

Jänsch, Janina

Working Paper

Die Anrechnung natürlicher und anthropogener Effekte auf terrestrische Ökosysteme im Rahmen des Kyoto-Protokolls

Ordnungspolitische Diskurse, No. 2011-05

Provided in Cooperation with:

Ordnungspolitisches Portal (OPO)

Suggested Citation: Jänsch, Janina (2011) : Die Anrechnung natürlicher und anthropogener Effekte auf terrestrische Ökosysteme im Rahmen des Kyoto-Protokolls, Ordnungspolitische Diskurse, No. 2011-05, Ordnungspolitisches Portal (OPO), s.l.

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/56601>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

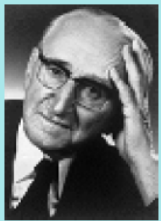
You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.



Ordnungspolitische Diskurse

Discourses in Social Market Economy



Janina Jänsch

**Die Anrechnung natürlicher und
anthropogener Effekte auf terrestri-
sche Ökosysteme im Rahmen des
Kyoto-Protokolls**

Diskurs 2011 – 5

Janina Jänsch

Die Anrechnung natürlicher und anthropogener Effekte auf terrestrische Ökosysteme im Rahmen des Kyoto-Protokolls

Zusammenfassung

Offensichtlich stellt die Klimaschutzproblematik eines der großen Politikfelder unserer Zeit dar. Ursächlich für den Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur ist laut Klimaexperten ein anthropogener Anstieg der Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre. Die globale Klimaerwärmung bringt massive Folgen mit sich, die bereits heute in Teilen der Welt spürbar sind, wie ein Anstieg des Meeresspiegels oder eine Versteppung von Landschaften. Diese weltweiten Veränderungen werden zu erheblichen Kosten führen. Aus diesem Grund begannen bereits in den achtziger Jahren internationale Bestrebungen, den Klimawandel aufzuhalten.

Vor dem Hintergrund knapper Ressourcen sollte das Ziel in der Etablierung eines möglichst effizienten Klimaschutzsystems bestehen. Dabei gilt der Emissionsrechtehandel in der volkswirtschaftlichen Theorie als effizientes Instrument zur Reduktion von Treibhausgasemissionen. Im Jahre 1997 wurde mit dem Kyoto-Protokoll ein internationaler Emissionsrechtehandel beschlossen und im Jahre 2008 mit Beginn der Verpflichtungsperiode etabliert. Der Fokus des Kyoto-Protokolls liegt auf der Reduktion von Treibhausgasemissionen. Daneben wurde in den Artikeln 3.3 und 3.4 der Bereich der terrestrischen Senken (beschränkt) berücksichtigt. Unter einer terrestrischen Senke wird die Bindung von Treibhausgasen in terrestrischen Ökosystemen verstanden, wie beispielsweise Wälder, Wiesen, Äcker oder Weideland. Bei der Einbindung terrestrischer Senken in einen Emissionsrechtehandel ergeben sich jedoch besondere Probleme. Eines dieser Probleme besteht in der Unterscheidung natürlicher und anthropogener Effekte auf die Kohlenstoffbindung bzw. -freisetzung in terrestrischen Ökosystemen. Im vorliegenden Artikel soll die Anrechnung natürlicher und anthropogener Effekte im Status Quo näher analysiert und Schlussfolgerungen für ein potentiell Post-Kyoto-Abkommen gezogen werden.

Keywords:

Klimaschutz, Emissionsrechtehandel, Anrechnungsverfahren

Jänsch, Janina - Institut für Wirtschaftspolitik an der Universität zu Köln, Pohligstr. 1, 50969 Köln (e-mail: jaensch@wiso.uni-koeln.de)

Die Anrechnung natürlicher und anthropogener Effekte auf terrestrische Ökosysteme im Rahmen des Kyoto-Protokolls

1. Einleitung

Offensichtlich stellt die Klimaschutzproblematik eines der großen Politikfelder unserer Zeit dar. Ursächlich für den Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur ist laut Klimaexperten ein anthropogener Anstieg der Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre. Die globale Klimaerwärmung bringt massive Folgen mit sich, die bereits heute in Teilen der Welt spürbar sind, wie ein Anstieg des Meeresspiegels oder eine Versteppung von Landschaften. Diese weltweiten Veränderungen werden zu erheblichen Kosten führen. Aus diesem Grund begannen bereits in den achtziger Jahren internationale Bestrebungen, den Klimawandel aufzuhalten.

Vor dem Hintergrund knapper Ressourcen sollte das Ziel in der Etablierung eines möglichst effizienten Klimaschutzsystems bestehen. Dabei gilt der Emissionsrechtehandel in der volkswirtschaftlichen Theorie als effizientes Instrument zur Reduktion von Treibhausgasemissionen. Im Jahre 1997 wurde mit dem Kyoto-Protokoll ein internationaler Emissionsrechtehandel beschlossen und im Jahre 2008 mit Beginn der Verpflichtungsperiode etabliert. Der Fokus des Kyoto-Protokolls liegt auf der Reduktion von Treibhausgasemissionen.¹ Daneben wurde in den Artikeln 3.3 und 3.4 der Bereich der terrestrischen Senken (beschränkt) berücksichtigt. Unter einer terrestrischen Senke wird die Bindung von Treibhausgasen in terrestrischen Ökosystemen verstanden, wie beispielsweise Wälder, Wiesen, Äcker oder Weideland.² Bei der Einbindung terrestrischer Senken in einen Emissionsrechtehandel ergeben sich jedoch besondere Probleme. Eines dieser Probleme besteht in der Unterscheidung natürlicher und anthropogener Effekte auf die Kohlenstoffbindung bzw. -freisetzung in terrestrischen Ökosystemen.

Im vorliegenden Artikel soll die Anrechnung natürlicher und anthropogener Effekte im Status Quo näher analysiert und Schlussfolgerungen für ein potentiell Post-Kyoto-

¹ In Anlage A des Protokolls sind alle Sektoren aufgelistet, die von dem internationalen Emissionsrechtehandel erfasst sein sollen. Vgl. UNFCCC (1998), S. 20.

² Vgl. WBGU (1998), S. 14.

Abkommen gezogen werden. Zur Einführung werden im zweiten Abschnitt die theoretischen Grundlagen erläutert: Die Bedeutung negativer externer Effekte, die Notwendigkeit eines supranationalen Eingriffs und die Wahl eines effizienten Instruments wie dem Emissionsrechtehandel. Im dritten Abschnitt werden die Bedeutung und die Funktionsweise terrestrischer Senken näher betrachtet. Anschließend wird im vierten Abschnitt die Einbindung terrestrischer Senken im Rahmen des Kyoto-Protokolls beschrieben. Im fünften Abschnitt folgen eine Bewertung des Status quo und Implikationen für ein zukünftiges Post-Kyoto-Abkommen. Der letzte Abschnitt fasst die Ergebnisse der Analyse zusammen.

2. Theorie: Marktversagen und Instrumentenwahl

2.1 Marktversagen und staatlicher Handlungsbedarf

Aus ökonomischer Sicht besteht das Problem des Klimawandels darin, dass es sich bei der Luft bzw. der Atmosphäre um ein Allmendegut handelt. Sie kann zwar kostenlos von jedem Bürger genutzt werden, jedoch führt eine starke Beanspruchung zu einer Schädigung des Klimas. Es liegt ein Marktversagen vor, da durch die kostenlose Nutzung der Luft die Kosten der Klimaschädigung bei der Herstellung klimaschädlicher Güter nicht weiter berücksichtigt werden müssen und entsprechend nicht in die Preisbildung einfließen. Im Ergebnis werden zu viele klimaschädliche Güter zu einem zu geringen Preis angeboten.

Ein internationaler Eingriff zur Minderung des Klimawandels ist dann gerechtfertigt, wenn die politischen Maßnahmen eine Nutzensteigerung im Vergleich zur Ausgangssituation hervorbringen, oder anders ausgedrückt: Wenn die notwendigen Klimaschutzmaßnahmen weniger Kosten als die Folgen des Klimawandels aufwerfen. Die Erfüllung dieser Bedingung ist jedoch in der Realität schwer nachzuweisen. Es liegen zwar zahlreiche Schätzungen von Klimaexperten vor, jedoch unterscheiden sich diese aufgrund unterschiedlicher Annahmen teilweise sehr deutlich.³ Im Folgenden wird daher unterstellt, dass die Individuen dem Schutz des Klimas einen so hohen Wert beimessen, dass dies einen Eingriff rechtfertigt. Im Falle der Klimaschutz-

³ Eine der bekanntesten Schätzungen wurde von Nicholas Stern in dem so genannten Stern-Report vorgenommen. Er kam zu dem Ergebnis, dass notwendige Klimaschutzmaßnahmen Kosten in Höhe von ca. einem Prozent des weltweiten jährlichen Bruttoinlandsproduktes aufwerfen würden, während die Kosten der Klimaschädigung ohne jegliche Klimaschutzbemühungen bei ca. fünf Prozent des weltweiten Bruttoinlandsprodukt pro Jahr lägen. Vgl. Stern (2007).

problematisch ist ein internationaler Eingriff notwendig, da es sich bei Treibhausgasen um einen globalen Schadstoff handelt.

