

# Klimaschutz, das Kyoto-Protokoll und der Schweizer Wald

Andreas Fischlin Fachgruppe Systemökologie, Institut für Integrative Biologie, ETH Zürich (CH)\*

## Climate protection, the Kyoto Protocol and Swiss forests

To globally protect the climate effectively it is necessary to include forests as a key element of the global carbon cycle for two reasons: Firstly, deforestation has contributed roughly one third of anthropogenic CO<sub>2</sub> emissions since the onset of industrialisation and continues to significantly exacerbate climate change, in particular in the South. Secondly, land ecosystems together with oceans have sequestered about 60% of those emissions during that same period. Thus forests contribute substantially to slow down climate change.

The Kyoto Protocol is a system of market-based incentives. It was introduced as a first contribution towards solving the climate change problem. It needs a national interpretation and implementation. In this article I explain the key elements of this system of incentives for the forestry and wood sector and discuss its potentials, opportunities, implementational barriers, and risks for Switzerland. It is concluded that the challenge of forests serving as sinks is to be welcomed and that a new "CO<sub>2</sub>-Agency of the Forest and Wood Sector" – in analogy to the Energy Agency of the Industry – is to be instituted. Its main role is to help in bundling the various interests for the internationally responsible Federation.

**Keywords:** climate protection and forests, Kyoto Protocol, Swiss sinks policies, CO<sub>2</sub>-Agency of the Forest and Wood Sector

**doi:** 10.3188/szf.2008.0258

\* Departement Umweltwissenschaften, Universitätsstrasse 16, CH-8092 Zürich, E-Mail [andreas.fischlin@env.ethz.ch](mailto:andreas.fischlin@env.ethz.ch)

Wälder spielen im Klimasystem eine wichtige Rolle, die vielfältig und sogar gegensätzlich ist. Erstens tauschen sie sehr viel Kohlenstoff mit der Atmosphäre aus: Sie sind vermutlich für den grössten Teil des Kohlenstoffaustauschs der Landökosysteme verantwortlich (total rund 440 Mia. t CO<sub>2</sub>/Jahr; z.B. Fischlin et al 2006), ein Austausch, der noch grösser ist als derjenige der Meere (ca. 330 Mia. t CO<sub>2</sub>/Jahr). Zweitens speichern die Landökosysteme ober- und unterirdisch etwa das Viereinhalbfache des heutigen Kohlenstoffgehaltes der Atmosphäre (Fischlin et al 2007); rund die Hälfte davon ist in Wäldern zu finden (Fischlin et al 2007).

Da ein intakter Waldbestand während eines grossen Teils seines Lebenszyklus wächst, nimmt er netto Kohlenstoff auf und funktioniert deshalb als biologische Senke. Er speichert den Kohlenstoff zunächst in der Biomasse. Im Lauf der Zeit wird der Kohlenstoff dann in die organische Bodensubstanz transferiert. Dieser Prozess verläuft allerdings langsam, weshalb es Jahrhunderte bis Jahrtausende braucht, bis ein erheblicher Kohlenstoffspeicher im Boden aufgebaut ist. Drittens werden Wälder heute

in vielen Teilen der Welt übernutzt und insbesondere in den Entwicklungsländern auch grossflächig gerodet. Dabei entweicht Kohlendioxid in die Atmosphäre. Die Mengen sind erheblich, nicht zuletzt weil die Wälder im Allgemeinen hohe Kohlenstoffvorräte aufweisen. Seit Beginn der Industrialisierung haben Entwaldungen mindestens zu einem Drittel zum menschengemachten Klimawandel beigetragen (De Fries et al 1999, Denman et al 2007, Watson et al 2000).

Das heutige Wissen zum Klimawandel ist vor Kurzem durch den UNO-Klimarat (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) im Vierten Sachstandsbericht zusammengefasst und bewertet worden (z.B. IPCC 2007B). Daraus kann man schliessen, dass Klimaschutz ein wichtiges und anzustrebendes Ziel ist, wie es auch in der Klimakonvention der Vereinten Nationen (vgl. E-Anhang A.1)<sup>1</sup> festge-

<sup>1</sup> Der elektronische Anhang (E-Anhang) zu diesem Artikel ist als PDF-Datei verfügbar unter <http://e-collection.ethbib.ethz.ch/show?type=bericht&nr=544> (24.8.2008). Er enthält einen kurzen Abriss über die internationale Senkenpolitik, ausgewählte Gesetzestexte im Wortlaut (Kästen) sowie weiterführende Links und Quellenangaben.



**Abb 1** Klimaverhandlungen von Ende Juli 2001 in Bonn. Bild links: Die Minister sitzen an einem Tisch (in der zweiten Reihe links im Bild ist die Schweizer Delegation, vertreten durch Beat Nobs, Philippe Roche und Andreas Fischlin [von links nach rechts], zu sehen). Bild rechts: Die EU-Minister beraten sich. Kurze Zeit später wurde die Einigung von Bonn erzielt. Fotos: Leila Mead, IISD/ENB

legt wurde. Als zurzeit wichtigstes Instrument der Klimakonvention gilt das Kyoto-Protokoll (E-Anhang A.2). Mit ihm sind eine Reihe von marktwirtschaftlichen Anreizsystemen entwickelt worden, die versuchen, die menschlichen Aktivitäten dahin gehend zu beeinflussen, dass die Treibhausgasemissionen zurückgehen. Hierzu erstellen die Mitgliedsländer jährlich nationale Treibhausgasbilanzen, welche es erlauben, die Einhaltung ihrer Klimaschutzziele zu kontrollieren und die Treibhausgasemissionen für den Emissionshandel zu quantifizieren. Bei einer Nichteinhaltung der Reduktionsverpflichtungen sind auch Sanktionen wie beispielsweise der Ausschluss vom Emissionshandel vorgesehen.

Das Kyoto-Protokoll enthält auch Regelungen zum Wald im Klimasystem, welche den unterschiedlichen und teilweise gegensätzlichen Rollen der Wälder Rechnung tragen. Diese Regelungen sind komplex ausgefallen und haben immer wieder für politischen Zündstoff gesorgt (Abbildung 1).

Die Literatur zur Rolle des Schweizer Waldes in der nationalen Treibhausgasbilanz ist relativ beschränkt: Zu nennen sind die Arbeiten von Fischlin & Bugmann (1994), welche als Erste einen möglichen Beitrag des Schweizer Waldes zum Klimaschutz abschätzten, sowie die umfassenden Studien von Fischlin et al (2003, 2006), welche im Zusammenhang mit dem Kyoto-Protokoll erstellt wurden. In anderen Arbeiten sind einzelne Teilaspekte wie das zukünftige Potenzial (Thürig 2005, Thürig et al 2005A), Einflüsse forstwirtschaftlicher Eingriffe und Nutzungen (Schmid et al 2006), das Verhältnis der Nutzung als Senkenwald zu herkömmlichen Waldnutzungen (Taverna et al 2007, Volz et al 2001), erste Vorratsabschätzungen (Paulsen 1995), der Kohlenstoffgehalt in Waldböden (Perruchoud et al 1998), die Abschätzung des Kohlenstoffvorrates anhand von Satellitendaten (Romero et al 2004), Vorschläge zur jährlichen Quantifizierung der Senkenleistung (Thürig & Schmid 2008) wie auch gewisse Risiken (z.B. durch Windwurf, Thürig et al 2005B) bearbei-

tet worden. Diese Beiträge können als Entscheidungsgrundlage zur Gestaltung einer schweizerischen Senkenpolitik verwendet werden.

