

AFZ Der Wald

01089
17. September 2012
www.forstpraxis.de



18



**Neue Werkzeuge
der Forstbetriebsplanung**

Einseitig, widersprüchlich und teilweise falsch

Forstwissenschaftler bemängeln Umweltgutachten 2012 des SRU

Anfang Juni 2012 hat der SRU¹⁾ sein aktuelles Umweltgutachten vorgelegt, dessen sechstes Kapitel den Titel „Umweltgerechte Waldnutzung“ trägt. Der Inhalt dieses Kapitels wird von den unterzeichnenden Forstwissenschaftlern mit Verwunderung und in weiten Teilen mit Kritik zur Kenntnis genommen. „Seine Qualität bleibt weit hinter dem Standard zurück, den wir bei früheren Gutachten des SRU kennen und schätzen gelernt haben. So werden wesentliche Umweltwirkungen von Waldnutzung ignoriert und aktuelle Forschungsergebnisse nicht zur Kenntnis genommen. Zudem sind die Aussagen z.T. widersprüchlich, beziehen sich auf unzutreffende Ausgangsbeschreibungen, basieren auf willkürlich-selektiven Zitierungen der Fachliteratur oder sind schlicht falsch. Das Gutachten ist damit – zumindest in Bezug auf die Waldnutzung – einseitig und verletzt aus unserer Sicht elementare wissenschaftliche Qualitätsstandards.“

Chancen der Waldnutzung für den Umweltschutz

Waldnutzung hat weitreichende Umweltwirkungen zur Folge. Die im Umweltgutachten 2012 des SRU vorrangig angesprochenen direkten Wirkungen auf Naturschutz im Allgemeinen und biologische Vielfalt im Besonderen sind nur ein Teil davon. Aus gesamtgesellschaftlicher Perspektive sind ebenso die indirekten Umweltwirkungen von Bedeutung. Nur durch Waldnutzung kann der erneuerbare Rohstoff und Energieträger Holz emissionsintensive, nicht-nachwachsende Rohstoffe und fossile Energieträger ersetzen und so zur Vermeidung von Treibhausgasemissionen und zur Verringerung des Verbrauchs nicht nachwachsender Rohstoffe beitragen. Weder die vorliegenden Forschungsergebnisse zu den Potenzialen stofflicher Substitution (vgl. [10, 21]) noch die Möglichkeiten, durch Waldnutzung zur Erhöhung der Rohstoffproduktivität (Indikator

1c der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie) beizutragen, werden jedoch vom SRU in ihrer Wirkung auf die Umwelt gewürdigt. Stattdessen wird eine Erhöhung der Umtriebszeiten und eine Erhöhung des Kohlenstoffspeichers im Wald empfohlen. Diese Sichtweise ist spätestens seit der UN-Klimakonferenz in Durban 2011 überholt, bei der beschlossen wurde, dass auch die CO₂-Bilanz der stofflichen Holznutzung in Zukunft einbezogen und somit die Gesamtbilanz des Sektors ermittelt wird.

Internationale Konsequenzen reduzierter inländischer Waldnutzung

Durch die stark nationale Fokussierung des Umweltgutachtens des SRU werden zudem auch im Bereich Naturschutz wichtige indirekte Umweltwirkungen von Waldnutzung in Deutschland nicht thematisiert und damit ignoriert. Die Frage, wie eine reduzierte Waldnutzung in Deutschland den Zustand der Wälder in anderen Teilen der Erde verändert, bleibt ungestellt. Dies ist umso erstaunlicher, als die Problematik der Entwaldung durch Landnutzungsänderung ein international drängendes und aktuelles Thema ist. Ein Zurückfahren der Holznutzung in heimischen Wäldern führt zwangsläufig zu einer Erhöhung der Holzimporte. Dadurch wird das Problem der umweltgerechten Waldnutzung in Länder ohne ausreichende gesetzliche Grundla-

gen zur nachhaltigen Waldbewirtschaftung exportiert.

