

Hintergrund

Durch Bauprozesse werden ein Großteil der zur Verfügung stehenden Ressourcen verbraucht und immense Mengen an CO₂ ausgestoßen. Da sich Baumaßnahmen nicht in signifikantem Umfang reduzieren lassen, ist es zur Reduzierung des Energiebedarfs bzw. des CO₂-Ausstoßes zwingend erforderlich, die CO₂-Bilanz in Bauprojekten in stärkerem Maße zu bewerten und zu optimieren.

Die Tätigkeiten im konstruktiven Ingenieurbau der FH Kiel umfassen hierzu aktuell:

1. Erstellung von CO₂-Bilanzen typischer Bauwerke und Aufbereitung in Katalogen, um Transparenz zu schaffen, durch welche Bauweise im Mittel wieviel CO₂ verbraucht wird
2. Identifikation der wesentlichen CO₂-Treiber
3. Optimierung der unter 2. identifizierten CO₂-Treiber hinsichtlich der CO₂-Bilanz

Forschungsprojekte an der FH Kiel (CO₂-Bilanzierung / Optimierung)

Laufend:

- **Potential zur Steigerung der Nachhaltigkeit im Betonbrückenbau**

Gemeinsames Projekt mit den Ingenieurunternehmen GRASSL sowie Schießl Gehlen Sodeikat. Gefördert durch die Bundesanstalt für Straßen- und Verkehrswesen. Gesamt-Fördersumme 150 T€, Anteil FH Kiel: 46 T€. Förderzeitraum: Seit 11/2025

Siehe unter: <https://ing-buero-petersen.de/potentiale-zur-steigerung-der-nachhaltigkeit-im-betonbrueckenbau/>

Abgeschlossen:

- **Ökobilanzierung von Brückenbauwerken und Optimierung unter klimatischen Gesichtspunkten**

Gemeinsames Projekt mit der Ingenieurbüro Mohn GmbH, Kleinförderung durch die EKSH, Zeitraum 10/2020 – 03/2021

- **CO₂-Bilanzierung und Optimierung von Landesbauten in Schleswig-Holstein.**

Gemeinsames Projekt mit dem Ingenieurunternehmen TREBES, der GMSH, den bbb Architekten, Kleinförderung durch die EKSH, Zeitraum 11/2021 – 02/2022

- **CO₂-Bilanzierung und Optimierung von Brückenbauwerken.**

Gefördert durch die Gesellschaft für Energie und Klimaschutz Schleswig-Holstein GmbH, Zeitraum 05/2021 – 05/2023, Fördersumme: 150 T€
Schlussbericht siehe unter:

www.eksh.org/fileadmin/redakteure/downloads/foerderung/Abschlussberichte_HWT/8_12_52_Abschlussbericht_HWT_CO2-Bilanzierung-Br%C3%BCckenbauwerke_FHKiel.pdf

- **CO₂-Bilanzierung und Optimierung von Landesbauwerken in Schleswig-Holstein.**

Gefördert durch die Gesellschaft für Energie und Klimaschutz Schleswig-Holstein GmbH, seit 06/2023, Fördersumme: 150.000 €
Schlussbericht sieht unter:

www.eksh.org/fileadmin/redakteure/downloads/foerderung/Abschlussberichte_HWT/Abschlussbericht_HWT_ReduzierungCO2BedarfHochbauwerke_Goertz_FHKiel.pdf

Forschungsprojekte an der FH Kiel (CO₂-optimierte Bauweisen)

- Entwicklung eines CO₂-optimierten bewerten Betons aus Naturprodukten.
Gemeinsames Projekt mit der Biomed Geobalty GmbH, Kleinförderung durch die EKSH (02/2022 – 02/2023)
- Entwicklung ressourcenschonender, dauerhafter und frostbeständiger Brückenkappen auf Grundlage nichtmetallischer Bewehrung und Betonen mit 100% rezyklierter Gesteinskörnung.
Gemeinsames Projekt mit der Hochschule München und zwei Industriepartnern). Gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 01/2021 – 06/2023, Gesamt-Fördersumme 880 T€, Anteil FH Kiel: 220 T€
Siehe unter: www.haw-kiel.de/en/news/hochschule-muenchen-und-fh-kiel-haben-basaltbewehrte-brueckenkappen-aus-recyclingbeton-entwickelt/
- Entwicklung und Einsatzmöglichkeiten von CO₂-optimiertem bewehrten Beton.
Gemeines
Gefördert durch die Gesellschaft für Energie und Klimaschutz Schleswig-Holstein GmbH, seit 06/2023, Fördersumme: 122 T€, Zeitraum 11/2023 – 05/2025
Schlussbericht siehe unter: www.eksh.org/fileadmin/redakteure/downloads/foerderung/Abschlussberichte_HWT/Abschlussbericht_HWT_CO2-optimierter-Beton_Goertz_FHKiel.pdf

Veröffentlichungen:

- Görtz, S.; Bardenhewer, E. K.; Volkenhoff, T.; Pham, T. K. D.: CO₂-Emissionen von Infrastrukturprojekten im Straßenbau. Angenommener Beitrag der Fachzeitschrift Bauingenieur.
siehe unter: https://ing-buero-petersen.de/wp-content/uploads/2025/04/2025_Goertz_et_al_CO2-Emissionen_von_Infrastrukturprojekten.pdf
- Görtz, S.; Pham, T. K. D.; Akdal, A. C.; Heckenbach, J.: Reduction of CO₂ emissions of pedestrian and bicycle bridges through carbon prestressed concrete (CPC) decking. RILEM Spring Convention & Conference on durability of building materials and systems in the transportation infrastructure. 23th – 28th march 2025, Mendrisio, Switzerland.
- Görtz, S.; Pham, T.K.D.: CO₂-Berechnungen von Brücken mit Bauwerkslängen bis 40 m. In: Bautechnik (2024). <https://doi.org/10.1002/bate.202300098>.
- Görtz, S.; Pham, T. K. D.; Graage, F.-L.: „Graue“ CO₂-Emission typischer Wohngebäude. Ingenieurblatt, März 2023
- Schlüter, S., Görtz, S.: Zero Waste Architektur. Deutsches Architektenblatt (DAB) – Regionalausgabe Hamburg / Schleswig-Holstein, Juli 2022

Mitarbeit in Arbeitsgruppen:

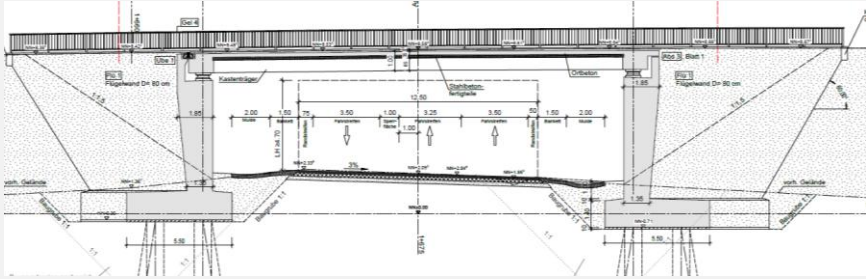
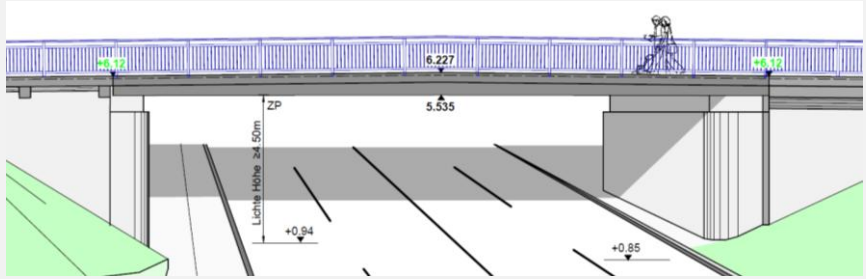
- Mitglied der Arbeitsgruppe zur Entwicklung eines Zertifizierungssystems zur Nachhaltigkeit von Brückenbauwerken der DGNB (Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen)
- Mitglied des Ausschusses „Nachhaltig Bauen mit Beton“ des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton

CO₂-Emissionen von Infrastrukturmaßnahmen

Bauwerk	Spezifikation	Bezug	Emission je Bezugsgröße	
			Phase A [kgCO ₂]	Phase A-D [kgCO ₂ /a]
Straßenbrücke	L < 33 m	m ² Brückenfläche	15.000/L[m] + 650	165/L[m] + 7
	L > 33 m	m ² Brückenfläche	1.100	12
Überbau		m ² Brückenfläche	540	6
Instandsetzung bzw. Austausch	Kappen	m Geländer	40	-
	Geländer	m Kappe	135	-
	Fahrbahnbelag	m ² Brückenfläche	20	-
Fuß- und Radwegbrücke	Massives WL	m ² Brückenfläche	28.800/L[m] + 400	320/L[m] + 4,5
	sonst	m ² Brückenfläche	630	7
Winkel- stützwände	bis 3,5 m Höhe	m ² Ansichtsfläche	165	1,8
	ab 4,0 m Höhe*	m ² Ansichtsfläche	235	2,6

