



Valentin Crastan

Klimawirksame Kennzahlen Band I

Europa + Eurasien und Afrika

2. Auflage



Springer Vieweg

Klimawirksame Kennzahlen Band I

Valentin Crastan

Klimawirksame Kennzahlen Band I

Europa + Eurasien und Afrika

2. Auflage

Valentin Crastan
Evilard
Schweiz

ISBN 978-3-658-22971-9 ISBN 978-3-658-22972-6 (eBook)
<https://doi.org/10.1007/978-3-658-22972-6>

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

Springer Vieweg

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

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

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften. Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag, noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen.

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

Kurze Inhaltsangabe

- Weltweite Verteilung der für den Klimawandel verantwortlichen kumulierten CO₂-Emissionen und für das 2-Grad- und 1.5 Grad-Ziel notwendige Emissionssituation in 2050 und 2100 ([Kap. 1](#)).
- Bevölkerung und Entwicklung des Bruttoinlandprodukts aller Regionen und Länder des eurasischen Kontinents ([Abschn. 2.2](#)) und Afrikas ([5.2](#)).
- Bruttoenergie, Endenergien, Verluste des Energiesektors und CO₂-Emissionen aller Regionen, in Abhängigkeit aller Energieträger und Verbraucherkategorien ([Abschn. 2.3](#) und [5.3](#)).
- Elektrizitätsproduktion und -verbrauch aller Regionen ([Abschn. 2.3](#) und [5.3](#)) aller bevölkerungsreichsten Länder, sowie für die Schweiz und Österreich, des eurasischen Kontinents ([Kap. 4](#)) und Afrikas ([Kap. 7](#)).
- Energieflüsse von der Primärenergie über die Endenergie zu den Endverbrauchern für alle Regionen ([Abschn. 2.4](#) und [5.4](#)) und alle bevölkerungsreichsten Länder, sowie für Schweiz und Österreich, ([Kap. 3](#) und [Kap. 6](#)).
- Entwicklung der wichtigsten Indikatoren wie Energieintensität, CO₂-Intensität der Energie und Indikator der CO₂-Nachhaltigkeit für alle Länder ([Abschn. 2.5](#) bis [2.7](#) und [Abschn. 5.5](#) bis [5.7](#)).
- Indikatoren- und CO₂-Emissionsverlauf in der Vergangenheit und notwendiger bzw. empfohlener Verlauf zur Einhaltung des 2-Grad-Ziels als Minimalziel für alle Regionen des eurasischen Kontinents ([Kap. 3](#)) und Afrikas ([Kap. 6](#)).

Vorwort

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 energiewirtschaftlich, 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 Energieverantwortliche 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 Bruttoinlandprodukt	9
2.3	Bruttoenergie, Endenergie, Verluste des Energiesektors und entsprechende CO ₂ -Emissionen	13
2.4	Energieflüsse im Jahr 2015	18
2.4.1	Energiefluss im Energiesektor	18
2.4.2	Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern	18
2.4.3	Westeuropa	19
2.4.4	Osteuropa	19
2.4.5	Eurasien	19
2.4.6	Europa und Eurasien insgesamt	19
2.5	Energieintensität	29
2.6	CO ₂ -Intensität der Energie	31
2.7	Indikator der CO ₂ -Nachhaltigkeit	33
3	CO₂-Emissionen und Indikatoren bis 2015 und notwendiges Szenario zur Einhaltung des 2-Grad-Ziels	37
3.1	Westeuropa	37
3.2	Osteuropa	37
3.3	Eurasien	42
3.4	Europa und Eurasien insgesamt	44
3.5	Zusammenfassung	47
4	Daten von Ländern Europas und Eurasiens	51
4.1	Schweiz, Österreich und Deutschland	51
4.1.1	Energieflüsse in der Schweiz	51

