K. J. Thomé-Kozmiensky
Michael Beckmann

# DEZENTRALE ENERGIEVERSORGUNG



Karl J. Thomé-Kozmiensky
Michael Beckmann

# Dezentrale Energieversorgung

TK

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

**Dezentrale Energieversorgung**
Karl J. Thomé-Kozmiensky, Michael Beckmann.
– Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2013
ISBN 978-3-935317-95-5

ISBN 978-3-935317-95-5 TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky

Copyright: Professor Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Karl J. Thomé-Kozmiensky
Alle Rechte vorbehalten

Verlag: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky • Neuruppin 2013
Redaktion und Lektorat: Professor Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Karl J. Thomé-Kozmiensky,
Dr.-Ing. Stephanie Thiel, M.Sc. Elisabeth Thomé-Kozmiensky
Erfassung und Layout: Martina Ringgenberg, Petra Dittmann, Ginette Teske,
Sandra Peters, Ina Böhme
Druck: Mediengruppe Universal Grafische Betriebe München GmbH, München

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

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 dürfen.

Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien, z.B. DIN, VDI, VDE, VGB Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden sein, so kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.

## Perspektiven

**Dezentral – Warum?**
Karl J. Thomé-Kozmiensky und Stephanie Thiel ..... 3

**Perspektiven der Energieversorgung – Herausforderungen der Energiepolitik auf dem Weg zu einer regenerativen Vollversorgung –**
Martin Faulstich, Karin Holm-Müller, Patrick Matschoss, Miriam Dross, Christian Hey, Sibyl Steuwer und Annette Volkens..... 77

**Energiepolitik ist mehr als Klimaschutz**
Fritz Vahrenholt..... 89

**Perspektiven für eine Vollversorgung mit erneuerbaren Energien**
Michael Beckmann, Christoph Pieper, Reinhard Scholz und Marc Muster ..... 101

## Recht

**Mögliche Reform des Erneuerbare Energien-Gesetzes**
Helmar Hentschke..... 135

**Aktuelle Fragen der Bundesfachplanung zum Ausbau des Stromübertragungsnetzes nach §§ 4 ff. NABEG**
Markus Appel..... 147

## Kommunale Lösungen

**Die Energie- und Klimaschutzpolitik Berlins**
Christian Gaebler..... 181

**Die Rolle der Entsorgungswirtschaft bei der Energieversorgung**
Vera Gäde-Butzlaff ..... 195

**Energie-Wende Berlin**
Lothar Kramm ..... 207

**Gründung von Stadtwerken für die dezentrale Energieversorgung**
Michael Wübbels ..... 217

**Die energieeffiziente Stadt der Zukunft**
Michael Beckereit, Carola Bettinger, Onnen Heitmann,
Benjamin Koch, Jan Riepe und Jan Sudeikat ..... 229

**Innovation und Wettbewerb als Ziel – Kooperation und Energiepolitik bei den 8KU**
Matthias Dümpelmann ..... 245

**Jühnde – ein kommunales Modell für die Energiewende?**
Heiko Lohrengel ..... 255

## Realisierung

**Dezentrale Energiesysteme – Neue Technologien im liberalisierten Energiemarkt**
Jürgen Karl ..... 261

**Energiewirtschaftliche Bewertung von dezentralen Energieversorgungssystemen**
Clemens Felsmann ..... 273

**Dezentrale Energieversorgung**
**– Lösungsmöglichkeiten für kleine und mittlere Unternehmen –**
Henrik Vagt und Erik Pfeifer ..... 287

**Finanzierungsalternativen für Investitionen in Energieprojekte**
Robert Rügemer und Katinka Wölfer ..... 301

**Zusätzlicher Biomassebedarf für den Klimaschutz**
**– Regulierungsvorschläge für Indirect Land Use Change –**
Uwe Lahl und Björn Pieprzyk ..... 325

**Konzepte zur Biomasse-Vergasung und -Verbrennung für die dezentrale Energieversorgung**
Dorith Böhning und Michael Beckmann ..... 341

**Wirtschaftliche und technische Entwicklung von Biomasseverbrennungsanlagen**
Axel Lambion und Dieter Weiß ..... 367

**Strohfeuerung – neue Verbrennungsanlage an der deutsch-niederländischen Grenze mit Stroh als alleinigem Brennstoff**
Thomas Pickut ..... 385

## Netze

**Ausbau und Modernisierung der Verteilnetze – unverzichtbare Voraussetzung für die Energiewende –**
Rainer Stock ..... 397

**Dezentrale Energiesenken und -quellen**
Udo Seiler ..... 413

**Dank** ..... 443

**Autorenverzeichnis** ..... 447

**Inserentenverzeichnis** ..... 459

**Schlagwortverzeichnis** ..... 463

# Erneuerbare Energien




**Erneuerbare Energien, Band 1**

| | |
|---|---|
| Herausgeber: | Karl J. Thomé-Kozmiensky |
| ISBN: | 978-3-935317-44-3 |
| Erscheinung: | 2009 |
| Gebundene Ausgabe: | 329 Seiten<br>mit farbigen Abbildungen |
| Preis: | 30.00 EUR |

**Erneuerbare Energien, Band 2**

| | |
|---|---|
| Herausgeber: | Karl J. Thomé-Kozmiensky<br>Michael Beckmann |
| ISBN: | 978-3-935317-43-6 |
| Erscheinung: | 2009 |
| Gebundene Ausgabe: | 713 Seiten<br>mit farbigen Abbildungen |
| Preis: | 40.00 EUR |

**Erneuerbare Energien, Band 3**

| | |
|---|---|
| Herausgeber: | Karl J. Thomé-Kozmiensky |
| ISBN: | 978-3-935317-54-2 |
| Erscheinung: | 2010 |
| Gebundene Ausgabe: | 366 Seiten<br>mit farbigen Abbildungen |
| Preis: | 40.00 EUR |

**Erneuerbare Energien, Band 4**

| | |
|---|---|
| Herausgeber: | Karl J. Thomé-Kozmiensky<br>Michael Beckmann |
| ISBN: | 978-3-935317-55-9 |
| Erscheinung: | 2010 |
| Gebundene Ausgabe: | 393 Seiten<br>mit farbigen Abbildungen |
| Preis: | 40.00 EUR |

**Erneuerbare Energien, Band 5**

| | |
|---|---|
| Herausgeber: | Karl J. Thomé-Kozmiensky |
| ISBN: | 978-3-935317-64-1 |
| Erscheinung: | 2011 |
| Gebundene Ausgabe: | 353 Seiten<br>mit farbigen Abbildungen |
| Preis: | 40.00 EUR |

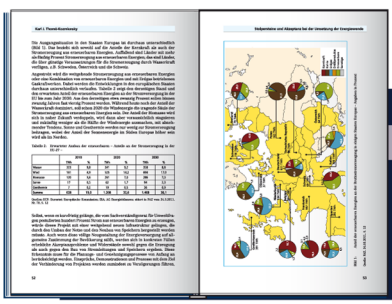
**Erneuerbare Energien, Band 6**

| | |
|---|---|
| Herausgeber: | Karl J. Thomé-Kozmiensky<br>Michael Beckmann |
| ISBN: | 978-3-935317-65-8 |
| Erscheinung: | 2011 |
| Gebundene Ausgabe: | 417 Seiten<br>mit farbigen Abbildungen |
| Preis: | 40.00 EUR |

**115.00 EUR**
statt 230.00 EUR

## Paketpreis

**Erneuerbare Energien, Band 1 • Erneuerbare Energien, Band 2 • Erneuerbare Energien, Band 3**
**Erneuerbare Energien, Band 4 • Erneuerbare Energien, Band 5 • Erneuerbare Energien, Band 6**



**Bestellungen unter www.vivis.de**
oder

Dorfstraße 51
D-16816 Nietwerder-Neuruppin
Tel. +49.3391-45.45-0 • Fax +49.3391-45.45-10
E-Mail: tkverlag@vivis.de

vivis
TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky

# Dezentral – Warum?

Karl J. Thomé-Kozmiensky und Stephanie Thiel


1. Energie- und klimapolitische Ziele ..... 4

2. Situation in Deutschland ..... 7

3. Konventionelle Energien ..... 12

3.1. Kernkraftwerke ..... 12

3.2. Kraftwerke auf fossiler Basis ..... 14

3.2.1. Stein- und Braunkohle ..... 17

3.2.2. Erdöl ..... 21

3.2.3. Erdgas ..... 23

4. Erneuerbare Energien ..... 24

4.1. Windenergie ..... 27

4.2. Photovoltaik und Solarthermie ..... 31

4.3. Biomasse ..... 38

4.4. Biogas ..... 47

4.5. Wasserkraft ..... 50

4.6. Geothermie ..... 51

5. Dezentrale Stromversorgung ..... 55

6. Netze ..... 60

7. Speicher ..... 61

8. Akteure ..... 66

9. Anmerkungen zur Wirtschaftlichkeit ..... 68

10. Fazit ..... 73

## 1. Energie- und klimapolitische Ziele

Aus unterschiedlichen Gründen haben sich die energiepolitischen Vorstellungen innerhalb weniger Jahre erheblich verändert. Dies bezieht sich im Wesentlichen auf die Ablehnung der Kernenergie und der Kohle. Diese konventionellen Energieträger stellen in zahlreichen Ländern das Fundament der Energieversorgung dar. Energiepolitisches Ziel in Europa ist die weitgehende und im Extremfall vollständige Umstellung auf Erneuerbare Energien.

Nach der Katastrophe im Kernkraftwerk Fukushima wird weltweit die Kernkraft neu bewertet. In Anbetracht der unterschiedlichen Abhängigkeiten von der Kernkraft in den verschiedenen Ländern fallen die Reaktionen differenziert aus. Während in Deutschland der Ausstieg aus der Kernkraft bis 2022 beschlossen ist, sind in anderen Ländern vorsichtigere Reaktionen zu beobachten. In einigen Ländern ist die Diskussion noch nicht abgeschlossen.

Es ist allgemeiner Konsens, dass die $CO_2$-Emissionen aus Gründen des Klimaschutzes reduziert werden müssen. Dies kann durch verminderten Einsatz von festen fossilen Brennstoffen geschehen. Der Sachverständigenrat für Umweltfragen empfiehlt bezüglich der Stromproduktion die Beendigung des Betriebs von Kohlekraftwerken bis 2050. Bis dahin soll die gesamte Stromerzeugung mit Erneuerbaren Energien sichergestellt werden.

