

Für Mensch & Umwelt

Umwelt   
Bundesamt

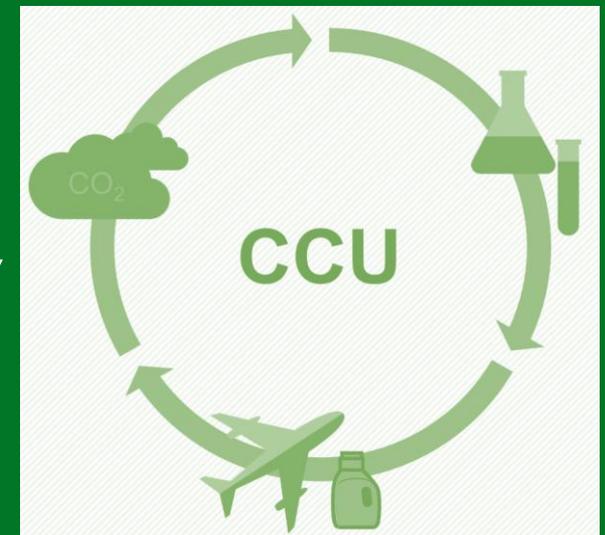
RENN.westWinterSchool on Corporate Climate Management

# Bewertung von CCU – ein gemischtes Bild für die Transformation

**Dr.-Ing. Katja Purr**

Fachgebiet V 1.2

„Strategien und Szenarien zu Klimaschutz und Energie“



## Was erwartet Sie?

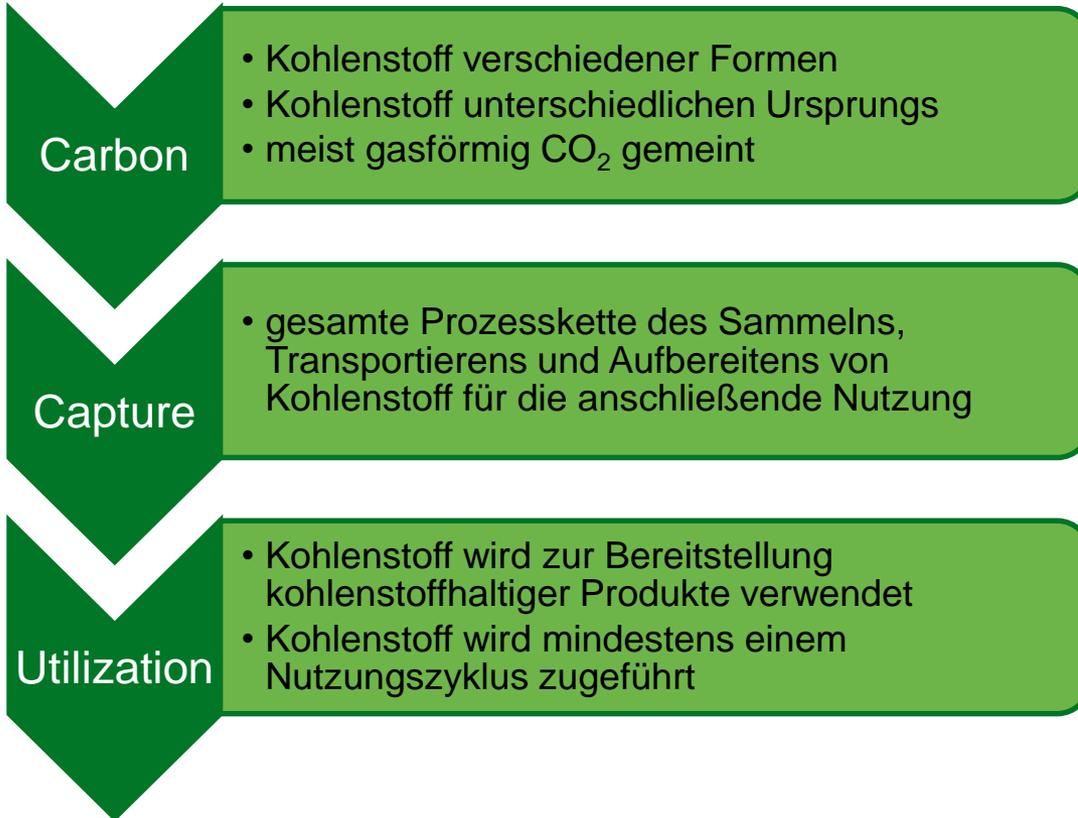
- Was verstehen wir unter CCU?
- Kann CCU einen Betrag zum Klimaschutz leisten?
- Brauchen wir CCU?

## UBA-Positionspapier zu CCU

- Beurteilung von CCU-Maßnahmen systematisieren
- Konzeptionelle Einordnung, ob CCU-Maßnahmen aus klimapolitischen oder anderen Gründen weiterverfolgt werden sollten oder nicht.
- Leitlinien zur Bewertung von CCU-Maßnahmen

