

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 154 (2003)

Heft: 12

Artikel: Die Wald-Holz-Option, eine Brücke zwischen Klimapolitik und Wirtschaft : zehn Thesen

Autor: Bemmann, Albrecht / Hasenkamp, Karl Peter

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1098206>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 01.05.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Die Wald-Holz-Option, eine Brücke zwischen Klimapolitik und Wirtschaft – zehn Thesen

ALBRECHT BEMMANN und KARL PETER HASENKAMP

Keywords: Climate change; air pollution; greenhouse gases; forest; wood; resource management. FDK 111.83 : 181.45 : UDK 551.588

«... dass der nechste Weg zu Ausbringung des Holsses dessen Säen und Pflanssen sey.

Wird derhalben die grösste Kunst/Wissenschaft/Fleiss und Einrichtung hiesiger Lande darinnen beruhen / wie sothane Conservation und Anbau des Holzes anzustellen / dass es eine kontinuierliche beständige und nachhaltige Nutzung gebe...»

(VON CARLOWITZ 1713)

Einleitung

Der Zwischenstaatliche Ausschuss für Fragen des Klimawandels (IPCC) kommt in seinem Bericht 2001 zu dem Befund, dass der menschengemachte Treibhauseffekt nachweisbar ist. So schwankte die globale Durchschnittstemperatur seit dem Jahr 1000 bis zum Beginn der industriellen Entwicklung nur um einige Zehntelgrade. Bis zum Jahr 2000 kam es zu einer Erwärmung um etwa 0,8 Grad Celsius, bis 2100 wird – im Vergleich zu 1990 – ein Anstieg von 1,4 bis 5,8 Grad Celsius erwartet. Nach dem heutigen Wissensstand sind für den seit etwa 150 Jahren rasanten Temperaturanstieg und dessen künftige noch beschleunigte Veränderung vor allem die klimawirksamen Gase CO₂, CH₄, N₂O, SF₆, H-FKW und FKW verantwortlich, wobei etwa 50% dieser Wirkung auf CO₂ zurückzuführen ist. Obwohl auch andere Hypothesen zur Erklärung des Klimawandels aufgestellt wurden (BERNER & STREIF 2001), ist sich die Mehrheit der Klimaforscher darin einig, dass diese schnelle Veränderung fast vollständig anthropogen bedingt ist (IPCC 2001).

Auf dieser Grundlage versucht die Politik – verstärkt seit Anfang der 1990er-Jahre (Welt-Umweltkonferenz 1992 in Rio de Janeiro) – globale Lösungen zur Emissionsreduzierung klimarelevanter Gase (Weltklimakonferenzen, Kyoto-Protokoll 1997) zu finden. Trotz aller Anstrengungen und positiven Entwicklungen bei der Emissionsreduzierung dieser Gase ist abzusehen, dass in den kommenden Jahrzehnten global besonders die CO₂-Emissionen steigen werden. Unter diesen Gesichtspunkten müssen alle Möglichkeiten zur Reduzierung von CO₂ in der Atmosphäre genutzt werden. Eine besonders effektive und elegante Methode dafür bietet die Wald-Holz-Option als eine Brücke zwischen Klimapolitik und Wirtschaft, die in den folgenden zehn Thesen vorgestellt wird.

These 1

Die Menschheit muss aus ethischen und naturphilosophischen Gründen – soweit dies möglich ist – Reparatur dort leisten, wo anhaltende Beschädigungen des Globus durch frühere Generationen erfolgten. Die Wald-Holz-Option kann dazu einen bedeutenden positiven Beitrag leisten.

Ein Hauptunterscheidungsmerkmal des Menschen von anderen Lebewesen ist seine Fähigkeit, Feuer zu nutzen. In seiner langen Entwicklungsgeschichte hat er bis etwa 1850 hauptsächlich Biomasse, insbesondere Holz, als Brenn- und Heizmaterial genutzt. Seit jener Zeit verwendet er exponentiell steigend für energetische Zwecke zunächst die fossilen Kohlenwasserstoffe Kohle, später Erdöl und Erdgas.

Diese wiederum entstanden vor erdgeschichtlich langer Zeit über die Photosynthese aus dem CO₂ der Atmosphäre.

Die Geschichte der menschlichen Zivilisation, also etwa der vergangenen 8000 Jahre, ist eine Geschichte der Wald- und Holznutzung (THOMASIVS 1991; RADKAU & SCHÄFER 1987; KÜSTER 1998). Mindestens 40% der ursprünglichen Waldflächen wurden durch den Menschen gerodet, übernutzt und damit vernichtet. In vielen Teilen der Welt, vor allem im Bereich der Tropenwälder, hält diese Waldzerstörung an. Seit der Nachkriegszeit bis vor etwa 150 Jahren war es in Europa wie in vielen Teilen der Welt eine Kulturtat, Wald zu roden und Ackerflächen anzulegen. Diese Rodungen wurden (und werden) durch das direkte Verbrennen von Wald oder durch eine zielgerichtete Holznutzung betrieben. Auf diesen Wegen (und einer damit einhergehenden Bodenoxidation) gelangten und gelangen – zusammen mit der Verbrennung der fossilen Energieträger – unzutraglich grosse Mengen CO₂ in die Atmosphäre.

Mit dem Prinzip der Nachhaltigkeit¹, das sich in der Forstwirtschaft Deutschlands im Verlaufe von etwa 300 Jahren aus einer Notsituation – dem Mangel an Holz – heraus entwickelte (VON CARLOWITZ 1713), wurde diese Waldvernichtung aufgehalten und umgekehrt. Heute verfügen Deutschland und viele andere europäische Länder wegen dieser nachhaltigen Waldbewirtschaftung (nicht durch strikten Naturschutz auf allen Flächen) über die seit jener Zeit grössten Waldflächen und Holzvorräte. Auf Grund der durch Forstwissenschaftler und Forstpraktiker entwickelten nachhaltigen Wirtschaftsprinzipien befindet sich die Forstwirtschaft Deutschlands durch den «Überfluss» an Wald und Holz – paradoxerweise – in der tiefsten Existenzkrise seit 200 Jahren (ANONYMUS 2001a, b).

Seit der Umweltkonferenz in Rio de Janeiro 1992 wurde der Begriff der Nachhaltigkeit (Sustainable Development) weltweit bekannt. Er ist ein Zauberwort geworden, mit dem versucht wird, die wirtschaftliche Entwicklung mit einer positiven Umweltentwicklung zu verbinden. Für eine Wiederbewaldung, d.h. «Reparatur», früherer Beschädigungen grosser Teile der Welt könnte das Know-how der internationalen und nationalen Forstwissenschaften sowie das der europäischen Forstpraktiker im Zusammenspiel mit den jeweiligen konkreten sozioökonomischen Bedingungen in den in Frage kommenden Ländern ein «Technologie-Exportschlag» werden.

These 2

Treibhausgas-Vergangenheitslasten – hier in Form von CO₂ – stellen ein bisher ignoriertes Bestandsproblem dar. Dieses Problem kann mit Hilfe von Wald beseitigt werden.

¹ Der Begriff wurde 1713 durch den Freiburger Berghauptmann Hanns Carl von Carlowitz das erste Mal in Verbindung mit Forstwirtschaft benutzt (VON CARLOWITZ 1713).

These 3

Die laufenden Treibhausgas-Emissionen bergen noch für die nächsten 10 bis 50 Jahre angesichts ihrer absoluten Höhe und den ihnen immanenten Gefahren ein so grosses Schädigungspotenzial in sich, dass der klimapolitische Ansatz zu ihrer Reduzierung intensiviert und erweitert werden muss.

Die mit der Entwaldung beginnende und seit der industriellen Revolution sich ungehemmt fortsetzende Wirtschafts- und Lebensweise der Menschheit hat zu einer Erhöhung der Treibhausgase in der Atmosphäre geführt. Weit mehr als 50% der klimawirksamen Gase entfallen dabei auf CO₂. Der CO₂-Gehalt der Atmosphäre ist von etwa 280 ppmv seit Beginn der Industrialisierung auf gegenwärtig etwa 370 ppmv angestiegen. Mit Hilfe von Kohlenstoffkreislauf-Modellen und plausiblen Energieverbrauchsszenarien ist es möglich, die zukünftige anthropogene CO₂-Emission abzuschätzen. Danach ist 2030 im Vergleich zu 1980 bei einem Energieszenario des «Business as usual» mit einem dreifachen Anstieg der laufenden jährlichen CO₂-Emissionen bzw. einer 55-prozentigen Steigerung der CO₂-Konzentration zu rechnen (BACH 2000).