Dieses Ziel, das sich die Bundesregierung weitgehend zu eigen gemacht hat, ist aus unterschiedlichen Gründen nicht unumstritten. Insbesondere wird argumentiert, dass die Umstellung der Energieversorgung auf Erneuerbare Energien mit anderen weitgehend akzeptierten Zielen – z.B. des Natur- und Gesundheitsschutzes sowie der Versorgungs- und Arbeitsplatzsicherung – konkurriert.

Die Energieversorgungsunternehmen argumentieren, dass sich das Risiko von Strompannen in ganz Europa schon durch den partiellen Ausstieg von Deutschland aus der Kernenergie erhöht hat. Alleine die Stilllegung der deutschen Reaktoren habe jetzt schon das Gleichgewicht im europäischen Stromsystem gestört. Der Grundfehler liege in der Fehleinschätzung der Speicherfähigkeit von Energie. Wind- und Solarstrom können nicht durchgehend erzeugt werden; doch muss die Energiewirtschaft dafür sorgen, dass das Angebot zu jeder Zeit dem Bedarf entspricht. Obwohl seit Beginn des zwanzigsten Jahrhunderts über die Speicherung von Energie geforscht wird, wurden kaum Fortschritte für die Speicherung großer Kapazitäten erzielt. Der einzigen sicheren Lösung mit hydroelektrischen Pumpstationen und großen Seen stehen geographische Begrenzungen sowie Umwelt- und Naturschutzvorschriften entgegen.

Die Bundesregierung wird ihre Ziele nur erreichen, wenn die technischen Voraussetzungen in der vorgesehenen Zeit geschaffen werden und der Umbau des Energiesystems ökonomisch und ökologisch darstellbar ist. Weitere, wesentliche Voraussetzung wird die Herstellung der Akzeptanz der Bevölkerung sowie der einzeln von den erforderlichen Baumaßnahmen Betroffenen sein. Und dies werden viele sein. Konventionelle Kraftwerke können nur von wenigen gesehen und gehört werden. Durch den täglichen Betrieb werden nur wenige Anwohner direkt betroffen. Dagegen sind Windkraftwerke nahezu ubiquitär und Stromtrassen beeinträchtigen das Landschaftsbild ganzer Landstriche.

## Literatur


Beckereit, M.: Neue Energie für Hamburg. In: Thomé-Kozmiensky, K. J. (Hrsg.): Erneuerbare Energien, Band 1. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2009, S. 99-104

Beckereit, M.; Bettinger, C.; Heitmann, O.; Koch, B.; Riepe, J.; Sudeikat, J.: Die energieeffiziente Stadt der Zukunft. In: Thomé-Kozmiensky, K. J.; Beckmann, M. (Hrsg.): Dezentrale Energieversorgung. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2013, S. 229-244

Beckmann, M.; Hurtado, A.: Energieversorgung der Zukunft. In: Thomé-Kozmiensky, K. J.; Beckmann, M. (Hrsg.): Erneuerbare Energien, Band 3. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2010, S. 225-237

Beckmann, M.; Pieper, C.: Erneuerbare Energien – Entwicklung und Perspektiven –. In: Thomé-Kozmiensky, K. J.; Beckmann, M. (Hrsg.): Erneuerbare Energien, Band 5. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2011, S. 3-21

Beckmann, M.; Pieper, C.; Scholz, R.; Muster, M.: Perspektiven für eine Vollversorgung mit erneuerbaren Energien. In: Beckmann, M.; Hurtado, A. (Hrsg.): Kraftwerkstechnik, Band 4. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2012, S. 43-70

Beckmann, M.; Pieper, C.; Scholz, R.; Muster, M.: Perspektiven für eine Vollversorgung mit erneuerbaren Energien. In: Thomé-Kozmiensky, K. J.; Beckmann, M. (Hrsg.): Dezentrale Energieversorgung. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2013, S. 1010-131

Billotet, T.: Strategie zur Nutzung alternativer Energieträger. In: Thomé-Kozmiensky, K. J. (Hrsg.): Erneuerbare Energien, Band 1. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2009, S. 57-65

Bognar, K.; Behrendt, F.: Nutzung erneuerbarer Energien im Zusammenhang mit der Meerwasserentsalzung. In: Thomé-Kozmiensky, K. J.; Beckmann, M. (Hrsg.): Erneuerbare Energien, Band 3. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2010, S. 153-171

Bünting, H.; van Lith, T.: Chancen und Herausforderungen der Energiewende. In: Beckmann, M.; Hurtado, A. (Hrsg.): Kraftwerkstechnik, Band 4. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2012, S. 33-42

Dümpelman, M.: Innovation und Wettbewerb als Ziel – Kooperation und Energiepolitik bei den 8KU. In: Thomé-Kozmiensky, K. J.; Beckmann, M. (Hrsg.): Dezentrale Energieversorgung. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2013, S. 245-254

Faulstich, M.: Wege zur hundertprozentigen Stromversorgung aus erneuerbaren Energien. In: Thomé-Kozmiensky, K. J.; Beckmann, M. (Hrsg.): Erneuerbare Energien, Band 5. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2011, S. 23-32

Faulstich, M.; Holm-Müller, K.; Matschoss, P.; Dross, M.; Hey, C.; Steuwer, S.; Volkens, A.: Perspektiven der Energieversorgung – Herausforderungen der Energiepolitik auf dem Weg zu einer regenerativen Vollversorgung –. In: Thomé-Kozmiensky, K. J.; Beckmann, M. (Hrsg.): Dezentrale Energieversorgung. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2013, S. 77-87

Felsmann, C.: Regenerative Energiequellen in der kommunalen Energieversorgung – Potentiale und Grenzen. In: Thomé-Kozmiensky, K. J.; Beckmann, M. (Hrsg.): Erneuerbare Energien, Band 3. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2010, S. 95-106

Gaebler, C.: Die Energie- und Klimaschutzpolitik Berlins. In: Thomé-Kozmiensky, K. J.; Beckmann, M. (Hrsg.): Dezentrale Energieversorgung. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2013, S. 181-193

Gassner, H.: Beitrag der erneuerbaren Energien im zukünftigen Energiemix. In: Thomé-Kozmiensky, K. J. (Hrsg.): Erneuerbare Energien, Band 1. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2009, S. 77-91

Gaßner, H.: Strategie der Energieversorgung 2020. In: Thomé-Kozmiensky, K. J.; Beckmann, M. (Hrsg.): Erneuerbare Energien, Band 3. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2010, S. 81-92

Grundmann, J.: Erneuerbar, klimaneutral und nachhaltig – Vattenfall setzt auf Biomasse bei der Energieerzeugung – In: Thomé-Kozmiensky, K. J.; Beckmann, M. (Hrsg.): Erneuerbare Energien, Band 3. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2010, S. 109-116

Hatakka, T.: Strategien zu einer stabilen und nachhaltigen Energieversorgung. In: Beckmann, M.; Hurtado, A. (Hrsg.): Kraftwerkstechnik – Sichere und nachhaltige Energieversorgung. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2009, S. 15-23

Hey, C.: Hundert Prozent erneuerbare Stromversorgung bis 2050 – klimaverträglich, sicher, bezahlbar. In: Thomé-Kozmiensky, K. J.; Beckmann, M. (Hrsg.): Erneuerbare Energien, Band 3. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2010, S. 45-59

Knies, G.; Timm, G.; Führ, F.; Schön, M.; Straub, M.: Wie können zehn Milliarden Menschen auf dieser Erde leben? – Das Desertec Konzept. In: Thomé-Kozmiensky, K. J. (Hrsg.): Erneuerbare Energien, Band 1. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2009, S. 33-42

Kohlmann, R.: Marktstrukturen und Strategien der Energiewirtschaft. In: Beckmann, M.; Hurtado, A. (Hrsg.): Kraftwerkstechnik – Sichere und nachhaltige Energieversorgung. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2009, S. 3-14

Kuhlmann, A.: Anmerkungen zur energiepolitischen Debatte im Herbst 2010. In: Thomé-Kozmiensky, K. J.; Beckmann, M. (Hrsg.): Erneuerbare Energien, Band 3. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2010, S. 69-79

Leipprand, A.; Sterner, M.; Faulstich, M.: Hundert Prozent erneuerbare Energien bis 2050?. In: Thomé-Kozmiensky, K. J. (Hrsg.): Erneuerbare Energien, Band 1. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2009, S. 3-21

Lenk, U.: Paradigmenwechsel bei der Technologieauswahl in der Kraftwerkstechnik. In: Beckmann, M.; Hurtado, A. (Hrsg.): Kraftwerkstechnik – Sichere und nachhaltige Energieversorgung, Band 3. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2011, S. 9-23

May, F.: Marketing Electricity Clean – Strategien in eine klimafreundliche Zukunft. In: Thomé-Kozmiensky, K. J. (Hrsg.): Erneuerbare Energien, Band 1. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2009, S. 67-76

Reiche, K.: Die Energiewende ist eine Chance für Deutschland. In: Beckmann, M.; Hurtado, A. (Hrsg.): Kraftwerkstechnik – Sichere und nachhaltige Energieversorgung, Band 3. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2011, S. 3-6

Riedle, K.; Hake, J.-F.; Martinsen, D.; Henke, E.-G.: Vergleich von Energieszenarien für das Jahr 2050. In: Thomé-Kozmiensky, K. J.; Beckmann, M. (Hrsg.): Erneuerbare Energien, Band 5. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2011, S. 33-48

Rudloff, S.; Ruéb, G.: E.ON Climate & Renewables: Entwicklung der Erneuerbaren Energien vom Boutique-Maßstab zum Industriestandard. In: Thomé-Kozmiensky, K. J.; Beckmann, M. (Hrsg.): Erneuerbare Energien, Band 5. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2011, S. 87-96

Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU): Wege zur 100 % erneuerbaren Stromversorgung – Sondergutachten. Berlin: Erich Schmid Verlag GmbH, 2011, 396 S.

