



energy
saxony



#ENERGIETalk

Herzlich Willkommen!

- ✓ Mein Headset ist angeschlossen oder ich habe mich telefonisch eingewählt:

Tel.: +49 721 6059 6510 / Zugangscod: 203-114-797

- ✓ Mein Mikrofon ist stumm geschaltet.

Agenda

10 min



**energy
saxony
NEWS**

Update Lukas Rohleder

30 min



DLR

Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt

Institut für CO₂-arme Industrieprozesse

Vortrag: Prof. Dr. Uwe Riedel

„Herausforderungen der
industriellen Dekarbonisierung“

20 min



Diskussion

Förderhinweis

www.klimaschutz-industrie.de/foerderung

Förderprogramm „Dekarbonisierung in der Industrie“ des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU)

- ✓ Fördervolumen: insgesamt rund 2 Mrd. EUR aus dem Energie- und Klimafonds (EKF)
- ✓ Projektträger: Kompetenzzentrum Klimaschutz in energieintensiven Industrien (KEI)
- ✓ Gefördert werden Projekte in der energieintensiven Industrie, die prozessbedingte Treibhausgasemissionen möglichst weitgehend und dauerhaft reduzieren
 - **Forschung und Entwicklung ab Technologiereifegrad (TRL) 4**
 - **Erprobung in Versuchs- bzw. Pilotanlagen**
 - **Investitionen in Anlagen im industriellen Maßstab**
 - Treibhausgasarme/-neutrale Herstellungsverfahren
 - Innovative und hocheffiziente Verfahren zur Umstellung auf strombasierte Verfahren
 - Integrierte Produktionsverfahren sowie innovative Verfahrenskombinationen
 - Erforschung, Entwicklung und Erprobung von Alternativen zu Produkten, die in ihrer Herstellung prozessbedingte Emissionen verursachen
 - Treibhausgasarme oder -neutrale Herstellungsverfahren für diese alternativen Produkte und Investitionen in Anlagen
 - Brückentechnologien für substanzielle Schritte hin zur Treibhausgasneutralität
 - Monitoring und Evaluierung zur Erfolgskontrolle

Förderhinweis

www.klimaschutz-industrie.de/foerderung

✓ Nicht förderfähig:

- Projekte zur Grundlagenforschung,
- Maßnahmen mit Schwerpunkt Energie- und Ressourceneffizienz
- Konstruktionstechniken im Leichtbau
- Projekte zur CO₂-Speicherung (CCS) sowie zur CO₂-Abscheidung mit dem Ziel der CO₂-Speicherung

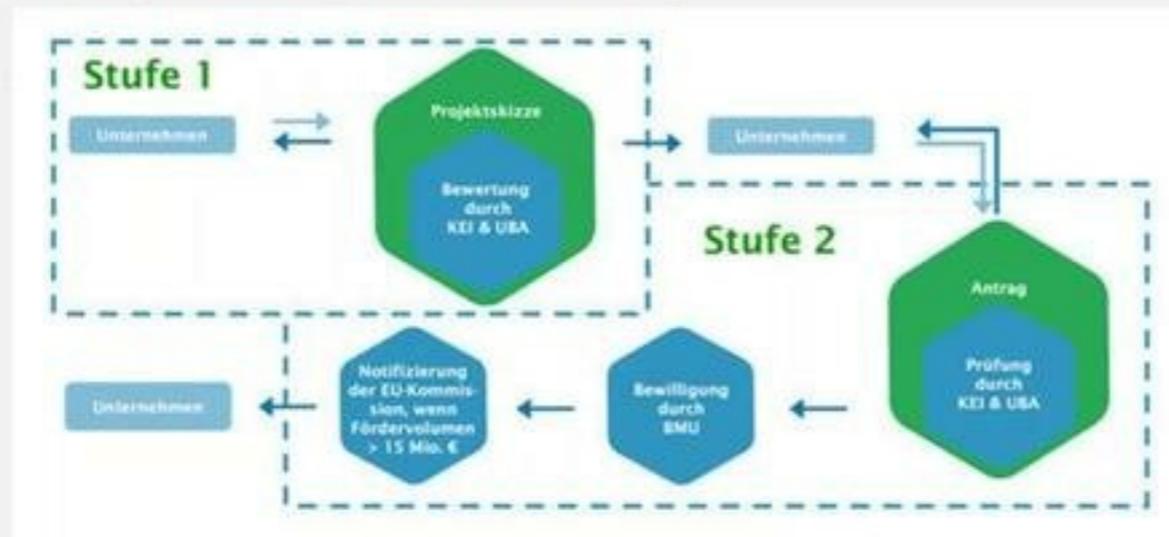
✓ Wer ist antragsberechtigt:

- **Unternehmen sowie Konsortien von Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft**, wenn sie folgende Voraussetzungen erfüllen:
 - Zugehörigkeit zu Branche, die vom Anwendungsbereich des EU-Emissionshandels erfasst wird und prozessbedingte Emissionen aufweist
 - Anlagenplaner oder -betreiber, die nach Vorschriften des Bundes-Immissionsschutzgesetzes genehmigt sind
 - Betriebsstätte oder Niederlassung in Deutschland / Umsetzung des Förderprojekts in Deutschland
- **Hochschulen, Universitäten und andere Forschungseinrichtungen** können unter Leitung eines antragsberechtigten Unternehmens **als Projektpartner** bei Umsetzung / Begleitforschung eingebunden werden

Förderhinweis

www.klimaschutz-industrie.de/foerderung

✓ Ablauf der Antragstellung:



✓ Fristen Antragstellung:

- Die Einreichung von Projektskizzen ist **jederzeit** möglich.
- Vorher wird eine Kontaktaufnahme mit dem KEI empfohlen.
- Start der Projektumsetzung erst nach Projektbewilligung!

Förderhinweis

www.klimaschutz-industrie.de/foerderung

✓ Support Energy Saxony:

- Angebot: Zentrale Koordinierungsstelle für sächsische Projektinitiativen
- Vermittlung von Projektpartnern
- Organisation von Experten, die bei der Antragstellung unterstützen
- Strukturelle Stärkung/ Ausbau des Themas Dekarbonisierung **KOMPETENZNETZWERK DEKARBONISIERUNG**, damit würde z.B. das Clean Industry Network Saxony professionalisiert



energy
saxony



Förderhinweis

www.mehrwert.sachsen.de

Mehrwert-Initiative »Nachhaltig aus der Krise« des Sächsischen Staatsministeriums für Energie, Klimaschutz, Umwelt und Landwirtschaft

Gesucht werden innovative Modellprojekte (Umsetzung bis Ende 2022) zu folgenden Schwerpunktthemen:

- I. Nachhaltige Land- und Forstwirtschaft, einschließlich Gartenbau, Fischerei und Aquakultur / regionale Wertschöpfung
- II. Klimafolgenbewältigung, Vorsorge und Umgang mit Extremwetterereignissen (Dürre, Hitze, Hochwasser)
- III. Zukunftsfähige Energieversorgung

Bewerbungsfrist: **31. März 2021**



Jetzt Mehrwerte für unsere Zukunft schaffen. Mit Projekten bewerben und 26,5 Mio. € Fördermittel nutzen.
Für eine nachhaltige Land-, Forst- und Fischereiwirtschaft, regionale Wertschöpfung, Klimafolgenbewältigung und wegweisende Energieversorgung.