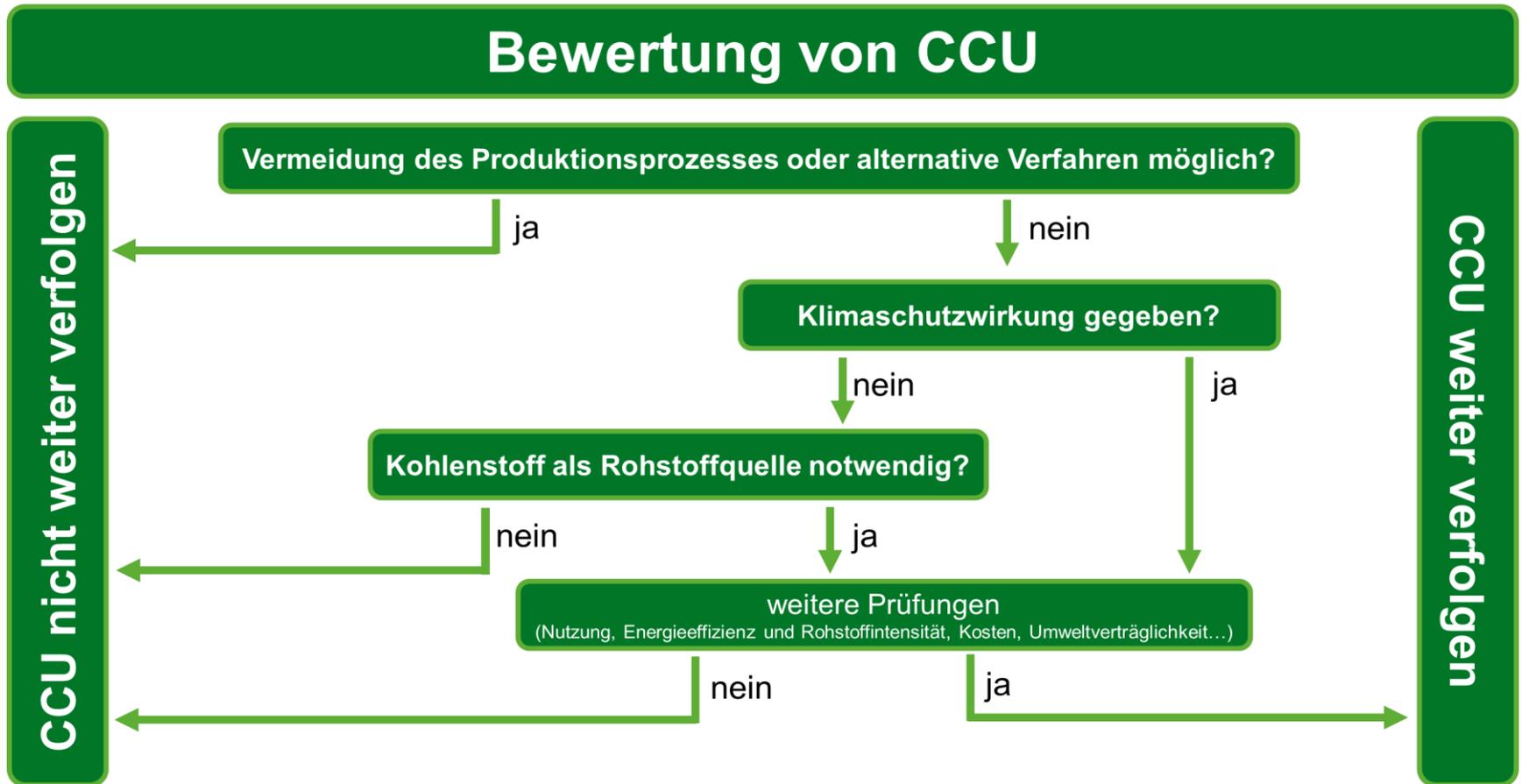


# Was ist CCU?



- **nicht als CCU hier mitbetrachtet:**
- Veränderung natürlicher Kohlenstoffsinken, bei denen atmosphärischer Kohlenstoff gebunden wird

# Bewertung von CCU



# Prüfung der Vermeidung/Substitution von Treibhausgasen

- Für einen effektiven Klimaschutz müssen primär fossile Treibhausgasemissionen gemindert werden.

## Bewertung von CCU

Vermeidung des Produktionsprozesses oder alternative Verfahren möglich?

ja

nein

Klimaschutzwirkung gegeben?

CCU nicht weiter verfolgen

- Energiewirtschaft
- Stahl
- ...

