Technologien für klimaneutrale Unternehmen Ist CCU oder CCS eine passende Lösung für mich und welche Alternativen gibt es?



Sophie Pathe



### Industrieland Nordrhein-Westfalen





120.000 Unternehmen



Jeder fünfte Euro des deutschen Industrieumsatzes wird in NRW erwirtschaftet

2 Millionen Beschäftigte





25 % der





### Portfolio Bereich Industrie & Produktion



#### **INformation**

Webseite, Social Media, Broschüren, Fact Sheets, Veranstaltungen, Vorträge, Diskussionen, Interviews, Weiterverweise etc.

### **INitialberatung**

Standardprojekte und Multiplikatoren unterstützen durch Erstgespräche, initiale Fördergespräche, Vernetzung, grobes Feedback etc.

### **INteraktion (IN4climate)**

Gemeinsame (Gremien-)Arbeit mit Industrie, Wissenschaft und Politik; Gemeinsame Diskussionspapiere etc.

Ökonomie, Politik & Gesellschaft

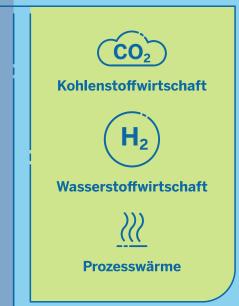
Schlüsseltechnologien & -rohstoffe

#### **INkubation**

Leuchtturmprojekte "von außen" unterstützen bei Fördermittelakquise (z.B. LOIs), Konsortialbildung, Planung etc.

### **INtegration**

Leuchtturmprojekte "von innen" unterstützen als assoziierter Partner oder als Mitglied des Lenkungs- / Begleitkreises



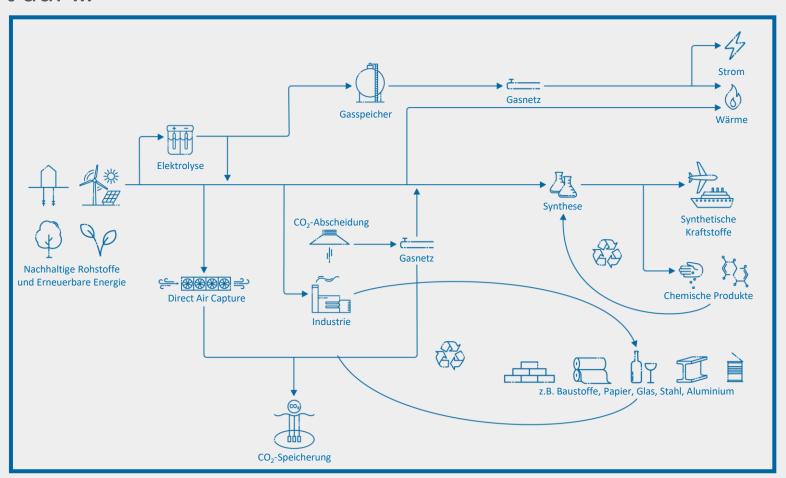
- Aus jedem unserer fünf eng miteinander vernetzten Themenfelder stellen wir Informationsangebote zur klimaneutralen Transformation der Industrie bereit, beraten initial und sind im Kontext von IN4climate.NRW aktiv.
- Die spezifische Unterstützung von Leuchtturmprojekten erfolgt schwerpunktmäßig aus den anwendungszentrierten Themenfeldern Wasserstoffwirtschaft, Kohlenstoffwirtschaft und Klimaneutrale Prozesswärme.
- Die Themenfelder Schlüsseltechnologien und -rohstoffe, sowie Ökonomie, Politik, Gesellschaft sind hier jeweils unterstützend involviert.