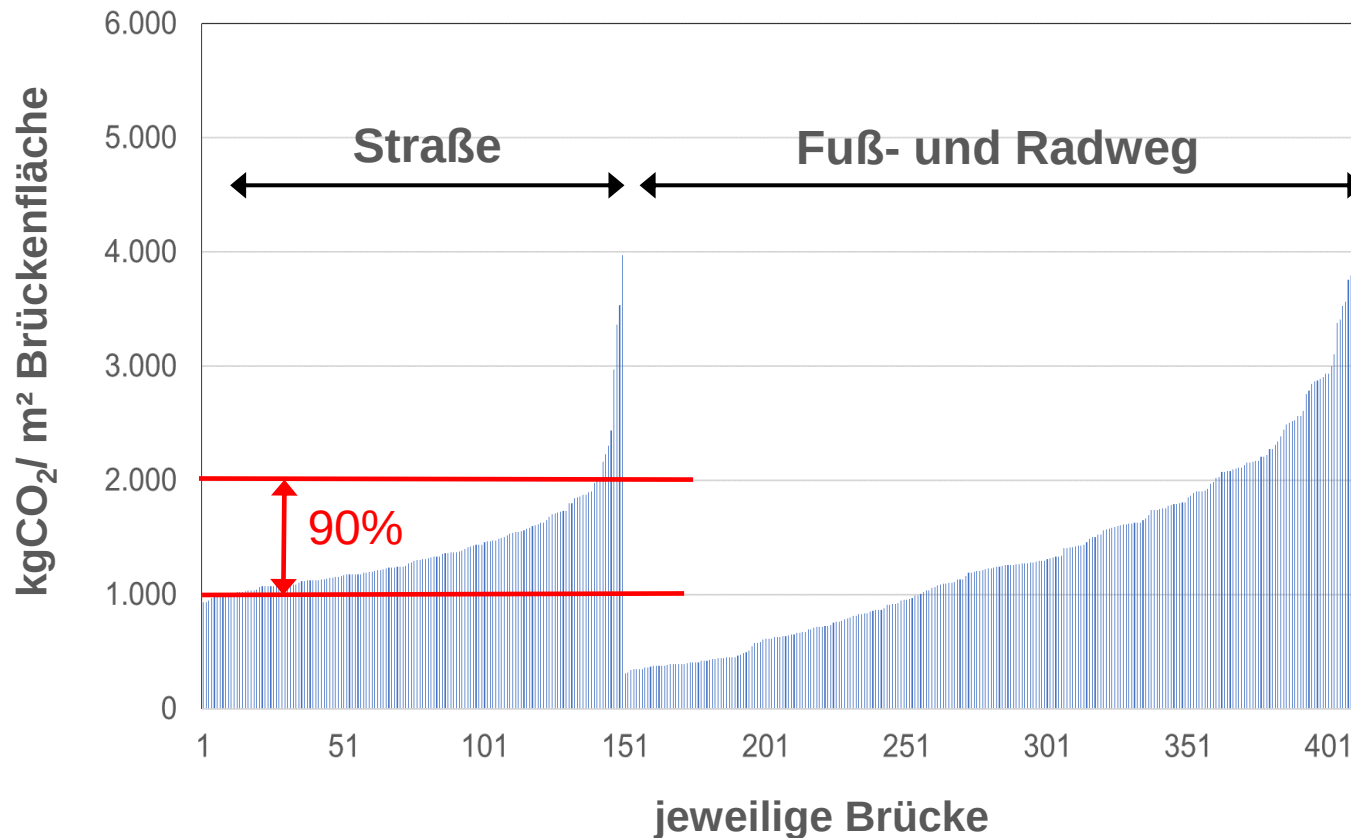
Maßnahme Straßenbau	Belastungs- klasse	Anwendung	Emission je Bezugsgröße	
			Phase A [kgCO ₂]	Phase A-D [kgCO ₂ /a]
grundhafte Erneuerung	Bk 100	Autobahn, Landstr.	62	1,24
	L > 33 Bk 3	Hauptverkehrsstr.	46	0,92
Deckschicht		m ² Brückenfläche	8	0,53

Parameterstudien an typischen Bauwerken

Typ I		Typ II	
2-4-spurige Straße über 2-4spurige Straße oder Gewässer		Fuß- und Radweg über 2-4 spurige Straße bzw. Gewässer	
			
Breite	12,10 m – 32 m	Breite	3 m – 6,5 m
Spannweite	4 m (Bach) - 40 m	Spannweite	4 m (Bach) - 40 m
Lichte Höhe	1 m (Bach) - 4,80 m	Lichte Höhe	1 m (Bach) - 4,80 m
Material	Stahlbeton, Spannbeton, Stahl-Verbund, Holz, Holz-Beton-Verbund, Aluminium		
Querschnitt:	Platte, Plattenbalken, Trogquerschnitt, Wellstahlrohrdurchlass, ...		
Sonstiges	integrale Bauweise, zurückgesetztem Widerlager		
Gründung	Pfahlgründung bzw. Flachgründung		
Anzahl	150 Varianten	264 Varianten	

