

Sven Geitmann

Erneuerbare Energien

Mit neuer Energie in die Zukunft

BEI GRIN MACHT SICH IHR WISSEN BEZAHLT



- Wir veröffentlichen Ihre Hausarbeit, Bachelor- und Masterarbeit
- Ihr eigenes eBook und Buch - weltweit in allen wichtigen Shops
- Verdienen Sie an jedem Verkauf

Jetzt bei www.GRIN.com hochladen
und kostenlos publizieren



Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

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

Dieses Werk sowie alle darin enthaltenen einzelnen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsschutz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlanges. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen, Auswertungen durch Datenbanken und für die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronische Systeme. Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks, der fotomechanischen Wiedergabe (einschließlich Mikrokopie) sowie der Auswertung durch Datenbanken oder ähnliche Einrichtungen, vorbehalten.

Impressum:

Copyright © 2010 GRIN Verlag
ISBN: 9783656228790

Dieses Buch bei GRIN:

<https://www.grin.com/document/193215>

Sven Geitmann

Erneuerbare Energien

Mit neuer Energie in die Zukunft

GRIN - Your knowledge has value

Der GRIN Verlag publiziert seit 1998 wissenschaftliche Arbeiten von Studenten, Hochschullehrern und anderen Akademikern als eBook und gedrucktes Buch. Die Verlagswebsite www.grin.com ist die ideale Plattform zur Veröffentlichung von Hausarbeiten, Abschlussarbeiten, wissenschaftlichen Aufsätzen, Dissertationen und Fachbüchern.

Besuchen Sie uns im Internet:

<http://www.grin.com/>

<http://www.facebook.com/grincom>

http://www.twitter.com/grin_com

Erneuerbare Energien

Sven Geitmann

Erneuerbare Energien

Mit neuer Energie in die Zukunft

Sven Geitmann

Sachbuch
mit 63 Abbildungen und 22 Tabellen

Dieses Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Autors und des Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Alle in diesem Buch enthaltenen Angaben, Daten, Ergebnisse usw. wurden vom Autor nach bestem Wissen erstellt und vom Verlag mit größtmöglicher Sorgfalt geprüft. Dennoch sind inhaltliche Fehler nicht völlig auszuschließen. Daher erfolgen alle Angaben ohne jegliche Verpflichtung oder Garantie des Autors und des Verlages. Sie übernehmen deshalb keinerlei Verantwortung und Haftung für etwa vorhandene inhaltliche Unrichtigkeiten.

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek:

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

Weitere Produkte im **Hydrogeit Verlag**:

Wasserstoff und Brennstoffzellen, ISBN 978-3-937863-04-7

Wasserstoff und Wirtschaft, ISBN 978-3-937863-02-3

Wasserstoff-Autos, ISBN 978-3-937863-07-8

Wasserstoff-CD, ISBN 978-3-937863-10-8

Alternative Kraftstoffe, ISBN 978-3-937863-12-2

Besuchen Sie auch: www.hydrogeit.de

Gesamtes Design (Cover & Buchblock) von A. Wolter, Weimar

Satz: Robert Müller, Weimar

Alle Rechte vorbehalten!

MOTIVATION

Dieses Buch ist aus der Absicht heraus entstanden, eine fachlich fundierte Zusammenfassung zu veröffentlichen, in der innovative Energietechniken, die zu einem nachhaltigen Wirtschaften beitragen können, vorgestellt und allgemein verständlich erläutert werden.

Leserinnen und Leser sollen angesichts hoher Energiepreise mit Hilfe dieses Buches in die Lage versetzt werden, sich ein eigenes Bild von der derzeit diskutierten Energiethematik zu verschaffen, um so selbst entscheiden zu können, welche Technik am ehesten den jeweiligen Ansprüchen genügt. Bei der Vielzahl der auf dem Markt befindlichen Heizungsvarianten und Stromeinspeisemöglichkeiten ist es schwer, den Überblick zu behalten. Deswegen gibt es jetzt dieses Buch, das die notwendigen Hintergrundinformationen liefert, um sich eine eigene Meinung bilden zu können.

