

Bewährtes neu denken

Wege zur Dekarbonisierung der deutschen Zementindustrie

vdz

Volker Hoenig, VDZ

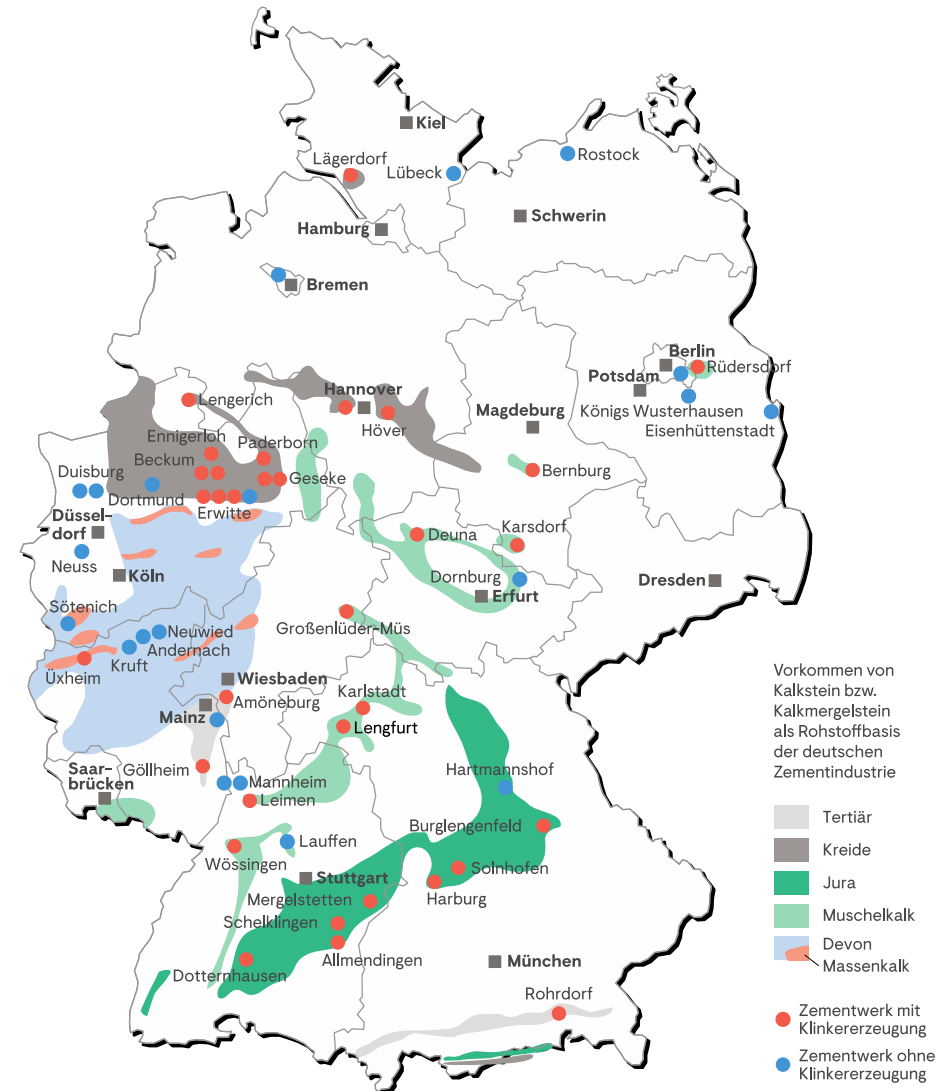
Steel Meets Refractory

Online Meeting 14. September 2021

Zementindustrie in Deutschland

Überblick und Kennzahlen 2020

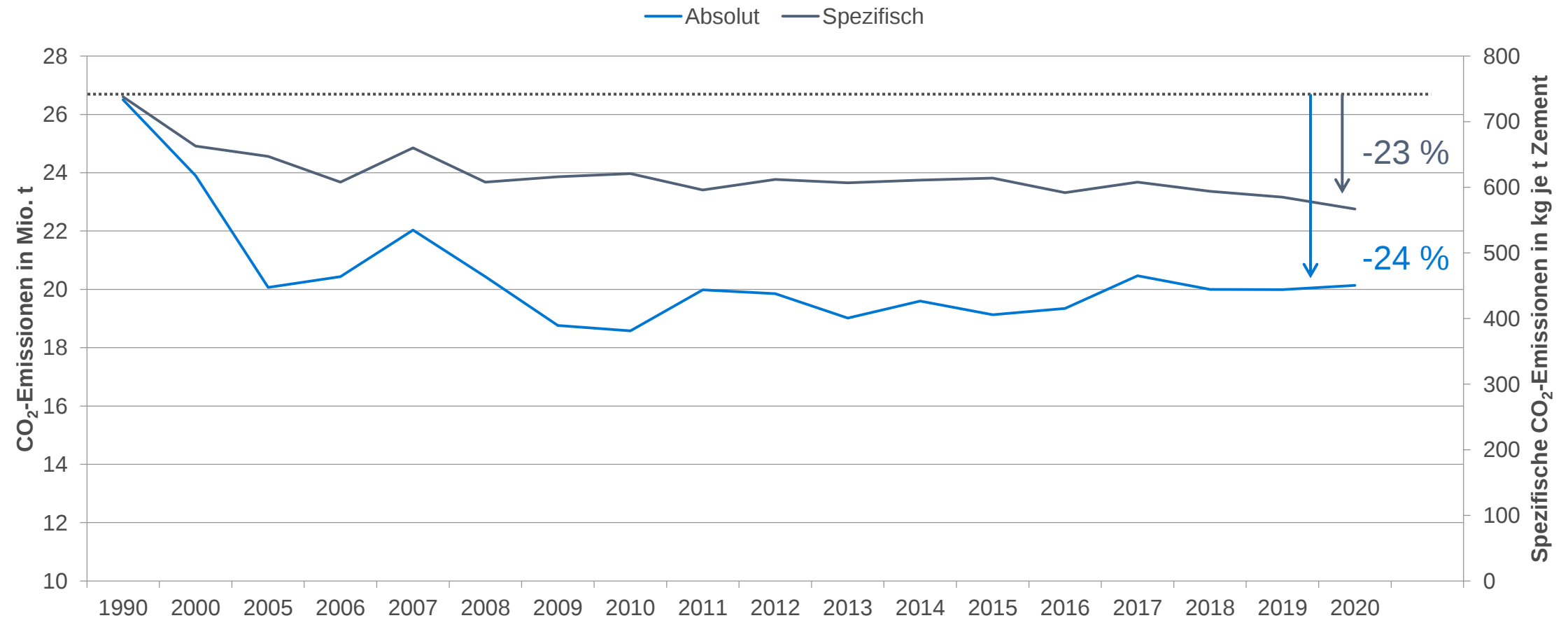
- 21 Unternehmen mit 54 Werken
 - 33 Klinkerwerke
 - 19 Mahlwerke
 - 2 Mischwerke
- Beschäftigte: 7.904
- Umsatz: 3.049 Mio. €
- Zementproduktion: 35.485 kt
- Klinkerproduktion: 24.709 kt
- Anzahl Drehöfen: 38
- Tageskapazität: 101.660 t



Quelle: VDZ, Statistisches Bundesamt, Deutsche Emissionshandelsstelle / Anmerkung: Werke und Unternehmen Stand 2021