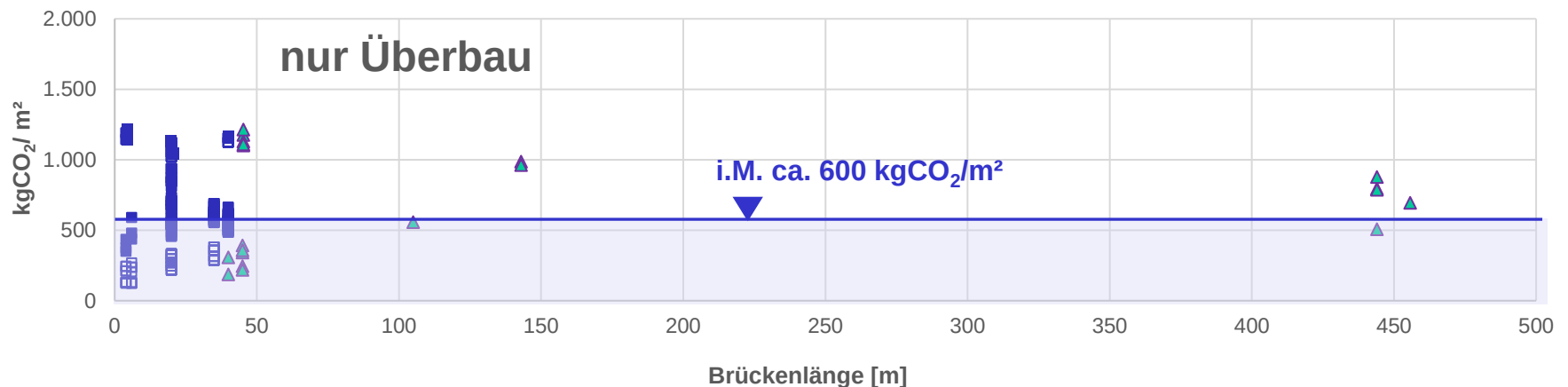
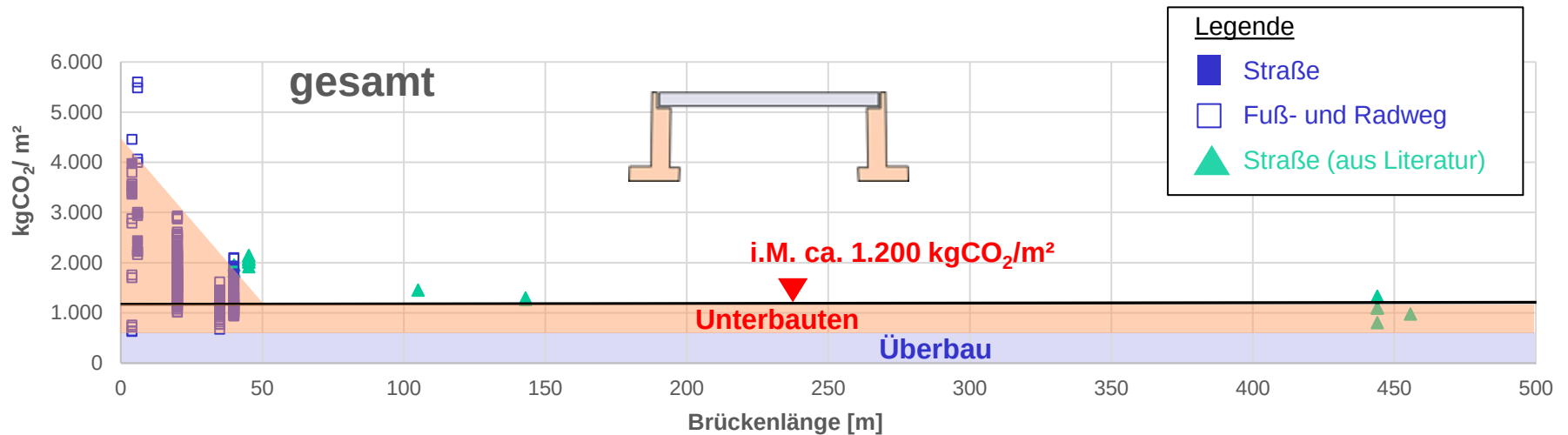
Parameterstudien an typischen Bauwerken

- Die CO₂-Emissionen liegen zu 75% zwischen 0,8 t und 2,5 t je m²_{Brückenfläche}
- Straßenbrücken geringere Streuung; 90% zwischen 1,0 t und 2,0 t/m², Mittelwert bei **1,4 t/m²**



Parameterstudien an typischen Bauwerken

- Gerade bei geringer Brückenlänge dominiert der CO₂-Anteil der Unterbauten



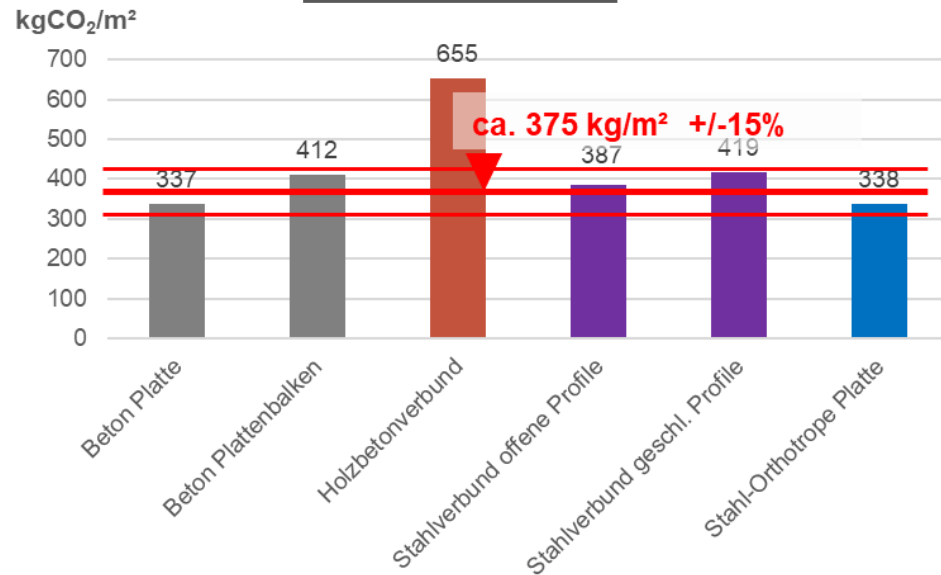
Parameterstudien an typischen Bauwerken

- Die CO₂-Emissionen liegen zu 75% zwischen 0,8 t und 2,5 t je m²_{Brückenfläche}
- Straßenbrücken geringere Streuung; 90% zwischen 1,0 t und 2,0 t/m², Mittelwert bei **1,4 t/m²**

