



Valentin Crastan

Klimawirksame Kennzahlen Band I

Europa + Eurasien und Afrika

3. Auflage



Springer Vieweg

Klimawirksame Kennzahlen Band I

Valentin Crastan

Klimawirksame Kennzahlen Band I

Europa + Eurasien und Afrika

3., aktualisierte Auflage

Valentin Crastan
Evilard, Schweiz

ISBN 978-3-658-30334-1 ISBN 978-3-658-30335-8 (eBook)
<https://doi.org/10.1007/978-3-658-30335-8>

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

© Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, ein Teil von Springer Nature 2017, 2018, 2020

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 allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

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.

Lektorat: Dr. Daniel Fröhlich

Springer Vieweg ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH und ist ein Teil von Springer Nature.

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

Vorwort

Die alles andere als erfreuliche Entwicklung der weltweiten CO₂-Emissionen von 2014 bis 2017 (+1,2 %) wird weder dem 2-Grad- und noch viel weniger dem 1,5-Grad-Ziel gerecht. Der eurasische Kontinent macht mit +0,4 % keine Ausnahme.

In der vorliegenden Neuauflage von „Klimawirksame Kennzahlen“ Band I, werden die Zahlen und Grafiken von Westeuropa, Osteuropa, Eurasien und Afrika entsprechend den letzten Statistiken von IEA und IMF aktualisiert. Die zur Erreichung der von der Klimaforschung mit Nachdruck geforderten Begrenzung der Erderwärmung möglichst auf 1,5 °C und die dazu notwendigen Massnahmen, sind stärker in den Vordergrund gerückt worden. Was man tun müsste, ist eigentlich klar. Die Hoffnung bleibt, dass der Druck auf die Politik, der 2019 von der Klimajugend-Bewegung ausgegangen ist, von Dauer bleibt und zu Ergebnissen führt bezüglich Umsetzung der im Pariser Abkommen festgelegten dringenden Klimaschutz-Massnahmen.

Evilard
Januar 2020

Valentin Crastan

Vorwort zur 2. Auflage

Band I des zweibändigen, alle Kontinente erfassenden Werks „Klimawirksame Kennzahlen“ fasst die beiden Essentials Europa + Eurasien und Afrika (s. Literaturverzeichnis) zusammen, ergänzt und aktualisiert sie entsprechend dem letzten Stand der verfügbaren Energie und Wirtschaftsdaten. Europa und Eurasien sind kulturell, aber auch energie-wirtschaftlich, eng verbunden und es ist vernünftig, durch den Abbau der politischen Spannungen, eine stärkere Zusammenarbeit anzustreben. Was Afrika betrifft, ist die Nähe zu Europa heute in Zusammenhang mit Migrationsbewegungen besonders spürbar. Eine Unterstützung der Entwicklung dieses aufstrebenden Kontinents seitens der Industrieländer ist auch deshalb von erstrangiger Bedeutung.

Die Begrenzung der globalen Klimaerwärmung auf 2 °C relativ zur vorindustriellen Zeit ist ein weltweit anerkanntes Minimalziel. Die Klimawissenschaft und das von fast 200 Ländern abgeschlossene Pariser Klimavertrag empfehlen das 1,5-Grad-Ziel anzustreben. Die für die Erreichung dieser Klimaziele notwendige Einschränkung der weltweit kumulierten CO₂-Emissionen aus fossilen Brennstoffen bis 2100, wird in der Einleitung veranschaulicht. Eine mögliche Verteilung der regionalen Bemühungen bis 2030 und 2050 wird im Bericht für beide Kontinente empfohlen. Messbare Indikatoren, welche die beiden Aspekte Energieeffizienz und CO₂-Intensität der Energie berücksichtigen, ermöglichen eine gerechte Beurteilung der regionalen Anstrengungen. Die Trends aller wichtigen Kennzahlen seit 2000 und speziell auch die aktuellen Tendenzen seit 2010 sind für alle Länder ein wesentlicher Ausgangspunkt.

Die Energieverantwortlichen in Wirtschaft und Politik der jeweiligen Länder, sowie die sich mit dem Klimaschutz befassenden nationalen und internationalen Institutionen können aus den hier gegebenen Empfehlungen ihre eigenen Schlüsse ziehen und die Massnahmen in die Wege leiten, die notwendig sind, um mindestens die Bedingungen für das 2-Grad-Ziel zu erfüllen.

