



Kremeier
Partner
Ingenieure

Bauen für die Zukunft

Nachhaltige Sanierung und Ressourcenschonung als Leitprinzip

Ecke.Kante.Punkt | München, 27. Februar 2024 | Stefan Kremeier

Klimaproblem des Gebäudesektors



Kremer
Partner
Ingenieure

Ausgangssituation in Deutschland (2021)

Bestandsgebäude :	21.400.000
Neubauten:	125.000
Rückbauten:	14.090*

*Hohe Dunkelziffer geschätzt

Graue Emissionen (CO₂) durch Gebäude: 40%

< Graue Emissionen Gebäudebetrieb: 30%

< Graue Emissionen Konstruktion: 10%

< Herstellung / Errichtung (Bau)

< Modernisierung

< Nutzung / Betrieb

Abfall-Aufkommen durch Gebäude: 55%

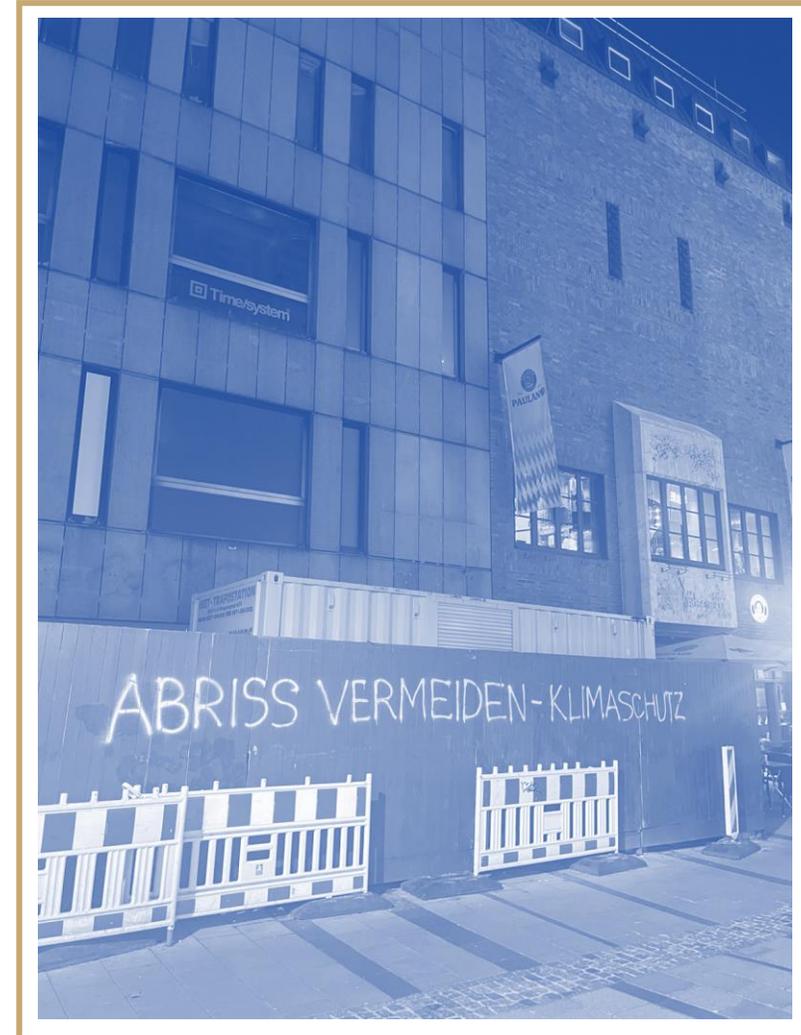
Quelle: Factsheet, Deutsche Umwelthilfe



Problemstellung

- < Die Dunkelziffer der Abrisse ist sehr wahrscheinlich größer, die vollständige Beseitigung von Gebäuden bedarf keiner Baugenehmigung.
- < In der Regel findet keine Prüfung statt, ob das Vorhandene als Gebäude insgesamt oder zumindest seine Bauteile weitergenutzt werden können.
- < Zur Erstellung eines bezugsfähigen Neubaus wird mehr graue Energie benötigt, als bei einer energetischen Sanierung.

→ Braucht es eine Abriss-Genehmigung?



Klimaproblem des Gebäudesektors



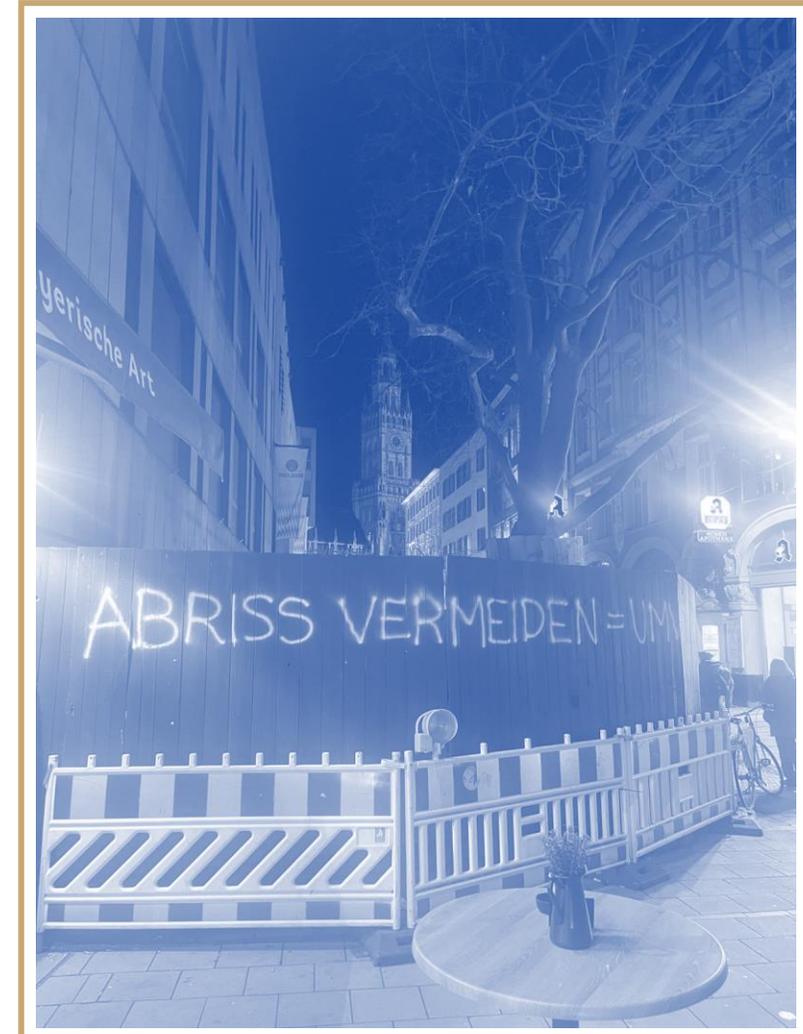
Kremer
Partner
Ingenieure

Lösung

Mit rund **28,44 Milliarden Tonnen Baumaterialien** ist der 21,4 Millionen Gebäude umfassende Bestand unser größtes Rohstofflager.

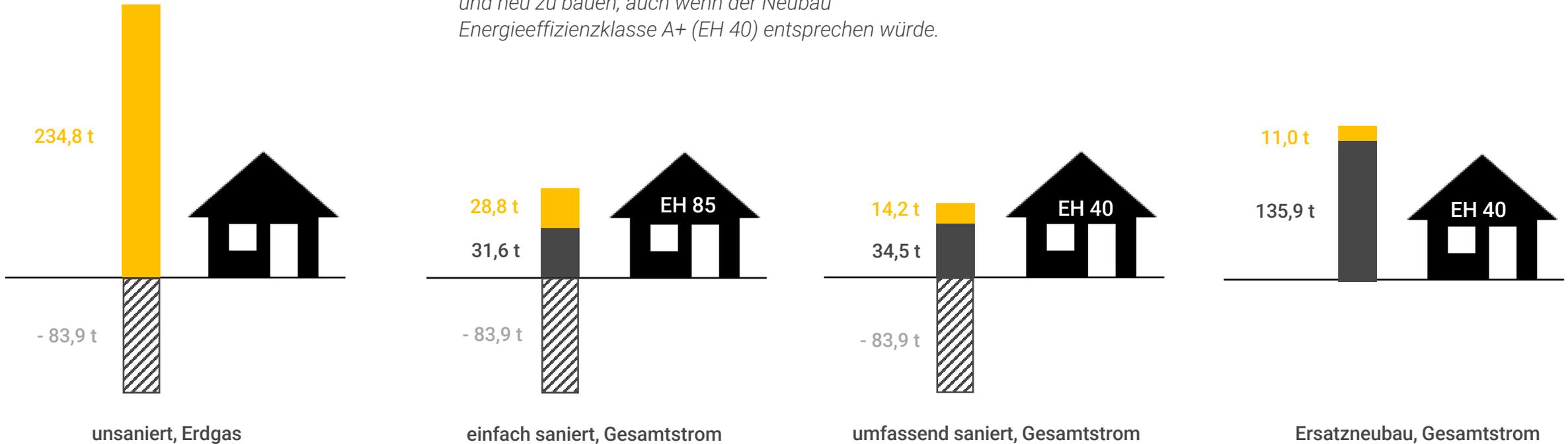
Durch effiziente **Nutzung, Wiederverwendung oder Recycling** kann ein wichtiger Beitrag zum Ressourcenschutz geleistet werden.

→ Vorantreiben des **Kreislaufgedankens** und **Verlängerung der Lebensdauer** von bestehenden Gebäuden zur **Einsparung von Energie, Emissionen, Rohstoffen und Bauabfällen**.



CO₂-Fußabdruck Wohngebäude (bis 2050)

„Unter dem Gesichtspunkt der kurz- bis mittelfristigen CO₂-Emission ist es deutlich besser, ein bestehendes Wohngebäude auf EH 85 zu bringen, als es abzureißen und neu zu bauen, auch wenn der Neubau Energieeffizienzklasse A+ (EH 40) entsprechen würde.“



Quelle: Modell, Deutsche Umwelthilfe

- Emissionen durch Nutzungsphase 2020 bis 2050 (analog Modul B.6 Ökobilanzierung)
- Emissionen durch bauliche Maßnahme (analog Module A.1-3, B4, C3,4, Ökobilanzierung)
- ▨ Im Bestandsgebäude gespeicherte CO₂-Äquivalente („Graue Emissionen“)

EU-Green Deal: ‚Renovierungswelle‘

- < Fahrplan Verbesserungen der Energieeffizienz von Gebäuden durch neue Vorschriften, höhere Standards und bessere Informationen:
 - < Einführung verbindlicher Mindestnormen
 - < Wesentliches Instrument Energieeffizienzausweis
 - < Stärkere Renovierungsanforderungen für den öffentlichen Sektor
- < Renovieren im Einklang mit den Grundsätzen der Kreislaufwirtschaft
- < Optimierte Lebenszyklusleistung – längere Lebensdauer von Gebäuden
- < Neue Zielvorgaben für die Verwertung von Bau- und Abbruchabfällen
- < Ausweitung des Marktes für nachhaltige Bauprodukte und -leistungen
- < Einführung von Gebäuderenovierungspässen und digitalen Gebäudelogbüchern
- < Wesentliches Element der Strategie: Überarbeitung der „Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden“ (EPBD)



Abb.: https://ec.europa.eu/germany/news/20201014-renovierungswelle_de

EU-EPBD-Richtlinie

- < EU-Parlament hat am 14. März 2023 für Reform der **„Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden“ (EPBD)** (Energy performance of buildings directive) gestimmt (strengere Regeln, jedoch Zustimmung von EU-Mitgliedsstaaten noch offen)
- < Bis 2030 sollen alle Wohnhäuser mindestens die Energieeffizienzklasse **„E“** und bis zum Jahr 2033 **mindestens die mittlere Energieeffizienzklasse „D“** (max. 130 kWh/m²a – ‚alt‘) erreichen.
- < Für Energieausweise soll eine neue Kategorie **„A0“** (A „Null“) eingeführt werden, die Nullemissionsgebäuden entspricht.
- < Zusätzlich Kategorie **„A+“** für Gebäude, die nicht nur Nullemissionsgebäude sind, sondern auch am Standort mit erneuerbarer Energie einen Beitrag zum Energienetz leisten.

