

BERICHTE
FREIBURGER FORSTLICHE FORSCHUNG

HEFT 73

**UNTERSUCHUNGEN ZUR ROLLE DES WALDES UND DER
FORSTWIRTSCHAFT IM KOHLENSTOFFHAUSHALT DES
LANDES BADEN-WÜRTTEMBERG**

FORSTLICHE VERSUCHS- UND FORSCHUNGSANSTALT
BADEN-WÜRTTEMBERG
ABTEILUNG FORSTÖKONOMIE

FREIBURG, APRIL 2007

Diese Arbeit wurde im Rahmen des Programms „Lebensgrundlage Umwelt
und ihre Sicherung“ am Forschungszentrum Karlsruhe mit Mitteln der
Zukunftsoffensive des Landes Baden-Württemberg gefördert.

Förderkennzeichen: ZO3K 23004

ISSN 1436-1566

Die Herausgeber:

Fakultät für Forst- und Umweltwissenschaften der
Universität Freiburg und
Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt
Baden-Württemberg

Autoren:

Till Pistorius, Jürgen Zell, Dr. Christoph Hartebrodt

Umschlaggestaltung:

Bernhard Kunkler Design, Freiburg

Druck:

Eigenverlag der FVA, Freiburg

Bestellungen an:

Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt
Baden-Württemberg
Wonnhaldestraße 4
79100 Freiburg
Tel.: 0761/4018-0 FAX.: 0761/4018-333
E-Mail: fva-bw@forst.bwl.de

Alle Rechte, insbesondere das Recht
der Vervielfältigung und Verarbeitung
sowie der Übersetzung vorbehalten.

Gedruckt auf 100% chlorfrei gebleichtem Papier

VORWORT

An der Entstehung dieses Projektberichtes waren viele Menschen beteiligt, denen ich an dieser Stelle meinen Dank aussprechen möchte.

Zunächst danke ich meinem Vorgesetzten, Herrn Dr. Hartebrodt für das Vertrauen in mich und meine Arbeit sowie für seine „Politik der offenen Tür“. Allen Kollegen der Abt. Forstökonomie, insbesondere Frau Artsibacheva, Herrn Gröber, Frau Hock und Frau Streifer danke ich für unermüdliches Korrekturlesen und für viele anregende Gespräche über dieses komplexe Thema. Herrn Prof. Dr. Brandl danke ich für die inhaltliche Unterstützung und die stetige Ermutigung, dem Thema treu zu bleiben.

Nur die intensive Zusammenarbeit mit der Abt. Biometrie und Informatik der FVA Baden-Württemberg hat eine Bewerkstellung des Projektes und seiner Ergebnisse ermöglicht. Daher gebührt besonderer Dank Herrn Jürgen Zell, der dieser Abteilung angehört und maßgeblich an der Entstehung der Ergebnisse mitgearbeitet hat. Er hat nicht nur die Methodik für die Berechnung der Biomasseberechnung auf Basis der BWI-Einzelbaumdaten entwickelt, sondern auch das Modell YASSO programmiert und die Kohlenstoffvorräte in Boden- und Totholz berechnet. Herr Dr. Kändler, sein Vorgesetzter, sowie Herr Dr. Bösch haben uns oft bei technischen Fragen sowie der Überprüfung der Plausibilität unserer Berechnungen und Überlegungen geholfen. Herr Dr. Kändler hat außerdem die im Bericht vorgestellten BWI-Ergebnisse berechnet und aufbereitet. Bezüglich der Modellierung des Bodenkohlenstoffs hat uns Herr Dr. v. Wilpert aus der Abt. Boden + Umwelt mit gutem Rat und seinem Fachwissen unterstützt.

Till Pistorius

ABSTRACT

Aim of the project "Investigations on the role of forests and forestry in the carbon budget of the state of Baden Württemberg" was to quantify and evaluate the changes of carbon stock in forest biomass and wood products on a regional level and on basis of the IPCC good practice guidance for LULUCF (land use, land use change and forestry) for reporting greenhouse gases. According to the valid regulations and guidelines reduced standing volumes – i.e. by wood harvesting operations – are treated as sources for CO₂, although the carbon is preserved in processed wood products until the end of their life cycle. An integration of the product sector into the national inventory reports is presently discussed on an international level but not yet agreed.

