Gonschorek, S.; Hellfritsch, S.; Weigl, S.; Gampe, U.: Entwicklungsstand des Oxyfuel-Prozesses für Braunkohlekraftwerke. In: Kraftwerkschemisches Kolloquium. Zittau, 2006
Kraftwerkschemisches Kolloquium, 26. / 27. September 2006, Zittau

Entwicklungsstand des Oxyfuel-Prozesses für Braunkohlekraftwerke

S. Gonschorek, S. Hellfritsch, S. Weigl, U. Gampe; Technische Universität Dresden, Institut für Energietechnik, Professur für Kraftwerkstechnik

1 Einleitung

Im Zuge weltweiter Klimaschutzbemühungen wird neben anderen Maßnahmen auch die CO_2-Abscheidung aus Kraftwerken mit anschließender klima-unwirksamer Speicherung als möglicher, kurz- bis mittelfristig realisierbarer Beitrag angesehen. Ein effizientes Verfahren zur Abscheidung des CO_2 aus Kohlekraftwerken ist der Oxyfuel-Prozess.
In diesem Beitrag wird der Entwicklungsstand dieser Technologie für den Brennstoff Braunkohle anhand aktueller Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt ADECOS vorgestellt. Neben einem Überblick über die Forschungsinhalte und der Vorstellung eines Gesamtkonzepts für ein Oxyfuel- Braunkohlekraftwerk wird detailliert auf die Rauchgas-behandlung und notwendige Aufbereitung des CO_2 eingegangen.

2 CO_2-Abscheidung mittels Oxyfuel-Technologie

Das Grundprinzip eines Oxyfuel-Prozesses ist die Verbrennung mit reinem Sauerstoff anstelle von Luft. Durch den fehlenden Luftstickstoff verringert sich die Rauchgasmenge und der CO_2-Gehalt im Rauchgas steigt bis auf 80 %. Der verbleibende Rest ist hauptsächlich Wasserdampf. Dies sind optimale Bedingungen für die Abscheidung von reinem CO_2, welches transportiert und geologisch eingelagert werden kann.
Um die stark ansteigenden Verbrennungstemperaturen zu begrenzen, müssen bis zu 75 % des Rauchgases in die Brennkammer zurückgeführt werden. Das verbleibende Rauchgas wird abgekühlt, wobei Wasserdampf zum größten Teil auskondensiert. Zusätzlich müssen gasförmige Verunreinigungen wie N_2, O_2, Ar und SO_x abgeschieden werden, um das CO_2 verdichten, transportieren und speichern zu können (Bild 1).

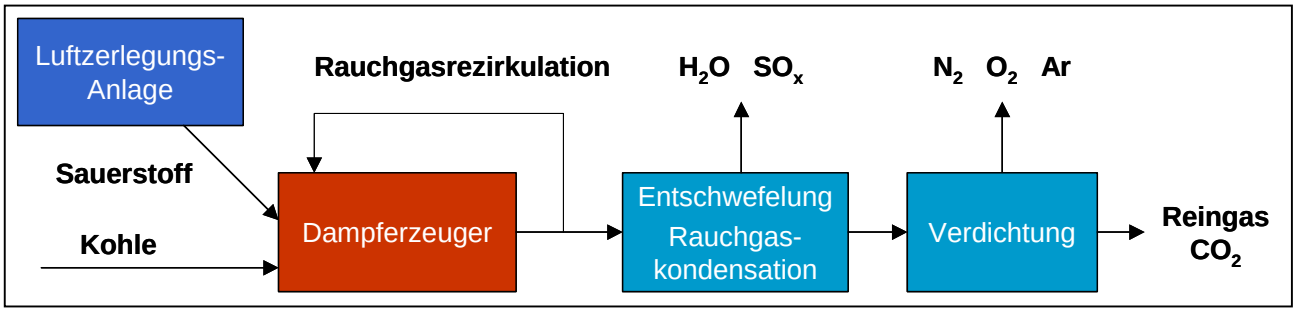

Bild 1 Prinzipschaltbild eines kohlebefeuerten Oxyfuel-Prozesses mit CO_2-Abscheidung

3 Kurzvorstellung des Verbundforschungsprojekts ADECOS

Das Forschungsprojekt ADECOS im Rahmen der COORETEC-Initiative des BMWi wird von insgesamt 9 Partnern aus Forschung und Industrie getragen. Hauptziel ist die technisch-wirtschaftliche Bewertung des Oxyfuel-Prozesses mit CO_2-Abscheidung für Braun- und Steinkohlekraftwerke.
Im folgenden wird kurz auf die für den Brennstoff Braukohle relevanten Forschungsinhalte eingegangen, welche an der TU Dresden bearbeitet werden.

3.1 Versuche an einer 50-kW-Versuchsstaubfeuerung und numerische Simulation

Für die Ermittlung wichtiger feuerungstechnischer Parameter und die Validierung numerischer Verbrennungssimulationen existiert an der TU Dresden eine auf Oxyfuel umgerüstete Staubfeuerungs-Versuchsanlage mit einer thermischen Leistung von 50 kW.

