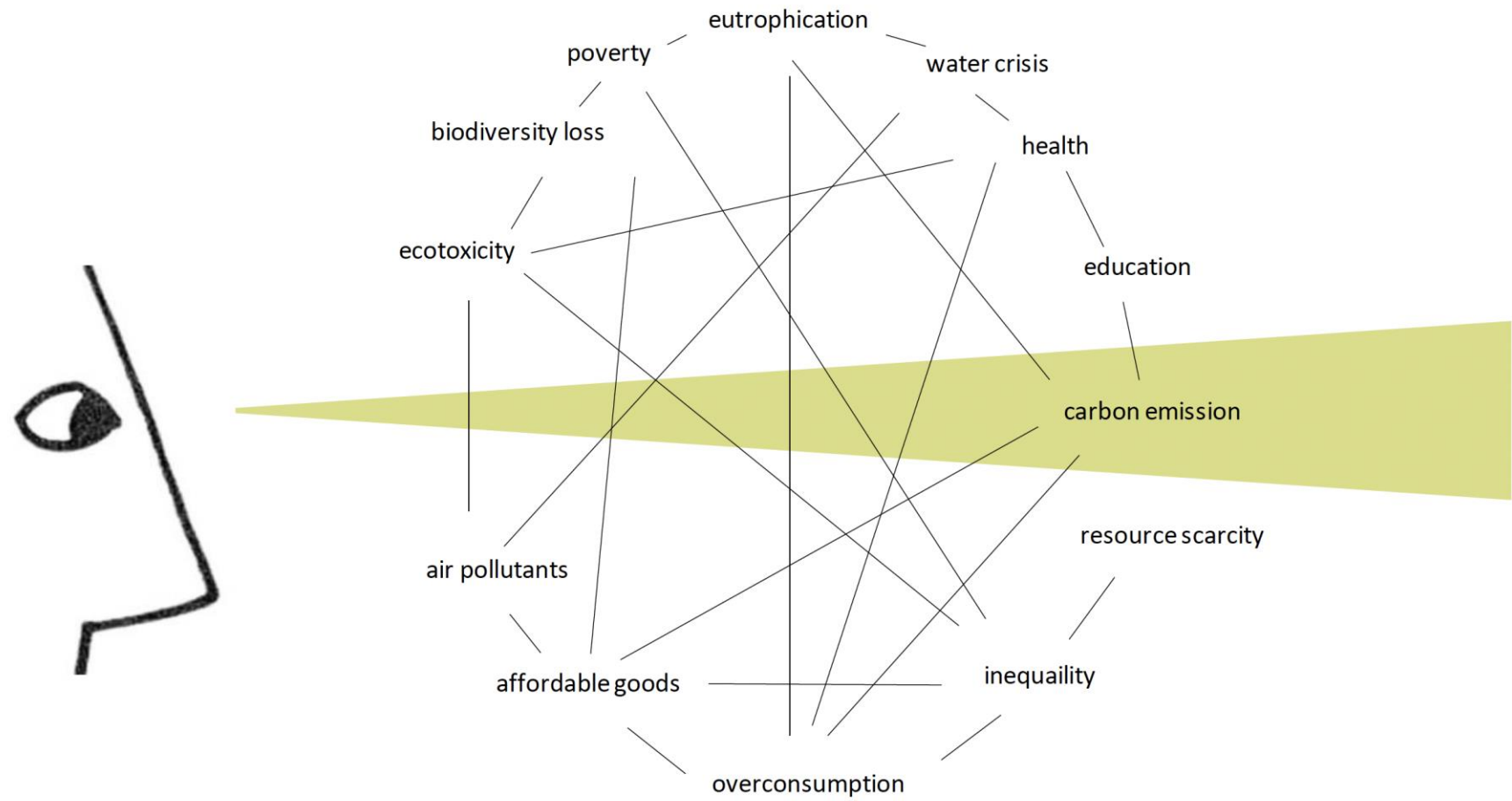
Gebäude können nur noch als Baukultur betrachtet werden, wenn nicht der *Lebensraum von Lebewesen zerstört wird.....*

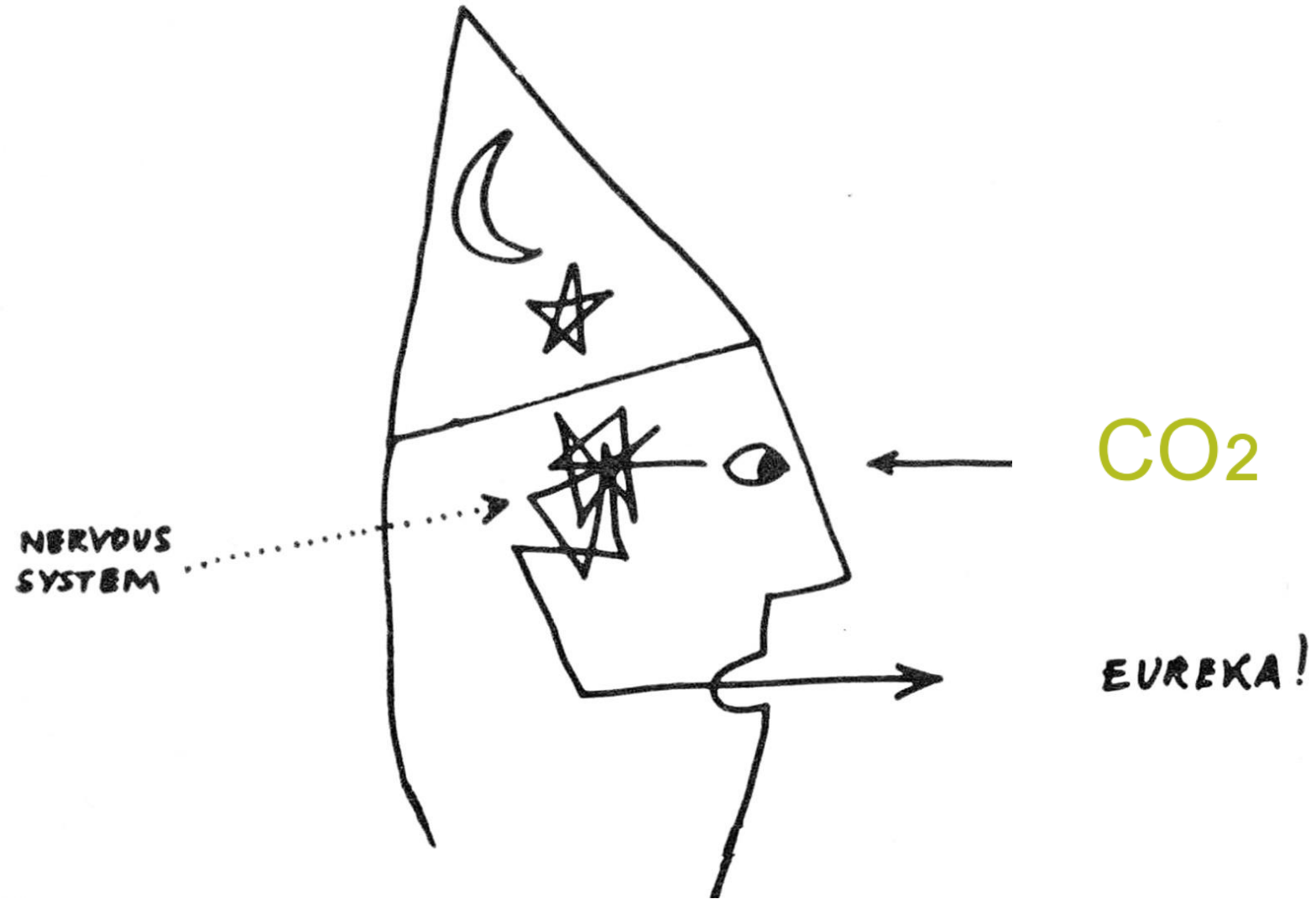


Frei nach Vitruv erweitert.