Evilard
April 2018

Valentin Crastan

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
Teil I Europa und Eurasien		
2	Energiewirtschaftliche Analyse	9
2.1	Einführung	9
2.2	Bevölkerung und Bruttoinlandsprodukt	9
2.3	Bruttoenergie, Endenergie, Verluste des Energiesektors und entsprechende CO ₂ -Emissionen	13
2.4	Energieflüsse im Jahr 2017	17
2.4.1	Energiefluss im Energiesektor	17
2.4.2	Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern	18
2.4.3	Westeuropa	18
2.4.4	Osteuropa	18
2.4.5	Eurasien	19
2.4.6	Europa und Eurasien insgesamt	19
2.5	Energieintensität	28
2.6	CO ₂ -Intensität der Energie	30
2.7	Indikator der CO ₂ -Nachhaltigkeit	33
3	CO₂-Emissionen und Indikatoren bis 2017 und notwendige Szenarien zur Einhaltung des 2-Grad- bzw. 1,5-Grad-Ziels	35
3.1	Westeuropa	35
3.2	Osteuropa	35
3.3	Eurasien	39
3.4	Europa und Eurasien insgesamt	41
3.5	Zusammenfassung	42
4	Daten von Ländern Europas und Eurasiens	47
4.1	Schweiz, Österreich und Deutschland	47
4.1.1	Energieflüsse in der Schweiz	47

4.1.2	Energieflüsse in Österreich	47
4.1.3	Energieflüsse in Deutschland	47
4.1.4	Elektrizitätsproduktion und -verbrauch in der Schweiz, Österreich und Deutschland	47
4.2	Frankreich, Italien, Spanien und Vereinigtes Königreich	55
4.2.1	Energieflüsse in Frankreich	55
4.2.2	Energieflüsse in Italien	55
4.2.3	Energieflüsse in Spanien	55
4.2.4	Energieflüsse im Vereinigten Königreich Spanien	55
4.2.5	Elektrizitätsproduktion und -verbrauch in Frankreich, Italien, Spanien und im Vereinigten Königreich	64
4.3	Polen, Türkei und Russland	66
4.3.1	Energieflüsse in Polen	66
4.3.2	Energieflüsse in der Türkei	66
4.3.3	Energieflüsse in Russland	66
4.3.4	Elektrizitätsproduktion und -verbrauch in Polen, in der Türkei und in Russland	66
4.3.5	Fernwärmeproduktion und -verbrauch in Polen und in Russland	74
4.4	Indikatoren wichtiger Länder des Kontinents für 2017 und Kommentare	76

Teil II Afrika

5	Energiewirtschaftliche Analyse	83
5.1	Einführung	83
5.2	Bevölkerung und Bruttoinlandsprodukt	83
5.3	Bruttoenergie, Endenergie, Verluste des Energiesektors und entsprechende CO ₂ -Emissionen	86
5.4	Energieflüsse im Jahr 2017	90
5.4.1	Energiefluss im Energiesektor	90
5.4.2	Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern	91
5.4.3	Nord-Afrika	91
5.4.4	Südafrika	91
5.4.5	Restliches Afrika	96
5.4.6	Afrika insgesamt	96
5.5	Energieintensität	96
5.6	CO ₂ -Intensität der Energie	102
5.7	Indikator der CO ₂ -Nachhaltigkeit	104

6	CO₂-Emissionen und Indikatoren bis 2017 und notwendige Szenarien zur Einhaltung des 2-Grad- bzw. 1,5-Grad-Ziels.	109
6.1	Nord-Afrika	109
6.2	Südafrika	109
6.3	Restliches Afrika	111
6.4	Afrika insgesamt	113
6.5	Zusammenfassung	114
7	Weitere Daten der Länder Afrikas	121
7.1	Ägypten und Algerien	121
7.1.1	Energieflüsse in Ägypten (Abb. 7.1 und 7.2).	121
7.1.2	Energieflüsse in Algerien (Abb. 7.3 und 7.4).	121
7.1.3	Elektrizitätsproduktion und -verbrauch	126
7.2	Nigeria, Äthiopien, Tansania und Kenia	126
7.2.1	Energieflüsse in Nigeria (Abb. 7.6 und 7.7).	127
7.2.2	Energieflüsse in Äthiopien (Abb. 7.8 und 7.9).	127
7.2.3	Energieflüsse in Tansania (Abb. 7.10 und 7.11).	127
7.2.4	Energieflüsse in Kenia (Abb. 7.13 und 7.14).	134
7.2.5	Elektrizitätsproduktion und -verbrauch	134
7.3	Zusammenfassende Tabellen und Kommentare zu Indikatoren und CO ₂ -Intensitäten	137
	Literatur.	141

