

Reaktion auf die Stellungnahme des Wissenschaftlichen Beirates für Waldpolitik (WBW) zur Studie „Waldvision Deutschland“

Einleitung

Das Öko-Institut hat am 28. Februar 2018 die Studie „Waldvision Deutschland“ im Auftrag von Greenpeace Deutschland veröffentlicht. Darin zeigen die Expertinnen und Experten, dass die Wälder in Deutschland maßgeblich zu Klima- und Naturschutz beitragen können, wenn sie stärker geschützt und weniger intensiv bewirtschaftet werden. In einer Veröffentlichung von 13 Professorinnen und Professoren des Wissenschaftlichen Beirates für Waldpolitik (WBW) des BMEL vom 23. März 2018 wurde das am Öko-Institut entwickelte Waldmodell FABio und die in Zusammenarbeit mit der Naturwald Akademie entwickelten Szenarien und Einstellungen des Modells, das in der Studie „Waldvision Deutschland“ zur Anwendung kam, stark kritisiert. Die Methoden und zugrunde liegenden Annahmen der Studie „Waldvision Deutschland“ sind transparent und ausführlich auf der Webseite www.waldvision.de und mit dort verlinkten Berichten dokumentiert.

Die Stellungnahme des WBW versucht die **Methodenwahl** generell als „nicht evidenzbasiert“ zu diskreditieren. Die Kritik des WBW versucht dabei, zu allen Aspekten der Studie Unzulänglichkeiten in den Methoden oder der Anwendung zu finden. Bei genauerer Betrachtung sind die vorgebrachten Kritikpunkte aber in der Mehrzahl der Fälle konstruiert, in dem Sinne, dass festgestellt wird, dass detailliertere und genauere Methoden vorhanden und technisch möglich seien, von der Studie aber nicht verwendet würden und diese deshalb insgesamt mangelhaft sei. Die Studie „Waldvision Deutschland“ hatte zum Ziel, langfristige Auswirkungen bestimmter Szenarien auf den gesamten Wald in Deutschland abzuschätzen. Dabei wurde auf frei verfügbare Daten zurückgegriffen. Bei einer ausgewogenen Betrachtung hätte der WBW Anlass gehabt darauf hinzuweisen, wie viele Datenlücken für die Bearbeitung dieser Fragestellung existieren und in welchen Bereichen Methoden und Modelle generell noch Entwicklungsbedarf haben. Wir bedauern, dass als Schlussfolgerung daraus die so angeblich bescheinigte Mangelhaftigkeit von Daten und Modellen einzig der Studie „Waldvision Deutschland“ angelastet wird.

Kritisiert wurde zum einen der lange **Projektionshorizont** von 90 Jahren. In der Forstwirtschaft gelten äußerst langfristige Produktionszeiträume von mehreren Dekaden, wenn nicht sogar Jahrhunderten. Häufig werden Studien, die lediglich auf kurzfristige Effekte über wenige Jahre schauen als wenig relevant angesehen. Heute in Deutschland geerntete Bäume sind durch forstwirtschaftliche Aktivitäten vor weit mehr als 40 Jahren entstanden. Deshalb sind auch Projektionen über viele Jahrzehnte notwendig, um Folgen der heutigen Bewirtschaftung abzuschätzen. Für die Ermittlung von ökonomischen Kennzahlen der Forstwirtschaft werden klassischerweise sogar die gesamte Umtriebszeit und noch längere Zeiträume betrachtet. Die Auswirkungen eines Waldumbaus über diesen Zeitraum sind sehr relevant für die Gesellschaft und Entscheidungsträger, da sie die zukünftige Holzverfügbarkeit, die CO₂-Speicherleistung und viele andere Waldfunktionen beeinflussen. Es ist deshalb verwunderlich, dass Modellläufe, die über 40 Jahre hinausgehen, einem Tabubruch gleich kommen. Auch in anderen nationalen und internationalen Studien werden Produktionszeiträume von 100 Jahren angenommen, sodass dies durchaus kein ungewöhnlicher Zeithorizont ist (Peura et al. 2018, Pretzsch 2001, Seifert

2009). Aus vielerlei Hinsicht sind derartig langfristige Projektionen natürlich mit hohen Unsicherheiten behaftet. Die Datenbasis für diese ist generell schwierig, da sich in der Vergangenheit wichtige Einflussfaktoren, wie das Klima oder Stickstoffeinträge bereits geändert haben und auch zukünftig ändern werden. Trotzdem liefern langfristige Projektionen für die Entscheidungsfindung wichtige Informationen und die Unsicherheiten sollten nicht zu dem Schluss führen, auf langfristige Szenarien zu verzichten.

