



Referenz/Aktenzeichen: I194-0104

Faktenblatt zu CO₂-Leistungen von Wald und Holz bis 2020

Die aktuellen und zukünftigen CO₂-Leistungen des Waldes und die Effekte aus der Holzanwendung wurden mit Hilfe verschiedener Szenarien abgeschätzt. Sie ergaben die folgenden Ergebnisse für die Jahre 2008 bis 2012 und für das Jahr 2020:

Für die **erste Kyoto-Verpflichtungsperiode von 2008 bis 2012** wird eine Senke von 0.2 bis 0.5 Mio t CO₂ pro Jahr erwartet. Aus der zunehmenden Holznutzung entsteht ein zusätzlicher Substitutionseffekt von 0.3 bis 0.5 Mio t CO₂. Beide Effekte zusammen dürften die CO₂-Bilanz der Schweiz um einen Wert in der Grössenordnung von durchschnittlich 0.5 bis 1.0 Mio t CO₂ pro Jahr entlasten.

Bis zum **Jahr 2020** wird von einer weiteren Nutzungszunahme ausgegangen, so dass der Wald zu einer Quelle von CO₂ wird. Diese könnte 2020 eine Grössenordnung von 0.7 bis 1.2 Mio t CO₂ erreichen. Der Substitutionseffekt nimmt auf ca. 1.2 Mio t CO₂ zu. Beide Effekte zusammen dürften 2020 die CO₂-Bilanz der Schweiz um 0 bis 0.5 Mio t CO₂ entlasten.

Diese Schätzungen und die nachfolgenden Berechnungen sind keine Prognosen. Es sind Szenarien einer wahrscheinlichen Entwicklung unter gegebenen Rahmenbedingungen, welche auf Expertenschätzungen und Marktmodellen basieren. Für Berechnungen der Substitutionseffekte wurden pauschale Faktoren angewendet. Nicht berücksichtigt sind der Effekt aus einer zunehmenden thermischen Verwertung bei der Entsorgung von gebrauchtem Holz und eine zusätzliche Speicherung von Kohlenstoff in Gütern aus Holz.

1 Ausgangslage

1.1 Senkenleistung des Waldes 1995 bis 2005

Mit Hilfe des Landesforstinventars (LFI) werden der Zuwachs im Wald, sowie der Verlust an Biomasse als Folge der Holznutzung und der natürlichen Mortalität ermittelt. Die Basisdaten werden für die Periode zwischen den Erhebungen des LFI2 (1993-1995) und LFI3 (2004-2006) berechnet. Auf dieser Datengrundlage wird auch die zukünftige Entwicklung abgeschätzt. Nicht berücksichtigt werden Veränderungen der Masse an Totholz sowie beim Kohlenstoffgehalt des Waldbodens.

Tab.1: Durchschnittliche jährliche Werte für Zuwachs und Verluste durch Holznutzung und Mortalität im Schweizer Wald für die Periode 1995 bis 2005 (Quelle: WSL 2009).

	Holzmenge in Mio m ³ /a	Äquivalent in Mio t CO ₂ /a
Zuwachs an Schafftholz	9.711	12.382
Verlust durch Holzernte und Mortalität	-9.132	-11.225
Netto Vorraterhöhung bzw. Senkenleistung	0.579	1.157

1.2 Substitutionseffekt der Holzanwendung 1990

Dank der Verwendung von Holz können CO₂-Emissionen vermieden werden, welche bei der Verwendung anderer Rohstoffe vermehrt erzeugt würden. Ein solcher Effekt tritt sowohl auf, wenn Holz zur Herstellung von Gütern genutzt wird (materielle Substitution), weil die Herstellung von gleichwertigen Gütern aus anderen Materialien meist energieintensiver ist, als auch bei der Verwendung von Holz für energetische Zwecke (energetische Substitution), wobei fossile Brennstoffe substituiert werden. Für Holz, das in die Papierproduktion geht, wird kein Substitutionseffekt angenommen. Weil die Emissionen der Zukunft mit den Emissionen im Jahr 1990 verglichen werden, muss auch die zukünftige Substitutionswirkung mit dem Basisjahr 1990 verglichen werden. Für die Schätzung der Substitutionseffekte in der Schweiz werden folgenden Faktoren angewendet (Taverna et al. 2007):

- Substitutionseffekt bei der Herstellung von Gütern aus Holz: 0.3 t CO₂/m³ Holz
- Substitutionseffekt bei der energetischen Nutzung von Holz: 0.5 t CO₂/m³ Holz

Bei diesen Faktoren ist berücksichtigt, dass ein Teil des Substitutionseffektes im Ausland auftritt.

