

# Neue Konzepte für die Sektorenkopplung Wasserstoff- und Kohlenstoffkreislauf-Wirtschaft



TECHNISCHE UNIVERSITÄT  
BERGAKADEMIE FREIBERG  
The University of Resources. Since 1765.

futureSAX  
Innovationsforum

Andreas Herrmann, Manja Tschöpe, Prof. Dr.-Ing. Bernd Meyer



# Vorstellung

## Institut für Energieverfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen (IEC)

Institutsleiter: Prof. Dr.-Ing. Meyer

- Gegründet 1919 zur stofflichen Nutzung der Braunkohle (Kraftstoffe, Chemierohstoffe)
- Weltweit führendes Institut für Kohlenstoff-Kreislaufwirtschaft
- F&E-Partner der Energie-, Chemie-, Abfallwirtschaft
- Traditionell starke Verbindung zu den Kohleregionen
- Seit 06/2019: Außenstelle Kohlenstoffkreislauf-Technologien KKT des Fh-IMWS
- in Vorbereitung: Fraunhofer-Institut für Wasserstoff- und Kohlenstoffprozesstechnik in Freiberg / Halle / Leuna



# Neue Konzepte für die Sektorkopplung

## Gliederung



TECHNISCHE UNIVERSITÄT  
BERGAKADEMIE FREIBERG  
The University of Resources. Since 1765.

1. **Fakten zur Energie- und Rohstoffwende**
2. **Kreislaufwirtschaft und Sektorkopplung**
3. **Beispiele für Innovationen**

# Neue Konzepte für die Sektorkopplung

## Gliederung



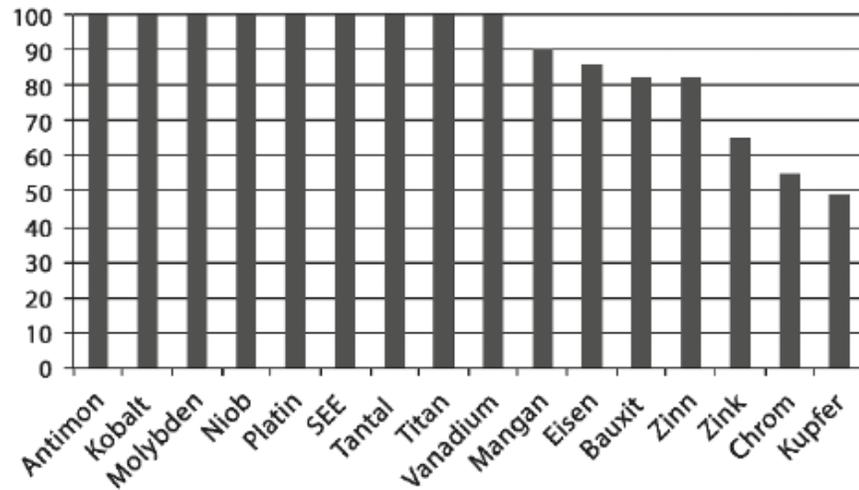
TECHNISCHE UNIVERSITÄT  
BERGAKADEMIE FREIBERG  
The University of Resources. Since 1765.

- 1. Fakten zur Energie- und Rohstoffwende**
2. Kreislaufwirtschaft und Sektorkopplung
3. Beispiele für Innovationen

# Fakten zur Energie- und Rohstoffwende

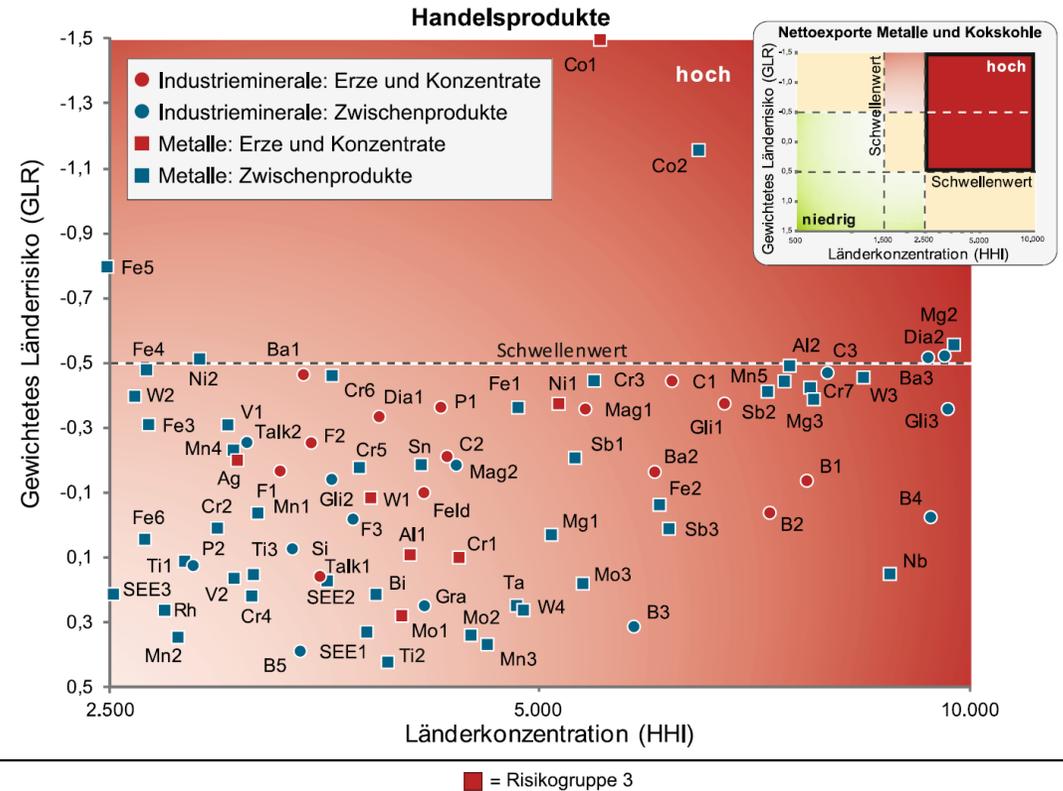
## Rohstoffabhängigkeit Europas von Drittstaaten

Anteil (%) der aus nichteuropäischen Staaten importierten Metalle, die in der europäischen Industrie genutzt werden



- Abfallvermeidung wird immer wichtiger
- Kreisläufe müssen geschlossen werden!