Schmid, T.: Zusammenspiel regenerativer und konventioneller Stromerzeugung zum Erreichen der Ziele für die Energieversorgung und für den Klimaschutz. In: Thomé-Kozmiensky, K. J.; Beckmann, M. (Hrsg.): Erneuerbare Energien, Band 5. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2011, S. 67-86

Thomé-Kozmiensky, K. J.: Chancen und Risiken der Energieversorgung. In: Thomé-Kozmiensky, K. J.; Beckmann, M. (Hrsg.): Erneuerbare Energien, Band 3. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2010, S. 3-42

Thomé-Kozmiensky, K. J.: Stolpersteine und Akzeptanz bei der Umsetzung der Energiewende. In: Thomé-Kozmiensky, K. J.; Beckmann, M. (Hrsg.): Erneuerbare Energien, Band 5. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2011, S. 51-66

Vahrenholt, F.; Gassmer, H.: Die Energie der Zukunft – Ein Blick in das Jahr 2050. In: Thomé-Kozmiensky, K. J.; Beckmann, M. (Hrsg.): Erneuerbare Energien, Band 3. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2010, S. 61-67

Vahrenholt, F.: Energiepolitik ist mehr als Klimaschutz. In: Thomé-Kozmiensky, K. J.; Beckmann, M. (Hrsg.): Dezentrale Energieversorgung. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2013, S. 89-99

Ziegahn, K.-F.: Versorgungssicherheit mit nachhaltigen Energiesystemen. In: Thomé-Kozmiensky, K. J. (Hrsg.): Erneuerbare Energien, Band 1. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2009, S. 23-31

## 2. Situation in Deutschland

Tabelle 1: Bruttostromerzeugung in Deutschland im Jahr 2012

| Energieträger | Anteil[1] % | |
|---|---|---|
| Braunkohle | 25,7 | |
| Kernenergie | 16,0 | |
| Steinkohle | 19,1 | |
| Erdgas | 11,3 | |
| Mineralölprodukte | 1,6 | |
| Wasserkraft[2] | 3,3 | 21,9 |
| Windkraft | 7,3 | |
| Biomasse | 5,8 | |
| Photovoltaik | 4,6 | |
| Geothermie | 0,0 | |
| Hausmüll[3], biogener Anteil | 0,8 | |
| Übrige Energieträger | 4,4 | |
| **Bruttostromerzeugung insgesamt** | **100** | |

[1] Vorläufige Angaben

[2] Erzeugung in Lauf- und Speicherwasserkraftwerken sowie Erzeugung aus natürlichem Zufluss in Pumpspeicherkraftwerken.

[3] Nur Erzeugung aus biogenem Anteil des Hausmülls (etwa 50 %)

Quelle: Destatis, Arbeitsgruppe Energiebilanzen (AGEB), 2013

Derzeit ist die flächendeckende Energieversorgung in Deutschland sichergestellt und noch bezahlbar, obwohl die Energiekosten in Deutschland zu den höchsten in Europa zählen. Die Energieversorgung beruht überwiegend auf fossilen Energieträgern – Braun- und Steinkohle, Erdgas und Erdöl –, auf Kernenergie und auf einem langsam zunehmenden Anteil an regenerativen Energieträgern (Bild 1 und Tabelle 1).

Sechzehn Prozent der Stromerzeugung in Deutschland stammen aus der Kernenergie. Ungefähr sechzig Prozent des Stroms werden mit Kernenergie, Braun- und Steinkohle erzeugt. Dieser – zuverlässige – Teil der Stromversorgung stößt aus unterschiedlichen Gründen auf Ablehnung und soll durch Erneuerbare Energien abgelöst werden, soweit der Energieverbrauch nicht durch Erhöhung der Energieeffizienz und Gebäudesanierung reduziert werden kann.

Nach der Abkehr von der Kernenergie konzentriert sich die Förderung der Bundesregierung in erster Linie auf die Windenergie, weil diese derzeit die günstigste grüne Quelle ist.

Aus Gründen der Netzkapazität müssen Windanlagen immer häufiger abgeschaltet werden. Die Besitzer dieser Anlagen werden dafür zwar entschädigt, doch wird von ihnen die häufig späte Abrechnung von mehr als einem Jahr beklagt.

Die Energieerzeugung mit Kernkraftwerken soll zügig beendet werden; im Jahr 2022 soll das letzte Kernkraftwerk vom Netz gehen. Der Neubau von Kohlekraftwerken und auch der Weiterbetrieb dieser Kraftwerke stoßen aus Gründen des Klimaschutzes auf Widerstand.

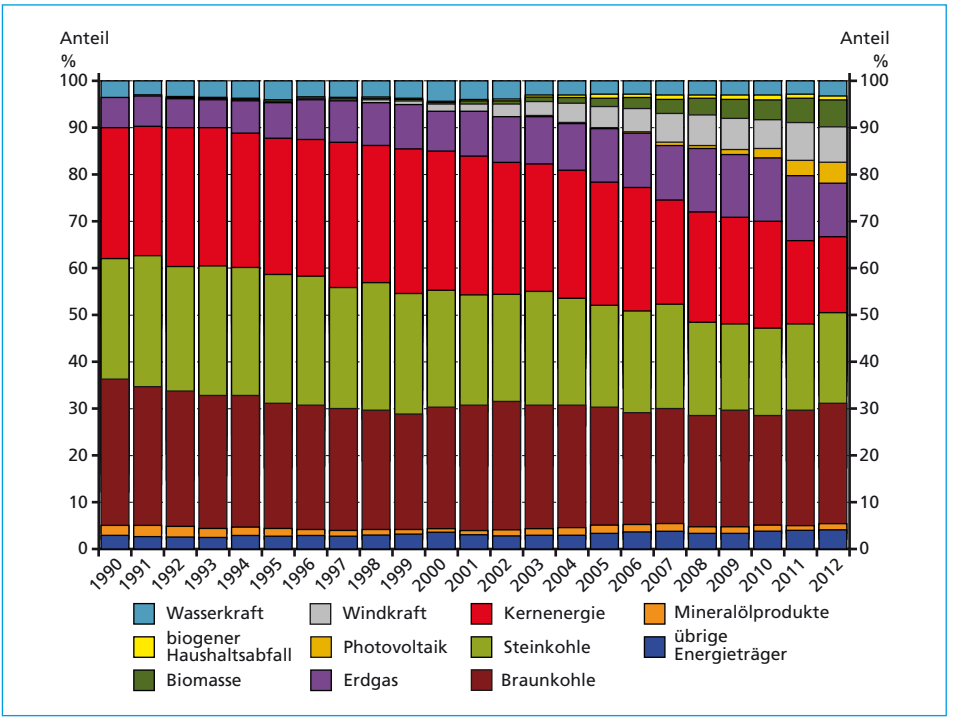



Bild 1: Bruttostromerzeugung in Deutschland nach Energieträgern von 1990 bis 2012

Quelle: wikimedia

Die Situation der Energieversorgung ist in den Staaten Europas durchaus unterschiedlich. Das bezieht sich sowohl auf die Anteile der Kernkraft als auch auf die Anteile der Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien. Auffallend sind Länder mit mehr als fünfzig Prozent Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien; das sind Länder, die über günstige Voraussetzungen für die Stromerzeugung durch Wasserkraft verfügen, z.B. Schweden, Österreich und die Schweiz.

Angestrebt wird die weitgehende Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien oder eine Kombination von Erneuerbaren Energien und von mit Erdgas betriebenen Gaskraftwerken. Dabei werden die Entwicklungen in den europäischen Staaten durchaus unterschiedlich verlaufen. Tabelle 2 zeigt den Stand 2010 und den erwarteten Anteil der Erneuerbaren Energien an der Stromversorgung in der EU bis zum Jahr 2030. Aus den fast zwanzig Prozent im Jahr 2010 sollen binnen zwanzig Jahren fast vierzig Prozent werden. Während 2010 noch der Anteil der Wasserkraft dominierte, soll schon 2020 die Windenergie die tragende Säule der Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien sein. Der Anteil der Biomasse wird sich in naher Zukunft verdoppeln, wird dann aber voraussichtlich stagnieren und zukünftig weniger als die Hälfte der Windenergie ausmachen, mit abnehmender Tendenz. Sonne und Geothermie werden im Norden des Kontinents nur wenig zur Stromerzeugung beitragen; der Anteil der Sonnenenergie wird im Süden Europas höher als im Norden sein.

Tabelle 2: Im Jahr 2011 erwarteter Ausbau der Erneuerbaren Energien – Anteile an der Stromerzeugung in der EU-27 –

| | 2010 | | 2020 | | 2030 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | TWh | % | TWh | % | TWh | % |
| Wasser | 323 | 9,8 | 341 | 9,2 | 358 | 8,8 |
| Wind | 161 | 4,9 | 525 | 14,2 | 694 | 17,0 |
| Biomasse | 120 | 3,6 | 261 | 7,0 | 286 | 7,0 |
| Sonne | 17 | 0,5 | 62 | 1,7 | 94 | 2,3 |
| Geothermie | 7 | 0,2 | 19 | 0,5 | 36 | 0,9 |
| **Summe** | **628** | **19,0** | **1.208** | **32,6** | **1.468** | **36,1** |

Quellen: ECF; Eurostat; Europäische Kommission; IEA; AG Energiebilanzen; eigene Berechnungen, zitiert in FAZ vom 24.3.2011, Nr. 70, S. 12

Selbst, wenn es im prognostizierten Zeitraum technisch möglich wäre, die vom Sachverständigenrat für Umweltfragen postulierte hundertprozentige Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien zu realisieren, würde dieses Ziel nur mit dem gleichzeitigen weitgehenden Umbau der Infrastruktur erreicht werden, die durch den Umbau der Netze und den Neubau von Speichern hergestellt werden müsste.

Auch wenn die völlige Neugestaltung der Energieversorgung noch auf allgemeine Zustimmung der Bevölkerung stößt, werden sich in konkreten Fällen erhebliche Akzeptanzprobleme und Widerstände sowohl gegen die Erzeugung als auch gegen den Bau von Stromleitungen und Speichern aufbauen. Diese Erkenntnis muss auch für die Planungs- und Genehmigungsprozesse von Anfang an berücksichtigt werden. Einsprüche, Demonstrationen und gerichtliche Auseinandersetzungen mit dem Ziel der Verhinderung von Projekten werden zumindest zu Verzögerungen führen, auch wenn mit Gesetzen versucht wird, die Mitwirkung betroffener Bürger im konkreten Fall einzuschränken.

