

# Waldwirtschaft und Senken in der Schweiz – Was bringt das Kyoto-Protokoll?

Eine Tagung der ETH Zürich im Auftrag des BUWAL für Fachleute aus Forstdienst, Wald- und Holzwirtschaft, Wissenschaftler sowie für weitere wald- und klimapolitisch Interessierte

Montag, 28. Juni 2004, 8:45 – 16:45

Auditorium Maximum, Hauptgebäude, ETH-Zentrum, Rämistr. 101, 8092 Zürich

## Tagungsprogramm:

- 8:45 Öffnung Tagungsbüro  
Vorsitz: **Werner Schärer**, BUWAL
- 9:15 **Werner Schärer**, BUWAL  
**Andreas Fischlin**, ETHZ  
Begrüssung, Ziele und Bedeutung der Tagung
- 9:35 **Andreas Fischlin**, ETHZ  
Klimaschutz, das Kyoto-Protokoll und die biologischen Senken
- 10:15 **Richard Volz**, BUWAL  
Senken in der schweizerischen Klimapolitik
- 10:50 Pause
- 11:20 **Erwin Hepperle**, ETHZ  
Quellen, Senken und Landnutzungsordnung: Rechtliche Gesichtspunkte
- 11:40 **Steen Magnussen**, Canadian Forest Service  
Entwicklung und Planung des Systems zur Erfassung und Berechnung des Kohlenstoffhaushaltes der Wälder Kanadas
- 12:20 Mittagspause  
Vorsitz: **Richard Volz**, BUWAL
- 14:00 **Edgar Kaufmann**, WSL  
**Peter Hofer**, GEO Partner AG  
Schweizerische Holzvorräte und Holzprodukte
- 14:40 Podiumsdiskussion 1. Teil: Allgemeine Fragen  
Moderator: **Martin Läubli**, Tages-Anzeiger  
Podiumsteilnehmer: Andreas Fischlin, Christian Kuchli, Steen Magnussen, Erwin Hepperle, Georg Schoop
- 15:20 Pause
- 16:00 Podiumsdiskussion 2. Teil: Waldpolitik, Nutzung/Senken  
Moderator: **Martin Läubli**, Tages-Anzeiger  
Podiumsteilnehmer: Andreas Fischlin, Peter Hofer, Christian Kuchli, Felix Lüscher
- 16:45 Schluss

## Senkentangung vom 28.6.2004 an der ETH Zürich

Einführung von Werner Schärer, Eidg. Forstdirektor BUWAL,  
[werner.schaerer@buwal.admin.ch](mailto:werner.schaerer@buwal.admin.ch)

Der Wald hat einen neuen Stellenwert in Gesellschaft und Politik erhalten, an den vor 10 Jahren noch die wenigsten gedacht haben. Der Wald erbringt nämlich mit seiner CO<sub>2</sub>-Wirkung eine Leistung, die bisher kaum beachtet wurde und beispielsweise in diesem Hause während meiner Ausbildung und eine ganze Zeitlang danach noch überhaupt kein Thema war.

Mit Ausnahme einiger Vordenker haben wir uns noch wenig mit den Möglichkeiten und Erwartungen die aus der Klimapolitik an den Wald und die Wald- und Holzbranche herankommen befasst. Wir sind durch andere Fragen absorbiert die uns dringender erscheinen. Etwa die schlechte Wirtschaftlichkeit der Holznutzung und die damit verbundene ungenügende Pflege und Nutzung des Waldes, welche zu immer höheren Vorräten im Wald führt. Was ist aber der Beitrag des Waldes zur Klimapolitik?

Im Waldprogramm Schweiz, das wir anfangs Januar 2004 der Öffentlichkeit vorgestellt haben, wird das Ziel genannt, dass die Senkenleistung des Waldes anerkannt werden soll und dass dazu marktwirtschaftliche Mechanismen dienen sollen. Die Voraussetzungen dazu sind aber im Moment ungünstig bzw. für den Eigentümer nicht lukrativ. Mehr Gewicht legen wir darauf, dass der Wald stärker genutzt wird und durch das erzeugte Holz zu einer nachhaltigeren Ressourcenbewirtschaftung beitragen soll. Der Anreiz für eine höhere Holz-Nachfrage könnte unter anderem auch durch eine CO<sub>2</sub>-Abgabe gefördert werden.