Diese 3. überarbeitete Auflage ist aus dem Buch *Erneuerbare Energien und alternative Kraftstoffe* hervorgegangen, das im Jahr 2004 in der Erstauflage und 2005 in der überarbeiteten 2. Auflage erschienenen ist. In letzterer wurde sowohl der gesamte Kraftstoffsektor als auch der große Bereich der erneuerbaren Energien (Solarenergie, Windkraft, Bioenergie, Geothermie, Wasserkraft) gemeinsam behandelt. Mittlerweile sind jedoch beide Bereiche so weit gediehen, dass sie jeweils ein eigenes Buch problemlos füllen.

Aus diesem Grund wurde *Erneuerbare Energien und alternative Kraftstoffe* zweigeteilt. Sie halten nun den Teil in Ihren Händen, der sich allein den *Erneuerbaren Energien* widmet. Der hier jetzt nicht mehr enthaltene Kraftstoffteil ist nun zu finden in dem Buch *Alternative Kraftstoffe – Womit fahre ich am besten*, das Ende 2008 erschienen ist.

Mein besonderer Dank geht an dieser Stelle an Christian Meyer, Robert Müller und Andreas Wolter für ihre tatkräftige Unterstützung.

Viel Spaß bei der Lektüre wünscht



Sven Geitmann

VORWORT

Im Jahr 2000 wurde das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) eingeführt und hat seitdem maßgeblich dazu beigetragen, dass Deutschland führend wurde in der gesamten Erneuerbare-Energien-Branche. Das EEG gilt mittlerweile als weltweites Vorbild zur Förderung erneuerbarer Energien und wird von vielen Ländern übernommen.

Deutschland ist bei der Nutzung von Windenergie unangefochtener Weltmeister und bei der Produktion von Solarzellen die Nummer zwei hinter Japan. Auch in den anderen Bereichen – Bioenergie und Erdwärme – wurden in den vergangenen Jahren und werden auch heute noch mit viel Know-how zukunftsfähige Entwicklungen vorangetrieben, die eine nachhaltige Energiewirtschaft ermöglichen. Hier in diesen Bereichen gibt es die Innovationen, die lange Zeit so schmerzlich vermisst wurden.

Aber Erneuerbare Energien reichen nicht aus, um den Klimawandel aufzuhalten. Neben ihnen muss auch die Energieeffizienz bei den Endnutzern erheblich gesteigert werden. Das Verbraucherverhalten geht jedoch zum Teil in eine andere Richtung.

Ineffizienz und Energieverschwendung waren in den USA fast ein Kennzeichen des „American way of life“ geworden. Präsident Obama versucht, dies zu ändern. Denn Verschwendung lässt sich nicht weltweit verbreiten. Hierfür würden selbst gigantische Solarfarmen und riesige Offshore-Windparks nicht ausreichen. Deswegen ist es sehr vernünftig, wenn Europa der Welt vorführt, dass mit Energieeffizienz und erneuerbaren Energiequellen ein neuer, moderner Wohlstand erreicht werden kann.

Die Erhöhung der Energieeffizienz und der Ausbau der erneuerbaren Energiequellen sollten miteinander Hand in Hand gehen. Das Wichtigste dafür ist ein vernünftiges Preissignal. Das soll man nicht den Märkten alleine überlassen. Denn das Auspumpen von Öl und Gas und das Abaggern von Kohle ist viel zu billig. Eine in kleinen, sozialverträglichen Schritten vorankommende Verteuerung von fossilen Brennstoffen und Atomstrom wäre das beste Signal für Investoren, sich für Effizienz und erneuerbare Energien zu engagieren.

Außer dem Preissignal ist fachlich fundierte Information und Öffentlichkeitsarbeit gefragt. Energie muss als sehr wertvolles Gut dargestellt werden, das man einfach nicht verschwenden darf.

Bücher wie das hier vorliegende tragen maßgeblich dazu bei, komplexe Sachverhalte verständlich darzustellen, um somit zunächst das Interesse der Bevölkerung auf dieses Thema zu lenken. Ist das Interesse erst einmal geweckt, kommt mit dem technischen Verständnis auch das Bewusstsein, dass es sinnvoll und zudem ganz leicht ist, mit Energie elegant und effizient umzugehen.

Als Weltmeister der erneuerbaren Energien haben wir die einmalige Chance und auch die Pflicht, die Entwicklung in diesem Wirtschaftszweig so gut wie irgend möglich voranzutreiben, um anderen Ländern ein Vorbild zu bieten und gleichzeitig die Umwelt zu entlasten.

In diesem Sinne wünsche ich uns allen eine saubere Zukunft.



