

Wirtschaftlicher Wert der Senkenleistung des Waldes unter KP-Artikel 3.4 und Ansätze zu dessen Abgeltung in der ersten Verpflichtungsperiode

Peter Elsasser

Institut für Ökonomie der Forst- und Holzwirtschaft

Johann Heinrich von Thünen-Institut
Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei
Hausadresse: Leuschnerstr. 91, 21031 Hamburg
Postadresse: Postfach 80 02 09, 21002 Hamburg

Tel.: 040 / 73962-301
Fax: 040 / 73962-399
Email: oef@vti.bund.de
URL: www.vti.bund.de

Institut für Ökonomie der Forst- und Holzwirtschaft

**Wirtschaftlicher Wert der Senkenleistung des Waldes
unter KP-Artikel 3.4
und Ansätze zu dessen Abgeltung
in der ersten Verpflichtungsperiode**

von

Peter Elsasser

Arbeitsbericht des Instituts für Ökonomie der Forst- und Holzwirtschaft
2008 / 6

Hamburg, im November 2008

Inhalt

Zusammenfassung	4
Summary	5
1 Einleitung	6
2 Wirtschaftlicher Wert der C-Senkenleistung unter dem Kyoto-Protokoll.....	8
2.1 <i>Anrechnungsfähige Menge</i>	8
2.1.1 Netto-Kohlenstoffspeicherung im Wald	8
2.1.2 Anrechnungsgrenze für „Waldbewirtschaftung“ (nach Art.3.4 KP).....	12
2.1.3 Anrechnungsgrenze für die Kompensation von Waldflächenveränderungen (nach Art.3.3 KP) .	13
2.1.4 Zwischenfazit: Anrechnungsfähige Menge	15
2.2 <i>Nutzen pro Mengeneinheit</i>	15
2.2.1 Preise auf Emissionsmärkten.....	17
2.2.2 Preisprognosen auf Basis von Emissionsvermeidungskosten	20
2.2.3 Zwischenfazit: Nutzen pro Mengeneinheit	24
2.3 <i>Aggregierter Wert der Kohlenstoffsinkenleistung in Deutschland aus gesamtwirtschaftlicher Sicht</i>	25
2.3.1 Potentielle Erlöse in der ersten Verpflichtungsperiode.....	25
2.3.2 Opportunitätskosten der CO ₂ -Speicherung.....	25
2.3.3 Zwischenfazit: Wert der Senkenleistung.....	28
3 Instrumente zur Abgeltung der Senkenleistung	30
3.1 <i>Kriterien für die Instrumentenwahl</i>	30
3.1.1 Effektivität und Anreiz zur Zielerfüllung.....	31
3.1.2 Kosteneffizienz.....	34
3.1.3 Zwischenfazit: Kriterien für die Instrumentenwahl	38
3.2 <i>Diskussion und Ausblick</i>	39
3.2.1 Erste Verpflichtungsperiode, 2008-2012: unter gegebenem institutionellem Rahmen	39
3.2.2 Vorbereitung auf „post-2012“: Gestaltung des institutionellen Rahmens	44
3.2.3 Fazit.....	46
4 Literatur	48

Wirtschaftlicher Wert der Senkenleistung des Waldes unter KP Art. 3.4 und Ansätze zu dessen Abgeltung in der ersten Verpflichtungsperiode

Zusammenfassung

Zur Diskussion geeigneter Instrumente zur Abgeltung der Senkenleistung des Waldes wird den Fragen nachgegangen, wie hoch der wirtschaftliche Wert der Senkenleistung der deutschen Wälder unter dem Kyoto-Protokoll ist und auf welche Weise die Forstwirtschaft an diesem Wert beteiligt werden könnte.

Es zeigt sich, dass die Anrechnungsgrenze für die zusätzliche C-Speicherung im Wald nach Art. 3.4 KP (1,24 Mt C/a) in der ersten Verpflichtungsperiode mit großer Wahrscheinlichkeit ausgeschöpft werden kann. Der Wert der Senkenleistung lässt sich auf etwa 450 Mio. € veranschlagen; möglicherweise erhöhen sich diese Beträge um etwa ein Drittel für die Kompensation von Kohlenstoffverlusten aufgrund von Waldflächenveränderungen nach Art. 3.3 KP. Über Verpflichtungsperioden nach 2012 lassen sich jedoch mangels Informationen über die institutionellen Rahmenbedingungen keine quantitativen Aussagen treffen; ab etwa 2030 tritt diese Frage zudem in den Hintergrund, da etwa zu diesem Zeitpunkt die Nettospeicherung negativ wird. Aufgrund der Preisrelationen zwischen Senken- und Holzerlösen sprechen Opportunitätskostenerwägungen wie auch die Möglichkeit, Holz zur Material- und Energiesubstitution zu nutzen, dafür, gegenwärtig eher eine Unter- als eine Übererfüllung des durch die Anrechnungsgrenze vorgegebenen Mengenziels zu riskieren.

Daher erscheinen für die erste Verpflichtungsperiode zusätzliche Anreize zur Steigerung der Senkenleistung kontraproduktiv. Auf längere Sicht ist dies nicht so; mangels Einschätzbarkeit des künftigen institutionellen Rahmens können Anreize aber heute noch nicht zielgerichtet formuliert werden. Für die Instrumentenwahl in der ersten Verpflichtungsperiode gewinnen daher distributive gegenüber allokativen Aspekten an Gewicht. Es wird empfohlen, übergangsweise ein möglichst kostengünstiges Distributionsinstrument zu wählen, eine langfristig gültige Institutionalisierung aber erst dann zu gestalten, wenn hierfür die Rahmenbedingungen absehbar sind. Zudem sollte im Rahmen der politischen Verhandlungen über ein Kyoto-Folgeabkommen auf eine schlüssigere Behandlung biologischer Senken hingewirkt werden (generelle Aufhebung der Anrechnungsgrenzen für Waldsenken, Aufhebung der diesbezüglichen Wahlmöglichkeit, Anrechnung von Holzprodukten).

Economic value of the carbon sequestration service of forests under KP- article 3.4 and compensation options in the first commitment period

Summary

In order to discuss policy instruments suitable as payment mechanisms for the carbon sequestration service of forests, this article deals with two main questions: first, it estimates the quantity and economic value of carbon sequestration in the forests of Germany under the Kyoto Protocol; second, it asks how the German forest sector could be given a share in the sequestration benefits.

It turns out that Germany very probably will be able to fully exploit the assigned cap of 1.24 Mt C/a according to Art. 3.4 KP in the first commitment period. The economic value of this sequestration service can be put at about 450 mill. € potentially this amount increases by about one third for the compensation of carbon losses due to afforestation/deforestation according to Art. 3.3 KP. Because of the lack of information about the future institutional framework it is not possible to quantify sequestration values for commitment periods after 2012; however this question will become less important for the time from about 2030 onwards, since the net sequestration will turn negative at that time. Considering the price relations between sequestration and timber revenues, the resulting opportunity costs as well as the possibility of using wood for material and energy substitution purposes, it seems more advisable to run the risk of falling short of the quantitative sequestration target set by the assigned cap than exceeding this target.

Therefore, additional incentives for increasing forest sequestration services would seem counterproductive in the first commitment period. This result need not hold for later periods; however, incentives for these periods cannot appropriately be targeted today due to the lack of knowledge about the future institutional framework. Consequently, distributive rather than allocative aspects come to the fore when deliberating about policy mechanisms for the first commitment period. It is therefore recommended to opt for a cost-efficient distribution mechanism as an interim solution. A long term decision should be designed not before the relevant international institutional framework is foreseeable. Moreover, political negotiations about a post-Kyoto agreement should aim at a more consistent handling of biological sinks (specifically, a mandatory accounting of forest sinks; an abandonment of the respective caps; and an inclusion of harvested wood products).

1 *Einleitung*¹

Das Kyoto-Protokoll (KP 1997)² schreibt den beteiligten Industriestaaten („Annex I-Staaten“) bindend Emissions(reduktions)ziele für Treibhausgase vor; bei der Erfüllung dieser Ziele müssen auch Zu- oder Abnahmen der jeweiligen Kohlenstoffspeicher durch anthropogen bedingte Waldflächenveränderungen berücksichtigt werden (Entwaldung, Wiederbewaldung und Erstaufforstung seit 1990, KP Art. 3.3). Darüber hinaus können die Staaten wahlweise auch Änderungen des Kohlenstoffvorrates durch nachhaltige Waldbewirtschaftung in bereits bestehendem Wald anrechnen lassen (KP Art. 3.4); wenn sie dies tun, ist die Anrechnung auch in Zukunft verpflichtend. Die Bundesregierung hat sich am 27.12.2006 zugunsten dieser Option entschieden (BMU 2006). Gleichzeitig hat sie dafür optiert, die Senkenleistung des bestehenden Waldes nicht jährlich, sondern erst am Ende der Verpflichtungsperiode abzurechnen.

Die Senkenleistung der deutschen Wälder ist damit seit Beginn der ersten Verpflichtungsperiode 2008 dem Regime des Kyoto-Protokolls unterworfen und damit ein knappes Gut geworden. Als solches bekommt sie erstmals einen konkreten wirtschaftlichen Wert – wenn auch zunächst allein für den Staat (als Partner des internationalen Vertragswerkes), noch nicht für die Forstbetriebe, in denen die Leistung physisch erbracht wird. Gleichzeitig mit der Entscheidung für Artikel 3.4 KP wurde vom zuständigen Bundesministerium (BMELV) jedoch in Aussicht gestellt, die „zu erzielenden Erlöse [...] zu einem substantiellen Teil dem Wald und den Waldbewirtschaftern in Deutschland zu Gute kommen [zu] lassen“.³ Auf welche Weise dies konkret geschehen soll, ist bisher offen; auch ist noch nicht bekannt, welcher Betrag überhaupt zur Verteilung ansteht. Es sind also zwei Fragen zu beantworten, namentlich:

- Wie hoch ist der wirtschaftliche Wert der Senkenleistung der deutschen Wälder unter dem Kyoto-Protokoll?
- Auf welche Weise soll die Forstwirtschaft an diesem Wert beteiligt werden?

¹ Ich danke Margret Köthke und Matthias Dieter herzlich für ihre sorgfältigen, kritischen und sehr hilfreichen Kommentare.

² <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf>

³ BMELV (2006): Gute Botschaft für die Forstwirtschaft. Lindemann: Beitrag der Deutschen Wälder zum Klimaschutz wird anerkannt. Pressemitteilung Nr. 182 v. 22.12.2006, Bonn.

Im Auftrag des BMELV wird diesen beiden Fragen im Folgenden nachgegangen (vgl. dazu auch LIEBIG & ELSASSER 2007). Im folgenden Kapitel 2 werden zunächst die bewertungsrelevanten Mengen und die entsprechenden Preise abgeschätzt. Darauf aufbauend werden in Kapitel 3 Kriterien für die Instrumentenwahl etabliert, anhand derer einige grundsätzliche Überlegungen über die unter den gegebenen Rahmenbedingungen geeigneten Instrumente angestellt werden. Anschließend werden deren Umsetzungsmöglichkeiten diskutiert und Schlussfolgerungen zum Instrumenteneinsatz gezogen.

2 Wirtschaftlicher Wert der C-Senkenleistung unter dem Kyoto-Protokoll

Erst mit dem Ende der ersten Verpflichtungsperiode 2012 wird sich herausstellen, in welchem Maße und zu welchen Kosten Deutschland sowie die übrigen Partnerstaaten des Kyoto-Protokolls ihre jeweiligen Pflichten zur Emissionsreduktion erfüllt haben werden, und zu welchen Preisen dann ein etwaiger zwischenstaatlicher Handel mit Emissionsberechtigungen stattfindet. Auch der voraussichtliche Umfang der Kohlenstoffspeicherung im Wald ist heute noch etlichen Unsicherheiten unterworfen – etwa aufgrund möglicher Sturmwürfe, aber auch aufgrund denkbarer Änderungen im Nutzungsverhalten der Waldbesitzer. Im Vorhinein müssen daher sowohl Aussagen über den quantitativen Umfang der Senkenleistung als auch über ihren ökonomischen Wert auf Prognosen zurückgreifen.

2.1 Anrechnungsfähige Menge

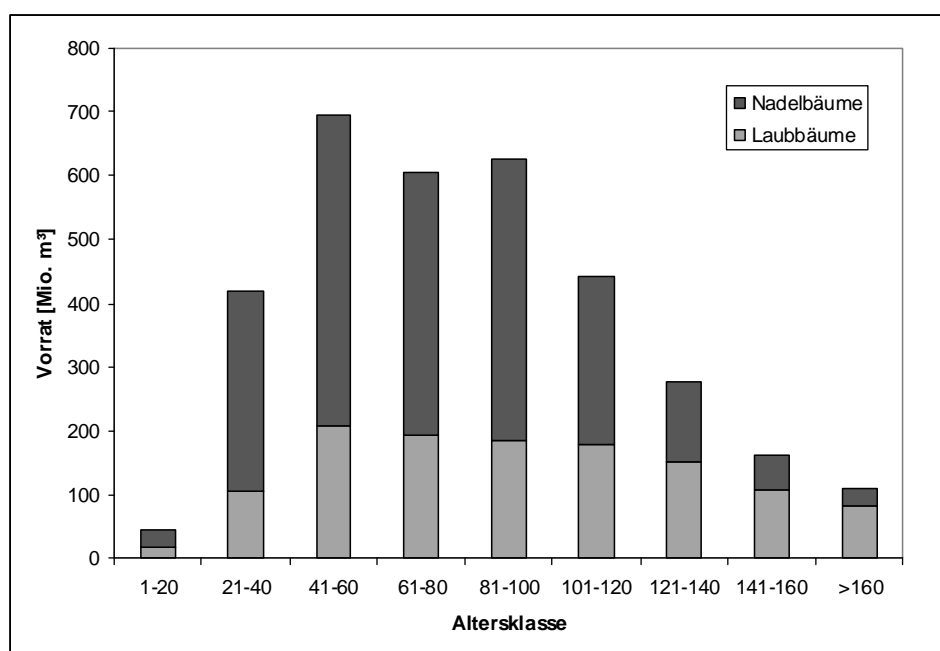
2.1.1 Netto-Kohlenstoffspeicherung im Wald

Für eine Prognose der anrechnungsfähigen Menge an zusätzlich gespeichertem Kohlenstoff muss zunächst betrachtet werden, wie viel überhaupt netto (d.h. nach Abrechnung der Holzentnahmen) zuwächst. Bereits in der Vergangenheit sind die Holzvorräte in den Wäldern Deutschlands insgesamt gestiegen; sie betragen nach der jüngsten Bundeswaldinventur im Jahr 2002 rund 3,4 Mrd. m³ (BMVEL 2004a:33). Abbildung 1 zeigt, wie sie sich über die Altersklassen verteilen. Im Vergleich der beiden bisherigen Bundeswaldinventuren haben die Holzvorräte zwischen 1987 und 2002 durchschnittlich um 55 m³/ha zugenommen (BMVEL 2004a:55ff.; nur alte Bundesländer). An das Klimasekretariat wurde auf dieser Basis für die alten Bundesländer eine Zunahme der C-Vorräte zwischen den beiden Forstinventuren um netto 1,52 t/ha/a gemeldet (UBA 2006:332), und für die neuen Bundesländer eine von 2,32 t/ha/a, welche auf Basis von Bundeswaldinventur 2 und Forsteinrichtungsdaten errechnet worden ist.⁴ Für das Jahr 2006 wurde im Nationalen Inventarbericht für Gesamtdeutschland eine Zunahme der Kohlenstoffvorräte von insgesamt 78,70 Mt CO₂ (=21,46 Mt C) extrapoliert; hiervon entfällt der überwiegende Teil auf die Vorratzzunahme im bestehenden Wald, nur etwa 6 % davon ist durch Neuwaldflächen bedingt (BMELV 2008:Tab.1).⁵

⁴ Um zu kompensieren, dass die Forsteinrichtungsdaten die tatsächlichen Vorräte vermutlich unterschätzt haben, wurde dazu ein um 10 % höherer Ausgangsvorrat angenommen (UBA 2006:332).

⁵ Für „Neuwaldflächen“ werden 4,7 Mt CO₂ gemeldet, für die „Verbleibende Waldfläche“ 74,1 Mt CO₂. Für „Landnutzungswandel“ werden keine Zahlen mitgeteilt.

Abbildung 1: Holzvorräte nach Altersklassen 2002 (Basis: Bundeswaldinventur)



Auch für die Zukunft ist zunächst mit weiter steigenden Vorräten im Wald zu rechnen, bedingt durch den derzeitigen Altersaufbau der deutschen Wälder (siehe Abbildung 1) in Verbindung mit relativ langen Umtriebszeiten und der allgemeinen Verpflichtung zur Nachhaltigkeit. Die längerfristige Vorratsentwicklung ist mit Hilfe des Waldentwicklungs- und Holzaufkommensmodells WEHAM prognostiziert worden, das auf den Daten der Bundeswaldinventur 2 aufbaut. Mit diesem Modell wurden Zuwachs, Rohholzpotential und Vorratsentwicklung in Fünfjahresschritten bis 2042 abgeschätzt; dem liegen Steuergrößen zugrunde, die mit den Bundesländern abgestimmt worden sind (dies betrifft vor allem notwendige Annahmen über Umtriebszeiten und Zielstärken). Das Ergebnis ist als offizielle Potentialabschätzung des BMVEL veröffentlicht (BMVEL 2005).⁶

Auf dieser Basis wurde die in der Baumbiomasse gespeicherte Kohlenstoffmenge geschätzt, indem auf die für die jeweiligen Zeitpunkte prognostizierten Derbholzvorräte zunächst baumartenspezifische Expansionsfaktoren für Reisig, Nadeln und Wurzeln aus

⁶ POLLEY & KROIHER 2006 haben diese Ergebnisse variiert, indem sie unterschiedliche Szenarien der Waldbehandlung (u.a. durch Variation der Endnutzungsalter) unterstellt haben. In Bezug auf diese Szenarien bildet die in der vorliegenden Untersuchung herangezogene Vorratsprognose („Szenario A“) eine mittlere Entwicklung der Vorräte ab. Das langfristige potentielle Rohholzaufkommen nähert sich bei allen untersuchten Szenarien zum Ende des betrachteten Zeitraums hin an, bei allerdings unterschiedlicher Vorratsentwicklung (beispielsweise findet in „Szenario F“ kein Vorratsaufbau statt, da dieses Szenario einen Abbau der Vorräte auf das Niveau von 1987 unterstellt).

DIETER & ELSASSER 2002 aufgeschlagen wurden.⁷ Zur anschließenden Umrechnung des ober- und unterirdischen Baumbiomassevolumens in Massen wurden Holzdichten (ρ) nach GROSSER & TEETZ 1986 herangezogen, der jeweilige Kohlenstoffgehalt wurde LAMLOM & SAVIDGE 2003 entlehnt. Tabelle 1 fasst die verwendeten Umrechnungsfaktoren zusammen.