Wir müssen uns bewusst sein: für die Anrechnung der CO<sub>2</sub>-Leistungen des Waldes braucht es einen grossen Aufwand. Wir benötigen Daten über die Senkenwirkung; das Landesforstinventar genügt leider nicht. Wir dürfen uns aber nicht auf die Senkenwirkung beschränken. Es braucht ein umfassenderes Denken. Auch die Waldnutzung kann zur Klimapolitik beitragen. Damit wir uns für unsere Interessen einsetzen können, müssen wir informiert sein. Es geht dabei nicht nur um die Kenntnisse der naturwissenschaftlichen Zusammenhänge, sondern auch um die Kenntnis eines komplexen internationalen Regelwerkes, der Klimakonvention und des Kyoto Protokolls sowie um die Instrumente der eigenen nationalen Klimapolitik.

Die heutige Tagung hat zum Ziel, die nötigen Informationen zu vermitteln und einen ersten Meinungsaustausch in Gang zu setzen, der uns ermöglichen soll, bei den Entscheiden auf politischer Ebene kompetent mitzudenken und Einfluss zu nehmen. Denn eines bin ich überzeugt, die Forstleute sind entsprechend ihrer Tradition, auch in diesem Bereich daran interessiert, wirklich nachhaltige Lösungen zu finden.

## **Klimaschutz, das Kyoto-Protokoll und die biologischen Senken**

Andreas Fischlin, Terrestrische Systemökologie ETH Zürich, [andreas.fischlin@env.ethz.ch](mailto:andreas.fischlin@env.ethz.ch)

Klimaschutz ist zu einer wichtigen, globalen Aufgabe geworden. Er kann nur durch internationale und nationale Anstrengungen auf vielen Gebieten erreicht werden. Darunter fallen auch die biologischen Kohlenstoffsinken. So fordert die international von allen Ländern getragene Klimakonvention, dass sie geschützt und gefördert werden sollen. Im Vortrag wird auf diese Zusammenhänge eingegangen und erklärt, was unter biologischen Senken zu verstehen ist und welche Rolle die Wälder, Wiesen und Äcker im Klimasystem spielen.

Das Kyotoprotokoll, das die Schweiz im letzten Jahr zusammen mit schon 122 Ländern ratifiziert hat, ist zurzeit das einzige und wichtigste Instrument zur praktischen Umsetzung der Klimakonvention. Es verlangt, dass die Industrieländer den Treibhausgasausstoss zwischen 2008 und 2012 gegenüber 1990 um mindestens 5% senken. Die Schweiz wie die EU sind zu einer Reduktion um 8% verpflichtet. Das Kyotoprotokoll erlaubt unter bestimmten Bedingungen, die biol. Senken bei der nationalen Treibhausgasbilanz mitzuberechnen. Dadurch können Wälder und landwirtschaftliche Flächen in der Schweiz einen Beitrag zur Verbesserung dieser Bilanz leisten. Dabei sind im Unterschied zum schweiz. CO<sub>2</sub>-Gesetz nicht bloss das CO<sub>2</sub>, sondern auch das Methan (CH<sub>4</sub>) und Lachgas (N<sub>2</sub>O) zu berücksichtigen.

Hierbei spielen der Artikel 3.3 und 3.4 des Kyotoprotokolls eine zentrale Rolle. Die Bedeutung dieser Artikel wird erläutert. Zudem wird auf weitere für die schweiz. Forst- und Landwirtschaft wichtige internationale Regelungen des Kyotoprotokolls eingegangen. Es wird aufgezeigt, welche Fragen dadurch aufgeworfen werden und welche Entscheidungen die Schweiz in diesem Zusammenhang zu fällen hat.

