

# Wald nutzen heißt Klimaschutz maximieren

LWF vergleicht verschiedene Nutzungsstrategien unter Klimaschutzaspekten

Christoph Schulz und Daniel Klein

Die Bedeutung des Waldes für den Klimaschutz liegt in seiner Fähigkeit, das Treibhausgas Kohlendioxid aus der Atmosphäre zu binden. Bei einer nachhaltigen Waldnutzung wird Kohlenstoff in verschiedenen Speichern im Wald sowie in Holzprodukten gebunden. Mit der Nutzung von Holz findet eine weitere Entlastung der Atmosphäre über Material- und Energiesubstitution statt. Über Art und Intensität der Nutzung werden die Größe der verschiedenen Speicher und die Substitutionseffekte beeinflusst. Modellierungen für Bayern zeigen, dass ein leichter Vorratsaufbau verbunden mit einer Holznutzung in Form von langlebigen Produkten mit späterer energetischer Nutzung aus kohlenstoffökologischer Sicht die beste Lösung darstellt. Es wird auch deutlich, dass der Betrachtungszeitraum für den Vergleich verschiedener Systeme eine große Rolle spielt. Auch Nutzungsverzicht erbringt eine Klimaschutzleistung – diese ist aber niedriger als bei einer nachhaltigen Nutzung und sie ist endlich.

Die Klimaschutzleistung des Forst-Holz-Komplexes setzt sich aus Kohlenstoffspeicherung und Substitutionseffekten zusammen: Die maßgeblichen Speicher sind die lebende ober- und unterirdische Biomasse, Totholz, Streuauflage und Boden sowie die Holzprodukte. Solange diese Speicher sich in der Summe vergrößern, wird der Atmosphäre Kohlendioxid entzogen und damit eine Klimaschutzleistung erzielt. Dass das in Bayern der Fall ist, zeigen die Ergebnisse von Klein und Schulz (S. 40–43 in diesem Heft). Die Speicherung erfolgt vor allem in der lebenden Biomasse im Wald und im Speicher der Holzprodukte.

## Substitution

Substitutionseffekte sind an die Verwendung von Holz gebunden: Materialsubstitution bedeutet, dass CO<sub>2</sub>-Emissionen vermieden werden, indem Holz energieintensiv hergestellte Materialien wie zum Beispiel Aluminium ersetzt. Im besten Fall kann durch Recycling des Holzes in mehreren Produkten eine wiederholte Materialsubstitution stattfinden (Kaskadennutzung). Die Klimawirkung der Materialsubstitution wird erfasst, indem für die existierenden Holzprodukte jene CO<sub>2</sub>-Emissionen abgeschätzt werden, die entstanden wären, wenn die Produkte aus anderen Materialien hätten hergestellt werden müssen. Die Klimabilanzen konkurrierender Nicht-Holzprodukte sind fast immer höher (siehe z.B. Albrecht et al. 2008), schwanken je nach Material stark und sind auch nicht für jedes Produkt bekannt. Für die Materialsubstitution wurde ein mittlerer, konservativer Wert von 0,7 Tonnen Kohlendioxid pro Kubikmeter (t CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>) verwendet (Hofer et al 2007). Andere Untersuchungen weisen teilweise deutlich höhere Substitutionsfaktoren auf (z.B. Rüter 2011), was zeigt, dass in diesem Bereich noch Unsicherheiten herrschen.

Über Einschlagsmengen sowie die Zuordnung der Holz-mengen in Produktkategorien in Anlehnung an die Clusteranalyse Bayern und den oben erwähnten Faktor konnten für Bayern die Materialsubstitutionseffekte im Zeitraum zwischen 2003 und 2008 geschätzt werden. 8,6 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>

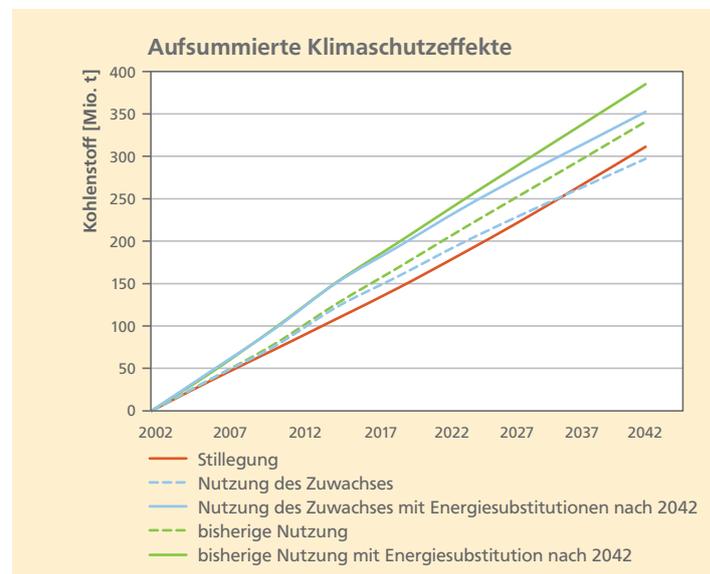


Abbildung 1: Die Entwicklung des gesamten Klimaschutzeffektes (Mio. t C) bei unterschiedlichen Entwicklungsszenarien bis 2042. Bei den durchgezogenen Linien wird die energetische Nutzung von langlebigen Holzprodukten nach 2042 berücksichtigt.

(bzw. 2,3 Mio. t C bei einem Umrechnungsfaktor von 3,67) wurden durch die Verwendung von Holz pro Jahr vermieden.

Energiesubstitution entsteht, wenn Holz durch energetische Nutzung den Verbrauch fossiler Brennstoffe ersetzt. Da der Heizwert fossiler Brennstoffe höher ist als bei Holz, muss für die gleiche energetische Leistung mehr Kohlenstoff aus Holz verbraucht werden als bei fossilen Brennstoffen. Der Faktor für die Entlastung der Atmosphäre durch Energiesubstitution mit Holz liegt deshalb bei 0,67 t C/m<sup>3</sup> (Köhl 2011). Für die Zeit von 2003 bis 2008 lag die Energiesubstitution in Bayern bei 4,0 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> je Jahr.

In der Summe bewirken die Substitutionseffekte durch die Verwendung von Holz eine Entlastung der Atmosphäre um 12,6 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr. 2005 lag beispielsweise

die jährliche energiebedingte Emissionsrate in Bayern bei 80,8 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> (StMUG 2009). Ohne Substitutionseffekte hätte sich die Emissionsrate pro Jahr auf 93,4 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> erhöht. Dies wäre ein Anstieg um circa 15 Prozent. Die Substitutionseffekte sind keinem zeitlichen Verfall unterworfen, sie sind dauerhaft wirksam, solange fossile Brennstoffe vermieden werden.

## Einfluss der Bewirtschaftung

Durch die Bewirtschaftungsform werden Speicherwirkung und Substitutionseffekte beeinflusst. Wenn beispielsweise die Nutzung des Waldes intensiviert wird (Vorratsabbau), verringert sich der Kohlenstoffspeicher der lebenden Biomasse im Wald, während sich der in Holzprodukten gespeicherte Kohlenstoff erhöht. Mit den größeren zur Verfügung stehenden Holzmenge steigen dann auch Material- und Energiesubstitution. Dem gegenüber steht eine Extensivierung der Nutzung, bei der die Vorräte im Wald steigen und damit die Kohlenstoffspeicherung in lebender Biomasse und im Totholz erhöht wird, dafür aber weniger oder kein Kohlenstoff in den Holzproduktespeicher überführt wird und deshalb auch geringere oder keine Effekte der Material- oder Energiesubstitution erfolgen.

Die gesamte Klimaschutzbilanz ist bei den verschiedenen Nutzungsformen keineswegs gleich: Der Holzzuwachs und damit die Bindung von Kohlenstoff in der lebenden Biomasse variiert mit der Eingriffsstärke. Die mittlere Verweildauer des Kohlenstoffs in lebender Biomasse, Totholz und verschiedenen Holzprodukten unterscheidet sich. Die Substitutionseffekte sind an die geernteten Holzmenge, die Verteilung auf Holzprodukte mit unterschiedlicher Lebensdauer und die Wiederverwendung von Holzprodukten gekoppelt.

## Energiewende treibt Bau von Fertighäusern an

Die Hersteller von Holzfertighäusern haben im ersten Halbjahr 2011 deutlich mehr Häuser verkauft als im Vorjahreszeitraum. Zugleich ist der Anteil an besonders energiesparsamen Effizienzhäusern weiter gestiegen.

Von Januar bis Juni 2011 wurden 7.330 Baugenehmigungen für Ein- und Zweifamilienhäuser in Fertigbauweise erteilt. Das entspricht einem Zuwachs von 27 Prozent gegenüber dem ersten Halbjahr 2010. Wie eine Erhebung des Bundesverbandes Deutscher Fertigbau e.V. (BDF) unter seinen Mitgliedsunternehmen ergab, melden acht von zehn Fertighaus-Herstellern ein steigendes Auftragsvolumen.

Nach Ansicht des BDF profitiert die Fertigbauweise von der Energiewende, weil die Fertighaus-Hersteller die gegenwärtig starke Nachfrage nach besonders energieeffizienten und mit erneuerbaren Energien versorgten Eigenheimen bedienen können. Der Anteil staatlich geförderter Effizienzhäuser in Holzfertigbauweise stieg auch 2011 weiter an. So werden inzwischen 86 Prozent der Fertighäuser in den Standards »Effizienzhaus 70« oder »Effizienzhaus 55« gebaut, sieben Prozent sogar als extrem sparsames »Effizienzhaus 40«, das kaum noch Heizenergie benötigt. red

Für den im Boden gespeicherten Kohlenstoff, ein sehr großer und träger Speicher, kann davon ausgegangen werden, dass verschiedene naturnahe Bewirtschaftungssysteme zu keinen gravierenden Unterschieden führen.

## Zukünftige Entwicklungen unterschiedlicher Nutzungsvarianten

Um eine Vorstellung von der Auswirkung verschiedener Nutzungssysteme auf die Klimabilanz zu erhalten, bietet es sich an, mit vorhandenen Daten aus der Bundeswaldinventur (BWI) für bayerische Wuchsbedingungen die zukünftige Entwicklung exemplarisch zu modellieren. Wie in anderen Bundesländern (z.B. Profft 2007; Wördehoff et al. 2011) wurde für einen längeren, hier 40-jährigen Zeitraum (2002 bis 2042) die Entwicklung der Kohlenstoffspeicher und der Substitutionseffekte für folgende drei Nutzungsvarianten gerechnet:

- bisherige Nutzung (Vorratsaufbau bei Laubholz, leichter Vorratsabbau bei Fichte)
- Nutzung des gesamten Zuwachses (verstärkte Holzernte)
- Stilllegung (keine Holzernte, deutlicher Vorratsaufbau, deutliche Zunahme des Totholzes)

Die Modellierung kann nicht alle oben genannten Änderungen erfassen. So werden für alle Nutzungsvarianten die gleichen Holzzuwächse unterstellt, obwohl davon auszugehen ist, dass bei Stilllegung auf Grund der zunehmend höheren Konkurrenz das Wachstum der einzelnen Bäume geringer ist als zum Beispiel bei einer intensiven Bewirtschaftung. Das steigende Kalamitätsrisiko mit steigenden Vorräten ist unberücksichtigt, die Verteilung auf die Holzprodukte unterliegt keiner Veränderung (Verwendungsschlüssel gemäß Clusterstudie Bayern) und es findet keine mehrfache stoffliche Nutzung, sondern lediglich eine energetische Nutzung zum Ende der Nutzungsdauer statt.

Abbildung 1 zeigt die Entwicklung der aufsummierten Klimaschutzeffekte aus jährlicher Bindung und Material- und Energiesubstitution bis 2042 (rote und gestrichelte Linien). Dabei wird kein Ausgangsspeicher berücksichtigt, weshalb alle Kurven bei null Tonnen Kohlenstoff beginnen. Den jährlichen Eintragungsmengen werden jährliche Austragsmengen gegenübergestellt, die je nach Produktkategorie und je nach Nutzungsdauer der Produkte variieren. Alle Nutzungsformen zeigen über diesen Zeitraum einen ähnlichen, weitestgehend linearen Anstieg mit durchschnittlichen jährlichen Steigerungen von 8,5 (bisherige Nutzung), 7,4 (Nutzung des gesamten Zuwachses) und 7,8 Millionen Tonnen Kohlenstoff (Stilllegung). Die Stilllegung überholt am Ende des Zeitraumes noch die Variante Nutzung des gesamten Zuwachses, weil der Biomassezuwachs bei Stilllegung höher ist als die summierten Effekte der Holznutzung. Wie oben erwähnt, wird für beide Fälle derselbe Zuwachs unterstellt. In der Realität dürfte der Zuwachs im 40-jährigen Zeitraum bei Stilllegung tendenziell abnehmen, bei Nutzung des gesamten Zuwachses hingegen zunehmen.

## Betrachtungszeitraum

Bei dieser Betrachtung bleibt bislang allerdings eine entscheidende Klimaschutzleistung nicht berücksichtigt, die nur entstehen kann, wenn Holz genutzt wird: Jedes Holzprodukt wird am Ende seiner Lebensdauer energetisch genutzt. Beim größten Teil der langlebigen Holzprodukte liegt dieser Zeitpunkt jedoch außerhalb des Modellierungszeitraumes von 40 Jahren und wird nicht als Klimaschutzleistung bilanziert. Wenn diese zukünftige Energiesubstitution auf den Zeitpunkt ihrer Bildung angerechnet wird (nämlich dann, wenn das Holz genutzt wird), entsteht der ebenfalls in Abbildung 1 gezeigte Verlauf: Die beiden Varianten *bisherige Nutzung* und *Nutzung des gesamten Zuwachses* (durchgezogene Linien) zeigen eine jährliche Klimaschutzleistung von 9,6 bzw. 8,8 Millionen Tonnen Kohlenstoff und liegen deutlich über der Variante Stilllegung mit 7,8 t C/Jahr (rote Linie). Über den 40-jährigen Zeitraum sind die Substitutionseffekte der entscheidende Unterschied zur Stilllegung.

Für den Vergleich von Nutzungsvarianten und Stilllegung hat der Betrachtungszeitraum grundsätzlich eine große Bedeutung. In der Abbildung zeigt sich, dass auch eine Stilllegung zumindest über 40 Jahre noch einen steten Klimaschutzeffekt hat. Zu irgendeinem späteren Zeitpunkt wird ein Vorratsmaximum erreicht, das sich aus Mortalität, der natürlichen Konkurrenz zwischen den einzelnen Bäumen und dem verfügbaren Raum ergibt. Ab diesem Zeitpunkt halten sich Kohlenstoffaufnahme und -freisetzung weitestgehend die Waage, womit die Klimawirkung des Waldes verloren geht.

Auch in einem nachhaltig genutzten Wald wird nach Erreichen eines optimalen Vorrates keine weitere Kohlenstoffspeicherung im Wald erfolgen. Durch die Nutzung werden aber weiterhin konstant Klimaschutzleistungen durch Kohlenstoffspeicherung in Holzprodukten sowie insbesondere durch Material- und Energiesubstitution erbracht. Es ist zu bedenken, dass auf sehr lange Sicht auch der Holzproduktespeicher irgendwann einen Sättigungspunkt erreichen kann und die genutzten Mengen dann lediglich den bereits vorhandenen Speicher aufrecht erhalten. Dann tragen im Unterschied zur Stilllegung aber immer noch die konstanten Substitutionseffekte zum Klimaschutz bei.

Eine Modellierung der BWI-Daten für weitere 40 Jahre ergab, dass die Stilllegung am Ende dieses Zeitraumes, also nach insgesamt circa 80 Jahren, die Tendenz einer abnehmenden Klimaschutzleistung aufwies. Dieser späte Wendepunkt gilt jedoch für einen Nutzungsverzicht bei durchschnittlichen bayerischen Bestandes- und Altersverhältnissen, wie sie sich aus den BWI-Daten ergeben. Da ein Nutzungsverzicht in aller Regel für reifere Wälder diskutiert wird, wäre bei Betrachtung von Einzelfällen schon früher mit rückläufigen Klimaschutzleistungen zu rechnen.

## Nutzung versus Stilllegung

Über einen begrenzten Zeitraum haben Stilllegung wie Nutzungsvarianten positive Klimaschutzbilanzen, wobei die Nutzung höhere Leistungen erzielt und diese dauerhaft erbringt. Langfristig verliert der stillgelegte Wald seine Klimawirkung. Je größer die stillgelegte Fläche, desto stärker wird sich das auf den Beitrag der Forst- und Holzwirtschaft zum Klimaschutz auswirken.

Aus rein kohlenstoffökologischer Sicht stellt eine nachhaltige Bewirtschaftung mit leichtem Vorratsaufbau und einer Holz-Kaskadennutzung mit abschließender energetischer Nutzung den Königsweg dar.

## Literatur

- Albrecht, S.; Rüter, S.; Welling, J.; Knauf, M.; Mantau, U.; Braune, A.; Baitz, M.; Weimar, H.; Sörgel, S.; Kreissig, J.; Deimling, J.; Hellwig, S. (2008): *Ökologische Potentiale durch Holznutzung gezielt fördern*. BMBF Förderschwerpunkt Nachhaltige Waldwirtschaft Endbericht. 295 S.
- Hofer, P.; Taverna, R.; Werner, F.; Kaufmann, E.; Thürig, E. (2007): *CO<sub>2</sub>-Effekte der Schweizer Forst- und Holzwirtschaft*. Szenarien zukünftiger Beiträge zum Klimaschutz
- Köhl, M.; Frühwald, A.; Kenter, B.; Olschofsky, K.; Köhler, R.; Köthke, M.; Rüter, S.; Pretzsch, H.; Rötzer, T.; Makeschin, F.; Abiy M.; Dieter, M. (2009): *Potential und Dynamik der Kohlenstoffspeicherung in Wald und Holz: Beitrag des deutschen Forst- und Holzsektors zum Klimaschutz*. vTI Agriculture and Forestry Research Sonderheft 327. S.103–109
- Profft, I.; Arenhövel, W.; Seiler, M. (2007): *Wald & Holz-Potential für den Klimaschutz in Thüringen*. In: Mitteilungen der Thüringer Landesanstalt für Wald, Jagd und Fischerei (29). S.42–65
- Rüter, S. (2011): *Welchen Beitrag leisten Holzprodukte zur CO<sub>2</sub>-Bilanz?* AFZ-Der Wald 15, S.15–18
- StMUG (2009): *Klimaprogramm Bayern 2020*. Bayerisches Ministerium für Umwelt und Gesundheit. 48 S.
- Wördehoff, R.; Spellmann, H.; Evers, J.; Nagel, J. (2011): *Kohlenstoffstudie Forst- und Holz Niedersachsen*. Beiträge aus der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt Band 6. 92 S.

Christoph Schulz ist Mitarbeiter in der Abteilung »Waldbesitz, Beratung, Forstpolitik« und leitet das Projekt »Die Kohlenstoffbilanz der bayerischen Forst- und Holzwirtschaft (KLIP 22)«. Daniel Klein ist Mitarbeiter in der Abteilung »Boden und Klima« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft und bearbeitet dieses Projekt. [Christoph.Schulz@lwf.bayern.de](mailto:Christoph.Schulz@lwf.bayern.de), [Daniel.Klein@lwf.bayern.de](mailto:Daniel.Klein@lwf.bayern.de)

## Fazit

Nachhaltige Forstwirtschaft mit langfristiger, mehrfacher Holzverwendung und abschließender energetischer Nutzung ist das Beste, was wir machen können, wenn wir das Klima schützen wollen. Durch Stilllegung von Wald wird die Atmosphäre geringer und für limitierte Zeit entlastet.