4.1.2	Energieflüsse in Österreich	51
4.1.3	Energieflüsse in Deutschland	51
4.1.4	Elektrizitätsproduktion und -verbrauch in der Schweiz, Österreich und Deutschland	51
4.2	Frankreich, Italien, Spanien und Vereinigtes Königreich	59
4.2.1	Energieflüsse in Frankreich	59
4.2.2	Energieflüsse in Italien	59
4.2.3	Energieflüsse in Spanien	59
4.2.4	Energieflüsse im Vereinigten Königreich	59
4.2.5	Elektrizitätsproduktion und -verbrauch in Frankreich, Italien, Spanien und das Vereinigte Königreich	68
4.3	Polen, Türkei und Russland	70
4.3.1	Energieflüsse in Polen	70
4.3.2	Energieflüsse in der Türkei	70
4.3.3	Energieflüsse in Russland	70
4.3.4	Elektrizitätsproduktion und -verbrauch in Polen, in der Türkei und in Russland	70
4.3.5	Fernwärmeproduktion und -verbrauch in Polen und in Russland ..	71
4.4	Indikatoren wichtiger Länder des Kontinents für 2015 und Kommentare ..	79

Teil II Afrika

5	Energiewirtschaftliche Analyse	85
5.1	Einführung	85
5.2	Bevölkerung und Bruttoinlandprodukt	85
5.3	Bruttoenergie, Endenergie, Verluste des Energiesektors und entsprechende CO ₂ -Emissionen	88
5.4	Energieflüsse im Jahr 2015	93
5.4.1	Energiefluss im Energiesektor	93
5.4.2	Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern	93
5.4.3	Nord-Afrika	96
5.4.4	Südafrika	96
5.4.5	Restliches Afrika	96
5.4.6	Afrika insgesamt	96
5.5	Energieintensität	97
5.6	CO ₂ -Intensität der Energie	97
5.7	Indikator der CO ₂ -Nachhaltigkeit	106
6	CO₂-Emissionen und Indikatoren bis 2014 und notwendiges Szenario zur Einhaltung des 2-Grad-Ziels	113
6.1	Nord-Afrika	113
6.2	Südafrika	113

6.3	Restliches Afrika	116
6.4	Afrika insgesamt	119
6.5	Zusammenfassung	121
7	Weitere Daten der Länder Afrikas	125
7.1	Ägypten und Algerien	125
7.1.1	Energieflüsse in Ägypten (Abb. 7.1 und 7.2).....	125
7.1.2	Energieflüsse in Algerien (Abb. 7.3 und 7.4).....	125
7.1.3	Elektrizitätsproduktion und -verbrauch	130
7.2	Nigeria, Äthiopien, Tansania und Kenia	130
7.2.1	Energieflüsse in Nigeria (Abb. 7.6 und 7.7).	130
7.2.2	Energieflüsse in Äthiopien (Abb. 7.8 und 7.9).....	131
7.2.3	Energieflüsse in Tansania (Abb. 7.10 und 7.11)	131
7.2.4	Energieflüsse in Kenia (Abb. 7.12 und 7.13).....	131
7.2.5	Elektrizitätsproduktion und -verbrauch	140
7.3	Zusammenfassende Tabellen und Kommentare zu Indikatoren und CO ₂ -Intensitäten	140
	Literatur.	145

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1.1 Kumulierte Kohlenstoffemissionen (nur fossile Brennstoffe) weltweit von 1870 bis 2015 und Szenarien bis 2100 mit entsprechender Temperaturerhöhung 2

Abb. 1.2 Varianten *a* und *b* des 2 °C-Szenarios und zwei Wege um das 1.5°-Ziel zu erreichen, mit Angabe der jeweils kumulierten Werte seit 1870, z. B. 372 Gt C bis 2015 (1 Gt C entspricht 3'667 Gt CO₂) 3

Abb. 1.3 Prozent-Anteile der kumulierten CO₂-Emissionen von 1971 bis 2015. Gt = Gigatonnen 4

Abb. 1.4 Verursacher der kumulierten Emissionen seit 1971 4

Abb. 1.5 Prozent-Anteile der fünf Weltregionen an den CO₂-Emissionen in 2015 5

Abb. 1.6 Prozent-Anteile der CO₂-Emissionen in 2050, 2-Grad-Klimaziel 5

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 2015 11

Abb. 2.3 Prozentuale Aufteilung der Bevölkerung Osteuropas in 2015 11

Abb. 2.4 BIP (KKP) pro Kopf der Länder Osteuropas in 2015 und Änderungen von 2000 bis 2010 und von 2010 bis 2015 12

