KLINKEREFFIZIENTE ZEMENTE IM SPANNUNGSFELD ZWISCHEN VERFÜGBARKEIT UND LEISTUNGSFÄHIGKEIT

37. TKB-Fachtagung | Köln | 19.03.2024

Heiko Zimmermann
Bauberatung Zement

SCHWENK

EUROPÄISCHE ENTWICKLUNGEN – GREEN DEAL

KLIMANEUTRALITÄT BIS 2050 – DEUTSCHLAND STREBT 2045 AN

Berliner Morgenpost

KLIMAZIEL DER EU-KOMMISSION

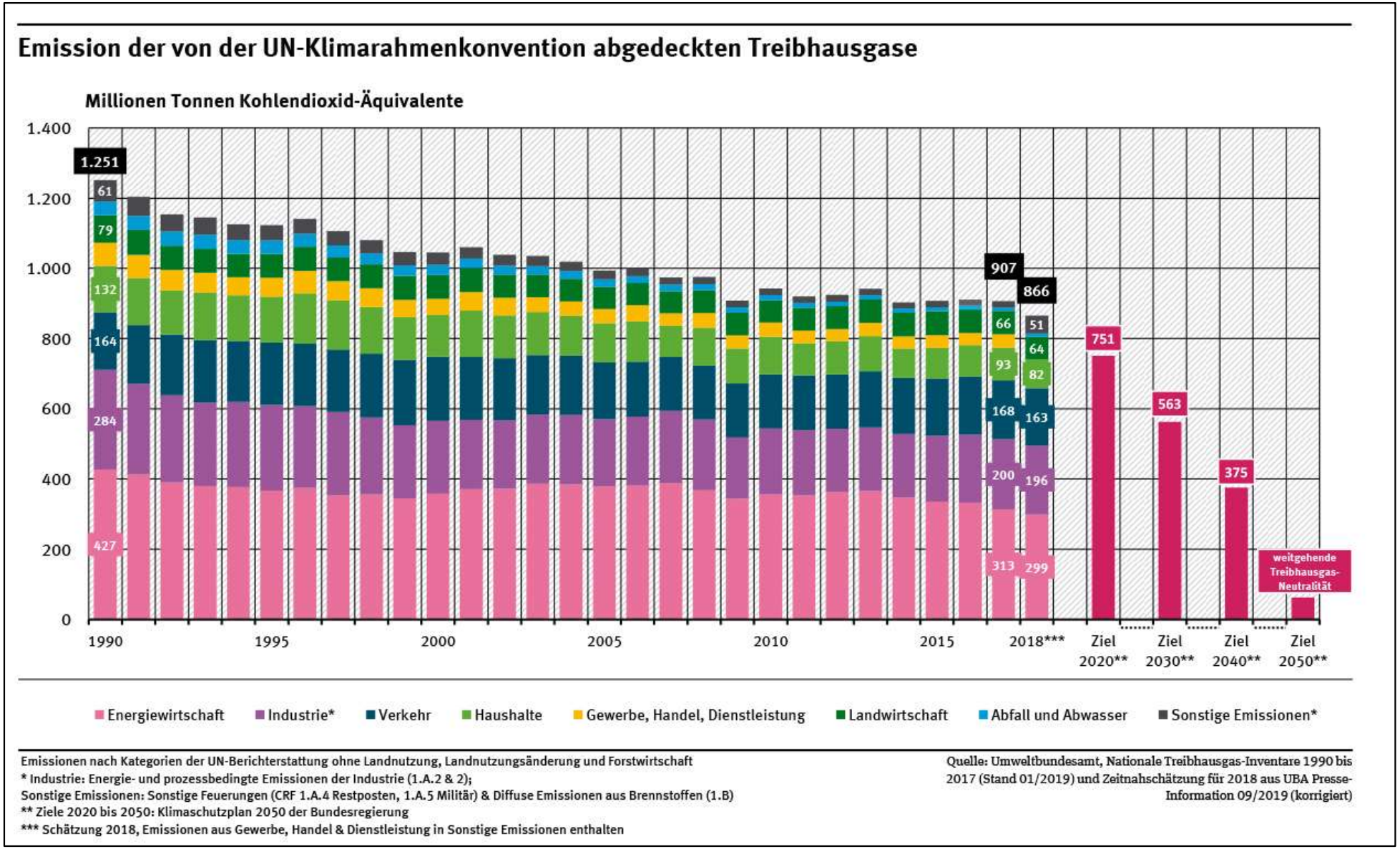
Von der Leyen vergleicht "Green Deal" mit der Mondlandung

INLANDSNACHRICHTEN 15. JULI 2019 / 14:26 / VOR 5 MONATEN REUTERS

Von der Leyen verspricht 55 % CO_2-Minderung bis 2030 im Vergleich zu 1990

CO2-EMISSIONEN IN DEUTSCHLAND

DEUTSCHLAND HAT 2018 ETWA 866 MIO. TONNEN „CO_2 – ÄQUIVALENT“ EMITTIERT



Zementhersteller scheitert an Klimaneutralität!
Kauf von CO2 Zertifikaten nicht mehr möglich.
01. Januar 2039

ZEMENT- UND CO_2-EMISSIONEN

WARUM DIE ZEMENTPRODUKTION HIERVON BESONDERS BETROFFEN IST

AUSGANGSLAGE IN DER ZEMENTHERSTELLUNG

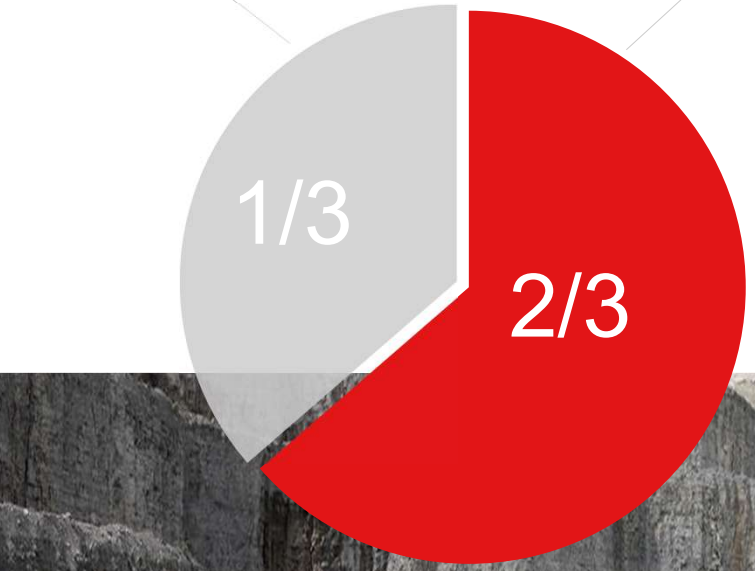
WO ENTSTEHT IN UNSEREM PRODUKTIONSPROZESS CO_2

Brennstoffbedingte Emissionen

Die brennstoffbedingten Emissionen machen rund 1/3 der Emissionen aus. Sie entstehen durch den Einsatz von primären und alternativen Brennstoffen im Drehofen.

