

CO₂-Problematik

Die Klimapolitik braucht den Wald und das Holz

Neben den traditionellen Waldfunktionen erhält eine neue Funktion immer mehr Bedeutung: die Rolle des Waldes für den Kohlendioxidhaushalt der Atmosphäre. Bäume nehmen Kohlendioxid aus der Atmosphäre auf und speichern den Kohlenstoff in ihrer Biomasse, insbesondere im Holz. Welche Rolle spielen sie weltweit und in der Schweiz und welche Bedeutung hat die Holznutzung?

Im November 2000 waren die Umweltminister der Welt an der Klimakonferenz in Den Haag versammelt. Sie sollten sich darüber einigen, wie der Ausstoss des Treibhausgases Kohlendioxid (CO₂) in die Atmosphäre vermindert wird. Dies ist notwen-

Von Richard Volz, Markus Nauser und Peter Hofer*

dig, um die bedrohliche Erwärmung des Erdklimas zumindest zu verlangsamen. Das Kyoto-Protokoll, das 1997 als Ergänzung zur Klimakonvention (Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen) verabschiedet wurde, verpflichtet die Industrieländer dazu, ihre Treibhausgasemissionen bis in die Jahre 2008 bis 2012 gegenüber 1990 um durchschnittlich 5 % zu senken. Die Schweiz hat sich wie die EU zu einer Reduktion von 8 % verpflichtet.

An der Konferenz wurde noch keine Einigung erzielt. Einer der wichtigsten Streitpunkte war die Anrechnung der Senken. Das Protokoll ermöglicht nämlich neben der Reduktion des Verbrauchs fossiler Energieträger auch die Anrechnung von CO₂-Senken, z. B. von Wäldern.

Viel CO₂ in Wald und Boden

Wälder nehmen Kohlendioxid aus der Luft auf und binden den Kohlenstoff im Holz, in der übrigen Biomasse und im

* Richard Volz und Markus Nauser arbeiten beim Buwal, Peter Hofer beim Büro Geo Partner AG, Zürich.



Die schweizerischen Nadelwälder sind Europameister in der Kohlenstoffspeicherung: pro Hektare speichern sie 157 t Kohlenstoff in der Biomasse. Das entspricht 575 t CO₂, das der Atmosphäre entzogen wurde.

Was sind Senken?

In der klimapolitischen Diskussion bezeichnen Senken Kohlenstoffspeicher, die der Atmosphäre CO₂ entziehen. Ein wichtiger Speicher ist der Wald. Die Bäume nehmen Kohlenstoff aus der Luft auf und speichern ihn während ihrer Lebensdauer in der Biomasse, insbesondere im Holz. Weitere Senken sind zum Beispiel die Ozeane oder die Humusschicht des Bodens.

Boden. Aufforstungen und Wälder, in denen sich der Vorrat erhöht, entziehen deshalb der Atmosphäre CO₂. Solche Wälder nehmen etwa einen Drittel der weltweiten CO₂-Emissionen wieder aus der Atmosphäre zurück. Allerdings wird aus der Zerstörung von Wäldern, insbesondere von Rodungen, auch CO₂ freigesetzt. Die Senkenleistung beträgt aber netto immer noch etwa 10 % der anthropogenen CO₂-Emissionen. Die Anreicherung von CO₂ in der Atmosphäre würde also ohne die Wirkung der Wälder noch schneller ablaufen (Tabelle 1).

Der Vorrat in den Wäldern kann nicht beliebig erhöht werden. Der mögliche Beitrag des Waldes zur CO₂-Reduktion ist deshalb begrenzt. Trotzdem erscheinen forstliche Massnahmen für eine erste Phase des Kyoto-Protokolls attraktiv: Sie sind verhältnismässig kostengünstig und weisen ein Potenzial auf, mit dem ein grosser Teil der kurzfristigen Verpflichtungen erfüllbar ist. Schon jetzt und trotz der umfangreichen Rodungen in den tropischen Regenwäldern bindet die Biosphäre jährlich netto 2,5 Mrd. Tonnen Kohlendioxid. Wenn die Senken gezielt gefördert würden, könnten sie gemäss einem Bericht zuhanden der Klimakonvention in den nächsten 50 Jahren weltweit folgende zusätzlichen Leistungen pro Jahr erbringen:

- 4,4 bis 6,4 Mrd. t CO₂ in Wäldern,
- 1,8 bis 3,3 Mrd. t CO₂ durch eine gezielte Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Böden.