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1.1	Kumulierte Kohlenstoffemissionen (nur fossile Brennstoffe) weltweit von 1870 bis 2017 und Szenarien bis 2100 mit entsprechender Temperaturerhöhung	2
Abb. 1.2	Varianten <i>a</i> und <i>b</i> des 2-Grad-Szenarios und zwei Wege um das 1,5-Grad-Ziel zu erreichen, mit Angabe der jeweils kumulierten Werte seit 1870, z. B. 390 Gt C bis 2017 (1 Gt C entspricht 3,667 Gt CO ₂ , der gegenwärtige weltweite jährliche Ausstoss von rund 33 Gt CO ₂ erhöht jährlich den kumulierten Wert um 9 Gt C)	2
Abb. 1.3	Prozent-Anteile der kumulierten Kohlenstoff-Emissionen von 1971 bis 2017	4
Abb. 1.4	Verursacher der kumulierten Emissionen seit 1971	5
Abb. 1.5	Prozent-Anteile der fünf Weltregionen an den CO ₂ -Emissionen in 2017	5
Abb. 1.6	Prozent-Anteile der CO ₂ -Emissionen in 2050 für das 2-Grad-Klimaziel und Emissions-Reduktion bzw. -Zunahme ab 2017	6
Abb. 2.1	Prozentuale Aufteilung der Bevölkerung Westeuropas (Wohnbevölkerung)	10
Abb. 2.2	BIP (KKP) pro Kopf der Länder Westeuropas in 2015 und Änderungen von 2000 bis 2010 und von 2010 bis 2017	10
Abb. 2.3	Prozentuale Aufteilung der Bevölkerung Osteuropas in 2017	11
Abb. 2.4	BIP (KKP) pro Kopf der Länder Osteuropas in 2015 und Änderungen von 2000 bis 2010 und von 2010 bis 2017	11
Abb. 2.5	Prozentuale Aufteilung der Bevölkerung Eurasiens in 2017	12
Abb. 2.6	BIP (KKP) pro Kopf der Länder Eurasiens in 2017 und Änderungen von 2000 bis 2010 und von 2010 bis 2017	12
Abb. 2.7	Bruttoenergie (= Endenergie + Verluste des Energiesektors) der drei Regionen in 2017. Endenergie besteht aus Wärme (ohne Elektrizität und Fernwärme), Treibstoffe, Elektrizität und Fernwärme.	14