Gewichtetes Länderrisiko der Nettoexporte (Handelsprodukte) für Rohstoffe



Quelle: Kausch, P., Matschullat, J., Bertau, M., Mischo, H. (2016): Rohstoffwirtschaft und gesellschaftliche Entwicklung.

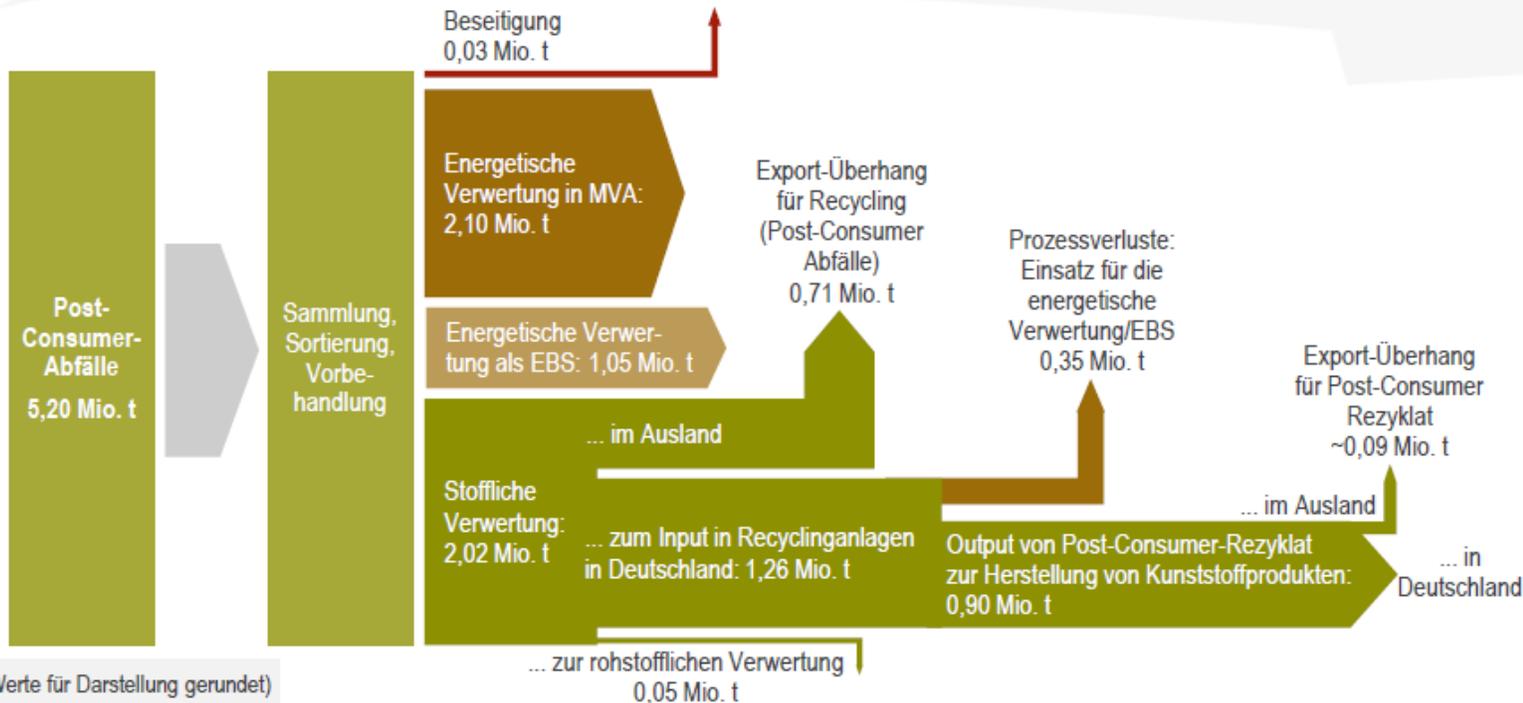
# Fakten zur Energie- und Rohstoffwende

## Umsetzung der Rohstoffwende am Beispiel Kunststoffe

Kunststoffabfall beim Endverbraucher

Sammlung, Sortierung, Vorbehandlung und Verwertung von Endverbraucher-Plastikabfällen

Nutzung neuer und recycelter Plastik in deutscher Kunststoffverarbeitung



Kunststoffverarbeitung  
insg. 14,37 Mio. t

### ■ Deutschland 2017

- Energetische Nutzung/Verbrennung
  - 3.15 Mio. t/a (60 %)
- Chemisches Recycling
  - 0.05 Mio. t/a (nur 1%)

<sup>1)</sup> Inklusive ca. 0,135 Mio. t Rezyklat bei Recyclern mit eigener Produktherstellung

Quelle: *Conversio-Studie (2018)*.