# Transformationspfade für eine klimaneutrale Industrie



### Klimaneutrale Industrie basiert auf ...

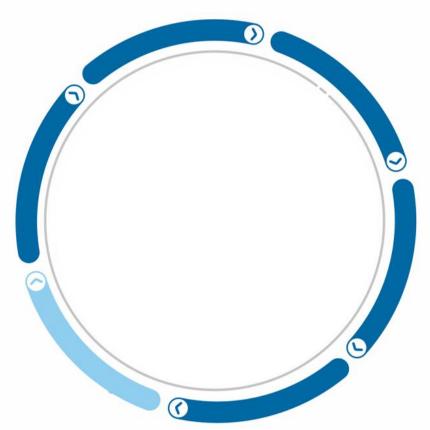
- Nachhaltigen Rohstoffen und erneuerbaren Energien (als Grundvoraussetzung)
- Grüner Wasserstoffwirtschaft (H<sub>2</sub> als Rohstoff und Energieträger)
- Klimaneutrale Prozesswärme
- Kohlenstoffwirtschaft
- Circular Economy
- Politischen, gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen





# Strategiezyklus Wärmewende

Sechs Schritte auf dem Weg zur klimaneutralen Wärmeversorgung





### Strategisches Commitment der

Geschäftsleitung zur Klimaneutralität





Strategische Vorstellung der Rolle des Unternehmens in einer klimaneutralen Wirtschaft

Ausreichende Datengrundlage zur

Energienutzung und -versorgung im Unternehmen (insb. Prozesswärme)



Schritt 6

#### Umsetzung

unter Orientierung am Vier-Stufen-Modell einer klimaneutralen Prozesswärmeversorgung

Schritt 4

Strategische Idee zur Wärmenutzung und

**-versorgung** und entsprechender Technologien in einer klimaneutralen Wirtschaft

Schritt 5

**Roadmap** für die unternehmensinterne Entwicklung zur klimaneutralen Wärmenutzung

Steigerung der Effizienz (Energie und Exergie)

z. B. Prozessoptimierungen, interne und externe Abwärmenutzung

+ 2 Erschließung erneuerbarer Wärmequellen

d. h. Solarthermie, Tiefengeothermie

⊥ 2 Elektrische Wärmeerzeugung (mit EE-Strom)

z. B. Elektrodenkessel, Induktion

+ 4. Alternative Energieträger (Grüner H<sub>2</sub>, Biomasse, Biomethan, synthetisches Methan, u. a.)

z. B. neuartige Brennertechnologien, Brennstoffzellen





Steigerung der Effizienz (Energie und Exergie)

z. B. Prozessoptimierungen, interne und externe Abwärmenutzung



X %
CO<sub>2</sub>-Vermeidung

(der direkten Emissionen)



Steigerung der Effizienz (Energie und Exergie)

z. B. Prozessoptimierungen, interne und externe Abwärmenutzung

+ 2 Erschließung erneuerbarer Wärmequellen

d. h. Solarthermie, Tiefengeothermie



X %
CO<sub>2</sub>-Vermeidung

(der direkten Emissionen)



Steigerung der Effizienz (Energie und Exergie)

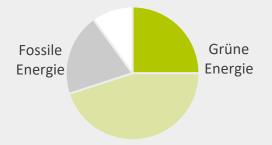
z. B. Prozessoptimierungen, interne und externe Abwärmenutzung

**→ 2** Erschließung erneuerbarer Wärmequellen

d. h. Solarthermie, Tiefengeothermie

**→ 2** Elektrische Wärmeerzeugung (mit EE-Strom)

z. B. Elektrodenkessel, Induktion



X %
CO<sub>2</sub>-Vermeidung
(der direkten Emissionen)



Steigerung der Effizienz (Energie und Exergie)

z. B. Prozessoptimierungen, interne und externe Abwärmenutzung

**→ 2** Erschließung erneuerbarer Wärmequellen

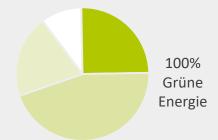
d. h. Solarthermie, Tiefengeothermie

+ 3 Elektrische Wärmeerzeugung (mit EE-Strom)

z. B. Elektrodenkessel, Induktion

+ 4. Alternative Energieträger (Grüner H<sub>2</sub>, Biomasse, Biomethan, synthetisches Methan, u. a.)

z. B. neuartige Brennertechnologien, Brennstoffzellen



100 % CO<sub>2</sub>-Vermeidung

(der direkten Emissionen)