Ausgangslage und bisherige CO₂-Minderung

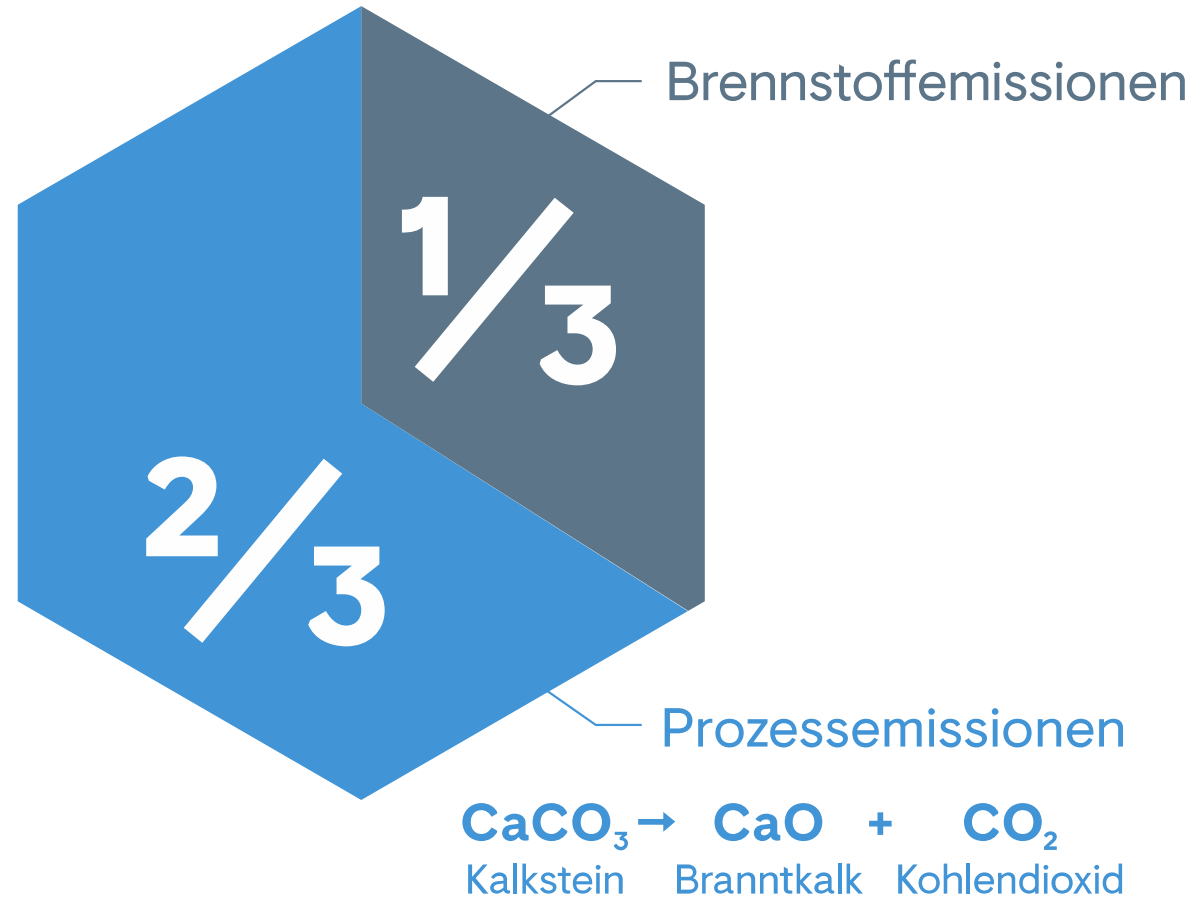
Entwicklung der CO₂-Emissionen der deutschen Zementindustrie



Quelle: VDZ, GNR, Deutsche Emissionshandelsstelle

Direkte CO₂-Emissionen der Zementklinkerherstellung

Prozessemissionen vs. Brennstoffemissionen



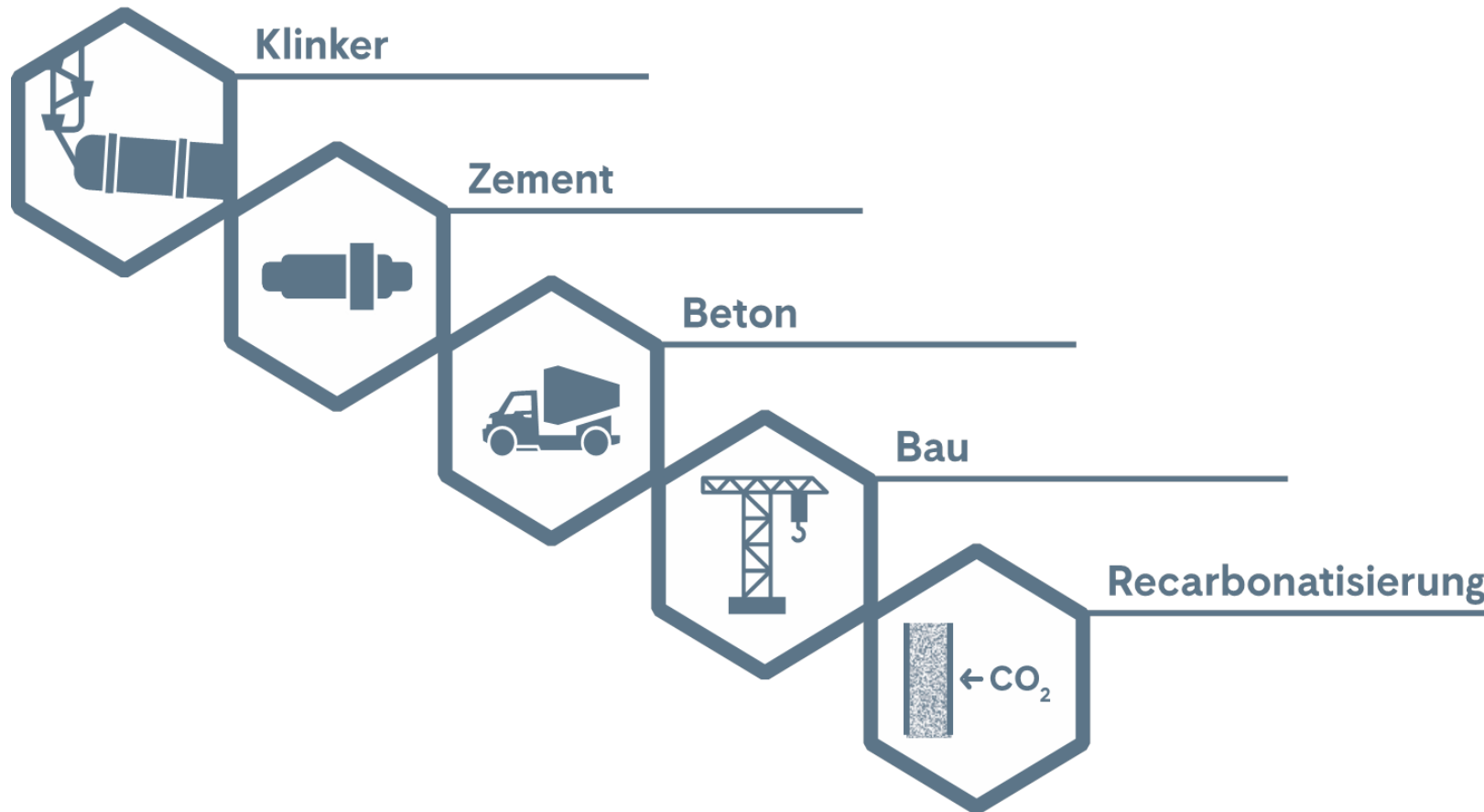
Leitfragen der CO₂-Roadmap

- Ist eine klimaneutrale Wertschöpfungskette Zement & Beton möglich?
- Vor welchen Herausforderungen steht die Branche bei der Dekarbonisierung?
- Welche Technologien und Innovationen sind erforderlich?
- Was sind die (externen) Voraussetzungen für eine klimaneutrale Betonbauweise?



