



Anja Schuster (Autor)

# **Entwicklung eines Schwachgasbrenners basierend auf der Flammenlosen Oxidation zur Optimierung einer Vorofenfeuerung und thermischen Verwertung von biogenen Reststoffen im dezentralen Bereich**



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/160>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen, Germany

Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: [info@cuvillier.de](mailto:info@cuvillier.de), Website: <https://cuvillier.de>

# Inhaltsverzeichnis

<b>INHALTSVERZEICHNIS .....</b>	<b>V</b>
<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....</b>	<b>VIII</b>
<b>TABELLENVERZEICHNIS .....</b>	<b>XI</b>
<b>NOMENKLATUR.....</b>	<b>XII</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>XV</b>
<b>1 EINLEITUNG.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Ausgangssituation .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Aufgabenstellung und Zielsetzung .....</b>	<b>3</b>
<b>2 KENNTNISSTAND.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1 Biogene Reststoffe.....</b>	<b>5</b>
2.1.1 Aufkommen und Potenzial.....	5
2.1.2 Charakterisierung biogener Reststoffe .....	6
<b>2.2 Biogene Reststoffe zur Wärme- und Strombereitstellung.....</b>	<b>7</b>
2.2.1 Besonderheiten bei der energetischen Nutzung von biogenen Reststoffen .....	8
2.2.2 Verbrennung.....	10
2.2.3 Vergasung.....	14
<b>2.3 Verbrennung von biomassestämmigen Gasen.....</b>	<b>18</b>
2.3.1 Charakterisierung von Brenngasen.....	19
2.3.2 Schadstoffentstehung.....	20
2.3.2.1 Schadstoffgruppen .....	20
2.3.2.2 Bildung von Stickoxiden aus Brennstoffstickstoff .....	21
2.3.3 Schwachgasbrenner .....	26
<b>2.4 Flammlose Oxidation.....</b>	<b>30</b>
2.4.1 Funktionsprinzip der Flammlosen Oxidation .....	31
2.4.2 Grundlagen der Flammlosen Oxidation .....	33
2.4.3 Anwendungsgebiete für die Flammlose Oxidation .....	35
<b>3 ARBEITSPROGRAMM UND UNTERSUCHUNGSMETHODEN .....</b>	<b>37</b>
<b>3.1 Arbeitsprogramm .....</b>	<b>37</b>
<b>3.2 Anlagenbeschreibung .....</b>	<b>39</b>
3.2.1 Vorofenfeuerung .....	39
3.2.2 Vorofenfeuerung mit FLOX <sup>®</sup> -Brenner.....	40

<b>3.3</b>	<b>Mess- und Probenahmetechnik .....</b>	<b>41</b>
3.3.1	Probenahme .....	42
3.3.2	Laboranalysen .....	44
3.3.3	Kontinuierliche Gasanalyse .....	45
3.3.4	Temperaturmessung .....	45
3.3.5	Luft-, Abgas- und Brennstoffmengenmessung .....	46
<b>3.4</b>	<b>Versuchsdurchführung .....</b>	<b>48</b>
3.4.1	Eingesetzte Brennstoffe .....	48
3.4.2	Versuchsprogramm .....	49
3.4.3	Berechnungsgrundlagen .....	50
3.4.4	Qualität der Messergebnisse .....	54
<b>3.5</b>	<b>Simulationsrechnungen .....</b>	<b>57</b>
3.5.1	Das Simulationsprogramm AIOLOS .....	57
3.5.2	Randbedingungen und Brennergeometrie .....	58
<b>4</b>	<b>ERGEBNISSE DER VERBRENNUNGSVERSUCHE MIT EINER KONVENTIONELLEN VOROFENFEUERUNG .....</b>	<b>61</b>
<b>4.1</b>	<b>Eignung der Feuerung für verschiedene biogene Reststoffe .....</b>	<b>61</b>
<b>4.2</b>	<b>Einfluss der Luftstufung auf das Emissionsverhalten .....</b>	<b>63</b>
<b>4.3</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>65</b>
<b>5</b>	<b>BRENNERENTWICKLUNG .....</b>	<b>67</b>
<b>5.1</b>	<b>Erster Prototyp .....</b>	<b>67</b>
5.1.1	Definition der Randbedingungen .....	67
5.1.2	Brennerdesign .....	69
5.1.3	Verbrennungsversuche mit im Vorofenfeuerung integriertem FLOX <sup>®</sup> -Brenner .....	70
5.1.3.1	Untersuchungen zur Eignung verschiedener Brennstoffe .....	70
5.1.3.2	Einfluss der Brennstoffqualität auf den Brennerbetrieb .....	74
5.1.3.3	Einfluss der Luftstufung auf das Emissionsverhalten .....	75
5.1.4	Simulationsergebnisse zur Optimierung des Brennerdesigns .....	78
5.1.4.1	Einfluss der Brennergeometrie auf das Temperatur- und Strömungsprofil .....	78
5.1.4.2	Einfluss der Brennerleistung auf das Temperatur- und Strömungsprofil .....	80
5.1.5	Schlussfolgerungen .....	82
<b>5.2</b>	<b>Zweiter Prototyp .....</b>	<b>83</b>
5.2.1	Brennerdesign .....	83
5.2.2	Verbrennungsversuche mit im Vorofenfeuerung integriertem FLOX <sup>®</sup> -Brenner .....	84
5.2.2.1	Untersuchungen zur Eignung verschiedener Brennstoffe .....	84
5.2.2.2	Einfluss der Luftstufung auf das Emissionsverhalten .....	87
5.2.2.3	Einfluss einer externen Abgasrezirkulation auf das Emissionsverhalten .....	90
5.2.3	Einfluss der Brennstoffqualität auf das Emissionsverhalten .....	93
5.2.3.1	Charakterisierung der Produktgase .....	94
5.2.3.2	Stickstoffkonversion .....	98
5.2.4	Schlussfolgerungen .....	101

<b>5.3 Vergleich der Emissionen aus der Vorofenfeuerung mit und ohne integrierten FLOX<sup>®</sup>-Brenner-Prototypen.....</b>	<b>102</b>
<b>6 ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK.....</b>	<b>109</b>
<b>LITERATUR .....</b>	<b>113</b>
<b>ANHANG .....</b>	<b>126</b>