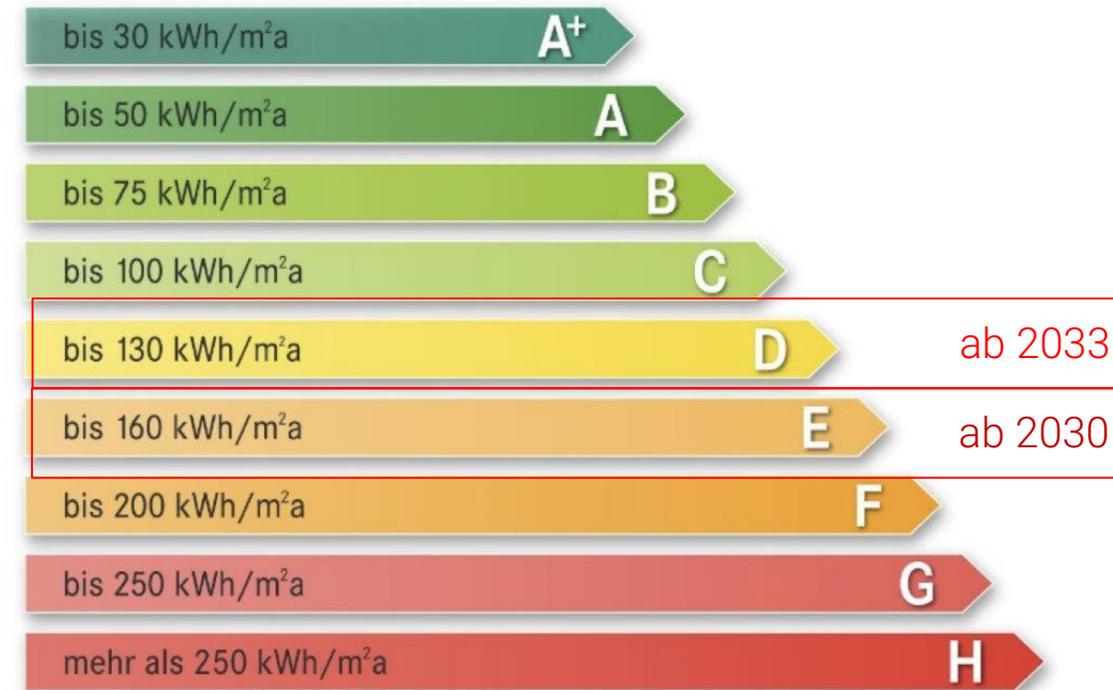


Abb.: Energieeffizienzklassen Gebäude (alt)

- < Neubauten: ab 2030 ‚Nullemissionsgebäude‘
(...sehr hohen Gesamtenergieeffizienz, keine oder eine sehr geringe Energiemenge, keine CO₂-Emissionen aus fossilen Brennstoffen sowie sehr geringe Menge an betriebs-bedingten Treibhausgasemissionen...)
- < Schrittweise **Renovierung des Gebäudebestands zu einen Nullemissionsgebäudebestand bis 2050** („Fit for 55“ der EU-Kommission aus 2021 – Verringerung Netto-THG bis 2030 um 55% im Vergleich zu 1990)
- < Ab 2030: **Lebenszyklusbetrachtung** (Ökobilanzierung, zunächst nur Offenlegung, keine Benchmarks)

Renovierungspass

- < Ab 2025 System von Renovierungspässen (individuelle Sanierungsfahrpläne (iSFP) "zur freiwilligen Nutzung durch Gebäudeeigentümer"
- < Erstellung durch Energieeffizienzexperte (EEE)
- < **Renovierungsfahrplan mit Abfolge von aufeinander aufbauenden Renovierungsschritten**
- < Nachweis Nullemissionsgebäude bis 2050
- < Darstellung der zu erwartenden Vorteile (Einsparungen an Energie, Bewirtschaftungskosten, CO₂-Emissionen)
- < Informationen über mögliche finanzielle und technische Unterstützung

< Neubau:

- < Primärenergieverbrauch muss 10 % unter den Anforderungen an Niedrigstenergiegebäude (in Deutschland aktuell KfW 55-Standard)
- < Bei Gebäuden > 5.000 m²:
 - < Ökobilanz erforderlich nach DIN 15978
 - < Blower-Door- und Thermographie-Test

EU TECHNICAL EXPERT GROUP ON SUSTAINABLE FINANCE



EU TECHNICAL EXPERT GROUP ON SUSTAINABLE FINANCE



< Erwerb und Eigentum

- < Bedarfsorientierter der Klasse A, A+ ODER
- < Nachweis, dass der Primärenergiebedarf des Gebäudes unter den besten 15% des nationalen/regionalen Gebäudebestands liegt

< Sanierung:

- < Einhaltung GEG oder Einsparung von Primärenergiebedarf von mind. 30 % nach Sanierung/Renovierung

oder:

- < Einhaltung des nationalen Rechts zur Umsetzung der EU-Gebäuderichtlinie
- < in Deutschland: „grundlegende Renovierung“ nach Gebäudeenergiegesetz, (i. d. R. neue Heizung und Erneuerung von mindestens 20 % der Gebäudehülle)



Klimaschutz

< Neubau:

- < 90% Abfallrecycling (nach Gewicht)
- < Rückbaufähige Konstruktion (TEC1.6: 50% DGNB)
- < Sekundärrohstoffen für die drei schwersten Materialkategorien [gemessen in Masse in kg]:
 - < Beton, Naturstein, Agglomeratstein: max. 70% Primärrohstoffe
 - < Ziegeln, Fliesen, Keramik: max. 70% Primärrohstoffe
 - < Biobasierte Materialien: max. 80% Primärrohstoffe
 - < Glas und mineralische Dämmstoffe: max. 70% Primärrohstoffe
 - < Nicht-biobasierte Kunststoffe: max. 50% Primärrohstoffe
 - < Metalle: max. 30% aus Primärrohstoffe
 - < Gips: max. 65% Primärrohstoffe

< Digitalisierung / Dokumentation

- < BIM-Planung
- < Digitaler Zwilling
- < Gebäude-Rückbaufreundlichkeit



SC Kreislaufwirtschaft ab 2024

EU-ESG: Sekundärrohstoffe



Ziel ist eine sortenreine Erfassung und größtmögliche Wiederverwertung durch, getrennten Rückbau der Gebäudebestandteile (z. B. nicht-mineralischen und mineralischen Baustoffen).

Vorteile des selektiven Rückbaus:

- < Brauchbare Bauteile können weiter genutzt (verkauft) werden.
- < Sortenreine Bau- und Abbruchabfälle können sinnvoll verwertet werden.
- < Die Kosten für die Entsorgung sortenreiner Bauabfälle sind deutlich geringer als die für gemischte Abfälle.

Selektiver Rückbau

BEG-Förderung 2024

BEG - Bundesförderung für effiziente Gebäude

Kreditförderung	Kreditförderung mit Tilgungszuschuss		Zuschussförderung
<p>Klimafreundlicher Neubau (KFN)</p> <p>Neubau von WG und NWG</p>	<p>BEG Wohngebäude (WG)</p> <p>Sanierung zum Effizienzhaus</p>	<p>BEG Nichtwohngebäude (NWG)</p> <p>Sanierung zum Effizienzgebäude</p>	<p>BEG-Einzelmaßnahmen (EM)</p> <p>Sanierung von WG und NWG</p>
Neubau	Systemische Sanierungsmaßnahmen		Einzelmaßnahmen
Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB)	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK)		

Förderung der Fachplanung und Baubegleitung und Nachhaltigkeitsberatung ([auch individueller Sanierungsfahrplan \(iSFP\)](#))

BEG-Förderung Neubau und Sanierung in 2024

Energieeffiziente Sanierung NWG / WG



Kremer
Partner
Ingenieure

Förderung Effizienzhaus 22.02.2024	Tilgungszuschuss (max. 25% inkl. EE / NH)	Boni		Worst Performance Building	Serielle Sanierung (nur WG)
		EE	NH		
Effizienzhaus 40	20%	5%	5%	10%	15%
Effizienzhaus 55	15%	5%	5%	10%	15%
Effizienzhaus 70	10%	5%	5%	10%	-
Effizienzhaus 85 (nur WG)	5%	5%	5%	-	-
Effizienzhaus Denkmal	5%	5%	5%	-	-

Die Höchstgrenze der förderfähigen Kosten beträgt bei der Sanierung von [Wohngebäuden 120.000 Euro je Wohneinheit](#) in der Grundförderung, und [150.000 Euro je Wohneinheit](#) bei Erreichen einer EE- oder NH-Klasse.

Bei [Nichtwohngebäuden](#) liegt die Höchstgrenze der förderfähigen Kosten bei [2.000 Euro/m² Nettogrundfläche](#), maximal jedoch bei insgesamt 10 Millionen Euro.

*EE-Förderung, bei Einbau einer Heizungsanlage mit mindestens 65% erneuerbarer Energien zur Deckung des Energiebedarfs;

WPB: Ein „Worst Performing Building“ ist ein Gebäude, das zu den energetisch schlechtesten 25 % des deutschen Gebäudebestandes gehört

Übersicht Bundesförderung für effiziente Gebäude – BEG - Sanierung zum Effizienzgebäude

KfW-Förderung Sanierung Wohnen

Energieeffiziente Sanierung Wohngebäude (KfW 261)

- < KfW-Zinsverbilligung bis zu ca. 2,0 % p.a. des Kreditbetrages (Referenzzins Hausbank, z.B. 3,64 %)
- < Kredit mit Tilgungszuschuss zwischen 5 % und 45 %

Laufzeit	Zinsbindung ⓘ	Tilgungsfreie Anlaufzeit ⓘ	Sollzins pro Jahr (effektiver Jahreszins ⓘ)
4 bis 10 Jahre	10 Jahre	1 bis 2 Jahre	1,64 % (1,65 %)
11 bis 20 Jahre	10 Jahre	1 bis 3 Jahre	2,26 % (2,28 %)
21 bis 30 Jahre	10 Jahre	1 bis 5 Jahre	2,41 % (2,44 %)

KfW-Vorteilsrechner: [https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestehende-Immobilie/F%C3%B6rderprodukte/Bundesf%C3%B6rderung-f%C3%BCr-effiziente-Geb%C3%A4ude-Wohngeb%C3%A4ude-Kredit-\(261-262\)/](https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestehende-Immobilie/F%C3%B6rderprodukte/Bundesf%C3%B6rderung-f%C3%BCr-effiziente-Geb%C3%A4ude-Wohngeb%C3%A4ude-Kredit-(261-262)/)

Übersicht Bundesförderung für effiziente Gebäude - Sanierung zum Effizienzgebäude Wohnen (KfW 261), Stand: 22.02.2024

Sanierung Wohngebäude

Förderung Sanierung Wohnen (KfW 261)	Tilgungszuschuss	Betrag je Wohneinheit
Worst Performance Building (25% ‚Worst‘)	+ 10 % von max. 150.000 Euro	
Serielle Sanierung EH 40 oder EH 55	+ 15 % von max. 150.000 Euro	
Summe max. Förderungen	+ 45% von max. 150.000 Euro	Max. 67.500 Euro/WE
Baubegleitung Energieeffizienz-Experte	4.000 Euro/WE, max. 40.000 Euro	50 %, max. 20.000 Euro
Nachhaltigkeitszertifizierung (QNG)	4.000 Euro/WE, max. 40.000 Euro	50 %, max. 20.000 Euro
Umwidmung Nichtwohnfläche in Wohnfläche (KfW 261)		
- Unbeheizte Nichtwohnfläche /Wohnen - Beheizte Nichtwohnfläche / Wohnen	Erweiterung besteh. Wohneinheit Neue Wohneinheit und Erweiterung Wohneinheit	Wie bei einer Sanierung Wie bei einer Sanierung

KfW-Förderung ‚Gewerbe zu Wohnen‘ (ab Herbst 2024)

Das BBSR hatte in einer Studie prognostiziert, dass bzgl. Leerstandflächen Büro ein Potenzial von bis zu 235.000 neuen Wohneinheiten besteht. Die Fördersumme soll 2024 bei 120 Millionen Euro liegen.