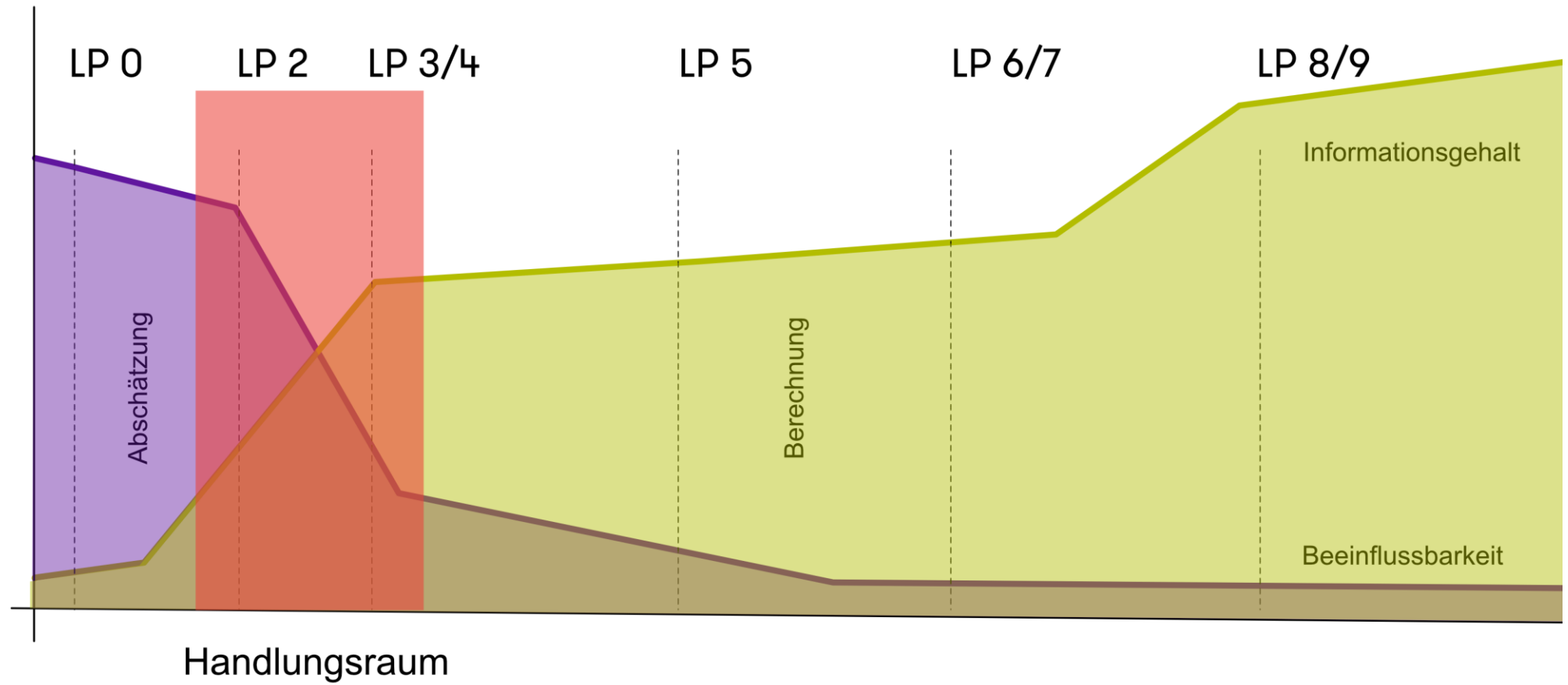
#2 Round Table [Re-Use + Rethink]² = Reduce

CO₂ ≠ Nachhaltigkeit





LPH	Stufe	Entscheidungspunkt	Entscheidungen in der Planung	Planungsumfang	Körnigkeit / Tiefe der benötigten statistischen Daten
1	CO ₂ -Rahmen	Entscheidung über die Bedarfsplanung	Flächenbedarfe, projektbezogene Klimaziele, Taxonomie-Anforderungen	Durchschnittlicher CO ₂ -Verbrauch auf Basis von Vergleichsprojekten über typologiebezogene Gebäudekennwerte	Statistische Vergleichsprojekte (ähnlich wie bei Baukosten auf 1. Ebene der DIN 276)
2	CO ₂ -Schätzung	Entscheidung über den Vorentwurf und die Primärkonstruktion, Entscheidung über Varianten	Wahl der wesentlichen Primärkonstruktionsarten	CO ₂ -Ermittlung unter Nutzung von bauteilbezogenen Vergleichswerten verschiedener Entwurfs- und Konstruktionsvarianten	Daten Grobelemente (analog 2. Ebene DIN 276; Gegenüberstellungen Holzbau, Stahlbetonbau, Mauerwerksbau etc.)
3	CO ₂ -Berechnung	Entscheidung über den Entwurf und Oberflächen	Wahl der wesentlichen Oberflächen	CO ₂ -Ermittlung auf Basis von bauelementbezogenen Vergleichswerten	Daten Bauelemente (analog 3. Ebene DIN 276; z.B. Gegenüberstellungen Fassadenkonstruktionen, Fensterarten etc.)
4	CO ₂ -Nachweis	Bauantragsunterlage	Ggf. zukünftig gefordert		Je nach rechtlicher Grundlage
5-6	CO ₂ -Konkretisierung	Entscheidung über Aufbauten und Materialien	Wahl der Materialien und Produkte	Präzisierung der CO ₂ -Berechnung auf Basis der detaillierteren Planungstiefe und Festlegung weiterer Materialien	Material-/produktbezogene Daten (z.B. Gegenüberstellung / Bandbreite verschiedener Fußböden / EPDs von Herstellern)
7-8	CO ₂ -Fortschreibung	Entscheidung über Änderungen und Claims	Anpassung bei Änderungen und Nachträgen	Prozessbegleitende Kontrolle bei Änderungen und Nachträgen	Wie zuvor, wird fortgeschrieben
8	CO ₂ -Feststellung	Bilanzierung / Zertifizierung	Retrospektive Betrachtung und Abgleich zu den Projektzielen	Feststellung der tatsächlichen Verbräuche nach Fertigstellung auf Basis der finalen CO ₂ -Fortschreibung	Ende eines Monitoring, z.B. Zusammenstellung für eine angestrebte Zertifizierung



Johannes Gantner
Petra von Both
Karsten Rexroth
Sebastian Ebertshäuser

Rafael Horn
Olivia Jorgji
Christian Schmid
Matthias Fischer

DOI: 10.1002/bapi.201800016

Sonderdruck

Ökobilanz – Integration in den Entwurfsprozess

BIM-basierte entwurfsbegleitende Ökobilanz in frühen Phasen einer Integralen Gebäudeplanung

Univ.-Prof. (em.) Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. mult. Karl Gertis zum 80. Geburtstag gewidmet

Die Methode der Ökobilanzierung bildet seit mehreren Jahren die Grundlage in Nachhaltigkeitsbewertungssystemen wie DGNB und BNB zur Bewertung der Umweltwirkungen von Gebäuden. Bisher werden Gebäudeökobilanzen lediglich als Nachweisinstrument verwendet und nicht planungsbegleitend als Optimierungstool zur Entscheidungsunterstützung. Dies liegt vor allem an dem hohen zeitlichen Aufwand der Erstellung einer Ökobilanz – speziell die Erarbeitung der hierzu notwendigen Datengrundlage. Um diesen zu verringern und so den planungsbegleitenden Einsatz von Gebäudeökobilanzen zu vereinfachen, wurde ein Konzept erarbeitet, das Ökobilanzergebnisse bereits in frühen Planungsphasen auf Basis von LCA Benchmarks und mit unterschiedlichem Detaillierungsgrad ermöglicht. Hierzu wurden der Informationsstand und die jeweilige Fragestellung je Planungsphase auf Basis des Konzeptes der integralen Planung abgeleitet, eine Datenermittlung mittels Building Information Modeling (BIM) angedacht und umgesetzt. Insgesamt wurden somit vier verschiedene Detailebenen entwickelt, die ähnlich der Kostenschätzung von Gebäuden, eine Abschätzung der Umweltwirkungen in unterschiedlichen Konkretisierungsstufen ermöglichen.

Stichworte: Ökobilanz; Integrales Planen; Building Information Modeling (BIM); Gebäudeökobilanzbenchmarks; Ökobilanzdetailierungsebenen

1 Einleitung

Bei Fragen der Ressourceneffizienz und ökologischen Qualität steht das Bauwesen noch immer vor großen Herausforderungen, insbesondere im effizienten, effektiven und ökologisch tragbaren Umgang mit Ressourcen und in der Reduktion treibhausgasrelevanter Emissionen [1]. Im Fokus der Betrachtung stand hierbei lange nur der Energiebedarf in der Nutzungsphase. Zwar konnte durch gesetzliche Regularien – beispielsweise die Wärmeschutz- bzw. Energieeinsparverordnungen der Bundesrepublik Deutschland und den damit verbundenen höheren energetischen Gebäudestandards – der Primär- und Endenergiebedarf für ein Gebäude in den vergangenen 40 Jahren deutlich gesenkt werden (Bild 1) [2]. Gleichzeitig hat sich aber in diesem Zeitraum der gesamte Ressourcenverbrauch weltweit mehr als verdreifacht.

Insbesondere die nicht-metallischen Mineralien zeichnen nahezu eine Verdoppelung ihres Anteils am ge-

Integrating LCA in concept of integral planning – accompanying LCA in early phases using Building Information Modeling (BIM)
The consideration of resource consumption and greenhouse gas relevant emissions is becoming increasingly important. The life cycle assessment method has been the basis for several years in sustainability assessment systems such as DGNB and BNB for assessing the environmental impact of buildings. So far, LCA has only been used as a verification tool and not within the planning process as an optimization tool. This is mainly due to the time required to set up a life cycle assessment. In order to reduce the expenditure of time and to facilitate accompanying building LCAs, a concept was developed which enables the use of building LCAs already in early planning phases on the basis of benchmarks and on varying degrees of detail. In addition, the level of information and the respective questions per planning phase were derived on the basis of the concept of integral planning; data gathering using Building Information Modeling (BIM) was planned and implemented. In total, four different levels of detail were developed, which, similar to the cost estimation of buildings, allow an estimation of the environmental effects in different concretization stages.

Keywords: Life Cycle Assessment (LCA); Integral Planning; Building Information Modeling (BIM); LCA levels of detail; Building LCA Benchmarks

samen Ressourcenverbrauch (Bild 2) – Baustoffe, wie beispielsweise Sande, Kiese oder Gesteine, die in den wachsenden Agglomerationen für den Bau- und Infrastruktursektor benötigt werden [3]. Es muss folglich der gesamte Ressourcenbedarf für Konstruktionen und Baumaterialien sowie deren Beitrag zum Klimawandel und zu weiteren ökologischen Wirkungsfeldern in den Fokus rücken. Allein im Bauwesen ist dieser Ressourcenbedarf immens: In Deutschland werden jährlich etwa 550 Mio. Tonnen mineralische Rohstoffe, 5,5 Mio. Tonnen Baustahl und 28 Mio. Tonnen Zement verbaut. Hinzu kommen noch jährlich 192 Mio. Tonnen Bau- und Abbruchabfälle – über 50% des deutschen Abfallaufkommens [4].

