

CO₂-Abtrennung aus der thermischen Abfallbehandlung mittels Carbonate Looping Prozess

EST

TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Carina Hofmann, Prof. Dr.-Ing. Bernd Eppler
T.R.E.N.D Wende Hamburg 2022, 21. September 2022



Energy Systems &
Technology
Prof. Dr.-Ing. B. Eppler
www.est.tu-darmstadt.de

Agenda

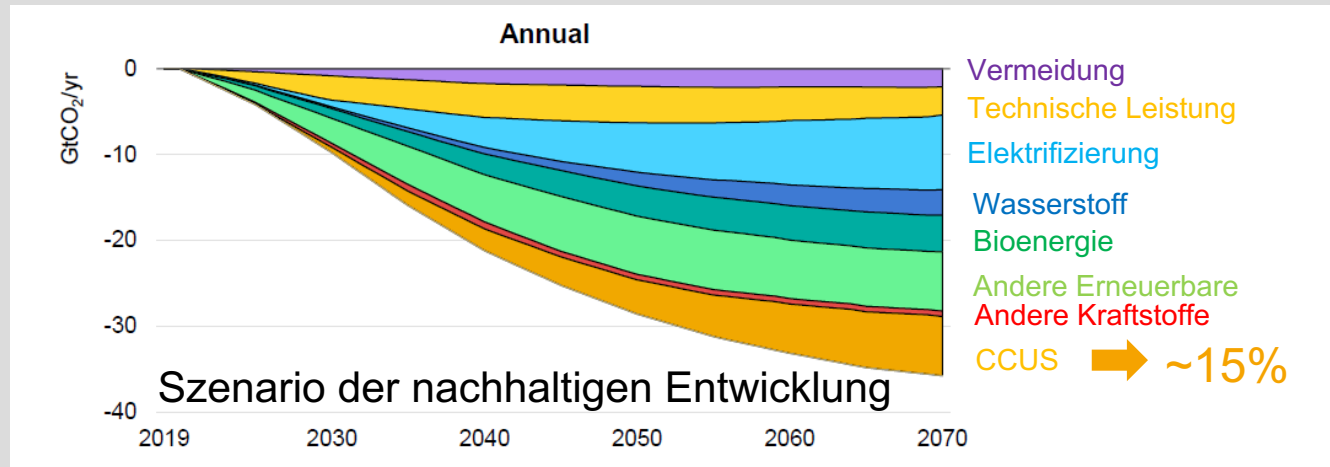
The background of the slide is a grayscale photograph of a complex industrial facility, likely a chemical plant or refinery. It shows a dense network of metal pipes, structural steel beams, and various industrial components. The image is semi-transparent, allowing the text to be clearly visible.