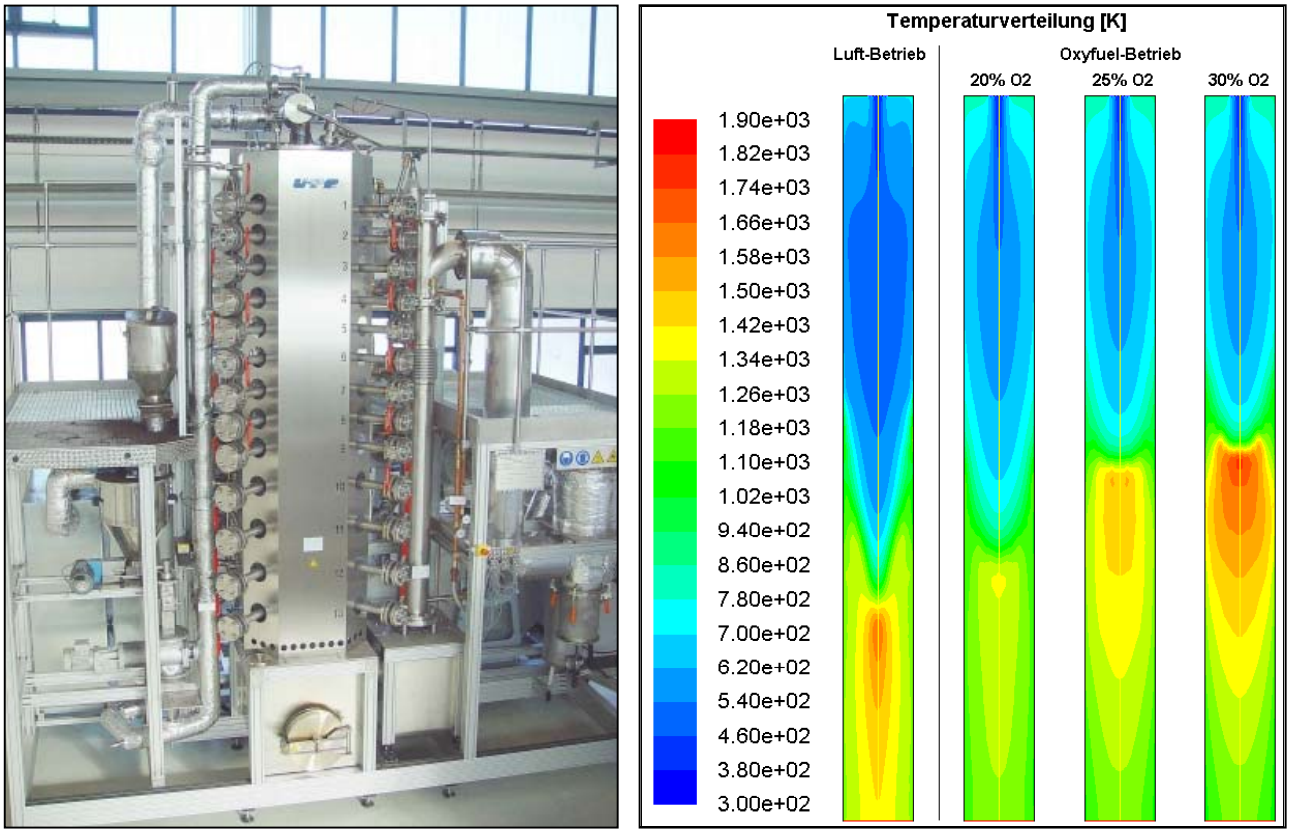

Bild 2 50-kW-Versuchsstaubfeuerung und erste Simulationsergebnisse (aus [5])

Als Brennstoff dient Braunkohlenstaub, welcher in der senkrecht angeordneten Brennkammer mit Sauerstoff und rezirkuliertem Rauchgas verbrannt wird. Ebenso ist jedoch auch eine konventionelle Verbrennung mit Luft möglich. Mittels spezieller Sonden besteht die Möglichkeit, axiale und radiale Temperatur- und Konzentrationsprofile aufzunehmen. Parallel zu den experimentellen Untersuchungen werden die Verbrennungsvorgänge mit dem Code FLUENT® simuliert.

3.2 Optimierung und Vergleich verschiedener Dampferzeugertypen für Oxyfuel

In Zusammenarbeit mit der Industrie werden an der TU Dresden neben dem Dampfererzeuger mit Staubfeuerung auch die zirkulierende Wirbelschichtfeuerung und die Schmelzkammerfeuerung auf ihre Eignung für den Oxyfuel-Prozess untersucht. Die einzelnen Varianten werden optimiert und anschließend einem gemeinsamen Vergleich unterzogen.

3.3 Rauchgasbehandlung für den Oxyfuel-Prozess

Der Oxyfuel-spezifischen Rauchgasbehandlung sind im Projekt ADECOS zwei eigene Arbeitspakete gewidmet. Auf diese wird in Abschnitt 5 noch näher eingegangen.

3.4 Optimierung und Bewertung eines Oxyfuel-Braunkohlekraftwerksblocks

Der in Abschnitt 4 beschriebene Oxyfuel-Kraftwerksblock mit CO_2-Abscheidung wird an der TU Dresden hinsichtlich Wirkungsgrad und Kostenersparnis optimiert. Anschließend erfolgt eine Bewertung anhand aktueller wirtschaftlicher Rahmenbedingungen.

4 Beschreibung eines Oxyfuel-Kraftwerkskonzepts für Braunkohle

Der im Rahmen von ADECOS untersuchte Braunkohlekraftwerksblock hat eine Generatorleistung von 1000 MW und soll das abgeschiedene CO_2 in gereinigter und verdichteter Form zur Verfügung stellen. Der Referenzbrennstoff und die Wahl der übrigen Randbedingungen entsprechend einem typischen Standort im Binnenland. Bild 3 vermittelt eine Übersicht der Anlagenkonfiguration.