In nationalen und internationalen Bewertungssystemen zum nachhaltigen Bauen hat sich die Ökobilanz nach DIN EN ISO 14040/44 [5, 6] als eine Methode etabliert, um in konsistenter Weise sowohl den Ressourcenbedarf als auch den (schädlichen) Beitrag zum Klimawandel und zu weiteren ökologischen Problemfeldern zu quantifizie-



Influence of BIM's level of detail on the environmental impact of buildings: Danish context

Natalia Nawrocka, Michaela Machova, Rasmus Lund Jensen, Kai Kanafani, Harpa Birgisdottir, Endrit Hoxha*

Department of the Built Environment, Aalborg University, Denmark

ARTICLE INFO

Keywords:
Life cycle assessment (LCA)
Life cycle inventory (LCI)
Global warming potential (GWP)
Level of detail (LOD)
Building information modelling (BIM)

ABSTRACT

Integrating a BIM-based life-cycle assessment (LCA) in the early design stages of building projects can promote a reduction of environmental impacts. However, the reliability of the analysis depends on the quality of the model. BIM modelling of timber-frame construction is often simplified, potentially hindering the LCA outcome due to quantity inaccuracy and a failure to consider elements regarded as negligible. This study addresses the methodological problem that influences the calculation of the environmental impact by examining the various environmental impacts caused by inventory data obtained from BIM models with a level of detail of (LOD) 350–400 vs LOD200. The environmental impacts obtained from both models of a timber building calculated through an attributional LCA method are compared. Material inventory sourced from the LOD200 model results in a 14.7% lower value of embodied impact. The discrepancies resulted from aluminium, mineral wool and bitumen, which are identified as critical materials requiring quantity adjustment. Relying on simplified BIM models for LCA may lead to the GWP being under-estimated with incorrect identification of hotspots in the early design stages. The results also question the cut-off criterion of the current EN15978 norm that serves as a foundation for developing environmental policies within the industry. It recommends exclusion of materials constituting less than 1% of the overall mass from the system boundary. This study underscores the potential significance of materials falling below this threshold, challenging the validity of the criterion, and suggesting that such materials should be carefully evaluated and included in the LCA to ensure a comprehensive assessment of the environmental impacts. The overall objective of the study is to emphasize the importance of employing accurate BIM models in LCAs to make informed decisions that are aligned with the sustainability goals, encouraging practitioners to consider the impact of critical materials, even those with seemingly minimal contributions. With this knowledge, the practitioners are able to take meaningful actions that compensate for the LCA uncertainty, mitigating the environmental burden of the most impactful areas. Most importantly, the findings aim to identify the error in design LCA versus as-built studies, helping to develop design LCA tools that predict the as-built impact more precisely and earlier in the design process. The findings can also improve the expected building model definition in carbon policies.

1. Introduction

The ambitions set out in the Paris Agreement and the UN Sustainable Development Goals unequivocally strive to prevent the irreversible environmental degradation. Despite widespread efforts to reduce the impacts of climate change across various sectors, the construction industry remains a major contributor, accounting for an alarming 42% of total energy consumption and 35% of greenhouse gas emissions [1].

LCA is a widely used methodology for evaluating the environmental

impacts of buildings (EN-15978, 2012). It distinguishes between impacts associated with energy consumption throughout its lifetime (e.g. heating, lighting, etc.), and embodied impacts stemming from materials and components (e.g. production, transport, etc.) [2]. While substantial progress has been made in reducing operational energy through guidelines, tools, codes, and low-carbon technologies [3], addressing the embodied impacts lacks global consistency and standardized practices [4]. Several studies indicate that the impacts of the embodied CO₂e can exceed those from the operational stage [2,5,6].

* Corresponding author.

E-mail address: enho@build.aau.dk (E. Hoxha).

<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2023.110875>

Received 12 June 2023; Received in revised form 30 August 2023; Accepted 24 September 2023

Available online 1 October 2023

0360-1323/© 2023 The Authors. Published by Elsevier Ltd. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Graue Emissionen im Bauwesen – Bestandsaufnahme und Optimierungsstrategien

Die menschengemachten CO₂-Emissionen sind weiterhin viel zu hoch, um die 2015 im Pariser Klimaabkommen gesetzten Ziele – nämlich eine Beschränkung der Erderwärmung auf 1,5°C im Vergleich zum vorindustriellen Zeitraum – zu erreichen. Das Bauwesen spielt dabei eine besondere Rolle, denn es ist anteilig der größte Emittent des klimaschädlichen Gases CO₂. Der vorliegende Aufsatz untersucht deshalb Umfang und Reduktionspotenzial der grauen Emissionen, die für Herstellung, Einbau und Abbruch von tragwerksrelevanten Bauelementen in Deutschland entstehen. Ziel ist es hierbei, einzuhaltende Grenzwerte aufzuzeigen und zu erläutern, welche Maßnahmen bereits in frühen Planungsphasen eine deutliche Reduktion der grauen Emissionen möglich machen.

Stichworte Graue Emissionen; Nachhaltigkeit; Bauwesen; CO₂-Budget

1 Grundlagen

1.1 Aktuelles Emissionsgeschehen und globale Zielsetzungen zur Reduktion von Emissionen

Die Auswirkungen des Bauwesens auf Umwelt und Klima unseres Planeten sind in ihrer Komplexität nur schwer zu erfassen. Einige der wichtigsten zu berücksichtigenden Überlegungen werden von den Autoren an anderer Stelle bereits ausführlich behandelt [1–4]. Im Folgenden sollen lediglich die direkten Beziehungen zwischen globalen Emissionen, dem Bauwesen und der Zielsetzung des Pariser Klimaabkommens in den Fokus gerückt werden.

Ende 2015 einigte sich die internationale Staatengemeinschaft in Paris darauf, die Erderwärmung im Vergleich zur vorindustriellen Zeit möglichst auf weniger als 1,5°C zu begrenzen. Ein wesentlicher Treiber der Erderwärmung ist das klimaschädliche, geruchlose Gas CO₂. Um konkrete Ziele und Grenzwerte für Deutschland definieren zu können, kalkulierte der Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) zuletzt 2020 in seinem Umweltgutachten das CO₂-Restbudget Deutschlands. Für ein Erreichen des 1,5°-Ziels mit einer Wahrscheinlichkeit von 50% kann Deutschland im Zeitraum 2020–2050 noch 4,2 Gt (1 Gt = 1 Mrd. t) CO₂ emittieren [5]. Dies entspricht einem Anteil der globalen CO₂-Emissionen von 1% und widerspiegelt in etwa den Bevölkerungsanteil Deutschlands. Aktuell emittiert die Bundesrepublik jedoch knapp 2% der globalen Emissionen [6].

Bei den nachfolgenden Berechnungen sind die Autoren von einem noch verfügbaren deutschen CO₂-Budget von

Embodied emissions in the building sector

The global, manmade CO₂-emissions remain on a high level. Too high to meet the objectives that were set in the Paris agreement on climate change in 2015. Reducing the global warming to 1,5°C compared to preindustrial times seems to be a hopeless endeavor. When it comes to a sustainable future, the building industry is the most critical sector since it emits the most climate harming CO₂-emissions. In this paper we address the embodied emissions that occur with production, implementation and disassembly of construction materials in Germany. It is shown what limits must not be overtaken and which manners enable a reduction of emissions in early planning phases.

Keywords embodied emissions; sustainability; construction; CO₂ budget

3,4 Gt CO₂ bis zum Jahr 2050 ausgegangen, um den zeitlichen Versatz zum Ausgangspunkt der SRU-Kalkulationen abzubilden. Hierbei sei explizit darauf hingewiesen, dass in den ersten 15 Monaten des Zeitraums 2020–2050 (= 4% des betrachteten Zeitraums) bereits 0,8 Gt bzw. 19% des ursprünglichen deutschen CO₂-Budgets von 4,2 Gt verbraucht worden sind.

Die Bedeutung des Bauwesens für ein Erreichen der Klimaziele ist enorm. Laut einem Bericht der International Energy Agency (IEA) sind Gebäude weltweit zurzeit für 38% der CO₂-Emissionen verantwortlich (Bild 1) [7].