Abb. 2.5 Prozentuale Aufteilung der Bevölkerung Eurasiens in 2015 12

Abb. 2.6 BIP (KKP) pro Kopf der Länder Eurasiens i 2015 und Änderungen von 2000 bis 2010 und von 2010 bis 2015 13

Abb. 2.7 Bruttoenergie (= Endenergie + Verluste des Energiesektors) der drei Regionen Westeuropa (oben), Osteuropa (mitte) und Eurasien (unten) in 2015. Endenergie besteht aus Wärme (ohne Elektrizität und Fernwärme), Treibstoffe, Elektrizität und Fernwärme. 14

Abb. 2.8 Elektrizitätsproduktion Europas (oben und Mitte) sowie Eurasiens (unten) in 2015 und entsprechende Energieträgeranteile. Import- bzw. Exportüberschuss und Verluste + Eigenbedarf in % des Endverbrauchs 15

Abb. 2.9 CO₂-Ausstoss der drei Regionen Westeuropa (oben), Osteuropa (Mitte) und Eurasien (unten) nach Verbrauchssektor und Energieträger 17

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 2015 und Änderungen seit 2000	29
Abb. 2.19	Energieintensität der Länder Osteuropas in 2015 und Änderungen seit 2000	30
Abb. 2.20	Energieintensität der Länder Eurasiens in 2015 und Änderungen von 2000 bis 2010 und von 2010 bis 2015.	31
Abb. 2.21	CO ₂ -Intensität der Energie der Länder Westeuropas in 2015 und Änderungen von 2000 bis 2010 und von 2010 bis 2015.	32
Abb. 2.22	CO ₂ -Intensität der Energie der Länder Osteuropas in 2015 und Änderungen von 2000 bis 2010 und von 2010 bis 2015.	32
Abb. 2.23	CO ₂ -Intensität der Energie der Länder Eurasiens in 2015 und Änderungen von 2000 bis 2010 und von 2010 bis 2015.	33
Abb. 2.24	CO ₂ -Nachhaltigkeits-Indikator der Länder Westeuropas in 2015 und Änderungen von 2000 bis 2010 und von 2010 bis 2015.	34
Abb. 2.25	CO ₂ -Nachhaltigkeits-Indikator der Länder Osteuropas in 2015 und Änderungen von 2000 bis 2010 und von 2010 bis 2015.	34
Abb. 2.26	CO ₂ -Nachhaltigkeits-Indikator der Länder Eurasiens in 2015 und Änderungen von 2000 bis 2010 und von 2010 bis 2015.	35
Abb. 3.1	Mit dem 2-Grad-Ziel kompatibles Szenario für Westeuropa	38
Abb. 3.2	Indikatoren-Verlauf von 1980 bis 2015 und mit dem 2 °C-Ziel kompatibler Verlauf bis 2050	38

