

# Opportunitätskostenanalyse zur Implementierung des naturschutzorientierten Waldbehandlungskonzepts „Neue Multifunktionalität“

Lydia Rosenkranz und Björn Seintsch\*

## Zusammenfassung

Zur Anhebung des Waldnaturschutzniveaus wurde von Höltermann (2013) eine Segregation von Waldfunktionen gefordert. Im Rahmen dieser „neuen Multifunktionalität“ (Höltermann, 2013) soll die Waldbewirtschaftung auf drei verschiedenen Waldflächenkategorien stattfinden:

- (1) Wirtschaftswald mit naturschutzfachlichen Mindeststandards,
- (2) Wald mit Naturschutzvorrangfunktion und
- (3) Wald ohne forstliche Bewirtschaftung.

Durch die Umsetzung naturschutzfachlicher Maßnahmen im Wald sind Mindererträge und Mehraufwendungen in der Rohholzerzeugung für Waldbesitzer zu erwarten.

In der vorliegenden Studie werden die Opportunitätskosten in der Rohholzerzeugung bei einer Umsetzung der „Neuen Multifunktionalität“ mit einem forstlichen Simulationsmodell über 200 Jahre berechnet und mit einer Waldbehandlungsvariante zur Fortführung der derzeitigen Waldbewirtschaftung verglichen. Bei einer Umsetzung der „Neuen Multifunktionalität“ ergeben sich aus den Modellierungsergebnissen Einschlagseinbußen von rund 11,2 Mio. Erntefestmeter/Jahr und Verzichtskosten in der forstlichen Nutzung von rund 1,0 Mrd. €/Jahr. Die Umsetzung der „Neuen Multifunktionalität“ wäre nur dann eine rationale Entscheidung, wenn der zusätzliche Nutzen an Naturschutzleistungen zumindest in Höhe der Opportunitätskosten der eingeschränkten Rohholzproduktion, wenn nicht sogar in Höhe der verminderten Wertschöpfung der nachgelagerten Holzindustrie, liegen würde.

**Schlagwörter:** *naturschutzfachliche Maßnahmen, Opportunitätskostenanalyse, Deckungsbeitrag, Forstwirtschaft*

## Abstract

### Opportunity cost analysis of the nature conservation-oriented silvicultural concept „new multifunctionality“

In the context of the implementation of a higher level of nature conservation in forests, a segregation of forest functions, so called “new multifunctionality”, has been suggested recently (Höltermann, 2013). This “new multifunctionality” suggests forest management in three separate management classes:

- (1) productive commercial forests with minimum standards of nature conservation,
- (2) forests with nature protection as the priority function and
- (3) forests without forest management.

However, additional expenses and losses of income for forest owners can be expected through the implementation of nature protection measures in forests.

Therefore, this study examines the opportunity costs for timber production of the implementation of the nature conservation-oriented silvicultural concept „new multifunctionality“. The evaluation was conducted for a 200-year simulation period, by means of an simulation model, and compared to a modelling of current silvicultural practices. Modelling results for the implementation of the “new multifunctionality” show losses of wood harvest of about 11.2 Mio. m<sup>3</sup>/year and costs for the relinquishment of forest utilization of roughly one billion €/year. The implementation of the „new multifunctionality“ would only be a rational decision, if its additional benefit at least equaled the economically important opportunity costs of this restricted forest utilization, if not the loss of value added of the downstream wood industry.

**Keywords:** *nature protection measures, opportunity cost analysis, contribution margin, forestry*

\* Institut für Internationale Waldwirtschaft und Forstökonomie, Leuschnerstraße 91, 21031 Hamburg

## 1 Problemstellung

Von der Gesellschaft werden wachsende und teilweise konkurrierende Ansprüche an den deutschen Wald zur Verwirklichung naturschutz-, klimaschutz-, energie-, wirtschaftspolitischer und weiterer Ziele gestellt. In Folge dieser Entwicklung haben die Nutzungskonkurrenzen um Waldflächen- und Rohholznutzung zugenommen. Besonders die gesellschaftlichen Ansprüche an den Waldnaturschutz sind gestiegen. Diese Waldnaturschutzansprüche werden von der Politik aufgegriffen und sind in der Biodiversitätsstrategie der Bundesregierung als Ziele zur Erhöhung des Waldnaturschutz-niveaus formuliert (BMU, 2007). Unter Umständen werden in Zukunft nicht sämtliche heutigen Ansprüche an Wald- und Rohholznutzung in vollem Umfang erfüllbar sein (Dieter et al., 2008). Vor diesem Hintergrund erlangen Politikfolgenabschätzungen zu den gesellschaftlichen Waldansprüchen und deren Implementierung an Bedeutung.

Das forstpolitische Leitbild zur Bereitstellung der unterschiedlichen Waldfunktionen in Deutschland war bisher der integrative Ansatz einer multifunktionalen Waldbewirtschaftung. Obwohl in der Realität aufgrund von Eigentümerzielen, standörtlichen Bedingungen, Schutzgebietskategorien und weiteren Einflussfaktoren auch unter diesem Leitbild Bewirtschaftungsunterschiede bestehen, wurde hierbei angestrebt, Nutz-, Schutz- und Erholungsfunktionen auf der gleichen Fläche zu berücksichtigen.

Im Zuge der Forderungen nach einem höheren Waldnaturschutzniveau sind Tendenzen zur flächigen Segregation von Waldfunktionen in Deutschland zu beobachten (z. B. Forest Europe, 2011). Da eine Realisierung aller gesellschaftlichen Naturschutzansprüche auf multifunktional bewirtschafteten Waldflächen nicht möglich erscheint, wird von Höltermann (2013) eine Segregation der Waldfunktionen auf Teilflächen als „Neue Multifunktionalität“ (NMF) zur Anhebung des Waldnaturschutz-niveaus gefordert. Ziel dieser naturschutzorientierten Bewirtschaftungskonzeption für den deutschen Gesamtwald ist „[...] die Integration von Wäldern mit natürlicher Waldentwicklung in das Gesamtkonzept eines flächendeckenden, aber differenzierten Biodiversitätsmanagements mit abgestuften forstlichen Nutzungsintensitäten[...]“ (Höltermann, 2013). Von Höltermann (2013) werden zur Implementierung der „Neuen Multifunktionalität“ drei Waldflächenkategorien mit unterschiedlichen naturschutzorientierten Bewirtschaftungskonzepten als erforderlich erachtet:

1. Wirtschaftswald mit naturschutzfachlichen Mindeststandards
2. Wald mit Naturschutzvorrangfunktion
3. Wald ohne forstliche Bewirtschaftung

Eine Umsetzung des NMF-Konzepts würde einen Paradigmenwechsel vom bisherigen forstpolitischen Leitbild mit einem einheitlichen Bewirtschaftungskonzept „multifunktionaler Wald“ hin zu einer naturschutzorientierten Segregation in Waldflächen mit unterschiedlichen Bewirtschaftungskonzepten bedeuten. Für Folgeabschätzungen zur Umsetzung des NMF-Konzepts ist jedoch festzustellen, dass dieses hinsichtlich der Bewirtschaftungsziele und -flächen noch

wenig operational ist. Für die Bewirtschaftung der NMF-Waldflächenkategorie „Wirtschaftswald mit naturschutzfachlichen Mindeststandards“ wird von Höltermann (2013) bspw. auf die „Gute fachliche Praxis“ (GfP) von Winkel und Volz (2003) verwiesen. Nach §14(2) des Bundesnaturschutzgesetzes (BNatSchG) (2009), widerspricht die forstliche Bodennutzung nicht den Zielen des Naturschutzes und der Landschaftspflege, solange sie §5(2-4) BNatSchG sowie die sich aus dem Forstrecht ergebenden Regeln beachtet. Die GfP bietet als unbestimmter Rechtsbegriff hierdurch keine quantitativen, operationalen Bewirtschaftungszielgrößen. Winkel und Volz (2003:15) stellen fest, dass unbestimmt bleibt „[...] welcher naturschutzfachliche Anspruch mit der Guten fachlichen Praxis formuliert wird [...]“ und dass sich auch aus „[...] dem forstlichen Fachrecht [...]“ eine solche Konkretisierung nicht ergibt [...].“ Dementsprechend konnte über die von Winkel und Volz (2003) erarbeiteten Kriterien kein Konsens hergestellt werden. Vor diesem Hintergrund lassen sich daher zur Stellung der GfP bei einer Implementierung der „Neuen Multifunktionalität“ keine Annahme treffen. Die für eine Folgenabschätzung erforderliche Operationalisierung des NMF-Konzeptes von Höltermann (2013) kann daher nur auf Basis zum Teil pauschaler politischer Zielstellungen getroffen werden (z. B. Biodiversitätsstrategie (BMU, 2007) oder Waldstrategie 2020 (BMELV, 2011)). Für die NMF-Waldflächenkategorie „Wirtschaftswald mit naturschutzfachlichen Mindeststandards“ wird eine Bewirtschaftung nach hochwertigen ökologischen Standards im Rahmen einer freiwilligen Selbstverpflichtung unterstellt.

Bislang wurden in der öffentlichen Diskussion um die Forderung nach einer Erhöhung des Waldnaturschutz-niveaus häufig nur die Umsetzung einzelner naturschutzfachlicher Maßnahmen und deren Wirkungen auf andere Waldfunktionen isoliert betrachtet, jedoch nicht die Wirkung eines Naturschutzgesamtkonzeptes auf die Waldwirtschaft. Durch die Umsetzung naturschutzfachlicher Maßnahmen auf Waldflächen sind Mehraufwendungen für Waldeigentümer in der forstlichen Nutzung bspw. durch eine Erhöhung von Holzernte- und Verwaltungskosten oder durch zusätzliche Kosten für spezielle Naturschutzmaßnahmen, z. B. für Biotoppflege, zu erwarten. Zahlreiche Naturschutzmaßnahmen zur Erhöhung des Waldnaturschutz-niveaus werden jedoch durch die Eigentümer nicht durch aktive Leistungserstellung erbracht und sind als Aufwendungen messbar, sondern zielen auf eine Einstellung oder Extensivierung der forstlichen Nutzung (Rohholzproduktion). Solche Maßnahmen wirken als Mindererträge (Opportunitätskosten), welche entgangene oder nicht realisierte Erträge der forstlichen Nutzung durch Unterlassungen darstellen und nicht auf Basis forstbetrieblicher Buchführungsergebnisse ermittelbar sind (Seintsch et al., 2012).

Mindererträge der Forstwirtschaft durch Einstellung der forstlichen Nutzung wurden von Küppers und Dieter (2008) auf Basis der Waldgesamtrechnung (WGR) für die Waldflächenkategorie NAWS (not available for wood supply) bewertet. Mindererträge durch Extensivierung der forstlichen Nutzung wurden unter anderem von Wagner und Jönsson (2001), Möhring und Rüping (2006), Posavec et al. (2011),

Schmack et al. (2013) und Rosenkranz et al. (2014) ökonomisch bewertet. Von Wagner und Jönsson (2001) wurden die Deckungsbeitragsdifferenzen bei einer Umsetzung von naturschutzfachlichen Maßnahmen in FFH-Gebieten, auf Basis von Ertragstafelwerten und durchschnittlichen Erlös- und Kostensätzen, abgeschätzt. Möhring und Rüping (2006) entwickelten für die Ausweisung von Mindererträgen ein Bewertungskonzept für forstliche Nutzungsbeschränkungen, in dem Ertragsverluste auf Bestandesebene, als Folge von Abweichungen des jährlichen Holzproduktionswertes von dem der forstüblichen Waldbewirtschaftung, zusammengestellt sind. Von Posavec et al. (2011) wurden Minderertragsbewertungen mit Sortierungstafeln, Forsteinrichtungsdaten sowie durchschnittlichen Holzpreisen durchgeführt. Von Rosenkranz et al. (2014) wurden die Einschlags- und Deckungsbeitragsdifferenzen für FFH-Maßnahmenbündel auf Forstbetriebsebene mit einem forstbetrieblichen Simulationsmodell berechnet. Schmack et al. (2013) modellierten Nutzungseinschränkungen für Waldbehandlungsszenarien auf Grundlage der Bundeswaldinventur BWI 2002 und FFH-Maßnahmenplanungen.

Vor diesem Hintergrund ist es Ziel dieser Studie, die Opportunitätskosten (Verzichtskosten) der forstlichen Nutzung (Rohholzproduktion) bei einer Umsetzung des NMF-Konzeptes von Höltermann (2013) zur Erhöhung des Waldnaturschutzniveaus für den deutschen Wald abzuschätzen. Hierfür soll das NMF-Konzept auf Basis von Literaturrecherchen und eigenen Annahmen für die Berechnung der Verzichtskosten mit einem forstlichen Simulationsmodell für die drei Waldflächenkategorien mit ihren spezifischen Bewirtschaftungskonzepten operationalisiert werden. Für den deutschen Wald soll hierbei die Differenz zwischen einer Waldbehandlung nach dem Status quo mit dem aktuellen Waldnaturschutzniveau und einer Waldbehandlung nach NMF-Implementierung mit höheren naturschutzfachlichen Standards bestimmt werden.

## 2 Material und Methoden

Dem eigenen Ansatz liegt grundsätzlich das Verständnis zugrunde, dass Naturschutz auch eine Bewirtschaftung von Wald darstellt, bei der die knappen Produktionsfaktoren Boden, Arbeit und Kapital (= Kosten) zur Bereitstellung von Gütern (= Nutzen) eingesetzt werden. Da Naturschutzgüter überwiegend öffentliche Güter sind, deren Nutzen schwierig zu bewerten bzw. unbekannt ist (d. h. es bestehen Nutzenbewertungsprobleme), wird mit dem eigenen Ansatz keine Kosten-Nutzen-Analyse, sondern eine Opportunitätskostenanalyse verfolgt.