Zur Bestimmung des Substitutionseffektes muss auch die Import/Export Rohholzbilanz berücksichtigt werden. Nur dasjenige Holz, das im Inland verarbeitet und verwendet wird, hat einen Substitutionseffekt in der Schweiz. In den Abschätzungen ist der Substitutionseffekt aus der energetischen Nutzung bei der Entsorgung von Holzprodukten (Verbrennung von gebrauchtem Holz) nicht eingerechnet.

Tab. 2: Substitutionseffekt in der Schweiz aus der Holzverwendung 1990 unter Berücksichtigung von Import und Export von Rohholz (geschätzter Durchschnittswert 1988 – 1992)

	Holzmenge (Mio m ³ /a)	Substitutionseffekt (Mio t CO ₂ /a)
Holzmenge zur Herstellung von Gütern	3.0	0.9
Holzmenge zur energetischen Nutzung	1.9	1.0
Total Holzverwendung bzw. Substitutionseffekt	4.9	1.9

2 Szenarien für die zukünftige Entwicklung

In einem ersten Schritt wurden 2007 mit Expertenbefragungen Entwicklungsszenarien für die Holznutzung während der ersten Verpflichtungsperiode erstellt. Es resultierten Zunahmen, welche 2013 eine Holznutzung zwischen 7.3 und 8.5 Mio m³ ergaben (inkl. die von der Forststatistik nicht erfassten Nutzungen). Eine Schätzung der Kantonsoberrforsterkonferenz (KOK) kam auf eine Holznutzung von 7.6 Mio m³ im Jahr 2013. Die hier verwendete Entwicklung im KOK-Szenario folgt bis 2009 dem aktuellen Trend mit einem leichten Rückgang der Nutzung und rechnet dann mit einem Anstieg auf den von der KOK geschätzten Wert für 2013. Wegen der momentanen Wirtschaftslage liegt der aktuelle Trend weit unter dem Maximalszenario und fällt sogar unter das 2007 geschätzte Minimumszenario. Deswegen wird von den Expertenbefragungen nur das angepasste KOK-Szenario zur Berechnung der Senken- und Substitutionsleistung verwendet. Unabhängig davon wurden mit einem dynamischen Holzmarktmodell Szenarien der zukünftigen Holznutzung bis 2025 erarbeitet (Pauli et al. 2009). Die Holznutzung wurde bei diesen Szenarien bewusst in der Weise limitiert, dass sie den Zuwachs von Holz im Wald nicht übersteigt. Von den sieben Szenarien werden hier zwei verwendet: ein Trendszenario mit einer Holznutzung von 8.2 und ein Szenario mit einem Anstieg der allgemeinen Energiekosten mit einer Holznutzung von 8.6 Mio m³ Holz im Jahr 2025. Die Szenarien rechnen mit einem linearen Anstieg von 2005 bis 2025 und einer Zunahme des Anteils des Holzes, der primär energetisch genutzt wird.

Figur 1 zeigt die verschiedenen Holznutzungsszenarien. Die Holzmarktmodell-Szenarien gehen im Vergleich zum KOK-Szenario von einer geringeren Zunahme aus, treffen aber den Trend für das Jahr 2009. Für die Periode 2008 bis 2012 werden deshalb das Trendszenario und das KOK-Szenario ausgewählt, für das Jahr 2020 das Trendszenario und das Szenario Anstieg Energiekosten.

