

Manfred Sargl, Andreas Wolfsteiner, Günter Wittmann

Neue Weltklimaordnung: Emissionshandel zwischen Staaten mit schrittweiser Klimagerechtigkeit

Der Diskussionsprozess um ein internationales Klimaabkommen und zur Klimagerechtigkeit dauert an. Die Autoren stellen ein Modell vor, das Klimagerechtigkeit schrittweise und mit marktbasierenden Instrumenten umsetzt. Sie fordern eine internationale Weltklimaordnung, die auf der Weltklimakonferenz in Südafrika im Dezember 2011 umgesetzt werden soll.

In diesem Aufsatz wird ein Modell zur Reduktion der CO₂-Emissionen im Rahmen eines internationalen Emissionshandels vorgestellt, das Anreize für Kosteneffizienz setzt, Klimagerechtigkeit schrittweise umsetzt und transparente Verhandlungen zu einem Klimaabkommen ermöglicht. Es stellt insbesondere in Bezug auf die schrittweise Umsetzung von Klimagerechtigkeit eine Weiterentwicklung des Budgetansatzes des Wissenschaftlichen Beirats der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU)¹ aus dem Jahr 2009 dar. Im vorliegenden Modell können mit nur zwei Parametern realistische nationale Reduktionspfade bestimmt werden, die erstens in der Summe das 2°C-Ziel einhalten und zweitens bis 2050 Klimagerechtigkeit herstellen. Kosteneffizienz wird durch einen Emissionshandel zwischen Staaten gewährleistet.

Kyoto, Kopenhagen, Cancun und was nun?

Ein kleiner Rückblick: Die internationalen Verhandlungen zum Klimaschutz sind in der Vergangenheit so verlaufen, dass für einzelne Länder² absolute Reduktionsverpflichtungen gegenüber ihren Emissionen 1990 verhandelt wurden. In Kyoto wurde 1997 vertraglich fixiert (Kyoto-Protokoll), dass die Industriestaaten³ ihre Emissionen bis 2012 um 5,2% reduzieren müssen. Für die einzelnen Länder wurden dabei unterschiedliche Reduktionsverpflichtungen festgelegt. Die EU hat sich zu einer Reduktion um 8% verpflichtet. Im Kyoto-Protokoll wurden mit den flexiblen Instrumenten Emissionshandel, Joint Implementation und Clean Development Mechanism erste Ansätze für Kosteneffizienz geschaffen.⁴

2009 sollte in Kopenhagen ein Nachfolgeabkommen für das Kyoto-Protokoll verabschiedet werden. Dies ist gescheitert. Es wurden keine verbindlichen Reduktionsverpflichtungen vereinbart. Das Ergebnis war lediglich, dass die Delegierten von 25 Ländern (darunter die USA, Japan, China, Indien und Deutschland) die so genannte „Kopenhagener Erklärung“ erarbeitet haben, in der das Ziel formuliert wurde, die Erderwärmung auf durchschnittlich 2°C zu begrenzen. Die Industrieländer sollten zudem bis Ende Januar 2010 freiwillige Klimaschutzziele angeben und sich international zu diesen verpflichten. Diese Erklärung wurde vom Plenum der 194 teilnehmenden Ländern lediglich zur Kenntnis genommen; sie enthält keinerlei verbindliche Verpflichtungen.⁵

Auf der 16. Klimakonferenz im Dezember 2010 in Cancun (Mexiko) wurde das 2°C-Ziel,⁶ aber wie in Kopenhagen keine verbindlichen Reduktionsziele beschlossen. Allerdings soll es einen Review-Prozess zwischen 2013 und 2015 u.a. dazu geben, wie die verbleibende Lücke zwischen den freiwilligen Verpflichtungen und den notwendigen Reduktionen zur Einhaltung des 2°C-Ziels geschlossen werden kann.⁷ Frühestens auf der 17. Weltklimakonferenz 2011 in Durban (Südafrika) könnte eine Chance bestehen, ein Weltklimaabkommen zu verabschieden, das seinen Namen verdient. Vielleicht ist es aber auch aussichtsreicher, außerhalb der UN-Klimakonferenzen – und der dort erforderlichen Einstimmigkeit von fast 200 Staaten – zu einem Abkommen in einer „Koalition der Willigen“ zu kommen, die einen Großteil der Emissionen verantworten.

Was muss eine neue Weltklimaordnung erreichen?

Der WBGU schreibt hierzu: „Zur Begrenzung der Erderwärmung auf 2°C muss die Menge an weltweit ausgesto-

1 WBGU: Der WBGU-Budgetansatz, Factsheet, Nr. 3/2009, Berlin, November 2009.

2 Die EU hat die Reduktionsverpflichtung von 8% im Rahmen einer Lastenteilung innerhalb der EU aufgeteilt. Dabei hat sich Deutschland zu -21% verpflichtet. Vgl. European Environment Agency (EEA): The European environment – State and outlook 2005, Kopenhagen 2005.

3 Der Anhang B des Kyoto-Protokolls enthält eine Auflistung der Industrienationen, die sich dazu verpflichtet haben, ihre Treibhausgasemissionen zwischen 2008 und 2012 zu regulieren. Zu ihnen gehören die OECD-Staaten, die Länder Mittel- und Osteuropas sowie die GUS-Staaten.

4 United Nations: Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climatic Change (UNFCCC), Kyoto 1997.

5 UNFCCC: Report of the Conference of the Parties (COP), 15. Session, gehalten in Kopenhagen vom 7. bis 19.12.2009.

6 Da lediglich Bolivien dagegen gestimmt hat, weil es ein ambitionierteres Ziel wollte, wird von der Verbindlichkeit des Beschlusses ausgegangen.