### 2.1 Das Strugholtz-Englert Simulationsmodell

Aufgrund „[...] der langen Lebenszyklen von Waldbäumen [liegen] zwischen einer waldbaulichen Entscheidung, ihrer Realisierung und der möglichen Beobachtung und Begutachtung von allen Handlungsfolgen viele Jahrzehnte bis hin zu Jahrhunderten [...] [und eine direkte Konfrontation eines

heute tätigen Bewirtschafters mit allen Folgen seiner Entscheidung [ist] [...] zumeist nur auf Grundlage von [...] Modellüberlegungen möglich“ (Oesten und Roeder, 2002: 140). Zur Berechnung der Opportunitätskosten wurde daher das Strugholtz-Englert-Simulationsmodell verwendet (Strugholtz 2010; Rosenkranz et al., 2014). Mit diesem Modell können die Auswirkungen forstlicher Handlungsoptionen für einen Zeitraum von bis zu 200 Jahren berechnet werden (Strugholtz, 2010). Das Modell basiert auf Setzungen zu forstlichen Steuerungsgrößen wie u. a. Durchforstungsart, Altersstruktur, Fläche und Bestockungsgrad, Pflanzzahlen, Kultur-, Läuterungs- und Holzerntekosten und Holzertlösen, für die Holzartengruppen Buche, Eiche, Fichte und Kiefer. Zusätzlich können die zukünftigen Anteile der Hauptbaumarten in den Folgebeständen sowie Produktionszeitveränderungen angegeben werden. Der Simulationslauf ist in eine waldwachstumskundliche Modellierung und eine Modellierung des forstlichen Nutzungsverhaltens aufgeteilt. Die waldwachstumskundliche Modellierung wird auf Basis der naturalen Eingangsdaten und den ertragstafelbasierten, parametrisierten Waldwachstumfunktionen von Smaltschinski (1998) durchgeführt. Bei der Modellierung des forstlichen Nutzungsverhaltens werden Holzermengen aus Vornutzungen, Kalamitäten und Endnutzungen im Zeitverlauf berechnet. Die Grundlage für diese Berechnung bilden u. a. betriebsindividuelle Durchforstungsvarianten, Produktionszeiten und Verjüngungsgänge für die Holzartengruppen. Nach der simulierten Endnutzung werden anhand holzartengruppen-spezifischer Pflanzzahlen und der zukünftig geplanten Baumartenverteilung die Flächen neu bestockt und somit wieder in die Nutzung gebracht.

Für die Berechnung der Umsetzung des NMF-Konzeptes wurden Zustands- und Zielgrößen in den verschiedenen Bewirtschaftungskategorien im Modell teilweise variiert. Im Einzelnen betraf dies die Zustandsgröße Waldfläche sowie die Zielgrößen zukünftige Umtriebszeiten und zukünftige Baumartenzusammensetzung. Alle anderen Eingangsdaten wurden in den verschiedenen Berechnungsvarianten nicht verändert.

Mit dem Simulationsmodell wurden die folgenden Kennzahlen der Waldbewirtschaftung berechnet:

1. Holznutzungsmenge in Erntefestmeter (Efm): Summe aus Vor- und Endnutzung sowie Kalamitätsholz
2. Deckungsbeitrag: holzerntekostenfreier Erlös abzüglich Kultur- und Läuterungskosten.

Die Kennzahlen wurden jeweils für die beiden Waldbehandlungsvarianten „Neue Multifunktionalität“ und „Status quo“ berechnet. Anschließend wurde die Differenz aus beiden Varianten gebildet.

Da das Strugholtz-Englert-Modell bisher kein Modul für die Berechnung der Nachliefermengen für den Aufbau oder Erhalt eines definierten Totholzvorrates aufweist, wurde hierfür in einer separaten Berechnung auf den online verfügbaren Totholzcalculator der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt zurückgegriffen (Meyer et al., 2009). Das Modell berechnet den Abbau von Totholzvolumen (stehend und liegend) mit einem linearen Modell (Meyer et al., 2009). Nach diesem Modell verbleiben bei einem unterstellten

Ausgangsvorrat von 15 m<sup>3</sup> Totholz/ha je Baumart (stehend und liegend) nach 20 Jahren noch 3,4 m<sup>3</sup> Totholz/ha in der Buche, 9,3 m<sup>3</sup> Totholz/ha in der Eiche, 7,1 m<sup>3</sup> Totholz/ha in der Fichte und 5,4 m<sup>3</sup> Totholz/ha in der Kiefer.<sup>1</sup>

## 2.2 Ertragswerte und Annuitäten

Auf Basis der mit dem Strugholtz-Englert-Simulationsmodell berechneten Deckungsbeiträge wurden für beide Waldbehandlungsvarianten die Ertragswerte als Summe der diskontierten Barwerte zuzüglich des diskontierten Abtriebswerts der jeweils letzten Simulationsperiode sowie die Annuitäten daraus berechnet.

Für die Berechnung veränderter Ertragswerte bei einer NMF-Umsetzung wurden für den 200-jährigen Simulationszeitraum zunächst die periodischen Überschüsse der beiden Waldbehandlungsvarianten „Status quo“ und „Neue Multifunktionalität“ gebildet. Aus diesen periodischen Überschüssen wurde für jede Periode die Summe der Barwerte durch Diskontierung der Deckungsbeiträge pro Jahr auf den heutigen Zeitpunkt berechnet. Als Maß für die Wertänderung der Waldbestände wurden zusätzlich die Abtriebswerte zum Ende des jeweiligen Betrachtungszeitraumes (Liquidationswert: Bewertung des stehenden Holzvorrates mit dem holzerntekostenfreien Erlös pro Holzartengruppe) pro Jahr auf den heutigen Zeitpunkt diskontiert. Anschließend wurde der Ertragswert für beide Waldbehandlungsvarianten als Summe aus Barwerten und diskontierten Abtriebswerten berechnet. Die Änderung des Ertragswertes durch Umsetzung naturschutzfachlicher Maßnahmen konnte dann aus der Differenz der Ertragswerte der beiden Berechnungsvarianten für verschiedene Zeiträume innerhalb des 200-jährigen Simulationszeitraums berechnet werden. Für die Berechnungen wurde ein Zinssatz von 1,5 % unterstellt. Die Abtriebswerte auf den Stilllegungsflächen gingen nicht in die Berechnung ein, da diese nicht mehr als Wirtschaftsgut für die Holzproduktion zur Verfügung stehen.

## 2.3 Operationalisierung der Waldbewirtschaftungsvarianten

Für die Berechnung der durch die Implementierung höherer naturschutzfachlicher Standards für die Forstwirtschaft entstehenden Mehraufwendungen und Mindererträge wurden die Differenzen zwischen zwei Waldbehandlungsvarianten berechnet. Die Waldbehandlungsvariante „Status quo“ beinhaltet die heutige Waldbewirtschaftung mit dem aktuellen Waldnaturschutzniveau. Bei der Variante „Neue Multifunktionalität“ wurde das NMF-Konzept von Höltermann (2013) durch eine Erweiterung der „Waldflächen ohne forstliche Nutzung“ und von „Wald mit Naturschutzvorrangfunktion“ sowie einer Umsetzung von zusätzlichen naturschutzfachlichen Maßnahmen auf der restlichen Wirtschaftswaldfläche implementiert.

Für die Umsetzung der Waldbewirtschaftungsvarianten im Simulationsmodell sind sowohl die Setzung der Eingangsdaten und Steuerungsgrößen für das Grundmodell sowie eine Operationalisierung der naturschutzfachlichen Maßnahmen nötig. Hierfür wurde im Wesentlichen auf Daten der BWI 2012, auf Vorgaben der Waldbaurichtlinien der Bundesländer<sup>2</sup>, auf die Biodiversitätsstrategie (BMU, 2007) und die Waldstrategie 2020 (BMELV, 2011), auf Zertifizierungsrichtlinien (z. B. FSC, PEFC) und die Operationalisierung von FFH-Maßnahmenplanungen in Buchenwald-Lebensraumtypen (Rosenkranz et al., 2014) zurückgegriffen. Weiterhin wurden Datenbanken der im Institut vorliegenden Buchführungsergebnisse des Testbetriebsnetzes Forst des BMEL (TBN-Forst) und der Steuerungsgrößen des Basisszenarios der Waldentwicklungs- und Holzaufkommensmodellierung (WEHAM) (BMELV, 2005a) verwendet.

Als Ausgangspunkt für die Simulation der Waldbehandlungsvarianten wurden die aktuellen Ergebnisse der BWI 2012 zum Zustand des deutschen Waldes als naturale Eingangsdaten verwendet. Hierbei wurde die Fläche der Holzartengruppen Fichte (inkl. Tanne und Douglasie), Kiefer (inkl. Lärche), Buche (inkl. andere Laubbäume mit niedriger und hoher Lebensdauer, außer Eiche) und Eiche direkt aus der BWI 2012 für die bestockte, begehbare Holzbodenfläche, abzüglich Lücken und Blößen (= 10.627.513 ha), entnommen. Da die Flächen der Holzartengruppen in der BWI zum Zeitpunkt der Kalkulation nur zusammengefasst in 20-jährigen Altersklassen vorlagen, wurden diese zu gleichen Teilen auf jeweils vier 5-Jahresperioden des Simulationsmodells aufgeteilt. Eine Ausnahme bildete die letzte BWI-Altersklasse (Bäume alter als 160 Jahre). Diese wurde auf acht 5-Jahres-Altersklassen im Simulationsmodell aufgeteilt. In einem nächsten Schritt wurden die Steuerungsgrößen zur (naturrellen) Waldbehandlung im Durchschnitt für die gesamte deutsche Waldfläche definiert. Zum Zeitpunkt der Berechnungen lag noch kein aktuelles WEHAM-Basisszenario 2012 vor, weshalb die Steuerungsgrößen zur Waldbewirtschaftung in Anlehnung an das WEHAM-Basisszenarios 2002 festgelegt (BMELV, 2005a) und um eigene Annahmen ergänzt wurden. Für alle Baumarten wurde hierbei eine starke Durchforstung sowie eine gestaffelte Endnutzung über einen Zeitraum von 20 Jahren unterstellt.

Ausgehend von diesen Grundannahmen zur forstwirtschaftlichen Waldbehandlung wurden der Status quo mit dem aktuellen Waldnaturschutzniveau sowie die zusätzlichen naturschutzfachlichen Maßnahmen zur NMF-Implementierung in forstwirtschaftliche Steuerungsgrößen mit Mehraufwands- und Minderertragstatbeständen operationalisiert (siehe Kap. 2.3.1 bis 2.3.3). Im nächsten Schritt erfolgte die ökonomische Bewertung mit holzartengruppendifferenzierten, durchschnittlichen, konstanten Preisen und Kosten über alle Waldeigentumsarten auf Basis der

<sup>1</sup> <http://www.nw-fva.de/WebTotholzkalkulator/TotholzVerbleib>

<sup>2</sup> Landesforst Mecklenburg-Vorpommern, 1996 und 2002; HessenForst, 2008 und 2011; SaarForst, 2003; Forst Brandenburg, 2004; BaySF, 2009; Schmalfuß et al., 2010; Niedersächsische Landesforsten, 2011; Landesforsten Rheinland-Pfalz, 2011; Landesforstbetrieb Sachsen Anhalt, 2014; Thüringen-Forst, ohne Jahr

Buchführungsergebnisse der TBN-Forstbetriebe (z. B. Holzerlöse, Kultur-, Läuterungs- und Holzerntekosten). Hierfür wurde auf die TBN-Daten des Jahres 2011 zurückgegriffen. Das Jahr 2011 wurde gewählt, da in diesem Jahr kein größeres, preisbeeinflussendes Sturmereignis stattgefunden und sich die Holzerlöse nach der Weltwirtschaftskrise wieder stabilisiert hatten (vgl. Ermisch et al., 2013).

### 2.3.1 Wald ohne forstliche Bewirtschaftung

Als Ausgangsfläche unserer Berechnung wurde der aktuell bestockte, begehbare Holzboden abzüglich Lücken und Blößen von 10.627.513 ha (BMEL, 2012) unterstellt. Die aktuelle „Waldfläche ohne forstliche Bewirtschaftung“ wird durch das NWE5-Projekt mit 213.145 ha angegeben. Im Rahmen des NWE5-Projektes wurden ausschließlich Waldflächen mit „natürlicher Waldentwicklung“ erfasst, welche eine Mindestflächengröße von 0,3 ha aufweisen, dauerhaft nicht forstlich genutzt werden (ohne zeitliche Begrenzung) und deren dauerhafter Schutzstatus durch rechtliche oder vertragliche Sicherstellung oder dokumentierte Eigenbindung nachgewiesen ist (Engel, 2013: 9). Die BWI 2012 weist dagegen eine Fläche von ca. 450.000 ha Holzboden aus, „[...] auf der Holznutzung nicht erlaubt oder nicht zu erwarten ist [...]“ (BMEL, 2012: 38). Hierin sind jedoch auch bspw. Waldflächen enthalten, bei denen eine Einstellung der Holznutzung nicht durch einen dauerhaften und formalen Schutzstatus geregelt ist. Daher wird in unserer Studie zur Definition des Status quo auf die Ergebnisse des NWE5-Projektes (213.145 ha Wald mit natürlicher Waldentwicklung) zurückgegriffen. Übertragen auf die BWI 2012 Gesamtwaldfläche entspricht die absolute Stilllegungsfläche von Engel (2013) 2,1 %. Zur NMF-Umsetzung wird daher eine Erhöhung der Waldflächenkategorie „Wald ohne forstliche Bewirtschaftung“ um 2,9 %-Punkte auf insgesamt 5 %, gemäß der Zielsetzung der Biodiversitätsstrategie (BMU, 2007) unterstellt. Da in Hinsicht auf die Waldstruktur der stillgelegten Flächen im „Status quo“ und in der „Neuen Multifunktionalität“ (z. B. Altersklassenstruktur, Flächenanteil der Holzartengruppen) die Ergebnisse des NWE5-Projektes (Wildmann, 2013) nicht präzise übertragbar sind, wurde für die Berechnungen eine gleichmäßige Verteilung der Flächen mit natürlicher Waldentwicklung über alle Altersklassen und Holzartengruppen der BWI 2012 angenommen.