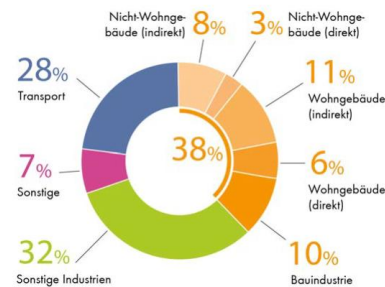


Bild 1 Verteilung der globalen CO₂-Emissionen, Stand 2019, erstellt nach [7]
Distribution of global CO₂ emissions

BENCHMARKS FÜR DIE TREIBHAUSGASEMISSIONEN DER GEBÄUDEKONSTRUKTION

Ergebnisse einer Studie mit 50 Gebäuden

Zusammenfassung	1
Abstract	1
1. Einführung	2
HINTERGRUND	2
ZIELSETZUNG	2
2. Vorgehensweise und Methodik	3
VORGEHEN	3
DARSTELLUNG DER STICHPROBE	3
BESTIMMUNG DER DIFFERENZIERUNGSMERKMALE	4
RAHMENBEDINGUNGEN DER ERHEBUNG	5
3. Ergebnisse der Auswertung	5
NORMIERUNG	5
TREIBHAUSGASEMISSIONEN BAUWERK (GWP _K)	5
AUSWERTUNG NACH WEITEREN EINFLUSSFAKTOREN	7
4. Ergebnisse der Auswertung	11
DARSTELLUNG UND EINORDNUNG DER ERGEBNISSE	11
KRITISCHE BEURTEILUNG DER ERGEBNISSE	13
AUSBLICK UND FAZIT	13
Glossar	15
Abkürzungsverzeichnis	16
Tabellen- und Abbildungsverzeichnis	16
Anhang	17

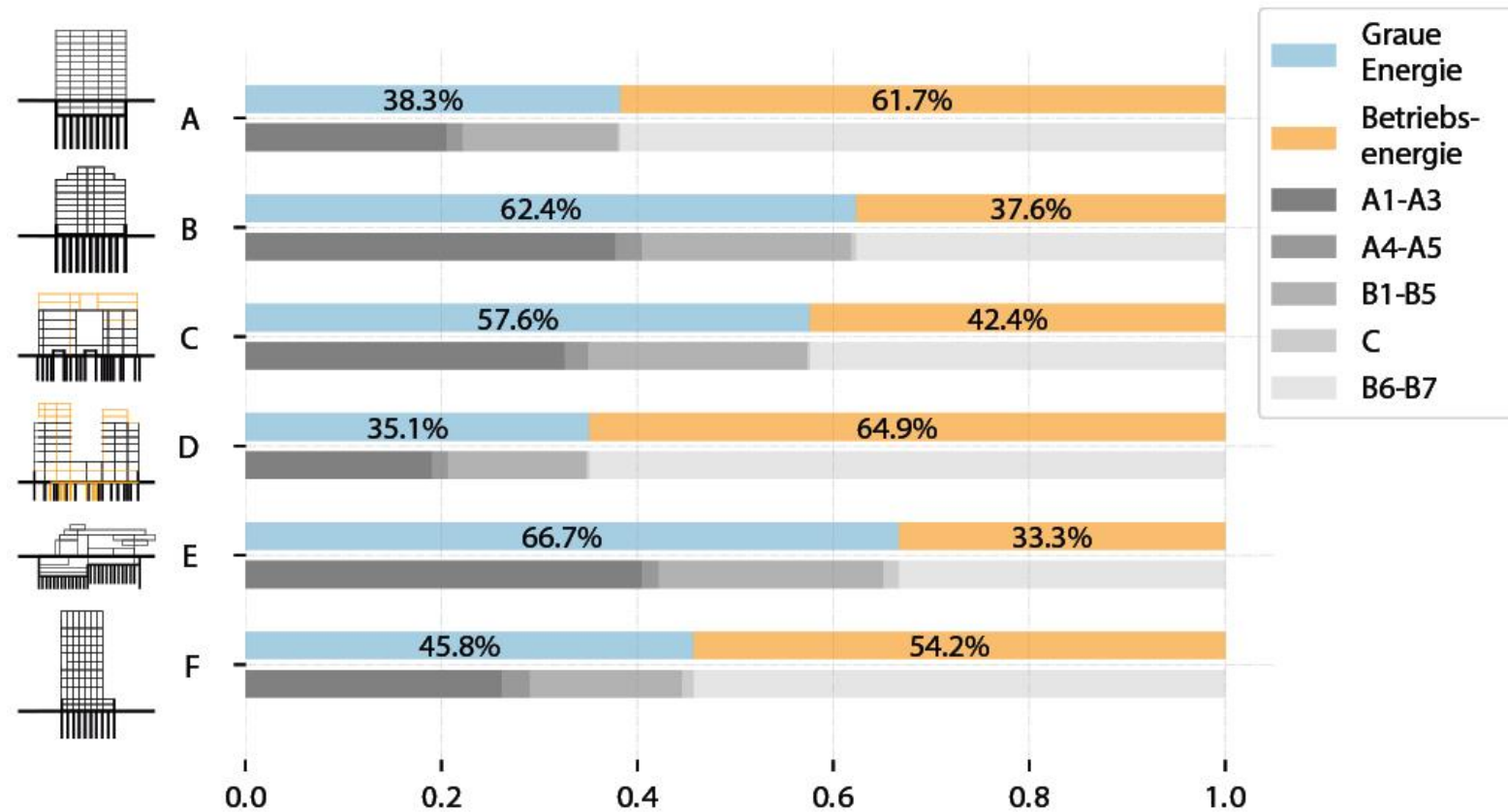


Bild 1 Anteil des embodied carbon, also der CO₂-Äquivalente, die die Herstellung eines Gebäudes beinhaltet, gegenüber den CO₂-Äquivalenten, die der Betrieb des Gebäudes verursacht – Grundlage der Abbildung sind die Analysen von sechs Neubauten energieeffizienter Gebäude [1]

Lebenszyklusanalyse und parametrischer Raumentwurf von Christoph Gengnagel und Diego Apellániz 17. April 2023

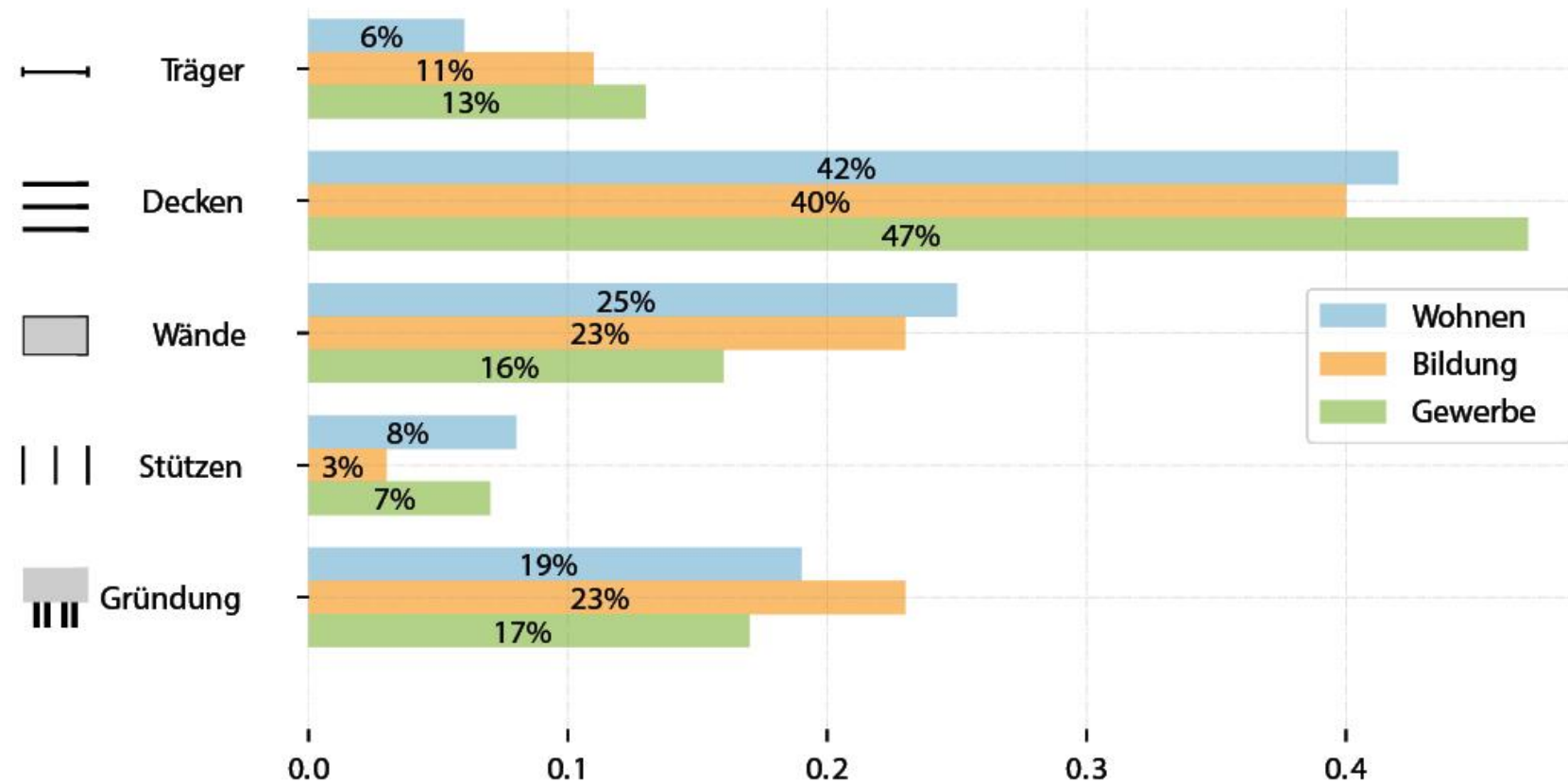


Bild 3 GWP_k eines Bauwerks je nach Tragwerkelement und Gebäudenutzung [2]

Lebenszyklusanalyse und parametrischer Raumentwurf von Christoph Gengnagel und Diego Apellániz 17. April 2023