International gibt es viele wissenschaftliche Grundlagenarbeiten (Watson et al 2000) und insbesondere auch das auf die Praxis ausgerichtete Handbuch «Good Practice Guidance» des IPCC (Penman et al 2003), wobei dem Kapitel zu den Anforderungen des Kyoto-Protokolls eine spezielle Bedeutung zukommt (Schlamadinger et al 2003). Überlegungen zu zukünftigen Senkenregelungen ab 2012, d.h. für die Anschlussphase nach dem jetzigen Kyoto-Protokoll, findet man in Schlamadinger et al (2007). Diese Beiträge dienen als wissenschaftliche Grundlagen für die zurzeit laufenden Klimaverhandlungen zum Nachfolgeprotokoll des Kyoto-Protokolls.

Klimapolitische Entscheide der Schweiz haben zwar geringe Auswirkungen auf das globale Klima. Trotzdem erwartet die Völkergemeinschaft, dass die reiche Schweiz ihren Reduktionsverpflichtungen wie jedes andere Industrieland auch nachkommt. Der vorliegende Beitrag erläutert die entscheidenden Elemente des Kyoto-Protokolls für den Wald- und Holzsektor und versucht die Potenziale, Chancen, Umsetzungsschwierigkeiten und Risiken zu skizzieren, welche sich aus dem Beschluss des Bundes, die Senkenleistungen des Schweizer Waldes anzurechnen, ergeben. Zwar vermag der Artikel nicht alle zurzeit offenen Fragen abschliessend zu beantworten. Er soll aber einen Beitrag zum gesellschaftlichen Diskurs leisten, welcher zur Lösung der hängigen Probleme erforderlich ist.

## Was sind biologische Senken?

Wie alle anderen Landökosysteme tauschen auch Wälder ständig Kohlenstoff mit der Atmosphäre aus. Die dabei beteiligten Kohlenstoffflüsse sind sehr gross. Ein Wald wird dann als biologische Senke bezeichnet, wenn er mehr Kohlenstoff aufnimmt, als er an die Atmosphäre abgibt. Verliert er

mehr Kohlenstoff, als er aufnimmt, dann spricht man von einer biologischen Quelle. Eine Vielzahl von Faktoren beeinflusst die Aufnahme und Einbindung beziehungsweise die Veratmung und Freisetzung von Kohlenstoff (vgl. Wolf 2008, in diesem Heft). Wälder können lange Zeit als Senke wirken. Sie können aber auch – in Abhängigkeit ihres Alters, wegen Störungen wie z.B. Naturereignissen, Insektenkalamitäten, den Auswirkungen des Klimawandels oder Rodungen – allmählich oder schlagartig zu Quellen werden. Zu bedenken ist dabei, dass im Allgemeinen auf jede Störung eine Phase erstarkten Wachstums folgt. Damit kann ein Wald, welcher einmal als Quelle wirkte, sich wieder zur Senke wandeln, sobald er wieder aufzuwachsen beginnt.

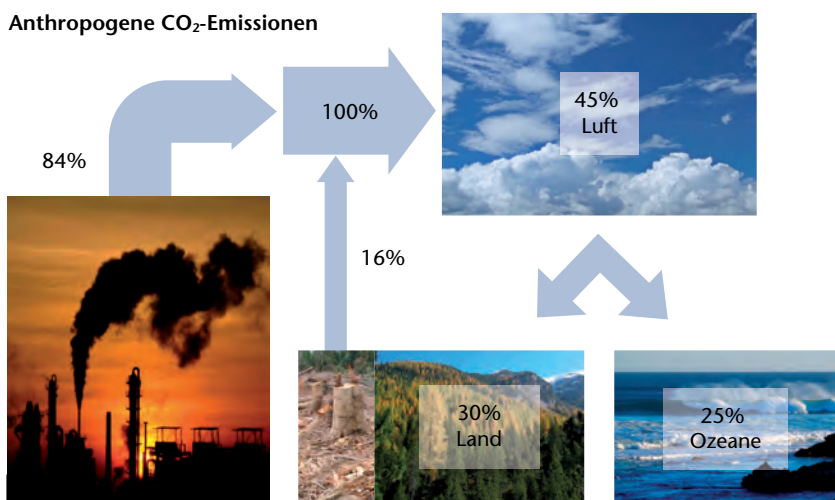
Für den Klimaschutz sind Senkenleistungen nur dann wirksam, wenn der Kohlenstoff langfristig eingebunden wird. Jahreszeitliche und interannuelle Schwankungen sind im Vergleich zur durchschnittlichen jährlichen Austauschrate zwischen Bio- und Atmosphäre unbedeutend. Ebenfalls sind kleinräumige Unterschiede unwichtig. Klimawirksam ist nur die durchschnittliche Speicher- resp. Freisetzungsmenge von Kohlenstoff als Mittelwert über eine grössere Waldfläche und längere Periode.

Im Jahr 2006 wurden beispielsweise durch menschliche Tätigkeiten insgesamt 36.3 Mia. t CO<sub>2</sub> emittiert. Davon entfielen auf fossile Brenn- und Treibstoffe und die Zementproduktion 30.8 Mia. t CO<sub>2</sub>, und auf Entwaldungen 5.5 Mia. t CO<sub>2</sub> (Raupach et al 2007). Jedoch verblieben bloss 45% des Kohlenstoffs in der Atmosphäre (Abbildung 2). 25% wurden durch die Ozeane und 30% durch die Landökosysteme aufgenommen (Canadell et al 2007, Rau-

