



Foto: Reinhard Lässig/WSL

Stammzahl- und vorratsreicher Nadelmischwald bei Vordemwald (Kt. Aargau).

Effektiver Klimaschutz durch den Wald

# Holz nutzen ist wirksamer als Vorräte anhäufen

«Die Schweiz kann ihr CO<sub>2</sub>-Ziel erreichen, jedoch nur unter Berücksichtigung von Kohlenstoffsenken sowie des Kaufs von ausländischen Emissionszertifikaten.» Damit unterstrich das BAFU letztes Jahr, dass der CO<sub>2</sub>-bindende Wald für die Klimapolitik bedeutsam ist. Aber Wald und Holzverwendung können viel mehr zum Klimaschutz beitragen. Wie?

Von **Ariane Walz, Ruedi Taverna und Veronika Stöckli**. Die Bäume nehmen über die Fotosynthese das klimawirksame Gas Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) auf und wandeln es in Holz um. Deshalb spielt der Wald eine bedeutende Rolle im Klimaschutz. Im Rahmen der Kyoto-Verhandlungen hat jedes Land die Option, sich diese Fähigkeit der Ökosysteme anrechnen zu lassen. Davon macht auch die Schweiz Gebrauch: Der Bund darf die Speicherleistung des Waldes mit maximal 1,8 Mio. t CO<sub>2</sub> pro Jahr zu den Einsparungen anrechnen lassen. Damit würden von den Sparaufgaben der Schweiz bereits 40% gratis und franko erledigt – sofern der Wald

in etwa so weiterwächst wie bis anhin. Dem ist aber offenbar nicht so.

## Entwicklung des Holzvorrats im Schweizer Wald

Das Landesforstinventar (LFI) liefert gute Grundlagen, um den Holzvorrat und die jährliche Kohlenstoffsenke in den Schweizer Wäldern zu beurteilen. Laut LFI1 und LFI2 nahm hierzulande der Holzvorrat zwischen 1983 bis 1985 und 1993 bis 1995 um insgesamt 51,4 Mio. m<sup>3</sup> beziehungsweise 11,6% zu (WSL/LFI, 2009). Das bedeutet, dass in diesem Zeitraum jedes Jahr 4,7 Mio. t CO<sub>2</sub> zusätzlich gebunden wurden.

In jüngster Zeit flaute die Zunahme des Holzvorrats aber ab. Das LFI3 (2004–2006) weist aus, dass in der Periode 1993/1995 bis 2004/2006 die Holzvorräte im Wald nur mehr um 9,6 Mio. m<sup>3</sup> Holz zunahm. Dies entspricht einer jährlichen Bindung von nur noch rund 0,8 Mio. t CO<sub>2</sub>. Ursachen für diese deutlich geringeren Holzvorräte sind insbesondere drei Entwicklungen:

- Naturereignisse, die den Wald dezimierten (z. B. Sturm «Lothar» 1999);
- verlangsamtes Wachstum der verbliebenen älteren Bestände;
- gesteigerte Nutzung des Waldes.

