

Valentin Crastan

Weltweite Energiewirtschaft und Klimaschutz

2. Auflage

 Springer Vieweg

Weltweite Energiewirtschaft und Klimaschutz

Valentin Crastan

Weltweite Energiewirtschaft und Klimaschutz

2., aktualisierte Auflage 2016

 Springer Vieweg

Prof. Dr. Ing.
Valentin Crastan
ch. des Blanchards 18
2533 Evilard
valentin.crastan@bluewin.ch

ISBN 978-3-662-52654-5 ISBN 978-3-662-52655-2 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-662-52655-2

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-Verlag Berlin Heidelberg 2016

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.

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer Vieweg ist Teil von Springer Nature
Die eingetragene Gesellschaft ist Springer-Verlag GmbH Berlin Heidelberg

Vorwort

Dem Vorwort 2009 ist wenig beizufügen. Das Thema Klimaschutz ist aktueller denn je. Das UN-Klimatreffen COP21 in Paris von Dezember 2015 hat erstmalig eine breite Akzeptanz der Klimaziele gezeigt, gemeinsam getragen von Industrie-, Schwellen- und Entwicklungsländern. Die Erreichung des 2-Grad-Ziels, als Minimalziel, scheint möglich, setzt aber den entsprechenden politischen Willen voraus. Umso notwendiger erschien es mir, die Daten des Berichts von 2009 zu ergänzen und zu aktualisieren. Die Aktualisierung ist nicht nur wegen der neuesten Daten der Internationalen Energieagentur (IEA) erforderlich, sondern auch weil im Oktober 2014 das kaufkraftbereinigte Bruttoinlandprodukt vieler Schwellen- und Entwicklungsländer von Weltbank und IWF empfindlich nach oben korrigiert wurde. Dies verschiebt die Beurteilung ihrer Energieeffizienz und somit auch den Indikator der CO₂-Nachhaltigkeit ihrer Energieversorgung, die wichtigste Kenngrösse zur Festlegung der Beiträge der einzelnen Länder und Weltregionen zur notwendigen Reduktion der CO₂-Emissionen.

Biel, März 2016

Valentin Crastan

Vorwort zur 1. Auflage

Der Klimawandel wird mehr und mehr für alle spürbar und es besteht ein dringender Handlungsbedarf. Die Resonanz, welche die angehende Konferenz von Kopenhagen erfährt, ist wohl ein Zeichen dafür, dass auch die internationale Politik sich endlich ernsthaft des Themas annimmt. Dass eine weltweite Reduktion des CO₂-Ausstoßes notwendig ist, wird nur noch sporadisch angezweifelt. Wie stark diese Verminderung sein muss, ist im Wesentlichen ebenfalls klar. Welchen Beitrag die einzelnen Länder und Weltregionen leisten sollen ist hingegen weiterhin umstritten.

Im folgenden Bericht wird versucht, mit einer Analyse der weltweiten Energiewirtschaft und der damit verbundenen Emissionen eine rationale Diskussionsbasis zu schaffen. Messbare Indikatoren, welche die beiden wesentlichen Aspekte, nämlich Energieeffizienz und CO₂-Intensität, berücksichtigen, sollen eine gerechte Beurteilung der Anstrengungen ermöglichen.

Diese Anstrengungen erfordern die lokale Einsicht und einen entsprechenden Einsatz. Dieser soll der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit des Landes angemessen sein. Er muss aber durch koordinierte internationale Massnahmen unterstützt werden, die in erster Linie von den wirtschaftlich starken Ländern zu tragen sind.