STAATSMINISTERIUM
FÜR ENERGIE, KLIMASCHUTZ,
UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT



Nächster Beratungs-Workshop:
28. Januar 2021 (Online)
14:30 bis 16:00 Uhr

Anmeldeschluss bis 25.01.2021



#ENERGIETalk

„Herausforderungen der industriellen Dekarbonisierung“

Vortrag von Prof. Dr. Uwe Riedel

Institutsleiter (komm.) des DLR-Instituts für CO₂-arme Industrieprozesse,
Cottbus & Zittau



Herausforderungen der industriellen Dekarbonisierung

Prof. Dr. Uwe Riedel

DLR-Institut für CO₂-arme Industrieprozesse

Energy Saxony #Energietalk

20.1.2021



Wissen für Morgen



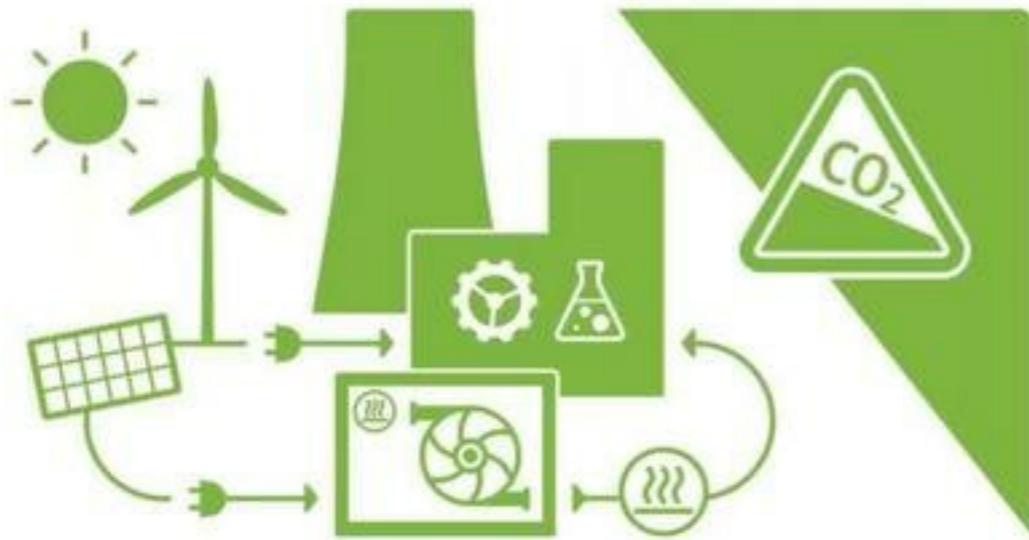


Übersicht

- Intro
 - Das **DLR-Institut für CO₂-arme Industrieprozesse** in der Lausitz (Cottbus & Zittau) des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt
- Hintergrund
 - Die Energiewende & Industrie
 - Emissionen nach Sektoren und regionale CO₂-Emittenten in Brandenburg und Sachsen
- Dekarbonisierung der Industrie
- Implementierung CO₂-armer Technologien – neue Hürden und Brückentechnologien
- Zusammenfassung



DLR-Institut für CO₂-arme Industrieprozesse



Prof. Dr. Uwe Riedel



Forschungseinrichtung



Projektträger



Raumfahrtagentur



ca. 9000 Mitarbeitende

54 Institute und Einrichtungen

30 Standorte in Deutschland + 6 weltweit

400 Partner in 60 Ländern weltweit

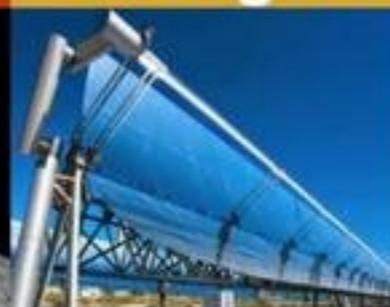
Luftfahrt



Raumfahrt



Energie



Verkehr



Sicherheit Digitalisierung



Die Energiewende



Energiesystem – gestern und morgen

- Vergangenheit

- Energieversorgung durch Großkraftwerke
- Fossile Brennstoffe
- Verbunden mit
 - Klimawirksamen CO₂-Emissionen
 - Schadstoffemissionen
- Regelbare Bereitstellung der Energie

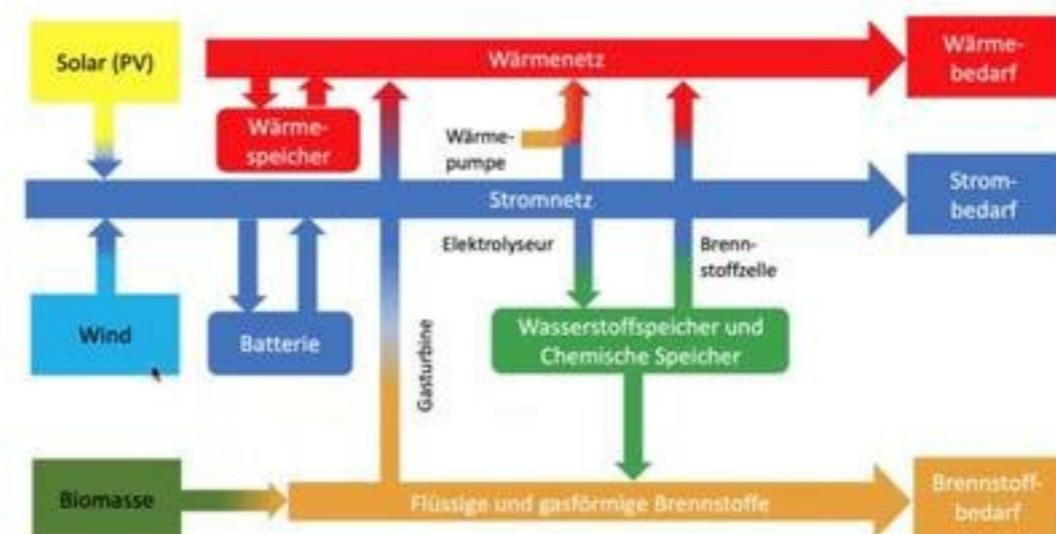
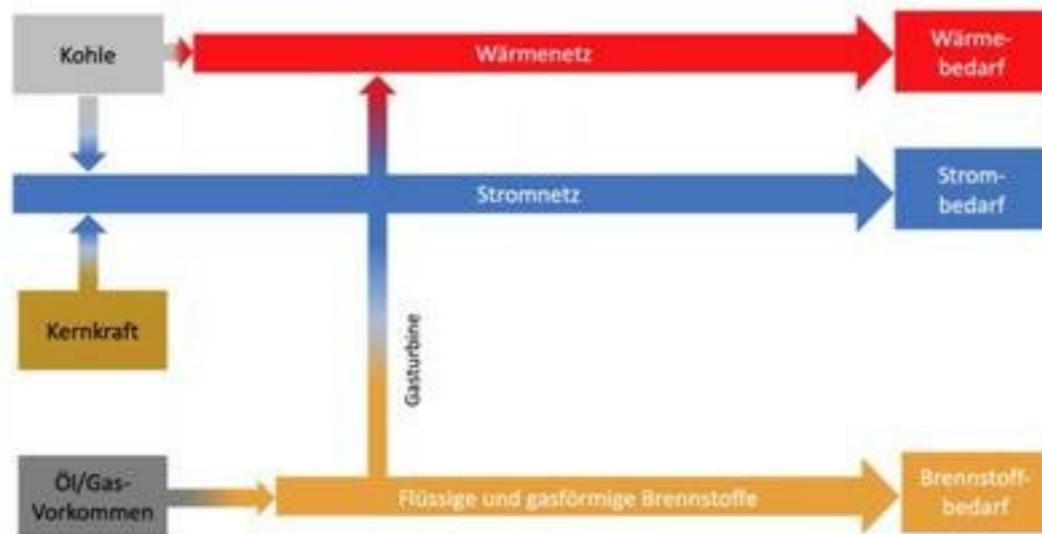


- Zukunft

- Energieversorgung mit nachhaltigen Technologien
- Fluktuierende Bereitstellung der Energie



Umbau des Energiesystems – Rahmenbedingung für die Industrie



Umbau des Energiesystems – Rahmenbedingung für die Industrie

- Zentrale neue Komponenten für regelbare Energie:
 - Speicher - elektrisch, chemisch, thermisch, mechanisch
 - Ermöglichen zeitliche und räumliche Entkopplung von Erzeugung und Verbrauch
 - Erschließung günstiger Produktionsregione (z.B. flüssige Brennstoffe)
- Umbau setzt gleichzeitig die Transformation der Lausitz zur Energie-Technologie Region voraus (z.B. die Dekarbonisierung der Industrie)

