

Teilergebnisse aus dem Waldklimafonds-Projekt CO-2-OPT

Wie können Wälder an die Bedingungen des fortschreitenden Klimawandels angepasst und Klimaschutzleistungen erfasst und gesteigert werden? Auf welche Entscheidungsgrundlagen kann dabei zurückgegriffen werden? Zu diesen Fragen werden im Folgenden Teilergebnisse des Waldklimafonds-Projekts CO-2-OPT* vorgestellt.

*Christian Schulz, René Würdehoff,
Jürgen Nagel, Hermann Spellmann*

Das Projekt soll aufzeigen, welche Handlungsoptionen in der Waldbewirtschaftung und Holzverwendung zur Steigerung der CO₂-Senkenleistung in einer konkreten Projektregion bestehen. Dabei werden gesellschaftliche Ansprüche sowie sich ändernde Klimabedingungen berücksichtigt. Die Umsetzung erfolgt als Verbundprojekt unter Koordination der Landwirtschaftskammer Niedersachsen am Beispiel des Landkreises Harburg.

Waldzustand und Kohlenstoffspeicherung

Das Ziel war es zunächst, wichtige Kenngrößen bezüglich des Waldzustands einheitlich für alle Waldbesitzarten in der Projektregion zu generieren und den Kohlenstoffvorrat in den Wäldern abzuschätzen. Als Datengrundlage dienten die Bestandes- und Stichprobeninventuren aus den Forsteinrichtungen sowie die Standortkartierungen der mitwirkenden Besitzarten. Die Standortinformationen wurden, neben der Auswertung bodenkundlicher Kenngrößen, als wichtige Entscheidungsgrundlagen zur Baumartenwahl, als Eingangsgrößen für die Leistungsmodellierung sowie zur Abschätzung der Trockenstressrisiken benötigt. Bemerkenswert ist, dass im Landkreis Harburg für 90 % der Waldflächen mit einer Forsteinrichtung auch auf

*) Das Projekt wird gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft und das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages. Förderkennzeichen: 28WB4030.

eine Standortkartierung zurückgegriffen werden konnte. Die Waldinventuren wurden mit der Standortkartierung zu sog. „Planungseinheiten“ verschnitten. Im nächsten Schritt wurden die Inventuren mit unterschiedlichen Stichtagen mit einer eigens dazu erstellten Software einheitlich auf das Jahr 2015 fortgeschrieben und ausgewertet. Als ertragskundliche Grundlage dienten mit dem ForestSimulator [1] abgeleitete vorläufige Ertragstafelfunktionen, die die heutigen Zuwachsverhältnisse besser abbilden als die klassischen Ertragstafeln. Aus den Bestandeswerten wurden unter Verwendung von Biomassefunktionen [2-5] und der Annahme einer Kohlenstoffkonzentration von 0,5 t C/t Bio-

Schneller Überblick

- Das Projekt CO-2-OPT soll aufzeigen, welche Handlungsoptionen in der Waldbewirtschaftung und Holzverwendung zur Steigerung der CO₂-Senkenleistung in einer konkreten Projektregion bestehen
- Für das Beispiel des Landkreises Harburg konnte aufgrund des aktuellen Waldaufbaus und der zu erwartenden künftigen Trockenstressrisiken der aktuelle Handlungsbedarf abgeleitet werden

masse Kohlenstoffvorräte für die lebende ober- sowie unterirdische Baumbiomasse abgeschätzt und anschließend in CO₂ umgerechnet. Der aktuelle Waldaufbau im Landkreis Harburg ist außer durch die standörtlichen Gegebenheiten deutlich durch die Aufforstungen nach dem zweiten Weltkrieg und die Wie-

deraufforstung von Kalamitätsflächen nach dem Orkan von 1972 geprägt (s. Tab. 1 u. Abb. 1). Der Gesamtkohlenstoffvorrat in der lebenden ober- und unterirdischen Baumbiomasse liegt analog zum Holzvorrat etwas unter dem niedersächsischen Durchschnitt (NI: 92 t C/ha, 290 Vfm/ha [6]). Der Atmosphäre wurden durch die Wälder der Projektregion umgerechnet 8,8 Mio. t

CO₂ (296 t CO₂/ha) entzogen. Somit entspricht im Landkreis Harburg 1 Vfm Derbholz bei gegebener Baumartenzusammensetzung und Altersklassenausstattung etwa auch 1 t CO₂, die in der lebenden ober- und unterirdischen Baumbiomasse gebunden ist. Diese gliedert sich in die Kompartimente Derbholz mit Rinde, Äste und Reisig sowie Wurzeln. 70 % des Kohlenstoffvorrats sind in dem für die Holznutzung potenziell gut nutzbaren Kompartiment Derbholz mit Rinde gespeichert. Der restliche C-Vorrat verteilt sich auf Äste und Reisig (19 %) sowie Wurzeln (11 %).