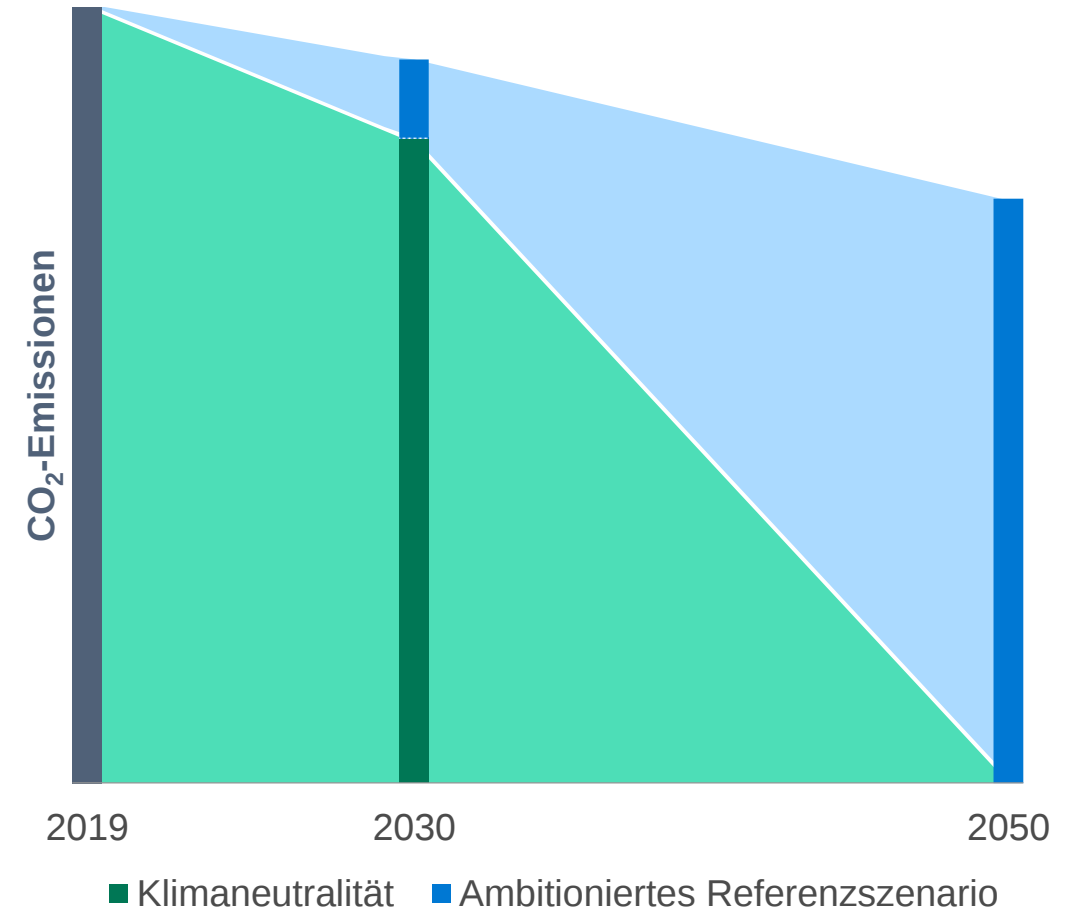
Ganzheitlicher Ansatz für Klimaneutralität

CO₂-Minderung entlang der Wertschöpfungskette

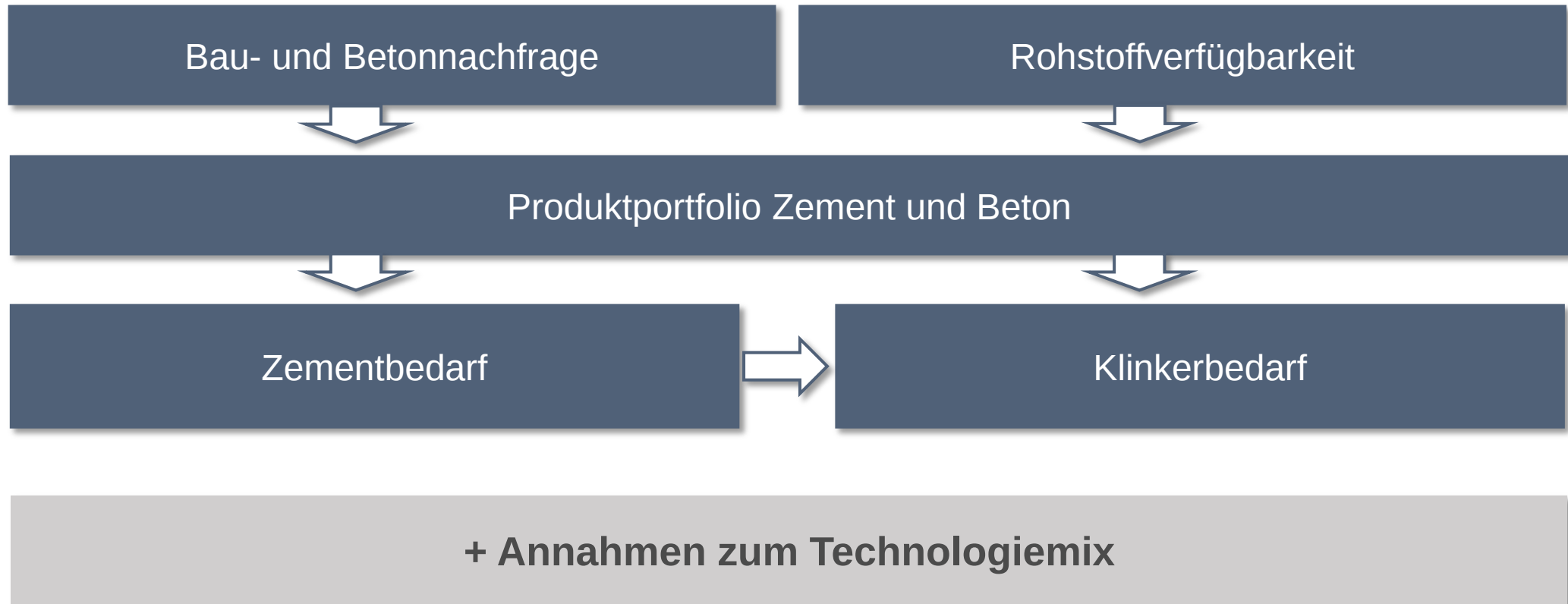


Methodik und CO₂-Bilanzgrenzen

- 2 Szenarien: Ambitioniertes Referenzszenario + Klimaneutralität
- 3 Zeitpunkte: 2018/2019, 2030, 2050
- Scope: Direkte Emissionen aus ETS-Anlagen
 - keine indirekten Emissionen aus Strom und Transport
 - keine Emissionen aus Werksverkehr und Non-ETS-Anlagen
- Minderungspotenziale entlang der gesamten Wertschöpfungskette in t CO₂