2.2 Instrumentenwahl: Steuer und Emissionsrechtehandel

Für einen solchen Eingriff steht in der volkswirtschaftlichen Theorie eine Reihe von Instrumenten zur Verfügung. Dabei gelten vor allem die marktgerechten Instrumente als effizient. Marktgerechte Instrumente ordnen der Emission von Treibhausgasen einen Preis zu und korrigieren auf diese Weise das Preissystem. Eine solche Korrektur kann entweder durch eine Steuer oder durch einen Emissionsrechtehandel erreicht werden. Bei der Steuerlösung wird jeder Einheit Treibhausgas ein Preis zugeordnet, der von den jeweiligen Verursachern in Form einer Steuer entrichtet werden muss. In einem Emissionsrechtehandelssystem wird die maximale Menge an Treibhausgasemissionen festgelegt. Gleichzeitig wird das Recht zur Emission einer Einheit Treibhausgas in Form von Emissionsrechten verbriefte. Es kann also nicht mehr emittiert werden, als durch die Menge der Emissionsrechte festgelegt ist. Die Emissionsrechte sind handelbar und durch Angebot und Nachfrage entsteht ein Preis für die Emission einer Einheit Treibhausgas.

Das Entscheidungskalkül der Emittenten ist sowohl bei der Steuer als auch in einem Emissionsrechtehandel gleich: Ein Unternehmer, bei dessen Produktion Treibhausgasemissionen entstehen, muss zwischen der Emission einer Einheit Treibhausgas und der Entrichtung einer Steuer bzw. dem Erwerb eines Emissionsrechtes abwägen. Er wird so lange Emissionen vermeiden, wie die Kosten der Vermeidung günstiger sind als die Entrichtung der Steuer bzw. der Erwerb eines Zertifikats. Auf diese Weise werden dort Emissionen vermieden, wo dies zu den geringsten Kosten möglich ist. Soweit es einem Unternehmer im Wettbewerb möglich ist, wird er diese Kosten auf die Preise seiner Produkte umlegen, so dass es in der Tendenz zu einem Nachfragerückgang kommt. Im Ergebnis werden weniger klimaschädliche Güter konsumiert.

Der Emissionsrechtehandel ist dann vorteilhaft, wenn ein bestimmtes Mengenziel erreicht werden soll. Durch die festgelegte Zertifikatmenge wird ein solches Ziel immer erreicht, da zu keinem Zeitpunkt mehr Treibhausgase emittiert werden dürfen, als durch die Zertifikate ausgewiesen sind. Dagegen muss bei der Steuervariante

zunächst durch ein Trial-and-Error-Verfahren die richtige Steuerhöhe ermittelt werden.

Das von der Politik angestrebte Klimaschutzziel besteht in der Begrenzung der Klimaerwärmung auf zwei Grad Celsius.⁴ Dies entspricht einer begrenzten Menge an Treibhausgasen, die in der Atmosphäre verbleiben dürfen.⁵ Die Etablierung eines Emissionsrechtehandels zur Erreichung des Klimaschutzziels ist folglich auch aus ökonomischer Sicht empfehlenswert.

Zu Erreichung der maximalen Effizienz eines Emissionsrechtehandels sollte ein umfassendes System geschaffen werden, d. h. alle Länder und alle klimarelevanten Bereiche sollten in einen Emissionsrechtehandel eingebunden werden. Die Einbindung aller Länder ist deshalb notwendig, weil Treibhausgase unabhängig von Ländergrenzen wirken und es für die Erreichung des Klimaschutzziels völlig unerheblich ist, aus welchem Land Treibhausgase in die Atmosphäre gelangen. Darüber hinaus sollten möglichst alle klimarelevanten Bereiche in einem solchen System berücksichtigt werden, da nur auf diese Weise zwischen den unterschiedlichen Klimaschutzmaßnahmen abgewogen und die effizienteste Maßnahme genutzt werden kann. Hierzu gehört auch der Bereich terrestrischer Senken.

3. Grundlagen: Terrestrische Senken

3.1 Definitionen

Im Kyoto-Protokoll liegt der Fokus auf Treibhausgasquellen. Als Quelle wird ein Vorgang oder eine Tätigkeit verstanden, durch die Treibhausgase in die Atmosphäre freigesetzt werden. Dies ist beispielsweise bei der Kohleverstromung der Fall, da durch die Verbrennung fossiler Rohstoffe Kohlenstoff freigegeben wird und als Kohlenstoffdioxid (CO₂) in der Atmosphäre verbleibt.⁶ Hingegen bezeichnet eine Senke einen Vorgang, eine Tätigkeit oder einen Mechanismus, durch den Treibhausgase

⁴ Das Zwei Grad Ziel gründet auf der Meinung von Klimaexperten, dass ab einer Erwärmung um mehr als zwei Grad Celsius die Wahrscheinlichkeit irreversibler Veränderungen steigt, die die Folgen des Klimawandels drastisch erhöhen. Zu diesen sogenannten Kippschaltern zählt man beispielsweise den Verlust des grönländischen Eisschildes oder des Amazonas-Regenwaldes. Vgl. Schellnhuber / Kadner (2007).

⁵ Vgl. WBGU (2009).

⁶ Vgl. UNFCCC (1992).

aus der Atmosphäre gebunden werden.⁷ Es wird zwischen unterschiedlichen Arten von Senken unterschieden. Unter terrestrischen Senken wird die Speicherung von Treibhausgasen in solchen terrestrischen Ökosystemen verstanden, die sich ober- und unterirdisch auf die Vegetation, die organische Bodenauflage und den Mineralboden verteilen (z. B. Wälder, Moore, Äcker, Wiesen).⁸ Die Bindung von Treibhausgasen in marinen Ökosystemen (Meere, Flüsse etc.) wird marine Senke genannt. Eine Senke ist eine Stromgröße. Dagegen bezeichnet der Kohlenstoffvorrat den Bestand an gebundenem Kohlenstoff. Eine Kohlenstoffsенke stellt folglich die Veränderung des Kohlenstoffvorrats innerhalb eines Zeitraumes dar.

3.2 Funktionsweise terrestrischer Senken⁹

Um terrestrische Senken in ein internationales Klimaschutzsystem integrieren zu können, sind Kenntnisse über die grundlegende Funktionsweise der Kohlenstoffbindung von Pflanzen und des Kohlenstoffkreislaufs notwendig. Terrestrische Ökosysteme wie Wälder, Wiesen oder Savannen binden zwar im ersten Schritt eine beträchtliche Menge Kohlenstoff, jedoch wird etwa die Hälfte dieses Kohlenstoffs für den Betriebsstoffwechsel der Pflanzen benötigt und wieder in die Atmosphäre abgegeben. Dies wird als autotrophe Atmung bezeichnet. Die andere Hälfte wird für das Pflanzenwachstum verwendet, d. h. der Kohlenstoff wird in neuen Blättern, Zweigen, Wurzeln etc. gebunden. Eine Pflanze bindet also erst dann Kohlenstoff, wenn die Kohlenstoffaufnahme größer ist als die Veratmung von Kohlenstoff. In diesem Fall nehmen die Kohlenstoffvorräte in der Vegetation und im Boden zu. Das Ökosystem stellt hingegen eine Quelle für Kohlenstoffdioxid dar, wenn die Aufnahme von Kohlenstoff geringer ist als die gesamte Abgabe durch Veratmung und Verrottung. Ein solcher Zustand stellt sich vor allem am Ende des Lebenszyklus einer Pflanze ein. Am Ende des Lebenszyklus stirbt die Pflanze ab und gibt während des Verrottungsprozesses den gebundenen Kohlenstoff wieder in die Atmosphäre ab.¹⁰

⁷ Vgl. ebenda.

⁸ Vgl. WBGU (1998), S. 14.

⁹ Dieser Abschnitt folgt WBGU (1998), S. 14 und 18.

¹⁰ Kurz- bis mittelfristig bleibt ein Anteil von fünf Prozent in Form von Streu oder Humus gebunden. Langfristig verbleiben 0,5 Prozent als gebundener Kohlenstoff in Form von Holzkohle oder langsam umsetzbaren Humus in der Biomasse. Vgl. ebenda.