Die weitere Reduktion dieser Emissionen ist das erste Ziel. Hier sind jedoch Grenzen gesetzt.

.



Rohstoffbedingte Emissionen

Rund 2/3 der CO_2 Emissionen bei der Klinkerherstellung sind rohstoffbedingt. Diese sind gebunden im Kalkstein und werden während des Brennprozesses freigesetzt: $CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$.

Die Reduktion dieser Emissionen ist nur sehr begrenzt möglich

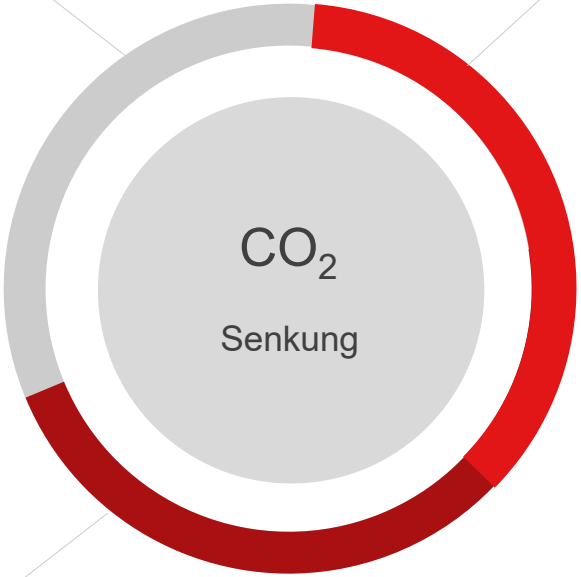
WIE KANN DIE ZEMENTINDUSTRIE DIE EMISSIONEN SENKEN

Möglichkeit 1

Senkung des mittleren CO_2-Emissionsfaktors der Klinkerproduktion

Möglichkeit 2

Senkung des mittleren Klinkerfaktors (% Klinker im Zement)



Möglichkeit 3

Bau eines möglichst vollständig CO_2 neutralen Zementwerkes

MÖGLICHKEIT 1

SENKUNG DES KLINKER-CO_2-EMISSIONSFAKTORS

SENKUNG DES MITTLEREN KLINKER-CO_2-EMISSIONSFAKTORS

AUSGANGSLAGE BRENNSTOFFE

FAKTEN

Bei der Herstellung von Zement, wird der Kalkstein in einem Drehofen bis auf rund 1450 °C erhitzt.

Diese hohen Temperaturen können nur mittels geeigneter Brennstoffe erzielt werden.
Bis Anfang der 90er wurden hierfür ausschließlich Brennstoffe wie Kohle, Schweröl oder Gas eingesetzt.

Zur Schonung dieser Ressourcen und Reduzierung der CO_2 Emissionen ersetzen Zementhersteller fossile Brennstoffe mittlerweile, teilweise fast vollständig, durch Ersatzbrennstoffe, ohne die Zementqualität oder die Umwelt negativ zu beeinflussen.

SENKUNG DES MITTLEREN KLINKER-CO_2-EMISSIONSFAKTORS

AUSGANGSLAGE

PRIMÄRE BRENNSTOFFE

- Steinkohle
  Biogener Anteil: 0%
- Braunkohle
  Biogener Anteil: 0%
- Heizöl
  Biogener Anteil: 0%
- Erdgas
  Biogener Anteil: 0%

ERSATZBRENNSTOFFE

Ersatzbrennstoffe haben im Vergleich zu primären Brennstoffen einen biogenen Anteil. Dieser Anteil ist biologisch-organischer Herkunft und CO_2 neutral.

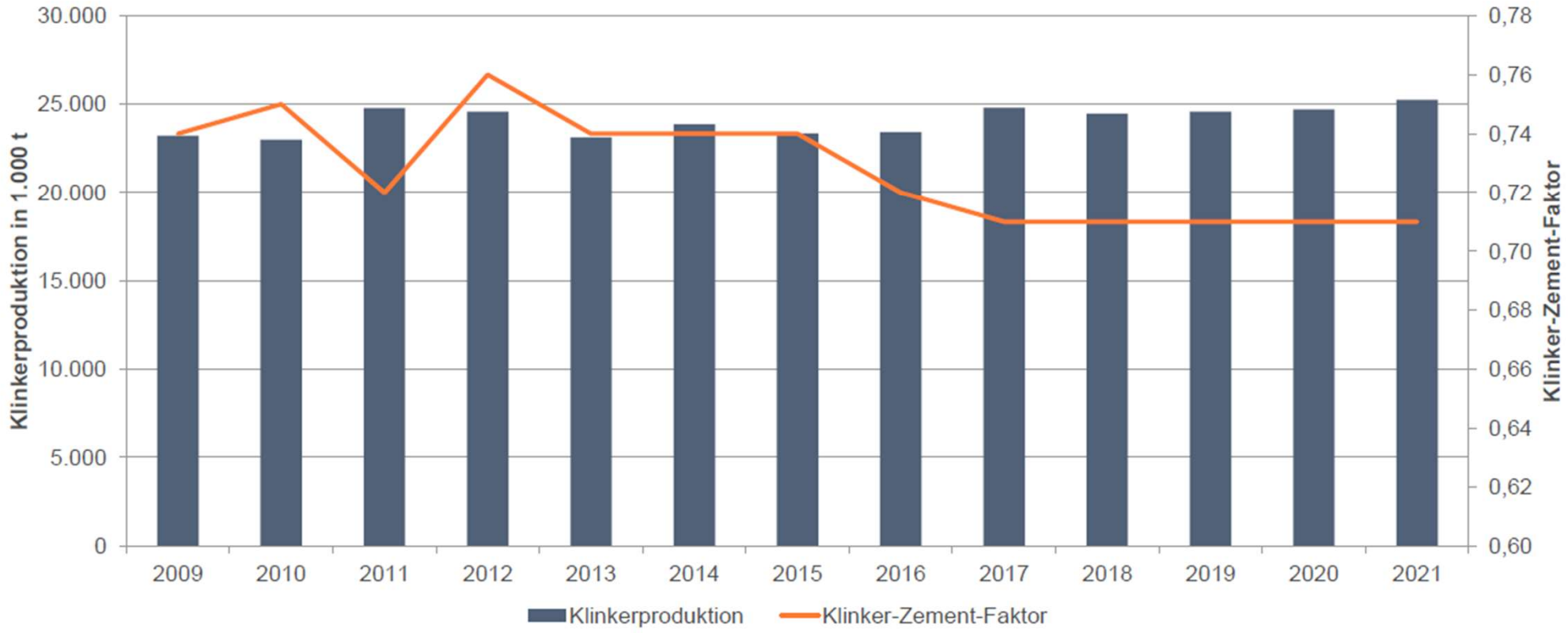
- Altreifen
  Biogener Anteil: 27%
- BGS
  Biogener Anteil:26-35%
- Altholz
  Biogener Anteil: 100%
- Tiermehl
  Biogener Anteil: 100%
- Faserfangstoffe
  Biogener Anteil: 78%
- Klärschlamm
  Biogener Anteil: 75-85%