Das weltweit etablierte Energiewirtschaftssystem auf der Grundlage fossiler Energiequellen wird sich nur langfristig ändern lassen. Vor allem der Eintritt Chinas sowie Indiens (und anderer «Tigerländer») in die Reihe der sich beschleunigt entwickelnden Länder wird mit deren enormen Steinkohle-Ressourcen eine Verringerung der globalen CO₂-Emissionen kaum erwarten lassen. Der weitere Ausbau der Atomenergie wird weltweit kontrovers diskutiert und die breite Anwendung der Brennstoffzellen-Technologie bedarf nach Schätzungen des Basler Prognos Instituts noch 50 bis 100 Jahre Entwicklungszeit (VORHOLZ 2001).

Da die CO₂-Aufnahmekapazität der Ozeane begrenzt und nur mit grossen Risiken manipulierbar ist, bieten sich nach heutigem Wissensstand nur terrestrische biotische Massnahmen an, CO₂ aus der Atmosphäre «herauszufiltern». Das betrifft insbesondere Handlungskonzepte zur Erhöhung des globalen Biomassevorrates durch Waldmehrung auf vorhandenen und zusätzlichen Waldflächen und deren nachhaltige Nutzung. Sicher ist es möglich, CO₂ in flüssiger Form oder als Trockeneis in grossen Tiefen des Meeres zu speichern oder technisch aus Verbrennungsgasen herauszufiltern (BREUER 2001; TRAUFFETTER 2000). Die Frage ist nur, warum diese kostspieligen und technisch aufwendigen Verfahren zur CO₂-Lagerung angewendet werden sollen. Die sanfte «Bio-Technologie Wald» kann dies wesentlich effizienter und nebenbei entsteht noch die hochmolekulare Kohlenstoffverbindung Holz, die technisch hervorragend genutzt werden kann.

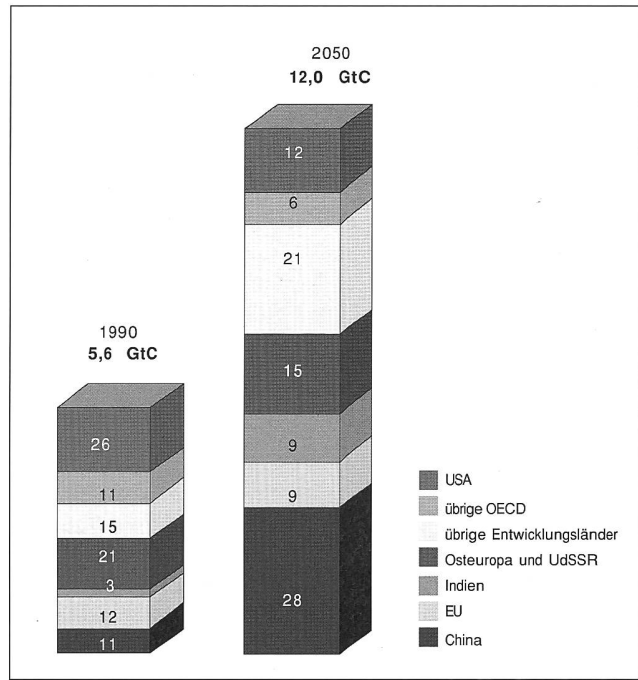


Abbildung 1: Prognose der CO₂-Emission aus der Verbrennung fossiler Energieträger nach Ländergruppen, in Prozent-Anteilen (WORLD ENERGY COUNCIL 2000).

Die tatsächliche Entwicklung der jährlichen Treibhausgas-Emissionen von 1990 bis 2000 und die gegenwärtigen Tendenzen für die nächsten zehn Jahre stehen im eklatanten Widerspruch zu den Absichtserklärungen der Umweltkonferenz von 1992 in Rio de Janeiro bzw. den Kyoto-Beschlüssen von 1997. Weder erfüllen die OECD-Staaten die Kyoto-Vorgaben von 5% Verringerung der Treibhausgas-Emissionen (im Vergleich zu 1990), noch stagnieren die Emissionen anderer Länder, die mittlerweile die Hälfte aller dieser Emissionen der Welt verantworten. Eine weitere Erhöhung der heute bei 440 ppm CO₂-Äquivalenten liegenden Treibhausgas-Konzentration und damit die Gefahr der weiteren Erwärmung erdnaher Luftschichten ist dadurch sehr wahrscheinlich (s. *Abbildung 1*). IPCC (2001) schätzt die Temperaturerhöhung nunmehr bis zum Jahre 2100 auf 1,4 bis 5,8 Grad Celsius.

Betrachtet man die Treibhausgas-Emissionsentwicklung der EU-Länder von 2002 im Vergleich zu 1990 so ist diese besorgniserregend: ausser in Luxemburg, Deutschland und Grossbritannien nahmen in allen anderen Ländern diese Emissionen zu (s. *Abbildung 2*). In den OECD-Ländern stieg die CO₂-Emission von 1990 bis 2002 um 12,7%(!); davon unter ande-

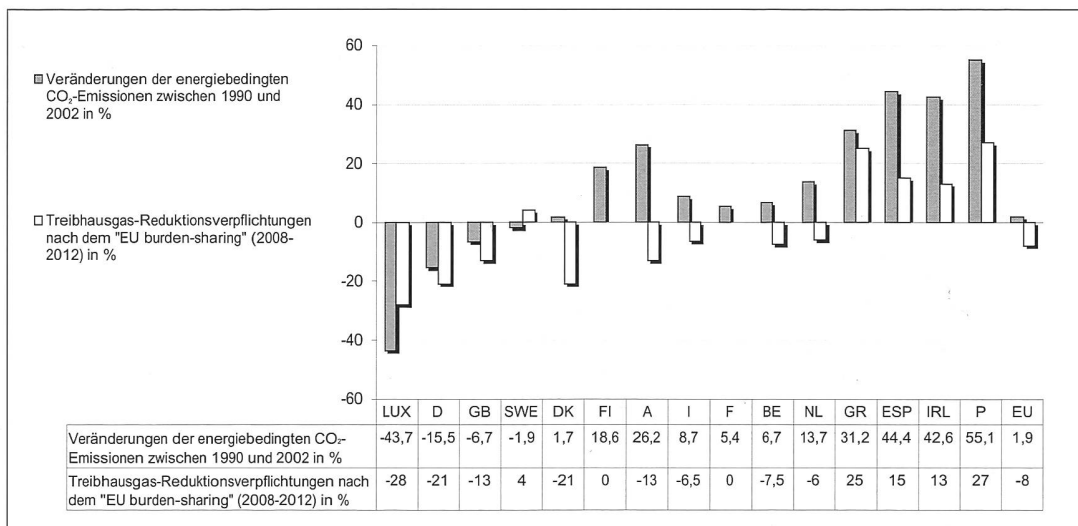


Abbildung 2: Entwicklung der CO₂-Emissionen in den EU-Mitgliedsstaaten verglichen mit den Treibhausgas-Reduktionsverpflichtungen nach dem «EU-burden-sharing» (ZIESING 2003).

rem in Australien um 30,9%, in Kanada um 23,6%, in den USA um 15,9% und in Japan um 12,4%. Die Bundesrepublik Deutschland verzeichnete in jenem Zeitraum einen Rückgang der CO₂-Emissionen um 15,5% und bei den sechs «Kyoto-Gasen» (CO₂, CH₄, N₂O, SF₆, H-FKW und FKW) um etwa 18% (Zeitraum 1990 bis 2001). Begründet ist dies – vergleichbar mit den östlichen Transformationsländern – überwiegend in den «Hot-air»-Effekten (Industrie-Stilllegungen in den Neuen Bundesländern). In den letzten drei Jahren ist die weitere CO₂-Reduktion in Deutschland ins Stocken geraten. Auf Grund dieser nicht ganz überzeugenden Entwicklung sollte eine Mehrfachstrategie verfolgt werden, die über die im Nationalen Klimaschutzprogramm Deutschlands formulierten Politiken und Massnahmen zur CO₂-Minderung hinausgeht.

In den komplizierten Wechselbeziehungen des Kohlenstoffkreislaufs zwischen Atmosphäre-Pedosphäre-Biosphäre-Ozean/Wasser kommt bei dieser Strategie terrestrischen Ökosystemen, speziell Waldökosystemen, eine besondere Bedeutung zu:

- Kohlendioxid aus der Atmosphäre wird über die Photosynthese natürlicherweise (d.h. ohne Einwirkung des Menschen) durch alle Vegetationsformen absorbiert. In Wäldern können dabei aber im Vergleich zu anderen Vegetationsformen die höchsten Kohlenstoffvorräte erreicht werden. Dieser Prozess ist durch den Menschen über die Waldwirtschaft «gerichtet» nutzbar.
- Kohlenstoff kann im Holz und im Boden (Mineralboden, Humus, Streu) über mehrere Jahrzehnte bis Jahrhunderte gespeichert werden und als «Kohlenstoff-Zwischen-» bzw. «Kohlenstoff-Endlager» fungieren.
- Kohlenstoff kann bei einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung – wie es in den meisten europäischen Ländern seit etwa 200 Jahren erfolgreich praktiziert wird – in einem Kreislauf freigesetzt und in gleicher oder noch zunehmender Menge wieder fixiert werden.