Während eine einzelne Pflanze einen Lebenszyklus durchläuft, muss dies bei komplexen Ökosystemen nicht unbedingt der Fall sein. Junge Wälder stellen meist eine Kohlenstoffsенke dar, da sie sich noch im Wachstum befinden. Umgekehrt wird bei sehr alten Baumbeständen eine Kohlenstoffquelle vermutet. Im Falle von unberührten Wäldern — so genannten Primär- oder Urwäldern — wird von einem dauerhaften Gleichgewicht ausgegangen, in dem die Kohlenstoffaufnahme der Kohlenstoffabgabe entspricht.¹¹ Gemäß dieser Annahme kommt es in diesen Wäldern folglich nicht zu einer zusätzlichen Kohlenstoffbindung. Im Vergleich zum einzelnen Baum, der am Ende seines Lebenszyklus den gebundenen Kohlenstoff wieder abgibt, kann der Kohlenstoff in Wäldern also über sehr lange Zeiträume gebunden bleiben. Es ist jedoch schwer zu bestimmen, wann ein terrestrisches Ökosystem einen Gleichgewichtszustand erreicht oder wieder verlassen hat. Von einem Gleichgewicht bei unberührten Wäldern kann grundsätzlich nur über sehr lange Zeiträume, bei ausreichend großen Regionen und bei Abwesenheit signifikanter Naturkatastrophen ausgegangen werden, da so Unregelmäßigkeiten über Zeit und Raum ausgeglichen werden.¹²

3.3 Bedeutung von Senken für den Klimaschutz

Senken haben eine beachtliche Bedeutung für den Klimaschutz. Marine und terrestrische Senken nehmen etwa die Hälfte aller jährlichen Kohlenstoffdioxidemissionen auf, d. h. diese Emissionen verbleiben nicht in der Atmosphäre, sondern werden durch marine und terrestrische Ökosysteme wieder gebunden.¹³ Dabei übernehmen marine Senken einen Anteil von ca. 25 bis 30 Prozent an den globalen Treibhausgasemissionen.¹⁴ Gleichzeitig machen Emissionen aus Landnutzungsänderungen ca. 20 Prozent der weltweiten anthropogenen jährlichen Kohlenstoffdioxidemissionen aus. Sie stellen damit weltweit die zweitgrößte anthropogene Emissionsquelle für Kohlenstoffdioxid dar und tragen erheblich zum Klimawandel bei.¹⁵

¹¹ Dieser Abschnitt folgt Schlamadinger et.al. (2007), S. 274-275.

¹² Die Gleichgewichtsannahme wird von Klimaexperten auch als rein theoretischer Zustand betrachtet. Siehe beispielsweise IPCC (2010), S.13 oder Schlamadinger et.al. (2007), S. 274-275.

¹³ Vgl. Canadell et al. (2007) S. 18867 oder Miller (2008), S. 26.

¹⁴ Vgl. ebenda und WBGU (2006), S. 70.

¹⁵ Vgl. Le Quéré et al. (2009), S. 832, oder Houghton (2005), S. 20.

Über das Potential terrestrischer Senken in einem internationalen Emissionsrechtehandel kann indes keine eindeutige Aussage getroffen werden. Die Effizienz eines Emissionsrechtehandels entsteht dadurch, dass die Schädiger zwischen unterschiedlichen Klimaschutzmaßnahmen abwägen und sich für die günstigste Variante entscheiden. Bei einer Einbindung terrestrischer Ökosysteme besteht die Möglichkeit, durch eine Ausweitung von Senken Kohlenstoff zu binden und sich Gutschriften ausstellen zu lassen. Diese können dann beispielsweise dafür verwendet werden, eigene Emissionen zu kompensieren oder ein Emissionsreduktionsziel zu erreichen. Umgekehrt sind teilnehmende Staaten dazu verpflichtet, bei einer Zerstörung terrestrischer Kohlenstoffvorräte in Höhe der freigesetzten Kohlenstoffmenge Emissionsrechte vorzuhalten.

In welchem Maße terrestrische Ökosysteme für Klimaschutzmaßnahmen genutzt werden, ist ex ante nicht vorhersehbar und muss über den Marktprozess entdeckt werden. Aufgrund dieser Unkenntnis ist es sinnvoll, möglichst alle klimarelevanten Bereiche in den Emissionsrechtehandel einzubinden, damit zwischen einem möglichst breiten Spektrum an Möglichkeiten abgewogen werden kann.

4. Der Status Quo: Die Einbindung terrestrischer Senken im Kyoto-Protokoll

Mit der Verabschiedung des Kyoto-Protokolls im Jahre 1997 legte sich eine Reihe von Industriestaaten auf völkerrechtlich verbindliche Emissionsreduktionsziele für den Zeitraum 2008 bis 2012 fest. Die einzelnen Reduktionsverpflichtungen der sogenannten Annex-B-Staaten¹⁶ machen zusammengefasst eine Reduktion der globalen Treibhausgasemissionen in Höhe von 5,2 Prozent aus (im Vergleich zum Jahr 1990).¹⁷ Das Kyoto-Protokoll sieht eine Reihe von Mechanismen zur Erreichung der nationalen Klimaschutzziele vor. Eines dieser flexiblen Mechanismen stellt der internationale Emissionsrechtehandel dar. Die Annex-B-Staaten werden vor Beginn der

¹⁶ Annex-B-Länder sind solche Länder, die sich im Kyoto-Protokoll zu Emissionsminderungen verpflichtet haben. Sie sind fast identisch mit den Annex-I-Ländern, die sich im Rahmen der Klimarahmenkonvention unter anderem zu Maßnahmen der Emissionsminderung verpflichtet haben. Vgl. Deutsche Emissionshandelsstelle (2011).

¹⁷ Die Europäische Union (EU-15) verpflichtete sich dabei auf eine Reduktion von acht Prozent (Basisjahr 1990). Innerhalb der Europäischen Union wurden die notwendigen Emissionsreduktionen ebenfalls unterschiedlich verteilt. Deutschland übernahm — ebenso wie Dänemark — eine Reduktionsverpflichtung von 21 Prozent. Vgl. BMU.

Verpflichtungsperiode (2008 – 2012) mit der national festgelegten Emissionsrechtemenge – den so genannten *Assigned Amount Units (AAUs)* — ausgestattet, die sie während der Verpflichtungsperiode handeln können. Dabei berechtigt jede *Assigned Amount Unit* zur Emission einer Tonne CO₂-Äquivalent, d. h. jedes Treibhausgas wird hinsichtlich seiner Treibhauswirkung auf Kohlenstoffdioxid umgerechnet.¹⁸ Am Ende der Verpflichtungsperiode haben die Annex-B-Staaten ihre Reduktionsverpflichtung erfüllt, wenn sie Emissionsrechte in Höhe der Emissionsmenge aus dem Basisjahr 1990 abzüglich der eingegangenen Reduktionsverpflichtung vorweisen. Neben den *Assigned Amount Units* können die Annex-B-Staaten auch weitere Emissionsrechte erwerben, wie beispielsweise *Emission Reduction Units (ERUs)* oder *Certified Emission Reductions (CERs)*.¹⁹ Die Gutschriften aus Senkenprojekten werden *Removal Units (RMUs)* genannt.

Im Fokus des Kyoto-Protokolls steht die Reduktion von Treibhausgasquellen. Die Nutzung terrestrischer Senken als anerkannte Klimaschutzmaßnahme ist lediglich für ausgewählte Klimaschutzaktivitäten aufgenommen worden. Die Bestimmungen zur Einbindung von Senken sind in den Artikeln 3.3 und 3.4 des Kyoto-Protokolls festgehalten.²⁰ In Artikel 3.3 werden solche von Menschen verursachte Landnutzungsänderungen und forstwirtschaftliche Maßnahmen berücksichtigt, die auf Aufforstung, Wiederaufforstung und Entwaldung seit 1990 zurückzuführen sind. Durch Artikel 3.3 wird folglich die Zunahme bzw. die Zerstörung von Waldgebieten bzw. die damit einhergehenden Veränderungen der Kohlenstoffvorräte berücksichtigt. Die Annex-B-Staaten können sich für Auf- oder Wiederaufforstungen Gutschriften ausstellen lassen. Gleichzeitig sind sie jedoch auch dazu verpflichtet, Zertifikate bei Waldrodungen vorzuhalten. Der Artikel 3.3 ist für alle Annex-B-Staaten verpflichtend.

Dagegen stellte Artikel 3.4 eine freiwillige Komponente des Kyoto-Protokolls dar. Diese optionalen Aktivitäten umfassen Wald-, Acker- und Weidelandbewirtschaftungsmaßnahmen sowie die Begrünung von Ödland.²¹ Die Annex-B-Staaten mussten vor Beginn der Verpflichtungsperiode festlegen, ob und welche

¹⁸ Beispielsweise entspricht eine Tonne Methan (CH₄) 25 Tonnen CO₂-Äquivalent. Vgl. Bundesregierung (2011).

¹⁹ Führt ein Annex-B-Land Klimaschutzprojekte in einem Nicht-Annex-B-Land durch, kann es sich in Höhe der eingesparten Emissionen ERUs ausstellen zu lassen. Gutschriften aus Projekten, die in einem Nicht-Annex-B-Land durchgeführt wurden, werden CERs genannt. Vgl. UNFCCC (a).

²⁰ Die folgenden Ausführungen folgen UNFCCC (1998), S. 3.

²¹ Weitere Informationen zu der Ausgestaltung der Artikel 3.3 und 3.4 unter Loft (2009), S. 111-121.

