



Valentin Crastan

Klimawirksame Kennzahlen Band II

Amerika, Nahost und Südasien,
Ostasien und Ozeanien

2. Auflage

 Springer Vieweg



Klimawirksame Kennzahlen Band II

Valentin Crastan

Klimawirksame Kennzahlen Band II

Amerika, Nahost und Südasien,
Ostasien und Ozeanien

2., aktualisierte Auflage

 Springer Vieweg

Valentin Crastan
Evilard, Schweiz

ISBN 978-3-658-25826-9 ISBN 978-3-658-25827-6 (eBook)
<https://doi.org/10.1007/978-3-658-25827-6>

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, 2019

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

Band II des zweibändigen, alle Kontinente erfassenden Werks „Klimawirksame Kennzahlen“ fasst die drei Essentials Amerika, Naher Osten und Südasien sowie Ostasien und Ozeanien (s. Literaturverzeichnis) zusammen, ergänzt und aktualisiert sie entsprechend dem letzten Stand der verfügbaren Energie und Wirtschaftsdaten.

Durch seine Ressourcen und unbegrenzten Möglichkeiten hat **Amerika** zunächst als Emigrationsziel die Entwicklung Europas mitgetragen, um sich dann in Nordamerika zur wirtschaftlich stärksten und innovativsten Weltregion zu entwickeln. Die „Kündigung“ des Pariser Abkommens durch Donald Trump macht die Sache nicht leichter. Die USA sind zusammen mit Westeuropa die Hauptverantwortlichen für den Klimawandel. Aber die angestrebten mittel- bis langfristigen Klimaschutz-Ziele dürften nur wenig von vermutlich nur kurzzeitig wirksamen Fehlentscheidungen beeinflusst werden.

Der **Nahe Osten und Südasien** weisen insgesamt 2 Milliarden Einwohner auf. Grosse Energie-Ressourcen und ein erhebliches Entwicklungspotential machen diesen Erdteil zu einem für die Zukunft des Planeten wichtigen Akteur. Südasien umfasst Indien und alle an Indien angrenzenden Länder.

Mit mehr als 2 Milliarden Einwohner ist **Ost-Asien/Ozeanien** der bevölkerungsreichste und mit seinem erheblichen Entwicklungspotential für die Zukunft des Planeten wichtigster Erdteil. Besonders das aufstrebende China dürfte eine für die Erreichung der Klimaziele entscheidende Rolle spielen.

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 die drei Kontinente empfohlen, wobei den Bedingungen zur Erreichung des 1.5-Grad-Ziels besondere Aufmerksamkeit geschenkt wird, dies für alle Regionen und einflussreichsten Länder. Messbare Indikatoren, welche die beiden

Aspekte Energieeffizienz und CO₂-Intensität der Energie berücksichtigen, ermöglichen eine gerechte Beurteilung der lokalen 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 und wenn möglich jene des 1.5-Grad-Ziels zu erfüllen.

Evilard, Schweiz

Valentin Crastan

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
Teil I Amerika		
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	12
2.4	Energieflüsse im Jahr 2016	16
2.4.1	Energiefluss im Energiesektor	16
2.4.2	Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern	18
2.4.3	USA	18
2.4.4	Kanada	22
2.4.5	Mexiko	22
2.4.6	Restliches Mittelamerika (Zentralamerika)	22
2.4.7	Brasilien	22
2.4.8	Restliches Südamerika	22
2.5	Amerika insgesamt, Indikatoren	22
2.6	Energieintensität	34
2.7	CO ₂ -Intensität der Energie	36
2.8	Indikator der CO ₂ -Nachhaltigkeit	38
3	CO₂-Emissionen und Indikatoren bis 2016 und notwendiges Szenario zur Einhaltung des 2-Grad- bzw. 1.5-Grad-Ziels	41
3.1	USA	41
3.2	Kanada	44
3.3	Mexiko	47
3.4	Restliches Mittelamerika (Zentralamerika)	50

3.5	Brasilien	53
3.6	Restliches Südamerika	56
3.7	Zusammenfassung	59
4	Weitere Daten der Länder Amerikas	63
4.1	Elektrizitätsproduktion und -verbrauch in Kanada und USA	63
4.2	Argentinien, Kolumbien, Venezuela	63
4.3	Tabellen und Kommentare zu Indikatoren und CO ₂ -Intensitäten gewichtiger Länder des Kontinents	72
Teil II Naher Osten und Südasien		
5	Energiewirtschaftliche Analyse	79
5.1	Einführung	79
5.2	Bevölkerung und Bruttoinlandsprodukt	79
5.3	Bruttoenergie, Endenergie, Verluste des Energiesektors und entsprechende CO ₂ -Emissionen	83
5.4	Energieflüsse im Jahr 2016	87
5.4.1	Energiefluss im Energiesektor	87
5.4.2	Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern	90
5.4.3	Naher Osten	90
5.4.4	Indien	90
5.4.5	Restliches Südasien	90
5.4.6	Naher Osten und Südasien insgesamt	91
5.5	Energieintensität	98
5.6	CO ₂ -Intensität der Energie	100
5.7	Indikator der CO ₂ -Nachhaltigkeit	102
6	CO₂-Emissionen und Indikatoren bis 2016 und notwendiges Szenario zur Einhaltung des 2-Grad- bzw. 1.5-Grad-Ziels	105
6.1	Naher Osten	105
6.2	Indien	108
6.3	Rest-Südasien	111
6.4	Naher Osten und Südasien insgesamt	114
6.5	Zusammenfassung	117
7	Weitere Daten von Ländern des Nahen Ostens und Südasiens	121
7.1	Naher Osten: Iran und Saudi-Arabien	121
7.2	Südasien: Pakistan, Bangladesch, Myanmar	121
7.3	Tabellen zu Indikatoren und CO ₂ -Intensitäten gewichtiger Länder des Nahen Ostens und Südasiens	135

