Katja Albert

Biomasse im Mittelwald – Potenzialabschätzung und Nährstoffnachhaltigkeit

Cuvillier Verlag Göttingen
Internationaler wissenschaftlicher Fachverlag

Biomasse im Mittelwald - Potenzialabschätzung und Nährstoffnachhaltigkeit

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.

WALDBAU UND WALDÖKOLOGIE DER GEMÄßIGTEN ZONEN

- SILVICULTURE AND FOREST ECOLOGY OF THE TEMPERATE ZONES -

Biomasse im Mittelwald - Potenzialabschätzung und Nährstoffnachhaltigkeit

Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades

der Fakultät für Forstwissenschaften und Waldökologie

der Georg-August-Universität Göttingen

vorgelegt von

Ass. d. Fd.

Katja Anni Renate Albert

geboren in Bad Frankenhausen

Göttingen, Juni 2014

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der
Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet
über http://dnb.d-nb.de abrufbar.
1. Aufl. - Göttingen : Cuvillier, 2014
Zugl.: Göttingen, Univ., Diss., 2014

© CUVILLIER VERLAG, Göttingen 2014
Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen
Telefon: 0551-54724-0
Telefax: 0551-54724-21
www.cuvillier.de

Alle Rechte vorbehalten. Ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages ist
es nicht gestattet, das Buch oder Teile daraus auf fotomechanischem Weg
(Fotokopie, Mikrokopie) zu vervielfältigen.
1. Auflage, 2014
Gedruckt auf umweltfreundlichem, säurefreiem Papier aus nachhaltiger Forstwirtschaft.

ISBN 978-3-95404-788-8
eISBN 978-3-7369-4788-7

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.

1. Gutachter: Prof. Dr. Christian Ammer, Göttingen

2. Gutachter: Prof. Dr. Michael Bredemeier, Göttingen

Tag der mündlichen Prüfung: 24.07.2014

(Datum)

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.

Biomasse im Mittelwald - Potenzialabschätzung und Nährstoffnachhaltigkeit

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.

Inhaltsverzeichnis

ZUSAMMENFASSUNG ..... **I**

SUMMARY ..... **V**

PUBLIKATIONSÜBERBLICK ..... **IX**

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS ..... **X**

KAPITEL 1 ..... **1**

Einleitung **1**
1.1 Wissenschaftliche Motivation 3
1.2 Der Mittelwald 5
1.2.1 Definition und Charakteristik 5
1.2.2 Geschichte 8
1.2.3 Mittelwald - Heute 10
1.2.4 Stand der Forschung 11
1.3 Problemstellung, Zielsetzung und Hypothesen 14
1.4 Untersuchungsgebiete 16
1.4.1 Bewirtschaftung der Mittelwaldfläche Barterode 20
1.4.2 Bewirtschaftung der Mittelwaldfläche Liebenburg 20
1.5 Literaturverzeichnis 22

KAPITEL 2 ..... **31**

Biomasseproduktivität ausgewählter europäischer Mittel- und Niederwaldbestände – Ergebnisse einer vergleichenden Metaanalyse **31**
Key-Words 33
Einleitung 33
Material und Methoden 34
Ergebnisse 36
Diskussion und Schlussfolgerungen 39
Zusammenfassung 40
Abstract 41
Résumé 41
Danksagung 42
Literaturverzeichnis 42

KAPITEL 3 ..... **47**

The potential of terrestrial laser scanning for the estimation of understory biomass in coppice-with-standard systems **47**
Abstract 49
Introduction 49
Methods 50
Results and discussion 53
Conclusion 53
Acknowlegments 53
References 54

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.

KAPITEL 4 57

Biomass equations for seven different tree species growing in coppice-with-standards forests in Central Germany 57
Abstract 59
Keyword 59
Introduction 59
Materials and methods 60
Data analyse 62
Results 62
Discussion 64
Conclusion 67
References 68

KAPITEL 5 73

Nutrient export in coppice-with-standard stands 73
Abstract 76
Keyword 76
Introduction 77
Materials and methods 79
Results 82
Discussion 90
Conclusion 93
Acknowlegments 94
References 95

KAPITEL 6 101

Abschließende Diskussion 101
6.1 Hintergrund und Zielsetzung 103
6.2 Biomassepotenzial 104
6.3 Nährstoffhaushalt 107
6.4 Waldbauliche Potenziale der Mittelwaldwirtschaft 109
6.5 Gesamtfazit 112
6.6 Literaturverzeichnis 114

PUBLIKATIONSLISTE 123

DANKSAGUNG 127

CURRICULUM VITAE 131

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.