Maßnahmen sie aus Artikel 3.4 anerkennen möchten.²² Im Gegensatz zu Artikel 3.3 wird in Artikel 3.4 die anthropogene Veränderung von Kohlenstoffvorräten in bereits bestehenden terrestrischen Ökosystemen berücksichtigt, wie beispielsweise eine zusätzliche Kohlenstoffbindung durch eine intensive Waldbewirtschaftung. Dabei ist die Menge an Gutschriften aus Maßnahmen gemäß Artikel 3.4 gedeckelt, d. h. ein Annex-B-Land kann sich nur bis zu einer festgelegten Höchstmenge solche auf den Ausbau von Senken zurückgehende Zertifikate (RMU) ausstellen lassen. Die maximale RMU-Zertifikatmenge wird länderspezifisch festgelegt und liegt im Falle Deutschlands bei 4,55 Mio. Tonnen Kohlenstoffdioxid pro Jahr bzw. 1,24 Mio. Tonnen Kohlenstoff.²³

Grundsätzlich gelten die Artikel 3.3 und 3.4 nur für Annex-B-Länder, da nur sie im Rahmen des Kyoto-Protokolls eine Emissionsreduktionsverpflichtung eingegangen sind. In den Nicht-Annex-B-Ländern werden weder Treibhausgasemissionen noch die Kohlenstoffbindung in terrestrischen Ökosystemen vom Emissionsrechtehandel erfasst.²⁴ Allerdings ist gerade in diesen Ländern ein erheblicher Teil der globalen Waldbestände vorzufinden.²⁵ Die dort stattfindenden massiven Waldrodungen — beispielsweise im Amazonasgebiet — finden folglich keine Berücksichtigung im Rahmen des Kyoto-Protokolls.²⁶

Das Kyoto-Abkommen läuft 2012 aus. In den letzten Klimaschutzverhandlungen konnte sich die Staatengemeinschaft nicht auf ein Post-Kyoto-Abkommen einigen. Insofern ist auch die zukünftige Berücksichtigung terrestrischer Senken nicht absehbar.²⁷ Trotz der Unsicherheiten über ein zukünftiges Klimaschutzabkommen ist es

²² Vgl. Umweltbundesamt (2003), S. 10.

²³ Vgl. Winkler, Bernd (2007), S.17. Zur Umrechnung von Kohlenstoff in den jeweiligen CO₂-Wert wird der Faktor 3,667 [t CO₂/t C] zugrunde gelegt. Vgl. Europäische Kommission (2004), S. 14.

²⁴ Allerdings besteht die Möglichkeit, in diesen Ländern Projekte im Rahmen des Clean Development Mechanism (CDM) durchzuführen. Diese Projekte werden von einem Annex-B-Staat in einem Nicht-Annex-B-Land durchgeführt. Das Annex-B-Land kann sich die in dem Entwicklungs- oder Schwellenland eingesparte bzw. gebundene Treibhausgasmenge gutschreiben lassen. Allerdings sind diese Projekte im Bereich terrestrischer Ökosysteme auf Aufforstungs- und Wiederaufforstungsmaßnahmen beschränkt. Gutschriften aus diesen Aktivitäten dürfen ein Prozent der zugelassenen Emissionsrechtemenge des Annex-B-Staates nicht überschreiten. Vgl. UNFCCC (1998), S.11 und Umweltbundesamt (2003), S. 11. Weiterführende Literatur beispielsweise unter Eekhoff et al. (2008).

²⁵ Vgl. FAO (2011), S. 110-118.

²⁶ Vgl. FAO (2010), S. 15-23.

²⁷ Relativ sicher scheint jedoch die Weiterentwicklung von REDD (Reducing Emissions from Deforestation and Degradation). Durch den REDD-Mechanismus sollen in Entwicklungsländern Anreize geschaffen werden, Waldressourcen zu schützen, indem sie für den Erhalt ihrer Waldbestände

sinnvoll, die derzeitige Einbindung terrestrischer Senken im Rahmen des Kyoto-Protokolls zu analysieren und daraus effiziente Ausgestaltungsoptionen für ein potentielles Nachfolgeabkommen abzuleiten.

5. Die Anrechnung natürlicher und anthropogener Effekte im Bereich terrestrischer Senken

5.1 Keine Unterscheidung zwischen natürlichen und direkten anthropogenen Effekten

Laut Kyoto-Protokoll werden allein die direkten durch den Menschen verursachten Kohlenstoffveränderungen in den zugelassenen terrestrischen Ökosystemen angerechnet. Natürliche Effekte sollen nicht berücksichtigt werden. Unter direkten anthropogenen Veränderungen versteht man beispielsweise die Rodung von Wäldern oder die Entnahme von Holz zur Holznutzung. Um lediglich anthropogene Veränderungen anrechnen zu können, muss zwischen natürlichen und anthropogenen Einflüssen unterschieden werden. Dies stellt sich jedoch insbesondere bei der Umsetzung des Artikels 3.4 (Wald-, Acker- und Weidelandbewirtschaftungsmaßnahmen, Begrünung von Ödland) als problematisch heraus. So ist beispielsweise in einem Waldgebiet nur schwer zu messen, welche Kohlenstoffbindung auf natürliche Weise entstanden ist und welche Menge an Kohlenstoff allein aufgrund von Bewirtschaftungsmaßnahmen gebunden wurde.

Um dieses Problem zu lösen, wurde in den Richtlinien zur Erstellung von Treibhausgasinventaren die Unterscheidung zwischen natürlichen und anthropogenen Veränderungen sozusagen umdefiniert:²⁸ Bei der Anrechnung von Kohlenstoffvorratsänderungen im Bereich terrestrischer Ökosysteme wird zunächst zwischen bewirtschaftetem (*managed land*) und unbewirtschaftetem Land (*unmanaged land*) unterschieden. Per Definition werden alle Veränderungen auf bewirtschaftetem Land als anthropogen bezeichnet, während bei unbewirtschaftetem Land davon ausgegangen wird, dass dort allein natürliche Einflüsse zum Tragen kommen. Veränderungen auf unbewirtschaftetem Land müssen entsprechend nicht gemessen und in den

Kompensationszahlungen erhalten. Auf der UN-Klimakonferenz in Kopenhagen (COP 15) im Jahre 2009 wurde die Bedeutung von REDD hervorgehoben und im Abschlussdokument festgehalten. Es besteht jedoch noch eine Reihe offener Fragen, beispielsweise zur dauerhaften Finanzierung. Vgl. UNFCCC (2009) und Global Canopy Programme (2008).

²⁸ Dieser Abschnitt folgt IPCC (2006).

jährlichen Treibhausgasinventarberichten²⁹ der Annex-B-Länder ausgewiesen werden.

Diese Regelung ist jedoch mit neuen Problemen verbunden. Zunächst ist die Definition von bewirtschaftetem Land nicht besonders präzise. Eine Fläche gilt als bewirtschaftet, wenn Eingriffe oder Aktivitäten durch den Menschen vorgenommen werden, die eine soziale, ökologische oder wirtschaftliche Funktion erfüllen.³⁰ Dabei besteht ein gewisser Interpretationsspielraum, da die einzelnen Staaten selbst näher definieren und entscheiden können, welche Gebiete sie als bewirtschaftet und als nicht bewirtschaftet bezeichnen. Infolgedessen entsteht ein Anreiz, Flächen so auszuweisen, dass sie dem Land einen möglichst großen Vorteil in Form von Gutschriften aus Senken verschaffen. Es ist also durchaus möglich, unbewirtschaftete Waldflächen, die sich im Wachstum befinden und Kohlenstoff binden, durch kleine Eingriffe als *‘managed forest’* auszuweisen. Annex-B-Länder können auf diese Weise Zertifikate erhalten, ohne dass es durch eine menschliche Aktivität zu einer Kohlenstoffbindung kommen musste. Schließlich gelten alle Veränderungen auf bewirtschaftetem Gebiet als vom Menschen verursacht. Diese Befürchtung wurde beispielsweise in Bezug auf Brasilien geäußert, da in den dortigen Schutzgebieten beachtliche Mengen an Kohlenstoff gebunden werden, die nicht direkt auf menschliches Handeln zurückzuführen sind.³¹

Zudem treten natürliche Effekte auch auf bewirtschaftetem Land auf.³² Diese Auswirkung wird grundsätzlich als geringfügig eingestuft, allerdings ist sie in einigen Fällen durchaus relevant. Beispielsweise weist Kanada erhebliche Probleme aufgrund von Waldbränden und Borkenkäferbefall auf. Die Emissionen aus Waldbränden in den bewirtschafteten kanadischen Waldgebieten machen bis zu 45 Prozent der gesamten nationalen Emissionen aus.³³ Der Artikel 3.4 des Kyoto-Protokolls (Wald-,

²⁹ Die Annex-B-Staaten sind zur Erstellung jährlicher Inventarberichte verpflichtet. Die nationalen Inventarberichte weisen unter anderem die nationalen Treibhausgasemissionen bzw. die nationale Kohlenstoffbindung in allen in Anlage A des Kyoto-Protokolls aufgelisteten Sektoren sowie im Bereich Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (Land Use, Land Use Change and Forestry, LULUCF) auf. Anhand dieser Berichte wird die Erfüllung der nationalen Reduktionsverpflichtung vom Klimasekretariat kontrolliert. Vgl. UNFCCC (b).

³⁰ Vgl. IPCC (2006), S. 1.5.

³¹ Vgl. IPCC (2010), S.15.

³² Vgl. IPCC (2010), S.10.

³³ Zudem sind natürliche Waldbrände ursächlich für etwa 85 Prozent der durch Brand zerstörten gesamten Waldfläche (bewirtschafteter und unbewirtschafteter Wald). Vgl. Natural Resources Canada (2009).