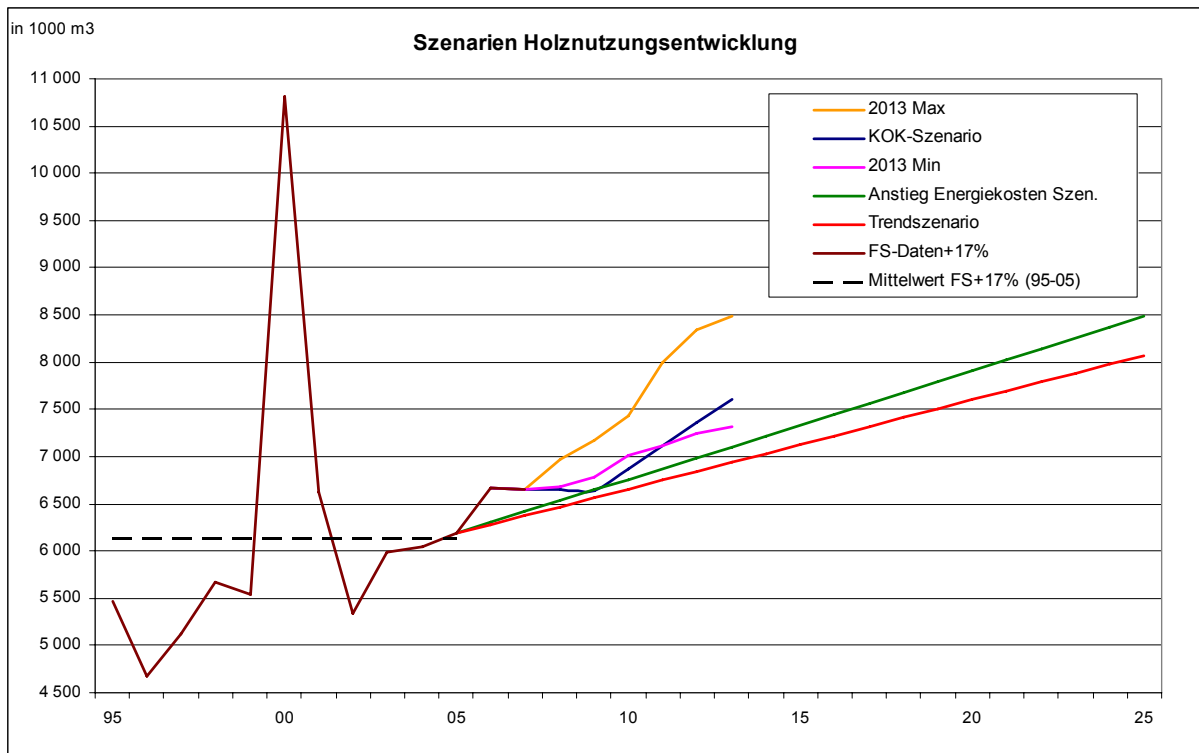


Fig. 1: Entwicklung der Holznutzung von 1995 bis 2007 (FS = Forststatistik). Vorhandene Szenarien bis 2013 aus einer Expertenbefragung mit einer maximalen (2013 Max), mittleren (KOK-Szenario) und minimalen (2013 Min) Zunahme. Szenarien bis 2025 abgeleitet aus einem dynamischen Holzmarktmodell von Pauli et al. (2009): Trendszenario und Szenario mit Anstieg Energiekosten. Der Peak im Jahre 2000 wird vom Sturm Lothar verursacht.

3 Abschätzung der CO₂-Leistungen für die Periode 2008 bis 2012

3.1 Senkenleistung des Waldes

Beim KOK-Szenario entsteht eine Nutzungssteigerung von 20% bis 2012 gegenüber dem Durchschnittswert der Jahre 1995-2005. Die Steigerung ist nicht linear sondern hat auf Grund der jüngsten Entwicklung einen leicht abnehmenden Trend bis 2009. Ab 2009 wird ein linearer Trend zum Zielwert angenommen. Die Nutzung beträgt im Jahr 2013 7.6 Mio m³. Die Abgänge durch natürliche Mortalität und andere nicht erfassten Abgänge werden in allen Szenarien konstant angenommen und betragen 3.0 Mio m³/a. In diesen Werten sind auch die erhöhte Mortalität im Jahr 2000 verursacht durch den Sturm Lothar und im Hitzesommer 2003 enthalten. Er enthält also bereits ein gewisses Risiko als Folge von Extremereignissen. Der jährliche Zuwachs wird mit 9.7 Mio m³/a ebenfalls konstant angenommen. Neben dem KOK-Szenario wird das Trendszenario gerechnet, das einen unteren Wert für die Holznutzung darstellt und bis ins Jahr 2013 auf eine Nutzung von 7.0 Mio m³ ansteigt.

Für die 1. Verpflichtungsperiode von 2008 bis 2012 resultiert beim KOK Szenario eine durchschnittliche jährliche Verminderung des Holzvorrates im Wald um 0.2 Mio m³/a. Trotzdem wird im Wald noch eine schwache Senke von 0.2 Mio t CO₂/a erwartet. Diese Diskrepanz entsteht, weil mehr Nadelholz geerntet wird als Laubholz. Laubholz ist aber dichter und hat einen höheren Anteil an Ästen, welcher zum Schafftholz gemäss LFI dazu gerechnet werden muss und enthält deshalb mehr CO₂.