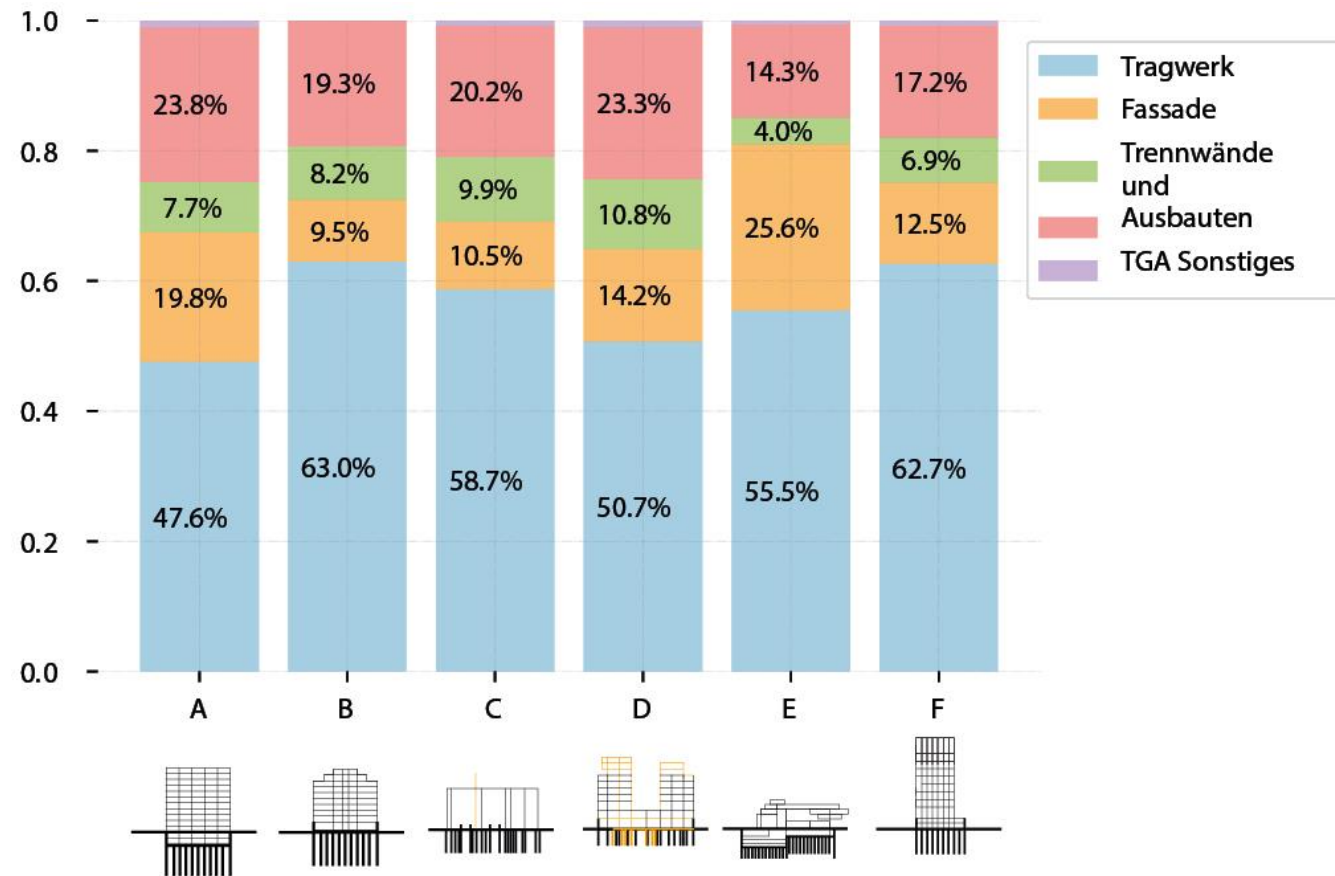
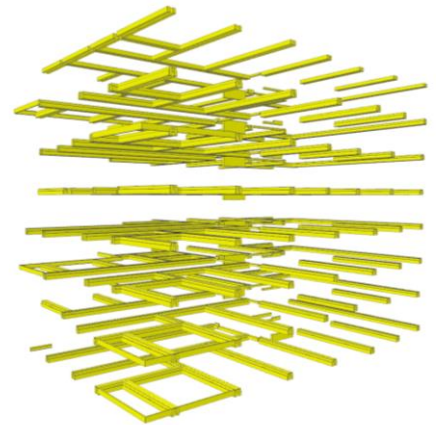
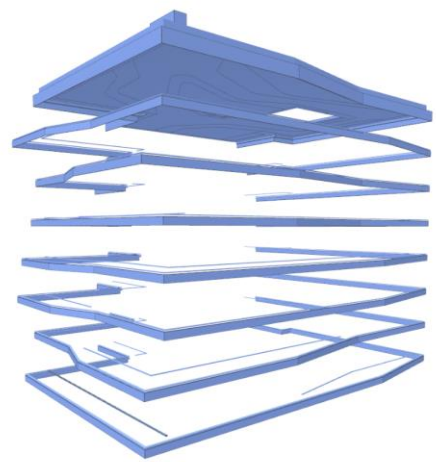
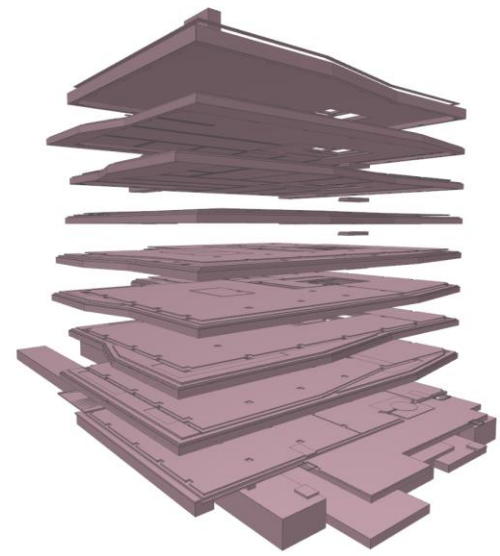
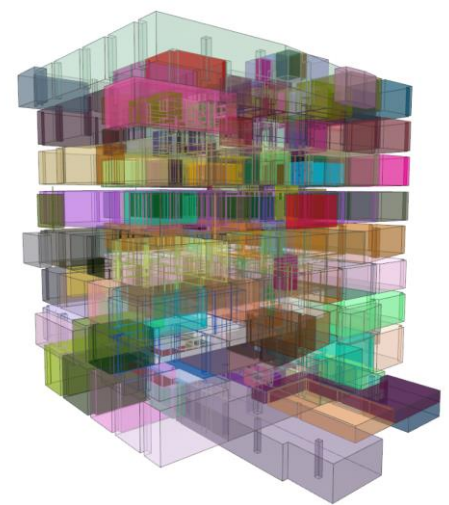
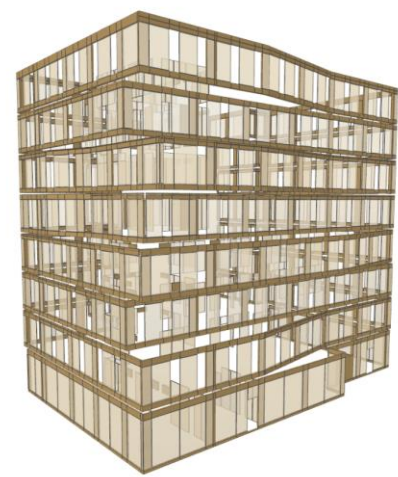
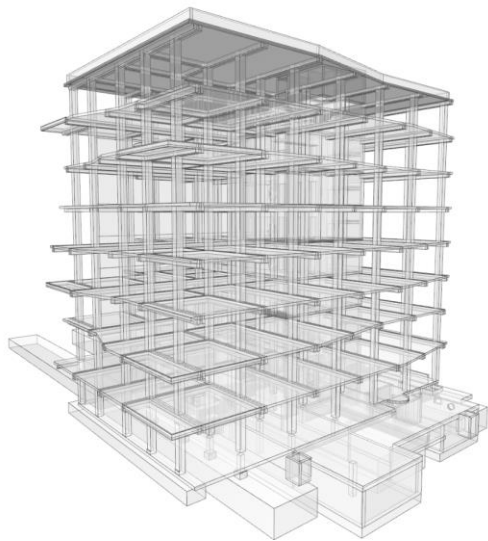


Bild 4 GWP_K von Bauwerken differenziert nach Bauteilklassen – Datenbasis der Grafik [1] unter der Annahme cradle to gate

Lebenszyklusanalyse und parametrischer Raumentwurf von Christoph Gengnagel und Diego Apellániz 17. April 2023



Checkliste LPH 2

VORPLANUNG Revit Modell

Datum:

Allgemein: - Projekt neu aufsetzen mithilfe „SMP_Revit_Projektbeginn“

- SMP Standardfamilien verwenden, neue Typen anlegen und Parameter anpassen, nur bei Bedarf projektspezifisch separat verändern (SMP Familien Tutorial)

[\SRV-W2012-01\Arch\910_EDV\910_REVIT\TUTORIALS_HILFE](#)

- Empfehlung Wände und Stützen an Rasterlinien verknüpfen

- Bei Unsicherheiten gilt: Man modelliert immer so wie real gebaut wird

- Materialität: Im Modell Annahmen treffen. Darstellung durch Detaillierungsgrad Grob flächig (schwarz oder grau) überschreiben.

- Bauteile müssen der Kategorie angehören welcher Sie zugehörig sind. (kein Kategoriemissbrauch)

- Im Schnitt mittels „verbinden“ grafisch die Bauteile zusammenführen.