## Senken in der schweizerischen Klimapolitik

Richard Volz, BUWAL, 3003 Bern, [richard.volz@buwal.admin.ch](mailto:richard.volz@buwal.admin.ch)

Die schweizerische Klimapolitik wird wesentlich von drei rechtlichen Regelungen bestimmt: dem CO<sub>2</sub>-Gesetz, der Rahmenkonvention der Vereinten Nationen über die Klimaänderung (Klimakonvention) und dem Kyoto Protokoll. Die Senken haben in den drei Regelwerken einen unterschiedlichen Stellenwert. Im **CO<sub>2</sub>-Gesetz** werden sie nicht berücksichtigt. Eine mögliche Ausnahme besteht dann, wenn im Rahmen von freiwilligen Massnahmen ein Projekt durchgeführt wird, welches Senkenleistungen beinhaltet. Für das Reporting an die **Klimakonvention** wird grundsätzlich die gesamte CO<sub>2</sub>-Bilanz eines Landes erfasst, welche vom Menschen beeinflusst wird. Die ganze Landnutzung soll bilanziert werden („full accounting“). Im **Kyoto Protokoll** werden die Senken im Wald im Referenzjahr 1990 nicht berücksichtigt. Für die Verpflichtungsperiode von 2008 bis 2012 sind aber gewisse Aktivitäten zugelassen, welche eine Aufnahme von CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre bewirken („Sequestrierung“). Das sind Aufforstungen und Rodungen gemäss Artikel 3.3 sowie Waldbewirtschaftung, Ackerbau, Graslandbewirtschaftung und Verbesserung der Vegetation gemäss Artikel 3.4. Ein wichtiger Unterschied zwischen den beiden Artikeln besteht darin, dass Aufforstungen und Rodungen zwingend angerechnet werden müssen, währenddem ein Land wählen kann, ob es Aktivitäten nach Artikel 3.4 durchführen und anrechnen will.

Die aktuelle Diskussion dreht sich demnach darum, ob die Schweiz Aktivitäten gemäss Artikel 3.4 des Kyoto Protokolls anrechnen will. Die grösste Bedeutung dabei hat die Waldbewirtschaftung. Nach Beschluss der Klimakonferenz von Marrakesch steht der Schweiz ein Kontingent von maximal 1.8 Mio t CO<sub>2</sub> zu, welches sie im Rahmen der Waldbewirtschaftung anrechnen darf. Dies entspricht etwa 60 % der Senke bei normaler Nutzung im Schweizer Wald in den vergangenen Jahren. In Jahren mit Sturmschadenereignissen war die Senke geringer. Das Kontingent von 1.8 Mio t ergibt eine Reduktion von 3.5 % gegenüber 1990.

Die Anrechnung von Senken aus der Waldbewirtschaftung bedeutet grundsätzlich, den Holzvorrat im Wald zu erhöhen. Demgegenüber strebt eine nachhaltige Bewirtschaftung an, den Vorrat im Wald bei einer optimalen Produktivität im Gleichgewicht zu halten. Im Schweizer Wald gelten die Vorräte schon als überoptimal. Im **Waldprogramm Schweiz** (WAP-CH) wird deshalb das Ziel in Richtung vermehrte Holznutzung gesetzt. Der CO<sub>2</sub>-neutrale Rohstoff Holz soll zur Verbesserung der CO<sub>2</sub>-Bilanz der Schweiz beitragen, indem er fossile Rohstoffe ersetzt. Anreize dazu soll u.a. die Einführung einer CO<sub>2</sub>-Abgabe geben. Die Senkenanrechnung könnte demzufolge eine negative Wirkung auf die Ziele des Waldprogramms haben, wenn sie eine CO<sub>2</sub>-Abgabe verhindert oder die zukünftige Waldbewirtschaftung einschränkt.

Die Senkenbildung als solche wird im Waldprogramm nicht als Ziel genannt. Es wird aber angestrebt, dass die Senkenleistung des Waldes anerkannt wird und marktwirtschaftlich genutzt werden kann. Eine Vermarktung der Senkenleistung ist aber zur Zeit wenig Erfolg versprechend.

Bei einer Senkenanrechnung muss schliesslich beachtet werden, dass ein späterer Vorratsabbau im Wald durch Holznutzung oder infolge von Schäden durch Stürme oder Borkenkäfer die Senkenleistung wieder rückgängig macht. Bei einer Entschädigung der Senkenleistung muss deshalb auch die Verantwortung bei einem späteren Vorratsabbau geregelt werden. Dieser bildet eine CO<sub>2</sub>-Quelle und muss über andere Massnahmen kompensiert werden.