7 UNFCCC: Report of the COP, 16. Session, 29.11. bis 10.12.2010, Cancun, Mexiko.

Prof. Dr. Manfred Sargl lehrt Betriebswirtschaftslehre, insbesondere Finanzwirtschaft und Controlling, an der Universität der Bundeswehr, München.

Andreas Wolfsteiner, Dipl.-Volkswirt, und **Günter Wittmann**, Dipl.-Mathematiker, sind in der Regulierung von Strom- und Gasnetzentgelten und der Preisbildung bei öffentlichen Aufträgen bei der Regierung der Oberpfalz tätig.

Benem CO₂ aus fossilen Brennstoffen limitiert werden. Der WBGU schlägt deshalb eine verbindliche Obergrenze in Form eines CO₂-Budgets vor, das global bis 2050 emittiert werden darf. Je höher die Wahrscheinlichkeit sein soll, die Erwärmung auf 2°C zu beschränken, desto kleiner ist das globale Budget (vgl. Kasten 1). Der WBGU schlägt für den Zeitraum 2010 bis 2050 ein Globalbudget von 750 Mrd. t CO₂ vor. Damit ließe sich die Klimaerwärmung mit einer Wahrscheinlichkeit von zwei Dritteln auf 2°C begrenzen.⁸

Vor der Diskussion dieses Budgetansatzes wurden häufig nur Reduktionsziele für die jährlichen Emissionen erwogen. So wurde z.B. von den G8-Staaten eine Halbierung der Emissionen bis 2050 gegenüber 1990 gefordert.⁹ Dabei wurde aber nicht berücksichtigt, dass es nicht ausreicht, bis 2040 fast nichts zu tun und dann in den verbleibenden zehn Jahren die Emissionen (hoffentlich) zu halbieren. Entscheidend für die Konzentration der Treibhausgase in der Atmosphäre ist, welche Menge insgesamt in den nächsten Jahren zu den dort bereits vorhandenen Treibhausgasen hinzugefügt wird. Damit wird der Budgetansatz des WBGU den naturwissenschaftlichen Anforderungen eher gerecht als ein alleiniges Reduktionsziel für die Emissionen 2050.

Aus zwei Gründen ist ein Reduktionsziel für 2050 aber weiterhin notwendig: Erstens müssten andernfalls die Emissionen nach 2050 relativ schnell auf fast Null reduziert werden, damit sich die Konzentration der Treibhausgase in der Atmosphäre stabilisiert. Daher müssen die Emissionsvorgaben für 2050 anschlussfähig an die noch möglichen Emissionen danach sein. Zweitens benötigt das Modell ein Reduktionsziel für 2050, um schrittweise zur Klimagerechtigkeit zu gelangen.

8 WBGU: Kassensturz für den Klimavertrag – Der Budgetansatz, Sondergutachten, Berlin 2009.

9 G8 Hokkaido Toyako Summit Leaders Declaration, Hokkaido Toyako, 8.7.2008.

In dem Modell wird von dem ehrgeizigen Ziel ausgegangen, die weltweiten jährlichen CO₂-Emissionen 2050 gegenüber 1990 um 80% zu reduzieren. Neben der Anschlussfähigkeit an die Emissionen nach 2050 ergibt sich dieses Reduktionsziel auch aus den folgenden Szenarien, in denen realistische Reduktionspfade simuliert werden. Dabei wird angenommen, dass für einen geordneten Strukturwandel Zeit benötigt wird, um in die neuen Strukturen investieren zu können. Wenn am Anfang der verbleibenden Jahre bis 2050 aber relativ wenig eingespart wird, bedeutet dies, dass am Schluss eine stärkere Reduzierung notwendig ist. Andersherum: Man kann weiterhin am Halbierungsziel festhalten, muss dann aber diese Halbierung relativ schnell bewerkstelligen – ungefähr bereits 2035 –, um das Budget von 750 Mrd. t CO₂ einzuhalten. Auch wenn in den nächsten Jahren bei den globalen Emissionen noch kein radikaler Rückgang möglich ist, werden die notwendigen Reduzierungen in den späteren Jahren nur gelingen, wenn heute die entsprechenden Weichen gestellt werden. Jedes weitere Jahr ohne ein global funktionierendes Treibhausgasmanagement fehlt, um Anreize für langfristige Investitionen z.B. in der Mobilität, der Energieerzeugung und der Klimatisierung von Gebäuden zu setzen. Fehlt der zeitliche Vorlauf, wird Klimaschutz nur teurer.

Rahmen für ein Weltklimaabkommen

Ein zukünftiges Weltklimaabkommen muss folgende sechs Punkte umfassen:

1. *Zumindest die G20-Staaten müssen sich verpflichten:* Die Entwicklungs- und Schwellenländer und ein so wichtiges Land wie die USA haben sich an den Verpflichtungen bisher nicht beteiligt. Damit tatsächlich Reduktionsverpflichtungen möglich werden, wie sie naturwissenschaftlich und ökonomisch geboten sind, müssten am besten alle Länder mitmachen; als Zwischenschritt sollten sich zumindest die EU, China, Russland und die USA verpflichten, aus denen zusammen ca. 60% der CO₂-Emissionen stammen.¹⁰ Fehlt eines dieser Länder, ist ein wirklich ehrgeiziger Klimaschutz aufgrund des sozialen Dilemmas nicht zu erwarten.
2. *Globales Emissionsbudget:* In Cancun wurde das 2°C-Ziel beschlossen. Darauf aufbauend sollte ein globales Emissionsbudget bis 2050 (noch nicht heruntergebrochen auf einzelne Länder) vereinbart werden, das die Einhaltung des 2°C-Ziels voraussichtlich garantiert. Es wird hier in Übereinstimmung mit dem WBGU von einer Beschränkung von 750 Mrd. t CO₂-Emissionen von 2010 bis 2050 ausgegangen.