Teil III Ostasien und Ozeanien

8	Energiewirtschaftliche Analyse	141
8.1	Einführung	141
8.2	Bevölkerung und Bruttoinlandsprodukt	141
8.3	Bruttoenergie, Endenergie, Verluste des Energiesektors und entsprechende CO ₂ -Emissionen, 2016	145
8.4	Energieflüsse im Jahr 2016	149
8.4.1	Energiefluss im Energiesektor	149
8.4.2	Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern	150
8.4.3	OECD Ostasien/Ozeanien	151
8.4.4	China (mit Hongkong)	151
8.4.5	Restliches Ostasien/Ozeanien	151
8.4.6	Ostasien/Ozeanien insgesamt	151
8.5	Energieintensität	160
8.6	CO ₂ -Intensität der Energie	162
8.7	Indikator der CO ₂ -Nachhaltigkeit	164
9	CO₂-Emissionen und Indikatoren von 1980 bis 2016 und notwendige Szenarien zur Einhaltung des 2-Grad- bzw. 1.5-Grad-Ziels	167
9.1	OECD Ostasien/Ozeanien	167
9.2	China (mit Hongkong)	167
9.3	Restliches Ostasien/Ozeanien	171
9.4	Ostasien/Ozeanien insgesamt	174
9.5	Zusammenfassung	174
10	Weitere Daten der Länder von Ostasien/Ozeanien	181
10.1	Japan, Südkorea, Australien	181
10.2	Indonesien, Philippinen, Vietnam, Thailand	181
10.3	Tabellen zu Indikatoren und CO ₂ -Intensitäten gewichtiger Länder von Ostasien/Ozeanien	193
	Literatur	197

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1.1	Kumulierte Kohlenstoffemissionen (nur fossile Brennstoffe) weltweit von 1870 bis 2016 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. 380 Gt C bis 2016 (1 Gt C entspricht 3'667 Gt CO ₂)	2
Abb. 1.3	Prozent-Anteile der kumulierten CO ₂ -Emissionen von 1971 bis 2015. Gt = Gigatonnen	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 2016 . . .	5
Abb. 1.6	Prozent-Anteile der CO ₂ -Emissionen in 2050 für das 2-Grad-Klimaziel und notwendige Reduktion ab 2016	6
Abb. 2.1	Amerikanischer Kontinent (Quelle: University of Texas Libraries) [17] . . .	10
Abb. 2.2	Prozentuale Aufteilung der Bevölkerung Amerikas	11
Abb. 2.3	BIP (KKP) pro Kopf der Länder und Subkontinente Amerikas, Änderungen seit 2000	11
Abb. 2.4	Prozentuale Aufteilung der Bevölkerung Mittelamerikas in 2016	12
Abb. 2.5	BIP (KKP) pro Kopf der Länder Mittelamerikas in 2016 und Fortschritte seit 2000	13
Abb. 2.6	Prozentuale Aufteilung der Bevölkerung Süd-Amerikas in 2016	13
Abb. 2.7	BIP (KKP) pro Kopf der Länder Südamerikas und Änderungen seit 2000 (zu den restlichen Ländern gehören Guyana und Surinam)	14
Abb. 2.8	Bruttoenergie (= Endenergie + Verluste des Energiesektors) der drei Länder in 2016. Endenergie besteht aus Wärme (ohne Elektrizität und Fernwärme), Treibstoffe, Elektrizität und Fernwärme	15
Abb. 2.9	Elektrizitätsproduktion der wichtigsten Länder Amerikas in 2016 und entsprechende Energieträgeranteile. Import- bzw. Exportüberschuss und Verluste + Eigenbedarf in % des Endverbrauchs (s. getrennte Daten für USA und Kanada in Kap. 4, Abb. 4.1)	17