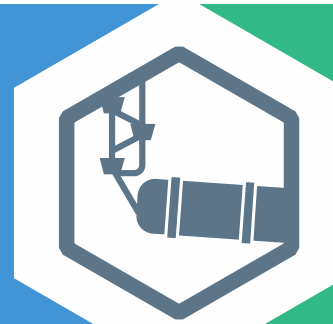
Von der Baunachfrage zum Klinkerbedarf



Annahmen in den Szenarien

Ambitioniertes Referenzszenario

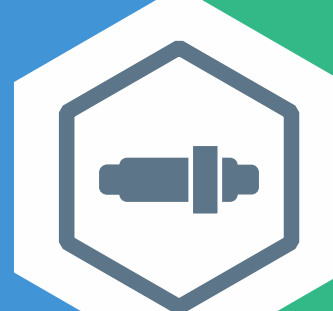
- Thermische Effizienz: + 13 %
- Alternative Brennstoffe: 85 %
(davon 35 % Biomasse)
- 15 % Regelbrennstoffe
- Ohne CCUS



Szenario Klimaneutralität

- Thermische Effizienz: + 13 %
- Alternative Brennstoffe: 90 %
(davon 35 % Biomasse)
- 10 % Wasserstoff
- Einsatz von CCUS

- Fokus auf CEM II/C
- Klinker-Zement-Faktor 63 %
- Ohne neue Bindemittel

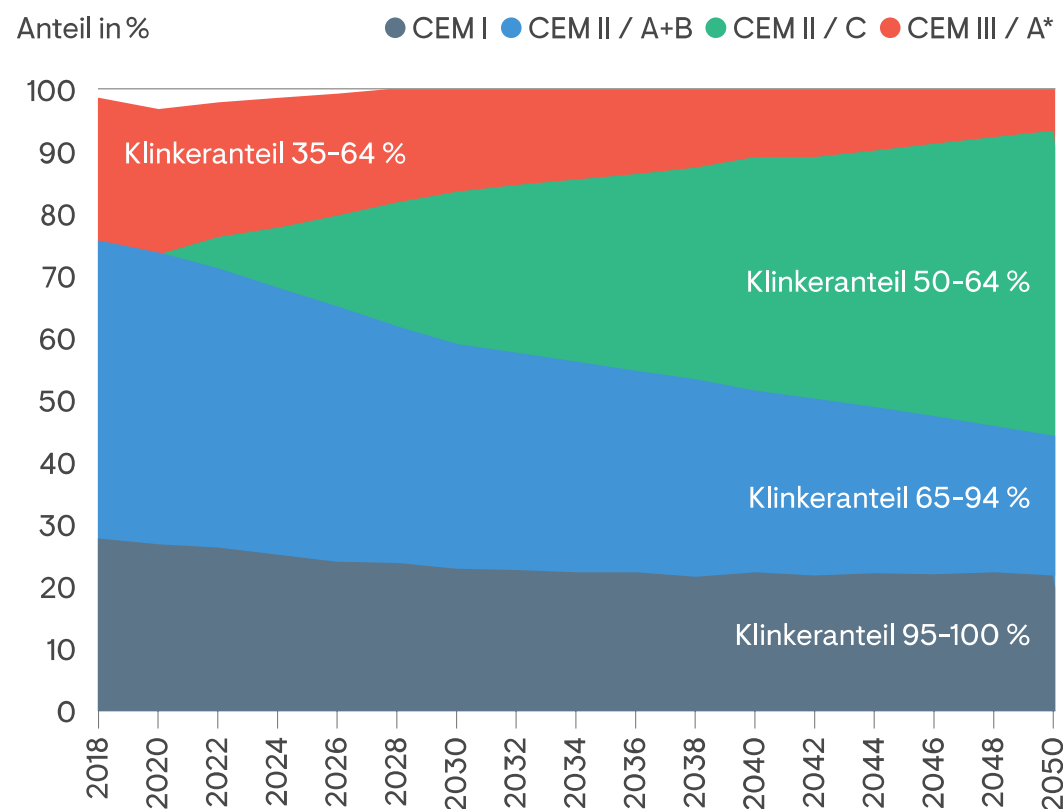


- Fokus auf CEM II/C und CEM VI
- Klinker-Zement-Faktor 53 %
- 5 % Marktanteil neue Bindemittel

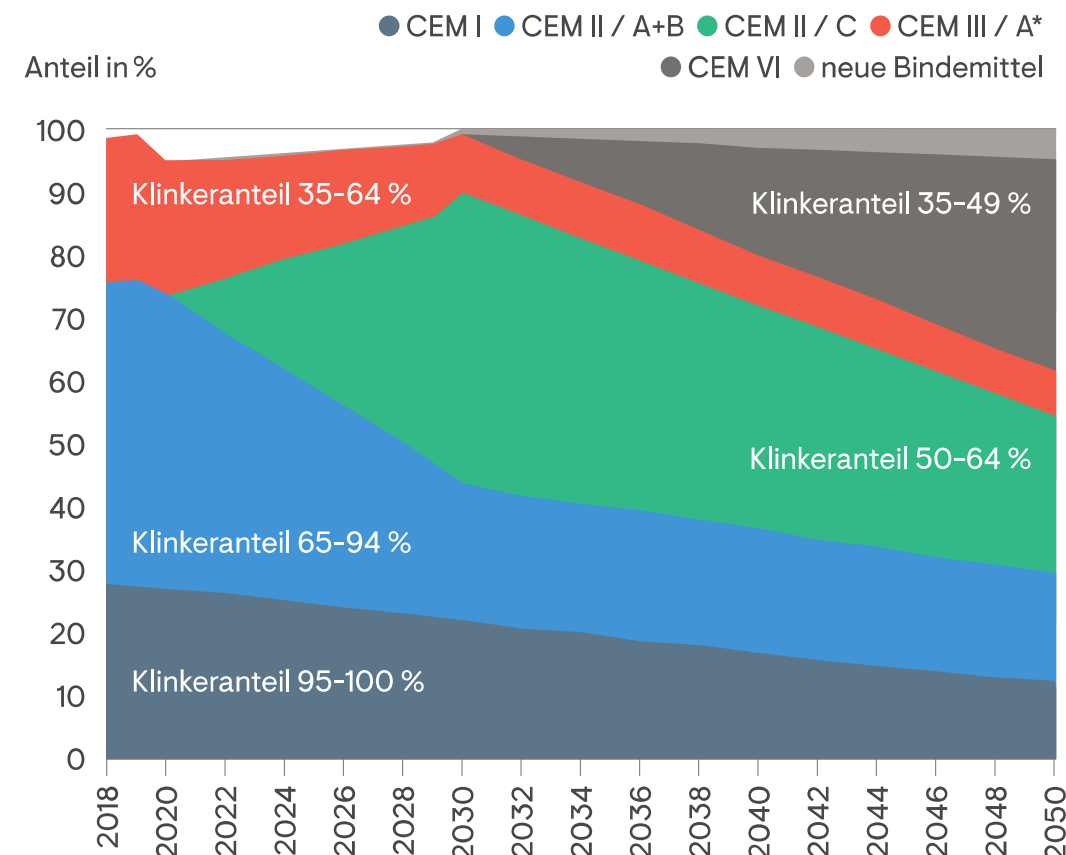
Neue klinkereffiziente Zemente im Produktmix der Zukunft