A new calculation method has been developed for the German National Inventory Report 2005 at the State Forestry Research Institute of Baden-Württemberg and has been applied for the quantification of carbon in the living forest biomass on basis of the measured national forest inventory data. A newly developed wood product model using the production approach was quantified the stock changes of wood products with long, medium and short life span. Although this approach is criticized for violating the Kyoto principle of allocating emissions to the place where they occur, it seems to be appropriate for the evaluating of the contribution the forest of a region can make to mitigate climate change, because it takes into consideration all of the wood produced and excludes imports. The model uses harvesting data, accountancy network data, a distribution key and decay functions for different product types in order to quantify the changes in the various product pools. Additionally the model YASSO was programmed for quantifying carbon stored in litter and soil and a new module has been added to the model WEHAM which allows a forecast for the development of these pools.

Due to unused growth and despite the storms of 1990 and 1999 the forest in Baden-Württemberg was a net sink for 8,3 Mio. t C between 1987 and 2002. Total carbon stored in the living biomass totalled 171,7 Mio. t C. The amount of 190 Mio. m³ harvested wood increased the wood product pools by 12,7 Mio. t C to a total of 49,5 Mio. t C in this time period. Thus forests and wood products were a sink for app 6,6% of the emissions of the same region. The substitution of fossil fuels by the energetic use of wood and the utilisation as a building material with a positive energy balance avoided a (theoretical) increase of carbon emissions by 7,3% (23,2 Mio. t C). Three hypothetical scenarios were developed to show how these pools are likely to develop until 2012 – the end of the first Kyoto commitment period. In the first scenario increment is used to 100%, scenario two is the business as usual scenario in which utilization takes place as in recent years and scenario three examines the effects if no more harvesting takes place from 2007 on. The results are used for a discussion of political, economic and silvicultural implications and challenges imposed by the increasingly important aspect of carbon storage in forests.

INHALTSVERZEICHNIS

1	PROBLEMSTELLUNG / ZIELE DER ARBEIT	3
1.1	Einleitung.....	3
1.2	Zielsetzung der Arbeit / Forschungsleitende Fragen	6
2	STAND DER WISSENSCHAFT	10
2.1	Wald und Forstwirtschaft im Klimawandel	10
2.2	Quantifizierung und Modellierung der C-Speicher im Wald	14
2.3	Wald und Forstwirtschaft in der Klimapolitik	15
3	UMWELTPOLITISCHE RAHMENBEDINGUNGEN	19
3.1	Die Umweltpolitik und ihre Instrumente	19
3.2	Beschlüsse des Internationalen Klimaregimes zu terrestrischen Senken	23
3.2.1	Das Kyoto Protokoll (COP 3).....	24
3.2.2	Das Bonn Agreement (COP 6 II) und die Marrakesch Accords (COP 7).....	26
3.3	Senken in der europäischen Klimapolitik.....	28
3.4	Senken in der deutschen Klimapolitik.....	30
4	ANFORDERUNGEN AN DIE THG-BERICHTERSTATTUNG IM BEREICH „TERRESTRISCHE SENKEN“	33
4.1	Grundlagen für repräsentative Flächenberichterstattung	38
4.2	Vorgehen bei der THG-Berichterstattung aus LULUCF.....	39
4.3	Methodische Vorgaben für die Quantifizierung der C-Vorräte	41
4.3.1	Änderungen der C-Vorräte in der lebenden Biomasse	43
4.3.2	Änderungen der C-Vorräte in der toten Biomasse.....	44
4.3.3	Änderungen der C-Vorräte in Böden und Auflageschicht.....	45
4.3.4	Bedeutung von Aufforstung, Wiederaufforstung oder Entwaldung	47
5	CHARAKTERISIERUNG DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES	50
5.1	Klima und Klimawandel in Baden-Württemberg	51
5.1.1	Klimaentwicklung und -prognosen.....	52
5.1.2	Auswirkungen des Klimawandels auf den Wald	54
5.2	Ergebnisse der Bundeswaldinventuren	57
6	QUANTIFIZIERUNG DER KOHLENSTOFFVORRÄTE IN BADEN- WÜRTTEMBERG ZW. 1987 UND 2002	64
6.1	Quantifizierung der C-Vorräte in der Waldbiomasse	66
6.1.1	Methodik: Herleitung der Vorratsveränderungen nach der „Stock-Change method“	66
6.1.2	Ergebnisse: C-Vorräte in der lebenden Biomasse und im Totholz	78
6.2	Modellierung der Produktspeicher	81
6.2.1	Methodik: Quantifizierung der Produktspeicher nach dem „Production Approach“	81
6.2.2	Das Holzproduktmodell WPM^	84
6.2.3	Dateninput und Ergebnisse	103
6.3	Modellierung der C-Vorräte im Boden und ihrer Dynamik	108
6.3.1	Methodik: Das Modell YASSO.....	108
6.4	Zusammenfassung der Ergebnisse	115