Biel, November 2009

Valentin Crastan

Inhalt

Einleitende und zusammenfassende Bemerkungen	1
---	----------

Hauptbericht: Energiewirtschaftliche Weltlage und Konsequenzen für den Klimaschutz

1.	Ziele und Indikatoren	5
1.1	Energieintensität	6
1.2	CO ₂ -Intensität der Energie	7
2.	Klimaschutz und notwendige Maßnahmen.....	9
3.	Weltweite Indikatoren und Struktur der Energiewirtschaft im Jahr 2013	11
3.1	Europäische Union, EU-28	12
3.2	OECD-30, USA	17
3.3	Welt, Nicht-OECD, China, Indien.....	23
3.4	Eurasien+	30
3.5	Rest-Asien/Ozeanien	35
3.6	Mittel- und Südamerika (Nicht-OECD Amerika)	40
3.7	Afrika	45
3.8	Mittlerer Osten.....	50
4.	Indikatoren für 2030, 2050 und Schlussbemerkungen	55
4.1	Notwendige Indikatoren für das Jahr 2030	55
4.2	Notwendige Indikatoren für das Jahr 2050	57
4.3	Schlussbemerkungen	57
5.	Literaturverzeichnis	59

Anhang

6.	Grundbegriffe, geschichtlicher Rückblick	65
7.	Verfügbarkeit der Primärenergie	69
8.	Erneuerbare Energien	73
9.	Potential und Nutzung der wichtigsten Solarenergiearten	75
10.	Ökologische Probleme.....	79
11.	Klimaschutz, mittel- und langfristige Massnahmen	83
12.	Energiewirtschaft der Schweiz, vergangene Entwicklung, Stand 2013, Szenario bis 2050	89
13.	Literaturverzeichnis des Anhangs.....	95

Einleitende und zusammenfassende Bemerkungen

Klimawandel und Klimaschutz, Indikatoren

Der globale Klimawandel ist wissenschaftlich durch unzählige Arbeiten und Untersuchungen von Klimaforschern und entsprechende Publikationen belegt. Die weltweiten Anstrengungen, mit immer besseren physikalischen Modellen die Phänomene noch zuverlässiger zu verstehen und die zukünftige Entwicklung mit noch grösserer Sicherheit vorauszusagen, sind angesichts des dringenden Handlungsbedarfs sehr zu begrüssen.

Der Klimawandel wird in erster Linie durch den **CO₂-Ausstoss der Energiewirtschaft** verursacht, weshalb hier die Hauptanstrengungen zu unternehmen sind. Selbstverständlich sind andere wichtige Aspekte, wie die Zerstörung der Urwälder oder der Methan-Ausstoss durch die Landwirtschaft, ebenfalls zu berücksichtigen.

Der Widerstand gegen die sogenannte „Klimahysterie“ sowie gegen eine angeblich „dogmatische Mainstream-Forschung“ [5.9] ist grösstenteils emotionaler Natur oder beruht auf einem oberflächlichen Verständnis der historischen und gegenwärtigen Klimaentwicklung. Er hat sich inzwischen deutlich abgeschwächt.

Erfreulich ist, dass die internationale Politik begonnen hat, die Ergebnisse der Forschungsanstrengungen ernst zu nehmen. Insbesondere das UN-Klimatreffen COP21 2015 in Paris hat erstmalig eine breite Akzeptanz der Klimaziele gezeigt, insbesondere der Notwendigkeit die Erderwärmung auf 2°C oder weniger gegenüber der vorindustriellen Zeit zu begrenzen. Sowohl Industrieländer als auch Schwellen- und Entwicklungsländer haben entsprechende Verpflichtungen abgegeben, die allerdings noch zu ratifizieren sind.

Dass der globale CO₂-Ausstoss möglichst rasch reduziert werden muss, ist somit heute fast überall wissenschaftlich und politisch anerkannt. Schwierigkeiten bereiten den Schwellen- und Entwicklungsländern jene Zielvereinbarungen, die prozentuale Reduktionen des pro-Kopf-CO₂-Ausstosses relativ zum jetzigen (oder einem vergangenen) Zeitpunkt durchsetzen wollen. Solche Reduktionen sind aus naheliegenden Gründen für diese Länder inakzeptabel. Deren Vorwurf, die jetzige Situation sei durch die Handlungsweise der Industrieländer entstanden, und die Schwellen- und Entwicklungsländer müssten die gleichen Entwicklungschancen haben, muss wohl als berechtigt akzeptiert werden. Im Folgenden seien einige Grundlagen zum Thema gegeben.