Ein weiterer Kritikpunkt bezieht sich auf die angeblich unzureichende **Datenbasis** des Modells. Das Öko-Institut ist bei der Entwicklung des Modells FABio auf Datensätze angewiesen, die öffentlich verfügbar sind. Zudem sollte ein für Deutschland flächendeckender und konsistenter Datensatz verwendet werden. Das schränkt die Verfügbarkeit von geeigneten Daten ein, ist aber ein generelles Problem, mit dem Modellierer konfrontiert sind. Als ein deutschlandweit anwendbares Modell auf Basis der BWI-Daten steht – neben FABio – derzeit auch das vom Thünen-Institut betriebene Waldentwicklungs- und Holzaufkommensmodell (WEHAM) zur Verfügung. Obwohl dieses Modell in vergleichbaren Punkten bezüglich Datenbasis und Algorithmen ebenfalls der in der Stellungnahme angelegten Messlatte nicht gerecht wird, wird WEHAM regelmäßig in der Politikberatung eingesetzt und gilt als anerkannt. Es ist bedauerlich, dass der WBW an dieser Stelle mit zweierlei Maß misst.

Ein zentraler Kritikpunkt sind nach Ansicht des WBW unrealistische Ergebnisse bezüglich der **Bestandesdichte**, die im Szenario Waldvision entstehen. Hierdurch würden die modellierten Vorräte stark überschätzt. Eine durchgeführte Sensitivitätsanalyse zum Szenario Waldvision unter Annahme einer erhöhten Mortalität in dichten Beständen ergibt eine Verringerung der mittleren Vorräte um 6% in 2050 und 11% in 2100. Selbst mit dieser Minderung sind aus den Ergebnissen die gleichen Schlussfolgerungen wie in der Studie Waldvision dargestellt abzuleiten und die Aussagen können als richtungssicher gelten. Zur Einordnung der Ergebnisse ist auch zu betonen, dass in Naturwäldern und naturnahe Vorrats- sowie starkholzreiche Dauerwälder höhere Vorräte je Grundfläche zu beobachten sind (vgl. Mayer et al. 1987, Korpel 1995, Průša, E. 1985, Hobi 2013, Commarmot et al. 2013, Vanderkrohn et al. 2018 und Tabaku 1999), als sie im Szenario Waldvision modelliert werden. Hierzu muss außerdem festgestellt werden, dass bei Mittelwerten für ganz Deutschland neben der Entwicklung einzelner Bestände vor allem die Verteilung auf Landschaftsebene zählt, d.h. wie häufig sie sind. Am Ende steht außer Frage, dass das Szenario Waldvision zu Waldstrukturen führt, die heute nur auf wenigen Flächen zu finden sind und das Szenario somit auf Landschaftsebene erhebliche Veränderungen beschreibt. Auch der Zustand der Bestände und ihre Verteilung in der Landschaft im Jahr 2100 ist lediglich ein Übergangsstadium. Wie in Testläufen festgestellt wurde, ziehen sich die Dynamiken noch über das Ende der Projektion hinaus.

Kritisiert wurde weiterhin, dass **Szenarioannahmen** getroffen wurden, die ein „Zerrbild“ zugunsten einer bestimmten Waldbauausrichtung schaffen würden. Die vom WBW angeführten Punkte unterstützen diese Kritik aber nicht. Generell gilt, dass Ergebnisse von Szenarienanalysen immer mit Blick auf die Annahmen interpretiert werden müssen. Wir sind ganz einer Meinung mit dem WBW, wenn er feststellt, dass Szenarien als „Handlungskorridor für künftige Entwicklungen“ zu verstehen sind. Sie beschreiben nicht etwa eine wahrscheinliche oder realistische Entwicklung, sondern dienen vielmehr dazu, die Auswirkungen von Entscheidungen zu skizzieren, anhand derer wir unser heutiges Handeln ausrichten sollten. Genau in diesem Sinne ist die Ausgestaltung der betrachteten Szenarien zu verstehen – sie spiegeln auf der Modellebene wider, was heute in der politischen Diskussion verhandelt wird (beispielsweise bei Beteiligungsverfahren auf der Bundes- und Landesebene zu Klimaschutzplänen oder der Biodiversitätsstrategie): Dabei ist erkennbar, dass verschiedene Interessensgruppen in Bezug auf die Ausgestaltung des Waldbaus Zielen wie Biodiversität, Produktivität, Klimaschutz und Klimaresilienz unterschiedliches Gewicht beimessen und dass sie möglichen forstwirtschaftlichen Maßnahmen verschiedene Wirkungen zuschreiben. Szenarioannahmen und resultierende Ergebnisse, wie in dem Szenario Waldvision dargestellt, können hier Erkenntnisse generieren und sollten vergleichbar auch in anderen Waldmodellen gerechnet werden.