# Neue Konzepte für die Sektorkopplung

## Gliederung

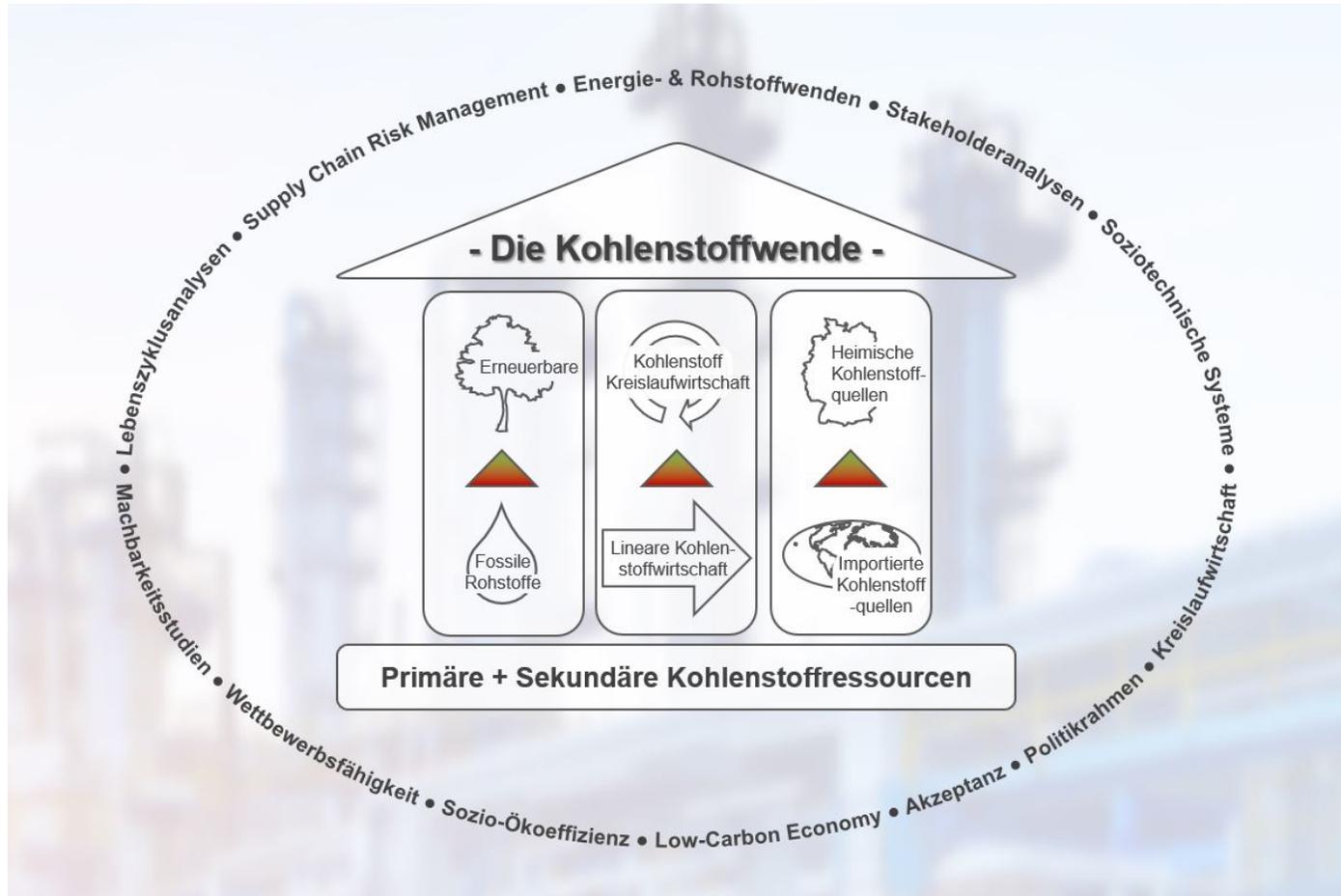


TECHNISCHE UNIVERSITÄT  
BERGAKADEMIE FREIBERG  
The University of Resources. Since 1765.

