

Die neue DAfStb-Richtlinie Treibhausgasreduzierte Tragwerke aus Beton, Stahlbeton oder Spannbeton

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Michael Haist, Dr.-Ing. Tobias Schack (Leibniz Universität Hannover)
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Christian Glock, Michael Heckmann, M. Sc. (RPTU Kaiserslautern)
Prof. Dr.-Ing. Udo Wiens (DAfStb)

Betonproduktion ...



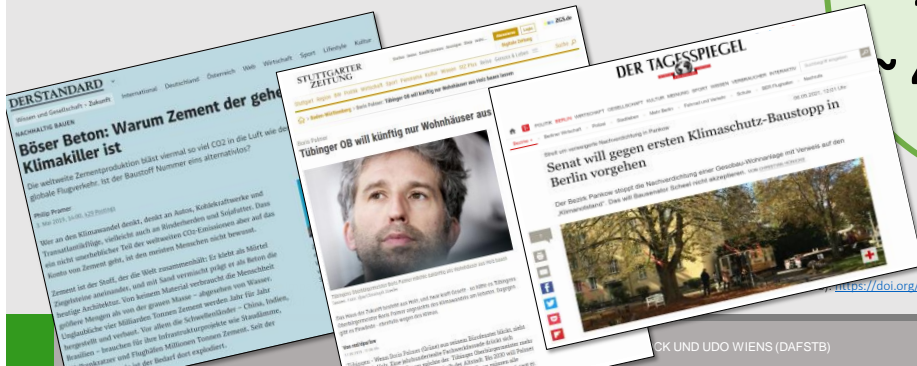
6,7 % CO₂-Emissionen infolge
Stahlherstellung (Welt)

- ist verantwortlich für **ca. 8-10 % der globalen CO₂ Emissionen** primär resultierend aus der Zementproduktion
- trägt zu ca. **~ 40 %* zum Verbrauch mineralischer Ressourcen** bei
- ist verantwortlich für ca. **1,7 % des globalen Süßwasserverbrauchs**

**Betonproduktion
verantwortlich für**

~ 10 % Weltweite CO₂-Emissionen

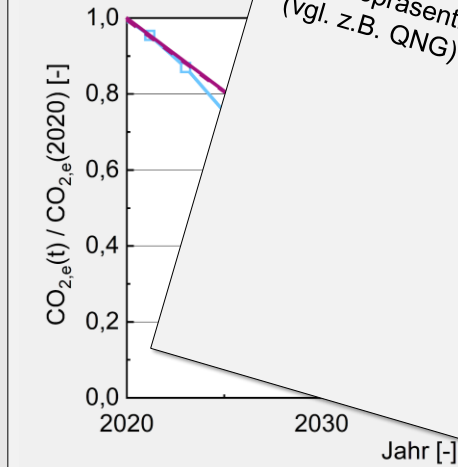
~ 40 % Mineralischer Ressourcenverbrauch



© UDO WIENS (DAFSTB)

Herausforderung

CO₂-Emissionsziele zur



Klimaverträglichkeit (des Tragwerks) in Nachhaltigkeitszertifizierungssystemen unterrepräsentiert (vgl. z.B. QNG)

äquivalente CO₂-Emissionen = Globale Erderwärmung = [] (GWP)

Kriterienüberblick

Kategorie	Kriterium	Einheit	Werte	Anteil am Gesamtgewicht
1. Ökologische Qualität	1.1 Wirkungen auf die globale Umwelt			
	1.1.1 Treibhauspotenzial			
	1.1.2 Ozonschichtabbau			
	1.1.3 Ozonbildungspotenzial			
	1.1.4 Versauerungspotenzial			
	1.1.5 Überdüngungspotenzial			
	1.1.6 Risiken für die lokale Umwelt			
	1.1.7 Nachhaltige Materialgewinnung			
	1.2 Ressourcennutzungspraxis			
	1.2.1 Primärenergiebedarf			3,375%
1.2.2 Gesamtprimärenergiebedarf (PE _{ges})			1,125%	
1.2.3 Trinkwasserbedarf (PE _{tr}) und Anteil PE			1,125%	
1.2.4 Flächeninanspruchnahme			3,375%	
2. Ökonomische Qualität	2.1 Lebenszykluskosten			3,375%
	2.1.1 Gebäudebezogene Kosten			2,250%
	2.2 Wertentwicklung			2,250%
	2.2.1 Drittverwendbarkeit			2,250%

26.09.2024

MICHAEL HAIST, CHRISTIAN GLOCK UND UDO WIENS (DAFSTB)



Ahrtal-Flut, 14. Juli 2021
Bild: © Foto: Boris Roßner/dpa

Klimawandelfolgen technisch nur bedingt beherrschbar
→ Nachhaltigkeit muss zum Schutzziel werden

Klimawandelbegrenzung durch:

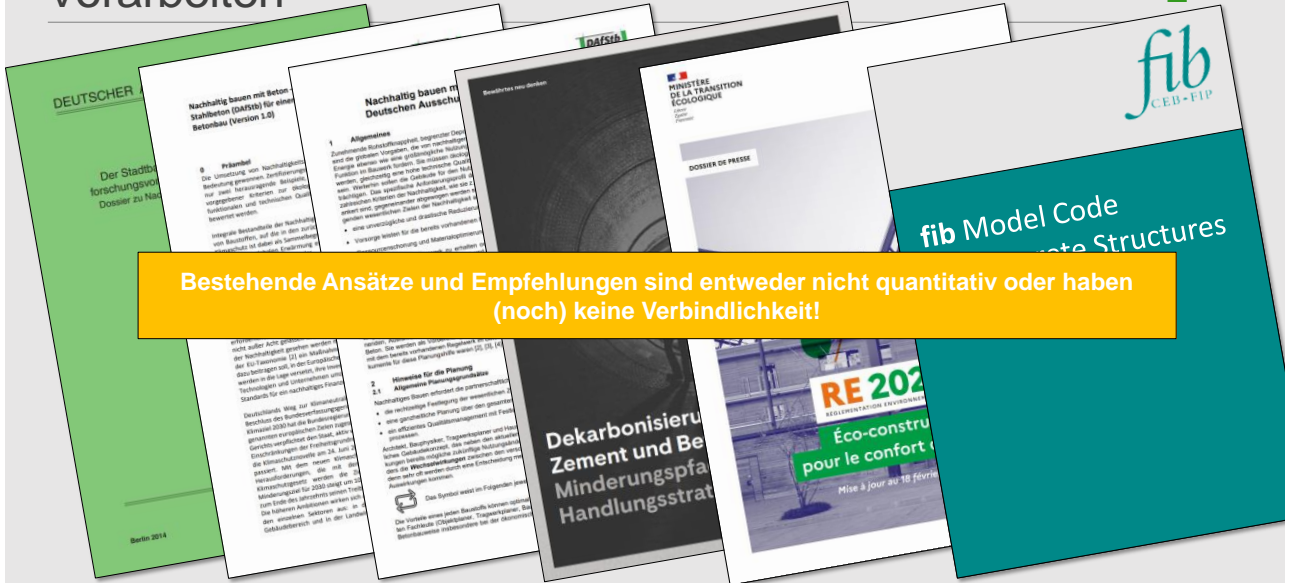
- Reduktion des Beton- und Stahlverbrauchs
- Verwendung emissionsarmer Betone und Bewehrungen
- Minimierung von Emissionen aus Bau- und Nutzungsphase
- Leistungsfähiges, dauerhaftes, kreislaufgerechtes Bauen