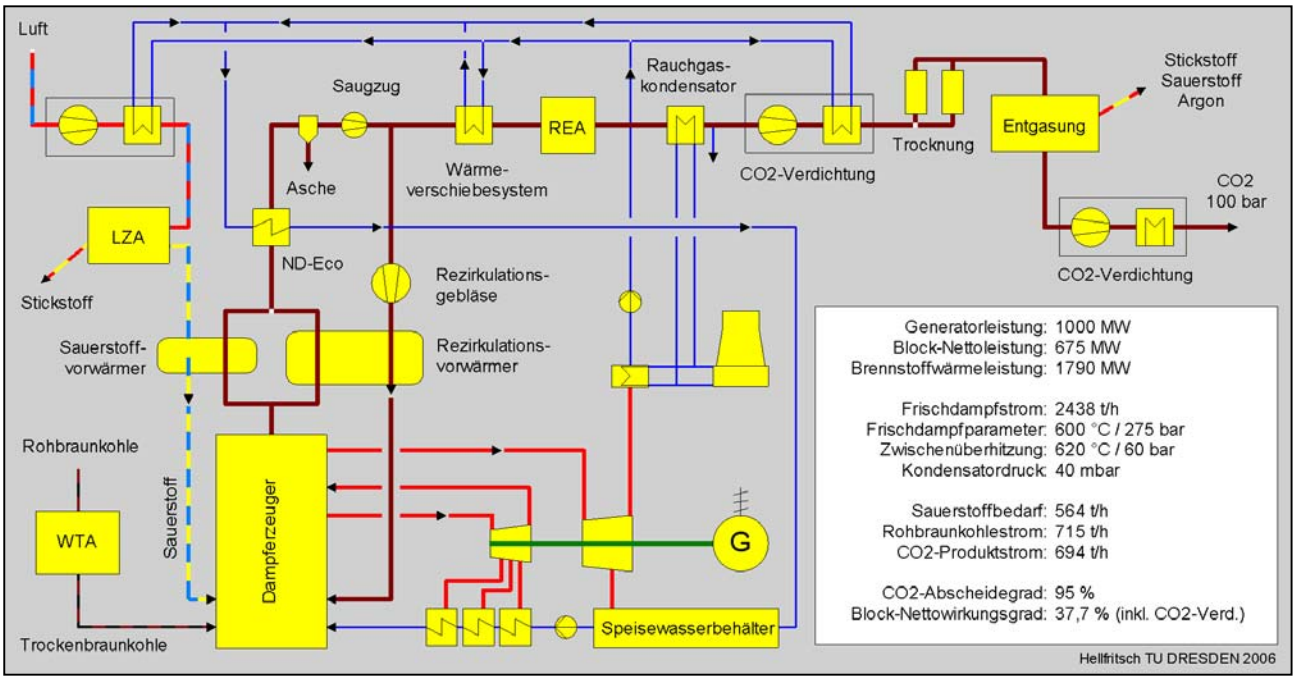

Bild 3 Fließschema des Oxyfuel-Kraftwerksblocks

4.1 Sauerstofferzeugung

Der Sauerstoff für den Oxyfuel-Kraftwerksblock wird in vier kryogenen Luftzerlegungsanlagen mit einer Kapazität von je 100000 Nm³/h erzeugt. Andere Verfahren scheiden aufgrund der notwendigen Erzeugungskapazität von etwa 13500 Tonnen Sauerstoff pro Tag noch aus. Die Anlagen sind als Doppelsäulenapparate ausgeführt und auf energiesparenden Betrieb ausgelegt. Dies bedeutet insbesondere eine Minimierung der Druckverluste durch aufwändigere Konstruktion der Wärmeübertrager und Kolonnen (zum Beispiel Einsatz strukturierter Packungen anstelle von Siebböden).
Für die notwendige Verdichtung der Luft auf 5,4 bar vor Eintritt in die Luftzerlegungsanlagen sind drei Großverdichter vorgesehen, deren Antriebsleistung etwa 150 MW_{el} beträgt. Die damit verbundene Minderung des Nettowirkungsgrades kann teilweise durch die Einkopplung der von den Verdichtern produzierten Abwärme in den Kraftwerksprozess wieder ausgeglichen werden.

4.2 Brennstoffvortrocknung

Zur Steigerung der Energieeffizienz beinhaltet das Konzept eine Braunkohle-Wirbelschichttrocknungsanlage. Zusätzlich zu den bekannten Vorteilen wird hierdurch beim Oxyfuel-Prozess auch die abzuführende Wärmemenge minimiert, welche während der notwendigen Kondensation des Wasserdampfes im Rauchgas entsteht und aufgrund des niedrigen Temperaturniveaus nicht im Prozess genutzt werden könnte. Stattdessen wird diese Brüdenabwärme nach dem Wärmepumpenprinzip innerhalb des Trocknungsprozesses genutzt (Brüdendampfverdichtung). Weiterhin werden die bereits kondensierten Trocknungsbrüden zur Rohkohlevorwärmung durch einen Brüdenkühler geleitet.

4.3 Dampferzeuger

Der Oxyfuel-Dampferzeuger wird nach den bisher vorliegenden Erkenntnissen in Höhe und Querschnittsabmessungen kleiner sein als ein konventioneller Dampferzeuger gleicher Dampfleistung. Hierzu trägt sowohl die Trockenbraunkohlefeuerung als auch der verbesserte Wärmeübergang durch den hohen CO_2-Gehalt im Rauchgas bei.
Als wesentlicher Unterschied ist die umfangreiche Rauchgasrezirkulation von etwa 70 % anzuführen. Hierzu ist jedoch anzumerken, dass die zu transportierenden Rauchgasmengen etwa der Luftmenge an konventionellen Blöcken entsprechen. Die rückzuführenden Rauchgase werden nach dem Elektrofilter in gereinigter und abgekühlter Form (<200 °C) entnommen. Anschließend fördern mehrere Rezirkulationsgebläse das Rauchgas über Rezirkulationsvorwärmer zurück in die Brennkammer.
Die Rezirkulationsvorwärmer sind als rotierende Speichermassen ausgeführt, vergleichbar den Luftvorwärmern an konventionellen Dampferzeugern. Sie befinden sich zusammen mit einem Röhren-Sauerstoffvorwärmer im abwärts gerichteten Leerzug. Die angestrebten

Vorwärmtemperaturen für das Rezirkulationsgas und den Sauerstoff liegen bei 300 °C. Denkbar wäre auch eine Sauerstoffvorwärmung in dampfbeheizten Vorwärmern.
Ein rauchgasbeheizter Kondensatvorwärmer (ND-Eco) im Fuß des Leerzuges vor Eintritt in die Elektrofilter senkt die Rauchgastemperatur auf unter 200 °C und stellt die letzte Stufe der Kondensatvorwärmung dar, welche ohne dampfbeheizte Vorwärmer auskommt.