### 1. Steigerung der Effizienz

### NRW.ENERGY 4CLIMATE

# Verringerung des eigenen Wärmebedarfs durch:



- Prozessoptimierung bzw. -umstellung (z. B. Absenkung der Temperaturen)
- Vermeidung bzw. Verminderung von Wärmeverlusten (z. B. Wärmedämmung)
- Rückführung der Abwärme in den Prozess (ggf. mittels HT-WP)
- Betriebsinterne Verwendung der Abwärme im Gebäudebereich (z. B. Erwärmung der Hallenluft)

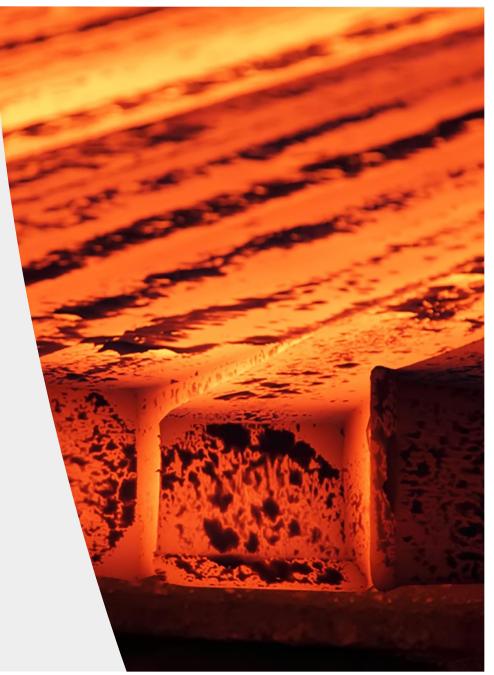


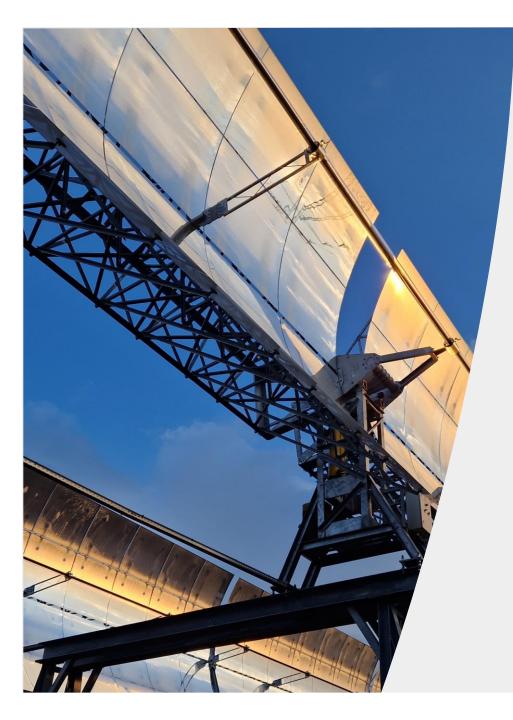
Oder anderweitige Nutzung von Abwärme:

- Umwandlung der Wärme in andere Energieformen (z. B. Verstromung)
- Einspeisen der Abwärme in ein Fernwärmenetz

# Transformation von Hochtemperaturprozesswärme

- Viele Optionen bzgl. Technologien und Energieträgern
  - Elektrifizierung (z. B. Widerstandserwärmung, induktive, konduktive, dielektrische sowie Infrarot-, Plasma- oder Lichtbogen-Verfahren)
  - Grüner Wasserstoff
  - Biomasse und Biogas
- Regionale Gegebenheiten berücksichtigen
  - Verfügbarkeit von Energieträgern mit den benötigten Anschlussleistungen vor Ort (Infrastrukturverfügbarkeit)
- Hilfreich: Hybridisierung und Flexibilisierung um auf begrenzte Mengen oder Kapazitäten von Strom oder Wasserstoff, sowie auf Preissignale der Energieträger flexibel reagieren können





# 2. Erschließung erneuerbarer Wärmequellen Solarthermie in der Industrie



### Im Betrieb unabhängig von Energiepreisen und -importen

- Kann (in Kombination mit einem Wärmespeicher) die Prozesswärmebereitstellung bis über 400°C unterstützen
- Baustein auch in unseren Breitengraden **bis ca. 250 °C** (100 % Deckungsgrad wegen Fluktuation nicht möglich)
- Besonders relevant: Flächenverfügbarkeit (Anlage, Speicher, Leitungsnetz)
  - evtl. Nutzung von Dachflächen oder Aufständerung mit Co-Nutzung