1 Motivation CCUS

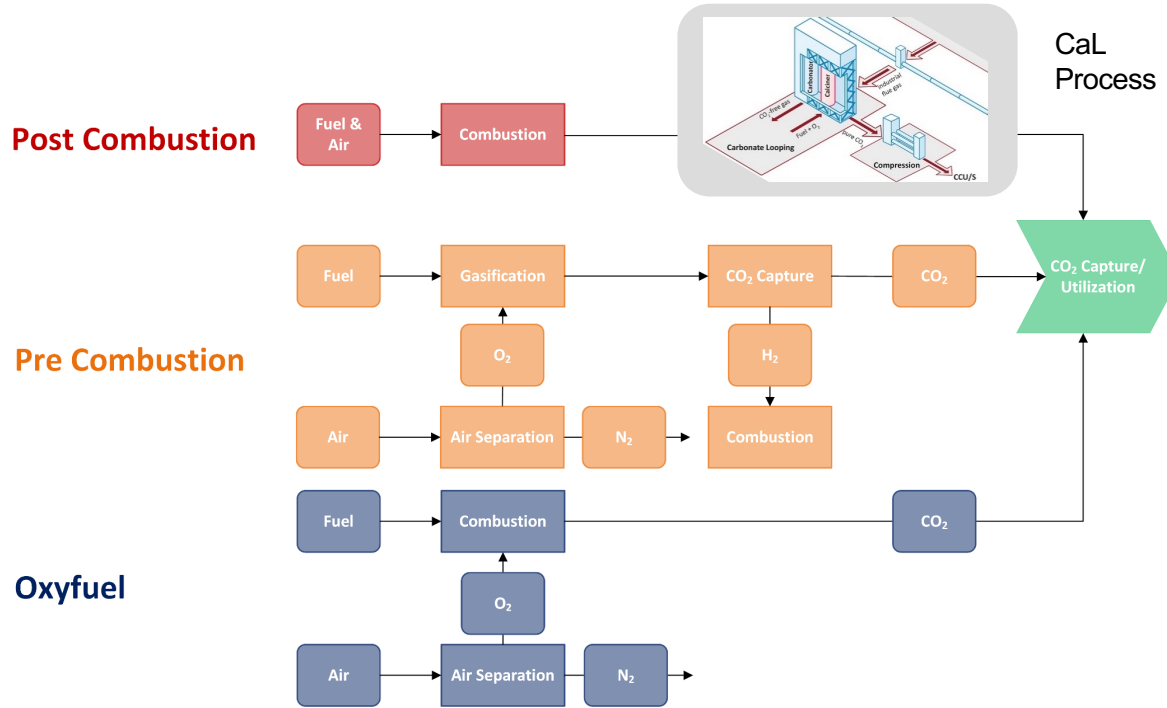
2 Carbonate Looping (CaL) Prozess

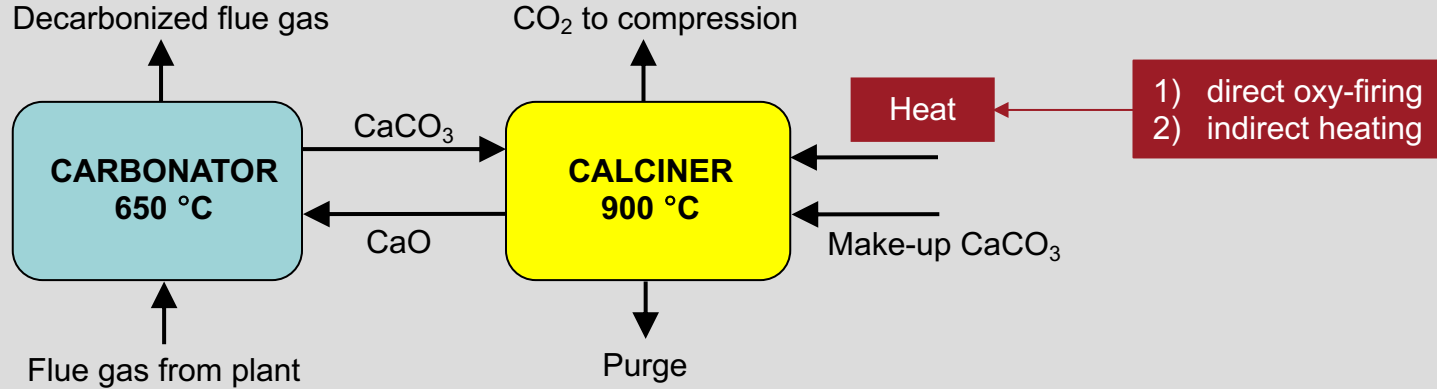
3 Fazit

- CO₂-Emissionen müssen auf netto null reduziert werden, um die globale Erwärmung auf "deutlich unter" 2 °C zu begrenzen
- CCS ist ein wichtiger Teil eines globalen Puzzels zur Erreichung dieses Ziels