Mit Massnahmen in Wald und Landwirtschaft erscheint demnach eine Verbesserung der CO₂-Bilanz um weit mehr als 5 % erreichbar, und es erstaunt nicht, dass verschiedene Länder grosses Interesse daran zeigen: Die Senken könnten davon entlasten, den CO₂-Ausstoss durch eine Reduktion des Energieverbrauchs zu vermindern. Sie haben sich deshalb zu einem Kernthema in den Verhandlungen zur Klimakonvention entwickelt.

Aufforstungen und Rodungen werden angerechnet

Die Frage, wie weit Massnahmen im Senkenbereich zulässig sind, spielte schon bei den Verhandlungen in Kyoto eine grosse Rolle. Dort wurde festgelegt, dass Aufforstungen als CO₂-Senken und Rodungen als CO₂-Quellen angerechnet werden sollen. Offen ist noch, ob weitere Aktivitäten, welche die Senken beeinflussen, ebenfalls berücksichtigt werden. Eine Schwierigkeit besteht darin, dass sich die CO₂-Flüsse in der Biomasse nur mit grossem Aufwand zuverlässig messen lassen. Emissionsreduktionen müssen aber stets überprüfbar sein, sollen sie der Reduktionsverpflichtung eines Landes

Emissionen durch die Verbrennung fossiler Rohstoffe	+ 23,1
Aufnahme durch die Ozeane	- 8,5
Emissionen aus Rodungen und Waldbränden	+ 5,9
Aufnahme in Wäldern und Böden	- 8,4
Netto-Aufnahme durch die Biosphäre	- 2,5
Verbleib in der Atmosphäre	12,1

Tabelle 1: Globale CO₂-Bilanz (Mittel der Jahre 1990 bis 1998 in Mrd. Tonnen pro Jahr).

CO ₂ -Emissionen aus fossilen Rohstoffen	44,8
Total Emissionen inkl. andere Treibhausgase wie Methan oder Lachgas (N ₂ O) ¹	53,7
CO ₂ -Aufnahme durch den Wald	- 6,1
Netto-Bilanz der Treibhausgase	47,6

¹ Die Wirkung von Methan und Lachgas als Treibhausgase ist im Vergleich zum Kohlendioxid stärker.

Tabelle 2: CO₂-Emission und -Bindung in der Schweiz 1999 (in Mio. Tonnen).

angerechnet werden. Über die Art, wie dies zu geschehen hat, wird noch diskutiert.

Bedeutung des Waldes für die CO₂-Bilanz der Schweiz

Die Waldfläche der Schweiz nahm in den letzten hundert Jahren von etwa 8000 auf 12000 km² zu. In den vergangenen Jahrzehnten wurde zudem weniger Holz genutzt als nachwuchs, sodass der Holzvorrat generell zunahm. Dadurch vergrösserte sich die Kohlenstoffmenge, die im Wald gebunden wird. 1999 nahm der Schweizer Wald mehr als 10 % des ausgestossenen CO₂ wieder zurück (Tab. 2).

Während der letzten zehn Jahre lag die Senkenwirkung des Waldes in der Regel bei jährlich 5,5 bis 6 Mio. t CO₂. Stürme wie Vivian oder Lothar können die Bilanz indessen stark beeinflussen. 1990, im Jahr von «Vivian», betrug die Senkenleistung nur 2,3 Mio t CO₂. Durch «Lothar» wurde der Schweizer Wald gar zur Quelle: In der Biomasse des zerstörten Waldes ist Kohlenstoff gebunden, dessen Freisetzung et-

wa 14 Mio. t CO₂ bildet.

Diese Zahlen zeigen, dass die Art, wie der Wald genutzt, gepflegt und geschützt wird, für dessen CO₂-Haushalt entscheidend ist. Es spielt eine Rolle, wie lange man die Bäume wachsen lässt und ob man Waldbränden oder Schäden, zum Beispiel durch Schädlinge, vorbeugen kann.

Einwachsende Wälder auf nicht mehr genutzten Wiesen- und Weideflächen tragen in besonderem Masse zur Bildung neuer Kohlenstoffspeicher bei. Doch nicht allein der Wald bindet Kohlenstoff. Im Humus des Bodens können grosse Mengen davon gespeichert werden; ebenso in Hecken, Mooren, Obstanlagen und Siedlungsgehölzen. Der Klimaschutz wird zu einem wichtigen Argument für einen sorgfältigen Umgang mit all diesen Kohlenstoffspeichern.