Übersicht Bundesförderung für effiziente Gebäude - Sanierung zum Effizienzgebäude Wohnen, Stand: 22.02.2024

Sanierung Wohngebäude

KfW-Vorteilsrechner

KfW- Vorteilsrechner

Sanieren mit KfW-Kredit –
jetzt Rate und Tilgung-
zuschuss berechnen und
Vorteil gegenüber einem
Hausbank-Kredit ermitteln.

> Sanierung zum
Effizienzhaus

Gesamtersparnis 61.987 € 

davon aus Tilgungszuschuss: 37.000 € | aus Zinsen: 24.987 €

Beispielrechnung:

- < Einfamilienhaus
- < Kreditbetrag 150.000 Euro
- < Effizienzhaus 55 erreicht
- < EE oder NH-Klasse erreicht
- < EH- und NH-Beratung
- < 20 Jahre Laufzeit
- < Referenzzins Hausbank: 3,62%

	KfW-Kredit	Kredit der Hausbank
Sollzins p.a. 	2,26 %	3,62 %
Effektiver Jahreszins 	2,28 %	-
1 tilgungsfreies Jahr 	✓	✗
monatliche Annuität nach tilgungsfreier Zeit 	885,11 €	961,17 €
Tilgungszuschuss 	37.000 €	0 €
Anfänglicher Tilgungssatz 	4,22 %	3,41 %
Restschuld nach Zinsbindung 	50.732 €	96.675 €
Verwendete Zinsbindung 	10 Jahre	10 Jahre

Bundeshilfe für effiziente Gebäude - KfW-Vorteilsrechner, Stand: 22.02.2024

Sanierung Nichtwohngebäude



Kremer
Partner
Ingenieure

Energieeffiziente Sanierung Nichtwohngebäude (KfW 263)

< Nichtwohngebäude: 2.000 Euro/m² Nettogrundfläche, maximal 10 Millionen Euro.

< Kredit mit Tilgungszuschuss zwischen 5 % und 35 %

Förderung Energieeffiziente Sanierung zum Effizienzhaus	Tilgungszuschuss	Kreditbetrag / förderfähige Kosten	Max. Zuschuss
BEG 40	20,0%	bis zu 2.000 EUR/m ² NGF	max. 2.000.000 EUR
BEG 40 EE oder NH Nicht-Wohnen	25,0%	bis zu 2.000 EUR/m ² NGF	max. 2.500.000 EUR
BEG 55	15,0%	bis zu 2.000 EUR/m ² NGF	max. 1.500.000 EUR
BEG 55 EE oder NH Nicht-Wohnen	20,0%	bis zu 2.000 EUR/m ² NGF	max. 2.000.000 EUR
BEG 70	10,0%	bis zu 2.000 EUR/m ² NGF	Max. 1.000.000 EUR
BEG 70 EE oder NH Nicht-Wohnen	15,0%	bis zu 2.000 EUR/m ² NGF	Max. 1.500.000 EUR

< Förderung von BEG 40 bis BEG 70 Tilgungs-Zuschüsse von 25% (BEG 40 NH) bis 10,0% (BEG 70)

< Optional Nachhaltigkeitszertifizierung (NH-Klasse) ODER Erneuerbare Energien (EE (65%)) (zzgl. 5% Zuschuss)

Übersicht Bundesförderung für effiziente Gebäude - Sanierung zum Effizienzgebäude Nicht-Wohnen (KfW 263), Stand: 22.02.2024

Sanierung Nicht-Wohnen (KfW 263)



Kremer
Partner
Ingenieure

Programm	KP Nr.	Anmerkung	maximaler Zinssatz EKN %									Auszahlung %	Bereitstellung prov. p.M. %	Zinssätze gültig ab
			Sollzins (Effektivzins)											
			Bei Programmen mit risikogerechtem Zinssystem gelten die Preisklassen											
Laufzeit / tilgungsfreie Anlaufjahre / Zinsbindung	A	B	C	D	E	F	G	H	I					

Bundesförderung für effiziente Gebäude														
BEG Nichtwohngebäude - Kredit 5/ 1/ 5	263		0,01 (0,01)	0,41 (0,41)	0,71 (0,71)	1,21 (1,22)	1,81 (1,82)	2,51 (2,54)	3,01 (3,05)	4,11 (4,18)	6,41 (6,57)	100	0,15	19.01.2024
BEG Nichtwohngebäude - Kredit 10/ 2/ 10	263		1,90 (1,91)	2,30 (2,32)	2,60 (2,63)	3,10 (3,14)	3,70 (3,75)	4,40 (4,48)	4,90 (4,99)	6,00 (6,14)	8,30 (8,57)	100	0,15	15.02.2024
BEG Nichtwohngebäude - Kredit 20/ 3/ 10	263		2,52 (2,54)	2,92 (2,95)	3,22 (3,26)	3,72 (3,77)	4,32 (4,39)	5,02 (5,12)	5,52 (5,64)	6,62 (6,79)	8,92 (9,23)	100	0,15	15.02.2024
BEG Nichtwohngebäude - Kredit 30/ 5/ 10	263		2,67 (2,70)	3,07 (3,11)	3,37 (3,41)	3,87 (3,93)	4,47 (4,55)	5,17 (5,27)	5,67 (5,79)	6,77 (6,95)	9,07 (9,39)	100	0,15	15.02.2024

Aktuelle Konditionen: <https://www.kfw-formularsammlung.de/Konditionenanzeiger/Net/KonditionenAnzeiger?ProgrammNameNr=263>

Übersicht Bundesförderung für effiziente Gebäude - Sanierung zum Effizienzgebäude Nicht-Wohnen (KfW 263), Stand: 22.02.2024

BEG - Individueller Sanierungsfahrplan

„iSFP“-Wohngebäude

Energetische Bilanzierung gemäß DIN 18599 und
Bewertung von Effizienzmaßnahmen

- < **„Schritt für Schritt-Sanierung“**
nach „Bestmöglich“-Prinzip (in fünf Schritten)
- < **„Gesamtsanierung in einem Zug“**
zum Effizienzhaus (\leq EH 85)
- < Erstellt durch Energieeffizienz-Experten und bis
zu 80% Förderung durch KfW (max. 1.700 Euro)
- < 5% Tilgungszuschuss durch iSFP bei BAFA-
Förderung



Individueller Sanierungsfahrplan

Qualitätssiegel Nachhaltige Gebäude

< Ökobilanz: Treibhausgas und Primärenergie

- < Treibhausgasemission und Graue Energie in Ökobilanz
- < Umfangreiche Berechnungsvorschriften QNG Anlage 3ff.

< Nachhaltige Materialgewinnung

- < WG23 50% / NWG 70% Holz-/Holzwerkstoffe FSC / PEFC
- < NW23 30% Recyclingbeton

< Schadstoffvermeidung in Baumaterialien

- < Anforderungen analog ‚Blauer Engel‘
- < Hinweise (nach. BNB 1.1.6) in Ausschreibungen (Plus)
- < Einsatz natürlicher Kältemittel oder zukunftssicherer Kältemittel gemäß AMEV Kälte 2017 Tab. 3 und 4

< Barrierefreiheit

- < WG23 80% der WE sind „Ready besuchsgerecht“,
- < NW23 Erfüllung DIN 18040-1 für 10% der Arbeitsplätze
- < NW23 Im gleichen Geschoss stehen in der Nähe der Arbeitsplätze barrierefreie Sanitärräume zur Verfügung.

< Analyse Klimarisiken bis 2050

- < NW23: Wintersturm, Hagel, Hitze, Starkregen, Blitzschlag, Schneelast am Standort des Gebäudes über „GIS-ImmoRisk“, Hochwasser und Radon

< Gründach

- < NW23: 50% Gründachflächen

QNG
NH-Klasse



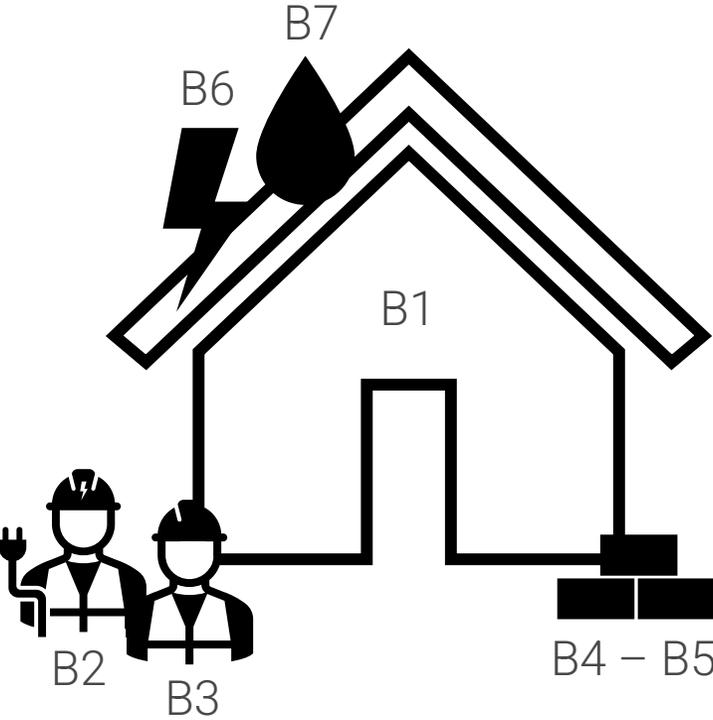
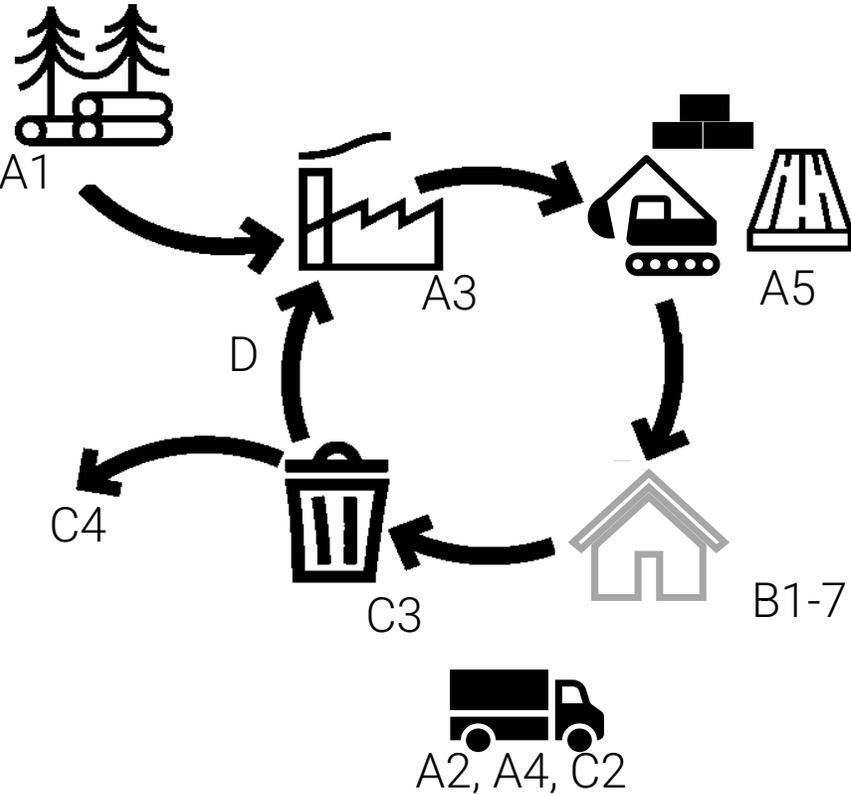
Ökobilanz-Bilanzgrenzen/Module



Kremer
Partner
Ingenieure

CO2-reduzierte Konstruktion
(inkl. Rückbau und Recycling und B.4)

CO2-reduzierter Betrieb
(QNG: B.6 Betrieb)