CCU weiter verfolgen

## Klimaschutzwirkung von CCU

### Kohlenstoff- quelle

- atmosphärischer Kohlenstoff
- fossiler Kohlenstoff
- Kreislaufführung

### Substitution fossiler Energie/ Rohstoffe

- die Substitutionswirkung durch Ersatz fossiler Brenn-, Kraft- und Rohstoffe

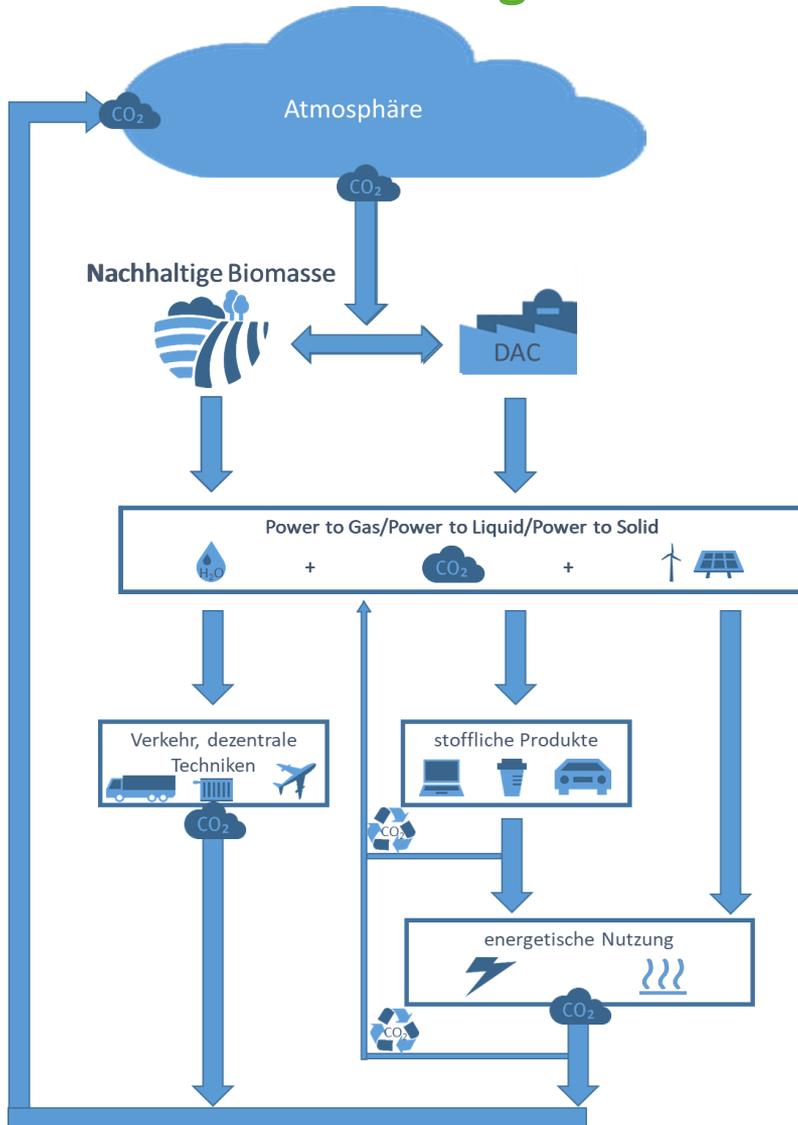
### energetische Aufwendung

- für Bereitstellung, Transport und Konversion des Kohlenstoffs
- für Transport des Kohlenstoffproduktes

## Klimaschutzwirkung

- Kohlenstoffquelle entscheidet über die nachhaltige Klimawirkung

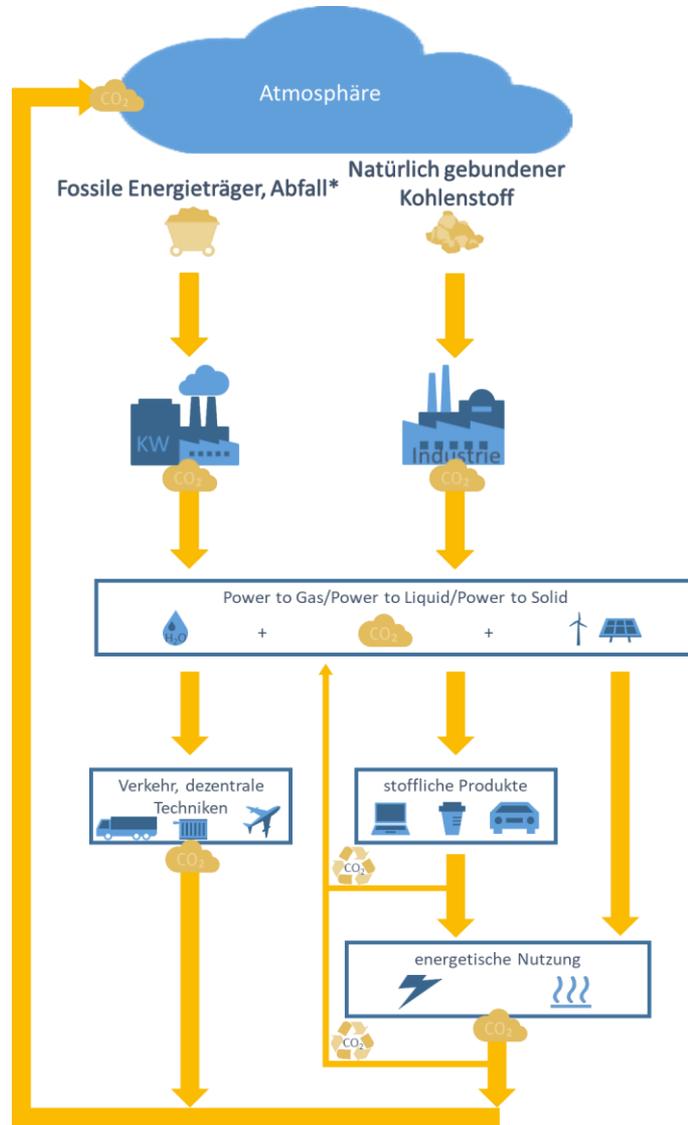
# Klimaschutzwirkung von atmosphärischen Kohlenstoff



## FAZIT:

- Die Entnahme, Nutzung/Mehrfachnutzung und Wiederfreisetzung von Kohlenstoff aus der Atmosphäre führt zu einem geschlossenen Kreislauf.
- Unter ausschließlicher Nutzung von erneuerbaren Energien werden dabei keine Mehremissionen durch den Menschen verursacht.
- Nur CCU mit atmosphärischem Kohlenstoff hat das Potenzial, dauerhaft nicht zu weiteren anthropogenen Treibhausgasemissionen zu führen.

# Klimaschutzwirkung von fossilen Kohlenstoff



## FAZIT:

- Unabhängig davon, wie oft der fossile Kohlenstoff wiederverwendet wird, führt dies - am Ende einer Mehrfachnutzung - immer zu einer zusätzlichen Treibhausgasemission in die Atmosphäre und trägt damit zum Klimawandel bei.
- Dies gilt auch für Kohlenstoff aus industriellen Produktionsprozessen, die nach heutigem Kenntnisstand technisch nicht vermeidbar sind.