1. Fakten zur Energie- und Rohstoffwende
- 2. Kreislaufwirtschaft und Sektorkopplung**
3. Beispiele für Innovationen

# Kreislaufwirtschaft und Sektorkopplung

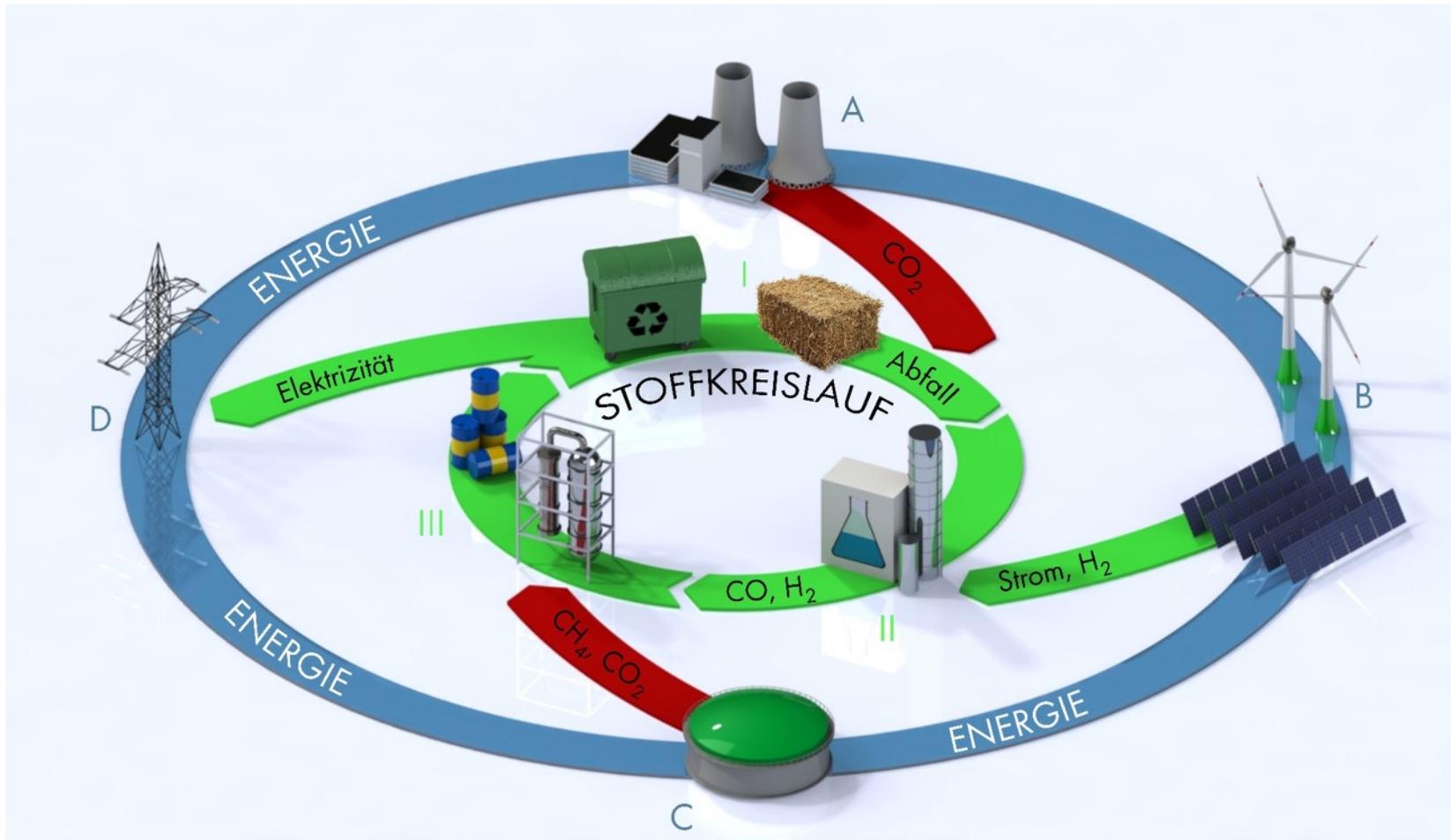
## Kohlenstoffwende



Quelle: Lee, R. P., Voss, R. L. (2019): *Integrated risk assessment of carbon transition options.*

# Kreislaufwirtschaft und Sektorkopplung

## Sektorkopplung und Schließen der Stoffkreisläufe



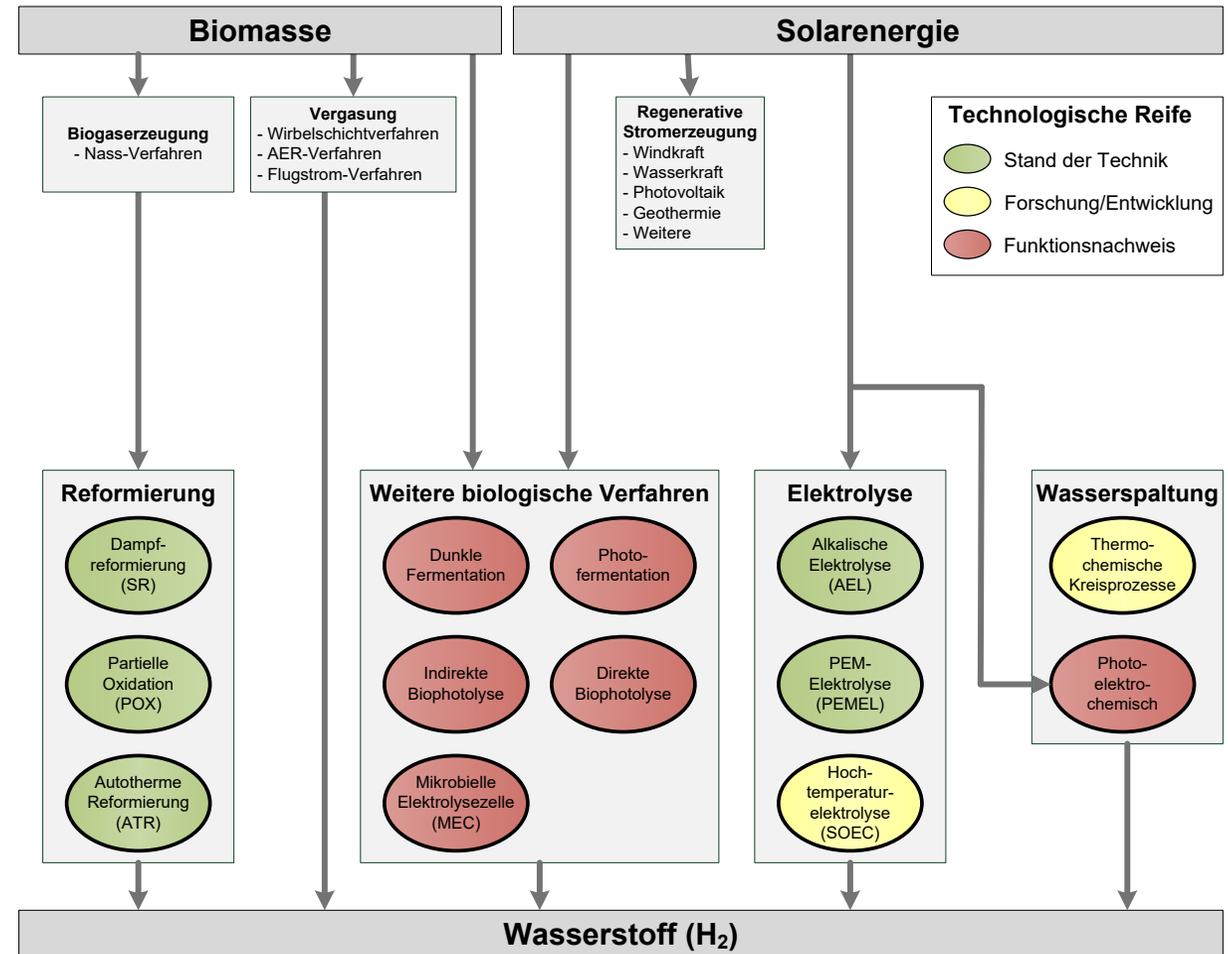
- A CO<sub>2</sub> als Rohstoff
- B Erneuerbare Energien & Wasserstoff
- C Biomasse
- D Stabilisierung des Stromnetzes
- I Abfallaufbereitung & Recycling
- II Thermochemische Konversion
- III Synthesen