10 International Energy Agency (IEA): CO₂ Emissions from Fuel Combustion 2010 – Highlights, Paris 2010.

Kasten 1

Budgetansatz des WBGU¹ und Kyoto Plus von Lutz Wicke²

Der Budgetansatz des WBGU teilt das verbleibende Gesamtbudget pro Kopf auf die Länder auf. Für Deutschland bedeutet dies bei einem Anteil an der Weltbevölkerung von 1,2% ein Restbudget von 9,0 Mrd. t CO₂ von 2010 bis 2050. Bei einem ungefähren Verbrauch von 0,91 Mrd. t CO₂ pro Jahr reicht das Budget noch zehn Jahre. Für die USA würde es z.B. nur noch sechs Jahre reichen, für Indien 88 Jahre. Gehandelt würden die Restbudgets. Im Vorschlag des WBGU müssten die Industrieländer relativ schnell enorme Mengen an Zertifikaten zukaufen, da sie unmöglich ihre Emissionen so schnell reduzieren können. Eine sofortige Klimagerechtigkeit kann auch nicht im Sinne der Schwellen- und Entwicklungsländer sein, da die Gefahr besteht, dass die Industrieländer ökonomisch in die Knie gehen und ihnen dann die finanziellen Möglichkeiten fehlen, Zertifikate zu kaufen. Wenn das gesamte Restbudget handelbar ist, wäre zu befürchten, dass einzelne Regierungen von Entwicklungsländern große Teile davon verkaufen und damit zukünftigen Regierungen zu wenig Handlungsspielraum lassen.

Der Umweltökonom Lutz Wicke schlägt vor, die Zertifikate nach dem Pro-Kopf-Prinzip an Staaten zu vergeben. Wer fossile Brennstoffe in den Verkehr bringen will, muss Zertifikate vom Staat kaufen. Der Zertifikatspreis ist für Schwellen- und Entwicklungsländer auf einem niedrigen Niveau fixiert, so dass die gerechte Pro-Kopf-Verteilung nicht sofort wirksam wird. Außerdem sieht er Regelungen vor, die sicherstellen sollen, dass die Einnahmen in den Schwellen- und Entwicklungsländern im Rahmen eines „ökosozialen Marshallplans“ sinnvoll verwendet werden. Die Verknüpfung mit einem „ökosozialen Marshallplan“ überträgt jedoch die Klimaschutzpolitik.

1 WBGU: Kassensturz für den Klimavertrag – Der Budgetansatz, Sondergutachten, Berlin 2009.

2 L. Wicke: Kyoto Plus: So gelingt die Klimawende. Nachhaltige Energieversorgung PLUS globale Gerechtigkeit. Der Report an die Global Marshall Plan Initiative, 1. Aufl., München 2006.

3. *Weltweiter Emissionshandel zwischen Staaten:* Grundsätzlich stehen die Instrumente der weltweiten CO₂-Abgabe oder eines weltweiten Emissionshandels zur Verfügung, um die politisch gesetzten Reduktionsziele jeweils kosteneffizient zu erreichen. Der Emissionshandel zwischen Staaten ist zu bevorzugen, weil damit der Primat der Politik in den einzelnen Ländern in der Frage, wie viel ein Land tatsächlich reduzieren und mit welchen Instrumenten es Klimaschutz betreiben will, erhalten bleibt. Man kann aber jedem Staat nur empfehlen, auf nationaler Ebene auch auf Marktmechanismen zu setzen. Ansonsten verzichtet er auf Wohlstandspotenziale.

4. *Erstzuteilung der Zertifikate:* In einem ersten Schritt sollte jedes Land so viele Zertifikate bekommen, wie es in einem zu vereinbarenden Basisjahr – z.B. 2009 – tatsächlich emittiert hat. Diese Zertifikate müssen zwischen den Staaten handelbar sein. 2009 wurden weltweit 31,9 Mrd. t CO₂ emittiert. Davon entfielen auf Deutschland 0,9 Mrd. t. Deutschland würde also Zertifikate in Höhe von 0,9 Mrd. t erhalten.

Es stellt sich die Frage, warum die Zertifikate nicht gerecht pro Kopf der jeweiligen Bevölkerung zugeteilt werden. Warum soll ein Deutscher mehr Rechte bekommen als ein Inder? Bei dieser Vorgehensweise kämen bei einer Weltbevölkerung von 6,9 Mrd. auf einen Kopf 4,5 t CO₂ (31,9:6,9). Für Deutschland würde dies eine Zuteilung von 0,4 Mrd. t statt 0,9 bedeuten. Deutschland müsste dann umgehend über die Hälfte der CO₂-Emissionen reduzieren oder entsprechende Zertifikate aus anderen Staaten kaufen. Es dürfte jedoch klar sein, dass dies ökonomisch keinen Sinn ergibt. Die bestehenden Wirtschaftsstrukturen sind über Jahrzehnte entstanden.

Sie kurzfristig zu verändern, würde zu gravierenden globalen Wirtschaftskrisen, aber nicht zu einem nachhaltigen Klimaschutz führen. Ein wesentlicher Vorteil von Marktmechanismen beim Klimaschutz liegt gerade darin, dass man mit ihnen bei vernünftiger Ausgestaltung einen geordneten ökologischen Strukturwandel anstoßen, aber damit einhergehende Strukturbrüche weitgehend vermeiden kann. Ein Empfängerland wie Indien könnte die Menge an finanziellen Mitteln auf die Schnelle nicht sinnvoll verwenden und ein Industrieland wie Deutschland könnte es sich bald nicht mehr leisten, die nötigen Zertifikate zu kaufen.

5. *Mengensteuerung:* Ziel ist eine Reduktion der CO₂-Emissionen. Daher muss die CO₂-Menge, welche die Zertifikate erlauben, jährlich so verändert (in der Regel: abdiskontiert) werden, dass zwischen 2010 und 2050 maximal 750 Mrd. t CO₂ emittiert werden.