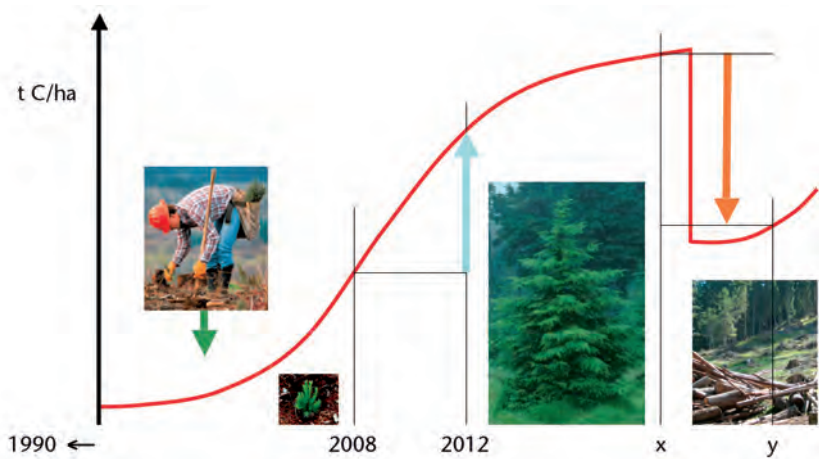
pach et al 2007). Diese Beträge schwanken allerdings vor allem wegen Witterungseinflüssen von Jahr zu Jahr beträchtlich. Im Verlaufe der letzten 15 Jahre lagerten die Landökosysteme durch ihre Senkenleistung trotzdem etwa 20% aller Kohlenstoffemissionen wieder ein (Denman et al 2007, Fischlin et al 2003, 2006). Diese zurzeit tendenziell immer noch zunehmende Senkenleistung kommt im Wesentlichen dank den Wäldern der Nordhalbkugel zustande, welche infolge Übernutzung im 19. Jahrhundert in den mittleren Breiten meist noch relativ jung sind und deren Produktivität durch das wärmere Klima, den vermehrten Stickstoffeintrag und die höhere Kohlendioxidkonzentration in der Atmosphäre erhöht ist. Auch in Zukunft vermögen klimatische Faktoren die Senkenleistung zu beeinflussen. Möglicherweise werden die Wälder noch vor Mitte dieses Jahrhunderts den Höhepunkt ihrer Senkenleistung überschreiten, um anschliessend zur Quelle zu werden (Fischlin et al 2007).

Die Bedeutung der Landökosysteme liegt aber nicht nur darin, dass sie zurzeit insgesamt mehr Kohlenstoff aufnehmen als sie abgeben, sondern insbesondere darin, dass sie gewaltige Kohlenstoffspeicher sind. Laut neuesten Abschätzungen des IPCC sind in den Landökosystemen momentan rund 12 650 Mia. t CO<sub>2</sub> gespeichert (wovon 48% in den Wäldern; Fischlin et al 2007), was rund 4.5 Mal mehr ist, als sich zurzeit in der Atmosphäre befindet. Bei einer Beeinträchtigung dieser Ökosysteme können rasch grosse Mengen an Kohlenstoff in die Luft gelangen und den Klimawandel zusätzlich beschleunigen (Fischlin et al 2007, IPCC 2007A). Beispielsweise verursachten in den 1990er-Jahren die Landnutzungsänderungen, worunter hauptsächlich die Abholzung von Urwäldern zu landwirtschaftlichen Zwecken in Entwicklungsländern fällt, rund 20% der anthropogenen Gesamtemissionen (Denman et al 2007). Dieser Anteil sinkt prozentual gesehen allerdings ständig, da die Gesamtemissionen fortwährend und in letzter Zeit sogar beschleunigt ansteigen (Raupach et al 2007). Momentan liegt der Anteil bei rund 16% der gesamten Kohlenstoffemissionen (Canadell et al 2007). Auch eine nicht nachhaltige Forstwirtschaft sowie durch den Klimawandel bedingte Waldbrände oder Insektenepidemien können beträchtliche Kohlenstoffmengen freisetzen (Fischlin et al 2007, Kurz et al 2008, Nabuurs et al 2007). Es gilt also nicht bloss Senkenleistungen wo immer möglich zu erhalten oder zu steigern, sondern auch die heutigen und künftigen Quellen durch eine geeignete, integrale Senkenpolitik möglichst zu reduzieren.

Sowohl die Förderung der Senkenleistung als auch die Verhinderung der Freisetzung von Kohlenstoff aus Landökosystemen vermögen in den nächsten Jahrzehnten einen erstaunlich hohen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten (z.B. Robert & Saugier



**Abb 2** Aktueller globaler Kohlenstoffkreislauf: Von den gesamten anthropogenen Kohlenstoffemissionen aus dem Verbrauch fossiler Brennstoffe und der Zementproduktion (30.8 Mia. t CO<sub>2</sub>/Jahr) sowie Entwaldungen in Entwicklungsländern (5.5 Mia. t CO<sub>2</sub>/Jahr) verbleiben 45% in der Atmosphäre, 25% werden durch die Ozeane und 30% durch die Landökosysteme aufgenommen. Ein Grossteil der Senkenleistung der Landökosysteme wird durch die Wälder erbracht. Quellen: Fischlin et al (2003), Canadell et al (2007), Raupach et al (2007).



**Abb 3** Verrechnung der Kohlenstoffveränderungen. Zunahmen des Kohlenstoffvorrats aufgrund von menschlichen Aktivitäten seit 1990, beispielsweise durch Aufforstungen (heller vertikaler Pfeil), sind in der ersten Verpflichtungsperiode (2008–2012) gemäss Artikel 3.3 des Kyoto-Protokolls zwingend in der nationalen Treibhausgasbilanz anzurechnen. Führt eine allfällige Rodung in einer späteren Verpflichtungsperiode (Jahre x–y) zu einer Abnahme des Kohlenstoffvorrats (oranjer vertikaler Pfeil), so führt dies zu einer entsprechenden negativen Verbuchung. Das hier dargestellte Prinzip gilt gleichermaßen für die Anrechnung forstlicher Aktivitäten gemäss Artikel 3.4 des Kyoto-Protokolls (E-Anhang Kasten 2 und 3).

2003). Das technisch-naturwissenschaftliche Potenzial bis Mitte Jahrhundert wurde von Watson et al (2000) auf rund 14 Mia. t CO<sub>2</sub>/Jahr geschätzt (ca. 50% der globalen anthropogenen Emissionen aus fossilen Brennstoffen und der Zementproduktion zur Jahrtausendwende). Das ökonomische Potenzial ist tiefer und wird für die kommenden Jahrzehnte im land- und forstwirtschaftlichen Bereich auf rund 7.3 Mia. t CO<sub>2</sub>/Jahr geschätzt (immer noch ca. 20% der heutigen globalen anthropogenen Emissionen aus fossilen Brennstoffen und der Zementproduktion; Nabuurs et al 2007, IPCC 2007B). Da die Speicherkapazität der Wälder begrenzt ist, ist diese Senkenleistung aber endlich. Sie wird voraussichtlich bis etwa Mitte dieses Jahrhunderts ihren Höhepunkt erreichen und dann sehr schnell auf null abfallen (Watson et al 2000). Mit der Förderung biologischer Senken liesse sich ein zeitlich zwar begrenzter, aber während einiger Jahrzehnte doch massgeblicher Beitrag zur Reduzierung der Gesamtemissionen erzielen. Wenn zusätzlich der Entwaldung Einhalt geboten und die nachhaltige Waldnutzung weltweit gefördert würde, könnte zudem ein zeitlich unbegrenzter Beitrag zum Klimaschutz geleistet werden.