Abb. 2.10	CO ₂ -Ausstoss der Länder nach Verbrauchssektor und Energieträger in 2016	19
Abb. 2.11	USA: Energiefluss im Energiesektor von der Primärenergie zur Endenergie und CO ₂ -Ausstoss. Die Energieträgerfarben sind wie in Abb. 2.8 und 2.10 (aber Erdöl dunkelbraun, Erdölprodukte hellbraun)	20
Abb. 2.12	USA: Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern und zugeordnete CO ₂ -Emissionen	21
Abb. 2.13	Kanada: Energiefluss im Energiesektor von der Primärenergie zur Endenergie und CO ₂ -Ausstoss. Die Energieträgerfarben sind wie in Abb. 2.8 und 2.10 (aber Erdöl dunkelbraun, Erdölprodukte hellbraun)	24
Abb. 2.14	Kanada: Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern und zugeordnete CO ₂ -Emissionen	25
Abb. 2.15	Mexiko: Energiefluss im Energiesektor von der Primärenergie zur Endenergie und CO ₂ -Ausstoss. Die Energieträgerfarben sind wie in Abb. 2.8 und 2.10 (aber Erdöl dunkelbraun, Erdölprodukte hellbraun)	26
Abb. 2.16	Mexiko: Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern und zugeordnete CO ₂ -Emissionen	27
Abb. 2.17	Restliches Mittelamerika: Energiefluss im Energiesektor von der Primärenergie zur Endenergie und CO ₂ -Ausstoss. Die Energieträgerfarben sind wie in Abb. 2.8 und 2.10 (aber Erdöl dunkelbraun, Erdölprodukte hellbraun)	28
Abb. 2.18	Restliches Mittelamerika: Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern und zugeordnete CO ₂ -Emissionen.	29
Abb. 2.19	Brasilien: Energiefluss im Energiesektor von der Primärenergie zur Endenergie und CO ₂ -Ausstoss. Die Energieträgerfarben sind wie in Abb. 2.8 und 2.10 (Erdöl dunkelbraun, Erdölprodukte hellbraun)	30
Abb. 2.20	Brasilien: Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern und zugeordnete CO ₂ -Emissionen.	31
Abb. 2.21	Rest-Südamerika: Energiefluss im Energiesektor von der Primärenergie zur Endenergie und CO ₂ -Ausstoss. Die Energieträgerfarben sind wie in Abb. 2.8 und 2.10 (Erdöl dunkelbraun, Erdölprodukte hellbraun)	32
Abb. 2.22	Restliches Südamerika: Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern und zugeordnete CO ₂ -Emissionen	33
Abb. 2.23	Energieintensität Amerikas in 2016 und Fortschritte seit 2000.	34
Abb. 2.24	Energieintensität der Länder Mittelamerikas in 2016 und Änderungen seit 2000	35
Abb. 2.25	Energieintensität der Länder Südamerikas und Änderungen seit 2000 . . .	35

Abb. 2.26	CO ₂ -Intensität der Energie der Regionen Amerikas in 2016 und Änderungen seit 2000	36
Abb. 2.27	CO ₂ -Intensität der Energie der Länder von Mittelamerika in 2016 und Änderungen seit 2000	37
Abb. 2.28	CO ₂ -Intensität der Energie der Länder von Südamerika in 2016 und Änderungen seit 2000	37
Abb. 2.29	CO ₂ -Nachhaltigkeits-Indikator der Länder Amerikas in 2016 und Fortschritte seit 2000	38
Abb. 2.30	CO ₂ -Nachhaltigkeits-Indikator der Länder Mittelamerikas in 2016 und Änderungen seit 2000	39
Abb. 2.31	CO ₂ -Nachhaltigkeits-Indikator der Länder Südamerikas in 2016 und Änderungen seit 2000	39
Abb. 3.1	Mit dem 2-Grad- und 1.5-Grad-Ziel kompatible Emissions-Szenarien für die Vereinigten Staaten bis 2050	42
Abb. 3.2	Indikatoren von 1980 bis 2016 und mit dem 2-Grad- bzw. 1.5-Grad-Ziel kompatibler Verlauf bis 2050	42
Abb. 3.3	Indikatoren-Trend in %/a von 2000 bis 2016 und notwendige Trendänderung ab 2016 zur Einhaltung des 2-Grad- und 1.5-Grad-Ziels	43
Abb. 3.4	Pro-Kopf-Indikatoren der USA von 1980 bis 2016 und 2-Grad- bzw. 1.5-Grad-Szenario bis 2050	44
Abb. 3.5	Mit dem 2-Grad- und 1.5-Grad-Ziel kompatible Emissions-Szenarien für Kanada bis 2050.	45
Abb. 3.6	Indikatoren von 1980 bis 2016 und mit dem 2-Grad- bzw. 1.5-Grad-Ziel kompatibler Verlauf bis 2050	45
Abb. 3.7	Indikatoren-Trend in %/a von 2000 bis 2016 und notwendige Trendänderung ab 2016 zur Einhaltung des 2-Grad- bzw. 1.5-Grad-Ziels	46
Abb. 3.8	Pro-Kopf-Indikatoren Kanadas von 1980 bis 2016 sowie 2-Grad- und 1.5-Grad-Szenario bis 2050.	47
Abb. 3.9	Mit dem 2-Grad- und 1.5-Grad-Ziel kompatible Szenarien für Mexiko bis 2050	48
Abb. 3.10	Indikatoren-Verlauf von 1980 bis 2016 und entsprechend den 2-Grad- und 1.5-Grad-Zielen bis 2050	48
Abb. 3.11	Indikatoren-Trend in %/ von 2000 bis 2016 und für Mexiko notwendige Trendänderung ab 2016 zur Einhaltung des 2-Grad- bzw. 1.5-Grad-Ziels	49
Abb. 3.12	Pro-Kopf-Indikatoren Mexikos von 1980 bis 2016 und entsprechend den Klimazielen bis 2050	50
Abb. 3.13	Mit dem 2-Grad- und 1.5-Grad-Ziel kompatible Szenarien für das restliche Mittelamerika (entspricht Zentralamerika)	51