Kohlenstoffspeicherung im Wald

Insbesondere im Kapitel zu Wald und Klima beruhen die Folgerungen des SRU auf unvollständigen bzw. falschen Informationen. Durch die einseitige Betrachtung der Klimawirkungen innerhalb der Grenzen von Waldökosystemen bleibt nicht nur die oben genannte Klimaschutzwirkung durch stoffliche und energetische Substitution unberücksichtigt. Auch die Angaben zu Kohlenstoffspeicherung im Waldboden sind falsch. Der aktuelle Nationale Inventarbericht (NIR)²⁾ zeigt eindeutig, dass bei einer gesetzeskonformen Waldbewirtschaftung der unterstellte Verlust von Kohlenstoff aus dem Waldboden zumindest in Deutschland wissenschaftlich nicht belegt werden kann (vgl. [19, 20]). Im Gegenteil zeigen die Ergebnisse der zweiten Bodenzustandserfassung (BZE 2) in Deutschland, dass die Kohlenstoffvorräte in etwa stabil geblieben oder sogar gestiegen sind [3, 22].

Des Weiteren geht der SRU [[23], S. 345) von einer in der Regel noch über mehrere Jahrhunderte fortwährenden Kohlenstoffspeicherung im nicht mehr forstlich genutzten Wald aus und baut seine Argumentation darauf auf. Die in diesem Zusammenhang angeführte Literaturquelle [16] bestätigt für Naturwälder ein Klimaxstadium, in dem Biomasseaufbau und Biomasseabbau in einen Gleichgewichtszustand treten. In diesem Gleichgewichtszustand bleibt zwar der Kohlenstoffspeicher erhalten, es erfolgt aber keine weitere Kohlenstoffbindung durch Biomassewachstum. Die in besagtem Artikel postulierte, langfristige Kohlenstoffspeicherung beruht auf Modellannahmen zur Kohlenstoffbindung im Bodenspeicher, die nicht durch Messungen verifiziert wurden. Eine unendlich andauernde Speicherwirkung von unge-

¹⁾ Der Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) ist ein wissenschaftliches Beratungsgremium der Bundesregierung. Er hat den Auftrag, alle vier Jahre ein Gutachten zu erstellen, das die Umweltsituation und Umweltpolitik in der Bundesrepublik Deutschland und deren Entwicklungstendenzen darstellt und begutachtet sowie umweltpolitische Fehlentwicklungen und Möglichkeiten zu deren Vermeidung oder Beseitigung aufzeigt (Erlass über die Einrichtung eines Sachverständigenrates für Umweltfragen bei dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit vom 1. März 2005 (GMBl. 2005, Nr. 31, S. 662 f.), http://www.verwaltungsvorschriften-im-internet.de/bs-wwbund_01032005_GI1460102.htm).

²⁾ Umweltbundesamt (2011): Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 bis 2009. Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2011. Climate Change Nr. 11/2011. Dessau: UBA (<http://www.uba.de/uba-info-medien/4126.html>).

nutzten Wäldern wird von LUYSSAERT et al. [16] nicht postuliert. Nur wenn diese gegeben wäre, würden aber die andauernden Substitutionseffekte durch Holznutzung keinen Vorteil gegenüber dem Nutzungsverzicht bedeuten. Empirische Befunde belegen dagegen, dass natürliche Störungen regelmäßig auftreten und dass diese Störungen auch zu nennenswerter kurz- bis mittelfristiger Freisetzung von Kohlenstoff führen. Wie Beispiele in Kanada oder im Nationalpark Bayerischer Wald zeigen, ist dies auch bei Baumarten in ihrem natürlichen Verbreitungsgebiet und gerade nach Unterschützstellung zu beobachten (vgl. [14, 15]. HASENAUER [12] kommt bei dem Vergleich von langfristigen Simulationsrechnungen für Fichte und Buche im österreichischen Urwald Rothwald und einem bewirtschafteten Fichtenwald zum dem Schluss, dass bewirtschaftete Wälder, die vor dem Erreichen der physiologischen Altersgrenze und dem Eintritt der Zerfallsphase genutzt werden, eine Kohlenstoffsenke darstellen, während der Naturwald mit dem Eintritt in die Zerfallsphase zur Kohlenstoffquelle wird.