### Internationales Umfeld

Die Klimakonvention ist im Anschluss an den Umweltgipfel von Rio 1992 entstanden. Sie ist bis heute von 192 Ländern ratifiziert worden und hat zum Ziel, die atmosphärische Kohlendioxidkonzentration auf einem Niveau zu stabilisieren, sodass es nicht zu einer gefährlichen, menschengemachten Störung des Klimas kommt (E-Anhang A.1). Dabei wer-

den unter anderem auch die verschiedenen Rollen der Wälder berücksichtigt. So fordert die Konvention, dass die Wälder dahin gehend bewirtschaftet werden, dass ihre Fähigkeit, Kohlenstoff aufzunehmen, gesteigert wird und sie vor Kohlenstoffverlusten geschützt werden (insbesondere Artikel 4.1d; E-Anhang Kasten 1).

Das im Rahmen der Klimakonvention entstandene Kyoto-Protokoll wurde bis heute von 181<sup>2</sup> Ländern ratifiziert. Es stellt ein System dar, welches versucht, mit marktwirtschaftlichen Anreizen – auch im land- und forstwirtschaftlichen Bereich – die übergeordneten Ziele zu erreichen. Mit dem Protokoll haben sich die Vertragsparteien verpflichtet, ihre Treibhausgasbilanz zu verbessern. Die Industrieländer haben in der ersten Verpflichtungsperiode, d.h. vom 1. Januar 2008 bis zum 31. Dezember 2012, ihre Treibhausgasemissionen um total mindestens 5% gegenüber dem Stand von 1990 zu reduzieren (vgl. Volz 2008, in diesem Heft). Für jedes Land wurde in der Folge ein individuelles Reduktionsziel festgelegt, wobei die nationalen Verhältnisse so weit als möglich berücksichtigt wurden. Die Schweiz hat sich wie die Europäische Union zu einem Reduktionsziel von 8% verpflichtet.

Die letzten Detailbestimmungen des Kyoto-Protokolls (E-Anhang A.2) über die Handhabung biologischer Senken der Land- und Forstwirtschaft sind Anfang Dezember 2005 definitiv festgelegt worden. Die wichtigsten verbindlichen Grundsätze und Inhalte sind aber schon 2001, in der Einigung von Bonn (E-Anhang A.3, Kasten 3) und den Vereinbarungen von Marrakesch (E-Anhang A.4), geregelt worden. Die Vereinbarungen von Marrakesch legen unter anderem fest, was unter Wald, Rodungen, Aufforstungen und Wiederaufforstungen zu verstehen ist (E-Anhang A.4, Kasten 4). Diese Landnutzungsänderungen müssen gemäss Artikel 3.3 des Kyoto-Protokolls (E-Anhang A.2, Kasten 2) obligatorisch in der Treibhausgasbilanz abgerechnet werden. Das Kyoto-Protokoll erlaubt es aber auch, die Senkenleistung bewirtschafteter Wälder zur Verbesserung der nationalen Treibhausgasbilanz freiwillig anzurechnen (Artikel 3.4, E-Anhang Kasten 2). Es sind aber nur diejenigen Veränderungen im Kohlenstoffgehalt anrechenbar, welche innerhalb der ersten Verpflichtungsperiode auftreten und sich auf menschliche Aktivitäten seit 1990 zurückführen lassen (Abbildung 3; E-Anhang Kasten 3 und 4). Diese Bedingung wurde bewusst eingeführt, da mittels marktwirtschaftlicher Anreize nur sinnvoll zu beeinflussen ist, was auch menschlicher Kontrolle unterliegt. Natürliche Effekte sind auszuklammern.

Da nur eine dauerhafte Speicherung dem Klimaschutz dient, müssen Veränderungen ungeachtet

<sup>2</sup> von 192 UN- bzw. UNFCCC-Nationen (Stand Mai 2008).

ihres Vorzeichens, also Zu- und Abnahmen, verrechnet werden (Abbildung 3). Es ist offensichtlich, dass sich dadurch Zielkonflikte wie beispielsweise zwischen der Nutzung des Waldes als Kohlenstoffsenke und der Holzproduktion ergeben können.

Die grösste biologische Senkenleistung ist ausgerechnet in den Industrieländern zu finden (German Advisory Council on Global Change 1998, Nabuurs et al 2007), welche gleichzeitig die Hauptverantwortung tragen für die Emissionen aus fossilen Brennstoffen und aus der Zementproduktion. Umgekehrt entstehen biologische Quellen vor allem in Entwicklungsländern (seit den 1980er-Jahren beträgt ihr Anteil über 90%, Watson et al 2000). Diese Länder haben bis vor Kurzem nur wenig zu den gesamten Kohlenstoffemissionen beigetragen. Daher wurden Befürchtungen laut, dass die Anrechnung von Waldsenken die Reduktion von Emissionen aus dem Verbrauch fossiler Brennstoffe behindern würde oder andere unerwünschte Effekte haben könnte (z.B. German Advisory Council on Global Change 1998, Nabuurs et al 2007). Aus dieser und weiteren Überlegungen heraus wurde bei der Einigung von Bonn (E-Anhang A.3) beschlossen, dass die freiwilligen Senkenleistungen aus der Waldbewirtschaftung gemäss Artikel 3.4 des Kyoto-Protokolls (E-Anhang Kasten 2) nur bis zu einer länderspezifischen Obergrenze anrechenbar sind (E-Anhang A.3). Für die Schweiz ist diese Obergrenze im Vergleich zu den Nachbarstaaten grosszügig ausgefallen; sie beträgt 1.83 Mio. t CO<sub>2</sub> pro Jahr, was 43% der nationalen Reduktionsverpflichtung entspricht (vgl. Volz 2008, in diesem Heft).

## Bedeutung für die Schweiz

Gemäss Landesforstinventar (LFI; Brassel & Brändli 1999, Mahrer 1988) wirkte der Schweizer Wald zwischen 1985 und 1995 trotz Sturm Vivian (26./27. Februar 1990) als eine beträchtliche Senke von fast 3.67 Mio. t CO<sub>2</sub>/Jahr (Fischlin et al 2003), was beinahe der gesamten Reduktionsverpflichtung der Schweiz (4.25 Mio. t CO<sub>2</sub>/Jahr ab 1. Januar 2008) entspricht. Allerdings ist hiervon nur jener Teil anrechenbar, welcher auf menschliche Aktivitäten seit 1990 zurückgeführt werden kann (E-Anhang Kasten 3 und 4) und auch die ausgehandelte Obergrenze der Schweiz von 1.83 Mio. t CO<sub>2</sub>/Jahr nicht übersteigt.