MÖGLICHKEIT 2

Senkung des mittleren Klinkerfaktors (% Klinker im Zement)

KLINKERPRODUKTION IN DEUTSCHLAND

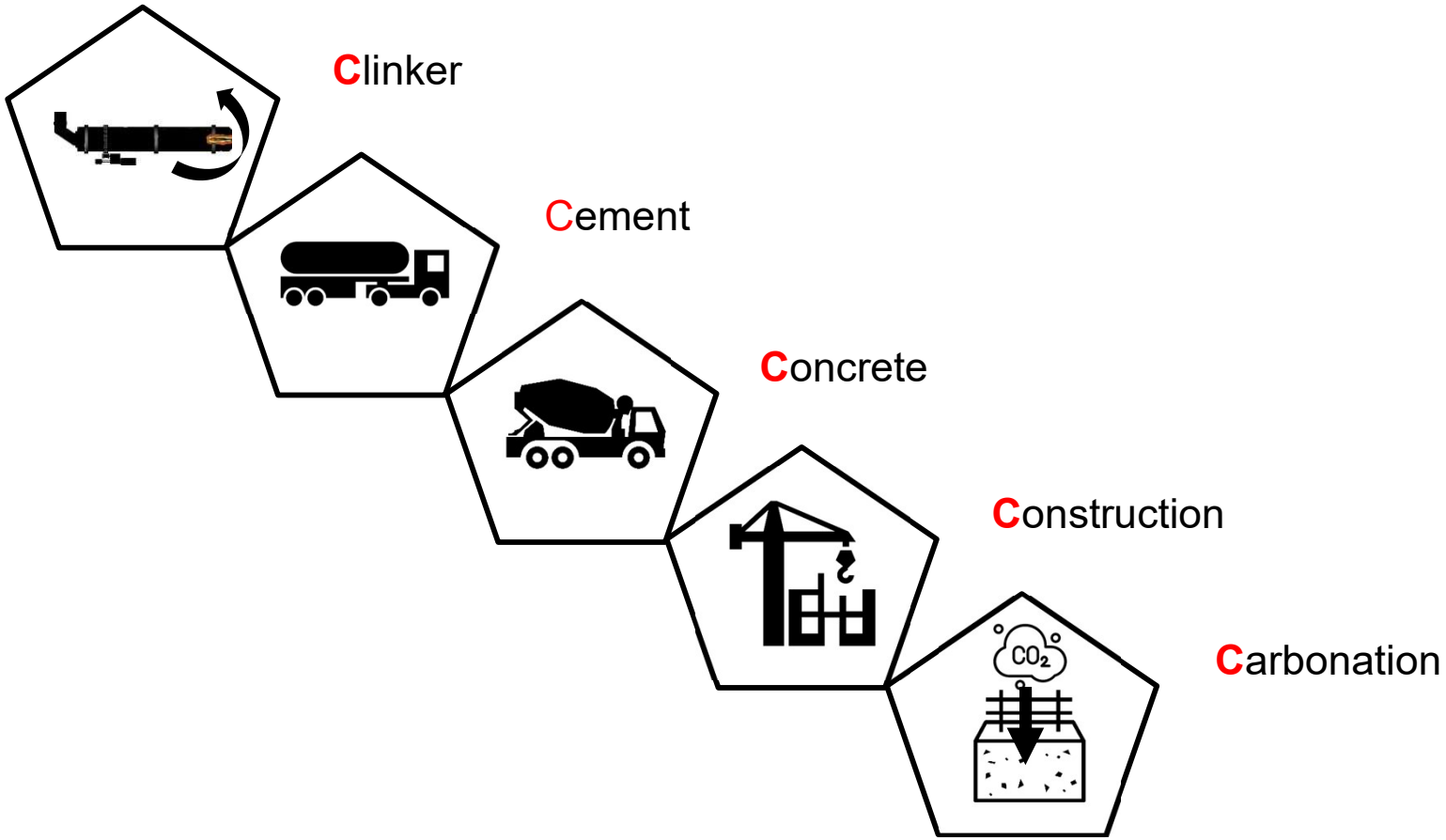
KLINKER-ZEMENT-FAKTOR LAG 2021 BEI 0,71



Quelle: VDZ, Deutsche Emissionshandelsstelle

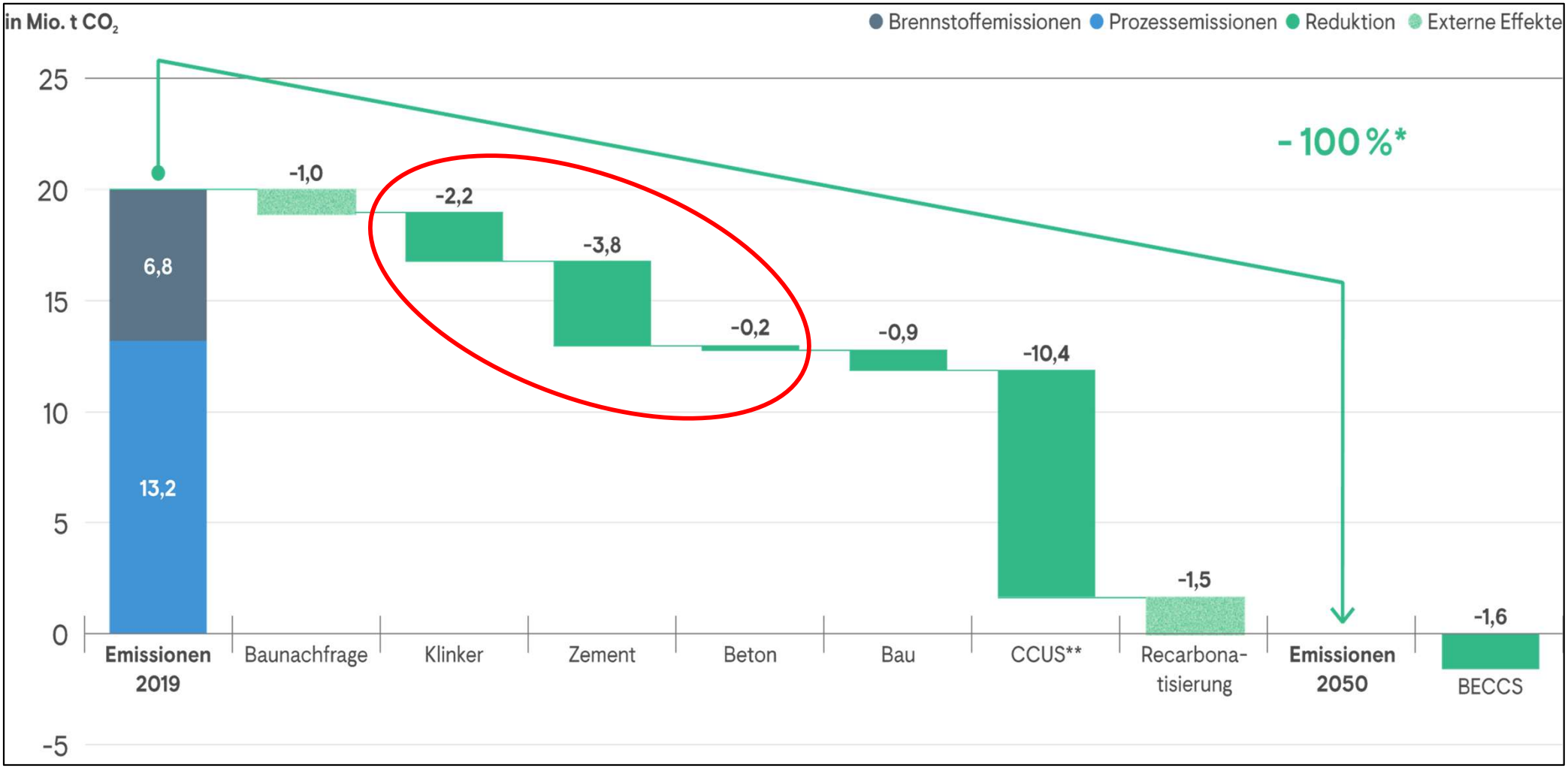
CO_2 OPTIMIERUNG ENTLANG DER GESAMTEN WERTSCHÖPFUNGSKETTE BAU

GANZHEITLICHER, SOGENANNTER 5C - ANSATZ DES CEMBUREAU



KLINKEREFFIZIENTE ZEMENTE

AUFGABEN UND ZIELE ZUR DEKARBONISIERUNG



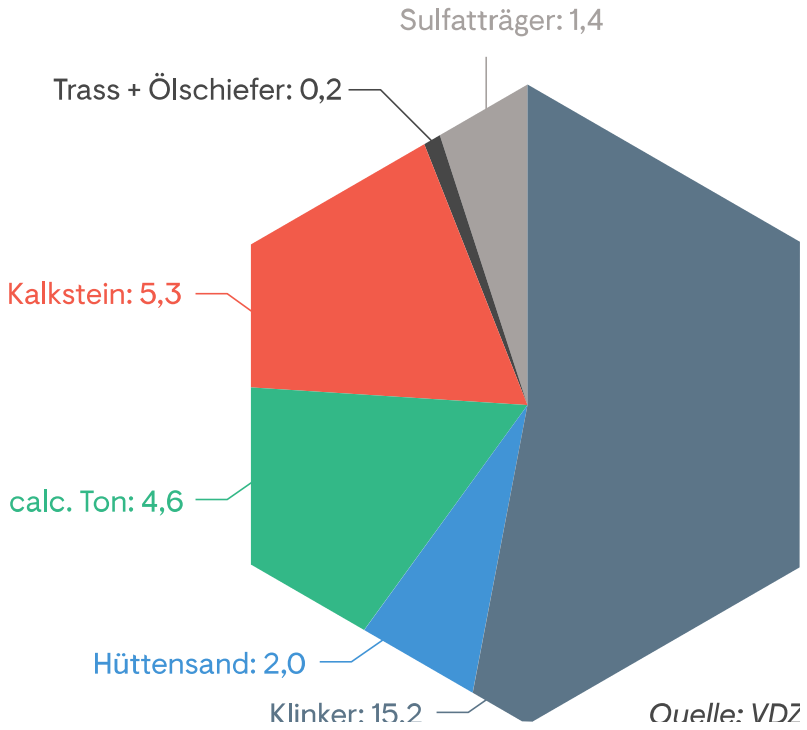
Quelle: VDZ / Anmerkungen: *Davon ca. 88 % Minderung durch Maßnahmen der Wertschöpfungskette. Die verbleibenden Emissionen werden durch den Rückgang der Baunachfrage sowie den Beitrag der Recarbonisierung reduziert. ** Carbon-Capture-Technologien mit dem Ziel der Vermeidung von CO_2-Emissionen in die Atmosphäre durch CO_2-Speicherung (CCS) und geeignete Verfahren zur CO_2-Nutzung (CCU).

VDZ-STUDIE „DEKARBONISIERUNG VON ZEMENT UND BETON“

ROHSTOFFMIX IM KLIMANEUTRALEN SZENARIO

		2018	2030	2050
Klinker	in Mio. t	24,2	21,0	15,2
Hüttensand		5,2	4,1	2,0
Kalkstein		1,5	3,9	5,3
Calc. Tone		0,0	2,6	4,6
Flugasche		0,3	0,0	0,0
Sulfatträger		1,7	1,7	1,4
Sonstiges		1,5	0,2	0,2
Zement		**34,4**	**33,4**	**28,8**
Klinkerfaktor		**0,71**	**0,63**	**0,53**