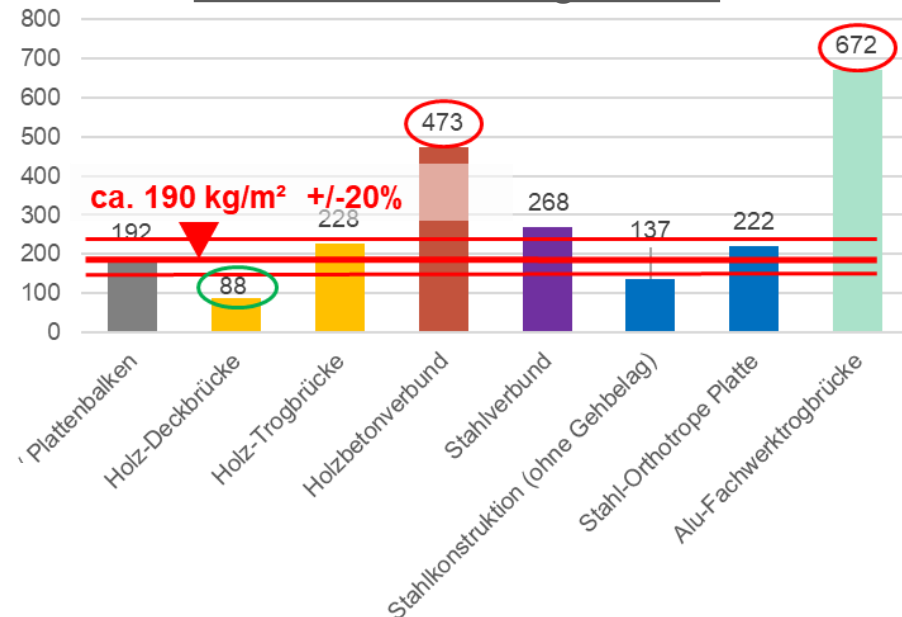
CO₂-Anteil Überbau



Straßenbrücke



Fuß- und Radwegbrücke



CO₂-Emissionen aus bauzeitlicher Verkehrsbeeinträchtigung

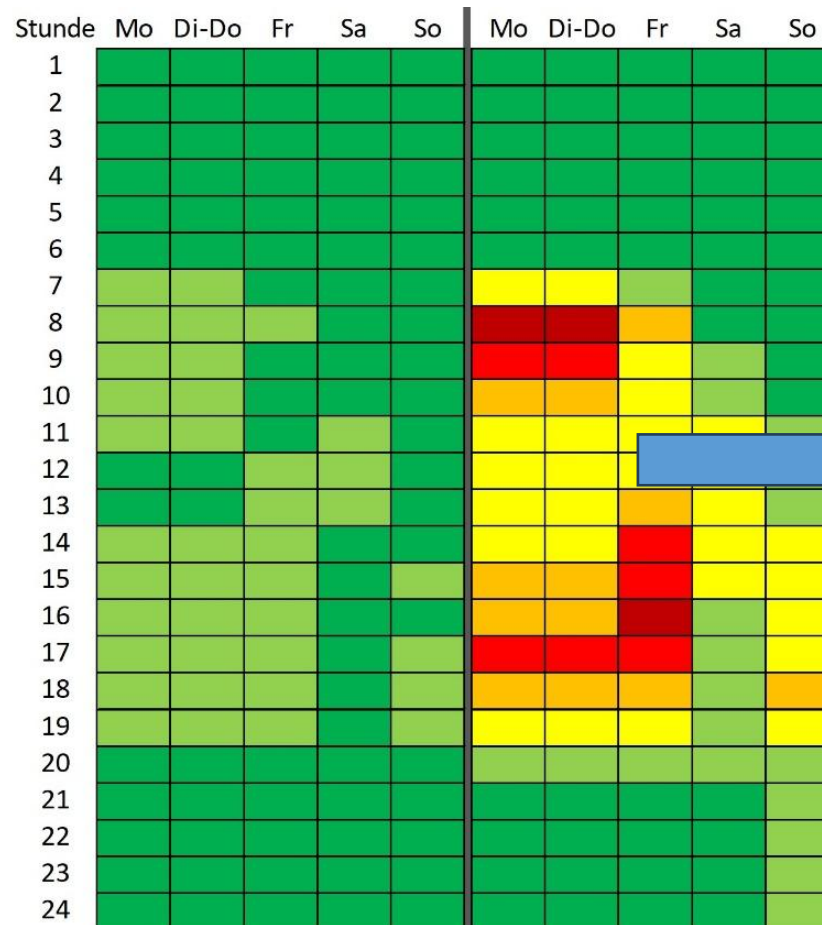
1. Ausgangspunkt: Straßenquerschnitt
 bauzeitliche Verkehrsbeeinträchtigung } => Kapazität C [Kfz/h]
 Verkehrsstärke (DTV / SV) bzw. Verteilung => q [Kfz/h]
2. Für jede Stunde: Auslastung: q / C
 - < 1 => freier Verkehrsfluss
 => THG-Emission für LV /SV in Abhängigkeit von q/C (bzw. Verkehrszustand) aus HBEFA
 - ≥ 1 => Überlastung
 => Ermittlung der Anzahl der Kfz im Stau am deterministischem Warteschlangemodell
 => THG-Emissionen für Fahrzeuge im Stau nach HBEFA für „Stop+Go“-Verkehr
3. Summation der THG-Emissionen über die Fahrzeugtypen (SV / LV) und über die Zeit
4. Abgleich mit der „Regelsituation“ => Δ THG