Tabelle 1: Verwendete Umrechnungsfaktoren

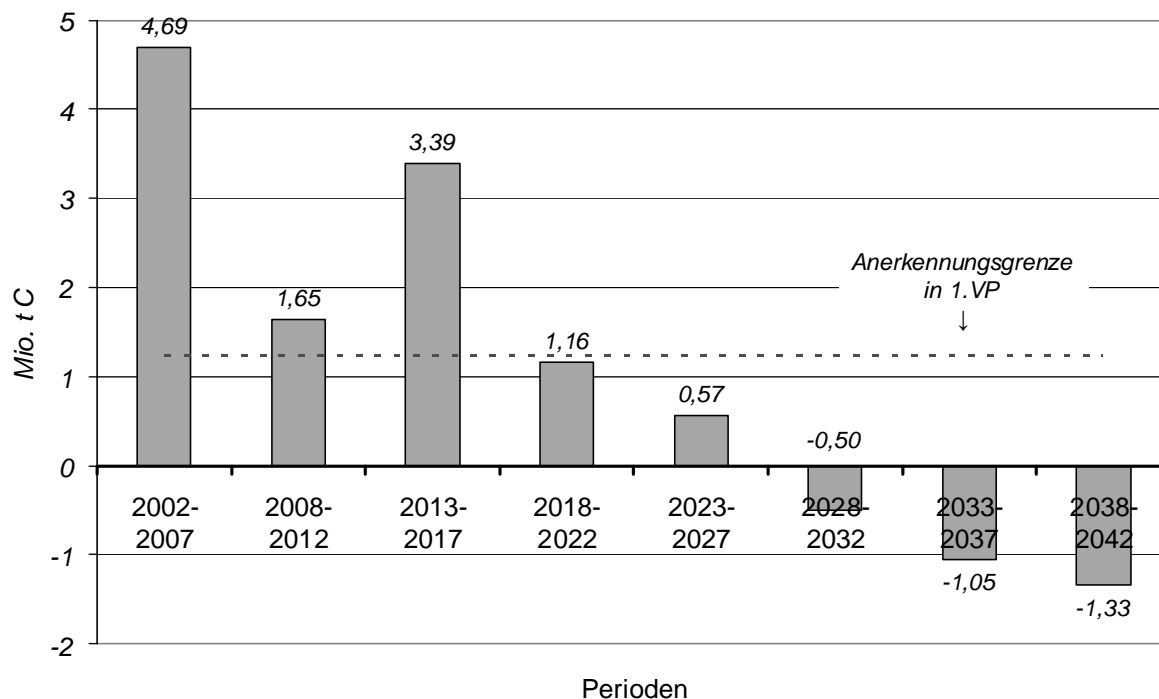
	Derbholzvolumen [m ³] →				Dichte [t/m ³]	Kohlenstoffgehalt [t/t]	Konversion Volumen [m ³] → C-Masse [t]
	Reisig [m ³]	Nadeln [m ³]	Wurzeln [m ³]	Baumbiomasse [m ³]			
Eiche	0,21	0**	0,22	1,43	0,65	0,50	0,32
Buche	0,19	0**	0,22	1,41	0,68	0,47	0,32
sLb(h)	0,19	0**	0,22	1,41	0,66	0,49	0,32
sLb(n)	0,12	0**	0,20	1,32	0,50	0,48	0,24
Fichte	0,15	0,10	0,23	1,47	0,43	0,50	0,22
Tanne	0,28	0,10*	0,25	1,63	0,41	0,49	0,20
Douglasie	0,10	0,05	0,21	1,36	0,47	0,51	0,24
Kiefer	0,15	0,09	0,23	1,47	0,49	0,51	0,25
Lärche	0,10	0**	0,23*	1,32	0,55	0,47	0,26

*wegen fehlender Angaben wurden die entsprechenden Werte für Fichte unterstellt. **für Sommergrüne wurde eine Datenaufnahme im Winter unterstellt. sLb(h)/sLb(n): sonstige Laubbäume mit hoher/niedriger Umtriebszeit (Werte z.T. interpoliert). *Quellen:* GROSSER & TEETZ 1986; DIETER & ELSASSER 2002; LAMLOM & SAVIDGE 2003.

Von diesem Bruttospeicher an Kohlenstoff zu den einzelnen Zeitpunkten waren die Nutzungen abzuziehen. Unter der (recht extremen) Annahme, dass jeweils das gesamte nachhaltig nutzbare Rohholzpotential entnommen wird, zeigt Abbildung 2 die Veränderung des Nettokohlenstoffvorrates in der unter- und oberirdischen Baumbiomasse bis zum Ende des Modellierungszeitraumes, berechnet jeweils als Differenz der für die einzelnen Zeitpunkte prognostizierten Kohlenstoffvorräte.

⁷ Nach Entscheidung 16/CMP.1, § 21 müssen neben der ober- und unterirdischen Baumbiomasse auch die Kohlenstoffpools in der Streu, im Totholz und der organische Bodenkohlenstoff berücksichtigt werden. Dies ist nur dann verzichtbar, wenn nachgewiesen werden kann, dass der jeweilige Pool keine Kohlenstoffquelle darstellt. Dies wird hier unterstellt; die Prognosen umfassen lediglich die ober- und unterirdische Baumbiomasse.

Abbildung 2: Entwicklung der durchschnittlichen jährlichen Nettokohlenstoffspeicherung in Baumbiomasse in der Bundesrepublik Deutschland (berechnet auf Basis von WEHAM)



Die prognostizierte zusätzliche Nettokohlenstoffspeicherung beträgt zu Beginn des Betrachtungszeitraumes etwa 5 Mt C/a.⁸ Sie liegt deutlich unter der offiziell gemeldeten C-Zunahme (s.o.) und auch deutlich unter anderen Schätzungen (z.B. DIETER & ELSASSER 2002: Tab.6) – in erster Linie, weil sie sich auf einen späteren Zeitraum bezieht,⁹ und weil in anderen Quellen meist lediglich der amtliche Einschlag, in der hier vorgestellten Prognose jedoch das gesamte Nutzungspotential als Entnahme veranschlagt wird. In der Vergangenheit lag der amtliche Einschlag unter dem tatsächlichen Einschlag (DIETER & ENGLERT 2005), und damit weit unterhalb des Nutzungspotentials. Die Orientierung am Potential liefert also für die Netto-Senkenleistung die vorsichtigere Schätzung. Dieser vorsichtige Ansatz wird hier verwendet, um zum einen Unsicherheiten über die künftige Entwicklung der tatsächlichen Holzeinschläge zu kompensieren – welche in der Vergangenheit kontinuierlich angestiegen sind (vgl. SPELLMANN *et al.* 2008:5) –, und zum zweiten um den möglichen Einfluss von Kalamitäten zu berücksichtigen, die immer wieder zu hohen Zwangsnutzungen führen.

⁸ In einer früheren Veröffentlichung (DIETER *et al.* 2005) war aufgrund der Verwendung pauschaler (nicht nach Baumarten differenzierter) Umrechnungsfaktoren noch von geringfügig höheren Kohlenstoffvorräten ausgegangen worden.

⁹ Zum bisherigen Verlauf der Speicherung (1993-2004) s. BORMANN *et al.* 2006:20,34.

Die Nettokohlenstoffaufnahme sinkt im Verlauf des Betrachtungszeitraumes, weil das Nutzungspotential aufgrund des gegebenen Altersklassenaufbaus schneller steigt als der Zuwachs. Ab etwa 2030 nehmen die Vorräte unter den von den Bundesländern gesetzten Annahmen sogar ab, d.h. die Nettokohlenstoffspeicherung wird negativ. Je nach dem, ob und in welchem Umfang mögliche Kalamitäten eintreten, kann diese negative Entwicklung stärker oder schwächer (dies heißt gleichzeitig: früher oder später) eintreten.

2.1.2 Anrechnungsgrenze für „Waldbewirtschaftung“ (nach Art.3.4 KP)

Für die nähere Zukunft sind aber weder die Prognoseunsicherheiten über die exakte Höhe der Nettokohlenstoffaufnahme noch deren insgesamt sinkende Tendenz besonders bedeutsam, da die Anrechnung der Vorratzzunahme aus Waldbewirtschaftung für 2008-2012 länderspezifischen Grenzen unterliegt (Entscheidung 16/CMP.1 der UNFCCC)^{10, 11}. Für Deutschland beträgt diese Grenze 1,24 Mt C/a (a.a.O., Appendix). Da die Nettokohlenstoffaufnahme im Wald selbst unter den vorsichtigen obigen Annahmen deutlich größer ist, kann zum Zwecke der Bewertung der anrechnungsfähigen C-Senke aus Waldbewirtschaftung mit relativ hoher Sicherheit von einer Mengengrundlage von 1,24 Mt C/a für die erste Verpflichtungsperiode ausgegangen werden. Jede darüber hinaus gehende zusätzliche Kohlenstoffaufnahme im Wald ist im Rahmen des Kyoto-Protokolls wirtschaftlich wertlos, weil sie nach den einschlägigen Regularien nicht anerkannt wird (mit einer möglichen Ausnahme, s. folgenden Abschnitt 2.1.3).

Für die nach 2012 folgenden Verpflichtungsperioden gilt diese Argumentation nur noch eingeschränkt. Zwar erreicht (bzw. übertrifft) die prognostizierte Nettokohlenstoffaufnahme die derzeitige Anrechnungsgrenze noch bis etwa 2022 (vgl. Abbildung 2); es ist aber unklar, ob die Höhe dieser Anrechnungsgrenze auch in Zukunft Bestand haben wird (Entscheidung 16/CMP.1 weist im Annex, § 11 ausdrücklich darauf hin, dass die dort aufgestellten Grenzen *nur* für die erste Verpflichtungsperiode gelten). Nach 2012 könnten diese Grenzen verändert oder möglicherweise auch ganz aufgehoben werden.

Zusätzlich verkompliziert wird die Betrachtung, weil die Anrechnungsgrenze laut Entscheidung 16/CMP.1 auch eventuelle Änderungen von Kohlenstoffspeichern aufgrund von

¹⁰ <http://unfccc.int/resource/docs/2005/cmp1/eng/08a03.pdf>

¹¹ Diese ausgehandelten Anrechnungsgrenzen dienen dazu, „natürlich“ ablaufende Zunahmeprozesse (insbesondere durch indirekte Stickstoffeinträge und die gegebene Altersstruktur der Wälder) von der Anrechnung auszuschließen (ausführlicher: s. Abschnitt 3.1.1, speziell Fußnote 48, S.32).

Waldbewirtschaftung einschließt, welche im Rahmen der Joint Implementation (JI, Art. 6 KP) erbracht werden (die also mit deutscher Beteiligung durch Waldbewirtschaftungsaktivitäten in anderen Annex I-Staaten entstehen).¹² Sollte also künftig in nennenswertem Umfang von Deutschland aus in solche ausländische Waldbewirtschaftungsmaßnahmen investiert werden, dann wäre die Bilanz der Nettokohlenstoffakkumulation um diese Einheiten zu erweitern – was die politische Konkurrenz darum entbrennen lassen dürfte, wessen Senkenleistung der anrechnungsfähigen Menge zugerechnet würde und wessen nicht. Nach derzeitigem Stand (Oktober 2008) sind allerdings keine Planungen für solche JI-Waldbewirtschaftungsprojekte bekannt.¹³

2.1.3 Anrechnungsgrenze für die Kompensation von Waldflächenveränderungen (nach Art.3.3 KP)

Aus der realen Nettokohlenstoffaufnahme im deutschen Wald sind eventuell auch weitere Ansprüche zu bedienen: Sollte Deutschland nämlich aus Waldflächenänderungen (nach Art. 3.3 KP) eine Kohlenstoff-Nettoquelle zu bilanzieren haben,¹⁴ so steht für die erste Verpflichtungsperiode die Möglichkeit offen, diese Nettokohlenstoffverluste bis zu einer Obergrenze von 9 Mt C/a durch Waldbewirtschaftung gemäß Art.3.4 KP auszugleichen (Entscheidung 16/CMP.1, Annex, § 10). Unter diesen Umständen wäre die wirtschaftlich relevante Menge an zusätzlich im Wald gespeichertem Kohlenstoff also größer als 1,24 Mt C/a, und zwar um diejenige Menge an netto freigesetztem Kohlenstoff aus Waldflächenveränderungen, die durch Waldbewirtschaftungsmaßnahmen kompensiert werden kann (maximal aber um 9 Mt C/a).

Zur Abschätzung dieser potentiellen zusätzlichen Menge ist demnach erstens zu fragen, wie groß die Kohlenstoffverluste aus Waldflächenveränderungen sein werden, und inwieweit zweitens die Vorratzzunahme im bestehenden Wald hinreichen wird, auch diese

¹² Dies bezieht sich allerdings *nur* auf Waldbewirtschaftungsmaßnahmen; sonstige grundsätzlich im Rahmen von Art.3.4 KP anrechnungsfähige Maßnahmen der Landbewirtschaftung – wie etwa unter „Revegetation“ verbuchte Biomasseanlagen – fallen genauso wenig unter diese Regel wie auch Aufforstungen nach Art. 3.3 KP.

¹³ Auskunft darüber gibt das UNEP Risø Centre on Energy, Climate and Sustainable Development <www.uneprisoe.org>, das aktuelle Listen mit CDM- und JI-Projekten führt (UNEP Risoe CDM/JI Pipeline Analysis and Database, October 1st 2008). Nach der entsprechenden JI-Liste <<http://cdmpipeline.org/publications/JIpipeline.xls>> ist derzeit kein JI-Forstprojekt bewilligt oder in der Pipeline.

¹⁴ Dies ist trotz der positiven Waldflächenbilanz Deutschlands möglich, weil bei Aufforstungen die Biomasse nur vergleichsweise langsam akkumuliert, die akkumulierte Biomasse bei Waldumwandlungen jedoch auf einen Schlag entfernt wird.

zusätzliche Menge zu kompensieren. Zu ersterem: Derzeit sind Kohlenstoffverluste aus Waldflächenveränderungen für Gesamtdeutschland nicht hinreichend abschätzbar. Selbst über die Vergangenheit sind diesbezüglich noch keine offiziellen Informationen verfügbar (BMU 2006:40). Lediglich für die alten Bundesländer enthält der Nationale Inventarbericht 2006 den Hinweis, dass der Vorratsverlust an Kohlenstoff aus Entwaldungsflächen in den alten Bundesländern ohne Vorratsverluste aus Totholz, Streu und Boden jährlich 0,27 Mt C betragen habe (UBA 2006:348);¹⁵ die zusätzlichen Verluste aus den letztgenannten Kompartimenten werden unter großen Unsicherheiten auf insgesamt 0,18 Mt C geschätzt (UBA 2006:515). Trotz aller Unsicherheiten weist die Größenordnung dieser Zahlen aber darauf hin, dass die hier relevante Anrechnungsgrenze von zusätzlichen 9 Mt C/a voraussichtlich nicht wird ausgeschöpft werden können (bzw. müssen). Auch die zweite oben angeschnittene Frage weist in die gleiche Richtung: Die Nettokohlenstoffsенке wird nach der oben erwähnten Prognose (s. Abschnitt 2.1.1) in der ersten Verpflichtungsperiode vorübergehend auf unter 2 Mt C/a zurückgehen. Auch seitens der naturalen C-Akkumulation des Waldes könnte die für die Bewertung relevante Mengenbasis also lediglich um etwa ein Drittel über die im Rahmen von Art. 3.4 KP anrechnungsfähigen 1,24 Mt C hinaus erweitert werden.

Politisch ist aber unsicher, ob diese zusätzliche Menge tatsächlich anerkannt werden könnte. Der Vertragstext der einschlägigen Entscheidung 16/CMP.1 sieht in § 10 hierfür nämlich eine Bedingung vor, die nicht eindeutig verständlich¹⁶ und entsprechend umstritten ist.¹⁷ Eine Klärung wird letztendlich erst die Vertragspraxis bringen.

¹⁵ Diese Zahl liegt auch innerhalb des von LISKI *et al.* 2000 (S.94) für Deutschland insgesamt geschätzten Rahmens.

¹⁶ § 10 lautet (im Original ohne Hervorhebung): „For the first commitment period, a Party included in Annex I that incurs a net source of emissions under the provisions of Article 3, paragraph 3, may account for anthropogenic greenhouse gas emissions by sources and removals by sinks in areas under forest management under Article 3, paragraph 4, up to a level that is equal to the net source of emissions under the provisions of Article 3, paragraph 3, but not greater than 9.0 megatonnes of carbon times five, *if the total anthropogenic greenhouse gas emissions by sources and removals by sinks in the managed forest since 1990 is equal to, or larger than, the net source of emissions incurred under Article 3, paragraph 3.*“ Wörtlich genommen ist die letztgenannte Bedingung sinnfrei, denn sie besagt, dass aus bewirtschaftetem Wald zuvor netto mindestens gleichviel emittiert worden sein müsse wie aus Waldflächenveränderungen emittiert wurde. Ersetzt man gedanklich das erste „emittiert“ durch „sequestriert“; dann wird lediglich bereits zuvor Gesagtes wiederholt. Es bleibt also weiterhin verborgen, welche Funktion der hier hervorgehobenen Passage ursprünglich zugehört war.

¹⁷ Entsprechend hilft hier auch die Umsetzungsanleitung des Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice (SBSTA) nicht weiter, in der die Vertragsbestimmungen in formelgestützte Handlungsanweisungen übersetzt werden. In der entsprechenden Formel wird die fragliche Bedingung lediglich verbal wiederholt und um zwei Fußnoten ergänzt, deren letzte lautet, eine Vertragspartei möge gegebenenfalls erläutern, wie sie diese Bedingung eingehalten habe (FCCC/SBSTA/2008/L.11, S.5; <http://unfccc.int/resource/docs/2008/sbsta/eng/111.pdf>).

2.1.4 Zwischenfazit: Anrechnungsfähige Menge

Festgehalten werden kann also:

- Mit großer Wahrscheinlichkeit wird in der ersten Verpflichtungsperiode ausreichend Kohlenstoff durch Waldbewirtschaftung gespeichert, um die Anrechnungsgrenze in Höhe von 1,24 Mt C/a ausschöpfen zu können. Umgerechnet in CO₂ sind dies 4,55 Mt CO₂/a, bzw. 22,73 Mt CO₂ für die gesamte Verpflichtungsperiode.¹⁸
- Ob und wie viele zusätzliche Einheiten darüber hinaus zur Kompensation von Kohlenstoffverlusten aufgrund von Waldflächenveränderungen anerkannt werden, ist sowohl von der Mengenbasis her als auch politisch kaum abschätzbar. Falls überhaupt, so dürften die theoretisch möglichen zusätzlichen 9 Mt C/a jedoch kaum erreicht werden; plausibler erscheint, dass sich die anrechnungsfähige Menge dadurch höchstens um etwa ein Drittel erweitern dürfte.
- Über Verpflichtungsperioden nach 2012 lassen sich kaum quantitative Aussagen treffen, da unbekannt ist, ob es dann noch Anrechnungsgrenzen für die Kohlenstoffspeicherung im Wald geben wird, und wie hoch diese sein werden. Ab etwa 2030 tritt die Frage nach den Anrechnungsgrenzen in den Hintergrund, da etwa zu diesem Zeitpunkt die Nettospeicherung negativ wird.

2.2 Nutzen pro Mengeneinheit¹⁹

Das Kyoto-Protokoll eröffnet grundsätzlich die Möglichkeit des zwischenstaatlichen Handels mit Emissionsberechtigungen (KP Art. 17; die diesbezüglichen Modalitäten sind in Entscheidung 18/CP.7²⁰ niedergelegt). Handelbar sind zum einen diejenigen Emissionsrechte, die einem Staat auf Basis der wechselseitigen Reduktionsvereinbarung zugewiesen sind (Assigned Amount Units [AAU]), und zum anderen solche, die zusätzlich erzeugt worden sind (über JI-Projekte: Emission Reduction Units [ERU]; über CDM-Projekte: Certified Emission Reductions [CER]; sowie schließlich über Wald- (sowie gegebenenfalls weitere

¹⁸ Umgerechnet über das Verhältnis der Molekular- bzw. Atomgewichte von CO₂ (44) zu C (12).

¹⁹ Im hier gesteckten Rahmen wird lediglich der für die Bundesrepublik monetär erzielbare Nutzen betrachtet; nicht eigens betrachtet werden damit sowohl Wohlfahrtsgewinne, die auf vermiedene Schäden durch einen Anstieg der Treibhausgase in der Atmosphäre zurückgehen (sofern nicht über die Bestimmungen des Kyoto-Protokolls anrechenbar) als auch etwaige sonstige positive externe Effekte der Vermeidung von Treibhausgasemissionen.