# 3. Elektrische Wärmeerzeugung Die Hochtemperatur-Wärmepumpe



Direktelektrische Wärmeerzeugung (PtH)



Wärme aus Wasserstoff (PtGtH)



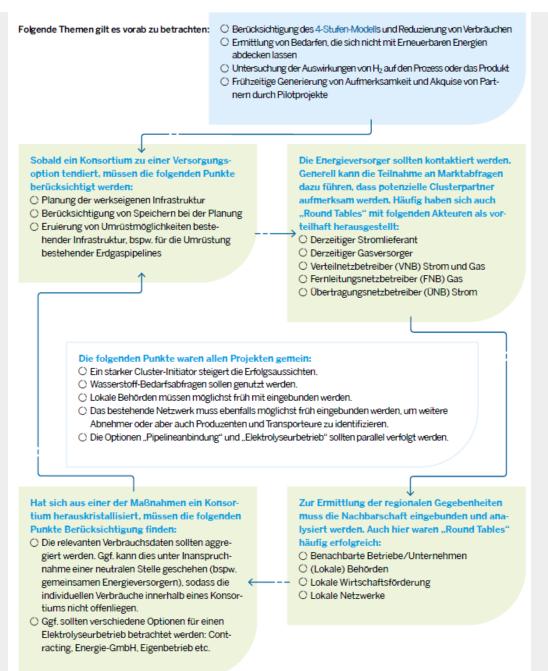
Wärme aus synthetischem Methan (PtGtH)



- Technisch lässt sich die gesamte Wärmenachfrage bis 200 °C durch Wärmepumpen decken
- Generell ist die Wärmepumpe nicht als eine isolierte Technologie zu verstehen, sondern muss immer in Kombination mit anderen Technologien betrachtet werden.
  - erneuerbarer Wärmequellen z. B. Geothermie, (konzentrierende) Solarthermie, industrielle Abwärme
  - Kombination mit Wärmespeichertechnologien (Saisonal-/ Tagesspeicher)

# 4. Alternative Energieträger Wasserstoffversorgung

- Individuelles Vorgehen für jedes Projekt notwendig
- Optionen
  - Pipelineanschluss
  - Elektrolyseur
  - Einzellösung
  - Clusterlösung





# Transformationspfade für eine klimaneutrale Industrie



### Kohlenstoffwirtschaft

NRW hat einen hohen industriellen Ressourcenbedarf. Eine Dekarbonisierung ist nicht überall möglich, da **Kohlenstoff** bei einigen Prozessen **als Rohstoff** benötigt wird, z. B. in der:

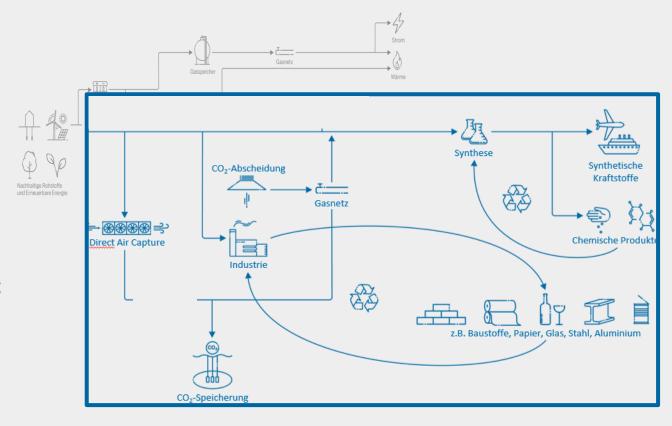
- Chemieindustrie
- Metallurgie

Dieser Kohlenstoffbedarf muss mit Alternativen zu fossilem Kohlenstoff nachhaltig gedeckt werden. **Zukunftsfähige C-Quellen** sind Sekundärmaterialien, Biomasse und CO<sub>2</sub>. Hierfür wird eine **CO<sub>2</sub>-Wirtschaft mit geeigneter Transportinfrastruktur** benötigt.