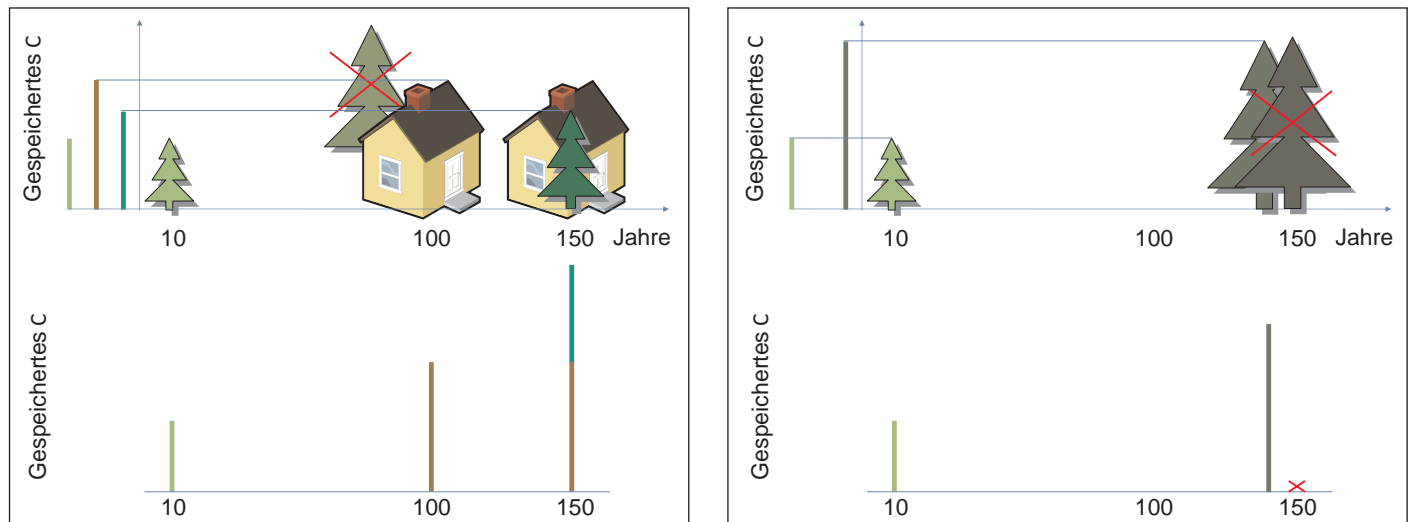


Abbildung 1: Menge an gespeichertem Kohlenstoff bei Nutzungs- und Senkenstrategie. Wird der Wald genutzt, um Häuser zu bauen, so wird der klimawirksame Kohlenstoff länger gebunden als in einem sich selbst überlassenen Wald.

Waldsenken sind also unter den derzeitigen gesetzlichen Rahmenbedingungen keine verlässliche Bank. Weder das Waldgesetz noch das CO<sub>2</sub>-Gesetz regeln, wie der Wald klimapolitisch – geschweige denn klimawirksam – genutzt werden soll. Hält die zunehmende Holznutzung an, so wird der Bund seine CO<sub>2</sub>-Senkenfelle allmählich davonschwimmen sehen. Denn je mehr Holz genutzt wird, desto weniger Senken kann er sich schliesslich anrechnen lassen.

Diese Entwicklung ist zwar politisch unbequem, aber für das Klima gar nicht so ungünstig. Wie müsste denn der Wald genutzt werden, um optimal zum Schutz des Klimas beizutragen?

### Nachhaltiger Klimaschutz durch Wald- und Holznutzung

Waldbewirtschaftung zum Besten des Klimas umfasst neben der Senkennutzung auch die Holznutzung und ihre



Abbildung 2: Im Wald liegen gelassen, ist das Totholz ein wichtiger Lebensraum für zahlreiche Organismen. Aus Sicht des Klimaschutzes ist Holz verbauen jedoch günstiger als Holz liegen zu lassen, weil das verbaute Holz länger erhalten bleibt, respektive das darin gebundene CO<sub>2</sub> erst später an die Atmosphäre zurückgeht.

Optimierung, denn das Holz ist der Speicherplatz des Kohlenstoffs: Solange das Holz intakt bleibt, gelangt kein CO<sub>2</sub> in die Atmosphäre zurück. Hinzu kommt, dass Holz nicht nur ein Kohlenstoff-Lager ist, sondern als Werkstoff auch andere Baumaterialien ersetzt. Diese benötigen in der Regel bei der Herstellung und der Entsorgung deutlich mehr Energie als Holzprodukte (z. B. Beton) oder sind auf der Basis von fossilen, nicht nachwachsenden Rohstoffen hergestellt (z. B. Kunststoffe). Schliesslich kann Holz auch als Brennmaterial eingesetzt werden und damit fossile Energieträger ersetzen (z. B. Heizöl).