## **Quellen, Senken und Landnutzungsordnung: Rechtliche Gesichtspunkte**

Erwin Hepperle, Institut für terrestrische Ökologie, ETH Zürich, [hepperle@recht.gess.ethz.ch](mailto:hepperle@recht.gess.ethz.ch)

Das Kyoto-Protokoll verlangt in Bezug auf Senken und Quellen periodisch Auskunft über die Entwicklung der Kohlenstoffvorräte. Auf die Treibhausbilanz werden aber nur jene Senkenleistungen angerechnet, die auf bestimmte menschliche Handlungen zurückgeführt werden können. Sie werden als forstwirtschaftliche oder landwirtschaftliche Aktivitäten definiert. Zugleich wird geregelt, was im Anwendungsbereich des Kyoto-Protokolls unter „Wald“ zu verstehen ist. Einzelne vorgeschriebene Elemente können von den Vertragsstaaten in einem relativ weiten Spielraum selbst festgelegt werden.

Es stellen sich damit nicht nur Fragen nach der richtigen statistischen Erfassung der Kyoto-Waldflächen; aus rechtlicher Sicht weit gravierender ist, dass sich der Kyoto-Waldbegriff trotz aller Wahlfreiheit in entscheidenden Punkten vom geltenden Waldbegriff nach Waldgesetz unterscheidet. Aus verschiedenen Gründen wäre es wünschenswert, die Begriffsdefinition des schweizerischen Waldrechts jener des Kyoto-Protokolls anzunähern. Das allerdings hätte schwerwiegende Konsequenzen. Zum einen müssten Entscheidungsfreiräume der Kantone eingeschränkt werden. Zum andern wäre eine einheitliche Begriffsbestimmung gleichbedeutend mit einem Verzicht auf den dynamischen Waldbegriff.

Qualität und Funktion der Bestockung hätten damit keinen Einfluss mehr auf die Qualifikation als Wald. Kleinere, aus lokal- und regionalökologischer Sicht aber wertvolle Flächen würden dem Schutz der Waldgesetzgebung entzogen. Der Schutz von Kleinstrukturen, die Waldfunktionen übernehmen, müsste anderweitig gesichert werden. Damit weist der Harmonisierungsbedarf weit über das Forstrecht hinaus. Er erstreckt sich insbesondere auch aufs Landwirtschafts-, aufs Naturschutz- und aufs Raumplanungsrecht. Da auch das neue Waldprogramm eine Annäherung ans Raumplanungsrecht anstrebt ist es zu empfehlen, die Senkenproblematik in diesem Kontext anzusprechen und insbesondere auch Fragen der Abgeltung von Senkenleistungen nicht auszuklammern. Inwieweit hier der Handel mit Emissionszertifikaten eine gewisse Funktion übernehmen kann ist über weite Strecken noch offen. Die Senken nehmen im Rahmen der Zertifizierung eine besondere Stellung ein, weil der gespeicherte Kohlenstoff zu einem späteren Zeitpunkt wieder freigesetzt werden kann, was nicht zuletzt auch Probleme der Verantwortlichkeit aufwirft.

## **Erfassung und Berechnung des Kohlenstoffhaushaltes der Wälder Kanadas**

Steen Magnussen und Werner Kurz, Canadian Forest Service, Natural Resources Canada, Victoria, BC, Canada, [steen.magnussen@nrcan.gc.ca](mailto:steen.magnussen@nrcan.gc.ca)

Kanada verfügt über eine Gesamtfläche von mehr als 400 Millionen Hektar an geschlossenem Wald und anderen Baumbeständen. Nur etwa die Hälfte dieser Wälder ist bewirtschaftet; der Rest sind Naturwälder. Das kanadische Forstministerium entwickelt, in Zusammenarbeit mit den Provinzen, Territorien, und anderen staatlichen Ministerien, ein nationales System zur Erfassung und Berechnung des Kohlenstoffhaushaltes und der Quellen und Senken von anderen Gasen (CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O) für die Wälder Kanadas. Unter den Richtlinien des Kyoto-Protokolls muss die Fläche auf der seit 1990 eine Landnutzungsänderung stattfand berechnet werden und dann die CO<sub>2</sub>-Bilanz während der ersten Verpflichtungsperiode bestimmt werden. Kanada ist dabei ein System zur Berechnung der Entwaldungsraten zu entwickeln. Sowohl die Analyse von Satellitenaufnahmen als auch ein Stichprobensystem werden zur Bestimmung der Fläche der Entwaldungen eingesetzt. Die Bestimmung der Fläche von Aufforstungen und Wiederaufforstungen, die nur schwer auf Satellitenaufnahmen zu erkennen sind, ist durch eine nationale Aufforstungsinventur geplant. Dazu wurde eine Datenbank entwickelt, in die über das Internet Daten eingegeben werden können. Nach Überprüfung der Eingaben werden diese Daten anschliessend in der nationalen Inventur mitberücksichtigt. Die Bestimmung der Kohlenstoffbilanz dieser Flächen in der ersten Verpflichtungsperiode beruht auf der Anwendung von einem Simulationsmodell das mit Messdaten kalibriert worden ist.