Abb. 3.3	Indikatoren-Trend in %/a von 2000 bis 2015 und notwendige Trend- änderung ab 2015 zur Einhaltung des 2- Grad-Ziels für die Varianten <i>a</i> (links) und <i>b</i> (rechts).	39
Abb. 3.4	Pro Kopf Indikatoren Westeuropas von 1980 bis 2015 und 2-Grad- Szenario bis 2050	39
Abb. 3.5	Mit dem 2-Grad-Ziel kompatibles Emissions-Szenario für Osteuropa . .	40
Abb. 3.6	Indikatoren-Verlauf von 1990 bis 2015 und mit dem 2 °C-Ziel kompatibler Verlauf bis 2050	40
Abb. 3.7	Indikatoren-Trend in %/a von 2000 bis 2015 und notwendige Trend- änderung ab 2015 zur Einhaltung des 2- Grad-Ziels für die Varianten <i>a</i> (rechts) und <i>b</i> (links).	41
Abb. 3.8	Pro Kopf Indikatoren Osteuropas von 1990 bis 2015 und 2-Grad-Szenario bis 2050	41
Abb. 3.9	Mit dem 2-Grad-Ziel kompatibles Szenario für Eurasien	42
Abb. 3.10	Indikatoren-Verlauf von 1980 bis 2015 und mit dem 2 °C-Ziel kompatibler Verlauf bis 2050	43
Abb. 3.11	Indikatoren-Trend in %/a von 2000 bis 2015 und für Eurasien notwen- dige Trendänderung ab 2015 zur Einhaltung des 2- Grad-Ziels für die Varianten <i>a</i> und <i>b</i>	43
Abb. 3.12	Pro Kopf Indikatoren Eurasiens von 1980 bis 2015 und 2-Grad- Szenario bis 2050	44
Abb. 3.13	Mit dem 2-Grad-Ziel kompatibles Szenario für Europa + Eurasien. . . .	45
Abb. 3.14	Indikatoren von 1990 bis 2015 und mit dem 2 °C-Ziel kompatibler Verlauf bis 2050	45
Abb. 3.15	Indikatoren-Trend in %/a von 2000 bis 2015 und notwendige Trendänderung ab 2015, Variante <i>a</i>	46
Abb. 3.16	Indikatoren-Trend in %/a von 2000 bis 2015 und notwendige Trend- änderung ab 2015, Variante <i>b</i>	46
Abb. 3.17	Pro Kopf Indikatoren von Europa + Eurasien von 1980 bis 2015 und 2-Grad-Szenario bis 2050	47
Abb. 3.18	Notwendige Änderung des Indikators g CO ₂ /\$, um das 2 °C-Klimaziel zu erreichen, Variante <i>a</i>	48
Abb. 3.19	Notwendige Änderung des Indikators g CO ₂ /\$, um das 2 °C-Klimaziel zu erreichen, Variante <i>b</i>	49
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	52
Abb. 4.2	Schweiz: Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern und zugeordnete CO ₂ -Emissionen	53
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	54
Abb. 4.4	Österreich: Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern und zugeordnete CO ₂ -Emissionen	55
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	56
Abb. 4.6	Deutschland: Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern und zugeordnete CO ₂ -Emissionen	57
Abb. 4.7	Schweiz: Elektrizitätsproduktion und -Verbrauch, Import/Export- Bilanz, Anteil der CO ₂ -armen Elektrizitätsproduktion: 99 %	58
Abb. 4.8	Österreich: Elektrizitätsproduktion und -Verbrauch, Import/Export- Bilanz, Anteil der CO ₂ -armen Elektrizitätsproduktion: 79 %	58
Abb. 4.9	Deutschland: Elektrizitätsproduktion und -Verbrauch, Import/Export- Bilanz, Anteil der CO ₂ -armen Elektrizitätsproduktion: 45 %	58
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) . .	60
Abb. 4.11	Frankreich: Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern und zugeordnete CO ₂ -Emissionen	61
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) . .	62
Abb. 4.13	Italien: Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern und zugeordnete CO ₂ -Emissionen	63
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) . .	64
Abb. 4.15	Spanien: Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern und zugeordnete CO ₂ -Emissionen	65
Abb. 4.16	Vereinigtes Königreich: Energiefluss im Energiesektor von der Pri- märenergie zur Endenergie und CO ₂ -Ausstoss. Die Energieträgerfar- ben sind wie in Abb. 2.7 und 2.9 (aber Erdöl dunkelbraun, Erdölpro- dukte hellbraun)	66
Abb. 4.17	Vereinigtes Königreich: Energiefluss der Endenergie zu den Endver- brauchern und zugeordnete CO ₂ -Emissionen	67
Abb. 4.18	Frankreich: Elektrizitätsproduktion und -Verbrauch, Import/Export- Bilanz, Anteil der CO ₂ -armen Elektrizitätsproduktion: 94 %	69
Abb. 4.19	Italien: Elektrizitätsproduktion und -Verbrauch, Import/Export-Bilanz, Anteil der CO ₂ -armen Elektrizitätsproduktion: 40 %	69