Projekteinrichtung	
	o.k.
Gemeinsam genutzte Koordinaten eingerichtet (siehe SMP Tutorial)	
Projektnorden / geografischer Norden	
Baunull im Projektbasispunkt festgelegt	
Raster	
Topografie und Umgebungsgebäude modelliert	
Gebäudefootprint und Sauberkeitsschicht mittels Sohlenwerkzeug hergestellt	

Ebenenmanager	
	o.k.
OKFF und UKRD als Ebenen angelegt und Bauteile darauf bezogen	
OK Terrain und OK Attika angelegt	

Wände / Stützen	
	o.k.
Wand- und Stützentypen gemäß SMP Standardnomenklatur angelegt und zugewiesen; Wände sind Raumtrennend	
Differenzierung der Typeneigenschaft zwischen Außen- und Innenwand	
Parameter Tragwerk Annahmen getroffen	
Außenwände im Ebenenbezug OKFF-OKFF	
Innenwände / Stützen im Bezug OKFF-UKRD	
Basislinienbezug der Außenwände auf der Außenkante hergestellt	

Fassadensysteme	
	o.k.
Bezogen auf OKFF bis OKFF ggf. mit Versatz	
Typen nach SMP Standardnomenklatur angelegt	
Türen in Fassadensystemen sind als Fenstertüren zu erstellen	

Nomenklatur für Bauteile

In der aktuellen Projektvorlage befinden sich beispielhafte **Ebenen, Wände, Decken, Dächer** und **Fassadenbauteile**.

Wie in den Dokumenten „Best Practice der Leistungsphasen“ beschrieben, sollten in Phasen Studie bis Genehmigung die Bauteile als mehrschichtige Elemente erstellt werden. Ab Ausführungsplanung (evtl auch früher) werden die einzelnen Schichten als separate Bauteile modelliert.

In den folgenden Beispielen wird beschrieben wie die Bauteile benannt werden sollen, um diese im Qualitätsmanagement und in der Kosten- und Massenermittlung über Listen gezielt auszulesen.

Ebenen

Ebenen werden zu Projektbeginn angelegt und im weiteren Verlauf ergänzt.

BSP 1. (frühe Planung LP 1-2) - **OKFF** und **UKRD** erforderlich.

Geschossnummer	Geschossart	Bezug	
00.EG	OKFF		
03.OG	UKRD		
-1.UG	OKFF	/ OKRF	Sonderfall: Wird angewendet, wenn lediglich beschichtete Tiefgaragendecken auf OKFF bezogen sind.

BSP 2. (ab spätestens LP3) - **OKRF** und **UKFD** optional.

Geschossnummer	Geschossart	Bezug	
00.EG	OKRF		
03.OG	UKFD		

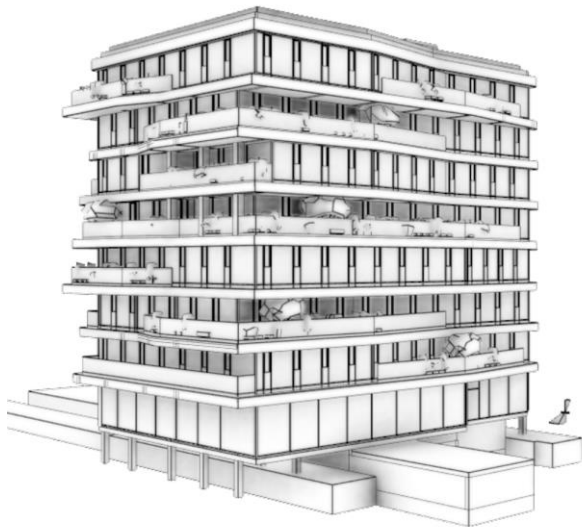
Wände

Wände müssen über die Lage und ihren Aufbau im Typennamen Beschrieben werden. „Tragend“ ist ein Exemplarparameter und muss bauteilspezifisch vergeben werden.

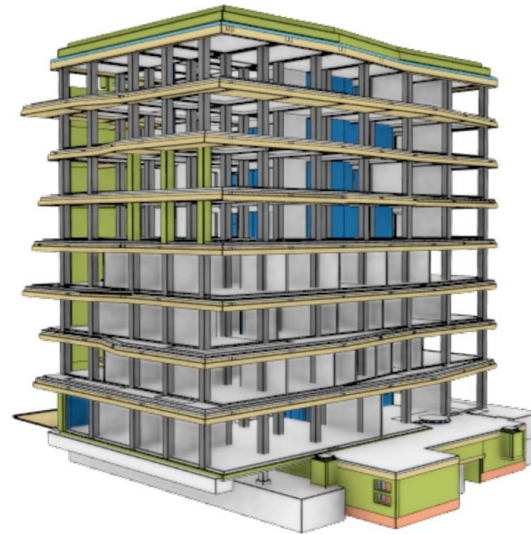
BSP 1. Trockenbauwände (LP 1-4)

InnenWand	TrockenBau	Gesamtstärke in cm	
IW	TB	12,5	

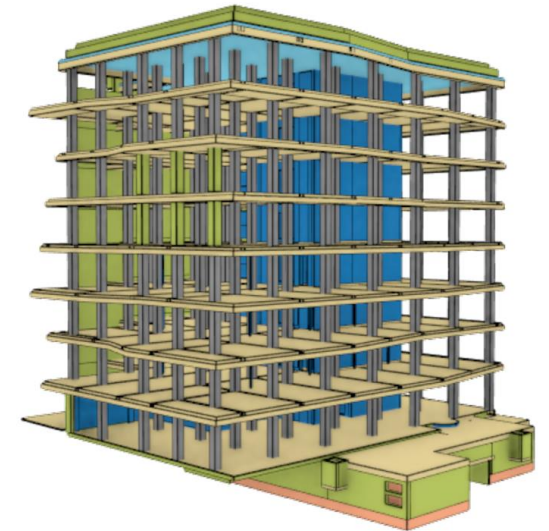
Das Modell aus der Planung

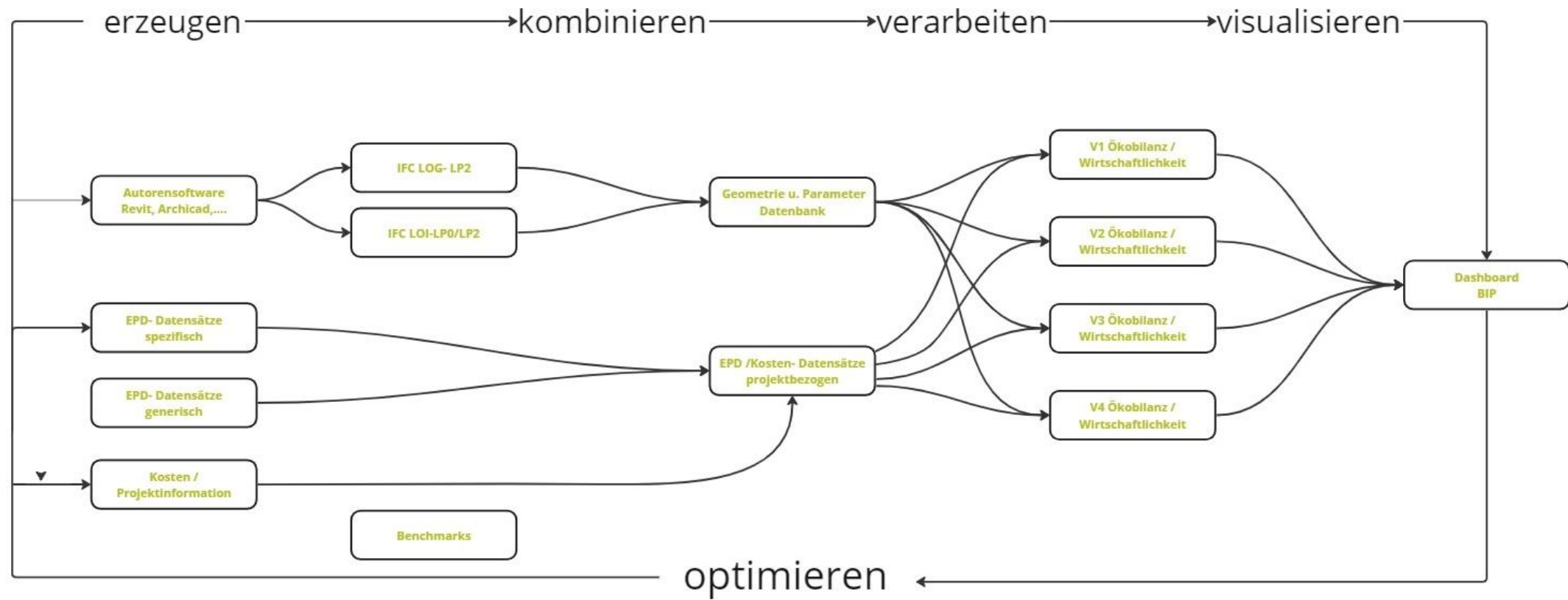


Das umgewandelte Modell



Die berechneten Bauteile





Präsentation

eCO₂

Allgemeine Beschreibung:

Über die Auswahl wird das entsprechende Projekt durch das eCO₂-Tool analysiert. Dafür muss die Modell-DB, sowie die Projektinformationen in Projektverzeichnis abgelegt sein. Nach der Auswahl beginnt die Analyse in der Variantenübersicht.