Naturnähe und Anpassungsfähigkeit an den Klimawandel

Naturnähe von Wäldern wird seitens des SRU als grundsätzlich positiv für deren Anpassungsfähigkeit an den Klimawandel angesehen ([23], S. 347 unten). Allerdings sind gegenwärtig naturnah aufgebaute Wälder (im Sinne der potenziellen natürlichen Vegetation, pnV) je nach Ausmaß des Klimawandels u.U. schlecht an zukünftige Verhältnisse angepasst, wenn sich die Verbreitungsgebiete der Baumarten verändern (vgl. [4]). Wichtige Baumarten mit einer derzeit natürlichen Verbreitung in Deutschland wie die Fichte in Hochlagen oder die Buche in heute schon trockeneren Teilen Deutschlands werden als potenziell gefährdet angesehen [8, 14]. Der Aufbau von Mischwäldern mit Baumarten, die eine unterschiedliche Klima- und Standortsanpassung haben, wird daher als Mittel der Wahl angesehen [5, 6]. Dabei müssen nicht standortheimische Baumarten (z.B. Eichen auf sekundären Standorten), nicht-autochthone Herkünfte einheimischer Baumarten sowie auch bislang nicht heimische Baumarten bewusst in die Überlegungen einbezogen werden, um eine Vielfalt möglicher Baumanpassung zu gewährleisten [1, 2, 25].

Dementsprechend kann auch der Empfehlung des SRU nicht pauschal gefolgt werden, zur Anpassung der Wälder an den Klimawandel Schutzgebiete auszuweiten ([23], S. 356 unten). Schutzgebiete

sind in der Regel durch eine hohe Naturnähe gekennzeichnet. Nicht die bisherige Naturnähe gewährleistet jedoch eine geringe Anfälligkeit gegenüber Klimaänderungen, sondern die Anpassbarkeit an die zukünftigen Klimabedingungen.

Erhöhung der Umtriebszeit

Im Umweltgutachten des SRU wird zwar richtigerweise gefordert, dass sämtliche Komponenten des Kohlenstoffkreislaufs zur Optimierung des Klimaschutzbeitrages der Forstwirtschaft zu beachten seien ([23], S. 345). Das Gutachten selbst löst diesen Anspruch aber nicht ein. In der Forderung des Gutachtens, zur Abmilderung des Klimawandels weitere Kohlenstoffvorräte im Wald durch Zulassen höherer Bestandesalter aufzubauen ([23], S. 357), wird letztlich erneut nur der Kohlenstoffspeicher Wald in Ansatz gebracht. Höhere Bestandesalter bewirken mindestens über einen langen Zeitraum hinweg eine höhere Anfälligkeit der Bestände gegenüber Schäden; dies wirkt gegenläufig zu der angestrebten Kohlenstoffakkumulation.

Ein höheres Bestandesalter wird auch gefordert, um diejenigen Elemente der Biodiversität zu fördern, die auf Strukturen alter Wälder angewiesen sind. Dazu bestehen in der Waldbewirtschaftung bereits eine Reihe von Ansätzen, z.B. Retention von Strukturelementen, die keine generelle Erhöhung von Umtriebszeiten oder weitere Stilllegung von Waldflächen erfordern [9]. Ebenso wird dabei vergessen, dass viele Elemente der Biodiversität lichter Waldstrukturen bedürfen, die nur durch Absenkung von Vorräten zu erreichen sind.

Orientierung an Durchschnittsvorräten

Die im SRU-Gutachten ausgesprochenen Empfehlungen sind häufig fachlich nicht begründet. Die Forderung, im gesamten Wirtschaftswald in Deutschland über alle Baumarten einen Durchschnittsvorrat zu halten, der halb so hoch ist wie derjenige der Buchenwälder in Naturwaldreservaten ([23], S. 366), zeugt von waldökologischer Unkenntnis. Auf den hierbei unverzichtbaren Aspekt der Altersklassenverteilung von Beständen wird ebenso wenig eingegangen wie auf Vorratszahlen, die aus einer Vielzahl von Standardwerken zur Waldökologie und zur Waldwachstumskunde bekannt sind. Die Annahme, dass ein Vorrat natürlicher, unbewirtschafteter Wälder bei 700 Vfm/ha liege, verkennt, dass die Wälder, in denen diese Zahlen erhoben worden sind, nicht repräsentativ sind für eine natürliche Waldlandschaft,