These 1: Strukturwandel Lausitz – von Strom-Erzeugungsregion zur Energie-Technologie Region



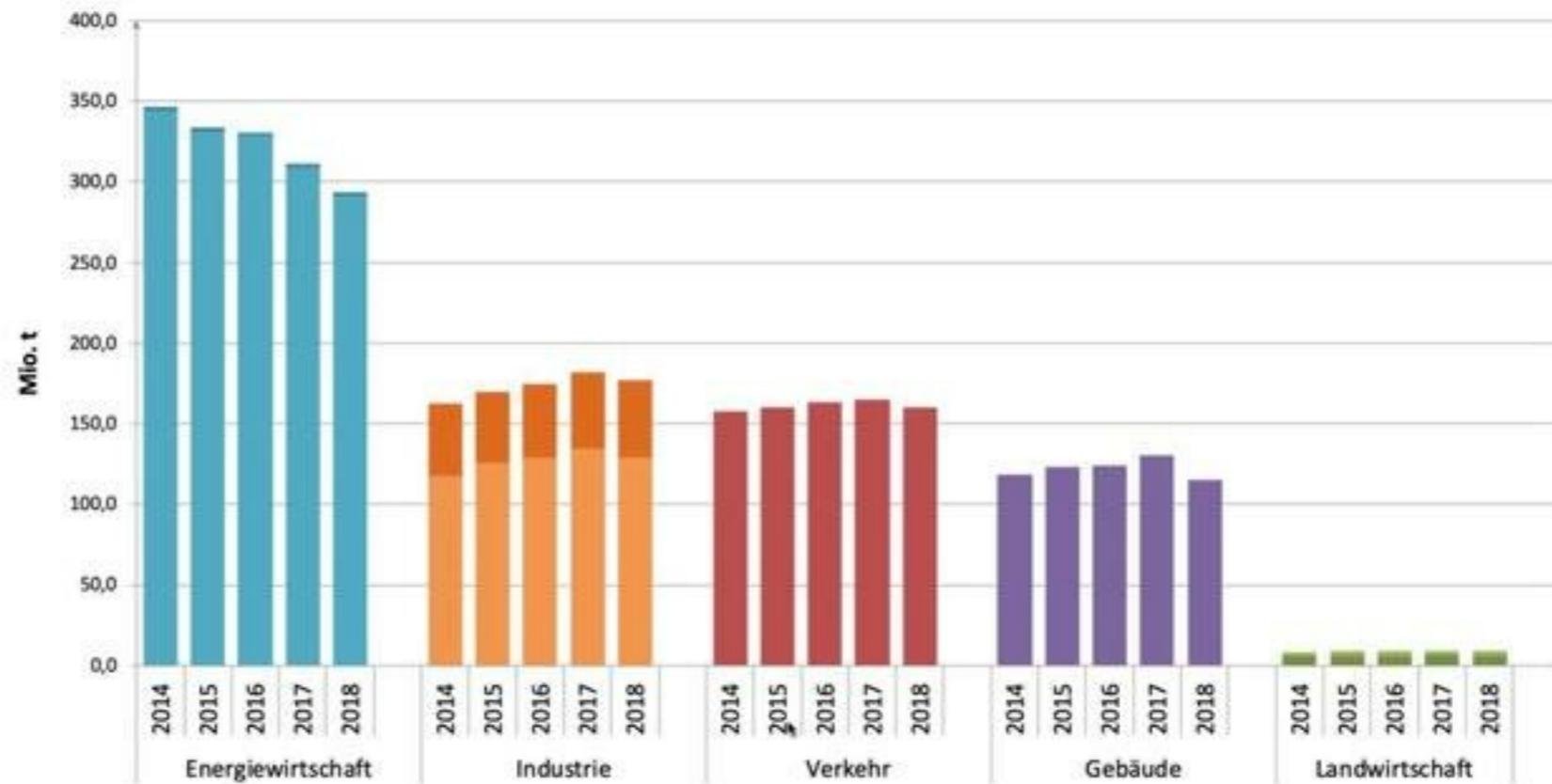
Emissionen nach Sektoren

Regionale CO₂-Emissionen – Brandenburg & Sachsen



CO₂-Emissionen 2014 – 2018 nach Sektoren

- **Industrie** nach **Energiewirtschaft** der zweitgrößte CO₂-Emittent
- Industrie: Kein Trend zur Abnahme zu erkennen

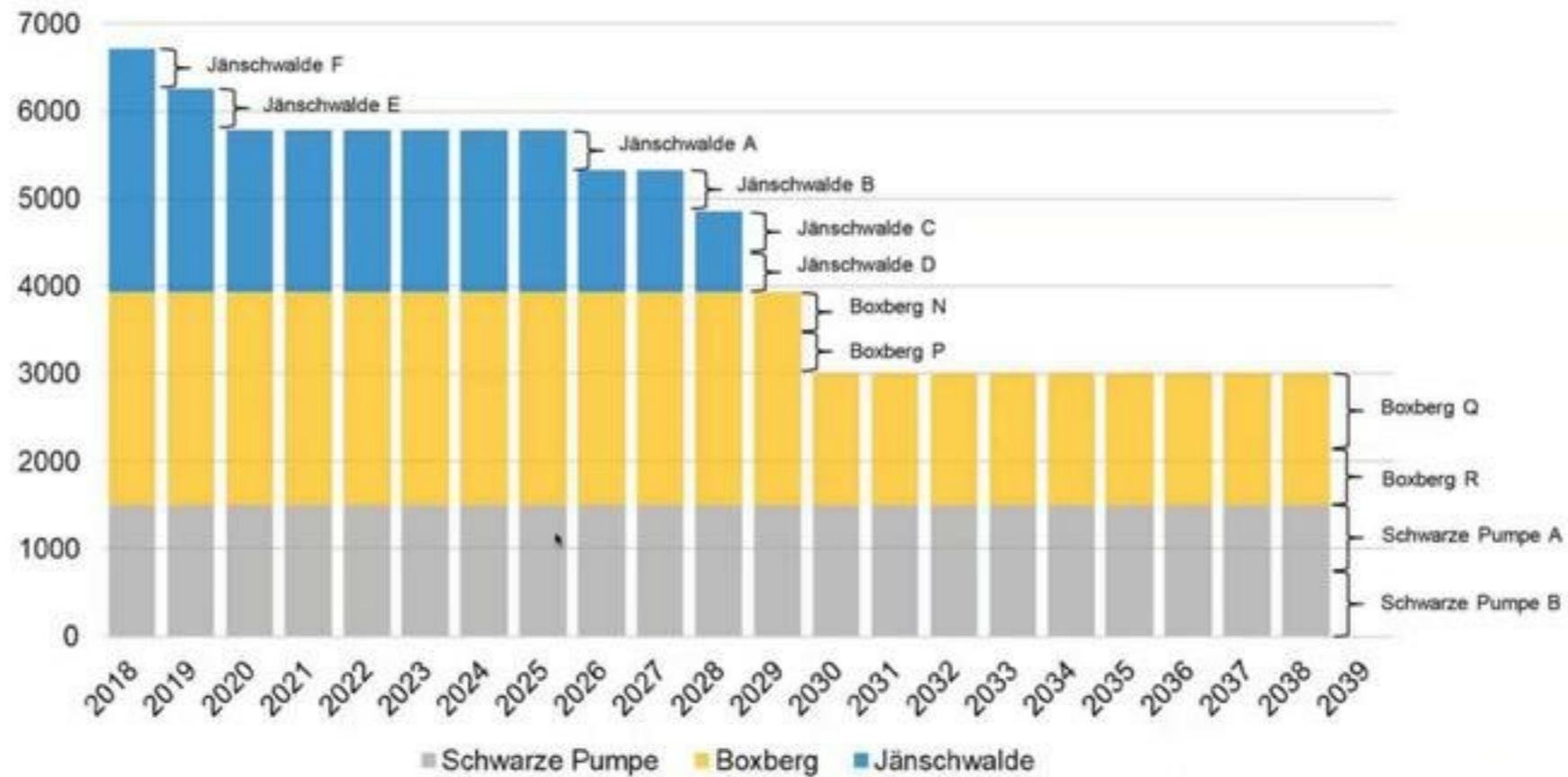


CO₂-Emissionen 2014-2018, Nationale Inventarberichte, eigene Auswertung



Kohleausstieg – Regionale Aspekte

Installierte Leistung Lausitzer Braunkohlenkraftwerke in MW



Quelle: F. Müßgens, BTU Cottbus, basierend auf Anlage 2 Kohleausstiegsgesetz und §13g Absatz 1 EnWG