Abb. 2.8	Elektrizitätsproduktion Europas und Eurasiens in 2017 und entsprechende Energieträgeranteile.	15
Abb. 2.9	CO ₂ -Ausstoss der drei Regionen nach Verbrauchssektor und Energieträger.	16
Abb. 2.10	Westeuropa: Energiefluss im Energiesektor von der Primärenergie zur Endenergie und CO ₂ -Ausstoss. Die Energieträgerfarben sind wie in Abb. 2.7 und 2.9 (aber Erdöl dunkelbraun, Erdölprodukte hellbraun).	20
Abb. 2.11	Westeuropa: Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern und zugeordnete CO ₂ -Emissionen.	21
Abb. 2.12	Osteuropa: Energiefluss im Energiesektor von der Primärenergie zur Endenergie und CO ₂ -Ausstoss. Die Energieträgerfarben sind wie in Abb. 2.7 und 2.9 (aber Erdöl dunkelbraun, Erdölprodukte hellbraun).	22
Abb. 2.13	Osteuropa: Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern und zugeordnete CO ₂ -Emissionen.	23
Abb. 2.14	Eurasien: Energiefluss im Energiesektor von der Primärenergie zur Endenergie und CO ₂ -Ausstoss. Die Energieträgerfarben sind wie in Abb. 2.7 und 2.9 (aber Erdöl dunkelbraun, Erdölprodukte hellbraun).	24
Abb. 2.15	Eurasien: Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern und zugeordnete CO ₂ -Emissionen.	25
Abb. 2.16	Europa + Eurasien: Energiefluss im Energiesektor von der Primärenergie zur Endenergie und CO ₂ -Ausstoss. Die Energieträgerfarben sind wie in Abb. 2.7 und 2.9 (Erdöl dunkelbraun, Erdölprodukte hellbraun).	26
Abb. 2.17	Europa + Eurasien: Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern und zugeordnete CO ₂ -Emissionen.	27
Abb. 2.18	Energieintensität der Länder Westeuropas in 2017 und Änderungen seit 2000.	29
Abb. 2.19	Energieintensität der Länder von Osteuropa in 2017 und Änderungen seit 2000.	29
Abb. 2.20	Energieintensität der Länder Eurasiens in 2017 und Änderungen von 2000 bis 2010 und von 2010 bis 2017.	30
Abb. 2.21	CO ₂ -Intensität der Energie der Länder Westeuropas in 2017 und Änderungen von 2000 bis 2010 und von 2010 bis 2017.	31
Abb. 2.22	CO ₂ -Intensität der Energie der Länder Osteuropas in 2017 und Änderungen von 2000 bis 2010 und von 2010 bis 2017.	32
Abb. 2.23	CO ₂ -Intensität der Energie der Länder Eurasiens in 2017 und Änderungen von 2000 bis 2010 und von 2010 bis 2017.	32
Abb. 2.24	CO ₂ -Nachhaltigkeits-Indikator der Länder Westeuropas in 2017 und Änderungen von 2000 bis 2010 und von 2010 bis 2017.	33

Abb. 2.25	CO ₂ -Nachhaltigkeits-Indikator der Länder Osteuropas in 2017 und Änderungen von 2000 bis 2010 und von 2010 bis 2017	34
Abb. 2.26	CO ₂ -Nachhaltigkeits-Indikator der Länder Eurasiens in 2017 und Änderungen von 2000 bis 2010 und von 2010 bis 2017	34
Abb. 3.1	Mit dem 2-Grad- bzw. 1,5-Grad-Ziel kompatible Szenarien für Westeuropa	36
Abb. 3.2	Indikatoren-Verlauf von 1980 bis 2018 und mit dem 2-Grad- bzw. 1,5-Grad-Ziel kompatibler Verlauf bis 2050	36
Abb. 3.3	Indikatoren-Trend in %/a von 2000 bis 2018 und notwendige Trendänderung ab 2018 zur Einhaltung des 2- Grad- bzw. 1,5-Grad-Ziels	36
Abb. 3.4	Pro-Kopf-Indikatoren Westeuropas von 1980 bis 2018 und mit dem 2-Grad- bzw. 1,5-Grad-Ziel kompatibler Verlauf bis 2050. BIP 2024 gemäss IMF	37
Abb. 3.5	Mit dem 2-Grad- bzw. 1,5-Grad-Ziel kompatible Emissions-Szenarien für Osteuropa	37
Abb. 3.6	Indikatoren-Verlauf von 1990 bis 2017 und mit dem 2-Grad- bzw. 1,5-Grad-Ziel kompatibler Verlauf bis 2050	38
Abb. 3.7	Indikatoren-Trend in %/a von 2000 bis 2017 und notwendige Trendänderung ab 2017 zur Einhaltung des 2-Grad- bzw. 1,5-Grad-Ziels	38
Abb. 3.8	Pro-Kopf-Indikatoren Osteuropas von 1990 bis 2017 und 2-Grad- bzw. 1,5-Grad-Szenario bis 2050. Das BIP (KKP) von 2024 entspricht den IMF-Prognosen	39
Abb. 3.9	Mit dem 2-Grad- bzw. 1,5-Grad-Ziel kompatible Szenarien für Eurasien	39
Abb. 3.10	Indikatoren-Verlauf von 1990 bis 2017 und mit dem 2-Grad- bzw. 1,5-Grad-Ziel kompatibler Verlauf bis 2050	40
Abb. 3.11	Indikatoren-Trend in %/a von 2000 bis 2017 und für Eurasien notwendige Trendänderung ab 2017 zur Einhaltung des 2-Grad- bzw. 1,5-Grad-Ziels	40
Abb. 3.12	Pro-Kopf-Indikatoren Eurasiens von 1990 bis 2017 und 2-Grad- bzw. 1,5-Szenario bis 2050. BIP (KKP) in 2024 gemäss IMF.	41
Abb. 3.13	Mit dem 2-Grad- bzw. 1,5-Grad-Ziel kompatible Szenarien für Europa + Eurasien insgesamt	41
Abb. 3.14	Indikatoren von 1990 bis 2015 und mit dem 2-Grad-Ziel kompatibler Verlauf bis 2050	42
Abb. 3.15	Indikatoren-Trend in %/a von 2000 bis 2017 und notwendige Trendänderung ab 2017, 2-Grad-Ziel.	42