Der Wert des Pro-Kopf-CO₂-Ausstosses ist keine geeignete allgemeine Zielgrösse für die kurz- und mittelfristigen Anstrengungen, da er den unterschiedlichen Entwicklungsstand der Länder nicht berücksichtigt. Als Fernziel ist er wohl von Bedeutung und 1 t CO₂ pro Kopf und Jahr ist langfristig, d.h. für die zweite Hälfte des Jahrhunderts, erstrebenswert ja notwendig.

Besser lässt sich das Problem in den Griff bekommen, wenn als Vergleichsgrösse oder Richtschnur der CO₂-Ausstoss relativ zu einem Indikator genommen wird, der den Entwicklungsstand des Landes oder der Region möglichst gut wie-

derspiegelt. Die einzige Grösse, die weltweit erfasst und diesem Anspruch einigermaßen gerecht wird, ist das kaufkraftkorrigierte Bruttoinlandprodukt (BIP) trotz der Mängel, die dieser Grösse als Wohlstandsindikator anhaften. Eine bessere zu finden und durchzusetzen, ist bis heute nicht gelungen.

Der CO₂-Ausstoss, ausgedrückt in g CO₂ pro Dollar kaufkraftkorrigiertes BIP, lag weltweit im Jahre 2013 bei rund 350 g CO₂/\$ (\$ von 2007, \$2007 = 0,83 · \$2000 oder 1,052 · \$2010, gemäss Inflationszahlen des Internationalen Währungsfonds, IMF). Dieser Indikator kann als Produkt von zwei Faktoren ermittelt werden, nämlich der Energieintensität des BIP und der CO₂-Intensität der Energie. Der erste kennzeichnet die Effizienz des Energieeinsatzes, der zweite die CO₂-Nachhaltigkeit der eingesetzten Energie. Beide Aspekte sind wichtig und zentral für den Klimaschutz.

Die nachfolgende Abb. 1 zeigt weltweit für 2013 (letzte weltweit verfügbare Daten der IEA, Internationale Energieagentur, [5.11]) den Indikatorwert der Weltregionen und die relative Bedeutung der beiden Komponenten. Zentral- und Südamerika (Nicht-OECD Amerika) steht am besten da, dank der stark auf Wasserkraft basierenden Elektrizitätsproduktion und einer akzeptablen Energieeffizienz. Im Vergleich zur 1. Auflage dieses Berichts (Report 2009) hat die Bedeutung der Energieeffizienz im Mittel an Gewicht verloren, da das kaufkraftbereinigte BIP verschiedener Entwicklungs- und Schwellenländer durch Weltbank und IMF erheblich höher eingeschätzt wurde (s. Daten in [5.7] relativ zu [5.6]). Die deutliche Verschlechterung der CO₂-Intensität der Energie in Japan ist eine Folge des Fukushima-Unfalls (Abschaltung von Kernkraftwerken).

Indikator der CO₂-Nachhaltigkeit, g CO₂/\$ Welt 2013

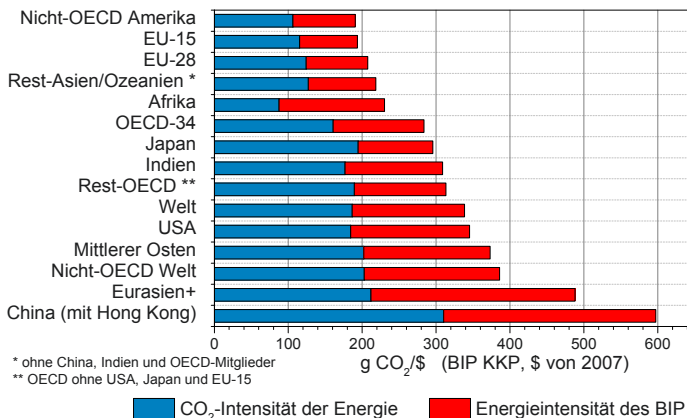


Abb. 1 CO₂-Emissionsindikator, weltweit 2013, mit der jeweils relativen Bedeutung der Faktoren CO₂-Intensität der Energie (blau) und Energieintensität des BIP (rot)