Aufgrund der Brennstoffvortrocknung ist der Dampferzeuger mit einem indirekten Feuerungssystem ausgestattet. Der Brennstofftransport zu den Brennern erfolgt mit einem Teilstrom des rezirkulierten Rauchgases. Sollte trotz des Kornzerfalls während der Braunkohletrocknung eine Nachmahlung des Brennstoffs erforderlich sein, sind zusätzliche Mühlengebläse und geeignete Mahlanlagen erforderlich.

4.4 Aufbereitung und Verdichtung des produzierten CO_2

Es muss davon ausgegangen werden, dass auch für eine geologische Speicherung nur geringe Mengen an Luftschadstoffen im CO_2 zulässig sind. Deshalb verfügt das hier vorgestellte Anlagenkonzept für Braunkohle über eine modifizierte Rauchgasentschwefelungsanlage (REA) in Form einer Nasskalksteinwäsche. Diese verfügt über eine externe Oxidationsstufe, da andernfalls das CO_2 mit Luft verunreinigt werden würde.
Bevor CO_2 transportiert und gelagert werden kann, ist außerdem eine ausreichende Entfeuchtung des Gases notwendig. Aus diesem Grund verfügt das Kraftwerkskonzept zunächst über einen mit Kühlturmwasser betriebenen Rauchgaskondensator nach der REA. Eine Nutzung der Rauchgaskondensationswärme erscheint aus wirtschaftlicher Sicht nicht mehr sinnvoll, da genügend weitere, einfacher einzubindende Abwärmequellen vorhanden sind.
Als zweite Stufe der Entfeuchtung ist eine Gastrocknungsanlage vorgesehen. Sie besteht aus mehreren Adsorbern, welche in die CO_2-Verdichterkette bei einem Druck von 35 bar eingebunden sind. Die Adsorber werden zyklisch umgeschaltet und die jeweils nicht benutzten regeneriert. Hierzu wird ein Teil des trockenen Stickstoffs aus der Luftzerlegungsanlage genutzt, welcher mit Anzapfdampf vorgewärmt wurde.
Neben der Trocknung ist auch eine Abscheidung gasförmiger Verunreinigungen notwendig, insbesondere Stickstoff und Sauerstoff aus Falschlufteinträgen und Oxidationsmittelüberschuss. Hierzu ist nach der Gastrocknungsanlage ein Prozessschritt vorgesehen, in welchem bei Temperaturen bis -50 °C durch zweifach gestufte Verflüssigung des CO_2 mit jeweils anschließender Phasentrennung die nichtkondensierbaren Gase abgeschieden werden. Notwendige Zusatzkälte für diesen Prozessschritt wird durch eine teilweise Entspannung des vorverdichteten CO_2 bereitgestellt.
Das im Oxyfuel-Prozess erzeugte CO_2 wird mit einem Druck von 100 bar an der Kraftwerksgrenze bereitgestellt. Die Verdichtung erfolgt mehrstufig auf einem angehobe-

nen Temperaturniveau, wobei wie im Falle der Luftzerlegungsanlage Verdichterabwärme an den Wasser-/Dampfkreislauf abgegeben wird.

5 Forschungsarbeiten zur Rauchgasbehandlung im Oxyfuel-Prozess

5.1 Überblick

An die Rauchgasbehandlung des Oxyfuel-Verbrennungsabgases sind hohe Ansprüche gestellt. Das entstehende CO_2 muss sicher und wirtschaftlich transportierbar sein und darf keine negativen Einflüsse auf die Speichergegebenheiten haben.
Gleichzeitig dürfen die CO_2-Vermeidungskosten nicht zu hoch werden. CO_2-Vermeidungskosten sind die Mehrkosten der Oxyfuel-Stromerzeugung im Vergleich zum konventionellen Kraftwerk, bezogen auf die eingesparten CO_2-Emissionen. Auf diese hat die aufwendige CO_2-Aufbereitung allerdings einen großen Einfluss.

$$k_{CO2} = \frac{k_{el,i} - k_{el,ref}}{e_{CO_2,ref} - e_{CO_2,i}} \qquad \text{[EUR/t]}$$

$k_{el,i}$	Stromgestehungskosten des jeweiligen Variante [EUR/kWh]
$k_{el,ref}$	Stromgestehungskosten des Referenzkraftwerkes (EUR/kWh)
e_i	CO_2 Intensität der jeweiligen Variante des Oxyfuel-Prozesses (kg/kWh)
e_{ref}	CO_2 Intensität des Referenzkraftwerkes in (kg/kWh)

Die Eingangsbedingungen, welche mittels Versuchen und Berechnungen ermittelt wurden, sowie erste Annahmen für die Reinheitsanforderungen an zu transportierendes und zu speicherndes CO_2 [2] können Tabelle 1 entnommen werden.

Im konventionellen Kraftwerksprozess bewährte Rauchgasbehandlungstechnik reicht für die hier geforderten Anforderungen nicht aus. Gleichzeitig ist bei der herkömmlichen Technologie oftmals der Eintrag von Stickstoff, Sauerstoff und Wasser, bzw. Spuren von Glykolen etc. in die Abluft kein Problem gewesen. Auch der CO_2-Verlust ist bislang nicht betrachtet worden. Beim Oxyfuel-Prozess sieht es jedoch anders aus. Hier müssen also Modifikationen oder Alternativen gefunden werden, die kurzfristig bis mittelfristig zur Verfügung stehen.
Diesen Problemstellungen sind im Projekt ADECOS zwei eigene Arbeitspakete gewidmet. In Arbeitspaket 5 geht es um die Rauchgaskondensation und verschiedene Möglichkeiten, das Rauchgas zu entschwefeln. In Arbeitspaket 6 werden die gesamte Rauchgasbehandlungskette analysiert und es werden in Abhängigkeit der Randbedingungen (z.B. Reinheitsanforderungen) Optimalvarianten ermittelt.