Abb. 3.14	Indikatoren-Verlauf von 1990 bis 2016 und mit den Klimazielen kompatibler Verlauf bis 2050.	51
Abb. 3.15	Indikatoren-Trend in %/a von 2000 bis 2016 und für das restliche Mittelamerika notwendige Trends ab 2016 zur Einhaltung des 2-Grad- bzw. 1.5-Grad-Ziels	52
Abb. 3.16	Pro-Kopf-Indikatoren des restlichen Mittelamerikas von 1990 bis 2016 und 2-Grad- sowie 1.5-Grad-Szenario bis 2050.	53
Abb. 3.17	Mit dem 2-Grad- und 1.5-Grad-Ziel kompatible Szenarien für Brasilien.	54
Abb. 3.18	Indikatoren von 1980 bis 2016 und mit dem 2-Grad- bzw. 1.5-Grad-Ziel kompatibler Verlauf bis 2050	54
Abb. 3.19	Indikatoren-Trend in %/a von 2000 bis 2016 und für Brasilien notwendige Trendänderung ab 2016 zur Einhaltung des 2-Grad- bzw. 1.5-Grad-Ziels	55
Abb. 3.20	Pro-Kopf-Indikatoren Brasiliens von 1980 bis 2016 und 2-Grad-Szenario bis 2050	56
Abb. 3.21	Mit dem 2-Grad- und 1.5-Grad-Ziel kompatible Szenarien für das restliche Südamerika	57
Abb. 3.22	Indikatoren von 1980 bis 2016 und mit beiden Klimazielen kompatibler Verlauf bis 2050.	57
Abb. 3.23	Indikatoren-Trend in %/a von 2000 bis 2016 und für das restliche Südamerika notwendige Trendänderungen ab 2016 zur Einhaltung des 2-Grad- bzw. 1.5-Grad-Ziels.	58
Abb. 3.24	Pro-Kopf-Indikatoren des restlichen Südamerikas von 1980 bis 2016 sowie 2-Grad und 1.5-Grad-Szenario bis 2050	59
Abb. 3.25	Notwendige Änderung des Indikators g CO ₂ /\$, um das 2-Grad-Klimaziel zu erreichen, Variante <i>a</i>	60
Abb. 3.26	Notwendige Änderung des Indikators g CO ₂ /\$, um das 1.5-Grad-Klimaziel zu erreichen.	61
Abb. 4.1	Anteile der Energieträger an der Elektrizitätsproduktion Kanadas und der USA	64
Abb. 4.2	Anteile der Energieträger an der Elektrizitätsproduktion Argentiniens, Kolumbiens und Venezuelas. Typisch für Südamerika ist der hohe Beitrag der Wasserkraft (Argentinien ist etwas weniger nachhaltig, da 67 % der Energie fossil ist, d. h. nur 33 % CO ₂ -arm).	65
Abb. 4.3	Argentinien: Energiefluss im Energiesektor von der Primärenergie zur Endenergie und CO ₂ -Ausstoss. Die Energieträgerfarben sind wie in Abb. 2.8 und 2.10 (Erdöl dunkelbraun, Erdölprodukte hellbraun)	66
Abb. 4.4	Argentinien: Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern und zugeordnete CO ₂ -Emissionen	67

Abb. 4.5	Kolumbien: Energiefluss im Energiesektor von der Primärenergie zur Endenergie und CO ₂ -Ausstoss. Die Energieträgerfarben sind wie in Abb. 2.8 und 2.10 (Erdöl dunkelbraun, Erdölprodukte hellbraun)	68
Abb. 4.6	Kolumbien: Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern und zugeordnete CO ₂ -Emissionen	69
Abb. 4.7	Venezuela: Energiefluss im Energiesektor von der Primärenergie zur Endenergie und CO ₂ -Ausstoss. Die Energieträgerfarben sind wie in Abb. 2.8 und 2.10 (Erdöl dunkelbraun, Erdölprodukte hellbraun)	70
Abb. 4.8	Venezuela: Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern und zugeordnete CO ₂ -Emissionen	71
Abb. 5.1	Länder des Nahen Ostens (arabische Halbinsel + Iran).	80
Abb. 5.2	Länder von Südasien	81
Abb. 5.3	Prozentuale Aufteilung der Bevölkerung von Nahost und Südasien	81
Abb. 5.4	BIP (KKP) pro Kopf von Indien und vom restliches Südasien und Fortschritte seit 2000	82
Abb. 5.5	BIP (KKP) pro Kopf der Länder des Nahen Ostens und Änderungen seit 2000.	82
Abb. 5.6	Bruttoenergie = Endenergie + Verluste des Energiesektors, der drei Regionen von Nah- und Südasien in 2016. Die Endenergie setzt sich zusammen aus Wärme, Treibstoffe und Elektrizität.	84
Abb. 5.7	Elektrizitätsproduktion in 2016 der drei Regionen und entsprechende Energieträgeranteile. Importüberschuss und Verluste + Eigenbedarf in % des Endverbrauchs	85
Abb. 5.8	CO ₂ -Ausstoss der drei Regionen nach Verbrauchssektor und Energieträger	86
Abb. 5.9	Naher Osten: Energiefluss im Energiesektor von der Primärenergie zur Endenergie und CO ₂ -Ausstoss. Die Energieträgerfarben sind wie in Abb. 5.6 und 5.8 (aber Erdöl dunkelbraun, Erdölprodukte hellbraun) . . .	88
Abb. 5.10	Naher Osten: Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern und zugeordnete CO ₂ -Emissionen	89
Abb. 5.11	Indien: Energiefluss im Energiesektor von der Primärenergie zur Endenergie und CO ₂ -Ausstoss. Die Energieträgerfarben sind wie in Abb. 5.6 und 5.8 (aber Erdöl dunkelbraun, Erdölprodukte hellbraun).	92
Abb. 5.12	Indien: Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern und zugeordnete CO ₂ -Emissionen	93
Abb. 5.13	Restliches Südasien: Energiefluss im Energiesektor von der Primärenergie zur Endenergie und CO ₂ -Ausstoss. Die Energieträgerfarben sind wie in Abb. 5.6 und 5.8 (Erdöl dunkelbraun, Erdölprodukte hellbraun)	94