Abb. 3.16	Indikatoren-Trend in %/a von 2000 bis 2017 und notwendige Trendänderung ab 2017, 1,5-Grad-Ziel	43
Abb. 3.17	Pro-Kopf-Indikatoren von Europa+Eurasien von 1980 bis 2015 und 2-Grad-Szenario bis 2050.	43
Abb. 3.18	Notwendige Änderung des Indikators g CO ₂ /\$, um das 2-Grad-Klimaziel zu erreichen.	44
Abb. 3.19	Notwendige Änderung des Indikators g CO ₂ /\$, um das 1.5-Grad-Klimaziel zu erreichen	44
Abb. 4.1	Schweiz: Energiefluss im Energiesektor von der Primärenergie zur Endenergie und CO ₂ -Ausstoss. Die Energieträgerfarben sind wie in Abb. 2.7 und 2.9 (aber Erdöl dunkelbraun, Erdölprodukte hellbraun). CO ₂ -Intensitäten g CO ₂ /kWh gemäß Tab. 4.1	48
Abb. 4.2	Schweiz: Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern und zugeordnete CO ₂ -Emissionen	49
Abb. 4.3	Österreich: Energiefluss im Energiesektor von der Primärenergie zur Endenergie und CO ₂ -Ausstoss. Die Energieträgerfarben sind wie in Abb. 2.7 und 2.9 (aber Erdöl dunkelbraun, Erdölprodukte hellbraun). CO ₂ -Intensitäten gemäß Tab. 4.2	50
Abb. 4.4	Österreich: Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern und zugeordnete CO ₂ -Emissionen	51
Abb. 4.5	Deutschland: Energiefluss im Energiesektor von der Primärenergie zur Endenergie und CO ₂ -Ausstoss. Die Energieträgerfarben sind wie in Abb. 2.7 und 2.9 (aber Erdöl dunkelbraun, Erdölprodukte hellbraun). CO ₂ -Intensitäten gemäß Tab. 4.3	52
Abb. 4.6	Deutschland: Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern und zugeordnete CO ₂ -Emissionen	53
Abb. 4.7	Schweiz: Elektrizitätsproduktion und -Verbrauch, Import/Export-Bilanz, Anteil der CO ₂ -armen Elektrizitätsproduktion: 97 %, wovon 65 % erneuerbar.	54
Abb. 4.8	Österreich: Elektrizitätsproduktion und -Verbrauch, Import/Export-Bilanz, Anteil der CO ₂ -armen Elektrizitätsproduktion: 77 %, alles erneuerbar	54
Abb. 4.9	Deutschland: Elektrizitätsproduktion und -Verbrauch, Import/Export-Bilanz, Anteil der CO ₂ -armen Elektrizitätsproduktion: 46 %, wovon 34 % erneuerbar.	54
Abb. 4.10	Frankreich: Energiefluss im Energiesektor von der Primärenergie zur Endenergie und CO ₂ -Ausstoss. Die Energieträgerfarben sind wie in Abb. 2.7 und 2.9 (aber Erdöl dunkelbraun, Erdölprodukte hellbraun)	56
Abb. 4.11	Frankreich: Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern und zugeordnete CO ₂ -Emissionen	57