## Klimaschutzwirkung von CCU

### Kohlenstoff- quelle

- atmosphärischer Kohlenstoff
- fossiler Kohlenstoff
- Kreislaufführung

### Substitution fossiler Energie/ Rohstoffe

- die Substitutionswirkung durch Ersatz fossiler Brenn-, Kraft- und Rohstoffe

### energetische Aufwendung

- für Bereitstellung, Transport und Konversion des Kohlenstoffs
- für Transport des Kohlenstoffproduktes

## Klimaschutzwirkung

- Kohlenstoffquelle entscheidet über die nachhaltige Klimawirkung
- Energieaufwendungen und Substitutionswirkung ausschließlich im Transformationsprozess relevant

# Klimaschutzwirkung durch die Substitution II

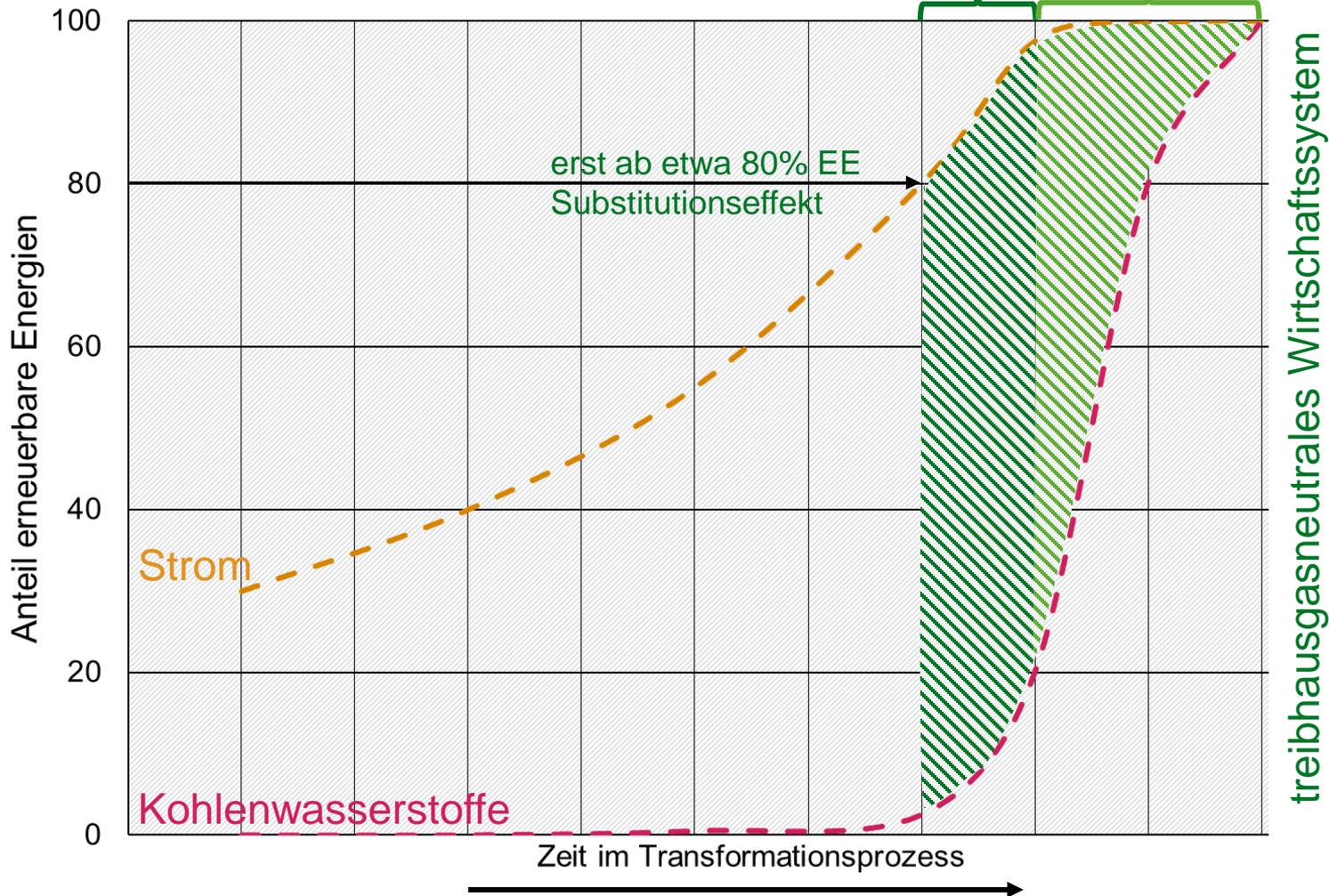
Nutzung regenerativer Strom			Substitution fossiler Bereitstellung			Substitutions-verhältnis Energie	Vermiedene THG-Emissionen in g CO <sub>2</sub> Äq
regenerative Bereitstellung			fossile Einsparung				
Input	Technik	bereitgestellte Energie / Nutzen	Technik	Input			
1 kWh reg. Strom	PtH Wärmepumpe	3,3 kWh Wärme	3,3 kWh Wärme	Brennwertkessel (105%)	3,14 kWh Erdgas	3,14	~ 640
1 kWh reg. Strom	E-Auto (80%)	4,6 km	4,6 km	Verbrennungsmotor (28%)	2,6 kWh fl. Kraftstoff	2,6	~ 690
1 kWh reg. Strom	PtH direktelektrisch	0,95 kWh Wärme	0,95 kWh Wärme	Brennwertkessel (105%)	0,91 kWh Erdgas	0,91	~ 185
1 kWh reg. Strom	PtG – H <sub>2</sub> stofflich	0,74 kWh Wasserstoff	0,74 kWh Wasserstoff	Dampfreforming (85,2%)	0,87 kWh Erdgas	0,87	~ 180
1 kWh reg. Strom	PtG – CH <sub>4</sub>	0,58 kWh Methan	0,58 kWh Methan		0,58 kWh Erdgas	0,58	~ 120
1 kWh reg. Strom	PtL	0,5 kWh fl. Kraftstoff	0,5 kWh fl. Kraftstoff		0,5 kWh fl. Kraftstoff	0,5	~ 135