These 4

Der nationalen wie globalen Klimapolitik stehen im Rahmen der Wald- und Holzoption sechs Handlungsmöglichkeiten zur Verfügung.

Vermeidung von CO₂-Emissionen durch Waldschutz

1. Naturwälder stellen grosse Kohlenstoffspeicher dar. Weltweit gibt es davon vor allem in den Tropen und in der borealen Zone noch viele Millionen Hektar. Durch den Schutz dieser Waldökosysteme vor Exploitation, Rodung und Degradation können CO₂-Emissionen vermindert werden. Gleichzeitig wird damit ein bedeutender Beitrag zur Erhaltung der Biodiversität geleistet. Um derartige Schutzkonzepte umzusetzen, müssen die sozioökonomischen und ökologischen Besonderheiten in den jeweiligen Gebieten (z.B. tropische Länder, Russland, Kanada) beachtet werden, was bisher meist noch nicht gelungen ist. In den weltweit etwa 3900 Millionen Hektar Wald (FAO) sind fast 1150 Milliarden Tonnen Kohlenstoff in Biomasse und im Boden, d.h. das 150fache der jährlich anthropogenen Kohlenstoff-Emissionen, gespeichert (IPCC 2001).

Erhöhung der Kohlenstofffixierung in Wald-ökosystemen und in Holzprodukten

2. In Wirtschaftswäldern kann die Biomasse und damit die Kohlenstoffspeicherung durch nachhaltige Waldwirtschaft erhöht werden. In Zukunft sollte als ein weiterer Bewirtschaftungsmaßstab neben ökonomischen und traditionel-

Tabelle 1: Kohlenstoffspeicherung durch Wälder und Waldböden (ANONYMUS 1998).

Waldtypus	t C/ha (Vegetation)	t C/ha (Boden)	Zuwachs t C/ha.Jahr
Boreal (Russland, Kanada, Alaska)	64	343	1
Gemässigt (USA [kontinental], Europa, China)	57	96	1,4–4,5
Tropisch (Asien [ohne China], Afrika, Südamerika)	121	123	0,8–5,1

len ökologischen Aspekten auch eine «kohlenstoffökologische» Optimierung berücksichtigt werden.

3. Durch die Aufforstung von entwaldeten Flächen sowie den Wiederaufbau von verlichteten und degradierten Wäldern können CO₂-Senken geschaffen werden (s. Tabelle 1). Gleiches trifft auf die Anlage von Baumplantagen auf landwirtschaftlichen Flächen zu. Bei beiden Ansätzen sind zwingend die sozioökonomischen Bedingungen zu beachten. So sind in Flächenländern (z.B. Russland, China, USA, Argentinien) sowohl Aufforstungen als auch die Anlage von Baumplantagen möglich. In dicht besiedelten Ländern mit einer hohen Produktivität in der Landwirtschaft und einer ausgeprägten Kulturlandschaft (z.B. westeuropäische EU-Länder) ist die Waldfläche nur gering erweiterbar, Baumplantagen auf landwirtschaftlichen Stilllegungsflächen stellen jedoch eine überlegenswerte Alternative dar. In Deutschland beträgt die Waldfläche 10,7 Millionen Hektar. Der in diesen Wäldern (Biomasse, Boden) gespeicherte Kohlenstoff wird auf etwa zwei Milliarden Tonnen geschätzt (BMU 2000; BURSHEL *et al.* 1993). Die Waldfläche hat seit 1960 um 500 000 Hektar zugenommen (BMELF 1997); für Erstaufforstungen ergibt sich für den Zeitraum 1990 bis 2005 etwa eine Fläche von 6000 bis 7000 Hektar pro Jahr. Auf Grund des hohen Anteils junger Bestände und des nur zu etwa 70% durch die Holzernte ausgenutzten Holzzuwachses nimmt der Kohlenstoffvorrat in den deutschen Wäldern derzeit jährlich um rund acht Millionen Tonnen zu, was einer CO₂-Absorption von etwa 30 Millionen Tonnen pro Jahr entspricht (BMU 2000). Bei Erstaufforstungen und Baumplantagen auf sehr guten Standorten in Mitteleuropa können mittlere Biomasseleistungen von 6 bis 20 m³, d.h. etwa 3 bis 10 Tonnen Trockensubstanz bzw. 1,5 bis 5 Tonnen Kohlenstoff (5,5 bis 18 Tonnen CO₂-Bindung) pro Hektar und Jahr erreicht werden.
4. Durch nachhaltige Nutzung kann der Kohlenstoffspeicher Wald über Holzprodukte für die Dauer ihrer Nutzung vergrössert werden (Produktspeicher). Das betrifft vor allem langlebige Holzprodukte für den Hausbau und Möbel. Sichere Zahlen über diesen Kohlenstoff-Produktspeicher liegen nicht vor. Es wird geschätzt, dass in Holzprodukten einschliesslich Papier in Deutschland etwa 340 Millionen Tonnen Kohlenstoff gebunden sind (FRÜHWALD *et al.* 1994). Das entspricht 1250 Millionen Tonnen CO₂, d.h. mehr als die jährlichen deutschen Treibhausgas-Emissionen (in CO₂-Äquivalenten) (BMU 2000) Wird dieser Holz-Produktspeicher vergrössert, könnte damit langfristig ein Beitrag zum Klimaschutz geleistet werden. Wälder ohne Holznutzung haben keine dauerhafte Kohlenstoff-Senkenwirkung.

CO₂-Emissionsminderung durch Substitution

5. Holz ist – wie fossile Energieträger – gespeicherte Sonnenenergie. Werden fossile Energieträger durch Holz (Biomasse-

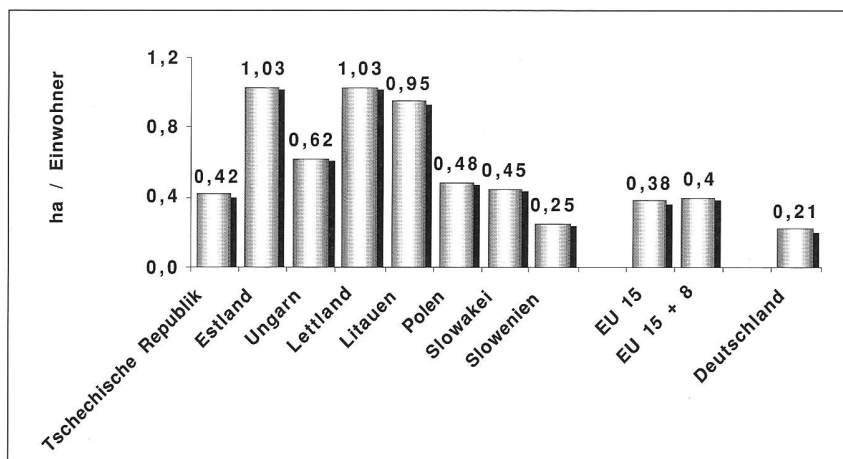


Abbildung 3: Verfügbare landwirtschaftliche Nutzfläche pro Einwohner in der EU (FROHBERG 2002).

Landwirtschaft in Richtung extensiverer Produktionstechnologien. Durch die EU-Osterweiterung gewinnt die Veränderung der Agrarstruktur an wirtschaftlicher und agrarpolitischer Brisanz: zum einen werden die landwirtschaftlichen Produktions- und Marktpotenziale erweitert (s. *Abbildung 3*), zum anderen sind mit der Erweiterung strukturpolitische Probleme grösseren Ausmasses sowohl in den jetzigen EU-Mitgliedsländern als auch in den EU-Beitrittsländern zu erwarten.

Alle mittel- und osteuropäischen Transformationsländer stehen gegenwärtig vor der Aufgabe, mit ihrer landwirtschaftlichen Primärproduktion wie im Agribusiness wettbewerbsfähig zu werden. Bei kontinuierlicher Effizienzsteigerung ihrer Produktion und trotz angestrebtem,

se) aus zu diesem Zweck eingerichteten nachhaltigen Forstkulturen ersetzt, wird ein Beitrag zur CO₂-Entlastung geleistet. Durch die energetische Verwendung wird die gleiche Menge CO₂ emittiert, wie durch die Photosynthese wieder in das Holz eingebunden wird. Weltweit wird etwa die Hälfte der Holzernte energetisch genutzt. In Entwicklungsländern liegt dieser Anteil bei 70 bis 90%, in den Industrieländern bei 5 bis 20%. In Deutschland wird gegenwärtig nur ein geringer Holzanteil energetisch genutzt. Theoretisch könnte die gesamte Holzernte – nach dem jeweiligen kurz- bis langfristigen Gebrauch – als Holzprodukt (Papier-Brett-Platte/Möbel, Konstruktionsholz in Häusern usw.) zur Energieerzeugung genutzt werden. Mit der Aktivierung der in Deutschland gegenwärtig noch nicht genutzten bzw. noch Deponien belastenden Holzmaterialien (Waldholz, Altholz, Holz aus der Landschaftspflege, Industrierestholz) könnte der Ölimport um etwa 20% verringert werden (LAMP 2001).