Abb. 4.20	Spanien: Elektrizitätsproduktion und -Verbrauch, Import/Export-Bilanz, Anteil der CO ₂ -armen Elektrizitätsproduktion: 56 %	69
Abb. 4.21	Vereinigtes Königreich: Elektrizitätsproduktion und -Verbrauch, Import/Export-Bilanz, Anteil der CO ₂ -armen Elektrizitätsproduktion: 40 %	70
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) . . .	72
Abb. 4.23	Polen: Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern und zugeordnete CO ₂ -Emissionen	73
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) . . .	74
Abb. 4.25	Türkei: Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern und zugeordnete CO ₂ -Emissionen	75
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	76
Abb. 4.27	Russland: Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern und zugeordnete CO ₂ -Emissionen	77
Abb. 4.28	Polen: Elektrizitätsproduktion und -Verbrauch, Import/Export-Bilanz, Anteil der CO ₂ -armen Elektrizitätsproduktion: 14 %	78
Abb. 4.29	Türkei: Elektrizitätsproduktion und -Verbrauch, Import/Export-Bilanz, Anteil der CO ₂ -armen Elektrizitätsproduktion: 32 %	78
Abb. 4.30	Russland: Elektrizitätsproduktion und -Verbrauch, Import/Export-Bilanz, Anteil der CO ₂ -armen Elektrizitätsproduktion: 35 %	78
Abb. 4.31	Polen: Fernwärmeproduktion und -Verbrauch. Anteil der CO ₂ -armen Produktion 5 % CO ₂ -Intensität Endfernwärme: ~ 322 g CO ₂ /kWh	79
Abb. 4.32	Russland: Fernwärmeproduktion und -Verbrauch. Anteil der CO ₂ -armen Produktion 2 % CO ₂ -Intensität Endfernwärme: ~ 216 g CO ₂ /kWh	79
Abb. 5.1	Prozentuale Aufteilung der Bevölkerung Afrikas	86
Abb. 5.2	BIP (KKP) pro Kopf von Südafrika und der Länder Nord-Afrikas und Änderungen von 2000 bis 2010 und von 2010 bis 2015.	87
Abb. 5.3	BIP (KKP) pro Kopf der Länder Rest-Afrikas und Änderungen von 2000 bis 2010 und von 2010 bis 2015. Länder ohne detaillierte statistische Daten werden als „restliche Länder“ zusammengefasst	88
Abb. 5.4	Bruttoenergie = Endenergie + Verluste des Energiesektors, der drei Regionen Afrikas (Nordafrika, oben; Südafrika, Mitte; Rest-Afrika, unten) in 2015. Endenergie besteht aus Wärme, Treibstoffe und Elektrizität.	89

Abb. 5.5	Elektrizitätsproduktion in 2014 der drei Regionen Afrikas und entsprechende Energieträgeranteile. Prozentangabe der Verluste und Import/Exporte in Prozent des Endverbrauchs	91
Abb. 5.6	CO ₂ -Ausstoss der drei Regionen nach Verbrauchssektor und Energieträger.	92
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)	94
Abb. 5.8	Nord-Afrika: Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern und zugeordnete CO ₂ -Emissionen	95
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)	98
Abb. 5.10	Südafrika: Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern und zugeordnete CO ₂ -Emissionen	99
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)	100
Abb. 5.12	Rest-Afrika: Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern und zugeordnete CO ₂ -Emissionen	101
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)	102
Abb. 5.14	Afrika: Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern und zugeordnete CO ₂ -Emissionen	103
Abb. 5.15	Energieintensität der Länder Nordafrikas sowie von Südafrika und Simbabwe und Änderungen von 2000 bis 2010 und von 2010 bis 2015	104
Abb. 5.16	Energieintensität der Länder von Rest-Afrika in 2015	104
Abb. 5.17	Energieintensität der Länder Afrikas in Abhängigkeit vom BIP KKP pro Kopf	105
Abb. 5.18	CO ₂ -Intensität der Energie der Länder Afrikas in Abhängigkeit vom BIP KKP pro Kopf.	105
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 2015 . . .	106
Abb. 5.20	CO ₂ -Intensität der Energie der Länder von Rest-Afrika und Fortschritte bzw. Rückschritte seit 2000	107
Abb. 5.21	Indikator der CO ₂ -Nachhaltigkeit der Länder Nord-Afrikas sowie von Südafrika in 2014 und Fortschritte bzw. Rückschritte seit 2000	108
Abb. 5.22	Indikator der CO ₂ -Nachhaltigkeit der Länder Rest-Afrikas in 2015 und Fortschritte bzw. Rückschritte seit 2000	108
Abb. 5.23	CO ₂ -Nachhaltigkeit der Länder Afrikas in Abhängigkeit vom BIP KKP pro Kopf	109