## FAZIT:

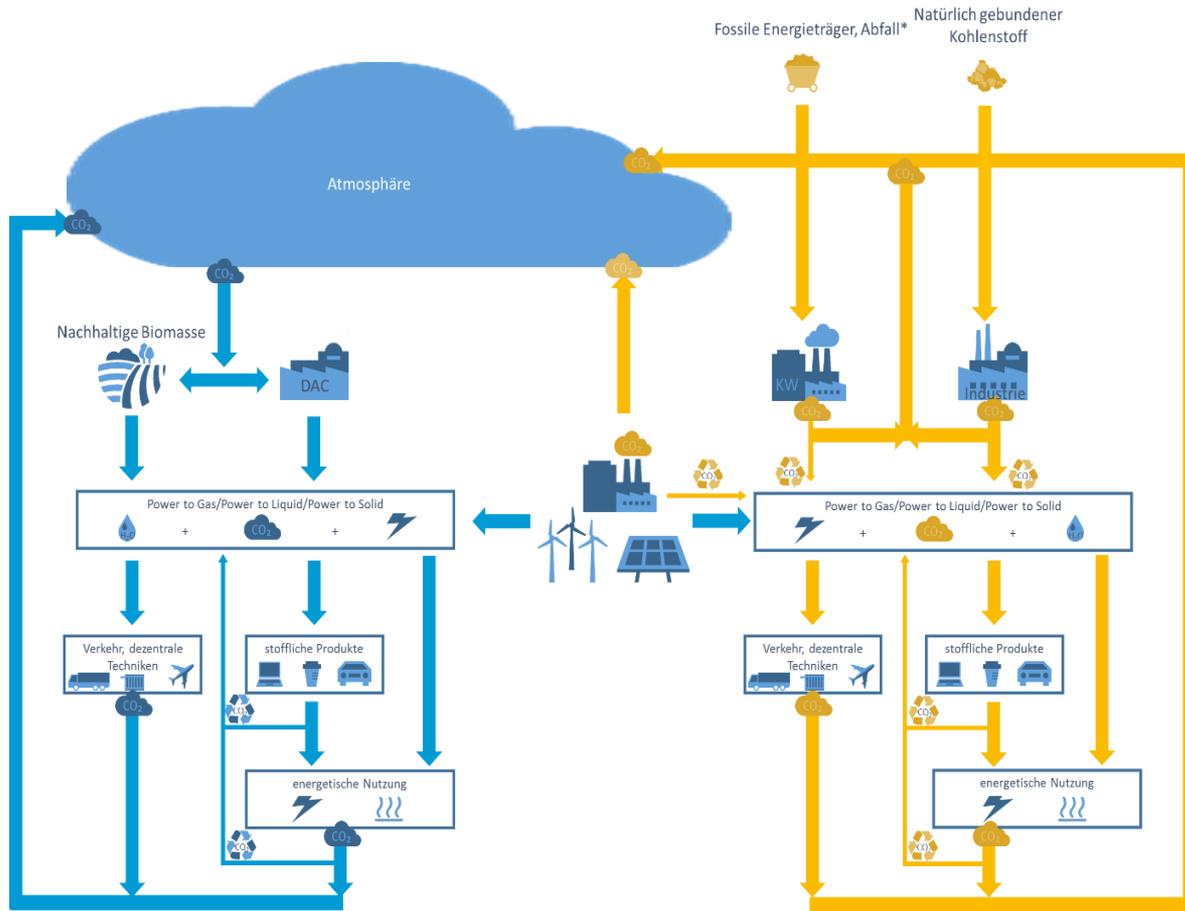
- PtG/PtL-Techniken, welche mit CCU verbunden sind, weisen geringe Substitutionspotentiale auf.
- Gleichwohl muss die Transformation gestaltet werden. Trotz des geringen Substitutionspotenzials von PtG-Wasserstoff (also ohne CCU) gezielte Technikumstellung adressieren – Stahl.

# Klimaschutzwirkung durch die Substitution I (schematische Darstellung)

Substitutionseffekt gegeben und schnell kleiner werdend bis 0



# Klimaschutzwirkung durch die energetischen Aufwendungen



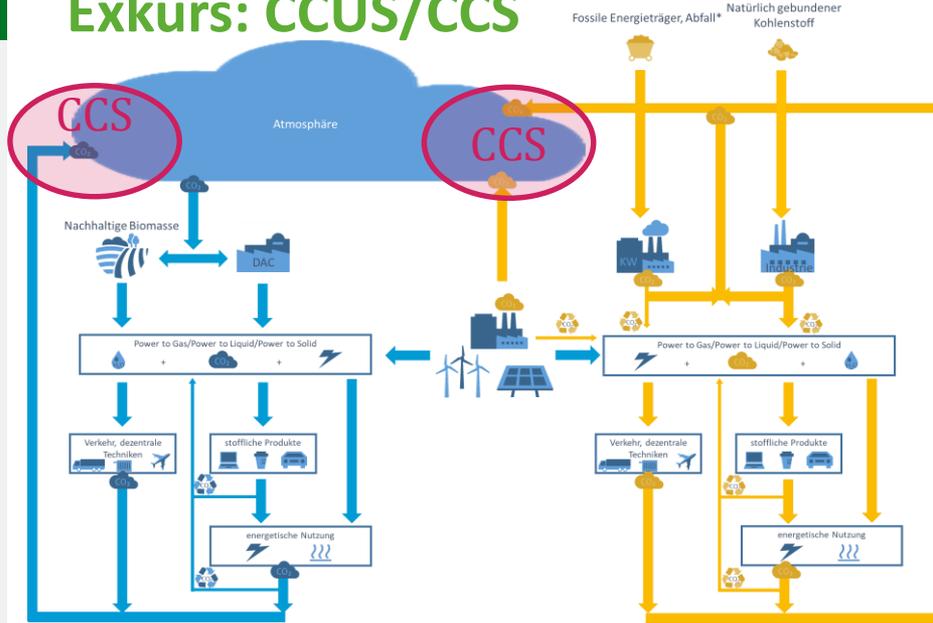
## FAZIT:

- Bei netzgekoppelten CCU-Maßnahmen führt dies zu einer höheren Auslastung der fossilen Stromerzeugung.