CEM II/C- und CEM VI-Zemente: Wichtige Hebel bei der CO₂-Minderung

Ambitioniertes Referenzszenario



Klimaneutrales Szenario



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

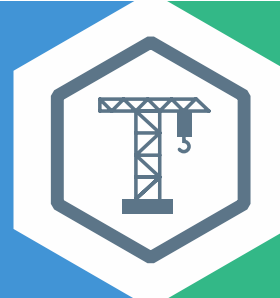
Annahmen in den Szenarien

Ambitioniertes Referenzszenario

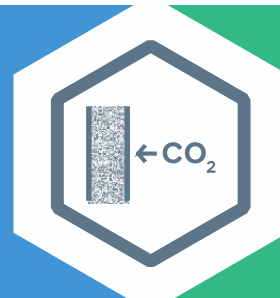
- Differenzierter Zementeinsatz im Beton je nach Anforderungsprofil



- Weiterentwicklung der Betonbauweise
- Ausbau der Industrialisierung



- Recarbonatisierung von 20 % der Prozessemissionen



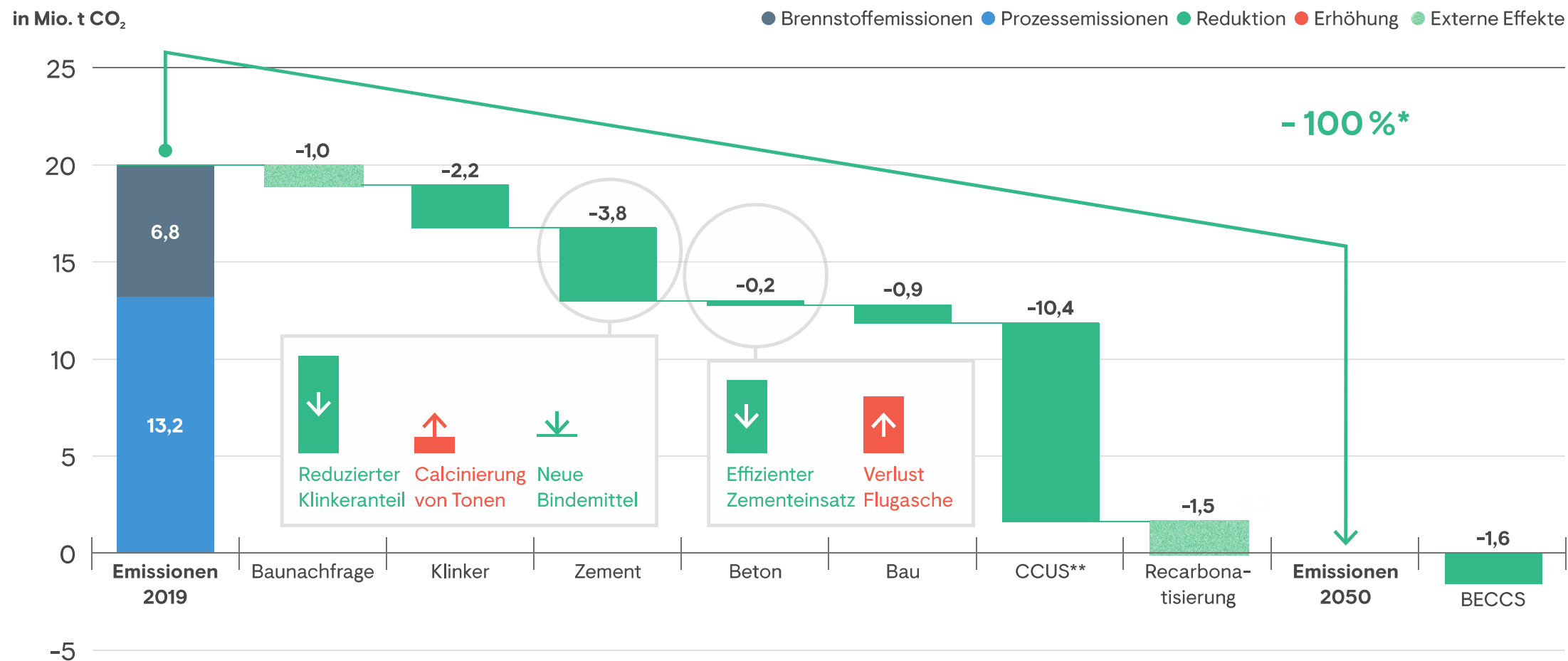
Szenario Klimaneutralität

- Differenzierter Zementeinsatz im Beton je nach Anforderungsprofil

- Weitere Materialeinsparungen, z.B. neue Betonbauweisen (u.a Carbonbeton, additive Fertigung)
- Weitere Industrialisierung