CO₂-Emissionen aus bauzeitlicher Verkehrsbeeinträchtigung

Regelbetrieb



4+0-Verkehrsführung



Δ THG

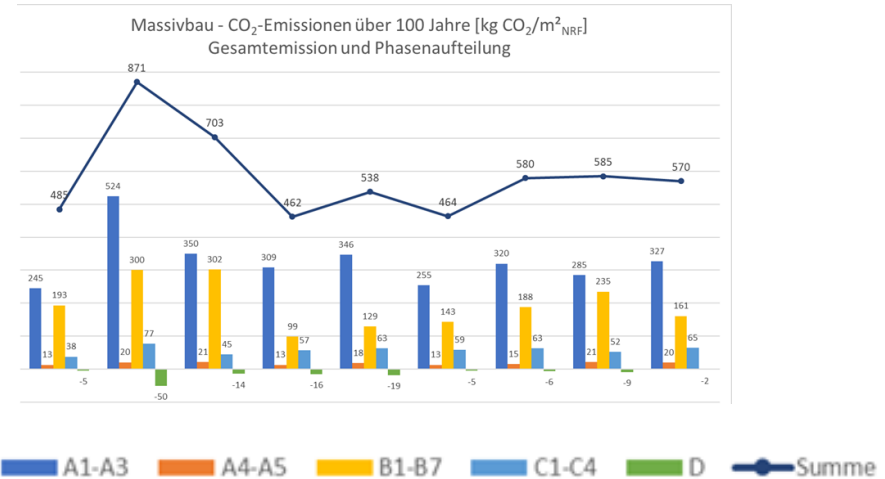
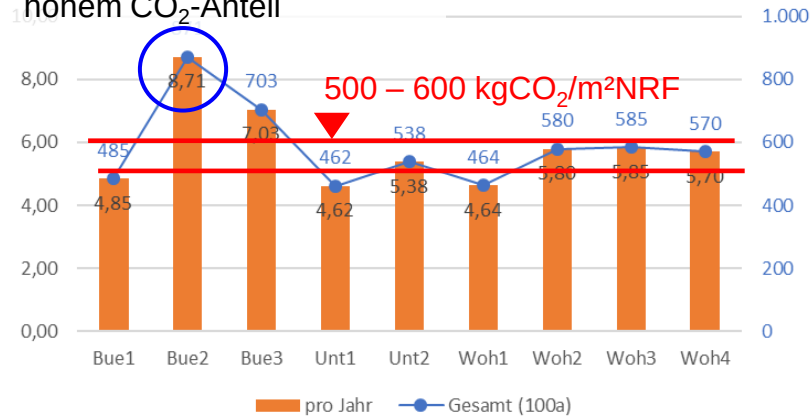
Legende



CO₂-Emissionen von Hochbauten

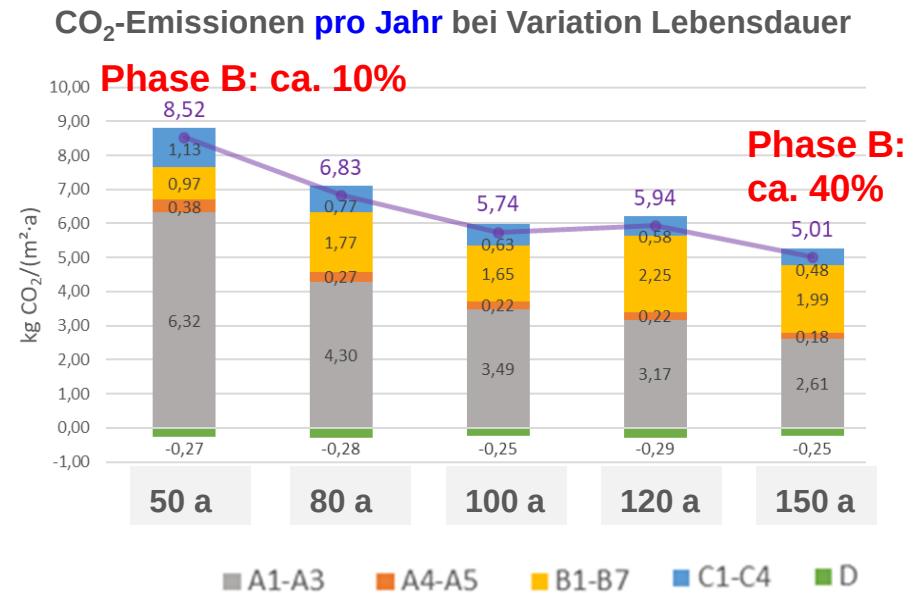
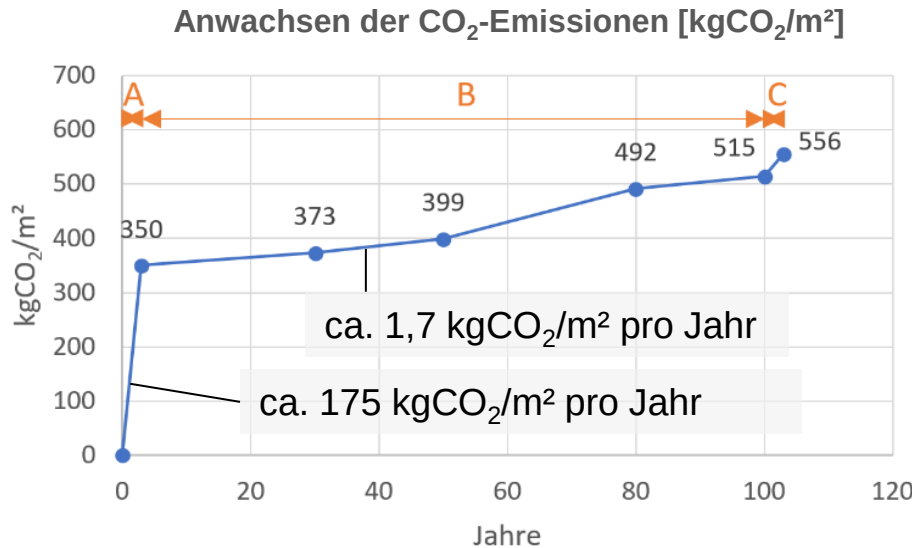
Gebäude mit TG