Ökobilanz von Gebäuden

Ökobilanz-Module DIN EN 15978

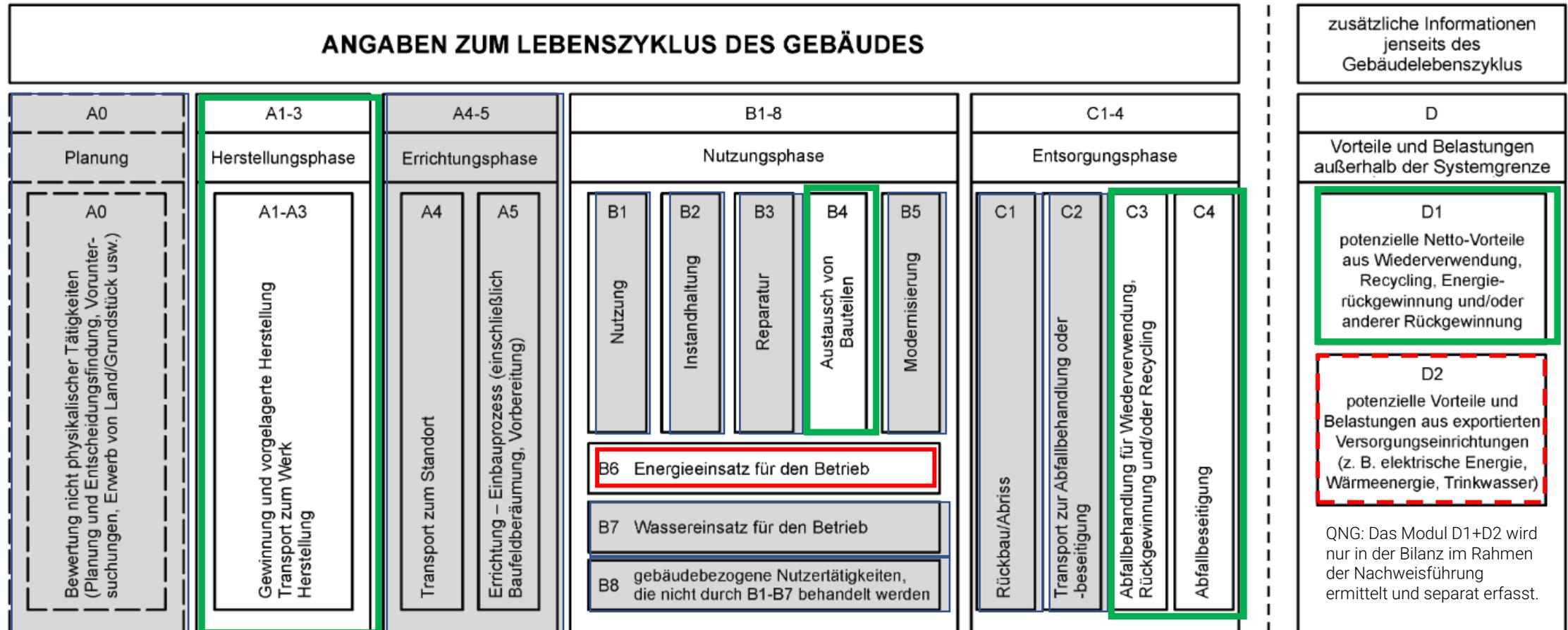


Kremer
Partner
Ingenieure

Konstruktion

Betrieb

für KG 300 + 400



Ökobilanz-Module der DIN EN 15978 (grau hinterlegte Module sind aufgrund geringer Datenqualität oder Einfluss vorerst ohne Wertung)

QNG-Ökobilanz-Kennwerte

QNG-Plus

< Treibhausgasemission (CO₂e) und Primärenergie-Grenzwerte



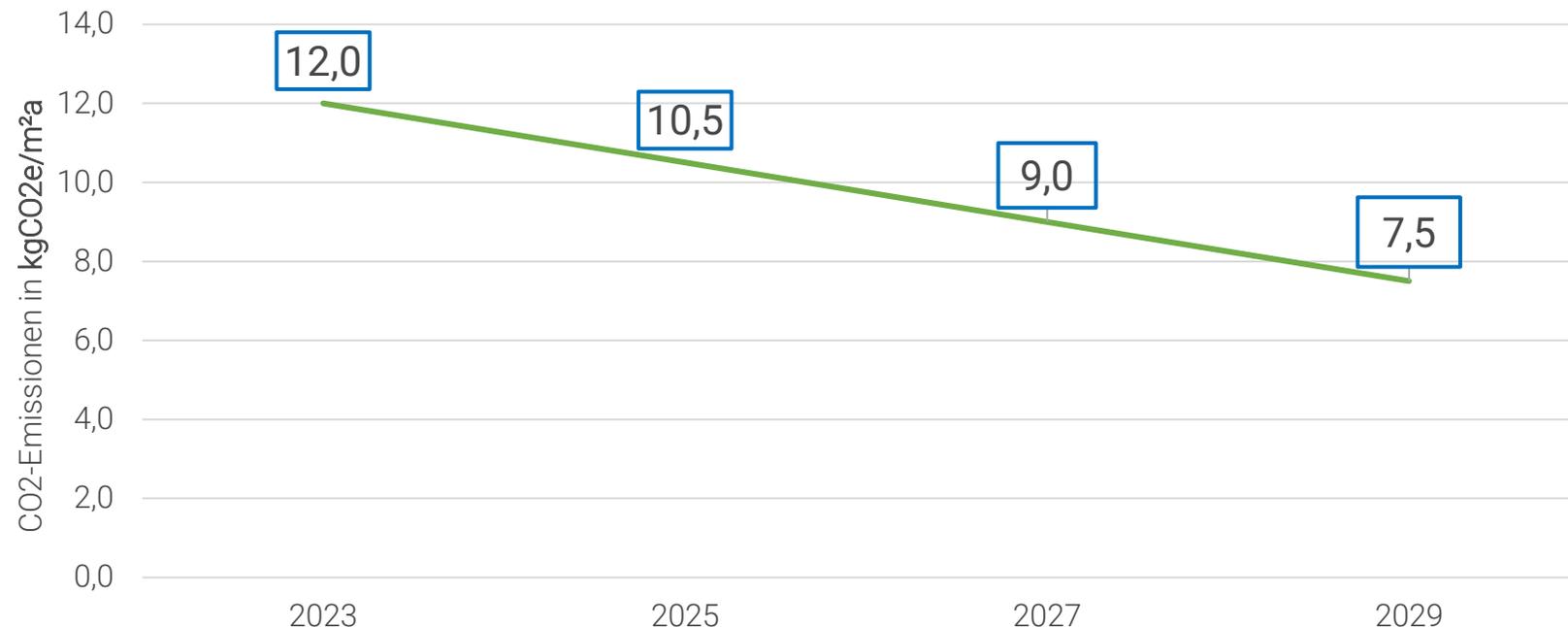
CO₂e- und Primärenergie-Anforderungen:

Module nach EN 15978	CO ₂ e-Grenzwerte				Primärenergie-Grenzwerte			
	A1-3,B4,C3-4	(D1)	B6	Gesamt	A1-3,B4,C3-4	(D1)	B6	Gesamt
Einheit	kg _{CO₂äq} /m ² _{NGF} ·a				kWh/m ² _{NGF} ·a			
Wohnen	24,0				96,0			
Nicht Wohnen Neubau*	12,0	(-2,4)	13,6*	25,6*	35,0	(-7,8)	55,8*	91,4*
Nicht Wohnen Sanierung*	9,5	(-3,5)	23,9*	33,4*	30,5	(-13,8)	98,8*	129,3*

* Abhängig von Nutzung und Zonen, dem energetischen Standard und der Anzahl an Aufzügen (Beispiel-Daten: LCA-Klasse K1: 100% Büro mit NGF (R) 15.000 m², vier Aufzüge (Effizienzklasse B), zwei Schwachstromanlagen, ohne PV-Anlage und ohne Videoüberwachung)
(D1) nur informativ ausgewiesen

Dekarbonisierung Bausektor in Dänemark

- ◀ Dänemark strebt über alle Industriesektoren bis 2030 eine Reduktion des Treibhausgasausstoßes um 70% an und führte als erstes Land ab 2023 CO₂-Grenzwerte in der Bauordnung verpflichtend ein.
- ◀ Bilanzrahmen analog DGNB/QNG: CO₂-Emissionen aus Konstruktion und 50 Jahren Betrieb



Pflicht in Dänemark:
Einhaltung der CO₂-
Grenzwerte (Neubau)

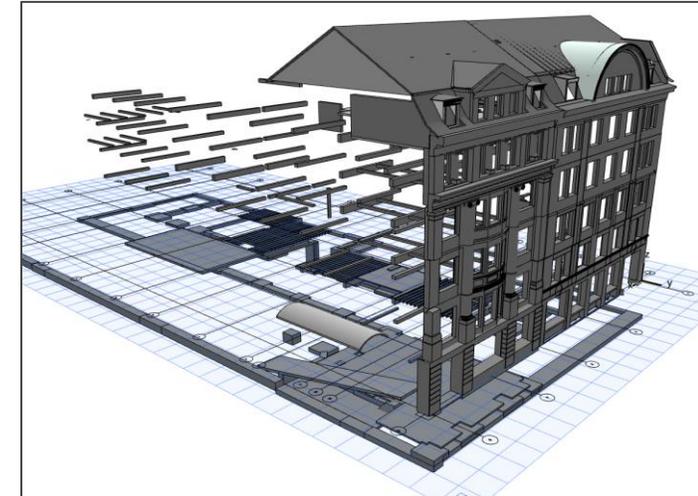
Bestandserhalt und Denkmalschutz



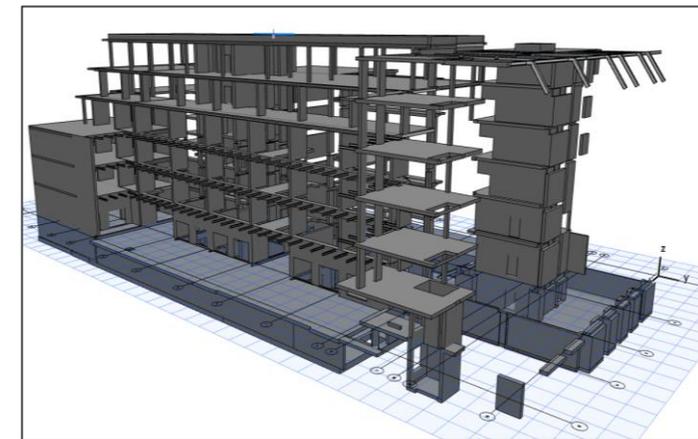
Kremer
Partner
Ingenieure

Beispielprojekt (2027):

- < Büro, Gewerbe, Gastronomie (Hotel zu Multi Tenant)
- < BGF: 12.000 m²
- < Baujahr: 1913 (Denkmal)
- < BEG 55
- < NH-Klasse erreicht