6. *Klimagerechtigkeit:* Auf Dauer ist es nicht hinnehmbar, dass die Rechte pro Kopf weltweit nicht gleich sind. Dies würden erstens die Schwellen- und Entwicklungsländer nicht akzeptieren und es widerspräche zweitens jeglichen Gerechtigkeitsvorstellungen. Langfristig muss also gelten: one man – one right; jeder hat das gleiche Recht, CO₂ zu emittieren. Das bedeutet aber nicht, dass am Ende jeder wirklich gleich viel CO₂ emittiert! Dieses Ziel wäre eine ökonomisch nicht begründbare Gleichmacherei. Es muss der Bevölkerung jedes Landes überlassen bleiben, welchem Lebensstil sie nachgehen will. Wollen die Einwohner in einem Land jedoch überdurchschnittlich viel emittieren, muss dieses Land entsprechende Rechte zukaufen. Damit bleibt die Freiheit der Bürger erhalten, so zu leben wie sie wollen. Aber gleichzeitig übernehmen

Tabelle 1
CO₂-Konto der Welt: Bestimmung der Mengenveränderungssätze¹

Jahr	Zertifizierte CO ₂ -Emissionen in Mrd. t	Basis für Veränderungssatz in Mrd. t	Veränderungssatz in %	Absolute Veränderung gegenüber Vorjahr in Mrd. t	Relative Veränderung gegenüber Vorjahr in %	Relative Veränderung gegenüber 1990 in %
t	ZE_t	$ZE_t - ZM$	$VS_{t-1} \cdot (1 + ES)$	$ZE_t - ZE_{t-1}$		1990 = 21,6 Mrd. t
Basisjahr	30,00	25,68	-0,60			39
2013	29,85	25,53	-0,69	-0,15	-0,51	38
2014	29,67	25,35	-0,79	-0,18	-0,59	37
2015	29,47	25,15	-0,91	-0,20	-0,68	36
2020	27,97	23,65	-1,82	-0,38	-1,34	29
2030	20,57	16,25	-7,28	-1,10	-5,07	-5
2040	7,56	3,24	-29,13	-1,10	-12,71	-65
2050	4,32	0,00	-100,00	-0,00	-0,02	-80
Gesamt	660					

¹ Annahmen: Konstante Weltbevölkerung in Mrd.: 6,9; CO₂-Emissionen Basisjahr (Ausgangswert) in Mrd. t: 30,00; CO₂-Emissionen im Jahr 2050 (ZM = 20% der Emissionen 1990): 4,32; Anfänglicher Veränderungssatz ($VS_{B,j}$): -0,60%; Jährlicher Eskalationssatz auf den Veränderungssatz (ES): 14,87%.

sie auch die Folgekosten und damit die Verantwortung dafür.

Wenn in diesem Modell langfristig gleiche Rechte pro Kopf entstehen sollen, bedeutet dies aber, dass Länder mit überdurchschnittlichen Pro-Kopf-Emissionen eine stärkere (absolute) Mengenabwertung ihrer Zertifikate hinnehmen müssen als Länder mit durchschnittlichem Pro-Kopf-Ausstoß. Länder mit deutlich unterdurchschnittlichem Pro-Kopf-Ausstoß sollen sogar eine Mengenaufwertung ihrer Zertifikate erhalten. Über ein solches System von Mengenab- und -aufwertungen ist es möglich, langfristig zu gleichen Rechten pro Kopf und gleichzeitig zu einer garantierten globalen Reduktion der Emissionen zu gelangen.

Das Thema Klimagerechtigkeit dürfte eine der schwierigsten internationalen Verhandlungsthemen sein. Über das verbleibende CO₂-Budget bis 2050 wird man sich vielleicht noch einig. Vielleicht auch, dass man nicht sofort mit der absoluten Klimagerechtigkeit starten kann. Darüber hinausgehende Verpflichtungen dürften jedoch äußerst schwierig zu erzielen sein. Folgender „Deal“ wäre vorstellbar: Die Schwellen- und Entwicklungsländer stimmen bei der Berechnung der Pro-Kopf-Emissionen konstanten Bevölkerungszahlen zu. Dafür stimmen die Industriestaaten auf dieser Basis einer schrittweisen Umsetzung der Klimagerechtigkeit mit gleichen Rechten pro Kopf bis 2050 zu.

Das Regensburger Modell

Wie soll der globale Reduktionspfad verlaufen und wie sollen die weltweit zertifizierten Mengen auf einzelne Län-

der heruntergebrochen werden? Eine mögliche Umsetzung wird hier als Regensburger Modell vorgestellt.

Was muss vereinbart werden?

In einem Weltklimaabkommen müssen nur vier Parameter vereinbart werden, um die Mengenanpassungen in allen Ländern zu organisieren:

Globale Randbedingungen:

- Globales Emissionsbudget bis 2050 (z.B.: 750 Mrd. t zwischen 2010 und 2050),
- Weltweite Emissionen 2050 (ZM; Zielmenge; z.B. 4,3 Mrd. t),

Mengenanpassungssätze:

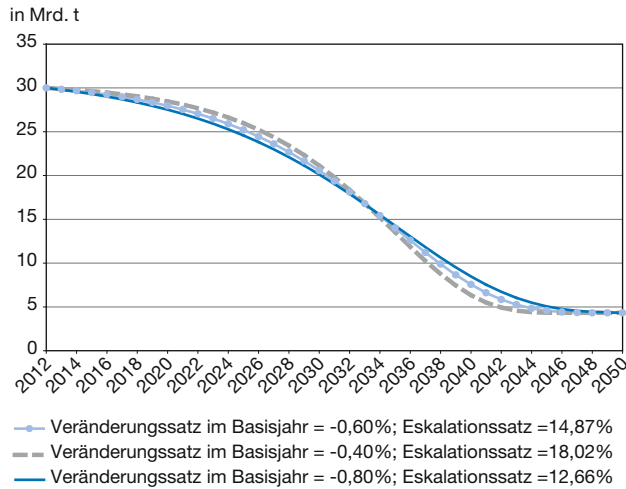
- Anfänglicher Veränderungssatz ($VS_{B,j}$; z.B.: -0,60%),
- Eskalationssatz, mit dem der Veränderungssatz jährlich angepasst wird (ES; z.B.: 14,87%).

