

**Berichte aus dem
Institut für Eisenhüttenkunde**

IEHK
RWTH Aachen



Wolfgang Hahn

**Vergasung nachwachsender Rohstoffe
in der zirkulierenden Wirbelschicht**

Umsetzung der CO₂-Reduktionsziele durch Kraft-Wärme-Kopplung
mit integrierter Biomassenvergasung

Herausgeber:

Prof. Dr.rer.nat. Dr.-Ing.e.h. W. Dahl
Prof. Dr.-Ing. T. El Gammal
Prof. Dr.-Ing. H.W. Gudenau

Band 2/94

Verlag Shaker
D82 (Diss. RWTH Aachen)

1. Einleitung und Aufgabenstellung	1
2. Einführung in den Themenkreis	4
2.1 Die Klimasituation	4
2.1.1 Der Treibhauseffekt	5
2.1.2 Treibhausgase, Quellen und das CO ₂ -Äquivalent	6
2.1.3 Der Kohlenstoffkreislauf	11
2.1.4 Entwicklung der CO ₂ -Konzentration und der Temperatur	14
2.2 Vorstellung verschiedener Klimamodellrechnungen	18
2.2.1 Klimatische Rückkopplungsmechanismen	20
2.2.2 Verifizierung der Klimamodellrechnungen	21
2.2.3 Ergebnisse verschiedener Klimamodelle	22
2.3 Alternative Energieerzeugung in dezentralen Einheiten	27
2.3.1 Direkte und indirekte Nutzung der Sonnenenergie	27
2.3.2 Wasserkraftwerke	28
2.3.3 Windkraftwerke	29
2.3.4 Wärmepumpen	29
2.3.5 Der Hydrocarb-Prozeß	30
2.4 CO ₂ -Rückhalte-, Entsorgungs- und Vermeidungsmöglichkeiten	31
2.4.1 Austausch fossiler Energieträger untereinander zum Zweck der CO ₂ -Einsparung	31
2.4.2 Entsorgung von CO ₂ mittels Feststoffumwandlung	33
2.4.3 Die künstliche Silikatverwitterung	33
2.4.4 Entsorgung von CO ₂ in erschöpften Lagerstätten oder der Tiefsee	36
3. Thermische Nutzung nachwachsender Rohstoffe	39
3.1 Die Industriepflanze und der Restwertstoff	41
3.1.2 Das Potential thermisch nutzbarer, nachwachsender Rohstoffe in der Bundesrepublik Deutschland	42
3.2 Thermische Nutzung von Biomasse	44
3.3 Vergasung C-haltiger Brennstoffe	46
3.3.1 Der Gegenstromvergaser	47
3.3.2 Der Gleichstromvergaser	49
3.3.3 Die mehrstufige Vergasung nach dem Easimod-Prinzip	50
3.3.4 Vergasung in Gas-Feststoff-Wirbelschichten	51

3.4	Energieumwandlungssysteme in der dezentralen Kraft-Wärme-Kopplung	52
3.4.1	Gasturbinentechnik	52
3.4.2	Gasmotorentechnik	55
3.4.3	Brennstoffzellentechnik	61
4.	Versuchsdurchführung - Materialien und Methoden -	78
4.1	Charakterisierung der Brennstoffe	78
4.2	Erörterung der Aufbereitung von Biomassen und Bewertung ihrer Eignung für die Wirbelschicht.....	84
4.3	Die Hochtemperatur-Winkler-Technikumsanlage	85
4.3.1	Umbau des bestehenden Fördersystems	89
4.3.2	Eichung der Eintragsschnecke mit den Biomassen	93
4.3.3	Kaltwirbelversuche	94
4.4	Versuchsablauf, Ergebnisse und Erörterung.....	95
4.4.1	Vergasung von Miscanthus	97
4.4.2	Vergasung von Gerste	103
4.4.3	Vergasung von Weidelgras	108
4.4.4	Vergasung von Triticale.....	115
4.5	Diskussion der Eignung des HTW-Verfahrens für die Vergasung von Biomasse und zukünftige Verfahrensentwicklung.....	117
4.5.1	Aufbau eines Kaltmodells mit erweiterter Freiraumzone	121
4.5.2	Ergebnisse der Kaltwirbelversuche mit erweiterter Freiraumzone	125
4.5.3	Bestimmung der Rückführrate der zirkulierenden Wirbelschicht bei der Biomassenvergasung.....	129
4.5.4	Vergasung von Biomasse in der stationären Wirbelschicht.....	131
5.	Gesamtdiskussion.....	131
6.	Zusammenfassung	141
7.	Literatur	144
8.	Anhang.....	164