Industrien mit rohstoffbedingten CO<sub>2</sub>-Mengen z. B.:

- Glasindustrie
- Kalk- und Zementindustrie

Für überschüssige CO<sub>2</sub>-Mengen wird eine CO<sub>2</sub>-Speicherung benötigt.



### Nachhaltiger Einsatz von Biomasse

### Biogener Kohlenstoff als Feedstock für die Industrie



#### Biomasse ist limitiert.

Die Bereitstellung von **biogenem Kohlenstoff** sollte nicht direkt durch Anbaupflanzen, sondern durch **Nebenprodukte und Rückstände** erfolgen.

### Vorgehensweise:

- ✓ Ist der Einsatz von Biomasse notwendig?
- ✓ Identifizieren geeigneter biogener Reststoffe /
   Prozessmaterialien inkl. 1. Preisabschätzung
- ✓ Technische Prüfung geeigneter Materialien
- ✓ Analyse der Verfügbarkeit und Kosten
- ✓ Skalierung: Teil- oder Voll-Substitution
- ✓ Langfristige Lieferverträge
- ✓ Produktzertifizierung
- ✓ Marketing und Mehrerlöse durch grünesProdukt

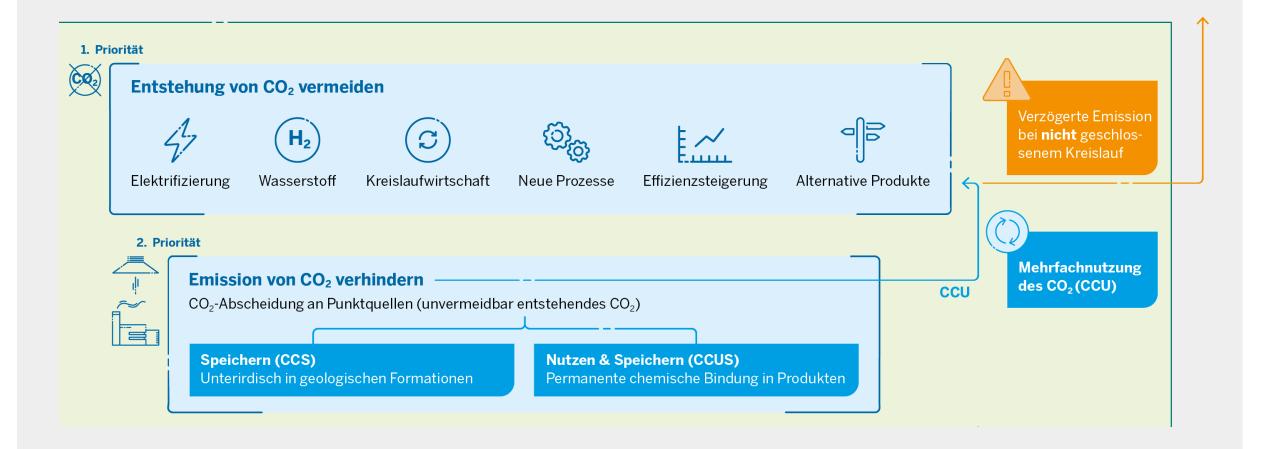
#### **Biomasse-Nutzungshierarchie** Strukturelle Anbaupflanzen Nutzung - Konstruktionsmaterialien & Möbelbau - Papier und Zellstoff - Textilfasern & Kleidung Stoffliche Nebenprodukte und Rückstände z. B. Stroh, Biogas Nutzung - Feedstock für chemische Industrie AUFRERFITLING - Kohlenstoffquelle zur Herstellung von z. B. Biokohle Werkstoffeigenschaften (z. B. in der Metallurgie) **Energetische** Biogenes CO2 als BECCU an nachhaltige C-Quelle Punktquellen Abfälle z. B. Altholz, Klärschlamn Nutzung - Hochtemperaturwärme (vor Niedertemperaturwärme) Negative BECCS an - Kraftstoffe für Flug- und Seeverkehr Emissionen - KWK (gleichzeitige Strom- und Punktauellen Wärmeerzeugung) klimaschädlicher Emissionen Emissionen (z. B. GWP in CO24g CO2 < H2 < CH4 < N2O)

Die Grafik stellt ein vereinfachtes Schema dar und hat keinen Anspruch auf Vollständiekeit