Abb. 5.14	Restliches Südasien: Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern und zugeordnete CO ₂ -Emissionen	95
Abb. 5.15	Nahost und Südasien insgesamt: Energiefluss im Energiesektor von der Primärenergie zur Endenergie und CO ₂ -Ausstoss. Die Energieträgerfarben sind wie in Abb. 5.6 und 5.8 (Erdöl dunkelbraun, Erdölprodukte hellbraun)	96
Abb. 5.16	Nahost und Südasien insgesamt: Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern und zugeordnete CO ₂ -Emissionen.	97
Abb. 5.17	Energieintensität der Länder Südasiens und Fortschritte seit 2000.	98
Abb. 5.18	Energieintensität der Länder des Nahen Ostens und Änderungen seit 2000	99
Abb. 5.19	Energieintensität der Länder des Nahen Ostens und Südasiens in Abhängigkeit vom BIP KKP pro Kopf (\$ von 2010), in 2016	99
Abb. 5.20	CO ₂ -Intensität der Energie im Nahen Osten und Südasien in Abhängigkeit vom BIP KKP pro Kopf (in \$ von 2010), Weltdurchschnitt 215 g CO ₂ / kWh	100
Abb. 5.21	CO ₂ -Intensität der Energie der Länder Südasiens und Änderungen seit 2000	101
Abb. 5.22	CO ₂ -Intensität der Energie der Länder des Nahen Ostens und Änderungen seit 2000	101
Abb. 5.23	Indikator der CO ₂ -Nachhaltigkeit der Länder Südasiens in 2016 und Fortschritte bzw. Rückschritte seit 2000.	102
Abb. 5.24	Indikator der CO ₂ -Nachhaltigkeit der Länder des Nahen Ostens in 2016 und Änderungen seit 2000	103
Abb. 5.25	CO ₂ -Nachhaltigkeit der Länder von Nahost und Südasien in Abhängigkeit vom BIP KKP pro Kopf	103
Abb. 6.1	Mit dem 2-Grad- und 1.5-Grad-Ziel kompatible Szenarien für den Nahen Osten	106
Abb. 6.2	Indikatoren-Verlauf von 1980 bis 2016 und mit dem 2-Grad- bzw. 1.5-Grad-Ziel kompatibler Verlauf bis 2050	106
Abb. 6.3	Indikatoren-Trend in %/a von 2000 bis 2016 und notwendige Trendänderung ab 2016 bis 2030 zur Einhaltung des 2-Grad-Ziels (Variante <i>a</i>) bzw. des 1.5-Grad-Ziels.	107
Abb. 6.4	Pro-Kopf-Indikatoren-Verlauf von 1980 bis 2016 und notwendiger Verlauf bis 2050 für das 2-Grad- und das 1.5-Grad-Ziel.	108
Abb. 6.5	Mit dem 2-Grad- bzw. 1.5-Grad-Ziel kompatible Emissions-Szenarien für Indien	109
Abb. 6.6	Indikatoren-Verlauf von 1980 bis 2016 und mit den Klimazielen kompatibler Verlauf bis 2050.	109

Abb. 6.7	Indikatoren-Trend in %/a von 2000 bis 2016 und notwendige Trendänderung ab 2016 bis 2030 zur Einhaltung des 2-Grad- bzw. 1.5-Grad-Ziels	110
Abb. 6.8	Pro-Kopf-Indikatoren Indiens von 1980 bis 2016 sowie 2-Grad-Szenario und 1.5-Grad-Szenario bis 2050. Das BIP-Szenario entspricht bis 2023 den Prognosen des IMF	111
Abb. 6.9	Mit dem 2-Grad- bzw. 1.5-Grad-Ziel kompatible Emissionen für Rest-Südasiens	112
Abb. 6.10	Indikatoren-Verlauf von 1980 bis 2016 und mit den Klimazielen kompatibler Verlauf bis 2050 für Rest-Südasiens	112
Abb. 6.11	Indikatoren-Trend in %/a von 2000 bis 2016 und notwendige Trendänderung ab 2016 bis 2030 zur Einhaltung des 2-Grad- bzw. 1.5-Grad-Ziels	113
Abb. 6.12	Pro-Kopf-Indikatoren Rest-Südasiens von 1980 bis 2016 sowie 2-Grad- und 1.5-Grad-Szenario bis 2050. Das BIP-Szenario bis 2023 entspricht den Prognosen des IMF	114
Abb. 6.13	Mit dem 2-Grad- bzw. 1.5-Grad-Ziel kompatible Emissionen für den Nahen Osten + Südasiens insgesamt	115
Abb. 6.14	Indikatoren-Verlauf von 1980 bis 2016 und mit den Klimazielen kompatibler Verlauf bis 2050 für den Nahen Osten + Südasiens	115
Abb. 6.15	Indikatoren-Trend in %/a von 2000 bis 2016 und notwendige Trendänderung ab 2016 bis 2030 zur Einhaltung des 2-Grad- bzw. 1.5-Grad-Ziels	116
Abb. 6.16	Pro-Kopf-Indikatoren von Nahost + Südasiens von 1980 bis 2016 sowie 2-Grad- und 1.5-Grad-Szenario bis 2050. Das BIP-Szenario entspricht bis 2023 den Prognosen des IMF	117
Abb. 6.17	Notwendige Änderung des Indikators g CO ₂ /\$ von 2016 bis 2030, um das 2-Grad-Klimaziel zu erreichen, Variante a	118
Abb. 6.18	Notwendige Änderung des Indikators g CO ₂ /\$ von 2016 bis 2030, um das 1.5-Grad-Klimaziel zu erreichen	118
Abb. 7.1	Iran: Energiefluss im Energiesektor von der Primärenergie zur Endenergie und CO ₂ -Ausstoss. Die Energieträgerfarben sind wie in Abb. 5.6 und 5.8 (aber Erdöl dunkelbraun, Erdölprodukte hellbraun) . . .	122
Abb. 7.2	Iran: Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern und zugeordnete CO ₂ -Emissionen	123
Abb. 7.3	Saudi-Arabien: Energiefluss im Energiesektor von der Primärenergie zur Endenergie und CO ₂ -Ausstoss. Die Energieträgerfarben sind wie in Abb. 5.6 und 5.8 (aber Erdöl dunkelbraun, Erdölprodukte hellbraun)	124
Abb. 7.4	Saudi-Arabien: Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern und zugeordnete CO ₂ -Emissionen	125