Die Interpretation der «menschlichen Aktivität» liegt im nationalen Ermessensspielraum. Fischlin et al (2003) haben die letzte Nutzung gemäss LFI1 respektive LFI2 als Kriterium für die menschlichen Aktivitäten seit 1990 benutzt, was die tatsächlich bewirtschaftete Fläche eher unterschätzt, da in vielen bewirtschafteten Wäldern lange Pausen zwischen zwei Eingriffen liegen. Sie extrapolierten

so aus dem LFI1 und LFI2 für die Verpflichtungsperiode eine maximal anrechenbare Senkenleistung von rund 1.1 Mio. t CO<sub>2</sub>/Jahr, d.h. weniger als den Maximalwert, welcher der Schweiz zugestanden worden ist. Thürig & Schmid (2008) definierten die gesamte Waldfläche im gemeinsamen Netz von LFI1 und LFI2 als «bewirtschaftet» und veranschlagten die entsprechende Senkenleistung für das Jahr 2005 auf fast 2 Mio. t CO<sub>2</sub>, was eine Überschätzung darstellen dürfte, da nicht alle Wälder gemäss den Kriterien des Kyoto-Protokolls als tatsächlich bewirtschaftet gelten können. Beide Abschätzungen basierten auf der extrapolierten Netto-Vorratszunahme zwischen LFI1 und LF2. Die provisorischen Daten des LFI3<sup>3</sup> lassen aber vermuten, dass die Vorratszunahme bis 2005 stark zurückging (vgl. auch Bugmann 2008, Wolf 2008, beide in diesem Heft) und somit auch die heutige Senkenleistung wesentlich geringer ausfallen dürfte als der aus den ersten beiden Inventaren hochgerechnete Wert.

Im Verlauf des 20. Jahrhunderts hat die Waldfläche in der Schweiz um rund 40% zugenommen. Dieser Trend hält bis heute an und beträgt zurzeit 0.38% pro Jahr. Da die Waldflächenzunahme nach 1990 hauptsächlich auf Vergandung zurückzuführen ist, kann sie in der ersten Verpflichtungsperiode des Kyoto-Protokolls gemäss schweizerischer Auslegung nicht angerechnet werden (E-Anhang Kasten 5, Definition Aufforstung). Wäre sie anrechenbar, so könnte in den nächsten drei bis vier Jahrzehnten ein erhebliches technisches Potenzial von vorübergehend bis zu 30% der Emissionen von 1990 entstehen (Fischlin & Bugmann 1994). Dem ist jedoch entgegenzuhalten, dass das ökonomische Potenzial weit darunter liegen dürfte und die damit verbundenen Veränderungen im Landschaftsbild insbesondere vom Tourismus kaum begrüsst würden. Trotzdem bleibt es eine Tatsache, dass die Zunahme der Waldfläche merklich zur heutigen, effektiven Senkenleistung des Schweizer Waldes beiträgt.

International ist die Inanspruchnahme biologischer Senkenleistungen, insbesondere unter Artikel 3.4 des Kyoto-Protokolls, zur Erfüllung nationaler Treibhausgasemissionsreduktionen nach wie vor umstritten (German Advisory Council on Global Change 1998, Schulze et al 2003). Auch in der Schweiz sind die Haltungen hierzu geteilt. Das schweizerische Parlament hat aber im Jahr 2004 klar entschieden, die Waldsenken gemäss Artikel 3.4 des Kyoto-Protokolls in der nationalen Treibhausgasbilanz zu berücksichtigen. Hingegen klammerte es die freiwillige Anrechnung der landwirtschaftlichen Senken aus (E-Anhang A.5, A.6).

<sup>3</sup> WSL (2007) Erste Ergebnisse des dritten Landesforstinventars LFI3. Wissenschaftliche Fakten zur Medienkonferenz WSL/Bafu vom 9. November 2007 in Bern. Birmensdorf: Eidgenöss. Forsch.anst Wald Schnee Landsch. 12 p.



**Abb 4** Eine nachhaltige Waldbewirtschaftung stellt einen zeitlich unbegrenzten Beitrag zur Verbesserung der Treibhausgasbilanz dar.  
Foto: Barbara Allgaier Leuch

## Offene Fragen

Mittlerweile hat die erste Verpflichtungsperiode des Kyoto-Protokolls bereits begonnen. Die internationalen Rahmenbedingungen sind definiert, und die Schweiz hat in Form des ersten Berichts unter dem Kyoto-Protokoll ihre bisherigen internationalen Anforderungen erfüllt (E-Anhang A.5, A.6, insbesondere Kasten 5). Auch hat sie die im Kyoto-Protokoll absichtlich offengelassenen Punkte geregelt, beispielsweise die Frage, wie der Begriff «Waldbewirtschaftung» definiert wird, und damit auch, welche Waldflächen als anrechenbar gelten.

Hingegen sind auf nationaler Ebene noch ordnungspolitische und technische Fragen offen. Zu klären ist insbesondere, 1) wie mit möglichen Zielkonflikten zwischen den zwei Walddleistungen «Senkenwald» und «Holzproduktion» umzugehen ist; 2) wem die Emissionszertifikate aus der Senkenleistung zuzuteilen sind, ob und wie mit ihnen gehandelt werden darf und wie mit den damit verknüpften Verantwortlichkeiten umzugehen ist; 3) ob die bestehenden Anreizmechanismen genügen, um die Wald- und Holzwirtschaft für die Substitutionseffekte, die dank der Verwendung von Holz statt anderer Rohstoffe erzielt werden, fair zu entschädigen.

Zielkonflikte zwischen Senkenwald und Holzproduktion sind vor allem im produktiven, gut er-

schlossenen Wald zu erwarten. In diesen Fällen erscheint es aus Gründen der Nachhaltigkeit angebracht, der Holznutzung Priorität einzuräumen, denn die Senkenleistungen erlahmen früher oder später ohnehin (Fischlin et al 2006). Demgegenüber kann die nachhaltige Holznutzung (Abbildung 4) einen zeitlich unbegrenzten Beitrag an die Verbesserung der schweizerischen Treibhausgasbilanz leisten (Thürig & Kaufmann 2008, in diesem Heft). Für schlecht erschlossene oder wenig produktive Wälder kann die Option Senkenwald hingegen eine Ergänzung der bisherigen Walddleistungen darstellen. Sie dürfte daher künftig in verschiedenen Gebieten der Schweiz vermutlich auch genutzt werden. In den meisten Fällen wird der Zielkonflikt zwischen Holzproduktion und Senkenleistung lösbar sein. Allenfalls können sich auch Konflikte zwischen den Ansprüchen an den Wald als Kohlenstoffsенке und dem Schutz vor Naturgefahren ergeben. Diese müssen im Einzelfall, beispielsweise durch die Festlegung von Vorrangfunktionen, gelöst werden. Ähnliches gilt bei Ansprüchen zugunsten des Naturschutzes, wobei Senkenwälder und Naturwaldreservate sich gut kombinieren lassen (vgl. auch Volz 2008, in diesem Heft). Nutzungskonflikte sollten nach Möglichkeit überregional gelöst werden, da sie dort eher entflechtbar sind.