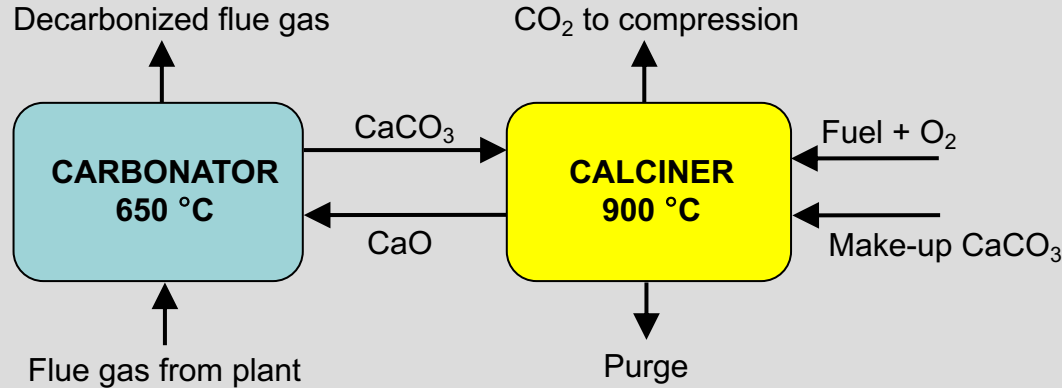


Quelle: IEA Energy
Technology
Perspectives 2020

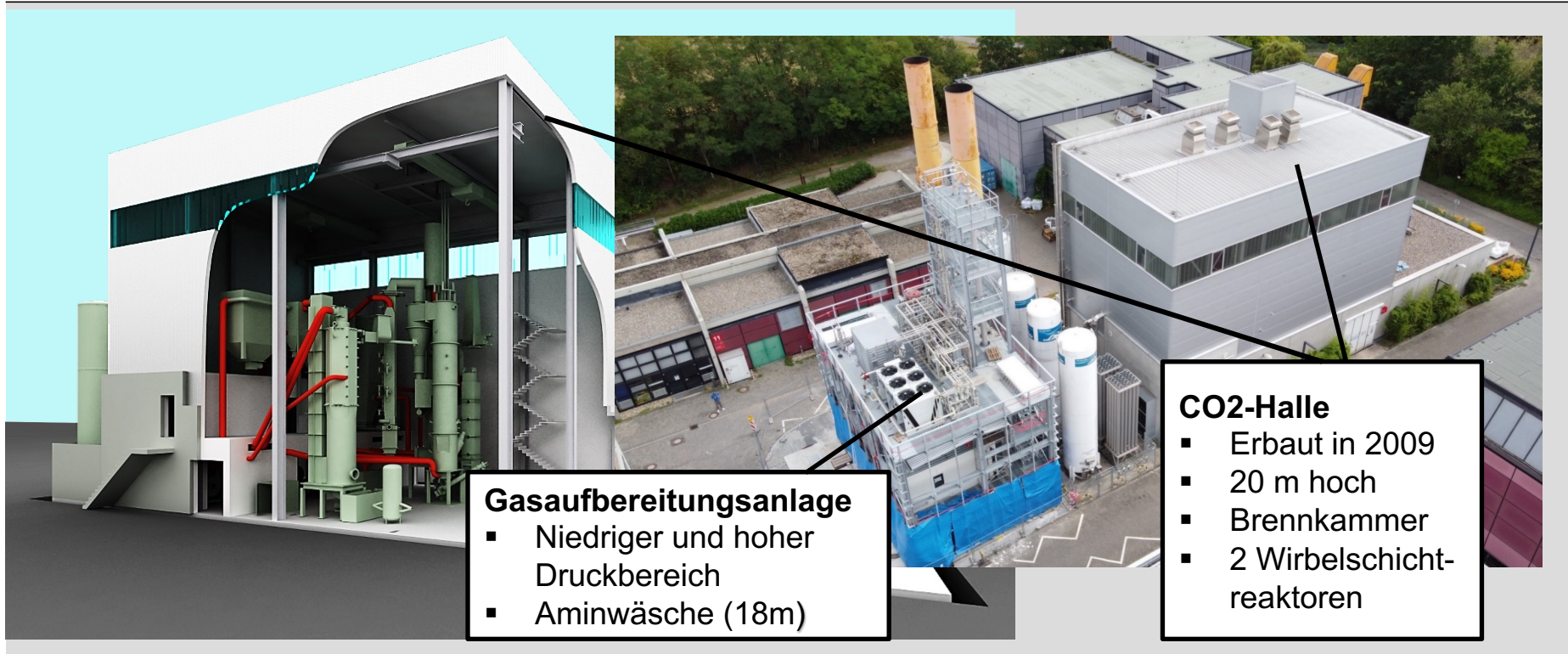


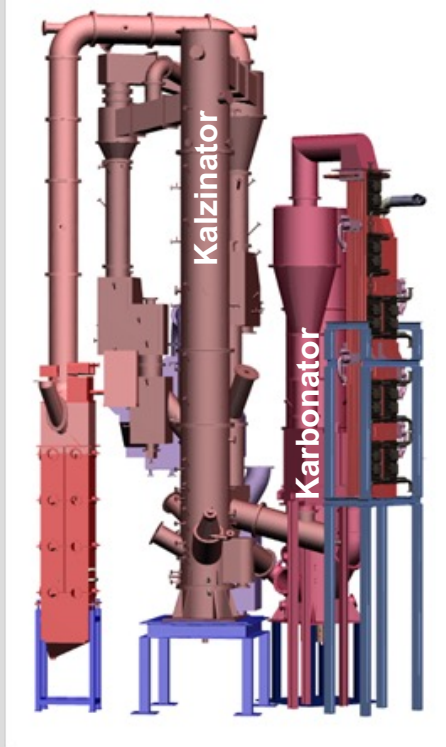


- Reversible Reaktion: $\text{CaO} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{CaCO}_3$
- Sorptionsmittel = Kalkstein: günstig, reichlich vorhanden, ungiftig, umweltfreundlich
- Nutzung von Wärme bei hoher Temperatur (→ hocheffizienter Dampfkreislauf)
- Direkte Rauchgasentschwefelung (>95 %) im Karbonator (Gipsbildung)
- Nachrüstung für **jede** Industrieanlage möglich