- Recarbonatisierung von 20 % der Prozessemissionen

CO₂-Minderung im klimaneutralen Szenario bis 2050

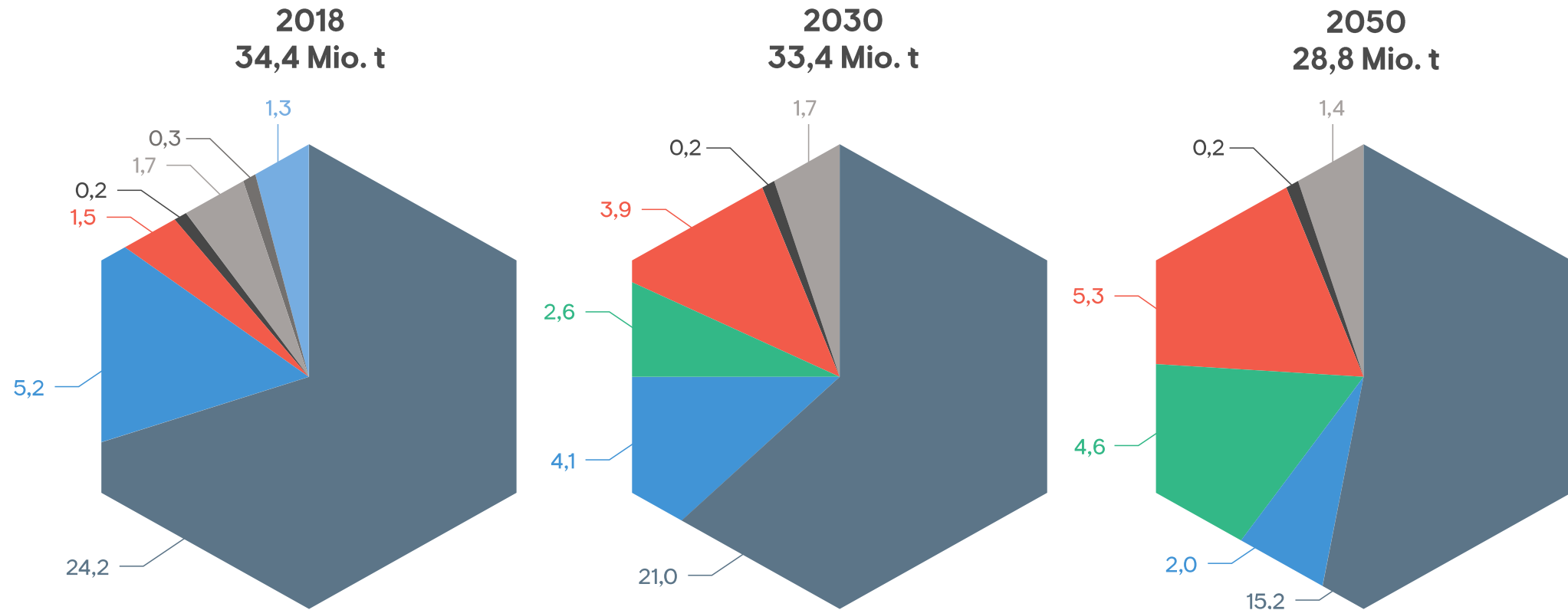


Quelle: VDZ / Anmerkungen: *Davon ca. 88 % Minderung durch Maßnahmen der Wertschöpfungskette. Die verbleibenden Emissionen werden durch den Rückgang der Baunachfrage sowie den Beitrag der Recarbonatisierung reduziert. ** Carbon-Capture-Technologien mit dem Ziel der Vermeidung von CO₂-Emissionen in die Atmosphäre durch CO₂-Speicherung (CCS) und geeignete Verfahren zur CO₂-Nutzung (CCU).

Rohstoffmix heute und im klimaneutralen Szenario

Rückgang des Klinker-Zement-Faktors von 71 % auf 53 % in 2050

● Klinker ● Hüttensand ● calc. Ton ● Kalkstein ● Trass + Ölschiefer ● Sulfatträger ● Flugasche ● sonstiges

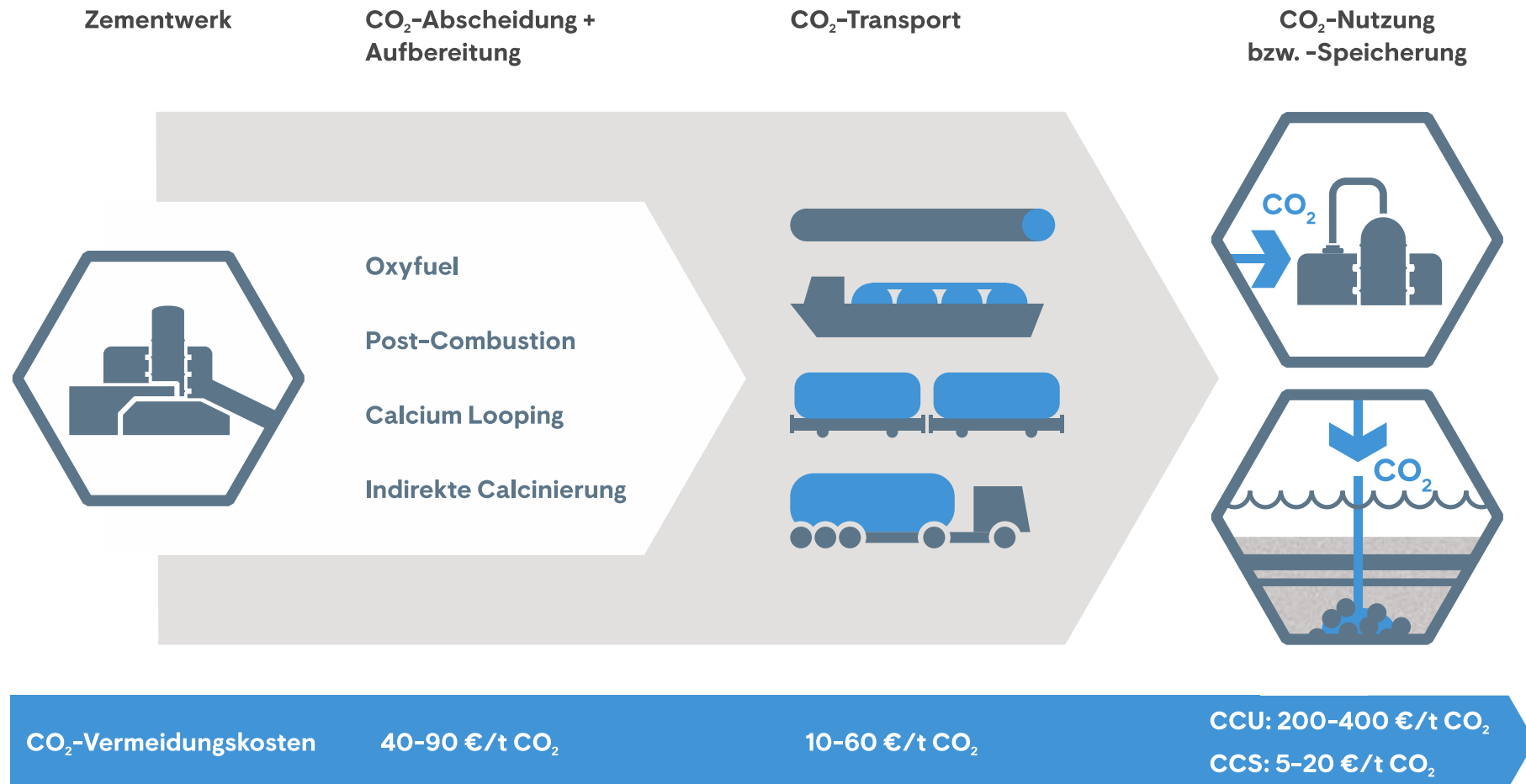


Quelle: VDZ

Anmerkung: Angaben in Mio. t

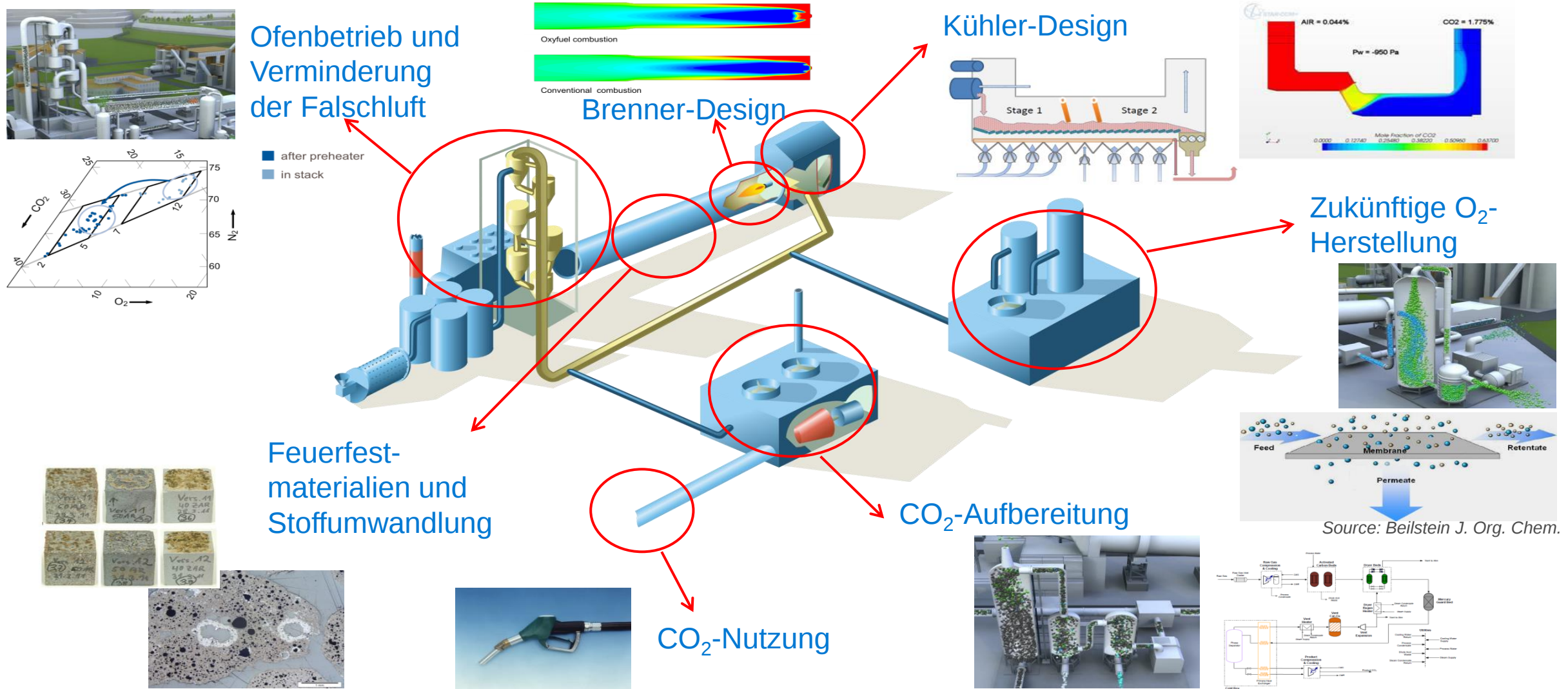
Verfahren und Kosten der CO₂-Abscheidung