Prof. Dr. Ernst Ulrich von Weizsäcker

Träger des Deutschen Umweltpreises 2008

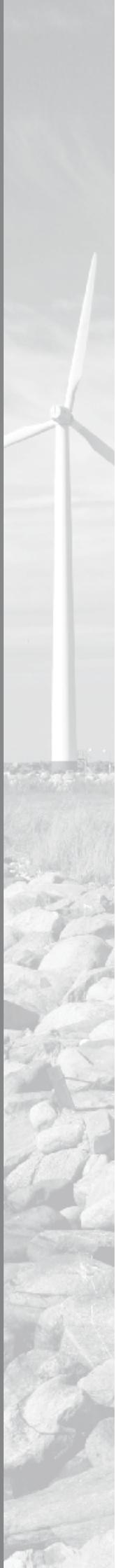
INHALT

1	Einleitung	12
2	Energieversorgung	16
..... 2.1	Energiebedarf.....	17
..... 2.2	Energieverbrauch	22
..... 2.2.1	Primärenergieverbrauch.....	23
..... 2.2.2	Stromverbrauch.....	29
..... 2.3	Begrenzte zeitliche Verfügbarkeit.....	33
..... 2.4	Umweltbelastung.....	37
..... 2.4.1	Limitierte Emissionen.....	40
..... 2.4.2	Nichtlimitierte Emissionen.....	40
..... 2.4.3	CO ₂ -Problematik.....	41
..... 2.5	Kernenergie.....	46
..... 2.6	Lastmanagement.....	48
..... 2.7	Förderung.....	51
..... 2.7.1	Erneuerbare-Energien-Gesetz.....	52
..... 2.7.2	EEG-Novelle.....	53
..... 2.7.3	Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz.....	53
..... 2.7.4	Marktanreizprogramm.....	54
..... 2.7.5	CO ₂ -Gebäudesanierungsprogramm.....	55
..... 2.7.6	Weitere Fördermaßnahmen	55
..... 2.8	Entwicklung	56
..... 2.8.1	Wirtschaft.....	56
..... 2.8.2	Technik.....	58
3	Solarenergie	62
..... 3.1	Solarthermie	65
..... 3.1.1	Kollektoren	66
..... 3.1.2	Kollektorentypen	67
..... 3.1.3	Kollektorinstallation.....	69
..... 3.1.4	Kollektorkosten.....	70
..... 3.1.5	Solarthermiemarkt	71
..... 3.2	Photovoltaik.....	73

..... 3.2.1 Kristalline Solarzellen	73
..... 3.2.2 Dünnschichtsolarzellen	76
..... 3.2.3 Funktionsweise	79
..... 3.2.4 Modulinstallation	81
..... 3.2.5 Modulkosten	85
..... 3.2.6 Photovoltaikmarkt.....	88
..... 3.2.7 PV-Kraftwerk	91
..... 3.3 Solarkraftwerk.....	92
..... 3.3.1 Parabolrinnen	92
..... 3.3.2 Heliostaten.....	94
..... 3.3.3 Aufwind.....	95
..... 3.3.4 Desertec.....	96
..... 3.4 Solare Kühlung.....	97
..... 3.5 Solare Wasserstoffwirtschaft	99
4 Windkraft.....	104
..... 4.1 On-Shore	104
..... 4.1.1 Technik.....	104
..... 4.1.2 Umwelt	109
..... 4.1.3 Windenergiemarkt Deutschland.....	109
..... 4.1.4 Windenergiemarkt International.....	113
..... 4.2 Off-Shore	116
..... 4.2.1 Technik.....	116
..... 4.2.2 Umwelt	119
..... 4.2.3 Betrieb	120
5 Bioenergie	124
..... 5.1 Biogas	127
..... 5.1.1 Herstellung	127
..... 5.1.2 Technik.....	128
..... 5.1.3 Reinigung	132
..... 5.1.4 Verstromung	133
..... 5.1.5 Einspeisung	135