7	PROGNOSE DER C-VORRATSENTWICKLUNG IN BIOMASSE, PRODUKTSPEICHERN UND BODEN BIS 2012	119
7.1	Szenario 1: Vollständige Nutzung	122
7.2	Szenario 2: Realistische Nutzung.....	126
7.3	Szenario 3: Wie S2, aber Einstellung aller Nutzungen ab 2007	131
7.4	Vergleich der Szenarien	135
8	DISKUSSION DER ERGEBNISSE	141
8.1	Größenordnung der Klimaschutzleistung	141
8.2	Kritische Würdigung der Modelle und weiterführende Forschung	145
8.3	Bedeutung sich verändernder Standortfaktoren für die Forstwirtschaft	147
8.4	Ökonomisch-Politische Bewertung.....	150
9	FAZIT / AUSBLICK	157
10	ZUSAMMENFASSUNG	160
11	LITERATUR	162
12	TABELLENVERZEICHNIS	175
13	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	177
14	ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	179

10 ZUSAMMENFASSUNG

In dem Projekt ‚Untersuchungen zum Kohlenstoffhaushalt der Wälder Baden-Württembergs‘ wurde ein ‚Full Carbon Accounting‘-Ansatz entwickelt und mit verschiedenen Modellen berechnet. Anhand der vollständigen Bilanzierung aller relevanten C-Speicher im Wald auf Basis der IPCC-Vorgaben zur internationalen THG-Berichterstattung konnte gezeigt werden, dass der Wald in Baden-Württemberg zur Zeit eine bedeutende Senke für C ist. Die Veränderungen der C-Vorräte im Wald wurden nach der ‚Stock-change method‘ mit den Einzelbaumdaten der BWI quantifiziert. Es wurde das im NIR verwendete Verfahren der Volumenexpansion der Einzelbäume angewendet und dafür ein Gesamtfehler von rd. 8% berechnet.

Zusätzlich wurde ein Holzproduktmodell entwickelt, um die Veränderungen der Holzproduktspeicher in die Betrachtung zu integrieren. Auf dieser Basis konnten außerdem die Substitutionseffekte quantifiziert werden, die entstehen, wenn Holz als Material oder Energieträger eingesetzt wird. Ziel einer vollständigen Betrachtung des Forst- und Holzsektors durch die zusätzliche Berücksichtigung der Technosphäre ist die Beantwortung der Frage, ob es aus Sicht des Klimaschutzes sinnvoller ist, einen Wald nachhaltig und intensiv zu bewirtschaften oder durch Extensivierung der Bewirtschaftung höhere Vorräte in der Biomasse aufzubauen. Dazu wurde der sog. ‚Production approach‘ gewählt, der im Gegensatz zur geltenden Berichterstattungslogik die Produktspeicher mit einbezieht, aber den Handel ausblendet. Der Ansatz wird dafür kritisiert, dass er das Kyotoprinzip der Zurechnung von Emissionen an den Ort ihrer Entstehung verletzt. Deswegen kann er nicht für eine Anrechnung innerhalb der Berichterstattung verwendet werden. Für eine Bewertung der Klimaschutzleistung eines nachhaltig bewirtschafteten Waldes ist er jedoch geeignet, weil das dort produzierte Holz berücksichtigt wird und Importe ausgeblendet werden.