Die Stellungnahme des WBW geht nur punktuell auf die **konkreten Ergebnisse** der Szenarien ein. Die unterschiedliche Entwicklung der einzelnen Indikatoren in den Szenarien zeichnet sich bereits bis zum Jahr 2052 ab. Mindestens für den Zeitraum bis 2052 – für den auch vergleichbare WEHAM-Szenarien vorliegen¹ – wäre dies gerechtfertigt gewesen und aus unserer Sicht sogar geboten. Der WBW stellt selbst fest, dass sich, auch über den Zeitraum von 90 Jahren, „Basis- und Holzscenario noch im Datenbereich der Bundeswaldinventuren“ und auch der vorliegenden WEHAM-Szenarien bewegen. Das Szenario Waldvision dagegen „wagt sich [...] weit in den Extrapolationsbereich vor“. Es steht außer Frage, dass es sich um ein Szenario handelt, das starke Auswirkungen nach sich zieht, und es ist genau das Anliegen der Studie, diese deutlich zu machen. Die Studie „Waldvision Deutschland“ trägt damit zu einer Verbreiterung der in der Diskussion befindlichen Handlungsansätze bei und ist somit ein wichtiger Schlüssel für langfristig angelegte politische Entscheidungen im Bereich von Klima- und Naturschutz im Wald.

Aus unserer Sicht gibt es kein deutschlandweites Modell, das allen Anforderungen des WBW genügt. Das sollte nicht dazu führen, dass wichtige Fragen nicht gestellt und nicht analysiert werden. Unsere zentrale Frage lautete: **Wie entwickeln sich Bestände langfristig, die aus der Nutzung genommen oder extensiver bewirtschaftet werden?** Eine Antwort auf diese Frage hat zentrale Auswirkungen auf Strategien im Klima- und Naturschutz sowie in der Holzwirtschaft. Die Studie Waldvision zeigt Antworten auf diese zentrale Frage auf. Sie sollte der Startpunkt für weitergehende Untersuchungen sein, die neben einer Weiterentwicklung von Waldmodellen auch Substitutionseffekte sowie ökonomische und gesellschaftliche Aspekte in den Fokus nehmen. Wir würden eine Einschätzung des WBW sehr begrüßen, die darlegt, wie sich denn der Wald in Deutschland unter den Annahmen, die im Szenario Waldvision getroffen wurden, entwickeln würde.

Schlussfolgernd möchten wir feststellen, dass neben der Diversität in Wäldern auch eine **Diversität von Waldmodellen notwendig** ist. Die Erfahrungen mit unterschiedlichen Modellen in anderen Bereichen, wie z.B. dem Energiesektor oder den Klimawissenschaften zeigen, dass es von Vorteil ist, wenn verschiedene Modelle mit ähnlicher Datenbasis für wichtige Fragesellungen zum Einsatz kommen, um für gemeinsame Szenarien eine Richtungssicherheit und Robustheit der Ergebnisse sicher zu stellen. In diesem Sinne kann FABio als eine Bereicherung der Waldmodelllandschaft in Deutschland angesehen werden. Diesbezüglich würden wir uns zukünftig über einen konstruktiven wissenschaftlichen Austausch im Bereich der flächendeckenden Waldmodellierung in Deutschland freuen.

Im Folgenden gehen wir detailliert auf die Kritikpunkte des WBW ein.

¹ www.weham-szenarien.de

Detaillierte Antworten auf einzelne Kritikpunkte des WBW

Datengrundlagen

„Das Waldwachstumsmodell FABio wurde mit den Daten der BWI 2 und BWI 3 parametrisiert. Diese Datenbasis ist grundsätzlich geeignet. Die Aussagekraft langfristiger Simulationen mit diesem Modell ist hingegen stark eingeschränkt, weil das Öko-Institut nur auf eine Zuwachsperiode zurückgreifen konnte. Bei Änderungen der Standortbedingungen (Klima, Witterung, Deposition aus der Luft) sind gerichtete Unter- bzw. Überschätzung des Zuwachses unausweichlich. Mit dieser Problematik mussten sich auch Sterba und Monserud (1996) bei ihrem Wachstumsmodell PROGNAUS für Österreich auseinandersetzen und empfehlen daher eine Vielzahl von Zuwachsperioden für zukünftige Modellparametrisierungen. Auch die Autoren der Studie „Waldvision Deutschland“ weisen auf diese Unsicherheiten hin (S. 34).“

Das Öko-Institut ist bei der Entwicklung des Modells FABio auf Datensätze angewiesen, die öffentlich verfügbar sind. Zudem sollte ein für Deutschland flächendeckender und konsistenter Datensatz verwendet werden. Zu diesem Zeitpunkt trifft das nur für die Daten der BWI2 und BWI3 zu, die gut dokumentiert und aufbereitet auf der Website www.bwi.info zur Verfügung gestellt werden.