Ein weiteres Ziel der Biodiversitätsstrategie ist die Entstehung von Wildnisgebieten auf 2 % der Fläche Deutschlands (BMU, 2007). Es wird jedoch nicht spezifiziert, wie hoch der Flächenanteil von Wildnisgebieten im Wald sein soll und ob die Wildnisgebiete zusätzlich zu den 5 % stillgelegten Waldflächen ausgewiesen oder Teil davon werden sollen. Daher wird im Rahmen dieser Studie unterstellt, dass sich die Wildnis im Wald innerhalb der „Waldfläche mit natürlicher Waldentwicklung“ (5 %-Ziel) findet.

### 2.3.2 Wald mit Naturschutzvorrangfunktion

Für den Flächenumfang der „Waldflächen mit Naturschutzvorrangfunktion“ und für die Operationalisierung der

naturschutzfachlichen Maßnahmen auf diesen Flächen müssen weitere Annahmen getroffen werden. Zur Bestimmung des Anteils der NMF-Waldflächenkategorie „Waldflächen mit Naturschutzvorrangfunktion“ wird auf die Studie von Polley (2009) zurückgegriffen. Für die intensiven Schutzgebietskategorien (Naturschutzgebiete, Nationalparke, Biosphärenreservate, Natura 2000-Gebiete) weist Polley (2009) einen Anteil von 25 % aus, die sich jedoch untereinander teilweise überlagern können. Die Natura 2000-Schutzgebiete hatten im Jahr 2009 bspw. einen Anteil von 24 % und die Naturschutzgebiete einen Anteil von 6 % an der deutschen Waldfläche (Polley, 2009). Innerhalb der Natura 2000-Gebiete befinden sich 816.620 ha FFH-Waldlebensraumtypen (entspricht 7,7 % der bestockten Waldfläche abzüglich der „Waldflächen ohne forstliche Bewirtschaftung“) für die größtenteils naturschutzfachliche Maßnahmenplanungen vorliegen (BfN, 2012). Die neueren Entwicklungen hinsichtlich der Fläche ohne forstliche Nutzungen im Wald, und die Flächenanteile sowie der Grad der Überlagerung einzelner Schutzkategorien sind unbekannt. Es ist anzunehmen, dass seit dem Jahr 2009 noch weitere Schutzgebietsflächen mit intensivem Schutzstatus hinzugekommen sind.

Für unsere Berechnungen wird daher in Anlehnung an die von Polley (2009) erarbeiteten Ergebnisse unterstellt, dass zur Umsetzung des NMF-Konzeptes 25 % der deutschen Gesamtwaldfläche als „Waldflächen mit Naturschutzvorrangfunktion“ ausgewiesen werden. Es wird jedoch angenommen, dass naturschutzfachliche Maßnahmenplanungen im „Status quo“ aktuell erst auf einem Teil der „Waldflächen mit Naturschutzvorrangfunktion“ umgesetzt werden. Diese Teilflächen beinhalten die FFH-Waldlebensraumtypen (7,7 %) einschließlich ihrer Baumartenverteilung. Es sind aber in den deutschen Wäldern weitere Schutzflächen vorhanden, auf denen naturschutzfachliche Maßnahmen umgesetzt werden könnten, so möglicherweise auf Flächen der Deutschen Bundesstiftung Umwelt oder des Naturschutzbunds Deutschland. Um diese Flächen abzudecken, wurden die 816.620 ha Schutzfläche für FFH-Waldlebensraumtypen pauschal, über alle Baumarten, auf 900.000 ha ausgeweitet. Für die Waldbehandlungsvariante „Status quo“ errechnet sich folglich, dass auf rund 8,5 % des bestockten, begehbaren Holzbodens naturschutzfachliche Maßnahmenplanungen auf der NMF-Waldflächenkategorie „Wald mit Naturschutzvorrangfunktion“ realisiert sind. Diese Maßnahmenfläche wird in der Waldbehandlungsvariante „Neue Multifunktionalität“ von 8,5 % auf 25 % erweitert. Für die jeweils restliche Fläche wird angenommen, dass diese im „Status quo“ regulär forstlich bewirtschaftet wird. Vor diesem Hintergrund werden in der Waldbehandlungsvariante „Status quo“ 8,5 % und „Neue Multifunktionalität“ 25 % für die Flächenmodellierung mit speziellem Schutzzweck unterstellt.

Während Mindererträge in Wäldern ohne forstliche Nutzung (Stilllegung) durch eine Bewertung des Flächentotalausfalls für die forstliche Nutzung leicht abschätzbar sind, müssen für die NMF-Waldflächenkategorie „Waldflächen mit Naturschutzvorrangfunktion“ naturschutzfachliche Maßnahmen abgeleitet werden, die auf eine Verbesserung des Waldnaturschutzniveaus abzielen und gleichzeitig Einschränkungen

für die forstliche Nutzung darstellen. Auf den „Waldflächen mit Naturschutzvorrangfunktion“ könnten unterschiedlichste Arten- und Biotopschutzmaßnahmen sowie auch kulturhistorische Nutzungsformen (z. B. Nieder- und Mittelwaldbewirtschaftung) umgesetzt werden. Aus forschungsökonomischen Gründen konnte diese Vielzahl unterschiedlicher Schutzmaßnahmen nicht einzeln bewertet werden. Aus diesem Grund unterstellen wir für unsere Berechnungen, dass die spezifischen Schutzzwecke durch Umsetzung von typischen FFH-Maßnahmen für Waldlebensraumtypen abgedeckt sind.

Auf Basis von Rosenkranz et al. (2012), Seintsch et al. (2012), Wagner und Jönsson (2001), FVA (2007) und Schmack et al. (2013) wurden vier naturschutzfachliche FFH-Maßnahmen ausgewählt, aus denen im Besonderen Minderertragsbestände bzw. Nutzungsverzichte für die forstliche Rohholzerzeugung resultieren:

1. Erhalt / Erhöhung der lebensraumtypischen Artensammensetzung
2. Erhalt / Erhöhung des Anteils vorhandener Habitatbäume
3. Erhalt / Erhöhung des Totholzanteils
4. Erhalt / Erhöhung des Altholzanteils

Diese vier FFH-Maßnahmen dürften die Naturschutzanforderungen für eine Umsetzung höherer naturschutzfachlicher Standards in der NMF-Flächenkategorie „Waldflächen mit Naturschutzvorrangfunktion“ hinreichend abdecken (Seintsch et al., 2012). Die aufgeführten naturschutzfachlichen Maßnahmen können Auswirkungen für Waldbesitzer haben, die zu Mehraufwand oder Mindererträgen führen (Seintsch et al., 2012; Rosenkranz et al., 2014). Diese Auswirkungen sowie die Operationalisierung der Maßnahmen zur Berechnung mit dem Strugholtz-Englert-Modell sind für beide Waldbehandlungsvarianten im Folgenden beschrieben:

**Einschränkung der Baumartenwahl:** Eine Erhöhung des Laubholzanteils kann in zweifacher Hinsicht zu Ertrags einbußen führen. Zum einen wird auf das ertragsstärkere Nadelholz verzichtet. Des Weiteren resultieren aus einem naturschutzorientierten Waldumbau zusätzliche Investitionskosten (z. B. Kultur- und Läuterungskosten). Auf Grundlage der FFH-Bewertungsschemata für Waldlebensraumtypen der Länder wurden 80 % Laubholzanteil als Ziel auf den „Waldflächen mit Naturschutzvorrangfunktion“ unterstellt (entspricht der FFH-Zielvorgabe für den Erhaltungszustand B) (Rosenkranz et al., 2012). Der Laubholzanteil in der Waldbehandlungsvariante „Status quo“ beträgt derzeit rund 90 % auf den „Waldflächen mit Naturschutzvorrangfunktion“ und muss folglich nicht weiter angehoben werden. Bei einer Umsetzungsvariante „Neue Multifunktionalität“ beträgt der Laubholzanteil auf den 25 % „Waldflächen mit Naturschutzvorrangfunktion“ 63 %. In der Waldbehandlungsvariante „Neue Multifunktionalität“ muss der Laubholzanteil folglich um 17 %-Punkte angehoben werden.

**Punktuelle und kleinflächiger Nutzungsverzicht:** Die dauerhafte Ausweisung von Habitatbäumen oder Habitatbaumgruppen im Wald kommt einer Stilllegung und

damit einer Verringerung der forstlichen Produktionsfläche und eines Verlusts an Rohholzaufkommen, gleich. Die BWI 2012 weist insgesamt 23,7 Millionen (Mio.) Habitatbäume aus. Davon sind jedoch 22 Mio. Höhlenbäume, die durch Spechtaktivitäten oder abgebrochene Äste entstehen. Die restlichen 1,74 Mio. Bäume bestehen aus Horstbäumen, die leicht identifizierbar sein dürften, sowie aus dauerhaft markierten Habitatbäumen. Wir nehmen an, dass es sich hierbei überwiegend um Altbäume ab dem Alter 100 handelt. Altbäume ab dem Alter 100 nehmen gemäß der BWI 2012 derzeit eine Fläche von rund 2,28 Mio. ha ein. Auf die Gesamtfläche der nicht aus der Nutzung genommenen Holzbodenfläche verteilt entsprechen die 1,74 Mio. Habitat- und Höhlenbäume rund 0,76 Habitatbäumen pro Hektar auf Waldflächen ab dem Alter 100. Wir unterstellen hierbei, dass auf „Waldflächen mit Naturschutzvorrangfunktion“ mehr Habitatbäume stehen als im Wirtschaftswald. Für die Waldbehandlungsvariante „Status quo“ schätzen wir daher 2 Habitatbäume pro Hektar auf „Waldflächen mit Naturschutzvorrangfunktion“ sowie 0,5 Habitatbäume pro Hektar im Wirtschaftswald. Auf Grundlage der Maßnahmenplanungen und der Erhaltungszustandsbewertungen in FFH-Gebieten (Rosenkranz et al., 2012) wurde in der Waldbehandlungsvariante „Neue Multifunktionalität“ eine durchschnittliche Erhöhung von 2 auf 5 Habitatbäume pro Hektar in der NMF-Flächenkategorie „Wald mit Naturschutzvorrangfunktion“ unterstellt. Als vereinfachende Annahme wurde unterstellt, dass die dauerhaft ausgewiesenen Habitatbäume über den 200-jährigen Simulationszeitraum vital bleiben und nicht zur Nachlieferung des Totholzvorrates beitragen.

**Belassen von Totholz:** In den FFH-Maßnahmenplanungen wird der Erhalt eines definierten Totholzvorrates zusätzlich zur Ausweisung von Habitatbäumen gefordert (Rosenkranz et al., 2012). Aufgrund der natürlichen Holzersetzung bedingt der Erhalt dieses Totholzvorrates kontinuierliche Nachlieferungsmengen, welche einen Nutzungsverzicht für Waldbesitzer darstellen. Zur Abschätzung dieses Nutzungsverzichts wurde in unseren Berechnungen die Annahme getroffen, dass natürliche Mortalität im Kontext der Totholznachlieferungsmengen zu vernachlässigen ist. Die BWI 2012 weist eine durchschnittliche Menge stehenden und liegenden Totholzes von 20,6 m<sup>3</sup> pro Hektar Wald aus. Abfuhrreste und Wurzelaufläufe wurden von dieser Gesamttotholzmenge abgezogen. Diese Mengen dürften naturschutzfachlich einen geringen Wert haben und sind auch nicht als Nutzungsverzicht der Rohholzproduktion zu bewerten. Somit wurde für unsere Studie ein Durchschnittswert von 14,7 m<sup>3</sup> Totholz pro Hektar unterstellt, der in der Waldbehandlungsvariante „Status quo“ gehalten wird. In Anlehnung an die Arbeiten von Winter (2010) wurde bei NMF-Umsetzung zur Anhebung des Waldnaturschutzniveaus für die „Waldflächen mit Naturschutzvorrangfunktion“ ein Zielwert von 50 m<sup>3</sup> Totholz pro Hektar angenommen. Für die Simulation

wurde hierbei unterstellt, dass die fehlende Totholzmenge von 34,3 m<sup>3</sup> in den ersten 10 Jahren nach Simulationsbeginn aufgebaut und der Zieltotholzvorrat von 50 m<sup>3</sup> dann in den Folgejahren konstant gehalten wird.

**Erhöhung der Produktionszeit:** In beiden Waldbehandlungsvarianten wurde auf den „Waldflächen mit Naturschutzvorrangfunktion“ zur Erhöhung des Altholzanteils pauschal eine Erhöhung der Produktionszeiten um 20 Jahre unterstellt. Die Produktionszeit der Holzarten-Gruppe Buche wurde damit von 150 Jahre auf 170 Jahre, die der Eiche von 180 Jahre auf 200 Jahre, die der Fichte von 120 Jahre auf 140 Jahre und die der Kiefer von 140 Jahre auf 160 Jahre verlängert. Die Erhöhung der Produktionszeit führt zu einem Aufschub der Endnutzung und dadurch zu zeitverzögerten Erträgen. Die aus der forstlichen Praxis bekannte altersbedingte Holzqualitätsentwertung der Bäume, beispielsweise durch Rotkern oder Fäule, und die damit verbundene Veränderung der Sortimentsstruktur konnte aufgrund des geringen Kenntnisstandes zu den Zusammenhängen nicht bewertet werden. Da auf Basis des TBN-Forst keine Informationen zu den sortiments- und dimensionsspezifischen Holzerlösen vorliegen, konnte ebenfalls nicht berücksichtigt werden, dass bei einigen Nadelholzarten für starkes, sägefähiges Stammholz Preisabschläge in der Praxis bestehen.