- Konstruktion massiver
- OS-Beschichtung mit hohem CO₂-Anteil



- CO₂-Emissionen liegen im Bereich: 500 – 600 kgCO₂/m²NRF
- Anteile der Phasen (bei 100 Jahre Nutzung)
 - A (Herstellung): 55% - 70% (geringer als bei Infrastrukturbauwerken)
 - B (Nutzung): 20% - 40% (höher “)
 - C/D (Abbruch/Recycling) 5% - 10%

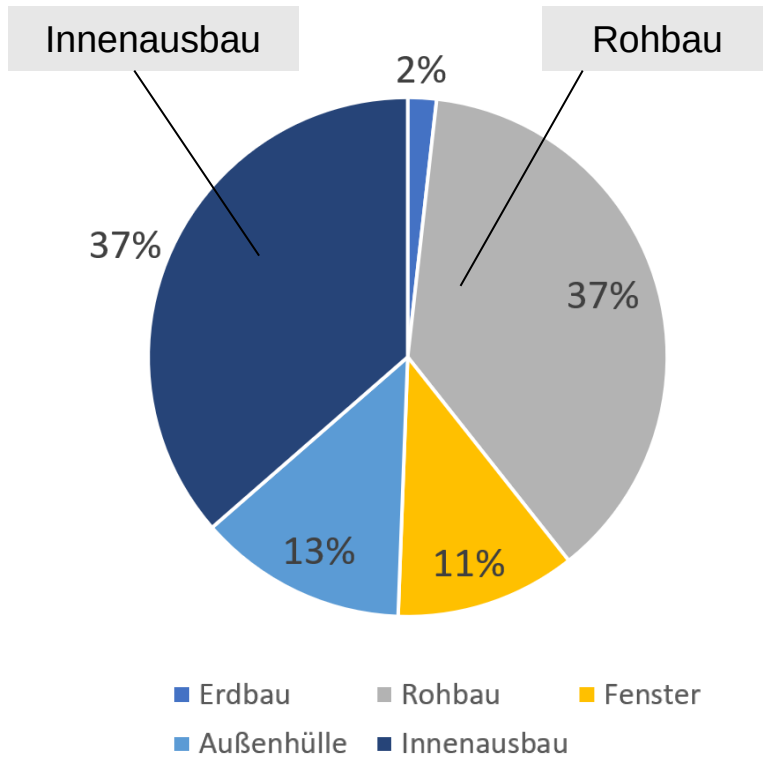
CO₂-Emissionen von Hochbauten



- Beim Bauprozess etwa die 100-fache CO₂-Emission wie bei der Nutzung
- Lange Nutzungsdauer reduziert CO₂-Emissionen in kgCO₂/Jahr
- Über eine längere Lebensdauer nimmt die Bedeutung der Nutzungsphase B / der Ausbauten zu