²⁰ http://unfccc.int/files/kyoto_mechanisms/cdm/application/pdf/13a02.pdf#page=50

Land-) Bewirtschaftung: Removal Units [RMU]). Alle diese Zertifikate beziehen sich einheitlich auf eine Tonne CO₂-Äquivalent und sind im Prinzip gegeneinander austauschbar.²¹ Aufgrund dieser Austauschbarkeit spiegeln die Zertifikatspreise die Grenzkosten der Emissionseinsparung im Durchschnitt der handelsberechtigten Staaten²² wider, sobald der Markt ins Gleichgewicht gekommen ist: Denn solange die technischen Möglichkeiten zur Emissionseinsparung (bzw. Kohlenstoffspeicherung) pro Einheit billiger sind als die Zertifikate, ist es für einen Staat günstiger, diese technischen Möglichkeiten zu nutzen und dadurch frei werdende Zertifikate zu verkaufen; umgekehrt ist ein Zukauf von Zertifikaten günstiger, solange die technische Emissionseinsparung teurer ist.

Sollte sich also ein solcher zwischenstaatlicher Emissionshandel etablieren, dann lassen sich die dort realisierten Preise pro Tonne CO₂ unmittelbar als volkswirtschaftlicher Wert einer Tonne eingesparter CO₂-Emission bzw. einer Tonne der Atmosphäre durch Waldbewirtschaftung entzogenen Kohlendioxids (soweit anrechnungsfähig) interpretieren. Im einfachsten denkbaren Fall reduziert Deutschland seine Emissionen bis 2012 um genau 21 % der Basisjahremissionen, also exakt auf den vereinbarten Betrag. Dann werden hierfür alle zuvor zugewiesenen Zertifikate verbraucht, und sämtliche durch Waldbewirtschaftung erzeugten Zertifikate können verkauft werden. Der mit ihnen erzielbare Umsatz ist das Produkt aus anrechnungsfähiger Menge an durch Waldbewirtschaftung gespeichertem CO₂ (laut Abschnitt 2.1.4 voraussichtlich 22,73 Mt CO₂) und Zertifikatspreis. Realiter wird die Emissionsreduktion größer oder kleiner sein, möglicherweise werden auch gar keine der theoretisch verfügbaren Zertifikate in den Handel kommen – etwa dann, wenn Deutschland sie sämtlich zur Erfüllung seiner Reduktionspflichten verbraucht, weil das Einsparziel sonst verfehlt würde, oder auch wenn man sich aus politischen Gründen grundsätzlich gegen die Teilnahme am Emissionshandel entscheiden sollte. Am Mechanismus der Preisfindung über eingesparte Vermeidungskosten, und damit der Bewertung der Kohlenstoffspeicherleistung ändert dies jedoch nichts. Nachfolgend sollen also Informationen zusammengetragen werden, welche über die voraussichtliche Höhe dieser Zertifikatspreise bzw. der (marginalen) Vermeidungskosten Auskunft geben.

²¹ Für RMUs gilt die Einschränkung, dass diese nicht in eine folgende Verpflichtungsperiode übertragen werden können. Es ist für einen Staat daher sinnvoll, zur Abdeckung seiner Reduktionsverpflichtung in der jeweils aktuellen Verpflichtungsperiode zuerst eventuell verfügbare RMUs zu verbrauchen, Vorratshaltung und Handel aber gegebenenfalls mit anderen Zertifikatarten abzuwickeln.

²² Handelsberechtigt sind diejenigen Staaten, für die in Annex B zum Kyoto-Protokoll Emissionsbegrenzungen angegeben sind, sofern sie die im Annex zu Entscheidung 18/CP.7 aufgeführten Voraussetzungen erfüllen. Eine Liste der derzeit handelsberechtigten Staaten findet sich unter http://unfccc.int/files/kyoto_protocol/compliance/enforcement_branch/application/pdf/eligibility_list_080909.pdf.

2.2.1 Preise auf Emissionsmärkten

Obwohl letztendlich erst das Ende der ersten Verpflichtungsperiode den wesentlichen Impuls für den zwischenstaatlichen Handel mit Emissionszertifikaten bietet, sind frühere Transaktionen bereits vor 2012 zu erwarten – insbesondere von Staaten, die bereits jetzt absehen können, dass sie ihre Emissionsziele deutlich über- bzw. untererfüllen werden.²³ Derzeit sind Zertifikatspreise aus dem zwischenstaatlichen Handel noch nicht frei zugänglich; in der Presse wurde allerdings bereits über erste Vertragsabschlüsse berichtet.²⁴ Von etlichen osteuropäischen Staaten (v.a. Russland, Ukraine) ist bekannt, dass sie Verkaufsinteresse und -möglichkeiten haben. Laut Weltbank (CAPOOR & AMBROSI 2008) könnte das gesamte potentielle Angebot an AAUs die Nachfrage um das Dreifache übersteigen, mit entsprechenden Auswirkungen auf die Preise. Allerdings gibt es verschiedene Faktoren, die dem entgegenstehen; dazu zählen auch politische Widerstände gegen einen Handel mit Überschusszertifikaten²⁵. Das Problem eines derartigen Handels kann gelöst werden, indem solche Zertifikate mit einem „Green Investment Scheme“ verknüpft werden, also einer Verpflichtung des Verkäufers, die Verkaufserlöse für Investitionen in bilateral vereinbarte umwelt- und klimafreundliche Projekte und Programme zu verwenden. Das Angebot solcher „grüner“ AAUs ist laut CAPOOR & AMBROSI 2008 deutlich geringer als die absehbare Nachfrage. Staatliche Nachfrage wird in der selben Quelle auf insgesamt etwa 660 Mio t CO₂e geschätzt (loc. cit.:51). Einige westliche Industrieländer dürften als Nachfrager in Betracht kommen – in erster Linie Japan, das laut Händlerberichten für das Haushaltsjahr 2009 umgerechnet 225 Mio. € für Kyoto-Mechanismen eingeplant haben soll;²⁶ darüber hinaus werden auch weitere Länder wie Kanada, Dänemark und die Niederlande als mögliche Kaufinteressenten genannt. Von Japan ist bekannt, dass bereits mit mehreren Anbietern konkret verhandelt worden ist (so im November 2007 mit Ungarn über 10 Mt CO₂ zu einem Preis von 125 Mio € laut unbestätigten Presseberichten; dies entspräche einem Preis von

²³ Zudem muss nach Entscheidung 18/CP.7, Annex, Nr.6&9 eine „Commitment Period Reserve“ in Höhe von 90 % der zugewiesenen Emissionsrechte vorgehalten werden, die bei Unterschreitung innerhalb von 30 Tagen wieder aufzufüllen ist.

²⁴ Der Broker Evolution Markets nimmt für sich in Anspruch, im Dezember 2002 den weltweit ersten Verkauf von AAUs abgewickelt zu haben (zwischen der Slowakischen Republik und der Sumitomo Corporation).

²⁵ Überschusszertifikate („hot air“) sind nicht auf gezielte Emissionsreduktionen, sondern auf den wirtschaftlichen Zusammenbruch in den Ländern des ehemaligen Ostblocks zurückzuführen.

²⁶ 36,3 Mrd. Yen; Point Carbon (www.pointcarbon.com), Meldung vom 29.8.08 (www.pointcarbon.com/news/1.964271)

12,5 €/t CO₂e)²⁷. Generell werden Preise für derartige Transaktionen bilateral ausgehandelt und i.d.R. nicht offiziell mitgeteilt. Es kann aber davon ausgegangen werden, dass zumindest solche frühen Transaktionen preislich durch CER-Preise verankert sind, also unter 20 €/t CO₂ betragen dürften.²⁸ Gleichwohl bleibt zu bedenken, dass Preise in diesem Markt aufgrund der geringen Zahl an Marktteilnehmern stark durch Einzelverhandlungen wie auch politische Setzungen beeinflusst werden können und reale Knappheiten daher nur bedingt widerspiegeln.

Aus dem Emissionshandelssystem der EU (ETS, seit Anfang 2005) werden bereits regelmäßig Preisinformationen publiziert. Dieser Markt weist allerdings bereits in seiner Grundkonstruktion fundamentale Unterschiede zum zwischenstaatlichen Emissionshandel auf, die eine Vergleichbarkeit der jeweiligen Preise stark einschränken. Dennoch werden in Diskussionen über den voraussichtlichen Nutzen der C-Speicherung im Wald bisweilen Preise aus dem ETS herangezogen. Die Aussagekraft dieser Preise ist in zweierlei Hinsicht sehr begrenzt. Zum einen unterliegt das ETS spezifischen Handelsregeln, die sich deutlich von denen des zwischenstaatlichen Handels unterscheiden. Neben der Tatsache, dass die Akteure im ETS Unternehmen, nicht aber Staaten sind, ist in erster Linie wesentlich, dass bislang nur einzelne energieintensive Sektoren dem ETS unterworfen sind, andere Verursacher von Emissionen jedoch nicht.²⁹ Die Verteilung von Emissionsrechten zwischen diesen beiden Gruppen erfolgt über Nationale Allokationspläne, welche letztlich politisch entschieden werden. Die Ausstattung der ETS-unterworfenen Unternehmen mit Emissionsberechtigungen spiegelt damit nur sehr indirekt deren Knappheit in der gesamten Volkswirtschaft wider. Insbesondere senkt eine Überausstattung der ETS-unterworfenen Unternehmen mit Emissionsrechten (welche zwangsläufig von der übrigen Volkswirtschaft abgepuffert werden muss, da ja deren gesamte Emissionen den Reduktionsverpflichtungen des Kyoto-Protokolls unterliegen) die Preise auf dem ETS. Zum anderen ist das ETS eine junge Konstruktion, in der die Preisfindung bislang nicht nur durch die politische Beeinflussbarkeit ihrer institutionellen Rahmenbedingungen, sondern auch durch andere Mechanismen überlagert

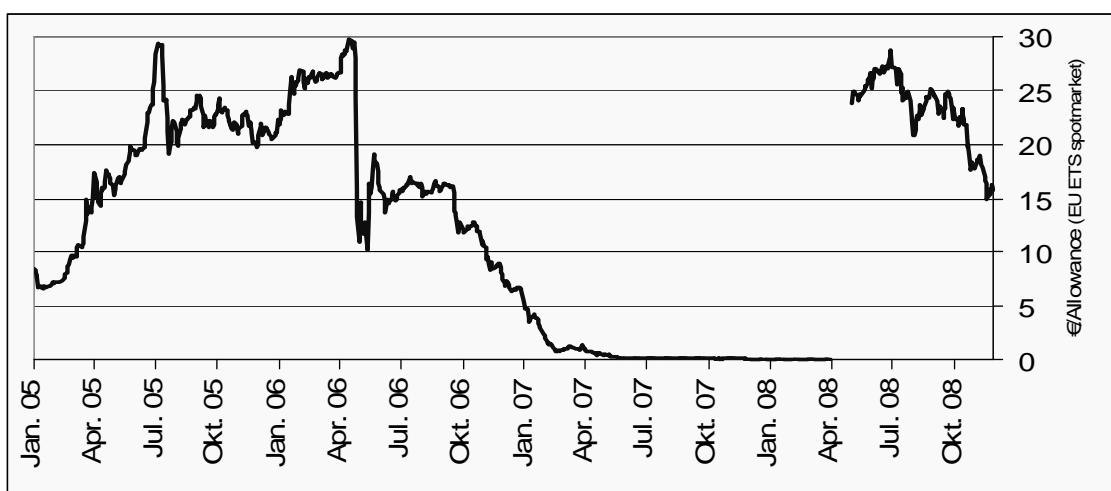
²⁷ International Herald Tribune v. 26.11.07: Japan plans to buy carbon credits from Hungary to achieve Kyoto goal.

²⁸ Börsengehandelte CER-Forwards mit Fälligkeit am Jahresende 2008 betragen zwischen September und Oktober 2008 nach Angaben von Nord Pool ASA (www.nordpool.com) etwa 15-20 €/t CO₂, mit Fälligkeit Ende 2012 liegen die Preise etwa 2 €/t CO₂ höher. Dies sind grob etwa 80 % der Preise für die entsprechenden EUA-forwards (EUA [European Allowance Unit] ist die ebenfalls auf eine Tonne CO₂ bezogene Emissionseinheit des ETS; s.u.).

²⁹ Auch die Kohlenstoffspeicherung durch Waldbewirtschaftung ist derzeit im Rahmen des ETS, anders als im Rahmen des Kyoto-Protokolls, nicht anerkennungsfähig.

worden ist (wie z.B. durch asymmetrische Information der Marktteilnehmer; vgl. SEIFERT *et al.* 2008). Auch dies führt dazu, dass die dortigen Preise reale Knappheiten bzw. die Grenzkosten der Emissionsvermeidung nur verzerrt widerspiegeln haben. Welch starken Änderungen die Preise in der ersten Handelsperiode des ETS (2005-2008) unterworfen waren, zeigt bereits der erste Blick auf Abbildung 3: Die Preisspanne betrug zwischen knapp 30 € und einem Cent, jeweils pro Allowance ([EUA], entspricht einer t CO₂). Nach einem nahezu kontinuierlichen Preisanstieg bis Ende April 2006 brachen die Preise kurzfristig auf ein Drittel ein und näherten sich bis zum Ende der ersten Handelsperiode der Nulllinie; in der zweiten Handelsperiode 2008 sind sie wieder auf Werte um 20-25 €/EUA zurückgekehrt, bei bislang sinkender Tendenz. Diese starken Ausschläge sind maßgeblich darauf zurückzuführen, dass in einigen Mitgliedstaaten und Sektoren übermäßig viele Zertifikate zugeteilt wurden (was größtenteils durch die Zuhilfenahme von Projektionen und das Fehlen von überprüften Emissionsdaten verursacht wurde; EU-COM 2008³⁰); diese Information dürfte nur vereinzelt Marktteilnehmern vorab bekannt gewesen sein. Mit Bekanntwerden der Nationalen Emissionsberichte wurde diese Überausstattung aber allgemein offenbar und führte zu dem beobachteten Preisverfall. Seit 2008 gelten neue Nationale Allokationspläne, die die Ausstattung mit Emissionsrechten stärker verknappen als bisher und folglich höhere Preise bewirken.

Abbildung 3: Preisentwicklung im Europäischen Emissionshandelssystem seit Handelsbeginn (tägliche Spotmarktpreise, 1.1.2005-28.11.2008). *Datenquellen:* Nord Pool, Point Carbon, Powernext, EEX³¹



³⁰ URL: http://ec.europa.eu/environment/climat/emission/pdf/com_2008_16_de.pdf. Vgl. zur den Gründen für die bisherige Preisentwicklung auch die Mitteilung der Kommission „Errichtung eines globalen Kohlenstoffmarkts – Bericht nach Maßgabe von Artikel 30 der Richtlinie 2003/87/EG“, KOM(2006) 676 v.13.11.2006 (http://ec.europa.eu/environment/climat/emission/pdf/com2006_676final_de.pdf).

³¹ Nord Pool ASA, Lysaker: www.nordpool.no; Point Carbon, Oslo: www.pointcarbon.no; Powernext SA, Paris: www.powernext.fr; EEX (European Energy Exchange AG), Leipzig: www.eex.de.

Die vorliegenden Emissionshandelspreise des ETS und, soweit vorliegend, auch des zwischenstaatlichen Emissionshandels sind also aus mehreren Gründen nur sehr eingeschränkt für eine Einschätzung des volkswirtschaftlichen Wertes der Kohlenstoffspeicherleistung des Waldes im Rahmen des Kyoto-Protokolls geeignet. Zur Absicherung ist es demnach notwendig, Emissionsvermeidungskosten zu betrachten und diese zur Ableitung des volkswirtschaftlichen Nutzens der Speicherleistung zu nutzen.

2.2.2 Preisprognosen auf Basis von Emissionsvermeidungskosten

Vermeidungskosten werden im Wesentlichen durch zwei Faktoren bestimmt: durch das Ausmaß der Emissionsreduktion, die zu einem bestimmten Zeitpunkt angestrebt wird, sowie durch den Umfang, in dem unterschiedliche Vermeidungs-Grenzkosten mehrerer Sektoren bzw. Staaten durch Handel ausgeglichen werden können. Generell ist zunehmende Emissionsvermeidung durch steigende Grenzkosten gekennzeichnet, da ein rational handelnder Staat zunächst diejenigen technischen Möglichkeiten zur Reduktion nutzen wird, welche mit geringen Kosten (möglicherweise sogar mit negativen Kosten oder zumindest kostenfrei) umsetzbar sind; mit steigenden Ansprüchen an zusätzliche Reduktionen müssen dann sukzessive immer aufwendigere Techniken herangezogen werden. „Negative Kosten“ sind dann denkbar, wenn Investitionen in modernere Technik sich wirtschaftlich ohnehin (auch ohne Zwang zur Emissionsreduktion) lohnen würden. Ihr Auftreten erscheint unter Annahme rationalen Verhaltens der Beteiligten widersinnig, ist aber dann plausibel, wenn man mit in Betracht zieht, dass Informationsdefizite die Akteure von früheren Erneuerungsinvestitionen abhalten können; zudem sind in vielen Fällen die Nutznießer einer Investition nicht mit den Investoren identisch, so dass hier die wirtschaftlichen Anreize zu Erneuerungsinvestitionen versagen. Mögliche Liquiditätseinschränkungen und die Dauer von Investitionszyklen erklären auch, warum der Zeitpunkt der angestrebten Emissionsreduktion kostenrelevant ist: Je früher die Emissionseinsparung erfolgen soll, desto teurer ist sie, weil Liquiditätsengpässe überbrückt und Investitionen vorzeitig abgeschrieben werden müssen. Handel wirkt kostensenkend, da er die Möglichkeit eröffnet, komparative Kostenvorteile zu nutzen. Je stärker die Möglichkeiten zum Handeln durch quantitative Grenzen eingeschränkt sind (z.B. durch eine Bestimmung, dass nur ein bestimmter Anteil der Reduktionspflicht durch käuflich erworbene Zertifikate erbracht werden dürfe), und je stärker der Handel auf bestimmte Teilnehmer beschränkt ist (z.B. nur auf Industriestaaten, gegebenenfalls nur einer bestimmten Region, oder nur auf bestimmte Sektoren), desto höher sind die Kosten in der Summe für alle Beteiligten (und desto ungleicher die Verteilungswirkungen des Reduktionsregimes).

Schätzungen über zukünftige Grenzkosten von Emissionsreduktionen beruhen demnach stets auf Modellen, und diese müssen auf Annahmen darüber zurückgreifen, welche Sektoren (und Staaten) überhaupt als relevant zu betrachten sind, welche technisch möglichen Emissionseinsparungen in diesen Sektoren (Staaten) tatsächlich umgesetzt werden, und in welchem Umfang unterschiedliche Grenzkosten zwischen den Sektoren (Staaten) durch Handel ausgeglichen werden. Bereits vor Inkrafttreten des Kyoto-Protokolls hat die International Energy Agency die Ergebnisse etlicher solcher Modelle einander gegenübergestellt (IEA 2001). Danach ergäben sich bei einem Handel zwischen allen Staaten, die im Annex B zum Kyoto-Protokoll aufgelistet sind, Emissionsvermeidungskosten zwischen 6 und 36 US\$/t CO₂ je nach Modell; im Durchschnitt der Modelle betragen diese Kosten etwa 24 US\$/t CO₂ (s. Tabelle 2). Es zeigt sich auch, dass die USA nach fast allen Modellen die relativ niedrigsten Vermeidungskosten haben. Solange die USA das Kyoto-Protokoll nicht ratifiziert haben, ist folglich für die übrigen Staaten – trotz Handels untereinander – mit höheren Kosten zu rechnen, weil unter diesen Voraussetzungen die vergleichsweise günstigen Möglichkeiten zur CO₂-Einsparung in den USA nicht mit genutzt werden können.