Die Mengenanpassungssätze müssen so gewählt werden, dass die globalen Randbedingungen eingehalten werden. Ferner müssen die weltweiten CO₂-Emissionen im Jahr 2050 für das Modell festgelegt werden, um einen schrittweisen Übergang zur Klimagerechtigkeit organisieren zu können.

Wie wird im Einzelnen gerechnet?

Im Folgenden werden die Zahlen für die Welt insgesamt präsentiert und die einzelnen Rechenschritte erläutert. Da

Abbildung 1
Reduktionsvarianten der weltweiten CO₂-Emissionen



die Rechnung im Jahr 2013 beginnt, wurde das verbleibende Gesamtbudget an CO₂-Emissionen von 750 Mrd. auf 660 Mrd. t reduziert, da davon ausgegangen wird, dass, wie im Basisjahr 2009 auch, in den Jahren 2010, 2011 und 2012 noch jeweils 30 Mrd. t emittiert werden.

In Tabelle 1 werden die zertifizierten CO₂-Emissionen (ZE_t) und die Veränderungssätze¹¹ (VS_t) eines Jahres mit Hilfe der folgenden (Rekursions-)Formeln¹² berechnet:

$$ZE_t = ZE_{t-1} + (ZE_{t-1} - ZM) \cdot VS_{t-1}$$

$$VS_t = VS_{t-1} \cdot (1 + ES)$$

Für einen geordneten Strukturwandel ist es wichtig, dass die Mengen sich erst langsam, dann aber immer stärker und am Schluss wieder etwas langsamer verändern. Aus diesem Grund wird der Veränderungssatz jährlich mit dem Eskalationssatz (ES) erhöht. Dadurch kann mit einem relativ geringen Veränderungssatz begonnen werden. Da gleichzeitig die Differenz zwischen zertifizierten CO₂-Emissionen und Zielmenge immer kleiner wird, ergibt sich der gewünschte S-förmige Verlauf der zertifizierten CO₂-Emissionen. Wie bereits erwähnt, müssen die Mengenveränderungssätze so gewählt sein, dass die globalen Randbedingungen eingehalten werden.

11 Bei einem Veränderungssatz von -100% wird im nächsten Jahr die Zielmenge erreicht. Deshalb reicht es, den Veränderungssatz nur bis zu dieser Schwelle zu eskalieren.
12 Es gilt auch $ZE_t = ZM + (ZE_{t-1} - ZM) \cdot (1 + VS_{t-1})$. Diese Gleichung zeigt, dass zur Erreichung einer bestimmten Zielmenge anstelle von jährlichen Veränderungssätzen, die auf einem festen Eskalationsfaktor beruhen, auch jede Reihe von Veränderungssätzen gewählt werden kann, die gegen -1 konvergiert. Auf diese Weise könnte Verhandlungsmasse geschaffen oder individuelle Besonderheiten in einzelnen Ländern berücksichtigt werden.

Tabelle 2
Ausgangssituation und Ziel 2050 der CO₂-Emissionen

		Basis-jahr 2012	Jahr 2050	Relative Veränderung zu Basisjahr
Welt	Einwohner in Mrd.	6,9		
	CO ₂ -Emissionen in Mrd. t	30,00	4,32	-86%
	CO ₂ -Emissionen in Mrd. t/ Einwohner	4,35	0,63	
Land A	Einwohner in Mrd.	0,35		
	CO ₂ -Emissionen in Mrd. t	7,00	0,22	-97%
	CO ₂ -Emissionen in Mrd. t/ Einwohner	20,00	0,63	
Land B	Einwohner in Mrd.	1,3		
	CO ₂ -Emissionen in Mrd. t	14,50	0,81	-94%
	CO ₂ -Emissionen in Mrd. t/ Einwohner	11,20	0,63	
Land C	Einwohner in Mrd.	2,4		
	CO ₂ -Emissionen in Mrd. t	7,00	1,52	-78%
	CO ₂ -Emissionen in Mrd. t/ Einwohner	2,89	0,63	
Land D	Einwohner in Mrd.	2,8		
	CO ₂ -Emissionen in Mrd. t	1,50	1,77	+18%
	CO ₂ -Emissionen in Mrd. t/ Einwohner	0,53	0,63	

In Abbildung 1 wurde neben dem Basisszenario (VS_{B,J} = -0,60%; ES = 14,87%) der CO₂-Reduktionspfad auch für einen höheren und einen niedrigen anfänglichen Reduktionssätze dargestellt (Sensitivitätsanalyse): Erhöht man den anfänglichen Reduktionssatz, führt dies zu – nicht gewünschten – größeren Veränderungen bei Einführung des Modells. Reduziert man andererseits den anfänglichen Reduktionssatz, d.h. werden anfänglich höhere CO₂-Emissionen zugelassen, muss später umso stärker reduziert werden, um das Emissionsbudget einzuhalten, so dass sich die zertifizierten CO₂-Emissionen schon früher auf den Wert für 2050 stabilisieren.