## Was heißt das für unvermeidbare Emissionen der Industrie?

- In der Glas-, Zement- und Kalkindustrie werden langfristig - wie in der Landwirtschaft und Abwasserwirtschaft – nach derzeitiger Kenntnis unvermeidbare THG-Emissionen entstehen – **sektorübergreifende Lösungen erforderlich**
- Dies bedeutet nicht automatisch CCUS/CCS-Techniken in den Branchen.

## Exkurs: CCUS/CCS

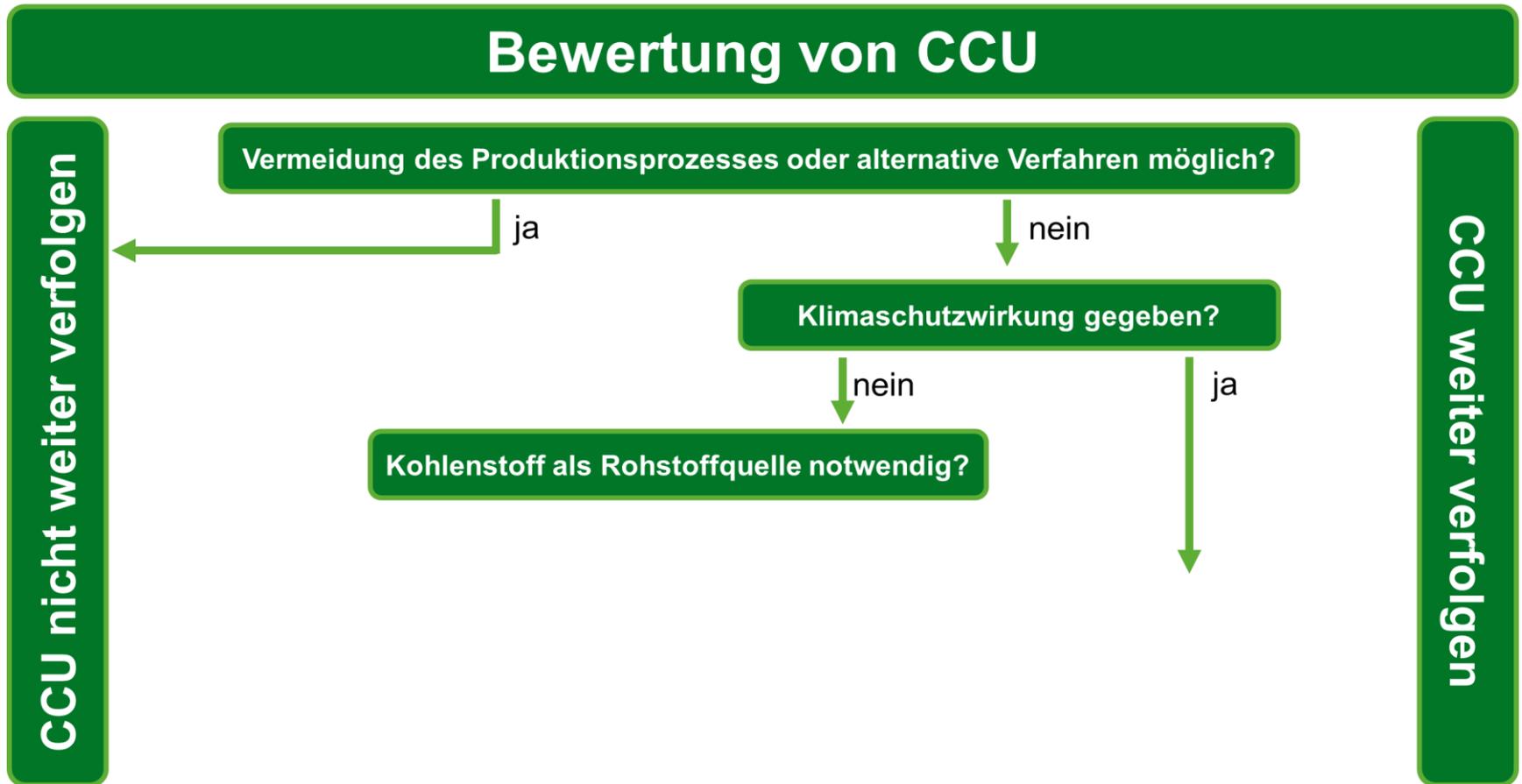


- Einspeicherung von fossilem Kohlenstoff kann theoretisch maximal zu Netto-Null-Emissionen führen, nicht aber zu negativen Emissionen. – In Realität wird nicht Netto-Null erreicht.
- Nur Einspeicherung von atmosphärischem Kohlenstoff (und bei der Verwendung ausschließlicher erneuerbarer Energien für die notwendigen Prozessenergien) zu summarisch negativen Emissionen führen.
- Beim Ausweichen des eingespeicherten Kohlendioxids kann es neben der eigentlich zu verhindernden Treibhausgaswirkung lokal zu Versauerung und geochemischen Prozessen und Reaktionen im Boden kommen.
- Austritte aus Lagerstätten unter dem Meer können den pH-Wert des Meerwassers verändern.