Die für die Planung und Realisierung Verantwortlichen werden folgende Fragenkomplexe schlüssig und mit allen sich daraus ergebenden Konsequenzen beantworten müssen. Hier seien einige Fragen beispielhaft aufgelistet:

- Kann die vollständige und sichere Energieversorgung ohne Kernkraftwerke und Kohlekraftwerke in der vorgesehenen Zeit technisch überhaupt realisiert werden?
- Welche Auswirkungen hat der vollständige Ausstieg aus der Stromerzeugung mit Kohle in Deutschland auf das Weltklima?
- Kann der Stromverbrauch durch Energieeffizienz und Gebäudesanierung auch bei Realisieren der flächendeckenden Elektromobilität reduziert werden?
- Wie wird die Landschaft durch den zunehmenden Bau von Windparks und von neuen Stromtrassen sowie durch den großflächigen Anbau von Biomasse-Pflanzen verändert?
- Welche Auswirkungen werden die Monokulturen auf die biologische Vielfalt haben?

- Welche gesundheitlichen Beeinträchtigungen sind durch den Bau und Betrieb von Windkraftanlagen bei Menschen und anderen Lebewesen zu erwarten?
- Wie wird sich der Wert von Grundstücken und Gebäuden durch den Bau von Windparks und neuen Stromtrassen verändern?
- Welche Auswirkungen werden die höheren Energiepreise auf die Haushalte, auf die Wirtschaft und damit auf die Arbeitsplätze haben?
- Wie wird sich die Konkurrenz um landwirtschaftliche Erzeugnisse durch Biogasanlagen und Biokraftstoff auf die Verfügbarkeit und die Preise von Nahrungsmitteln auswirken?
- Wie werden sich die Bemühungen um dezentrale Energieversorgung durch Kommunen und Industrieunternehmen auf die Netzstruktur in Deutschland auswirken?
- Welche Auswirkungen auf die Stromversorgung in den Nachbarländern hat der Verzicht auf Kernkraft und Kohlekraftwerke in Deutschland?
- Werden ausreichende Stromspeicher für windarme Nächte zur Verfügung stehen?
- Was bedeutet der vorhersehbare Erfolg von finanzkräftigen Großunternehmen bei der Einwerbung von Fördermitteln für die zukünftige Struktur des Energiemarktes?

**Literatur**

Appel, M.: Umwelt- und planungsrechtliche Fragen des Ausbaus von Hochspannungsleitungen. In: Thomé-Kozmiensky, K. J.; Beckmann, M. (Hrsg.): Erneuerbare Energien, Band 5. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2011, S. 211-229

Beckereit, M.: Neue Energie für Hamburg. In: Thomé-Kozmiensky, K. J. (Hrsg.): Erneuerbare Energien, Band 1. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2009, S. 99-104

Beckmann, B.: Grundlagen und System des Emissionshandelsrechts. In: Thomé-Kozmiensky, K. J. (Hrsg.): Erneuerbare Energien, Band 3. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2010

Beckmann, M.; Hurtado, A.: Energieversorgung der Zukunft. In: Thomé-Kozmiensky, K. J. (Hrsg.): Erneuerbare Energien, Band 3. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2010

Beckmann, M.; Pieper, C.: Erneuerbare Energien – Entwicklungen und Perspektiven. In: Thomé-Kozmiensky, K. J.; Beckmann, M. (Hrsg.): Erneuerbare Energien, Band 5. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2011, S. 3-21

Briese, D.: Eigentümerstrukturen bei Anlagen für erneuerbare Energien. In: Thomé-Kozmiensky, K. J. (Hrsg.): Erneuerbare Energien, Band 3. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2010

Ehrmann, M.: Emissionshandel – Rechtliche Probleme der 3. Zuteilungsperiode. In: Thomé-Kozmiensky, K. J.; Beckmann, M. (Hrsg.): Erneuerbare Energien, Band 5. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2011, S. 165-181

Faulstich, M.: Wege zur hundertprozentigen Stromversorgung aus erneuerbaren Energien. In: Thomé-Kozmiensky, K. J.; Beckmann, M. (Hrsg.): Erneuerbare Energien, Band 5. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2011, S. 23-32

Felsmann, C.: Regenerative Energiequellen in der kommunalen Energieversorgung – Potentiale und Grenzen. In: Thomé-Kozmiensky, K. J. (Hrsg.): Erneuerbare Energien, Band 3. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2010

Gassner, H.: Beitrag der erneuerbaren Energien im zukünftigen Energiemix. In: Thomé-Kozmiensky, K. J. (Hrsg.): Erneuerbare Energien, Band 1. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2009, S. 77-92

Gaßner, H.: Strategie der Energieversorgung 2020. In: Thomé-Kozmiensky, K. J. (Hrsg.): Erneuerbare Energien, Band 3. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2010

Hatakka, T.: Strategien zu einer stabilen und nachhaltigen Energieversorgung. In: Beckmann, M.; Hurtado, A.: Kraftwerkstechnik – Sichere und nachhaltige Energieversorgung. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2009, S. 15-23

Hey, C.: Hundert Prozent erneuerbare Stromversorgung bis 2050 – klimaverträglich, sicher, bezahlbar. In: Thomé-Kozmiensky, K. J. (Hrsg.): Erneuerbare Energien, Band 3. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2010

Kohlmann, R.: Marktstrukturen und Strategien der Energiewirtschaft. In: Beckmann, M.; Hurtado, A.: Kraftwerkstechnik – Sichere und nachhaltige Energieversorgung. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2009, S. 3-14

Kramm, L.: Energie-Wende Berlin. In: Thomé-Kozmiensky, K. J.; Beckmann, M. (Hrsg.): Dezentrale Energieversorgung. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2013, S. 207-216

Kuhlmann, A.: Anmerkungen zur energiepolitischen Debatte im Herbst 2010. In: Thomé-Kozmiensky, K. J. (Hrsg.): Erneuerbare Energien, Band 3. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2010

Leipprand, A.; Sterner, M.; Faulstich, M.: Hundert Prozent erneuerbare Energien bis 2050? In: Thomé-Kozmiensky, K. J. (Hrsg.): Erneuerbare Energien, Band 1. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2009, S. 3-22

Lohrengel, H.: Jühnde – ein kommunales Modell für die Energiewende ? In: Thomé-Kozmiensky, K. J.; Beckmann, M. (Hrsg.): Dezentrale Energieversorgung. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2013, S. 255-258

May, F.: Making Electricity Clean – Strategien in eine klimafreundliche Zukunft. In: Thomé-Kozmiensky, K. J. (Hrsg.): Erneuerbare Energien, Band 1. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2009, S. 67-76

Reiche, K.: Die Energiewende ist eine Chance für Deutschland. In: Beckmann, M.; Hurtado, A. (Hrsg.): Kraftwerkstechnik – Sichere und nachhaltige Energieversorgung, Band 3. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2011, S. 3-6

Riedle, K.; Hake, J.-F.; Martinsen, D.; Hencke, E.-G.: Vergleich von Energieszenarien für das Jahr 2050. In: Thomé-Kozmiensky, K. J.; Beckmann, M. (Hrsg.): Erneuerbare Energien, Band 5. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2011, S. 33-49

Schlegelmilch, K.: Windenergie und die Netzintegration von Erneuerbaren Energien in Deutschland und international. In: Thomé-Kozmiensky, K. J.; Beckmann, M. (Hrsg.): Erneuerbare Energien, Band 4. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2010, S. 327-332

Schmid, T.: Zusammenspiel regenerativer und konventioneller Stromerzeugung zum Erreichen der Ziele für die Energieversorgung und für den Klimaschutz. In: Thomé-Kozmiensky, K. J.; Beckmann, M. (Hrsg.): Erneuerbare Energien, Band 5. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2011, S. 67-86

Schneiders, T.: E.ON Climate & Renewables: Entwicklung der erneuerbaren Energien vom Boutique-Maßstab zum Industriestandard. In: Thomé-Kozmiensky, K. J. (Hrsg.): Erneuerbare Energien, Band 1. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2009, S. 93-98

Schrader, K.; Schemm, R.: Marktparität erneuerbarer Energie aus Wind und Photovoltaik. In: Thomé-Kozmiensky, K. J. (Hrsg.): Erneuerbare Energien, Band 1. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2009, S. 209-214

Steinbach, A.: Auf dem Weg ins regenerative Zeitalter – Ein Offshore-Netz in der Nordsee. In: Thomé-Kozmiensky, K. J.; Beckmann, M. (Hrsg.): Erneuerbare Energien, Band 5. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2011, S. 231-235

Thomé-Kozmiensky, K. J.; Thiel, S.: Beitrag der Abfallwirtschaft zur Energie- und Rohstoffversorgung in Deutschland. In: Thomé-Kozmiensky, K. J. (Hrsg.): Erneuerbare Energien, Band 1. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2009, S. 271-300

Thomé-Kozmiensky, K. J.: Stolpersteine und Akzeptanz bei der Umsetzung der Energiewende. In: Thomé-Kozmiensky, K. J.; Beckmann, M. (Hrsg.): Erneuerbare Energien, Band 5. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2011, S. 51-66

Vahrenholt, F.; Gassner, H.: Die Energie der Zukunft – Ein Blick in das Jahr 2050. In: Thomé-Kozmiensky, K. J. (Hrsg.): Erneuerbare Energien, Band 3. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2010

Versteyl, A.: Rechtliche Instrumente zur Standortsicherung von Energieversorgungsanlagen und zum Ausbau erneuerbarer Energien. In: Thomé-Kozmiensky, K. J. (Hrsg.): Erneuerbare Energien, Band 1. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2009, S. 107-120

Ziegahn, K.-F.: Versorgungssicherheit mit nachhaltigen Energiesystemen. In: Thomé-Kozmiensky, K. J. (Hrsg.): Erneuerbare Energien, Band 1. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2009, S. 23-32

# 3. Konventionelle Energien

## 3.1. Kernkraftwerke

Der Bundestag entschied am 28. Oktober 2010 mit den Stimmen der Koalition zunächst für Laufzeitverlängerungen der vor 1980 in Betrieb gegangenen sieben Kernkraftwerke um acht Jahre und die der übrigen Kraftwerke um vierzehn Jahre.

Nach der durch das Erdbeben vor der Ostküste von Japan am 11. März 2011 ausgelösten Katastrophe im 1971 in Betrieb genommenen Kernkraftwerk Fukushima wurden die mit der Kernkraft einhergehenden Risiken auch von den bis dahin die Kernkraft befürwortenden Parteien in Deutschland neu bewertet, die sich in der Vergangenheit stets zuverlässig für den längeren Betrieb der Kernkraftwerke eingesetzt hatten. In der Folge wurden kurzfristig sieben ältere oder als unsicher geltende Kernkraftwerke für eine Sicherheitsüberprüfung vom Netz genommen.