- Die zur Produktion von Holz in Wirtschaftswäldern aufzuwendende Menge an fossilen Energieträgern macht nur 4% seines Energiegehaltes aus. Auch für die Be- und Verarbeitung dieses Rohstoffes ist nur sehr wenig fossile Energie erforderlich. Wird Holz an Stelle energieaufwendiger Materialien (Aluminium, Stahl, Beton, Steine) verwendet, so werden CO₂-Emissionen vermieden. Auch aus diesem Grunde sollte Holz verstärkt im Bauwesen eingesetzt werden. Energiebilanzen sollten zu einem entscheidenden Kriterium bei der Materialauswahl werden. In Nordamerika und in Skandinavien entfallen auf den Holzbau im Hausbau etwa 60 bis 90%. In Westeuropa einschliesslich Deutschland beträgt dieser Marktanteil nur 5 bis 10% (WINTER 1995).

These 5

Im Rahmen einer Neuausrichtung der nationalen und der EU-Agrarpolitik – vor allem mit Blick auf die EU-Osterweiterung – sollte überlegt werden, wie landwirtschaftliche Flächen zunehmend für die Produktion von Non-food-Produkten genutzt werden können. Hierbei sollte Baumplantagen eine besondere Bedeutung zukommen.

In den Ländern der Europäischen Union ist in der Landwirtschaft mit den vor- und nachgelagerten Wirtschaftsbereichen (Agribusiness) in den vergangenen Jahrzehnten ein starker Konzentrationsprozess vor sich gegangen. Diese Veränderungen wurden begleitet von einer beeindruckenden Produktivitätssteigerung bei – wie in anderen Volkswirtschaftszweigen – gleichzeitiger Freisetzung von Arbeitskräften. Mit den «Krisen» BSE und MKS beschleunigte sich das Umdenken in der

gleichzeitigem Anstieg des Anteils von Lebensmitteln aus ökologischem Landbau wird in absehbarer Zeit ein Überhang an landwirtschaftlicher Fläche entstehen. Parallel dazu zeichnet sich die Notwendigkeit ab, die Agrarproduktion zu diversifizieren und das Leistungsspektrum der Landwirtschaft zu erweitern. Dabei geht es vor allem um die Schaffung geschlossener Wirtschafts- und Stoffkreisläufe mit hoher Effizienz, wobei sowohl Leitlinien einer europäischen Agrarpolitik als auch nationale Besonderheiten zu berücksichtigen sind. Vor diesem Hintergrund spielt sich ein radikaler Wandel der sozioökonomischen Struktur im ländlichen Raum ab, der zu erheblichen sozialen Problemen führen kann. Ein synergistisches Zusammenwirken der wichtigsten Partner und Boden-Nutzer im ländlichen Raum, der Landwirtschaft und Forstwirtschaft einschliesslich des Naturschutzes, wird dabei zwingend notwendig. Mit den gegenwärtigen Regularien der EU-Landwirtschaftspolitik werden diese Probleme und Aufgaben nicht zu bewältigen sein.

Eine der sich abzeichnenden Alternativen bei der Diversifizierung der Agrarproduktion sind – über die jetzt schon laufenden Massnahmen hinaus (Raps/Biodiesel, Pflanzenöle, Hanf, Flachs)² – neue Bewirtschaftungssysteme zum Anbau und zur Nutzung von Dendromasse für die alternative dezentrale energetische Nutzung aber auch für die stoffliche Nutzung (Zellstoff/Papier, Holzplatten). Die Anlage und Bewirtschaftung von hochproduktiven Baumplantagen auf landwirtschaftlichen Flächen und deren energetische wie stoffliche Nutzung wird als eine entscheidende Möglichkeit zur Strukturverbesserung ländlicher Räume gesehen. Hierbei ist das Flächenpotenzial vorhanden (s. *Abbildung 3*)³, der Anbau bringt eine Reihe von Synergieeffekten für den ländlichen Raum und die Kohlenstoffspeicherung pro Flächeneinheit ist hoch. Bisher scheiterte die Anlage derartiger Baumplantagen an deren Kosten. Mit dem Preisanstieg für fossile Energieträger in Europa verbessern sich die Rahmenbedingungen für den Anbau nachwachsender Rohstoffe. Der Umbau der Landwirtschaft hin zu einem Mehr an nachwachsenden Rohstoffen, insbesondere der Anlage von Baumplantagen, wird nur möglich sein durch

² In Deutschland wurden 1999 auf 740 636 Hektar, 2000 auf 683 000 Hektar nachwachsende Rohstoffe angebaut, 1999 wie 2000 davon etwa 50% auf Stilllegungsflächen. Dies waren 1999 4,3% bzw. 2000 4% der 17,1 Millionen Hektar landwirtschaftlicher Fläche (BMELF 2000a; BMVEL 2001).

³ Für Europa und die USA wird die Fläche brachliegenden, landwirtschaftlich nutzbaren Landes auf 75 Millionen Hektar geschätzt (ELLIOT & BOOTH 1990); Shell bewirtschaftet gegenwärtig etwa 200 000 Hektar «Energiewälder» (LAMP 2001).

die Weiterentwicklung der Anbau- und Nutzungstechnologien, die Verbesserung der Energie-Anlagentechnik und durch flankierende Massnahmen der Politik zur Marktöffnung für nachwachsende Rohstoffe und schliesslich durch die Anrechnung der CO₂-Absorption als CO₂-Minderungspotenzial in der nationalen Klimabilanz gemäss Kyoto.

These 6

Weltweit belegen wissenschaftliche Untersuchungen, dass die Wald-Holz-Option signifikante Kohlenstoff-Speichereffekte aufweist, ohne dass dabei die Schwierigkeiten bei deren Umsetzung verkannt werden.

Eine schier unübersehbare Flut wissenschaftlicher Untersuchungen zur Bedeutung von Waldökosystemen im Kohlenstoffkreislauf und zur Einbeziehung der Wald-Holz-Option in Massnahmenpakete zur Vermeidung eines weiteren CO₂-Anstieges in der Atmosphäre befasst sich unter anderem mit folgenden Schwerpunkten⁴:

- Quantifizierung der Kohlenstoffvorräte und -flüsse (Senken, Quellen, Speicher);
- Waldflächenabschätzung;
- Kohlenstoffspeicherung im Boden;
- Produktivitätsfaktoren von Wäldern;
- Erst- und Wiederaufforstungen (Hindernisse, positive und negative Folgen);
- Monetäre Bewertung der Wald-Holz-Option zur CO₂-Minderung (pro Flächeneinheit, pro Tonne Kohlenstoff bzw. pro Tonne CO₂-Absorption);
- Andere Massnahmen zur CO₂-Minderung (z.B. Baumplanlagen);
- Holzprodukte und Kohlenstoffspeicherung;
- Clean Development Mechanism, Joint Implementation;
- Planung und Umsetzung von Projekten der Wald-Holz-Option.

Aus den Untersuchungen lassen sich dabei folgende Tendenzen erkennen:

Unbestrittene Ergebnisse

- Wälder, die sich im Aufbau befinden (z.B. Sekundärwälder, Wirtschaftswälder) sind CO₂-Senken;
- Wälder im Klimax-Stadium haben – in ihrem jeweiligen Verbreitungsgebiet – den höchsten Biomasse-/Kohlenstoffvorrat;
- In den Tropen ist annähernd so viel Kohlenstoff in der oberirdischen Biomasse gebunden wie im Boden (Relation 1:1), in den gemässigten Breiten sind die Kohlenstoffvorräte in der oberirdischen Biomasse niedriger als im Boden (Relation 1:1,7) und in der borealen Zone ist dieser Unterschied noch grösser (Relation 1:5,4) (s. *Tabelle 1*);
- Die Kohlenstoff-Speicherwirkung von Waldökosystemen (Wald, Holzprodukt, Energie-Substitution, Material-Substitution) wird prinzipiell anerkannt.

Kontroverse Behauptungen

- Global stünden nicht genügend Flächen für Aufforstungen zur Verfügung, die einen substanziellen Effekt für die CO₂-Minderung bringen.
 - Flächenländer wie die USA, Russland, China, Argentinien, Ukraine und Kanada verfügen über grosse, ehemals bewaldete Gebiete, die wieder aufgeforstet wer-

den können. Bei nachhaltiger Bewirtschaftung können diese Wälder grosse CO₂-Minderungsbeiträge leisten.