Im Rahmen der Revision des Bundesgesetzes vom 4. Oktober 1991 über den Wald (Waldgesetz, WaG; SR 921.0) war beabsichtigt, die Emissionsrechte aus Waldsenkenleistungen den Waldeigentümern zu übertragen (Volz 2008, in diesem Heft). Da diese Revision gescheitert ist, gehören die Emissionsrechte vorderhand dem Bund. Ordnungspolitisch ist es nach wie vor wünschenswert, dass die Waldeigentümer, welche mithelfen, Senkenleistungen zu realisieren, auch dafür entschädigt werden. Es muss aber die Verantwortung für die langfristige Speicherung gewährleistet sein. Auf jeden Fall ist es sinnvoll, dass derjenige, welcher über die Senkenrechte verfügt, auch für allfällige Quellen geradestehen muss. Windwürfe, Insektenkalamitäten oder andere Ereignisse, die sich in der Regel kurzfristig, erheblich und unerwartet auf die Senkenleistung auswirken, stellen Risiken dar, welche diejenigen zu tragen haben, die von den Emissionszertifikaten aus Senkenleistungen vorgängig profitiert haben. Es scheint daher angezeigt, nach Versicherungslösungen zu suchen, um den Handel mit Emissionszertifikaten nicht zu behindern. Je nachdem, wie hierzu die Entscheidungen ausfallen, ist dies auch bedeutungsvoll für technisch-wissenschaftliche Aspekte: Die von Thürig & Schmid (2008) vorgeschlagene, attraktive Methode zur Quantifizierung der Senkenleistungen über den gesamten Schweizer Wald ist unterschiedlich zu beurteilen, je nachdem, in welcher Auflösung die Beiträge der einzelnen Waldeigentümer zu erfassen sind.



**Abb 5** Durch die Verwendung von Holz anstelle von Baustoffen wie Beton oder Aluminium können grosse Mengen an Kohlenstoffemissionen eingespart werden.

Foto: Martin Hügli, Iragna/Lignum

Wenn Holz anstelle von Materialien, bei deren Herstellung oder Verwendung viel Kohlenstoff freigesetzt wird, zum Einsatz kommt, können sich erhebliche Substitutionseffekte einstellen (Fischlin et al 2003, 2006, Taverna et al 2007, Hofer et al 2008, in diesem Heft). Bis jetzt ist unklar, inwiefern die Produzenten für diese Leistungen entschädigt werden. Spart ein Holzkonsument beispielsweise dank der Verwendung von Energieholz CO<sub>2</sub>-Abgaben, so sollte dieser Gewinn zumindest teilweise an den Produzenten zurückfliessen. Die bestehende Regelung verlangt ja vom Holzproduzenten, dass er für die durch die Nutzung entstehenden Kohlenstoffverluste vollumfänglich aufkommt (Abbildung 3). Ähnliches gilt für den Substitutionseffekt, wenn beispielsweise Bauholz statt Beton verwendet wird, da dann merklich weniger Kohlenstoffemissionen anfallen (Abbildung 5).

#### CO<sub>2</sub>-Agentur der Wald- und Holzwirtschaft

Viele der oben angeschnittenen Fragen können nur gemeinsam, in einer sektorübergreifenden, nationalen Kooperation angegangen werden. Analog zur bereits bestehenden Energie-Agentur der Wirtschaft könnte die von mir vorgeschlagene «CO<sub>2</sub>-Agentur der Wald- und Holzwirtschaft» eine vermittelnde und lenkende Rolle übernehmen (vgl. Bafu 2006): Sie könnte einerseits Interessengemeinschaften für Senkenwaldnutzungen bilden und andererseits diese mit anderen Waldnutzungsformen abstimmen. Im Sinne einer Versicherungsgemeinschaft könnte sie zudem Verantwortung im Auftrag der vielen einzelnen Waldeigentümer übernehmen. Auch könnte sie mit der Eidgenossenschaft Entschädigungsfragen regeln, welche zum Teil auch mit anderen klimaschützerischen Mechanismen im Zusammenhang stehen (z.B. CO<sub>2</sub>-Abgabe, Klimarappen oder Emissionshandel). Sie könnte so mit dem Bund Leistungs-

vereinbarungen abschliessen, welche die Senkenleistungen im forstlichen und die Beiträge zur Verbesserung der Treibhausgasbilanz im holzwirtschaftlichen Sektor beinhalten. Der «CO<sub>2</sub>-Agentur der Wald- und Holzwirtschaft» würde damit eine Mittlerrolle zwischen der Eidgenossenschaft, welche gegenüber der Völkergemeinschaft die Reduktionsverpflichtungen eingegangen ist, und den einzelnen Waldeigentümern sowie den im Holzsektor tätigen Firmen zukommen. Auf staatliche Detailauflagen bezüglich der erwünschten Bewirtschaftungsformen, wie beispielsweise zur Abstimmung von Senkenleistung und Holzproduktion, könnte so verzichtet werden, da diese Entscheide von der Agentur respektive ihren Mitgliedern getroffen würden. Damit ergäbe sich eine grössere Flexibilität und Eigenverantwortung. Die Nutzungsarten könnten jederzeit neuen Marktverhältnissen oder den nationalen Klimazielen angepasst werden, und mögliche marktverzerrende Eingriffe durch staatliche Vorgaben liessen sich weitgehend vermeiden.

Die Rolle der «CO<sub>2</sub>-Agentur der Wald- und Holzwirtschaft» dürfte im Hinblick auf die 2. Verpflichtungsperiode (d.h. nach 2012) noch an Bedeutung gewinnen, da voraussichtlich die Nachfolgeregelung des jetzigen Kyoto-Protokolls verlangen wird, dass alle land- und forstwirtschaftlich genutzten Flächen obligatorisch einer Treibhausgasbilanzierung zu unterstellen sind. Zudem ist zu erwarten, dass die derzeit laufenden Bemühungen, die Kohlenstoffspeicherung in Holzprodukten zu erfassen, erfolgreich sein werden. Die bestehenden Anreizsysteme für die Land- und Forstwirtschaft würden dann um die spezifische Berücksichtigung des Holzwirtschaftssektors ergänzt. Dies ist ein weiterer Grund, warum eine integrale Behandlung der Wald- und Holzwirtschaft, wie sie durch die Agentur bewerkstelligt werden könnte, für die Schweiz nur von Vorteil wäre.