Acker- und Weidelandbewirtschaftungsmaßnahmen, Begrünung von Ödland) wurde von Kanada aufgrund der erheblichen natürlichen Emissionen auf den bewirtschafteten Flächen nicht anerkannt.³⁴

Umgekehrt wirken sich auch menschliche Aktivitäten auf nicht bewirtschaftetem Land aus. Dies ist beispielsweise dann der Fall, wenn sich kontrollierte Waldbrände auf umliegende unbewirtschaftete Gebiete ausbreiten.³⁵

Um eine bessere Unterscheidung zwischen natürlichen und anthropogenen Effekten auf bewirtschaftetem Land zu erreichen, befürwortete die Staatengemeinschaft auf der UN-Klimakonferenz in Cancún im Jahre 2010 das Modell des *forest management reference levels* für eine potentielle nächste Verpflichtungsperiode.³⁶ Durch die Berechnung eines Referenzwertes soll zwischen natürlichen Effekten und der Wirkung von Klimaschutzaktivitäten unterschieden werden. Der Referenzwert stellt das Business-as-usual-Szenario dar, d. h. es wird die Entwicklung von Senken und Quellen geschätzt, die ohne zusätzliche Klimaschutzmaßnahmen stattfinden würde. Dies beinhaltet unter anderem auch den natürlichen Einfluss auf die Kohlenstoffbindung bzw. -freisetzung in terrestrischen Ökosystemen. Das Business-as-usual-Szenario wird dann mit der tatsächlichen Entwicklung verglichen und der Differenzbetrag zur Verrechnung der Reduktionsverpflichtung herangezogen. Die Probleme liegen auf der Hand: Ein solcher Referenzwert unterliegt Prognosen und Schätzungen, die naturgemäß mit Unsicherheiten verbunden sind.³⁷

Ein 'Herausrechnen' des natürlichen Effektes stellt eine Art Versicherung für den einzelnen Staat dar, da dieser die Kosten einer natürlich verursachten Kohlenstofffreigabe nicht tragen muss. Bei einer Versicherungslösung besteht jedoch die Gefahr des moralischen Risikos (*moral hazard*): Für den Staat ist es möglicherweise vorteilhafter, keine (oder weniger) kostspielige Maßnahmen gegen die natürliche Freisetzung von Kohlenstoff zu treffen, da er die Kosten im Schadensfall nicht tragen muss. Dadurch kann es zu einer vermehrten Kohlenstofffreisetzung in terrestrischen Ökosystemen kommen. Zur Erreichung des Klimaschutzziels müssten diese zusätz-

³⁴ Vgl. Natural Resources Canada (2009).

³⁵ Vgl. Natural Resources Canada (2009).

³⁶ Vgl. UNFCCC (2011), S. 5-13.

³⁷ Ähnliche Kritik besteht auch bei CDM-Projekten. Bei diesen Projekten wird ein Business-as-usual-Szenario ermittelt, um die eingesparten Emissionen messen zu können, da sie in Nicht-Annex-B-Ländern durchgeführt werden. Vgl. Eekhoff et al. (2008), S. 23.

lichen Emissionen an anderer Stelle ausgeglichen werden. Im Ergebnis würden andere Staaten die Kosten der zusätzlichen Kohlenstofffreisetzung in Form vermehrter Klimaschutzmaßnahmen tragen. Die Gefahr des *moral hazard* besteht dann, wenn der Schadenseintritt und/oder die Schadenshöhe beeinflussbar sind. Zumindest die Schadenshöhe scheint für den Fall der natürlichen Freisetzung von Kohlenstoff in terrestrischen Ökosystemen beeinflussbar zu sein. Beispielsweise kann der Mensch das Schadensausmaß eines Waldbrandes durch die Auswahl der Baumarten oder durch Maßnahmen der Brandbekämpfung stark beeinflussen. Weniger beeinflussbar ist der Schadenseintritt. So kann beispielsweise ein Blitzschlag, durch den ein Waldbrand ausgelöst wird, kaum verhindert werden. Gleiches gilt für andere Naturereignisse, wie Stürme oder Trockenperioden. Negative Folgen aufgrund von *moral hazard* können folglich nicht ausgeschlossen werden. Dies gilt solange nicht andere Gründe für den Schutz der Wälder ausschlaggebend sind: Wird beispielsweise ein Wald als Naherholungsgebiet genutzt, kann dies einen ausreichend großen Anreiz für Waldschutzmaßnahmen bieten.

Ein weiteres Problem bei der Übernahme des Risikos durch die Staatengemeinschaft besteht in der Gefahr, dass ein Land möglichst natürliche Ursachen für eine Kohlenstofffreisetzung angibt, um die Kosten nicht selbst tragen zu müssen. Schließlich ist oft nur schwer zu unterscheiden, ob die Freisetzung von Kohlenstoff auf natürliche Art oder durch menschliches Verschulden verursacht wurde. Um ein solches Fehlverhalten zu verhindern, müssten von einer unabhängigen Institution regelmäßige Kontrollen durchgeführt werden. Dies würde zu zusätzlichen Kosten des Klimaschutzsystems führen.

Es stellt sich jedoch grundsätzlich die Frage, warum der natürliche Einfluss auf terrestrische Ökosysteme überhaupt durch die Staatengemeinschaft versichert werden sollte. Gemäß dem Subsidiaritätsprinzip ist zunächst einmal jeder Staat für sich selbst verantwortlich. Dies würde bedeuten, dass der Staat das Risiko zusätzlicher Kosten durch natürlich verursachte Treibhausgasemissionen auf seinem Territorium zunächst selbst tragen sollte. Dies folgt ebenso aus dem Prinzip der Haftung, nach dem derjenige, der einen Nutzen erzielt, auch den Schaden tragen muss.³⁸ Der Staat trägt zwar auf der einen Seite das Risiko zusätzlicher Kosten bei einer natürlichen Kohlenstofffreisetzung, auf der anderen Seite jedoch erhält er Gutschriften, wenn auf

³⁸ Vgl. Eucken (1968), S. 279.

seinem Territorium natürliche Senken gemessen werden. Dem Risiko einer natürlichen Kohlenstofffreisetzung steht hier der potentielle Nutzen einer Kohlenstoffbindung gegenüber. Ein solches Szenario unterscheidet sich kaum von dem Risiko, das beispielsweise ein Landwirt trägt. Der Landwirt muss Kosten, die aufgrund natürlicher Ereignisse entstehen, selbst tragen (z.B. Ernteaufschläge aufgrund langer Trockenperioden). Er hat lediglich die Möglichkeit, das Risiko durch eine private Versicherung abzusichern. Übertragen auf die Anrechnung natürlicher Effekte in einem Emissionsrechtehandel müsste geprüft werden, ob eine solche private Versicherungslösung zur Absicherung des Risikos einer natürlichen Kohlenstofffreisetzung für Staaten möglich ist.³⁹ Bei einer natürlich verursachten Zerstörung terrestrischer Kohlenstoffvorräte käme dann die Privatversicherung für die Kosten auf, die zur Kompensation der natürlich verursachten Kohlenstofffreisetzung benötigt würden. Wie bei jeder Versicherung besteht jedoch auch hier die Gefahr des *moral hazard*. Das moralische Risiko ist in diesem Fall jedoch geringer, da der Staat bei einer privaten Versicherung eine Prämie zahlen muss, die seinem Risiko entspricht. Auf Seiten des Versicherten besteht ein Anreiz, Maßnahmen gegen den Verlust an terrestrischen Kohlenstoffvorräten durchzuführen, da dadurch sein Risiko sinkt und entsprechend eine geringere Versicherungsprämie zu zahlen ist. Ein geringeres Risiko kann der Versicherte beispielsweise durch die Einstellung zusätzlicher Förster oder den Kauf neuer Löschflugzeuge signalisieren.⁴⁰

Eine Risikoübernahme durch den jeweiligen Staat bzw. durch private Versicherungen ist jedoch dann problematisch, wenn Länder mit einem hohen Risiko aufgrund der beträchtlichen Risikoprämien nicht bereit sind, einem solchen Klimaschutzabkommen beizutreten.⁴¹ Da Kanada bereits Artikel 3.4 (Wald-, Acker- und Weidelandbewirtschaftungsmaßnahmen, Begrünung von Ödland) aufgrund der erwarteten hohen

³⁹ Ob tatsächlich eine Versicherung auf Staatenebene notwendig ist, hängt davon ab, ob der Staat den Emissionsrechtehandel auf eine andere Ebene überträgt. Das Kyoto-Protokoll ist auf Staatenebene angelegt. Jedoch hat beispielsweise die Europäische Union beschlossen, zumindest einen Teil ihrer Reduktionsverpflichtung durch einen Emissionsrechtehandel auf Unternehmensebene zu erfüllen. In diesem Falle wären es beispielsweise die Waldbesitzer und Bauern, die sich versichern müssten.

⁴⁰ Alternativ besteht auch die Möglichkeit, Selbstbehalte einzuführen. Ein Staat müsste demnach im Schadensfall einen Teil der Kosten selbst tragen. Da der Staat eher das Schadensausmaß als den Schadenseintritt beeinflussen kann, wäre hier ein prozentualer Selbstbehalt sinnvoll.

⁴¹ Ein Verzicht auf eine private Versicherung würde an der Problematik nichts ändern. Ohne Versicherung würden den Ländern ebenfalls hohe Kosten entstehen, da sie bei einer natürlich verursachten Kohlenstofffreigabe Emissionsrechte erwerben oder an anderer Stelle Emissionen vermeiden müssten.