CO₂-Emittenten in Brandenburg und Sachsen > 30.000 t

Ohne Braunkohlekraftwerke

Papier

Eisen und Stahl

Glas

Zement und Kalk



Nach DEHSt, Emissionshandelspflichtige Anlagen in Deutschland 2019 (Stand 04.05.2020)



Herausforderungen der industriellen Dekarbonisierung



Herausforderungen der industriellen Dekarbonisierung

1/3 Prozessbedingte
Emissionen

Verflechtung der
Wertschöpfungsketten

Emissionen aus
Wärmebedarf

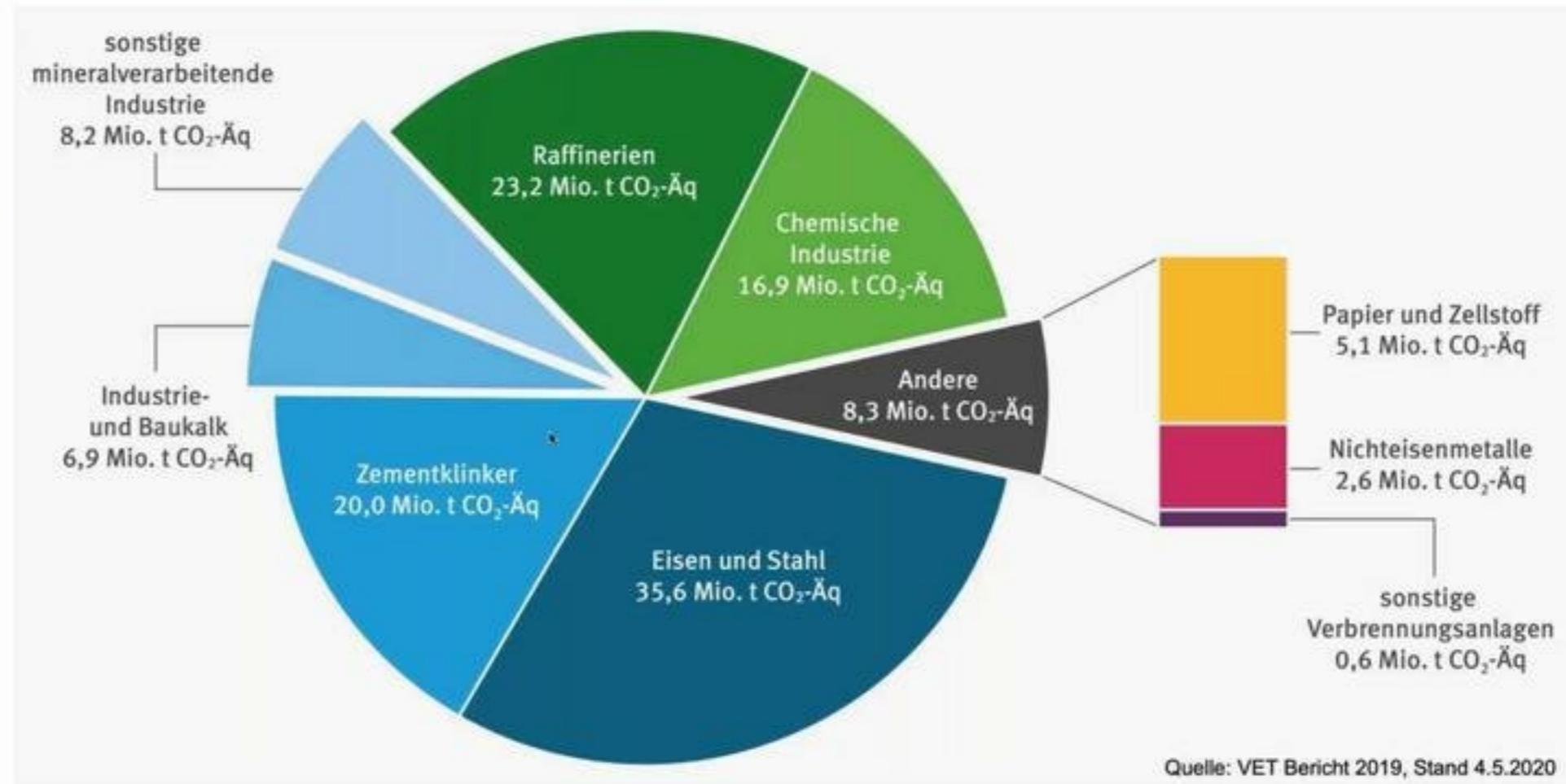
Lange
Anlagenlebensdauer
50 – 70 Jahre

Wettbewerb
Globaler Markt



Anteil der einzelnen Branchen an den Emissionen des Industriesektors

- Raffinerien 19 %
 - Chemische Industrie 14 %
 - Eisen & Stahl 30 %
 - Zement & Kalk 23 %
- **Summe der 4 Branchen:**
• **Ca. 75 %**