Das Bundeskabinett fasste am 6. Juni 2011 verschiedene Beschlüsse zur Energiewende. Zum Ausstieg aus der Kernenergie enthielt das Eckpunktepapier der Bundesregierung folgende Festlegungen:

Deutschland wird schrittweise bis spätestens Ende 2022 vollständig auf die Stromerzeugung in Kernkraftwerken verzichten. Die sieben Kernkraftwerke, die während des Moratoriums abgeschaltet wurden, sowie das Kernkraftwerk Krümmel gehen nicht wieder ans Netz.

Für die einzelnen Kernkraftwerke wurden konkrete Termine für deren Abschaltung genannt: So werden bis Ende 2015 das Kernkraftwerk Grafenrheinfeld, bis Ende 2017 das Kernkraftwerk Gundremmingen B, bis Ende 2019 das Kernkraftwerk Philippsburg 2 und bis Ende 2021 die Kernkraftwerke Grohnde, Gundremmingen C und Brokdorf abgeschaltet. Die drei jüngsten Anlagen – Isar 2, Emsland und Neckarwestheim 2 – werden spätestens mit Ablauf des Jahres 2022 vom Netz genommen. Die verbleibenden Laufzeiten orientieren sich an 32 Betriebsjahren, um den eigentumsrechtlichen Anforderungen Rechnung zu tragen.

Tabelle 3: Kernkraftwerke in der Europäischen Union – Stand März 2011, für Deutschland aktualisiert

| | Zahl der Reaktoren | |
|---|---|---|
| | in Betrieb | in Bau |
| Frankreich | 58 | 1 |
| Großbritannien | 19 | |
| Deutschland | 9 | |
| Schweden | 10 | |
| Spanien | 8 | |
| Belgien | 7 | |
| Tschechische Republik | 6 | |
| Finnland | 4 | 1 |
| Ungarn | 4 | |
| Slowakei | 4 | 2 |
| Rumänien | 2 | |
| Bulgarien | 2 | 2 |
| Niederlande | 1 | |
| Slowenien | 1 | |
| **EU-27 insgesamt in Betrieb** | **135** | |
| **EU-27 insgesamt in Bau** | | **6** |

die Schweiz betreibt fünf Reaktoren; Polen und Italien planen Kernkraftwerke

Quelle: FAZ vom 24.3.2011, Nr. 70, S. 12, für Deutschland aktualisiert

Im Europa der 27 Einzelstaaten waren 2011 135 Reaktoren in Betrieb und sechs im Bau (Tabelle 3).

In Deutschland werden derzeit noch neun Reaktoren an acht Standorten betrieben. Bei den seit dem Moratorium abgeschalteten sieben Reaktoren handelt es sich um Brunsbüttel (Schleswig-Holstein), Unterweser (Niedersachsen), Biblis A und B (Hessen), Philippsburg und Neckarwestheim I (Baden-Württemberg) sowie Isar I (Bayern).Die Risiken – auch für Deutschland – werden nur bedingt vermindert, solange die übrigen Staaten in Europa eine andere Politik verfolgen. Einige Kraftwerke im europäischen Ausland stehen mehr oder weniger dicht an der Grenze zu Deutschland und würden im Fall einer Katastrophe sofort und unmittelbar auf deutsches Gebiet wirken.

## Literatur


Bächler, M.; Gerhards, E.: Rückbau kerntechnischer Anlagen – Erfahrungen der Vergangenheit und Ausblicke für die Zukunft. In: Beckmann, M.; Hurtado, A. (Hrsg.): Kraftwerkstechnik – Sichere und nachhaltige Energieversorgung. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2009, S. 343-346

Bröskamp, H.: Nukleare Entsorgung in Deutschland – Aktueller Stand und nächste Schritte. In: Beckmann, M.; Hurtado, A. (Hrsg.): Kraftwerkstechnik – Sichere und nachhaltige Energieversorgung. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2009, S. 333-342

Bundesregierung: Eckpunktepapier zur Energiewende vom 06.06.2011. Der Weg zur Energie der Zukunft – sicher, bezahlbar und umweltfreundlich.

Fanghänel, T.; Glatz, J.-P.; Somers, J.: Geschlossener Brennstoffkreislauf für eine zukünftige nachhaltige Kernenergienutzung. In: Beckmann, M.; Hurtado, A. (Hrsg.): Kraftwerkstechnik – Sichere und nachhaltige Energieversorgung, Band 2. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2010, S. 583-596

Güldner, R.: Heutige und künftige Rolle der Kernenergie in Europa. In: Beckmann, M.; Hurtado, A. (Hrsg.): Kraftwerkstechnik – Sichere und nachhaltige Energieversorgung. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2009, S. 289-293

Haas, D.: Auf dem Weg zu einer nachhaltigen Entwicklung der Kernenergie. In: Beckmann, M.; Hurtado, A. (Hrsg.): Kraftwerkstechnik – Sichere und nachhaltige Energieversorgung, Band 2. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2010, S. 575-582

Hohlefelder, W.: Europa baut die Kernenergie aus – und wo bleibt Deutschland? In: Beckmann, M.; Hurtado, A. (Hrsg.): Kraftwerkstechnik – Sichere und nachhaltige Energieversorgung. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2009, S. 283-287

Hurtado, A. M.: Künftige Kernenergienutzung – Kerntechnische Ausbildung und Kompetenzerhalt in Deutschland. In: Beckmann, M.; Hurtado, A. (Hrsg.): Kraftwerkstechnik – Sichere und nachhaltige Energieversorgung, Band 2. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2010, S. 637-645

Kallenbach-Herbert, B.: Akzeptanzfragen bei der Endlagerung hochradioaktiver Abfälle. In: Beckmann, M.; Hurtado, A. (Hrsg.): Kraftwerkstechnik – Sichere und nachhaltige Energieversorgung, Band 2. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2010, S. 625-636

Thomé-Kozmiensky, K. J.: Chancen und Risiken der Energieversorgung. In: Thomé-Kozmiensky, K. J.; Beckmann, M. (Hrsg.): Erneuerbare Energien, Band 3. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2010

## 3.2. Kraftwerke auf fossiler Basis

Trotz aller Argumente, die aus Gründen des Klimaschutzes gegen den Betrieb von Kraftwerken auf Basis fossiler Brennstoffe sprechen, werden sie weiterhin für die Sicherheit der Energieversorgung unverzichtbar sein, insbesondere vor dem Hintergrund der beschleunigten Abschaltung der Kernkraftwerke. Bevorzugt werden mit Erdgas betriebene Kraftwerke, weil sie schnell abzuschalten und hochzufahren sind und im Vergleich mit Kohlekraftwerken geringere Kohlendioxidemissionen verursachen. Dennoch werden auch Kohlekraftwerke weiterhin notwendig sein, weil sie grundlastgeeignet sind und weil der notwendige Brennstoff Braunkohle für lange Zeit in Deutschland verfügbar sein wird.

**Literatur zu Kraftwerken auf fossiler Basis**

Altmann, H.: Entwicklungsperspektiven für konventionelle Kraftwerke aus Sicht eines Energieversorgers. In: Beckmann, M.; Hurtado, A. (Hrsg.): Kraftwerkstechnik – Sichere und nachhaltige Energieversorgung, Band 2. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2010, S. 59-63

Aschhoff, H. G.; Bornholdt, F.; Horn, M.: Synergieeffekte durch die Kombination von Abfallverbrennungund konventioneller Energiegewinnung. In: Thomé-Kozmiensky, K. J.; Beckmann, M. (Hrsg.): Energie aus Abfall, Band 10. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2013, S. 317-338

Brauner, G.: Neue Aufgaben der thermischen Kraftwerke in nachhaltigen Energiesystemen. In: Beckmann, M.; Hurtado, A. (Hrsg.): Kraftwerkstechnik, Band 4. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2012, S. 827-836

Brüggemann, H.: Optionen zur Erhöhung der Flexibilität von Kraftwerksfeuerungen. In: Beckmann, M.; Hurtado, A. (Hrsg.): Kraftwerkstechnik, Band 4. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2012, S. 989-998

Heim, M.; Ferrand, T.; Kluger, F.: Simulation der Dynamik von Steinkohledampferzeugern beim Anfahren, im Lastbetrieb und bei Betriebsstörungen. In: Beckmann, M.; Hurtado, A. (Hrsg.): Kraftwerkstechnik – Sichere und nachhaltige Energieversorgung, Band 2. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2010, S. 691-703

Hoffmann, K.; Rhein, M.; Gampe, U.; Buchheim, G.; Fricke, L.; Deranek, R.: Gasturbinentechnik für wärmelasttolerante KWK-Anlagen und Nutzung industrieller Abwärme. In: Beckmann, M.; Hurtado, A. (Hrsg.): Kraftwerkstechnik – Sichere und nachhaltige Energieversorgung, Band 2. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2010, S. 393-404

Lenk, U.; Richter, F.; Schneider, R.: Nutzung alternativer Brennstoffe in Gasturbinen – Betriebserfahrungen und Ausblick. In: Beckmann, M.; Hurtado, A. (Hrsg.): Kraftwerkstechnik – Sichere und nachhaltige Energieversorgung, Band 2. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2010, S. 367-379

Lüdge, S.: Möglichkeiten und Grenzen der Flexibilisierung. In: Beckmann, M.; Hurtado, A. (Hrsg.): Kraftwerkstechnik, Band 4. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2012, S. 237-244

Nolte, M.; Brüggendick, H.; Brosch, K.: Kohlekraftwerke im Energiemix mit den erneuerbaren Energien – Der Schwachlastbetrieb und seine Auswirkungen auf das Kohlekraftwerk. In: Beckmann, M.; Hurtado, A. (Hrsg.): Kraftwerkstechnik – Sichere und nachhaltige Energieversorgung, Band 3. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2011, S. 699-707

Pfaff, I.; Fruth, M.; Wiese, L.: Flexibilitätsanforderungen des fossilen Kraftwerksparks zur Unterstützung des Ausbaus der regenerativen Energieversorgung. In: Beckmann, M.; Hurtado, A. (Hrsg.): Kraftwerkstechnik, Band 4. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2012, S. 71-86

Tigges, K.-D.: Marktentwicklung für konventionelle Kraftwerke aus der Sicht eines Anlagenbauers. In: Beckmann, M.; Hurtado, A. (Hrsg.): Kraftwerkstechnik – Sichere und nachhaltige Energieversorgung, Band 2. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2010, S. 39-56