Tabelle 2: Marginale Emissionsvermeidungskosten nach verschiedenen Modellen [US\$₂₀₀₀/t CO₂]

Modell	ohne Handel: USA	ohne Handel: Europa	ohne Handel: Japan	mit Handel nur zw. Annex B-Staaten	mit Handel (weltweit)
SGM	48	-	-	22	8
MERGE	81	-	-	34	24
G-Cubed	19	49	74	11	4
POLES	24	38-41	71	33	10
GTEM	111	228	222	36	-
WorldScan	11	23	26	6	-
GREEN	44	58	23	20	7
AIM	49	63	75	19	13
Durchschnitt	48	77	82	23	11

Quelle: IEA 2001, verändert

In einem Hintergrundbericht zum vierten Assessment Report des IPCC (IPCC 2007) geben HEGGEDAL & KVERNDOKK 2007 einen Überblick zu neueren Studien, welche diese

Größenordnung bestätigen. Für Deutschland haben HOLTSMARK & MÆSTAD 2002 auf Basis des Modells CICERO marginale Vermeidungskosten von 19 US\$/t CO₂e vorhergesagt; der Handelspreis beträgt nach diesem Modell 26 US\$/t CO₂e (bei eingeschränktem Handel mit „hot air“; HOLTSMARK & MÆSTAD 2002:215).³² Auch nach CRIQUI & KITOUS 2003 ist bei gegebenen Handelsmöglichkeiten mit einem Zertifikatspreis von 26 US\$/t CO₂e zu rechnen; ein zusätzlicher Einbezug von JI- und CDM-Zertifikaten würde diesen Preis senken. Allerdings schwanken die für die erste Verpflichtungsperiode vorhergesagten Preise insgesamt stark,³³ je nach Modellstruktur und den jeweiligen Modellannahmen über zukünftige Emissionsintensitäten, technische Entwicklungen sowie relevante Entscheidungen der Klimapolitik (vgl. dazu FISCHER & MORGENSTERN 2005; STANKEVICIUTE *et al.* 2007).

Für die Zeit nach 2012 sind Preisprognosen noch wesentlich unsicherer, weil die Regeln für das zukünftige Klimaregime noch nicht feststehen (und damit weder das Ausmaß der Emissionsverknappung noch die Möglichkeiten, dieses durch Handel auszugleichen). Mit Zeithorizont 2020/2030 wurde für Deutschland kürzlich eine umfassende Studie vorgestellt (MCKINSEY & COMPANY 2007), in der sektorenübergreifend alle wesentlichen technischen Hebel zur Vermeidung von Treibhausgasemissionen in Deutschland aus einzelwirtschaftlicher Sicht³⁴ erfasst werden sollten. Berücksichtigt wurden insgesamt über 300 mögliche Maßnahmen aus den Bereichen Energiewirtschaft, Industrie, Gebäude, Transport, Entsorgung und Landwirtschaft. Für diese wurde quantifiziert, welches Vermeidungspotential sie bis zum Jahr 2020 bzw. 2030 bieten und mit welchen Einsparungskosten dies verbunden wäre. Das Ergebnis illustriert eindrücklich die überproportionale Zunahme der Vermeidungs-Grenzkosten sowie deren Zeitabhängigkeit (s. Abbildung 4): Bei Umsetzung sämtlicher grundsätzlich wirtschaftlicher Möglichkeiten zur Emissionseinsparung ließe sich danach bis 2020 eine Reduktion um 25 % gegenüber 1990 „kostenfrei“ erreichen, bis 2030 eine Reduktion um 28 %.³⁵ Eine jeweils um einen Prozentpunkt weiter gehende Reduktion wäre

³² Nach diesen Modellergebnissen ist Deutschland also ein potentieller Anbieter von Emissionszertifikaten.

³³ Unter der Prämisse, dass keinerlei Handel statthaft wäre (alle Länder also ihre Reduktionsziele unabhängig voneinander erfüllen müssten), wurden für Deutschland marginale Vermeidungskosten zwischen (umgerechnet) 24 und 48 US\$₁₉₉₅/t CO₂ errechnet (VIGUIER *et al.* 2003:Tab.9). Im Unterschied zu obigen Zahlen (die zusätzliche Vermeidungskosten zu einer gegebenen Politik darstellen sollen) zielt dies darauf ab, die Gesamtkosten der Reduktionsverpflichtung zu umreißen (VIGUIER *et al.* 2003:479).

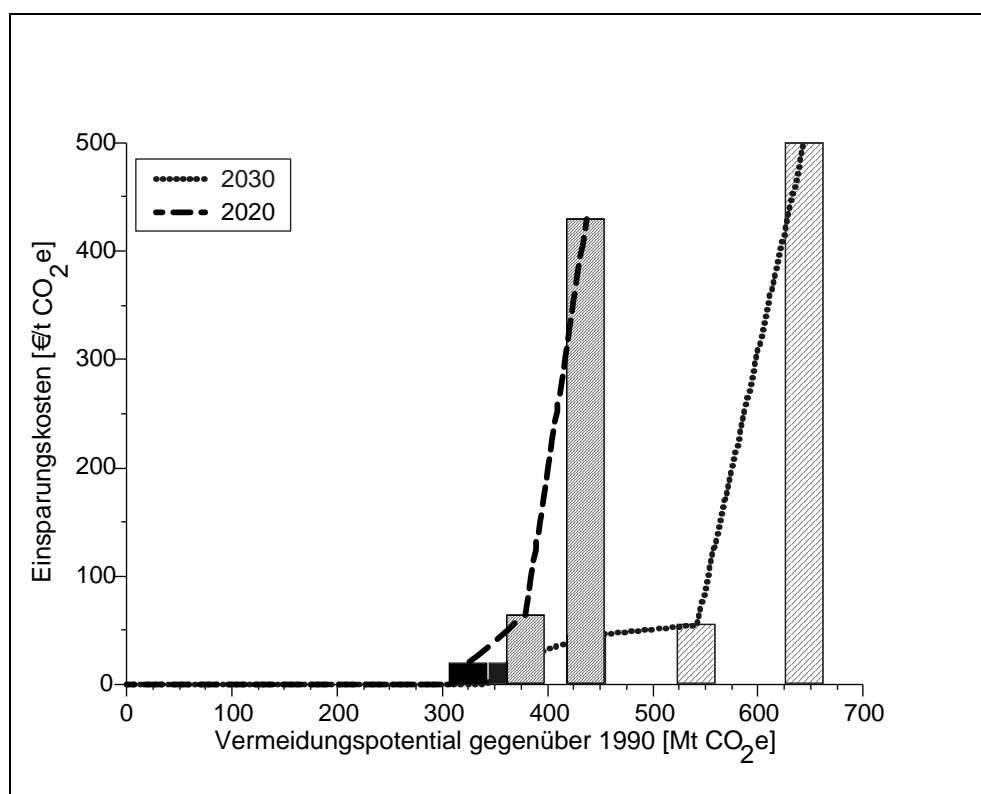
³⁴ Etliche emissionsenkende Maßnahmen werden subventioniert, beispielsweise durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG); solche Maßnahmen sind also aus der im Bericht von MCKINSEY & COMPANY 2007 einggenommenen einzelwirtschaftlichen Sicht kostengünstiger als aus volkswirtschaftlicher Sicht. Der Bericht enthält zudem keine Quantifizierung und Modellierung volkswirtschaftlicher Sekundäreffekte.

³⁵ Dies schließt die heute bereits erreichte Emissionsreduktion ein. Die deutschen Emissionen (1.232 Mt CO₂e im Basisjahr 1990) wurden bis 2004 bereits um 17 % auf 1.025 Mt CO₂e gesenkt; nach der „Stand der Technik“-

jeweils mit Kosten von bis zu 20 €/t CO₂ verbunden; noch weiter gehende Reduktionen wären allerdings nur unter wesentlich stärker steigenden Grenzkosten realisierbar.³⁶ Leider sind für das Ende der ersten Verpflichtungsperiode 2012 keine Kosten mitgeteilt; da eine Beschleunigung der Investitionszyklen aber nicht beliebig ohne eine deutliche Erhöhung der Vermeidungskosten möglich wäre, lässt sich für diesen Zeitpunkt schließen, dass der Umfang des wirtschaftlich rentablen Emissionseinsparungspotentials geringer ist als für 2020, bzw. umgekehrt dass eine Reduktion im für 2020 aufgezeigtem Umfang nur zu höheren Kosten möglich wäre. Gleichzeitig zeigt der Vergleich der Vermeidungskosten zu verschiedenen Jahren auch, dass der Wert einer im Wald gespeicherten Tonne CO₂ unter ansonsten gleich bleibenden Bedingungen im Zeitverlauf sinken würde, weil die technischen Möglichkeiten zur Emissionseinsparung relativ billiger werden (gegenläufig zu dieser sinkenden Tendenz steigt der Wert der Senkenleistung, wenn die politischen Vorgaben zur Emissionsreduktion, etwa im Zuge von Nachfolgevereinbarungen zum Kyoto-Protokoll, schärfer werden).

Abbildung 4: Vermeidungskostenkurven für die Jahre 2020 bzw. 2030

Datenquelle: MCKINSEY & COMPANY 2007



Projektion von MCKINSEY & COMPANY 2007 werden sie bis 2020 auf 1.048 Mt CO₂e steigen, und bis 2030 auf 1.067 Mt CO₂e.

³⁶ MCKINSEY & COMPANY 2007 teilen für diese höheren Vermeidungspotentiale nicht mehr marginale, sondern Durchschnittskosten mit. Die Abbildung 4 weist daher zu geringe Steigungen der Grenzkosten aus (angedeutet durch Schraffur der Histogramme).

Will man nicht nur die (Grenz-) Kosten der Emissionsvermeidung in einem einzelnen Land, sondern zudem auch wirtschaftliche Interaktionen zwischen Ländern berücksichtigen, so ist man wiederum auf Modellierungen angewiesen, um mögliche Zukunftsentwicklungen hinsichtlich der Weiterentwicklung des Klimaregimes (Szenarien) und deren Auswirkung auf Vermeidungskosten abzubilden. Mit Hilfe des globalen Gleichgewichtsmodells GTAP-E hat KUIK 2008 auf Basis zweier Emissionsreduktionsszenarien des IPCC (s. NAKICENOVIC & SWART 2000) u.a. berechnet, mit welchen CO₂-Preisen 2030 unter unterschiedlichen Annahmen über die zwischenstaatlichen Handelsmöglichkeiten zu rechnen wäre; dabei wurde auch der Einfluss des Angebotes des Forstsektors in Deutschland auf die CO₂-Preise über simulierte Angebotsschocks untersucht. Im Ergebnis werden für das SRES-Szenario A1B³⁷ Preise von gut 100 US\$/t CO₂ berechnet, wenn Handel zwischen allen Annex-I-Staaten stattfindet; im Szenario B1³⁸ betragen diese Preise etwas über 40 \$/t CO₂.³⁹ Angebotsschocks (konkret: eine Halbierung bzw. Verdopplung des Angebots durch den deutschen Forstsektor) wirken sich nach diesem stark außenhandelsbasierten Modell in keinem Fall spürbar auf die zitierten Preise aus.

2.2.3 Zwischenfazit: Nutzen pro Mengeneinheit

Zusammenfassend ergibt sich:

- Für das Ende der ersten Verpflichtungsperiode 2012 dürften die (marginalen) Emissionsvermeidungskosten in Deutschland bzw. die entsprechenden Preise – und damit der Wert der Kohlenstoffspeicherung des Waldes – in einer Größenordnung von etwa 20 €/t CO₂ liegen.
- Preisprognosen für später mögliche Verpflichtungsperioden sind noch stärker spekulativ, da die relevanten Eckdaten (Einsparungsziele, Regeln, Handelspartner) noch nicht feststehen. Geht man von einer Weiterentwicklung des internationalen Klimaregimes mit dem Ziel einer zunehmenden Emissionsreduktion aus, dann führt diese zukünftig zu steigenden Grenz-Vermeidungskosten bzw. Preisen.

³⁷ SRES-Storyline und Szenarienfamilie A1 (sehr hohes Wirtschaftswachstum), Gruppe A1B (ausgewogener Energiemix) (NAKICENOVIC & SWART 2000:Kap.4).

³⁸ SRES-Storyline und Szenarienfamilie B1 (Dienstleistungs- und Informationsgesellschaft, globale Lösung von Nachhaltigkeitsproblemen; NAKICENOVIC & SWART 2000:Kap.4).

³⁹ Ohne Handel zwischen den Staaten betragen die Preise nach dieser Simulation 146,10 \$/t CO₂ im SRES-Szenario A1B (SRES B1: 67,00 \$/t CO₂), bei europaweitem Handel 154,00 (53,20) \$/t CO₂, bei Handel zwischen den Annex-I-Staaten 105,10 (43,60) \$/t CO₂, und bei weltweitem Handel 41,80 (10,30) \$/t CO₂ (KUIK 2008:20, Tab. 5.5). Nach derzeitigen Umrechnungskursen entspricht 1 US\$ etwa 0,70-0,75 €

2.3 Aggregierter Wert der Kohlenstoffsinkenleistung in Deutschland aus gesamtwirtschaftlicher Sicht

2.3.1 Potentielle Erlöse in der ersten Verpflichtungsperiode

Aufgrund der Anrechnungsgrenze für die C-Speicherung im Wald ist der Bruttowert der Speicherleistung über einen weiten Bereich mengenunabhängig; er ergibt sich als Produkt aus anrechnungsfähiger Menge und Preis (bzw. eingesparten Vermeidungskosten). Unter der Annahme eines Preises von 20 €/AAU ergeben sich für die erste Verpflichtungsperiode rechnerisch also 454,6 Mio. € (91 Mio. €a) als voraussichtlicher Wert der Senkenleistung des bestehenden Waldes nach Artikel 3.4 des Kyoto-Protokolls. Wird zudem die Kompensation von Kohlenstoffverlusten aus Waldflächenveränderungen nach Art.3.3 KP berücksichtigt (vgl. Abschnitt 2.1.3), so ist dieser Wert u.U. um etwa ein Drittel auf ca. 600 Mio. € zu erweitern.

Über nach 2012 mögliche Verpflichtungsperioden können keine entsprechenden Aussagen abgeleitet werden. Selbst wenn man von einer zunehmenden Verknappung der Emissionsrechte und folglich steigenden Vermeidungskosten ausgeht, ist doch nicht bekannt, ob und in welcher Weise Wald-Speicherleistungen künftig anerkannt werden. Dies betrifft nicht allein die Höhe der Anrechnungsgrenzen, sondern z.B. auch die Frage eines möglichen künftigen Einbezugs von verarbeitetem Holz⁴⁰ in die anrechnungsfähige Menge.

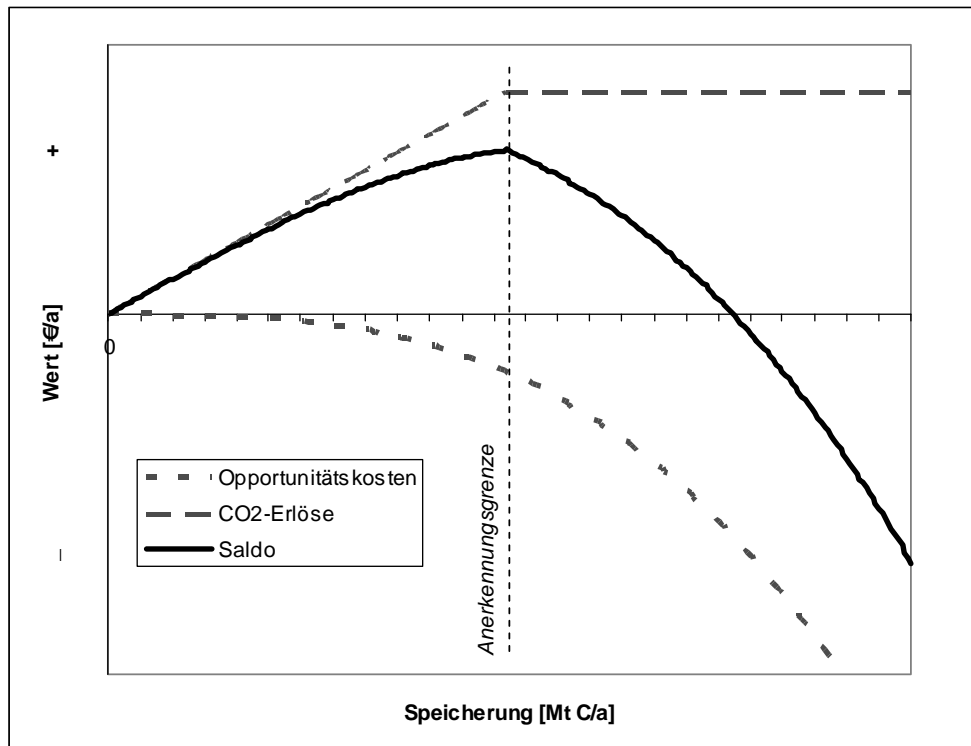
2.3.2 Opportunitätskosten der CO₂-Speicherung

Bei den für die erste Verpflichtungsperiode genannten potentiellen Erlösen handelt es sich um Brutto-Werte. Sie basieren darauf, dass das entsprechende Holz im Wald verbleibt, einer anderweitigen wirtschaftlichen Verwendung also zumindest zeitweilig entzogen bleibt. Aus gesamtwirtschaftlicher Sicht entstehen durch die Senkenleistung daher auch Opportunitätskosten. Um Senkenleistung und Holznutzung vergleichen und auf dieser Basis unterschiedliche mögliche Instrumente zur Nutzenweitergabe beurteilen zu können, sind den genannten Brutto-Werten also Opportunitätskosten gegenüberzustellen. Deren Höhe ist – im Unterschied zu den Grenzerlösen aus der Speicherleistung – mengenabhängig: Je stärker der Speicher vergrößert werden soll, desto mehr müssen zu diesem Zweck gegebenenfalls auch nutzungsreife und hochwertige Bestände aus der Holznutzung genommen werden.

⁴⁰Über die Behandlung von „Harvested Wood Products“ (HWP) wird bereits seit langer Zeit im wissenschaftlich-technischen Unterstützungsgremium (SBSTA) der UNFCCC diskutiert, eine Einigung ist derzeit aber nicht in Sicht. Zur Orientierung siehe http://unfccc.int/methods_and_science/lulucf/items/4015.php.

Abbildung 5 zeigt schematisch den Verlauf der Erlöse, der steigenden Grenzkosten von Nutzungsverzichten (in der Abbildung negativ abgetragen), und des Saldos aus beiden in kumulierter Form.

Abbildung 5: Kumulierter Verlauf von CO₂-Erlösen, Opportunitätskosten und deren Saldo in Abhängigkeit von der Speichermenge (schematisch)



Die dargestellten Kurven zeigen, dass der Nutzensaldo einer Vorratsanreicherung bis zur Höhe der Anrechnungsgrenze abgeschwächt steigt, mit weiterer Vorratsanreicherung im Wald aber abrupt umkehrt, zunehmend sinkt und schließlich auch negativ werden kann. Die Kurven sind nicht parametrisiert, weil dafür Eingangsdaten u.a. über die tatsächlichen Mengen, Sortierungen und Werte sämtlicher aus dem Wald bereitstellbaren Rohholzsortimente fehlen. Überschlüssig lässt sich aber abschätzen, ob aus gesamtwirtschaftlicher Sicht Verluste eher durch eine Über- oder durch eine Untererfüllung des Mengenziels (1,24 Mt C/a) induziert würden: Bei einem CO₂-Preis von 20 €/t beträgt der Bruttoerlös eines Vorratsfestmeters Rohholz als Kohlenstoffspeicher etwa 27 €/m³.⁴¹ Der Erlös wird am Ende der Verpflichtungsperiode fällig. Demgegenüber sind durchschnittliche Brutto-Holzerlöse

⁴¹ Ein Vorratsfestmeter Rohholz mit Rinde [Vfm (m.R.) bzw. m³] entspricht 1,44 m³ Baumbiomasse [m³_{BBM}] (Durchschnitt der BBM-Umrechnungsfaktoren aus Tabelle 1, gewichtet mit Volumina der Baumarten laut Ergebnisdatenbank der BWI auf www.bundeswaldinventur.de). Bei einem mittleren Kohlenstoffgehalt von 26 % (volumengewichteter Durchschnitts-Konversionsfaktor aus Tabelle 1) sind in 1,44 m³_{BBM} 0,3744 t C gespeichert, umgerechnet sind dies 1,3728 t CO₂. Bei einem Preis von 20 €/t CO₂ beträgt der Wert eines Vorratsfestmeters Rohholzes also 27,46 €/m³.

deutlich höher; umgerechnet auf den Vorratsfestmeter betragen sie im Jahr 2008 über alle Sortimente hinweg⁴² etwa 40 €/m³.⁴³ Zudem können die Holzerlöse jederzeit während der Verpflichtungsperiode realisiert werden – durchschnittlich also 2,5 Jahre früher als die Senkenerlöse.⁴⁴ (Es sei darauf hingewiesen, dass beide hier gegenübergestellte Bruttoerlöse nicht um Werbungskosten reduziert sind).⁴⁵

Geht man davon aus, dass einmal als Kohlenstoffspeicher anerkanntes Holz dauerhaft der Nutzung entzogen werden muss (da für den Bestand des Speichers auch in den folgenden Verpflichtungsperioden gehaftet wird), dann können die jeweiligen Erlöse einander direkt gegenübergestellt werden. Es zeigt sich dann, dass eine Holzernte zur stofflichen oder energetischen Nutzung für die meisten erntereifen Rohholzsortimente (mit Ausnahme der sehr geringwertigen, die weniger als 27 €/m³ erbringen) wirtschaftlicher ist als ein dauerhafter Nutzungsverzicht zugunsten einer zusätzlichen CO₂-Speicherung. Dagegen wären ohne Haftung für den Bestand des Speichers nach 2012 (beispielsweise, wenn es nicht zu einer weiteren Verpflichtungsperiode käme) lediglich die Zinsen auf den entgangenen Holztertrag in Anschlag zu bringen, da dann lediglich ein temporärer Nutzungsverzicht bis zum Ende der Verpflichtungsperiode gegenzurechnen wäre⁴⁶.