Im Zeitraum von 1987 bis 2002 hat der Gesamtvorrat an C trotz der Jahrhundertstürme von 1990 und 1999 um 8,3 Mio. t C auf 171,7 Mio. t C zugenommen. Die Produktspeicher haben um 12,7 Mio. t C auf 49,5 Mio. t C zugenommen. Die Zunahme der Vorräte der Waldbiomasse und der Produktspeicher haben zusammen ca. 6,6% der Emissionen Baden-Württembergs in diesem Zeitraum wieder eingebunden. Die Substitutionseffekte durch energetische Nutzung von Altholz, SNP und Waldholz haben in diesem Zeitraum 16,8 Mio. t C-Emissionen verhindert – unter der Annahme, dass diese Energie durch Verbrennung von Öl erzeugt worden wäre. Dazu kommen weitere 6,4 Mio. t vermiedener C-Emissionen durch die Nutzung von Holz als langlebigem Produkt. Diese rd. 23,2 Mio. t vermiedenen C-Emissionen haben einen hypothetischen Mehrausstoß von 7,3% vermieden. Außerdem wurden die Totholzvorräte, der C der Auflage und der Böden mit dem Modell YASSO und einer multiplen Regression auf Basis der BZE-Daten für das Jahr 2002 quantifiziert, um eine vollständige Bilanzierung zu ermöglichen.

Das Modell WEHAM wurde um ein Modul zur Berechnung von C-Vorräten erweitert, um Aussagen zu treffen, wie sich die C-Vorräte in den Speichern unter drei verschiedenen Szenarien bis zum Ende der ersten VP entwickeln. Sie unterscheiden sich im Grad der Nutzung und führen zu stark differierenden Ergebnissen in den einzelnen Speichern und Substitutionseffekten. Die Ergebnisse der drei Szenarien unterstreichen die Bedeutung des

Waldes als C-Speicher. Der für die Gesellschaft erbrachte Beitrag zum Klimaschutz lässt sich jedoch zur Zeit nicht in Wert setzen. Gleichzeitig internalisieren Waldbesitzer durch klimawandelbedingte Kalamitäten und reduzierte Produktivität die negativen externen Effekte aller Wirtschaftssubjekte. Die bestehenden Instrumente der Klimapolitik sind nicht geeignet, um diesen umweltpolitischen Interessenskonflikt auszugleichen. Eine Honorierung für Waldbesitzer, die eine aus Sicht des Klimaschutzes optimale Waldbewirtschaftung umsetzen und dafür ökonomische Konsequenzen in Kauf nehmen, könnte die Betroffenen- und Helferinteressen der Forstwirtschaft angemessen berücksichtigen. Daher wird eine Methodik vorgeschlagen, wie ein Anreizsystem entwickelt und C-Speicherleistungen als Fördertatbestand abgegolten werden können.

Oberstes Ziel jeder Waldbewirtschaftungsstrategie muss unter Antizipation der zu erwartenden Veränderungen der klimatischen Bedingungen eine Stabilisierung der Bestände und eine schonende, nachhaltige Nutzung sein. Während genutzte Wälder im Unterschied zu ungenutzten Wäldern nicht so hohe Vorräte in der Biomasse aufbauen, führt die Verwertung des geernteten Holzes in Produkte und Energie zu einem leicht steuerbaren Speicher außerhalb des Ökosystems und zu Substitutionseffekten. Es handelt sich um einen Abwägungsprozess, welcher Bewirtschaftungsgrad gewählt werden sollte. Dieser sollte auf möglichst kleinräumlicher Ebene stattfinden, damit die anderen Ziele der Bewirtschaftung und Ansprüche der Gesellschaft an den Wald berücksichtigt werden können. Dabei ist zu bedenken, dass ab einem bestimmten Vorratsniveau das Sturmrisiko ebenfalls signifikant steigt.

Nachhaltige Forstwirtschaft mit intensiver Holznutzung stellt zusammen mit dem Schutz bestehender hoher C-Vorräte in Primärwäldern und großflächiger Wiederaufforstung zerstörter und degradierter Waldflächen ein effizientes Instrument dar, um die Atmosphäre zu entlasten. Der Klimawandel wird durch die Verbesserung der Senkenleistung verlangsamt. Damit wird Zeit für die Einführung alternativer Energiequellen und Produktionsmethoden gewonnen. Die Vegetation hat ebenfalls mehr Zeit, sich an veränderte Bedingungen anzupassen und es entstehen eine Reihe positiver externer Effekte. Nachhaltig produziertes Energieholz ist fast CO₂-neutral und kann fossile Energieträger ersetzen, deren ungehemmte Verbrennung neben der Waldzerstörung die Hauptursache für den Klimawandel ist. Ein Verzicht auf dieses Instrument schlägt sich nicht nur in naturalen ‚Mehr-Emissionen‘ nieder, sondern führt auch zu monetären Belastungen der Volkswirtschaft in beachtlichen Größenordnungen.