Wie kann die Klimaverträglichkeit eines Tragwerks sichergestellt und nachgewiesen werden?

26.09.2024

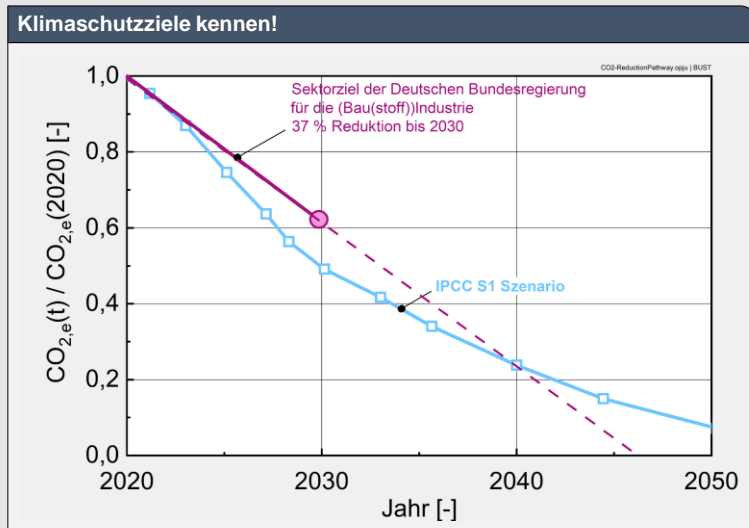
MICHAEL HAIST, CHRISTIAN GLOCK UND UDO WIENS (DAFSTB)

Vorarbeiten



Bestehende Ansätze und Empfehlungen sind entweder nicht quantitativ oder haben (noch) keine Verbindlichkeit!

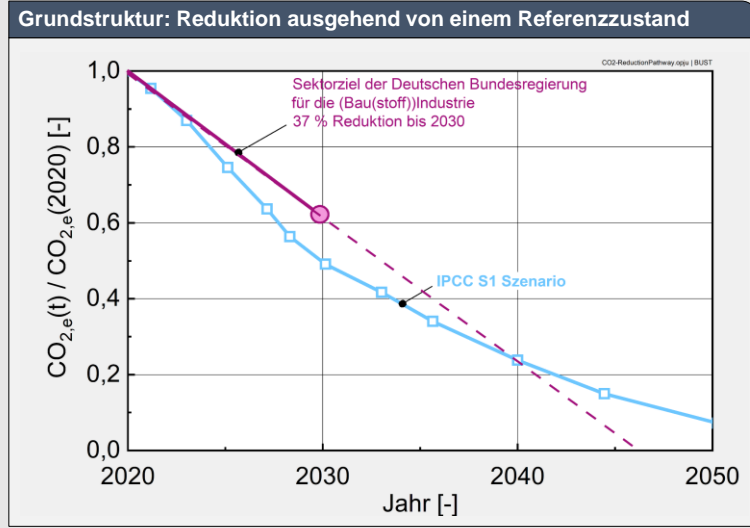
Klimaschutzziele



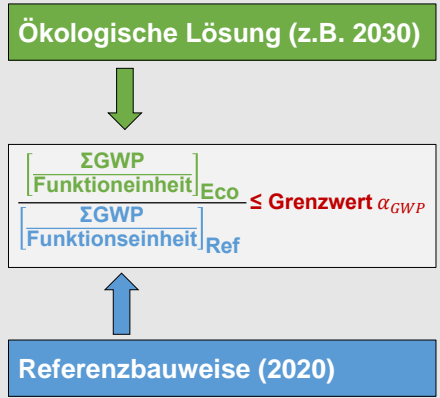
- Ziele der Richtlinie**
- Übergang hin zu einem klimaverträglichen Betonbau **aktiv gestalten!**
 - Technologieoffenheit** durch gezielte Ausgestaltung des Nachweises **sicherstellen!**
 - Unsicherheit** hinsichtlich der Vergleichbarkeit ökologisch optimierter Lösungen **ausräumen**
 - Anreizsystem** und regulatorischen Rahmen für **klimaverträgliche Lösungen schaffen**

Klimaschutz in der Schnittstelle zwischen Baustoff und Tragwerk!