Tuschy, I.; Render, M.; Vogelsang, A.: Planung, Einsatz und Entwicklung thermischer Kraftwerke mittlerer Größe unter neuen energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen. In: Beckmann, M.; Hurtado, A. (Hrsg.): Kraftwerkstechnik, Band 4. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2012, S. 159-168

Vogeler, K.: Zukunftsperspektiven für die Hochtemperatur-Gasturbine. In: Beckmann, M.; Hurtado, A. (Hrsg.): Kraftwerkstechnik – Sichere und nachhaltige Energieversorgung, Band 2. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2010, S. 353-364

Wechsung, M.; Gräber, C.; Lemmen, H.: Dampfturbinen für den flexiblen Lastbetrieb in modernen Kohlekraftwerken. In: Beckmann, M.; Hurtado, A. (Hrsg.): Kraftwerkstechnik – Sichere und nachhaltige Energieversorgung, Band 3. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2011, S. 263-276

## Literatur zu Carbon Capture and Storage (CCS)

Arnold, P. E.: Carbon Capture-Lösungen für Kraftwerke und industrielle Anwendungen. In: Beckmann, M.; Hurtado, A. (Hrsg.): Kraftwerkstechnik, Band 4. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2012, S. 423-432

Behr, P.; Beßeler, M.; Maun, A.; Heischkamp, E.; Görner, K.: Pilotanlage zur $CO_2$-Abtrennung aus Kraftwerksabgasen als Nachrüstvariante. In: Beckmann, M.; Hurtado, A.: Kraftwerkstechnik – Sichere und nachhaltige Energieversorgung. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2009, S. 227-236

Behr, P.; Maun, A.; Tunnat, K. A.; Görner, K.: Umfassende Untersuchungen von wässrigen Carbonatlösungen zur Beurteilung und Auslegung von PCC-Anlagen in Kraftwerken. In: Beckmann, M.; Hurtado, A. (Hrsg.): Kraftwerkstechnik, Band 4. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2012, S. 411-422

Brechtel, K.; Schäffer, A.; Cifre, P. G.; Seyboth, O.; Scheffknecht, G.: Vergleich von Waschlösungen für die $CO_2$-Abtrennung aus Rauchgasen mit einem Sprühabsorber. In: Beckmann, M.; Hurtado, A. (Hrsg.): Kraftwerkstechnik – Sichere und nachhaltige Energieversorgung, Band 2. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2010, S. 339-350

Burchhardt, U.; Griebe, S.; Kass, H.; Giering, R.; Preusche, R.: Erfahrungen aus dem Testbetrieb der Oxyfuel-Forschungsanlage von Vattenfall und Ausblick zur Oxyfuel-Technologie. In: Beckmann, M.; Hurtado, A. (Hrsg.): Kraftwerkstechnik – Sichere und nachhaltige Energieversorgung, Band 3. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2011, S. 51-70

Burchardt, U.; Lysk, S.; Kosel, D.; Griebe, S.; Kass, H., Preusche, R.: Betriebserfahrungen aus zwei Jahren Testbetrieb der Oxyfuel-Forschungsanlage von Vattenfall. In: Beckmann, M.; Hurtado, A. (Hrsg.): Kraftwerkstechnik – Sichere und nachhaltige Energieversorgung, Band 2. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2010, S. 221-239

Eggers, R.; Köpke, D.; Engberg, R.: Grenzkonzentration von Wasser bei der $CO_2$-Abscheidung im Oxyfuel-Prozess. In: Beckmann, M.; Hurtado, A.: Kraftwerkstechnik – Sichere und nachhaltige Energieversorgung. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2009, S. 581-591

Epple, B.; Ströhle, J.: Simulation des Chemical-Looping-Verfahrens zur $CO_2$-Abscheidung aus Kohlekraftwerken. In: Beckmann, M.; Hurtado, A. (Hrsg.): Kraftwerkstechnik – Sichere und nachhaltige Energieversorgung. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2009, S. 421-429

Großmann, J.; Dahmke, A.: Chancen und Risiken der geologischen $CO_2$-Einlagerung bzw. -speicherung. In: Beckmann, M.; Hurtado, A. (Hrsg.): Kraftwerkstechnik – Sichere und nachhaltige Energieversorgung, Band 3. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2011, S. 139-147

Günther, C.; Weng, M.; Kather, A.: Der Oxyfuel-Prozess für eine Zirkulierende Wirbelschichtfeuerung mit kryogener Luftzerlegung. In: Beckmann, M.; Hurtado, A. (Hrsg.): Kraftwerkstechnik, Band 4. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2012, S. 323-334

Hasenbein, C.; Roeder, V.; Kather, A.: Untersuchung des Teillastbetriebes von Dampfkraftprozessen mit $CO_2$-Abtrennung. In: Beckmann, M.; Hurtado, A. (Hrsg.): Kraftwerkstechnik, Band 4. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2012, S. 273-284

Heischkamp, E.; Behr, P.; Oeljeklaus, G.; Görner, K.: $CO_2$-Rückhaltung aus Rauchgasen kohlebefeuerter Kraftwerke. In: Beckmann, M.; Hurtado, A. (Hrsg.): Kraftwerkstechnik – Sichere und nachhaltige Energieversorgung, Band 2. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2010, S. 327-338

Hellriegel, M.: Carbon Capture and Storage (CCS) – Rechtsrahmen für $CO_2$-Abscheidung, -Transport und -Speicherung. In: Beckmann, M.; Hurtado, A.: Kraftwerkstechnik – Sichere und nachhaltige Energieversorgung. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2009, S. 25-40

Kather, A.; Oexmann, J.; Mehrkens, C.; Burböck, M.; Kinger, G.: Nachrüstung einer $CO_2$-Abgaswäsche an einem bestehenden Steinkohlekraftwerk – Optimale Integration zur Minimierung der technischen und wirtschaftlichen Auswirkungen. In: Beckmann, M.; Hurtado, A. (Hrsg.): Kraftwerkstechnik – Sichere und nachhaltige Energieversorgung. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2009, S. 607-617

Klostermann, M.; Köpke, D.; Hermsdorf, C.; Mieske, K.; Kather, A.; Eggers, R.: Der steinkohlebefeuerte Oxyfuel-Prozess. In: Beckmann, M.; Hurtado, A. (Hrsg.): Kraftwerkstechnik – Sichere und nachhaltige Energieversorgung. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2009, S. 377-391

Kluger, F.; Mönckert, P.; Wild, T.; Marquard, A.; Levasseur, A. A.: Entwicklungsstand der Oxy-Verbrennungstechnologie. In: Beckmann, M.; Hurtado, A. (Hrsg.): Kraftwerkstechnik – Sichere und nachhaltige Energieversorgung, Band 2. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2010, S. 207-220

Kluger, F.; Mönckert, P.; Wild, T.; Levasseur, A. A.: Untersuchung zur Verbrennung unterschiedlicher Brennstoffqualitäten an den Oxyfuel Pilotanlagen. In: Beckmann, M.; Hurtado, A. (Hrsg.): Kraftwerkstechnik, Band 4. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2012, S. 351-366

Kubacz, V.; Heberle, A.; Toussaint, A.: Mobile Pilotanlage zur Abtrennung von $CO_2$ aus Kraftwerksabgasen. In: Beckmann, M.; Hurtado, A.: Kraftwerkstechnik – Sichere und nachhaltige Energieversorgung. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2009, S. 573-579

Linnenberg, S.; Kather, A.: Untersuchung des Einflusses der Teillastfahrweise auf den integrierten Gesamtprozess eines 1.100 MW Steinkohlekraftwerksblocks mit nachgeschalteter CO2-Abgaswäsche und CO2-Verdichtung. In: Beckmann, M.; Hurtado, A. (Hrsg.): Kraftwerkstechnik – Sichere und nachhaltige Energieversorgung. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2009, S. 403-417

Multhaupt, S.; Oeljeklaus, G.; Behr, P.; Görner, K.; Riethmann, T.; Schraven, A.; Kruse, D.: Entwicklung, Erprobung und Simulation neuartiger Absorbentien für Post Combustion Capture Prozesse. In: Beckmann, M.; Hurtado, A. (Hrsg.): Kraftwerkstechnik – Sichere und nachhaltige Energieversorgung, Band 3. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2011, S. 219-226

Multhaupt, S.; Woettki, L.; Oeljeklaus, G.; Görner, K.; Schraven, A.: Flexibilitätssteigerung durch betriebsorientierte Auslegung von Post-Combustion Capture Prozessen für Kraftwerke. In: Beckmann, M.; Hurtado, A. (Hrsg.): Kraftwerkstechnik, Band 4. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2012, S. 213-224

Nazarko, J.; Otto, A.; Herbergs, A.; Weber, M.; Stolten, D.: Auslegung einer membranbasierten Luftzerlegungsanlage für ein Oxyfuel-Dampfkraftwerk. In: Beckmann, M.; Hurtado, A. (Hrsg.): Kraftwerkstechnik, Band 4. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2012, S. 377-398

Oexmann, J.; Hasenbein, C.; Kather, A.: Energetischer Vergleich chemischer Lösungsmittel für die Post-Combustion $CO_2$-Abtrennung im Gesamtkraftwerksprozess. In: Beckmann, M.; Hurtado, A. (Hrsg.): Kraftwerkstechnik – Sichere und nachhaltige Energieversorgung, Band 2. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2010, S. 315-325

Peine; Knopp; Radcke: Rechtsfragen der Abscheidung und Speicherung von $CO_2$ (CCS). Berlin: Lexxion Verlagsgesellschaft mbH, 2011, 212 S.