Kosten nicht angenommen hat, scheint ein solches Szenario nicht unwahrscheinlich. Für die Effektivität und Effizienz eines Klimaschutzsystems ist jedoch die Teilnahme aller Länder von enormer Bedeutung und kann möglicherweise ein entscheidendes Argument für eine Risikoübernahme durch die Staatengemeinschaft darstellen.

Im Ergebnis ist die Frage nach der Zurechnung also nicht so leicht zu beantworten. Vor dem Hintergrund des Subsidiaritäts- und Haftungsprinzips scheint es sinnvoll, dass jeder Staat die Verantwortung für natürliche Veränderungen auf seinem Territorium selbst übernimmt und gegebenenfalls durch eine private Versicherung absichert. Dies kann möglicherweise dazu führen, dass vor allem Länder mit einem hohen Risiko nicht bereit sind, aufgrund erwarteter hoher Kosten einem solchen Klimaschutzabkommen beizutreten. Wenn diese Gefahr als groß und die Teilnahme aller Länder an einem Klimaschutzabkommen als unerlässlich erachtet wird, kann eine Versicherung durch die Staatengemeinschaft trotz der beschriebenen negativen Folgen durch *moral hazard* begründet werden.

5.2 Die Berücksichtigung indirekter anthropogener Effekte

Auf der UN-Klimaschutzkonferenz in Marrakesch wurde eine weitere Unterscheidung zwischen direkten und indirekten durch den Menschen verursachten Einflüssen getroffen.⁴² Bei indirekten anthropogenen Effekten handelt es sich vor allem um solche Veränderungen, die in einem bereits fortschreitenden anthropogenen Klimawandel begründet liegen. Solche indirekten durch den Menschen verursachten Veränderungen sollen bei der Anrechnung nationaler Emissionen bzw. Kohlenstoffbindungen nicht berücksichtigt werden.⁴³

Ein Ausklammern indirekter durch den Menschen verursachten Veränderungen terrestrischer Ökosysteme ist insofern nachvollziehbar, als dass ein Staat die Emissionen, die durch einen anthropogenen Klimawandel verursacht werden, nicht selbst verschuldet hat. Umgekehrt stellen auch auf diese Weise entstandene terrestrische Senken nicht das Verdienst des einzelnen Staates dar. Vielmehr ist der anthropogene Klimawandel durch Treibhausgasemissionen unterschiedlicher Staaten in der Vergangenheit verursacht. Somit kann eine Übertragung dieser Emissionen bzw.

⁴² Vgl. UNFCCC (2002), S. 55.

⁴³ Vgl. ebenda.

Senken auf die Staatengemeinschaft begründet werden.⁴⁴ Dies gilt auch für ein System, in dem einem Staat sowohl natürliche als auch direkte anthropogene Effekte angerechnet werden.

In der praktischen Umsetzung stellt eine solche Übertragung jedoch ein Problem dar, da hierfür ausreichend Kenntnisse zur Berechnung des indirekten Effektes vorhanden sein müssen. Die Klimaexperten stellten zwar eine zusätzliche Kohlenstoffbindung in terrestrischen Ökosystemen fest, die nicht auf direkte menschliche Klimaschutzaktivitäten zurückzuführen ist, jedoch konnte bis heute weder die genaue Ursache noch der genaue Entstehungsort ermittelt werden.⁴⁵ Es wird lediglich vermutet, dass diese zusätzliche Senke hauptsächlich durch indirekte anthropogene Effekte, beispielsweise durch CO₂-Fertilisation⁴⁶, Stickstoffdüngung oder Bewirtschaftungsaktivitäten in der Vergangenheit verursacht wird.

Da der Standort dieser zusätzlichen Kohlenstoffbindung nicht bekannt war, bestand in den internationalen Klimaschutzverhandlungen die Befürchtung, dass Annex-B-Staaten sich Teile dieser Senke anrechnen lassen und auf diese Weise ihre Reduktionsverpflichtung zumindest teilweise erfüllen könnten. Laut Kyoto-Protokoll wäre eine solche Anrechnung jedoch nicht zulässig gewesen. Um dies zu verhindern, wurden die Gutschriften, die sich die Annex-B-Staaten gemäß Artikel 3.4 des Kyoto-Protokolls ausstellen lassen können, begrenzt. Die Deckelung liegt bei fünfzehn Prozent der projizierten Kohlenstoffbindung, höchstens aber bei drei Prozent der Emissionen des Basisjahres.⁴⁷ In Deutschland beträgt das Höchstmaß an zulässigen Gutschriften aus Senkenprojekten 1,24 Mio. Tonnen Kohlenstoff bzw. 4,55 Mio. Tonnen Kohlenstoffdioxid pro Jahr.⁴⁸ Diese Menge stellt nur einen kleinen Teil der insgesamt gemessenen Kohlenstoffbindung durch Waldbewirtschaftungsmaßnahmen dar. Für

⁴⁴ Genau genommen müssten indirekte anthropogene Veränderungen den großen Industrienationen angerechnet werden, da sie in der Vergangenheit große Mengen an Treibhausgasen emittiert haben und somit Hauptverursacher des anthropogenen Klimawandels sind. Jedoch scheint es kaum möglich, den Beitrag eines Industriestaates am anthropogenen Klimawandel eindeutig zu berechnen.

⁴⁵ Diese zusätzliche Senke wird auch als 'missing sink' oder 'residual land sink' bezeichnet. Vgl. IPCC (2007), S. 520. Dieser Abschnitt folgt Schlamadinger et.al. (2007), S. 274-277.

⁴⁶ Als CO₂-Fertilisation wird ein verbessertes Pflanzenwachstum unter erhöhtem atmosphärischem Kohlenstoffdioxid (CO₂) verstanden. Eine erhöhte Kohlenstoffbindung aufgrund von CO₂-Fertilisation hängt folglich direkt mit dem anthropogen ansteigendem Treibhausgasgehalt in der Atmosphäre zusammen. Vgl. Max-Planck-Institut für Meteorologie.

⁴⁷ Vgl. UNFCCC (2001), S. 11.

⁴⁸ Vgl. Winkler (2007), S. 17.

die Verpflichtungsperiode 2008-2012 wird in Deutschland mit einer durchschnittlichen jährlichen Steigerung des Kohlenstoffvorrats um 2,1 Mio. Tonnen Kohlenstoff bzw. etwa 7,7 Mio. Tonnen Kohlenstoffdioxid gerechnet.⁴⁹

Da die zusätzliche Kohlenstoffbindung in terrestrischen Ökosystemen weder räumlich noch sachlich genau zugeordnet werden kann, stellen die länderspezifisch festgelegten Obergrenzen nur Vermutungen dar und sind mit Unsicherheiten verbunden. Es ist also nicht unwahrscheinlich, dass in einigen Annex-B-Staaten die ausgestellten Gutschriften gemäß Artikel 3.4 nicht der tatsächlichen Kohlenstoffbindung durch Bewirtschaftungsmaßnahmen entsprechen.

In einem Klimaschutzsystem, in dem einem Staat sowohl natürliche als auch direkte anthropogene Veränderungen angerechnet werden, besteht eine ähnliche Problematik. Auch hier wäre eine Deckelung mit großen Unsicherheiten verbunden und es wäre durchaus möglich, dass die Staaten dann nicht mehr in der Lage wären, den vollständigen Nutzen aus ihren terrestrischen Ökosystemen zu ziehen, sie jedoch das volle Risiko übernehmen müssten.

Vor dem Hintergrund der erheblichen Unsicherheiten kann alternativ auch eine Vernachlässigung des indirekten anthropogenen Effekts in Erwägung gezogen werden. Dies wäre vor allem in einem Klimaschutzsystem, in dem einem Staat sowohl natürliche als auch anthropogene Veränderungen angerechnet werden, von Vorteil, da weiterhin nicht zwischen verschiedenen Effekten bei der Erstellung einer nationalen Klimabilanz unterschieden werden müsste. In dem aktuellen Kyoto-Klimaschutzsystem blieben die beschriebenen Schwierigkeiten bei der Unterscheidung zwischen natürlichen und direkten anthropogenen Effekten bestehen. Solange keine weiteren Kenntnisse über den Kohlenstoffkreislauf terrestrischer Ökosysteme bestehen, scheint eine Lösung des Problems in beiden Anrechnungsverfahren nicht erreichbar.

6. Schlussfolgerung

Bei der Einbindung terrestrischer Senken kommt es unter anderem deshalb zu Problemen, weil es in diesem Bereich nicht nur zu anthropogenen sondern auch zu natürlichen Emissionen bzw. Kohlenstoffbindungen kommt. Laut Kyoto-Protokoll sollen

⁴⁹ Vgl. ebenda.

allein die direkten anthropogenen Veränderungen berücksichtigt werden. In der Umsetzung kam es jedoch zu erheblichen Problemen, da eine solche Unterscheidung oft nur schwer zu treffen und mit erheblichen Unsicherheiten verbunden ist.