**Erhöhung der Holzerntekosten:** Durch Arbeitssicherheitsmaßnahmen (z. B. seilunterstützte Fällung) wegen totholzreicher Kronen von Altholz- und Habitatbäumen sowie durch die Erhöhung von Rückegassenabständen zur Schonung des Waldbodens können sich Holzerntekosten erhöhen. In Anlehnung an Seintsch et al. (2012) wurden in beiden Waldbehandlungsvarianten Mehrkosten von 1 €/Efm pro Habitatbaum auf der Fläche für Arbeitssicherheitsmaßnahmen bei der Ernte der umstehenden Bäume unterstellt. Für den „Waldflächenanteil mit Naturschutzvorrangfunktion“ wurde weiterhin unterstellt, dass die Abstände der Rückegassen in beiden Waldbehandlungsvarianten (somit auch auf den zusätzlichen Naturschutzvorrangflächen in der Waldbehandlungsvariante „Neue Multifunktionalität“) aus naturschutzfachlicher Sicht bereits ausreichend und daher nicht erhöht werden müssen. Es entstehen auf diesen Flächen daher keine zusätzlichen Rückungskosten.

**Erhöhung der Verwaltungskosten:** Bei einer Anhebung des Waldnaturschutzniveaus können zusätzliche Verwaltungskosten in der Holzernte z. B. durch vermehrten Aufwand bei der Hiebsplanung oder durch Abstimmungen mit den Naturschutzverwaltungen entstehen. Der Kenntnisstand zu den Veränderungen der Verwaltungskosten von Forstbetrieben bei einer Anhebung des Waldnaturschutzniveaus oder nach Ausweisung von Schutzgebietskulissen ist bisher gering. Von Seintsch et al. (2012: 86) wurden zusätzliche jährliche Verwaltungskosten für die Waldbewirtschaftung in FFH-Buchenlebensraumtypen in 18 von 21 untersuchten Fallbeispielsbetrieben mit im Mittel 9,10 €/ha erhoben. Bei einer ebenfalls von Seintsch et al. (2012: 86)

durchgeführten bundesweiten Online-Befragung wurde ein zusätzlicher Verwaltungsaufwand für den jährlichen Betriebsvollzug auf FFH-Gebietsflächen von 28 % der befragten Forstbetriebe (25 Betriebe) mit durchschnittlich 12,16 €/ha pro Jahr ermittelt (Befragung erfolgte im laufenden FFH-Umsetzungsprozess). Für die eigene Untersuchung werden erhöhte Verwaltungskosten von 9,1 €/ha/Jahr innerhalb der Waldflächenkategorie Wald mit Naturschutzvorrangfunktion unterstellt.

### 2.3.3 Wirtschaftswald mit naturschutzfachlichen Mindeststandards

Wie in den Kapitel 2.2.1 beschrieben, wird für die Studie im „Status quo“ ein „Waldflächenanteil ohne forstliche Bewirtschaftung“ von 2,1 % angenommen. Weiterhin wird angenommen, dass im „Status quo“ die „Waldfläche mit Naturschutzvorrangfunktion“ mit umgesetzten Naturschutzmaßnahmen 8,5 % der Gesamtwaldfläche beträgt. Diese Maßnahmenfläche wird in der Waldbehandlungsvariante „Neue Multifunktionalität“ auf 25 % ausgeweitet. (Kapitel 2.2.2). Der Flächenanteil des „Wirtschaftswalds mit naturschutzfachlichen Mindeststandards“ beträgt somit in der Waldbehandlungsvariante „Status quo“ 89,4 % der Gesamtwaldfläche. Für die Berechnung der Waldbehandlung im „Status quo“ werden keine Änderungen der forstlichen Bewirtschaftung unterstellt. Durch die Erweiterung der Flächenkategorien „Waldflächen mit Naturschutzvorrangfunktion“ auf 25 % und „Waldfläche ohne forstliche Bewirtschaftung“ auf 5 %, reduziert sich die Fläche der Kategorie „Wirtschaftswald mit naturschutzfachlichen Mindeststandards“ in der Bewirtschaftungsvariante „Neue Multifunktionalität“ auf 70 % des bestockten Holzbodens. Auf diesen werden zusätzliche naturschutzfachliche Maßnahmenplanungen zur Implementierung des NMF-Konzeptes unterstellt.

Für die Operationalisierung der naturschutzfachlichen Maßnahmenplanungen auf den Flächen des „Wirtschaftswalds mit naturschutzfachlichen Mindeststandards“ wurden im Wesentlichen Annahmen auf Basis der Waldstrategie 2020 (BMELV, 2011) und der Biodiversitätsstrategie (BMU, 2007) getroffen. Die Biodiversitätsstrategie nennt bspw. als Ziele für die Waldbewirtschaftung bis zum Jahr 2020 das Vorhandensein eines in Menge und Qualität ausreichenden Alt- und Totholzanteils, die Reduktion nicht-standortheimischer Baumarten sowie eine Bewirtschaftung von 80 % der Waldfläche nach forstlichen Zertifizierungssystemen. Aus diesen Zielen wurden nachfolgende vier naturschutzfachliche Maßnahmenbereiche abgeleitet:

1. Anbau von standortgerechten Baumarten
2. Punktuelle und kleinflächige Stilllegung von Waldflächen (z. B. Habitatbäumen)
3. Erhöhung des Totholzvorrates
4. Erhöhung des Altholzanteils durch Erhöhung der Produktionszeit

Diese naturschutzfachlichen Maßnahmen wurden auf Basis der nachfolgend aufgeführten Literatur operationalisiert. War keine Literatur vorhanden, so wurden eigene Annahmen getroffen:

**Einschränkung der Baumartenwahl:** In der Waldstrategie 2020 wird der Anbau standortgerechter und überwiegend heimischer Baumarten gefordert, in der Biodiversitätsstrategie die Vermehrung standortheimischer Arten sowie die kontinuierliche Reduktion nicht standortheimischer Arten (BMU, 2007; BMELV, 2011). Im Rahmen der Studie wird aus diesen Zielen abgeleitet, dass der Anteil von Laubholz erhöht werden soll. In Anlehnung an Regelungen in Waldbaukonzepten ausgewählter Landesforstverwaltungen (Landesforst Mecklenburg-Vorpommern, 1996; HessenForst, 2008 und Niedersächsische Landesforsten, 2011) wird ein durchschnittlicher Anteil von 60 % Laubholz auf „Wirtschaftswaldflächen mit naturschutzfachlichen Mindeststandards“ bei einer NMF-Implementierung unterstellt. Außer diesen waldbaulichen Zielwerten in den Waldbaukonzepten der Länder lagen den Autoren keine weiteren operationalen Zielformulierungen zur Erhöhung des Laubholzanteils vor. Der Laubholzanteil im „Status quo“ beträgt 44 %. In der Waldbehandlungsvariante „Neue Multifunktionalität“ wird der Laubholzanteil daher um 16 %-Punkte angehoben. Bei dieser Annahme handelt es sich um einen Durchschnittswert für den gesamten deutschen Wald, welcher nicht zwangsläufig von jeder Waldeigentumsart durchschnittlich zu erfüllen wäre.

**PunktueLLer und kleinflächiger Nutzungsverzicht:** Auf Grundlage der Alt- und Totholzprogramme von zehn Landesforstverwaltungen (Landesforst Mecklenburg-Vorpommern, 2002; SaarForst, 2003; Forst Brandenburg, 2004; BaySF, 2009; Schmalfuß et al., 2010; HessenForst, 2011; Landesforsten Rheinland-Pfalz, 2011; Niedersächsische Landesforsten, 2011; Landesforstbetrieb Sachsen Anhalt, 2014; Thüringen-Forst, ohne Jahr) wurden bei Umsetzung des NMF-Konzeptes 3 Habitatbäume pro Hektar in Beständen ab dem Alter 100 Jahre unterstellt. Ausgehend von im „Status quo“ unterstellten 0,5 Habitatbäumen pro Hektar resultiert hieraus eine Erhöhung um 2,5 Habitatbäume pro Hektar in der Waldbehandlungsvariante „Neue Multifunktionalität“.

**Steigerung des Totholzanteils:** In Anlehnung an die Studie von Winter (2010) wird in der Waldbehandlungsvariante „Neue Multifunktionalität“, eine Erhöhung des Totholzvorrates von 14,7 m<sup>3</sup> pro Hektar im „Status quo“ auf 30 m<sup>3</sup> pro Hektar unterstellt. Dabei wurde zunächst der Aufbau des Zielvorrats in den ersten 10 Jahren nach Simulationsbeginn berechnet und der Zieltotholzvorrat von 30 m<sup>3</sup> dann in den Folgejahren konstant gehalten.

**Erhöhung des Produktionszeit:** Für unsere Berechnungen unterstellen wir, dass in beiden Waldbehandlungsvarianten keine Erhöhung der Umtriebszeit auf „Wirtschaftswaldflächen mit naturschutzfachlichen Mindeststandards“ stattfindet, sondern dass der Altholzbedarf durch die Erhöhung der Habitatbaumanzahlen abgedeckt wird.

**Erhöhung der Holzerntekosten:** Wie bereits bei der Operationalisierung der naturschutzfachlichen Maßnahmen auf den „Waldflächen mit Naturschutzvorrangfunktion“ wird in beiden Waldbehandlungsvarianten eine

Erhöhung der Holzerntekosten um 1 €/Efm pro Habitatbaum für Arbeitssicherheitsmaßnahmen unterstellt. Der Abstand von dauerhaften Rückegassen im Wirtschaftswald wird im „Status quo“ auf 20 bis 30 m geschätzt. In der Waldbewirtschaftungsvariante „Neue Multifunktionalität“ werden, in Anlehnung an aktuelle Zertifizierungsrichtlinien eine Erhöhung der Rückegassenabstände auf 40 m unterstellt. In Folge wurden pauschal zusätzliche Holzerntekosten von 3 €/Efm angenommen (AFL Niedersachsen, 2010; FSC, 2012).

**Erhöhung der Verwaltungskosten:** In der Waldbehandlungsvariante „Neue Multifunktionalität“ wird auf den „Wirtschaftswaldflächen mit naturschutzfachlichen Mindeststandards“ ebenfalls eine Erhöhung der Verwaltungskosten um 9,1 €/ha in Folge des erhöhten Waldnaturschutzniveaus für bspw. aufwendigere Hiebsplanung oder Abstimmung von forstlichen Maßnahmen mit Naturschutzverwaltungen unterstellt.

Die vorgestellten Annahmen und zentralen Datenquellen zur Operationalisierung des NMF-Konzeptes sind für die beiden Waldbehandlungsvarianten in Tabelle 1 nochmals vergleichend gegenübergestellt.

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Rohholzaufkommen

Bei einer Weiterführung der Waldbewirtschaftung nach dem „Status quo“ würden in den nächsten 200 Jahren auf den „Waldflächen mit Naturschutzvorrangfunktion“ zwischen 5,5 und 7,0 Efm/ha/Jahr, im Mittel 6,3 Efm/ha/Jahr, an Rohholz eingeschlagen werden. Im „Wirtschaftswald mit naturschutzfachlichen Mindeststandards“ sind es zwischen 7,2 und 8,4 Efm/ha/Jahr, im Mittel 7,8 Efm/ha/Jahr. Für die gesamte deutsche Holzbodenfläche berechnet sich ein Rohholzaufkommen zwischen 6,9 und 8,1 Efm/ha/Jahr, im Mittel 7,5 Efm/ha/Jahr (Tabelle 2). Bei einer Fortführung des „Status quo“ entspricht dies insgesamt einem Rohholzaufkommen zwischen 73,4 und 85,7 Mio. Efm/Jahr und im Mittel 79,6 Mio. Efm/Jahr.

Bei einer Umsetzung des NMF-Konzeptes zur Anhebung des Waldnaturschutzniveaus reduziert sich das Rohholzaufkommen auf der gesamten deutschen Holzbodenfläche auf 5,7 bis 7,2 Efm/ha/Jahr, im Mittel um 6,4 Efm/ha/Jahr. In der Waldbewirtschaftungsvariante „Neue Multifunktionalität“ können auf den Flächenkategorien „Wirtschaftswald mit naturschutzfachlichen Mindeststandards“ dann im Mittel nur noch 7,0 Efm/ha/Jahr (zwischen 6,5 und 7,8 Efm/ha/Jahr) und auf den „Waldflächen mit Naturschutzvorrangfunktion“ im Mittel nur noch 6,0 Efm/ha/Jahr (zwischen 4,7 bis 7,0 Efm/ha/Jahr) Rohholz eingeschlagen werden (Tabelle 2). Auf der Gesamtwaldfläche entspricht dies bei einer Umsetzung der „Neue Multifunktionalität“ einem Rohholzaufkommen zwischen 60,6 und 76,5 Mio. Efm/Jahr und im Mittel 68,4 Mio. Efm/Jahr. In der Differenz der beiden Waldbehandlungsvarianten ergibt sich ein Verlust an Rohholzaufkommen von 7,6 bis 14,9 Mio. Efm/Jahr, im Mittel von rund 11,2 Mio. Efm/Jahr durch eine Erhöhung des Waldnaturschutzniveaus nach dem NMF-Konzept (Tabelle 2).



