
essentials

essentials liefern aktuelles Wissen in konzentrierter Form. Die Essenz dessen, worauf es als „State-of-the-Art“ in der gegenwärtigen Fachdiskussion oder in der Praxis ankommt. *essentials* informieren schnell, unkompliziert und verständlich

- als Einführung in ein aktuelles Thema aus Ihrem Fachgebiet
- als Einstieg in ein für Sie noch unbekanntes Themenfeld
- als Einblick, um zum Thema mitreden zu können

Die Bücher in elektronischer und gedruckter Form bringen das Expertenwissen von Springer-Fachautoren kompakt zur Darstellung. Sie sind besonders für die Nutzung als eBook auf Tablet-PCs, eBook-Readern und Smartphones geeignet. *essentials*: Wissensbausteine aus den Wirtschafts-, Sozial- und Geisteswissenschaften, aus Technik und Naturwissenschaften sowie aus Medizin, Psychologie und Gesundheitsberufen. Von renommierten Autoren aller Springer-Verlagsmarken.

Weitere Bände in der Reihe <http://www.springer.com/series/13088>

Karim Ghaib

Das Power-to-Methane-Konzept

Von den Grundlagen zum
gesamten System

 Springer Vieweg

Karim Ghaib
Düren, Deutschland

ISSN 2197-6708

essentials

ISBN 978-3-658-19725-4

<https://doi.org/10.1007/978-3-658-19726-1>

ISSN 2197-6716 (electronic)

ISBN 978-3-658-19726-1 (eBook)

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer Vieweg

© Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH 2017

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer Vieweg ist Teil von Springer Nature

Die eingetragene Gesellschaft ist Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Abraham-Lincoln-Str. 46, 65189 Wiesbaden, Germany

Was Sie in diesem *essential* finden können

- Einen umfassenden aktualisierten Stand der Technik des Power-to-Methane-Konzepts
- Grundlagen der Wasserelektrolyse und Stand der Zelltechnik
- Potenzielle CO₂-Quellen und CO₂-Trenntechnologien
- Fundamente der Methanisierung und Stand der Katalyse- und Reaktortechnik
- Darstellung verschiedener Power-to-Methane-Analgen

Vorwort

Die regenerativen Energiequellen sind zumindest im Fall von Wind und Sonnenstrahlung bekanntlich abhängig von Tageszeiten, Jahreszeiten, räumlicher Lage und Wetter und stehen selten bedarfsgerecht zur Verfügung. Diese Unstimmigkeit muss ausgeglichen werden bzw. der Energieüberschuss muss anderweitig genutzt werden. Hier könnte Power-to-Methane eine wichtige Rolle in Zukunft spielen.

Dieses *essential* möchte die wesentlichen technischen Informationen über das Power-to-Methane-Konzept geben. Der technische Stand der Power-to-Methane-Prozesskette wird dargestellt und bewertet. Fachleute werden in dem *essential* eine verlässliche technische Grundlage für ihre Überlegungen und Strategien finden.

Düren
August 2017

Karim Ghaib

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Wasserelektrolyse	3
2.1	Grundlagen	3
2.2	Zelltechnik	6
2.2.1	AEL	6
2.2.2	PEMEL	7
2.2.3	SOEL	8
2.2.4	Vergleich der Zelltechnologien	8
3	CO₂ für Power-to-Methane	11
3.1	CO ₂ -Quellen	11
3.2	CO ₂ -Trenntechnologien	12
3.2.1	Absorption	12
3.2.2	Adsorption	13
3.2.3	Membran	14
3.2.4	Kryogene Destillation	14
3.2.5	Vergleich der CO ₂ -Trennprozesse	14
4	Methanisierung	17
4.1	Thermodynamik	17
4.2	Katalyse	20
4.3	Reaktorkonzepte	23

5 Power-to-Methane-Anlagen	29
5.1 ZSW-250-kW _{el} -Demonstrationsanlage	29
5.2 Audi e-gas	30
5.3 HELMETH-Projekt	30
6 Zusammenfassung	33
Literatur	37