Projektauswahl:[Modellprüfung >](#)**Projektnummer**

- ☐ 500
- ☐ 507
- ☐ 513
- ☒ 516
- ☐ 517
- ☐ 518
- ☐ 521
- ☐ 522
- ☐ 524
- ☐ 528
- ☐ 530
- ☐ 539

[Projektübersicht >](#)

Projektübersicht



Projektdaten

Nutzfläche (m²)	4.768
BGF (m²)	6.188
BGF ui/ui	100
Betrachtungszeitraum [a]	50
Kennwerte	?
DGNB - Durchschnitt (kg CO2/m²a)	8,5
DGNB - Durchschnitt (kg CO2)	2,03 Mio.
Projekt-Zielwert [kg CO2/m²a]	8,5
Anteil - Fassade/Ausbau [%]	38.0

Konstruktionsvarianten



1. Stahlbeton Skelettbau (Benchmark)
2. Holzbalkensystem
3. Holzbetonverbund-Decken
4. Projektspezifisch

◀ Projektauswahl

Variantenvergleich ▶

Modellprüfung



Projekt: 516 BEHRENSUFER_A21

Klassifizierung: **VAR-FIX**

939

var

312

fix

8

nd

1259 Elemente

BT Klassen		Ebene		VAR-FIX		Funktion		DIN276-2	
☒ Alle auswählen		☐ Alle auswählen		☒ Alle auswählen		☒ Alle auswählen		☐ Alle auswählen	
☒ AW		☐ (Leer)		☒ fix		☐ (Leer)		☐ 320	
☒ DA		☐ EG		☒ nd		☐ nicht tragend		☐ 330	
☒ GD		☐ OG		☒ var		☒ tragend		☐ 340	
☒ IW		☐ UG						☐ 350	
☒ SO								☐ 360	
Bauteilklassifi...		IfcCategory		Erkannte Ebenenpara...		Ebenenparameter			
☐ Alle auswählen		☐ Alle auswählen		☐ Alle auswählen		☐ Alle auswählen			
☐ 5dhb BSH-V Typ3...		☐ IfcColumn		☐ (Leer)		☐ (Leer)			
☐ 5dhb BSP Decke-2...		☐ IfcOpeningElement		☐ Abhängigkeit unten		☐ 00.EG_OKFF			
☐ 5dhb BSP Decke-5...		☐ IfcRoof		☐ Basisebene		☐ 00.EG_OKRF			
☐ 5dhb BSP Decke-5...		☐ IfcSlab		☐ Ebene		☐ 00.EG_UKRD			
☐ AW DÄ 12		☐ IfcWall				☐ 01.OK OKFF			
eID	BauteilValue	BT	DIN276-2	Funktion	Ebene	IfcCategory	VAR-FIX	EbenenParan	
516-741	5dhb BSH-V Typ3_52x52	ST	340	tragend	EG	IfcColumn	var	Ebene	
516-742	5dhb BSH-V Typ3_52x52	ST	340	tragend	EG	IfcColumn	var	Ebene	
516-743	5dhb BSH-V Typ3_52x52	ST	340	tragend	EG	IfcColumn	var	Ebene	
516-744	5dhb BSH-V Typ3_52x52	ST	340	tragend	EG	IfcColumn	var	Ebene	
516-748	5dhb BSH-V Typ3_52x52	ST	340	tragend	EG	IfcColumn	var	Ebene	
516-749	5dhb BSH-V Typ3_52x52	ST	340	tragend	EG	IfcColumn	var	Ebene	
516-750	5dhb BSH-V Typ3_52x52	ST	340	tragend	EG	IfcColumn	var	Ebene	
516-752	5dhb BSH-V Typ3_52x52	ST	340	tragend	EG	IfcColumn	var	Ebene	
516-756	5dhb BSH-V Typ3_52x52	ST	340	tragend	EG	IfcColumn	var	Ebene	
516-757	5dhb BSH-V Typ3_52x52	ST	340	tragend	EG	IfcColumn	var	Ebene	
516-758	5dhb BSH-V Typ3_52x52	ST	340	tragend	EG	IfcColumn	var	Ebene	
516-759	5dhb BSH-V Typ3_52x52	ST	340	tragend	EG	IfcColumn	var	Ebene	

Projektauswahl

Filter

BT

Ebene

VAR-FIX

Funktion

DIN27...

fix

nd

var

Beschreibung des Prozesses und die Variante im Detail

Erläuterung des Auswertungsprozesses und Beschreibung der Varianten

Beschreibung:

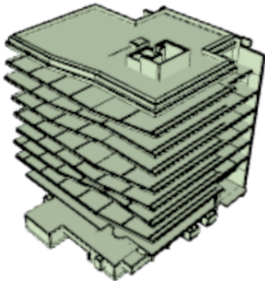
Es werden 4 Varianten nach ihrem CO₂-Verbrauch (graue Energie) und wirtschaftlichen Gesichtspunkten untersucht. Dieses System wird am Anfang des Planungsprozesses eingesetzt und betrachtet den Rohbau. Für die Fassade und den Ausbau wird der gleiche Wert für alle Varianten über eine Hochrechnung ermittelt. Dieser Wert (Fassaden-Ausbau-Faktor) wird über die Außenwandfläche im Verhältnis zur Geschossdeckenfläche ermittelt. Bei der Variantenbetrachtung werden nur die Geschosse über dem UG (EG) betrachtet, da nur diese in ihrer Ausführung flexibel sind.

Die Berechnung orientiert sich den Vorgaben der DGNB (Systemversion 2018) für das vereinfachte Verfahren, d.h. die ermittelten Werte werden mit einem Sicherheitsaufschlag von 20% versehen.

Fix: Bauteile der UGs und des EGs werden in allen Varianten als STB-Konstruktion betrachtet werden in der Variantenbetrachtung nicht berücksichtigt.

Variante Fix

- 320
- Beton Druckfestigkeitsklasse C30/37 - 2Pro. BE...
- 330
- Beton Druckfestigkeitsklasse C30/37 - 2Pro. BE...
- 340
- Beton Druckfestigkeitsklasse C30/37 - 2Pro. BE...
- 350
- Beton Druckfestigkeitsklasse C30/37 - 2Pro. BE...
- 360
- Beton Druckfestigkeitsklasse C30/37 - 2Pro. BE...



Variable:

Variant 1

- 330
- Beton Druckfestigkeitsklasse C30/37 - 2Pro. BE...
- 340
- Beton Druckfestigkeitsklasse C30/37 - 2Pro. BE...
- 350
- Beton Druckfestigkeitsklasse C30/37 - 2Pro. BE...
- 360
- Beton Druckfestigkeitsklasse C30/37 - 2Pro. BE...

Variant 2

- 330
- Beton Druckfestigkeitsklasse C30/37 - 2Pro. B...
- 340
- Beton Druckfestigkeitsklasse C30/37 - 2Pro. B...
- 350
- CREE
- 360
- CREE

Variant 3

- 330
- binderholz Brettschichtholz BSH
- 340
- Beton Druckfestigkeitsklasse C30/37 - 2Pro. B...
- 350
- HBV (14 cm Holz und 10 cm Beton)
- 360
- Brettsperrholz

Variant 4

- 330
- binderholz Brettschicht BSH
- 340
- Beton der Druckfestigkeitsklasse C 30/37
- 350
- Brettsperrholz 12cm + STB 12 cm
- 360
- Brettsperrholz 12cm + STB 8 cm

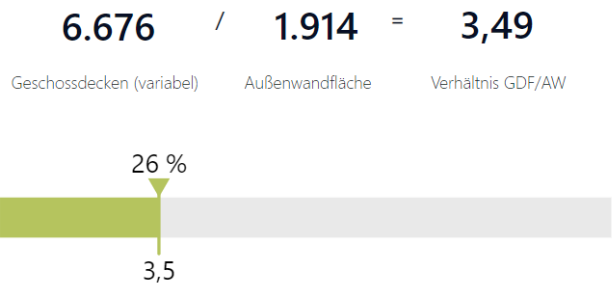
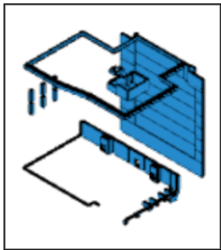
[← Projektübersicht](#)

[Variantenvergleich >](#)

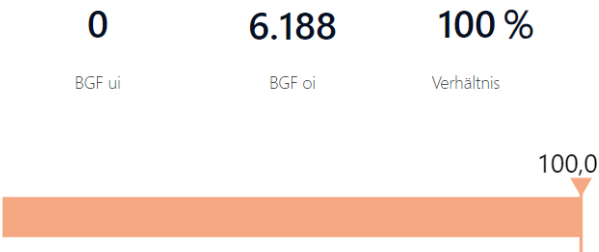
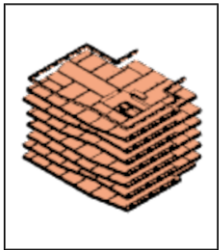
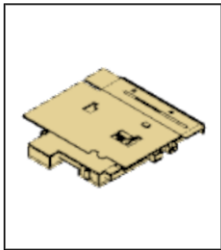
Kennwertberechnung



Verhältnis Geschossdecken zu Außenwänden



Verhältnis BGF oi zu ui



DGNB Benchmarkstudie

Verweis...

Erläuterung

Durch die Auswertung der Verhältnis BGF ui zu BGF oi kann eine Abschätzung getroffen werden, wie effizient eine alternative Materialauswahl für die variablen Elemente ist, um den CO₂ Verbrauch bei der Herstellung des Gebäudes zu reduzieren.

