

Nutzung oder Nutzungsverzicht aus Sicht des Klimaschutzes

Die Diskussion über die Kohlenstoffspeicherleistung von Wäldern und Holzprodukten mit ihren Substitutionsleistungen wird für Waldbesitzer sowie -bewirtschafter immer wichtiger im Dialog mit interessierten Mitbürgern und Organisationen. Es stellt sich oftmals die Frage: Sollte ein Altbestand aus Sicht des Klimaschutzes weiterhin forstlich genutzt werden oder nicht? Um diese Frage auf zahlenmäßiger Grundlage beantworten zu können, wurde für den ForestSimulator [1] ein Modul zur Berechnung der Kohlenstoffbindung im Wald und in Holzprodukten sowie deren Substitutionseffekte entwickelt.

*René Würdehoff, Christian Schulz,
Jürgen Nagel*

Im vorliegenden Beitrag wird zunächst die Kohlenstoffspeicherleistung eines Bestandes und dem verarbeiteten Holz ermittelt, um anschließend die daraus resultierenden Substitutionseffekte abzuleiten.

Speicher Wald

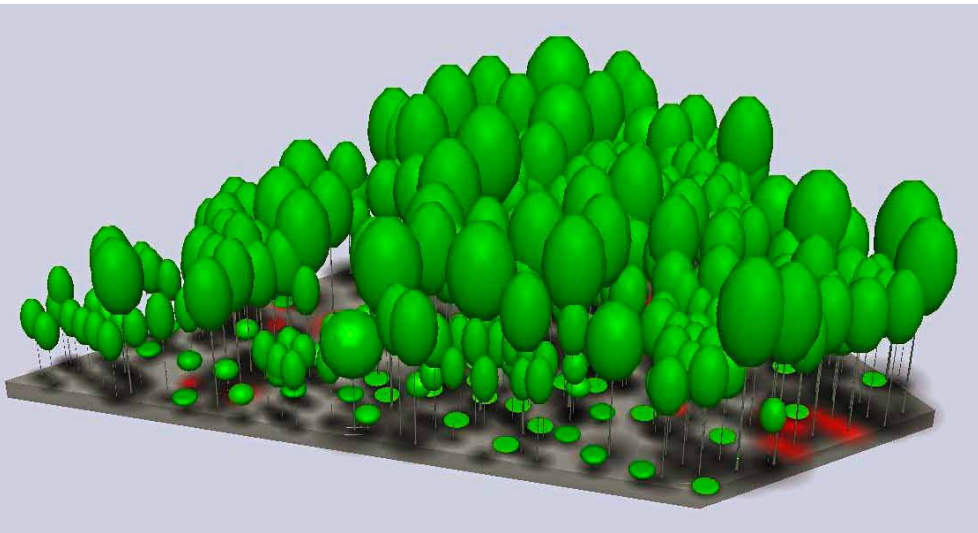
Mithilfe des ForestSimulators können die Auswirkungen unterschiedlicher waldbaulicher Behandlungsvarianten auf die Waldentwicklung auf Bestandesebene eingeschätzt werden. Diese haben u. a. auch Einfluss auf die Kohlenstoffspeicherleistung des Waldes und fertiger Holzprodukte. Um die Kohlenstoffvorräte im Wald für die lebende ober- und unterirdische Baumbiomasse zu berechnen, werden Biomassefunktionen und eine mittlere Kohlenstoffkonzentration von 0,5 t C/t Biomasse genutzt. Im Laufe der Simulation wie auch in der Re-

alität verändert sich der Wald durch Wachstum und Nutzung. Im Zuge des Baumwachstums wird der Atmosphäre mittels Fotosynthese Kohlenstoffdioxid

Schneller Überblick

- Mithilfe des ForestSimulators wurden auf Basis eines 140-jährigen Buchenbestandes die Auswirkungen einer Zielstärkenutzung mit denen eines Nutzungsverzichtes im Hinblick auf die Kohlenstoffspeicherleistung verglichen
- Aus Sicht des Klimaschutzes sind Zielstärkenutzung sowie Mehrfachverwendung des Holzes durch die Generierung von Substitutionseffekten dem Nutzungsverzicht vorzuziehen
- Allerdings sollte der Klimaschutz in einer multifunktionalen Forstwirtschaft nur ein Teilziel neben anderen Waldfunktionen sein

entnommen und als Kohlenstoff in der Biomasse festgelegt. Holznutzungen bewirken dagegen zunächst eine Verringerung des Kohlenstoffvorrates im Wald. Zur Veranschaulichung zweier Behandlungsvarianten und deren Auswirkungen auf die betrachteten Kohlenstoffspeicher dient als Ausgangsbestand ein vollbestockter 140-jähriger Buchenbestand (Tab. 1). Dieser befand sich zu Beginn der Betrachtung vor der Zielstärke von 65 cm. In der Variante Nutzungsverzicht finden keine Nutzungen mehr statt, jedoch natürliche Mortalität. In der Variante Zielstärkenutzung werden die Buchen geerntet, sobald sie die Zielstärke erreichen. Infolge der Eingriffe verjüngt sich der Bestand (Abb. 1) und der Kohlenstoffvorrat sinkt von 184 auf 49 t C/ha bis zum Ende des Betrachtungszeitraumes. Bei der Nichtnutzung hingegen altert der Bestand immer weiter und der Kohlenstoffvorrat steigt auf 392 t C/ha an (Tab. 1, Abb. 2).



Quelle: R. Wördehoff

Speicher Holzprodukte

Das geerntete Holz und der darin gespeicherte Kohlenstoff werden in den folgenden Verarbeitungsschritten dem Produktspeicher zugeführt. Da bei der Variante Nutzungsverzicht kein Erntevolumen anfällt, leistet sie keinen Beitrag zum Holzproduktspeicher. Die Nutzungsmengen der Behandlungsvariante werden nach nutzerspezifischen Vorgaben sortiert. Dabei kann jedes Sortiment einer sog. Produktklasse zugewiesen werden. Produktklassen definieren sich über unterschiedliche Hauptprodukte sowie spezifische Abbauraten und dienen dazu, verschiedene Produkte aus Holz zu gruppieren. Im ForestSimulator werden vier Produktklassen verwendet: Holzprodukte mit langer, mittlerer und kurzer Lebensdauer sowie Energieholz (Tab. 2). Bei der Herstellung von beispielsweise Bauholz fallen Sägenebenprodukte an, welche anderweitig verwendet werden (Koppelnutzung). Diesem Umstand wird im entwickelten Kohlenstoffmodul mittels frei wählbarer Verteilungsfaktoren (Tab. 3) Rechnung getragen. Sie ordnen die Nebenprodukte, die bei der Herstellung eines Produktes einer bestimmten Kategorie entstehen, anderen Produktkategorien zu. So wird der Kohlenstoffvorrat eines Laubholzsortimentes, das zu einem Produkt mit langer Lebensdauer verarbeitet werden soll, zu 64 %, 15 % und 5 % den Produkten mit langer, mittlerer und kurzer Lebensdauer zugeordnet. Die verbleibenden 16 % fallen dem Speicher Energieholz zu. Im Simulationsverlauf werden die Holzprodukte zersetzt.

Der dabei freiwerdende Anteil kann in gewissem Umfang zur Herstellung eines anderen Holzproduktes genutzt werden (Kaskadennutzung), sofern es sich nicht um Energieholz handelt. Denn die energetische Holznutzung stellt einen Systemverlust und somit eine Quelle für Kohlenstoff dar. Zur Darstellung der Kaskadennutzung dienen ebenfalls wählbare Faktoren (Tab. 3). Sie teilen den freiwerdenden Anteil auf die vier Produktklassen auf. Ein freigesetzter Anteil eines langlebigen Holzproduktes wird beispielsweise zu 67 % den Produkten mit mittlerer Lebensdauer und zu 33 % der Klasse Energieholz angerechnet. Dieser Prozess von Koppel- und Kaskadennutzung wird so

Abb. 1: Situation zu Beginn der Simulation und Zustände am Ende bei unterschiedlicher Behandlung: Ausgangssituation (1983) (l.), Nichtnutzung (2053) (M.), Zielstärkennutzung (2053) (r.)

lange fortgeführt, bis die Kohlenstoffmasse des simulierten Holzproduktes nur noch 0,5 kg beträgt. Danach wird der verbliebene Rest der energetischen Nutzung zugeführt. So ergibt sich für jeden Zeitschritt der Simulation ein Kohlenstoffvorrat für Holzprodukte aus den vorangegangenen Perioden (Koppel- und Mehrfachnutzung) und den aktuell durch Holznutzung bereitgestellten Sortimenten. Der Kohlenstoffvorrat des Produktspeichers beträgt nach 70 Jahren, gespeist aus den Nutzungsmengen des behandelten Bestandes, insgesamt 80 t C/ha (Abb. 2).

Substitutionseffekte

Holzprodukte können andere energieintensiver herzustellende Materialien in ihrer Funktion (stoffliche Substitution) oder fossile Brennstoffe (energetische Substitution) ersetzen. Der daraus resultierende sog. Substitutionseffekt stellt eine Vermeidung von Kohlenstoffemissionen dar. Da eine einmal vermiedene Emission unumkehrbar ist, summieren sich die Substitutionseffekte im Laufe der Zeit auf. Um diesen Effekt der Holznutzung abzubilden, ist

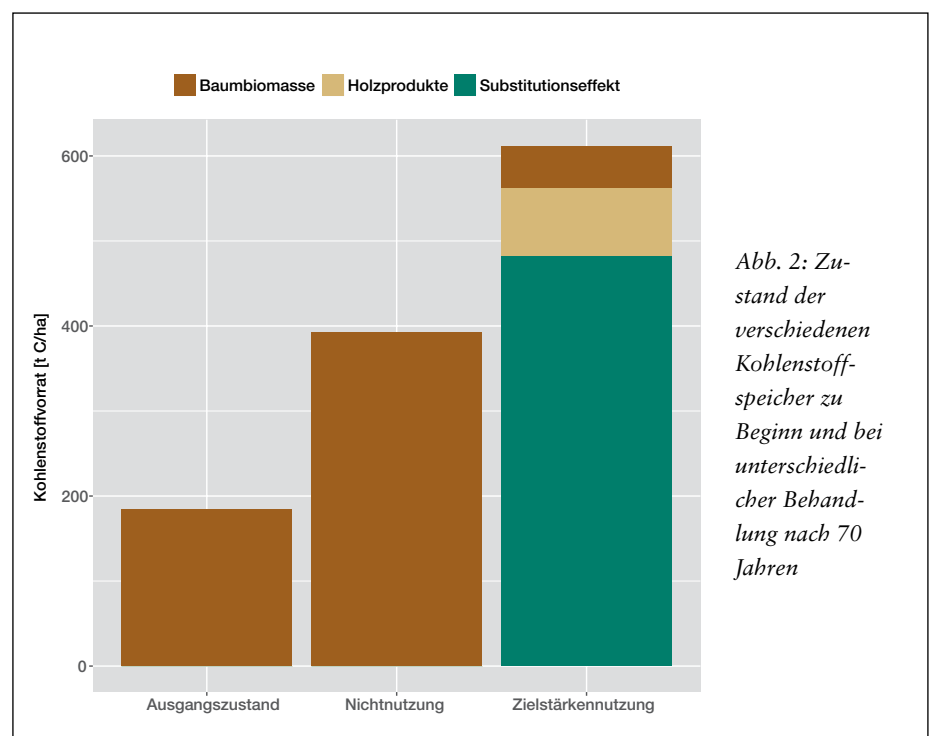


Abb. 2: Zustand der verschiedenen Kohlenstoffspeicher zu Beginn und bei unterschiedlicher Behandlung nach 70 Jahren

Quelle: R. Wördehoff

Variante	Alter	D100 [cm]	H100 [m]	G [m ² /ha]	Vol [m ³ /ha]	Kohlenstoffvorrat der lebenden Baumbiomasse [t C/ha]
Ausgangszustand	140	60	37	31	563	184
Nutzungsverzicht	210	81	39	57	1.254	392
Zielstärkennutzung	36 - 71	27	20	16	130	49

Tab. 1: Daten des verbleibenden Bestandes im Ausgangszustand und bei unterschiedlicher Behandlung nach 70 Jahren

Produktklasse		Zersetzungs-konstante	Hauptprodukte	Substitution
Produkte mit	langer Lebensdauer	0,020	Bau-, Konstruktionsholz	stofflich (1,5 t C/t C)
	mittl. Lebensdauer	0,039	Holzwerkstoffe, Furniere, Möbel	
	kurzer Lebensdauer	0,320	Papier, Pappe, Kartonagen	energetisch (0,67 t C/t C)
Energieholz	0,700	Brennholz, Pellets		

Tab. 2: Aufstellung der Produktklassen mit den entsprechenden Zersetzungs-konstanten, ihren Hauptprodukten [3, 4] und der voreingestellten Substitution [2]

den jeweiligen Holzproduktklassen ein Substitutionsbeitrag zugeordnet. Dabei werden für die stoffliche bzw. energetische Verwendung die Faktoren 1,5 bzw. 0,67 t C/t C [2] verwendet. Die Emissionen aus der Bereitstellung des Holzes (Ernte, Transport) sind in den Faktoren bereits berücksichtigt. Wie auch beim Speicher Holzprodukte wird durch den Nutzungsverzicht kein weiterer Beitrag zur Gesamtkohlenstoffbilanz geleistet. Hingegen resultiert aus den Zielstärkennutzungen im Betrachtungszeitraum ein Substitutionseffekt von 480 t C/ha (Abb. 2).

Fazit

Insgesamt ergeben sich durch die beispielhaft durchgeführten Simulationen Gesamtkohlenstoffbilanzen von 330 (Nutzungsverzicht) bzw. 610 t C/ha (Zielstärkennutzung) (Abb. 2). Somit ist aus Sicht des Klimaschutzes die Zielstärkennutzung sowie Mehrfach-

verwendung des Holzes und damit die Generierung von Substitutionseffekten dem Nutzungsverzicht vorzuziehen. Darüber hinaus leistet der infolge der Zielstärkennutzungen verjüngte Bestand nach dem 70-jährigen Verjüngungszeitraum einen höheren Zuwachs und damit eine höhere Kohlenstoffbindung als der ungenutzte Bestand. Dieser hat eine nahezu maximale Bestandesdichte erreicht (Tab. 1). Somit werden zukünftig alte Buchen zunehmend absterben und der in ihnen gespeicherte Kohlenstoff im Zuge der Zersetzung weitestgehend freigesetzt. Allerdings kann der Klimaschutz in einer multifunktionalen Forstwirtschaft nur ein Teilziel neben anderen Waldfunktionen sein [5].

Mit dem neu entwickelten Modul zur Berechnung des Kohlenstoffvorrates der Speicher Wald- und Holzprodukte sowie deren Substitutionseffekte ist der ForestSimulator um ein wichtiges Werkzeug zur Beurteilung verschiede-

ner Nutzungsstrategien erweitert worden. Es werden in 5-jährigen Perioden Zustandsgrößen ermittelt, die durch verschiedene Einflussgrößen (Wachstum, Nutzungsmengen, Sortimenten) und Faktoren (Verteilung, Kaskade) bestimmt werden. Dabei ist die Mehrheit dieser Größen durch den Nutzer prinzipiell frei wählbar. Daher ist das Programm flexibel und kann den jeweiligen Bedürfnissen entsprechend eingesetzt werden. Die Standardeinstellungen basieren auf Auswertungen von Würdehoff [5]. Ein weiterer großer Kohlenstoffspeicher im Wald ist der Boden. Möchte man diesen mit in die Betrachtung einbeziehen, sollte auf Ergebnisse aus den Bodenzustandserhebungen zurückgegriffen werden.

Literaturhinweise:

[1] ForestSimulator Version 7.9.; <https://www.nw-fva.de/?id=194>.
 [2] KNAUF, M.; FRÜHWALD, A.; KÖHL, M. (2013): Beitrag des NRW Clusters ForstHolz zum Klimaschutz. Landesbetrieb Wald und Holz Nordrhein-Westfalen, Münster, 198 S. [3] WIRTH, C.; SCHULZE, E.-D.; SCHWALBE, G.; TOMCZYK, S.; WEBER, G.; WELLER, E. (2004): Dynamik der Kohlenstoffvorräte in den Wäldern Thüringens. Thüringer Landesanstalt für Wald, Jagd und Fischerei, 308 S. [4] PISTORIUS, T. (2007): Die Bedeutung der Kohlenstoffbilanzen im Diskurs über die Einbindung der Forstwirtschaft in die nationale Klimapolitik. Dissertation, Fakultät für Forst- und Umweltwissenschaften der Albert-Ludwigs-Universität zu Freiburg im Breisgau, 255 S. [5] WÖRDEHOFF, R. (2016): Kohlenstoffspeicherung als Teilziel der strategischen Waldbauplanung erläutert an Reinbeständen verschiedener Baumarten in Niedersachsen. Dissertation, Fakultät für Forstwissenschaften und Waldökologie der Georg-August-Universität Göttingen, 191 S.

Dr. René Würdehoff, rene.wuerdehoff@nw-fva.de, ist wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt, Abteilung Waldwachstum, Sachgebiet Waldwachstumsmodellierung/ Informatik. Christian Schulz ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im gleichen Sachgebiet und bearbeitet das Projekt „CO-2-OPT“. Prof. Dr. Jürgen Nagel leitet das Sachgebiet.



Produktklasse		Produkte mit						Energieholz	
		langer Lebensdauer		mittlerer Lebensdauer		kurzer Lebensdauer		VF	KF
		VF	KF	VF	KF	VF	KF		
Produkte mit	langer Lebensdauer	64	0	15	67	5	0	16	33
	mittlerer Lebensdauer	0	0	60	20	35	45	5	35
	kurzer Lebensdauer	0	0	0	0	80	5	20	95
Energieholz		0	0	0	0	0	0	100	100

Tab. 3: Verteilungsfaktoren (VF [%]) für Laubholz und Kaskadefaktoren (KF [%]) nach [5]. Die VF geben an, wie sich die Sortimente bzw. deren Nebenprodukte bei der Verarbeitung zu Holzprodukten auf andere Produktgruppen verteilen. Die KF dienen der Zuordnung des frei werdenden Kohlenstoffanteils auf die anderen Produktklassen im Rahmen einer Mehrfachnutzung von Holzprodukten.