- Eine Reihe von Biotopen – vor allem in dicht besiedelten Gebieten – sei nicht für eine Bewaldung bzw. Wiederbewaldung geeignet.
 - Das ist richtig. Es ist auch nicht die Idee, alle potenziellen Waldstandorte (Deutschland, Mitteleuropa) aufzuforsten.
- CO₂-Aufnahme und Kohlenstoff-Nettospeicherung in Waldökosystemen brächten global zu geringe Ergebnisse in der CO₂-Minderung.
 - Bei einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung kann – besonders unter Berücksichtigung des aktuell zu hohen CO₂-Anteils in der Atmosphäre – eine global bemerkenswerte Kohlenstoff-Nettospeicherung erreicht werden.
- Die Kyoto-Regelungen zur Anerkennung und Anrechnung der Neuanlage von Wäldern seien noch nicht anwendbar.
 - Die Regeln zur Anerkennung und Anrechnung der Neuanlage von Wäldern werden seit der Weltklimakonferenz von Marrakesch Anfang November 2001 in einer internationalen Teamarbeit erstellt.

Ablehnende Behauptungen

- Langfristig habe nur eine CO₂-Emissionsminderung klimarelevante Wirkung.
 - Im Prinzip ja. Nur ist nicht damit zu rechnen, dass global die CO₂-Emission drastisch und rasch zurück gehen wird (s. *Abbildung 1*). Daran wird auch die notwendige und begrüssenswerte CO₂-Minderung einiger europäischer Länder wenig ändern.
- Die Wald-Holz-Option sei «Ablasshandel», indem sich reiche Länder aus der CO₂-Minderungspflicht freikaufen können.
 - Diese Meinung kann nach Festlegungen auf den Klimakonferenzen von Bonn und Marrakesch zu Joint Implementation, Clean Development Mechanism und Emissions Trading nicht mehr pauschal vertreten werden.
- Die Einbeziehung von Wäldern zur CO₂-Minderung führe zur Abholzung/Rodung von Primärwäldern um bei einer Wiederaufforstung diese Flächen angerechnet zu bekommen.
 - Bei eindeutigen Regelungen, die gegenwärtig erarbeitet werden, und mit Hilfe von modernen Methoden der Walderfassung sollten derartige «Schlupflöcher» für kriminelle Machenschaften gestopft werden können.
- Die sozioökonomischen Bedingungen und dabei vor allem die konkreten wirtschaftlichen Bedingungen in einigen Ländern verhinderten, die Wald-Holz-Option zur CO₂-Minderung zu nutzen.
 - Die sozioökonomisch und infrastrukturell oft schlechten Bedingungen, vor allem in Entwicklungsländern, stellen sicher das grösste Problem bei der weltweiten Umsetzung der Wald-Holz-Option dar. Da aber eine nachhaltige Waldwirtschaft auch in Mitteleuropa viele Jahrzehnte benötigt hat, um ihre gesellschaftliche Akzeptanz sowie ihre ökonomische und ökologische Effizienz zu erreichen, besteht Hoffnung, dies auch in den für eine nachhaltige Waldwirtschaft in Frage kommenden Ländern zu verwirklichen. Berücksichtigt werden muss auch, dass die Kohlenstoffspeicherung einen monetären Wert erhält.

These 7

In der nationalen deutschen Klimadiskussion wird meist auf der politischen wie publizistischen sowie nicht selten der wissenschaftlichen Ebene ignoriert, dass sich viele Staaten sowie supranationale Institutionen und Non-Profit-Organisationen für die Einbeziehung von Wald in die Klimapolitik aussprechen.

⁴ Am Institut für Internationale Forst- und Holzwirtschaft der TU Dresden wird die Literatur zu dieser Thematik zusammengestellt. Gegenwärtig sind etwa 2000 Quellen dokumentiert. Siehe dazu auch: www.ClimateArk.org.

Es steht ausser Zweifel, dass an erster Stelle aller Bemühungen gegen Treibhausgas-Emissionen deren Reduzierung durch technische und verhaltenskulturelle Massnahmen stehen muss. Unverständlich ist aber, wie auf breiter gesellschaftlicher Ebene die positiven CO₂-Wirkungen des Waldes, der Holzprodukte und der Substitutionswirkungen ignoriert oder heruntergespielt werden. In offiziellen Veröffentlichungen der Bundesregierung zur Klimaschutzpolitik wird auf die Bedeutung des Waldes zur CO₂-Minderung hingewiesen (BMU 2000; BMELF 2000b). In Deutschland werden danach durch Wald gegenwärtig netto etwa 30 Millionen Tonnen CO₂ pro Jahr gebunden, was knapp 4% der gesamten CO₂-Emission entspricht. Die von der Bundesregierung angestrebte CO₂-Emissionsminderung von 1990 bis 2005 um 25% (bzw. die Reduzierung der Treibhausgas-Emissionen bis 2008/2012 um 21%) sollen durch technische, organisatorische und fiskalische Massnahmen innerhalb Deutschlands erreicht werden. Bisher ist noch nicht klar, wie die Bundesregierung nach den Beschlüssen der Klimakonferenz von Marrakesch die international möglichen Instrumente (Joint Implementation, Clean Development Mechanism) anwenden und ob sie Massnahmen der Wald-Holz-Option zur CO₂-Minderung einsetzen will.

In wissenschaftlichen Veröffentlichungen werden zunehmend Detailprobleme der CO₂-Absorption und Kohlenstoffspeicherung durch Waldökosysteme sehr tiefgehend untersucht. Durch die Vielzahl der Einzelergebnisse gehen damit auch für Spezialisten komplexe Zusammenhänge verloren. In der Tagespresse werden diese Probleme häufig auf Grund der Komplexität nicht vollends verstanden und falsch dargestellt. Das Ergebnis davon ist, dass sowohl politische Entscheidungsträger als auch breite Kreise der Bevölkerung den Eindruck bekommen, dass die Einbeziehung der Wald-Holz-Option für die CO₂-Minderung nur gering, nicht oder sogar negativ wirkt.

These 8

Die bisher in der nationalen und internationalen Wald- und Klimadiskussion vorgebrachten Einwände gegen die Wald-Holz-Option können widerlegt bzw. so weit relativiert werden, dass ihrer Anwendung für den Klimaschutz nicht mehr Unsicherheiten gegenüberstehen, als sie auch den technischen Massnahmen der CO₂-Emissionsvermeidung/-minderung anhaften.

Der jüngste IPCC-Bericht 2001 veranschlagt die jährliche Kohlenstoffaufnahme durch die terrestrische Biomasse (insbesondere Wälder) auf rund zwei Milliarden Tonnen oder 7,5 Milliarden Tonnen CO₂-Einheiten. Rechnerisch werden damit die jährlichen CO₂-Emissionen der USA und Russlands kompensiert. Würde diese weitgehend ohne Zutun des Menschen funktionierende «Bio-Pumpe» nicht existieren, so verschärfte sich das Klimaproblem auf geradezu dramatische Art. Die jährliche CO₂-Akkumulation in der Erdatmosphäre würde sich um mehr als zwei Drittel erhöhen. Es ist nicht nachvollziehbar, warum bezweifelt wird, dass mit Hilfe entsprechender biomassefördernder Massnahmen diese schon jetzt ausserordentliche Klimasanierungsleistung der terrestrischen natürlichen Systeme gesteigert werden könnte. Angesichts der zwischenzeitlich intensiven Befassung mit einer Vielzahl von Fragestellungen im Zusammenhang mit Wald und Klima (Forst- und Klimawissenschaft, satellitengestützte Fernerkundung, Verfahren zur unabhängigen Validierung und Zertifizierung von Projekteffekten, Fortschritte bei den Klimaverhandlungen in Bonn und Marrakesch) haben früher zum Teil berechtigt vorgebrachte Zweifel ihre Substanz verloren. Netto-CO₂-Effekte aus Wald und Waldmassnahmen lassen sich identifizieren, d.h. können ausreichend präzise gemessen werden (vgl. These 9).

Selbstverständlich kann ein begonnenes Waldprojekt eine massive Störung erfahren oder gar vollständig zerstört werden; jedoch kann dieses Negativereignis durch Verträge und internationale Regelungen so behandelt werden, dass die beabsichtigten Wirkungen (Emissionsvermeidung bzw. Kohlenstoffeinbindung) an gleicher Stelle nachgeholt oder an anderer Stelle der Ersatz (technisch oder biotisch) vorgenommen wird. Die Gefahr, dass alle künftigen Aufforstungen der Welt lediglich in der Form schlimmer Monokulturen mit nicht nativen Baumarten aufwachsen, lässt sich durch Standards, Guidelines, Kriterienkataloge und die Macht der öffentlichen Meinung bannen. Es sei aber auch gesagt, dass für eine Reihe von Standorten die Anlage von Plantagen mit exotischen Baumarten weit besser ist als Nichtstun, wodurch solche Flächen der weiteren Wüstenbildung bzw. Erosion preisgegeben werden.