**Tabelle 1**

Operationalisierung der Waldbewirtschaftungsvarianten „Status quo“ und „Neue Multifunktionalität“ für die Modellrechnung

	„Status quo“		„Neue Multifunktionalität“	
	Maßnahmen	Quelle	Maßnahmen	Quelle
Wald ohne forstliche Bewirtschaftung	2,1 %	Engel (2013)	5 %	BMU (2007)
Wald mit Naturschutzvorrangfunktion	8,5 %	Polley (2009), BfN (2012)	25 %	Polley (2009)
Einschränkung der Baumartenwahl	Keine Erhöhung des Laubholzanteils (IST: 90 %)	BMEL (2012)	Erhöhung des Laubholzanteils von 63 % auf 80 %	BMEL (2012), Rosenkranz et al. (2012)
Punktuelle Nutzungsverzichte	Keine Erhöhung der Habitatbaumanzahl (IST: 2 Stück/ha)	Annahme auf Basis von BMEL (2012)	Erhöhung der Habitatbaumanzahl von 2 auf 5 Stück/ha	Rosenkranz et al. (2012)
Belassen von Totholz	Keine Erhöhung des Totholzanteils (IST: 14,7 m <sup>3</sup> /ha)	BMEL (2012)	Erhöhung des Totholzanteils von 14,7 m <sup>3</sup> auf 50 m <sup>3</sup>	Annahme auf Basis von Winter (2010)
Erhöhung der Produktionszeit	Erhöhung um 20 Jahre für alle Baumarten	Seintsch et al. (2012)	Erhöhung um 20 Jahre für alle Baumarten	Seintsch et al. (2012)
Erhöhung der Holzerntekosten	2 €/Efm (für 2 Habitatbäume /ha)	Seintsch et al. (2012)	5 €/Efm (für 5 Habitatbäume /ha)	Seintsch et al. (2012)
Erhöhung der Verwaltungskosten	Erhöhte Verwaltungskosten von 9,1 €/ha/Jahr	Seintsch et al. (2012)	Erhöhung der Verwaltungskosten um 9,1 €/ha/Jahr	Seintsch et al. (2012)
<b>Wirtschaftswald mit naturschutzfachlichen Mindeststandards</b>	<b>89,4 %</b>	<b>Eigene Berechnung</b>	<b>70 %</b>	<b>Eigene Berechnung</b>
Einschränkung der Baumartenwahl	Keine Erhöhung des Laubholzanteils (IST: 44 %)	BMEL (2012)	Erhöhung des Laubholzanteils von 44 % auf 60 %	BMU (2007), BMELV (2011), BMEL (2012), Rosenkranz et al. (2012), Waldbaurichtlinien aus 3 Bundesländern (siehe Text)
Punktuelle Nutzungsverzichte	Keine Erhöhung der Habitatbaumanzahl (IST: 0,5 Stk./ha)	Annahme auf Basis von BMEL (2012)	Erhöhung der Habitatbaumanzahl von 0,5 auf 3 Stück/ha	Annahme auf Basis von Waldbaurichtlinien sowie Alt- und Totholzkonzepten aus 10 Bundesländern (siehe Text)
Belassen von Totholz	Keine Erhöhung des Totholzanteils (IST: 14,7 m <sup>3</sup> /ha)	BMEL (2012)	Erhöhung des Totholzanteils von 14,7 m <sup>3</sup> auf 30 m <sup>3</sup>	Annahme auf Basis von Winter (2010)
Erhöhung der Produktionszeit	Keine Erhöhung der Produktionszeit	Seintsch et al. (2012)	Keine Erhöhung der Produktionszeit	Seintsch et al. (2012)
Erhöhung der Holzerntekosten	0,5 €/Efm (für 0,5 Habitatbäume /ha)	Seintsch et al. (2012)	6 €/Efm (für 3 Habitatbäume /ha sowie für Erhöhung der Rückegassenabstände auf 40 m)	AFL Niedersachsen (2010), FSC (2012), Seintsch et al. (2012)
Erhöhung der Verwaltungskosten	Keine Erhöhung der Verwaltungskosten	Seintsch et al. (2012)	Erhöhung der Verwaltungskosten um 9,1 €/ha/Jahr	Seintsch et al. (2012)

Die Differenzen des jährlichen Rohholzaufkommens zwischen den Waldbehandlungsvarianten „Status quo“ und „Neue Multifunktionalität“ sind untergliedert nach Holzartengruppen für den 200-jährigen Betrachtungszeitraum in Abbildung 1 dargestellt. Auf den ersten Blick wird der Rohholzaufkommensverlust in allen Holzartengruppen in der ersten Berechnungsperiode deutlich. Dieser Verlust erhöht sich für das Nadelholz (Holzartengruppen Fichte und Kiefer in Summe) bis zur achten Periode des Betrachtungszeitraums und sinkt danach wieder leicht ab. Für die

Holzartengruppen Buche und Eiche erhöht sich ab der dritten Periode das Rohholzaufkommen und steigt weiter an.

Schwankungen in der Höhe des Rohholzaufkommens ergeben sich grundsätzlich in beiden Waldbehandlungsvarianten durch die Verteilung der Baumarten und die Altersklassenstruktur sowie die unterstellten Produktionszeiten. Die Differenzen des Rohholzaufkommens zwischen den beiden Waldbehandlungsvarianten resultieren aus unterschiedlichen Flächenanteilen von „Wald ohne forstliche Bewirtschaftung“ und dauerhaft ausgewiesenen Habitatbäumen

**Tabelle 2**

Vergleich des minimalen, maximalen und mittleren Rohholzaufkommens in Efm pro Hektar und Jahr in der 200-jährigen Simulationsperiode für die Waldbehandlungsvarianten „Status quo“ und „Neue Multifunktionalität“ sowie die Gesamtdifferenz aus beiden Waldbehandlungsvarianten in Mio. Efm je Jahr

Gesamteinschlag [Efm/ha/Jahr]	Mittelwert	Minimum	Maximum
<b>„Status quo“</b>			
Wald ohne forstliche Bewirtschaftung (2,1 %)	0,0	0,0	0,0
Wald mit Naturschutzvorrangfunktion (8,5 %)	6,3	5,5	7,0
Wirtschaftswald mit naturschutzfachlichen Mindeststandards (89,4 %)	7,8	7,2	8,4
<b>Status quo Gesamt</b>	7,5	6,9	8,1
<b>„Neue Multifunktionalität“</b>			
Wald ohne forstliche Bewirtschaftung (5 %)	0,0	0,0	0,0
Wald mit Naturschutzvorrangfunktion (25 %)	6,0	4,7	7,0
Wirtschaftswald mit naturschutzfachlichen Mindeststandards (70 %)	7,0	6,5	7,8
<b>Neue Multifunktionalität Gesamt</b>	6,4	5,7	7,2
<b>Differenz Status quo/ Neue Multifunktionalität [Mio. Efm/Jahr]</b>	<b>-11,2</b>	<b>-7,6</b>	<b>-14,9</b>

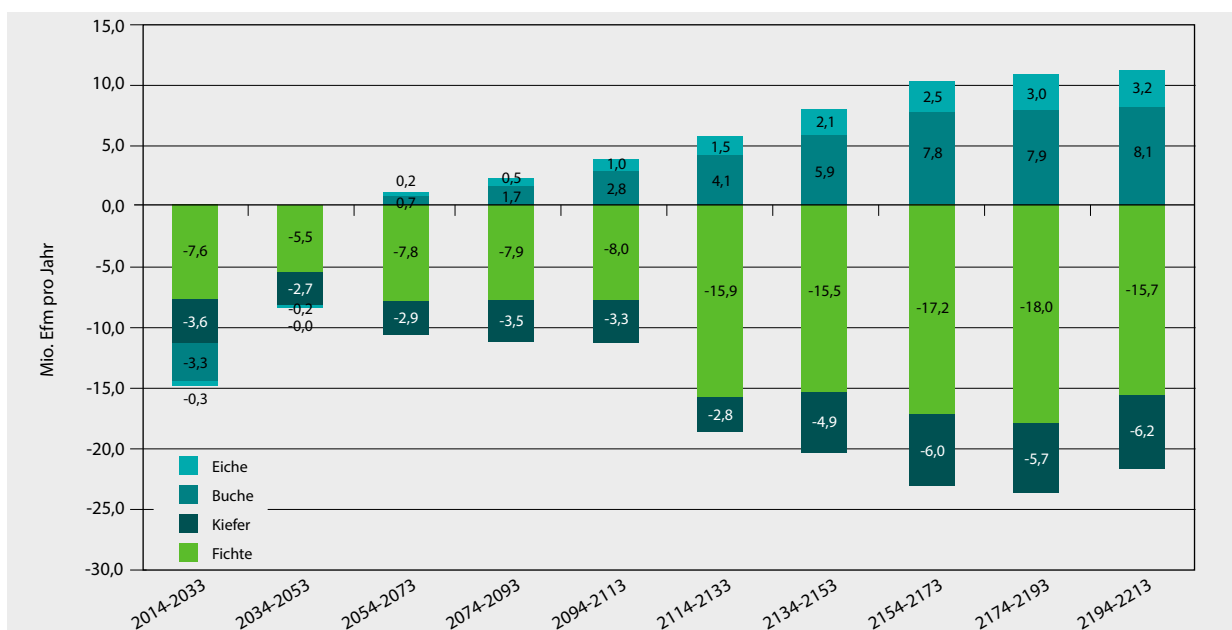
sowie der Höhe des Nutzungsverzichts für die Totholznachliefermengen als unmittelbar wirkende Naturschutzmaßnahmen. Weiterhin wirken über den gesamten Simulationszeitraum die abweichenden Umtriebszeiten. Mittel- bis langfristig wirkt hingegen der laubholzorientierte Waldumbau auf die Differenzen des Rohholzaufkommens.

Das Rohholzaufkommen der Holzartengruppen Buche und Eiche erhöht sich ab der dritten Periode aufgrund der Umbaumaßnahmen hin zu einem höheren Laubholzanteil in der Waldbehandlungsvariante „Neue Multifunktionalität“ auf den „Waldflächen mit Naturschutzvorrangfunktion“ sowie dem „Wirtschaftswald mit naturschutzfachlichen Mindeststandards“. Die zusätzlichen Holz mengen in diesen

Holzartengruppen kompensieren jedoch nicht den Verlust an Rohholzaufkommen in den Holzartengruppen Fichte und Kiefer (vgl. auch Ermisch et al., 2013).

### 3.2 Deckungsbeiträge

Tabelle 3 zeigt den mittleren, minimalen und maximalen Deckungsbeitrag pro Hektar und Jahr innerhalb der 200-jährigen Simulationsperiode für die Waldbehandlungsvarianten „Status quo“ und „Neue Multifunktionalität“ sowie die Gesamtdifferenz aus beiden Waldbehandlungsvarianten in Milliarden (Mrd.) Euro je Jahr.



**Abbildung 1**

Differenzen des Rohholzaufkommens zwischen den Waldbehandlungsvarianten „Status quo“ und „Neue Multifunktionalität“ in Mio. Efm pro Jahr (Werte gerundet)

**Tabelle 3**

Vergleich des minimalen, maximalen und mittleren Deckungsbeitrags in Euro pro Hektar und Jahr in der 200-jährigen Simulationsperiode für die Waldbehandlungsvarianten „Status quo“ und „Neue Multifunktionalität“ sowie die Gesamtdifferenz aus beiden Waldbehandlungsvarianten in Mrd. Euro je Jahr

Deckungsbeitrag [€/ha/Jahr]	Mittelwert	Minimum	Maximum
<b>„Status quo“</b>			
Wald ohne forstliche Bewirtschaftung (2,1 %)	0,0	0,0	0,0
Wald mit Naturschutzvorrangfunktion (8,5 %)	178	158	194
Wirtschaftswald mit naturschutzfachlichen Mindeststandards (89,4 %)	283	262	301
<b>Status quo Gesamt</b>	269	249	285
<b>„Neue Multifunktionalität“</b>			
Wald ohne forstliche Bewirtschaftung (5 %)	0,0	0,0	0,0
Wald mit Naturschutzvorrangfunktion (25 %)	158	132	183
Wirtschaftswald mit naturschutzfachlichen Mindeststandards (70 %)	193	180	217
<b>Neue Multifunktionalität Gesamt</b>	174	163	195
<b>Differenz Status quo/ Neue Multifunktionalität [Mrd. €/Jahr]</b>	<b>-1,0</b>	<b>-1,1</b>	<b>-0,8</b>

Wird die Waldbehandlung im „Status quo“ fortgeführt, so können im „Wirtschaftswald mit naturschutzfachlichen Mindeststandards“ zwischen 262 und 301 €/ha/Jahr, im Mittel 283 €/ha/Jahr und auf den „Waldflächen mit Naturschutzvorrangfunktion“ zwischen 158 bis 194 €/ha/Jahr, im Mittel 178 €/ha/Jahr an Deckungsbeitrag generiert werden. Insgesamt beläuft sich der Deckungsbeitrag, bezogen auf die deutsche Holzbodenfläche, auf rund 249 bis 285 €/ha/Jahr und im Mittel auf 269 €/ha/Jahr. Dies entspricht bei einer Fortführung des „Status quo“ einem Deckungsbeitrag zwischen 2,6 und 3,0 Mrd. €/Jahr bei einem Mittelwert von 2,9 Mrd. €/Jahr.