Das Klimaproblem konfrontiert die Schweizer Waldpolitik mit einer neuen Waldfunktion. Die Frage stellt sich, wie lange und in welchem Umfang der Schweizer Wald als Senke wirken kann? Hierzu fehlen Entscheidungsgrundlagen noch weitgehend; denn eine weitere Erhöhung des Vorrates steht im Widerspruch zur Forderung nach einer erhöhten

Kohlendioxid und Kohlenstoff

Durch die Verbrennung von fossilen Brennstoffen wird die Atmosphäre mit Kohlendioxid (CO₂) angereichert. Die Konzentration ist von 0,28 Promille zu Beginn der Industrialisierung auf 0,36 Promille angestiegen. Weil CO₂ die langwellige Ausstrahlung absorbiert, wirkt es als Treibhausgas und trägt zur Erwärmung der Erde bei. Bäume und andere Pflanzen nehmen CO₂ aus der Atmosphäre auf und produzieren daraus Zucker. Dabei wird der Kohlenstoff (C) gebunden und Sauerstoff (O₂) freigesetzt. Die Pflanzen speichern deshalb kein Kohlendioxid, sondern nur Kohlenstoff. Bei der Zersetzung oder Verbrennung der Biomasse verbindet sich der gebundene Kohlenstoff wieder zu CO₂. Dabei entstehen aus einer Tonne Kohlenstoff 3,67 Tonnen Kohlendioxid.

Nutzung. Zurzeit wird ein Projekt vorbereitet, in welchem ETH und WSL im Auftrag der Eidg. Forstdirektion dieser Frage nachgehen. Das Projekt soll Möglichkeiten und Grenzen der Leistungen des Waldes und der Waldwirtschaft aufzeigen und damit helfen, die Interessen des Waldes in der politischen Diskussion zu stärken.

Der Vorrat im Wald kann nicht beliebig erhöht werden. Es besteht sonst die Gefahr, dass der Wald seine Funktionen nicht mehr erfüllt und schliesslich der Zerfall grösser wird als der Zuwachs. Der Wald würde statt einer Senke eine Quelle von CO₂. Langfristig ist deshalb eine nachhaltige Bewirtschaftung des Waldes die einzige Alternative. Wenn man in nächster Zukunft den Wald als zusätzliche Senke nutzen will – was nicht a priori ausgeschlossen werden sollte –, dann muss zwangsläufig eine mittel- bis langfristige Strategie damit verbunden sein, den Wald gezielter zu nutzen und das Holz u. a. auch zur Substitution von fossilen Brenn- und Rohstoffen zu verwenden.

Auch die Holznutzung trägt zum Klimaschutz bei

Eine nachhaltige Holznutzung steht nicht im Widerspruch zur Senkenfunktion des Waldes. Sie ist die einzige Möglichkeit, die Leistung des Waldes über den Lebenszyklus der Bäume hinaus zu konservieren und die CO₂-Aufnahme im Wald zu erhalten. Denn einerseits wird durch die Nutzung im Wald Raum geschaffen für das Wachstum von neuen Bäumen, und andererseits bleibt der Kohlenstoff in den Holzprodukten gebunden. Mit dem Bau von Holzhäusern zum Beispiel werden neue Speicher angelegt, welche erst nach Jahrzehnten bis Jahrhunderten wieder CO₂ freigeben.

Der Kohlenstoffspeicher in den Holzprodukten enthält nach einer groben Berechnung etwa 3000 bis 4000 kg Kohlenstoff pro Person im Gebäudeholz und 500 bis 1000 kg in kurzlebigen Produkten. Gesamtschweizerisch dürfte der Vorrat 25 bis 35 Mio. t betragen. Durch die Steigerung der Holzverwendung kann dieser Vorrat erhöht und eine zusätzliche Senke gebildet werden. Es wird geschätzt, dass pro Jahr eine Mehrverwendung von 1 Mio. m³ in Gebäuden oder langlebigen Holzprodukten möglich ist. Dies entspricht etwa 0,75 Mio. t CO₂ oder etwa 15 bis 20 % der Verpflichtung gemäss Kyoto-Protokoll.² Langfristig könnten so der Kohlenstoffspeicher um etwa 15 Mio. t erhöht und etwa 55 Mio. t CO₂ gebunden werden. Neben diesem Senkeneffekt ist aber auch wichtig, dass Holzprodukte eine günstige Ökobilanz aufweisen. Sie brauchen bei der Herstellung weniger Energie als Stahl, Beton oder Kunststoffe und dadurch werden die

Wie wird die CO₂-Bilanz berechnet?