Zielwerte und internationale Zusammenarbeit

Die Emissionen aller Weltregionen in 2013 in Gt pro Jahr (aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe) und die sich aus der Untersuchung ergebenden notwendigen Reduktion für die Einhaltung des 2°C und 1,7°C-Ziels bis 2030 und 2050, werden in Abb. 2 zusammengefasst (s. dazu Hauptbericht und auch Abb. A.8 im Anhang).

CO₂- Emissionen 2013 und für den Klimaschutz notwendige Reduktion bis 2030 und 2050

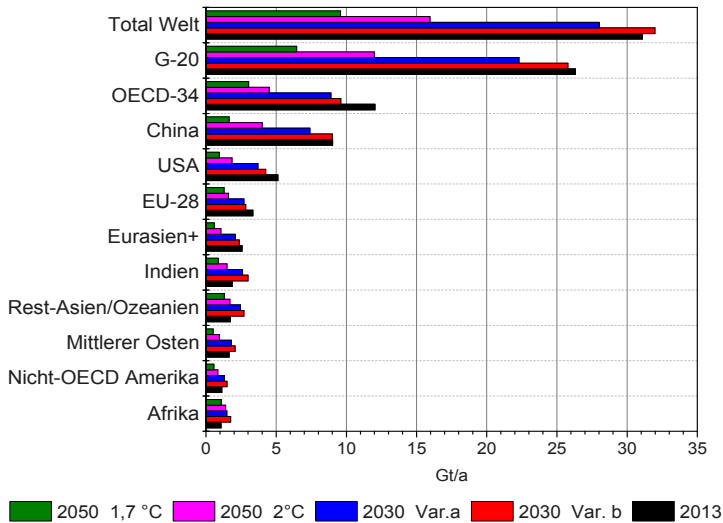


Abb. 2 Emissionen in Gt der verschiedenen Weltregionen in 2013 und deren notwendige Reduktion zur Einhaltung der gewünschten Klimaschutzziele für 2030 und 2050

Die bis 2030 weniger strenge Variante *b* [5.2] erfordert umso mehr Anstrengung von 2030 bis 2050, wenn das 2°C-Ziel angepeilt werden soll. Nur die strengere Variante *a* ermöglicht, mit einer ebenso starken Anstrengung ab 2030 Ziele unter 2°C zu erreichen (s. dazu auch den Anhang, Kap. 11).

Bezieht man sich auf die CO₂-Emissionen pro Kopf, folgen die nachstehenden weltweiten Werte:

- 3,4 – 3,8 t CO₂/Kopf bis 2030, was ca. 190 – 220 g CO₂/\$ ergeben wird,
- 1.7 t CO₂/Kopf bis 2050, was ca. 80 g CO₂/\$ entsprechen könnte.

Die weltweiten Zielwerte in g CO₂ pro \$ BIP bei Kaufkraftparität (in \$ von 2007), in der Folge BIP (KKP) genannt, hängen von der voraussichtlichen Zunahme des weltweiten BIP ab und sind deshalb schwieriger festzulegen als jene des CO₂-Austosses pro Kopf (die Bevölkerungsentwicklung kann besser abgeschätzt werden). Trotzdem sind sie für Vergleiche aussagekräftiger, da sie den Entwicklungsstand des betrachteten Landes berücksichtigen. Jedes Land sollte sie deshalb, unabhängig vom Grad der Entwicklung, als Richtschnur akzeptieren und anstreben.