

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einführung</b> . . . . .	<b>1</b>
	Peter Quicker, Kathrin Weber, Claudia Kammann, Christoph Sager	
1.1	Begrifflichkeiten . . . . .	3
1.2	Klimawandel und Kohlenstoffkreislauf . . . . .	4
1.3	Historie der Erzeugung von Karbonisaten . . . . .	7
1.3.1	Pyrolytische Karbonisaterzeugung . . . . .	7
1.3.2	Hydrothermale Karbonisierung . . . . .	12
<b>2</b>	<b>Thermochemische Prozesse zur Herstellung von Biomassekarbonisaten</b> . . . . .	<b>15</b>
	Peter Quicker, Andrea Kruse, Kathrin Weber, Dennis Blöhse	
2.1	Überblick Thermochemische Prozesse . . . . .	15
2.2	Karbonisate durch Pyrolyse . . . . .	16
2.2.1	Torrefizierung . . . . .	20
2.2.2	Schnellpyrolyse . . . . .	22
2.2.3	Langsame und mittelschnelle Pyrolyse . . . . .	23
2.2.4	Reaktionskinetik . . . . .	24
2.3	Karbonisate durch hydrothermale Verfahren . . . . .	37
2.3.1	Thermochemie der Hydrothermalen Karbonisierung . . . . .	37
2.3.2	Nebenprodukte . . . . .	63
2.4	Karbonisate als Nebenprodukte der Vergasung . . . . .	80
<b>3</b>	<b>Herstellung von Biomassekarbonisaten</b> . . . . .	<b>83</b>
	Simone Heger, Andrea Kruse, Peter Quicker, Dennis Blöhse, Klaus Serfass, Marc Schulten, Saulo Seabra	
3.1	Rechtlicher Rahmen bei der Herstellung von Biomassekarbonisaten	83
3.2	Verfahrenstechnik der Biomassekarbonisierung durch Pyrolyse . . . . .	90
3.2.1	Torrefizierung . . . . .	92
3.2.2	Schnellpyrolyse . . . . .	93
3.2.3	Langsame und mittelschnelle Pyrolyse . . . . .	95
3.2.4	Verfahren zur pyrolytischen Erzeugung von Biomassekarbonisaten . . . . .	96
3.3	Verfahrenstechnik der Biomassekarbonisierung durch Hydrothermale Verfahren . . . . .	114

3.3.1	Grundoperationen und Prozessgestaltung . . . . .	114
3.3.2	Reaktortypen und grundlegende Charakteristika . . . . .	118
3.3.3	Stoffvorbereitung und Förderung . . . . .	119
3.3.4	Wärmeübertrag und -management . . . . .	120
3.3.5	Produktaufbereitung . . . . .	121
3.3.6	Verfahren zur hydrothermalen Erzeugung von Biomassekarbonisaten . . . . .	121
3.4	Verfahrenstechnik der Vergasung . . . . .	145
3.5	Agglomeration von Biomassekarbonisaten . . . . .	148
3.5.1	Einleitung: Wieso Agglomerieren? . . . . .	148
3.5.2	Agglomerationsverfahren . . . . .	149
3.5.3	Anwendungsbeispiel: Biomassekarbonisatbriketts für die Gusseisenherstellung . . . . .	159
<b>4</b>	<b>Eigenschaften von Biomassekarbonisaten . . . . .</b>	<b>165</b>
	Kathrin Weber und Peter Quicker	
4.1	Einführung in Bildern . . . . .	166
4.2	Chemische Zusammensetzung . . . . .	173
4.2.1	Inkohlungsdiagramm . . . . .	173
4.2.2	Elementarzusammensetzung . . . . .	177
4.2.3	Energiegehalt . . . . .	186
4.2.4	Fixer Kohlenstoff und flüchtige Bestandteile . . . . .	188
4.2.5	Asche . . . . .	192
4.3	Ausbeuten . . . . .	193
4.3.1	Massenausbeute . . . . .	195
4.3.2	Energieausbeute . . . . .	199
4.3.3	Ausbeute fixer Kohlenstoff . . . . .	200
4.4	Struktur und Oberfläche . . . . .	202
4.4.1	Oberfläche . . . . .	202
4.4.2	Dichte und Porosität . . . . .	206
4.4.3	pH-Wert . . . . .	209
4.4.4	Wasseraufnahme . . . . .	212
<b>5</b>	<b>Verwendung von Biomassekarbonisaten . . . . .</b>	<b>213</b>
	Kathrin Weber, Sabrina Eichenauer, Ernst Stadlbauer, Marc Schulten, Thomas Echterhof, Claudia Kammann, Hans-Peter Schmidt, Achim Gerlach, Henning Gerlach	
5.1	Energetische Anwendungen . . . . .	213
5.1.1	Mitverbrennung in Kohlekraftwerken . . . . .	213
5.1.2	Kleinfeuerungsanlagen . . . . .	238
5.1.3	Vergasungsanlagen . . . . .	246
5.2	Industrielle Anwendungen . . . . .	254
5.2.1	Metallurgie . . . . .	254

---

5.2.2	Adsorptionsmittel . . . . .	277
5.2.3	Zement- und Kalkwerke . . . . .	279
5.2.4	Siliziumherstellung . . . . .	282
5.3	Bodenbezogene und landwirtschaftliche Anwendungen . . . . .	284
5.3.1	Stabilität von Pflanzenkohle in Böden . . . . .	289
5.3.2	Feld- und Gefäßversuche mit Pflanzenkohle in Böden: Ergebnisse der ersten Dekade und Ausblicke . . . . .	293
5.3.3	Pflanzenkohle in der Kompostierung . . . . .	299
5.3.4	Einsatz von Pflanzenkohle in der Tierhaltung . . . . .	302
5.3.5	Schadstoffe und rechtliche Rahmenbedingungen . . . . .	310
5.3.6	Fazit . . . . .	311
5.4	Anwendung in der Tierfütterung . . . . .	311
5.4.1	Kaskadennutzung durch Anwendung von Pflanzenkohle in der Tierhaltung . . . . .	312
5.4.2	Historischer Überblick: Einsatz von Pflanzenkohle als Futtermittel . . . . .	314
5.4.3	Holzkohle und Wildtiere . . . . .	315
5.4.4	Funktionsweise von (aktivierter) Pflanzenkohle in der Fütterung . . . . .	316
5.4.5	Adsorption von Schadstoffen . . . . .	320
5.4.6	Zulassung . . . . .	329
5.4.7	Qualität der Pflanzenkohle . . . . .	330
5.4.8	Verabreichung . . . . .	331
5.4.9	Regelmäßige Fütterung zur Verbesserung von Leistung und Tierwohl . . . . .	332
5.4.10	Reduktion der Methanemissionen von Wiederkäuern . . . . .	339
5.4.11	Mögliche Nebenwirkungen von Pflanzenkohle . . . . .	342
5.4.12	Klimabilanz . . . . .	344
5.4.13	Fazit . . . . .	345
	<b>Anhang</b> . . . . .	347
	<b>Literatur</b> . . . . .	373
	<b>Sachwortverzeichnis</b> . . . . .	425



<http://www.springer.com/978-3-658-03688-1>

Biokohle

Herstellung, Eigenschaften und Verwendung von  
Biomassekarbonisaten

Quicker, P.; Weber, K. (Hrsg.)

2016, XX, 443 S. 243 Abb., Hardcover

ISBN: 978-3-658-03688-1