Tab. 3: Durchschnittliche jährliche Werte für die Bilanz des Waldes aus Zuwachs und Verlust durch Holznutzung und Mortalität für Holz (Mio m³) bzw. CO₂ (Mio t) von 2008 bis 2012 für das KOK- und das Trendszenario.

	KOK-Szenario		Trendszenario	
	Holz	CO ₂	Holz	CO ₂
Zuwachs an Schafftholz	9.7	12.4	9.7	12.4
Verlust durch Holzernte	-6.9	-8.5	-6.7	-8.2
Verlust durch Mortalität u. a. nicht erfassten Abgang	-3.0	-3.7	-3.0	-3.7
Netto Vorratsveränderung bzw. Senkenleistung	-0.2	0.2	0.0	0.5

3.2 Substitutionseffekte der Holzanwendung von 2008 bis 2012

Dank der erhöhten Holzverwendung ist in den Jahren 2008 bis 2012 auch ein höherer Substitutionseffekt zu erwarten. Die Verteilung des verwendeten Holzes auf materielle und energetische Nutzung wird für das KOK-Szenario von den Werten im Jahr 2007 abgeleitet. Für das Trendszenario können sie direkt der Modellrechnung entnommen werden.

Die grössere Substitutionswirkung des Trendszenarios wird verursacht durch einen geringeren Exportüberschuss, eine geringere Holzverwendung für die Papier- und Kartonherstellung sowie einen höheren Anteil für die energetische Nutzung. Insgesamt führen diese Verschiebungen dazu, dass mit dem Trendszenario trotz geringerer Holznutzung ein höherer Effekt erzeugt wird als beim KOK-Szenario.

Tab. 4: Holzverwendung in Mio m³/a und daraus zu erwartender Substitutionseffekt in der Schweiz in Mio t CO₂/a für die Jahre 2008 bis 2012.

	KOK-Szenario		Trendszenario	
	Holz	CO ₂	Holz	CO ₂
Holz zur Herstellung von Gütern	3.0	0.9	2.5	0.75
Holz zur energetischen Nutzung	2.6	1.3	3.2	1.6
Total Holzverwendung bzw. Substitutionseffekt	5.6	2.2	5.7	2.35
Differenz zu 1990	0.7	0.3	0.8	0.45

4 Abschätzung der CO₂-Leistungen bis 2020

4.1 Senkenleistung des Waldes

Für den weitergehenden Trend bis 2020 stützen wir uns auf die Holzmarktmodellierungen von Pauli et al. (2009). Diese gehen im Trendszenario von einer Nutzungssteigerung um 2 Mio m³ bis 2025 gegenüber dem Jahr 2005 aus. Für das Szenario Anstieg Energiekosten wird eine Zunahme der Holznutzung bis 2025 um 2.45 Mio m³ erwartet. Die Mortalität und ungenutzte Abgänge werden in beiden Szenarien mit 3.0 Mio m³ beibehalten. Gesamthaft ergibt sich für 2020 im Trendszenario ein Verlust an Schafftholz von 1.0 Mio m³/a und von 1.3 Mio m³/a im Szenario Anstieg Energiekosten. Der Wald wird zu einer CO₂-Quelle.

Tab. 5: Bilanz des Waldes aus Zuwachs, und Verlust durch Holznutzung und Mortalität für Holz (Mio m³) bzw. CO₂ (Mio t) für das Jahr 2020 für das Trendszenario und das Szenario Anstieg Energiekosten.

	Trendszenario		Anstieg Energiekosten	
	Holz	CO ₂	Holz	CO ₂
Zuwachs an Schafftholz	9.7	12.4	9.7	12.4
Verlust durch Holzernte	-7.7	-9.4	-8.0	-9.9
Verlust durch Mortalität u. a. nicht erfassten Abgang	-3.0	-3.7	-3.0	-3.7
Netto Vorratsverminderung bzw. CO ₂ -Quelle	-1.0	-0.7	-1.3	-1.2

4.2 Substitutionseffekte der Holzanwendung bis 2020

Dank der erhöhten Holzverwendung ist in den Jahren 2013 bis 2020 eine weitere Erhöhung des Substitutionseffektes zu erwarten. Die Verteilung des verwendeten Holzes auf materielle und energetische Nutzung wird sich erneut verändern. Der Anteil des Energieholzes am Holzverbrauch nimmt zu und der Anteil für die materielle Verwendung leicht ab. Der Effekt der höheren Nutzung beim Szenario Anstieg Energiekosten ist gering und verschwindet in den Rundungsungenauigkeiten, weil das Modell die zusätzliche Nutzung zum grössten Teil dem Export zuteilt.