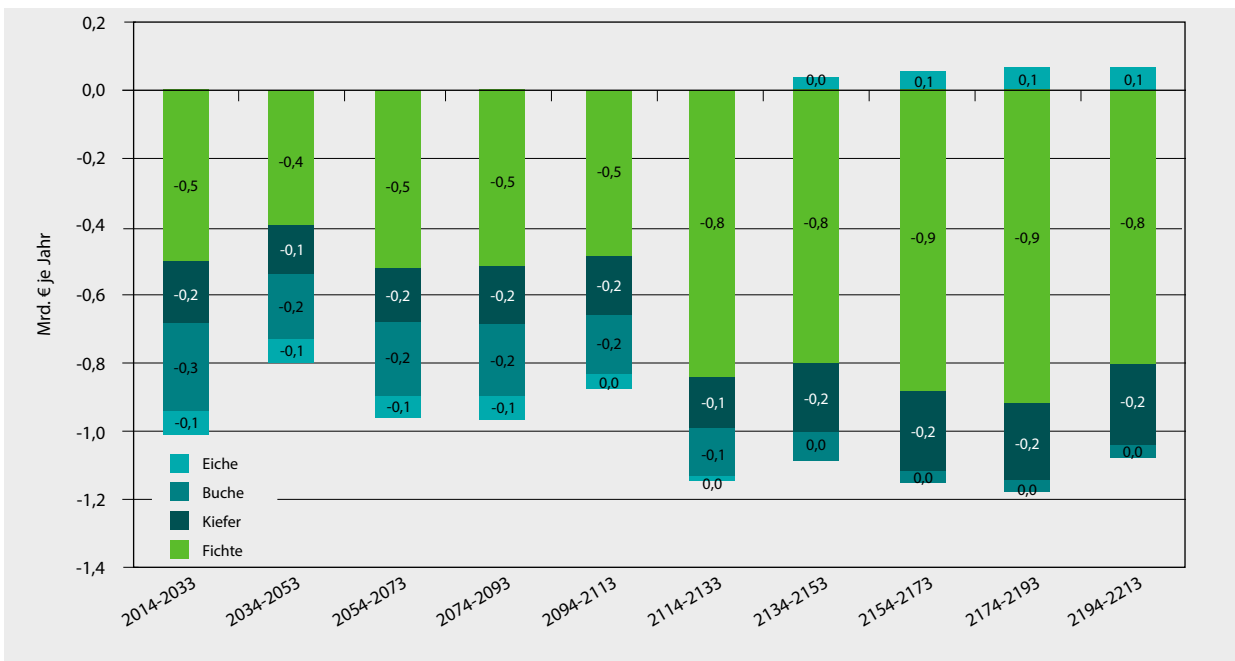
In der Waldbehandlungsvariante „Neue Multifunktionalität“ reduzieren sich die Deckungsbeiträge der forstlichen Nutzung insgesamt im Mittel um rund 35 % im Vergleich zum „Status quo“. Im „Wirtschaftswald mit naturschutzfachlichen Mindeststandards“ lassen sich nach Umsetzung der höheren naturschutzfachlichen Standards im Mittel 193 €/ha/Jahr (zwischen 180 und 217 €/ha/Jahr) an Deckungsbeitrag erzielen. Auf den „Waldflächen mit Naturschutzvorrangfunktion“ liegt der Deckungsbeitrag bei rund 158 €/ha/Jahr mit Schwankungen zwischen 132 und 183 €/ha/Jahr. Bezogen auf die gesamte Holzbodenfläche errechnen sich bei einer Umsetzung der Waldbehandlungsvariante „Neuen Multifunktionalität“ Deckungsbeiträge zwischen 163 und 195 €/ha/Jahr, im Mittel 174 €/ha/Jahr. Insgesamt können bei einer Umsetzung der „Neuen Multifunktionalität“ zwischen 1,7 und 2,1 Mrd. €/Jahr, im Mittel 1,9 Mrd. €/Jahr generiert werden.

In der Differenz der beiden Waldbehandlungsvarianten ergibt sich ein Verlust an jährlichem Deckungsbeitrag (Opportunität) von 0,80 bis 1,1 Mrd. €, im Mittel von rund 1,0 Mrd. € pro Jahr.

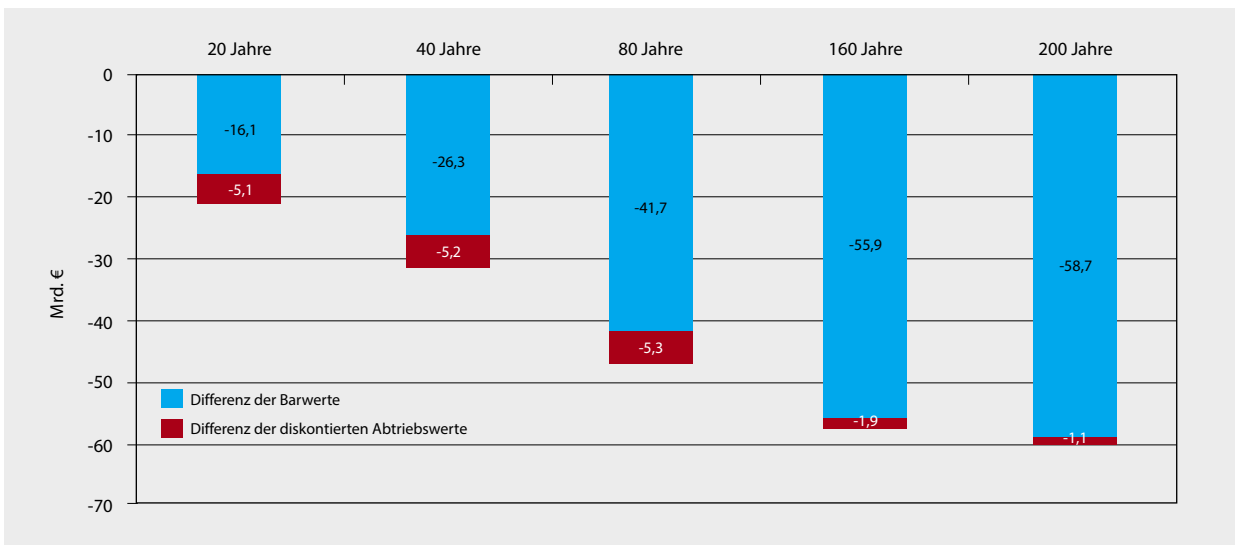
In Abbildung 2 sind die Differenzen des Deckungsbeitrags in Mrd. Euro pro Jahr zwischen den Waldbehandlungsvarianten „Status quo“ und „Neue Multifunktionalität“ differenziert nach Holzartengruppen für den

200-jährigen Simulationszeitraum dargestellt. Die Differenzen der Deckungsbeiträge entstehen zu Beginn der Simulationsperiode primär aus den Aufwendungen für den Waldumbau (höhere Kulturkosten). Zu Ende der Simulationsperiode sind es primär die Verluste des ertragsstarken Nadelholzes, die zu den hohen Deckungsbeitragsdifferenzen führen. Zudem entstehen über die gesamte Simulationsperiode hinweg Deckungsbeitragsdifferenzen durch das verringerte Rohholzaufkommen, bedingt durch den Nutzungsverzicht für zusätzliche „Waldflächen ohne forstliche Bewirtschaftung“, für das Belassen von Habitatbäumen und für Totholznachliefermengen sowie durch die Erhöhung der Holzernstekosten, bedingt durch Arbeitssicherheitsmaßnahmen und die Erweiterung der Rückegassen auf den „Wirtschaftswaldflächen mit naturschutzfachlichen Mindeststandards“. Ebenfalls entstehen konstant über den gesamten Zeitraum hinweg zusätzliche Verwaltungskosten, die sich jedoch über die Fläche herleiten und nicht maßnahmenabhängig sind.

In unseren Berechnungen wird auch noch einmal deutlich, dass die Erhöhung des Einschlags in den Holzartengruppen Buche und Eiche (höherer Einschlag bewertet zu konstanten Preisen) den Rückgang des Einschlags in den Holzartengruppen Fichte und Kiefer (reduzierter Einschlag bewertet zu konstanten Preisen) hinsichtlich des erzielten Gesamtdeckungsbeitrags im 200-jährigen Simulationszeitraum nicht kompensieren kann. So werden die höheren Erlöse in den Holzartengruppen Buche und Eiche in der Waldbehandlungsvariante „Neue Multifunktionalität“ durch den Waldumbau hin zu einem höheren Laubholzanteil durch die zusätzlichen Kulturkosten teilweise aufgehoben. Weiterhin weist die Holzartengruppe Buche nach TBN-Forst unter allen Holzartengruppen die niedrigsten durchschnittlichen Verkaufspreise pro Kubikmeter im Jahr 2011 auf. Im Vergleich zur ertragsstarken Holzartengruppe Fichte, mit rund 20 €/m<sup>3</sup> höheren durchschnittlichen Verkaufserlösen im Jahr 2011



**Abbildung 2**  
Differenzen des Deckungsbeitrags zwischen den Waldbehandlungsvarianten „Status quo“ und „Neue Multifunktionalität“ in Mrd. Euro pro Jahr (Werte gerundet)



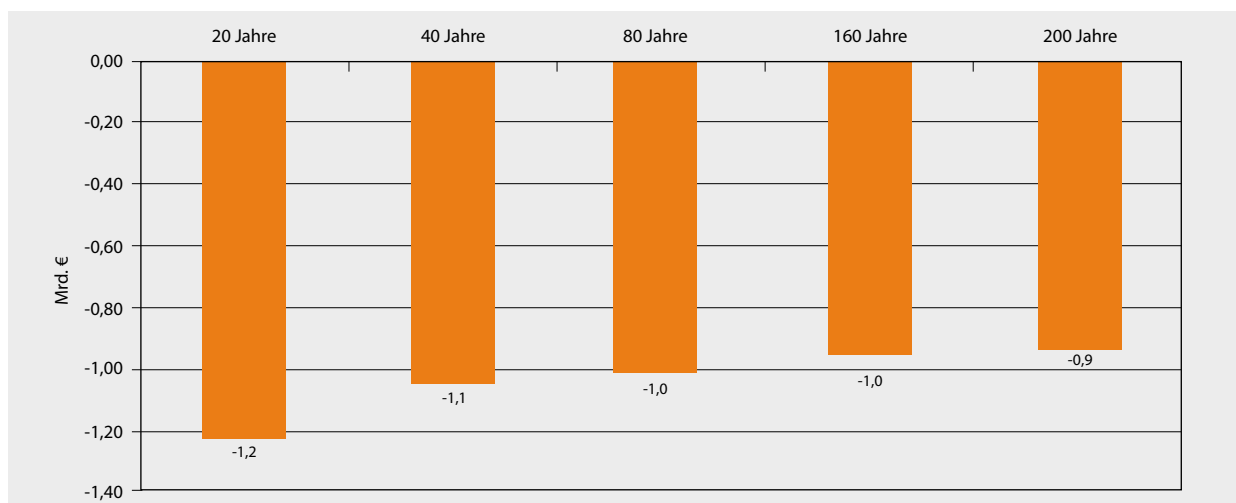
**Abbildung 3:**  
Ertragswertdifferenzen (Barwerte und diskontierte Abtriebswerte) der Waldbehandlungsvarianten „Status quo“ und „Neue Multifunktionalität“ in Mrd. Euro pro Jahr über verschiedenen Betrachtungszeiträume (Werte gerundet)

und deutlich höheren Einschlagsmengen, erzielt die Holzartengruppe Buche deutlich niedrigere Erlöse pro Hektar. Einen Sonderfall stellt die Holzartengruppe Eiche dar, welche unter allen Holzartengruppen die höchsten Verkaufspreise pro Kubikmeter im Jahr 2011 aufweist, jedoch auch nur geringe Einschlagsmengen ermöglicht (vgl. Ermisch et al., 2013).

### 3.3 Ertragswert und Annuität

Die Differenzen der Ertragswerte zwischen den beiden Waldbehandlungsvarianten, berechnet aus den Barwerten der Zahlungsströme und den diskontierten Abtriebswerten als Maß für die Wertänderung, sind in Abbildung 2 für verschiedene Bewertungszeiträume dargestellt.

Bezogen auf einen Bewertungszeitraum von 20 Jahren beträgt die Barwertdifferenz der Waldbehandlungsvariante „Neue Multifunktionalität“ im Vergleich zum „Status quo“ rund 16,1 Mrd. €. Die Differenz der diskontierten



**Abbildung 4**

Annuitätendifferenzen der Waldbehandlungsvarianten „Status quo“ und „Neue Multifunktionalität“ in Mrd. Euro pro Jahr (Werte gerundet)

Abtriebswerte zwischen den beiden Waldbehandlungsvarianten beträgt rund 5,1 Mrd. €. Die statische (nicht diskontierte) Differenz der Abtriebswerte beträgt nach 20 Jahren rund 6,8 Mrd. €. Die Differenz des Ertragswerts beträgt rund 21,2 Mrd. €.

Bezogen auf einen Zeitraum von 200 Jahren beträgt die Barwertdifferenz rund 58,7 Mrd. € und die Differenz der diskontierten Abtriebswerte rund 1,1 Mrd. €. Insgesamt beträgt die Ertragswertdifferenz rund 59,7 Mrd. €. Die nicht diskontierte Differenz der Abtriebswerte beträgt nach 200 Jahren rund 20,7 Mrd. €.

In einem nächsten Schritt wurden die Ertragswertdifferenzen in einen jährlich konstanten Zahlungsstrom überführt (vgl. Möhring et al., 2006). Beim Vergleich der Bewertungszeiträume von 20 und 40 Jahren sind die Annuitätendifferenzen zwischen dem „Status quo“ und der „Neuen Multifunktionalität“ noch deutlich zu sehen (Abbildung 4). Beim Vergleich der längeren Bewertungszeiträume gleichen sich diese aufgrund des Einflusses von Zins und Zeit immer mehr an. Berechnet für einen Zeitraum von 20 Jahren betragen die jährlichen Annuitätendifferenzen einschließlich der diskontierten Abtriebswerte rund 1,2 Mrd. €. Bezogen auf einen Zeitraum von 200 Jahren betragen die jährlichen Annuitätendifferenzen rund 0,9 Mrd. €.