..... 5.2 Biomasse.....	137
..... 5.2.1 Holz.....	138
..... 5.2.2 Holzpellets.....	142
..... 5.2.3 Holzbriketts.....	146
..... 5.2.4 Holzhackschnitzel.....	147
..... 5.2.5 Feinstaub.....	147
..... 5.2.6 Biomassevergasung.....	149
6 Wasserkraft.....	152
..... 6.1 Technik.....	152
..... 6.2 Markt.....	154
..... 6.3 Gezeitenkraft.....	157
..... 6.4 Wellenkraft.....	158
7 Geothermie.....	162
..... 7.1 Tiefengeothermie.....	162
..... 7.1.1 Technik.....	163
..... 7.1.2 Markt.....	166
..... 7.2 Oberflächennahe Geothermie.....	166
8 Energieeffizienz.....	170
..... 8.1 Brennwerttechnik.....	170
..... 8.2 Wärmepumpe.....	173
..... 8.3 Kraft-Wärme-Kopplung.....	178
..... 8.4 Brennstoffzelle.....	181
..... 8.5 Energiesparmaßnahmen.....	187
..... 8.5.1 Energiesparen im Haushalt.....	187
..... 8.5.2 Energiesparen beim Hausbau.....	188
..... 8.5.3 Energiesparen in Küche / Bad.....	188
..... 8.5.4 Energiesparen im Auto.....	189
9 Zusammenfassung.....	192
10 Anhang.....	196
..... 10.1 Tabellen.....	196
..... 10.2 Abkürzungen.....	200
..... 10.3 Einheiten.....	201
..... 10.4 Elemente.....	201

1 EINLEITUNG



1 EINLEITUNG

Der Energiesektor befindet sich derzeit in einem Wandlungsprozess. Die bestehenden zentral ausgerichteten Strukturen, basierend auf einer Energieversorgung mit fossilen Energieträgern, werden nicht nur von wissenschaftlicher Seite, sondern mittlerweile auch von politischer Seite her in Frage gestellt. Zur Alternative steht ein eher dezentral orientiertes System, bei dem gesteigerte Effizienz und nachhaltige Energiewirtschaft im Mittelpunkt stehen. Dies ist keine Vision für morgen oder übermorgen, sondern bereits heute Realität.

Erneuerbare Energien haben mittlerweile einen festen Platz im Energiemix von heute. Das ist nicht erst so, seit die Preise für Öl, Gas und Strom rasante Berg- und Talfahrten vollführt haben. Inzwischen kann auf eine lang andauernde Epoche mit stetig steigenden Installationszahlen verwiesen werden. Damit einher gehend bahnen sich grundlegende Veränderungen ihren Weg zugunsten einer umweltbewussten und effizienteren Versorgung.

Dieser Umorientierungsprozess betrifft nicht nur Deutschland. Weltweit ist in den vergangenen Jahren die Erkenntnis gereift, dass die bisherige Energiepolitik führender Industrienationen aus unterschiedlichen Gründen nicht zukunftsfähig ist und daher abgelöst werden muss von einer auf Nachhaltigkeit basierenden Politik. Der steigende weltweite Energiebedarf, hervorgerufen durch Bevölkerungswachstum, Industrialisierung und Globalisierung, kann allein mit Mineralöl langfristig nicht gedeckt werden. Die derzeitige Ausbeutung der natürlichen Erdöl- und Erdgasvorkommen verursacht bereits seit geraumer Zeit erhebliche Umweltprobleme, während die fossilen Ressourcen immer weiter dahinschmelzen und die Emissionen erhebliche Klimaprobleme verursachen. Hinzu kommt, dass die Abhängigkeit ölimportierender Länder von den Föndernationen ein zunehmendes Konfliktpotential birgt.

Eine Abkehr von diesen bestehenden Strukturen ist daher unvermeidlich. An ihre Stelle treten immer häufiger erneuerbare Energieträger und alternative Techniken. Das Schlagwort für diese neue energiepolitische Ära lautet: Nachhaltigkeit.

Eine nachhaltige Politik verlangt einen auch im Hinblick auf zukünftige Generationen verantwortungsbewussteren Umgang sowohl mit Energie als auch mit der Umwelt. Es geht dabei um einen möglichst effizienten Einsatz aller erneuerbaren Energien.

Zu den erneuerbaren Energien zählen Sonnen- und Bioenergie, Wind- und Wasserkraft sowie Erdwärme. Die Nutzung dieser Energieformen geht nach heutigem Erkenntnisstand nicht zu Lasten der Umwelt. Die Energiequellen sind regenerierbar beziehungsweise unter Berücksichtigung des menschlichen Zeithorizontes nicht endlich.