Rohstoffmix im klimaneutralen Szenario 2050

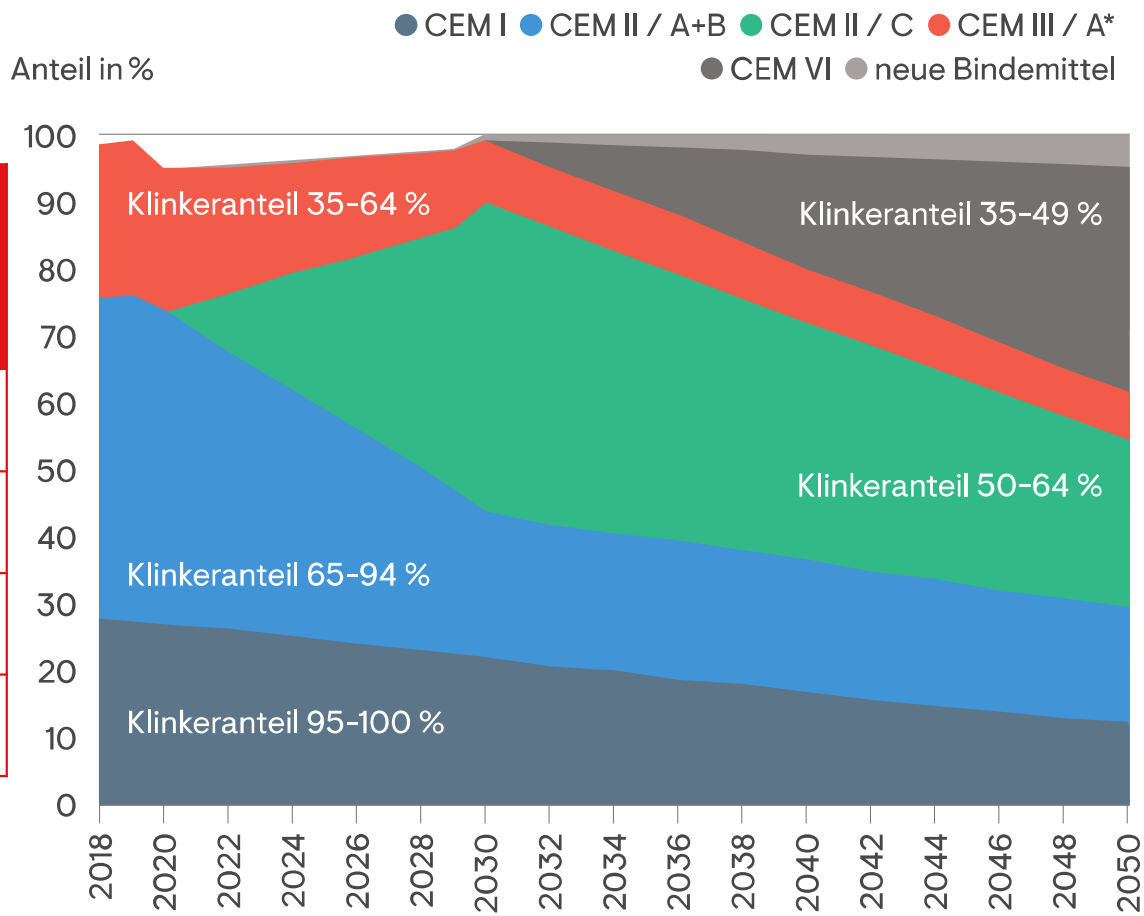


Quelle: VDZ

VDZ-STUDIE „DEKARBONISIERUNG VON ZEMENT UND BETON“

ZEMENTPORTFOLIO IM KLIMANEUTRALEN SZENARIO

	CEM					Neue Binde-mittel
	I	II/A+B	II/C	III/A	VI	
In % des gesamten Produktmix						
2018	27,4	48,7	0,0	21,4	0,0	0,0
2030	21,1	22,1	46,5	9,3	0,0	1,0
2050	11,5	17,6	25,1	7,0	33,7	5,0



Quelle: VDZ
Anmerkungen: Differenz zu 100 % verteilt sich auf CEM IV, CEM V und sonstige Bindemittel;
* Deckt in Deutschland ca. 95 % aller CEM III-Zemente ab

SENKUNG DES MITTLEREN KLINKERFAKTORS IM ZEMENT

DER EINSATZ VON ZUMAHLSTOFFEN IST DER GRÖßTE „HEBEL“

Zumahlstoffe bei SCHWENK

Durch die Reduktion des Klinkeranteils im Zement reduziert sich auch die CO_2 Last.

Der Einsatz von Zumahlstoffen anstelle von Klinker, orientiert sich an den Anforderungen an die Dauerhaftigkeit des Betons und der Verfügbarkeit der Zumahlstoffe.

Wir investieren massiv in die Beschaffung und Sicherstellung dieser Stoffe.

Kalksteinmehl

Hüttensand

Flugasche

Puzzolan

KLINKEREFFIZIENTE ZEMENTE – SACKWARE, ESTRICHE

WAS IST DER AKTUELLE STAND BEI SCHWENK IN DEUTSCHLAND

WERK ALLMENDINGEN

- CEM II/A-LL 32,5 R und 42,5 R
- CEM II/B-M (V-LL) 42,5 N (az)

WERK KARLSTADT

- CEM II/A-LL 42,5 N
- CEM II/C-M (S-LL) 42,5 N
- CEM III/A 42,5 N-LH

WERK Bernburg

- CEM II/A-LL 32,5 R
- CEM II/A-LL 42,5 N (ez)
- CEM III/A 42,5 N-LH/SR/LA

KLINKEREFFIZIENTE ZEMENTE – SACKWARE, ESTRICHE

VORTEILE, HERAUSFORDERUNGEN, AUSBLICK

VORTEILE

- Verbesserung des CO_2-Fußabdrucks (CO_2-Einsparung)
- Förderung ökologischer Betone
  (KfW-Darlehen, Förderprogramme Bundesländer)
- Ähnliche Austrocknungsverhalten der Zementestriche
  (CEM I, CEM II/A-LL, CEM II/B-M (V-LL), CEM II/C-M (V-LL) u. (S-LL))

HERAUSFORDERUNGEN

- Rezepturanpassungen (Anpassungen gegenüber CEM I – Rezepturen)
- Verarbeitung (höhere Feinheiten)
- Konsistenzverhalten (leistungsfähige Zusatzmittel)

AUSBLICK

- Portlandkompositzemente mit Flugasche und Kalksteinmehl
  (CEM II/C-M (V-LL))
- Portlandkompositzemente mit Puzzolan / Ton und Kalksteinmehl
  (CEM II/C-M (P-LL) bzw. CEM II/C-M (Q-LL))
- Portlandkalksteinzemente
  (CEM II/B-LL)

EPD VOM CEM I 42,5 N WERK ALLMENDINGEN

BEISPIEL

Global Cement and Concrete Association

Environmental Data Sheet | Self-declaration

Self-declaration based on Environdec c-PCR-001 Cement and building limes (EN 16908)

CEM I 42,5 N - ALL 2022

Core environmental impact indicators

		A1-A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
GWP-GHG	kg CO_2 eq.	5.08E2 **	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GWP-tot	kg CO_2 eq.	5.08E2 *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GWP-fos	kg CO_2 eq.	5.08E2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GWP-bio	kg CO_2 eq.	3.36E-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GWP-luc	kg CO_2 eq.	2.57E-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ODP	kg CFC 11 eq.	4.6E-6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AP	mol H+ eq.	9.46E-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EP-fw	kg P eq.	3.35E-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EP-mar	kg N eq.	2.24E-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EP-ter	mol N eq.	3.47E0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
POCP	kg NMVOC eq.	7.81E-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ADPE	kg Sb eq.	1.1E-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ADPF	MJ, net calorific value	7.59E2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
WDP	m^3 world eq. deprived	1.33E1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Der angegebene Nettowert enthält nicht die Treibhausgasemissionen aus der Verbrennung von Sekundärbrennstoffen bei der Klinkerherstellung. Nach dem Verursacherprinzip (EN 15804) sind diese dem Produktsystem zuzuordnen, das den Abfall verursacht hat.