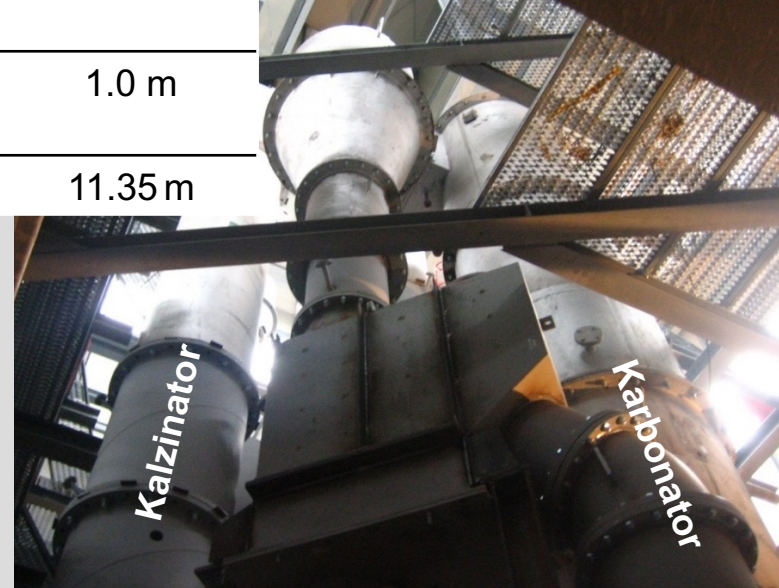


- Wärme für den Kalzinator durch Festbrennstoff und Sauerstoff (Energieverlust)
- Erhöhung der elektrischen Kapazität der Anlage um ~50-80 %
- >90 % CO₂-Abscheidung möglich
- Geringer Wirkungsgradverlust (~6 %-Punkte, einschließlich CO₂-Kompression)
- Technologie im Pilotmaßstab demonstriert (~1 MW_{th})



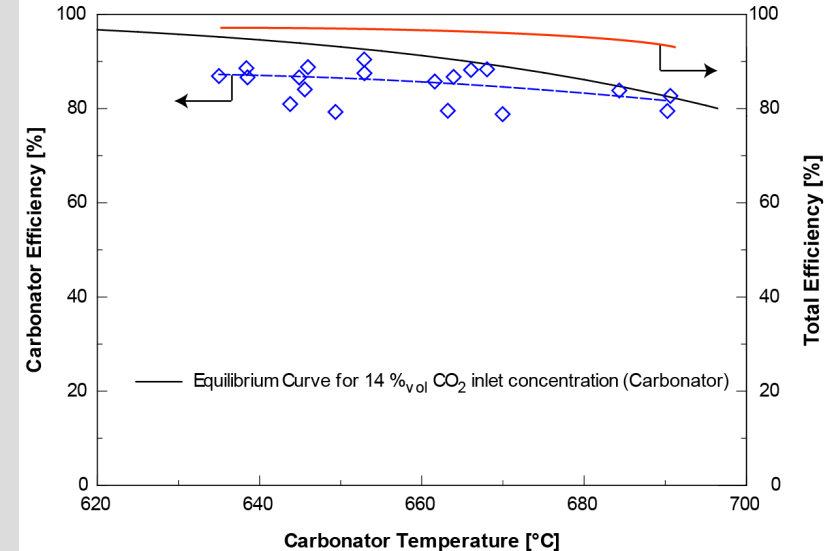


	Karbonator CFB600	Kalzinator CFB400
Innerer Durchmesser	0.6 m	0.4 m
Äußerer Durchmesser	1.3 m	1.0 m
Höhe	8.66 m	11.35 m