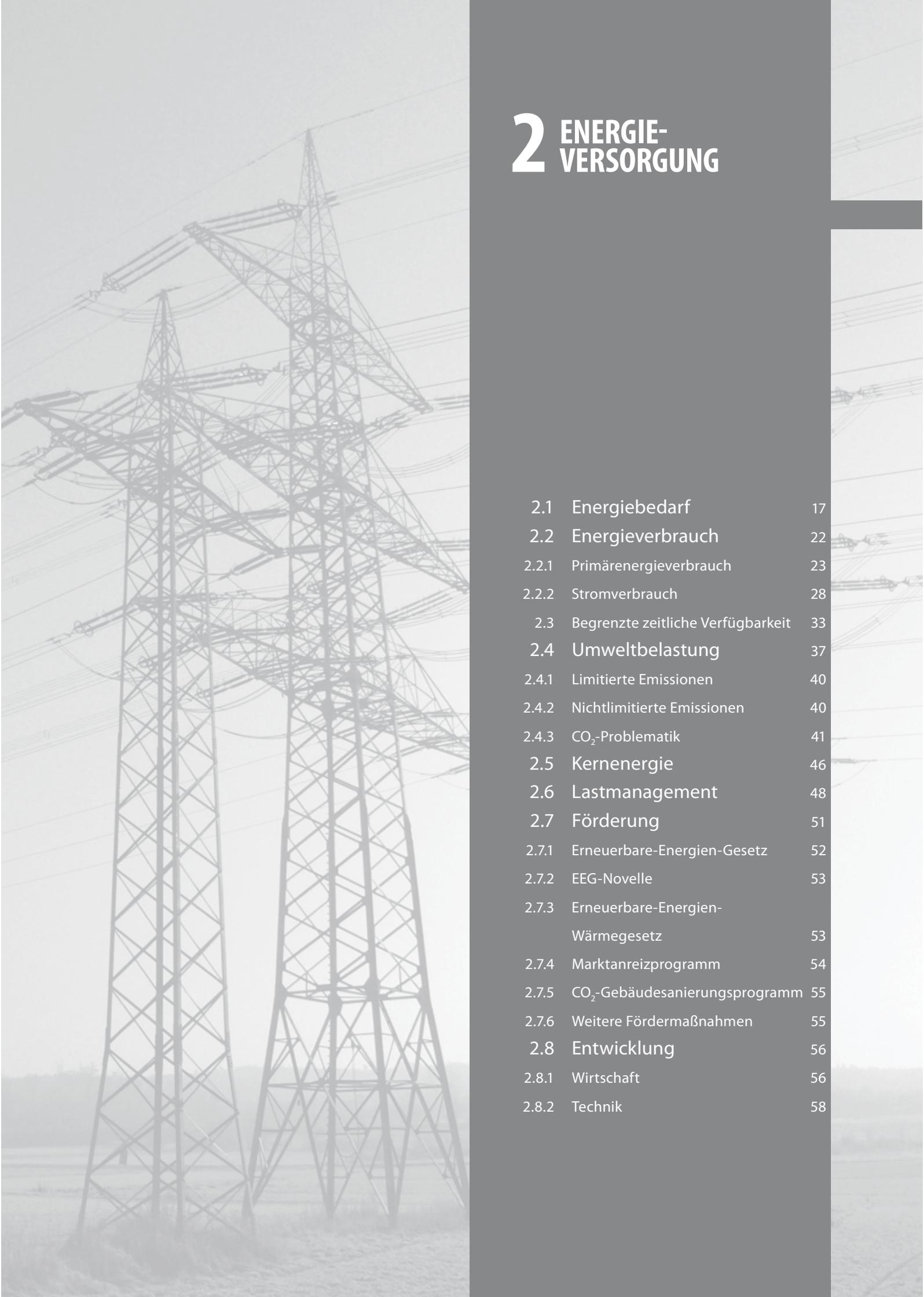
Eine Ablösung der heutigen konventionellen Energiepolitik, die auf fossilen Primärenergieträgern und Kernbrennstoffen basiert, durch eine nachhaltige Politik ist jedoch nicht so ohne weiteres möglich. Das Potential der erneuerbaren Energien ist zwar beträchtlich, steht aber heute noch nicht in vollem Umfang zur Verfügung. Insbesondere bei der Abdeckung der Lastspitzen und bei der Bereitstellung von Regelenergie (Lastmanagement) kann kurz- und mittelfristig noch nicht in Gänze auf die bisherige Energietechnik verzichtet werden. Umso wichtiger ist es, den Anteil der erneuerbaren Energien am Energiemix möglichst rasch zu vergrößern und die Techniken weiter zu optimieren.