Zusammenfassung

Der Mittelwald, der neben dem Niederwald zu den Stockausschlagswäldern zählt, ist eine historische Waldbewirtschaftungsform, die durch Ausschlags- und Kernwuchsverjüngung mit relativ kurzen Umtriebszeiten (15 - 30 Jahre) gekennzeichnet ist. Im zweischichtigen Aufbau werden periodisch schwach dimensionierte Unterhölzer (Brennholz) im Stockbetrieb kombiniert mit starken, qualitativ hochwertigen Oberhölzern (Bauholz, frühere Mastbäume) aus Kernwüchsen, auf ein und derselben Fläche bewirtschaftet. Die Vielseitigkeit dieser räumlich und zeitlich dynamischen Nutzungsform wurde nicht nur vom Naturschutz, sondern zuletzt auch von Akteuren aus der Bioenergiebranche erkannt. Versorgungsengpässe mit Rohholz sowie die gegenwärtige hohe Energieholznachfrage und der politisch angestrebte Ausbau der erneubaren Energien, fördert die Entwicklung von neuen, innovativen und nachhaltigen Flächennutzungskonzepten. Unter Beachtung aller Optionen lassen diese Nutzungskonzepte erhebliche Leistungspotenziale bezogen auf die Energieholzproduktion in der historischen Waldbewirtschaftungsform Mittelwald vermuten, ohne die Rohstoff-konkurrenz zwischen stofflicher und energetischer Verwertung von Holz zu verschärfen.

Aufgabe des Forschungsprojektes „BEST-Bioenergie-Regionen stärken“ war es, auf regionaler Ebene, unter Berücksichtigung sozialer und kulturlandschaftlicher Auswirkungen, integrative Konzepte zur nachhaltigen Landnutzung zu entwickeln. Im Teilprojekt IO-A 3 „Waldbausysteme“, welches Grundlage der vorliegenden Dissertation ist, sollte der waldbauliche Kenntnisstand über wichtige produktionsökologische Grundlagen von Mittel-waldbeständen verbessert und Handlungsempfehlungen sowie mögliche Perspektiven einer Mittelwaldnutzung erarbeitet werden. Im Vordergrund stand hierbei die vergleichende Untersuchung der Waldbausysteme Hoch-, Nieder- und Mittelwald bezüglich ihrer Potenziale zur energetischen Biomasseproduktion, ihrer ökologischen Dienstleistungen und öko-nomischen Betriebswirtschaftlichkeit, mit besonderem Augenmerk auf die kulturhistorische Mittelwaldbewirtschaftung als zukünftiger Energie-Rohstofflieferant.

Als Datengrundlage der vorliegenden Studien dienten zunächst Biomasseaufnahmen in zwei laubholzgeprägten Mittelwaldbeständen, gelegen in Liebenburg auf Muschelkalk mit Lößlehm und Barterode auf Basalt mit Kalk- und Lößlehm-Einfluss. Dabei erfolgte eine Vollaufnahme in Bestandessektoren des Unterstandes sowie eine optische Datenerfassung der Biomasseparameter des Unterstandes mittels nichtdestruktivem 3D- Laserscanningverfahrens.

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.

Weiterhin wurden Standorts– und Bodendaten der jeweiligen Versuchsflächen über ein kombiniertes Stichprobenaufnahmeverfahren ermittelt.
Für eine erste Abschätzung der Biomassepotenziale im Nieder- und Mittelwald sowie einem Vergleich mit der Laubhochwaldwirtschaft, wurden Produktivitätsdaten an Hand einer Meta-analyse aufgearbeitet und analysiert. Dabei konnte gezeigt werden, dass der Hochwald, insbesondere wenn die Buche beteiligt ist (bis zur III. Ertragsklasse), deutlich produktiver als Nieder- und Mittelwaldwirtschaft wäre.

In einer zweiten Studie wurden Biomasseschätzfunktionen (allometrischer Ansatz) für die Unterstandsbaumarten Esche (*Fraxinus excelsior L.*), Bergahorn (*Acer pseudoplatanus L.*), Feldahorn (*Acer campestre L.*), Hainbuche (*Carpinus betulus L.*), Hasel (*Corylus avellana L.*) und Hängebirke (*Betula pendula R.*) getrennt nach Regenerationsform (Stockausschlag, Kernwuchs) hergeleitet. Die Vollbaumaufnahme ermöglichte darüber hinaus eine gesonderte Schätzung der Biomassefunktionen auf Kompartimentebene (Holz, Ast, Feinreisig). Mit Hilfe dieser Funktionen konnten die zu erwartenden Biomassen für jeden Baum im Unterstand je Umtriebsphase detailliert geschätzt werden. Die Parametrisierung dieser Schätzfunktionen beruht auf 950 Bäumen der oben aufgezeigten Baumarten aus zwei standörtlich differenzierten Untersuchungsbeständen. Um betriebliche Entscheidungen unterstützen zu können, wurde das gespeicherte gesamte Biomasseaufkommen in Abhängigkeit vom Standort berechnet bzw. modelliert.