Modell ‚Bestand‘: Nicht-tragende Bauteile



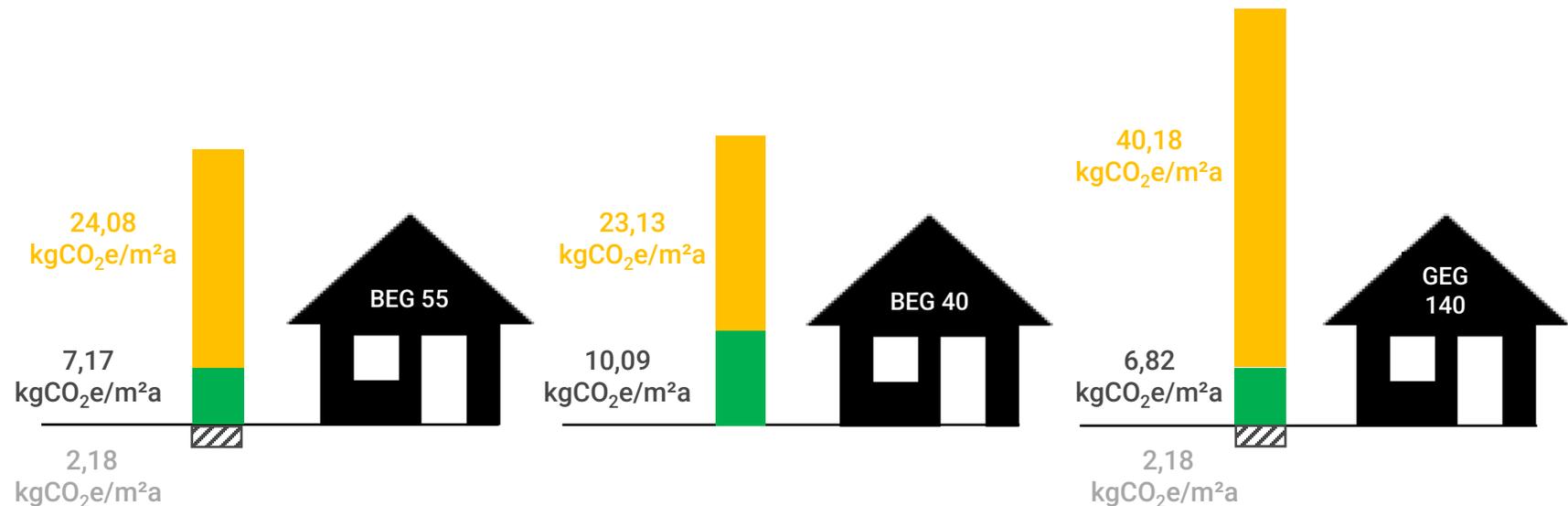
Modell ‚Bestand‘: Tragende Bauteile

- < Erhalt Stahlbeton-Skeletts (Kernsanierung))
- < Das denkmalgeschützte Dach wird zu großen Teilen erhalten
- < CO₂-Emissionen aus Ökobilanz Bestandserhalt (Tragwerk alt + Denkmal): (A1-A3, B4, C3 + C4)
 - < GWP* = 2,18 kg CO₂e/m²a_{NGF}

* GWP: Globales Erderwärmungspotential

Sanierungsprojekt: CO₂-Varianten

Treibhausgasemissionen [kg CO ₂ e/m ² a]	Sanierung BEG 55	Ersatzneubau BEG 40	Sanierung GEG +140%
Konstruktion (A1-A3, B4, C3 + C4)			
 KG 300 Bestandserhalt	[2,18]		[2,18]
 KG 300 neu	6,08	9,00	5,74
 KG 400 neu	1,09	1,09	1,09
Σ Konstruktion	7,17 [9,35]	10,09	6,82 [9,00]
 Betrieb (B6 _{50a})	24,08	23,13	40,18
Σ Konstruktion + Betrieb	30,25	33,22	47,01



Energieeffizienz – CO2-Variante 1

Bauteile Variante V0.0: Förderstandard BEG 55 – Aktuelle Planung

Kürzel	Bauteil	Dämmstoff	Dämmstärke	U-Wert	Anmerkung
GB02...04	Erdberührte Bodenplatte UG (Dämmung im Fußbodenaufbau)	Trittschalldämmung WLS 035 Ausgleichsdämmung WLS 035	≥ 20 mm ≥ 80 mm	≤ 0,32 W/(m²K)	
GW01	Erdberührte Außenwand UG (außengedämmt)	XPS WLS 040	≥ 100 mm	≤ 0,36 W/(m²K)	
AW01	Außenwand Denkmal, Straßenfassade (innengedämmt)	Schaumglas WLS 040	≥ 100 mm	≤ 0,32 W/(m²K)	
AW02a	Außenwand Denkmal, Hoffassade (außengedämmt WDVS)	Mineralwolle WLS 035	≥ 180 mm	≤ 0,18 W/(m²K)	Derzeit Variante WDVS abgestimmt.
AW03	Außenwand Rückgebäude (WDVS)	Mineralwolle WLS 035	≥ 180 mm	≤ 0,18 W/(m²K)	
AW04	Außenwand Rückgebäude Regel (außengedämmt, hinterlüftet)	Mineralwolle WLS 035	≥ 180 mm	≤ 0,24 W/(m²K)	Korrektur von $\Delta U = 0,05$ W/(m²K) für die Unterkonstruktion
AW05	Außenwand Rückgebäude Achse A (innengedämmt)	Schaumglas WLS 040	≥ 100 mm	≤ 0,32 W/(m²K)	
AW06	Gaubenwangen	Mineralwolle WLS 035 zwischen Holzständer Holzfaserdämmung WLS 054	≥ 120 mm ≥ 15 mm	≤ 0,31 W/(m²K)	Flächenanteil Holzständerwerk ca. 15% berücksichtigt.
FE01	Regelfassade (Vorhangfassade)			≤ 1,0 W/(m²K)	U_w -/ U_{cw} -Wert der Gesamtkonstruktion (Glas, Paneel, Rahmen)
FE02	Regelfenster (Lochfassade)			≤ 1,0 W/(m²K)	U_w -Wert der Gesamtkonstruktion (Glas, Rahmen)
DOB01	Dachflächenfenster/Dachoberlicht			≤ 1,0 W/(m²K)	
DE06	Decke über UG (zu unbeheiztem Keller/ TG)	Mehrschicht-Leichtbauplatte mit Mineralfaserkern (WW-C), $R \geq 3,3$ (m²K)/W	≥ 125 mm	≤ 0,27 W/(m²K)	Ohne Berücksichtigung v. Trittschall- und Ausgleichsdämmung
DE07	Decke über Außenluft (hinterlüftet)	Mineralwolle WLS 035	≥ 180 mm	≤ 0,22 W/(m²K)	Korrektur von $\Delta U = 0,04$ W/(m²K) für die Unterkonstruktion
DA01	Sparrendach Vordergebäude (auch Gaubendach)	Mineralwolle WLS 032 Zwischensparrendämmung Holzfaserdämmung WLS 054 Aufdachdämmung	≥ 180 mm ≥ 20 mm	≤ 0,27 W/(m²K)	Sparrenanteil mit ca. 30% berücksichtigt.
DA02	Flachdach (Warmdach, Rückgebäude Aufstockung)	Gefälledämmung Mineralwolle WLS 037	≥ 200 mm	≤ 0,15 W/(m²K)	
DA03	Flachdach (Warmdach, Rückgebäude)	Gefälledämmung Mineralwolle WLS 037	≥ 200 mm	≤ 0,17 W/(m²K)	
DA03r	Flachdach reduziert (Warmdach, Rückgebäude Balkone)	Gefälledämmung Mineralwolle WLS 037	≥ 200 mm	≤ 0,18 W/(m²K)	Derzeit mit 200 mm im energetischen Mittel berücksichtigt.
DA04	Dach über UG (Kompaktdach)	Gefälledämmung PUR/PIR WLS 023	≥ 120 mm	≤ 0,19 W/(m²K)	
TW07/08	Trennwand UG (zu unbeheiztem Keller/ TG)	Mehrschicht-Leichtbauplatte mit Mineralfaserkern (WW-C), $R \geq 3,3$ (m²K)/W	≥ 125 mm	≤ 0,27 W/(m²K)	
T01..04	Außentüren (zu Außenluft/ unbeheiztem Keller/ TG)			≤ 1,5 W/(m²K)	

Energieeffizienz – CO2-Variante 2

Bauteile Variante V3.0: Förderstandard GEG (140%-Regel)

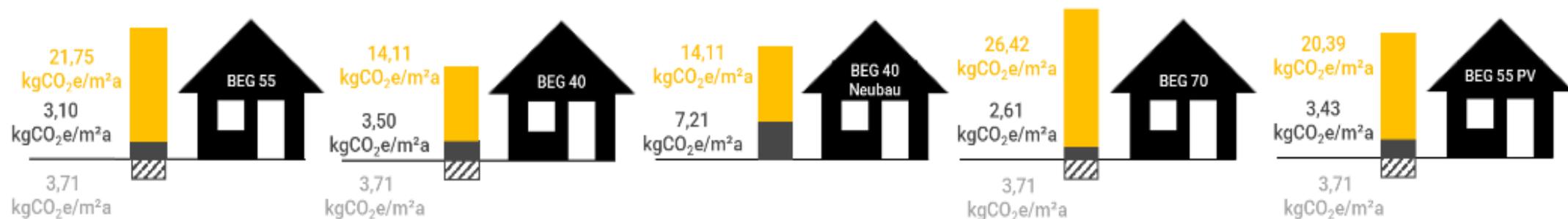
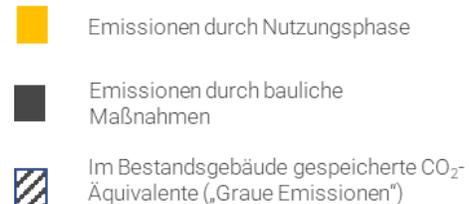
Kürzel	Bauteil	Dämmstoff	Dämmstärke	U-Wert	Anmerkung
GB02...04	Erdberührte Bodenplatte UG (Dämmung im Fußbodenaufbau)	Trittschalldämmung WLS 035 Ausgleichsdämmung WLS 035	≥ 20 mm ≥ 50 mm	≤ 0,44 W/(m²K)	
GW01	Erdberührte Außenwand UG (außengedämmt)	XPS WLS 040	≥ 80 mm	≤ 0,45 W/(m²K)	
AW01	Außenwand Denkmal, Straßenfassade (innengedämmt)	Schaumglas WLS 040	≥ 60 mm	≤ 0,46 W/(m²K)	
AW02a	Außenwand Denkmal, Hoffassade (außengedämmt WDVS)	Mineralwolle WLS 035	≥ 100 mm	≤ 0,29 W/(m²K)	Derzeit Variante WDVS abgestimmt.
AW03	Außenwand Rückgebäude (WDVS)	Mineralwolle WLS 035	≥ 100 mm	≤ 0,32 W/(m²K)	
AW04	Außenwand Rückgebäude Regel (außengedämmt, hinterlüftet)	Mineralwolle WLS 035	≥ 100 mm	≤ 0,37 W/(m²K)	Korrektur von $\Delta U = 0,05 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ für die Unterkonstruktion
AW05	Außenwand Rückgebäude Achse A (innengedämmt)	Schaumglas WLS 040	≥ 60 mm	≤ 0,46 W/(m²K)	
AW06	Gaubenwangen	Mineralwolle WLS 035 zwischen Holzständer Holzfaserdämmung WLS 054	≥ 80 mm ≥ 15 mm	≤ 0,43 W/(m²K)	Flächenanteil Holzständerwerk ca. 15% berücksichtigt.
FE01	Regelfassade (Vorhangfassade)			≤ 1,8 W/(m²K)	U_w/U_{cw} -Wert der Gesamtkonstruktion (Glas, Paneel, Rahmen)
FE02	Regelfenster (Lochfassade)			≤ 1,8 W/(m²K)	U_w -Wert der Gesamtkonstruktion (Glas, Rahmen)
DOB01	Dachflächenfenster/Dachoberlicht			≤ 3,0 W/(m²K)	
DE06	Decke über UG (zu unbeheiztem Keller/ TG)	Mehrschicht-Leichtbauplatte mit Mineralfaserkern (WW-C), $R \geq 2,6 \text{ (m}^2\text{K)/W}$	≥ 100 mm	≤ 0,33 W/(m²K)	Ohne Berücksichtigung v. Trittschall- und Ausgleichsdämmung
DE07	Decke über Außenluft (hinterlüftet)	Mineralwolle WLS 035	≥ 100 mm	≤ 0,35 W/(m²K)	Korrektur von $\Delta U = 0,04 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ für die Unterkonstruktion
DA01	Sparrendach Vordergebäude (auch Gaubendach)	Mineralwolle WLS 032 Zwischensparrendämmung Holzfaserdämmung-WLS-054 Aufdachdämmung	≥ 180 mm ≥ 20 mm	≤ 0,30 W/(m²K)	Sparrenanteil mit ca. 30% berücksichtigt.
DA02	Flachdach (Warmdach, Rückgebäude Aufstockung)	Gefälledämmung Mineralwolle WLS 037	≥ 120 mm	≤ 0,21 W/(m²K)	
DA03	Flachdach (Warmdach, Rückgebäude)	Gefälledämmung Mineralwolle WLS 037	≥ 120 mm	≤ 0,29 W/(m²K)	
DA03r	Flachdach reduziert (Warmdach, Rückgebäude Balkone)	Gefälledämmung Mineralwolle WLS 037	≥ 120 mm	≤ 0,29 W/(m²K)	
DA04	Dach über UG (Umkehrdach)	Wärmedämmung XPS WLS 040	≥ 120 mm	≤ 0,36 W/(m²K)	
TW07/08	Trennwand UG (zu unbeheiztem Keller/ TG)	Mehrschicht-Leichtbauplatte mit Mineralfaserkern (WW-C), $R \geq 2,6 \text{ (m}^2\text{K)/W}$	≥ 100 mm	≤ 0,33 W/(m²K)	
T01..04	Außentüren (zu Außenluft/ unbeheiztem Keller/ TG)			≤ 2,5 W/(m²K)	