Sollten Waldmassnahmen im Vergleich zu technischen Vorhaben zu billig sein, so dass insbesondere Entwicklungsländer im Rahmen des Clean Development Mechanism zu wenig Erlöse generieren, so könnte ein solche, wenn überhaupt existente «Gefahr» dadurch vermieden werden, dass die Treibhausgas-Reduktionsverpflichtungen verschärft werden – dies mit Blick auf die bisher sich bindenden Industrieländer, aber auch mit Blick auf die vielen Länder der Welt, die bisher keinen Restriktionen unterliegen.

Immer wieder taucht der Hinweis auf, dass Aufforstungen lediglich eine zeitliche Verschiebung der CO₂-Problemlage darstellen: Nach Ende der Wachstumsphase der Bäume würde der mühevoll aufgebaute Kohlenstoffvorrat über das Absterben der Bäume, durch Holzverbrennung oder kurze Produktlebenszeiten wieder an die Atmosphäre abgegeben. Nachfolgend nur einige der vielen Argumente, dass dieser Hinweis in die Irre führt: Bäume wachsen, je nach Art und lokaler Klimasituation, nicht nur wenige Jahrzehnte, sondern 50, 100, zum Teil 150, 200 Jahre lang und teilweise sogar weit darüber hinaus. Werden Bäume gefällt, um sie als Brennholz zu verwenden oder in Produkte zu verwandeln, so wachsen bei nachhaltiger Forstwirtschaft auf der geernteten Fläche neue Bäume nach. Über Jahrzehnte und Jahrhunderte ist dann auf dieser Waldfläche im Durchschnitt erheblich mehr Kohlenstoff gebunden als auf einer typischen Vergleichsfläche, die nicht aufgeforstet wurde. Jede Verwendung des geernteten Holzes in möglichst langlebigen Produkten erhöht die positiven kohlenstoffökologischen Effekte. Jede Substitution energieaufwendiger Werkstoffe (Beton, Eisen, Aluminium, Kunststoff) durch Holz wirkt entlastend auf die CO₂-Konzentration der Erdatmosphäre. Strom und Wärme, die erzeugt werden durch Verbrennung von Holz aus eigens dazu eingerichteter nachhaltiger Waldwirtschaft, sind nahezu CO₂-neutral. Die für Energieholz nutzbaren Flächen auf den Kontinenten sind beachtlich gross, so dass bedeutende Anteile des globalen CO₂-Problems allein mit dem Bio-Energie-Ansatz lösbar sind.

Selbstverständlich lässt sich verhindern (und muss verhindert werden), dass zur Erreichung der Kyoto-Ziele Urwälder zerstört werden und auf ihren Flächen phantasielose Monokulturen (als sogenannte «deserts-of-trees») aus CO₂-Gründen entstehen. Die in Bonn und Marrakesch vereinbarten Regelungen sind eine gute Basis dafür, dass nicht Waldzerstörung und Artenvielfaltsverluste im Namen der Rettung des Weltklimas erfolgen. Und wenn gewarnt wird, dass schon bei geringfügigen Klimaveränderungen biologische Senken zu Kohlenstoffquellen werden können, so sind daraus eine Reihe von Konsequenzen zu ziehen: Sämtliche Kohlenstofffreisetzungen müssen ebenso in nationale Klimabilanzen einbezogen werden (als Malus) wie Kohlenstoffeinbindungen (als Bonus). Durch geeignete waldbauliche Vorsorgemassnahmen lässt sich das hier beschriebene Risiko zumindest mindern. Bemerkenswert ist jedoch auch, dass die Erdklima-

situation der letzten Jahrzehnte nicht zu verstärkten CO₂-Quellen führte, sondern im Gegenteil zu unerwartet hoher Kohlenstoffabsorption in vorhandenen Wäldern und bei neu angelegten Aufforstungen. Und schliesslich würde ohne umfassende Nutzung der Wald-Holz-Option die Weltgemeinschaft noch eher die Gefahr einer Klimaveränderung heraufbeschwören.

These 9

Das mittlerweile entwickelte Instrumentarium zur Umsetzung von Massnahmen der Wald-Holz-Option, aber auch von Inventurmethode zur Erfassung von Wäldern und zur Entwaldung kann in der Praxis eingesetzt werden. Es genügt den Anforderungen, die aus dem Kyoto-Protokoll resultieren. Dies gilt sowohl für nationale Massnahmen wie auch für Joint Implementation und Clean Development Mechanism.

Die Wald-Option kann sowohl in einem projektbasierten Ansatz (lokal/regional begrenzt im In- oder Ausland) als auch auf nationaler Ebene durch zielgerichtete Modifikation der strukturellen Rahmenbedingungen realisiert werden.

Projektbasierte Massnahmen

In den letzten Jahren konnten wichtige Erfahrungen in der Umsetzung von Waldprojekten für den Klimaschutz gesammelt werden. Im Rahmen einer Probephase zur internationalen Kooperation unter dem Dach der Klimakonvention (Activities Implemented Jointly AIJ) wurden unter anderem diverse Waldprojekte umgesetzt. Unabhängig dazu hatte eine Reihe weiterer Organisationen und Unternehmen in Erwartung eines entstehenden Marktes für Kohlenstoffzertifikate die Entwicklung und Umsetzung von Waldprojekten begonnen.

Für die Projektumsetzung selbst stehen standardisierte Planungs- und Managementinstrumente zur Verfügung. Bei internationalen Projekten kann dabei auf das Know-how aus der Entwicklungszusammenarbeit zurückgegriffen werden. Mit der Anwendung partizipativer Instrumente kann auch festgestellt werden, ob die Aktivitäten im Interesse der lokalen Bevölkerung liegen – eine wichtige Voraussetzung für die erfolgreiche Projektumsetzung. Um darüber hinaus zu gewährleisten, dass die angestrebten Massnahmen den sonstigen Zielen des Umwelt- und Naturschutzes entsprechen, kann eine Umweltverträglichkeitsprüfung realisiert werden, wie sie auch bei anderen Projekten Standard ist.

In der Planung, Umsetzung und Kontrolle der Waldprojekte sind weitere Aspekte zu beachten, die für Klimaschutzprojekte typisch sind:

- **Finanzielle Additionalität** – stellt darauf ab, dass bei Projekten im Ausland keine Mittel aus der Entwicklungszusammenarbeit verwendet werden;
- **Projektszenario/Baseline** – ein Entwicklungsszenario inklusive der Projektmassnahmen wird mit einem Szenario, das die Situation ohne das Projekt fortschreibt, verglichen. Auf dieser Grundlage können die Kohlenstoffeffekte des Projektes ermittelt werden;
- **Grenzen** – die räumliche und zeitliche Abgrenzung des Projektes;
- **Umwelt-Additionalität** – widmet sich der Frage, ob das Projekt auch wirklich zusätzliche, nur durch die Projektumsetzung erklärable Klimaeffekte hat;
- **Leakage** – indirekte Effekte, die ausserhalb des Projektgebietes zu negativen Klimawirkungen führen könnten;
- **Reversability** – das Risiko, dass z.B. durch ein gravierendes Naturereignis die bereits erreichte Kohlenstoffbindung wieder freigesetzt wird.

Wenn die Projektumsetzung partizipative Grundsätze berücksichtigt, eine Überprüfung der sonstigen Umweltauswirkungen zu einem positiven Ergebnis kommt und auch die übrigen Aspekte positiv bewertet werden, dann stehen Waldschutzprojekte (Emissionsreduktion!) und Aufforstungsprojekte einem konventionellen, rein technischen Projekt in nichts nach (vgl. These 2). Einzige Besonderheit stellt das Reversability-Risiko im Bereich der Kohlenstoffbindungsprojekte (z.B. Aufforstungen oder optimierte Bewirtschaftung) dar, dem jedoch durch entsprechende Versicherungen, vertragliche Regelungen oder einem besonderen Status der Effekte aus solchen Projekten begegnet werden kann.

Einige auf Prüfungsdienstleistungen spezialisierte Unternehmen bieten schon heute die Zertifizierung der Klimaefekte von Waldprojekten an. Dabei wird auf die genannten Aspekte abgestellt; es existiert somit ein anwendbares Instrumentarium. Die definitiven und international verbindlichen Vorgaben zur Anerkennung internationaler Projekte bzw. entsprechender Zertifizierungen werden spätestens 2004 als Ergebnis der Klimaverhandlungen vorliegen.

Strukturelle Massnahmen auf nationaler Ebene

Der Bundesrepublik Deutschland steht zur Erreichung ihrer klimapolitischen Ziele eine breite Palette von Instrumenten zur Verfügung. Es kommen unter anderem bereits zur Anwendung: staatliche Subventionen für klimafreundliche Technologien, eine freiwillige Verpflichtung zur Emissionsreduktion der deutschen Wirtschaft sowie steuerrechtliche Massnahmen zur (relativen) Verminderung des Energieverbrauchs. Auf ordnungsrechtliche Vorgaben wird bisher verzichtet, ebenso auf den direkten Erwerb von nachgewiesenen Klimaeffekten aus internationalen Projekten. All diese Ansätze stünden auch für eine konsequente Umsetzung der Wald-Option (gemäss Thesen 2 und 3) zur Verfügung.