Vom Klimaschutzziel zum Nachweis

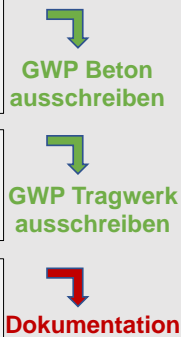


CO_{2,e} = äquivalente CO₂-Emissionen = Maßzahl für die Globale Erderwärmung (Global Warming Potential, GWP)

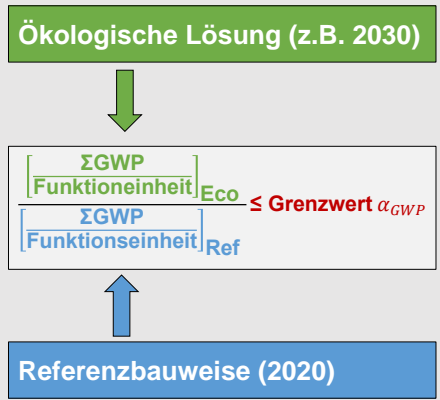


Nachweisführung: Vorgehensweise

- 1** CO₂-Emissionen im Referenzzustand ermitteln
z.B. Bürogebäude 320 kg CO_{2,eq} /m² BGF im Jahr 2020
- 2** Reduktionsklasse (in Absprache mit Kunde) festlegen
z.B. Reduktionsklasse TM₋₃₀ → $\alpha_{GWP} = 0,7$
- 3** Ökologisch optimierten Beton auswählen
 - ▣ Auswahl Beton aus Ökobaudat
 - ▣ Festlegung gemäß CSC-CO₂ Modul
 - ▣ Anfrage bei Betonlieferant → Daten gemäß EPD
- 4** Tragwerk optimieren und ausschreiben
 - ▣ Optimierung Deckenquerschnitte
 - ▣ Optimierung Lastführung
 - ▣ weitere
- 5** Nachweis führen und Nachweiseinhaltung durch Dokumentation der eingesetzten Baustoffe belegen



CO_{2,e} = äquivalente CO₂-Emissionen = Maßzahl für die Globale Erderwärmung (Global Warming Potential, GWP)



Nachweisführung: Vorgehensweise

- 1 **CO₂-Emissionen im Referenzzustand ermitteln**
z.B. Bürogebäude 320 kg CO_{2,eq} /m² BGF im Jahr 2020
- 2 **Reduktionsklasse (in Absprache mit Kunde) festlegen**
z.B. Reduktionsklasse TM₋₃₀ → $\alpha_{GWP} = 0,7$

CO_{2,e} = äquivalente CO₂-Emissionen = Maßzahl für die Globale Erderwärmung (Global Warming Potential, GWP)

Tabelle A.1 – Zulässige Grenzwerte für THG-Emissionen des Tragwerkes – Wohngebäude, Nichtwohngebäude und Bürogebäude

S	1	2	3		4
			Zulässige Grenzwerte für die Emissionen des Tragwerkes [kg CO _{2,e} / m ² BGF]		
Z	Treibhausgas-Minderungs-klasse TM _{xx}	α_{GWP} [-]	Wohngebäude ²⁾	Nichtwohngebäude ²⁾ und Bürogebäude	
1	TM _{Ref} ¹⁾	1,00 ¹⁾	250	320	
2	TM ₋₁₀	0,90	225	288	
3	TM ₋₂₀	0,80	200	256	
4	TM ₋₃₀	0,70	175	224	
5	TM ₋₄₀	0,60	150	192	
6	TM ₋₅₀	0,50	125	160	
7	TM ₋₆₀	0,40	100	128	
8	TM ₋₇₀	0,30	75	96	

¹⁾ Referenzjahr 2020.

Ökologische Lösung (z.B. 2030)

$$\frac{\Sigma GWP_{\text{Funktionseinheit}}_{\text{Eco}}}{\Sigma GWP_{\text{Funktionseinheit}}_{\text{Ref}}} \leq \text{Grenzwert } \alpha_{GWP}$$

Referenzbauweise (2020)

Nachweisführung: Vorgehensweise

- 1 **CO₂-Emissionen im Referenzzustand ermitteln**
z.B. Bürogebäude 320 kg C_{O_{2,eq}} /m² BGF im Jahr 2020
- 2 **Reduktionsklasse (in Absprache mit Kunde) festlegen**
z.B. Reduktionsklasse TM₋₃₀ → $\alpha_{GWP} = 0,7$
- 3 **Ökologisch optimierten Beton auswählen**
 - Auswahl Beton aus Ökobaudat
 - Festlegung gemäß CSC-CO₂ Modul
 - Anfrage bei Betonlieferant → Daten gemäß EPD

GWP Beton ausschreiben



CO_{2,e} = äquivalente CO₂-Emissionen = Maßzahl für die Globale Erderwärmung (Global Warming Potential, GWP)

Ökologische Lösung (z.B. 2030)

$$\frac{\Sigma GWP_{\text{Funktionseinheit}}_{\text{Eco}}}{\Sigma GWP_{\text{Funktionseinheit}}_{\text{Ref}}} \leq \text{Grenzwert } \alpha_{GWP}$$

Referenzbauweise (2020)

Betonauswahl: Datenbanken

Wichtig: Regional repräsentative Daten wählen

Indikator	Einheit	Herstellung A1+A3	Transport A4	Abbruch C1	Transport C2	Abfallbehandlung C3	Recyclingpotential D
Globales Erwärmungspotenzial (GWP)	kg CO ₂ eq	259.3	2.041	0.6148	6.819	14.16	-3.994
Globales Erwärmungspotenzial (GWP)	kg CO ₂ eq	0.7938	0.01061	-0.001798	-0.02465	-0.2779	0.0047
Globales Erwärmungspotenzial (GWP)	kg CO ₂ eq	258.4	2.019	0.6127	6.804	14.38	-
Globales Erwärmungspotenzial (GWP)	kg CO ₂ eq	0.09948	0.01212	0.00363	0.04051	0.55493	-
Globales Erwärmungspotenzial (GWP)	kg CO ₂ eq						

Orientierungswerte: Branchendurchschnitt 2020

Tab. B.1 – Datensätze für die Bilanzierung der Treibhausgasemissionen des Tragwerks im Referenzjahr 2020 nach DIN EN 15804:2014-07 (EN 15804+A1)

S	Baustoff	Einheit	GWP [kg CO ₂ e]				Bezugszeitraum der Daten	Referenzjahr
			Adressierte Module					
			A1+A3	C3	C4			
1	Beton C20/25	1 m ³	178	6	—	2018-2023 ¹⁾	2020	
2	Beton C25/30	1 m ³	197	6	—	2018-2023 ¹⁾	2020	
3	Beton C30/37	1 m ³	219	6	—	2018-2023 ¹⁾	2020	
4	Beton C35/45	1 m ³	244	6	—	2018-2023 ¹⁾	2020	

Betonauswahl: CSC-CO₂ Modul



Tab. C.1 – CO₂-Klassen für Beton mit Branchenreferenzwerten entsprechend [CSC]