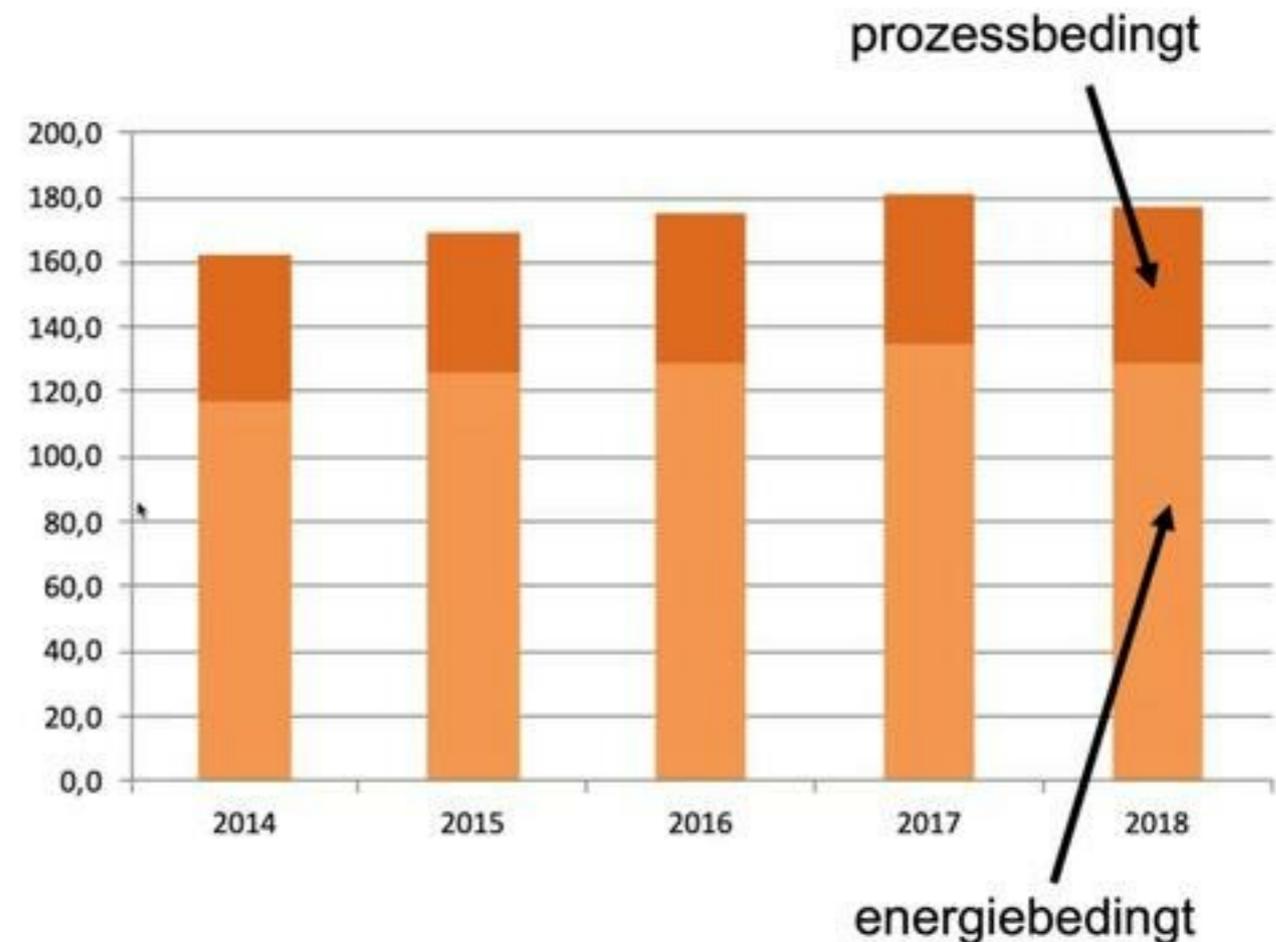
CO₂-Emissionen der Industrie

• Prozessbedingte CO₂-Emissionen

- Aus nichtenergetischer Verwendung von kohlenstoffhaltigen Energieträgern und sonstigen Rohstoffen oder aus prozessbedingter Freisetzung

• Energiebedingte CO₂-Emissionen

- Aus Erzeugung des verwendeten Stroms
- Verwendung von Brennstoffen zur Bereitstellung von Energie
 - z. B. Prozesswärme, Dampf, mechanische Arbeit



Verflechtung der Wertschöpfungsketten

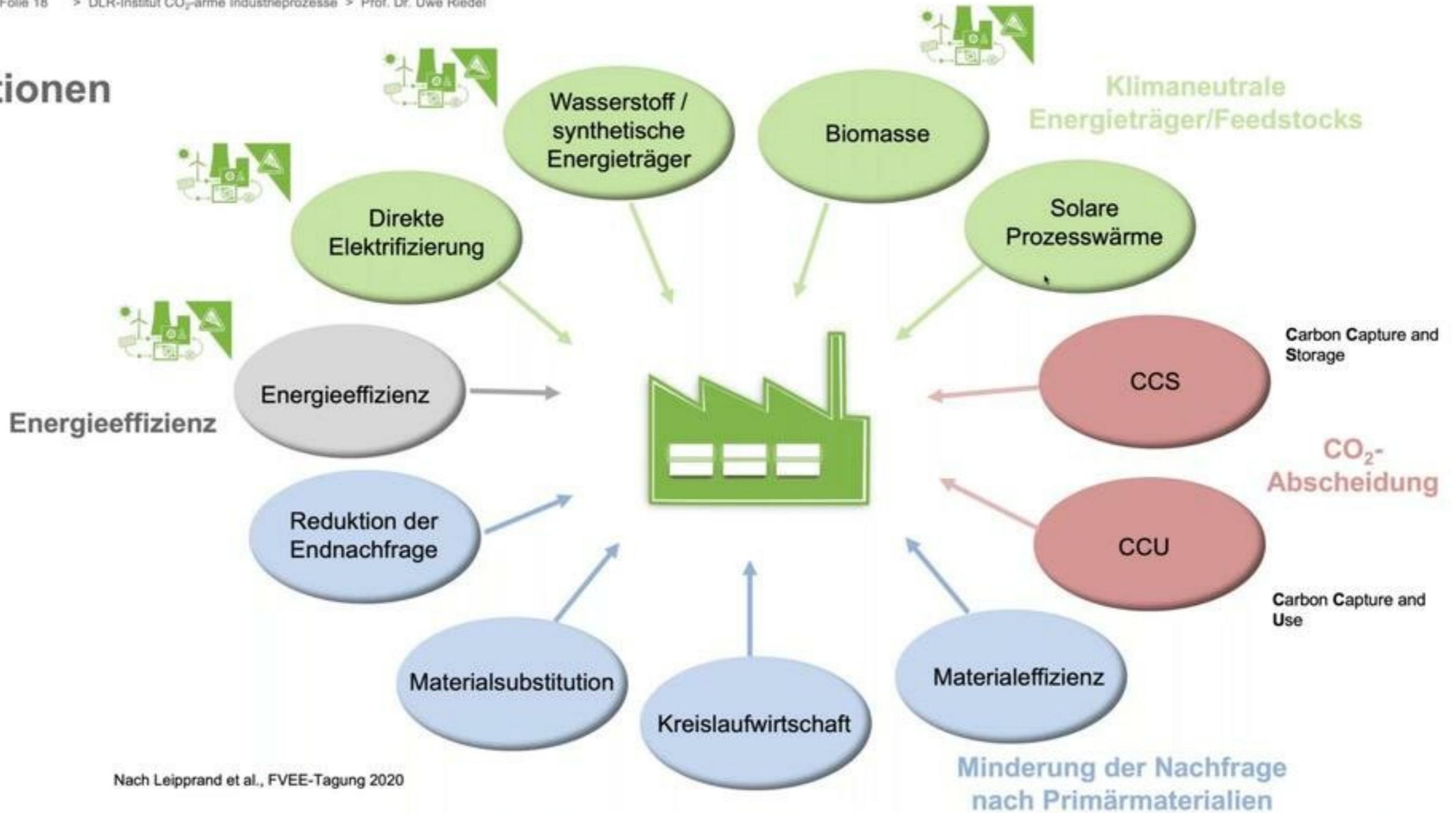
- Innerhalb der *Energieintensiven* und allen anderen Sektoren
- Wichtige Wertschöpfungsketten miteinander verbinden
 - Einige energieintensive Sektoren liefern Rohstoffe an andere energieintensive Sektoren
 - Beispiel: Treibstoffe aus Raffinerien für den Verkehr
 - Nebenprodukte einiger EII werden von anderen EII wiederverwendet.
 - Beispiel: Hüttensande aus dem Stahlwerk zur Zementproduktion

These 3: Auf einzelne Sektoren beschränkte Roadmaps nicht ausreichend für ein dekarbonisiertes Energiesystem. Verknüpfung und Update der einzelnen Sektor-Roadmaps erforderlich!



Industrial Value Chain - A Bridge Towards a Carbon Neutral Europe, Inst. for European Studies, 2018

Optionen



Nach Leipprand et al., FVEE-Tagung 2020



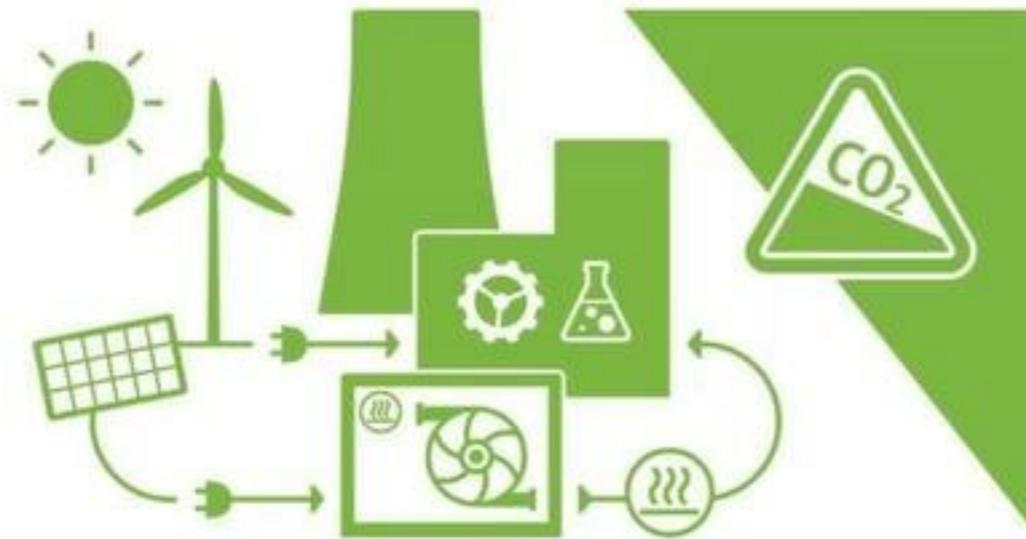
Technologien für die Energieintensive Grundstoffindustrie