***** The indicated values (net values) do not include the greenhouse gas emissions from the incineration of secondary fuels at clinker production. The gross GWP-tot (including the emissions from the incineration of secondary fuels at clinker production) is 7.14E2 kg CO2-eq. The gross GWP-fos is 7.13E2 kg CO2-eq. The gross GWP-bio is 2.59E-1 kg CO2-eq.

****** The indicated values (net values) do not include the greenhouse gas emissions from the incineration of secondary fuels at clinker production. The gross GWP-GHG (including the emissions from the incineration of secondary fuels at clinker production) is 7.14E2 kg CO2-eq.

It should be noted that the net/gross differentiation applies to GWP indicators only and is ignored for other indicators where gross is applied by default.

Core environmental impact indicators	**GWP-GHG** (Global Warming Potential, GHG) • **GWP-tot** (Global Warming Potential, total) • **GWP-fos** (Global Warming Potential, fossil fuels) • **GWP-bio** (Global Warming Potential, biogenic) • **GWP-luc** (Global Warming Potential, land use and land use change) • **ODP** (Depletion potential of the stratospheric ozone layer) • **AP** (Acidification potential, Accumulated Exceedance) • **EP-fw** (Eutrophication potential, fraction of nutrients reaching freshwater end compartment) • **EP-mar** (Eutrophication potential, fraction of nutrients reaching marine end compartment) • **EP-ter** (Eutrophication potential, Accumulated Exceedance) • **POCP** (Formation potential of tropospheric ozone) • **ADPE** (Abiotic depletion potential for non- fossil resources) • **ADPF** (Abiotic depletion potential for fossil resources potential) • **WDP** (Water (user) deprivation potential, deprivation-weighted water consumption)

EPD VOM CEM II/B-M (V-LL) 42,5 N (AZ) WERK ALLMENDINGEN

BEISPIEL

Global Cement and Concrete Association

Environmental Data Sheet | Self-declaration

Self-declaration based on Environdec c-PCR-001 Cement and building limes (EN 16908)

CEM II/B-M (V-LL) 42,5 N (az) ALL 2022

Ca. 20 % CO_2-Einsparung!

Core environmental impact indicators

		A1-A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
GWP-GHG	kg CO_2 eq.	4.01E2 **	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GWP-tot	kg CO_2 eq.	4.01E2 *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GWP-fos	kg CO_2 eq.	4.01E2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GWP-bio	kg CO_2 eq.	3.42E-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GWP-luc	kg CO_2 eq.	2.64E-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ODP	kg CFC 11 eq.	4.56E-6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AP	mol H+ eq.	8.38E-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EP-fw	kg P eq.	3.22E-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EP-mar	kg N eq.	2.15E-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EP-ter	mol N eq.	2.86E0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
POCP	kg NMVOC eq.	6.52E-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ADPE	kg Sb eq.	1.13E-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ADPF	MJ, net calorific value	7.68E2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
WDP	m^3 world eq. deprived	1.25E1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Der angegebene Nettowert enthält nicht die Treibhausgasemissionen aus der Verbrennung von Sekundärbrennstoffen bei der Klinkerherstellung. Nach dem Verursacherprinzip (EN 15804) sind diese dem Produktsystem zuzuordnen, das den Abfall verursacht hat.

*** The indicated values (net values) do not include the greenhouse gas emissions from the incineration of secondary fuels at clinker production. The gross GWP-tot (including the emissions from the incineration of secondary fuels at clinker production) is 5.58E2 kg CO2-eq. The gross GWP-fos is 5.58E2 kg CO2-eq. The gross GWP-bio is 2.06E-1 kg CO2-eq.**

**** The indicated values (net values) do not include the greenhouse gas emissions from the incineration of secondary fuels at clinker production. The gross GWP-GHG (including the emissions from the incineration of secondary fuels at clinker production) is 5.58E2 kg CO2-eq.**

It should be noted that the net/gross differentiation applies to GWP indicators only and is ignored for other indicators where gross is applied by default.

Core environmental impact indicators	**GWP-GHG** (Global Warming Potential, GHG) • **GWP-tot** (Global Warming Potential, total) • **GWP-fos** (Global Warming Potential, fossil fuels) • **GWP-bio** (Global Warming Potential, biogenic) • **GWP-luc** (Global Warming Potential, land use and land use change) • **ODP** (Depletion potential of the stratospheric ozone layer) • **AP** (Acidification potential, Accumulated Exceedance) • **EP-fw** (Eutrophication potential, fraction of nutrients reaching freshwater end compartment) • **EP-mar** (Eutrophication potential, fraction of nutrients reaching marine end compartment) • **EP-ter** (Eutrophication potential, Accumulated Exceedance) • **POCP** (Formation potential of tropospheric ozone) • **ADPE** (Abiotic depletion potential for non- fossil resources) • **ADPF** (Abiotic depletion potential for fossil resources potential) • **WDP** (Water (user) deprivation potential, deprivation-weighted water consumption)

EPD VOM CEM II/C-M (V-LL) 42,5 N WERK ALLMENDINGEN

BEISPIEL

Global Cement and Concrete Association

Environmental Data Sheet | Self-declaration

Self-declaration based on Environdec c-PCR-001 Cement and building limes (EN 16908)

CEM II/C-M (V-LL) 42,5 N ALL 2022

Ca. 30 % CO_2-Einsparung!

Core environmental impact indicators

		A1-A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
GWP-GHG	kg CO_2 eq.	3.48E2 **	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GWP-tot	kg CO_2 eq.	3.48E2 *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GWP-fos	kg CO_2 eq.	3.48E2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GWP-bio	kg CO_2 eq.	3.48E-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GWP-luc	kg CO_2 eq.	2.64E-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ODP	kg CFC 11 eq.	4.59E-6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AP	mol H+ eq.	8.04E-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EP-fw	kg P eq.	3.31E-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EP-mar	kg N eq.	2.22E-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EP-ter	mol N eq.	2.57E0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
POCP	kg NMVOC eq.	5.91E-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ADPE	kg Sb eq.	1.17E-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ADPF	MJ, net calorific value	7.87E2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
WDP	m³ world eq. deprived	1.21E1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Der angegebene Nettowert enthält nicht die Treibhausgasemissionen aus der Verbrennung von Sekundärbrennstoffen bei der Klinkerherstellung. Nach dem Verursacherprinzip (EN 15804) sind diese dem Produktsystem zuzuordnen, das den Abfall verursacht hat.