CO₂-Emissionen von Hochbauten

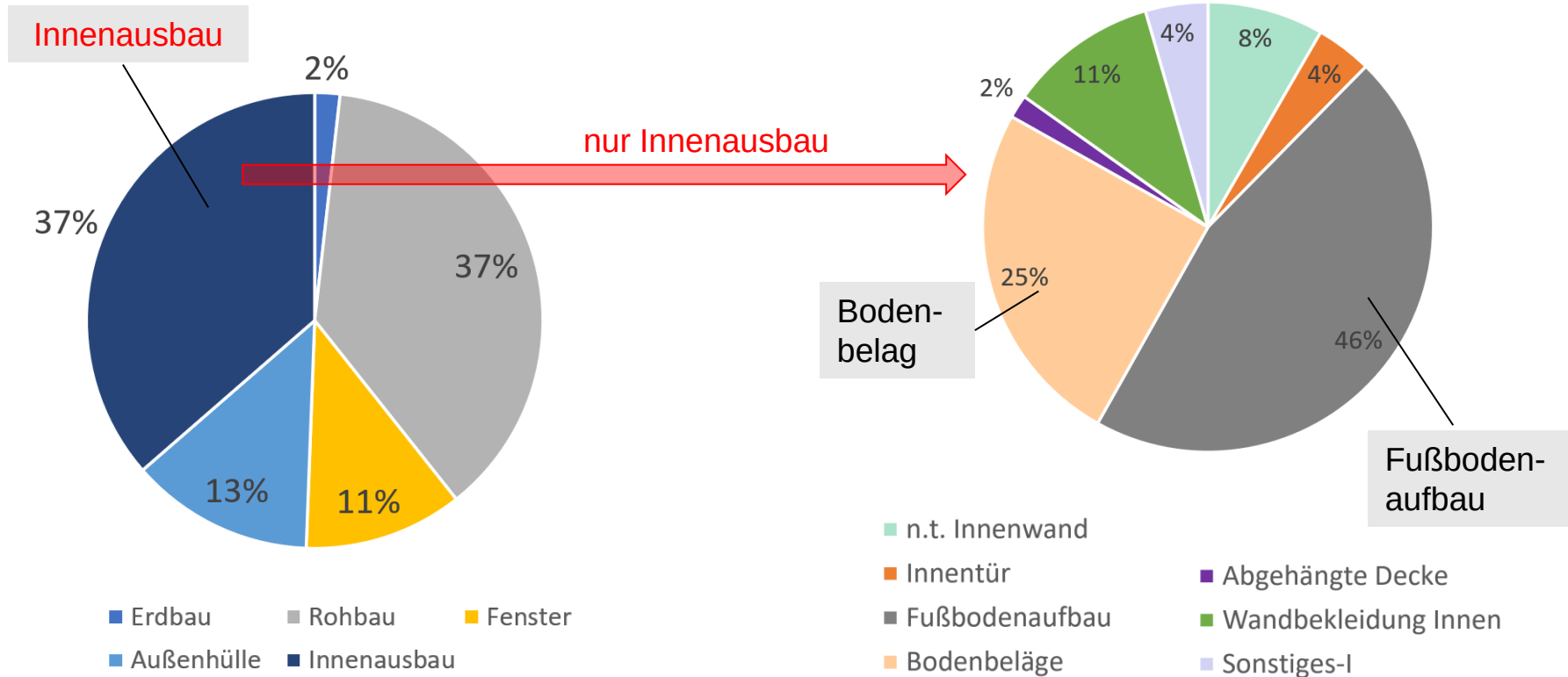
Positionen



- Rohbau und auch Innenausbau haben großen Anteil an Gesamt-CO₂-Emission

CO₂-Emissionen von Hochbauten

Positionen



- Rohbau und auch Innenausbau haben großen Anteil an Gesamt-CO₂-Emission
- Bezüglich Bauteilen: vor allem Decken haben großen Anteil an “
- Bei Innenausbau vor allem Fußbodenaufbau und Bodenbeläge $(25+46) \times 0,37 = \text{ca. } 25\%$ der Gesamt-Emission des Gebäudes

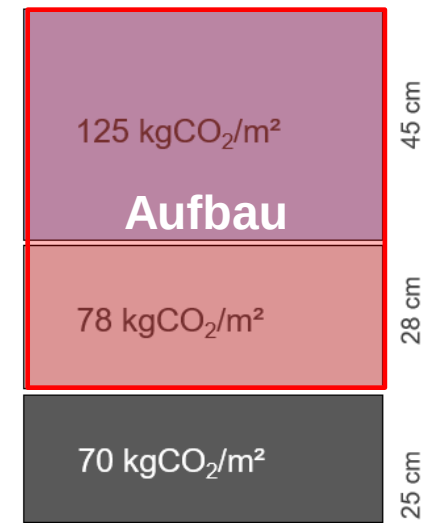
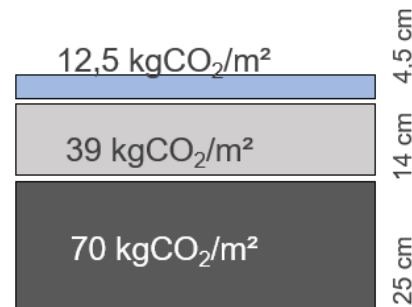
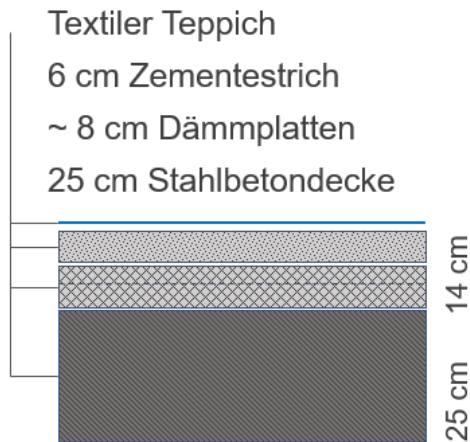
CO₂-Emissionen von Hochbauten

Schichtdicke
[cm]

Einfluss CO₂ [kgCO₂]

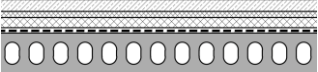
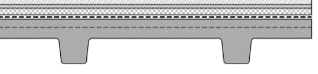
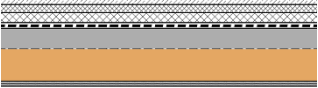
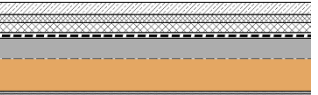
1 x Herstellung

100 Jahre



- CO₂-Anteil des Estrichs und Bodenbelag über die Lebensdauer deutlich größer als der der Stahlbetondecke

CO₂-Emissionen von Hochbauten

Decke	Skizze	kgCO ₂ /m ² (Decke inkl. Ausbau)	ΔCO ₂ [%] gegenüber klassisch Stahlbeton
Stahlbetondecke		159	0
Spannbeton- Hohlkörperdecke		149	-6%
Stahlbeton Pi-Platte		155	-3%
HBV Decke (Brettstapel - Schrauben)		143	-10%
Brettsperrholzdecke		127	-20%