Wie andere Länder hat Kanada ausserdem die Möglichkeit die netto Kohlenstoffbilanz der bewirtschafteten Waldfläche in die nationale Emissionsbilanz einzubringen. Diese Entscheidung bedarf einer vorsichtigen Analyse des damit verbundenen Risikos, denn grossflächige Waldbrände und die durch Insekten verursachten Waldschäden können nur begrenzt durch forstwirtschaftliche Massnahmen kontrolliert werden. Zur Zeit wird mit Simulationsmodellen eine komplexe Wahrscheinlichkeitsrechnung durchgeführt, um die Verteilung der Quellen und Senken zu berechnen. Die Resultate dienen der Abschätzung, in welchem Umfang die Bilanz durch gezielte Massnahmen verbessert werden kann.

Wissenschaftler des kanadischen Forstministeriums arbeiten an der Weiterentwicklung des "Carbon Budget Model of the Canadian Forest Sector (CBM-CFS)" das die Grundlage für die Berechnung der Kohlenstoffbilanz der bewirtschafteten Wälder ist. Zur Zeit wird eine neue nationale Waldinventur durchgeführt, die wichtige Daten über den Kohlenstoffvorrat im Baumbestand, dem Totholz, und in den Waldböden liefert. Eine detaillierte Erfassung der Vegetationstypen (30 x 30 Meter Auflösung für ganz Kanada) für das Jahr 2000 wird im Jahr 2005 fertiggestellt sein. Diese und viele andere Forschungsprojekte liefern die wissenschaftliche Basis für die Berechnung der Kohlenstoffbilanz der kanadischen Wälder.

## **Kohlenstoff-Vorräte und –Flüsse im Schweizer Wald**

Edgar Kaufmann, WSL, CH-8903 Birmensdorf, [edgar.kaufmann@wsl.ch](mailto:edgar.kaufmann@wsl.ch)

Die Erhebungen des Schweizerischen Landeforstinventares LFI bilden eine solide Datengrundlage zur Abschätzung vorhandener Kohlenstoffmengen –und flüssen im Schweizer Wald. Die beiden landesweiten Stichprobenerhebungen von 1983-1985 und 1993-1995 ermöglichen zuverlässige Quantifizierungen von kurzfristigen Veränderungen. Sie dienen als Basis für ein mathematisches Modell (MASSIMO), welches zur Abschätzung von Auswirkungen verschiedener künftiger Waldbewirtschaftungsstrategien auf die Waldbiomasse entwickelt wurde. Der zusätzliche Einbezug eines Modelles, welches die Kohlenstoffdynamik im Oberboden beschreibt (YASSO), ermöglicht die Erstellung von ober- und unterirdischen Kohlenstoffbilanzen.

Mit Hilfe dieser Modelle werden die Auswirkungen einiger Bewirtschaftungsstrategien auf die Kohlenstoffdynamik im Schweizer Wald kurzfristig (10 Jahre), mittelfristig (40 Jahre) und langfristig (100 Jahre) abgeschätzt. Aus diesen Modellrechnungen resultiert, dass eine starke Extensivierung der Waldbewirtschaftung trotz stark erhöhter Mortalitätsrate über längere Zeiträume die grösste Senkenleistung bewirkt, wenn keine grossflächigen Waldzusammenbrüche stattfinden. Mit der bisherigen Waldbewirtschaftung liegt die Senkenleistung momentan bereits über der gemäss Kyoto-Protokoll für die erste Verpflichtungsperiode maximal anrechenbaren Menge von 0.5 Kt/Jahr. Die Schwierigkeit liegt hier darin, zu definieren, welche menschliche Aktivitäten nach 1990 als anrechenbar gelten sollen.