Es wird nun gezeigt, wie der globale Reduktionspfad auf einzelne Länder heruntergebrochen werden kann. Damit nicht über 190 Länder berechnet werden müssen, wurde ein Beispiel mit vier unterschiedlichen, aber repräsentativen Ländern (Ähnlichkeiten mit real existierenden Ländern bzw. Ländergruppen sind nicht ganz zufällig) gewählt (vgl. Tabelle 2 und Abbildung 2):

Vier-Länder-Beispiel

Die gleichen Veränderungssätze, die im Weltkonto verwendet wurden, können auch für jedes einzelne Land verwendet werden, und demnach kann Klimagerechtigkeit im Jahr 2050

Tabelle 3
CO₂-Emissionen im Vier-Länder-Model – ohne Emissionshandel¹

		Land A				Land B				Land C				Land D				Welt	
Einwohner in Mrd.		0,4				1,3				2,4				2,8				6,9	
ZM in Mrd. t		0,2				0,8				1,5				1,8				4,3	
Jahr t	ZE _t	Pro-Kopf	Basis für VS _t	Veränderung gegenüber Vorjahr	ZE _t	Pro-Kopf	Basis für VS _t	Veränderung gegenüber Vorjahr	ZE _t	Pro-Kopf	Basis für VS _t	Veränderung gegenüber Vorjahr	ZE _t	Pro-Kopf	Basis für VS _t	Veränderung gegenüber Vorjahr	ZE _t	VS _t	
	Mrd. t	t	Mrd. t	%	Mrd. t	t	Mrd. t	%	Mrd. t	t	Mrd. t	%	Mrd. t	t	Mrd. t	%	Mrd. t	%	
Basis-jahr	7,0	20,00	6,8		14,5	11,15	13,7		7,0	2,89	5,5		1,5	0,53	-0,3		30,0	-0,60	
2013	7,0	19,88	6,7	-0,6	14,4	11,09	13,6	-0,6	7,0	2,87	5,4	-0,5	1,5	0,53	-0,3	0,1	29,8	-0,69	
2014	6,9	19,75	6,7	-0,7	14,3	11,02	13,5	-0,7	6,9	2,86	5,4	-0,5	1,5	0,53	-0,3	0,1	29,7	-0,79	
2015	6,9	19,60	6,6	-0,8	14,2	10,94	13,4	-0,7	6,9	2,84	5,4	-0,6	1,5	0,53	-0,3	0,1	29,5	-0,91	
2020	6,5	18,47	6,2	-1,5	13,4	10,32	12,6	-1,5	6,6	2,71	5,0	-1,2	1,5	0,54	-0,2	0,3	28,0	-1,82	
2030	4,5	12,89	4,3	-6,0	9,5	7,29	8,7	-5,8	5,0	2,06	3,5	-4,5	1,6	0,57	-0,2	0,7	20,6	-7,28	
2040	1,1	3,07	0,9	-21,3	2,5	1,96	1,7	-18,8	2,2	0,91	0,7	-9,6	1,7	0,61	-0,0	0,7	7,6	-29,13	
2050	0,2	0,63	0,0	-0,1	0,8	0,63	0,0	-0,1	1,5	0,63	0,0	-0,0	1,8	0,63	0,0	0,0	4,3	-100,00	
Σ	139				295				164				62				660		

¹ Annahmen: anfänglicher Veränderungssatz (VS_{Bj}): -0,60%; Eskalationssatz (ES): 14,87%.

erreicht werden (vgl. Tabelle 3). Nach dem Distributivgesetz kommt es zu dem gleichen Ergebnis, unabhängig davon, ob der Veränderungssatz auf die Summe der Länder oder auf die einzelnen Länder, die dann summiert werden, angewendet wird. Diese Übertragung der Veränderungssätze für die Welt auf die einzelnen Länder(-gruppen) ist ein wesentlicher Vorteil des Regensburger Modells.

Wie wird im Einzelnen vorgegangen?

Zuerst werden die individuellen Zielmengen der einzelnen Länder bestimmt. Diese ergeben sich, indem die globale Ziel-

menge durch die konstante globale Bevölkerungszahl geteilt und das Ergebnis mit der konstanten Bevölkerungszahl des betrachteten Landes multipliziert wird.¹³ Die Differenz zwischen Zielmenge und zertifizierender Menge ist für das Land A größer als z.B. für das Land B. Damit muss Land A eine größere Mengenabwertung hinnehmen als Land B, sodass sich die Pro-Kopf-Emissionen stetig angleichen. Das gilt auch für die andere Richtung: Bei Ländern, die heute weniger pro Kopf ausstoßen als für 2050 als Ziel anvisiert wird (0,63 t), ist

13 Im Beispiel: 4,32 Mrd. t geteilt durch 6,9 Mrd. Menschen = 0,63 t pro Kopf; 0,63 t pro Kopf • z.B. Bevölkerung Land A 0,35 Mrd. Köpfe = 0,22 Mrd. t 2050 für Land A.