Für die Klimakonvention, welche die Schweiz ratifiziert hat, muss jährlich eine CO₂-Bilanz errechnet werden. Dabei wird vorläufig nur die Veränderung der Biomasse des Waldes berücksichtigt. Die weitere Speicherung des Kohlenstoffs in langlebigen Holzprodukten können wir noch nicht anrechnen. Das Treibhausgasinventar umfasst die folgenden Grössen:

- Waldfläche für Nadel- und Laubwald, jährliche Veränderung gemäss Zahlen aus der Forststatistik. Der Flächenanteil von Nadel- und Laubwald wird dem Vorratsanteil von Nadel- und Laubwald gleichgesetzt.
- Mittlere jährliche Zuwachsrate brutto in t Trockensubstanz pro ha. Der Nettozuwachs zwischen LF11 und LF12 plus die vom LF12 gemessene Nutzung inkl. die natürlichen Abgänge ergibt den Bruttozuwachs zwischen 1985 und 1995. Dieser wird umgerechnet auf den durchschnittlichen Zuwachs pro ha und Jahr. Das Holzvolumen (m³) muss in Trockensubstanz (TS) umgerechnet werden. Für Nadelholz gilt ein mittlerer Faktor von 0,384 und für Laubholz von 0,556 t TS pro m³. Dieser Wert wird schliesslich noch mit einem Expansionsfaktor von 1,45 multipliziert, womit der Anteil Wurzeln, Reisig und Nadeln berücksichtigt wird.
- Aufgenommene Kohlenstoffmenge. Die Trockensubstanz besteht zur Hälfte aus Kohlenstoff (TS30,5).
- Holznutzung, differenziert nach kommerziell, Brennholz und andere Nutzung (in t Trockensubstanz). Daten aus der Forststatistik, differenziert nach Nadel- und Laubholz. Umrechnung in Trockensubstanz unter Berücksichtigung der Raumdichte wie beim Zuwachs. Dazu kommt noch ein Betrag für den von der Forststatistik nicht erfassten oder im Wald liegen gebliebenen Anteil der geschlagenen Bäume sowie die natürlichen Abgänge. Dieser wird mit einem aus dem LF12 ermittelten Faktor aus der ausgewiesenen Holznutzung berechnet. Dieser Faktor beträgt 0,331.
- Kohlenstoffgehalt im genutzten Holz pro t Trockensubstanz: Trockensubstanz mal Expansionsfaktor und mal 0,5. Aus dem Kohlenstoff kann mit Hilfe des Verhältnisses der Atomgewichte die CO₂-Menge berechnet werden ($C/12 \cdot 344 = CO_2$).

CO₂-Emissionen vermindert.

Wird Holz als Energieträger verbrannt, entweicht der gespeicherte Kohlenstoff. Sofern der Wald, aus dem das Brennholz stammt, nachhaltig genutzt wird, ist Heizen mit Holz aber CO₂-neutral. Das bei der Verbrennung frei werdende CO₂ wird in den nachwachsenden Bäumen laufend wieder gebunden. Es würde auch frei, wenn das Holz einfach im Wald verrottet. Eine nachhaltige Bewirtschaftung gewährleistet, dass der Wald nicht zur Quelle wird. Die energetische Nutzung des Holzes ersetzt fossile Brennstoffe und führt direkt zu einer Verminderung der CO₂-Emissionen.

Der Beitrag des Waldes zum Gleichgewicht des CO₂-Haushalts geht durch die Holznutzung weit über seine Speicherkapazität hinaus. Erst eine gezielte Bewirtschaftung ermöglicht es, diese Leistung langfristig auszuschöpfen. □

² Dies ist ein Grössenvergleich. Es ist damit nicht gesagt, dass man diesen Wert auch tatsächlich anrechnen kann. Dies ist vom Ausgang der Verhandlungen abhängig.

Zum Weiterlesen

AFZ, 2000: Forstpolitische Handlungsfelder in der Bundesrepublik Deutschland. AFZ – Der Wald 23/2000: 1237–1242.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2000: Land Use, Land-Use Change, and Forestry. Cambridge University Press, 377 pp. (Internet: www.ipcc.ch).

B. Schlamadinger und G. Marland, 2000: Land Use and Global Climate Change. Forests, Land Management, and the Kyoto Protocol. Pew Center on Global Climate Change (Internet: www.pewclimate.org).

E.-D. Schultze, 2001: Bedeutung der Wälder für den globalen CO₂-Haushalt. AFZ – Der Wald 2/2001: 56–58.

CO₂-Bilanz der Schweiz
(Internet: www.buwal.ch/klima/d/inventar.htm)