

---

---

---



ADVANCED DEVELOPMENT OF THE COAL-FIRED  
OXYFUEL PROCESS WITH CO<sub>2</sub> SEPARATION

**Abschlussbericht**  
**zum Teilprojekt der Hochschule Zittau/Görlitz im**  
**Verbundprojekt ADECOS II:**  
**Weiterentwicklung der verfahrens- und anlagentechnischen**  
**Grundlagen des Oxyfuel-Prozesses für**  
**Braun- und Steinkohle-Kraftwerke mit CO<sub>2</sub>- Abscheidung**

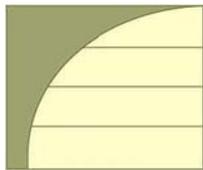
Zuwendungsgeber: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMW)  
Projektträger: Forschungszentrum Jülich GmbH, Projektträger Jülich (PTJ)  
Förderkennzeichen: 0327743C  
Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. habil. R. Hampel  
Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. Tusche  
Dipl.-Ing. Grusla  
Dipl.-Ing. Altmann

Zittau, den 25.09.2009



Kein Zugang für  
elektronisch signierte  
sowie für verschlüsselte elektronische  
Dokumente

Hochschule Zittau/Görlitz, IPM  
Theodor-Körner-Allee 16 02763 Zittau  
Tel.: 03583 61 1383  
Fax: 03583 61 1288  
Web: www.hs-zigr.de



---

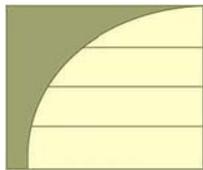
---

---



## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Aufgabenstellung - Projektübersicht</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Wichtige wissenschaftlich-technische Ergebnisse und andere wesentliche Ereignisse</b>	<b>3</b>
<b>2.1</b>	<b><i>Unterstützung der Versuchsdurchführung an der Versuchsstaubfeuerung der TU Dresden durch Bereitstellung und Einsatz von Messtechnik</i></b>	<b>3</b>
<b>2.2</b>	<b><i>Untersuchungen zur Temperaturverteilung in Oxyfuel-Flammen unter Berücksichtigung der Strahlungswärmeübertragung</i></b>	<b>3</b>
<b>2.3</b>	<b><i>Untersuchung des dynamischen Verhaltens ausgewählter Hauptkomponenten des Oxyfuel-Prozesses</i></b>	<b>15</b>
<b>2.3.1</b>	<b>Modellkonzeption</b>	<b>19</b>
<b>2.3.2</b>	<b>Ausgewählte Basismodule</b>	<b>20</b>
<b>2.3.2.1</b>	<b><i>Modul „Kohle“</i></b>	<b>20</b>
<b>2.3.2.2</b>	<b><i>Modul „Luft“</i></b>	<b>22</b>
<b>2.3.2.3</b>	<b><i>Modul „Sauerstoff“</i></b>	<b>23</b>
<b>2.3.2.4</b>	<b><i>Modul „Vermischer“</i></b>	<b>24</b>
<b>2.3.2.5</b>	<b><i>Modul „Aufteilung“</i></b>	<b>25</b>
<b>2.3.2.6</b>	<b><i>Modul „Brennkammer“</i></b>	<b>26</b>
<b>2.3.2.7</b>	<b><i>Modul „Wärmetauscher“</i></b>	<b>27</b>



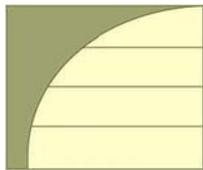
---

---

---

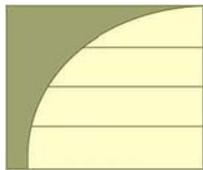


<b>2.4</b>	<b><i>Ausgewählte Simulationsergebnisse</i></b>	<b>30</b>
2.4.1	Beispiel Berechnung von Stoffwerten	32
2.4.2	Versuchskennfeld	33
2.4.3	Aufheizen als dynamischer Übergangsvorgang	41
2.4.4	Schaltvorgänge und Sollwertänderungen als dynamische Prozessveränderungen	46
2.4.4.1	<i>Sollwertveränderung der Sauerstoffkonzentration am Brenner</i>	46
2.4.4.2	<i>Umschalten von Luft- auf Oxyfuel-Betrieb</i>	49
2.4.5	Störung als dynamischer Übergangsvorgang	50
2.4.6	Fazit	53
<b>3</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>55</b>
<b>4</b>	<b>Verwertbarkeit der Ergebnisse</b>	<b>56</b>
<b>5</b>	<b>Fortschritte auf dem Arbeitsgebiet des Vorhabens bei anderen Forschungseinrichtungen</b>	<b>57</b>
<b>6</b>	<b>Veröffentlichung der Ergebnisse</b>	<b>57</b>
<b>7</b>	<b>Literatur</b>	<b>58</b>