Abb. 4.12	Italien: Energiefluss im Energiesektor von der Primärenergie zur Endenergie und CO ₂ -Ausstoss. Die Energieträgerfarben sind wie in Abb. 2.7 und 2.9 (aber Erdöl dunkelbraun, Erdölprodukte hellbraun)	58
Abb. 4.13	Italien: Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern und zugeordnete CO ₂ -Emissionen	59
Abb. 4.14	Spanien: Energiefluss im Energiesektor von der Primärenergie zur Endenergie und CO ₂ -Ausstoss. Die Energieträgerfarben sind wie in Abb. 2.7 und 2.9 (aber Erdöl dunkelbraun, Erdölprodukte hellbraun)	60
Abb. 4.15	Spanien: Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern und zugeordnete CO ₂ -Emissionen	61
Abb. 4.16	Vereinigtes Königreich: Energiefluss im Energiesektor von der Primärenergie zur Endenergie und CO ₂ -Ausstoss. Die Energieträgerfarben sind wie in Abb. 2.7 und 2.9 (aber Erdöl dunkelbraun, Erdölprodukte hellbraun)	62
Abb. 4.17	Vereinigtes Königreich: Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern und zugeordnete CO ₂ -Emissionen	63
Abb. 4.18	Frankreich: Elektrizitätsproduktion und -Verbrauch, Import/Export-Bilanz Anteil der CO ₂ -armen Elektrizitätsproduktion: 88 %, wovon 17 % erneuerbar.	64
Abb. 4.19	Italien: Elektrizitätsproduktion und -Verbrauch, Import/Export-Bilanz Anteil der CO ₂ -armen Elektrizitätsproduktion: 36 %, alles erneuerbar	64
Abb. 4.20	Spanien: Elektrizitätsproduktion und -Verbrauch, Import/Export-Bilanz Anteil der CO ₂ -armen Elektrizitätsproduktion: 54 %, wovon 33 % erneuerbar.	65
Abb. 4.21	Vereinigtes Königreich: Elektrizitätsproduktion und -Verbrauch, Import/Export-Bilanz Anteil der CO ₂ -armen Elektrizitätsproduktion: 51 %, wovon 30 % erneuerbar.	65
Abb. 4.22	Polen: Energiefluss im Energiesektor von der Primärenergie zur Endenergie und CO ₂ -Ausstoss. Die Energieträgerfarben sind wie in Abb. 2.7 und 2.9 (aber Erdöl dunkelbraun, Erdölprodukte hellbraun)	67
Abb. 4.23	Polen: Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern und zugeordnete CO ₂ -Emissionen.	68
Abb. 4.24	Türkei: Energiefluss im Energiesektor von der Primärenergie zur Endenergie und CO ₂ -Ausstoss. Die Energieträgerfarben sind wie in Abb. 2.7 und 2.9 (aber Erdöl dunkelbraun, Erdölprodukte hellbraun)	69

Abb. 4.25	Türkei: Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern und zugeordnete CO ₂ -Emissionen.	70
Abb. 4.26	Russland: Energiefluss im Energiesektor von der Primärenergie zur Endenergie und CO ₂ -Ausstoss. Die Energieträgerfarben sind wie in Abb. 2.7 und 2.9 (aber Erdöl dunkelbraun, Erdölprodukte hellbraun). CO ₂ -Intensitäten gemäß untenstehender Tabelle	71
Abb. 4.27	Russland: Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern und zugeordnete CO ₂ -Emissionen	72
Abb. 4.28	Polen: Elektrizitätsproduktion und -Verbrauch, Import/Export-Bilanz Anteil der CO ₂ -armen Elektrizitätsproduktion: 14 %, alles erneuerbar	73
Abb. 4.29	Türkei: Elektrizitätsproduktion und -Verbrauch, Import/Export-Bilanz Anteil der CO ₂ -armen Elektrizitätsproduktion: 29 %, alles erneuerbar	73
Abb. 4.30	Russland: Elektrizitätsproduktion und -Verbrauch, Import/Export-Bilanz Anteil der CO ₂ -armen Elektrizitätsproduktion: 36 %, wovon 17 % erneuerbar.	73
Abb. 4.31	Polen: Fernwärmeproduktion und -Verbrauch. Anteil der CO ₂ -armen Produktion 4 %	74
Abb. 4.32	Russland: Fernwärmeproduktion und -Verbrauch. Anteil der CO ₂ -armen Produktion 1 %	74
Abb. 5.1	Prozentuale Aufteilung der Bevölkerung Afrikas.	84
Abb. 5.2	BIP (KKP) pro Kopf von Südafrika und der Länder Nord-Afrikas und Änderungen von 2000 bis 2010 und von 2010 bis 2017.	84
Abb. 5.3	BIP (KKP) pro Kopf der Länder Rest-Afrikas und Änderungen von 2000 bis 2010 und von 2010 bis 2017. Daten IMF [4]	85
Abb. 5.4	Bruttoenergie = Endenergie + Verluste des Energiesektors, der drei Regionen Afrikas in 2017. Endenergie besteht aus Wärme, Treibstoffe und Elektrizität. Daten IEA [3]	87
Abb. 5.5	Elektrizitätsproduktion in 2017 der drei Regionen Afrikas und entsprechende Energieträgeranteile. Prozentangabe der Verluste und Import/Exporte in Prozent des Endverbrauchs	88
Abb. 5.6	CO ₂ -Ausstoss der drei Regionen nach Verbrauchssektor und Energieträger. Daten IEA [3]	89
Abb. 5.7	Nord-Afrika: Energiefluss im Energiesektor von der Primärenergie zur Endenergie und CO ₂ -Ausstoss. Die Energieträgerfarben sind wie in Abb. 5.4 und 5.6 (Erdöl dunkelbraun, Erdölprodukte hellbraun)	92
Abb. 5.8	Nord-Afrika: Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern und zugeordnete CO ₂ -Emissionen	93