### Holzprodukte als Kohlenstoff-Lager

Wird Holz geschlagen und verbaut, so hält es den über seine Lebensdauer angehäuften Kohlenstoff gebunden. In der Schweiz sind rund 110 Mio. m<sup>3</sup> Holz in Gebäuden und Holzprodukten verbaut. Dieser Holzvorrat entspricht rund 100 Mio. t CO<sub>2</sub>. Rund drei Viertel dieses Holzes sind zur Konstruktion und zum Ausbau von Gebäuden genutzt. Zum einen verlängert sich damit die Zeit, in der das CO<sub>2</sub> gebunden bleibt. Wird zum Beispiel ein Baum mit einer natürlichen Lebensdauer von rund 150 Jahren nach 100 Jahren gefällt und weitere 100 Jahre als Dachbalken genutzt, verlängert sich die Verweildauer des gebundenen Kohlenstoffs um 50 Jahre. Sobald der Baum geschlagen ist, wachsen ausserdem gleich junge Bäume nach, die weiteres CO<sub>2</sub> binden und nach rund 100 Jahren wieder hiebsreif sind (Abb. 1).

Aber natürlich kann das CO<sub>2</sub>-Lager in Holzprodukten und vor allem Gebäuden

nicht beliebig ausgebaut werden. Denn wenn eines Tages alle Gebäude durch Holzkonstruktionen ersetzt wären, würden sich das frisch verbaute Holz und dasjenige aus abgerissenen Gebäuden die Waage halten.

### Substitutionseffekte durch Holznutzung

Holz ist doppelt klimaschonend, wenn es anstelle von klimaschädlichen Materialien eingesetzt wird, respektive diese substituiert.

#### • Holz anstelle anderer Werkstoffe:

Vergleicht man die Produkte und Konstruktionen aus Holz mit denen aus alternativen Materialien, stellt sich heraus, dass Erstere in der Regel deutlich weniger CO<sub>2</sub>-Emissionen verursachen (Abb. 3). So führen Wandkonstruktionen sowie Bodenbeläge aus Holz nur zu rund einem Drittel der Emissionen vergleichbarer Werkstoffe. Die meisten Emissionen entstehen bei der Herstellung, aber auch die Entsorgung kann, zum Beispiel bei Backsteinaussenwänden, mehr als einen Viertel der Emissionen ausmachen. Dass die Verrechnungsart der Emissionen mitunter zu kuriosen Auswüchsen führen könnte, zeigt folgendes Beispiel: In der Schweiz hergestelltes 3-Schicht-Parkett schneidet bezüglich CO<sub>2</sub>-Emissionen insgesamt deutlich besser ab als die verglichenen Keramikfliesen. Da die hohen Produktionsemissionen der Fliesen aber im Ausland und die Produktionsemissionen des Parketts im Inland anfallen, würde die Schweiz hinsichtlich ihrer Kyoto-Verpflichtungen also mit dem Import der Fliesen besser fahren. Dem Klima ist es aber letztendlich

«egal», wo die Emissionen anfallen. Um solche unerwünschte Anreize zu verhindern, müssen bei den Klima-Verhandlungen die Weichen entsprechend gestellt werden.

- Holz anstelle fossiler Energieträger:** In der Schweiz werden jährlich rund 3,6 Mio. m<sup>3</sup> Holz zur Energiegewinnung verbrannt (Fitze, 2008). Auch wenn das Verbrennen rund 920 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> Holz freisetzt, gilt es als CO<sub>2</sub>-neutral. Denn die Verbrennung des Holzes setzt gerade so viel CO<sub>2</sub> frei, wie der Baum im Laufe seines Wachstums der Atmosphäre entzogen hat und wie er auch als verrottendes Totholz im Wald wieder freisetzen würde. Energieholz besteht aus den «Abfällen» der Holznutzung, zum Beispiel den Ästen, Zweigen und der Rinde, die direkt im Wald anfallen. Ausserdem werden Rest- und Altholz energetisch genutzt, die bei der Holzverarbeitung und beim Abriss von Gebäuden anfallen. Ob dieses Holz im Wald oder auf einer Deponie verrottet oder energetisch genutzt wird, spielt für die Emissionen eine untergeordnete Rolle. Ins Gewicht fällt in erster Linie, dass weniger fossile Brennstoffe eingesetzt werden, denn wird statt deren Holz verwendet, so reduzieren sich die Emissionen um rund 600 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> (Taverna et al., 2007).