## **Abbildungsverzeichnis**

<i>Abbildung 1: zwei realisierte Varianten der Anordnung der Sensoren an der Versuchsstaubfeuerung der TU Dresden</i>	5
<i>Abbildung 2: Flammenpyrometer IS 5/F</i>	7
<i>Abbildung 3: Axiale Verläufe der mittels Flammenpyrometer ermittelten Feuerraumtemperatur (Abgas-O<sub>2</sub>=6 Vol% feucht; keine Falschlufft)</i>	9
<i>Abbildung 4: Axiale Verläufe der mittels Flammenpyrometer ermittelten Feuerraumtemperatur (Abgas-O<sub>2</sub>=4 Vol% feucht; keine Falschlufft)</i>	10
<i>Abbildung 5: Vergleich der mittels Strahlungspyrometrie gemessenen axialen Temperaturen unterschiedlicher Oxyfuel-Versuche (gleiche Versuchseinstellung) mit den mittels Absaugpyrometer ermittelten axialen Temperaturen</i>	11
<i>Abbildung 6: Axiale Verläufe der mittels Flammenpyrometer ermittelten Feuerraumtemperatur (Abgas-O<sub>2</sub>=4 Vol% feucht; 4 % Falschlufft)</i>	13
<i>Abbildung 7: Anlagenschaltbild Versuchsstaubfeuerung der TU Dresden</i>	17
<i>Abbildung 8: Modulbibliothek im „DynStar PP“</i>	18
<i>Abbildung 9: Modellparameter</i>	19
<i>Abbildung 10: Herangehensweise der Modellierung</i>	19
<i>Abbildung 11: Parametermenü Modul „Kohle“</i>	21
<i>Abbildung 12: Parametermenü des Moduls „Luft“</i>	22
<i>Abbildung 13: Parametermenü des Moduls „Sauerstoff“</i>	23
<i>Abbildung 14: Parametermenü Modul „Brennkammer“</i>	26
<i>Abbildung 15: Parametermenü Modul „Wärmetauscher“</i>	27
<i>Abbildung 16: Übertragungsverhalten eines Wärmetauschers bei Gleich- und Gegenstrom der Stoffströme bei verschiedenen Ablagerung (Abl)</i>	29
<i>Abbildung 17: Schema Modell Versuchsstaubfeuerung TU Dresden</i>	30
<i>Abbildung 18: Aufbau Brennkammersegmente</i>	31
<i>Abbildung 19: spezifische isobare Wärmekapazität unterschiedlicher Rauchgase</i>	33
<i>Abbildung 20: Modellschema der Versuchsstaubfeuerung der TU Dresden</i>	34
<i>Abbildung 21: Simulierte axiale Temperaturverläufe (O<sub>2</sub> Rauchgas = 4 Vol% feucht)</i>	35



<i>Abbildung 22: Simulierte axiale Temperaturverläufe (<math>O_2</math> Rauchgas = 6 Vol% feucht)</i>	36
<i>Abbildung 23: Simulierte axiale Temperaturverläufe (<math>O_2</math> Rauchgas = 8 Vol% feucht)</i>	37
<i>Abbildung 24: Vergleich simulierter axialer Temperaturverläufe bei Variation des <math>O_2</math>- Gehaltes im Abgas (feucht)</i>	38
<i>Abbildung 25: Vergleich simulierter axialer Temperaturverläufe bei Variation des Falschlufanteils</i>	38
<i>Abbildung 26: Vergleich von gemessenen und simulierten axialen Temperaturverläufen bei Luftverbrennung</i>	40
<i>Abbildung 27: Vergleich von gemessenen und simulierten axialen Temperaturverläufen bei Oxyfuel-Verbrennung</i>	40
<i>Abbildung 28: zeitliche Veränderung der Brennkammertemperaturen und Wärmeströme während der Aufheizphase (Segment 1)</i>	41
<i>Abbildung 29: zeitliche Veränderung der Brennkammertemperaturen und Wärmeströme während der Aufheizphase (Segment 2)</i>	42
<i>Abbildung 30: zeitliche Veränderung der Brennkammertemperaturen und Wärmeströme während der Aufheizphase (Segment 3)</i>	42
<i>Abbildung 31: zeitliche Veränderung der Brennkammertemperaturen und Wärmeströme während der Aufheizphase (Segment 4)</i>	43
<i>Abbildung 32: zeitliche Veränderung der Brennkammertemperaturen und Wärmeströme während der Aufheizphase (Segment 5)</i>	43
<i>Abbildung 33: Simulierte Einstellung des thermischen Gleichgewichtes beim Aufheizvorgang der Versuchstaubfeuerung der TU Dresden</i>	44
<i>Abbildung 34: Simulierte Temperaturverläufe der Rauchgas- und Wandtemperaturen der Brennkammersegmente der Versuchstaubfeuerung während des Aufheizvorganges der Brennkammer</i>	45
<i>Abbildung 35: Umschaltvorgang zwischen zwei <math>O_2</math>-Konzentrationen am Brenner</i>	46
<i>Abbildung 36: Zeitlicher Verlauf der Brennkammerwandtemperaturen (innen)</i>	47
<i>Abbildung 37: Zeitlicher Verlauf der Brennkammerwandtemperaturen (außen)</i>	47
<i>Abbildung 38: Zeitlicher Verlauf der zu- und abgeführten Wärmeströme</i>	48