Abb. 7.5	Anteile der Energieträger an der Elektrizitätsproduktion von Iran und Saudi-Arabien	126
Abb. 7.6	Pakistan: Energiefluss im Energiesektor von der Primärenergie zur Endenergie und CO ₂ -Ausstoss. Die Energieträgerfarben sind wie in Abb. 5.6 und 5.8 (aber Erdöl dunkelbraun, Erdölprodukte hellbraun).	128
Abb. 7.7	Pakistan: Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern und zugeordnete CO ₂ -Emissionen.	129
Abb. 7.8	Bangladesch: Energiefluss im Energiesektor von der Primärenergie zur Endenergie und CO ₂ -Ausstoss. Die Energieträgerfarben sind wie in Abb. 5.6 und 5.8 (aber Erdöl dunkelbraun, Erdölprodukte hellbraun) . . .	130
Abb. 7.9	Bangladesch: Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern und zugeordnete CO ₂ -Emissionen.	131
Abb. 7.10	Myanmar: Energiefluss im Energiesektor von der Primärenergie zur Endenergie und CO ₂ -Ausstoss. Die Energieträgerfarben sind wie in Abb. 5.6 und 5.8 (aber Erdöl dunkelbraun, Erdölprodukte hellbraun) . . .	132
Abb. 7.11	Myanmar: Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern und zugeordnete CO ₂ -Emissionen	133
Abb. 7.12	Anteile der Energieträger an der Elektrizitätsproduktion in Pakistan, Bangladesch und Myanmar	134
Abb. 8.1	Ostasien und Ozeanien (Quellen: Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung BBR/ University of Texas Libraries) [18]	142
Abb. 8.2	Prozentuale Aufteilung der Bevölkerung von Ostasien/Ozeanien	144
Abb. 8.3	BIP (KKP) pro Kopf in Ostasien/Ozeanien und Fortschritte seit 2000 . . .	144
Abb. 8.4	BIP (KKP) pro Kopf der Länder des restlichen Ostasiens und Änderungen seit 2000	145
Abb. 8.5	Bruttoenergie = Endenergie + Verluste des Energiesektors, der drei Regionen von Ostasien/Ozeanien in 2016. Die Endenergie setzt sich zusammen aus Wärme, Treibstoffe und Elektrizität	146
Abb. 8.6	Elektrizitätsproduktion in 2016 der drei Regionen und entsprechende Energieträgeranteile. Importüberschuss und Verluste + Eigenbedarf in % des Endverbrauchs	147
Abb. 8.7	CO ₂ -Ausstoss der drei Regionen nach Verbrauchssektor und Energieträger	148
Abb. 8.8	OECD Ostasien/Ozeanien: Energiefluss im Energiesektor von der Primärenergie zur Endenergie und CO ₂ -Ausstoss. Die Energieträgerfarben sind wie in Abb. 8.5 und 8.7 (aber Erdöl dunkelbraun, Erdölprodukte hellbraun)	152
Abb. 8.9	OECD Ostasien/Ozeanien: Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern und zugeordnete CO ₂ -Emissionen	153