Im Vortrag wird die heutige Situation dargestellt und aufgezeigt, in welchem Ausmass Kohlenstoff-Flüsse im Wald in verschiedenen Zeiträumen beeinflussbar sind.

## Holz im Zivilisationskreislauf – Lagerbildung und Substitutionseffekt

Peter Hofer, GEO Partner AG, Umweltmanagement, Zürich, [hofer@geopartner.ch](mailto:hofer@geopartner.ch)

### Anliegen

Inwiefern kann nicht nur der Wald sondern auch das Holz in der CO<sub>2</sub>-Politik der Schweiz eine Rolle spielen? Diese Fragestellung tauchte im Zusammenhang mit der Diskussion um CO<sub>2</sub>-Lager und Senken im Wald auf. Wie viel Kohlenstoff in den Holzlagern im Zivilisationskreislauf gespeichert ist und ob eine geeignete Holzverwendungspolitik diese Mengen beeinflussen kann, war zu diesem Zeitpunkt nicht klar. Bei der Erarbeitung einer Projektskizze, welche auf diese Problemstellung eingehen sollte, tauchte schliesslich die Frage nach den Substitutionseffekten auf. Ergibt sich eine Einsparung an CO<sub>2</sub>, wenn Holzprodukte anstelle von Produkten aus anderen Materialien eingesetzt werden.

### Vorgehen

Im Rahmen dieses Projektes, welches in Zusammenarbeit mit der Abteilung Holz der EMPA in mehreren Etappen durchgeführt wurde, stand zunächst die Schätzung der aktuellen Lagerbestände im Vordergrund. Rasch wurde erkannt, dass eine dynamische Modellierung mehr Aufschluss über heutige und künftige Lagerbestände im Lichte der bisherigen Holzverbrauchsentwicklung und einer allfälligen Änderung der Holzverwendungspolitik geben könnte. Dazu war die Ermittlung des bisherigen Holzverbrauchs nötig. Das entwickelte Modell stützt sich auf die Software Simbox, welche an der EAWAG entwickelt worden ist. Es erlaubt eine rechnerische Abschätzung der heutigen Holz-Lagerbestände auf der Basis der bisherigen Holzverwendung sowie der künftigen Lagerveränderungen im Zusammenhang mit unterschiedlichen Verbrauchsentwicklungen. Aufgrund der überragenden Bedeutung der Holzverwendung im Gebäudepark wurde dieser Bereich besonders intensiv analysiert. Mittels Ökobilanzen von Leitprodukten in jedem Verwendungsbereich wurden schliesslich die CO<sub>2</sub>-Substitutionseffekte ermittelt, welche sich durch einen Wechsel von Produkten aus Konkurrenzmaterialien zu Holzprodukten oder umgekehrt ergeben würde.

### Resultate

#### Lager und Substitution heute

Die in Holzlagern des Zivilisationskreislaufs liegende Holzmenge wird nach den vorliegenden Berechnungen auf 124 Mio. m<sup>3</sup>f (= Kubikmeter feste Holzmasse) geschätzt. Das sind etwa 30% der Menge im stehenden Derbholtzvorrat von 404 Mio. m<sup>3</sup>. Holzlager im Gebäudepark in Konstruktions- und Ausbauelementen machen dabei mit 92 Mio. m<sup>3</sup>f annähernd Dreiviertel der Gesamtmenge aus. Umgerechnet in die Menge gespeicherten CO<sub>2</sub> ergeben sich insgesamt 114 Mio. t CO<sub>2</sub>, bzw. 84 Mio. t CO<sub>2</sub> im Gebäudepark<sup>1</sup>.