Tabelle 1 Randbedingungen für die Rauchgasbehandlung nach dem Oxyfuel-Prozess

	Eingangsbedingung	**Anforderungen an die Aufbereitung**
Druck	1 bar	100-200 bar
Kohlendioxid	53-58 % vol.	> 90 % vol.
Wasser	30-34 % vol.	<50-500 ppmv **)
Stickstoff	5 -11% vol.	< 4 % vol. *)
Sauerstoff	1-3 % vol.	< 4 % vol. *) / 100 ppmv***)
Schwefeldioxid	0,7-2 % vol.	< 50 ppmv ***)
Argon	0-0,4 % vol.	< 4 % vol. *)
Stickoxide	noch nicht spezifiziert	NO 5 ppmv ***)
Kohlenmonoxid	noch nicht spezifiziert	CO 5 ppmv ***)
Schwefeltrioxid	0,0105 bis 0,075 mass-%	kritisch, aber bislang kein Grenzwert vorliegend

*) Summe von N_2, O_2 und Ar < 4%

**) Niedriger bei Transport von CO_2 per Schiff

***) Strenge und unsichere Grenzwerte, evtl. nicht immer zu gewährleisten

5.2 Rauchgasentschwefelung

Für die Entschwefelung von Rauchgasen steht eine Reihe von Verfahren zur Verfügung. Nach einer umfassenden Analyse der Vor- und Nachteile einzelner Verfahren kommt allerdings nur eine geringe Anzahl von Verfahren tatsächlich in Betracht. Die für Oxyfuel geeignet erscheinenden Verfahren unter Normaldruck sind:

1. Kalksteinwaschverfahren,
2. Seewasser REA.

In Anbetracht einiger Nachteile der Kalkstein-REA bei Oxyfuel (Oxydation von $CaSO_3$ zu $CaSO_4$ kann nur extern ausgeführt werden, an den Reaktionen teilnehmendes CO_2 ist Hauptbestandteil des Rauchgases) werden auch wieder andere Verfahren interessant:

3. Wellmann-Lord-Verfahren,
4. Doppelalkali-Verfahren.

Aufgrund der Anforderung, dass das CO_2 ohnehin verdichtet werden muss, sind weitere Entschwefelungsverfahren unter Druck viel versprechend:

5. Destillative Entschwefelung,
6. Physikalische Absorption mit organischem Lösungsmittel.

Für Kohlekraftwerke großer Leistung kommen weltweit vorzugsweise Kalksteinwaschverfahren zum Einsatz, so dass diese Technologie als bewährt angesehen werden kann. In den meisten Fällen wird in einem Absorberturm das Rauchgas zur Suspension im Gegenstrom geführt. Die Suspension wird dabei über bis zu 6 Düsenebenen in dem oberen Turmabschnitt eingesprüht und sammelt sich im Absorbersumpf, wo die Oxydationsluft zugeführt wird. Es gibt allerdings auch Ausführungen mit Gleichstromführung von Suspension und Rauchgas, Ausführungen mit 2 Absorberstufen oder Ausführungen, bei denen das Rauchgas durch eine bewegte Suspensionsschicht durchgeleitet wird. Es sei hier auf entsprechende Fachliteratur verwiesen [3] [4] .

Laborversuche in einer Blasensäule aus Kalkstein-Gips-Suspension und durchgeleitetem synthetischen Rauchgas (Bild 4) zeigten einen negativen Einfluss des höheren CO_2-Anteils im Rauchgas auf die Entschwefelung (Bild 5). Weiterhin konnte ein positiver Einfluss niedriger Temperaturen auf die Entschwefelung und ein höherer Entschwefelungsgrad bei Oxyfuel-spezifisch höheren SO_2-Anteilen nachgewiesen werden.