in der alle Waldentwicklungsphasen vorhanden sind. Auch die in Urwäldern auftretenden Lückengrößen sind so unterschiedlich [17, 24], dass es schwerfällt, eine bestimmte Situation als „natürlich“ zu bezeichnen. Statt sich auf die einschlägige Fachliteratur zum Zielvorrat in bewirtschafteten Waldbeständen zu berufen, zitiert das Gutachten eine Pressemitteilung von Greenpeace³⁾ ([23], S. 366).

Ebenso offenbart die Vermischung von Umtriebsalter ganzer Bestände und „natürlichem“ Lebensalter einzelner Bäume fundamentales Unverständnis natürlicher Bestandesentwicklungen. Dass mit Hinweis auf durchschnittliche Umtriebsalter suggeriert wird, dass ältere Bestände im Wirtschaftswald üblicherweise nicht existierten ([23], S. 358), ist unhaltbar. Darüber hinaus wird nicht auf die zu erwartende Zunahme von Schäden durch Sturm und Borkenkäfer im Rahmen eines Vorratsaufbaus hingewiesen. Tendenzen in diese Richtung lassen sich durch Statistiken zum unplanmäßigen Holzeinschlag gut belegen [11].

Aussagen zu Holzeinschlag und Holzverwendung

Die Verwendung von empirischen Daten ist in dem Gutachten häufig so unsachgemäß, dass ihre Auswahl und Interpretation kaum noch als wissenschaftlich neutral verstanden werden kann.

Beispielsweise soll Abb. 6-3 ([23], S. 349) den Anstieg der Holzverwendung im Zeitablauf seit 1987 darstellen. Hierbei wird allerdings die Änderung des Gebietsstands durch die Wiedervereinigung und damit der hierdurch verursachte sprunghafte Anstieg der Nachfrage nicht berücksichtigt.

Zudem sind die Bundeswaldinventuren 1 und 2 als Quelle angegeben, die definitiv keine Angaben zur Holzverwendung in Deutschland enthalten. Auch zur Einfuhr illegal eingeschlagenen Holzes nach Deutschland wird statt wissenschaftlicher Quellen (z.B. [7]) eine Studie des WWF zitiert (SRU, 2012, S. 373).

Aussagen zur Naturnähe

Ebenso verwunderlich ist die Interpretation und Darstellung von Entwicklungen von Indikatoren. Die Aussage zur Entwicklung der Bestände von Vogelarten („Auch der Teilindikator für die Wälder zeigt im Jahr 2009 mit 70 % Zielerreichung und einer Abnahme um 11 % im Vergleich zum Vorjahr eine negative Entwicklung“; [23], S. 338) steht in krassem Gegensatz zur langfristigen Einschätzung aus dem Indi-

³⁾ www.greenpeace.de/fileadmin/gpd/user_upload/themen/waelder/Wald_und_Klima_in_Deutschland.pdf

katorenbericht 2010 zur Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt⁴⁾

(„Wälder haben trotz der früheren Kahlschlags- und Fichtenwirtschaft derzeit den besten Teilindikatorwert. Die Förderung naturnaher Waldbewirtschaftung dürfte sich hier positiv auswirken. Um den statistisch signifikanten positiven Trend zu erhalten bzw. künftig zu verstärken, müssen staatliche Fördermöglichkeiten (z.B. Waldumweltmaßnahmen) ausgeweitet und noch konsequenter genutzt werden....“).

Diese Diskrepanz hätte zumindest erwähnt werden müssen, wenn man sich nicht dem Vorwurf einer tendenziösen Darstellung aussetzen möchte.