# Kreislaufwirtschaft und Sektorkopplung

## Wasserstoff verbindet Energie- mit der Rohstoffwende

### Aktuelle technologische Entwicklungen

- Thermochemische Konversion von Abfällen und anderweitig nicht nutzbaren Bioabfällen in H<sub>2</sub>- und CO-reiche Synthesegase
- Wasserstoffherzeugung via Mittel- und Hochtemperaturelektrolyse
- Herstellung von grünem oder blauem Wasserstoff durch Biogas-, Biomethan- oder Methanspaltung
- Verschiedene Varianten der H<sub>2</sub>-Speicherung
- Entwicklung von CO<sub>2</sub>-toleranten Synthesen

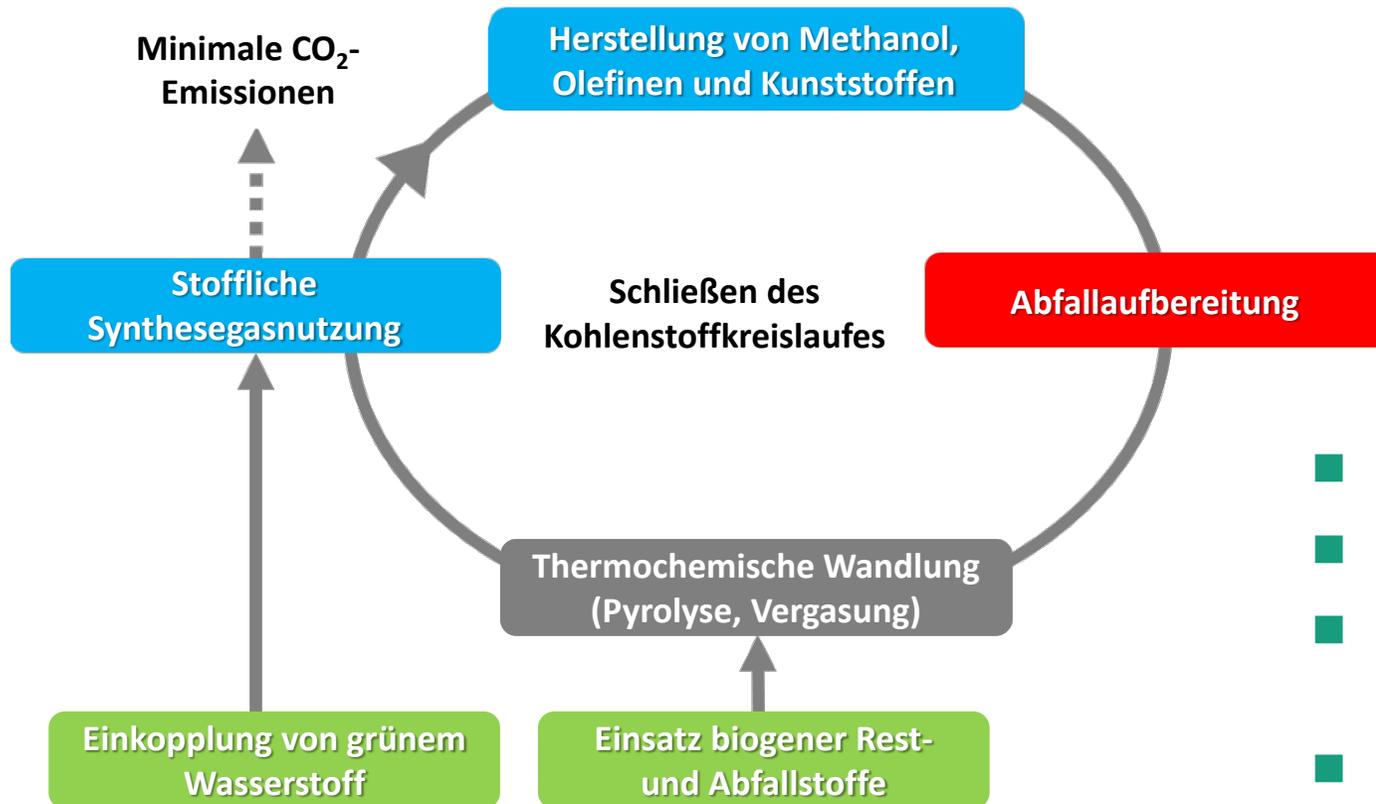




1. Fakten zur Energie- und Rohstoffwende
2. Kreislaufwirtschaft und Sektorkopplung
- 3. Beispiele für Innovationen**

# Beispiele für Innovationen

## CARBONTRANS: Umsetzung der Kohlenstoffkreislaufwirtschaft



- Minimale CO<sub>2</sub>-Emissionen
- Nutzung regenerativer Energien
- Einsatz verschiedener kohlenstoffhaltiger Ressourcen möglich
- **Ziel: Kohlenstoffkreislaufwirtschaft mit 100% Abfall als Ausgangsstoff**

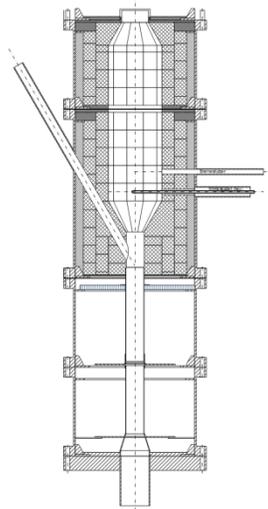
Quelle: Lee, R.P., Wolfersdorf, C., Keller, F., Meyer, B. (2017). Towards a closed carbon cycle and achieving a circular economy for carbonaceous resources.