Abb. 8.10	China (mit Hongkong): Energiefluss im Energiesektor von der Primärenergie zur Endenergie und CO ₂ -Ausstoss. Die Energieträgerfarben sind wie in Abb. 8.5 und 8.7 (Erdöl dunkelbraun, Erdölprodukte hellbraun)	154
Abb. 8.11	China (mit Hongkong): Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern und zugeordnete CO ₂ -Emissionen.	155
Abb. 8.12	Rest-Ostasien: Energiefluss im Energiesektor von der Primärenergie zur Endenergie und CO ₂ -Ausstoss. Die Energieträgerfarben sind wie in Abb. 8.5 und 8.7 (Erdöl dunkelbraun, Erdölprodukte hellbraun)	156
Abb. 8.13	Rest-Ostasien/Ozeanien: Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern und zugeordnete CO ₂ -Emissionen.	157
Abb. 8.14	Ostasien/Ozeanien: Energiefluss im Energiesektor von der Primärenergie zur Endenergie und CO ₂ -Ausstoss. Die Energieträgerfarben sind wie in Abb. 8.5 und 8.7 (Erdöl dunkelbraun, Erdölprodukte hellbraun)	158
Abb. 8.15	Ostasien/Ozeanien: Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern und zugeordnete CO ₂ -Emissionen	159
Abb. 8.16	Energieintensität von OECD Ostasien/Ozeanien, China und Indonesien, Fortschritte seit 2000	161
Abb. 8.17	Energieintensität der Länder von Rest-Ostasien und Änderungen seit 2000	161
Abb. 8.18	Energieintensität der Länder Ostasien/Ozeaniens in Abhängigkeit vom BIP KKP pro Kopf (\$ von 2010), in 2016	162
Abb. 8.19	CO ₂ -Intensität der Energie in Ostasien/Ozeanien in Abhängigkeit vom BIP KKP pro Kopf (in \$ von 2010).	163
Abb. 8.20	CO ₂ -Intensität der Energie von OECD Ostasien/Ozeanien, China und Indonesien, Änderungen seit 2000.	163
Abb. 8.21	CO ₂ -Intensität der Energie der Länder des restlichen Ostasien/Ozeanien und Änderungen seit 2000	164
Abb. 8.22	Indikator der CO ₂ -Nachhaltigkeit von OECD Ostasien/Ozeanien, China und Indonesien, Fortschritte seit 2000	165
Abb. 8.23	Indikator der CO ₂ -Nachhaltigkeit des restlichen Ostasien in 2016 und Änderungen seit 2000	165
Abb. 8.24	CO ₂ -Nachhaltigkeit der Länder Ostasien/Ozeaniens in Abhängigkeit vom BIP KKP pro Kopf.	166
Abb. 9.1	Mit dem 2-Grad- und 1.5-Grad-Ziel kompatible Szenarien für OECD Ostasien/Ozeanien	168
Abb. 9.2	Indikatoren-Verlauf von 1980 bis 2014 und mit dem 2-Grad- bzw. 1.5-Grad-Ziel kompatibler Verlauf bis 2050	168
Abb. 9.3	Indikatoren-Trend in %/a von 2000 bis 2016 und notwendige Trendänderung ab 2014 zur Einhaltung des 2-Grad- und 1.5-Grad-Ziels	169

Abb. 9.4	Pro-Kopf-Indikatoren vom OECD Ostasien/Ozeanien von 1980 bis 2016 und 2-Grad- bzw. 1.5-Grad-Szenario bis 2050	170
Abb. 9.5	Mit dem 2-Grad- und 1.5-Grad-Ziel kompatible Szenarien für China . . .	170
Abb. 9.6	Indikatoren-Verlauf von 1990 bis 2016 und mit dem 2-Grad- bzw. 1.5-Grad-Ziel kompatibler Verlauf bis 2050	171
Abb. 9.7	Indikatoren-Trend in %/a von 2000 bis 2016 und notwendige Trendänderung ab 2016 zur Einhaltung des 2-Grad- bzw. 1.5-Grad-Ziels	172
Abb. 9.8	Pro-Kopf-Indikatoren Chinas von 1980 bis 2016 und Klimaszenarien bis 2050	173
Abb. 9.9	Mit dem 2-Grad- und 1.5-Grad-Ziel kompatible Szenarien für Rest-Ostasien/Ozean	173
Abb. 9.10	Indikatoren-Verlauf von 1980 bis 2016 und mit dem 2-Grad- bzw. 1.5-Grad-Ziel kompatibler Verlauf bis 2050	174
Abb. 9.11	Indikatoren-Trend in %/a von 2000 bis 2016 und notwendige Trendänderung ab 2016 zur Einhaltung des 2-Grad- bzw. 1.5-Grad-Ziels	175
Abb. 9.12	Pro-Kopf-Indikatoren von Rest-Ostasien/Ozeanien von 1980 bis 2016 und Klimaschutz-Szenarien bis 2050	176
Abb. 9.13	Mit dem 2-Grad-Ziel kompatibles Szenario für Ostasien/Ozeanien	176
Abb. 9.14	Indikatoren-Verlauf von 1980 bis 2014 und mit dem 2-Grad-Ziel kompatibler Verlauf bis 2050	177
Abb. 9.15	Pro-Kopf-Indikatoren Ostasien/Ozeanien von 1980 bis 2014 und 2-Grad-Szenario bis 2050	177
Abb. 9.16	Indikatoren-Trend in %/a von 2000 bis 2014 und notwendige Trendänderung ab 2014, Variante	178
Abb. 9.17	Notwendige Änderung des Indikators g CO ₂ /\$, um das 2-Grad-Klimaziel zu erreichen, Variante a	179
Abb. 9.18	Notwendige Änderung des Indikators g CO ₂ /\$, um das 1.5-Grad-Klimaziel sanft zu erreichen	180
Abb. 10.1	Japan: Energiefluss im Energiesektor von der Primärenergie zur Endenergie und CO ₂ -Ausstoss. Die Energieträgerfarben sind wie in Abb. 8.5 und 8.7 (Erdöl dunkelbraun, Erdölprodukte hellbraun)	182
Abb. 10.2	Japan: Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern und zugeordnete CO ₂ -Emissionen	182
Abb. 10.3	Südkorea: Energiefluss im Energiesektor von der Primärenergie zur Endenergie und CO ₂ -Ausstoss. Die Energieträgerfarben sind wie in Abb. 8.5 und 8.7 (Erdöl dunkelbraun, Erdölprodukte hellbraun)	183
Abb. 10.4	Südkorea: Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern und zugeordnete CO ₂ -Emissionen	183