Auf Grundlage dieser Daten erfolgte weiterhin eine vergleichende Leistungspotenzial-untersuchung zwischen Stockausschlag und Kernwuchs an den Baumarten Esche und Berg-ahorn. Dabei konnten nur für Esche signifikant höhere Biomassenpotenziale im Stockaus-schlag festgestellt werden.

Bei einer intensiven forstlichen Nutzung, wie es bei der Mittelwaldwirtschaft der Fall ist, sind neben der Biomasseproduktion auch die Nährstoffverfügbarkeit eines Standortes und dessen Nährstoffexport durch Biomassenutzung von entscheidender Bedeutung für die Nach-haltigkeit. Um diese beurteilen zu können, wurden in einer letzten Studie die spezifischen Nährelementgehalte (Kohlenstoff, Stickstoff, Phosphor, Kalzium, Kalium und Magnesium) des 20-jährigen Unterstandes nach Baumart, Baumkompartiment und Standort getrennt analysiert. Der Gesamtnährelementvorrat je Betriebstyp wurde kompartimentweise durch Multiplikation von Biomasseanteilen und jeweiligen Nährstoffgehalten pro Makroelement ermittelt. Dabei konnten unterschiedliche Gehalte zwischen den Baumarten und den jeweiligen Standorten gezeigt werden. Für einige Nährstoffe wurde ein Zusammenhang (Anreicherungsprozess von

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.

Kalzium in der Rinde) zwischen Biomasseelementgehalt je Kompartiment und Bodenchemismus festgestellt. Diesbezüglich konnte ein Standortseffekt bei der Baumart Bergahorn aufgezeigt werden. Die einzelnen Baumkompartimente wiesen überwiegend eine ansteigende Konzentration der Elementgehalte in folgender Reihung auf: Holz < Feinreisig < Rinde. Wobei die Nährstoffgehalte im Holz im Vergleich zu Feinreisig und Rinde, relativ konstant zwischen den sechs untersuchten Baumarten waren. Insgesamt zeigte die Hängebirke, die als Pioniergehölz gilt, die beste Nährstoffeffizienz.

Der modellierte Vergleich zwischen Mittel- und Buchenhochwaldwirtschaft im Derbholzernte-Verfahren und im Vollbaumernte-Verfahren hat gezeigt, dass die Vollbaumnutzung durch eine höhere Biomasseproduktion und Nutzung dem Standort deutlich mehr Nährstoffe innerhalb einer 100-jährigen Umtriebsphase entzieht als Mittelwald- und Derbholznutzung. Der Nährstoffexport im Mittelwald ist nicht wesentlich höher als bei der konventionellen Buchenhochwaldwirtschaft (Derbholznutzung). Insgesamt gilt allerdings die Buchenderbholznutzung als das effizienteste System bezüglich Biomasseproduktion und Nährstoffexport.
Die unterschiedlichen Ergebnisse dieser Arbeit verdeutlichen, dass die Mittelwaldwirtschaft auf ausgewählten Standorten durchaus nachhaltig in Bezug auf den Nährstoffhaushalt, die natürliche Verjüngungsfähigkeit und die kontinuierliche Biomasseproduktion der Flächen sein kann. Mit einer gezielten waldbaulichen Bewirtschaftung kann die baumartengebundene Nährstoffverteilung und der erntebedingte Nährstoffentzug speziell im Unterstand (Bioenergieerzeugung), in Übereinstimmung mit der Zielsetzung der Waldbesitzer gestaltet werden. Akzeptiert ein Waldbesitzer zur Erreichung ökologischer Ziele (höhere Artendiversität, Förderung seltener lichtliebender Baumarten etc.) geringere Biomasseproduktionsraten, kann die Mittelwaldwirtschaft durchaus eine Betriebsoption sein und damit auf jeden Fall einen Beitrag zur Bioenergieerzeugung und zum Erreichen des politischen Biomasseaktionsplans leisten.

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.