S	CO ₂ -Klassen	2	3	4	5	6	7
Z	Maximal zulässige Treibhausgasemissionen [Netto ¹⁾] kg CO _{2,e} / m ³ Beton						
1	Branchenreferenzwert für CEM I	213	237	261	286	312	325
2	Level 1 (≥ -30%)	149	166	183	200	218	228
3	Level 2 (≥ -40%)	128	142	157	172	187	195
4	Level 3 (≥ -50%)	107	119	131	143	156	163
5	Level 4 (≥ -60%)	85	95	104	114	125	130

¹⁾ Netto kg CO₂-Äquivalente: Im Wert für das GWP der Module A1 bis A3 sind die Treibhausgasemissionen aus der Verbrennung von Abfällen bei der Zementklinkerherstellung nicht enthalten. Nach dem Verursacherprinzip sind diese dem Produktsystem zuzuordnen, das den Abfall verursacht hat.

Festlegung der maximal zulässigen CO₂-Menge pro m³

Muss entsprechend so ausgeschrieben werden:
z.B. CSC-CO₂ Modul Level 1 C30/37 mit ≤ 183 kg CO_{2,e} / m³ Beton

Achtung: Prozentzahl bezieht sich auf Referenz Portlandzement

Betonauswahl: CSC CO₂-Modul



Festlegung der maximal zulässigen CO₂-Menge pro m³



Muss entsprechend so ausgeschrieben werden:
z.B. CSC-CO₂ Modul Level 1 C30/37 mit ≤ 183 kg CO_{2,e} / m³ Beton

Tabelle C.1 – CO₂-Klassen für Beton mit Branchenreferenzwerten entsprechend [CSC]

S	1	2	3	4	5	6	7
CO ₂ -Klassen	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C45/55	C50/60	
Z	Maximal zulässige Treibhausgasemissionen [Netto ¹⁾ kg CO _{2,e} / m ³ Beton]						
1	Branchenreferenzwert für CEM I	213	237	261	286	312	325
2	Level 1 (≥ -30%)	149	166	183	200	218	228
3	Level 2 (≥ -40%)	128	142	157	172	187	195
4	Level 3 (≥ -50%)	107	119	131	143	156	163
5	Level 4 (≥ -60%)	85	95	104	114	125	130

¹⁾ Netto kg CO₂-Äquivalente: Im Wert für das GWP der Module A1 bis A3 sind die Treibhausgasemissionen aus der Verbrennung von Abfällen bei der Zementklinkerherstellung nicht enthalten. Nach dem Verursacherprinzip sind diese dem Produktsystem zuzuordnen, das den Abfall verursacht hat.



Achtung: Gewährleistung ausreichende Dauerhaftigkeit mit zunehmender Reduktion anspruchsvoller

Nachweisführung: Vorgehensweise

- CO₂-Emissionen im Referenzzustand ermitteln**
z.B. Bürogebäude 320 kg CO_{2,eq} /m² BGF im Jahr 2020
- Reduktionsklasse (in Absprache mit Kunde) festlegen**
z.B. Reduktionsklasse TM₋₃₀ → α_{GWP} = 0,7
- Ökologisch optimierten Beton auswählen**
 - Auswahl Beton aus Ökobaudat
 - Festlegung gemäß CSC-CO₂ Modul
 - Anfrage bei Betonlieferant → Daten gemäß EPD
- Tragwerk optimieren und ausschreiben**
 - Optimierung Deckenquerschnitte
 - Optimierung Lastführung
 - weitere

GWP Beton ausschreiben

GWP Tragwerk ausschreiben

CO_{2,e} = äquivalente CO₂-Emissionen = Maßzahl für die Globale Erderwärmung (Global Warming Potential, GWP)

Ökologische Lösung (z.B. 2030)

$$\frac{\Sigma \text{GWP}_{\text{Funktionseinheit}}^{\text{Eco}}}{\Sigma \text{GWP}_{\text{Funktionseinheit}}^{\text{Ref}}} \leq \text{Grenzwert } \alpha_{\text{GWP}}$$

Referenzbauweise (2020)

Nachweisführung: Vorgehensweise



CO_{2,e} = äquivalente CO₂-Emissionen = Maßzahl für die Globale Erderwärmung (Global Warming Potential, GWP)

Ökologische Lösung (z.B. 2030)



$$\frac{\Sigma GWP_{\text{Funktionseinheit}}|_{\text{Eco}}}{\Sigma GWP_{\text{Funktionseinheit}}|_{\text{Ref}}} \leq \text{Grenzwert } \alpha_{GWP}$$

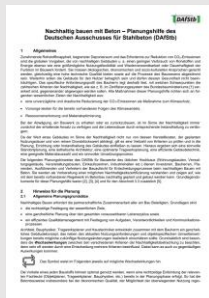


Referenzbauweise (2020)

Materialeffiziente Tragwerke: Hilfsmittel

DAfStb Planungshilfe

- Partnerschaftliche Zusammenarbeit in Planung und Bau
- Statische Optimierung zur Material und Gewichtseinsparung
- Herstellungstechnische Optimierung von Bauteilen
- Optimierung der Betonrezeptur
- Flächen- und Volumeneffizienz
- Anpassbarkeit an geänderte Nutzungsanforderungen
- Recycling und Wiederverwendbarkeit



DBV-Heftreihe 50

- DBV-Heft 50 Band 1: Graue Emissionen und Lösungsansätze zum Klimaschutz
- DBV-Heft 50 Band 2: Quick Wins für den Klimaschutz
- DBV-Heft 50 Band 3: Deckensysteme - Tragwerksentwurf für den Klimaschutz

