Optimierung und Bewertung von Prozessketten zur chemischen CO_2-Verwertung für die Emissionsminderung in der Zementindustrie

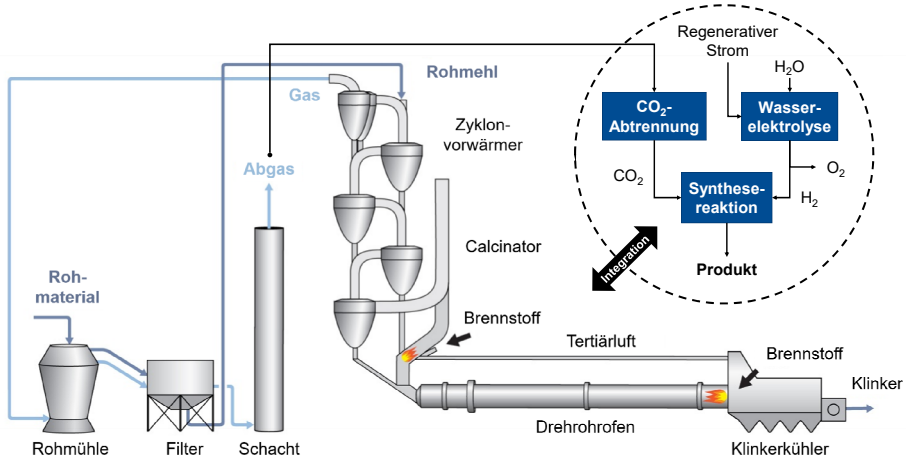
S. Meschede[1], B. Wölk[1], K. Fleiger[2], V. Erfurt[2], S. Haep[1], V. Hoenig[2]

1) Institut für Energie- und Umwelttechnik e. V. (IUTA), Bliersheimer Straße 58-60, 47229 Duisburg, Deutschland

2) VDZ Technology gGmbH, Toulouser Allee 71, 40476 Düsseldorf, Deutschland

Motivation

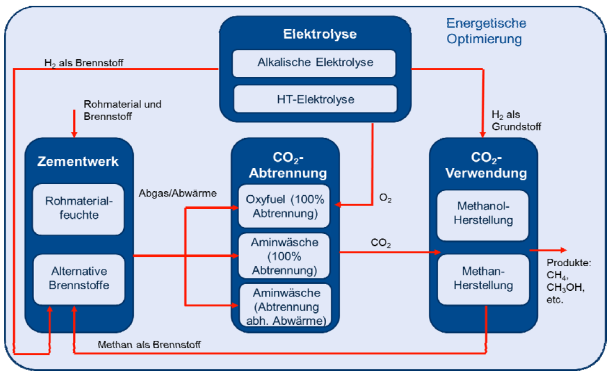
- Die Zementindustrie verursacht ca. 2-3% der deutschen CO_2-Emissionen (Global: 7%) und hat daher einen erheblichen Einfluss auf die globale Erderwärmung
- Zementbetreiber sind aus politischer und ökologischer Sicht dazu angehalten, Maßnahmen zur CO_2-Reduktion in die Wege zu leiten
- Um die Zementindustrie klimaneutral zu gestalten, ist die Abscheidung von CO_2 und dessen Speicherung oder Nutzung notwendig
- Die Kopplung von Power-to-X-Technologien und CCU-Technologien (Carbon Capture and Usage) ermöglicht die Verwertung des abgeschiedenen CO_2 mithilfe von regenerativen Wasserstoff zu höherwertigen Kohlenwasserstoffen



Reproduziert aus:
H. Hoppe et al. (2018): D4.5 Retrofitability study for CO_2 capture technologies in cement plants. CEMCAP 641185, Düsseldorf
Verfügbar unter: https://www.sintef.no/projectweb/cemcap/results/