Auf Seite 3 der WBW-Stellungnahme wird angeführt, dass hohe Stickstoffeinträge in den letzten Jahren zu einer Überschätzung des Zuwachses führen würden. Tatsächlich kann über die zukünftige Höhe von Stickstoffdepositionen nur spekuliert werden, genauso über deren Wirkung auf junge und alte Bestände. Generell ist eine Berücksichtigung von Umwelt- und Klimaveränderungen auf das Waldwachstum, wie vom WBW gefordert, in FABio grundsätzlich möglich, konnte aber im Rahmen des Projekts nicht realisiert werden. Vom WBW bleibt an dieser Stelle aber unerwähnt, dass durch die Zunahme von zusätzlichen Einflussgrößen, wie der Projektion von regionalen Klimaveränderungen, die Unsicherheiten sich noch einmal stark erhöhen würden. Mehr Komplexität bedeutet nicht automatisch akkuratere Ergebnisse, sondern erhöht auch stark die Unsicherheiten. Nichts desto trotz ist es sinnvoll und geplant, in FABio die projizierten regionalen Klimaveränderungen zu integrieren, um entsprechende Varianten berechnen zu können.

Der gewählte Datensatz von 2002 bis 2012 ist bereits durch die in diesem Zeitraum stattgefundenen Änderungen des Klimas geprägt, so dass das Modell diese teilweise implizit in der Berechnung des Wachstums berücksichtigt. Jedoch wurden die Effekte nicht explizit mit Klimadatenprojektionen simuliert. Die oben geforderte Berücksichtigung älterer Wuchsperioden, in denen die Signale einer Klimaänderung noch deutlich schwächer ausfallen, würde diese Effekte eher weniger ins Modell eingehen. Das vergleichbar detaillierte und für Politikberatung im BMEL eingesetzte Modell WEHAM berücksichtigt die Auswirkungen von Klimaveränderungen auf das Wachstum bisher ebenfalls nicht. Eine bessere Einbeziehung des Klimawandels erfordert aus unserer Sicht eine breitere wissenschaftliche Diskussion über die zu verwendenden Methoden, die auch andere Modelle und Modelltypen, wie biophysikalische Modelle, einbezieht.

Fazit zur Datenauswahl: Die Datenauswahl sehen wir in Anbetracht der angeführten Argumente in der Summe als sinnvoll und für die Fragestellung des Modells zielführend an.

„Die Wachstumsmodelle und das Mortalitätsmodell wurden für 24 Baumartengruppen parametrisiert und die Vorzeichen der Modellkoeffizienten erscheinen durchweg plausibel. Dies ist jedoch zugleich fragwürdig, weil die Baumartengruppen z. T. nur sehr gering besetzt sind.“

In der zeitlichen Entwicklung eines Waldbestandes nimmt durch das Wachstum der einzelnen Bäume die Dichte des Bestandes zu. Diese wirkt wiederum auf das Wachstum der Bäume, führt aber auch zu Mortalität von Bäumen, wobei diese artspezifisch reagieren.

Tatsächlich muss der Modellierer/die ModelliererIn hier die Balance finden zwischen der Differenzierung von Baumartengruppen, die sehr unterschiedliches Mortalitätsverhalten haben können, und der Anzahl der verfügbaren Datenpunkte für die Parametrisierung der Funktionen. In der Summe flossen 277.282 Datenpunkte (Baumindividuen) in die Analyse der Mortalität ein, für die ein menschlicher Eingriff ausgeschlossen werden konnte. Dabei traten Mortalitätsereignisse in Baumartengruppen mit hoher Verbreitung entsprechend häufiger auf. Bei 15 Baumartengruppen war die Anzahl der Datenpunkte größer 1.000. Diese Anzahl wird von unserer Seite als ausreichend eingestuft. Für weitere fünf Baumartengruppen lagen Daten von mehr als 340 Bäumen vor, für die Gruppe Sonstiges Laubholz mit hoher Lebensdauer waren es 294. Die Baumartengruppen, die darunterlagen (Sonstiges Laubholz mit niedriger Lebensdauer, sonstige Nadelbäume und spätblühende Traubenkirsche wurden zusammengelegt (458 Datenpunkte).