**Wie gross sind nun die Substitutionseffekte?**

Als Faustregel kann gelten, dass 1 m<sup>3</sup> Holz rund 700 kg CO<sub>2</sub>-Emissionen verhindert, wenn er als Werkstoff eingesetzt wird. Bei der Verwendung des Holzes als Energieträger werden etwas weniger, nämlich rund 600 kg CO<sub>2</sub>-Emissionen eingespart. Indem man das Holz zuerst als Werkstoff einsetzt und das Altholz danach energetisch nutzt, kommt man also auf einen Substitutionseffekt von rund 1300 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> Holz.

**Optimierung durch Mehrfachnutzung des Holzes**

Der grösstmögliche Effekt auf das Klima wird dann erzielt, wenn alle drei Nutzungsarten kombiniert werden: Senkenbewirtschaftung im Wald, Holz verbauen und Holz verfeuern (Taverna et al., 2007).

Idealerweise wird möglichst viel Holz eines frisch geschlagenen Baumes also zunächst zur Konstruktion von Gebäuden und zur Herstellung von langlebigen Holzprodukten eingesetzt. Damit wird – das gebundene CO<sub>2</sub> erst später freigesetzt,

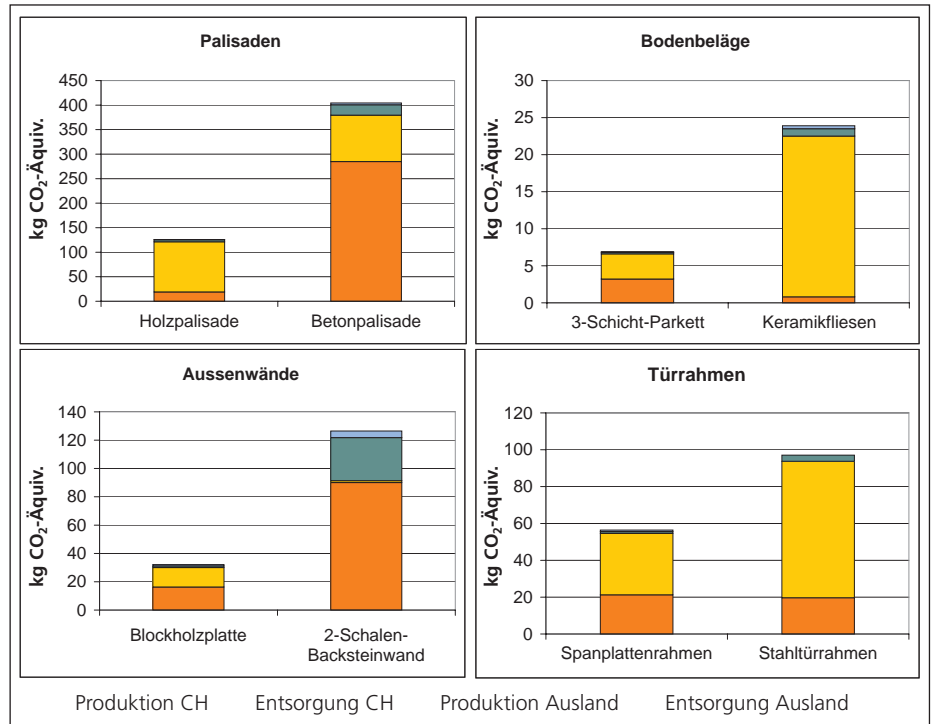


Abbildung 3: Treibhausgasprofile verschiedener funktional gleichwertiger Produkte (Quelle: Werner et al., 2006). Bei der Herstellung von Bauelementen auf Holzbasis wird weit weniger CO<sub>2</sub> emittiert als bei Nicht-Holz-Produkten.

Eingesparte CO <sub>2</sub> -Emissionen pro m <sup>3</sup> Holz (kg CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> Holz)	Total	Schweiz	Ausland
Materialsubstitution	- 700	-300	-400
Energetische Substitution	- 600	-500	-100
<b>TOTAL</b>	<b>-1300</b>	<b>-800</b>	<b>-500</b>

Tabelle 1: Einsparung von CO<sub>2</sub>-Emissionen/m<sup>3</sup> Holz (Quelle: Taverna et al., 2007)

- andere, energieintensive Werkstoffe werden eingespart und
- im Wald gibt es Platz für nachwachsende junge Bäume.