Vom Zementwerk zur Nutzung bzw. Speicherung



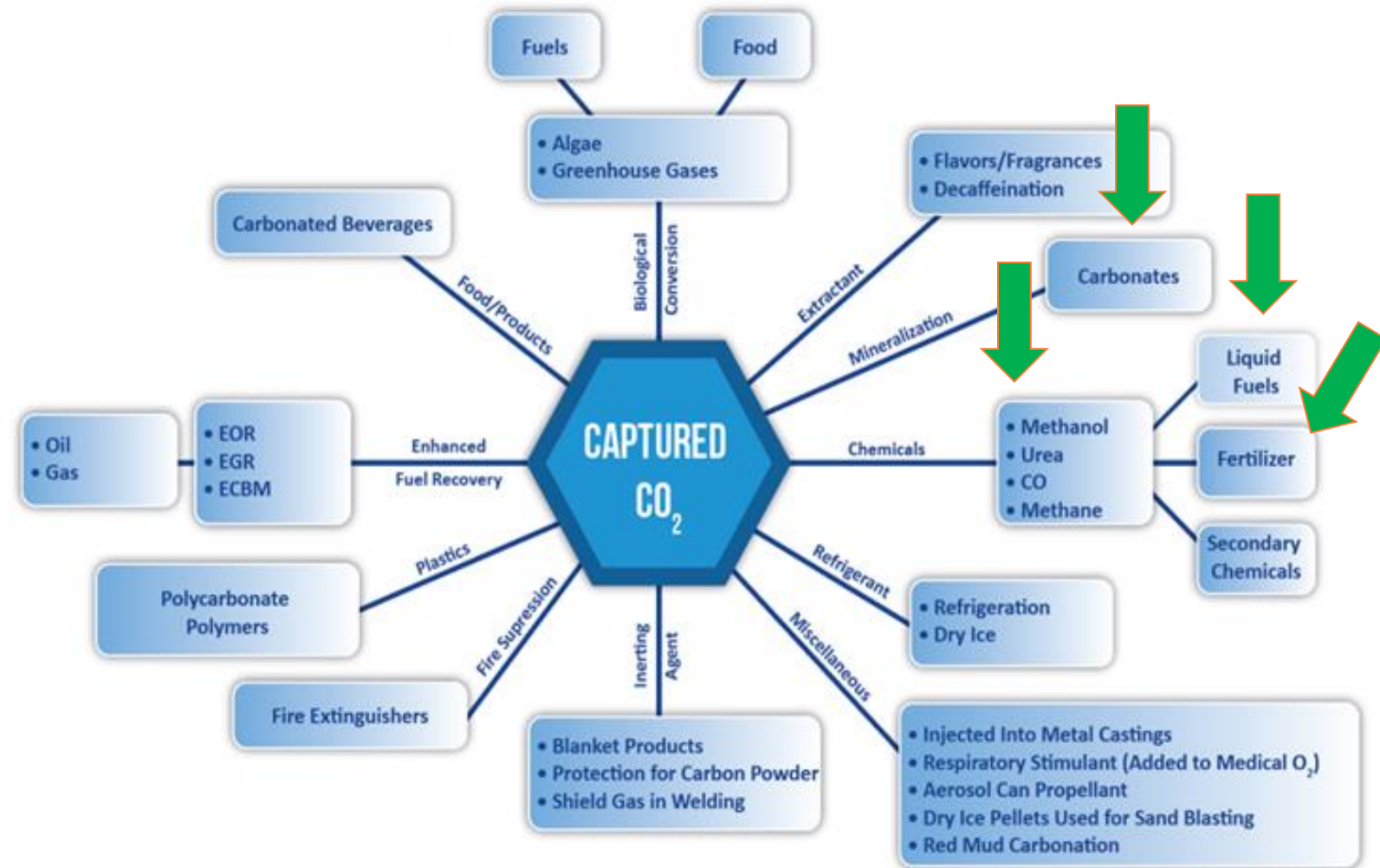
Quellen: ECRA, Florian Ausfelder et. al, CO₂-Value Europe

Oxyfuel-Technologie wurde in 10 Jahren durch die ECRA¹⁾ entwickelt vdz



¹⁾ ECRA = European Cement Research Academy

- Direkte Nutzung
- Mineralisierung
- EOR / EGR
- Chemische / katalytische Umwandlung
- Biologische Umwandlung
- Elektrochemische Umwandlung



Geplante Projekte und Kapazitäten

- Mögliche CO₂-Speicherprojekte:
bis zu 3,7 Mrd. t CO₂ in Norwegen, Großbritannien, Niederlande*

Geplante CO₂-Hubs** und mögliche Kapazitäten bis 2030:

- ca. 5 Mio. t CO₂ p.a.
- bisher keine Angabe
- ca. 6 Mio. t CO₂ p.a.
- bislang keine Angabe
- ca. 10 Mio. t CO₂ p.a.