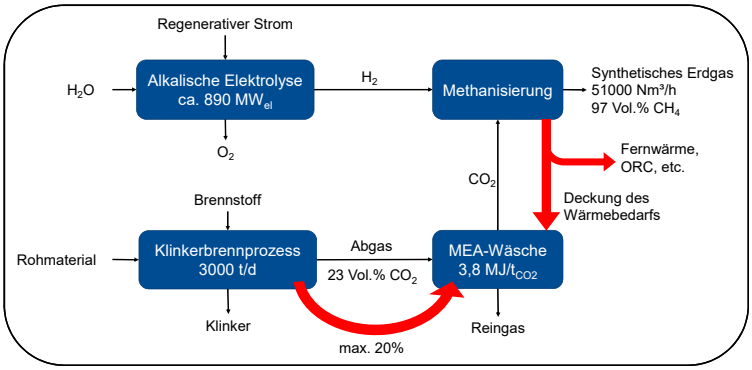
Methodik und Ergebnisse

Ausgewählte Technologien / Szenarien



- Betrachtung von Technologien mit hohem technologischen Reifegrad (TRL) zur möglichst schnellen und zuverlässigen Integration im Zementwerk:
  - Methanisierung (TRL 8-9)
  - Methanolsynthese, CO_2-basiert (TRL 8-9)
  - Alkalische Elektrolyse (TRL 9)
  - Aminwäsche, Monoethanolamin (TRL 9)
- Alternative Technologien mit geringerem TRL, aber hohem wirtschaftlichen und/oder synergetischem Potenzial:
  - Hochtemperaturelektrolyse (TRL 6)
  - Oxyfuel-Prozess (TRL 6)

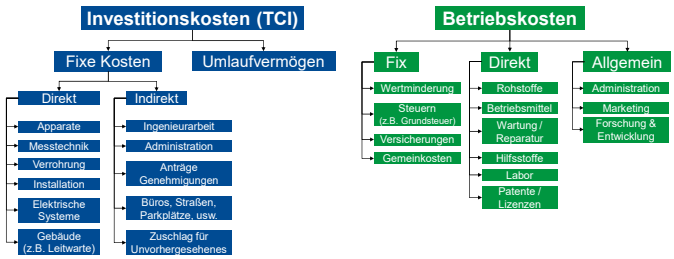
- Als Referenzanlage wird ein Zementwerk mit einer Produktionskapazität von 3000 t/d betrachtet
- Definition von Szenarien aus Basis der ausgewählten Technologien
- Szenario 1 beinhaltet die Prozesskette mit möglichst hohem TRL:
  Konventioneller Anlagenbetrieb / Alkalische Elektrolyse / MEA-Wäsche / Methanisierung



- Erzeugung von synthetischem Erdgas mit Gasnetzqualität
- Durch Wärmeintegration kann der Energiebedarf der MEA-Wäsche vollständig gedeckt werden

Ausblick

Kosten- und Investitionsrechnung



Turton, Richard (2012): Analysis, synthesis, and design of chemical processes. Unter Mitarbeit von Richard Turton. 4th ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

Peters, Max Stone; Timmerhaus, Klaus D.; West, Ronald E. (2006): Plant Design and Economics for Chemical Engineers. S. ed, international ed. 2004.

Bereitstellung der Ergebnisse im Rahmen eines Berechnungstools als Entscheidungsgrundlage für die zukünftige Strategieentwicklung

Eingabe-Ebene
Anlagendaten:
- Spez. CO_2-Emissionen
- Therm. Energiebedarf
- Verfügbare Abwärme (inkl. Temperaturniveau)
- Substitutionsrate
- Ausschlusskriterien für
- …

Berechnungs-Ebene
- Wärmebedarf
- Elektrischer Energiebedarf
- Investitionskosten Elektrolyse/CO_2-Abscheidung/Synthese-anlagen.
- Betriebskosten
- …

Ausgabe-Ebene
CO_2-Minderungspotenzial:
- spez. CO_2 vermieden
- spez. CO_2 emittiert
- Spez. CO_2 in Speicherung

Wirtschaftlichkeit:
- SPECCA
- Zusätzliche Kosten

Produkt:
- Art und Menge

Das IGF-Vorhaben 19742 N der Forschungsvereinigung Umwelttechnik wird über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

iuta.de