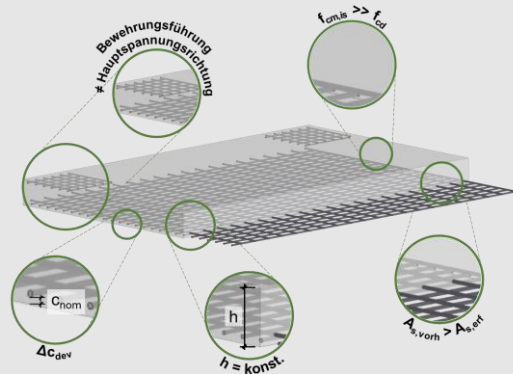
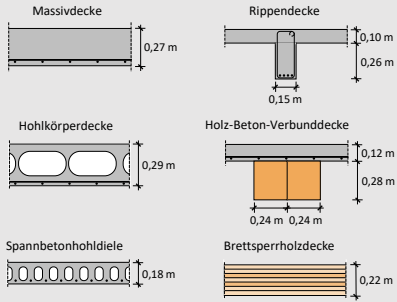


Quelle:
https://www.dafstb.de/application/nachhaltigkeit/2021-10-29_DAFStb-Planungshilfe_Nachhaltig_Bauen_mit_Beton_final.pdf
https://www.dafstb.de/application/nachhaltigkeit/Planungshilfe_NachhaltigBauenMitBeton_Foliensatz_Oktober_2022.pdf

Materialeffiziente Tragwerke: Beispiel Decken

> Marktverfügbare Deckensysteme

> Bewertung

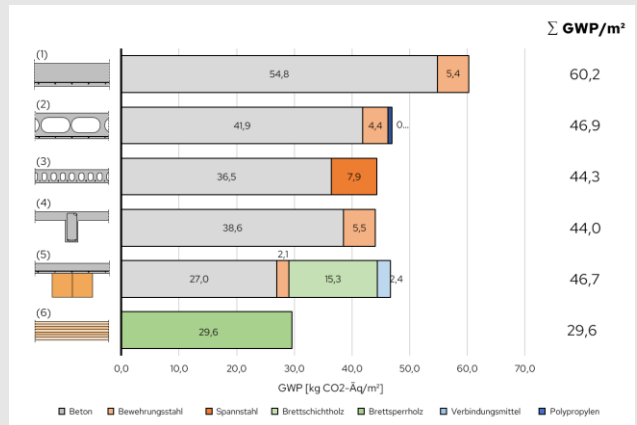
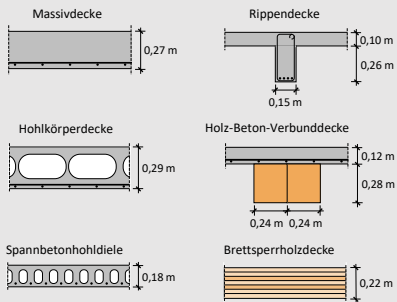


[Heckmann, M.; Glock, C.: Ökobilanz im Bauwesen – Treibhausgasemissionen praxisüblicher Deckensysteme. Beton- und Stahlbetonbau 118 (2023), Heft 2, 2023, Berlin: Ernst & Sohn, 2023]

Materialeffiziente Tragwerke: Beispiel Decken

> Marktverfügbare Deckensysteme

> Bewertung (Module A1 bis A3, C3, C4)

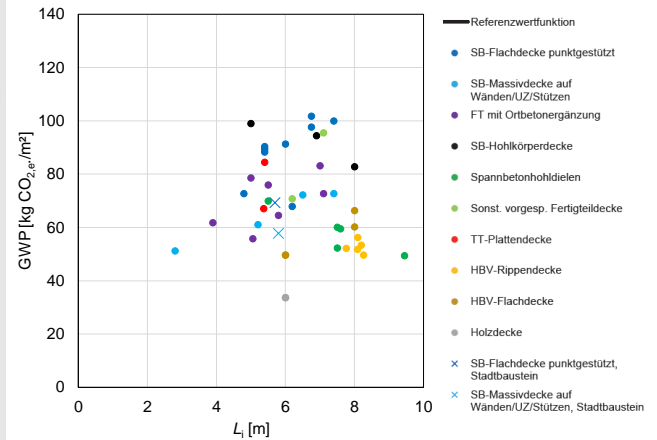


[Heckmann, M.; Glock, C.: Ökobilanz im Bauwesen – Treibhausgasemissionen praxisüblicher Deckensysteme. Beton- und Stahlbetonbau 118 (2023), Heft 2, 2023, Berlin: Ernst & Sohn, 2023]

DAfStb RL Teil 2: Deckenbauteile

- Ermittlung eines **Referenzzustands für das Jahr 2020** erfolgt **aufbauend auf einer Umfrage zu Deckensystemen** aus der Planungs- und Baupraxis sowie einer **Literaturstudie**
- **Randbedingungen** der betrachteten Daten:
 - Spannweite: 0 – 10 m
 - Char. Belastung (exkl. Eigenlast): 2,5 - 7,5 kN/m²
 - Druckfestigkeitsklasse \geq C16/20

Deckenbauteil	Bewertete Querschnitte
Punktgestützt	Deckenquerschnitt
Liniengelagert	Deckenquerschnitt ohne Unterzüge
Rippendecke	Deckenquerschnitt mit Rippen, ohne Unterzüge



26.09.2024

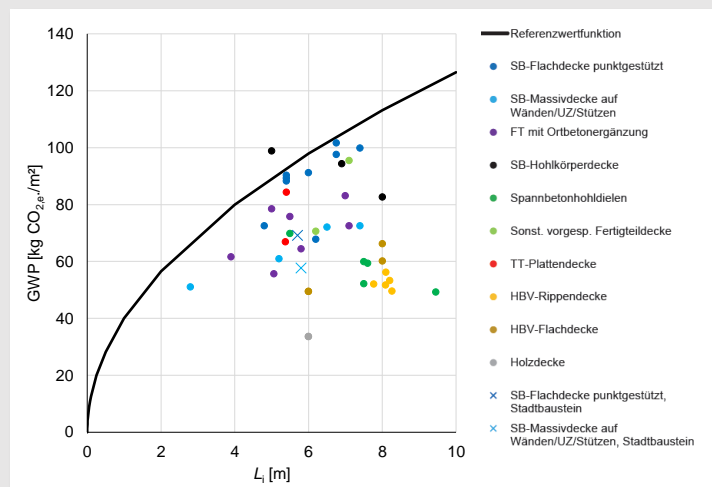
MICHAEL HAIST, CHRISTIAN GLOCK UND UDO WIENS (DAFSTB)

19

DAfStb RL Teil 2: Deckenbauteile

- Ermittlung eines **Referenzzustands für das Jahr 2020** erfolgt **aufbauend auf einer Umfrage zu Deckensystemen** aus der Planungs- und Baupraxis sowie einer **Literaturstudie**:

Referenzzustand erfasst 98 % der betrachteten Deckensysteme!