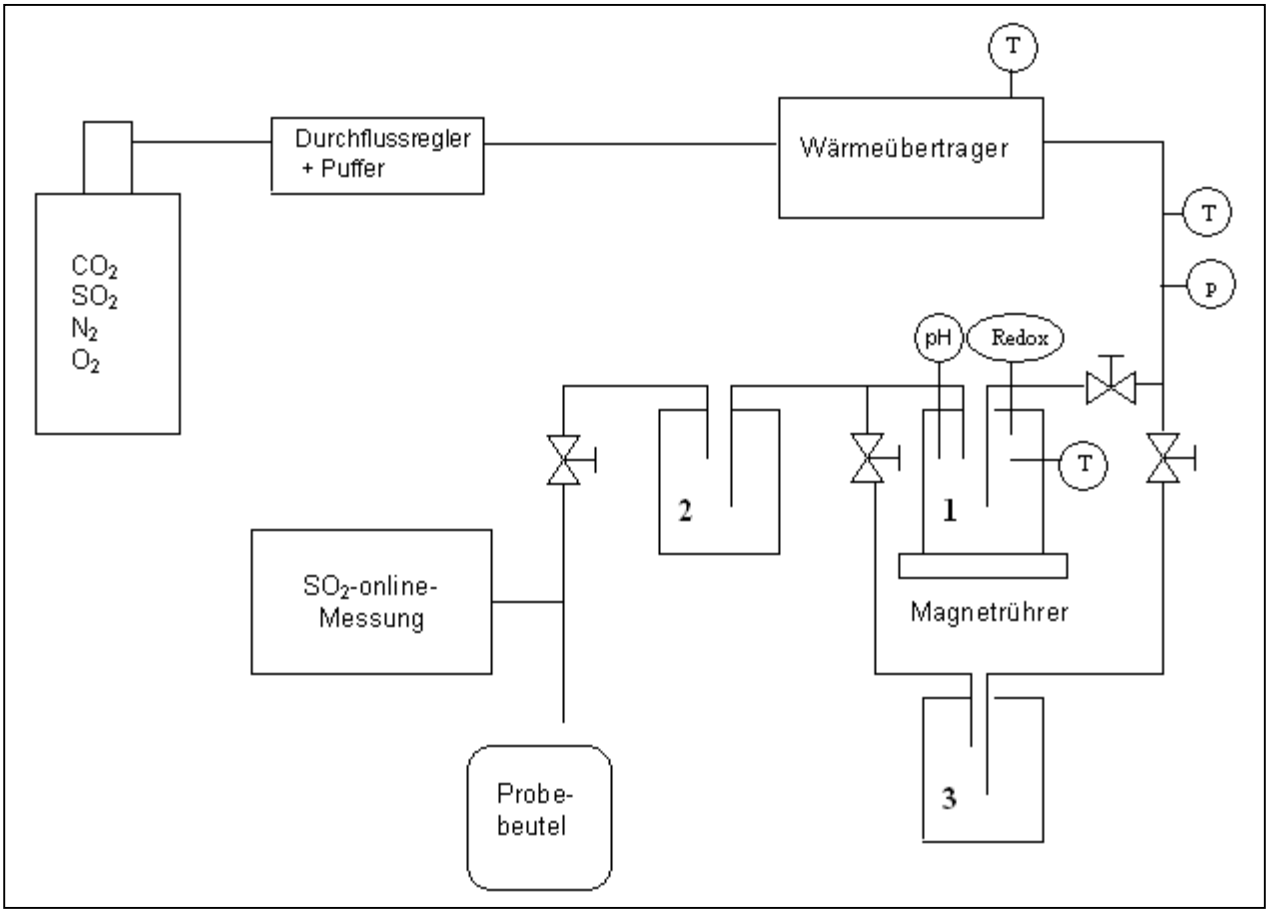

Bild 4 Laboranordnung zur Untersuchung des Nassentschwefelungsverhaltens

Es wird davon ausgegangen, dass das Kalksteinwaschverfahren auch im Oxyfuel-Kraftwerk zum Einsatz kommen kann, allerdings Modifikationen vorgenommen werden

müssen, um die geforderten hohen Entschwefelungsgrade zu erreichen und CO_2-Verlust und Aufkonzentration von Stickstoff und Sauerstoff zu vermeiden.

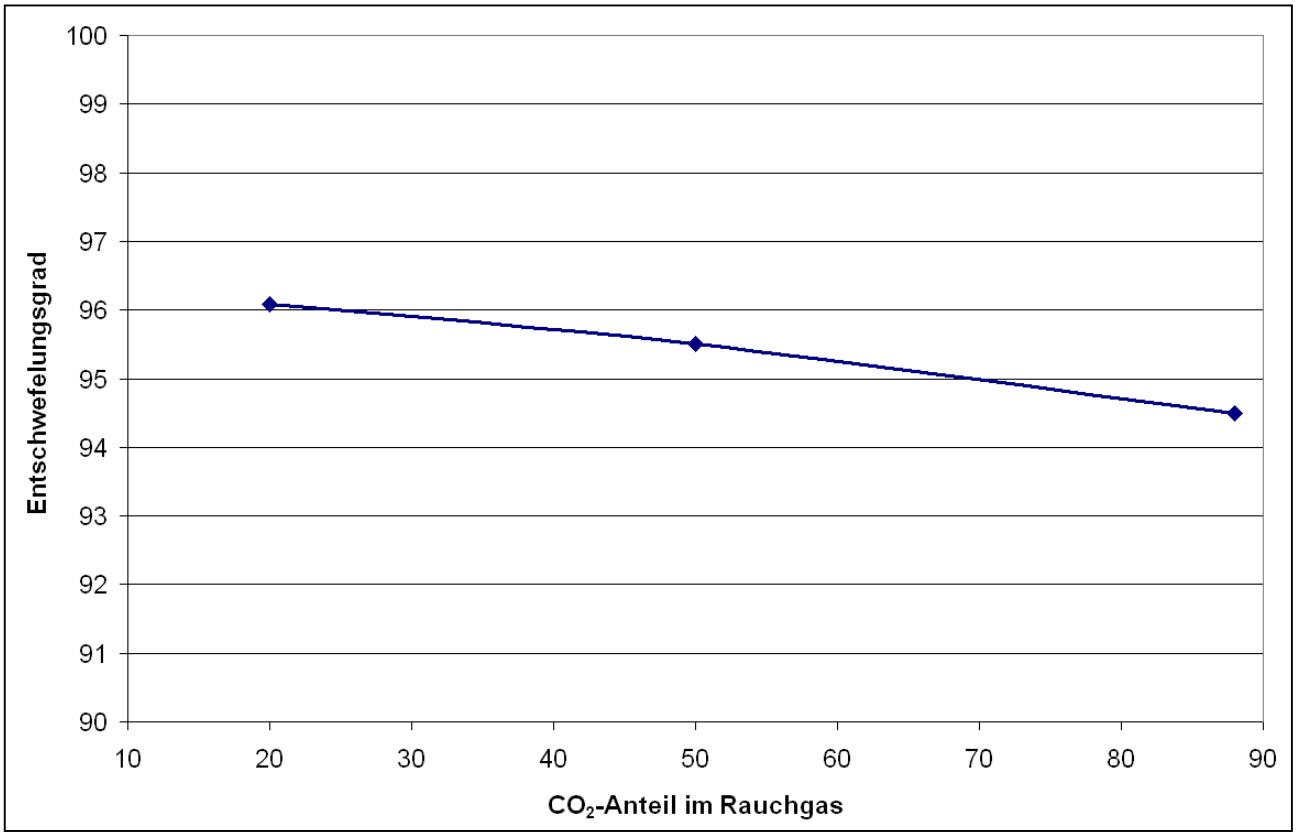

Bild 5 Im Laborversuch ermittelte Entschwefelungsgrade in Abhängigkeit von der CO_2-Konzentration im Rauchgas

Erste Überlegungen zu möglichen Modifikationen an der REA sind im Folgenden aufgeführt.

Die Oxydation wird nicht wie üblich im Sumpf des Absorberturms sondern extern ausgeführt. Gestripptes CO_2 kann bei Oxydation mit reinem Sauerstoff in die Brennkammer zurückgeführt werden, um hier CO_2-Verluste zu minimieren.