Wissenschaftliche Legitimation verteilungspolitischer Empfehlungen

Grundsätzlich ist aus unserer Sicht zu bemängeln, dass sich die Gutachter wertend in die Diskussion einbringen und damit ihren wissenschaftlichen Auftrag überschreiten. Die Forderung, flächendeckend ökologische Mindeststandards per Gesetz einzuführen ([23], S. 360), betrifft die Zuteilung und Ausgestaltung von Verfügungsrechten. Sie ist damit eindeutig eine Verteilungsempfehlung. Die Beantwortung von Verteilungsfragen ist jedoch eine politische Aufgabe.

Fehlende Aktualität und fachliche Substanz

Zusammenfassend betrachtet fehlen dem Gutachten an vielen Stellen Aktualität und fachliche Substanz. Die Aussage im Zusammenhang mit dem Wald-Wild-Problem z.B. ([23], S. 370), dass ein Schaden an Bäumen und anderen Pflanzen im Wald nur ersetzt wird, wenn der Waldbesitzer Schutzvorkehrungen getroffen hat, ist schlicht falsch. Bei Verzicht auf Schutzvorkehrungen wird der Schadenersatz nach § 43 Abs. 2 BJagdG allerdings auf Schäden an den im Jagdbezirk vorkommenden Hauptholzarten begrenzt. Die Positionierung der Bundesregierung zur Sicherung der ökologischen Lebensgrundlagen als vorrangige Grundbedingung für die Erreichung aller übrigen Ziele wird zwar erwähnt ([23], S. 359), eine eigene inhaltliche Auseinandersetzung mit der Frage, was die Sicherung der ökologischen Lebensgrundlagen konkret bedeutet, unterbleibt aber.

Die Landschaften in Deutschland mit ihren Elementen Wald, Acker und Wiese sind Ergebnis menschlichen Wirkens. Welche Funktionen durch welche Maßnahmen gefährdet sind und welchen Beitrag Naturschutzmaßnahmen zur Erreichung der übrigen gesellschaftlichen Ziele leisten, ist eine bisher ungelöste wissenschaftliche Fragestellung. Anstatt bekannte Positionen von Umweltverbänden wiederzugeben, sollte von Wissenschaftlern vorrangig an einer fundierten Lösung dieser Sachfragen gearbeitet werden.

Fazit

Der SRU hat sich in seinem Gutachten ausschließlich den direkten Umweltwirkungen von Waldnutzung zugewandt. Über die reinen Umweltwirkungen hinaus hat der Wald aber noch weitere Wirkungen auf die Gesellschaft. Nur beispielhaft seien seine Erholungsfunktion in einer zunehmend urbanisierten Gesellschaft, seine Beschäftigungs- und Einkommensfunktion vor allem im ländlichen Raum oder sein Beitrag zur Energiesicherheit und Umsetzung der Energiewende genannt.

Empfehlungen, die nur partikulare Interessen in der Gesellschaft berücksichtigen und diese nicht mit anderen politischen Zielen abwägen, verletzen das Prinzip der Nachhaltigkeit und sind für die Politik sicher nicht hilfreich.

Die Leitidee der Nachhaltigkeit ist vor fast 300 Jahren in der Forstwirtschaft entstanden [26]. Sie wurde auf internationaler Ebene weiterentwickelt und ist in ihren verschiedenen Dimensionen zum Leitbild für gesellschaftliche Entwicklung geworden. Empfehlungen zur Waldnutzung sollten sich daher an ihren Beiträgen zur nachhaltigen Entwicklung orientieren.

Die forstlichen Forschungsinstitutionen in Deutschland blicken auf eine sehr lange Erfahrung in Nachhaltigkeitsfragen zurück. Daher unterstützen wir nachdrücklich die Aussage auf S. 363 des SRU-Gutachtens: „Um die öffentliche Wahrnehmung und die Inwertsetzung der vielfältigen Leistungen des Waldes zu stärken, muss der allgemeine Wissenstransfer vertieft werden“. Dies gilt für den Wissenstransfer in alle Richtungen.