# Beispiele für Innovationen

## CARBONTRANS



- Ziel: Belastbare Daten für die Auslegung der Demo-Anlage, u.a.
  - Test unterschiedlich aufbereiteter Abfall-Mischungen
  - Verbesserung der Bilanzierung, Anpassung von Ausrüstungen, Bestimmung von Lastbereichen
  - Auswirkungen auf nachgeschaltete Anlagen
  - Vorplanung
  - Ausbau des Netzwerks in der Abfallwirtschaft, Umgang mit Abfällen



### Pilotanlage COORVED



- Wirbelschicht
- Trockenes Bodenprodukt
- Biomasse-/ Klärschlamm-Mischungen



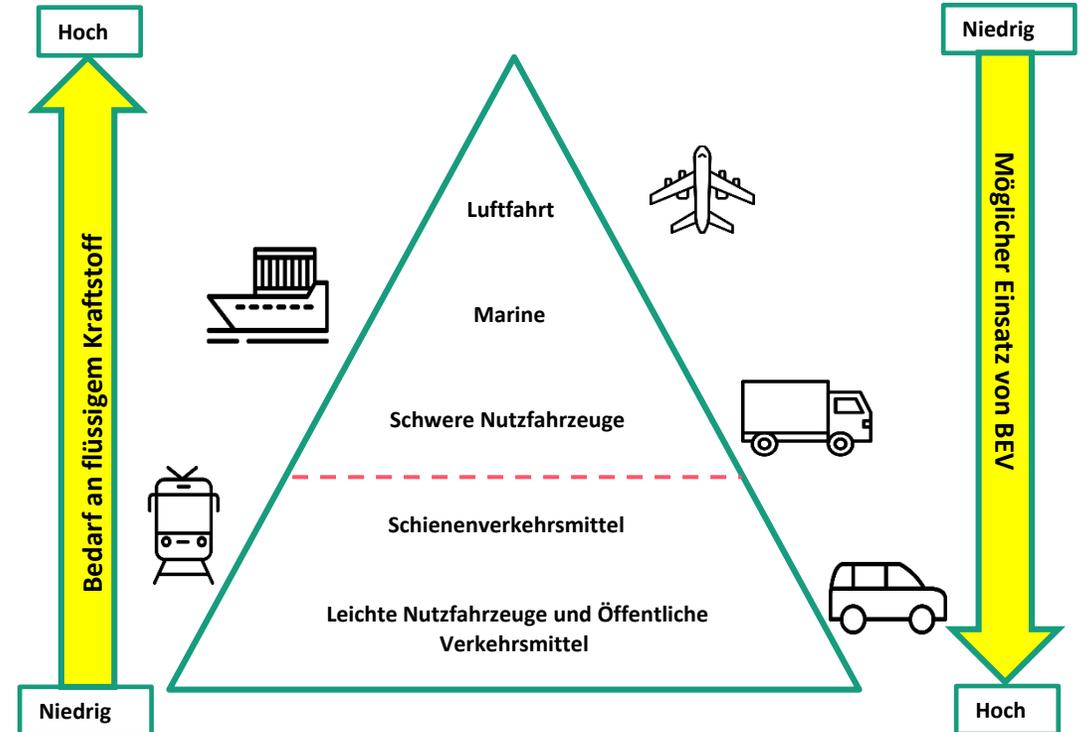
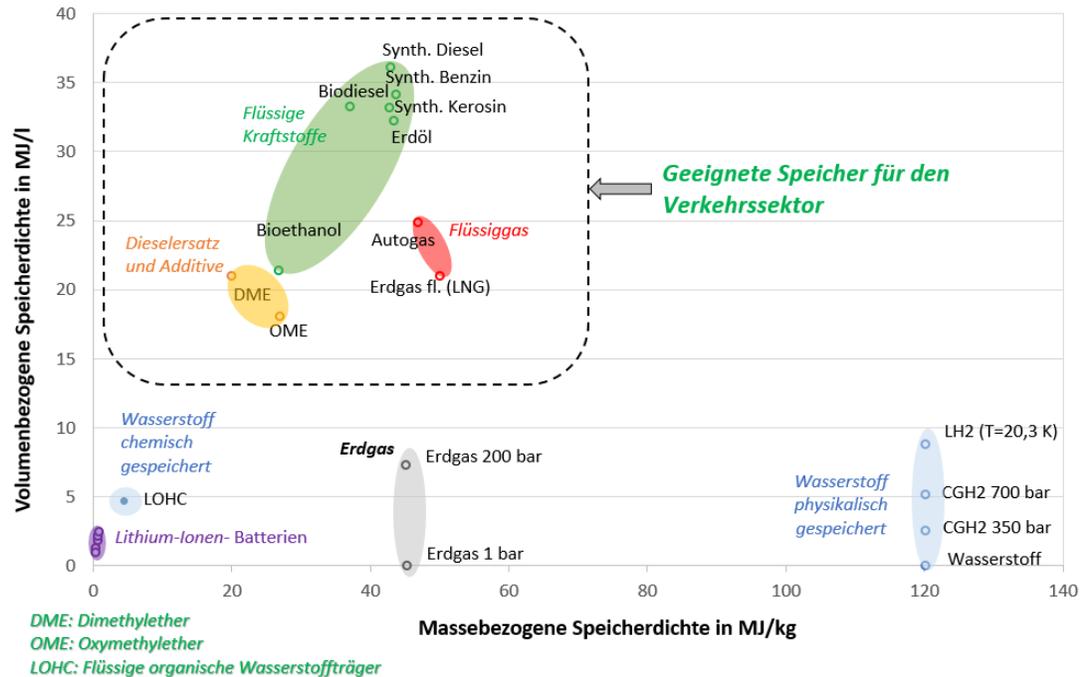
### Flexible Feedstock Gasification