- Sektorspezifische Betrachtung erforderlich

Stahl	Mögl. Verfügbarkeit
Direktreduktion mit Wasserstoff und Einschmelzen im Elektrolichtbogenofen	2025-2030 (evtl. Einstieg mit Erdgas)
Chemie	Mögl. Verfügbarkeit
Wärme- und Dampferzeugung aus Power-to-Heat (Wärmepumpen und Heizkessel)	Ab 2020
Grüner Wasserstoff aus Elektrolyse	2025-2035
Methanolsynthese aus Wasserstoff und CO/CO ₂	2025-2030
Methanol-to-Olefin/-Aromaten-Route	2025-2030
Chemisches Recycling	2020-2030
Ammoniaksynthese aus Wasserstoff	Ab 2020
Zement	Mögl. Verfügbarkeit
CO ₂ -Abscheidung mit Oxyfuel-Verfahren (CCS)	2025-2030
CO ₂ -Abscheidung und Elektrifizierung der Hochtemperaturwärme am Kalzinator	2030-2035
Alternative Bindemittel	2020-2030 (je nach Produkt)



DLR-Institut für CO₂-arme Industrieprozesse





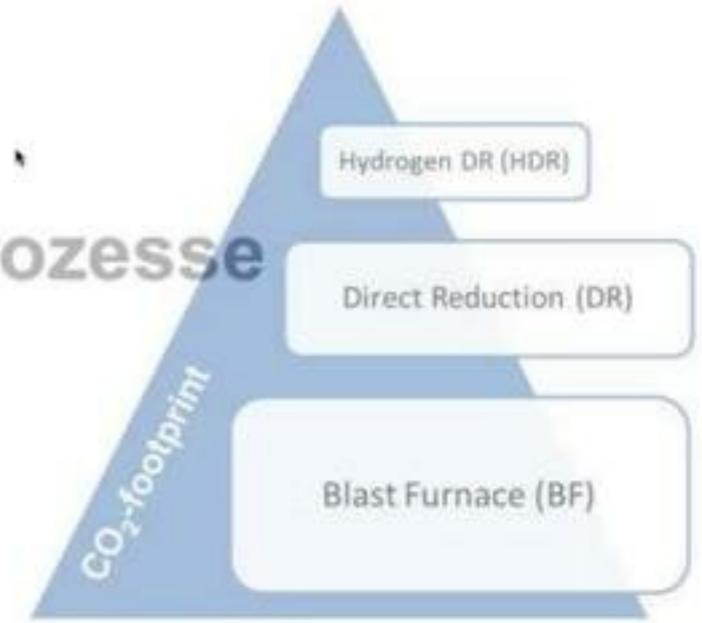
Abteilungen des Instituts



Hochtemperatur-Wärmepumpen
HTP

CO₂-neutrale
Hochtemperatur-Prozesswärme

Hochtemperatur-Prozesswärme
Effizienzsteigerung
Neue Prozesse zur Minderung CO_{2,prozessbedingt}



Kohlenstoffarme Reduktionsmittel
LCR

CO₂-Reduktion durch den Einsatz
alternativer Reduktionsmittel
wie Wasserstoff





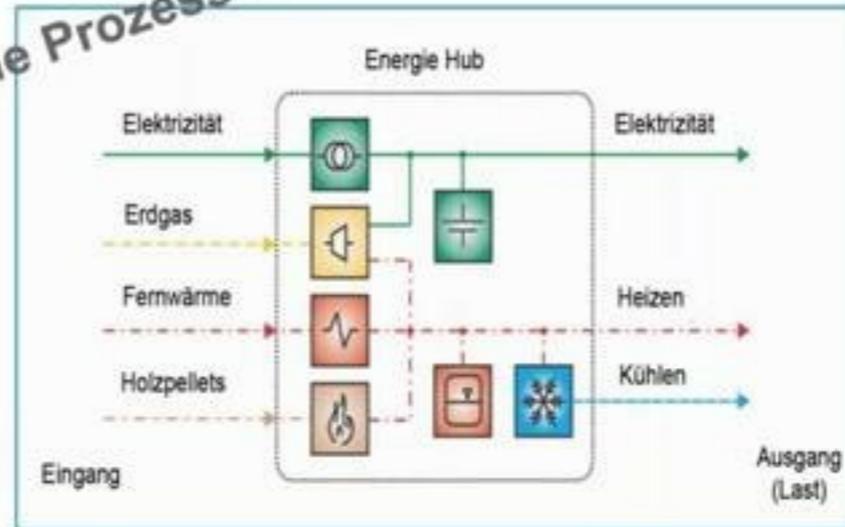
Abteilungen des Instituts



**Hochtemperatur-Wärmepumpen
HTP**

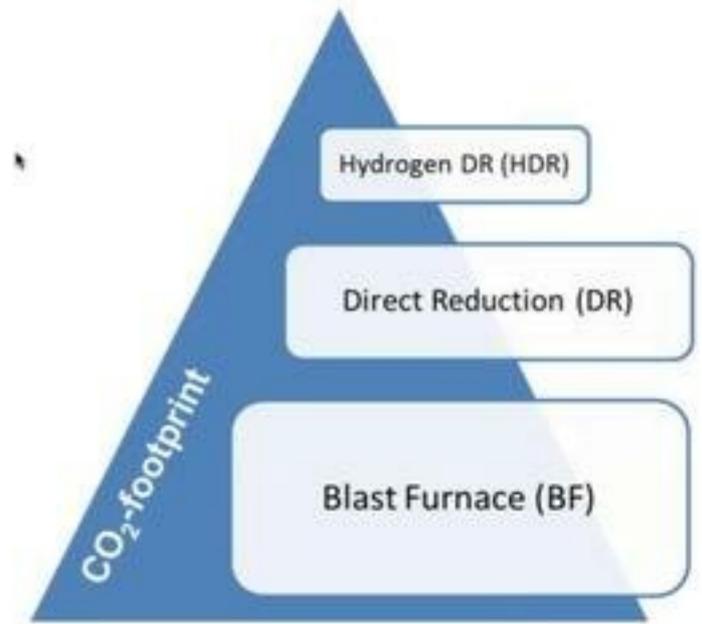
CO₂-neutrale
Hochtemperatur-Prozesswärme

Hochtemperatur-Prozesswärme
Effizienzsteigerung
Neue Prozesse zur Minderung CO_{2,prozessbedingt}