Ein 'Herausrechnen' der natürlichen Effekte kann kritisch betrachtet werden. Nach dem Subsidiaritäts- und Haftungsprinzip ist eine Anrechnung natürlicher und direkter anthropogener Veränderungen der Kohlenstoffvorräte auf das Treibhausgaskonto des jeweiligen Landes durchaus gerechtfertigt. Zudem geht eine Risikoübernahme durch die Staatengemeinschaft mit der Gefahr des moralischen Risikos einher. Allerdings würden Länder mit einem hohen Risiko einem Klimaschutzsystem, in dem einen Staat sowohl die direkten anthropogenen als auch die natürlichen Effekte angerechnet werden, möglicherweise nicht beitreten.

Im Rahmen des Kyoto-Protokolls sind neben den natürlichen Effekten auch indirekte anthropogene Veränderungen der Kohlenstoffvorräte nicht den jeweiligen Staaten anzurechnen. Eine Übertragung einer indirekten anthropogenen Kohlenstoffbindung bzw. -freisetzung auf die Staatengemeinschaft kann durchaus begründet werden, da solche Veränderungen nicht auf den jeweiligen Staat, sondern auf weltweite Treibhausgasemissionen in der Vergangenheit zurückzuführen sind. Jedoch ist eine solche Unterscheidung aufgrund fehlender naturwissenschaftlicher Kenntnisse mit großen Unsicherheiten verbunden. Zusammengefasst kann die Frage nach der optimalen Anrechnung natürlicher, direkter und indirekter anthropogener Effekte nicht eindeutig beantwortet werden.

7. Literatur

- BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit): Glossar, online unter http://www.bmu.de/klimaschutz/internationale_klimapolitik/glossar/doc/print/2902.php#eu (abgerufen am 20.09.2011).
- Bundesregierung (2011): Kleines Klimalexikon, online unter http://www.bundesregierung.de/Webs/Breg/un-klimakonferenz/DE/Kleines_Klimalexikon/kleines-klimalexikon.html (abgerufen am 10.10.2011).
- Canadell, Josep G. / Le Quéré, Corinne / Raupach, Michael R. / Field, Christopher B. / Buitenhuis, Erik T. / Ciais, Philippe / Conway, Thomas J. / Gillett, Nathan P. / Houghton, R. A. / Marland, Gregg (2007): Contributions to accelerating atmospheric CO₂ growth from economic activity, carbon intensity, and efficiency of natural sinks, in PNAS, Vol. 104, Nr. 147, S. 18866-18870, online unter <http://www.pnas.org/content/104/47/18866.full.pdf+html> (abgerufen am 06.10.2011).
- Deutsche Emissionshandelsstelle (2011): Glossar, online unter http://www.dehst.de/DE/Serviceseiten/Glossar/Functions/_glossar.html?lv2=1710072&lv3=1967532 (abgerufen am 10.10.2011).
- Eekhoff, Johann / Jänsch, Janina / Roth, Steffen J. / Vossler, Christian (2008): Effiziente Treibhausgasreduktion durch Nutzung des Clean Development Mechanism (CDM), IWP Diskussionspapier, Nr. 01/2008 online unter http://www.iwp.uni-koeln.de/DE/Publikationen/dp/dp1_08%20%28CDM%29.pdf (abgerufen am 09.10.2011).
- Eucken, Walter (1968), Grundsätze der Wirtschaftspolitik, Tübingen.
- Europäische Kommission (2004): Entscheidung der Kommission vom 29. Januar 2004 zur Festlegung von Leitlinien für Überwachung und Berichterstattung betreffend Treibhausgasemissionen gemäß der Richtlinie 2003/87/EG des Europäischen Parlaments und des Rates, online unter <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:059:0001:0074:DE:PDF> (abgerufen am 23.09.2011).
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (2010): Global Forest Resources Assessment 2010, online unter <http://www.fao.org/docrep/013/i1757e/i1757e.pdf> (abgerufen am 13.10.2011).
- FAO (2011): State of the World's Forests 2011, Rom, online unter <http://www.fao.org/docrep/013/i2000e/i2000e.pdf> (abgerufen am 23.09.2011).
- Global Canopy Programme (2008): The Little REDD Book. A guide to governmental and non-governmental proposals for reducing emissions from deforestation and degradation, online unter http://www.amazonconservation.org/pdf/redd_the_little_redd_book_dec_08.pdf (abgerufen am 26.09.2011).
- Houghton, Richard A. (2005): Tropical deforestation as a source of greenhouse gas emissions, in: Moutinho/Schwartzmann (Hrsg) (2005), Tropical deforestation and climate change, Washington D.C., S. 13-21.

- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2006): 2006 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 4: Agriculture, Forestry and other Land Use, online unter <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html> (abgerufen am 28.09.2011).
- IPCC (2007): Climate Change: The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge, New York, online unter http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_fourth_assessment_report_wg1_report_the_physical_science_basis.htm (abgerufen am 10.10.2011).
- IPCC (2010): Revisiting the Use of Managed Land as a Proxy for Estimating National Anthropogenic Emissions and Removals, IPCC Expert Meeting Report, 5-7 May, 2009, Brazil, online unter http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/meeting/pdfiles/0905_MLP_Report.pdf (abgerufen am 28.09.2011).
- Le Quéré, Corinne / Raupach, Michael R. / Canadell, Josep G. / Marland, Gregg / Bopp, Laurent / Ciais, Philippe / Conway, Thomas J. / Doney, Scott C. / Feely, Richard A. / Foster, Pru / Friedlingstein, Pierre / Gurney, Kevin / Houghton, Richard A. / House, Joanna I. / Huntingford, Chris / Levy, Peter E. / Lomas, Mark R. / Majkut, Joseph / Metzl, Nicolas / Ometto, Jean P. / Peters, Glen P. / Prentice, I. Colin / Randerson, James T. / Running, Steven W. / Sarmiento, Jorge L. / Schuster, Ute / Sitch, Stephen / Takahashi, Taro / Viovy, Nicolas / van der Werf, Guido R. / Woodward, F. Ian (2009): Trends in the sources and sinks of carbon dioxide, in nature geosciences, Vol.2, Nr. 12, S. 831-836, online unter <http://www.nature.com/ngeo/journal/v2/n12/pdf/ngeo689.pdf> (abgerufen am 06.10.2011).
- Loft, Lasse (2009): Erhalt und Finanzierung biologischer Vielfalt - Synergien zwischen internationalem Biodiversitäts- und Klimaschutzrecht, Schriftenreihe Natur und Recht, Band 12, Berlin und Heidelberg.
- Max-Planck-Institut für Meteorologie: Bedeutung der unterschiedlichen CO₂-Fertilisation in jungen und alten Wäldern für den CO₂-Anstieg im 21. Jahrhundert, online unter <http://www.mpimet.mpg.de/wissenschaft/land-im-erdsystem/master-und-bachelorarbeiten/bedeutung-der-unterschiedlichen-co2-fertilisation.html> (abgerufen am 28.09.2011).
- Miller, John B. (2008): Sources, sinks and seasons, in NATURE, Vol. 451, S. 26-27, online unter <http://www.nature.com/nature/journal/v451/n7174/pdf/451026a.pdf> (abgerufen am 06.10.2011).
- Natural Resources Canada (2009): Forest Carbon Accounting. Frequently asked questions: Some Questions & Answers about Carbon and Forests, online unter http://carbon.cfs.nrcan.gc.ca/FAQ_e.html (abgerufen am 29.08.2011).
- Schellnhuber, Hans Joachim / Kadner, Susanne (2007): Klima, Krisen und Konflikte, Impulsreferat gehalten von Prof. Hans Joachim Schellnhuber beim 17. Forum Globale Fragen „Klimawandel und Sicherheit“ am 13. Juni 2007 im Auswärtigen

Amt, Berlin, online unter <http://www.auswaertiges-amt.de/cae/servlet/contentblob/389728/publicationFile/4509/17GF-Schellnhuber.pdf> (abgerufen am 13.10.2011).

Schlamadinger, Bernhard / Bird, David N. et.al. (2007): A synopsis of land use, land-use change and forestry (LULUCF) under the Kyoto Protocol and Marrakech Accords, Environmental Policy 10 (2007), S. 271-282.

Stern, Nicholas (2007): The Economics of Climate Change, Cambridge.

Umweltbundesamt (2003): Klimaverhandlungen – Ergebnisse aus dem Kyoto-Protokoll, den Bonn Agreements und Marrakesh-Accords, Berlin.

UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) (a): The Mechanisms under the Kyoto Protocol: Emissions Trading, the Clean Development Mechanism and Joint Implementation, online unter http://unfccc.int/kyoto_protocol/mechanisms/items/1673.php (abgerufen am 10.10.2011).

UNFCCC (b): Existing Requirements for Reporting and Review for Annex I Parties under the Convention and the Kyoto Protocol, online unter http://unfccc.int/national_reports/reporting_and_review_for_annex_i_parties/items/5689.php (abgerufen am 23.09.2011).

UNFCCC (1992): United Nations Framework on Climate Change, S. 4, online unter <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf> (abgerufen am 21.09.2011).

UNFCCC (1998): Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change, online unter <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf> (abgerufen am 28.09.2011).

UNFCCC (2001): Review of the Implementation of Commitments and other provisions of the Convention, FCCC/CP/2001/L.7, online unter <http://unfccc.int/resource/docs/cop6secpart/l07.pdf> (abgerufen am 29.09.2011).