Operative Erfahrungen

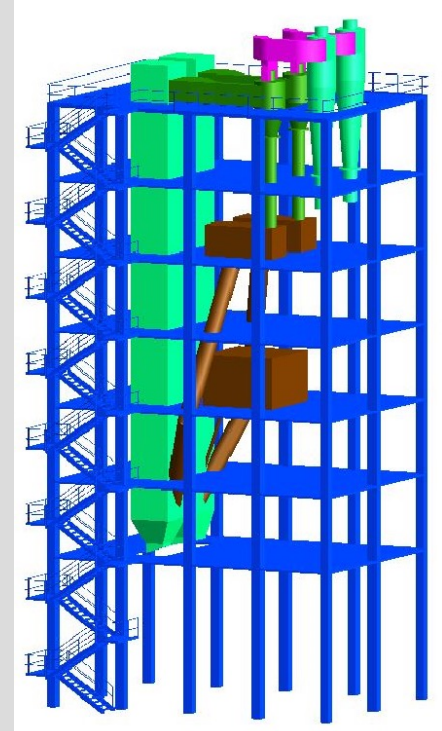
- >4500 h Betrieb
- 1500 h CO₂ Abscheidung
 - 200 h mit Propan
 - 700 h mit Steinkohle
 - 600 h mit Braunkohle
 - ~200 h with EBS (Abfälle)
- Bis zu 97 % CO₂-Abscheidungs-effizienz (im stationären Zustand)
- ~94 % CO₂-Absorption im Karbonator
- 100 % CO₂-Abscheidung im Kalzinator (Oxy-Feuerung)
- > 95 % SO₂-Entfernung im Karbonator



- Validierung im Pilotmaßstab
- Nahezu vollständige CO₂-Abscheidung

- CO₂-Abscheidung von einem Steinkohle Kraftwerk bei 20 MW_{th}
- CO₂-Anteil von 10 Vol.-% im Rauchgas
- Jeder ZWS-Reaktor mit zwei Zyklonen
- Vorwärmer für Feststoffe (Sorbent) zwischen den Reaktoren

	Karbonator	Kalzinator
Fläche	2.25 m ²	2.2 m ²
Höhe	20 m	20 m



	Material Toxizität	Reifegrad	Wirkungsgradverlust (inkl. Kompression) [% Punkte]	CO ₂ Vermeidungskosten [€/t CO ₂]
Aminwäsche	hoch	Sehr hoch	8.9 ^a	65.4 ^a
IGCC mit CCS	hoch	hoch	8.6 ^a	98.9 ^a
Oxy-Verbrennung	-	hoch	8.4 ^a	60.8 ^a
Standard CaL	ungiftig	mittel	6	26.8 ^b
Indirekt beheizter CaL	ungiftig	niedrig	4.3 ^c	22.6 ^c
Chemical Looping	niedrig/mittel	niedrig	3 ^d	20 ^d