Wird das Haus eines Tages abgerissen, so wird dieses Holz weiter zur Energiegewinnung eingesetzt, wo es fossile Brennstoffe ersetzt (Kaskadennutzung). Neben dem Altholz wird auch das Restholz, das bei der Verarbeitung des Holzes anfällt, konsequent zur Energiegewinnung genutzt. Zusätzlich kann regional auch Kronenmaterial, das bei der Ernte anfällt, unter Berücksichtigung ökologischer Randbedingung stärker genutzt werden.

**Zeitliche Abfolge der CO<sub>2</sub>-Effekte**

Die optimale Kombination der Nutzungsformen verlangt die Kenntnis der Effekte über lange Zeiträume. Wie spielen die einzelnen Effekte im Laufe der Zeit zusammen und wie gross sind sie

zu welchem Zeitpunkt? Mit Modellen lässt sich dies darstellen (Abb. 4). Geht man davon aus, dass die Wald- und Holzwirtschaft im Sinne des Kyoto-Protokolls optimiert wird, würde in den nächsten Jahrzehnten zunächst die Zunahme der Holzvorräte im Wald den grössten Effekt haben. Der würde aber bereits nach wenigen Jahren geringer werden und nach rund 75 Jahren hätte sich der Wald sogar zu einer Quelle von CO<sub>2</sub>-Emissionen entwickelt.

Über einen Zeitraum von rund 20 Jahren würde auch der Ausbau des Holzlagers in den Gebäuden zu deutlichen CO<sub>2</sub>-Einsparungen führen, die dann aber langsam abnehmen. Die Substitutionseffekte sind zwar nicht so hoch wie die anfänglichen Vorratsänderungen in Wald und Gebäudepark. Aber schon nach rund 40 Jahren ist ihre Wirkung grösser als jene der Vorratsänderungen. Sie sind es auch, die über die Jahre kons-

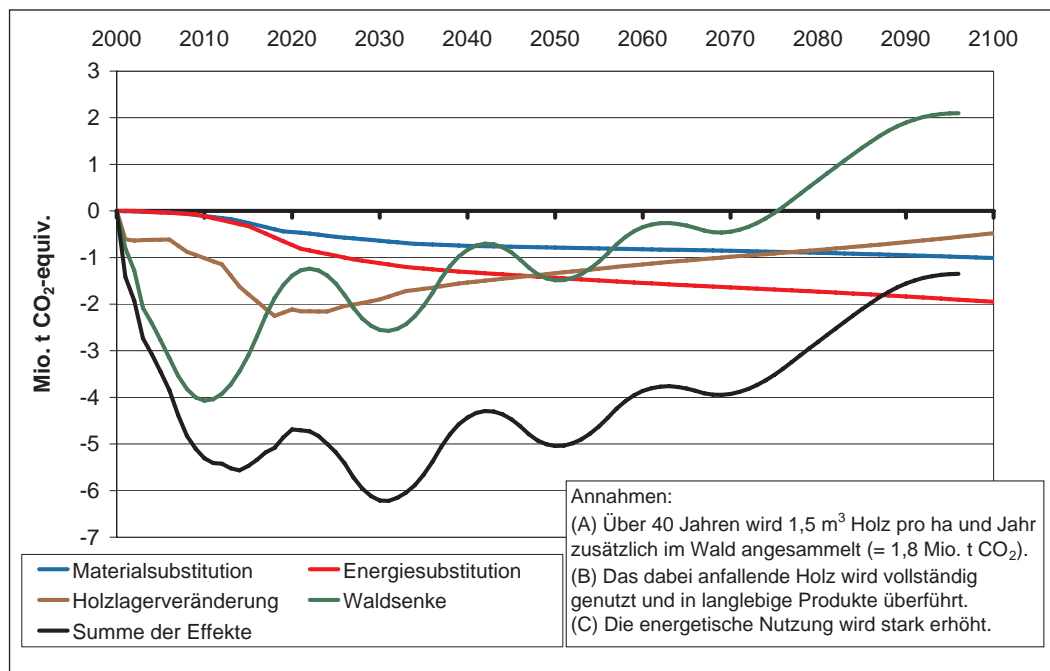


Abbildung 4: Zeitliche Abfolge der einzelnen jährlichen Lager- und Materialeffekte, bezogen auf das Jahr 2000 (Quelle: Taverna et al., 2007).

tant bleiben und nicht wieder abnehmen (Abb. 4).