Die Mortalität wurde in Abhängigkeit von den Standortparametern Grundfläche der größeren Bäume (BAL), Bonität, Baumalter, Brusthöhendurchmesser und Biodiversitätsindex der Baumarten mit Hilfe einer logistischen Regression ausgewertet. Die Funktion gibt für einen Baum in einem Plot eine Mortalitätswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit der als signifikant berücksichtigten Parameter zurück. Je nach Baumart zeigten sich für die Mortalität unterschiedliche signifikante Abhängigkeiten von diesen Parametern. Es ist zutreffend, dass mit sinkenden Datenpunkten (generell niedrige Anzahl, niedrige Anzahl hoher Durchmesserklassen; siehe WBW-Anmerkung im nächsten Absatz) die Qualität der Regression sinkt und die Unsicherheit steigt. Dies zeigt sich z.B. darin, dass mit sinkenden Datenpunkten die Anzahl signifikanter Abhängigkeiten zu den oben genannten Parametern abnimmt. In Abwägung zu der generell als vorteilhaft angesehenen Differenzierung der Baumarten ist dies aber akzeptabel. Es muss betont werden, dass diese vom WBW als „fragwürdig“ (unsere Einschätzung: Nennung < 1.000 Bäume) eingestuften Baumartengruppen gerade einmal 0,17% der Gesamtheit der in der BWI erfassten Bäume ausmachen. Dies stellt – anders als vom WBW hervorgehoben – nicht die Modellierung der Mortalität in FABio in Frage, insbesondere, da für die häufigen und wichtigen Arten entsprechend viele Datenpunkte einfließen (Fichte: 84.769, Kiefer: 59.445, Buche: 46.520, Eiche: 26.490).

„Aufgrund des relativ langen Inventurintervalls kommt für alle Baumarten hinzu, dass in vielen Fällen die Mortalitätsursachen (Nutzung/dichteabhängige Mortalität/kalamitätsbedingte Mortalität) nicht nachvollziehbar sind und die Unsicherheiten der dichteabhängigen Mortalität im nicht durch Parametrisierungsdaten belegten Extrapolationsbereich stark ansteigen, was primär für das Szenario Waldvision gilt.“

Im Modellansatz unterscheiden wir zwischen natürlicher Mortalität und Einschlag. Die BWI unterscheidet, auf welche Art Bäume in der BWI3 ausgeschieden sind, die in der BWI2 noch erfasst wurden. Für die Parametrisierung des Mortalitätsmodells (natürliche Mortalität) wurden nur Traktecken, d.h. Stichprobendatensätze ausgewählt, auf denen nach BWI-Angaben zwischen den Inventuren keine Bäume nutzungsbedingt ausgeschieden sind. Für die natürliche Mortalität wird eine Dichteabhängigkeit explizit in der Mortalitätsanalyse berücksichtigt. Eine erhöhte Mortalität nach Nutzungseingriffen geht implizit in die Mortalitätsfunktion ein, da Mortalitätsereignisse aus Beständen, in den vor 2002 eingeschlagen wurde, in die Regressionsanalyse einfließen.

Eine Modellierung von Klimaveränderung bzw. Wetterereignissen ist in FABio bisher nicht integriert, die Modellstruktur lässt dies aber prinzipiell zu, ebenso eine nutzungsabhängige Mortalität (z.B. Mortalität nach Einschlag von Bäumen im Bestand). Das vergleichbar detaillierte und für Politikberatung im BMEL eingesetzte Modell WEHAM berücksichtigt natürliche und dichteabhängige Mortalität nicht.

Fazit zum Mortalitätsmodell: Die Modellierung der Mortalität stufen wir insbesondere bei den häufigen und wichtigen Baumarten als valide ein. Die Mortalitätsfunktionen der selteneren Baumarten weisen dagegen Unsicherheiten auf. Angesichts der geringen räumlichen Verbreitung dieser Arten und angestrebten Differenzierung der Baumarten im Modell wird die Abbildung der Mortalität von uns als belastbar angesehen. Im Hinblick auf die Fragestellung der Studie, die vor allem auch die Entwicklung von extensiv bewirtschafteten Wäldern beschreiben sollte, ist die von uns gewählte Darstellung von Mortalität unter Berücksichtigung der Datenlage damit dem Modellzweck vollkommen angemessen.

