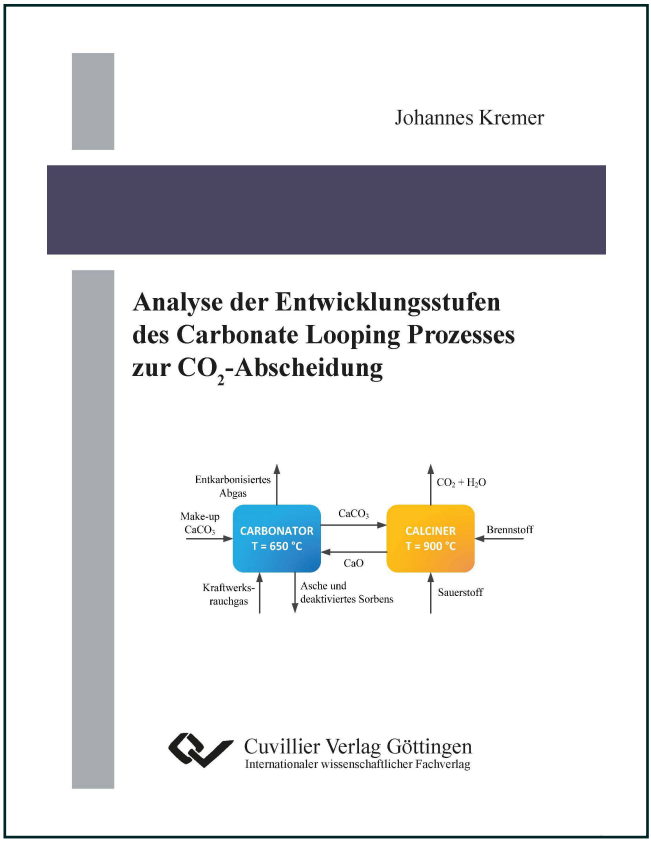
Johannes Kremer (Autor)

Analyse der Entwicklungsstufen des Carbonate Looping Prozesses zur CO2-Abscheidung



https://cuvillier.de/de/shop/publications/6621

Copyright:
Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentzsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen, Germany
Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: info@cuvillier.de, Website: https://cuvillier.de

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis ..... **I**

Abbildungsverzeichnis ..... **IV**

Tabellenverzeichnis ..... **VI**

Abkürzungen ..... **VIII**

Nomenklatur ..... **XII**

Anhang ..... **XV**

1 Einleitung **1**

2 Hintergrund und Motivation **3**

2.1 Energiebedarf und CO_2-Emissionen 3

2.2 Anthropogener Treibhauseffekt und globale Erderwärmung 7

2.3 Strategien zur Verringerung des Ausstoßes klimarelevanter Emissionen 9

2.4 Gliederung der Arbeit 12

3 Carbon Capture and Storage **14**

3.1 Grundlagen CCS 14

3.1.1 Potential und Auswirkung von CCS 15

3.1.2 CCS-Gesetzgebung 17

3.1.3 Kosten für CCS 18

3.2 Verfahren zur CO_2-Abscheidung – Überblick und Anforderungen 19

3.3 Oxyfuel-Verbrennung 22

3.3.1 Verbrennung mit gasförmigem Sauerstoff 22

3.3.2 Chemical Looping 25

3.4 Pre-Combustion-Verfahren 27

3.5 Post-Combustion-Verfahren 29

3.5.1 Aminwäsche 30

3.5.2 Alternative Post-Combustion-Verfahren 32

3.6 Carbonate Looping 33

3.6.1 Verfahrenstechnische Prozessgrundlagen 33

3.6.2 Make-up und Sorbenzien 37

3.6.3 Grundlagen der Wirbelschichttechnik 41

3.6.4 Potential 45

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.