Prof. Dr. Jörn Eler, Tharandt;
Prof. Dr. Gero Becker, Freiburg;
Prof. Dr. Hermann Spellmann, Göttingen;
Prof. Dr. Matthias Dieter, Hamburg;
Prof. Dr. Christian Ammer, Göttingen;
Prof. Dr. Jürgen Bauhus, Freiburg;
Prof. Dr. Andreas Bitter, Tharandt;
Prof. Dr. Andreas Bolte, Eberswalde;
Prof. Dr. Thomas Knoke, München;
Prof. Dr. Michael Köhl, Hamburg;
Prof. Dr. Reinhard Mosandl, München;
Prof. Dr. Bernhard Möhring, Göttingen;
Präsident Olaf Schmidt, Freising;
Prof. Konstantin Frhr. v. Teuffel, Freiburg

Literaturhinweise:

- [1] ALBERT, M.; SCHMIDT, M. (2010): Climate-sensitive modelling of site-productivity relationships for Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) and common beech (*Fagus sylvatica*). *Forest Ecol. Manage.* 259: 739-749. [2] ALBERT, M.; SCHMIDT, M. (2012): Standort-Leistungs-Modelle für die Entwicklung von waldbaulichen Anpassungsstrategien unter Klimawandel. *Archiv f. Forstwesen u. Landschaftsökol.* 46, 2, 57-71. [3] BLOCK, J., GAUER, J. (2012): Waldbodenzustand in Rheinland-Pfalz. *Mitteilungen aus der Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft Rheinland-Pfalz*, Nr. 70/12, 228 S. [4] BOLTE, A.; IBISCH, P. (2007): Neun Thesen zu Klimawandel, Waldbau und Naturschutz. *AFZ-DerWald* 62, 11: 572-576. [5] BOLTE, A.; EISENHAUSER, D.-R.; EHRHARDT, H.-P. et al. (2009a): Klimawandel und Forstwirtschaft – Übereinstimmungen und Unterschiede bei der Einschätzung der Anpassungsnotwendigkeiten und Anpassungsstrategien der Bundesländer. *LBV-VTI Agriculture and Forestry Research* 59, 4: 269-278. [6] BOLTE, A.; AMMER, C.; LÖF, M.; MADSEN, P.; NABUURS, G. J.; SCHALL, P.; SPATHELF, P.; ROCK, J. (2009b): Adaptive forest management in central Europe: Climate change impacts, strategies and integrative concept. *Scandinavian Journal of Forest Research* 24: 473-482. [7] DIETER, M. (2009): Analysis of trade in illegally harvested timber: Accounting for trade via third party countries. *Forest Policy and Economics*, volume 11, p. 600-607. Shannon: Elsevier. [8] GESSLER, A.; KEITEL, C.; KREUZWIESER, J.; MATYSSEK, R.; SELER, W.; RENNENBERG, H. (2007): Potential risks for European beech (*Fagus sylvatica*) in a changing climate. *Trees – Structure and Function* 21, 1: 1-11. [9] GUSTAFSSON, L., BAKER, S. C.; BAUHUS, J.; BEESE, W. J.; BRODIE, A.; KOUKI, J.; LINDENMAYER, D. B.; LÖHMUS, A.; MARTÍNEZ PASTUR, G.; MESSIER, C.; NEYLAND, M.; PALIK, B.; SVERDRUP-THYGESON, A.; VOLNEY, W. J. A.; WAYNE, A.; FRANKLIN, J. F. (2012) Retention Forestry to Maintain Multifunctional Forests: a World Perspective. *Bioscience* 62, 633-645. [10] GUSTAVSSON, L., PINGOUD, K.; SATHRE, R. (2006): Carbon Dioxide Balance of Wood Substitution: Comparing Concrete- and Wood-framed Buildings. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 11(3): p. 667-691. [11] HAHN, A., KNOKE, T. (2010): Sustainable development and sustainable forestry: Analogies, differences, and the role of flexibility. *Eur J. For. Res.* 129: 787-801. [12] HASENAUER, H. (2011): Überlegungen zur CO₂-Bilanz von Waldökosystemen. *Austrian J. For. Sci.