^a CO₂ Capture at Coal Based Power and Hydrogen Plants, IEAGHG report, 2014

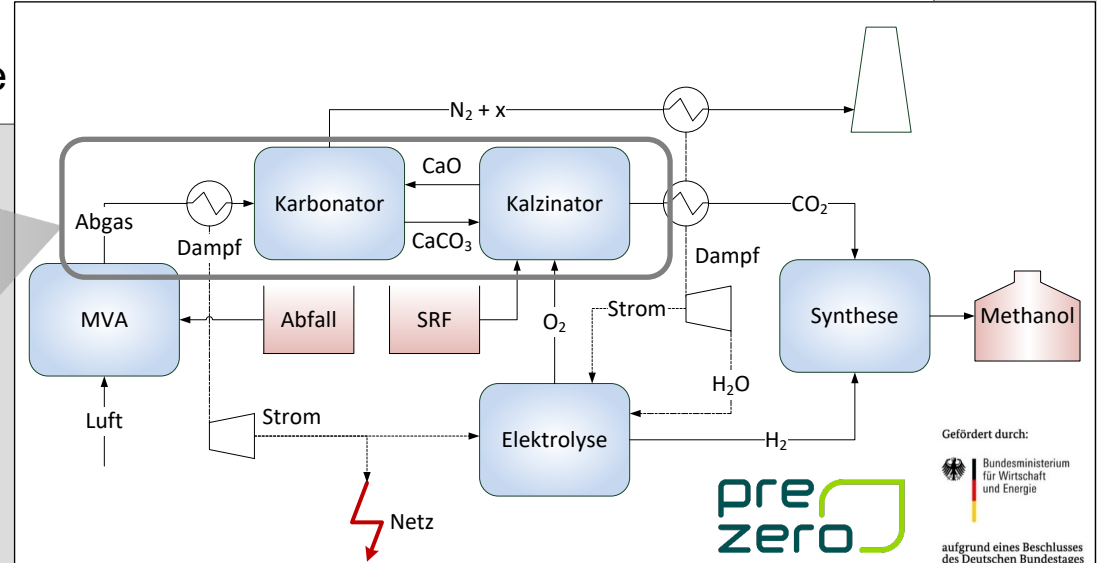
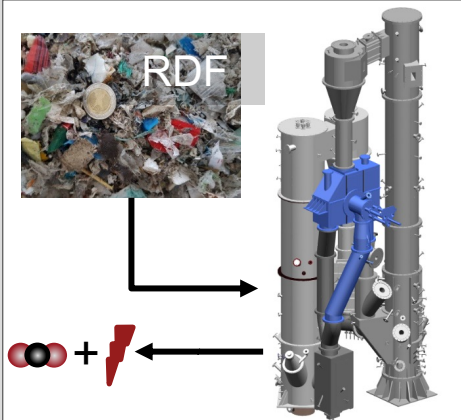
^b CALMOD project, 2014

^c Junk et al., Technical and economical assessment of the indirectly heated carbonate looping process, Clearwater Coal Conf, 2015

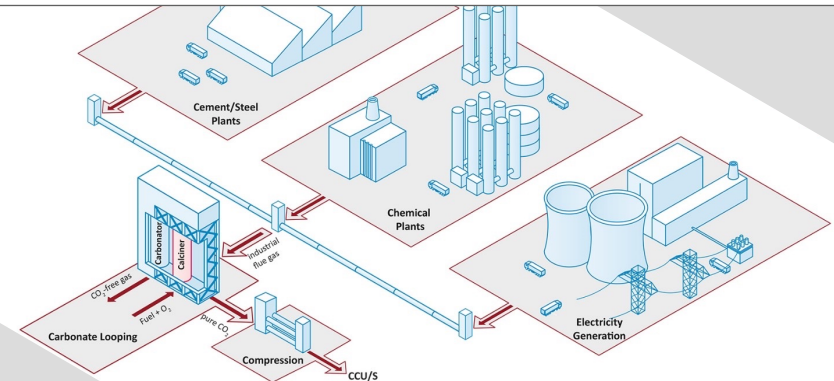
^d Lyngfelt and Leckner, A 1000 MW_{th} Chemical-Looping Combustor for solid fuels – discussion of design and costs, 3rd Int. Conf. Chemical Looping, 2014

Waste-to-Chemical

- Konzept: MeOH aus Strom & CO₂ einer thermischen Abfallbehandlungsanlage
- Versuche in 1 MW_{th} Pilotanlage
- Techno-ökonomische Bewertung
- Konzept of Demonstrationsanlage



- CCS ist ein entscheidender Baustein, um das Ziel von 2,0 °C (& 1,5 °C) zu unterschreiten
- Das CaL-Verfahren ermöglicht eine effiziente Entfernung von CO₂ (SO₂) aus Industrieabgasen, mit verschiedenen Brennstoffen (Steinkohle, Braunkohle, EBS, ...)
- Nachrüstung von (fast) allen Industrieanlagen ist mit dem CaL-Verfahren möglich
- Scale-up-Studien wurden durchgeführt
- Flexible Integration in das Energienetz inkl. CCU ist möglich



Danke für die Aufmerksamkeit!



Carina Hofmann

Energy Systems and Technology

Mail: carina.hofmann@est.tu-darmstadt.de

Phone: +49 6151 16 22694

Otto-Berndt-Straße 2, 64287 Darmstadt / Germany

www.est.tu-darmstadt.de

EST
Homepage



BACK UP



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT