

Tomas Lundmark

Die Rolle der schwedischen Forstwirtschaft bei der Eindämmung des Klimawandels

erschienen 06/2014 in der Broschüre „Nachhaltiger Klimaschutz“ des ÖBMV



In Schweden, dessen Landfläche zu 60 % von Wald bedeckt ist, spielen die Waldwirtschaft und die Nutzung von Walderzeugnissen durch Industrie und Gesellschaft eine wesentliche Rolle für die nationale Kohlenstoffbilanz. Wird die aktuelle schwedische Waldnutzungsstrategie fortgeführt, entspricht die langfristige Eindämmung des Klimawandels über 60 Millionen (Mio.) Tonnen an vermiedenen oder reduzierten Treibhausgas (THG)-Emissionen (in CO₂-Äq.) jährlich. Als Vergleichsbasis dient ein Szenario, in dem nicht erneuerbare Produkte anstelle von Erzeugnissen auf Holzbasis verwendet werden. Die genannte Größenordnung entspricht in etwa den gesamten

THG-Emissionen Schwedens. Die Waldwirtschaftsmethoden zur Steigerung der Waldbiomasseproduktion können die Netto-Kohlendioxidemissionen um weitere 40 Mio. Tonnen pro Jahr reduzieren. Der Beitrag zum Klimaschutz würde dadurch deutlich erhöht. Voraussetzung ist die Konzentration auf eine gesteigerte Biomasseproduktion zur Steigerung des Holzeinsatzes als Ersatz für fossile Brennstoffe und energieintensive Materialien.

Schwedens Wälder wachsen

Der überwiegende Teil des nördlichen Nadelwaldgürtels in Schweden wird seit mehr

als 100 Jahren bewirtschaftet. Schweden verfügt über 28,4 Mio. Hektar Wälder, wovon etwa 22 Mio. Hektar aktiv bewirtschaftet werden. Im 20. Jahrhundert war der Zuwachs der schwedischen Wälder höher als die jährliche Holzernte. Infolge der intensiven Bewirtschaftung, der verbesserten Waldwirtschaft und des gesteigerten Holzvolumens sind auch der Zuwachs, der gespeicherte Kohlenstoff im Waldökosystem und die potenzielle Holzernte in den schwedischen Wäldern gestiegen.

Im aktuellen schwedischen Forstwirtschaftsmodell schreibt das Waldgesetz vor, Produktion und Umweltzielen in der bewirtschafteten Waldlandschaft gleiche Bedeutung zuzumessen. Daher sind alle Waldbesitzer zur nachhaltigen Holzwirtschaft verpflichtet, wobei sie gleichzeitig die Biodiversität erhalten, den Erholungsbedarf fördern, Gewässer und Böden schützen sowie den Klimawandel eindämmen müssen. Seit den 1950er-Jahren war Kahlschlag in Schweden das vorherrschende Waldwirtschaftssystem. Die Dauer der Rotationsperiode wird üblicherweise so gewählt, dass sie die durchschnittliche Holzproduktion optimiert. Um einen langfristig nachhaltigen Holzstrom aus dem Wald zu gewährleisten, war eine gleichmäßige Altersklassenverteilung auf regionaler und nationaler Ebene das langfristige Ziel der Forstpolitik.

Der jährliche Einschlag nähert sich heute dem jährlichen Zuwachs an, was bedeutet, dass die Zunahme an Holzreserven nicht mehr so hoch ist wie früher. Die International Union of Forest Research Organizations (IUFRO) hat festgestellt, dass das gewaltige Potenzial des Forstsektors den Klimawandel kostengünstig bekämpfen kann, und es ist wichtig, dass wir verstehen, wie verschiedene Waldbewirtschaftungs- und Holznutzungsstrategien den Klimaschutz beeinflussen können. Nur wenn man berücksichtigt, wie die Forstwirtschaft praktiziert wird, wie viel erneuerbare Rohstoffe auf nachhaltiger

ge Weise geerntet werden können und wie und wo diese Rohstoffe eingesetzt werden, kann der Gesamt-Klimavorteil der Forstwirtschaft richtig eingeschätzt werden.

Der Waldbestand in Schweden hat sich im Verlauf des vergangenen Jahrhunderts fast verdoppelt. Derzeit liegt die durchschnittliche Zuwachsrate schwedischer Wälder bei 5,1 Festmeter (fm) pro Hektar und Jahr. Eine Reihe von Studien weist darauf hin, dass Änderungen der Bewirtschaftungspraktiken zu einer erheblichen Steigerung (> 50 %) des Zuwachses führen können, was das langfristige Zukunftspotenzial der Biomassernte erhöhen würde.

Zuwachs, Speicherung und Substitution

Ein nachhaltig bewirtschafteter Wald kann auf unterschiedliche Weise zur Reduzierung der Kohlendioxid-Emissionen (CO₂) in die Atmosphäre beitragen: als Kohlendioxid-senke in Waldbiomasse und Boden, durch vermehrte Speicherung von Kohlenstoff in geernteten Holzprodukten und durch die Nutzung von Holz als Ersatz für fossile Brennstoffe und energieintensive Materialien. Holzbiomasse aus nachhaltig bewirtschafteten Wäldern wird im Allgemeinen als „kohlenstoffneutral“ betrachtet. Dies liegt daran, dass ihre Nutzung als Bioenergie keine CO₂-Emissionen aufweist, weil die bei ihrer Verbrennung freigesetzten Emissionen anschließend durch den nachwachsenden Wald ausgeglichen werden. Diese Sichtweise wurde jüngst durch Bestands-Lebenszyklusanalysen infrage gestellt, die ergaben, dass die Nutzung von Holz als Biobrennstoff einen Rückgang des Waldbestands und damit eine deutliche Reduzierung des in den Wäldern gespeicherten Kohlenstoffs zur Folge hat. Im Gegensatz dazu wurden sowohl kurz- als auch langfristige Vorteile für die Kohlenstoffbilanz durch Waldwirtschaftspraktiken zur Steigerung des Zuwachses auf großflächiger



© Schwedische Universität für Agrarwissenschaften

Durch die aktive Bewirtschaftung der schwedischen Wälder und die Gewinnung von Holzprodukten werden jährlich weltweit etwa 60 Mio. Tonnen CO₂-Emissionen eingespart – dies entspricht dem THG-Ausstoß von ganz Schweden.

Schwedische Universität für Agrarwissenschaften

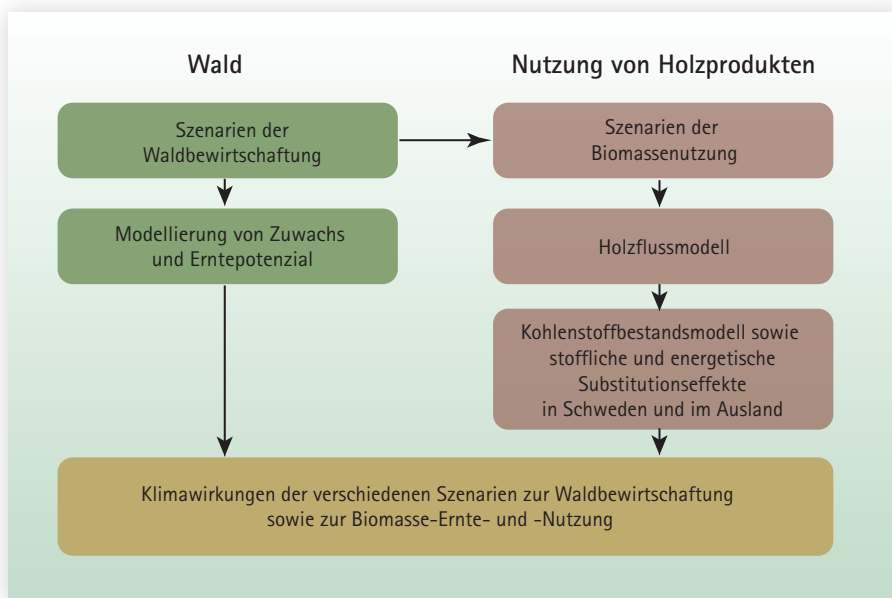


Abb. 1: Modellierungs-Cluster zur Bewertung der Klimawirkungen von Praktiken der Wald- und Biomassenutzung.

Ebene nachgewiesen. Die gegensätzlichen Auffassungen über die Klimaschutzwirkung der Forstwirtschaft und den Einsatz von forstwirtschaftlichen Erzeugnissen scheinen auf die zeitlichen und räumlichen Systemgrenzen zurückzuführen zu sein, die den verschiedenen Analysen zugrunde liegen. CO₂-Emissionen – egal, ob aus Biomasse oder fossilen Brennstoffen – sammeln sich in der Atmosphäre an und tragen zum Klimawandel bei. Die Emissionen fossiler Brennstoffe stellen allerdings einen permanenten Transfer aus dem geologischen Kohlenstoffspeicher dar, während biogene Emissionen Teil des biosphärischen Kohlenstoffkreislaufs sind, den die Photosynthesekapazität der Erdvegetation ermöglicht.

Umfassende Lebenszyklus-Analysen, die biologische und technologische Prozesse berücksichtigen, können geeignete langfristige Ansätze zum Kohlenstoff-Management durch Landnutzung aufweisen. Es ist wichtig, das diesen Analysen zugrunde liegende geografische Gebiet zu definieren, da ganze

Waldlandschaften eine andere Kohlenstoffdynamik aufweisen als ein einzelner Waldbestand. In Schweden werden große Landschaften als Waldsysteme bewirtschaftet, wobei die Bewirtschaftungsmaßnahmen in einem Bestand mit Aktivitäten an anderer Stelle in dem System koordiniert werden. Ein permanenter Strom an geerntetem Holz in ausreichenden Mengen ist aus einem einzelnen Bestand nicht möglich, kann jedoch mit einem System auf Landschaftsebene erreicht werden. Gleiches gilt für die Kohlenstoffemissionen. Durch die Speicherung in einem Bestand können die Emissionen aus einem anderen kompensiert werden.

Der Schwerpunkt dieser Studie liegt darauf, den Zusammenhang zwischen Waldwirtschaft, der Nutzung von Walderzeugnissen und der Kohlenstoffbilanz des schwedischen Forstsektors umfassend zu analysieren. Die folgenden Kohlenstoffbestände und -ströme wurden in der Analyse berücksichtigt:

- Kohlenstoffbestand im Wald-Ökosystem,

- Kohlenstoffbestand in langlebigen Holz-erzeugnissen,
- fossile Emissionen aus Waldbewirtschaftung, Logistik und Verarbeitung von Holzprodukten,
- Substitutionseffekte durch die Vermeidung der Produktion und die Entsorgung von (im Allgemeinen energieintensiveren) Nichtholzprodukten,
- Produktionsemissionen in der Papier- und Zellstoffindustrie,
- Substitutionseffekte durch Importe und Exporte von Papier und Zellstoff,
- Substitutionseffekte aufgrund des vermiedenen Einsatzes fossiler Brennstoffe durch Wärmenutzung von Brennholz und Rückständen aus der Holzverarbeitung, der chemischen Zellstoffverarbeitung, Abfallholz und Papier.

Es wurde ein breiter, integrierter Ansatz zur Systemanalyse gewählt, der die Lebenszyklus-Treibhausgasströme der Wald- und Waldbiomasse-Nutzung berücksichtigt. Unabhängige Modelle, die verschiedene Teile des Systems repräsentieren, wurden zusammengefasst, um die systemübergreifenden Effekte quantitativ zu bewerten (s. Abb. 1). In Simulationen, die den Transfer des Kohlenstoffbestands in den Produkten und Substitutionsvorteile beinhalten, wurden der Import und Export von Holzpro-

dukten zwischen verschiedenen Ländern untersucht. Da Schweden einen erheblichen Anteil seiner Walderzeugnisse exportiert, ist dies ein sehr wichtiger Aspekt der Gesamt-THG-Bilanzanalyse, der in den vorherigen schwedischen Studien nicht berücksichtigt wurde.

Drei Bewirtschaftungsszenarien

Anhand eines Modell-Clusters wurden die langfristigen (bis zum Jahr 2105) Kohlenstoffbilanz-Effekte dreier Szenarien untersucht, die verschiedene Forstwirtschaftspraktiken und Alternativen der Biomassenutzung für alle bewirtschafteten Wälder in Schweden miteinander kombinieren (s. Tab. 1). Das Baseline-Szenario beschreibt die Forstwirtschaft mit den aktuellen Waldwirtschafts-Praktiken in der schwedischen Forstwirtschaft. Im Allgemeinen werden die Wälder als gleichaltrige Bestände mit einer oder zwei Pflegeeingriffen im Jungbestand und zwei oder drei Durchforstungen vor der endgültigen Kahlschlagernte bewirtschaftet. Die Rotationsdauer variiert zwischen 60 und 120 Jahren, abhängig von den Bedingungen vor Ort. Das gegenüber der Baseline gesteigerte Ernte-Szenario wendet die gleichen Waldwirtschaftspraktiken und Umweltgesichtspunkte an wie das Baseline-Szenario.

Tab. 1: Übersicht über die in dieser Studie analysierten Szenarien

Name des Szenarios	Forstbewirtschaftung	Biomasse-Ernte	Biomasse-Nutzung
Baseline	Aktuell (derzeit durchgeführte Forstwirtschaft)	Stammholz, Rinde und 15% Abraum	Bau, Innenausbau, Industrieholz für Strom, Papier und Zellstoff
Gesteigerte Ernte im Vergleich zur Baseline	Aktuelle Bewirtschaftung; im Vergleich zu heute wird mehr Baum-Biomasse genutzt.	Stammholz, Rinde, 35% Abfälle (Wipfel, Äste und Nadeln), 20% Wurzelstöcke	Wie bei der Baseline, jedoch mit gesteigerter Nutzung von Schlagabraum für Bioenergie
Erhöhter Zuwachs	Zuwachs steigt erheblich, nachhaltiges Einschlagniveau, gesteigert um 50 %	Stammholz, Rinde, 35% Abfälle (Wipfel, Äste und Nadeln), 20% Wurzelstöcke	Wie bei der Baseline, jedoch erhöhte Ernte, zusätzliches Holz wird für Bau und Bioenergie verwendet.

Quelle: Schwedische Universität für Agrarwissenschaften



Der Unterschied besteht in der Menge an Schlagabraum, der zur Bioenergie-Nutzung geerntet wird. Hier wurde angenommen, dass beim endgültigen Kahlschlag die Entfernung von Schlagabraum und Wurzelstöcken gesteigert wird. Das dritte Szenario mit gesteigertem Zuwachs und intensivierter Waldwirtschaft hat ein erhöhtes Waldwachstum und die anschließende Ernte zum Ziel. Das Erhaltungsniveau an lebenden Bäumen war das gleiche wie in den anderen Szenarien. Es wurden die in Schweden üblichen Waldwirtschaftsmaßnahmen ausgeführt, mit dem Ziel, den Forstertrag zu steigern, einschließlich einer gesteigerten Intensität der Bemühungen zur Wiederbewaldung und dem vermehrten Einsatz der Walddüngung. Durch die Annahme, dass das gesamte Zusatzwachstum

geerntet wird, kann davon ausgegangen werden, dass die Entwicklung des Kohlenstoffbestands in der stehenden Biomasse in allen Szenarien, trotz unterschiedlicher Zuwachs- und Ernteneiveaus, gleich ist.

Das Niveau an Ernteabraum und Wurzelstöcken entsprach jenem der gegenüber dem Baseline-Szenario gesteigerten Ernte. In allen Szenarien wurde angenommen, dass die Zellstoff- und Papiermärkte relativ stabil sind, während die Märkte für Massivholzprodukte und Bioenergie ein Potenzial für künftiges Wachstum aufweisen (s.Tab.2). In den Szenarien mit gegenüber der Baseline erhöhter Ernte bzw. gesteigertem Zuwachs ging man davon aus, dass die zusätzliche Biomasse für Bioenergie und/oder für Bauzwecke verwendet wird.

Tab. 2: Überblick über die Szenarien und Annahmen für Ernte, Verbrauch und Außenhandel mit Forsterzeugnissen

Szenario	2005		2035*				
	Baseline		Gesteigerte Ernte im Vergleich zur Baseline		Erhöhter Zuwachs		
Ernte (Mio. t Trockenmasse)							
Stammholz	31,20	35,10 +12%	35,10 +12%		48,60 +56%		
Schlagabraum	1,60	1,70 +3%	3,80 +140%		3,80 +140%		
Wurzelstöcke	0,00	0,00 0%	1,70 Neu		1,70 Neu		
Verbrauch (Mio. t Trockenmasse)							
Bau, Innenausbau, andere Holzzeugnisse	2,30	2,50 +12%	2,50 +12%		3,50 +56%		
Zellstoff und Papier	2,10	2,30 +12%	2,30 +12%		2,30 +12%		
Gesamtes Brennholz	8,10	8,80 +8%	12,60 +55%		21,50 +165%		
Außenhandel (Mio. t)							
Export von Holzzeugnissen	7,90	8,90 +12%	8,90 +12%		12,60 +60%		
Export von Zellstoff und Papier	13,70	15,10 +11%	15,10 +11%		15,10 +11%		
Import von Holzzeugnissen	7,10	7,10 konstant	7,10 konstant		7,10 konstant		
Import von Zellstoff und Papier	2,10	2,30 +12%	2,30 +12%		2,30 +12%		

*lineare Steigerung von 2005 bis 2035; anschließend konstant
Quelle: Schwedische Universität für Agrarwissenschaften

60 Millionen Tonnen CO₂-Emissionen vermieden

Für das Baseline-Szenario wurden die insgesamt im schwedischen Inland vermiedenen CO₂-Emissionen zum Ende des Studienzeitraums auf 14 Mio. Tonnen CO₂-Äq. pro Jahr geschätzt. Betrachtet man den Zeitraum von 1990 bis 2105, beläuft sich die kumulierte CO₂-Reduzierung auf 2.800 Mio. Tonnen CO₂-Äq. Die CO₂-Reduzierungswirkung war im Ausland allerdings größer, wo sie zum Ende des Studienzeitraums 46 Mio. Tonnen CO₂-Äq. pro Jahr betrug, mit einer kumulierten CO₂-Reduzierung von 4.900 Mio. Tonnen CO₂-Äq. für den Zeitraum von 1990 bis 2105.

Nach den Annahmen dieser Analyse gewährleisten die schwedischen Forstwirtschaftspraktiken unter einer globalen Perspektive somit reduzierte bzw. vermiedene CO₂-Emissionen in einer Größenordnung von 60 Mio. Tonnen CO₂-Äq. pro Jahr. Dies entspricht der Menge der derzeit in Schweden verzeichneten jährlichen CO₂-Emis-

sionen, die sich im Jahr 2011 auf 61 Mio. Tonnen CO₂-Äq. beliefen. Stoffliche und energetische Substitution sowie Kohlenstoffbestandsveränderungen in Wald und Boden waren für den Großteil des Gesamteffekts verantwortlich (s. Abb. 3).

CO₂-Effekte der schwedischen Forst- und Holzwirtschaft 2012

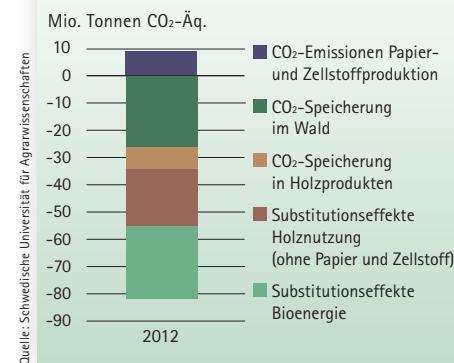


Abb. 3: Globale THG-Reduzierung durch die schwedische Forstwirtschaft im Baseline-Szenario für 2012

Treibhausgasereffekte der schwedischen Forst- und Holzwirtschaft 1990 bis 2105

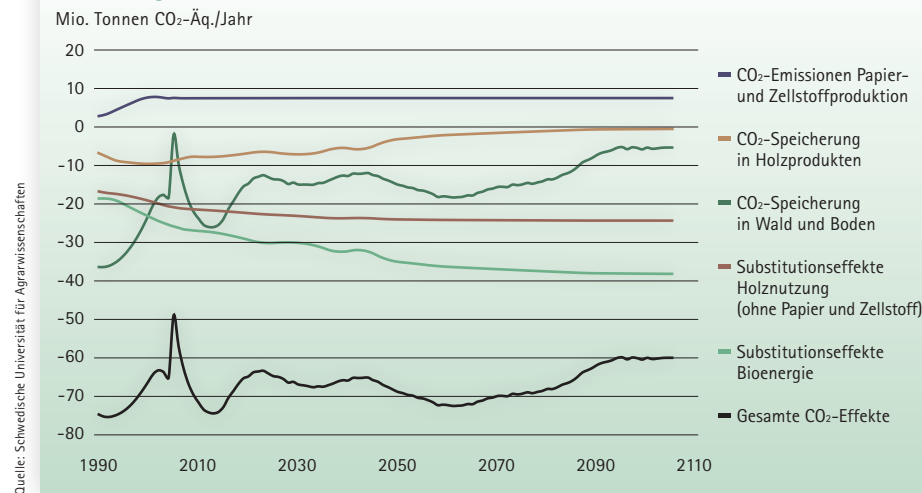


Abb. 2: Globale Reduzierung von Treibhausgasen durch die schwedische Forstwirtschaft im Baseline-Szenario – negative Werte stellen Verringerungen des atmosphärischen CO₂-Gehaltes dar.



Der Spitzenwert im Jahr 2005 war durch einen gravierenden Sturm (Orkan „Gudrun“) bedingt, der zu signifikanten Waldbiomasse-Verlusten im Forst führte und eine Quelle von CO₂-Emissionen war. Die Mehrzahl der durch den Sturm geworfenen Bäume wurde geerntet – allerdings wurde nicht das gesamte Nutz- und Brennholz im gleichen Jahr verwertet. Daher konnten die Substitutionswerte die Auswirkungen im Wald nicht kompensieren. Es ist zudem erwähnenswert, dass die stofflichen Substitutionseffekte von Zellstoff und Papier negativ waren, da man davon ausging, dass Zellstoff und Papier nicht ersetzt werden können. Die Nutzung der Waldbiomasse für die Produktion von Zellstoff und Papier hatte erhebliche CO₂-Emissionen zur Folge.

Im Vergleich zum Baseline-Szenario waren die positiven Einflüsse auf das Klima für die Szenarien mit höheren Biomasse-Erträgen größer (s. Abb. 4). Für das Szenario mit der gesteigerten Ernte belief sich die gesamte Emissionsreduzierung zum Ende des Studienzeitraums auf 66 Mio. Tonnen CO₂-Äq. pro Jahr, für das Szenario mit gesteigertem Zuwachs auf jährlich 103 Mio. Tonnen CO₂-Äq. Betrachtet man den Zeitraum von 1990 bis 2105, beläuft sich die kumulierte CO₂-Reduzierung für die gesteigerte Ernte auf 8.200 Mio. Tonnen CO₂-Äq. und für das gesteigerte Wachstumsszenario auf 11.200 Mio. Tonnen CO₂-Äq., im Vergleich zum Baseline-Szenario mit 7.700 Mio. Tonnen CO₂-Äq. Der durchschnittliche THG-Emissions-Reduzierungseffekt pro Kubikmeter geernteter Biomasse für die Szenarien mit gesteigerter Ernte und gesteigertem Zuwachs belief sich am Ende des Studienzeitraums auf 466 kg bzw. 546 kg (Tab. 3). Der marginale Effekt des im Szenario mit gesteigertem Zuwachs zusätzlich geernteten Holzes lag bei 719 kg CO₂ pro Kubikmeter geernteter Biomasse. Dies war hauptsächlich durch gesteigerte Substitutionseffekte bedingt, da angenommen wurde, dass das zusätzlich geerntete Holz vor allem zu Bau- und Energiezwecken verwendet wurde.

Tab. 3: Durchschnittlicher Emissionsreduzierungseffekt in CO₂-Äq. für einen Kubikmeter Biomasse

Waldbewirtschaftungs-Szenarien	kg CO ₂ -Äq./m ³
Baseline	466
Erhöhter Zuwachs	546
Erhöhter Zuwachs, marginaler Effekt	719

Quelle: Schwedische Universität für Agrarwissenschaften

Globale CO₂-Effekte der schwedischen Forstwirtschaft in verschiedenen Szenarien

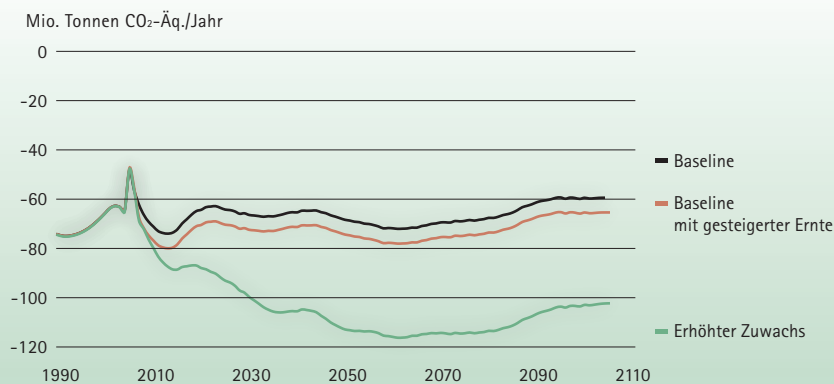


Abb. 4: Gesamte THG-Reduzierungswirkung der schwedischen Forstwirtschaft für verschiedene Szenarien



© Schwedische Universität für Agrarwissenschaften

Die nachhaltige Bewirtschaftung der schwedischen Wälder ist die Voraussetzung für den Ersatz fossiler Bau- oder Brennstoffe durch Holzprodukte.

Ohne Waldbewirtschaftung keine Holzprodukte

Eine alternative Strategie zur Eindämmung des Klimawandels besteht darin, die Waldbewirtschaftung einzustellen, das heißt, keine Bäume mehr zu fällen, damit die Wälder weiter wachsen und sich die Wald-Kohlenstoffbestände im Lauf der Zeit erhöhen. Kurzfristig kann dies eine effiziente Strategie darstellen. Unsere Studie zeigt, dass der durchschnittliche CO₂-Emissions-Reduzierungseffekt in einem bewirtschafteten Wald in einer Größenordnung von 500 kg CO₂/m³ geernteter Biomasse liegt. Da ein Kubikmeter Biomasse, je nach Holzdichte, 700 bis 900 kg CO₂ enthält, wäre eine Erhöhung des Waldbestands eine effiziente Maßnahme zur Eindämmung des Klimawandels, sofern die Waldbestände weiterhin wachsen könnten. Konzentriert man sich allerdings ausschließlich auf die Erhöhung des Kohlenstoffbestands auf diese Weise, stellt dies nur eine einge-

schränkte Klimaschutzstrategie dar, da es nicht möglich ist, uneingeschränkte Mengen an Kohlenstoff im Wald zu speichern. Würde diese Methode umgesetzt, würden sich die Waldreserven in Schweden anfänglich erhöhen, jedoch irgendwann ein neues Gleichgewicht zwischen Wachstum und natürlichem Verfall erreichen. Sobald dieses Gleichgewicht erreicht ist, wäre die „unkultivierte Forstlandschaft“ im Prinzip CO₂-neutral, das heißt, Kohlenstoff würde in signifikantem Umfang weder eingelagert noch freigesetzt.

Ein weiterer Effekt bestände darin, dass die Möglichkeiten für eine nachhaltige Ernte der Waldbiomasse für den Verbrauch wegfielen. Der Verbrauch müsste dann entweder eingeschränkt werden oder mit anderen Materialien als erneuerbaren Waldprodukten erfüllt werden, das bedeutet, mit energieintensiveren Materialien, fossilen Brennstoffen oder anderen Energiequellen.

Die Einstellung der Ernte und der Aufbau des Wald-Kohlenstoffbestands birgt zudem erhebliche Risiken aufgrund der Möglichkeit von Waldbränden, Stürmen oder Insektenkalamitäten. Die starke Abnahme des Wald-Kohlenstoffbestands im Jahr 2005 infolge eines heftigen Sturms zeigt, dass natürliche Waldschäden erhebliche CO₂-Emissionen verursachen können und dass ein zunehmender Holzvorrat nicht ohne Risiken ist.

Kohlenstoffdynamik im Waldboden

In schwedischen Waldböden sind große Mengen Kohlenstoff gespeichert, aber der Kohlenstoffbestand und seine kurzfristigen Veränderungen können zwischen verschiedenen Standorten erheblich schwanken. Die langfristige Erfassung des Kohlenstoffbestands in schwedischen Waldböden weist auf eine stetige Erhöhung im Lauf der Zeit hin; zudem ist normalerweise eine positive Beziehung zwischen Zuwachs und Kohlenstoffakkumulierung zu finden. Die Kohlenstoffakkumulierung im Boden kann auch negativ beeinflusst werden, wenn zusätzliche Biomasse geerntet wird, wie dies in den Szenarien der vorliegenden Studie der Fall ist, wo man davon ausgeht, dass zusätzliche Reste und Wurzelstöcke geerntet werden.

Derzeit liegen nur eingeschränkte Kenntnisse über die Boden-Kohlenstoffdynamik in Bezug auf die verschiedenen Bewirtschaftungsszenarien vor. Trotzdem wurde für alle Szenarien eine ähnliche Boden-Kohlenstoffdynamik zugrunde gelegt. Es ist möglich, dass dies für das Szenario mit gesteigerter Ernte gegenüber dem Baseline-Szenario zu einer Überschätzung der Kohlenstoffbilanz geführt hat, da in Studien nachgewiesen wurde, dass eine gesteigerte Biomassernte die Boden-Kohlenstoffspeicher in schwedischen Waldböden verringert, wenn Nadeln, Zweige und Wipfel vollständig entfernt werden. In der vorliegenden Studie waren die Entfernungsraten

allerdings deutlich niedriger als in diesen Studien und die Unterschiede zwischen den einzelnen Szenarien nur gering. Es ist auch möglich, dass die Kohlenstoffbilanz für das Szenario mit gesteigertem Zuwachs unterschätzt wurde, da normalerweise eine positive Beziehung zwischen Zuwachs und Bodenkohlenstoff-Akkumulation besteht.

Es ist offensichtlich, dass erhebliche Unsicherheiten in einem komplexen Modellierungsversuch wie dem hier vorgestellten liegen. Viele der angegebenen Resultate sind von den gemachten Annahmen abhängig. Der Zuwachs wurde unter Verwendung des bekannten und geprüften HUGIN-Modells angenommen, welches bereits für zahlreiche Studien in Bezug auf die Konsequenzen der verschiedenen Waldbewirtschaftungsszenarien auf regionaler und nationaler Ebene in Schweden verwendet wurde.

Schlussfolgerungen

Unter Verwendung der Holzfluss-Modellierung für die potenzielle Produktion und Nutzung von schwedischen Forstprodukten wurden die Anteile von Kohlenstoff an den Effekten im Inland und Ausland berechnet. Die wesentlichen Schlussfolgerungen aus dieser Studie lauten:

- Die aktuellen forstwirtschaftlichen Praktiken in Schweden und die Nutzung von Waldprodukten können im In- und Ausland zu einer jährlichen Reduzierung der CO₂-Emissionen führen, die praktisch den gesamten THG-Emissionen pro Jahr in Schweden entsprechen, im Vergleich zu einem Szenario, in dem keine waldbasierten Produkte verfügbar sind.
- Die Vorteile der CO₂-Reduzierung kommen hauptsächlich im Ausland und nicht im Inland zum Tragen. Dies liegt am hohen Anteil an exportierten Holzprodukten aus Schweden und dem höheren Substitutionseffekt im Ausland.

- Intensivere Waldwirtschaftsmethoden erhöhen die Forstproduktion und können damit eine effektive Möglichkeit darstellen, die CO₂-Emissionen noch weiter zu reduzieren.

Basierend auf den Ergebnissen dieser Studie ist es offensichtlich, dass die Effekte der Waldproduktion und der Handel mit Holzprodukten wichtige Faktoren zur Ermittlung des Gesamt-Klimanutzens darstellen. Um die heimische schwedische CO₂-Bilanz zu optimieren, sollten die Holzressourcen für Massivholzprodukte (Schnittholz, Holzplatten etc.) oder zur Energieerzeugung anstatt für die Zellstoff- und Papierherstellung genutzt werden.

Aus einer globalen und langfristigen Perspektive sind energetische und stoffliche Substitutionseffekte wesentlich wichtiger als Effekte der Bestandesänderung. Die Substitutionseffekte, die auf der weiteren Ernte von Holz aus nachhaltig bewirtschafteten Wäldern beruhen, ermöglichen eine dauerhafte und nachhaltige Eindämmung der CO₂-Emissionen.

Hinweis

Eine Übersetzung der diesem Artikel zugrunde liegenden Studie „Potential Roles of Swedish Forestry in the Context of Climate Change Mitigation“ (Link: www.mdpi.com/journal/forests) ist auf der Homepage des Österreichischen Biomasse-Verbandes unter www.biomasseverband.at/veranstaltungen/tagungen-und-vortraege/nachhaltiger-klimaschutz verfügbar.

Professor Tomas Lundmark

Abteilung für Forstökologie und Forstmanagement,

Schwedische Universität für Agrarwissenschaften (SLU), Umeå,

Tomas.Lundmark@slu.se