## 4 Diskussion und Schlussfolgerungen

Mit der Studie sollten erstmalig orientierende Größenordnungen zu den Holzeinschlags-, Deckungsbeitrags- und Ertragswertverlusten der forstlichen Rohholzerzeugung bei einer Implementierung des naturschutzorientierten Waldbewirtschaftungskonzeptes „Neue Multifunktionalität“ von Höltermann (2013) abgeschätzt werden. Hierfür wurde als eigener Ansatz eine Opportunitätskostenanalyse gewählt. Die naturschutzfachlichen Forderungen wurden auf Basis von Literaturrecherchen und eigenen Annahmen für die

Berechnung der Verzichtskosten operationalisiert und mit einer Waldbehandlungsvariante zur Fortführung der derzeitigen Waldbewirtschaftung verglichen. Bei den in dieser Studie getroffenen Annahmen handelt es sich um Durchschnittswerte für den gesamten deutschen Wald. Dies bedeutet jedoch nicht, dass die Maßnahmen so in der Realität in jeder Waldeigentumsart umgesetzt werden können.

Für die Berechnungen wurde das Strugholtz-Englert-Simulationsmodell eingesetzt. Hierbei handelt es sich um ein einfaches strategisches Entscheidungsmodell, mit dem die Auswirkungen unterschiedlicher Waldbehandlungsoptionen über einen Zeitraum von bis zu 200 Jahre berechnet werden können. Es wurde ursprünglich für Forstbetriebe entwickelt. Im Rahmen dieser Studie wurde es erstmalig auf Bundesebene („Deutschlandbetrieb“) angewendet. Durch den langen Simulationszeitraum ist das Modell besonders geeignet, um die Auswirkungen naturschutzfachlicher Maßnahmenplanungen zu berechnen. In die Zukunft gerichtete Simulationen, insbesondere mit derartig langen Betrachtungszeiträumen, unterliegen jedoch stets Unsicherheiten. So können sich neben Änderungen von Standorteignung und Wachstumsverläufen der Baumarten (z. B. durch Klimawandel) auch die gesellschaftlichen Zielsetzungen für die Waldbehandlung ändern. Des Weiteren basiert die Modellierung auf durchschnittlichen Eingangsdaten und konstanten Preisen und ist von den gewählten Setzungen abhängig. Die vorgestellten Ergebnisse können daher nur orientierende Größenordnungen bieten. In Bezug auf die Berücksichtigung von Risiko herrscht weiterer Modellentwicklungsbedarf.

Im Rahmen der Studie konnte auch die altersbedingte Holzqualitätsentwertung der Bäume (z. B. als Auswirkung der Forderung nach einer Erhöhung von Produktionszeiten zur Anhebung des Altholzanteils) sowie die damit verbundene Veränderung der Sortimentsstruktur aufgrund des geringen Kenntnisstandes nicht bewertet werden. Wenn forstpolitisch hohe Mindestproduktionszeiträume oder Zieldurchmesser vorgegeben werden, verlieren Forstbetriebe jedoch

ihre Flexibilität, auf die am Markt nachgefragte Sortimentsstruktur sachgerecht zu reagieren und Holzentwertung zu vermeiden. Hinsichtlich der Berücksichtigung von Holzentwertung im verwendeten Modell besteht daher weiterer Forschungsbedarf.

Das berechnete Rohholzaufkommen bei einer Fortführung der Waldbewirtschaftung nach dem aktuellen Waldnaturschutzniveau („Status quo“) liegt mit 79,6 Mio. Efm/Jahr im Mittel des 200-jährigen Simulationszeitraumes grundsätzlich in einer plausiblen Größenordnung. Die tatsächlichen Nutzung zwischen der BWI 2002 und BWI 2012 beliefen sich auf 75,7 Mio. Efm/Jahr (BMEL, 2012). Durch das WEHAM-Basisszenario 2002 wurde für die Simulationsperiode 2003 bis 2042 ein potenzielles Rohholzaufkommen von 78,2 Mio. Efm/Jahr ausgewiesen (BMELV, 2005b).

Bei einer Anhebung des Waldnaturschutzniveaus nach dem NMF-Bewirtschaftungskonzept würde sich das Rohholzaufkommen in den nächsten 200 Jahren um insgesamt 11,2 Mio. Efm/Jahr auf 68,4 Mio. Efm/Jahr reduzieren. Durch die NMF-Bewirtschaftung würden sich jedoch vor allem das forstwirtschaftlich bedeutsame Nadelholzaufkommen im 200-jährigen Mittel um 16,1 Mio. Efm/Jahr bzw. gegenüber der Bewirtschaftung nach dem „Status quo“ um 32 % reduzieren.

Die Forstwirtschaftliche Gesamtrechnung (FGR) weist für den Wirtschaftsbereich Forstwirtschaft in den 1990er Jahren überwiegend hohe Nettounternehmensverluste aus. Zu Beginn der 2000er-Jahre konnten ebenfalls keine Unternehmensgewinne erzielt werden (Seintsch und Rosenkranz, 2014). In Folge des deutlich gestiegenen Einschlages konnte der Wirtschaftsbereich Forstwirtschaft erstmalig ab dem Jahr 2005 Nettounternehmensgewinne erzielen. Im Jahr 2012 erzielte der Wirtschaftsbereich Forstwirtschaft mit einem Nettounternehmensgewinn von 1,3 Mrd. € sein bisheriges Rekordergebnis. Zwei Drittel des Produktionswertes von 4,8 Mrd. € zu Herstellungspreisen im Jahr 2012 resultierten hierbei aus der Erzeugung von Nadelrohholz (Seintsch und Rosenkranz, 2014). Bei einer Umsetzung des NMF-Bewirtschaftungskonzeptes, verbunden mit einem jährlichen Deckungsbeitragsverlust von 1,0 Mrd. € im 200-jährigen Mittel, würde eine aktuell erfolgreiche Branche ohne Kompensation wieder in die Verlustnähe gebracht werden. Wie Bormann und Dieter (2010) aufzeigen konnten, waren die Unternehmensgewinne des Wirtschaftsbereiches Forstwirtschaft unter den wirtschaftlichen Rahmenbedingungen der Jahre 1991 bis 2008 überwiegend von der Einschlagshöhe anhängig. Einschlagseinschränkungen, wie im Rahmen der Umsetzung der „Neuen Multifunktionalität“ vorgesehen, wirken somit direkt auf die Gewinnhöhe und Leistungsfähigkeit der Forstwirtschaft, bspw. auch hinsichtlich der Bereitstellung unentgeltlicher Schutz- und Erholungsleistungen.

Durch die Berechnung von Ertragswert- und Annuitäten-differenzen für unterschiedliche Bewertungszeiträume wurde weiterhin ein Anhalt geboten, welcher Kompensationsbedarf den deutschen Forstbetrieben durch Opportunitätskosten in der Rohholzerzeugung bei einer Anhebung des Waldnaturschutzniveaus nach dem NMF-Konzept entsteht. So erzielten die staatlichen, körperschaftlichen und

privaten Forstbetriebe des Testbetriebsnetzes Forstwirtschaft des BMEL (TBN-Forst) im Jahr 2013 bspw. 78 % des Gesamtertrages durch Holzerlöse. Weiterhin verdeutlichen die Abtriebswertberechnungen, dass u. a. in Folge des natur-schutzorientierten Waldumbaus der Wert des deutschen Waldes für künftige Generationen sinken würde, wenn die heutigen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen unterstellt werden.

In Folge des reduzierten inländischen Rohholzaufkommens bei einer Umsetzung des NMF-Konzeptes sind weiterhin Auswirkungen auf die holzbasierte Wertschöpfung und Beschäftigung in Deutschland zu erwarten. Im Jahr 2012 generierten die holzbasierten Wertschöpfungsketten des Clusters Forst und Holz mit 1,1 Mio. Gesamtbeschäftigten einen Umsatz 180,7 Mrd. € und eine Bruttowertschöpfung von 55 Mrd. €. Hiermit hatte der Cluster einen Anteil an der deutschen Volkswirtschaft von etwa 3,1 % des Umsatzes und 3% der Beschäftigung (Becher, 2014). Die inländische Rohholzverwendung insgesamt im Mittel der Jahre 2003 bis 2012 stütze sich bei einer Gesamtverwendung von jährlich 73,81 Mio. m<sup>3</sup> zu 77,8 % auf Nadelholz. Die stofflichen Verwender der 1. Verarbeitungsstufe mit der Säge-, der Holzwerkstoff- sowie der Holz- und Zellstoffindustrie waren mit einem Verwendungsanteil von 88,7 % im besonderen Maße vom Nadelholz abhängig (Jochem et al., 2015). Seit dem Jahr 2010 ist die inländische Rohholzverwendung auf Nettoimporte beim Nadelrohholz angewiesen (Weimar, 2014). Das bei einer Umsetzung des NMF-Konzeptes deutlich reduzierte inländische Nadelrohholzaufkommen um 16,1 Mio. Efm/Jahr (200-jähriges Mittel) dürfte durch die 1. Verarbeitungsstufe der stofflichen Verwender durch zusätzliche Importe in dieser Größenordnung nicht kompensierbar sein, wie die Berechnungen von Dieter und Seintsch (2012) zur Wirkung eines Überseeimportszenarios für Nadelrohholz auf die Produktpreise verdeutlichen. In Folge der Umsetzung des NMF-Konzeptes wären Kapazitätsanpassungen im Cluster Forst und Holz an das reduzierte inländische Rohholzaufkommen zu erwarten. Wie Dieter (2010) durch Input-Output-Analysen aufzeigte, würden aus einer reduzierten stofflichen Rohholzverwendung hohe volkswirtschaftliche Wertschöpfungsverluste resultieren. So entsteht durch die Weiterverarbeitung einer monetären Einheit Rohholz im Holzgewerbe ein Wertschöpfungseffekt mit dem Faktor 10,4. Unter der Annahme, dass im deutschen Holzgewerbe durch die NMF-Umsetzung jährlich 16,1 Mio. m<sup>3</sup> Nadelrohholz mit einem Warenwert von 1,16 Mrd. € (TBN-Holzverkaufserlöse 2011) weniger verarbeitet würden, wären Wertschöpfungsverluste von jährlich rund 12 Mrd. € verbunden. In Folge einer reduzierten holzbasierten Wertschöpfung wären zudem fiskalische Effekte zu berücksichtigen. Nach Dieter und Bormann (2009) ergeben sich aus der Weiterverarbeitung einer zusätzlichen Einheit Rohholz mit einem Wert von 1 Mio. € als direkte fiskalische Effekte (nur Forstwirtschaft und Holzgewerbe) Steuereinnahmen und Sozialversicherungsbeiträge in Höhe von 1,43 Mio. € und indirekte fiskalische Effekte (gesamte Volkswirtschaft) von 4,01 Mio. €.

Die vorliegende Studie basiert überwiegend auf Annahmen. Ob und in welchem Maß das Waldnaturschutzniveau in

Zukunft angehoben wird, ist bisher nicht bekannt. Bislang wird der im Allgemeinen stärker gemeinwohlorientierte öffentliche Wald in höherem Maße bei der Umsetzung naturschutzfachlicher Maßnahmen in die Pflicht genommen als der Privatwald. Ob die Naturschutzmaßnahmen in der hier dargestellten Form überhaupt auf den Privatwald übertragen werden können ist fraglich. Bei einer Umsetzung von Naturschutzmaßnahmen auf der gesamten Waldfläche muss zudem die steigende Nachfrage nach Rohholz zur energetischen und stofflichen Nutzung in den Abwägungsprozess miteinbezogen werden. Denkbar wäre hier beispielsweise eine Steigerung des Waldnaturschutzniveaus im öffentlichen Wald, verbunden mit einer Einschlagssteigerung zum Ausgleich im Privatwald.

Die Umsetzung der „Neue Multifunktionalität“ von Höltermann (2013) zur Anhebung des Naturschutzniveaus im deutschen Wald wäre eine rationale Entscheidung, wenn der zusätzliche Nutzen an Naturschutzleistungen bei der Implementierung zumindest in Höhe der Opportunitätskosten der forstlichen Nutzung (Rohholzproduktion), wenn nicht sogar in Höhe der verminderten Wertschöpfung der nachgelagerten Holzindustrie und der fiskalischen Effekte liegen würde. Es ist derzeit jedoch noch unbekannt, wann dieser Nutzen auf den „Waldflächen ohne forstliche Bewirtschaftung“ und „Waldflächen mit Naturschutzvorrangfunktion“ in der Zukunft entsteht. Denkbar ist, dass bspw. die natürliche Waldentwicklung hin zu „Urwäldern von morgen“ ihren vollen Nutzen erst nach dem gewählten Betrachtungszeitraum entfaltet.

## Danksagung

Wir danken Dr. Markus Dög, Nils Ermisch und Claudia-Christin Krüger für ihre Unterstützung bei den Korrekturen und bei der Festlegung der Steuergrößen und Hermann Englert für die Unterstützung bei den Berechnungen. Weiterhin danken wir Prof. Dr. Matthias Dieter sowie den beiden anonymen Gutachtern für die hilfreichen Anmerkungen und Verbesserungsvorschläge.