Die REA könnte als Blasensäule ausgeführt werden. Das bietet neben der erwarteten guten Abscheidung von SO_3 und dem ebenfalls erwarteten niedrigeren Energieverbrauch den Vorteil [4], dass der Platzbedarf sinkt. Es gibt allerdings den Nachteil des negativen CO_2-Einflusses, des Druckverlustes und der Schaumbildung. Ebenfalls ist ein weiterer Vorteil der Blasensäule gegenüber einem Sprühturm im konventionellen Einsatz – die Einsparung von Suspensionspumpen – im Oxyfuel-Fall aufgrund der notwendigen externen Oxydation nicht mehr gegeben.

Daher wäre möglicherweise ein Konzept sinnvoll, bei dem SO_3 mit einer Trockenentschwefelung schon großteils im Feuerraum gebunden wird, wobei auch der SO_2-Gehalt sinkt und anschließend eine Sprühturm-REA als bewährtes System zum Einsatz kommen kann.

Des Weiteren wäre eine Kombination von Gasblasenwäscher und Sprühturm-REA möglich. Hierbei befindet sich in der Sprühturm-REA eine gewisse stehende Suspensionsmenge, durch welche das Gas hindurchgeleitet wird. Damit werden Randeffekte reduziert und die SO_3-Abscheidung erhöht. Allerdings nimmt der Druckverlust zu.
Schließlich ist noch die Kombination der Vorteile von REA-Variante KRC (d.h. Zweikreis-REA) mit Gasblasenwäscher möglich, indem eine Zweikreis-Sprühturm-REA mit einem Suspensionsstand zur Rauchgasdurchleitung ausgelegt wird. Diese Variante und ihre Ausführungsmöglichkeiten werden in den Folgearbeiten genauer untersucht.

Für experimentelle Untersuchungen zur Rauchgasreinigung wurde eine Sprühturm-REA an die auf Oxyfuel umgerüstete 50-kW-Versuchsstaubfeuerung der TU Dresden (siehe Abschnitt 3.1) angeschlossen. Hier soll bald ein umfassendes Versuchsprogramm durchgeführt werden, um den Einfluss der veränderten Rauchgaszusammensetzung vertiefend zu untersuchen, die externe Oxydation genauer zu verstehen und die vorgeschlagenen Modifikationen zu hinterlegen. Auch der Einsatz von Füllkörpern wird mit untersucht.

5.3 Gesamte Rauchgasbehandlungskette

Für das Erreichen der genannten Reinheitsanforderungen wurden neben der Entschwefelung bereits eine Reihe von Möglichkeiten konzipiert, die unter dem Aspekt Sicherheit, Wirtschaftlichkeit, Verfügbarkeit, möglicher Zeitraum bis zum technischen Einsatz und unter dynamischen Aspekten im weiteren verfolgt werden sollen.
In diesem Zusammenhang werden folgende Verfahren und Verfahrenskopplungen derzeit an der TU-Dresden untersucht:

- Rauchgasbehandlung wie in Abschnitt 4.4 beschrieben (Entschwefelung mit Kalksteinwaschverfahren, Trocknung mit Adsorptionstrocknern).
- Untersuchung alternativer Entschwefelungsverfahren zum Kalksteinwaschverfahren, insbesondere der destillativen Entschwefelung, die neben SO_2 und CO_2 auch die Restgase in einem Schritt mit abscheiden kann [6].
- Verflüssigung des Rauchgases nach den ersten Druckstufen und ein- oder mehrstufige Restgasabtrennung, weitere Druckerhöhung durch Pumpen. Auch alternative Trocknungsverfahren unter Druck werden betrachtet.
- Geplant sind in dem laufenden ADECOS-Projekt weiterhin Arbeiten zur Entfernung des Sauerstoffes über eine katalytische Oxydations-Reduktionsstufe oder Membranen und die Neutralisation störender Verunreinigungen.

Für den umfassenden Vergleich und die Bewertung der aufgeführten Varianten sowie für Optimierung und Sensitivitätsstudien wurde mit der verfahrenstechnischen Prozess-

simulationssoftware Aspen Plus und der Microsoft-Software Excel das Programm AEI (Aspen-Excel-Interface) programmiert.
In AEI können in einer Excel-Oberfläche die Rauchgaseingangsbedingungen (Menge, Temperatur, Druck und Zusammensetzung) eingetragen werden. Weiterhin kann entschieden werden, welche Rauchgasbehandlungsmöglichkeiten betrachtet werden sollen und welche Prozessparameter (Zwischendrücke, Kühltemperaturen, Flüssig-zu-Gas-Verhältnisse) vorliegen. Aus Excel heraus wird über VBA und die COM-Schnittstelle die Aspen Plus-Rechnung gestartet und die Ergebnisse übernommen. Hier sind Auswertungen und Kopplungen zu Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen vorgesehen.
Weiterhin können Optimierungsrechnungen und Sensitivitätsanalysen zu den einzelnen Rauchgasbehandlungsmöglichkeiten durchgeführt werden, woraus sich veränderte optimale Prozessparameter ableiten lassen.
Ebenfalls ist in AEI die Möglichkeit gegeben, neue Erkenntnisse zu Einzelprozessen und weitere Rauchgasbehandlungsmöglichkeiten zu integrieren.

Erste Ergebnisse zu erreichbaren CO_2-Reinheiten für verschiedene Prozessvarianten mit und ohne Entschwefelung, mit absorptiver (TEG) oder adsorptiver Trocknung (Molekularsiebe) sind in Bild 6 dargestellt. Es zeigt sich, dass die Art der Restgasabscheidung (ein- oder zweistufige Phasentrennung) den größten Einfluss hat.