*** The indicated values (net values) do not include the greenhouse gas emissions from the incineration of secondary fuels at clinker production. The gross GWP-tot (including the emissions from the incineration of secondary fuels at clinker production) is 4.8E2 kg CO2–eq. The gross GWP-fos is 4.8E2 kg CO2-eq. The gross GWP-bio is 1.78E-1 kg CO2-eq.**

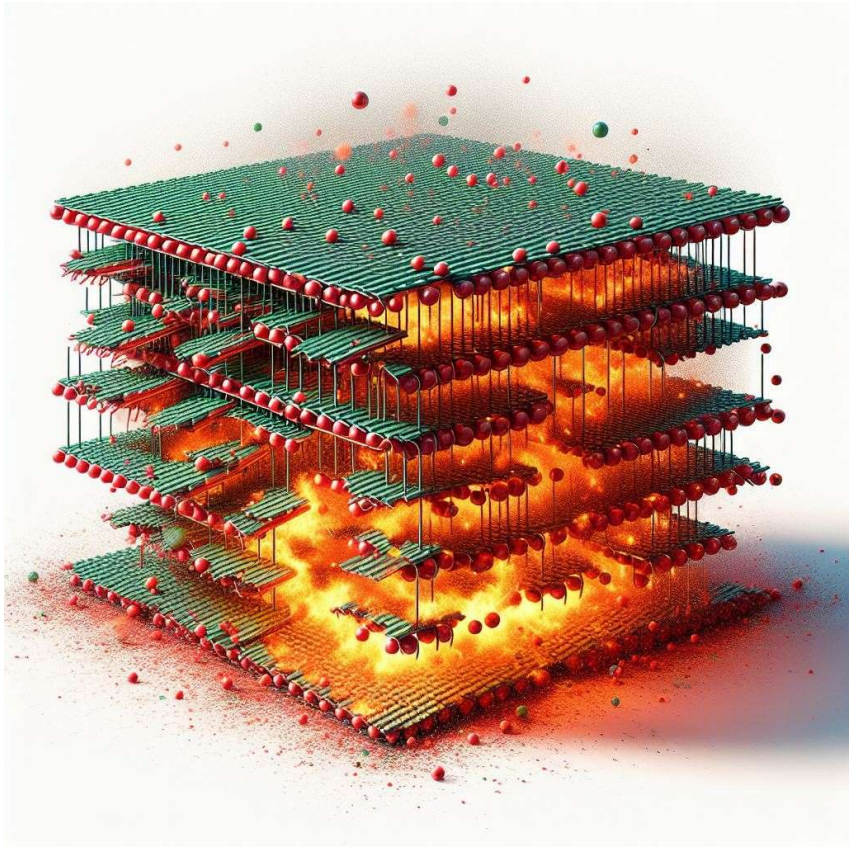
**** The indicated values (net values) do not include the greenhouse gas emissions from the incineration of secondary fuels at clinker production. The gross GWP-GHG (including the emissions from the incineration of secondary fuels at clinker production) is 4.8E2 kg CO2–eq.**

It should be noted that the net/gross differentiation applies to GWP indicators only and is ignored for other indicators where gross is applied by default.

Core environmental impact indicators	**GWP-GHG** (Global Warming Potential, GHG) • **GWP-tot** (Global Warming Potential, total) • **GWP-fos** (Global Warming Potential, fossil fuels) • **GWP-bio** (Global Warming Potential, biogenic) • **GWP-luc** (Global Warming Potential, land use and land use change) • **ODP** (Depletion potential of the stratospheric ozone layer) • **AP** (Acidification potential, Accumulated Exceedance) • **EP-fw** (Eutrophication potential, fraction of nutrients reaching freshwater end compartment) • **EP-mar** (Eutrophication potential, fraction of nutrients reaching marine end compartment) • **EP-ter** (Eutrophication potential, Accumulated Exceedance) • **POCP** (Formation potential of tropospheric ozone) • **ADPE** (Abiotic depletion potential for non- fossil resources) • **ADPF** (Abiotic depletion potential for fossil resources potential) • **WDP** (Water (user) deprivation potential, deprivation-weighted water consumption)

NEUER ZUMAHLSTOFF PUZZOLAN (P) IM ZEMENT

IDEENÜBERTRAGUNG VON „CELITEMENT“ AUF TONAKTIVIERUNG



TA = **T**hermische **A**ktivierung („Kalzination“)

Künstliches Puzzolan „**Q**“

MA = **M**echanische **A**ktivierung („Mechanochemie“)

Künstliches Puzzolan „**P**“

KLIMAWANDEL, CO_2- / ENERGIEEINSPARUNG

OFFENE FRAGEN

- Wie weit können wir den Klinkeranteil im Massengut Zement reduzieren und trotzdem eine sichere Anwendung gewährleisten?
  (Konflikt Leistungsfähigkeit und technische Anforderungen für den Einsatz, Mehraufwand)
- Welchen Preis (technisch und kommerziell) ist der Kunde / die Gesellschaft bereit, für „grünere“ Baustoffe zu zahlen?

Quelle:
www.ingenieur.de

MÖGLICHKEIT 3

Ein möglichst vollständig CO_2 neutrales Zementwerk

PROMINENTE BEISPIELE FÜR KOMPENSATION

“GREEN WASHING (SENKT KEINERLEI CO_2-EMISSIONEN BEIM PROZESS)“

Frankfurter Allgemeine

LUFTVERKEHR

Easyjet verspricht CO2-neutrale Flüge

VON PHILIP PLICKERT, LONDON - AKTUALISIERT AM 19.11.2019 - 13:18

BOSCH
Invented for life

09.05.2019 | Pressemeldung | #Wirtschaft

Klimaschutz: Bosch ab 2020 weltweit CO_2-neutral

Die Hebel zur CO_2-Neutralstellung bei Bosch
Schnell – nachhaltig – weltweit

- Kompensationsmaßnahmen
- Zukauf Ökostrom
- New Clean Power
- Energieeffizienz

Quelle: Getty; Montage: Infografik WELT

EIN MÖGLICHST VOLLSTÄNDIG CO_2 NEUTRALES ZEMENTWERK

WIE KANN DAS GEHEN?

Carbon Capture (CC)

Abfangen und Verflüssigen von CO_2 unter Einsatz von erneuerbarer Energie.

Carbon Capture Storage (CCS)

Speicherung von abgeschiedenem CO_2.