**Simulation und Virtuelles Design
SVD**

Effizienzsteigerung durch
Virtuelles Design / Digitalen Zwilling



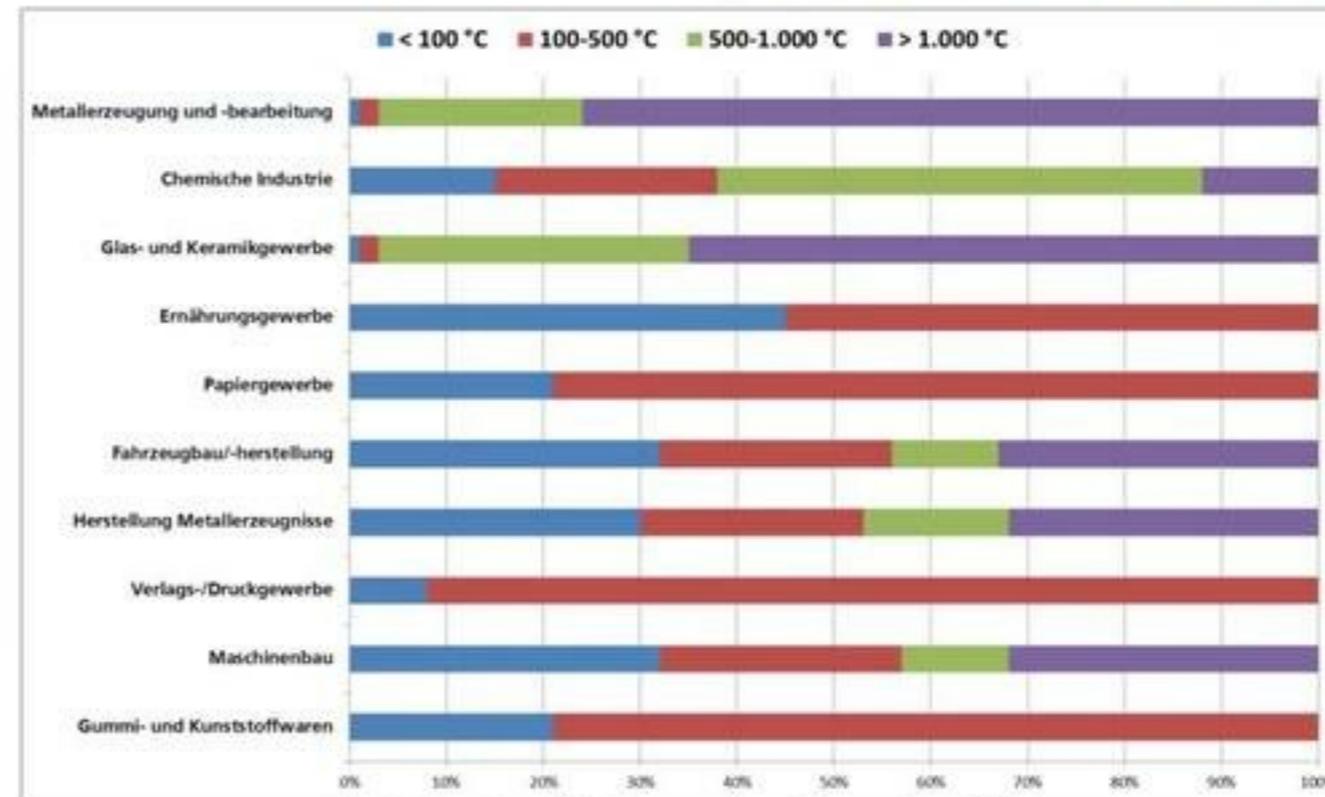
**Kohlenstoffarme Reduktionsmittel
LCR**

CO₂-Reduktion durch den Einsatz
alternativer Reduktionsmittel
wie Wasserstoff



Hochtemperaturwärmepumpen

- **Ziel:** Bereitstellung von CO₂-neutraler Hochtemperatur-Prozesswärme
- **Stand der Technik:** Der hohe Bedarf der Industrie an Hochtemperatur-Prozesswärme wird aktuell weitgehend mit fossilen Energien gedeckt
- **Forschungs- und Entwicklungsbedarf:** Deutliche Erhöhung des Temperaturniveaus und des Leistungsbereichs von Wärmepumpen

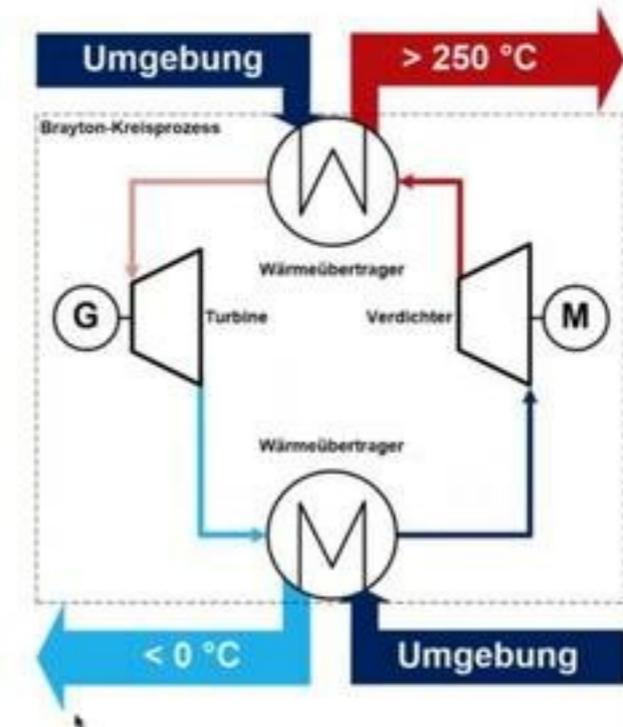


Nach Agentur für Erneuerbare Energien, 2017



Prozesswärme & -kälte

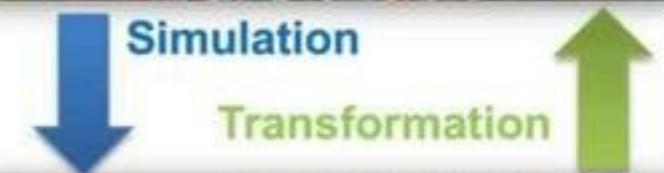
- Satus quo:
ca. 70 % der industriellen CO₂-Emissionen sind energiebedingt
- Dekarbonisierungsansatz:
 - Elektrifizierung der Prozesswärmeerzeugung
 - Einsatz von Biomasse und Synfuels
- Hochtemperaturwärmepumpe
 - Ziel: CO₂-neutrale Prozesswärme von **250 bis 550 °C**
 - Planung und Bau erster Prototyp DLR-DI
 - Nutzung von Prozessabwärme
 - Bereitstellung von Wärme und Kälte möglich
 - Hohe Energieeffizienz





Digitaler Zwilling – Simulation, Optimierung und Virtuelles Design

- **Simulation realer** Industrieanlagen durch Vernetzung von Einzel- und Mehrkomponentensystemen zu virtuellen Abbildern
 - Neue Komponenten: HT-Wärmepumpe, Brennstoffzellen (MW)...
 - Validierung der Simulationen anhand realer Daten
- **Risikominimierung** durch die Integration und Untersuchung von Schlüsseltechnologien im Rahmen der Prozesssimulation
 - Reduktion prozess- und energiebedingter CO₂-Emissionen
 - Benchmarking, H₂, Synfuel & chemische Speicher, CCU...
 - Evaluierung der Wirtschaftlichkeit
- **Entwicklung standortspezifischer Strategien** zur Transformation der Industrieanlagen
 - Technische Analysen der Prozessoptionen
 - Enge Zusammenarbeit mit der Industrie