Etwaige Maßnahmen zum Umweltschutz beziehungsweise Ressourcenschonung haben jedoch nur dann Sinn, wenn damit eine sinnvolle Energiesparpolitik einhergeht. Eine merkliche Effizienzsteigerung ist von maßgeblicher Bedeutung. Der derzeitige Gesamtwirkungsgrad bei der Energienutzung innerhalb Deutschlands liegt bei 30 %, weltweit liegt er lediglich bei 10 %. Eine derartige Verschwendung von insgesamt rund 90 % der nutzbar gemachten Energie kann sich die Menschheit nicht länger leisten. Hier ist noch ein sehr großes Entwicklungspotential vorhanden, um den gesamten Energieverbrauch mit sinnvollen Einsparmaßnahmen zu reduzieren und die Effizienz signifikant zu erhöhen.

Dieses Buch soll dabei helfen, auf derartige energietechnische Probleme hinzuweisen und etwaige Unklarheiten zu beseitigen, um somit einen bewussten Umgang mit Energien und eine nachhaltige Handlungsweise zu ermöglichen.

Dafür wird zunächst über die derzeitige Situation im Energiesektor aufgeklärt, wodurch die Notwendigkeit der Abkehr von den fossilen Energieträgern deutlich wird. Im Weiteren werden die erneuerbaren Energien mit ihren Eigenschaften sowie Vor- und Nachteilen vorgestellt. Dies umfasst sowohl die Herstellungsverfahren unterschiedlicher Ausführungen als auch deren Marktentwicklung und Einsatzgebiete. Im Mittelpunkt steht die nachhaltige Versorgung, um Wärme und Strom auf weitestgehend umweltschonende Weise und gleichzeitig möglichst effizient erzeugen zu können. Im Anschluss folgt eine Auflistung zahlreicher Möglichkeiten der Energieeinsparung in verschiedenen Bereichen.

Nach der Lektüre dieses Buches werden Sie in der Lage sein, sich ein eigenes, fachlich fundiertes Bild von der aktuellen Situation im Energiebereich machen zu können. Sie werden dann selbst entscheiden können, wie Ihr persönlicher Beitrag für eine nachhaltige Zukunft aussehen kann, wobei Sie feststellen werden, dass diese nachhaltige Zukunft längst begonnen hat und keine utopische Vision von morgen mehr ist.



2 ENERGIE- VERSORGUNG

2.1	Energiebedarf	17
2.2	Energieverbrauch	22
2.2.1	Primärenergieverbrauch	23
2.2.2	Stromverbrauch	28
2.3	Begrenzte zeitliche Verfügbarkeit	33
2.4	Umweltbelastung	37
2.4.1	Limitierte Emissionen	40
2.4.2	Nichtlimitierte Emissionen	40
2.4.3	CO ₂ -Problematik	41
2.5	Kernenergie	46
2.6	Lastmanagement	48
2.7	Förderung	51
2.7.1	Erneuerbare-Energien-Gesetz	52
2.7.2	EEG-Novelle	53
2.7.3	Erneuerbare-Energien- Wärmegesetz	53
2.7.4	Marktanreizprogramm	54
2.7.5	CO ₂ -Gebäudesanierungsprogramm	55
2.7.6	Weitere Fördermaßnahmen	55
2.8	Entwicklung	56
2.8.1	Wirtschaft	56
2.8.2	Technik	58

2 ENERGIEVERSORGUNG

Im Laufe der Jahrhunderte und Jahrtausende haben sich die Energiequellen der Menschheit gewandelt. In den Frühzeiten der Entwicklung wurde über Jahrtausende hinweg Holz verwendet. Anschließend in der Altsteinzeit wurde aus Holz die höherwertige Holzkohle hergestellt. Dann im Altertum wurden Braun- und Steinkohle entdeckt und nutzbar gemacht.