Abb. 10.5	Australien: Energiefluss im Energiesektor von der Primärenergie zur Endenergie und CO ₂ -Ausstoss. Die Energieträgerfarben sind wie in Abb. 8.5 und 8.7 (Erdöl dunkelbraun, Erdölprodukte hellbraun)	184
Abb. 10.6	Australien: Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern und zugeordnete CO ₂ -Emissionen	184
Abb. 10.7	Anteile der Energieträger an der Elektrizitätsproduktion in Japan, Südkorea und Australien	185
Abb. 10.8	Indonesien: Energiefluss im Energiesektor von der Primärenergie zur Endenergie und CO ₂ -Ausstoss. Die Energieträgerfarben sind wie in Abb. 8.5 und 8.7 (Erdöl dunkelbraun, Erdölprodukte hellbraun)	186
Abb. 10.9	Indonesien: Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern und zugeordnete CO ₂ -Emissionen	186
Abb. 10.10	Philippinen: Energiefluss im Energiesektor von der Primärenergie zur Endenergie und CO ₂ -Ausstoss. Die Energieträgerfarben sind wie in Abb. 8.5 und 8.7 (Erdöl dunkelbraun, Erdölprodukte hellbraun)	187
Abb. 10.11	Philippinen: Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern und zugeordnete CO ₂ -Emissionen	187
Abb. 10.12	Vietnam: Energiefluss im Energiesektor von der Primärenergie zur Endenergie und CO ₂ -Ausstoss. Die Energieträgerfarben sind wie in Abb. 8.5 und 8.7 (Erdöl dunkelbraun, Erdölprodukte hellbraun)	188
Abb. 10.13	Vietnam: Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern und zugeordnete CO ₂ -Emissionen	188
Abb. 10.14	Thailand: Energiefluss im Energiesektor von der Primärenergie zur Endenergie und CO ₂ -Ausstoss. Die Energieträgerfarben sind wie in Abb. 8.5 und 8.7 (Erdöl dunkelbraun, Erdölprodukte hellbraun)	189
Abb. 10.15	Thailand: Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern und zugeordnete CO ₂ -Emissionen	189
Abb. 10.16	Anteile der Energieträger an der Elektrizitätsproduktion in Indonesien, in den Philippinen und in Vietnam.	190
Abb. 10.17	Anteile der Energieträger an der Elektrizitätsproduktion in Indonesien, in den Philippinen und in Vietnam.	191



Der fünfte IPCC-Bericht über den Klimawandel [6–8] bestätigt im Wesentlichen die Aussagen des vierten Berichts von 2007. Bestätigt wird insbesondere, dass die Erderwärmung menschengemacht ist und eindringlicher als zuvor wird die Notwendigkeit betont die CO₂-Emissionen rasch einzudämmen, um die mittlere Temperaturerhöhung der Erde, als Minimalziel, nicht über 2 °C ansteigen zu lassen (2-Grad-Grenze).

Ein Bericht des Oeschger-Zentrums, Bern, legt eine strengere Reduktion der CO₂-Emissionen nahe, um Ozeanversauerung (Korallen, Kalkschalen von Meerestieren), Kohlenstoffverlust auf Ackerflächen, Anstieg des Meeresspiegels stärker zu begrenzen [9]; ebenso empfiehlt das Abkommen von Paris 2017 die 1.5°C-Grenze.

Der Verlauf der kumulierten Emissionen von 1870 bis 2016 (mit der Annahme von 100 Gt C von 1870 bis 1970, [6, 9]) ist entsprechend der IEA-Statistik [4] in Abb. 1.1 dargestellt. Jedem kumulierten Wert in 2100 ist die Temperaturerhöhung zugeordnet, die mit 66 % Wahrscheinlichkeit nicht überschritten wird.

Das **2-Grad-Ziel** lässt sich nur erreichen, wenn die totalen von der Verbrennung von fossilen Brennstoffen herrührenden CO₂-Emissionen von 1870 bis 2100 rund **800 Gt C** nicht überschreiten (was etwa 2900 Gt CO₂ entspricht).

Um das **1.5-Grad-Ziel** sicherzustellen, dürfen die kumulierten Emissionen höchstens **550 Gt C** erreichen.

Abb. 1.2 stellt die jährlichen weltweiten CO₂-Emissionen bis 2016 und die für die Einhaltung der Klimaziele in Zukunft noch zulässigen dar.

Für die **2-Grad-Grenze** sind in Abb. 1.2 zwei Varianten angegeben, beide mit gemeinsamem Emissionswert von 16 Gt CO₂ in 2050 (nur fossile Energieträger). Im Diagramm sind auch zwei strengere Varianten eingetragen, welche die Einhaltung des 1.5-Grad-Ziels ermöglichen.