Gegen eine (deutliche) Übererfüllung des Mengenziels sprechen aber nicht allein finanzielle Gründe, sondern auch Klimaerwägungen. Obwohl geerntetes Holz derzeit nicht als Senke verbucht werden kann, verbessert es über Material- und Energiesubstitution die Gesamtemissionsbilanz (dies ist auf sehr lange Frist sogar die einzige dauerhaft wirkende

⁴² Es sei daran erinnert, dass bei forstlichen Erntemaßnahmen zwangsläufig unterschiedliche Sortimente anfallen; eine gezielte Holzernte einzelner Sortimente ist kaum möglich. Daher wird hier ein Sortiments-Durchschnittserlös herangezogen.

⁴³ Nach den Daten des BMELV-Testbetriebsnetzes Forst (unveröffentlichte Auswertung im Institut OEF des vTI) betrug der Durchschnittserlös über alle Sortimente 2006/2007 etwa 50 €/m³; es sind allerdings Ernte- sowie Rindenverluste abzuziehen, die hier mit jeweils 10 % veranschlagt werden.

⁴⁴ Der Einfachheit halber wird dieser Zinsvorteil hier nicht berücksichtigt (mangels Objektivierbarkeit des Zinssatzes). Zur Orientierung: Bei einer Verzinsung über 2,5 Jahre und einem Zinssatz von 5% beträgt der Zinsvorteil etwa 13 %, d.h. einem Speicher-Erlös von 27,46 €₂₀₁₂ entsprechen 24,31 €_{2009,5}.

⁴⁵ Aus betrieblicher Sicht wären aus den Bruttoeinnahmen aus der Speicherleistung Kosten für deren Anerkennung und ggf. Kontrolle zu bedienen, aus den Bruttoeinnahmen aus Holzverkauf müssten Ernte- und Rückekosten beglichen werden. Beides generiert aber anderweitig (Arbeits-) Einkommen; deshalb wird bei der hier angestellten Betrachtung aus gesamtwirtschaftlicher Sicht von solchen Werbungskosten abgesehen.

⁴⁶ Ohne Bestandshaftung wäre bei einem jährlichen Zinssatz von 5 % und einem Nutzungsaufschub über durchschnittlich 2,5 Jahre eine temporäre Kohlenstoffspeicherung für Holzsortimente bis zu einem Wert von etwa 212 €/m³ vorzuziehen ($27,46 \text{ €/m}^3_{\text{Kohlenstoff}} = [211,68 \text{ €/m}^3_{\text{Holznutzung}} * (1,05^{2,5} - 1)]$). Auf eine Verfeinerung dieser Berechnung (durch Berücksichtigung von möglichem Wertzuwachs bei Nutzungsaufschub einerseits, sowie aufgeschobener Wertschöpfung in nachgelagerten Branchen/Multiplikatoreffekte von Holznutzung andererseits) wird verzichtet, da bereits die Eingangsparameter (CO₂-Preise, Zinssätze) nicht hinreichend belastbar bestimmt werden können.

waldbasierte Maßnahme zur Senkung der Gesamtemissionen; vgl. FISCHLIN *et al.* 2004:56). Je mehr ungenutztes, aber erntereifes Holz im Wald verbleibt, desto geringer fällt folglich das Substitutionspotential aus.

2.3.3 *Zwischenfazit: Wert der Senkenleistung*

Zum Wert der Senkenleistung lässt sich festhalten:

- Der Wert der Senkenleistung in der ersten VP lässt sich auf etwa 450 Mio. € veranschlagen, wenn lediglich die Senke im bereits bestehenden Wald nach Artikel 3.4 des Kyoto-Protokolls berücksichtigt wird. Ob auch die Kompensation von Kohlenstoffverlusten aus Waldflächenveränderungen nach Art. 3.3 KP eingerechnet werden kann, ist unsicher; in diesem Fall könnte der Wert der Senkenleistung insgesamt ca. 600 Mio. € betragen (vgl. Abschnitt 2.1.3).
- Über mögliche Verpflichtungsperioden nach 2012 sind keine derartigen Abschätzungen mehr ableitbar, da dazu die institutionellen Rahmenbedingungen noch fehlen.
- Berücksichtigt man die Opportunitätskosten einer Vorratsanreicherung im Wald, so sprechen die Preisrelationen zwischen Senken- und Holzerlösen dafür, gegenwärtig eher eine Unter- als eine Übererfüllung des durch die Anrechnungsgrenze vorgegebenen Mengenziels zu riskieren. Auch klimapolitische Gründe bestärken dies, da bei einer Übererfüllung der Anrechnungsgrenze auch Möglichkeiten zur Material- und Energiesubstitution verloren gingen.
- Einige andere Kennzahlen helfen zur Einordnung der ermittelten Werte. Im Vergleich zum Wert der Holzherzeugung in Deutschland insgesamt (3,494 Mrd. €a nach forstlicher Gesamtrechnung 2006; DIETER & KÜPPERS 2008) sind die potentiellen Bruttoerlöse aus der Senkenleistung mit etwa 91 Mio. €a verhältnismäßig geringfügig, sie betragen etwa 2,6 % (bzw. 3,4 %, wenn zusätzlich Senkenleistungen nach Art. 3.3 KP eingerechnet werden). Im Vergleich zur ausgezahlten forstlichen Förderung über GAK und EAGFL (im Jahr 2005 knapp 70 Mio. € für forstliche Maßnahmen)⁴⁷ handelt es sich aber um einen

⁴⁷ Quelle: BMELV, Ref.521/ 531; BLE, Ref. 221 (2008): Berichterstattung über den Vollzug der GAK 2005. Tab.12a: Förderung forstwirtschaftlicher Maßnahmen <http://www.bmelv.de/cIn_045/nn_751002/SharedDocs/downloads/04-Landwirtschaft/Foerderung/GAK/Vollzugsbericht2005/Tabelle12,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/Tabelle12.pdf>. Vgl. dazu auch SETZER 2006.

erheblichen Betrag – selbst wenn man einrechnet, dass aus den Brutto-Senkenerlösen ggf. Verwaltungskosten für die Weitergabe an die Forstbetriebe abgedeckt werden müssten, welche in den hier mitgeteilten Zahlen zur Förderung nicht enthalten sind.

3 Instrumente zur Abgeltung der Senkenleistung

3.1 Kriterien für die Instrumentenwahl

In der Literatur werden je nach vorgegebenem Ziel eine Vielzahl von Bewertungskriterien für die Instrumentenwahl herangezogen. Aus ökonomischer Sicht stehen für die Beurteilung eines Instrumentes zur Abgeltung von Leistungen zwei Faktoren an erster Stelle (z.B. SIEBERT 1987:120ff.): seine Effektivität, d.h. das Ausmaß, in dem das Instrument zur Erreichung eines vorgegebenen Ziels beiträgt, sowie seine Kosteneffizienz, d.h. wie kostengünstig dieses Ziel erreicht wird, wenn man sämtliche durch das Instrument bedingte statische und dynamische Kosten mit einbezieht (z.B. Informations-, Vollzugs-, Durchsetzungs- und Kontrollkosten; Opportunitätskosten und mögliche Wohlfahrtsverluste in Folge induzierter Wettbewerbsverzerrungen). Das in Frage stehende Ziel ist hier das Ausmaß, in dem der gesamte Forstsektor durch das Instrument zur Speicherung von zusätzlichem CO₂ motiviert wird (genauer: das Ausmaß, in dem er motiviert wird, eine Senkenleistung in Höhe der Anrechnungsgrenze zu erbringen). Wird davon ausgegangen, dass die derzeitige Senkenleistung der Wälder aufgrund der Anrechnungsgrenze ohnehin nur zum Teil in Emissionsrechte überführt werden kann, dann besteht die Herausforderung aus ökonomischer Sicht im Auffinden eines politischen Instruments, welches die Zielerreichung sicherstellt und gleichzeitig möglichst kosteneffizient ist, also niedrige Umsetzungskosten der Nutzenweitergabe bewirkt (Minimumprinzip).

Zusätzlich zu solchen ökonomischen Kriterien sind aber auch weitere Aspekte zu beachten, die eher schwächer in Effektivitäts- und Effizienzbetrachtungen hineinspielen. So haben die denkbaren Instrumente teils sehr unterschiedliche Verteilungswirkungen. Beispielsweise sind Förderinstrumente i.d.R. staatlichen Betrieben nicht zugänglich, während einzelvertragliche Regelungen insbesondere private Kleinbetriebe benachteiligen können. Die derzeitige Anrechnungsgrenze wirft zudem ein weiteres Verteilungsproblem auf: Wenn nur ein Teil der tatsächlichen Senkenleistung anerkannt wird, dann muss notgedrungen eine Auswahl getroffen werden, welche (bzw. wessen) Leistungen entgolten werden können und welche nicht. Solche Verteilungsfragen ziehen auch Akzeptanzprobleme nach sich. Die Eignung eines Instrumentes ist nicht zuletzt davon abhängig, ob sie im politischen Raum durchgesetzt werden kann, und ob sie schließlich auch von den Waldbewirtschaftern angenommen wird. Dies wiederum ist auch davon abhängig, inwieweit das Instrument andere Ziele der Waldbewirtschaftung befördert bzw. behindert. Ein weiteres wichtiges Kriterium sind Haftungsrisiken: Waldsenken können durch Kalamitäten, aber auch durch reguläre

Holzernte in Kohlenstoffquellen verwandelt werden. Entsprechend ist zu klären, ob mit der Abgeltung von Senkenleistungen auch das entsprechende Haftungsrisiko auf die Nutznießer übergehen soll. Schließlich ist von Belang, welches Innovationspotential ein Instrument bietet, und wie „zukunftsfest“ es dann ist, wenn sich die internationalen Anrechnungsmodalitäten ändern – wie sehr also trotz ungewisser internationaler Vorgaben in der Zukunft Planungssicherheit für die Betriebe gewährleistet werden kann. Falls beispielsweise nach 2012 auch die Kohlenstoffspeicherung in Holzprodukten anerkannt würde, dann wären solche Instrumente bald wieder überarbeitungsbedürftig, welche ausschließlich hohe Vorräte im Wald prämierten und dabei gleichzeitig hohe Holzzuwächse und deren Nutzung diskriminierten. In den folgenden Unterabschnitten werden zunächst Hintergrundinformationen zu den Kriterien „Effektivität“ und „Effizienz“ aufgearbeitet.

3.1.1 Effektivität und Anreiz zur Zielerfüllung

Da der Bundesrepublik aufgrund der Bestimmungen von Art.3.4 KP Senkenleistungen des Waldes honoriert werden können, der Staat umgekehrt auch für den Bestand der Senken haftet sowie plant, aus der Senkenleistung entstehende finanzielle Vorteile an die Forstbetriebe weiterzugeben, besteht grundsätzlich ein Interesse daran, dass die Forstbetriebe die absehbare Senkenleistung in Zukunft auch tatsächlich erfüllen werden. Für die Instrumentenwahl bedeutet dies zweierlei: Zum einen sollte sie bewirken, dass der bereits bestehende Wald-Kohlenstoffspeicher erhalten wird. Zum zweiten sollte sie grundsätzlich auch Anreize zur Vergrößerung des Speichers bieten; eine Leistungsabgeltung sollte also prinzipiell an die Bedingung geknüpft sein, dass in den Betrieben am Ende einer Verpflichtungsperiode tatsächlich mehr Kohlenstoff durch Zuwachs festgelegt als durch Nutzung entnommen worden ist. Diese Intention steht auch hinter der Bestimmung in Art. 3.4 des Kyoto-Protokolls, nach der die Anerkennung von Senken an „zusätzliche, durch Menschen verursachte Aktivitäten“ geknüpft ist, welche seit 1990 stattgefunden haben (KP 1997: Art. 3.4).

Allerdings hat sich schon in Abschnitt 2.1.1 gezeigt, dass die deutschen Forstbetriebe insgesamt in der Vergangenheit bereits einen Vorratsaufbau verfolgt haben, ohne dass hierfür ein separater Anreiz bestanden hätte. Auch die bereits oben zitierten Abschätzungen des zukünftigen Verhaltens auf Basis von WEHAM (vgl. Abbildung 2) haben zum Ergebnis, dass diese zusätzliche Speicherung zumindest in der ersten Verpflichtungsperiode nicht nur fortgesetzt werden wird, sondern quantitativ auch deutlich über der überhaupt anrechnungsfähigen Kohlenstoffmenge liegen wird – wiederum, ohne dass der

Potentialabschätzung zusätzliche Anreize zur Kohlenstoffakkumulation zugrunde liegen. Vermutlich wird also das Ziel, mindestens die waldsenkenbezogene Anrechnungsgrenze zu erfüllen, bereits durch *business as usual* ohne zusätzliche Anreize erreicht und sogar übererfüllt – zumindest in der ersten Verpflichtungsperiode. Dies scheint selbst dann sehr wahrscheinlich, wenn man die gegenwärtige Steigerungstendenz der Holzpreise mit in Betracht zieht, denn die hiervon ausgehenden Gegenanreize zur Kohlenstoffakkumulation werden durch diverse institutionelle Gegebenheiten abgeschwächt (u.a. die verpflichtende Nachhaltigkeitsplanungs im Rahmen der Forsteinrichtung, das mangelnde Interesse vieler Kleinstwaldbesitzer an Holznutzung etc.).

Damit stellt sich die Frage, ob eine wesentlich auf *business as usual* basierende Senkenleistung der deutschen Forstwirtschaft mit der obengenannten Forderung des Kyoto-Protokolls nach „Zusätzlichkeit“ überhaupt vereinbar ist. Inhaltlich bedeutet *business as usual* vor dem Hintergrund des in der deutschen Forstwirtschaft verbreiteten Leitbilds der Multifunktionalität des Waldes, die mit diesem Leitbild verbundenen Ziele auch weiterhin zu verfolgen. Klimaschutz (Sequestrierung wie auch Adaptierung) ist für viele Forstbetriebe bereits heute ein Bestandteil des Zielsystems; auch weitere verbreitete Zielelemente, beispielsweise aus dem Bereich des Naturschutzes, unterstützen eine Akkumulation von Vorräten. Insofern bewirkt *business as usual* ggf. auch eine Fortführung des bisherigen Vorratsaufbaus. Dieser setzt also keine grundsätzliche Abkehr von bisherigen Bewirtschaftungspraktiken voraus, wohl aber eine Fülle kontinuierlicher Einzelentscheidungen des Alltagsbetriebs, zusätzlich zum bereits Erreichten in den weiteren Aufbau vorratsreicher Waldbestände zu investieren bzw. die Ernte bereits nutzungsfähiger Bestände aufzuschieben (oder ganz auf sie zu verzichten). Inhaltlich steht die Forderung des Kyoto-Protokolls nach „zusätzlichen, durch Menschen verursachten Aktivitäten“ also nicht im Widerspruch zu einer Fortführung der bisherigen Bewirtschaftungsweise. Was den formalen Aspekt betrifft, ist die genannte Forderung nicht im Kyoto-Protokoll selbst, sondern erst später in Entscheidung 16/CMP.1 konkretisiert worden. Dort wird als Prinzip etabliert, dass Düngungseffekte durch CO₂ und Stickstoff sowie Effekte der Altersstruktur, welche auf Aktivitäten vor 1990 zurückgehen, von der Anrechnung ausgeschlossen sein sollen (16/CMP.1, Nr.1 h). Die länderspezifischen Anrechnungsgrenzen dienen ausdrücklich⁴⁸ dem Zweck, diesem Prinzip pauschal Genüge zu tun. Darüber hinaus wird den Vertragsparteien

⁴⁸ Fußnote 5 zu Entscheidung 16/CMP.1, Annex C, Nr.11 weist explizit darauf hin, dass die Anrechnungsgrenzen Diskontierungsfaktoren darstellen, um die in Entscheidung 16/CMP.1, Nr.1 h angesprochenen Düngungs- und Altersstruktureffekte auszuschließen.

auferlegt nachzuweisen, dass die zur Anerkennung anstehenden Senkenaktivitäten nach 1990 stattgefunden haben und durch Menschen verursacht sind (16/CMP.1, Annex C, Nr.8). Nach den obigen Ausführungen trifft dies in Deutschland auf alle bewirtschafteten Waldflächen zu sowie zusätzlich auf nicht bewirtschaftete Flächen, über die seit 1990 entschieden worden ist, sie aus der Nutzung zu nehmen – also (mit geringfügigen Ausnahmen)⁴⁹ auf die gesamte Waldfläche Deutschlands. Auch aus formaler Sicht bestehen hier also keine Hindernisse für die Anerkennungsfähigkeit der Senkenleistung, selbst wenn diese auf *business as usual* (im Sinne einer Fortführung multifunktionaler Bewirtschaftungspraktiken) basiert. Für die Instrumentenwahl bedeutet dies, dass Anreize für zusätzliche Senkenleistungen nicht zwingend erforderlich sind.

Damit bestätigt sich, dass sich die Entscheidung für die Anrechnung von Waldbewirtschaftungsmaßnahmen für Deutschland wirtschaftlich positiv auswirken dürfte, wenn auch die daraus möglichen Einnahmen (bzw. die eingesparten Vermeidungskosten) durch die Anrechnungsgrenze in der ersten Verpflichtungsperiode auf etwa 450-600 Mio. € begrenzt sind (Abschnitt 2.3.1). Eine Übererfüllung des durch die Anrechnungsgrenze vorgegebenen Mengenziels könnte aber per Saldo kontraproduktiv sein, da dem oft hohe Opportunitätskosten gegenüberstünden (Abschnitt 2.3.2). Zusätzliche Anreize zur Kohlenstoffbindung im Wald wären daher in der gegenwärtigen Situation nicht zu empfehlen, da sie Fehlallokationen verursachen (bzw. verstärken) könnten.

Gilt dies auch, wenn man die zukünftige Entwicklung der Holzvorräte berücksichtigt? Die heutige Senkenleistung ist durch die Altersstruktur der deutschen Wälder mitverursacht, welche künftig auch dazu führt, dass die Senkenleistung der Wälder nach vorübergehendem weiteren Anstieg geringer ausfallen und in etwa zwei Jahrzehnten sogar negativ werden wird (vgl. Abschnitt 2.1.1). Mit Blick darauf könnten verstärkte Anreize zur Vergrößerung von Waldsenken diese kommende Entwicklung abschwächen bzw. hinauszögern. Allerdings gälte dieses Argument nur unter der Prämisse, dass die Anrechnungsmodalitäten in Zukunft unverändert fortbestünden, zum einen also die Anrechnungsgrenze nicht angehoben würde,⁵⁰ insbesondere aber der Ausschluss von Holzprodukten weiterhin aufrechterhalten würde. Wird

⁴⁹ Ausnahmen stellen insbesondere aus der Nutzung genommene Waldflächen in den Nationalparks Bayerischer Wald sowie Berchtesgaden dar, welche bereits 1970 bzw. 1978 gegründet worden sind. Die gesamte Waldfläche dieser beiden Nationalparks beträgt nach BIEBELRIETHER *et al.* 1997 aber lediglich 21.131 ha.