Carbon Capture and Utilization (CCU)

Nutzung des abgeschiedenen CO_2 als chemischer Rohstoff für z. B. Kraftstoffe

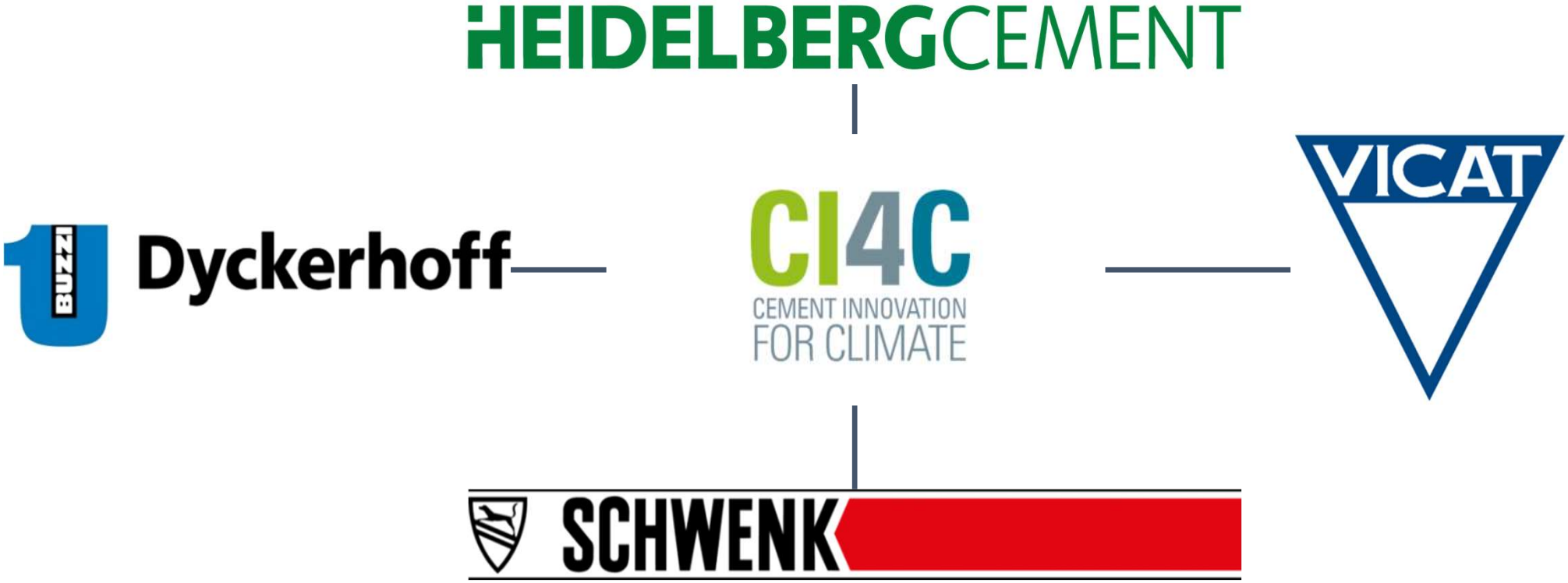
CO_2 SIEHT MAN NICHT, SEIN GEWICHT IST ABER ERHEBLICH!

RECHENBEISPIEL CO_2-MENGE ZEMENTWERK

3.700 tato Klinkerproduktion = 2.800t CO_2 pro Tag = 2 Ganzzüge fl. CO_2 (28 × 50t = 1.400t)

ZEMENT AUS CARBON CAPTURE (CC)

CI4C (CEMENT INNOVATION FOR CLIMATE) - PROJEKTPARTNER

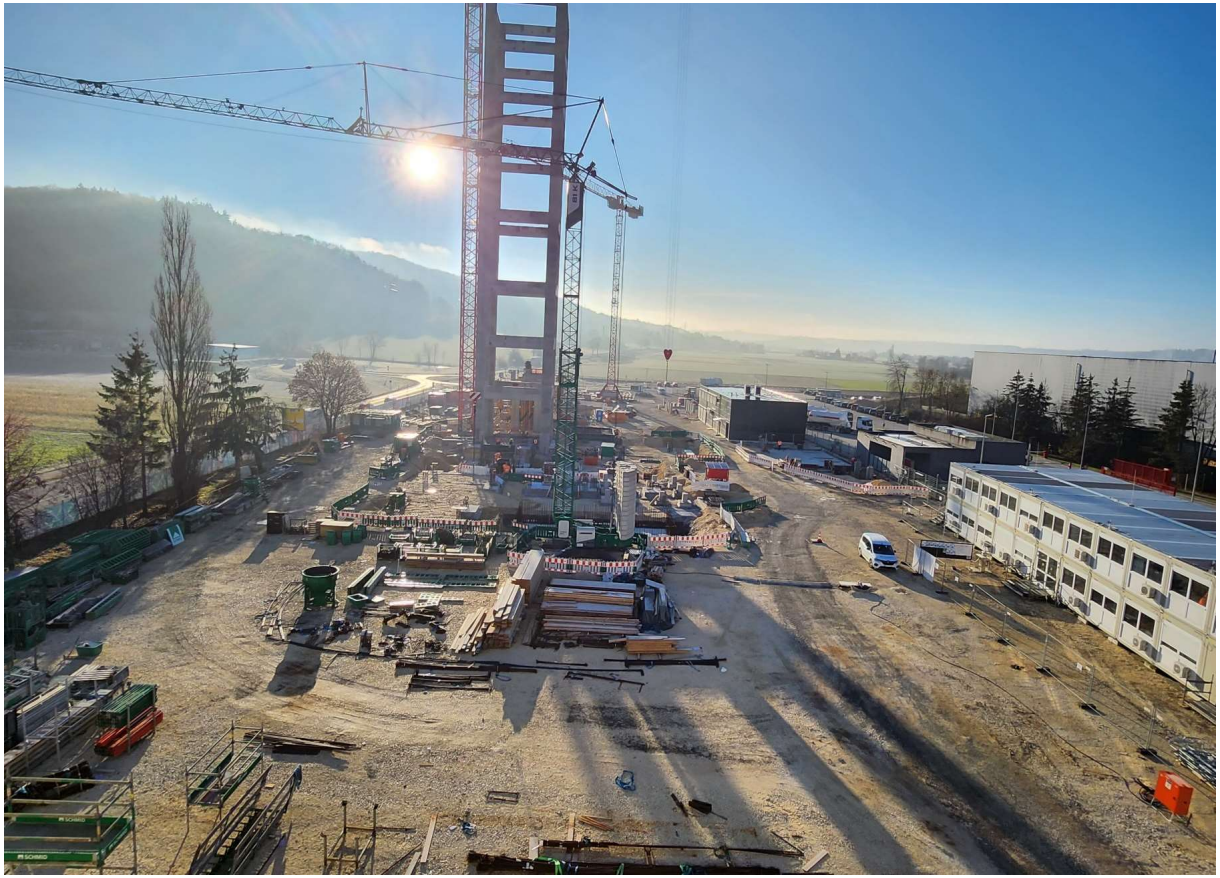


ZEMENT AUS CARBON CAPTURE (CC)

CI4C - PROJEKT C4C (CATCH FOR CLIMATE)

CI4C-BAUSTELLE IM DEZEMBER 2023

OXYFUEL PROZESS : KLINKERBRENNEN MIT REINEM SAUERSTOFF STATT LUFT!



SCHWENK

Baustoff leben

Heiko Zimmermann
SCHWENK Zement GmbH & Co. KG
Mobil: 0171-3025407
E-Mail: heiko.zimmermann@schwenk.com