26.09.2024

MICHAEL HAIST, CHRISTIAN GLOCK UND UDO WIENS (DAFSTB)

20

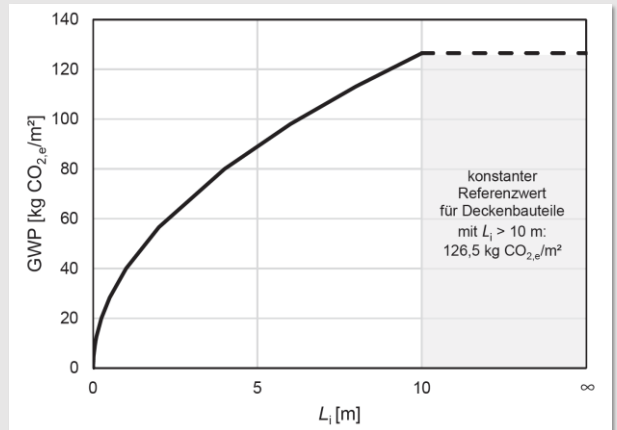
DAfStb RL Teil 2: Deckenbauteile

- Referenzzustand in Abhängigkeit der Spannweite des betrachteten Deckensystems:

$$GWP_{Ref,i} = 40 \cdot \sqrt{L_i} \left[\frac{\text{kg CO}_{2,e}}{\text{m}^2} \right] \quad \text{für } 0 \text{ m} \leq L_i \leq 10 \text{ m}$$

$$GWP_{Ref,i} = 126,5 \left[\frac{\text{kg CO}_{2,e}}{\text{m}^2} \right] \quad \text{für } L_i > 10 \text{ m}$$

- L_i ist Spannweite des betrachteten Deckenbauteils i in [m].
Für zweiachsige Systeme ist die kurze Spannweite anzusetzen.
- Bei Belastungen $> 7,5 \text{ kN/m}^2$ darf der Referenzwert für ein Deckensystem gleicher Spannweite herangezogen werden.



26.09.2024

MICHAEL HAIST, CHRISTIAN GLOCK UND UDO WIENS (DAFSTB)

21

DAfStb RL Teil 2: Deckenbauteile

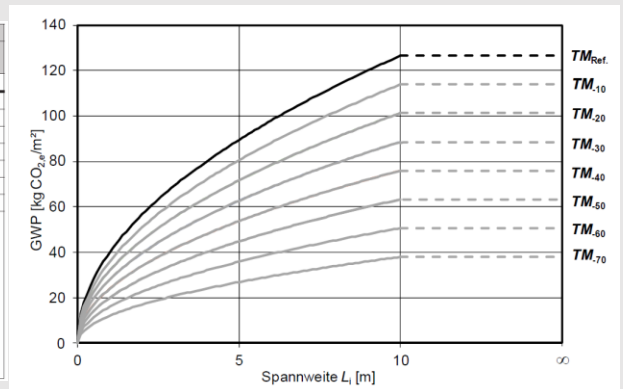
- Unter Berücksichtigung Grenzwerte α_{GWP} gemäß TM gilt Kurvenschar:

S	1	2
Z	Treibhausgas-Minderungsklasse TM_{xx}	$\alpha_{GWP} [-]^{21}$
1	$TM_{Ref}^{1)}$	1,00
2	TM_{10}	0,90
3	TM_{20}	0,80
4	TM_{30}	0,70
5	TM_{40}	0,60
6	$TM_{50}^{3)}$	0,50
7	$TM_{60}^{3)}$	0,40
8	$TM_{70}^{3)}$	0,30

¹⁾ Der Referenzwert entspricht den THG-Emissionen im Referenzjahr 2020. Anhang A enthält die zugehörigen THG-Emissionen für das Referenzjahr und die Minderungsklassen für die gesamte Tragstruktur. Teil 2 legt für Deckenbauteile einen entsprechenden Referenzzustand für das Jahr 2020 fest. Die Erreichbarkeit der höchstmöglichen Treibhausgas-Minderungsklasse variiert je Bauwerksart und ist insbesondere davon abhängig, welche Effizienz das Referenzbauwerk im Jahre 2020 hat. Das bedeutet, dass bei im Jahr 2020 wenig optimierten Bauwerken höhere Treibhausgas-Minderungsklassen erreichbar sind als bei Bauwerken, die bereits im Referenzjahr 2020 optimiert waren.

²⁾ Mit dem relativen Grenzwert α_{GWP} wird die Treibhausgas-Minderungsklasse gegenüber dem Referenzwert oder Referenzzustand festgelegt.

³⁾ Aufgrund der hohen Anforderungen sind diese Treibhausgas-Minderungsklassen nach dem heutigen Stand der Technik und den gültigen bauaufsichtlichen Regelwerken nur in wenigen Ausnahmefällen umsetzbar.



26.09.2024

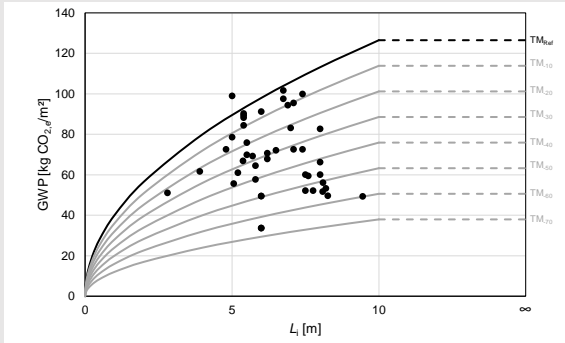
MICHAEL HAIST, CHRISTIAN GLOCK UND UDO WIENS (DAFSTB)