#### Schlussfolgerungen

Ein wirksamer Klimaschutz erfordert, die Nutzung der Landökosysteme miteinzubeziehen. Die getroffene Regelung zu den biologischen Senken im Kyoto-Protokoll kann im Hinblick auf die Erfordernisse des Klimaschutzes als durchaus sinnvoll betrachtet werden. Der Weg, den die Schweiz bislang eingeschlagen hat, ist klimapolitisch vertretbar. Anzustreben wäre es, wenn sie die Verantwortung für die Landnutzung vollumfänglich übernehme, indem sie ab 2012 die Landwirtschaft in die Treibhausgasbilanzierung einbeziehen würde. Auch sollte die nachhaltige Waldpflege, welche dauerhaft einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten vermag, als integraler Teil der schweizerischen Klimapolitik abgegolten werden. Hierzu gehört die Berück-

sichtigung sowohl der Senkenleistungen als auch der Holzproduktion. Langfristig könnte die Bilanzierung biologischer Kohlenstoffsenken und -quellen sogar einen Indikator für die nachhaltige Nutzung der Landschaft darstellen.

Bei der Umsetzung in die schweizerische Praxis sind verschiedene Fragen im Zusammenhang mit Nutzungskonflikten und Verantwortlichkeiten, aber auch Versicherungsfragen zu klären. Eine «CO<sub>2</sub>-Agentur der Wald- und Holzwirtschaft», ähnlich der Energie-Agentur der Wirtschaft, könnte zur Klärung dieser Fragen beitragen. Die Agentur könnte zudem zwischen den verschiedenen Interessen von Waldeigentümern, Holzwirtschaft und Behörden vermitteln, am allfälligen Zertifikathandel teilnehmen und Verantwortung für Abgeltungen und die Erbringung von Leistungen im Zusammenhang mit dem Klimaschutz übernehmen. Gesamthaft gesehen können die durch das Kyoto-Protokoll entstandenen Herausforderungen als wald-, holz- und klimapolitische Chance betrachtet werden. ■

*Eingereicht: 21. Januar 2008, akzeptiert (mit Review): 3. August 2008*

## Dank

Viele haben zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen, die hier nicht alle genannt werden können. Besonders danken möchte ich Richard Volz (Bafu) sowie den Kolleginnen und Kollegen von der schweizerischen Delegation, insbesondere Botschafter Beat Nobs, für die langjährige gute Zusammenarbeit bei den Klimaverhandlungen.

## Literatur

- BAFU (2006)** Möglichkeiten zur Anrechnung von «Forest Management» in der Schweiz als Senken gemäss Kyoto-Protokoll Art. 3.4. Bern: Bundesamt Umwelt, interner Bericht zum Workshop in Bellinzona, 2.6.2006. 7 p.
- BRASSEL P, BRÄNDLI UB, EDITORS (1999)** Schweizerisches Landesforstinventar: Ergebnisse der Zweitaufnahme 1993–1995. Bern: Haupt. 442 p.
- BUGMANN H (2008)** Sinn und Unsinn der Anrechnung von Waldsenken im Kyoto-Protokoll (Essay). Schweiz Z Forstwes 159: 267–272. doi: 10.3188/szf.2008.0267
- CANADELL JG ET AL (2007)** Contributions to accelerating atmospheric CO<sub>2</sub> growth from economic activity, carbon intensity, and efficiency of natural sinks. Proc Natl Acad Sci USA 104: 18866–18870.
- DE FRIES RS, FIELD CB, FUNG I, COLLATZ GJ, BOUNOUA L (1999)** Combining satellite data and biogeochemical models to estimate global effects of human-induced land cover change on carbon emissions and primary productivity. Glob Biogeochem Cycles 13: 803–815.
- DENMAN KL ET AL (2007)** Couplings between changes in the climate system and biogeochemistry. In: Solomon S et al, editors. Climate change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment

- Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge: Cambridge Univ Press. pp. 499–587.
- FISCHLIN A ET AL (2003)** Bestandesaufnahme zum Thema Senken in der Schweiz. Zürich: Eidg Techn Hochschule, Inst Terrestrische Ökosysteme, Systems Ecology Report 29. 86 p. www.sysecol.ethz.ch/Articles\_Reports/Fi78.pdf (15.8.2008).
- FISCHLIN A ET AL (2007)** Ecosystems, their properties, goods and services. In: Parry ML, Canziani OF, Palutikof JP, van der Linden PJ, Hanson CE, editors. Climate change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel of Climate Change (IPCC). Cambridge: Cambridge Univ Press. pp. 211–272.
- FISCHLIN A, BUCHTER B, MATILE L, HOFER P, TAVERNA R (2006)** CO<sub>2</sub>-Senken und -Quellen in der Waldwirtschaft – Anrechnung im Rahmen des Kyoto-Protokolls. Bern: Bundesamt Umwelt, Umwelt-Wissen 0602. 45 p.
- FISCHLIN A, BUGMANN HK (1994)** Können forstliche Massnahmen einen Beitrag zur Verminderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen leisten? Ökologische Grundlagen und erste Abschätzungen. Schweiz Z Forstwes 145: 275–292.
- GERMAN ADVISORY COUNCIL ON GLOBAL CHANGE (1998)** The accounting of biological sinks and sources under the Kyoto protocol – a step forwards or backwards for global environmental protection? Sondergutachten 1998. Bremerhaven: Wissenschaftlicher Beirat Bundesregierung Globale Umweltveränderungen. 75 p.
- HOFER P, TAVERNA R, WERNER F (2008)** Nutzung des geernteten Holzes – Substitution und Senkenwirkung. Schweiz Z Forstwes 159: 288–295. doi: 10.3188/szf.2008.0288
- IPCC (2007A)** Summary for policymakers. In: Parry ML, Canziani OF, Palutikof JP, van der Linden PJ, Hanson CE, editors. Climate change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel of Climate Change (IPCC). Cambridge: Cambridge Univ Press. pp. 7–22.
- IPCC (2007B)** Climate change 2007. Synthesis Report of the IPCC Fourth Assessment Report. Cambridge: Cambridge Univ Press. 104 p.
- KURZ WA ET AL (2008)** Mountain pine beetle and forest carbon feedback to climate change. Nature 452: 987–990.
- MAHRER F, EDITOR (1988)** Schweizerisches Landesforstinventar: Ergebnisse der Erstaufnahme 1982–1986. Birmensdorf: Eidg Anst Forstl Versuchswes, Ber 305: 375 p.
- NABUURS GJ ET AL (2007)** Forestry. In: Metz B et al, editors. Climate change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge: Cambridge Univ Press. pp. 541–584.
- PAULSEN J (1995)** Der biologische Kohlenstoffvorrat der Schweiz. Zürich: Rüegger. 136 p.
- PENMAN J ET AL, EDITORS (2003)** Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry. Geneva: Inst Global Environmental Strategies. 595 p.
- PERRUCHOUD D, KIENAST F, KAUFMANN E, BRÄKER OU (1998)** 20<sup>th</sup> century carbon budget of forest soils in the Alps. Ecosystems 2: 320–337.
- RAUPACH MR ET AL (2007)** Global and regional drivers of accelerating CO<sub>2</sub> emissions. Proc Natl Acad Sci USA 104: 10288–10293.
- ROBERT M, SAUGIER B (2003)** Contribution of terrestrial ecosystems to carbon sequestration. CR Geoscience 335: 577–595.