*, 128, 33-52. [13] KÖHL, M., FRÜHWALD, A.; KENTER, B.; OLSCHOFSKY, K.; KÖHLER, R.; KÖTHKE, M.; RÜTER, S.; PRETZSCH, H.; RÖTZER, T.; MAKESCHIN, F.; ABY, M.; DIETER, M. (2009): Potenzial und Dynamik der Kohlenstoffspeicherung in Wald und Holz: Beitrag des deutschen Forst- und Holzsektors zum Klimaschutz. Braunschweig: Landbauforschung (vTI Agriculture and Forestry Research) Sonderheft 327, S. 103-109. [14] KÖLLING, C.; KNOKE, T.; SCHALL, P.; AMMER, C. (2009): Überlegungen zum Risiko des Fichtenanbaus in Deutschland vor dem Hintergrund des Klimawandels. *Forstarchiv* 80: 42-54. [15] KURZ, W. A., DYMOND, C. C.; STINSON, G.; RAMPLEY, G. J.; NEILSON, E. I.; CARROLL, A. L.; EBATA, T.; SAFRANYIK, L. (2008): Mountain pine beetle and forest carbon feedback to climate change. *Nature* 452, 987-990. [16] LUYSSAERT, S.; SCHULZE, E.-D.; BÖRNER, A.; KNOHL, A.; HESSENMÖLLER, D.; LAW, B. E.; CIAIS, P.; GRACE, J. (2008): Old-growth forests as global carbon sinks. *Nature* 455, 213-215. [17] MEYER, P.; TABAKU, V.; LÜPKE, B. von (2003): Die Struktur albanischer Rotbuchen-Unwälder – Ableitungen für eine naturnahe Buchenwirtschaft. *Forstwiss. Centralblatt* 122, 47-58. [18] MICHELS, H.-G.; AYDIN, C.; BOLTE, A. et al. (2009): Ökologischer Steckbrief und waldbauliche Bewertung der Buche. *Forst und Holz* 64, 9: 18-21. [19] MUND, M. (2004): Carbon pools of European beech forests (*Fagus sylvatica*) under different silvicultural management. *Forschungszentrum Waldökosysteme der Universität Göttingen*, Reihe A, Bd. 189, 263 S. [20] MUND, M.; SCHULZE, E.-D. (2006): Impacts of forest management on the carbon budget of European beech (*Fagus sylvatica*) forests. *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung* 177 (3/4), S. 47-63. [21] PETERSEN, A. K.; SOLBERG, B. (2005): Environmental and economic impacts of substitution between wood products and alternative materials: a review of micro-level analyses from Norway and Sweden. *Forest Policy and Economics* 7 (3), S. 249-259. [22] RUSS, A.; RIECK, W.; MARTIN, J. (2011): Zustand und Wandel der Waldböden Mecklenburg-Vorpommerns. *Mitteilungen aus dem Forstlichen Versuchswesen Mecklenburg-Vorpommern*, Heft 9, 108 S. [23] Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) (2012): Umweltgutachten 2012. Verantwortung in einer begrenzten Welt. Berlin. [24] SEFIDI, K.; MARVIE MOHADJER, M.; MOSANDL, R.; COPENHEAVER, C. A. (2011): Canopy gaps and regeneration in old-growth Oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stands, northern Iran. *Forest Ecology and Management* 262: 1094-1099. [25] SPELLMANN, H., ALBERT, M., SCHMIDT, M.; SUTMÖLLER, J.; OVERBECK, M. (2011): Waldbauliche Anpassungsstrategien für veränderte Klimaverhältnisse. *AFZ-DerWald*, 66. Jg.; 11, 19-23. [26] CARLOWITZ, H. C. von (1713): *Sylvicultura Oeconomica*, Oder Haußwirthliche Nachricht und Naturmäßige Anweisung zur wilden Baum-Zucht. Leipzig: Johann Friedrich Braun, 414 S.

⁴⁾ BMU (Hrsg.) (2010): *Indikatorenbericht 2010 zur Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt*. Berlin: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, 87 S. www.biologischesvielfalt.de/fileadmin/NBSI_indikatoren/Indikatorenbericht_2010_NBS_Web.pdf