### NRW.ENERGY 4CLIMATE

### Eine industrielle Carbon Management Hierarchie



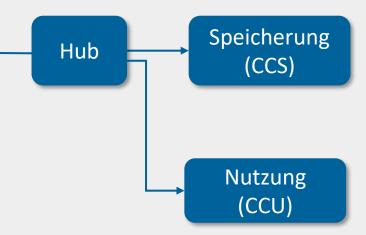
# Eckpunkte Carbon Management-Strategie und Gesetzesänderung des Kohlendioxidspeicherungsgesetzes

Zwischen-

lagerung



- Offshore-Speicherung in der AWZ vorangetrieben (Bundesrecht)
- Onshore-Speicherung ermöglicht (Landesrecht)
- keine Speicherpotenziale in NRW



• Erlaubt: Alle Quellen außer Kohlekraftwerke

Abscheidung &

Konditionierung

 Gefördert: schwer vermeidbare CO<sub>2</sub>-Quellen (zunächst v. a. Kalk, Zement, therm. Abfallvert.) • Multimodaler Transport

Privatwirtschaftlich betriebene Pipelines

Transport über Straße,

Schiene oder Wasserstraße

Einspeisung in ein CO<sub>2</sub>-Netz

 grenzüberschreitender Transport und Speicherung in ausländischen Speicherstätten soll zügig ermöglicht werden

 Vision für CO<sub>2</sub>-Nutzung in Deutschland noch offen

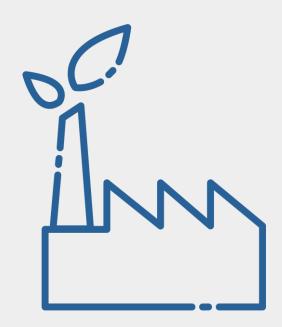


# Was können Sie als Unternehmen jetzt tun?

# Transformationskonzepte und Projektentwicklung



- Ganzheitliche Transformationskonzepte für einzelne Produktionsprozesse voranbringen
  - Potenzial eigene Energiebereitstellung analysieren
  - Prozesswärme- und andere Energiebedarfe analysieren
  - Kohlenstoffbedarfe und nicht-fossile Kohlenstoffquellen identifizieren
  - Schwer vermeidbare (fossile) und biogene Emissionen identifizieren
- Projekte entwickeln, die politisch unterstützt werden und absehbar ein Geschäftsmodell haben
  - Erneuerbare Wärmequellen und Elektrifizierung first
  - Fossiles CO₂ → Speicherung (geologisch oder permanent in Produkten)
  - Biogenes CO₂ → Speicherung oder Nutzung
- Technologiescreening & -weiterentwicklung



# Projektumsetzung vorbereiten





- Starke Partner entlang der Lieferkette finden
  - Anlagenbau, Infrastrukturbetreiber (Stromtrassen, Pipeline, Schiff, Bahn),
     CO<sub>2</sub>-Speicherbetreiber (anfangs international) oder CO<sub>2</sub>-Nutzer



- Regionale Akteure einbinden
  - Landes-, Regional- und Kommunalpolitik an Bord holen
  - Genehmigungsbehörden vorbereiten
  - Regionalen Diskurs mit verschiedenen Stakeholdern führen
  - Transparenz zu Transformationspfaden, Technologien sowie zukünftigen Energie- und Infrastrukturbedarfen schaffen



### Mehr Informationen



Publikationen: <a href="https://www.energy4climate.nrw/publikationen">https://www.energy4climate.nrw/publikationen</a>

Praxisbeispiele: <a href="https://www.energy4climate.nrw/industrie-produktion/praxisbeispiele-industrietransformation">https://www.energy4climate.nrw/industrie-produktion/praxisbeispiele-industrietransformation</a>

Kontakt: <a href="mailto:industrie@energy4climate.nrw">industrie@energy4climate.nrw</a>



### Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Sophie Pathe sophie.pathe@energy4climate.nrw

NRW.Energy4Climate GmbH Kaistraße 5, 40221 Düsseldorf

**Picture credits:** © NRW.Energy4Climate © iStock.com-Strekalova, © iStock.com-betoon, © iStock.com-kodda