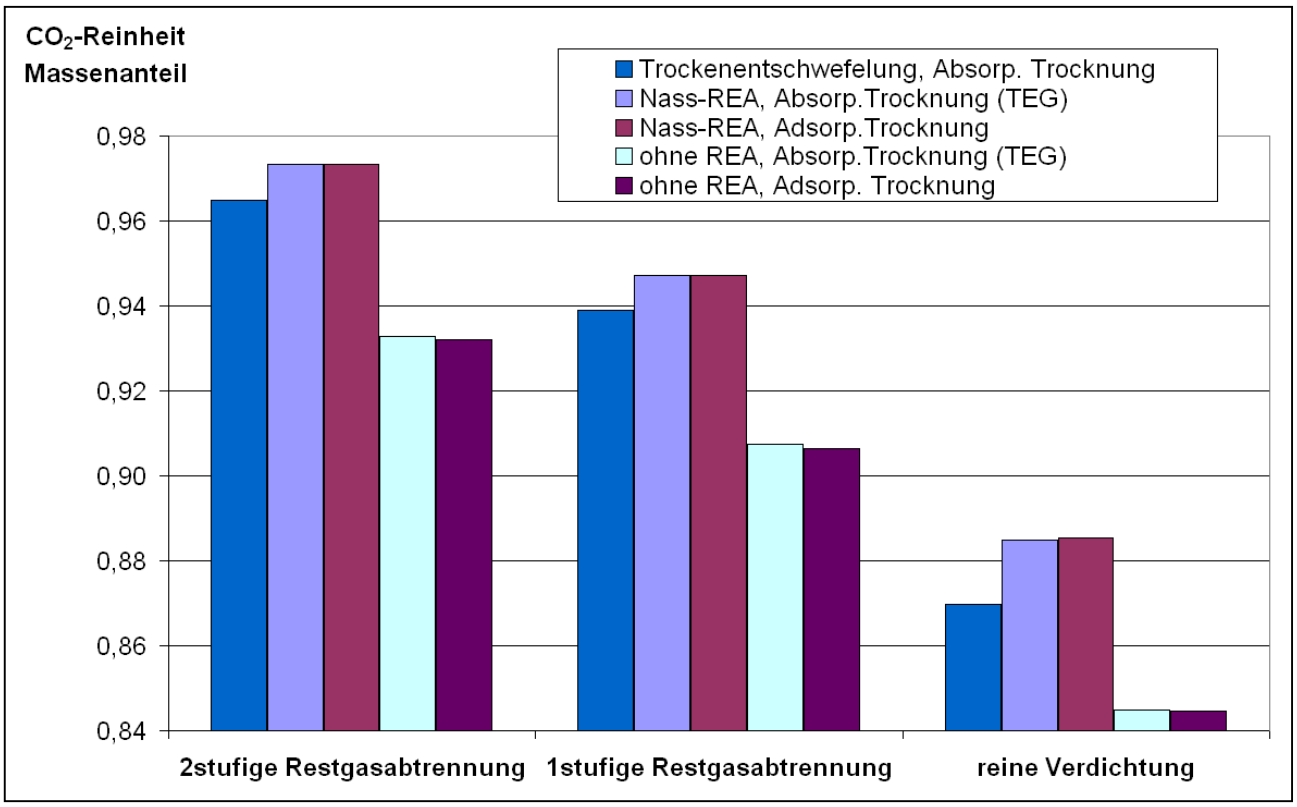

Bild 6 Erzielbare CO_2-Reinheiten bei verschiedenen Prozessvarianten

6 Zusammenfassung

In diesem Beitrag wurde der Entwicklungsstand des Oxyfuel-Prozesses für Braunkohle anhand erster Ergebnisse der TU Dresden aus dem Verbundforschungsprojekts ADECOS dargestellt. Ein 1000 MW-Kraftwerkskonzept wurde vorgestellt und insbesondere auf die umfangreichen Arbeiten zur Rauchgasbehandlung eingegangen. Oxyfuel wird als eine mögliche Variante angesehen, um die klimaschädlichen CO_2-Emissionen aus Braunkohlekraftwerken kurz- bis mittelfristig zu senken.

7 Referenzen

[1] Hellfritsch, S., Gilli, P.G., Jentsch, N.: Concept for a Lignite-fired Power Plant Based on the Optimised Oxyfuel Process with CO_2 Recovery
VGB PowerTech 8/2004, VGB PowerTech e.V., Essen, 2004

[2] EncapCO2, Report No. 29623, Issue 2, July 2005

[3] Heiting, B.: Grundlagen der Absorptionstechnik bei Rauchgaswäschern.
VDI-Seminar “Optimierung von REA und SCR-Anlagen für Großkraftwerke”, Düsseldorf, 30.11.-01.12.2005

[4] U.S. Department of Energy: Demonstration of Innovative Applications of Technology for the CT-121 FGD Process - A DOE Assessment. Ref: DOE/NETL-2002/1177, Morgantown, September 2002

[5] Weigl, S., Wilhelm, R.: Umrüstung der 50kW-Staubfeuerungs-Versuchsanlage der TU Dresden auf Oxyfuel. ADECOS-Report 03-06, Dresden, 2006 (unveröffentlicht)

[6] S. Gonschorek, M. Klemm, J. Löser, „Rauchgasbehandlung nach dem OXYFUEL-Prozess“, VDI-Kolloquium „Fortschritte in der Luftreinhaltetechnik“, 6./7.Juni 2005, Schwäbisch Gmünd

[7] Hellfritsch, S., Gonschorek, S., Wilhelm, R., Löser, J., Klemm, M., Weigl, S., Gampe, U.: Entwicklungsstand des Oxyfuel-Prozesses für Braunkohlekraftwerke. 38. Kraftwerkstechnisches Kolloquium, Dresden, 24./25. Oktober 2006

Dipl.-Ing. Sonja Gonschorek gonschor@metrs1.mw.tu-dresden.de
Dipl.-Ing. Stefan Hellfritsch stefan.hellfritsch@tu-dresden.de
Dipl.-Ing. Sebastian Weigl sebastian.weigl@mailbox.tu-dresden.de
Prof. Dr.-Ing. Uwe Gampe uwe.gampe@tu-dresden.de

Technische Universität Dresden
Institut für Energietechnik, Professur für Kraftwerkstechnik
01062 Dresden