Abb. 5.24	Afrikanischer Kontinent. (Quelle: Dreamstime.com)	110
Abb. 6.1	Mit dem 2-Grad-Ziel kompatibles Szenario für Nord-Afrika	114
Abb. 6.2	Indikatoren-Verlauf von 1980 bis 2015 und mit dem 2 °C-Ziel kompatibler Verlauf bis 2050	114
Abb. 6.3	Indikatoren-Trend in %/a von 2000 bis 2015 und notwendige Trend- änderung ab 2015 zur Einhaltung des 2- Grad-Ziels für die Varianten <i>a</i> und <i>b</i>	115
Abb. 6.4	Pro Kopf Indikatoren Nord-Afrikas von 1980 bis 2015 und 2-Grad-Szenario bis 2050	115
Abb. 6.5	Mit dem 2-Grad-Ziel kompatibles Szenario für Südafrika	115
Abb. 6.6	Indikatoren-Verlauf von 1980 bis 2015 und mit dem 2 °C-Ziel kompatiblen Verlauf bis 2050	116
Abb. 6.7	Indikatoren-Trend in %/a von 2000 bis 2015 und notwendige Trend- änderung ab 2015 zur Einhaltung des 2- Grad-Ziels für die Varianten <i>a</i> und <i>b</i>	116
Abb. 6.8	Pro Kopf Indikatoren Südafrikas von 1980 bis 2015 und 2-Grad-Szenario bis 2050	117
Abb. 6.9	Mit dem 2-Grad-Ziel kompatibles Szenario für Rest-Afrika	117
Abb. 6.10	Indikatoren-Verlauf von 1990 bis 2015 und mit dem 2 °C-Ziel kompatibler Verlauf bis 2050	118
Abb. 6.11	Indikatoren-Trend in %/a von 2000 bis 2015 und notwendige Trend- änderung ab 2015 zur Einhaltung des 2- Grad-Ziels für die Varianten <i>a</i> und <i>b</i>	118
Abb. 6.12	Pro Kopf Indikatoren Rest-Afrikas von 1990 bis 2015 und 2-Grad- Szenario bis 2050	119
Abb. 6.13	Mit dem 2-Grad-Ziel kompatibles Szenario für Afrika	119
Abb. 6.14	Indikatoren-Verlauf von 1990 bis 2015 und mit dem 2 °C-Ziel kompatibler Verlauf bis 2050	120
Abb. 6.15	Indikatoren-Trend in %/a von 2000 bis 2015 und notwendige Trendänderung ab 2015, Variante <i>a</i>	120
Abb. 6.16	Indikatoren-Trend in %/a von 2000 bis 2015 und notwendige Trendänderung ab 2015, Variante <i>b</i>	121
Abb. 6.17	Pro Kopf Indikatoren Afrikas von 1980 bis 2015 und 2-Grad-Szenario bis 2050	121
Abb. 6.18	Notwendige Änderung des Indikators g CO ₂ /\$, um das 2 °C-Klimaziel zu erreichen, Variante <i>a</i> . Beispiel: Südafrika hat in 2015 ein Indikator von rund 640 g CO ₂ /\$ und müsste bis 2030 diesen um 40 % reduzie- ren, d. h. auf etwa 380 g CO ₂ /\$ kommen	122
Abb. 6.19	Notwendige Änderung des Indikators g CO ₂ /\$, um das 2 °C-Klimaziel zu erreichen, Variante <i>b</i>	123
Abb. 7.1	Ägypten: Energiefluss im Energiesektor von der Primärenergie zur Endenergie und CO ₂ -Ausstoss. Die Energieträgerfarben sind wie in Abb. 5.4 und 5.6 (aber Erdöl dunkelbraun, Erdölprodukte hellbraun) . .	126