



Michael Kübel (Autor)

# **Teerbildung und Teerkonversion bei der Biomassevergasung - Anwendung der nasschemischen Teerbestimmung nach CEN-Standard**



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/1832>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentzsch-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>Vorwort</b>	<b>vii</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>xi</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>xiv</b>
<b>Abkürzungen und Formelzeichen</b>	<b>xv</b>
<b>Abstract</b>	<b>xvii</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Problemstellung . . . . .	2
1.2 Aufgabenstellung und Zielsetzung . . . . .	3
<b>2 Grundlagen zur Biomassevergasung und Teerproblematik</b>	<b>5</b>
2.1 Biomasse - Grundlegende chemische und physikalische Eigenschaften	5
2.2 Teer und Teerkomponenten - Definitionen und Eigenschaften . . . . .	8
2.3 Thermochemische Konversion von Biomasse . . . . .	12
2.3.1 Überblick über die bei der Biomassevergasung ablaufenden Reaktionen . . . . .	12
2.3.2 Bildungswege und homogene Konversionsmechanismen der Teere . . . . .	14
2.3.3 Heterogene katalytische Konversionsmechanismen bei Teeren	17
2.3.4 Ansätze zur Modellierung der Reaktionsmechanismen bei der Biomassevergasung . . . . .	19
2.4 Stand der Technik - Reaktoren, Problempunkte und Wirtschaftlichkeit	21
2.4.1 Vergasertypen . . . . .	21
2.4.2 Grenzwerte für Teergehalte bei der Nutzung . . . . .	25
2.4.3 Beispiele industrieller Biomassevergaser . . . . .	26
2.4.4 Übersicht über generelle technische und wirtschaftliche Pro- bleme . . . . .	32
2.5 Historie der Teerbestimmungsverfahren . . . . .	33

2.5.1	Nasschemische Verfahren . . . . .	34
2.5.2	Trockene Verfahren . . . . .	39
2.5.3	On-Line-Analyse . . . . .	40
<b>3</b>	<b>Eingesetzte Messmethode und Versuchseinrichtungen</b>	<b>43</b>
3.1	Teerprobenahmesystem und Teerbestimmung . . . . .	43
3.1.1	Erweitertes Teerprobenahmesystem . . . . .	43
3.1.2	Teerbestimmung . . . . .	46
3.1.3	Fehleranalyse der Teerbestimmung . . . . .	48
3.2	Messung nicht kondensierbarer Synthesegabestandteile . . . . .	54
3.3	Versuchsanlagen . . . . .	54
3.3.1	Atmosphärischer Flugstromreaktor . . . . .	55
3.3.2	Atmosphärische Wirbelschicht . . . . .	57
3.3.3	Schneckenpyrolysator . . . . .	58
3.3.4	Pyrolysereaktor . . . . .	59
<b>4</b>	<b>Ergebnisse der Versuche zur Teerbildung und Teerkonversion</b>	<b>62</b>
4.1	Einfluss von Brennstoffeigenschaften . . . . .	63
4.1.1	Einfluss der elementaren und strukturellen Brennstoffzusammensetzung . . . . .	63
4.1.2	Schlussfolgerungen . . . . .	74
4.1.3	Einfluss des Brennstoffwassergehaltes . . . . .	75
4.1.4	Schlussfolgerungen . . . . .	78
4.2	Einfluss der Temperatur . . . . .	79
4.2.1	Schlussfolgerungen . . . . .	83
4.3	Einfluss des Vergasungsmittels . . . . .	83
4.3.1	Schlussfolgerungen . . . . .	87
4.4	Einfluss katalytischer Bettmaterialien . . . . .	87
4.4.1	Einfluss katalytischer Bettmaterialien bei der Luftvergasung . . . . .	88
4.4.2	Einfluss katalytischer Bettmaterialien bei der Wasserdampfvergasung . . . . .	92
4.4.3	Schlussfolgerungen . . . . .	101
4.5	Sekundäre Maßnahmen zur Teerminderung . . . . .	101
4.5.1	Nasswäsche mit Diesel . . . . .	101
4.5.2	Zweistufiges Festbett auf Dolomit und Nickelbasis . . . . .	105
4.5.3	Schlussfolgerungen . . . . .	108
4.6	Zusammenfassende Bewertung von gravimetrischen und GC-MS Teeren	108

<b>5 Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>111</b>
5.1 Grundsätzliche Erkenntnisse zur Teerbildung und Teerkonversion . . .	111
5.2 Aussagen für existierende Vergasertypen und Sekundärmaßnahmen .	113
5.3 Ausblick . . . . .	114
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>115</b>
<b>A Erweiterte Vorschrift zur gravimetrischen Teerbestimmung</b>	<b>124</b>
A.1 Vorgehensweise zur gravimetrischen Teerbestimmung . . . . .	124
A.2 Bemerkungen zum Ablauf . . . . .	125
<b>B Vorschrift zur nasschemischen Teerprobenahme</b>	<b>127</b>
B.1 Aufbau der Messapparatur . . . . .	127
B.2 Vorbereitungen und Start der Messung . . . . .	128
B.3 Zusammenführung der Teerlösung und Reinigung der Apparatur . . .	129
<b>C Übersicht der wichtigsten Teerbestandteile</b>	<b>133</b>
C.1 $C_xH_yN_z$ -Verbindungen . . . . .	133
C.2 $C_xH_yO_z$ -Verbindungen . . . . .	134
C.3 $C_xH_y$ -Verbindungen . . . . .	136