Herstellung und Entsorgung der heutigen Holzanteile im Gebäudepark würden mit heutiger Technologie rund 56 Mio. t CO<sub>2</sub> erzeugen. Es verbleibt somit ein Nettolager von 28 Mio. t CO<sub>2</sub>. Differenziert nach Konstruktion und Ausbau zeigt sich, dass dieses „Nettolager“ fast

---

<sup>1</sup> Im Holz ist nicht CO<sub>2</sub>, sondern C gespeichert; mit der angegebenen Zahl wird charakterisiert, wie viel CO<sub>2</sub> bei der Freisetzung des im Holzlager vorhandenen C, z.B. durch Verbrennung entstehen würde. Umgekehrt kann diese Menge an CO<sub>2</sub> der Atmosphäre durch Einbau von C in Holz entzogen werden.

vollständig in der Konstruktion liegt. Die Ausbau-Holzprodukte erzeugen bei Herstellung und Entsorgung mehr CO<sub>2</sub>-Emissionen als in den Holzprodukten schliesslich eingelagert ist.<sup>2</sup>

Die aktuelle Verwendung von Holzprodukten spart gegenüber dem Einsatz von Produkten aus anderen Materialien jährlich 1,5 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalente ein, zusammen mit der energetischen Nutzung des Rest- und Altholzes ergeben sich Einsparungen von rund 2,0 Mio. t CO<sub>2</sub> pro Jahr. Das sind immerhin 4% des aktuellen jährlichen CO<sub>2</sub>-Äquivalent-Ausstosses von 53 Mio. t in der Schweiz. Eine Betrachtung unter Berücksichtigung der Landesgrenzen zeigt, dass ein erheblicher Teil der Produktionsemissionen der konventionellen Bauprodukte im Ausland anfallen. Diese Tatsache könnte bewirken, dass bei einem vermehrten Einsatz von Schweizer Holzprodukten in der Schweiz für unser Land bei der Substitution eine negative CO<sub>2</sub>-Bilanz entsteht.

### **Lager und Substitution bei gesteigerter Holzverwendung in Zukunft**

Eine Steigerung des Holzverbrauchs im Bauwesen mit 1% Ausweitung des Bauvolumens pro Jahr und Marktanteilssteigerungen von Holz um 2% innert 10 Jahren bis ins Jahr 2030 und anschliessend konstantem Verbrauchsniveau führt zu einem Mehrverbrauch von 0,81 Mio. m<sup>3</sup> Holz pro Jahr. Dieses optimistische Szenario bedeutet gegenüber dem heutigen Verbrauch von 2,73 Mio. m<sup>3</sup> eine Steigerung um annähernd 30%. Die einzelnen Verwendungsbereiche wachsen dabei entsprechend den bestehenden Potenzialen sehr unterschiedlich. Aus den Verbrauchsmengen insgesamt, also inkl. Holzprodukte, Papier und Karton, und Waldenergieholz entsteht ein jährlicher Rundholzbedarf von 7,4 Mio. m<sup>3</sup>. Dies entspricht ziemlich genau dem Nutzholzanteil am ausgewiesenen Zuwachspotenzial im Schweizer Wald. Der gesamte Holzbedarf könnte also mit Schweizer Holz abgedeckt werden. Dies gilt umso mehr, als ein wesentlicher Teil des Waldenergieholzes aus der Derbholzmasse gewonnen werden könnte. Die Holzlager im Zivilisationskreislauf sind aufgrund der Verweildauer von 80 Jahren im Lager Konstruktion erst im Jahr 2110 gefüllt. Zu diesem Zeitpunkt sind die Abflüsse aus dem System gleich gross wie die Zugänge. Das Holzlager im Zivilisationskreislauf hat sich um 35 Mio. m<sup>3</sup> vergrössert, entsprechend 32 Mio. t CO<sub>2</sub>. Dies entspricht 60% der Treibhausgasbilanz eines Jahres der Schweiz. Über die Dauer der Lagerbildung verteilt, ergibt sich damit eine mittlere Senkenwirkung von 0,29 Mio. t CO<sub>2</sub>; wobei die Senkenwirkung über die betrachtete Zeitdauer einer starken Schwankung unterworfen ist.

Aus der zusätzlichen Holzverwendung ergeben sich Produktions- und Entsorgungsemissionen von 0,291 Mio. t CO<sub>2</sub> pro Jahr. Dem stehen Emissionsersparnisse von 0,533 Mio. t CO<sub>2</sub> gegenüber, die bei Holzprodukten weniger entstehen als bei den substituierten Materialien. Aus der Rest- und Altholznutzung ergeben sich zusammen ab 2110 weitere Einsparungen von 0,35 Mio. t pro Jahr. In der Summe entstehen so im ausgeschwungenen Zustand Einsparungen von jährlich rund 0,6 Mio. t CO<sub>2</sub> pro Jahr oder etwas mehr als 1% der jährlichen Treibhausgas-Emissionen in der Schweiz. Geht man vom Grundsatz aus, dass der Verbrauch der Produkte einem Bedürfnis entspricht, kann auf die Produktions- und Entsorgungsemissionen in der Rechnung verzichtet werden, dann läge die Emissionsreduktion sogar bei jährlich 0,891 Mio. t CO<sub>2</sub> oder 1,7% des heutigen Jahresausstosses. Zu berücksichtigen ist, dass Emissionen und Einsparungen zu