Abbildung 2
CO₂-Emissionen – ohne Emissionshandel

in Mrd. t

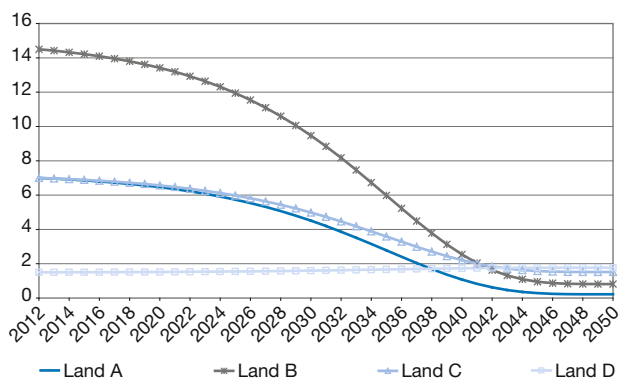


Abbildung 3
CO₂-Emissionen pro Kopf – ohne Emissionshandel

in t

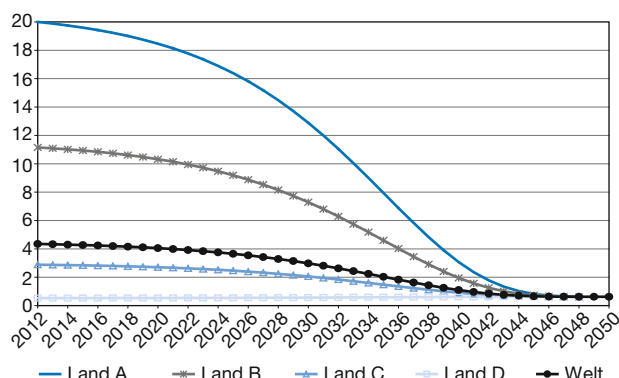


Tabelle 4

CO₂-Emissionen im Vier-Länder-Modell – mit Emissionshandel¹

	Land A				Land B				Land C				Land D				Welt	
Einwohner in Mrd.	0,4				1,3				2,4				2,8				6,9	
Jahr t	ZE _t	H _t	ZM _t	Basis für VS _t	ZE _t	H _t	ZM _t	Basis für VS _t	ZE _t	H _t	ZM _t	Basis für VS _t	ZE _t	H _t	ZM _t	Basis für VS _t	ZE _t	VS _t
	in Mrd. t																	%
Basis-jahr	7,0		0,2	6,8	14,5		0,8	13,7	7,0		1,5	5,5	1,5		1,8	-0,3	30,0	-0,60
2013	7,0		0,2	6,7	14,4		0,8	13,6	7,0		1,5	5,4	1,5		1,8	-0,3	29,8	-0,69
2014	6,9		0,2	6,7	14,3		0,8	13,5	6,9		1,5	5,4	1,5		1,8	-0,3	29,7	-0,79
2015	6,9		0,2	6,6	14,2		0,8	13,4	6,9		1,5	5,4	1,5		1,8	-0,3	29,5	-0,91
2020	6,5		0,2	6,2	13,4		0,8	12,6	6,6		1,5	5,0	1,5		1,8	-0,2	28,0	-1,82
2029	4,8		0,2	4,6	10,1		0,8	9,2	5,2		1,5	3,7	1,6		1,8	-0,2	21,7	-6,34
2030	5,1	0,6	0,8	4,3	8,9	-0,6	0,2	8,7	5,0		1,5	3,5	1,6		1,8	-0,2	20,6	-7,28
2031	4,8		0,8	4,0	8,2		0,2	8,0	4,7		1,5	3,2	1,6		1,8	-0,2	19,4	-8,36
2040	1,7		0,8	0,9	1,9		0,2	1,7	2,2		1,5	0,7	1,7		1,8	-0,0	7,6	-29,13
2050	0,8		0,8	0,0	0,2		0,2	0,0	1,5		1,5	0,0	1,8		1,8	0,0	4,3	-100,00
Σ	152			283				164				62				660		

¹ Annahmen: anfänglicher Veränderungssatz (VS_{B,t}): -0,60%; Eskalationssatz (ES): 14,87%.

die Mengenveränderung positiv; sie erhalten also sogar eine Mengenaufwertung und nähern sich damit auch stetig dem gleichen Pro-Kopf-Ausstoß.

In Tabelle 3 werden auszugswise die Konten der vier Länder dargestellt: Der Verlauf der Emissionen je Land gesamt und pro Kopf ohne Emissionshandel bei oben festgelegten Parametern VS_{B,t} und ES wird in den Abbildungen 2 und 3 gezeigt.

Durch eine Zertifizierung der CO₂-Emissionen wird es möglich, dass ein Emissionshandel zwischen Staaten stattfindet,

und dadurch u.a. CO₂ dort vermieden wird, wo dies mit geringeren Kosten verbunden ist. Hierfür wird ein Emissionshandel in das Vier-Länder-Modell eingeführt (vgl. Tabelle 4 sowie die Abbildungen 4 und 5).

Als Beispiel wird folgende Transaktion mit der Handelsmenge H_t angenommen: Land A kauft 2030 von Land B 0,6 Mrd. t. Beim Käufer (Verkäufer) erhöhen sich (sinken) dadurch die zertifizierten CO₂-Emissionen und die Zielmenge. Die Rekursionsformeln für die zertifizierten CO₂-Emissionen, den Veränderungssatz und die Zielmenge lauten dann:

Abbildung 4
CO₂-Emissionen – mit Emissionshandel

in Mrd. t

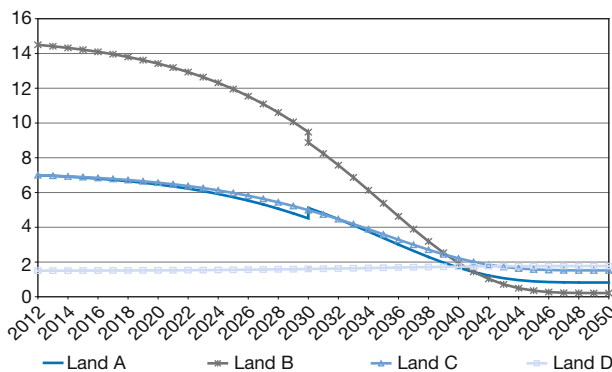
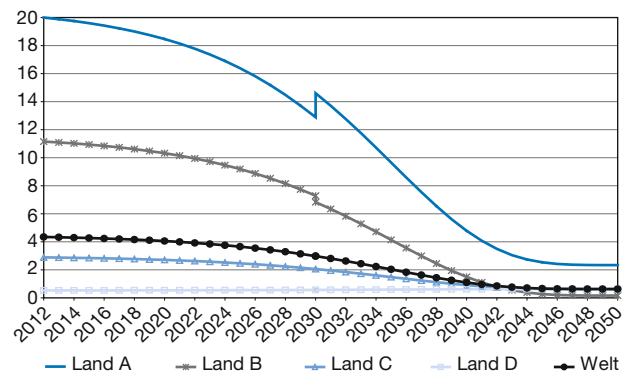


Abbildung 5
CO₂-Emissionen pro Kopf – mit Emissionshandel

in t



$$ZE_t = ZE_{t-1} + (ZE_{t-1} - ZM) \cdot VS_{t-1} + H_t$$

$$VS_t = VS_{t-1} \cdot (1 + ES)$$

$$ZM_t = ZM_{t-1} + H_t$$

Ist ein Emissionshandel legitim?