---

## Literatur

- AFL Niedersachsen (2010) Richtpreise, Tarife, Kalkulationen, Adressen. Wiegens: Arbeitsgemeinschaft forstwirtschaftlicher Lohnunternehmer, AFL-Info 2010/10
- BaySF - Bayern / Staatsforsten (2009) Naturschutzkonzept der Bayerischen Staatsforsten [online]. Zu finden in <[http://www.baysf.de/fileadmin/user\\_upload/03-wald\\_schuetzen/pdf/Naturschutzkonzept\\_Bayerische\\_Staatsforsten.pdf](http://www.baysf.de/fileadmin/user_upload/03-wald_schuetzen/pdf/Naturschutzkonzept_Bayerische_Staatsforsten.pdf)> [zitiert am 18.11.2015]
- Becher G (2014) Clusterstatistik Forst und Holz: Tabellen für das Bundesgebiet und die Länder 2000 bis 2012. Hamburg: Johann Heinrich von Thünen-Institut, 105 p, Thünen Working Paper 32, DOI:10.3220/WP\_32\_2014
- BfN (2012) Waldlebensraumtypen in Deutschland: Sonderauswertung des BfN im Auftrag des Verbundforschungsprojektes FFH-Impact. (Stand: Mai 2012). Bonn: Bundesamt für Naturschutz
- BMELV - Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2005a) Das Waldentwicklungsmodell 2003 bis 2042: Modell und Ergebnisse zu den Bundeswaldinventur-Erhebungen 2001 bis 2002 und 1986 bis 1988. Berlin: BMELV, 99 p
- BMELV - Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2005b) Das potenzielle Rohholzaufkommen 2003 bis 2042: zu den Bundeswaldinventur-Erhebungen 2001 bis 2002 und 1986 bis 1988: Teil 2: Tabellen und Methode. Berlin: BMELV
- BMELV - Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2011) Waldstrategie 2020: nachhaltige Waldbewirtschaftung - eine gesellschaftliche Chance und Herausforderung. Berlin: BMELV, 34 p
- BMEL - Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (2012) Der Wald in Deutschland: ausgewählte Ergebnisse der 3. Bundeswaldinventur [online]. Zu finden in <[http://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Broschueren/Bundeswaldinventur3.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Broschueren/Bundeswaldinventur3.pdf?__blob=publicationFile)> [zitiert am 18.11.2015]
- BMU - Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2007) Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt: vom Bundeskabinett am 07. November 2007 beschlossen. Berlin: BMU, 178 p
- BNatSchG (2010) Bundesnaturschutzgesetz vom 29. Juli 2009 (BGBl. I S. 2542), das zuletzt durch Artikel 421 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474) geändert worden ist [online]. Zu finden in <[http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bnatschg\\_2009/gesamt.pdf](http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/bnatschg_2009/gesamt.pdf)> [zitiert am 08.12.2015]
- Bormann K, Dieter M (2010) Was bedeutet der Einschlag für den Gewinn der Forstbetriebe? *AFZ Wald* 65(23):5-7
- Dieter M (2010) Produktion, Weiterverarbeitung und Handel von Holz aus gesamtwirtschaftlicher Perspektive: eine quantitative Analyse der Forst- und Holzwirtschaft auf Grundlage sektoraler Statistiken. Göttingen: Univ, 64 p
- Dieter M, Bormann K (2009) Fiskalische Effekte von Holznutzung im intersektoralen Vergleich. *Allg Forst Jagdzeitg* 180(7/8):170-175
- Dieter M, Elsasser P, Küppers J-G, Seitsch B (2008) Rahmenbedingungen und Grundlagen für eine Strategie zur Integration von Naturschutzanforderungen in die Forstwirtschaft. Hamburg: vTI, 36 p, Arbeitsber Inst Ökon Forst Holzwirtsch vTI 2008/02
- Dieter M, Seitsch B (2012) Änderung der Wettbewerbsfähigkeit der Holz- und Papierwirtschaft in Deutschland auf Grund zunehmender Knappheit an Nadelholz. *Allg Forst Jagdzeitg* 183(5/6):116-128
- Engel F (2013) Bilanz der bundesweiten Flächen mit natürlicher Waldentwicklung: F+E-Vorhaben NWE5 „Natürliche Waldentwicklung als Ziel der Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt“ [online]. Zu finden in <<http://www.nw-fva.de/nwe5/downloads/Bilanzierung.pdf>> [zitiert am 18.11.2015]
- Ermisch N, Seitsch B, Dieter M (2013) Holzartengruppe Fichte 2003 bis 2011 konstant mit höchstem Erlösbeitrag. *AFZ Wald* 68(23):6-9
- Forests Europe - Ministerial Conf Protection (2011) State of Europe's forests 2011: status and trends in sustainable forest management in Europe. Oslo: Ministerial Conf Protection Forests Europe, 337 p
- Forst Brandenburg - Brandenburg / Ministerium Landwirtschaft Umweltschutz Raumordnung (2004) Waldbau-Richtlinie 2004: „Grüner Ordner“ der Landesforstverwaltung Brandenburg. Potsdam: Minist Landwirtsch Umweltschutz Raumordnung, 143 p
- FSC - Forest Stewardship Council (2012) Deutscher FSC-Standard: Version 2.3 vom 01.07.2012. Freiburg: FSC, 51 p
- FVA (2007) Forstliche Nutzung in FFH-Gebieten: Situationsanalyse und Perspektiven; Fachstudie erstellt durch die Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg. Freiburg: FVA, 86 p
- HessenForst (2008) Hessische Waldbaufibel: Grundsätze und Leitlinien zur naturnahen Wirtschaftsweise im hessischen Staatswald. Kassel: Hessen-Forst, 98 p
- Hessen-Forst (2011) Arten- und Biotopschutz im Hessischen Staatswald: Die Naturschutzleitlinie im Kurzporträt. Landesbetrieb Hessen-Forst, Kassel, 25 S
- Höltermann A (2013) Das 5%-Ziel: Begründung und Bedeutung. *Holz Zentralbl* 139(40):977-978
- Jochem D, Weimar H, Bösch M, Mantau U, Dieter M (2015) Estimation of wood removals and fellings in Germany: a calculation approach based on the amount of used roundwood. *Eur J Forest Res* 134(5):869-888

- Küppers J-G, Dieter M (2008) Belastungen der Forstbetriebe aus der Schutz- und Erholungsfunktion des Waldes (2003 bis 2006). Hamburg : vTI, 29 p, Arbeitsber Inst Ökon Forst Holzwirtsch vTI 2008/04
- Landesforst Mecklenburg-Vorpommern (1996) Ziele und Grundsätze einer naturnahen Forstwirtschaft in Mecklenburg- Vorpommern. Wald und Forstwirtschaft in Mecklenburg-Vorpommern 4(SH Jan):13-20
- Landesforst Mecklenburg-Vorpommern (2002) Richtlinie zur Sicherung von Alt- und Totholzanteilen im Wirtschaftswald : mit erläuternder Einführung. Schwerin : Minist, 16 p
- Landesforstbetrieb Sachsen Anhalt / Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt (2014) Leitlinie Wald 2014 : zur Erhaltung und weiteren nachhaltigen Entwicklung des Waldes im Land Sachsen-Anhalt. Magdeburg : Minist, 54 p
- Landesforsten Rheinland-Pfalz / Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Weinbau und Forsten (2011) BAT-Konzept : Konzept zum Umgang mit Biotopbäumen, Altbäumen und Totholz bei Landesforsten Rheinland-Pfalz. Mainz : Minist, 25 p
- Meyer P, Menke N, Nagel J, Hansen J, Kawaletz H, Paar U, Evers J (2009) Entwicklung eines Managementmoduls für Totholz im Forstbetrieb : Abschlussbericht des von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt geförderten Projekts. Göttingen : Nordwestdtische Forstl Versuchsanst, 110 p
- Möhring B, Rüping U (2006) Bewertungskonzept für forstliche Nutzungsbeschränkungen. Frankfurt a M : Sauerländer, 48 p, Schr Forstökön 32
- Möhring B, Rüping U, Leefken G, Ziegeler M (2006) Die Annuität – ein „missing link“ der Forstökonomie?. *Allg Forst Jagdzeitg* 177(2):22-29
- Niedersächsische Landesforsten (2011) Das LÖWE-Programm : 20 Jahre langfristige ökologische Waldentwicklung. Braunschweig : Nieders Landesforsten, 31 p
- Oesten G, Roeder A (2002) Management von Forstbetrieben : Bd I: Grundlagen, Betriebspolitik. Remagen : Kessel, 364 p
- PEFC (2009) PEFC-Standards für Deutschland : Leitlinie für nachhaltige Waldbewirtschaftung zur Einbindung des Waldbesitzers in den regionalen Rahmen [online]. Zu finden in <[http://www.afl-hessen.de/dokumente/pefc\\_Standards\\_01012011.pdf](http://www.afl-hessen.de/dokumente/pefc_Standards_01012011.pdf)> [zitiert am 18.11.2015]
- Polley H (2009) Wald in Schutzgebieten : ein Überblick. *Landbauforsch SH* 327:75-82
- Posavec S, Beljan K, Lovric M (2011) Model of compensation payment to the owners on Natura 2000 forest sites [online]. Zu finden in <[https://bib.irb.hr/datoteka/591569.glasnikSP\\_1-2011\\_sparat.pdf](https://bib.irb.hr/datoteka/591569.glasnikSP_1-2011_sparat.pdf)> [zitiert am 19.11.2015]
- Rosenkranz L, Wippel B, Seitsch B (2012) FFH-Impact : Teil 1: Umsetzung der FFH-Richtlinie im Wald in den Bundesländern. Hamburg : vTI, 115 p, Arbeitsber Inst Ökon Forst Holzwirtsch vTI 2012/04
- Rosenkranz L, Seitsch B, Wippel B, Dieter M (2014) Income losses due to the implementation of the Habitats Directive in forests : conclusions from a case study in Germany. *Forest Pol Econ* (38):207-218, doi:10.1016/j.forpol.2013.10.005
- SaarForst (2003) Das „Dicke Buchen-Programm“ des SaarForst Landesbetriebs zum Schutz von Höhlenbäumen [online]. Zu finden in <<http://www.saarforst-saarland.de/images/stories/Microsoft%20Word%20-%20Dicke%20Buchen-Programm-2.doc.pdf>> [zitiert am 20.11.2015]
- Schmack S, Aichholz R, Hartebrödt C (2013) Naturschutzfachliche Einschränkungen der Forstwirtschaft : ökonomische Katastrophe oder Bagatelie? Freiburg : FVA, 103 p, Ber Freiburger Forstl Forsch 97
- Schmalfuß N, Lorho F, Braun W (2010) Alt- und Totholzkonzept Baden-Württemberg. Stuttgart : ForstBW, 36 p
- Seitsch B, Rosenkranz L (2014) Erneutes Rekordergebnis der Forstwirtschaft : auch ein Grund zur Nachdenklichkeit? – Ergebnisse der forstwirtschaftlichen Gesamtrechnung 2012. *Holz-Zentralbl* 140(13):316-317
- Seitsch B, Rosenkranz L, Englert H, Dieter M, Wippel B, Becker G, Stratmann J, Gerst J, Möhring B (2012) FFH-Impact : Teil 2: Auswirkungen von FFH-Maßnahmenplanungen auf Forstbetriebe. Hamburg : vTI, 144 p, Arbeitsber Inst Ökon Forst Holzwirtsch 2012/05
- Smaltschinski T (2001) Regionale Waldwachstumsprognose. Freiburg : Forstl Versuchs Forschungsanst Baden-Württemberg, 121 p, SchrR Freiburger Forstl Forsch 12
- Strugholtz A (2010) Ein forstbetriebliches Simulationsmodell zur ökonomischen Bewertung strategischer forstlicher Produktionsentscheidungen. Göttingen : Univ, 77 p
- Thüringen-Forst (Jahr unbekannt) Thöne K-F, Habitatbaum- und Totholzkonzept für den Staatswald des Freistaates Thüringen [online]. Zu finden in <<http://www.waldbesitzerportal.de/imperia/md/content/waldbesitzerportal/habitatbaumkonzept.pdf>> [zitiert am 19.11.2015]
- Wagner S, Jönsson A (2001) Einschränkungen der Waldbewirtschaftung durch Naturschutzaufgaben am Beispiel des europäischen Schutzgebietssystems Natura 2000 : Rechtsfragen und monetäre Bewertung ; Gutachten im Auftrag der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Waldbesitzerverbände [online]. Zu finden in <<http://joensson.net/doc/Gutachten-Endfassung.pdf>> [zitiert am 19.11.2015]
- Weimar H (2014) Holzbilanzen 2012 und 2013 für die Bundesrepublik Deutschland. Hamburg : Johann Heinrich von Thünen-Institut, 37 p, Thünen Working Paper 31, DOI:10.3220/WP\_31\_2014
- Wildmann S (2013) Ökonomische Bewertung der bestehenden Flächen mit natürlicher Waldentwicklung : F+E-Vorhaben NWES „Natürliche Waldentwicklung als Ziel der Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt“ [online]. Zu finden in <[http://www.nw-fva.de/nwes5/downloads/Oekonomische\\_Bewertung.pdf](http://www.nw-fva.de/nwes5/downloads/Oekonomische_Bewertung.pdf)> [zitiert am 19.11.2015]
- Winkel G, Volz K-R (2003) Naturschutz und Forstwirtschaft : Kriterienkatalog zur „Guten fachlichen Praxis“ ; Ergebnisse aus dem F+E-Vorhaben FKZ 800 84 001 des Bundesamtes für Naturschutz. Bonn : BfN, 187 p, Angew Landschaftsököl 52
- Winter S (2010) Wie viel Totholz braucht Natur? : Symposium „Mehr Holz im Einklang mit der Gesellschaft“ [online]. Zu finden in <<http://veranstaltungen.fnr.de/fileadmin/allgemein/pdf/veranstaltungen/waldstrategie/2010/Winter.pdf>> [zitiert am 19.11.2015]