22

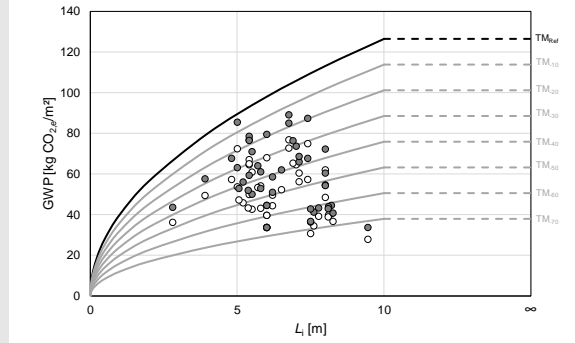
DAfStb RL Teil 2: Deckenbauteile

▪ Einordnung der Deckensysteme in die Treibhausgas-Minderungsklassen:

Ergebnisse der Umfrage



Ergebnisse der Umfrage mit Ökobeton



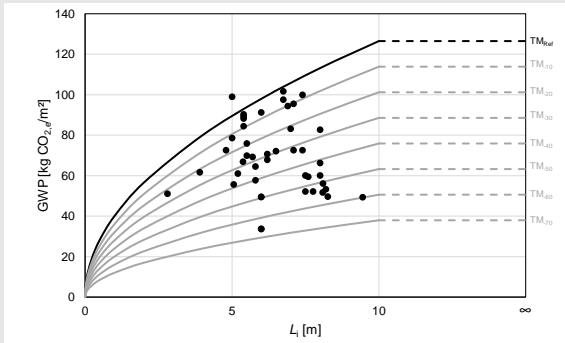
- Beton auf Basis von CEM II („Standard-Ökobeton“) [1]
- Beton auf Basis von CEM X+ („Laborbeton“) [1]

[1] Haist, M. et al.: Nachhaltig konstruieren und bauen mit Beton, in: Betonkalender 2022

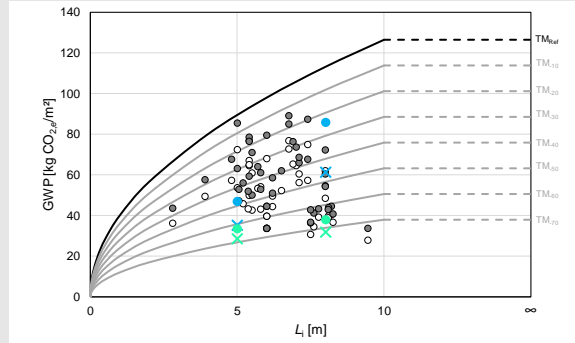
DAfStb RL Teil 2: Deckenbauteile

▪ Einordnung der Deckensysteme in die Treibhausgas-Minderungsklassen:

Ergebnisse der Umfrage



Ergebnisse der Umfrage mit Ökobeton



- /× SB-Massivdecke mit Normalbeton / Laborbeton [1]
- /× SB-Rippendecke mit Normalbeton / Laborbeton [1]

[1] Haist, M. et al.: Nachhaltig konstruieren und bauen mit Beton, in: Betonkalender 2022

Nachweisführung: Vorgehensweise

- 1

CO₂-Emissionen im Referenzzustand ermitteln
 z.B. Bürogebäude 320 kg CO_{2,eq} /m² BGF im Jahr 2020
- 2

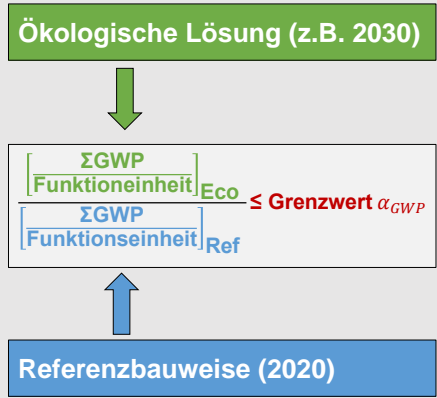
Reduktionsklasse (in Absprache mit Kunde) festlegen
 z.B. Reduktionsklasse TM₋₃₀ → $\alpha_{GWP} = 0,7$
- 3

Ökologisch optimierten Beton auswählen
 - Auswahl Beton aus Ökobaudat
 - Festlegung gemäß CSC-CO₂ Modul
 - Anfrage bei Betonlieferant → Daten gemäß EPD
- 4

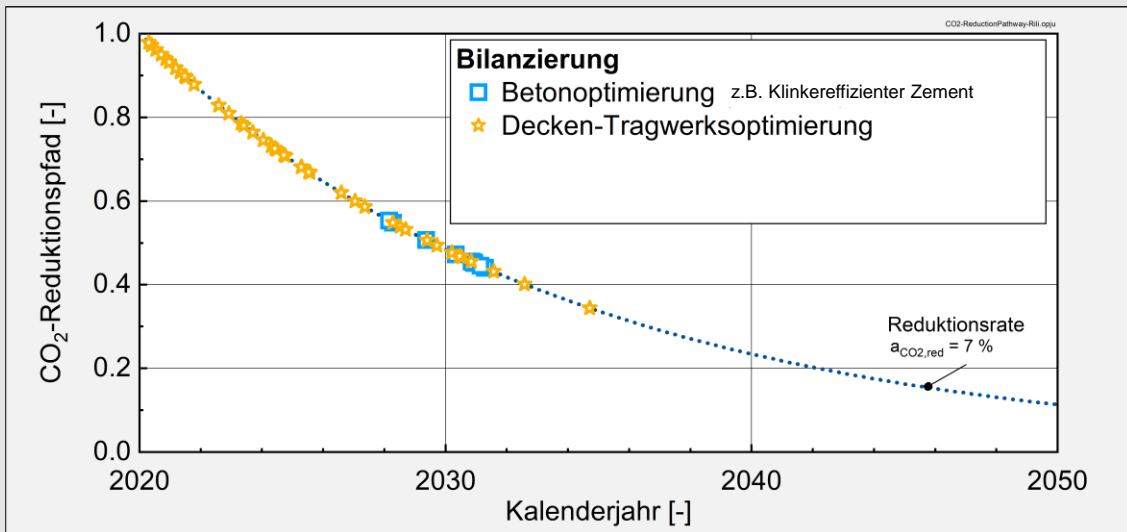
Tragwerk optimieren und ausschreiben
 - Optimierung Deckenquerschnitte
 - Optimierung Lastführung
 - weitere
- 5

Nachweis führen und Nachweiseinhaltung durch Dokumentation der eingesetzten Baustoffe belegen