- Festbett
- Verglaste Schlacke (Metallabtrennung, Schlacke als Baustoff oder Weiterverarbeitung zu Schaumglas)
- Ziel: 100% Abfälle

# Beispiele für Innovationen

## Herstellung von e-fuels



- Nutzung der vorhandenen Infrastruktur für Lagerung und Verteilung mit hoher gesellschaftlicher Akzeptanz
- Überdurchschnittlich hohe volumetrische Speicherdichte
- Mögliche Nutzung in Anwendungen, für welche E-Mobilität nicht geeignet ist

# Beispiele für Innovationen

## Geplante Power to Methanol-Anlage TA Lauta



Quelle: STEAG

Thermische Abfallbehandlung Lauta

### Ausgangslage

- Thermische Verwertung von 225.000 t/a Hausmüll und Gewerbeabfälle
- Erzeugung von ca. 110 GWh/a Elektroenergie

### Vision

- Errichtung einer Power-to-Methanol Anlage, bestehend aus:
  - CO<sub>2</sub>-Abgas-Wäsche
  - Elektrolyse-Anlage
  - Methanol-Anlage
- Herstellung von „halb-grünem“ Methanol
- Gesamtwirkungsgrad: ca. 50%

**Aufbau neuer, nachhaltiger Wertschöpfungsketten für Kohlenstoffkreislauf, Einkopplung regenerativer Energien, Chemieindustrie und verarbeitende Industrie (z.B. Spanplatten)**

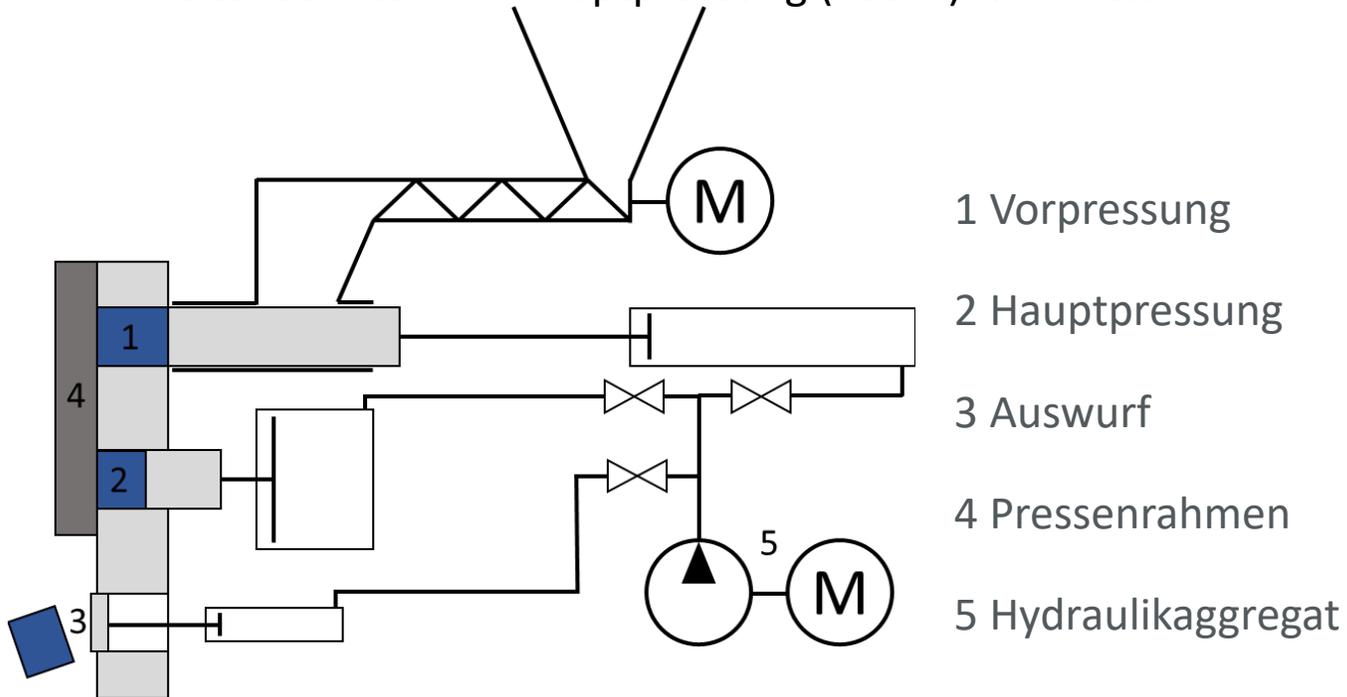
# Beispiele für Innovationen

## Energieeffiziente Brikettierung von Biomassen, Abfällen, und .....



### Zweistufiger hydraulischer Pressprozess

- Erster Schritt: Vorpressung (Pos. 1) → Voragglomerat
- Zweiter Schritt: Hauptpressung (Pos. 2) → Brikett