„Zur Quantifizierung der Kohlenstoffvorräte und ihrer Veränderungen im Auflagehumus und im Mineralboden wurde das Modell Yasso 05 eingesetzt. Die Initialisierung des Modells wurde mit einem „spinup“-Lauf des Modells durchgeführt. Dies mag eine Erklärung dafür sein, dass sich die Unterschiede in den Kohlenstoffvorräten von Laub- und Nadelwäldern trotz der simulierten Veränderungen in der Baumartenzusammensetzung nicht wie bei der zweiten Bodenzustandserhebung in den Ergebnissen widerspiegeln“

Tatsächlich ist das Modell, wie beschrieben, nicht dafür geeignet, beobachtete Bodenkohlenstoffvorräte zu reproduzieren. Das war auch nicht Ziel des Einsatzes des Bodenmodells. Vielmehr kann das Modell dazu verwendet werden, Unterschiede zwischen Szenarien durch Änderung der Bewirtschaftung darzustellen. Neben Klimaparametern, die über die Zeit festgeschrieben wurden, reagiert das Modell vor allem auf Änderungen des Streufalls, der Streuqualität und des Totholzzuwachses. Effekte des erhöhten Eintrags von Streu bei höheren Bestandesdichten, aber auch sich ändernden Streuzusammensetzung durch sich ändernde Baumartenanteile, können so abgebildet werden. Für diesen Zweck wurde das Bodenmodell in FABio eingesetzt.

„Der Klimaschutzbeitrag der Substitution von in der Herstellung emissionsintensiven Materialien wie Beton, Glas, Aluminium, Stahl oder Ziegelsteinen und von fossilen Energieträgern durch den nachwachsenden Rohstoff und Energieträger Holz wird in der Studie zwar als relevant erwähnt, aber gezielt von der Bewertung der CO₂-Speicherleistung der Bewirtschaftungsstrategien ausgeklammert.“

„Dies deckt sich nicht mit dem Vorgehen des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen (IPCC), der bei der Analyse des Gesamtsystems den Wald im Kontext anderer Landnutzungen sowie die Verweildauer und Funktionen von Holzprodukten im Wirtschaftskreislauf unter Einbeziehung der Substitution einbezieht, um mit sachlich korrekt festgelegten Systemgrenzen die Emissionen und Mitigationspotenziale zu quantifizieren (Nabuurs et al. 2007). Zwar ist es richtig, dass sich der Klimaschutzbeitrag der Substitution durch Veränderungen in den Rahmenbedingungen, im Energie-Mix und in den Produktionsbedingungen verschiebt, gleichwohl liegen aber die Methoden zur Quantifizierung dieser Veränderungen vor (Hafner et. al, 2017). Deshalb sollten die nicht zu vernachlässigenden langfristigen Effekte der Substitution zumindest in ihrer Größenordnung abgeschätzt werden. Ansonsten würden Klimaschutzleistungen durch ökologische Waldentwicklung und Klimaschutzleistungen durch Nutzung nachwachsender Rohstoffe im Bausektor gegeneinander ausgespielt. Die stoffliche Holznutzung im Baubereich macht immerhin mehr als die Hälfte der Holzverwendung aus. Des Weiteren ist davon auszugehen, dass Änderungen im Energiemix nicht dazu führen werden, dass die Substitutionswirkung komplett wegfällt.“

Der vom WBW zitierte Sachstandsbericht des IPCC skizziert die Auswirkungen auf das Gesamtsystem grob und ermittelt lediglich ein Potenzial für Substitution. Die ebenfalls vom IPCC herausgegebenen Methodenhandbücher liefern, entgegen der Darstellung des WBW, keine Methoden für die Erfassung von Substitutionseffekten. Das liegt daran, dass diese Effekte nach der Logik der UN Klimarahmenkonvention nicht dem Forstsektor zugerechnet werden. So zieht die gesamte Welt der Treibhausgasberichterstattung die Systemgrenzen hier, ohne die Substitutionseffekte einzubeziehen. Damit soll

nicht behauptet werden, dass diese nicht auftreten oder unwichtig seien, sondern nur darauf hingewiesen werden, dass Methodenkonventionen hier durchaus unterschiedliche Betrachtungen erlauben.

Substitutionseffekte, die sich durch die Holznutzung ergeben, sind wichtig für die Gesamtklimabilanz der Waldbewirtschaftung als System oder auch Landnutzung insgesamt. Werden sie realisiert, verringert dies den Gehalt an CO₂ in der Atmosphäre und damit sind sie klimawirksam. Sie stellen allerdings keine „CO₂-Speicherleistung“ im engeren Sinne dar. Sie lassen sich nur durch den Vergleich von Produktionssystemen bzw. Nutzungen quantifizieren.

Wichtig für die Nachvollziehbarkeit und Interpretation der Ergebnisse der Kohlenstoffbilanzierung ist eine transparente und vollständige Beschreibung der berücksichtigten Elemente und der gezogenen Systemgrenzen. Dieses ist in der Waldvisionsstudie erfolgt. Es wurde darauf eingegangen, weshalb Substitutionseffekte nicht bilanziert wurden. Dabei wurde bereits auf die vom WBW angefügte Literatur verwiesen. Das Gutachten des WBW von 2016 verwendete zur Abschätzung der Substitutionseffekte einen einzigen Faktor (ohne nach Holzart oder Verwendung zu differenzieren). Diese Art der Berechnung wurde mittlerweile durch Mitglieder des WBW als nicht angemessen kritisiert, weil sie nicht den entsprechenden DIN entspricht (Hafner et al. 2017). Da in der Waldvisionsstudie eine detaillierte Betrachtung von Substitutionseffekten, wie sie der Standard erfordert, nicht möglich war, wurden diese nicht quantifiziert.