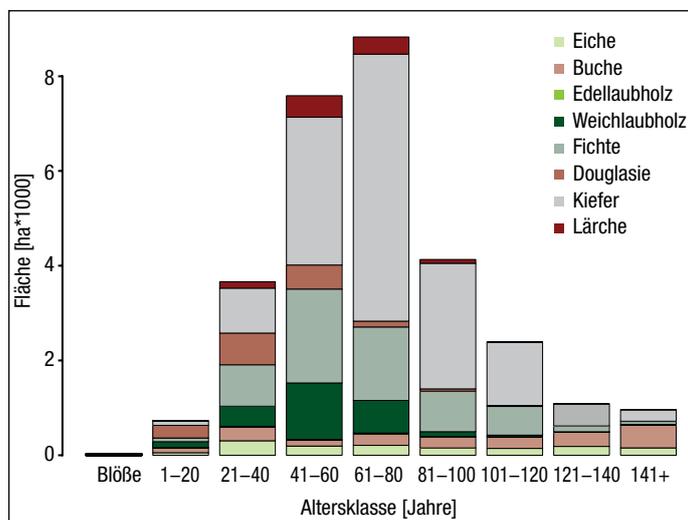


Abb. 1: Flächenausstattung der Bestandestypen nach Altersklassen im Hauptbestand

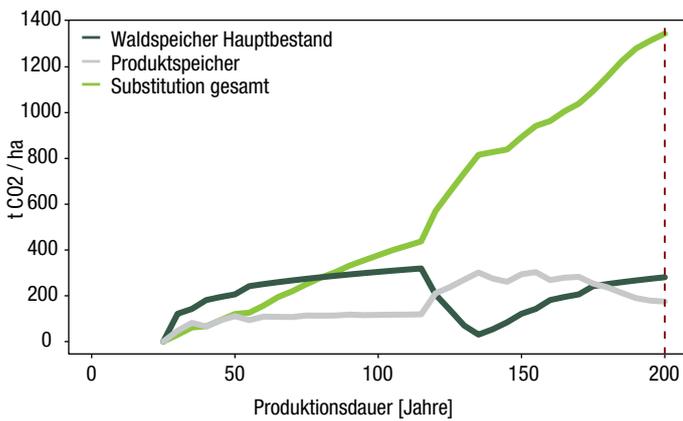


Abb. 2: Mitigationspotenzial der Kiefer; Beispiel I. EKL., Zielstärke 45 cm

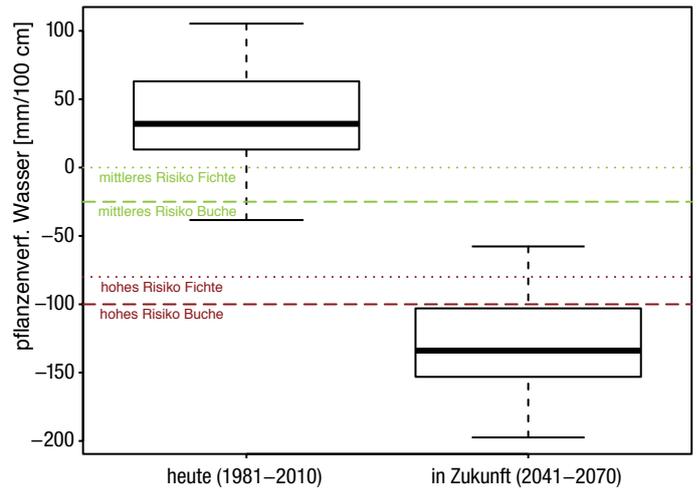


Abb. 3: Standortwasserbilanzen in der Vegetationszeit für die Wälder im Landkreis Harburg und Risikoschwellen der Baumarten Fichte und Buche. Quelle Klimadaten: Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK), RCP 8.5 Median, Regionalisierung: STARS, Periodenmittelwerte

Entscheidungsgrundlage: Mitigationspotenzial

Zur Erfassung der Klimaschutzleistungen des Waldes greift die Betrachtung der Kohlenstoffspeicherung im Wald allein zu kurz. Zusätzlich bewirken die im Zuge der Holznutzung und -verarbeitung erzeugten Produkte eine Verzögerung der CO₂-Freisetzung, die vor allem abhängig von der Nutzungsdauer und dem Umfang der Kaskadennutzung ist. Darüber hinaus

werden durch die Verwendung von Holzprodukten indirekt Emissionen von energieintensiver zu produzierenden Materialien vermieden (stoffliche Substitution) und fossile Brennstoffe durch Holz als Energieträger ersetzt (energetische Substitution). Diese Mitigationsleistungen können je nach Baumart und Produktionszeitraum unterschiedlich hoch ausfallen. Unter der Zielsetzung, die Klimaschutzleistungen im Rahmen der Waldbewirt-

schaftung auszubauen, sind sie bei der Baumartenwahl entscheidungsrelevant. Zur Abschätzung der potenziellen Mitigationsleistungen der Hauptbaumarten wurden die vorläufigen Ertragstafeln mit einem Nutzungsgang gekoppelt und das genutzte Holz einem Holzproduktmodell [7] übergeben. Die Substitutionseffekte wurden mithilfe der Faktoren 1,5 t C/t C für die Materialsubstitution und 0,67 t C/t C für die energetische Substitution berechnet [8, 9]. Für einen Produktionsdurchlauf wird eine fiktiv unbestockte Fläche mit einer Baumart einer bestimmten Bonität bestockt und der Bestand bis zum Erreichen des Zieldurchmessers, orientiert an den neuen Ertragstafeln, durchforstet sowie anschließend schrittweise genutzt und verjüngt (Abb. 2). Der Waldspeicher gibt die Masse des zum jeweiligen Zeitpunkt im Derbholz gebundenen CO₂ und der Produktspeicher die Masse des in den Holzprodukten gespeicherten CO₂ an. Dabei ist eine Kaskadennutzung berücksichtigt. Auch führen Emissionen aus dem Abbau von Holzprodukten nach der Verwendungsdauer des Holzprodukts zu einer Verringerung im Produktspeicher. Im Gegensatz dazu bleibt eine einmal substituierte Emission eingespart, sodass sich die Substitutionseffekte aufsummieren. Die Bilanzierung der drei Effekte (Wald, Produkte, Substitution) als Mitigationspotenzial erfolgte zum Zweck des Baumartenvergleichs in Anlehnung an eine mittlere Produktionszeit der Eiche von 200 Jahren. Die Ergebnisse in

Waldfläche	Landkreis Harburg Holzboden Planungseinheiten	rd. 34.500 ha rd. 29.500 ha
Waldeigentum	Privatwald Niedersächsische Landesforsten Klosterkammer Hannover	75 % 15 % 10 %
Standorte – Wasserversorgung	mäßig frisch bis mäßig sommertrocken frisch und nachhaltig frisch schwach grund-/ stauwasser-beeinflusst stark grund-/ stauwasser-beeinflusst	61 % 21 % 9 % 9 %
Standorte – Nährstoffversorgung	gut mesotroph und besser mesotroph schwach mesotroph und schlechter	4 % 57 % 39 %
Holzvorrat	Derbholzvorrat Derbholzvorrat je ha	8,1 Mio. Vfm 273 Vfm
Kohlenstoffspeicherung*	C-Speicher C-Speicher je ha CO ₂ -Speicher** CO ₂ -Speicher je ha**	2,4 Mio. t C 81 t C 8,8 Mio. t CO ₂ 296 t CO ₂

* lebende ober- und unterirdische Baumbiomasse ** der Atmosphäre durch Photosynthese entzogen

Tab. 1: Wichtigste Kennzahlen zu den Wäldern der Projektregion

Rang	Baumart	Zielstärke (cm)	durchschn. jährliches Mitigationspotenzial (t CO ₂ je ha)
Baumartenvergleich I. Ertragsklasse			
1	Douglasie	50	13,5
2	Fichte	50	11,8
3	Buche	55	10,8
4	Kiefer	45	9
5	Eiche	65	8,2

Tab. 2: Mitigationspotenziale der Hauptbaumarten bei gleicher Bonität

der ersten Ertragsklasse zeigen deutliche Unterschiede zwischen den durchschnittlichen Mitigationspotenzialen der Baumarten (Tab. 2). Unter Berücksichtigung der Standortsansprüche der Baumarten wären diese wahrscheinlich deutlich ausgeprägter. Die Differenzen begründen sich vor allem durch die unterschiedlichen Wuchsleistungen, Verwendungsmöglichkeiten und Holzdichten der Baumarten.

Entscheidungsgrundlage: Trockenstressrisiko

Vor dem Hintergrund einer notwendigen Anpassung an die Folgen des Klimawandels stellen Informationen zu künftigen Trockenstressrisiken der Baumarten eine weitere wichtige Entscheidungsgrundlage für die Verjüngungsplanung dar. Diese fußen auf der Abschätzung des pflanzenverfügbaren Wassers in der Vegetationszeit, der sog. Standortwasserbilanz (Summe aus klimatischer Wasserbilanz und nutzbarer Feldkapazität) sowie auf baumartenspezifischen Schwellenwerten. Auf Grundlage einer Klimaprojektion für die Periode 2041 bis 2070 mit dem Emissionsszenario RCP 8.5 wurde die klimatische Wasserbilanz (Differenz aus Niederschlag und Evapotranspiration) für die Wälder des Landkreises Harburg berechnet. Die nutzbare Feldkapazität (nFK) beschreibt das pflanzenverfügbare Bodenwasser und wurde auf Basis der Standortkartierung unter Verwendung des Modells von Overbeck [10] abgeschätzt. Die an der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt verwendeten baumartenspezifischen Schwellenwerte der Standortwasserbilanz [11] beschreiben keine Verbreitungsgrenzen einer Baumart, sondern orientieren sich an deren Leistungs- und Vitalitätseinschränkungen. Auf Standorten mit einem hohen Trockenstressrisiko für eine Baumart scheidet diese planerisch als führende Baumart aus. Sie kann bestenfalls noch als Mischbaumart oder nur noch als Begleitbaumart berücksichtigt werden. Auf den Standorten des Landkreises Harburg sind die Trockenstressrisiken für die Baumarten Fichte und Buche gegenwärtig überwiegend gering (Abb. 3). Nur auf wenigen Standorten werden die Schwellenwerte für ein mittleres Risiko unterschritten. Infolge der nach der Klimaprojektion künftig stark ab-

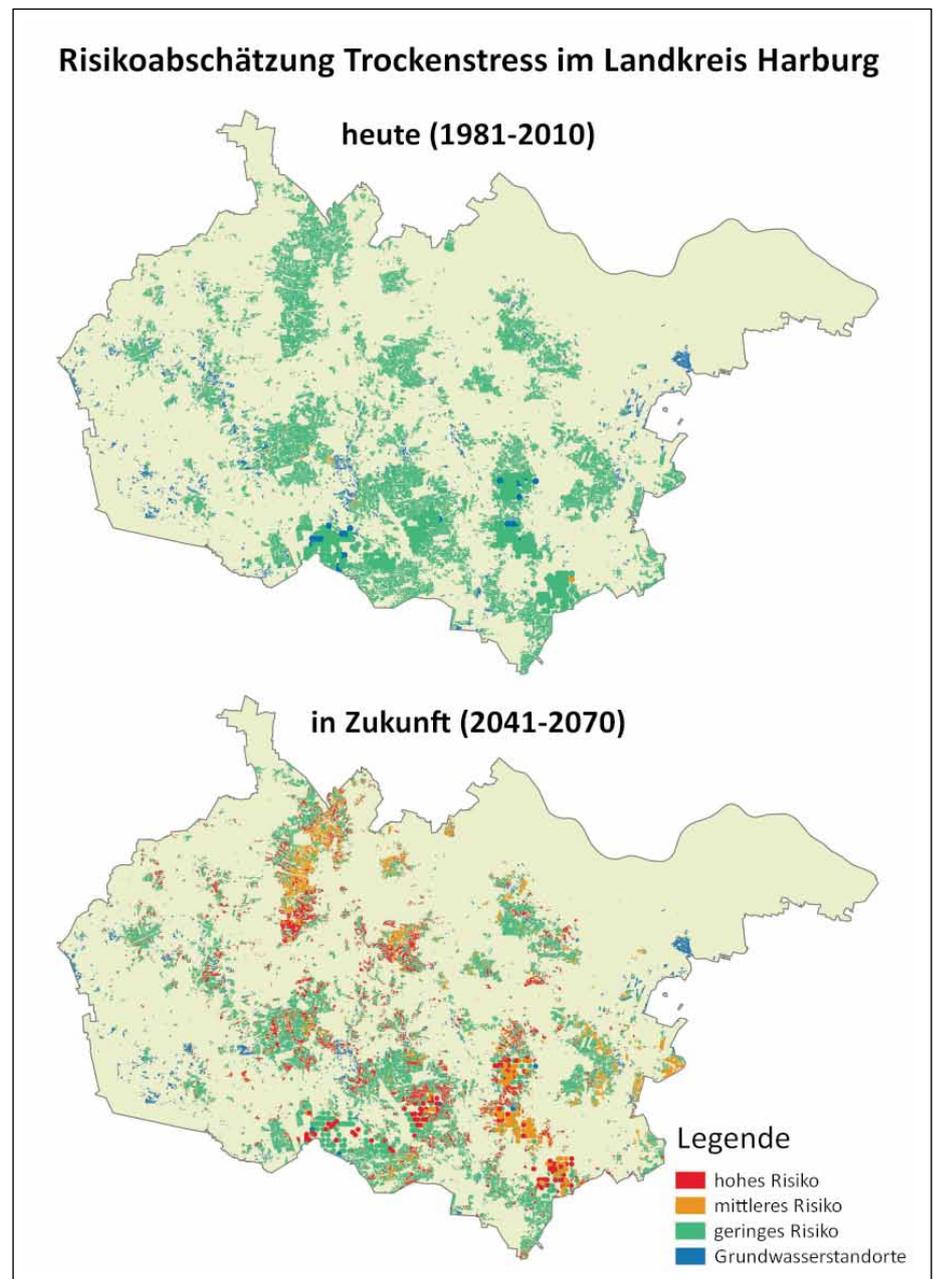


Abb. 4: Gegenwärtiges und zukünftiges Trockenstressrisiko auf Grundlage der heutigen Baumartenzusammensetzung. Klimaprojektion: Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK), RCP 8.5 Median, Regionalisierung: STARS, Periodenmittelwerte

nehmenden Niederschläge ist auch die Menge des pflanzenverfügbaren Wassers in der Vegetationszeit stark verringert. Für Fichte und Buche bedeutet dies, dass künftig auf einem Großteil der Standorte mit einem hohen Trockenstressrisiko zu rechnen ist. Ausgehend von der heutigen Baumartenverteilung sowie den projizierten Trockenstressrisiken lassen sich Handlungserfordernisse in Risikokarten darstellen (Abb. 4). Danach sind von der heute mit Fichtenbeständen bestockten Fläche künftig 77 % hohen Trockenstressrisiken ausgesetzt, bei den heutigen Buchenbeständen sind es im-

merhin 33 %. Unter zusätzlicher Berücksichtigung der Grundwasserstandorte sowie der Nährstoffansprüche der Baumarten eignen sich künftig im Landkreis Harburg nur noch etwa 24 % der Waldfläche für Bestände mit Buche und Fichte als führende Baumarten. Weitere mögliche Restriktionen, z. B. durch Schutzgebietskulissen, sind in die Berechnung nicht eingeflossen.

Vorläufiges Resümee und Ausblick

Für die Wälder des Landkreises Harburg ergibt sich aufgrund des aktuellen Wald-

aufbaus und der zu erwartenden künftigen Trockenstressrisiken Handlungsbedarf. Zusätzlich besteht aber auch die Möglichkeit, durch eine Erhöhung der Klimaschutzleistungen des Forst- und Holzsektors einen wichtigen Beitrag gegen das weitere Voranschreiten des Klimawandels selbst zu leisten. Wesentliche Handlungsoptionen für eine verbesserte Adaption sowie einen höheren Klimaschutzbeitrag sind insbesondere die Baumartenwahl und die Anpassung des Produktionszeitraumes (Zielstärke, Verjüngungsgang). Daneben kann die Klimaschutzleistung durch die Aushaltung möglichst langfristig zu verwendender Sortimente erhöht werden. Eine wichtige Entscheidungsgrundlage für die Baumartenwahl stellt demnach auch das Mitigationspotenzial der Baumarten dar, das sowohl den Wald- und Produktspeicher, als auch die stofflichen und energetischen Substitutionseffekte mit einschließt. Im Zuge des Projekts CO-2-OPT wird die Waldentwicklung im Landkreis Harburg bis zum Jahr 2075 auf Grundlage der mit dem ForestSimulator abgeleiteten

Literaturhinweise:

[1] HANSEN, J.; NAGEL, J. (2014): Waldwachstumskundliche Softwaresysteme auf Basis von TreeGrOSS: Anwendung und theoretische Grundlagen. Universitätsverlag, Göttingen. [2] HUSMANN, K.; RUMPF, S.; NAGEL, J. (2017): Biomass functions and nutrient contents of European beech, oak, sycamore maple and ash and their meaning for the biomass supply chain. Journal of Cleaner Production. [3] RUMPF, S.; NAGEL, J.; SCHMIDT, M. (2012): Biomasseschätzfunktionen von Fichte (*Picea abies* L.), Kiefer (*Pinus sylvestris* L.), Buche (*Fagus sylvatica* L.), Eiche (*Quercus robur* und *petraea* L.) und Douglasie (*Pseudotsuga menziesii* L.) für Nordwestdeutschland. Forschungsvorhaben Möglichkeiten Grenzen Vollbaumnutzung. [4] Weichlaubholz – Ungenutztes Rohstoffpotenzial!? Abschlussbericht des Projekts „WEIPOL“ im Rahmen des Förderprogramms „Nachwachsende Rohstoffe“ des BMELV (2013). [5] Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2014. Dessau-Roßlau (2014). [6] Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt (2017): Cluster- und Kohlenstoffstudie Forst und Holz Niedersachsen. [7] WÖRDEHOFF, R. (2016): Kohlenstoffspeicherung als Teilziel der strategischen Waldbauplanung erläutert an Reinbeständen verschiedener Baumarten in Niedersachsen. Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Fakultät für Forstwissenschaften und Waldökologie der Georg-August Universität Göttingen, Fakultät für Forstwissenschaften und Waldökologie der Georg-August Universität Göttingen. [8] KNAUF, M.; FRÜHWALD, A.; KÖHL, M. (2013): Wald und Klimaschutz in NRW Beitrag des NRW Clusters Forst-Holz zum Klimaschutz – Langfassung der Studie. im Auftrag des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen und des Landesbetriebs Wald und Holz Nordrhein-Westfalen, Münster. [9] RÜTER, S. (2011): Welchen Beitrag leisten Holzprodukte zur CO₂-Bilanz? AFZ-DerWald Nr. 15, S. 15-18. [10] OVERBECK, M.; SCHMIDT, M.; FISCHER, C. et al. (2011): Ein statistisches Modell zur Regionalisierung der nutzbaren Feldkapazität von Waldstandorten in Niedersachsen. Forstarchiv 82:92–100. [11] SPELLMANN, H.; MEESENBURG, H.; SCHMIDT, M. et al. (2015): Klimaanpassung ist Vorsorge für den Wald. proWALD, November-Ausgabe, S. 4 ff.

vorläufigen Ertragstafelfunktionen simuliert. Die dabei angewandte Waldbewirtschaftungsstrategie schließt die genannten Handlungsoptionen sowie weitere Restriktionen und Präferenzen mit ein. Aus den Simulationsergebnissen verschiedener Bewirtschaftungsszenarien können die resultierenden Veränderungen der Waldzustände bis 2075 analysiert sowie die daran gekoppelten Klimaschutzleistungen ermittelt und miteinander verglichen werden. Daraus sollen letztlich konkrete, praxisbezogene Handlungsempfehlungen für den Landkreis Harburg abgeleitet werden.

Christian Schulz, christian.schulz@nw-fva.de, ist wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt, Abteilung Waldwachstum, Sachgebiet Waldwachstumsmodellierung/Informatik und bearbeitet das Projekt „CO-2-OPT“. **Dr. René Würdehoff** ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im gleichen Sachgebiet. **Prof. Dr. Jürgen Nagel** leitet das Sachgebiet. **Prof. Dr. Hermann Spellmann** ist Direktor der NW-FVA und leitet die Abteilung Waldwachstum.