- ROMERO J, VOLZ R, GIAMBONI M, RÜSCH W (2004)** Die Rolle der Wälder im Protokoll von Kyoto – Abschätzung ihres Kohlenstoffvorrates gestützt auf Satellitendaten. *Schweiz Z Forstwes* 155: 125–133. doi: 10.3188/szf.2004.0125
- SCHLAMADINGER B ET AL (2003)** Supplementary methods and good practice guidance arising from the Kyoto protocol. In: Penman J et al, editors. *Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry*. Geneva: Inst Global Environmental Strategies. pp. 4.1–4.86.
- SCHLAMADINGER B ET AL (2007)** Options for including LULUCF activities in a post-2012 international climate agreement. Part I – Synopsis of LULUCF under the Kyoto Protocol and Marrakech Accords and criteria for assessing a future agreement. *Environ Sci Policy* 10: 271–282.
- SCHMID S, THÜRIG E, KAUFMANN E, LISCHKE H, BUGMANN H (2006)** Effect of forest management on future carbon pools and fluxes: A model comparison. *For Ecol Manage* 237: 65–82.
- SCHULZE ED ET AL (2003)** Climate change – Making deforestation pay under the Kyoto Protocol? *Science* 299: 1669–1669.
- TAVERNA R, HOFER P, WERNER F, KAUFMANN E, THÜRIG E (2007)** CO<sub>2</sub>-Effekte der Schweizer Wald- und Holzwirtschaft. Szenarien zukünftiger Beiträge zum Klimaschutz. Bern: Bundesamt Umwelt, Umwelt-Wissen 0739. 102 p.
- THÜRIG E (2005)** Carbon budget of Swiss forests: evaluation and application of empirical models for assessing future management impacts. Zürich: Eidg Techn Hochschule, PhD thesis. 125 p.
- THÜRIG E, KAUFMANN E (2008)** Waldbewirtschaftung zur Senkenhöhung? Mögliche Konfliktfelder und Synergien. *Schweiz Z Forstwes* 159: 281–287. doi: 10.3188/szf.2008.0281
- THÜRIG E, KAUFMANN E, FRISULLO R, BUGMANN H (2005B)** Evaluation of the growth function of an empirical forest scenario model. *For Ecol Manage* 204: 51–66.
- THÜRIG E, PALOSUO T, BUCHER J, KAUFMANN E (2005A)** The impact of windthrow on carbon sequestration in Switzerland: a model-based assessment. *For Ecol Manage* 210: 337–350.
- THÜRIG E, SCHMID S (2008)** Jährliche CO<sub>2</sub>-Flüsse im Wald: Berechnungsmethode für das Treibhausgasinventar. *Schweiz Z Forstwes* 159: 31–38. doi: 10.3188/szf.2008.0031
- VOLZ R (2008)** Senkenanrechnung gemäss Kyoto-Protokoll: Perspektiven für die Waldwirtschaft. *Schweiz Z Forstwes* 159: 296–302. doi: 10.3188/szf.2008.0296
- VOLZ R, NAUSER M, HOFER P (2001)** Die Klimapolitik braucht den Wald und das Holz. *Wald Holz* 82 (3): 39–41.
- WATSON RT ET AL, EDITORS (2000)** Land use, land-use change, and forestry – A special report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge: Cambridge Univ Press. 377 p.
- WOLF A (2008)** Die Kohlenstoff-Senkenkapazität des Schweizer Waldes. *Schweiz Z Forstwes* 159: 273–280. doi: 10.3188/szf.2008.0273

## Klimaschutz, das Kyoto-Protokoll und der Schweizer Wald

Um das Klima weltweit wirksam zu schützen, müssen die Wälder als ein entscheidendes Element des globalen Kohlenstoffkreislaufes aus zwei Gründen mitberücksichtigt werden: Erstens verursachten Rodungen seit Beginn der Industrialisierung insgesamt rund einen Drittel der menschengemachten Kohlenstoffemissionen und tragen noch heute insbesondere im Süden wesentlich zur Verschärfung des Klimaproblems bei. Zweitens wurden in der gleichen Periode von den Landökosystemen und den Ozeanen 60% dieser Emissionen wieder aufgenommen. Die Wälder helfen so wesentlich mit, die Klimaänderung zu verlangsamen.

Das Kyoto-Protokoll ist ein nach marktwirtschaftlichen Prinzipien funktionierendes Anreizsystem, welches geschaffen wurde, um einen ersten Beitrag zur Lösung des Klimaproblems zu leisten. Es muss auf nationaler Ebene ausgelegt und umgesetzt werden. Im Artikel werden die entscheidenden Elemente dieses Anreizsystems für den Wald- und Holzsektor erläutert und die Potenziale, Chancen, Umsetzungsschwierigkeiten und Risiken für die Schweiz skizziert. Als Fazit ergibt sich, dass die Herausforderung «Senkenwald» als Chance für die Schweizer Wald- und Holzwirtschaft anzunehmen ist und eine «CO<sub>2</sub>-Agentur der Wald- und Holzwirtschaft» geschaffen werden sollte, welche analog der Energie-Agentur der Wirtschaft zwischen den verschiedenen Interessen vermittelt und diese gegenüber dem international verantwortlichen Bund bündelt.

## Protection du climat, Protocole de Kyoto et forêts suisses

Une protection efficace du climat à l'échelle mondiale nécessite de prendre en compte les forêts en tant qu'élément décisif du cycle de carbone de la planète. A cela deux raisons: la première est que les déboisements pratiqués depuis le début de l'industrialisation ont causé au total près d'un tiers des émissions de carbone anthropiques et contribuent encore grandement à aggraver le problème climatique, surtout dans les pays en développement. La deuxième raison est que 60% de ces émissions ont été absorbées durant la même période par les écosystèmes terrestres et les océans. Les forêts aident largement à ralentir les changements climatiques.

Le Protocole de Kyoto est un système incitatif fondé sur les principes de l'économie de marché. Il a été créé pour fournir une première contribution à la résolution du problème climatique. Il est prévu pour être interprété et mis en œuvre à l'échelle nationale. L'article explique les éléments majeurs de ce système incitatif pour les forêts et le secteur du bois et présente les potentiels, les atouts, les problèmes de mise en œuvre et les risques pour la Suisse. En conclusion, faire des forêts des puits de carbone est un défi mais aussi une chance pour l'économie forestière et l'industrie du bois de la Suisse. Il faudrait instituer une «Agence de carbone des forêts et du bois» qui fonctionnerait comme l'Agence de l'énergie pour l'économie, à savoir servir d'intermédiaire entre les différents intérêts en place pour les mettre en balance avec la Confédération responsable à l'échelle internationale.