Der WBW empfiehlt in seiner Stellungnahme, dass die „langfristigen Effekte der Substitution zumindest in ihrer Größenordnung abgeschätzt werden“. Ein wichtiger Indikator für eine solche Abschätzung, zumindest der Produktsubstitution, ist die Verfügbarkeit von Holz, das stofflich genutzt werden kann. Gerade die stoffliche Nutzung zeigt deutlich höhere Substitutionseffekte als die energetische Nutzung. Dadurch, dass in dem Szenario Waldvision das Holzaufkommen, insbesondere von Fichte und auch Douglasie, im Vergleich zum Basisszenario nicht zurückgeht, ist auch mit einer geringen Abnahme an Substitutionseffekten im Bereich der stofflichen Nutzung zu rechnen, da diese Baumarten besonders im Holzbausektor eingesetzt werden.

Die korrekte Modellierung von Substitutionseffekten ist also aufwändig und – insbesondere mit Blick auf 2050 und später – mit hohen Unsicherheiten behaftet. So wurde auch bei der Erstellung und Analyse der WEHAM-Szenarien, die unter Federführung des Thünen-Instituts erstellt und im Juli 2017 veröffentlicht wurden, die Klimawirkung durch Substitution bisher nicht ermittelt². Hier misst der WBW erneut eindeutig mit zweierlei Maß und hängt die Messlatte der „Anforderungen an eine evidenzbasierte Politikberatung“ auf ein Niveau, das eigene Studien und die des Thünen-Instituts als An-Institut des BMEL nicht erreichen.

Fazit zu Substitutionseffekten: Substitutionseffekte, die sich durch die Holznutzung ergeben, sind wichtig für die Gesamtklimabilanz der Waldbewirtschaftung als System oder auch Landnutzung insgesamt. Wir sehen hier hohen Forschungsbedarf für die Entwicklung einfacher aber korrekter Methoden für die Abschätzung solcher Effekte. Wichtig ist aber auch zu betonen, dass Substitution keine „CO₂-Speicherleistung“ im engeren Sinne darstellt. Sie wird nur durch den Vergleich von alternativen Produktionssystemen, bzw. Nutzungen, realisiert. Als Indikator zeigt das Holzaufkommen von Baumarten wie Fichte und Douglasie, die stofflich genutzt werden und dadurch zu hohen Substitutionseffekten führen an, dass im Szenario Waldvision mit einer vergleichsweise leichten Abnahme an Substitutionseffekten im Bausektor zu rechnen ist.

² Nachhaltigkeitsbewertung alternativer Waldbehandlungs- und Holzverwendungsszenarien unter besonderer Berücksichtigung von Klima- und Biodiversitätsschutz (WEHAM-Szenarien), www.weham-szenarien.de

„Zusätzlich bleiben in der Studie Verschiebungseffekte beim Holzimport-/export unberücksichtigt, die sich aus der Nutzungsaufgabe ergeben und in anderen Untersuchungen bereits nachgewiesen wurden (Rüter et al. 2016).“

Auf die Risiken verstärkter Importe wurde im Bericht hingewiesen. Eine Quantifizierung solcher Effekte kann seriöser Weise nur mit entsprechenden ökonomischen Modellen erfolgen (zum Beispiel Allgemeine Gleichgewichtsmodelle). Diese Fragestellungen waren jedoch nicht Gegenstand der Forschungsfragen des Projekts. Im Bericht wird aber klar herausgestellt, dass mit der Waldvision zugleich eine effizientere Holznutzung notwendig sein wird, um verstärkten Importen entgegenzuwirken. Diese wurde nicht modelliert, sondern ist eine Interpretation aus den Ergebnissen.