Tab. 6: Holzverwendung in Mio m³/a und daraus zu erwartender Substitutionseffekt in der Schweiz in Mio t CO₂/a für das Jahr 2020 für das Trendszenario und das Szenario Anstieg Energiekosten.

	Trendszenario		Anstieg Energiekosten	
	Holz	CO ₂	Holz	CO ₂
Holz zur Herstellung von Gütern	3.0	0.9	3.0	0.9
Holz zur energetischen Nutzung	4.4	2.2	4.4	2.2
Total Holzverwendung bzw. Substitutionseffekt	7.4	3.1	7.4	3.1
Differenz zu 1990	2.5	1.2	2.6	1.2
Differenz zu 2008-2012		0.7-0.8		0.7-0.9

5 Schlussbemerkung

Die Holznutzung ist stark von der wirtschaftlichen Entwicklung abhängig und deshalb nicht leicht zu prognostizieren. Die verwendeten Szenarien basieren auf der Beurteilung durch Experten. Es wurde davon ausgegangen, dass nicht mehr Holz genutzt wird, als im Wald laufend nachwächst. Bei starker Nachfrage könnte die Nutzung den Zuwachs übersteigen. Das Nutzungspotenzial im Schweizer Wald wird zurzeit noch vertieft abgeklärt und soll als Basis für spätere Berechnungen dienen. Als weiterer Unsicherheitsfaktor kommen grosse Schadenereignisse hinzu. Diese sind zwar in den ungenutzten jährlichen Abgängen bis zu einem gewissen Grad einkalkuliert. Ein Grossereignis wie der Sturm Lothar könnte die Bilanz eines Jahres aber deutlich verschlechtern.

Für die Abschätzung des Substitutionseffekts mussten auch Annahmen zur Änderung von Import und Export von Rohholz und zum Verwendungszweck des Holzes getroffen werden. Bei der energetischen Nutzung ist zu beachten, dass diese vermehrt in Blockheizkraftwerken geschieht. Das darin eingesetzte Energieholz ersetzt dann nicht zwingend Brennstoffe, sondern kann zur Deckung der steigenden Nachfrage nach Elektrizität dienen. Als weiterer Einflussfaktor ist die Verbrennung von Altholz aus entsorgten Holzgütern zu erwähnen. Dieser wurde ausgeklammert und bei den Berechnungen nicht berücksichtigt. In Tat und Wahrheit hat die energetisch benutzte Altholzmenge aber schon seit 1990 zugenommen. Sie dürfte noch weiter zunehmen, so dass dadurch ein zusätzlicher emissionsmindernd-

der Effekt zu erwarten ist. Die Flüsse des Altholzes sind aber noch ungenügend aufgearbeitet, um schon in eine Berechnung einbezogen zu werden.

Grundsätzlich nicht berücksichtigt sind veränderte Anrechnungsregeln, wie sie möglicherweise an der Klimakonferenz im Dezember 2009 in Kopenhagen beschlossen werden. Auch die Anrechnung von im Holz gespeichertem Kohlenstoff, für die sich die Schweizer Delegation einsetzt, wird nicht berücksichtigt. Die Berechnungsmethode müsste angepasst werden; insbesondere müsste neben der Produktion neuer Güter auch die Entsorgung alter Güter aus Holz bestimmt werden. Als grobe Annahme könnte die Anrechnung der Kohlenstoffspeicherung im genutzten Holz während der betrachteten Periode den Substitutionseffekt um etwa 10 bis 20 % erhöhen.

6 Referenzen

Pauli et al. 2009. Holz als Rohstoff und Energieträger, Dynamisches Holzmarktmodell und Zukunftsszenarien. Entwurf Schlussbericht.

Taverna et al. 2007. CO₂-Effekt der Schweizer Wald- und Holzwirtschaft. Umwelt-Wissen 0739. Bundesamt für Umwelt, Bern 102 S.

Thürig E. und Schmid S. 2008. Jährliche CO₂-Flüsse im Wald: Berechnungsmethode für das Treibhausgasinventar. Schweiz. Z. Forstwes. 159 (2): 31–38.

WSL 2009. Erste Ergebnisse des dritten Landesforstinventars LFI3, Abfrage 11.05.2009, <http://www.lfi.ch/resultate/lfi3.php>.

06.08.2009 / RV, RN, THE, CP