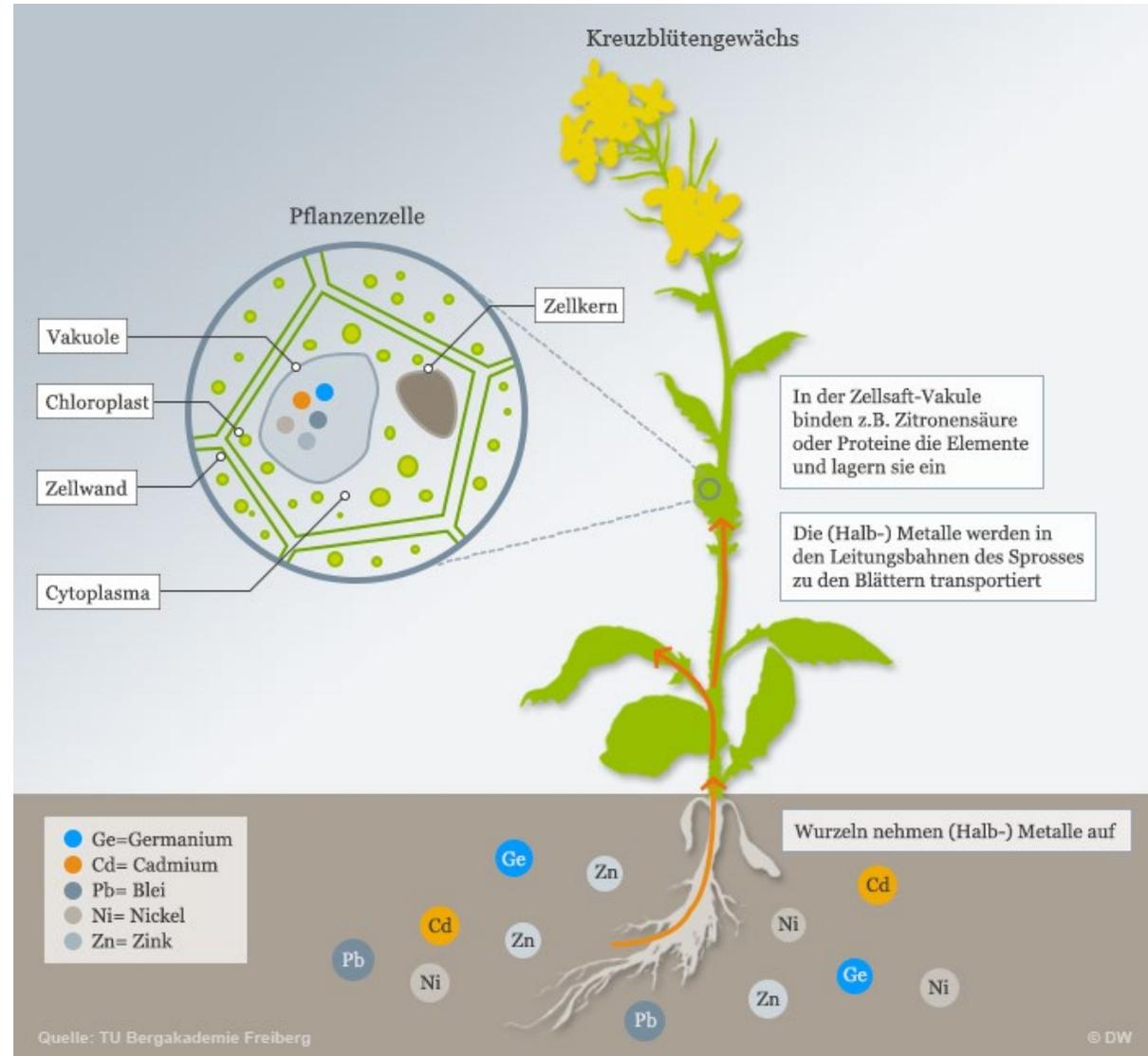
Quelle: ATNA Industrial Solutions GmbH

# Beispiele für Innovationen

## Phytomining



### Möglichkeiten



# Netzwerk für Kohlenstoffkreislaufwirtschaft (NK2)

## Intersektorale Kooperation für Recycling und Kreislaufführung

- Sektorübergreifender Netzwerkansatz
- Ziel: Transformation zu einer Kohlenstoffkreislaufwirtschaft
- Auswahl an Themen:  
Stoffe, Prozesse & Technologien zur Wandlung von festen Kohlenstoffträgern, Einbindung „grüner“ Wasserstoff, Werkstoffe, Informationstechnik, Politische Rahmenbedingungen, etc.

### Netzwerkarbeit

- Information zu Vorhaben, Innovationen, neue Ansätzen und Marktzugängen, Fördermöglichkeiten, regulatorisch und politisch getriebenen Entwicklungen
- Auswahl an Partnern:  
Air Liquide, Arvos, BASF, Covestro, Deutsches Biomasse Forschungszentrum, DOMO, DOW, Hochschule Merseburg, LyondellBasell, Romonta, RWE, uvm.

# Kreislaufwirtschaft und Sektorkopplung

## Visionen für nachhaltige Wertschöpfung

### Ausgangspunkt

- Sachsen: Land der Ingenieure, einmalige F&E-Dichte in Ostdeutschland

### Vision

- Erfolgreicher Strukturwandel durch z.B. Kohleausstieg, Elektrifizierung der Automobilindustrie und anderer Sektoren, Digitalisierung
- Sachsen übernimmt Vorreiterrolle bzgl. Recycling- und Umwelttechnologien
- Erfolgreiche Verzahnung der Energie- mit der Rohstoffwende

### Nächste Schritte

- Vernetzung von regionalen Akteuren und internationalen Partnern (Wirtschaft, Forschung, Politik)
- Erfahrungsaustausch auf EU-, D- und Landesebene über Förder- und Entwicklungsmöglichkeiten
- Aktive Gestaltung des Strukturwandels, z.B. über Reallabore, progressLAUSITZ, NK2-Netzwerk, futureSax, etc.

**10<sup>th</sup> International Freiberg Conference**  
on IGCC & XIL Technologies  
**Closing the Carbon Cycle**  
**10 - 15 May 2020**  
**Shanghai, China**



TECHNISCHE UNIVERSITÄT  
BERGAKADEMIE FREIBERG  
The University of Resources. Since 1765.

## Kontakt

**Prof. Dr.-Ing. Bernd Meyer**

Institutsdirektor IEC

Leiter der Außenstelle Kohlenstoffkreislauftechnologien

Geschäftsführer DBI-Virtuhcon GmbH

+49 (0)3731 39-4510