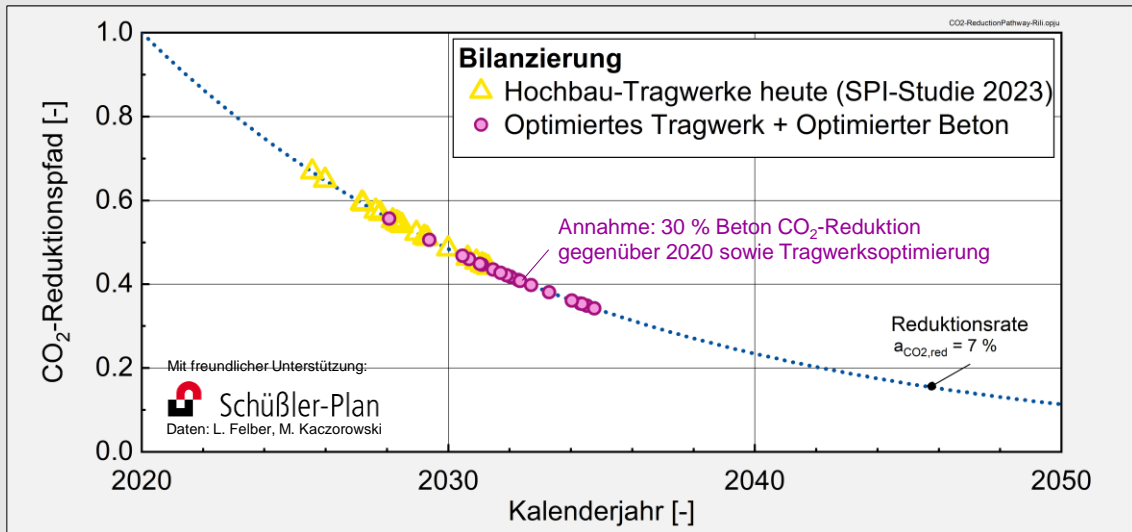
CO_{2,e} = äquivalente CO₂-Emissionen = Maßzahl für die Globale Erderwärmung (Global Warming Potential, GWP)



Was ist mit vertretbarem Aufwand möglich?



Was ist mit vertretbarem Aufwand möglich?

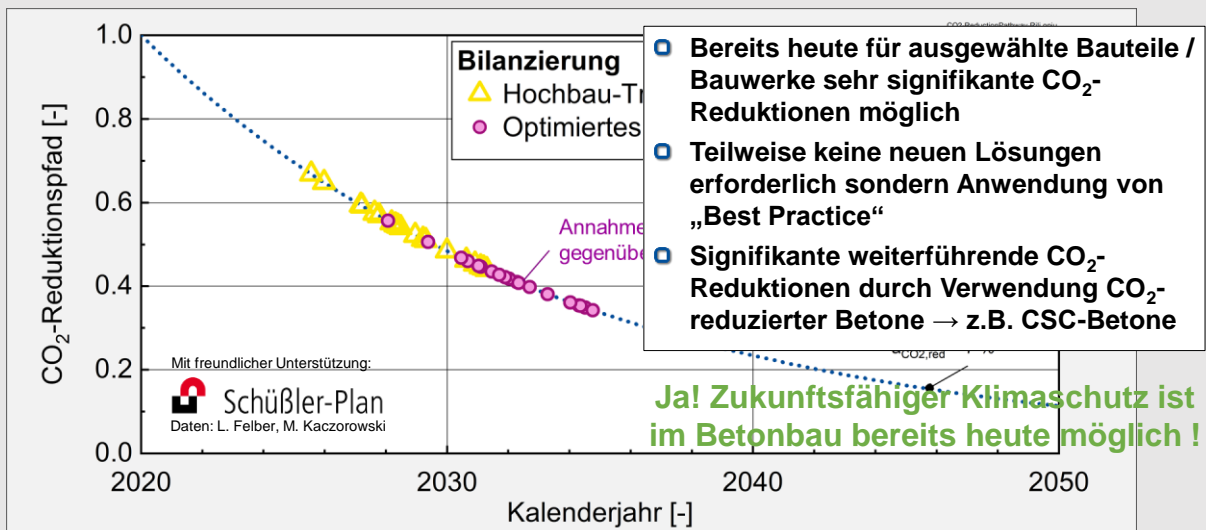


26.09.2024

MICHAEL HAIST, CHRISTIAN GLOCK UND UDO WIENS (DAFSTB)

27

Fazit



Ja! Zukunftsfähiger Klimaschutz ist im Betonbau bereits heute möglich!

- Bereits heute für ausgewählte Bauteile / Bauwerke sehr signifikante CO₂-Reduktionen möglich
- Teilweise keine neuen Lösungen erforderlich sondern Anwendung von „Best Practice“
- Signifikante weiterführende CO₂-Reduktionen durch Verwendung CO₂-reduzierter Betone → z.B. CSC-Betone

26.09.2024

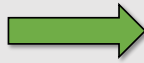
MICHAEL HAIST, CHRISTIAN GLOCK UND UDO WIENS (DAFSTB)

28

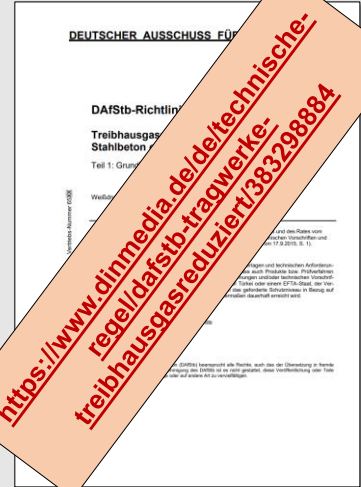
DAfStb THG-RL: Aktueller Stand



Gelbdruckverfahren
im Juni 2024 abgeschlossen!



Weißdruck 08/2024
im September 2024
erschieden!



<https://www.dinmedia.de/de/technische-regel/dafstb-tragwerke-treibhausgasreduziert/383298884>



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Christian Glock
Michael Heckmann, M. Sc.

Rheinland-Pfälzische Technische Universität
Kaiserslautern-Landau

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Michael Haist
Dr.-Ing. Tobias Schack

Leibniz Universität Hannover
Institut für Baustoffe

Prof. Dr.-Ing. Udo Wiens

Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (DAFStb)
Geschäftsführer