---

<sup>2</sup> Diese Rechnung ist insofern fraglich, als die Holzprodukte ja nicht mit dem Ziel ein C-Lager zu schaffen eingebaut werden. Vielmehr dienen sie einem Bedürfnis, das befriedigt werden soll. Wird statt Holz ein anderes Material verwendet, werden Emissionen in mindestens ebensolcher Höhe erzeugt, ohne dass dadurch ein C-Lager entsteht. Diese Überlegung ist auch bei der Steigerung der Holzverwendung in Zukunft zu beachten.

unterschiedlichen Zeitpunkten erfolgen. Insbesondere in der ersten Verpflichtungsperiode bis 2012 fallen die Einsparungen relativ bescheiden aus. Sie steigern sich aber nachher wesentlich.

### **Erkenntnisse im Hinblick auf eine CO<sub>2</sub>-Politik**

- Besonders wirksam bezüglich der CO<sub>2</sub>-Bilanz ist eine Mehrverwendung von Konstruktionsteilen, insbesondere von Geschossdecken und Aussenwänden.
- Anfallendes Restholz sowie Altholz sollten möglichst effizient zur Substitution fossiler Energieträger eingesetzt werden.
- Der Einbezug der Landesgrenzen in die Bilanzierung zeigt, dass der Grossteil der verminderten Treibhauswirkung aufgrund eines gesteigerten Holzverbrauchs der Schweiz zugute kommt.
- Die Gesamtwirkung einer gesteigerten Holznutzung fällt für die erste Kyoto-Verpflichtungsperiode (bis 2012) mit rund 2% relativ bescheiden aus. Dies weil die angenommene Steigerung der Holznutzung erst ab 2010 richtig einsetzt und ihre grösste Wirkung um das Jahr 2020 bis 2030 entfaltet.
- Mittelfristig lassen sich durch eine gesteigerte Holzverwendung im Bauwesen relevante Effekte bezüglich CO<sub>2</sub>-Emissionseinsparungen erzielen.

### **Ausblick**

Die Wirkung einer intensivierten Holznutzung auf die CO<sub>2</sub>-Bilanz müsste auch im Zusammenspiel von Wald und Holz untersucht werden. Gegenwärtig werden zusammen mit der WSL Szenarien entwickelt, welche mit geeigneten Nutzungsstrategien begründet werden können und gleichzeitig sinnvolle Holzverwendungsszenarien in der Schweiz und oder im Ausland alimentieren. Für diese Untersuchung wurde die folgende Hypothese aufgestellt.

„Die nationale Treibhausgasbilanz schneidet dann am besten ab, wenn ein optimierter Holzzuwachs im Wald laufend vollständig genutzt wird. Aus dem genutzten Holz werden zunächst so weit wie möglich langlebige Holzprodukte hergestellt, wenn sinnvoll rezykliert und schliesslich energetisch (end-) genutzt.“

Es wird vermutet, dass zur vollständigen Nutzung auch die Verwendung des Derbholzmaterials als Energieholz gehören muss. Dieses Material wird bis heute zu einem grossen Teil im Wald belassen.

Die errechneten Resultate für das Modell Wald und das Modell Holz sollen konsolidiert und bezüglich ihrer Wirkung auf die CO<sub>2</sub>-Bilanz bewertet werden. Das Ergebnis kann als Grundlage für die Formulierung einer übergreifenden Politik der Waldnutzung und der Holzverwendung unter dem Aspekt der CO<sub>2</sub>-Problematik benützt werden. Im Übrigen soll darauf hingewirkt werden, dass die Umwandlung von Holz in langlebige Produkte (Holznutzung) bei der Kyoto-Bilanzierung nicht negativ zu Buche schlägt. Dies bedingt eine Änderung des heutigen Bilanzierungsansatzes (ICCP-Default Approach).