⁵⁰ Da die Nettokohlenstoffspeicherung noch bis etwa 2022 über der derzeitigen Anrechnungsgrenze liegt (vgl. Abschnitt 2.1.1 sowie Abbildung 2), würde eine Anhebung der Anrechnungsgrenze ermöglichen, die Speicherleistung stärker als bisher möglich auszuschöpfen; dadurch könnten Mittel zur Kompensation späterer Verluste angespart werden.

dagegen nach 2012 dieser Speicher anerkannt, dann wäre nicht mehr eine möglichst große Vorratshaltung im Wald, sondern eine möglichst große Holzproduktion zielführend. Entsprechend müssten sich Anreize zur Senkenvergrößerung durch die Forstwirtschaft auf andere und z.T. entgegengesetzte Maßnahmen, namentlich eine Vergrößerung des Holzzuwachses richten: An Stelle von Holznutzungsverzichten kämen dann vornehmlich Maßnahmen zur Zuwachssteigerung in Betracht. Der aktuelle „Bericht zur Anpassung der Agrarwirtschaft an den Klimawandel“ des BMELV nennt hier „einen Baumartenwechsel hin zu schneller wachsenden Baumarten (z.B. Douglasie oder Roteiche) oder Herkünften, [...] eine Ausnutzung zuwachsstarker Altersperioden mittels Absenkung der Umtriebszeit, [...] Steuerung der Durchforstung oder [...] Düngung zur Zuwachssteigerung“ als Beispiele (BMELV 2008:D6)⁵¹.

Es ergibt sich also, dass aufgrund der spezifischen Konstellationen für die Anrechnung von waldbasierten Senken (konkret: der derzeitigen Anrechnungsgrenze, der absehbar relativ geringen Erlöse der Senkenzertifikate sowie der Unsicherheit über künftige Anrechnungsregeln) Anreizwirkungen als Kriterium für die Instrumentenwahl aus heutiger Sicht eine verhältnismäßig geringe Rolle spielen: In der ersten Verpflichtungsperiode wird das Senkenziel vermutlich erfüllt, ohne dass hierfür zusätzliche Anreize gesetzt werden müssten; für die folgenden Verpflichtungsperioden ist nicht klar, auf welche Ziele und Maßnahmen sich Anreize richten sollten. Damit gewinnen distributive gegenüber allokativen Aspekten an Gewicht, und das Kriterium der Kosteneffizienz rückt für die Instrumentenwahl an die erste Stelle.

3.1.2 Kosteneffizienz

Bislang wurde ausgeblendet, dass jede Weiterleitung staatlicher Erlöse aus dem zwischenstaatlichen Handel an die Forstbetriebe (oder auch deren Honorierung für eingesparte Emissionsvermeidungskosten) ihrerseits Kosten bei den Betrieben und in der Verwaltung aufwirft. BIRNER & WITTMER 2004 unterteilen instrumentenspezifische Kosten in Produktionskosten einerseits und Transaktionskosten andererseits (letztere basierend auf den grundlegenden Arbeiten von COASE 1960 und WILLIAMSON 1985, 1999). Produktionskosten entstehen in den Betrieben bei solchen Instrumenten, die spezifische Maßnahmen zur Kohlenstoffakkumulation erfordern (z.B. Erstaufforstungsprogramme, aktive Bestandes-

⁵¹ Lediglich drei der in diesem Bericht genannten Maßnahmen erscheinen sowohl mit einem Vorratshaltungs- als auch einem Zuwachssteigerungsregime kompatibel, nämlich eine Stabilisierung von Waldbeständen, kahlschlagsfreie Wirtschaft zur Vermeidung von Humusabbau sowie Erstaufforstungen.

stabilisierung). Da diese Produktionskosten auch dem Ziel der Holzerzeugung zugerechnet werden können, wird im Folgenden nicht weiter auf sie eingegangen. Im weiteren Sinne wären auch die Opportunitätskosten eines Verzichts auf Holznutzung dazu zu rechnen, welche bereits diskutiert worden sind. Transaktionskosten können in vielfältiger Weise untergliedert werden; sie entstehen in Betrieben wie in der Verwaltung und umfassen Kosten der Entscheidungsfindung (vor Umsetzung einer Maßnahme bzw. eines Instrumentes: für Informationsbeschaffung, Verhandlungen, Koordination der Entscheidungen, ggf. auch die Kosten von Fehlentscheidungen) sowie Implementationskosten (während und nach der Umsetzung: für Durchsetzung und Kontrolle) (vgl. dazu auch SCHWERDTNER MÁÑEZ COSTA 2008:88).

Diese Kosten sind stark von den jeweiligen Maßnahmen bzw. Politikinstrumenten abhängig. Leider gibt es generell nur sehr wenige empirische Erkenntnisse über die Kosteneffizienz unterschiedlicher Instrumente zum Management natürlicher Ressourcen, wie WÄTZOLD & SCHWERDTNER 2005 am Beispiel der Naturschutzpolitik feststellen; um so deutlicher ist dieser Mangel, wenn es um spezifisch forstliche Gegebenheiten geht. Eine quantifizierende Darstellung absehbarer Transaktionskosten ist daher nicht systematisch, sondern nur schlaglichtartig anhand von Einzelbeispielen möglich. Informationen liegen in erster Linie über Verwaltungskosten einzelner Instrumente vor.

Wird eine Prämienauszahlung von einzelfallbezogenen Nachweisen der Senkenleistung abhängig gemacht, so müssen diese Nachweise staatlicherseits auf irgendeine Weise administriert werden. Einen Blick auf die Kostenstrukturen der Deutschen Emissionshandelsstelle (DEHSt) hilft, eine Vorstellung über solche administrative Kosten zu entwickeln, wie sie in ähnlicher Struktur auch für die Verwaltung forstlicher Senkennachweise denkbar wären. Danach werden in Deutschland etwa 450 Mio. Emissionsberechtigungen pro Jahr ausgegeben (dies entspricht nach Abschnitt 2.1.4 dem Hundertfachen der aus Waldbewirtschaftung anrechnungsfähigen CO₂-Einheiten). Das Erstellen der Zuteilungsbescheide für diese Emissionsberechtigungen, die Ausgabe der Emissionsberechtigungen, die Prüfung der jährlichen Emissionsberichte der Unternehmen und die Führung des Deutschen Emissionshandelsregisters wird in der DEHSt von etwa 120 Mitarbeitern erledigt, die die Unternehmen zudem auch durch weitere Serviceleistungen unterstützen. Hierfür steht ein Jahresbudget von ca. 11 Mio. € zur Verfügung (UBA 2008a). Die Administration forstlicher Senkennachweise dürfte allerdings wesentlich aufwendiger sein, insbesondere wegen der notwendigen Ortsbegehungen (z.B. für Kontrollen vor Ort).

Auch auf betrieblicher Seite können die mit einzelfallbezogenen Nachweisen verbundenen Transaktionskosten erheblich sein. Am Beispiel forstlicher Senkenprojekte zeigen DIETER & ELSASSER 2004 auf Basis von Daten von KAPP 2004, dass Nachweiskosten in einer Größenordnung von 80.000-100.000 € pro Projekt zu erwarten sind, wenn die Nachweiskriterien an den Vorgaben des Kyoto-Prozesses für forstliche Senken im Rahmen der „flexiblen Instrumente“ CDM und JI orientiert werden. Diese Größenordnung wird auch durch MICHAELOWA et al. 2003 (Tab.11) bestätigt, die auf Basis von Fallstudien eine Mindest-Transaktionskostenbelastung von 80.000 € für unterschiedliche JI-Projekte (nach dem vereinfachten „Track-1“-Verfahren) geschätzt haben. In beiden Untersuchungen wird darauf hingewiesen, dass wegen des hohen Fixkostenanteils starke Größendegressionen zu erwarten sind. Zwar sind Kostenreduktionen denkbar – beispielsweise durch eine Reduktion der Präzisionsansprüche für den Leistungsnachweis, durch die Nutzung von Synergien (so könnten für Monitoringzwecke Daten der Forsteinrichtung oder der Zertifizierung mitgenutzt werden), oder durch gemeinsame Erfüllung der Nachweispflicht durch mehrere Betriebe zusammen.⁵² Festzuhalten bleibt aber, dass einzelfallbezogene Nachweise von Senkenleistungen tendenziell hohe Transaktionskosten aufwerfen.

Verwaltungskosten lasten auch auf Förderinstrumenten. Diese werden derzeit im Institut für Ländliche Räume des von-Thünen-Instituts im Rahmen der Ex-post-Bewertung der forstlichen Förderung in Deutschland erstmalig umfassend analysiert; leider liegen die Ergebnisse noch nicht vor. Über das Bundesland Sachsen existiert bereits eine entsprechende Untersuchung über den Zeitraum 1997-2001 (GEIBLER 2002). Dort zeigte sich, dass Verwaltungskosten in Forstdirektionen und -revieren im Durchschnitt mindestens 60 % der ausgezahlten Förderung betragen, jeder „Fördermark“ lagen also mindestens 60 Pfennig Verwaltungskosten auf. Dieser Prozentsatz schwankt über die Jahre deutlich, weil Anzahl und Umfang der Förderanträge stark variieren, während die Verwaltungskosten zu größeren Anteilen fix sind (insbesondere durch den hohen Anteil an Personalkosten für die betreuenden Revierleiter und die Sachbearbeiter in der Bewilligungsbehörde).⁵³ Das recht ungünstige Verhältnis von Förderaufwand und ausgezahlten Mitteln geht auf einige Spezifika der forstlichen Förderung zurück. An erster Stelle ist hier die Besitzzersplitterung zu nennen,

⁵² Solche Absenkungen und Vereinheitlichungen der Nachweisanforderungen können sich dämpfend auf das Leistungsniveau auswirken (vgl. Scarborough 2007). Dies kann allerdings vernachlässigt werden, sofern die Senkenleistung in Höhe der Anrechnungsgrenze bereits durch *business as usual* gesichert erscheint, wie oben diskutiert.

⁵³ So waren im Jahr 2001 die Bewilligungen und damit die Auszahlungen eingebrochen, so dass der Verwaltungskostenanteil von 60 % auf über 175 % stieg.

welche Größendegressionen bei sämtlichen Transaktionskosten entgegensteht, sowie die oft verstreute Lage von Waldparzellen. Beides erhöht den Zeitbedarf für die Abwicklung der Förderung insbesondere bei den Revierleitern und führt dazu, dass deren Hilfestellungen (Beratung, bis hin zum Auszeichnen ganzer Flächen) sowie Fahrtzeiten einen erheblichen Teil ihrer Gesamtbearbeitungszeit beanspruchen, nämlich 25 % bzw. 20 %; die übrigen Anteile entfallen auf Information der Waldbesitzer über Fördermöglichkeiten (13 %),⁵⁴ Hilfe bei der Antragstellung (8 %), Ortsbegehungen (11 %) und Vermessung (10 %) der zu fördernden Flächen, sowie Antragskontrolle (5 %) und Endabnahme (8 %) (GEIBLER 2002:82f.).

Im Einzelnen ist es von der jeweiligen Fördermaßnahme abhängig, wie günstig oder ungünstig das Verhältnis von Auszahlung und Verwaltungskosten ist. Beispielsweise ist für die Erstaufforstungsförderung ein ungünstiges Verhältnis zu erwarten, das eher oberhalb der von GEIBLER 2002 angegebenen Durchschnittswerte liegt, weil diese Maßnahme vergleichsweise selten, und in vielen Fällen für nur sehr kleine Flächen in Anspruch genommen wird (hohe Fix- und hohe variable Kosten). Vertragsnaturschutzmaßnahmen dürften sich durch sehr hohe variable Kosten auszeichnen, sofern die jeweiligen Verträge einzeln ausgehandelt und nicht standardisiert sind. Dagegen sollten solche Maßnahmen eher am unteren Ende der Skala liegen, die keine Flächenbegehung erfordern, für größere Einheiten wirken und/oder leicht zu standardisieren sind. Beispiele dafür liegen aus dem landwirtschaftlichen Bereich vor. So hat MANN 2000 für die Landwirtschaftliche Investitionsförderung in drei Beispielsregionen in Deutschland, Österreich und der Schweiz geschätzt, dass die Transaktionskosten aller Beteiligten zusammen lediglich ein Siebtel bis die Hälfte der verausgabten Fördermittel betragen. Für die Agrarverwaltung in Deutschland insgesamt (hier definiert als Summe der hoheitlichen Verwaltungs- und Förderaufgaben) wurden Kosten in Höhe von 26,7 % der Mittel errechnet, welche aus dem Garantiefonds des EAGFL nach Deutschland geflossen sind (MANN 2001).⁵⁵

Auch für Fördermaßnahmen sind also Kostenreduktionen denkbar, auch wenn forstliche Förderungen aufgrund der unterschiedlichen Ausgangsvoraussetzungen nicht unbedingt die gleiche Kosteneffizienz erreichen mögen wie landwirtschaftliche. Für die Weiterreichung der Vorteile aus der Senkenleistung an die Forstbetriebe über die Förderung würde dies bedeuten, Überregulierungen zu vermeiden, die Notwendigkeit von

⁵⁴ Dieser Anteil ist recht hoch, weil berechnete Adressaten aktiv auf Fördermöglichkeiten hingewiesen werden und nicht jedes Informationsgespräch zur einer tatsächlichen Förderung führt.

⁵⁵ Beim Vergleich mit den oben für die forstliche Förderung angegebenen Zahlen ist zudem zu bedenken, dass die Aufstellung hier zusätzlich Verwaltungsebenen oberhalb der Landesebene berücksichtigt.

Ortsbegehungen stark einzuschränken und Zersplitterungsnachteile zu überwinden (durch das Heraufsetzen von Bagatellgrenzen einerseits, andererseits durch die Begünstigung von Sammelanträgen durch Forstbetriebsgemeinschaften, gemeinschaftlich zertifizierte Betriebe oder örtlich benachbarte Waldbesitzer, welche gleichartige Maßnahmen über ihre Flächen durchführen wollen; vgl. GEIBLER 2002).

Für alle Instrumente gilt, dass die Nutzung bereits bestehender Strukturen (im Falle der Förderung heißt dies auch: bereits bestehender Fördertatbestände) grundsätzlich wesentlich kosteneffizienter sein dürfte als die Etablierung neuer Strukturen und Institutionen. Dieser Vorteil kommt vor allem für Instrumente zum Tragen, welche keine (bzw. keine hohen) variablen Kosten aufwerfen, da mit ihnen bei gleichbleibenden Kosten die Auszahlungen pro Transaktion gesteigert werden können. Die Gründung neuer Institutionen bewirkt zunächst eine zusätzliche Fixkostenbelastung. Diese verringert sich, je längerfristig die Institution zum Einsatz kommt.

3.1.3 Zwischenfazit: Kriterien für die Instrumentenwahl

Für die Beurteilung möglicher Instrumente zur Nutzenweitergabe liegen damit folgende Ausgangspunkte vor:

- Grundsätzlich ist aus ökonomischer Sicht relevant, ob ein Instrument Anreize zur Zielerfüllung setzt (Effektivität) und dabei möglichst geringe Kosten aufwirft (Kosteneffizienz). Hinzu kommen weitere für die politische Umsetzung wesentliche Kriterien (u.a. Verteilungswirkungen, Zuordnung von Haftungsrisiken, „Zukunftsfestigkeit“ angesichts veränderlicher Rahmenbedingungen für die Senkenanrechnung).
- Aus heutiger Sicht tritt das Kriterium „Anreizwirkung“ allerdings in den Hintergrund. Für die erste Verpflichtungsperiode könnten zusätzliche Anreize zur Kohlenstoffbindung im Wald Fehlallokationen verursachen, da das durch die Anrechnungsgrenze vorgegebene Mengenziel vermutlich auch ohne zusätzliche Anreize erfüllt wird. Für folgende Verpflichtungsperioden gilt dies nicht notwendigerweise; derzeit ist aber noch nicht absehbar, auf welche künftigen Ziele Anreize ausgerichtet werden sollten.
- Für die erste Verpflichtungsperiode steht damit Kosteneffizienz als Bewertungskriterium im Vordergrund. Leider liegen empirische Erkenntnisse über Transaktionskosten möglicher (forst-) politischer Instrumente nur verstreut vor.

Tendenziell sind solche Kosten für Staat wie auch für die Betriebe hoch, sofern die Instrumente einzelfallbezogene Nachweise der Senkenleistung voraussetzen und/oder zusätzliche Verwaltungsstrukturen erfordern. Es ist daher empfehlenswert, die Abgeltung der Senkenleistung in der ersten Verpflichtungsperiode weitgehend zu pauschalieren sowie nach Möglichkeit auf bereits bestehende Strukturen und Institutionen zurückzugreifen. Für spätere Verpflichtungsperioden, in denen möglicherweise andere Voraussetzungen gegeben sein werden, sollte die Wahl alternativer instrumenteller Optionen offen gehalten werden.

3.2 Diskussion und Ausblick

3.2.1 Erste Verpflichtungsperiode, 2008-2012: unter gegebenem institutionellem Rahmen

Nach den bisherigen Ergebnissen drängt die Entscheidung über die konkrete Art und Weise der Nutzenweitergabe derzeit noch nicht: Weder erscheinen zur Erfüllung des Mengenziels zusätzliche Senkenanreize während der Laufzeit der ersten Verpflichtungsperiode erforderlich, noch stehen tatsächliche Menge und Wert der schließlich erbrachten Senkenleistung bereits fest. Daher dürfte es sinnvoll sein, eine endgültige Entscheidung noch zu vertagen; falls sich zwischenzeitlich konkretisieren sollte, welche Anrechnungsregeln für zukünftige Verpflichtungsperioden gelten werden, können diese bei einer späteren Instrumentenwahl noch mitberücksichtigt werden. Gleichwohl sind bereits heute einige Grundzüge für die Instrumentenwahl absehbar, die im Folgenden – ohne Anspruch auf Vollständigkeit – an mehreren Beispielen beleuchtet werden.

Eine Option für die Nutzenweitergabe besteht darin, bereits bestehende Finanzierungsinstrumente (bzw. die hierfür etablierten Strukturen) zu nutzen, indem die dort verfügbaren Mittel entsprechend aufgestockt bzw. ergänzt werden. Diese Option könnte nach dem oben Gesagten relativ kostengünstig sein (vgl. Abschnitt 3.1.2); zudem dürfte sie nur verhältnismäßig geringe Zielkonflikte aufwerfen, da bereits etablierte Instrumente die notwendigen politischen Aushandlungsprozesse schon durchlaufen haben. Allerdings hat Deutschland neben allgemeinen Maßnahmen zum Schutz des Waldes bisher noch keine ausdrücklich klimapolitisch motivierten Maßnahmen in der Forstwirtschaft ergriffen (UBA 2008b); ein Rückgriff auf das bestehende Instrumentarium muss daher berücksichtigen, dass die vorhandenen Instrumente primär anderen Zwecken dienen.

