

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

Emissionsminderung
Erzeugung von Biomassekarbonisaten

VDI 3933

Emission control
Production of biochar

Ausg. deutsch/englisch
Issue German/English

Der Entwurf dieser Richtlinie wurde mit Ankündigung im Bundesanzeiger einem öffentlichen Einspruchsverfahren unterworfen.

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.

The draft of this standard has been subject to public scrutiny after announcement in the Bundesanzeiger (Federal Gazette).

The German version of this standard shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.

Inhalt	Seite	Contents	Page
Vorbemerkung	2	Preliminary note	2
Einleitung	2	Introduction	2
1 Anwendungsbereich	3	1 Scope	3
2 Begriffe	3	2 Terms and definitions	3
3 Abkürzungen	5	3 Abbreviations.	5
4 Einteilung der Einsatzstoffe	6	4 Classification of feedstocks	6
5 Thermochemische Prozesse zur Erzeugung von Biomassekarbonisaten	7	5 Thermochemical processes for biochar production	7
5.1 Verfahren zur Herstellung von Karbonisaten	9	5.1 Biochar production processes	9
5.2 Nebenproduktverfahren	14	5.2 Byproduct processes	14
6 Rechtlicher und normativer Rahmen bei der Herstellung	17	6 Legal and normative framework.	17
6.1 Genehmigungspraxis	17	6.1 Permitting practice	17
6.2 Regelungen zur Sicherheit und zum Gesundheitsschutz	22	6.2 Occupational health and safety regulations	22
7 Eigenschaften von Biomassekarbonisaten	28	7 Biochar properties	28
7.1 Elementarzusammensetzung	28	7.1 Elemental composition	28
7.2 Energiegehalt	30	7.2 Energy content	30
7.3 Fixer Kohlenstoff und flüchtige Bestandteile	31	7.3 Fixed carbon and volatile matter	31
7.4 Massenausbeute	33	7.4 Mass yield	33
7.5 Oberfläche.	34	7.5 Specific surface area	34
7.6 pH-Wert	34	7.6 pH.	34
7.7 Hydrophobizität und Wasseraufnahmevermögen	36	7.7 Hydrophobicity and water holding capacity	36

VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) – Normenausschuss

Fachbereich Umweltschutztechnik

VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft Band 2: Emissionsminderung I
VDI-Handbuch Biotechnologie
VDI-Handbuch Energietechnik

Inhalt	Seite
8 Umgesetzte oder technisch relevante Herstellungsprozesse	36
8.1 Pyrolyse.	36
8.2 Hydrothermale Verfahren.	45
9 Emissionsquellen und -minderungsmaßnahmen	56
9.1 Art und Quellen der Emissionen	56
9.2 Pyrolyse.	60
9.3 Hydrothermale Karbonisierung.	63
9.4 Emissionsminderungsverfahren	68
10 Messen und Bewerten von Emissionen	78
10.1 Luftgetragene Emissionen	79
10.2 Wassergetragene Emissionen	81
11 Einsatzgebiete	83
11.1 Energetische Anwendung	85
11.2 Industrielle Anwendungen.	90
11.3 Bodenbezogene und landwirtschaftliche Anwendungen	97
11.4 Sonstige Anwendungen	99
Anhang Exemplarische Verfahrenssteckbriefe (laut Herstellerangaben)	100
Schrifttum	124

Contents	Page
8 Implemented or technically relevant production processes	36
8.1 Pyrolysis	36
8.2 Hydrothermal processes	45
9 Emission sources and control measures	56
9.1 Emission types and sources	56
9.2 Pyrolysis	60
9.3 Hydrothermal carbonisation	63
9.4 Air pollution control techniques	68
10 Measurement and assessment of emissions	78
10.1 Airborne emissions	79
10.2 Water-borne emissions	81
11 Applications	83
11.1 Energy use	85
11.2 Industrial uses	90
11.3 Use in soil and agriculture.	97
11.4 Other applications	99
Annex Sample technology profiles (according to manufacturers' data)	112
Bibliography	124

Vorbemerkung

Der Inhalt dieser Richtlinie ist entstanden unter Beachtung der Vorgaben und Empfehlungen der Richtlinie VDI 1000.

Alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Fotokopie, der elektronischen Verwendung und der Übersetzung, jeweils auszugsweise oder vollständig, sind vorbehalten.

Die Nutzung dieser Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechts und unter Beachtung der Lizenzbedingungen (www.vdi.de/richtlinien), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

Allen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

Einleitung

Die Nutzung von Biomasse zur Energieerzeugung ist ebenso wie die Erzeugung und Verwendung von Holzkohlen seit der Steinzeit etabliert und dokumentiert [1]. Im Lauf der technischen Entwicklung haben sich die Nutzungsmöglichkeiten jedoch verfeinert. So werden heutzutage im technischen Maßstab Verfahren eingeführt, um den Kohlenstoffanteil der Bio-

Preliminary note

The content of this standard has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the standard VDI 1000.

All rights are reserved, including those of reprinting, reproduction (photocopying, micro copying), storage in data processing systems and translation, either of the full text or of extracts.

The use of this standard without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions (www.vdi.de/richtlinien) specified in the VDI Notices.

We wish to express our gratitude to all honorary contributors to this standard.

Introduction

Energy generation from biomass as well as the production and utilisation of charcoal have been practised and recorded since the Stone Age [1]. In the course of technological progress, charcoal uses have, however, become more sophisticated. These days, technologies are being introduced on a commercial scale to raise the carbon content of the biomass, make

masse anzureichern, diesen lagerfähig und einfacher handhabbar zu machen und einen höheren Heizwert zu erzielen. Fossile Ressourcen können mithilfe von Biomassekarbonisaten geschont werden.

Aus Sicht der Umwelt sind dabei nicht nur die CO₂-Reduktion, sondern auch die bei der Erzeugung der Biomassekarbonisate entstehenden Emissionen von Bedeutung.

1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie beschreibt den Stand der Technik bei der Erzeugung von Biomassekarbonisaten mittels Pyrolyse, hydrothormaler Karbonisierung und ähnlicher Prozesse. Dabei werden neben den gängigen Verfahren zur Herstellung auch die Ausgangsstoffe und Einsatzmöglichkeiten betrachtet.

Die Richtlinie bildet innerbetriebliche Maßnahmen zur Vermeidung und Verminderung von Emissionen ab. Sie vermittelt einen fachspezifischen Überblick und dient Behörden, Verbänden, Planern von Anlagen und den einschlägigen Betrieben als Arbeitshilfe. Bandbreiten von Emissionen werden aufgezeigt. Die rechtlichen Grundlagen werden dargestellt. Die Darstellung von Maßnahmen zum Umweltschutz erfolgt unter Berücksichtigung der Rahmenbedingungen des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG).

Diese Richtlinie behandelt die Verfahrensstufen von der Aufbereitung der Einsatzstoffe bis zur Konfektionierung der Produkte. Die Anwendung der Produkte wird ebenfalls beschrieben.

it amenable to storage, facilitate its handling, and raise its heating value. Biochar can help conserve fossil resources.

From environmental protection aspects, not only the greenhouse gas reduction potential, but also pollutant emissions associated with the production of biochars are of relevance.

1 Scope

This standard describes the state of the art for biochar production by pyrolysis, hydrothermal carbonisation, and similar processes. As well as presenting the common production processes, it also looks at the starting materials and biochar applications.

Measures for emission control and prevention are discussed. Providing a technical overview, this standard serves as a working basis for authorities, industry associations, plant engineering contractors, and plant operators. Emission ranges are reported, and the legal framework is presented. Environmental protection measures are described, taking into account the regulatory regime of the German Federal Immission Control Act (BImSchG).

This standard covers all unit operations of biochar production, starting with the pretreatment of the feedstocks through to product refining. Product applications are also addressed.