**Fazit**

Im Sinne eines nachhaltigen Klimaschutzes ist die Nutzung des Holzes weit- aus sinnvoller als die möglichst starke Steigerung der Holzvorräte im Wald. Zum heutigen Zeitpunkt kann eine Erhöhung des Holzvorrats von bis zu 1,8 Mio. t CO<sub>2</sub>/Jahr bei den Kyoto-Verpflichtungen angerechnet werden. Dagegen wird die Klimawirksamkeit von Holzprodukten durch die Konservierung des Kohlenstoffs im Holz in den Kyoto-Verpflichtungen nicht berücksichtigt. Und auch die Substitutionsleistungen, die langfristig noch

wirksamer sind, fallen nur indirekt – über eine verringerte Nutzung von fossilen Energieträgern – in die Waagschale.

Doch um mit Wald und Holz einen langfristigen Klimaschutz zu erreichen, muss die Politik die richtigen Rahmenbedingungen setzen. Sie sollte einerseits Anreize schaffen, Senkenwälder zu pflegen und zertifizierte Senken auf dem freiwilligen Markt verkaufen zu können. Andererseits muss aber auch die Kaskaden-Nutzung von Holz belohnt werden. Es darf jedenfalls nicht so weit kommen, dass Senkenwälder die Holznutzung konkurrenzieren. Dass dem durchaus so sein könnte, zeigt eine Wertschöpfungsrechnung für den Kanton Graubünden

(Walz et al., 2009). Bei einem Preis von 100 USD pro t CO<sub>2</sub>, wie es das IPCC zur Stabilisierung der Klimaerwärmung auf einem Niveau von +2°C für nötig hält, wäre gemäss den Berechnungen die Pflege von Senkenwäldern bei entsprechender Entlohnung für den Waldbesitzer lukrativer als die Nutzung des Holzes! Angesichts der nachweislich klimaschützenden Wirkung der Holznutzung und der Bedeutung der Holzwirtschaft, auch in Randregionen, wäre das sicher die falsche Entwicklung.

**Ariane Walz<sup>1,2</sup>, Ruedi Taverna<sup>3</sup> und Veronika Stöckli<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> WSL-Institut für Schnee und Lawinenforschung SLF, Flüelastrasse 11, CH-7260 Davos Dorf

<sup>2</sup> Potsdam Institut für Klimafolgenforschung PIK, Telegraphenberg A31, DE-14412 Potsdam, walz@pik-potsdam.de

<sup>3</sup> GEO Partner AG, Baumackerstrasse 24, CH-8050 Zürich

**Referenzen**

BAFU, Medienmitteilung vom 14.12.2009: <http://www.bafu.admin.ch/dokumentation/medieninformation/00962/index.html?lang=de&msg-id=30656>

Fitze, U., 2008: Energieholz: Alter Energieträger neu entdeckt. UMWELT 4/2008.

Taverna, R., Hofer, P., Werner, F., Kaufmann, E., Thürig, E. (2007): CO<sub>2</sub>-Effekte der Schweizer Wald- und Holzwirtschaft. Umwelt-Wissen Nr. 0739. Bundesamt für Umwelt, Bern. 102 S.

Walz, A., Taverna, R. und P. Hofer, 2009: CO<sub>2</sub>-Effekt und ökonomische Bewertung von Holznutzung und Senkenleistung im Kanton Graubünden für das Jahr 2007. Im Auftrag des BAFU. 35 S.

Werner F., Taverna R., Hofer P., Richter K. (2006): Greenhouse gas dynamics of an increased use of wood in buildings in Switzerland. Climate Change 71: 319–347



Abbildung 5: Während das geerntete Holz in ihm enthaltenes CO<sub>2</sub> über Jahrzehnte beispielsweise als Baumaterial konserviert, wächst im Wald bereits die nächste Baumgeneration nach, die CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre einlagert.