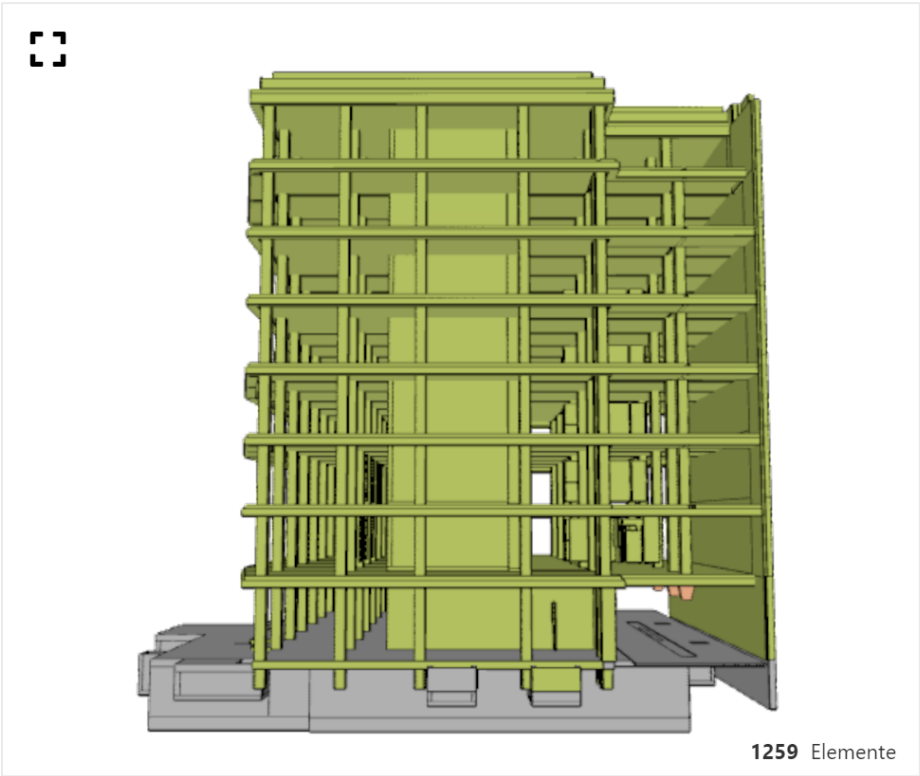
Bei einem niedrigen Wert ist der Einfluss durch den Einsatz von nachhaltigen Material besonders ausgeprägt. Bedeutet in dem Projekt gibt es viele Elemente die variabel in den Varianten betrachtet werden können.

< Projektübersicht



Variantenvergleich >

Konstruktionsvarianten CO₂-Äquivalent



Variante 1: STB-Konstruktion		9.6	100.0	Details >
		kgCO ₂ / (NF x a)	Rohbaukosten %	
Variante 2: CREE-System		5.5	+ 27.5	Details >
		kgCO ₂ / (NF x a)	Kostenabweichung %	
Variante 3: HBV-GD + BSH-AW		4.1	+ 33.9	Details >
		kgCO ₂ / (NF x a)	Kostenabweichung %	
Variante 4: Projektvariante		4.4	+ 36.8	Details >
		kgCO ₂ / (NF x a)	Kostenabweichung %	

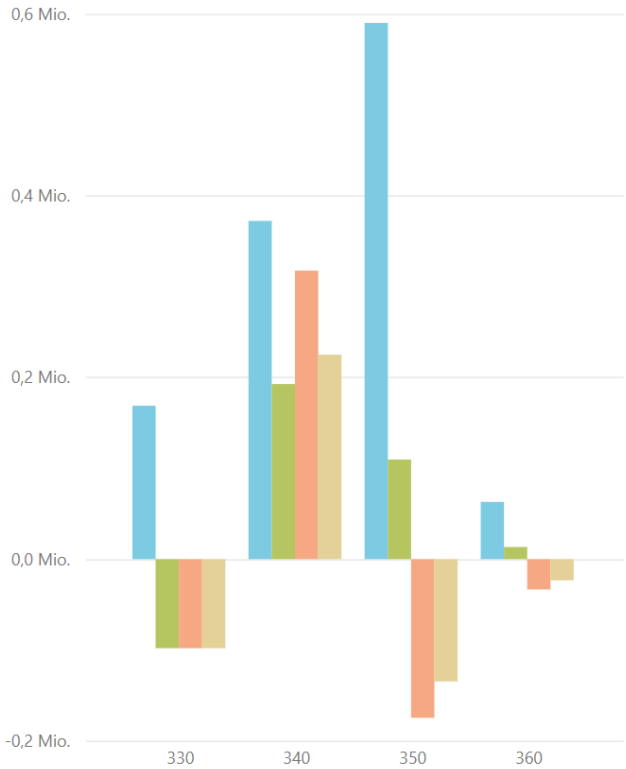
< Projektübersicht

Filter

- KG 320
- KG 330
- KG 340
- KG 350
- KG 360

Detailübersicht >

Detailübersicht der Varianten



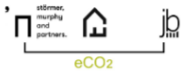
KG	kg CO2 fix	kg CO2 V1	kg CO2 V2	kg CO2 V3	kg CO2 V4
320	71.496				
330	52.114	169.102	-98.117	-98.117	-98.103
340	65.313	371.709	191.963	316.882	224.303
350	130.070	589.916	109.752	-174.847	-134.778
360		63.077	13.336	-33.394	-23.362
Gesamt	318.993	1.193.804	216.933	10.524	-31.940

+ Fassade und Ausbau kgCO2

770032

+ fixe Bauteile kgCO2

318993



Variante 1 (Benchmark):
STB-Konstruktion



9.6

kgCO₂ / (NF x a) Details >

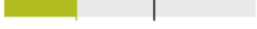
Variante 2:
CREE-System



5.5

kgCO₂ / (NF x a) Details >

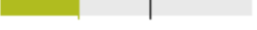
Variante 3:
HBV-GD + BSH-AW



4.1

kgCO₂ / (NF x a) Details >

Variante 4:
Projektvariante



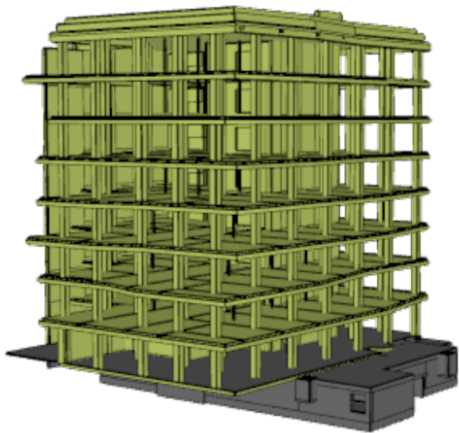
4.4

kgCO₂ / (NF x a) Details >

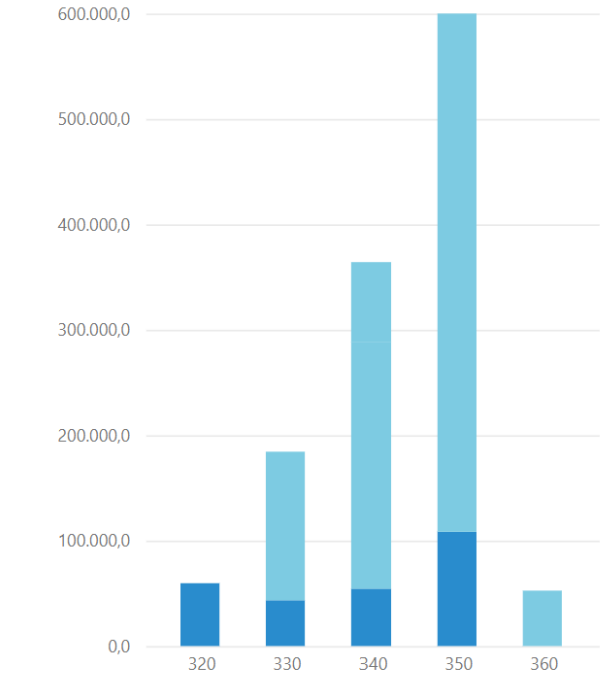
< Variantenübersicht



Detailansicht Variante 1: STB



kg CO2 nach Kostengruppen



- FIX-Elemente
Beton C30/37
(2% BWG)
- VAR-Elemente
Beton C30/37
(2% BWG)
- Brettspertholz
- CREE -
Geschossdecken
- HBV

kg CO2 nicht variabel Bauteile	319 Tsd.
kg CO2 variabel Bauteile	1,194 Mio.
kg CO2 Fassade Ausbau HR	770 Tsd.
kg CO2 gesamt	2,283 Mio.
kgCO2 (kgCO2 / (NF * Jahre (a)))	10



ca.
2283
Buchen müssen 80
Jahre wachsen um das
CO2 zu binden

Eine Buche bindet in
80
Jahren
1 to CO2

< Variantenübersicht

Detailübersicht >

Projektübersicht



Projektdaten

Nutzfläche (m²)	18.000
BGF (m²)	26.162
BGF ui/ui	84,2
Betrachtungszeitraum [a]	50
Kennwerte	?
DGNB - Durchschnitt (kg CO2/m²a)	8,5
DGNB - Durchschnitt (kg CO2)	7,65 Mio.
Projekt-Zielwert [kg CO2/m2a]	8,5
Anteil - Fassade/Ausbau [%]	38.0

Konstruktionsvarianten



- 1. Stahlbeton Skelettbau (Benchmark)
- 2. CREE-System
- 3. Holzbetonverbund-Decken
- 4. Projektspezifisch

< Projektauswahl

Variantenvergleich >

Danke