Abb. 5.9	Südafrika: Energiefluss im Energiesektor von der Primärenergie zur Endenergie und CO ₂ -Ausstoss. Die Energieträgerfarben sind wie in Abb. 5.4 und 5.6 (Erdöl dunkelbraun, Erdölprodukte hellbraun)	94
Abb. 5.10	Südafrika: Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern und zugeordnete CO ₂ -Emissionen	95
Abb. 5.11	Rest-Afrika: Energiefluss im Energiesektor von der Primärenergie zur Endenergie und CO ₂ -Ausstoss. Die Energieträgerfarben sind wie in Abb. 5.4 und 5.6 (Erdöl dunkelbraun, Erdölprodukte hellbraun)	97
Abb. 5.12	Rest-Afrika: Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern und zugeordnete CO ₂ -Emissionen	98
Abb. 5.13	Afrika: Energiefluss im Energiesektor von der Primärenergie zur Endenergie und CO ₂ -Ausstoss. Die Energieträgerfarben sind wie in Abb. 5.4 und 5.6 (Erdöl dunkelbraun, Erdölprodukte hellbraun)	99
Abb. 5.14	Afrika: Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern und zugeordnete CO ₂ -Emissionen.	100
Abb. 5.15	Energieintensität der Länder Nord-Afrikas sowie von Südafrika und Änderungen von 2000 bis 2010 und von 2010 bis 2017.	101
Abb. 5.16	Energieintensität der Länder von Rest-Afrika in 2017.	101
Abb. 5.17	Energieintensität der Länder Afrikas in Abhängigkeit vom BIP KKP pro Kopf	102
Abb. 5.18	CO ₂ -Intensität der Energie der Länder Afrikas in Abhängigkeit vom BIP KKP pro Kopf	103
Abb. 5.19	CO ₂ -Intensität der Energie der Länder Nord-Afrikas sowie von Südafrika und Änderungen von 2000 bis 2010 und von 2010 bis 2017	103
Abb. 5.20	CO ₂ -Intensität der Energie der Länder von Rest-Afrika und Fortschritte bzw. Rückschritte seit 2000	104
Abb. 5.21	Indikator der CO ₂ -Nachhaltigkeit der Länder Nord-Afrikas sowie von Südafrika in 2017 und Fortschritte bzw. Rückschritte seit 2000. . .	105
Abb. 5.22	Indikator der CO ₂ -Nachhaltigkeit der Länder Rest-Afrikas in 2017 und Fortschritte bzw. Rückschritte seit 2000	106
Abb. 5.23	CO ₂ -Nachhaltigkeit der Länder Afrikas in Abhängigkeit vom BIP KKP pro Kopf	106
Abb. 5.24	Afrikanischer Kontinent.	108
Abb. 6.1	Mit dem 2-Grad- und 1,5-Grad-Ziel kompatible Szenarien für Nord-Afrika	110
Abb. 6.2	Indikatoren-Verlauf von 1980 bis 2017 und mit dem 2-Grad- bzw. 1,5-Grad-Ziel kompatibler Verlauf bis 2050	110