Das CO₂-Budget wird auch mit Emissionshandel eingehalten. Kann man aber in diesem Fall noch von Klimagerechtigkeit sprechen? Wenn ein Land von einem anderen Land Rechte kauft, ändert sich die Zielmenge beider Länder und damit unterscheiden sich die Pro-Kopf-Mengen 2050 zwischen den Ländern, wie es Abbildung 5 zeigt.

Hier gilt es zwei Dinge zu unterscheiden:

1. Der Rechtezuteilung sollte ein gleich hoher Pro-Kopf-Ausstoß zu Grunde liegen. Wenn man von konstanten Bevölkerungszahlen ausgeht, wird dies in unserem Modell bis 2050 erreicht. Die absolute Klimagerechtigkeit aufgrund der tatsächlichen Bevölkerungsentwicklung bleibt danach weiter ein Thema.
2. Die tatsächlichen Emissionen pro Kopf – nachdem ein Emissionshandel stattgefunden hat – dürfen sich 2050 unterscheiden, da dort CO₂ vermieden werden soll, wo es am kostengünstigsten möglich ist. Als Basis für den Emissionshandel dienen aber die Mengen, die sich bei einer gerechten Zuteilung ergeben.

Der Emissionshandel ist zudem legitim, weil

- durch ihn Schwellen- und Entwicklungsländern teilweise die erforderlichen Mittel zufließen, um sich die Technologien für ein Leben ohne Treibhausgase leisten zu können und Schritt für Schritt selbst die Kompetenz für die eigene Entwicklung solcher Technologien zu erwerben. Es muss zudem einem Land freistehen, einen Lebensstil zu pflegen, der an sich weniger Treibhausgase verursacht.
- er eine gewisse Flexibilität bietet, die es z.B. Ländern wie den USA ermöglicht, ihren relativ steilen Reduktionspfad etwas zu entschärfen. Die USA können sogar längerfristig mehr CO₂ pro Kopf ausstoßen als z.B. Deutschland. Allerdings müssen sie für diesen „American way of life“ auch einen gerechten Preis bezahlen und damit anderswo die entsprechende Reduzierung finanzieren. Die USA müssten sich mit diesem Gedanken anfreunden können, da er durchaus der amerikanischen Tradition von Freiheit in Verantwortung entspricht.

Regensburger Modell ermöglicht einfachere und transparente Verhandlungen

Auf der Grundlage des Regensburger Modells wird zukünftig auf Klimaschutzkonferenzen nicht mehr über 190 starke nationale Reduktionsziele verhandelt, die politisch sehr schwer durchsetzbar sind. Stattdessen würden Regeln festgelegt, die für alle gelten – mit flexiblen Möglichkeiten, auf die eigenen Erfordernisse zu reagieren. Geht man von Klimagerechtigkeit auf der Basis konstanter Bevölkerungszahlen und von einem vorgegebenen Emissionsbudget aus (worüber schon weitgehend Einigkeit herrscht), muss sich die Weltgemeinschaft oder eine ausreichend große „Koalition der Willigen“ im Prinzip nur noch auf drei Parameter einigen: anfänglicher Veränderungssatz, Eskalationssatz und weltweite Emissionen 2050. Es ist in diesem Modell jedoch auch möglich, für einzelne Länder oder Ländergruppen spezifische Mengenveränderungssätze festzulegen, die ebenfalls das CO₂-Budget bis 2050 einhalten.

Sanktionsmöglichkeiten müssen vorhanden sein

Bei einem weltweiten Emissionshandel zwischen Staaten gibt es allerdings das umsetzungstechnische Problem, dass nur im Nachhinein überprüfbar ist, ob ein Staat genügend Zertifikate besessen hat. Stellt man fest, dass dies nicht der Fall ist, wird ein Strafmechanismus benötigt. Einfach zu fordern, dieser Staat müsse entsprechende Zertifikate nachkaufen, funktioniert nicht immer, da es sein kann, dass keine freien Zertifikate für das bereits abgelaufene Jahr mehr am Markt vorhanden sind. Eine Möglichkeit bestünde darin, die fehlende Menge mit dem Preis der Zertifikate plus einem Aufschlag (weil durch die zusätzliche Nachfrage der Zertifikatspreis höher gewesen wäre) zu bewerten und eine entsprechende Strafzahlung zu verhängen. Verweigert ein Staat die Strafzahlung, müssen Sanktionsmöglichkeiten, wie z.B. Handelssanktionen, vorhanden sein. Alternativ könnte der Betrag mit Zinsen von zukünftigen Verkaufserlösen einbehalten werden. Der Kauf und Verkauf von Zertifikaten muss auf jeden Fall über eine zentrale Stelle abgewickelt werden. Somit kennt man die gezahlten Preise und weiß, wer im Besitz welcher Zertifikate ist. Die Herausforderung Klimaschutz ist so gewaltig, dass sie ohne den massiven Einsatz von markt-basierten Instrumenten nicht zu bewältigen ist. Mit Hilfe von Emissionshandel oder CO₂-Abgaben, kann egoistisches Handeln aber zu kosteneffizientem und innovativem Klimaschutz führen. Ganz im Sinne der „unsichtbaren Hand“ von Adam Smith.¹

¹ Ausführlicher zu diesem Thema A. Wolfsteiner, G. Wittmann: Nur Egoismus kann das Klima retten – Warum ökologisches und ökonomisches Handeln kein Widerspruch sein muss, erscheint im November 2011.