Eine Quantifizierung der aktuellen Klimawirkungen der Forstwirtschaft wie auch die Erfassung potenzieller weiterer Beiträge durch die Umsetzung der Wald-Option sind auf der Grundlage der Ergebnisse von Waldinventuren, der Erkenntnisse der forstlichen Ertragskunde sowie der regulären Dokumentationen zu Erstaufforstungen und Waldumwandlungen möglich. Valide Schätzungen zu der in Produkten gespeicherten Kohlenstoffmenge können über statistische Eckdaten (Stoffflüsse) und die durchschnittliche Gebrauchsdauer hergeleitet werden. Auch Substitutionseffekte können über statistische Eckdaten zum Holzverbrauch sowie Marktanteile annähernd ermittelt werden. Beide Aspekte finden jedoch keinen direkten Eingang in die nationalen Emissionsinventare gemäss Kyoto-Protokoll.

Unabhängig zu dem bereits heute Möglichen gilt auch auf nationaler Ebene, dass die definitiven und international verbindlichen Inhalte zum (jährlichen) Berichtswesen und den methodischen Details zur Erfassung des im Wald gespeicherten Kohlenstoffs als Ergebnis der Klimaverhandlungen mittelfristig vorliegen werden.

These 10

Die Wald-Holz-Option ist für die spezifischen Aufwendungen pro absorbiertem bzw. vermiedener Tonne CO₂ im hohen Masse kosteneffizient. Synergieeffekte ergeben sich dabei weiterhin aus Erträgen des Holzverkaufs, den positiven ökologischen Auswirkungen und den sozioökonomischen Effekten. Bei einer Öko-Besteuerung energieintensiver Produkte bzw. fossiler Energieträger dürften Holz und Holzprodukte – und damit die Waldwirtschaft – national wie weltweit positive ökonomische Impulse erfahren.

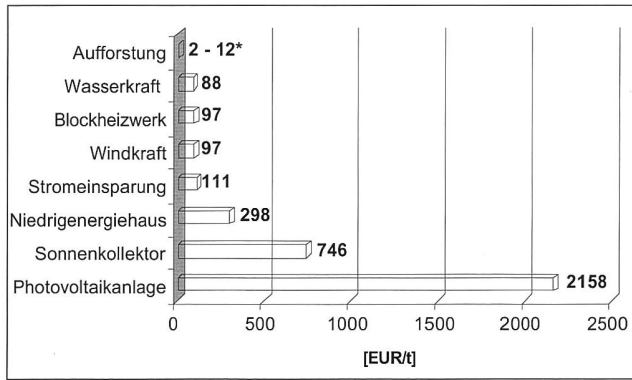


Abbildung 4: Gesamtkosten pro reduzierter Tonne CO₂ [EUR/t] (VAN BERGEN 2001, Aufforstung eigene Berechnungen).

Die Kosten für eine Neu- oder Wiederaufforstung, die Pflege und den Schutz dieses Waldes schwanken weltweit je nach Region zwischen 300 US\$ (z.B. Russland, Australien, China, Indien) und 5000 US\$ pro Hektar (in Deutschland z.B. für Fichte und Douglasie 3500 US\$ und für Eiche bis 15 000 US\$ pro Hektar). Die Spannweite der Kosten erklärt sich aus der Baumart und der Pflanzzahl, der Pflanztechnologie sowie den dafür notwendigen Arbeits- und Materialkosten. Entscheidende Größen für die ökologische und ökonomische Bewertung derartiger Aufforstungen sind der Wuchszeitraum der angelegten Wälder (Umtriebszeit) sowie die Kosten für und die Erträge aus der Pflege bzw. der Ernte dieser Bestände. Dazu kommen bisher monetär nur unzureichend berechenbare weitere Vorteile der angelegten Wälder (so beispielsweise Erosions- und Lawinenschutz, Wasserspeicherung, Erholungsbereich für Menschen, Lebensbereich für Tiere und Pflanzen).

Entsprechende Spannweiten gelten für die Kostenkorridore pro Absorption einer Tonne CO₂ bzw. Speicherung pro Tonne Kohlenstoff, wobei hier die Größe «Holzzuwachs» entscheidend dazukommt. Bei einer unterstellten Projektlaufzeit der aufgeforsteten Wälder von 50 Jahren belaufen sich die Kosten (Holzerlöse nicht gerechnet) pro Tonne absorbierten Kohlenstoffs nach den oben genannten Prämissen auf etwa zwei (z.B. Australien, Indien, Mexiko) bis neun US\$ (z.B. Deutschland). Damit liegen die Kosten pro Tonne durch Wälder absorbierten Kohlendioxids – selbst bei den genannten Ober- und Untergrenzen – weitaus niedriger als bei anderen Möglichkeiten der CO₂-Reduzierung (s. *Abbildung 4*). Das IPCC kam schon 1995 zu dem Ergebnis, dass bei einem Potenzial von 60 bis 87 Milliarden Tonnen Kohlenstoffbindung durch Wälder (1995 bis 2050) typische durchschnittliche Kosten bei zwei bis acht US\$ pro Tonne Kohlenstoff bzw. 0,5 bis 2,2 US\$ pro Tonne absorbierten Kohlendioxids liegen.

Zusammenfassung

Seit dem Beginn der Industrialisierung ist der CO₂-Gehalt der Atmosphäre von etwa 280 ppmv auf gegenwärtig etwa 370 ppmv gestiegen. Trotz aller nationalen Beschlüsse und internationalen Vereinbarungen zur CO₂-Emissionsreduzierung wird sich der CO₂-Ausstoß in den kommenden Jahrzehnten etwa verdoppeln (1990: Emission von 5,6 Milliarden Tonnen Kohlenstoff; 2050: 12,0 Milliarden Tonnen Kohlenstoff).

Die Wald-Holz-Option besteht aus sechs Teilen:

- Vermeidung von CO₂-Emissionen durch Waldschutz
 - Vorrangiger Schutz von Naturwäldern, die grosse Kohlenstoffspeicher darstellen.
- Erhöhung der Kohlenstoffbindung in Waldökosystemen und Holzprodukten
 - Erhöhung der Biomasse und damit des Kohlenstoffspeichers durch nachhaltig betriebene Waldwirtschaft;

- Schaffung von CO₂-Senken durch Aufforstung entwaldeter Flächen sowie Wiederaufbau verlichteter und degradierter Wälder, Anlage von Baumplantagen auf landwirtschaftlichen Flächen;
- Durch nachhaltige Nutzung kann der Kohlenstoffspeicher Wald über Holzprodukte für die Dauer ihrer Nutzung vergrößert werden (Produkt – Speicher).
- CO₂-Emissionsminderung durch Substitution
 - Energetische Nutzung von Holz aus nachhaltiger Waldwirtschaft an Stelle fossiler Energieträger vermeidet zusätzliche CO₂-Emissionen, da die aus dem Holz emittierte CO₂-Menge bei nachhaltiger Waldwirtschaft wieder in Biomasse eingebunden wird;
 - Einsatz von Holz an Stelle energieaufwendiger Materialien (Stahl, Aluminium, Beton, Steine) vermeidet CO₂-Emissionen.

Die Möglichkeiten der Wald-Holz-Option können unter Beachtung natürlicher und sozioökonomischer Bedingungen in einer Vielzahl von Ländern umgesetzt werden. Für die Aufforstung bieten sich vor allem Flächenländer mit Waldstandorten an, die auf Grund ihrer sozioökonomischen Bedingungen die Gewähr für eine nachhaltige Waldbewirtschaftung bieten. Die über zweihundertjährige Erfahrung der europäischen Forstwissenschaftler und Forstpraktiker bei der nachhaltigen Waldbewirtschaftung und Holzverwendung sollten bei der Umsetzung der Wald-Holz-Option in aussereuropäischen Ländern genutzt werden.

Summary

The forest/wood option: a bridge between climate politics and the economy – ten theses

Since the beginning of industrialisation the CO₂ content in the Earth's atmosphere has increased from approx. 280 ppmv to approx. 370 ppmv today. Despite all national measures and international agreements to reduce them, CO₂ emissions will roughly double over the coming decades (carbon emissions: 5.6 billion tonnes in 1990; 12.0 billion tonnes in 2050).

The forest/wood option has six components:

- Avoiding CO₂ emissions with forest protection measures
 - Priority protection for natural forests that represent important carbon reservoirs.
- Increase of the fixation of carbon in forest ecological systems and wood products
 - Increase in biomass and therefore the carbon reservoir via sustainable forest management;
 - Creation of CO₂ sinks by afforesting deforested areas, as well as the regeneration of partially cleared or degraded forests; the creation of nurseries on agricultural land;
 - By creating sustainable yield the carbon reservoir of the forest can be extended for the duration of its use via wood products (product – reservoir).
- Lowering CO₂ emissions by substitution
 - Energetic use of wood from sustainable forest management instead of fossil fuels avoids additional CO₂ emissions, as the CO₂ released from wood is recaptured and embedded in the biomass;
 - Use of wood instead of energy intensive materials such as steel, aluminium, cement or stone, avoids CO₂ emissions.