## Was heißt das für unvermeidbare Emissionen der Industrie?

- In der Glas-, Zement- und Kalkindustrie werden langfristig - wie in der Landwirtschaft und Abwasserwirtschaft – nach derzeitiger Kenntnis unvermeidbare THG-Emissionen entstehen – **sektorübergreifende Lösungen erforderlich**
- Dies bedeutet nicht automatisch CCUS/CCS-Techniken in den Branchen.
- kontinuierliche Innovationen mit dem Ziel, diese Treibhausgasemissionen durch fortwährende Entwicklungen und Erkenntnisfortschritte zu vermindern
- Der größten Mengen an unvermeidbaren Emissionen entstehen nicht in der Industrie, sondern in der Landwirtschaft!
- **Kompensation erfolgt in der Regel außerhalb des eigentlichen verursachenden Wirkungsbereiches an anderer Stelle.** Bspw. durch Sicherung und Erschließung von natürlichen Kohlenstoffsenken.
- **unvermeidbare Emissionen können nur durch die Entnahme von Kohlenstoff (ggf. aus der Atmosphäre) und anschließender dauerhafter Einbindung ausgeglichen werden (wirksame CDR-Maßnahmen)**

## Bewertung von CCU

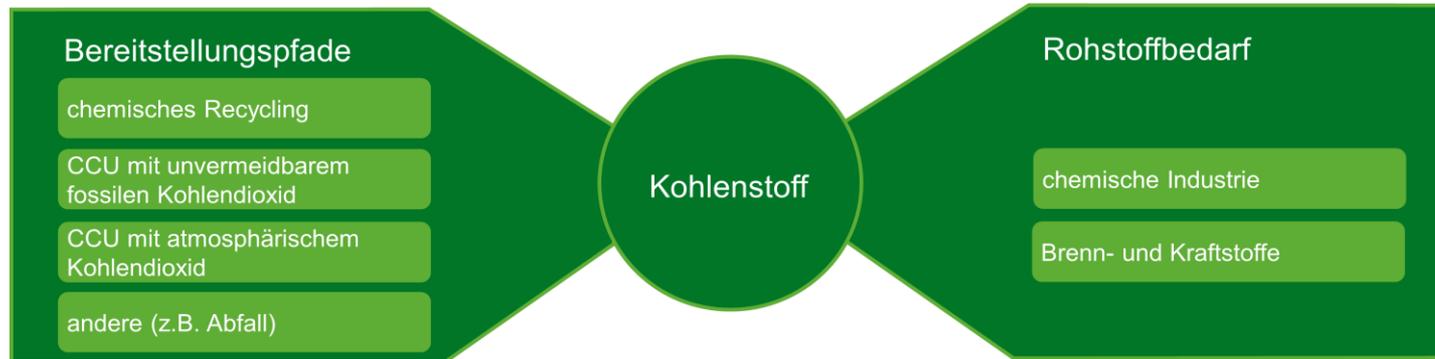


## Bedarf von Kohlenstoff als Rohstoff

- Der jährliche Einsatz fossiler Rohstoffe in der chemischen Industrie in Deutschland liegt derzeit bei etwas über 20 Mio. t Kohlenstoff.
- Auch unter Berücksichtigung von Vermeidung wird langfristig Kohlenstoff als Rohstoff benötigt!
  - chemischen Industrie
  - Als Brenn- und Kraftstoffe (See- und Luftverkehr)
- RESCUE-Studie: je nach Szenario ergibt sich ein Bedarf an Kohlenstoff für die gesamte Brenn-, Kraft- und Rohstoffversorgung zwischen 8 bis 40 Mio. t Kohlenstoff (umgerechnet aus 30 und 148 Mio. t CO<sub>2</sub>)