Plasa, S.; Wilckens, C.: CCS-Beschaffungsstrategien. In: Beckmann, M.; Hurtado, A. (Hrsg.): Kraftwerkstechnik – Sichere und nachhaltige Energieversorgung, Band 2. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2010, S. 255-265

Ritter, R.; Kutzschbach, A.; Stoffregen, T.: Energetische Bewertungen einer $CO_2$-Kompressions- und Reinigungsanlage für den Oxyfuel-Prozess am Beispiel einer Demonstrationsanlage. In: Beckmann, M.; Hurtado, A. (Hrsg.): Kraftwerkstechnik – Sichere und nachhaltige Energieversorgung. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2009, S. 593-606

Rösler, F.; Stoffregen T.; Moser, P.; Ginsberg, T.; Sieder, G.; Garcia-Palacios, J.: Phase II des $CO_2$-Wäsche-Entwicklungsprogramms der PCC Pilotanlage in Niederaußem. In: Beckmann, M.; Hurtado, A. (Hrsg.): Kraftwerkstechnik, Band 4. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2012, S. 399-410

Schmitz, S.: $CO_2$-Speicherung – ein Beitrag zur Energie- und Rohstoffsicherung $CO_2$ – Methanisierungsrohstoff für die Power to Gas to Power Technologie (PGP). In: Beckmann, M.; Hurtado, A. (Hrsg.): Kraftwerkstechnik, Band 4. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2012, S. 433-442

Thiel, C.; Pohl, M.; Beckmann, M.; Spiegel, W.: Untersuchungen zur Ableitung der Verschmutzungs- und Verschlackungsneigung unter Oxyfuel-Bedingungen am Beispiel von Lausitzer Trockenbraunkohle. In: Beckmann, M.; Hurtado, A. (Hrsg.): Kraftwerkstechnik, Band 4. Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2012, S. 367-376

### 3.2.1. Stein- und Braunkohle

Kohle gibt es fast überall auf der Welt. Importabhängigkeiten wie bei Gas und Öl bestehen für Deutschland nicht, das über nennenswerte Lagerstätten verfügt. Braunkohle wird ohne Subventionen gefördert; für Steinkohle ist dies trotz der ungünstigen Lagerstätten bei steigenden Preisen zumindest vorstellbar.

Die Vorräte reichen weiter als bei jedem anderen fossilen Energieträger. Schätzungen gehen von rund zwei- bis mehr als dreihundert Jahren aus. Kohlen eignen sich vor allem zur Stromerzeugung in der Grundlast. Rund 45 Prozent des deutschen Stroms stammt aus Kohlekraftwerken.

Kein Energieträger ist so klimaschädlich wie Kohle. Bei der Verbrennung entsteht rund doppelt so viel Kohlendioxid wie bei Gas. Problematisch könnte die Situation werden, wenn abgeschaltete Kernkraftwerke durch weitere Kohlekraftwerke ersetzt werden müssen, weil die Lücke nicht durch Erneuerbare Energien geschlossen werden kann. Als

bedenklich werden außerdem die Arbeitsbedingungen in einigen Kohleförderländern eingestuft. Zu den größten Produzenten zählen China, Russland und Südafrika. Das sind Länder, in denen regelmäßig Bergwerksunfälle passieren, bei denen Bergleute ums Leben kommen.

Im Koalitionsvertrag der Regierungsparteien wurde der Ausstieg aus der Steinkohleförderung in Deutschland für das Jahr 2018 festgelegt. Am 20. Juli 2010 beschloss die EU-Kommission jedoch, dass der Steinkohlenbergbau in Europa nur noch bis 2014 subventioniert werden soll. Damit ist der deutsche Steinkohlekompromiss hinfällig.

Die Wertschätzung der Kohle hat sich während des vergangenen Jahrhunderts in Deutschland vom Symbol wirtschaftlicher Stärke zu einem hauptsächlichen Verursacher des Klimawandels verändert.

Steinkohle wird hauptsächlich zur Stromerzeugung in Kraftwerken verbrannt. Fast der gesamte Rest wird von der Industrie zur Erzeugung von Roheisen und Stahl verbraucht. Im Wärmemarkt spielt Steinkohle heute eine vernachlässigbare Rolle. In der Stromversorgung nimmt ihr Anteil mit zuletzt 19,1 Prozent zwar ab, er ist aber weiterhin bedeutend.

Die Steinkohleförderung in Deutschland soll nach dem Willen der Bundesregierung bis 2018 und nach den Richtlinien der Europäischen Union bis 2014 ganz eingestellt werden. Letzteres hängt mit der Zulässigkeit der Subventionen für den Steinkohlebergbau zusammen. Die Steinkohleförderung in Deutschland ist von 150 Millionen Tonnen im Jahr 1950 auf 11 Millionen Tonnen im Jahr 2012 zurückgegangen.

Etwa 35 Millionen Tonnen Steinkohle werden jährlich eingeführt. Dies ist preisgünstiger als der Abbau in Deutschland, weil Steinkohle in anderen Ländern aus günstigeren Lagerstätten abgebaut werden kann. Steinkohle kommt in vielen Ländern der Erde vor. Ihre Vorkommen reichen noch für Generationen.

Wichtigste Lieferländer waren im Jahr 2011 Russland gefolgt von Kolumbien, Südafrika, Amerika, Polen und Australien.

Die in Deutschland verbrannte Braunkohle wird ausschließlich im Inland gefördert. Der Transport über weite Entfernungen lohnt wegen der im Vergleich zur Steinkohle geringeren Energiedichte nicht. Braunkohlenenergie wird fast ausschließlich in Strom umgewandelt. Etwa ein Viertel der Stromerzeugung stammte im Jahr 2012 aus Braunkohlekraftwerken, die damit den größten Anteil am deutschen Stromerzeugungsmix haben. Braunkohle wird vor allem im Rheinland und in der Lausitz abgebaut. Sie ist der einzige heimische Energieträger, der in großen Mengen vorhanden ist.

Gegen den Abbau von Braunkohle wird vorgebracht, dass mit ihrem übertägigen Abbau große Flächen verändert werden, die später rekultiviert werden müssen, und dass durch die Verbrennung große Mengen Kohlendioxid freigesetzt werden. Daher wird die Verbrennung von Kohle mit einem Emissionszuschlag belegt.

Umweltschutzorganisationen verlangen das Verbot für die Errichtung neuer Stein- und Braunkohlekraftwerke.

# Berlin macht mehr daraus.

Mehr als Dünger und Kompost…
Seit Anfang 2013 bereiten wir in unserer Biogasanlage pro Jahr rund 60.000 t organische Abfälle zu Biogas auf und betanken damit 150 gasbetriebene Müllsammelfahrzeuge. So schließt sich der Kreis und die Umwelt freut sich.



www.BSR.de

So orange ist nur Berlin

BSR

# Schlagwortverzeichnis

## A

Abfall 386
Abgasreinigung 378
Absorption 354
Absorptionskältemaschine 292
Abwärmenutzung 292
Adsorption 354
  an Aktivkoks und Zeolithe 355
  kalziumbasiert 355
  natriumbasiert 355
Agrarmodelle
  ökonometrische 331
Akkumulatoren 425, 432
Alkalien 353
Anfahrdauer
  konventioneller Kraftwerke 419
Anfahrprozesse 275
Anleihen 311
Anreizregulierung 397
Anstalt öffentlichen Rechts (AöR) 220
Ascheschmelztemperatur 353
Auktionsmodell 143
Ausschreibungsmodell 143

## B

Ballenauflöser 390
Bankkredite 310
Bauxit 355
Belagsbildung 354
Berlin 181, 207
  Energieversorgung 197
Berliner Energiespargesetz 186
Beschickung 380
Bettfilter 355
Bewertungsverfahren
  prozessorientierte 346
BHKW 234, 276, 289, 358
Bioenergie 328
Bioenergiedorf Jühnde 256
Bioenergiekraftwerk
  Emsland 386
Biogas 47
Biogasanlage 256
Biokraftstoffe 331
Bioliquid-Verfahren 350
Biomasse 38, 113, 325
  aus der Abfallwirtschaft 333
  feste 370
  halmgutartige 345
  holzartige 345
Biomassebedarf
  für den Klimaschutz 325
Biomasseheizkraftwerke 359
Biomassekraftwerke 367
Biomassemitverbrennung 118
Biomassenutzung
  energetische 328
  Flächenpotenzial 333
Biomasseverbrennung 341, 367
Biomassevergaser 359
Biomassevergasung 341
Blockheizkraftwerk 234, 276, 289, 358
BNetzA 157
Bonität 306
Braunkohlekraftwerke 17
Brenngas 350
  teerarmes 353
Brenngasaufbereitung 354
Brennstoffe 379
  biogene 345
Brennstoffeigenschaften
  brennstoffkinetische Eigenschaften 347
  brennstofftechnische Eigenschaften 347
Brennstofflager 380
Brennstoffsicherheit 374
Brennstoff Stroh 388
Brennstofftransport 380
Brennstoffversorgung 376
Brennstoffzellen 358, 435
Brennstoffzuführung 378
Bundesfachplanung 147
  Inhalt 149
  Rechtsnatur 149
  Rechtsschutz 166
Bundesnetzagentur 157

## C

Chemisorption 354
$CO_2$-Einsparung 390
$CO_2$-Fußabdruck 296
Contracting 317
Contractor 292
Crackung 354

## D

Dampf 372
Dampferzeugung 367
Dampfmengen 382
Dampfturbine 358, 382
Daseinsvorsorge 246
Demand Response 237
Desertec 111
Dezentralität 55, 249, 397
Direktvermarktung 141
Dolomit 355
Doppelschichtkondensatoren
  elektrochemische 425
Druckluftspeicher 63, 424
Druckteilkomponenten 389
Druckverlust 355

## E

Economy-of-Downscale 265
Economy-of-Scale 264
EEG 373
  Reformpläne 136
EEG-Umlage 91, 135, 296
Effizienzsteigerung 403
Eigenbetrieb 220
Eigenkapital 309
Eigenstrommodelle 239
Eigenverbrauch 298
Einspeisevergütung 140
Einspeisungen
  volatile 399
Elektrizitäts- und Gasnetze 218
Elektrofilter 355
Elektro-Heizung 235
Elektrolyse
  alkalische 428
Elektromobilität 257, 400
Energiebranche 301
Energiedienstleistungen 400
Energieeffizienz 367
Energieinfrastruktur 187
Energiekonzept der Bundesregierung 90
Energiekostenanteil 296
Energiekrise
  kalifornische 262
Energiemarkt
  Funktionsfähigkeit 81
  Liberalisierung 261
Energien
  erneuerbare 24
  konventionelle 12
Energieparameter 379
Energiepflanzen 345
Energiepolitik 4, 77, 89, 181, 245
Energieproduktivität 295
Energieprojekte 301
Energiesenken und -quellen
  dezentrale 413
Energiestrategie der BSR 195
Energiesysteme
  dezentrale 55, 261, 287
Energieumwandlung 394
Energie- und Klimaschutzpolitik
  Berlins 181
Energieverbrauch
  Senkung 213
Energieversorgung 367
  dezentrale 55, 273, 287, 342, 394
  Rolle der Entsorgungswirtschaft 195
Energieversorgungsunternehmen 208
  kommunale 217, 245
Energie-Verteilnetze
  Rekommunalisierung 218
  Rolle und Entwicklung 211
Energiewende
  79, 89, 197, 218, 287, 394, 397
  Berlin 207
  kommunales Modell 255
Energiewendebarometer 288
Energiewendegesetz 186
Energiewirtschaft
  kommunale 217, 245
Entgasung 350
Entsorgungswirtschaft
  Rolle bei der Energieversorgung 195
Entwässerung 350
Erdgas 23
Erdgas-BHKW 276
Erdkabel 95
Erdöl 21
Erneuerbare Energien 24
  Vollversorgung 77, 101
Erneuerbare Energien-Gesetz 373
  Reform 135
Erzeugungsmix 250
Erzeugungsstruktur 250
EVUs 208, 217, 245