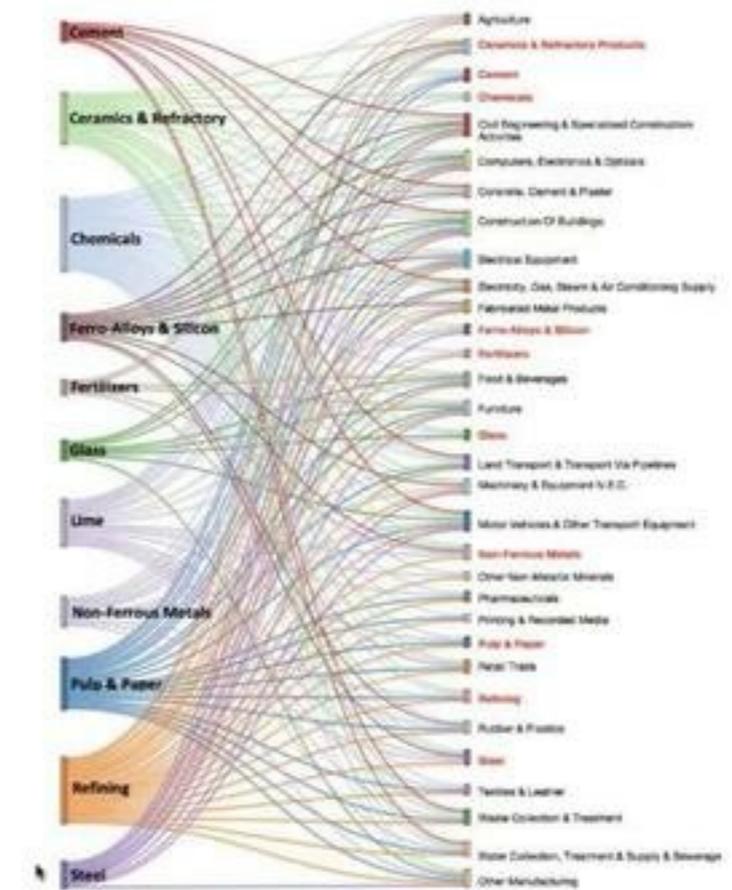


CO₂-arme Technologien – Neue Hürden und Brückentechnologien



Implementierung CO₂-armer Technologien – Neue Hürden

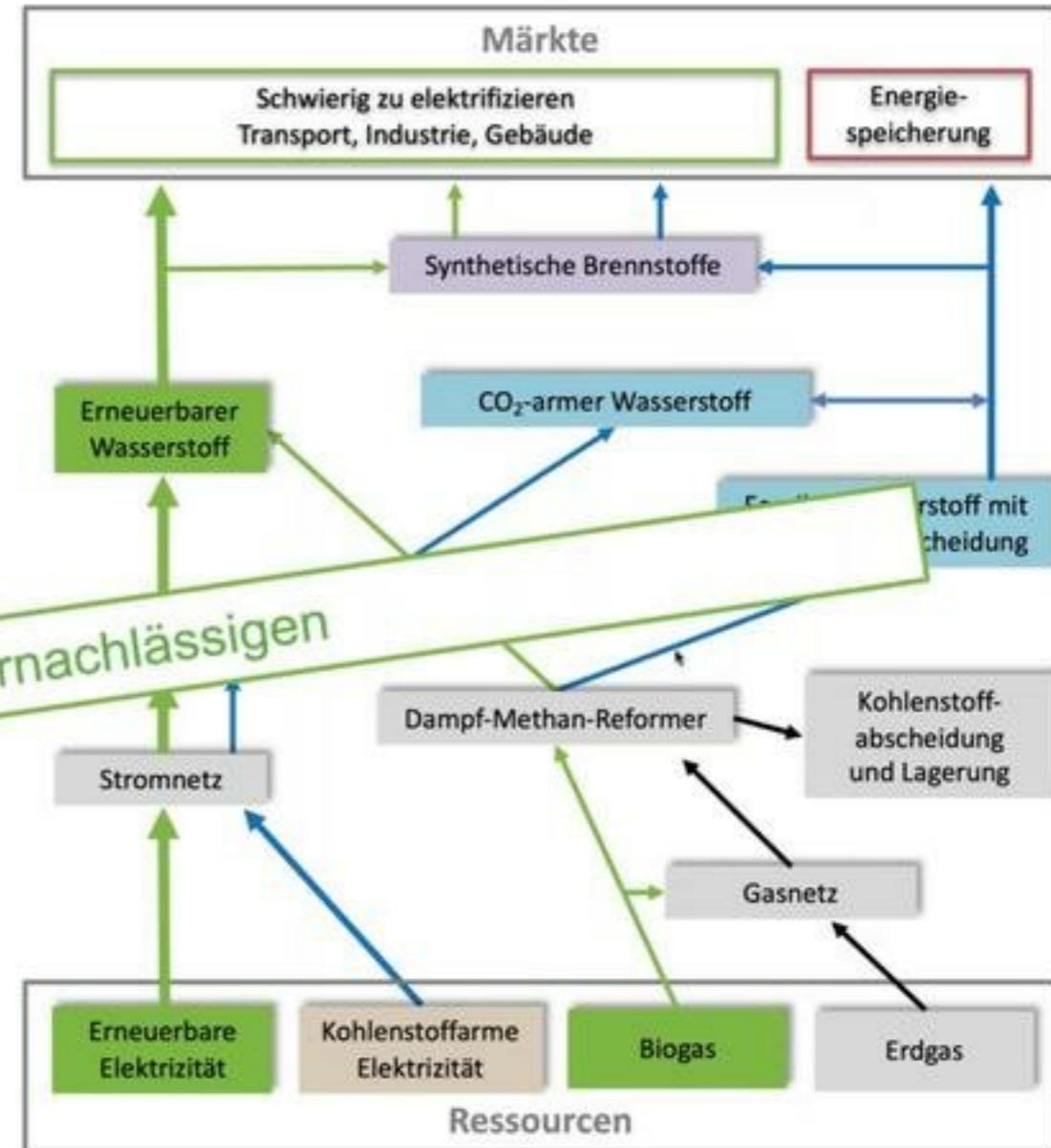
Verlust der Kohlenstoffquelle	Ausgewählte betroffene Prozesse
<p>Mit dem Ersatz von Erdgas (oder Erdöl) durch H₂ fehlt vielen Industrieprozessen die Kohlenstoffquelle.</p>	<p>Harnstoffsynthese für z.B. Düngemittelproduktion</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2/3 des CO₂ aus der vorgeschalteten Ammoniaksynthese wird zu Harnstoff umgesetzt <p>Erdölraffinerien</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kann der immens hohe Kohlenstoffbedarf durch Biomasse und CCU gedeckt werden?
Verlust von Zwischenprodukten	Ausgewählte betroffene Prozesse
<p>Mit der Umstellung auf Schlüsseltechnologien verschwinden auch Zwischenprodukte, die Ausgangsstoffe für andere Prozesse sind.</p>	<p>Zementwerke</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wird in den Stahlwerken auf Direktreduktion mit H₂/Erdgas umgestellt, fehlen die Hüttensande für die Zementwerke <p>Landwirtschaft/Papierindustrie</p> <ul style="list-style-type: none"> • Der zunehmende Einsatz von Biomasse konkurriert u.A. mit der Papier- (Cellulose aus z.B. Holz & Pflanzenresten) und Futtermittelherstellung (Stroh etc.)
Fehlende Sekundärrohstoffe (Recycling)	Ausgewählte betroffene Prozesse
<p>Ohne effektivere Sammel- und Sortiersysteme können neue Abfallströme nicht genutzt werden. Der Transport der dezentral anfallenden Abfälle ist oft unwirtschaftlich.</p>	<p>Stahlerzeugung (Hochofenroute)</p> <ul style="list-style-type: none"> • CO₂-Reduktion durch Erhöhung des Schrottanteils <p>Metallproduktion</p> <ul style="list-style-type: none"> • CO₂-Reduktion durch Nutzung von Elektronikschrott, Magnetrecycling aus E-Motoren (Seltene Erden) etc. <p>Kunststoffindustrie</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mehr recycelbare Kunststoffe & sortenreine Sammlung



Brückentechnologien? „bunter“ Wasserstoff, CCS, ...

- Ziel: Grüner Wasserstoff
- Aktuelle Situation:
 - Verfügbarkeit gering
 - Hohe Kosten
 - Faktor 3-4 im Vgl. zu H₂ aus Erdgas
- Carbon Capture and Storage
 - Gesellschaftliche Akzeptanz
 - Optionen für

These 5: Brückentechnologien nicht vernachlässigen





Zusammenfassung

- Die Transformation der Industrie hin zur Klimaneutralität ist eine große Herausforderung – aber sie ist möglich
- Erneuerbarer Strom ist „Enabling-Technology“ für den Übergang zu einer klimaneutralen Industrie
 - Sektorenkopplung über Power-to-X
- Rolle von CO₂
 - Heute: unerwünschte Emission!
 - Minderungspotential identifizieren und heben
 - Kreislaufwirtschaft
 - Morgen: Wichtige Ressource der chemischen Wertschöpfungskette
- Rolle des DLR-Institut für CO₂-arme Industrieprozesse
 - Forschung & Entwicklung zu Technologien mit hohem CO₂-Minderungspotential
 - Lösungen entwickeln als Partner der Industrie
 - Branchen- und meist sogar Standortabhängigkeit
 - Regionale Funktion: Arbeitsplätze schaffen, Spin-Offs



Fragen?

Herausforderungen der industriellen Dekarbonisierung

Prof. Dr. Uwe Riedel
DLR-Institut für CO₂-arme Industrieprozesse

Energy Saxony #Energytalk
20.1.2021