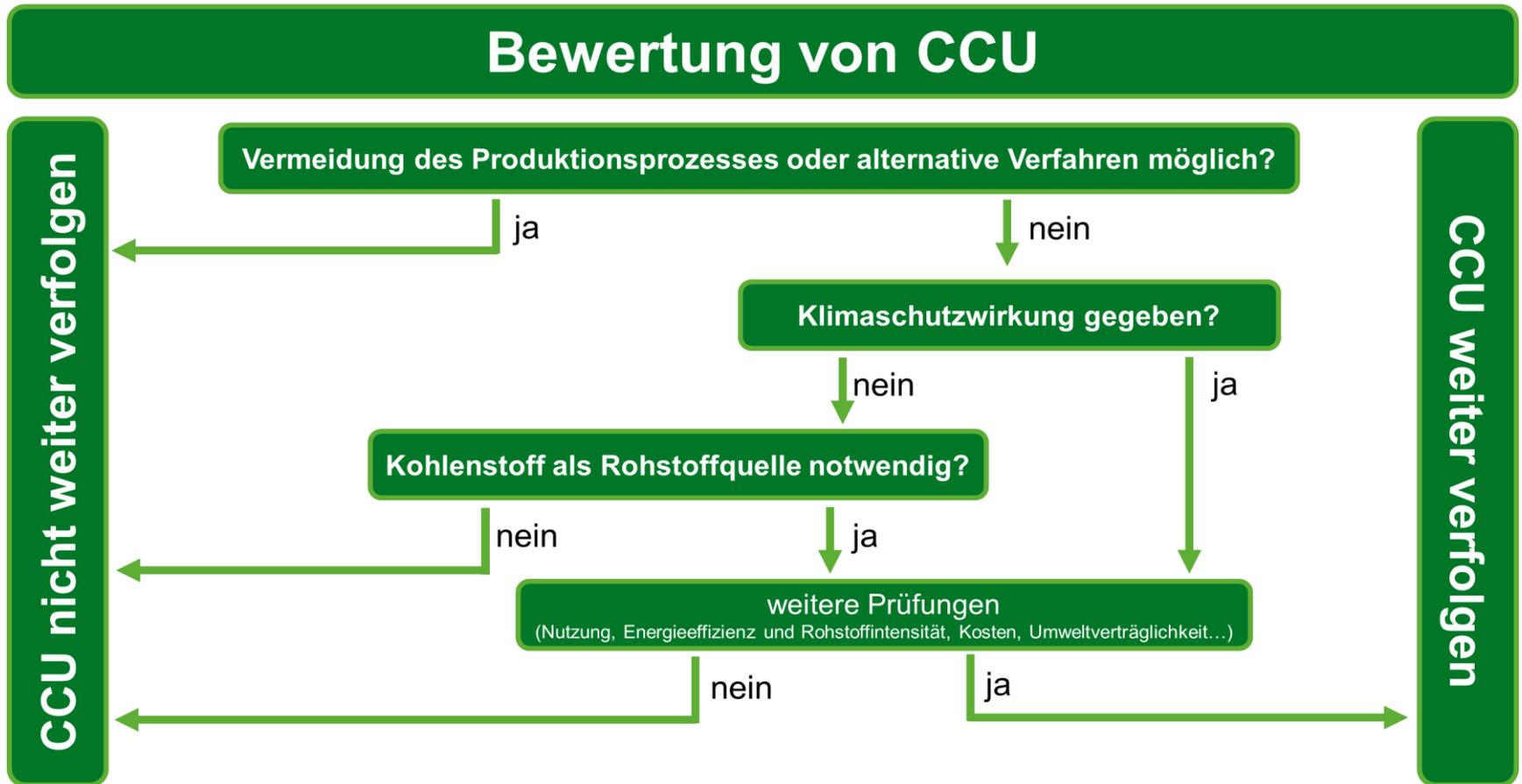


# Verfügbarkeit von Kohlenstoff als Rohstoffquelle I



- Recycling von im Kunststoffabfall enthaltenem Kohlenstoff: schätzungsweise etwas über 2 Mio. t reinen Kohlenstoffs. Hieraus kann dementsprechend nur ein geringer Anteil des langfristigen Bedarfes gedeckt werden.
- weitere Ansätze: z.B. nachhaltige Restbiomasse, andere Abfälle, CO<sub>2</sub>-Abscheidung aus Klärgasanlagen. Nachhaltiger Beitrag zur Bereitstellung von Kohlenstoff kann nicht klar abgeschätzt werden.
- unvermeidbare Treibhausgasemissionen aus Glas-, Zement- und Kalkindustrie

# Bewertung von CCU



## Verfügbarkeit von CO<sub>2</sub>-Kohlenstoff als Rohstoffquelle II

- Mit all diesen CCU-Maßnahmen wird eine Lücke zwischen Kohlenstoffbedarf und möglicher Deckung bestehen.
- Die Deckungslücke kann nur vollständig geschlossen werden durch die Nutzung von atmosphärischem Kohlendioxid. – trotz des hohen Energiebedarfs
- RESCUE-Studie: je nach Szenario ergibt sich ein Bedarf an Kohlenstoff für die gesamte Brenn-, Kraft- und Rohstoffversorgung zwischen 8 bis 40 Mio. t Kohlenstoff (umgerechnet aus 30 und 148 Mio. t CO<sub>2</sub>)
  - kostenoptimiert werden davon zwischen ca. 75 und 90% importiert
  - CCU mit unvermeidbaren fossilen Kohlenstoff aus der Industrie in D ist nur begrenzt konkurrenzfähig (im Vergleich zu DAC + PtG/PtL)



## Fazit

- **CCU in Verbindung mit fossilen Treibhausgasemissionen kann keinen nachhaltigen Beitrag zum Klimaschutz leisten.** Dies gilt auch für unvermeidbare Treibhausgasemissionen aus der Industrie. Unabhängig von der Anzahl der Kreislaufführungen führt dies am Ende einer Mehrfachnutzung immer zu einer Treibhausgasemission in die Atmosphäre.
- **CCU mit unvermeidbare Treibhausgasemissionen aus der Industrie kann durch Substitution fossiler Kohlenwasserstoffe nur in einem sehr kleinen Zeitfenster eine Treibhausgasminderung erreichen, wenn überwiegend EE-Strom genutzt wird.**
- **Netzgekoppelte CCU-Anlagen führen derzeit zu einer höheren Auslastung fossiler Stromerzeugung und daher Mehremissionen.**
- Kohlendioxid wird dauerhaft für die Herstellung von Brenn- und Kraftstoffen und als Rohstoffquelle für die chemische Industrie benötigt. **Langfristig ist CCU - mit Kohlendioxid aus der Atmosphäre und unvermeidbaren Treibhausgasemissionen - ein unverzichtbarer Bestandteil eines zukünftigen Wirtschaftssystems.**

## Fazit

**CCU ist nicht unter dem Aspekt des Klimaschutzes, sondern der Rohstoffverfügbarkeiten, Ressourcenschutz und Zirkularität zu denken und umzusetzen.**

Vielen Dank  
für Ihre  
Aufmerksamkeit!

Dr.-Ing. Katja Purr

[Katja.purr@uba.de](mailto:Katja.purr@uba.de)

Fachgebiet V 1.2

„Strategien und Szenarien zu Klimaschutz und Energie“

[Diskussionsbeitrag zur Bewertung von Carbon Capture and Utilization | Umweltbundesamt](#)