## F

Fahrzeugtechnik
innovative 199
Faserfilter 355
Festbettvergaser 354
Festbrennstoffe 346, 368
biogene 342
Feuerung 378
Feuerungswärmeleistung 357
Filterelemente 355
Filterkerzen
keramische 355
Finanzierung 304, 308
von Versorgungsnetzen 225
Finanzierungsalternativen 301
Finanzierungskosten 306
Finanzierungsstruktur 377
Flexibilisierung 251
Flexibilität 81, 234, 261
Fremdkapital 310

## G

Gasmotoren 433
Gasnetze 218
Gasturbinen-Kraftwerke 433
Gebäudebestand
energetische Sanierung und Energieeffizienzmaßnahmen 189
Gebäudewirtschaft
energieeffiziente 199
Geothermie 51, 115
Gesamtenergiebilanz 388
Gesamtenergiemix 379
Geschäftsmodell 320, 374
von Energieunternehmen 304
Gewebefilter 355
GuD-Kraftwerke 433

## H

Halogenide 353
Hamburg 229
HAMBURG ENERGIE 230
Haupteinflussgrößen 351
Heißgasfiltration 354
Heißgasreinigung 354
Heizkraftwerk 343
Heizwerk 343
Hochspannungsleitungen 95, 148
Höchstspannungsleitungen 147
Hochtemperaturkorrosion 354
Holz 342
Holzhackschnitzel 345
Hydrierung 354

## I

IKT-Leitsystem 398
Indirect Land Use Change 325
Infrastrukturdienstleister 401
Innovation 247
Instandhaltung 376
Investitionen 301, 304
Investoren 321

## J

Joint Venture 313

## K

Kaltgasreinigung 354
Kaltgaswirkungsgrad 360
Kapitalbedarf 321
Kapitalerhöhung 309
Kapitalgesellschaft 221
Kapitalkosten 321
Kapitalstruktur 306
Kapitalstrukturmanagement 307
Katalysator 354
Kernkraftwerke 12
Kesselwirkungsgrad 360
Kleinst-BHKW 277
Klimaschutzpolitik 4
Berliner 182
Klimaschutzszenarien 325
Klimaschutzvereinbarungen 189
Klima- und Ressourcenschutz
bei der BSR 203
Klimawandel 247
Anpassung an die Folgen 192
Kommunalisierung 187, 222, 245
Kommunalität 245
Kommunalwirtschaft 217, 246

Kommunikation
bidirektionale 397
Kondensation 355
Konditionierung 347
Konversionsverfahren
für Biomasse 114
thermische 347
Korrosionsverhalten 391
Kostendebatte 79
Kraft-Wärme-(Kälte)-Kopplung 291
Kraft-Wärme-Kopplung 190, 251, 264, 291, 298, 358, 373, 387
dezentrale 279
Kraftwerke
auf fossiler Basis 14
virtuelle 232, 266, 285, 299
Kraftwerksanfahrprozesse 275, 419
Kraftwerkspark 250
Kredite
syndizierte 311
Kühlung
solarthermische 293
KWK 190, 264, 291, 358, 373, 387
KWK-Anlagen 251, 298

## L

Landnutzungseffekte
indirekte 329
Langzeitspeicher 119
Laständerungsgeschwindigkeiten
konventioneller Kraftwerke 419
Lastdeckungsfähigkeit
durch Flexibilität 252
Lastmanagement 251, 387
Lastschwankungen 399
Lastspitzen 293
Lastverschiebung 82
Lebenszykluskosten 379
Leistungsgröße 351
Liberalisierung
des Energiemarktes 261

## M

Managementsysteme 295
Marktflexibilisierung 82
Marktverzerrungen 92
Materialien
katalytisch aktive 354
MEA 354
Metallgewebefilter 355
Metalloxide 355
Methan 433
Methanisierung 267, 429
Microgrids 399
Mikro-KWK 262
Mini-/Mikro-KWK-Verbund 285
Minutenregelleistung 233
Mittel- und Niederspannung 399
Mittel- und Spitzenlast 399
Mitverbrennung
von Biomasse 118
Modulbauweise 391
Monoethanolamin 354

## N

Nachhaltigkeit 247
Nahwärmenetz 256
Nassabscheider 355
Nasselektrofilter 354
Nebenprodukte 345
Netzanalysen 402
Netzausbau 82, 95, 147, 251, 397
Netzausbaubeschleunigungsgesetz
Übertragungsnetz (NABEG) 147
Netzberechnung 402
Netze 60, 211, 222, 251, 399
Belastungen 92
Entlastung 233
intelligente 211, 399
Netzebenen 398
Netzentgelte 403
Netzinfrastrukturen 397
intelligente 211, 399
Netzmanagement 401
Netzpolitik 214
Netzrückkauf 224
Netzsteuerung 399
Netzübernahmen
durch kommunale Unternehmen 218
Netzzubau 95
Niederspannung 399

## O

Oberfläche
aktive 354
Offshore-Kapazitäten 401

On-Balance-Sheet Finanzierung 308
ORC-Prozess 358, 381
Oxidation
  partielle 354
Oxidationsmittel 355

## P

Partikel 353
Peak-Shaving 263
Photovoltaik 31, 94, 96, 111
  -Eigenstrom 240
Planfeststellung 152
Polygeneration 267
Pottasche – $K_2CO_3$-Lösung 354
Power-to-Gas 400, 430
Power-to-Heat 251
Primärregelleistung 233
Projektfinanzierung 314
Projektgesellschaft 314
Projektkalkulation 375
Projektstruktur 376
Proton Exchange Membrane-
    Elektrolysetechnik 428
Prozess
  katalytischer 354
Prozessdampf 382
Prozesswärme 290
  solare 290
Pumpspeicherkraftwerke 62, 423
Pyrolyse 347

## Q

Quenche 354
Quotenmodell 141

## R

Rauchrohrkessel 381
Raumordnung 155
Reaktionsgas 350
Rechtsform 220
Reformierung 354
Regelenergie 233, 241
Rekommunalisierung
    der Energieinfrastruktur 187, 222
Repowering 401
Rohgas 353
Rolling Blackouts 262
Rostfeuerungen 357
Rückstände 345
Rückverstromung 121

## S

Schachtfeuerung 356
Schachtreaktor 351
Schuldscheine 313
Schwachlastphasen 401
Schwefelwasserstoff 353
Schwerteilmontage 391
Schwungradspeicher 425, 433
Sekundärregelleistung 233
Sintermetallkerzen 355
Smart Cities 241
Smart Grid 211, 257, 397, 426
SMART POWER HAMBURG 232
Solarthermie 31, 290
Solarzellen 111
  Entwicklung des Wirkungsgrads 112
Spannungsebenen 403
Speicher 61, 400, 432
Speicherkapazität 95
Speicherkraftwerke 61, 432
Spilling-Dampfmotoren 358
Spitzenlast 399
Stadt
  energieeffiziente 229
Stadtwerke 187, 213, 399
  Gründung 217
Starkwindzeiten 401
Stein- und Braunkohlekraftwerke 17
Stirlingmotoren 358
Stoff-Wärme-Kopplung 267
Strohfeuerung 385
Strohheizkraftwerk 387
Stromkennzahlen 280
Strommarkt
  Liberalisierung 261
Strommix Deutschland
  Emissionsfaktor 280
Strompreissicherung 136
Stromproduktion 378
  dezentrale 55

Stromübertragungsnetz
Ausbau 147
Stromverbrauch 90
Substitute Natural Gas 266
Systemdienstleistungen 232
Systemflexibilisierung 82
Systemstabilität 252

## T

Tarife
lastvariable 400
Technical Readiness Levels 268
Teer 353
Teerentfernung 354
Thermalöl 358
Torrefizierung 350
Transportnetze 251
Trassenkorridore 149
Treibhausgasemissionen
Reduzierung durch
Biomassenutzung 327
Trocknung 350

## U

Übertragungsnetzausbau 148
Umweltvereinigungen 174
Unternehmenswert 307
Unterschubfeuerung 356

## V

Verbrennung 342, 370
Verbrennungsluftzuführungen 381
Verbrennungsprozess 367, 381
Vergasung 342
Vergasungsmittel 350
Vergasungstechnologie 361
Verschuldungskapazität 319
Versorgungsnetze
Finanzierung 225
(Re-)Kommunalisierung 222
Versorgungssicherheit 293
Verteilernetze 116, 211, 251, 399
Ausbau und Modernisierung 397
Verteilnetzbetreiber 399
Verteilnetzebene 399
Verwertung
biogener Abfälle 198
fester Biomassen 371
Vollversorgung
mit erneuerbaren Energien 77, 101
Vorrang erneuerbaren Stroms 92
Vorschub-/Rostfeuerung 381

## W

Wärme 342, 372, 382
solare 283
Wärmeauskopplung 387
Wärmebereitstellung
dezentrale 282
Wärmepumpe 291
Wärmespeicher 236, 251
Wärmeträger 352
Warmwasserspeicher 235
Wartung und Instandhaltung 376
Wäsche
chemische 354, 355
physikalische 355
Wasser-Dampf-Kreislauf 378
Wassergehalt 350
Wasserkraft 50, 115
Wasserrohrkessel 381
Wasserstoff 427, 433
Wasserstoffelektrolyse 429
Wettbewerb 245, 253
Windenergie 27, 257
Windkraftanlagen 108
Wirbelschichtreaktor 352
Wirbelschichttechnik 353
Wirkungsgrad 358, 369
Wirtschaftlichkeit 369
erneuerbarer Energien 68

## Z

Zähl- und Messwesen 400
Zertifikatsmodell 141
Zündstrahldieselmotor 358
Zustand
eingeschwungener 405
Zweckgesellschaft 313