Sanierung: Varianten BEG 40 - 70

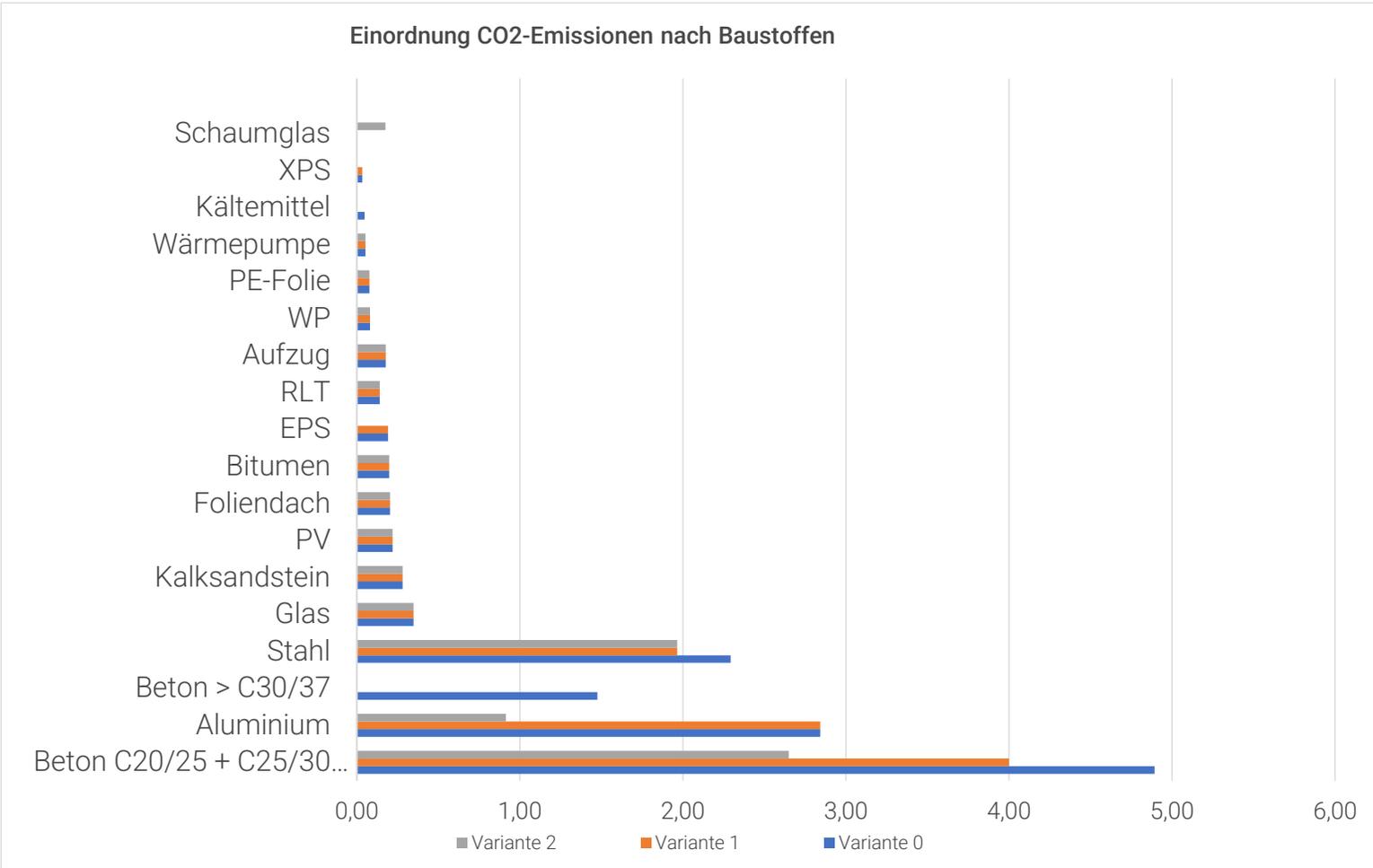
Indikator	CLP IST	CLP Max.	Variante	Konstruktion A1-A3, B4	Betrieb THG B6	Gesamt-THG	Vergleich zu Basis
				[kgCO ₂ äq/m ²]	[kgCO ₂ äq/m ²]	[kgCO ₂ äq/m ²]	
			DGNB-Referenzgebäude	9,40	47,2	56,6	
Basis			„BEG55 Sanierung“	3,10	21,75	24,85	Basis
1.1.1	30	30	V1 BEG40 Sanierung	3,51	14,11	17,61	-29,1%
1.1.1			V2 BEG70 Sanierung	2,61	26,42	29,03	+16,8%
2.1.1	4	4	V3 BEG40 Ersatzneubau	7,21	14,11	21,32	-14,2%

Beispielprojekt (2025):

- < Bürogebäude (Single Tenant zu Multi Tenant)
- < BGF: 38.000 m²
- < Baujahr: 2003
- < BEG 55
- < NH-Klasse erreicht



CO2-Emissionen Baustoffe



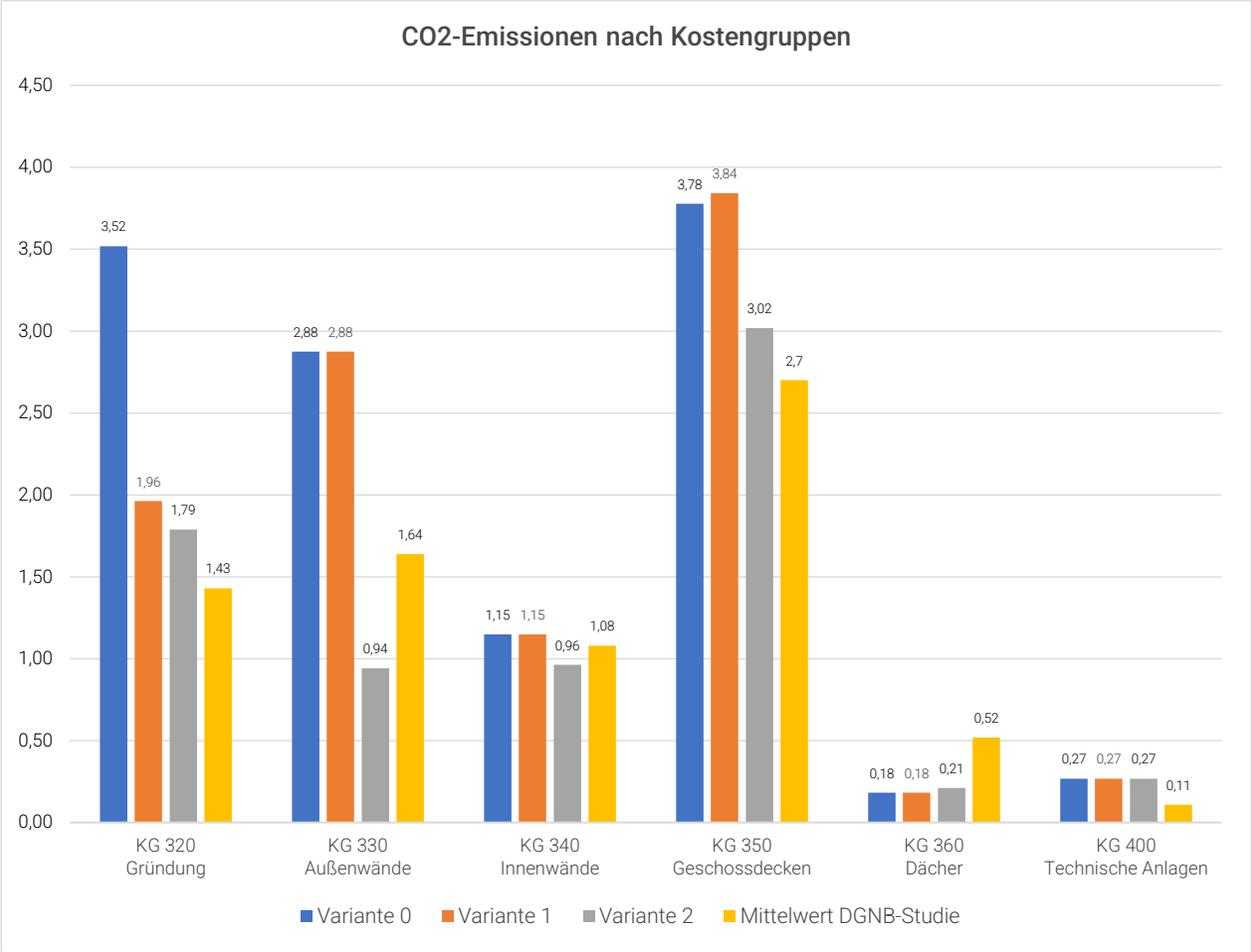
Neubauprojekt (2027):

- < Neubau Bürogebäude
- < BGF: 51.000 m² (10 Geschosse)
- < Baujahr: 2027
- < BEG 40
- < NH-Klasse nicht erreicht



CO2- Emissionen der Materialien nach Einflussgröße aus Beispielprojekt Bürohochhaus

CO2-Emissionen Baustoffe



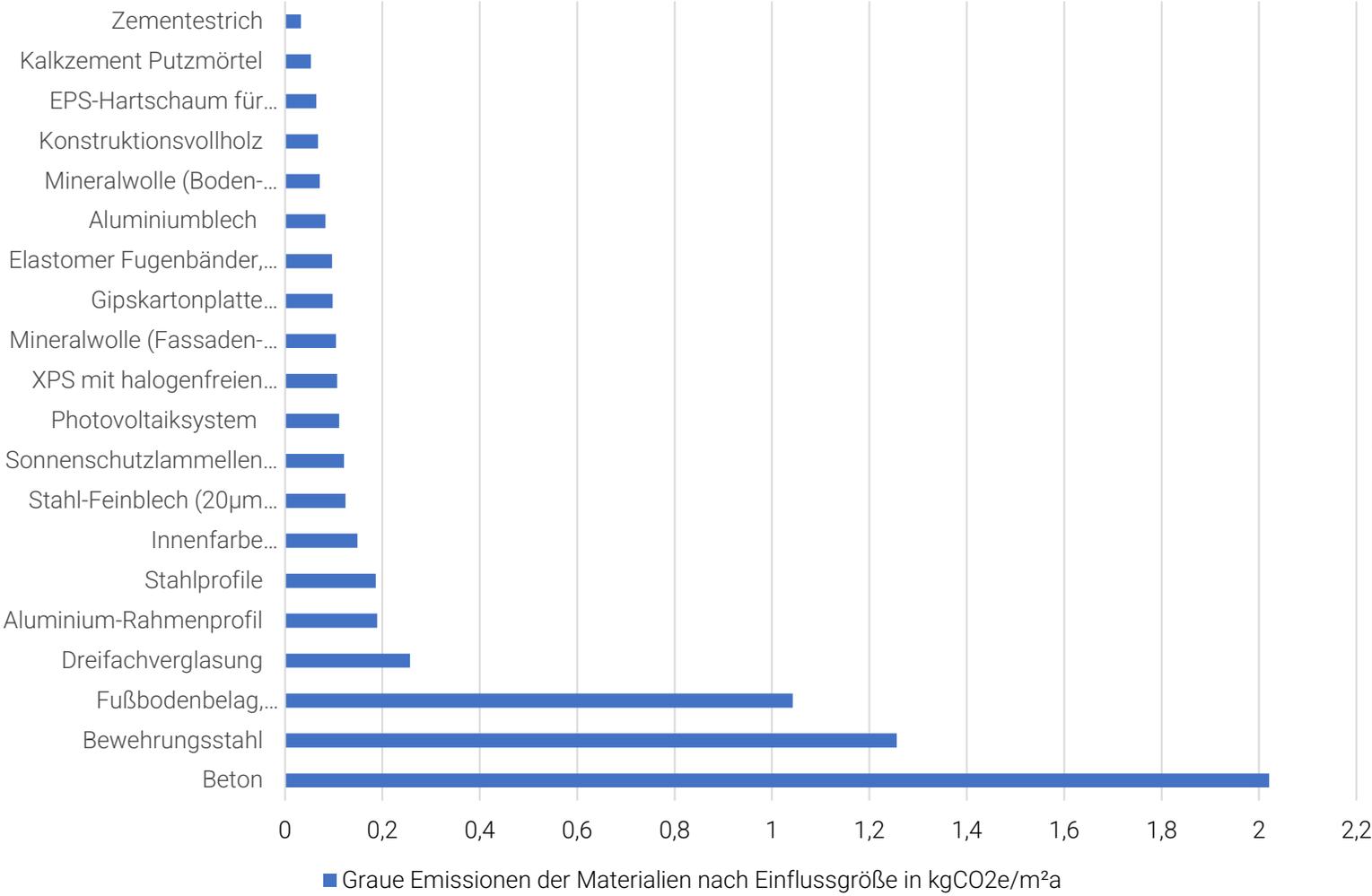
Neubauprojekt (2027):