Der Vorteil der Kohle lag gegenüber dem Holz in ihrem höheren Brennwert, bedingt durch die Entstehungsgeschichte. Bei den Ausgangsprodukten von Kohle handelt es sich um ein Gemisch tierischer und pflanzlicher Substanzen. Diese verschiedenartigen Kohlenwasserstoff-Verbindungen lagerten über einen sehr langen Zeitraum unter der Erdoberfläche und wurden von den darüber befindlichen Erdschichten zusammengedrückt. Infolge dieser Kompression ist neben der Stoffdichte auch die Energiedichte besonders hoch.

Die Entstehungsgeschichte von Erdöl und Erdgas ist ganz ähnlich. Auch diese so genannten fossilen Primärenergieträger bedurften besonderer Voraussetzungen hinsichtlich Temperatur, Druck und katalytischer Wirkungsmechanismen für ihre Entstehung. Erdgas entstand vor ungefähr 600 Mio. Jahren aus abgestorbenen Kleinorganismen, Plankton und Algen, die sich auf dem Grund der Ozeane ablagerten und im Laufe der Zeit von Gesteins- und Erdschichten überdeckt wurden. Unter Luftabschluss und bei hohem Druck bildeten sich dann durch einen chemischen Prozess Kohlenwasserstoffe.

Die fossilen Energieträger entstammen somit längst vergangenen Zeiten und haben Jahrmillionen bis zu ihrer Entstehung zur heute vorliegenden Form benötigt. Der damals in der Atmosphäre befindliche Kohlenstoff wurde zunächst in Pflanzen und Tieren gebunden und im Laufe der Zeit in tiefer gelegenen Erdschichten eingeschlossen. Der atmosphärische Kohlenstoffanteil war somit ursprünglich noch um einiges höher als heute, aber da mehr und mehr Kohlenstoffverbindungen unter Tage eingelagert wurden, verringerte sich deren Anteil in der Atmosphäre, da er nach und nach dem oberirdischen Kreislauf entzogen wurde. Da dieser Prozess nur ganz langsam verlief, hatte die Natur Zeit genug, sich darauf einzustellen. Tiere und Pflanzen konnten ihren Stoffwechsel an die sich allmählich verändernden Umstände anpassen.

Organismen, die mit weniger Kohlenstoff in der Luft auskamen, überlebten, andere Organismen hingegen starben aus, bis sich eine Flora und Fauna entwickelte, wie wir sie heute kennen.

Seit kurzem werden diese Kohlenwasserstoffverbindungen nun aber wieder aus ihren Verstecken hervorgeholt und durch die Verbrennung zurück in die Atmosphäre entlassen. Im ursprünglichen Sinne ist dieser Vorgang also ganz natürlich. Das Problem ist nur, dass sich die heutigen Lebensformen auf der Erde nicht in einem angemessenen Zeitraum an die veränderten Lebensbedingungen mit dem plötzlich erhöhten Kohlenstoffanteil anpassen können, weil diese Rückführung zu schnell abläuft. Seit der industriellen Revolution Ende des 18. Jahrhunderts sind lediglich 200 Jahre vergangen, was erdgeschichtlich betrachtet nur eine äußerst kurze Zeitspanne ist. Innerhalb von zwei Jahrhunderten blies die Menschheit derart viel Kohlenstoff in Form von Kohlenstoffdioxid in die Atmosphäre, dass wir nun die Auswirkungen zu spüren bekommen.

Dass es tatsächlich zu Veränderungen kommt, ist unübersehbar. Klimazonen verschieben sich, und in vorher ruhigen Gebieten kommt es vermehrt zu Wetterextremen. Diese Erscheinungen sind jedoch mehr als verständlich, denn das komplizierte Gleichgewicht der Natur muss sich erst wieder an die neuen Rahmenbedingungen anpassen.

Eine Umkehrung dieses bereits vollführten Schritts ist heute nicht mehr möglich, aber wir können versuchen, die Auswirkungen abzumildern, indem nicht noch mehr Kohlenstoff in die Atmosphäre entlassen wird.

2.1 Energiebedarf

Die Erfolgsstory von Öl begann in den Jahren 1858/59. Fast zeitgleich wurde das so genannte „schwarze Gold“ sowohl in Celle, Deutschland, als auch in Pennsylvania, USA, entdeckt und gezielt gefördert. Einen Ölboom, wie er in Nordamerika in den darauf folgenden Jahren ausbrach, konnte Deutschland allerdings nicht verzeichnen. Damals wie heute förderten die Deutschen nur etwa drei Prozent ihres eigenen Ölbedarfs. Die Förderung von Erdgas begann