Taking natural and socio-economic conditions into account the possibilities of the forest/wood option can be implemented in a number of countries. Flat, open regions with some forest stands are the best locations for afforestation, which, owing to their socio-economic circumstances, provide suitable conditions for sustainable forest management. The more than two hundred years experience with sustainable forest management and use of wood gained by European foresters and for-

est scientists should be made available to countries outside Europe for the implementation of the forest/wood option.

Translation: ANGELA RAST-MARGERISON

Résumé

L'option forêt – bois: un pont entre la politique climatique et l'économie. Dix thèses

Depuis le début de l'industrialisation, la teneur en CO₂ de l'atmosphère a passé de 280 à près de 370 ppmv aujourd'hui. Malgré toutes les résolutions nationales et tous les accords internationaux portant sur la réduction des émissions de CO₂, la production de ce gaz va néanmoins presque doubler au cours des prochaines décennies (1990: émission de 5,6 milliards de tonnes de carbone; 2050: 12,0 milliards de tonnes de carbone). L'option forêt – bois comprend les six volets ci-dessous.

- Réduction des émissions de CO₂ par la protection des forêts
 - priorité à la protection des forêts naturelles qui stockent de grandes quantités de carbone.
- Fixation accrue du carbone dans les écosystèmes forestiers et les produits ligneux
 - augmentation de la biomasse et par conséquent de la fixation de carbone par l'exploitation durable des forêts;
 - création de puits de carbone par l'afforestation de surfaces déboisées et par la reconstitution de forêts clairsemées et dégradées; cultures d'arbres sur des terrains agricoles;
 - gestion durable pour augmenter la capacité de stockage de carbone en forêt via la durée d'utilisation des produits ligneux (stockage dans les produits).
- Réduction des émissions de CO₂ par substitution
 - remplacement des énergies fossiles par du bois issu d'une foresterie durable pour éviter de nouvelles émissions de CO₂, car la quantité de carbone émise par le bois exploité selon les principes de la gestion durable retourne dans la biomasse;
 - remplacement des matériaux gourmands en énergie (acier, aluminium, béton, pierre) par du bois.

Les possibilités de l'option forêt – bois, si elles tiennent compte des conditions naturelles et socio-économiques, peuvent être mises en œuvre dans un grand nombre de pays. Sont particulièrement propices aux afforestations les pays plats dont les stations forestières offrent la garantie d'une gestion durable des forêts en raison de leurs conditions socio-économiques. L'expérience de plus de deux siècles dont bénéficient les chercheurs et les praticiens forestiers européens en matière de gestion durable des forêts et d'utilisation du bois devrait être appliquée lors de la mise en œuvre de l'option forêt – bois dans les pays extra-européens.

Traduction: CLAUDE GASSMANN

Literatur

- ANONYMUS 1998: Die Anrechnung biologischer Quellen und Senken im Kyoto-Protokoll: Fortschritt oder Rückschlag für den globalen Umweltschutz? Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen, Sondergutachten, Bremerhaven, 76 S.
- ANONYMUS 2001a: Forstwirtschaft spricht von ihrer tiefsten Existenzkrise seit 200 Jahren. Frankfurter Allgemeine Zeitung vom 22. Februar.
- ANONYMUS 2001b: Nachhaltigkeit – Ein Generationenvertrag mit Zukunft. Erster Deutscher Waldgipfel vom 23./24. Oktober 2001 in Bonn/Bad-Honnef, 15 S.
<http://www.waldgipfel.de/download/Steuerungsgruppen.pdf>
- BACH, W. 2000: Klimaschutz für das 21. Jahrhundert. Forschung, Lösungswege, Umsetzung. LIT Verlag, Münster, 551 S.

- BERNER, U.; STREIF, H. (Hrsg.) 2001: Klimafakten. Der Rückblick – ein Schlüssel für die Zukunft. 3. Auflage, Hannover, 238 S.
- BMELF 1997: Waldbericht der Bundesregierung. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Bonn, 54 S.
- BMELF 2000a: Agrarberichte der Bundesregierung 2000. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Bonn.
<http://www.verbraucherministerium.de/landwirtschaft/ab-2002/ab02.htm>
- BMELF 2000b: Nationales Forstprogramm Deutschland. Ein gesellschaftlicher Dialog zur Förderung nachhaltiger Waldbewirtschaftung im Rahmen einer nachhaltigen Entwicklung. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Bonn, 71 S.
- BMU 2000: Nationales Klimaschutzprogramm. Beschluss der Bundesregierung vom 18. Oktober 2000 (Fünfter Bericht der Interministeriellen Arbeitsgruppe «CO₂-Reduktion»), Berlin.
http://www.umweltministerium.de/de/800/nj/download/b_klimaschutzprogramm2000/
- BMVEL 2001: Agrarberichte der Bundesregierung 2001. Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft.
<http://www.verbraucherministerium.de/landwirtschaft/ab-2002/ab02.htm>
- BREUER, H. 2001: Ab in den Untergrund. Die Zeit vom 8. November.
- BURSCHEL, P.; WEBER, M.; DEHRMANN, T.; KÜNSTLE, K. 1993: Wald und Holz als Kohlenstoffspeicher. Siemens (Hrsg.), Sonderdruck aus Standpunkt 1/93.
- ELLIOT, P.; BOOTH, R. 1990: Sustainable biomass energy. Shell Co., Selected Papers, London, 8 S.
- FROHBERG, K. 2002: Vortrag zur Osterweiterung der EU zur Grünen Woche 2002.
- FRÜHWALD, A.; WEGENER, G.; KRÜGER, S.; BEUDERT, M. 1994: Holz – ein Rohstoff der Zukunft, nachhaltig verfügbar und umweltgerecht. Informationsdienst Holz, Bonn, 23 S.
- IPCC 2001: IPCC Third Assessment Report – Climate Change 2001.
- KÜSTER, H. 1998: Geschichte des Waldes. Von der Urzeit bis zur Gegenwart. Beck, München, 267 S.
- LAMP, H.-J. 2001: Aufbruch in die Bioenergie. Der neue Markt für Forst- und Holzwirtschaft. In: Schulte, A.; Böswald, K.; Joosten, R.: Weltforstwirtschaft nach Kyoto. Shaker, Aachen: 30–33.
- RADKAU, J.; SCHÄFER, I. 1987: Holz. Ein Naturstoff in der Technikgeschichte. Rowohlt, Reinbek bei Hamburg, 313 S. (Kulturgeschichte der Naturwissenschaften und der Technik).
- THOMASIU, H. 1991: Mögliche Auswirkungen einer Klimaveränderung auf die Wälder in Mitteleuropa. Forstwissenschaftliches Centralblatt 110, 5: 305–330.
- TRAUFEITER, G. 2000: Tiefseegrab für Treibhausgase. Der Spiegel, Nr. 45.
- VAN BERGEN, J. 2001: KWK, die Zukunft der wichtigsten Säule im Klimaschutz. KWK-Symposium vom 3. April 2001 in Duisburg. Bundesverband Kraft-Wärmekopplung e.V. (Hrsg.): 25–47.
- VON CARLOWITZ, H.C. 1713: *Sylvicultura Oeconomica* oder hausswirtschaftliche Nachricht und naturgemäße Anweisung zur Wilden Baum-Zucht. Verlag J. Fr. Braun, Leipzig, 414 S.
- VORHOLZ, F. 2001: Der Saft, der aus der Umwelt kommt. Die Zeit vom 23. Mai.
- WINTER, W. 1995: Holz ist der Werkstoff des 21. Jahrhunderts. Holz-Zentralblatt 121, 2–3: 13, 16, 20.
- WORLD ENERGY COUNCIL 2000: Energie für Deutschland, Fakten, Perspektiven und Positionen im globalen Kontext. Deutsches Nationales Komitee des Weltenergieerates DNK.
- ZIESING, H.-J. 2003: CO₂-Emissionen: Trendwende noch nicht in Sicht. DIW-Wochenbericht 39/02. Treibhausgas-Emissionen nehmen weltweit zu – keine Umkehr in Sicht.

Autoren

Prof. Dr. ALBRECHT BEMMANN, TU Dresden, Institut für Internationale Forst- und Holzwirtschaft, Piener Strasse 19, DE-01737 Tharandt. E-Mail: bemann@forst.tu-dresden.de.
 Dr. h.c. KARL PETER HASENKAMP, Prima Klima – weltweit – e.V., Ikenstrasse 1B, DE-40625 Düsseldorf. E-Mail: prima-klima@user.ecore.net.