UNFCCC (2002): Report of the Conference of the Parties on its seventh session, held at Marrakesh from 29 october to 10 november 2001. Addendum. Part Two: Action taken by the Conference of the Parties, FCCC/CP/2001/13/Add.1, online unter <http://unfccc.int/resource/docs/cop7/13a01.pdf> (abgerufen am 28.09.2011).

UNFCCC (2009): UNFCCC Resource Guide for preparing the National Communications of Non-Annex I Parties. Module 3: National Greenhouse Gas Inventories, Bonn, online unter http://unfccc.int/resource/docs/publications/09_resource_guide3.pdf (abgerufen am 26.09.2011).

UNFCCC (2011): Report of the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Kyoto Protocol on its sixth session, held in Cancun from 29 November to 10 December 2010, FCCC/KP/CMP/2010/12/add.1, online unter <http://unfccc.int/resource/docs/2010/cmp6/eng/12a01.pdf> (abgerufen am 28.09.2011).

- Winkler, Bernd (2007): Die Rolle des Waldes beim Klimaschutz aus Sicht des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Textfassung für den Tagungsband der Tagung "Klimaschutz und Klimawandel - Rolle der Forstwirtschaft" am 27. und 28.09.2007 in Gotha.
- WBGU (Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung für Globale Umweltveränderungen) (1998): Die Anrechnung biologischer Quellen und Senken im Kyoto-Protokoll: Fortschritt oder Rückschlag für den globalen Umweltschutz?, Sondergutachten, Bremerhaven, online unter [http://www.wbgu.de/fileadmin/ templates/dateien/veroeffentlichungen/sondergutachten/sn1998/wbgu_sn1998.pdf](http://www.wbgu.de/fileadmin/templates/dateien/veroeffentlichungen/sondergutachten/sn1998/wbgu_sn1998.pdf) (abgerufen am 10.10.2011).
- WBGU (2006): Die Zukunft der Meere – zu warm, zu hoch, zu sauer, Sondergutachten, Berlin, online unter [http://www.wbgu.de/fileadmin/ templates/dateien/veroeffentlichungen/sondergutachten/sn2006/wbgu_sn2006.pdf](http://www.wbgu.de/fileadmin/templates/dateien/veroeffentlichungen/sondergutachten/sn2006/wbgu_sn2006.pdf) (abgerufen am 10.10.2011).
- WBGU (2009): Kassensturz für den Weltklimavertrag – Der Budgetansatz, Sondergutachten, Berlin, online unter [http://www.wbgu.de/fileadmin/templates/ dateien/veroeffentlichungen/sondergutachten/sn2009/wbgu_sn2009.pdf](http://www.wbgu.de/fileadmin/templates/dateien/veroeffentlichungen/sondergutachten/sn2009/wbgu_sn2009.pdf) (Abruf: 09.08.2010).

Ordnungspolitische Diskurse

Discourses in Social Market Economy

- 2007 – 1 Seliger, Bernhard; Wrobel, Ralph – Die Krise der Ordnungspolitik als Kommunikationskrise
- 2007 – 2 Sepp, Jüri - Estland – eine ordnungspolitische Erfolgsgeschichte?
- 2007 – 3 Eerma, Diana; Sepp, Jüri - Competition Policy's Role in Network Industries - Regulation and Deregulation in Estonia
- 2007 – 4 Claphman, Ronald - Welche Bedeutung haben nationale Wirtschaftsordnungen für die Zukunft der EU? Der Beitrag der sozialen Marktwirtschaft
- 2007 – 5 Strunz, Herbert – Staat, Wirtschaften und Governance
- 2007 – 6 Jang Tae-Seok - South Korea's Aid to North Korea's Transformation Process - Social Market Perspective
- 2007 – 7 Libman, Alexander - Big Business and Quality of Institutions in the Post-Soviet Space: Spatial Aspects
- 2007 – 8 Mulaj, Isa - Forgotten Status of Many: Kosovo's Economy under the UN and the EU Administration
- 2007 – 9 Dathe, Uwe - Wettbewerb ohne Wettbewerb? Über die Bedeutung von Reformen im Bildungswesen für die Akzeptanz der Wettbewerbsidee
- 2007 – 10 Noltze, Karl - Die ordnungspolitische Strategie des Landes Sachsen
-
- 2008 – 1 Seliger, Bernhard - Die zweite Welle – ordnungspolitische Herausforderungen der ostasiatischen Wirtschaftsentwicklung
- 2008 – 2 Gemper, Bodo Rheinische Wegbereiter der Sozialen Marktwirtschaft: Charakter zeigen im Aufbruch
- 2008 – 3 Decouard, Emmanuel - Das „Modèle rhénan“ aus französischer Sicht
- 2008 – 4 Backhaus, Jürgen - Gilt das Coase Theorem auch in den neuen Ländern?
- 2008 – 5 Ahrens, Joachim - Transition towards a Social Market Economy? Limits and Opportunities
- 2008 – 6 Wrobel, Ralph - Sonderwirtschaftszonen im internationalen Wettbewerb der Wirtschaftssysteme: ordnungspolitisches Konstrukt oder Motor institutionellen Wandels?
-
- 2009 – 1 Wrobel, Ralph - The Double Challenge of Transformation and Integration: German Experiences and Consequences for Korea
- 2009 – 2 Eerma Diana; Sepp, Jüri - Estonia in Transition under the Restrictions of European Institutional Competition
- 2009 – 3 Backhaus, Jürgen - Realwirtschaft und Liquidität
- 2009 – 4 Connolly, Richard - Economic Structure and Social Order Type in Post-Communist Europe
- 2009 – 5 Dathe, Uwe – Wie wird man ein Liberaler? Die Genese der Idee des Leistungswettbewerbs bei Walter Eucken und Alexander Rüstow
- 2009 – 6 Fichert, Frank - Verkehrspolitik in der Sozialen Marktwirtschaft
- 2009 – 7 Kettner, Anja; Rebien, Martina – Job Safety first? Zur Veränderung der Konzeptionsbereitschaft von arbeitslosen Bewerbern und Beschäftigten aus betrieblicher Perspektive
- 2009 – 8 Mulaj, Isa – Self-management Socialism Compared to Social Market Economy in Transition: Are there Convergent Paths?

- 2009 – 9 Kochskämper, Susanna - Herausforderungen für die nationale Gesundheitspolitik im Europäischen Integrationsprozess
- 2009 – 10 Schäfer, Wolf – Dienstleistungsökonomie in Europa: eine ordnungspolitische Analyse
- 2009 – 11 Sepp, Jüri – Europäische Wirtschaftssysteme durch das Prisma der Branchenstruktur und die Position der Transformationsländer
- 2009 – 12 Ahrens, Joachim – The politico-institutional foundation of economic transition in Central Asia: Lessons from China
- 2009 – 13 Pitsoulis, Athanassios; Siebel, Jens Peter – Zur politischen Ökonomie von Defiziten und Kapitalsteuerwettbewerb
-
- 2010 – 01 Seliger, Bernhard – Theories of economic miracles
- 2010 – 02 Kim, GiEun - Technology Innovation & Green Policy in Korea
- 2010 – 03 Reiljan, Janno - Vergrößerung der regionalen Disparitäten der Wirtschaftsentwicklung Estlands
- 2010 – 04 Tsahkna, Anna-Greta, Eerma, Diana - Challenges of electricity market liberalization in the Baltic countries
- 2010 – 05 Jeong Ho Kim - Spatial Planning and Economic Development in Border Region: The Experiences of Gangwon Province, Korea
- 2010 – 06 Sepp, Jüri – Ordnungspolitische Faktoren der menschlichen Entwicklung
- 2010 – 07 Tamm, Dorel - System failures in public sector innovation support measures: The case of Estonian innovation system and dairy industry
- 2010 – 08 Clapham, Ronald - Wirtschaftswissenschaft in Zeiten der Globalisierung
- 2010 – 09 Wrobel, Ralph - Geldpolitik und Finanzmarktkrise: Das Konzept der „unabhängigen Zentralbank“ auf dem ordnungspolitischen Prüfstand
- 2010 – 10 Rutsch, Andreas; Schumann, Christian-Andreas; Wolle, Jörg W. - Postponement and the Wealth of Nations
- 2010 – 11 Ahrens, Joachim; Jünemann, Patrick - Transitional Institutions, Institutional Complementarities and Economic Performance in China: A 'Varieties of Capitalism' Approach
- 2010 – 12 Kolev, Stefan; Der bulgarische Weg seit 1989, Wachstum ohne Ordnung?
-
- 2011 – 1 Wrobel, Ralph – Energiewende ohne Markt? Ordnungspolitische Perspektiven für den deutschen Stromsektor
- 2011 – 2 Rõigas, Kärt – Linkage between productivity and innovation in different service sectors
- 2011 – 3 Sepp, Jüri – Institutionelle Innovationen im Infrastrukturbereich: Beispiel Post in Estland
- 2011 – 4 Effelsberg, Martin – Measuring absorptive capacity of national innovation systems
- 2011 – 5 Jänsch, Janina – Die Anrechnung natürlicher und anthropogener Effekte auf terrestrische Ökosysteme im Rahmen des Kyoto-Protokolls

Herausgeber:

PD Dr. habil. Bernhard Seliger – Seoul
Prof. Dr. Ralph M. Wrobel – Zwickau

www.Ordnungspolitisches-Portal.de