Im Bereich der forstlichen Förderung bietet sich die Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“ (GAK) an, die allerdings

grundsätzlich eine Kofinanzierung durch die Länder voraussetzt. Nach dem GAK-Rahmenplan 2008-2011 (BUNDESREGIERUNG 2008) können im Förderbereich „Forsten“ Maßnahmen aus vier Bereichen gefördert werden, nämlich Erstaufforstung⁵⁶, naturnahe Waldbewirtschaftung⁵⁷, forstwirtschaftliche Zusammenschlüsse⁵⁸ sowie forstwirtschaftliche Infrastruktur⁵⁹. Für den hier diskutierten Zweck eignen sich die meisten dieser Maßnahmen nur sehr eingeschränkt – die Förderung ist laut §2 Abs.1 des GAK-Gesetzes⁶⁰ primär auf die Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit der Wirtschaftsbetriebe ausgerichtet (im Falle der Forstwirtschaft also insbesondere auf die Holzproduktion). Die derzeit förderfähigen Maßnahmen aus den Bereichen Zusammenschlüsse und Infrastruktur weisen inhaltlich kaum Bezüge zur Senkenleistung der Betriebe auf; eine Aufstockung der unter „forstwirtschaftliche Zusammenschlüsse“ förderfähigen Maßnahmen zur Holzmobilisierung könnte wegen der hiermit verbundenen Anreize zum Vorratsabbau sogar das Speicherziel gefährden. Eine pauschale (temporäre) Aufstockung der GAK-Mittel erscheint daher im vorliegenden Zusammenhang nicht empfehlenswert. Anders ist dies bei den Maßnahmen im Bereich Erstaufforstung (einschließlich gelenkter Sukzessionen, vgl. ELSASSER 2008; HAMPICKE *et al.* 2008) sowie im Bereich naturnahe Waldbewirtschaftung, soweit die Maßnahmen im letzteren Fall auf eine erhöhte Bestandesstabilisierung zielen (dies ist an erster Stelle der Umbau nicht standortgerechter Bestände in stabile Laub- und Mischbestände).⁶¹ Beides erhöht bzw. sichert die Speicherleistung zwar nicht kurz-, aber mittelfristig; im Falle der Erstaufforstung ist zudem von Vorteil, dass die hierdurch bewirkten Speicherleistungen unter Art. 3.3 des Kyoto-Protokolls fallen und daher – im Unterschied zu Maßnahmen in bestehendem Wald – unbegrenzt anrechnungsfähig sind.

⁵⁶ Dies umfasst Maßnahmen der Kulturbegründung, Kulturpflege, ggf. eine Einkommensverlustprämie sowie notwendige Nachbesserungen. Gegebenenfalls stehen diese Förderungen auch für eine Bewaldung durch gelenkte Sukzession zur Verfügung.

⁵⁷ Förderfähige Maßnahmen im Bereich „naturnahe Waldbewirtschaftung“: Umbau von Reinbeständen, Jungbestandspflege, Bodenschutzkalkung, Waldrandgestaltung und -pflege, insektizidfreier Waldschutz, Pflanzenerückung sowie diesbezügliche Vorarbeiten.

⁵⁸ Förderfähige Maßnahmen im Bereich „Zusammenschlüsse“: Erstinvestitionen in Geräten und Betriebsgebäuden, Geschäftsführung, Holzmobilisierung.

⁵⁹ Förderfähige Maßnahmen im Bereich „Zusammenschlüsse“ sind Wegebau sowie Erstinvestitionen in Holzkonservierungsanlagen.

⁶⁰ Abgedruckt in BUNDESREGIERUNG 2008:4 ff.

⁶¹ Bisweilen wird auch diskutiert, aus der Senkenleistung des Waldes stammende Mittel für die Anpassung der Wälder an den Klimawandel bereitzustellen. Auch abgesehen von vielen Unsicherheiten über die jeweiligen zukünftigen lokalen Umweltbedingungen sowie die Klimaansprüche der Baumarten (KÖLLING 2008:360 f.) erscheint es jedoch wenig sinnvoll, auf diese Weise die Forstwirtschaft selbst die Mittel für extern bedingte Belastungen generieren zu lassen.

Denkbar ist auch, die GAK zu modifizieren bzw. um neue Fördertatbestände zu ergänzen. Im „Nationalen Waldprogramm für Deutschland“ (NWP 2003) wird ein dreistufiges Fördersystem vorgeschlagen: Danach sollen Leistungen, die nur die Existenz von Wald voraussetzen, über eine Flächenprämie gefördert werden (Stufe 1); darüber hinausgehende Leistungen, die eine bestimmte Art der Waldbewirtschaftung voraussetzen, sollen bei Vorliegen entsprechender Gesamtbetriebskonzepte zusätzlich gefördert werden (Stufe 2); weiter darüber hinausgehende Leistungen sollen einzelvertraglich gesichert werden (Stufe 3). Die Kohlenstoffbindung ist zunächst grundsätzlich nur an die Existenz von Wald gebunden und wäre in diesem System daher Stufe 1 zuzurechnen; bei Nachweis eines (langfristig) senkenwirksamen Betriebskonzeptes könnte eine Prämienaufstockung (integrierbar in Stufe 2) gewährt werden.⁶² Während eine Flächenprämie nach Stufe 1 die Wettbewerbssituation der Forstwirtschaft gegenüber anderen Landnutzungsformen generell verbessert und daher vermutlich nur geringes forstpolitisches Konfliktpotential birgt, stünde für Stufe 2 in Frage, welche zusätzlichen Kohlenstoffbindungsmaßnahmen hier gefördert werden sollten. Die derzeitigen Anrechnungsregeln im Rahmen des Kyoto-Protokolls begünstigen eine hohe Vorratshaltung im Wald zulasten einer verstärkten Ausnutzung der möglichen Zuwachsleistung. Hiermit kompatibel wären – über die bereits etablierten Fördertatbestände hinaus – etwa Maßnahmen zur Umtriebszeitverlängerung, eventuell auch zur Erhöhung der Bestockungsdichte sowie zur Anreicherung von Totholz.⁶³ Zwar entsprechen diese Ziele z.T. auch Forderungen, die von Naturschutzseite an die Waldwirtschaft herangetragen werden (z.B. BfN 2008; NABU 2008); sie stehen aber im Widerspruch zu anderen politischen Zielen, wie etwa dem der Holzmobilisierung (BMVEL 2004b). Umgekehrt könnte ein Umstieg auf leistungsstärkere Baumarten als Kohlenstoffbindungsmaßnahme – z.B. ein vermehrter Douglasienanbau – auf längere Sicht auch dem Holzmobilisierungsziel entsprechen, steht aber im Widerspruch zu Naturnähezielen,

⁶² Kurzfristig senkenwirksame Konzepte erscheinen, wie schon mehrfach erwähnt, für die erste Verpflichtungsperiode nicht fördernotwendig. Dies gilt im Klimazusammenhang auch für Stufe 3 des NWP-Vorschlags, dem hier ein „Vertragsklimaschutzprogramm“ entspräche.

⁶³ DIETER & ELSASSER 2004 (S.21 ff.) diskutieren als für deutsche Verhältnisse denkbare forstliche Maßnahmen zur Erhöhung der Kohlenstoffspeicherung in Wäldern (Erst-)Aufforstungen, Überführung von Altersklassenwäldern in Plenterwald, Totholzanreicherung, Baumartenwechsel (zu leistungsstärkeren Baumarten), Erhöhung der Bestockungsdichte sowie Umtriebszeitverlängerungen, räumen aber nur den drei letztgenannten (sowie mit Abstrichen der Erstaufforstung) in Deutschland Realisierungschancen ein; nach dieser Quelle ist das Potential für Totholzanreicherungsmaßnahmen aufgrund der hier sehr hohen Opportunitätskosten eher beschränkt. Nach einer Schweizerischen Studie (FISCHLIN *et al.* 2004:40 ff., insbes. Tab.9) sind Vorratssteigerungen am einfachsten durch Umtriebszeitverlängerungen möglich (das entsprechende Potential schnellerwüchsiger Baumarten ist durch deren geringeren C-Gehalt begrenzt, erhöhte Bestockungsdichten bringen zusätzliche Bestandesrisiken mit sich).

und damit auch zur existierenden Förderung der naturnahen Waldbewirtschaftung. In jedem Fall würde die Förderung einer dieser Maßnahmen aufgrund des Spannungsverhältnisses zwischen Vorrats- und Zuwachserhöhung Wettbewerbs Eingriffe induzieren und politische Konflikte bedingen. Soweit diese Konflikte stärker durch Naturschutz- bzw. Holznutzungs- als durch Klimaschutzziele motiviert sind, sollte die entsprechende politische Diskussion um der nötigen Klarheit willen nicht unter dem Deckmantel der Klimapolitik geführt, und die entsprechenden Maßnahmen auch nicht aus Mitteln der Klimapolitik finanziert werden. Zudem bleibt zu bedenken, dass allein auf Vorratserhöhung gerichtete Maßnahmen bald obsolet werden könnten, falls im Rahmen der post-Kyoto-Vereinbarungen nach 2012 Holzprodukte als Kohlenstoffsenken anerkannt werden sollten.

Etwas anders stellt sich dies dar, wenn die Förderung nach Stufe 2 auf Aufbaubetriebe begrenzt wird, in denen der laufende Zuwachs die Nutzungen übersteigt. Dies könnte die erwähnten Konflikte abschwächen; die Förderung würde dadurch insbesondere an diejenigen Betriebe ausgezahlt, welche in erster Linie zur Erhöhung der Kohlenstoffspeicherung beigetragen haben, und sie wäre zudem auch mit einer möglichen späteren Einbeziehung von Holzprodukten kompatibel, weil so derzeit überwiegend Betriebe mit noch nicht hiebsreifen Beständen gefördert würden. Allerdings würden mit einer solchen Begrenzung zusätzliche Kontroll- und Nachweiskosten einhergehen; zudem würde sie den Kreis der möglichen Nutznießer weiter verkleinern.

Für alle GAK-gebundenen Fördermaßnahmen gilt, dass sie nach den geltenden Fördergrundsätzen nicht allen Forstbetrieben offenstehen – insbesondere Betriebe von Bund und Ländern sind generell von der GAK-Förderung ausgeschlossen; zudem ist der Kreis der Zuwendungsempfänger bei einzelnen Maßnahmen unter bestimmten Voraussetzungen zusätzlich eingeschränkt, und viele Maßnahmen (wie etwa die Erstaufforstungsförderung) werden nur von wenigen Anspruchsberechtigten in Anspruch genommen. Diese selektive Verteilungswirkung ist problematisch. Weiterhin erschwert die bisherige Konstruktion der Förderung eine Abgeltung von Senkenleistungen im engeren Sinne, da die Förderung nicht erfolgs-, sondern maßnahmenorientiert erfolgt derzeit wird in der Regel ein (anteiliger) Kostenersatz geleistet, der die aktive Durchführung von Maßnahmen voraussetzt. Durch die damit verbundene Lenkungswirkung besteht grundsätzlich die Gefahr, ein aus wohlfahrtstheoretischer Sicht ineffizientes Überangebot zu motivieren.

Ähnlich wie eine pauschale Flächenprämie könnten auch Nachlässe bei der Besteuerung der Einkommen aus Forstwirtschaft die Wettbewerbssituation der forstlichen

gegenüber anderen Landnutzungsformen generell verbessern. Allerdings gelten hier auch ähnliche Einwendungen: Da Einkommensteuernachlässe zunächst zu versteuerndes Einkommen voraussetzen, hat dieses Instrument selektive Verteilungswirkungen. Zudem beruhen forstliche Einkünfte überwiegend auf Holznutzung. Steuernachlässe verbessern daher auch deren relative Vorteilhaftigkeit, d.h. sie bewirken indirekt zusätzliche Anreize zum Vorratsabbau – insbesondere dann, wenn die Steuernachlässe nur zeitlich befristet gewährt werden. Als temporäres Instrument zur Nutzenweitergabe in der ersten Verpflichtungsperiode sind Einkommensteuernachlässe daher nicht zu empfehlen.

Die aufgrund der Senkenleistung der Forstwirtschaft erwirtschafteten finanziellen Mittel können auch indirekter an den Forstsektor weitergegeben werden. Die hierfür denkbaren Möglichkeiten sind nahezu unbegrenzt – sie reichen von einer Unterstützung themenbezogener Forschungsaktivitäten über eine Stärkung der forstfachlichen Beratung bis hin zur Etablierung von Stiftungen und Modellprojekten, in denen Möglichkeiten der Anpassung an denkbare künftige (naturale wie auch institutionelle) Rahmenbedingungen für die Forstwirtschaft ausgelotet werden. Im Zuge von Modellprojekten könnten beispielsweise die Chancen der Forstwirtschaft geprüft werden, Senkenleistung in Form von „Voluntary Emission Reductions“ (VER) zu vermarkten. Als Nachfrager dieser VER kommen etwa Unternehmen solcher Sektoren in Betracht, die (derzeit noch) nicht der Emissionshandelsrichtlinie der EU unterworfen sind, aber freiwillig Beiträge zur Kompensation ihrer Emissionen leisten wollen (vgl. LANGROCK et al. 2003:17). Dies stellt eine Möglichkeit dar, mit einem innovativen Produkt zu einer marktfähigen Abgeltung von Infrastrukturleistungen der Forstwirtschaft beizutragen, für welche staatliche Unterstützung langfristig nicht zwingend erforderlich ist. Gleichzeitig könnte mit den durch solche Modellprojekte gewonnenen Erfahrungen eine Basis gelegt werden für den möglichen zukünftigen Einbezug der Forstwirtschaft in ein Handelssystem mit CO₂-Zertifikaten (näher dazu: DIETER & ELSASSER 2004; ELSASSER & DIETER 2006).

Alle hier diskutierten Möglichkeiten belassen die Haftung für den dauerhaften Bestand der Senkenwirkung grundsätzlich beim Staat. Dies erscheint konsequent, solange zum einen aufgrund der Anrechnungsgrenze nur ein Teil der tatsächlich erbrachten Senkenleistung in Wert gesetzt werden kann, und solange zum anderen der entsprechende finanzielle Nutzen zwar an den Sektor weitergegeben, nicht aber für konkret benennbare Senkenleistungen einzelner Betriebe ausgezahlt wird. Letzteres würde eine Abgeltung von Senkenleistungen auf der Ebene identifizierbarer Projekte erfordern. Nach den Ergebnissen von Abschnitt 3.1.3 dürfte jedoch klar geworden sein, dass für die erste Verpflichtungsperiode ein projektbasiertes

Anreizsystem als Instrument zur Nutzenweitergabe wegen der damit verbundenen hohen Kosten für Programmetablierung sowie für Verwaltung und Kontrolle der einzelnen Senken nachweise kaum zu empfehlen ist, solange die Anrechnungsgrenze die aus Senkenprojekten theoretisch erzielbaren Erlöse beschneidet.

3.2.2 Vorbereitung auf „post-2012“: Gestaltung des institutionellen Rahmens

Zur Vorbereitung auf das Klimaregime nach 2012 ist primär erforderlich, in den internationalen Verhandlungen auf eine schlüssigere Behandlung biologischer Senken hinzuwirken. Insbesondere ist eine Aufhebung der Zugangsschranken für biologische Senken notwendig, sowohl in quantitativer Beziehung (Aufhebung der Anrechnungsgrenzen für Waldsenken) als auch qualitativ (Aufhebung der Wahlmöglichkeit bezüglich der Waldsenkenanrechnung; Einbezug von Holzprodukten in die Anrechnung).

Die Anrechnungsgrenze für forstliche Senkenleistungen im Rahmen des Kyoto-Protokolls ist eigentlich dazu gedacht, Mitnahmeeffekte auszuschließen, die u.a. durch entsprechende Altersstrukturen begünstigt sein können (vgl. Abschnitt 3.1.1). Konsequenterweise müsste im Falle ungünstiger Altersstrukturen (wie sie in Deutschland ab ca. 2030 zu erwarten sind) auch eine umgekehrte Regelung gelten, die auf Alterseffekte zurückgehende Quellenwirkungen des Waldes in der Anrechnung ebenso beschneidet wie die entsprechenden Senkenwirkungen. Dies erscheint kompliziert und wenig zielführend, weist aber auf einen Konstruktionsfehler der Senkenanrechnung hin: Es ist für den Wärmehaushalt der Erde völlig unerheblich, *warum* der Treibhausgasgehalt der Atmosphäre durch Senken vermindert (bzw. durch Quellen erhöht wird); wesentlich ist allein, *dass* dies der Fall ist. Der Versuch, einzelne Senkenwirkungen mit bestimmten Begründungen von der Anrechnung auszuschließen, führt zu perversen Ergebnissen. Der vorliegende Bericht belegt hinreichend, dass von der Anrechnungsgrenze Anreize für die Staaten ausgehen können, die genau zum Gegenteil des beabsichtigten Effektes führen: Für Deutschland ist es derzeit sinnvoll, sich die ohnehin erfolgende Senkenleistungen vergüten zu lassen; Anreize dazu, die Forstwirtschaft zu weiteren Senkenleistungen zu motivieren, werden aber durch die Anrechnungsgrenze ausgehebelt, weil weitere Senkenleistungen fiskalisch wertlos wären und ihnen zudem deutliche Opportunitätskosten entgegenstünden. Sollen Staaten folglich zu weiteren Senkenanstrengungen motiviert werden, so muss die Anrechnungsgrenze in Zukunft entfallen. Dem wird zwar bisweilen entgegengehalten, dass eine (zumal unbegrenzte) Senkenanrechnung lediglich die Emissionsziele aufweiche; tatsächlich aber dürfte dem Reduktionsziel wesentlich

besser gedient sein, wenn Senkenleistungen in voller Höhe angerechnet und die jeweiligen Emissionsziele der Staaten entsprechend angepasst (in der Regel also: erhöht) werden.

Noch schärfer gelten diese Argumente in Bezug auf die bisherige Wählbarkeit der Senkenanrechnung. Entscheidet sich ein Staat gegen die Anrechnung, so impliziert dies eine Anrechnungsgrenze von Null – allerdings nicht nur für die Senken-, sondern auch für die Quellenwirkung des Waldes. Die Wählbarkeit motiviert daher insbesondere solche Staaten zu einer Entscheidung gegen die Senkenoption, deren Wälder eine Kohlenstoffquelle darstellen. Damit bietet der Kyoto-Rahmen für diese Staaten auch keinen Anreiz, sich für den Bestandesschutz der bereits aufgebauten Kohlenstoffspeicher im Wald zu engagieren. Ein Abbau dieser Speicher stellt erst recht eine Aufweichung der Emissionsziele dar, da diese Emissionen im Rahmen des Kyoto-Protokolls gar nicht registriert und daher auch nicht sanktioniert werden. Soll dies vermieden werden, so muss folglich die Anrechnung von Waldsenken generell verpflichtend werden (zumindest wäre ggf. nachzuweisen, dass die Waldbewirtschaftung eines Landes keine Quellenwirkung verursacht).

Auch die Vernachlässigung von Holzprodukten bei den bisherigen Anrechnungsmodalitäten kann als Anrechnungsgrenze von Null für die Senken- wie auch die Quellenwirkungen geernteten Holzes interpretiert werden, und sie hat auch ähnliche Folgen. So wird versäumt, Anreize für eine zusätzliche Kohlenstoffbindung durch Vergrößerung der Produktspeicher zu generieren, und umgekehrt die Emissionswirkung zu sanktionieren, welche von einem Abbau existierender Produktspeicher ausgeht (etwa bei der Substitution von Holz- durch Kunststoffprodukte). Überdies ergeben sich damit auch für die Waldbehandlung klimapolitisch negative Rückwirkungen: Unterliegen lediglich Vorräte im Wald (und deren Veränderungen) der Anrechnung, dann bietet diese folglich auch nur einen Impuls zur Erhöhung der Wald-Speicher, nicht aber zur Maximierung der Speicherung innerhalb des Gesamtsystems, für die möglichst hohe Zuwächse erforderlich sind. Da vorratsmaximierte Wälder geringere Zuwächse zeigen⁶⁴ und zudem das kalamitätsbedingte Freisetzungsrisiko für gespeicherten Kohlenstoff im Wald höher ist als im Holzproduktspeicher (durch Insekten, Sturm, Feuer etc.),⁶⁵ bewirkt die auf Waldsenken beschränkte Anrechenbarkeit auch für die Waldbehandlung Fehlanreize und reduziert das

⁶⁴ Dies ist nicht nur durch Zuwachsdepressionen bei akuter Überalterung und Überbestockung bedingt, sondern auch dadurch, dass aufgrund der in Deutschland üblichen Umtriebszeiten die Waldbestände bei der Ernte i.d.R. ihr Zuwachsmaximum schon lange überschritten haben.

⁶⁵ Zudem kann dieses Freisetzungsrisiko auch einer Selbstverstärkung unterliegen, wenn die Speicherkapazität der Waldökosysteme aufgrund von Klimaänderungen sinkt (vgl. COX *et al.* 2000).