- < Neubau Bürogebäude
- < BGF: 51.000 m² (10 Geschosse)
- < Baujahr: 2027
- < BEG 40
- < NH-Klasse nicht erreicht



CO2- Emissionen der Materialien nach Einflussgröße aus Beispielprojekt Bürohochhaus

CO2-Emissionen Baustoffe



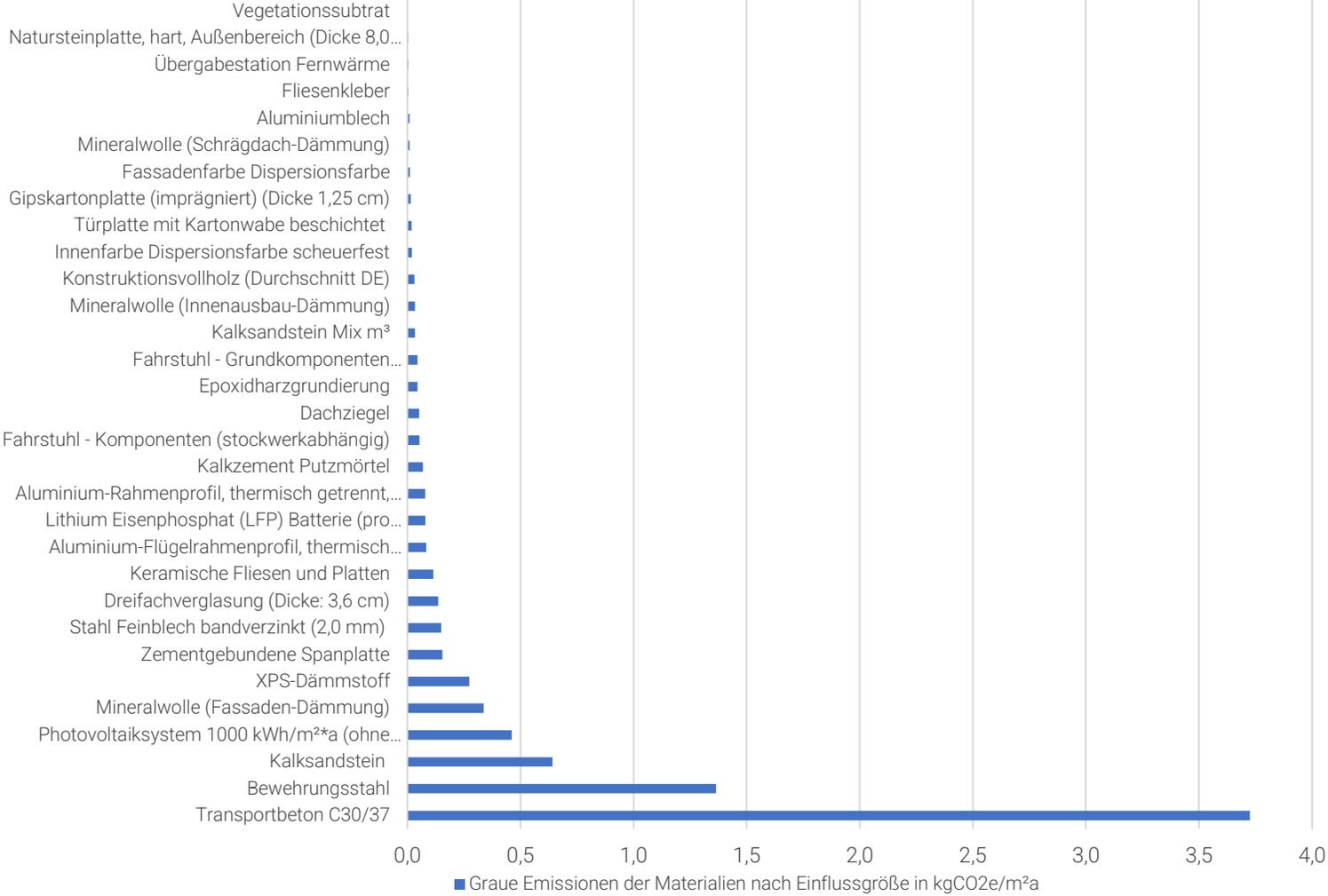
Sanierungsprojekt (2027):

- < Büro, Gewerbe, Gastronomie (Hotel zu Multi Tenant)
- < BGF: 12.000 m²
- < Baujahr: 1913 (Denkmal)
- < BEG 55
- < NH-Klasse erreicht



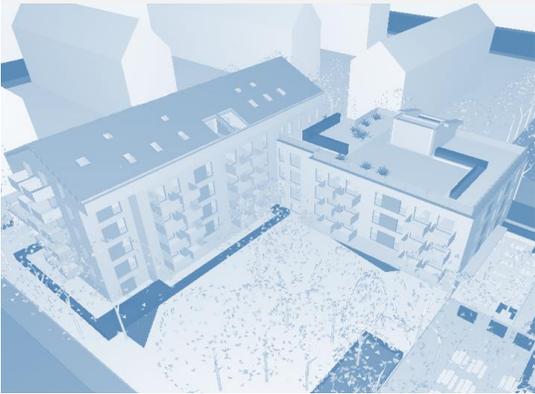
CO2- Emissionen der Materialien nach Einflussgröße aus Beispielprojekt Sanierung Gewerbe

CO2-Emissionen Baustoffe



Neubauprojekt (2027):

- < Wohnen
- < BGF: 12.000 m²
- < Baujahr: 2027
- < EH 40
- < NH-Klasse erreicht



CO2- Emissionen der Materialien nach Einflussgröße aus Beispielprojekt Wohnen

Beispiel Variation der Konstruktion



Variantenbezeichnung	Primärenergie nicht erneuerbar [kWh/m²a]	Treibhausgas-emissionen [kg CO ₂ eq/m²a]	Einsparung Primärenergie n. erneuerbar	Einsparung Treibhausgas-emissionen
G1 Basisprojekt Massivbau	37.9	11.5	0%	0%
G2 Holzaußen- und Leichtbauinnenwände	34.2	9.7	10%	16%
G3 Holzaußen- und Leichtbauinnenwände , Holz-Beton- Verbunddecken	29.2	7.7	23%	33%
G4 Holzaußen- und Leichtbauinnenwände , Holz-Beton- Verbunddecken, Holz- Metall-Fenster	28.6	7.5	25%	35%

Ergebnisse der Ökobilanz mit Variation der Bauteile

Beispiel Variation der Konstruktion



Variantenbezeichnung	Primärenergie nicht erneuerbar [kWh/m ² a]	Treibhausgas-emissionen [kg CO ₂ eq/m ² a]	Einsparung Primärenergie n. Erneuerbar	Einsparung Treibhausgas-emissionen
B1 Beton NPK B CEM I (249 kg CO ₂ -eq/m ³) Primärmaterial für 100% der Betonbauteile (Basisvariante)	5.8	3.09	0.0%	0.0%
B2 Beton NPK B CEM II/B LL (204 kg CO ₂ -eq/m ³) Primärmaterial für 90% der Betonbauteile	5.2	2.59	10.6%	16.3%
B3 Beton NPK B CEM II/B LL (202 kg CO ₂ -eq/ m ³) 30% RC (Recyclingbeton) für 70% der Betonbauteile	5.1	2.57	11.3%	16.8%

Variation der Betonsorten für Hochbau-Beton, z.B. C25/30)

CSC-Zertifikat + CO2-Modul

CO2-Modul

- < Unterteilung CO2-reduzierter Betone in Klassen
- < 30% / 40% / 50% / 60%
- < * / ** / *** / ****



www.csc.eco

Zertifikat für nachhaltiges
Wirtschaften in der Betonindustrie
und deren Lieferkette

Ausgabedatum: 21-10-2022
Gültig bis: 25-05-2025
Version: 1

Zertifizierungsstelle
vdz

GOLD
245-CSC21-2022

VDZ Service GmbH
VDZ Cert - Zertifizierungsstelle für
Managementsysteme
Toulouser Allee 71
D- 40476 Düsseldorf

CO₂
★★★★

Hiermit wird erklärt, dass:
Dyckerhoff Beton GmbH & Co. KG, Niederlassung
Rhein-Main-Taunus, Werk Frankfurt
Dieselstraße 1, 60314 Frankfurt, Deutschland

VDZ Cert - Zertifizierungsstelle für Managementsysteme der
VDZ Service GmbH bestätigt gegenüber der Dyckerhoff
Beton GmbH & Co. KG, Niederlassung Rhein-Main-Taunus -
Werk Frankfurt - die Konformität mit den Anforderungen des
Concrete Sustainability Council RSS.

VDZ Service GmbH ist eine unabhängige akkreditierte Stelle
für die Zertifizierung von Managementsystemen sowie die
Verifizierung von Treibhausgasemissionsberichten.