3.7 Transport von CO_2 ... 47
3.8 Verwertung und Lagerung von CO_2 ... 48
3.8.1 Industrielle Nutzung und stoffliche Verwertung ... 49
3.8.2 Geologische Speicherung ... 51
3.9 Öffentliche Akzeptanz ... 52

4 Vorindustrielle Entwicklungsstufen des Carbonate Looping Prozesses ... 54
4.1 Carbonate Looping Versuchsanlagen ... 55
4.2 1 MW_{th} Carbonate Looping Versuchsanlage ... 56
4.2.1 Auslegung und Aufbau ... 56
4.2.2 Versuchsdurchführung und Ergebnisse ... 59

5 Entwicklung einer Carbonate Looping Pilotanlage ... 68
5.1 Auslegung und Anlagenschaltung ... 69
5.1.1 Referenz- bzw. Host-Kraftwerk ... 70
5.1.2 Prozesstechnische Auslegung der Carbonate Looping Pilotanlage ... 77
5.1.3 Änderungen gegenüber 1 MW_{th}-Versuchsanlage ... 85
5.2 Prozessberechnungen ... 91
5.2.1 Aspen Plus® Simulationsmodell ... 91
5.2.2 Lastfälle ... 95
5.2.3 Ergebnisse Carbonate Looping Normbetrieb ... 98
5.2.4 Wärmetechnische Integration Pilotanlage in Block 6 ... 103
5.2.5 Ergebnisse wärmetechnische Integration Normbetrieb ... 106
5.2.6 Ergebnisse Teillastbetrieb ... 108

6 Optimierung der Carbonate Looping Pilotanlage ... 113
6.1 Wärme- und prozesstechnische Optimierung der Pilotanlage ... 113
6.1.1 Anwendung aller Optimierungsmöglichkeiten – vollständig wärme- und prozesstechnisch optimierte Pilotanlage (*OPT1*) ... 120
6.1.2 Optimierte Anlage ohne Make-up-Vorwärmung (*OPT2*) ... 124
6.1.3 Optimierte Anlage ohne Make-up-Vorwärmung, 85 % CO_2-Abscheidung in Carbonator (*OPT3*) ... 125
6.1.4 Optimierte Anlage ohne interne Feststoff- und ohne Make-up-Vorwärmung (*OPT4*) ... 126
6.2 Modifikation der Dampfeinbindung in Block 6 ... 127
6.2.1 Optimierte Anlage ohne Make-up-Vorwärmung, Dampfeinbindung in Frischdampfleitung (*OPT2-FD*) ... 130
6.2.2 Optimierte Anlage ohne interne Feststoff- und ohne Make-up-Vorwärmung, Dampfeinbindung in Frischdampfleitung (*OPT4-FD*) ... 131

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.

7 Carbonate Looping an steinkohlegefeuerten Großkraftwerken 132

7.1 CO_2-Abtrennung aus dem Rauchgas von Block 6 133

7.1.1 Gemäß *OPT2* optimierte Carbonate Looping Großanlage zur Entkarbonisierung des kompletten Rauchgasstroms von Block 6 (*OPT2-Bl.6*) 134

7.1.2 Gemäß *OPT4* optimierte Carbonate Looping Großanlage zur Entkarbonisierung des kompletten Rauchgasstroms von Block 6 (*OPT4-Bl.6*) 135

7.1.3 Sensitivitätsanalyse der Carbonate Looping Verstromungseffizienz 137

7.2 CO_2-Abtrennung aus dem Rauchgas von Block 9 141

7.2.1 Gemäß *OPT2* optimierte Carbonate Looping Großanlage zur Entkarbonisierung des kompletten Rauchgasstroms von Block 9 (*OPT2-Bl.9*) 142

7.2.2 Gemäß *OPT4* optimierte Carbonate Looping Großanlage zur Entkarbonisierung des kompletten Rauchgasstroms von Block 9 (*OPT4-Bl.9*) 145

8 Carbonate Looping an einer Abfallverbrennungsanlage 148

8.1 Grundlagen der Abfallverbrennung 148

8.2 Referenz-Abfallverbrennungsanlage 151

8.3 Nicht ausgeschöpfte Potentiale der thermischen Abfallverwertung, effizientere energetische Nutzung des Abfalls zur Stromerzeugung 152

8.4 Referenz-Abfallverbrennungsanlage mit CO_2-Abscheidung mittels Carbonate Looping 154

8.4.1 Abfallgefeuerter Calciner 156

8.4.2 Kohlegefeuerter Calciner 166

9 Zusammenfassung und Ausblick 172

Literaturverzeichnis XVI

Anhang XXVII

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.