Ausmaß der insgesamt möglichen Kohlenstoffsequestrierung. Eine Anrechnung von Holzprodukten ist also nötig, um Anreize für die Vergrößerung des Produktspeichers wie auch des Gesamtsystems aus Wald und Holzprodukten zu liefern.

Auch von wissenschaftlicher Seite ist es nötig, die politische Gestaltung des zukünftigen Klimaregimes in Bezug auf eine umfassende Senkenanerkennung zu begleiten. Neben internationalen Forschungsanstrengungen zur besseren physischen Erfassung von Senkenleistungen, zur Verfeinerung geeigneter flächenhafter Inventur- und Hochrechnungsverfahren sowie zur Entwicklung praxistauglicher Verfahren bei der Senkenanrechnung insbesondere von Holzprodukten⁶⁶ muss auch die Umsetzung denkbarer Politikvorgaben eines Klimaregimes nach 2012 auf nationaler Ebene wissenschaftlich vorbereitet werden. In Bezug auf die Abgeltung von Senkenleistungen bedeutet dies, Anreiz- und Abgeltungsinstrumente für unterschiedliche zukünftige Klimapolitiken zu analysieren, um für das zukünftige Klimaregime gewappnet zu sein. Wie auch vom WBGU gefordert, müssen diese Instrumente sowohl die Kohlenstoffeinbindung während des Pflanzenwachstums als auch die spätere Freisetzung von Kohlenstoff z.B. bei Verbrennung berücksichtigen (WBGU 2008).

3.2.3 Fazit

Die Instrumentendiskussion kommt zu folgenden Ergebnissen:

- Für die erste Verpflichtungsperiode kann im Rahmen der finanziellen Förderung auf das etablierte Instrument der GAK nur eingeschränkt zurückgegriffen werden. Bei Nutzung der bisherigen Strukturen erschiene eine pauschale Aufstockung der GAK-Mittel zur Weitergabe des Nutzens aus der Senkenleistung aufgrund teilweise vorhandener Anreize zum Vorratsabbau weniger empfehlenswert als eine Konzentration auf die Maßnahmen im Bereich Erstaufforstung (einschließlich gelenkter Sukzessionen) sowie auf Maßnahmen zur Bestandesstabilisierung. Bei einer Modifikation der GAK (gemäß Vorschlag des Nationalen Waldprogramms) wäre eine pauschale Flächenprämie als Distributionsinstrument vermutlich recht konfliktarm; bei einer darüber hinausgehenden Förderung konkreter klimawirksamer Einzelmaßnahmen wären ausgeprägtere Konflikte zu erwarten, da absehbare Maßnahmen in das Konfliktfeld zwischen Naturschutz und Holzmobilisierung hineinspielen. Auch Einkommensteuernachlässe wären denkbar. Hier wie

⁶⁶ Beispiele: Schätzungen des Bodenkohlenstoffs; Biomasse-Expansionsfaktoren; C-Gehalte unterschiedlicher Baumarten; Umfang des Holzproduktspeichers und Verweildauer unterschiedlicher Holzprodukte; Berücksichtigung des Außenhandels mit Holz

auch im Fall der Förderung bleibt aber die Selektivität der jeweiligen Verteilungswirkungen zu bedenken, da beide Instrumente bestimmte Adressatengruppen ausschließen. Indirekter wirkende Instrumente sind vielfältig; Chancen liegen u.a. in einer Förderung von Modellprojekten zur Vermarktung von „Voluntary Emission Reductions“ (VER). Solche Modellprojekte könnten auch wertvolle Erfahrungen für den möglichen zukünftigen Einbezug der Forstwirtschaft in ein Handelssystem mit CO₂-Zertifikaten liefern.

- Die hier diskutierten Instrumente beleuchten den Möglichkeitsraum nur beispielhaft und ohne Anspruch auf Vollständigkeit. Eine endgültige Entscheidung über die Instrumentenwahl sollte auch für die erste Verpflichtungsperiode nach Möglichkeit erst dann getroffen werden, wenn zukünftige Rahmenbedingungen absehbarer geworden sind.
- Zur Vorbereitung auf das Klimaregime nach 2012 sind sowohl politische Maßnahmen als auch deren wissenschaftliche Begleitung erforderlich. Im Rahmen der politischen Verhandlungen über ein Kyoto-Folgeabkommen sollte auf eine schlüssigere Behandlung biologischer Senken hingewirkt werden. Insbesondere sollten Anrechnungsgrenzen für Waldsenken generell aufgehoben werden, die diesbezügliche Wahlmöglichkeit sollte entfallen, und das Anrechnungssystem sollte verpflichtend um den in Holzprodukten gespeicherten Kohlenstoff erweitert werden (konsequenterweise wären dann allerdings auch die Emissionen aus der Verbrennung von Holz und Biomasse im allgemeinen einzubeziehen). Von wissenschaftlicher Seite muss die hierfür erforderliche Datenbasis weiter verfeinert werden; in Bezug auf die Abgeltung von Senkenleistungen sind Instrumentenanalysen für unterschiedliche denkbare Klimapolitiken nach 2012 notwendig, um für das zukünftige Klimaregime gewappnet zu sein.

4 Literatur

- BFN (Hrsg.) (2008): *Naturerbe Buchenwälder. Situationsanalyse und Handlungserfordernisse*. Bonn und Insel Vilm: Eigenverlag, 51 S.
- BIEBELRIETHER, H.; DIEPOLDER, U.; WIMMER, B. (1997): *Studie über bestehende und potentielle Nationalparke in Deutschland*. Bonn-Bad Godesberg: Bundesamt für Naturschutz. *Angewandte Landschaftsökologie* 10, 376 S.
- BIRNER, R.; WITTMER, H. (2004): On the 'efficient boundaries of the state': the contribution of transaction-costs economics to the analysis of decentralization and devolution in natural resource management. *Environment and Planning C-Government and Policy* 22 (5), S. 667-685
- BMELV (2008): Bericht des Bundeslandwirtschaftsministeriums für einen aktiven Klimaschutz der Agrar- und Ernährungswirtschaft und zur Anpassung der Agrarwirtschaft an den Klimawandel (Entwurf). *Agra-Europe* (39/08), S. D1-D16
- BMU (2006): *Germany's Initial Report under Article 7, Paragraph 4 of the Convention: Report on the Determination of the Assigned Amount*.
http://unfccc.int/files/national_reports/initial_reports_under_the_kyoto_protocol/application/pdf/aau_report_germany_initial_report_engl_final.pdf. 51 S.
- BMVEL (Hrsg.) (2004a): *Die zweite Bundeswaldinventur - BWI²: Das Wichtigste in Kürze. Zu den Bundeswaldinventur-Erhebungen 2001 bis 2002 und 1986 bis 1988*. Berlin: Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft, 87 S.
- BMVEL (2004b): *Verstärkte Holznutzung zugunsten von Klima, Lebensqualität, Innovationen und Arbeitsplätzen (Charta für Holz)*. Bonn: Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft. 26 S.
- BMVEL (Hrsg.) (2005): *Das potenzielle Rohholzaufkommen 2003 bis 2042: Das Wichtigste in Kürze. Zu den Bundeswaldinventur-Erhebungen 2001 bis 2002 und 1986 bis 1988*. Berlin: Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft, 75 S.
- BORMANN, K.; DIETER, M.; ENGLERT, H.; KÜPPERS, J.-G.; ROSIN, A.; HOFFMANN-MÜLLER, R. (2006): *Waldgesamtrechnung für Deutschland 1993-2004. Ergebnisse und Tabellen*. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt. UGR-online-publikation, 36 S.
- BUNDESREGIERUNG (2008): *Rahmenplan der Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“ für den Zeitraum 2008 bis 2011. Unterrichtung durch die Bundesregierung*. Berlin: Deutscher Bundestag, 16. Wahlperiode. Drucksache 16/9213, 111 S.
- CAPOOR, K.; AMBROSI, P. (2008): *State and Trends of the Carbon Market 2008*. Washington DC: World Bank. 71 S.
- COASE, R.H. (1960): The Problem of Social Cost. *Journal of Law and Economics* 3 (1), S. 1-44

-
- COX, P.M.; BETTS, R.A.; JONES, C.D.; SPALL, S.A.; TOTTERDELL, I.J. (2000): Acceleration of global warming due to carbon-cycle feedbacks in a coupled climate model. *Nature* **408** S. 184-187
- CRIQUI, P.; KITOUS, A. (2003): *Kyoto Protocol Implementation. KPI Technical Report: Impacts of Linking JI and CDM Credits to the European Emission Allowance Trading Scheme (KPI-ETS) (Service Contract N° B4-3040/2001/330760/MAR/E1 for DG Environment)*. France: CNRS-IEPE/ENERDATA. 15 S.
- DIETER, M.; ELSASSER, P. (2002): Carbon Stocks and Carbon Stock Changes in the Tree Biomass of Germany's Forests. *Forstwissenschaftliches Centralblatt* **121** (4), S. 195-210
- DIETER, M.; ELSASSER, P. (2004): *Wirtschaftlichkeit und Wettbewerbschancen von Wald-Senkenprojekten in Deutschland*. Hamburg: Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft. Arbeitsbericht 2004/11, 38 S.
- DIETER, M.; ELSASSER, P.; WIEHLER, H.A. (2005): Anrechnung der deutschen Waldbewirtschaftung in der Klimapolitik? Ein Diskussionsbeitrag zur Wahlmöglichkeit nach Artikel 3.4 des Kyoto-Protokolls. *Forst und Holz* **60** (11), S. 472-474
- DIETER, M.; ENGLERT, H. (2005): *Gegenüberstellung und forstpolitische Diskussion unterschiedlicher Holzeinschlagsschätzungen für die Bundesrepublik Deutschland*. Hamburg: Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft. Arbeitsbericht 2005/2, 10 S.
- DIETER, M.; KÜPPERS, J.-G. (2008): *Die Forstwirtschaftliche Gesamtrechnung der Bundesrepublik Deutschland 2006*. Hamburg: von-Thünen-Institut/OEF. Arbeitsbericht des Instituts für Ökonomie der Forst- und Holzwirtschaft 2008/1, 26 S.
- ELSASSER, P. (2008): *Neuwaldbildung durch Sukzession: Flächenpotentiale, Hindernisse, Realisierungschancen*. Hamburg: von-Thünen-Institut. Arbeitsbericht OEF 2008/5, 26 S.
- ELSASSER, P.; DIETER, M. (2006): Staatliche Fördermöglichkeiten für eine verstärkte Kohlenstoffspeicherung. In: *DEUTSCHER FORSTVEREIN E.V. (Hrsg.): Wald bewegt. Kongressbericht der 62. Jahrestagung*. Göttingen: DFV, S. 294-305
- EU-COM (2008): *Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates zur Änderung der Richtlinie 2003/87/EG zwecks Verbesserung und Ausweitung des EU-Systems für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten*. Brüssel: Kommission der Europäischen Gemeinschaften. KOM(2008) 16 endgültig v.23.1.2008, 56 S.
- FISCHER, C.; MORGENSTERN, R.D. (2005): *Carbon Abatement Costs: Why the Wide Range of Estimates?* Washington DC: Resources for the Future. Discussion Papers DP 03-42 REV, 18 S.

- FISCHLIN, A.; BUCHTER, B.; MATILE, L.; AMMON, K.; HEPPELLE, E.; LEIFELD, J.; FUHRER, J. (2004): *Bestandsaufnahme zum Thema Senken in der Schweiz*. Zürich: ETH Institut für terrestrische Ökologie (2. Aufl.). Systemökologie ETHZ: Bericht 29, 88 S.
- GEIBLER, C. (2002): *Darstellung und Evaluation der forstlichen Förderung in Sachsen: Zeitraum 1997-2001*. Tharandt: TU Dresden, Institut für Forstökonomie und Forsteinrichtung. Diplomarbeit
- GROSSER, D.; TEETZ, W. (1986): *Einheimische Nutzhölzer (Loseblattsammlung). Vorkommen, Baum- und Stammform, Holzbeschreibung, Eigenschaften, Verwendung*. Düsseldorf: Centrale Marketinggesellschaft der deutschen Agrarwirtschaft/Arbeitsgemeinschaft Holz e.V. (2. Aufl.).
- HAMPICKE, U.; KÜSTNER, A.; LITTERSKI, B.; SCHÄFER, A. (2008): *Sukzessionswälder als Flächennutzungsalternative (Abschlussbericht zum DBU-Projekt 23880-33/0)*. Greifswald: Lehrstuhl für Landschaftsökonomie.
- HEGGEDAL, T.-R.; KVERNDOKK, S. (2007): The Cost of Greenhouse Gas Mitigation in Europe - Kyoto and Beyond. *IAEE Newsletter* **16** (4), S. 9-12
- HOLTSMARK, B.; MÆSTAD, O. (2002): Emission trading under the Kyoto Protocol - effects on fossil fuel markets under alternative regimes. *Energy Policy* **30** (3), S. 207-218
- IEA (2001): *International Emission Trading: From Concept to Reality*. Paris: OECD. 159 S.
- IPCC (2007): *Climate Change 2007 - Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.
- KAPP, G. (2004): *Abschätzung des Entwicklungs- und Durchführungsaufwands für forstliche CO₂-Senkenprojekte in Deutschland*. Hamburg: GFA Terra Systems GmbH. Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, 48 S.
- KÖLLING, C. (2008): Wälder im Klimawandel: Die Forstwirtschaft muss sich anpassen. In: LOZÁN, J.L.; GRAßL, H.; JENDRITZKY, G.; KARBE, L.; REISE, K. (Hrsg.): *Warnsignal Klima: Gesundheitsrisiken - Gefahren für Pflanzen, Tiere und Menschen*. Hamburg: Büro Wissenschaftliche Auswertungen. Warnsignale, S. 357-361
- KP (1997): *Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change*. URL: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf> (24.8.2005)
- KUIK, O. (2008): *Global economic scenarios for the PDS project. Report commissioned by Universität Hamburg*. Amsterdam: Institute for Environmental Studies (unpublished). 73 S.
- LAMLON, S.H.; SAVIDGE, R.A. (2003): A reassessment of carbon content in wood: variation within and between 41 North American species. *Biomass and Bioenergy* **25** (4), S. 381-388

-
- LANGROCK, T.; STERK, W.; WIEHLER, H.A. (2003): *Akteurorientierter Diskussionsprozess "Senken und CDM/JI". Endbericht*. Wuppertal: Wuppertal Institut. Wuppertal Spezial 29, 36 S.
- LIEBIG, L.; ELSASSER, P. (2007): Instrumente zur Abgeltung der CO₂-Senkenleistung des Waldes. *Allgemeine Forst Zeitschrift* **62** (23), S. 1268-1269
- LISKI, J.; KARJALAINEN, T.; PUSSINEN, A.; NABUURS, G.-J.; KAUPPI, P. (2000): Trees as carbon sinks and sources in the European Union. *Environmental Science & Policy* **3** (2-3), S. 91-97
- MANN, S. (2000): Transaktionskosten landwirtschaftlicher Investitionsförderung - ein komparativer Ansatz. *Agrarwirtschaft* **49** (7), S. 259-269
- MANN, S. (2001): Zur Effizienz der deutschen Agrarverwaltung. *Agrarwirtschaft* **50** (5), S. 302-307
- MCKINSEY & COMPANY (Hrsg.) (2007): *Kosten und Potenziale der Vermeidung von Treibhausgasemissionen in Deutschland. Eine Studie von McKinsey & Company, Inc., erstellt im Auftrag von „BDI initiativ – Wirtschaft für Klimaschutz“*. Berlin: BDI, 68 S.
- MICHAELOWA, A.; STRONZIK, M.; ECKERMANN, F.; HUNT, A. (2003): Transaction costs of the Kyoto Mechanisms. *Climate Policy* **3** (3), S. 261-278
- NABU (Hrsg.) (2008): *Waldwirtschaft 2020. Perspektiven und Anforderungen aus Sicht des Naturschutzes*. Berlin: Naturschutzbund Deutschland e.V., 67 S.
- NAKICENOVIC, N.; SWART, R. (Hrsg.) (2000): *IPCC Special Report on Emissions Scenarios (SRES)*. Cambridge: University Press, 570 S.
- NWP (2003): *Nationales Waldprogramm Deutschland. 2. Phase: Vom Nationalen Forstprogramm zum Nationalen Waldprogramm*. Bonn: BMVEL (Hrsg.), 76 S. URL: <http://www.nwp-online.de/nwp-g2.htm>
- POLLEY, H.; KROIHER, F. (2006): *Struktur und regionale Verteilung des Holzvorrates und des potenziellen Rohholzaufkommens in Deutschland im Rahmen der Clusterstudie Forst- und Holzwirtschaft*. Eberswalde: Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft. Arbeitsbericht des Instituts für Waldökologie und Waldinventuren 2006/3, 124 S.
- SCARBOROUGH, B. (2007): *Trading Forest Carbon : A Panacea or Pipe Dream to Address Climate Change?* Bozeman (Montana): PERC. Policy Series 40, 28 S.
- SCHWERDTNER MÁÑEZ COSTA, K. (2008): *Zur Umsetzung von Artenschutz: Eine ökologisch-ökonomische Analyse*. Halle/Saale: ULB Sachsen-Anhalt. Online-Hochschulschriften, 211 S.
- SEIFERT, J.; UHRIG-HOMBURG, M.; WAGNER, M. (2008): Dynamic behavior of CO₂ spot prices. *Journal of Environmental Economics and Management* **56** (2), S. 180-194

- SETZER, F. (2006): Zur institutionellen und finanziellen Umsetzung der forstlichen Förderung in Deutschland. *Forst und Holz* **61** (2), S. 43-50
- SIEBERT, H. (1987): *Economics of the Environment*. Berlin Heidelberg u.a.: Springer (2. Aufl.). 273 S.
- SPELLMANN, H.; MANTAU, U.; POLLEY, H. (2008): Nachhaltige Rohholzversorgung aus deutschen Wäldern. Positionspapier der Plattform Forst & Holz von DFWR und DHWR. *Agra-Europe* (33), S. D1-D8
- STANKEVICIUTE, L.; KITOUS, A.; CRIQUI, P. (2007): *The fundamentals of the future international emissions trading system*. Grenoble: Laboratoire d'Economie de la Production et de l'Integration Internationale. Cahiers de Recherche 3/2007, 22 S.
- UBA (Hrsg.) (2006): *Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen 2006: Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 - 2004*. Dessau: Umweltbundesamt. Climate Change 03/06, 563 S.
- UBA (Hrsg.) (2008a): *Fakten zur Finanzierung der Deutschen Emissionshandelsstelle*. Dessau: Umweltbundesamt, 3 S.
- UBA (Hrsg.) (2008b): *Wirksamkeit des Klimaschutzes in Deutschland bis 2020 ("Bericht der Bundesregierung zur Bewertung des voraussichtlichen Fortschritts der Bundesrepublik Deutschland 2007 gemäß Umsetzung des Kyoto-Protokolls - Berichterstattung nach Artikel 3 Absatz 2 der EU-Richtlinie 280/2004")*. Dessau: Umweltbundesamt. Climate Change 02/08, 95 S.
- VIGUIER, L.L.; BABIKER, M.H.; REILLY, J.M. (2003): The costs of the Kyoto Protocol in the European Union. *Energy Policy* **31** (5), S. 459-483
- WÄTZOLD, F.; SCHWERDTNER, K. (2005): Why be wasteful when preserving a valuable resource? A review article on the cost-effectiveness of European biodiversity conservation policy. *Biological Conservation* **123** (3), S. 327-338
- WBGU (2008): *Welt im Wandel – Zukunftsfähige Bioenergie und nachhaltige Landnutzung*. Berlin: Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung globale Umweltveränderungen. 403 S.
- WILLIAMSON, O.E. (1985): *The Economic Institutions of Capitalism. Firms, markets, relational contracting*. New York: Free Press. 450 S.
- WILLIAMSON, O.E. (1999): Public and private bureaucracies: a transaction cost economics perspective. *Journal of Law, Economics and Organization* **15** (1), S. 306-341