Quellen: Oil and Gas Climate Initiative, ECRA

Anmerkungen: * weiteres Offshore-Speicherpotenzial für Norwegen und Großbritannien wird auf 57 Mrd. t geschätzt;

** Hub = Industriecluster mit CO₂-Transportinfrastruktur

Voraussetzungen für eine klimaneutrale Industrie

Fünf zentrale Handlungsfelder



Verfügbarkeit
erneuerbarer
Energien und
Stromnetze



Geeignete
Infrastruktur für
CO₂-Transport



Rahmen für
Wettbewerbs-
fähigkeit und
Innovation



Märkte für
zunehmend CO₂-
freie Zemente
und Betone



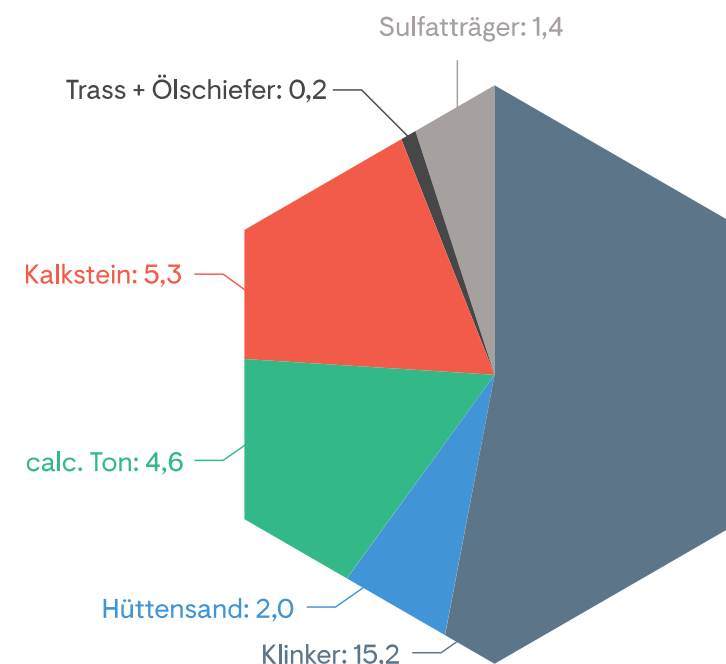
Konsens über
Technologiemix der
Zukunft

Rohstoffmix im klimaneutralen Szenario - **geringere Klinkerproduktion**

	2018	2030	2050
Klinker	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

in Mio.
t

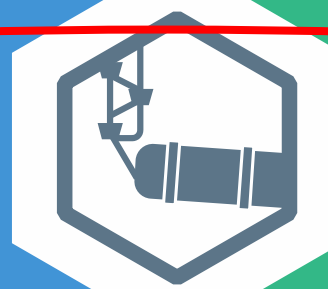
Rohstoffmix im klimaneutralen Szenario 2050



Veränderter Brennstoffmix

Ambitioniertes Referenzszenario

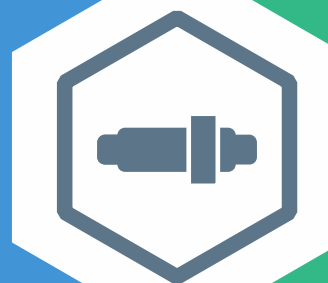
- Thermische Effizienz: + 13 %
- Alternative Brennstoffe: 85 %
(davon 35 % Biomasse)
- 15 % Regelbrennstoffe
- Ohne CCUS



Szenario Klimaneutralität

- Thermische Effizienz: + 13 %
- Alternative Brennstoffe: 90 %
(davon 35 % Biomasse)
- 10 % Wasserstoff
- Einsatz von CCUS

- Fokus auf CEM II/C
- Klinker-Zement-Faktor 63 %
- Ohne neue Bindemittel

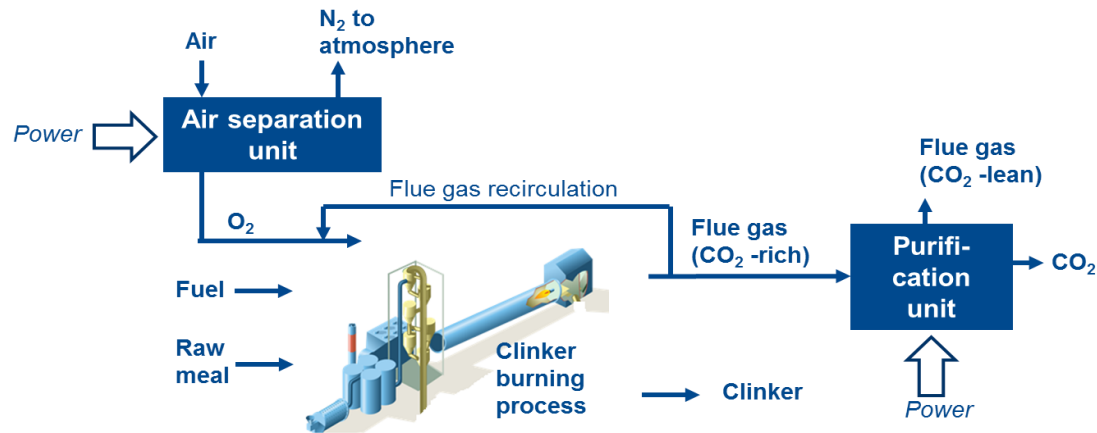


- Fokus auf CEM II/C und CEM VI
- Klinker-Zement-Faktor 53 %
- 5 % Marktanteil neue Bindemittel

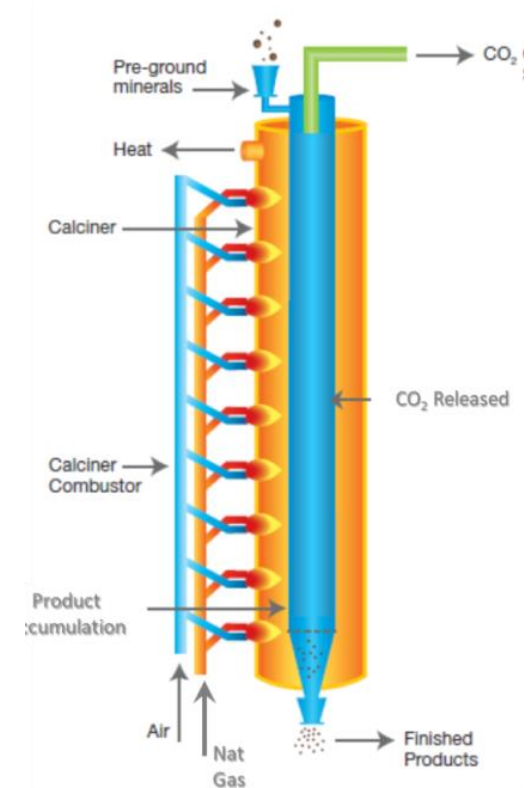
Bedeutung für die Feuerfest-Industrie (3)

Veränderte Ofenatmosphäre in Öfen mit integrierter CO₂-Abscheidung

Oxyfuel-Technologie (ECRA design)

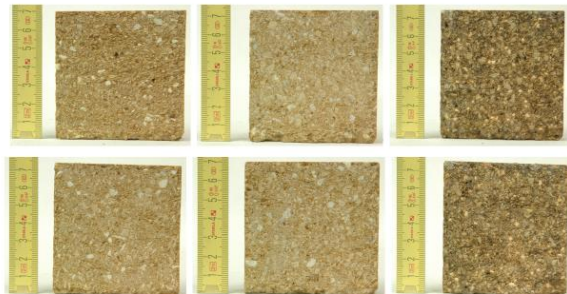


Indirekter Calcinator (LEILAC-Technologie)



REFRATECHNIK -Bericht für ECRA zur Bewertung der Auswirkung der Oxyfuel-Ofenatmosphäre auf das FF:

BPD with AG 85, AG AF, MG E (standard condition [top], oxy fuel condition [bottom])



“To summarize, basic refractory material does not definitely exhibit differences in wear under the given trial conditions while non-basic refractories reveal certain differences.”

Bewährtes neu denken

**Vielen Dank für
Ihre Aufmerksamkeit.**

vdz

Volker Hoenig

T +49 (0)211 45 78 - 255

volker.hoenig@vdz-online.de

www.vdz-online.de