CSC-Zertifikat + R-Modul

R-Modul

- < Unterteilung CO₂-reduzierter Betone in Klassen
- < 30% / 40% / 50% / 60%
- < * / ** / *** / ****
- < Zur Erlangung des ergänzenden Zertifikats für das CSC R-Modul sind folgende 5 Kriterien als Grundvoraussetzung zu erfüllen
 - < R1 – Verantwortungsvolle Ressourcengewinnung
 - < R2 – Nachvollziehbare R-Materialherkunft
 - < R3 – Nutzung rezyklierter Gesteinskörnungen
 - < R4 – Qualitätsmanagement
 - < R5 – Mindestgehalt an R-Material

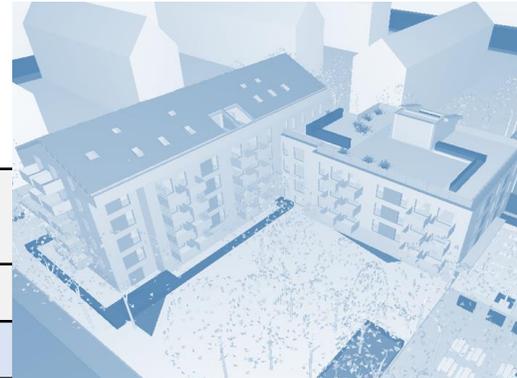


CO2-Emissionen QNG-Grenzwert



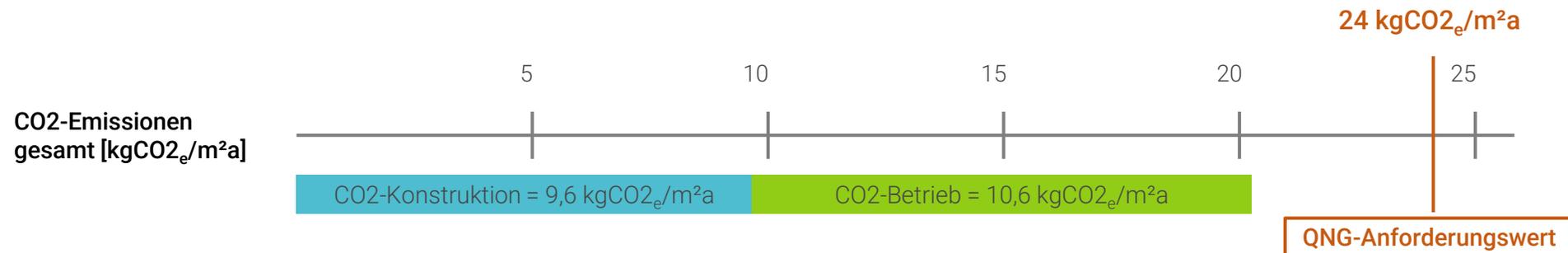
Kremer
Partner
Ingenieure

CO2 Anforderungswert	
A1-3,B4,C3-4	B4, B6
24,0	



Neubauprojekt (2027):

- < Wohnen
- < BGF: 12.000 m²
- < Baujahr: 2027
- < EH 40
- < NH-Klasse erreicht



CO2- Emissionen aus Konstruktion und Betrieb Neubau Wohnen – QNG-Benchmark

CO2-Emissionen QNG-Grenzwert



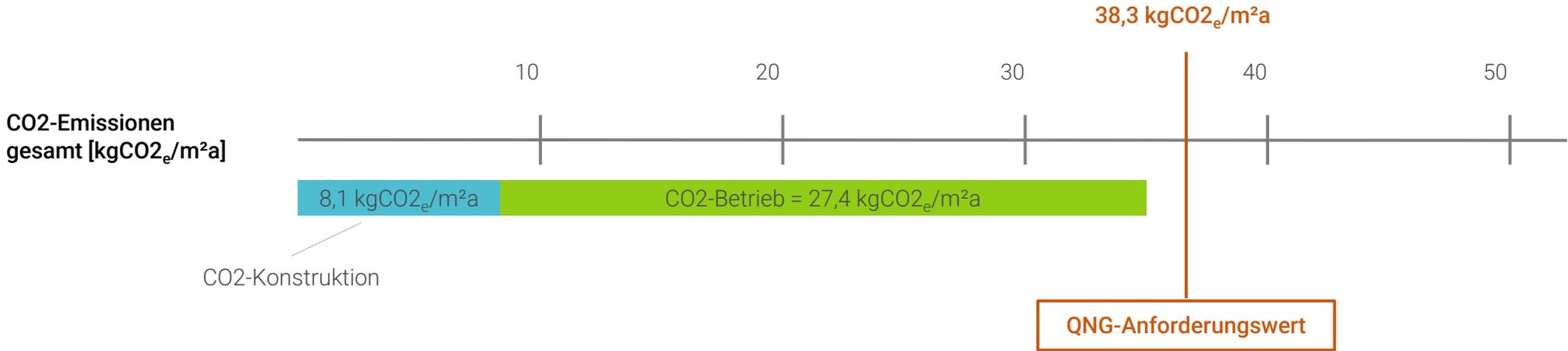
Kremer
Partner
Ingenieure

Gemäß LCA-Klasse K1	CO2-Anforderungswert			
Module nach EN 15978	A1-3,B4,C3-4	(D1)	B6	Gesamt
Nicht Wohnen Sanierung**	10,1	(-3,5)	28,1*	38,3*



Sanierungsprojekt (2027):

- < Büro, Gewerbe, Gastronomie (Hotel zu Multi Tenant Büro)
- < BGF: 12.000 m²
- < Baujahr: 1913 (Denkmal)
- < BEG 55
- < NH-Klasse erreicht



CO2- Emissionen der Materialien nach Einflussgröße aus Beispielprojekt Wohnen

- < ESG, KfW, QNG sowie nationale und EU-Regulatorik tragen dazu bei, dass Sanierungsprojekte die Bauschaffenden über die nächsten Jahrzehnte maßgeblich beschäftigen werden
- < Mind-Change bei Marktteilnehmern hin zu Materialkreislauf- und CO2-Modellen
 - Der Erhalt der Bausubstanz ermöglicht den CO2-neutralen Betrieb der Schule über die ersten 18 Jahre (17.237t CO2 / 938,4t CO2/a).*
- < Kommunen müssen Wohnraum nachverdichten (,München + 2' - Kampagne zur Aufstockung von Wohngebäuden in Holzmodulbauweise)
- < Institutionelle Anleger und Unternehmen fragen vermehrt sanierte Gebäude nach (nicht nur als Firmensitz)
- < Rückgang Büroflächenbedarf (Corona-Knick) macht Bürobestand zu Potenzial für Wohnungen

Sanierungsprojekt (2025):

- < Unterrichtsgebäude (Büro zu Schule)
- < BGF: 46.000 m²
- < Baujahr: 2001
- < Renovierung: 2015
- < BREEAM sehr gut





Kremeier
Partner
Ingenieure

Vielen Dank für die
Aufmerksamkeit.



kpi.eco – Nachhaltiges Bauen messbar machen

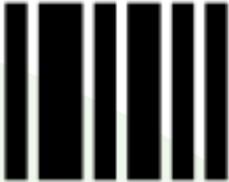
KREMEIER PARTNER INGENIEURE GmbH
Erika-Mann-Straße 63
80636 München / Germany
Telefon: +49 89 69 31 99 533
Mobil: +49 170 766 45 03
E-Mail: kremeier@kpi.eco

Gebäuderessourcenpass



Kremer
Partner
Ingenieure

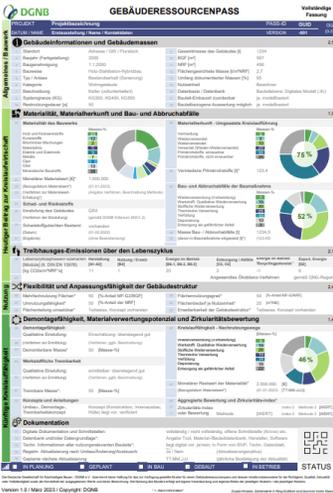
Gebäudeinformationen



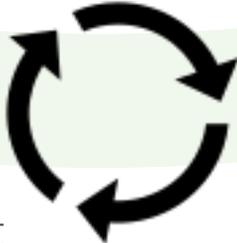
Herstellerinformationen



Materialidentifikation



Demontierbarkeit



Zirkularität

Gebäuderessourcenpässe

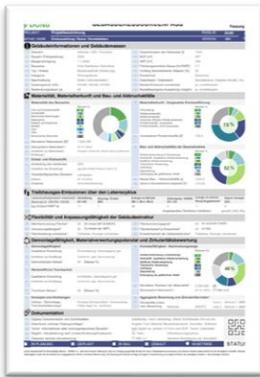
Europäische und nationale Aktivitäten

EU Commission – Digital Building Logbooks



Nationale Fachgremien

DGNB – digitaler Gebäuderessourcenpass



Softwareanbieter

Madaster – Materialpass



Dienstleisterlösungen

EPEA – Building Circularity Passport



Forschung

UBA (2022)



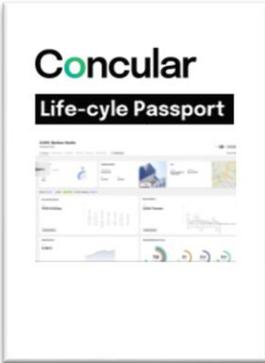
BBSR-Gebäudepass



gif – CO2e-Ausweis

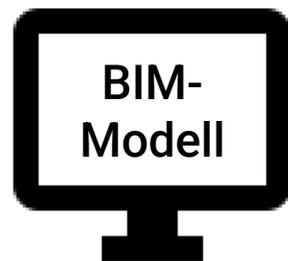


Concular - Life-cycle Passport



Workflow Gebäuderessourcenpass

- < IFC-Dateien oder Excel-Dateien werden in die Software eines Anbieters eingelesen und ausgewertet
- < Idealerweise können Materialien bereits automatisch zu den einzelnen BIM-Elementen zugeordnet werden (z. B. in Madaster)



Gebäuderessourcenpass

Weitere Auswertungen BIM-Modell,
Planungsunterlagen sowie ggf. Green Building-
Zertifikat



Concular-Shop – Material-Marktplatz



Kremer
Partner
Ingenieure

Concular Home [Aktuelle Verkäufe](#) Alle Produkte [Concular Lager](#) Kontakt Zurück zur Hauptseite



Preis nach Anfrage



Einflügelige Tür 73,5 cm x 210 cm (Lichtbreite)

66 auf Lager

Preis nach Anfrage

Einflügelige Tür 93 cm x 208,5 cm (Lichtbreite)

71 auf Lager

Preis nach Anfrage

Einflügelige Tür mit Oberlicht 92,5 cm x 208,5 cm (Lichtbreite)

531 auf Lager

Preis nach Anfrage

Alte Verblender / Riemchen klassisch rot

100000 auf Lager

€38,00 EUR



Alte Ziegelsteine Reichsformat gelb / hell

99340 auf Lager

~~€1,49 EUR~~ €1,02 EUR

Alte Ziegelsteine klassisch rot im Reichsformat

100000 auf Lager

~~€1,49 EUR~~ €1,02 EUR

Yali Parada Typ 21 Heizkörper

6 auf Lager

~~€1.300,00 EUR~~ €665,00 EUR

Hörmann Brandschutztür T90 [Original verpackt]

15 auf Lager

~~€1.250,00 EUR~~ €799,00 EUR

Concular Home [Aktuelle Verkäufe](#) Alle Produkte Concular Lager Kontakt Zurück zur Hauptseite



386 auf Lager

Preis nach Anfrage



Vorhangsfassade pulverbeschichtete Stahlblechkassetten Typ 6

78 auf Lager

Preis nach Anfrage

495 auf Lager

Preis nach Anfrage



Vorhangsfassade pulverbeschichtete Stahlblechkassetten Typ 5

55 auf Lager

Preis nach Anfrage

65 auf Lager

Preis nach Anfrage



Vorhangsfassade pulverbeschichtete Stahlblechkassetten Typ 4

25 auf Lager

Preis nach Anfrage

13 auf Lager

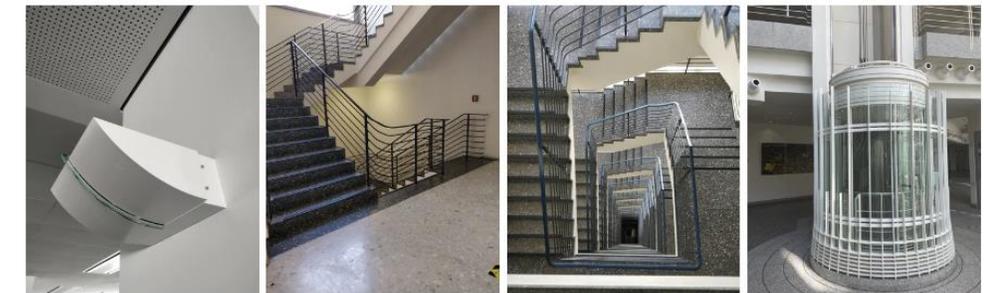
Preis nach Anfrage



Vorhangsfassade pulverbeschichtete Stahlblechkassetten Typ 3

44 auf Lager

Preis nach Anfrage



Technilight LED Wandleuchte

89 auf Lager

Treppenbrüstung

243 auf Lager

Treppenbrüstung 2

240 auf Lager

Otis Glasaufzug

2 auf Lager



Kremeier
Partner
Ingenieure

Vielen Dank für die
Aufmerksamkeit.



kpi.eco – Nachhaltiges Bauen messbar machen

KREMEIER PARTNER INGENIEURE GmbH
Erika-Mann-Straße 63
80636 München / Germany
Telefon: +49 89 69 31 99 533
Mobil: +49 170 766 45 03
E-Mail: kremeier@kpi.eco