

Umweltforschungsplan
des Bundesministeriums für Umwelt,
Naturschutz und Reaktorsicherheit

Chemische Industrie, Energieerzeugung

Förderkennzeichen 370846300

Stand der Technik von Kraftwerken mit Abscheidung von CO₂
Abschlussbericht

von
Prof. Dr.-Ing. Alfons Kather,
Dipl.-Ing. Sven Kownatzki
und
Dipl.-Ing. Benedikt Paschke

Institut für Energietechnik
Technische Universität Hamburg-Harburg

Institutsleiter
Prof. Dr.-Ing. Alfons Kather

IM AUFTRAG
DES UMWELTBUNDESAMTES

November 2009

Berichts-Kennblatt

1. Berichtsnummer UBA FB 370846300	2.	3.
4. Titel des Berichts Stand der Technik von Kraftwerken mit Abscheidung von CO ₂		
5. Autor(en), Name(n), Vorname(n) Prof. Dr. Kather, Alfons Kownatzki, Sven Paschke, Benedikt	8. Abschlussdatum 30.11.2009	
	9. Veröffentlichungsdatum	
6. Durchführende Institution (Name, Anschrift) Institut für Energietechnik Technische Universität Hamburg-Harburg Denickestr. 15 21073 Hamburg	10. UFOPLAN-Nr. 370846300	
	11. Seitenzahl VII + 117	
	12. Literaturangaben 122	
7. Fördernde Institution (Name, Anschrift) Umweltbundesamt Postfach 1406 06813 Dessau-Roßlau	13. Tabellen und Diagramme 13	
	14. Abbildungen 15	
15. Zusätzliche Angaben		
16. Zusammenfassung Zurzeit werden diverse Verfahren zur CO ₂ -Abscheidung aus Kraftwerksprozessen untersucht. In Verbindung damit sind auch neue Kraftwerkskonzepte in Vorbereitung. In diesem Bericht werden für die drei Technologierouten Post Combustion Capture, Oxyfuel und Pre Combustion Capture die Quellen für mögliche Umweltbelastungen bei der Verbrennung von Kohle identifiziert und beschrieben. Dazu werden die den jeweiligen Prozess verlassenden Stoffströme untersucht. Diese weisen prozessbedingt im Vergleich zu den Stoffströmen herkömmlicher Kraftwerke teilweise erheblich abweichende Zusammensetzungen auf. Ziel dieser Studie ist die Ermittlung der relevanten Quellen von Umweltbelastungen von Kraftwerken mit CO ₂ -Abscheidung, sowie eine Ersterhebung des derzeitigen Standes der Technik wesentlicher Komponenten solcher Kraftwerke. Daran anschließend wird ein Vorschlag für ein Messprogramm an Pilot- und Demoanlagen gemacht.		
17. Schlagwörter: CO ₂ , CCS, Post Combustion, Oxyfuel, Pre Combustion, Stand der Technik		
18. Preis	19.	

Report Cover Sheet

1. Report No. UBA-FB 370846300	2.	3.
4. Report Title State of the Technology of CCS Power Plants		
5. Autor(s), Family Name(s), First Name(s) Prof. Dr. Kather, Alfons Kownatzki, Sven Paschke, Benedikt	8. Report Date 30.11.2009	
	9. Publication Date	
6. Performing Organisation (Name, Address) Institute of Energy Systems Hamburg University of Technology Denickestr. 15 21073 Hamburg, Germany	10. UFOPLAN-Ref. No. 370846300	
	11. No. of Pages VII + 117	
	12. No of References 122	
7. Funding Agency (Name, Address) Umweltbundesamt (Federal Environment Agency) Postfach 1406, 06813 Dessau-Roßlau	13. No. of Tables, Diagrams 13	
	14. No. of Figures 15	
15. Supplementary Notes		
16. Abstract At present several methods for capturing CO ₂ from power plant processes are being investigated. In connection with this new field of research new power plant concepts are being developed. This paper is the abstract of the study "state of the technology of power plants with separation of CO ₂ ". In the study the possible emission sources of the technologies post combustion, oxyfuel and pre combustion are identified and described. The focus lies on coal fired plants. The mass flows leaving the respective process are investigated. In comparison to conventional power plants these mass flows partially show big differences in composition. The aim of this study is to identify the relevant emission sources from power plants with CO ₂ capture. Furthermore, an initial survey of the current state of the technology of major components of such power plants is given. Also a proposal for a monitoring program for pilot and demonstration plants is given		
17. Keywords: CO ₂ , CCS, Post Combustion, Oxyfuel, Pre Combustion, State of the Technology		
18. Price	19.	

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	iv
Tabellenverzeichnis	v
Symbolverzeichnis	vi
1 Einleitung.....	1
2 F&E Aktivitäten von Wissenschaft und Industrie	3
2.1 Übergeordnete Initiativen	3
2.2 Länderinitiativen	5
3 Projekte.....	11
3.1 Post Combustion Capture	11
3.1.1 Außereuropäische Aktivitäten	11
3.1.2 Europäische Projekte.....	13
3.1.3 Projekte in Deutschland	16
3.2 Oxyfuel	18
3.2.1 Außereuropäische Aktivitäten	18
3.2.2 Europäische Projekte.....	19
3.2.3 Deutsche Projekte.....	21
3.3 Pre Combustion Capture	23
3.3.1 Außereuropäische Aktivitäten	24
3.3.2 Europäische Projekte.....	24
3.3.3 Projekte in Deutschland	26
4 Post Combustion Capture.....	29
4.1 Reingas an die Atmosphäre	34
4.1.1 Degradation von MEA durch Oxidation.....	37
4.1.2 Degradation von MEA durch thermische Belastung.....	39
4.1.3 Degradation von MEA durch Bildung temperaturbeständiger Salze	40
4.2 Wasser aus dem Rauchgaskühler und der SO _x -Feinreinigung	41
4.3 Rückstände aus einem thermischen Reclaimer	41
4.4 Kondensat aus der Verdichterzwischenkühlung.....	43

4.5	Filter	44
4.6	Abgeschiedener CO ₂ -Strom	44
4.7	CO ₂ -Wäschen mit Aminosäuresalzen	44
4.8	CO ₂ -Wäschen mit Ammoniak	45
4.9	CO ₂ -Wäschen mit Karbonaten	48
4.10	Zusammenfassung Post Combustion Capture	49
5	Oxyfuel.....	52
5.1	Kesselasche	57
5.2	Flugasche	57
5.3	REA-Gips	58
5.4	REA-Prozesswasser.....	59
5.5	Wasserabscheidung nach REA.....	59
5.6	Kondensate aus den Kühlern des Rauchgasverdichters	60
5.7	Restgas	60
5.8	Abgeschiedener CO ₂ -Strom	62
5.9	Alternative Oxyfuel-Prozesse	64
5.9.1	Halbgeschlossener Oxyfuel-Gas-und-Dampf-Kombiprozess	64
5.9.2	OXYCOAL-AC	65
5.9.3	Chemical Looping Combustion Oxyfuel-Prozess	66
5.10	Zusammenfassung Oxyfuel.....	67
6	Pre Combustion Capture.....	69
6.1	Schlacke / (ggf. Asche).....	73
6.2	Schwefelaufbereitung	73
6.3	Rauchgas zur Atmosphäre	73
6.3.1	Schwefeloxide.....	74
6.3.2	Stickoxide.....	76
6.3.3	Kohlenmonoxid	81
6.3.4	Staub	82
6.3.5	Sonstiges	84
6.4	Abgeschiedener CO ₂ -Strom	85
6.4.1	Purisol®	85
6.4.2	Selexol™	87