„Der in der Studie verwendete Holzverwendungsschlüssel als eine Grundlage zur Berechnung der Kohlenstoffspeicherung in Holzprodukten deckt sich in keiner Weise mit den Angaben in Holzeinschlagsstatistiken und schafft ein Zerrbild zugunsten des Laubholzes und zu Lasten des Nadelholzes (vgl. BMEL 2017).“

Von einem „Zerrbild zugunsten des Laubholzes“ kann keine Rede sein. Der Holzverwendungsschlüssel für alle Szenarien ist in Tabelle 3-5 der Modellbeschreibung zu finden. Daraus wird deutlich, dass Laubholz in höherem Maße als Energieholz verwendet wird und weniger als Nadelholz für Holzwerkstoffe. Das deckt sich mit der Holzverwendungsstatistik der letzten Jahre. Die Holzeinschlagsstatistik erfasst nur etwa 75% des eingeschlagenen Holzes, wie vom Thünen-Institut festgestellt³. Zur Verwendung des nicht registrierten Einschlags mussten deshalb Annahmen getroffen werden. Aus Sicht der Kohlenstoffbilanz für den Wald und die Holzprodukte bedeutet dies, dass Laubholz schlechter abschneidet. Dieser Schlüssel, der Laubholz aus Sicht der CO₂-Bilanz eher benachteiligt, wurde für alle Szenarien gleich verwendet.

„Außerdem wird nur beim Szenario Waldvision von einer Anpassung des Holznutzungsverhaltens ausgegangen, wodurch sich die Randbedingungen für den Vergleich der Szenarien verschieben.“

Diese Darstellung ist falsch. Wie in der Studie dargelegt, wurden in allen Szenarien die gleichen Holzverwendungsschlüssel angenommen. In der Diskussion der Ergebnisse wurde darauf eingegangen, inwieweit Änderungen in der Holzverwendung sich theoretisch auf die Indikatoren auswirken würden. Diese Wirkungen würden für alle Szenarien gelten.

„Bei der Verweildauer der Holzprodukte im Zivilisationskreislauf wird von Halbwertszeiten und nicht von mittleren Lebensdauern ausgegangen. Auch dies benachteiligt das mehrheitlich in mittel- und langlebigen Anwendungen genutzte Nadelholz. Das Holzproduktemodell einschließlich seiner Initialisierung ist nicht nachvollziehbar beschrieben. Die den Produktespeicher und die Substitutionseffekte nennenswert vergrößernden Kaskadennutzungen werden nicht berücksichtigt (vgl. Würdehoff 2016).“

Der erste Teil dieser Aussage ist erklärungsbedürftig. Die Methode der Ermittlung der Kohlenstoffspeicherung in Holzprodukten folgt der weltweit anerkannten und auch innerhalb der EU gebräuchlichen IPCC-Methode. Diese verwendet Halbwertszeiten, keine mittleren Lebensdauern und keine Differenzierung von Holzarten und auch keine Kaskadennutzung. Zu letzterer fehlen schlicht Daten für Deutschland. Es gibt auch keine uns bekannten spezifischen Halbwertszeiten für Holzprodukte in Deutschland

³ Thünen-Institut (2017): Holzeinschlag und Rohholzverwendung, <https://www.thuenen.de/de/wf/zahlen-fakten/waldwirtschaft/holzeinschlag-und-rohholzverwendung/>

oder Daten zur Kaskadennutzung, die sich integrieren ließen. In einer Studie, die die Holzverwendung zum Mittelpunkt hat, wäre eine detailliertere Betrachtung der tatsächlich wichtigen Effekte durch Kaskadennutzung angemessen.

Im Hinblick auf die Initialisierung des Holzproduktepools ist in der Modellbeschreibung dokumentiert, dass dies – wie beim Bodenmodell – über einen „spin-up“-Lauf des Modells von 300 Jahren, in denen sich die verschiedenen Kohlenstoffpools füllen und sich nahe eines Gleichgewichts zwischen Zufluss und Abbau befinden, erfolgt. Zudem sind dort die Vorgehensweise der Zuordnung von Holzsortimenten zu Holzprodukten sowie die Halbwertszeiten von Holzproduktkategorien nach IPCC dokumentiert.

„Insgesamt kann man sich nicht des Eindrucks erwehren, dass hier eine Reihe von Setzungen getroffen wurde, die fachlich nicht gerechtfertigt sind.“

Fazit zur Holzverwendung: Diese Feststellung basiert auf falschen Darstellungen der in der Studie angewandten Methoden (s.o.). Zudem ist in der Stellungnahme eine Überhöhung des verlangten Standards für wissenschaftliche Studien im Feld der deutschlandweiten Modellierung der Waldbestände und der daraus resultierenden Politikberatung festzustellen, die in dieser Weise in vergleichbaren Studien, inklusive WEHAM und WBW-Studien, ebenfalls nicht erreicht werden. Somit ist diese Aussage – ebenso wie die Aussage, dass mit FABio die „Anforderungen an eine evidenzbasierte Politikberatung“ nicht erfüllt sind, – entschieden zurückzuweisen.

Wachstumsmodell

„Waldwachstumsmodelle organisieren Wissen und führen Kenntnisse über Einzelaspekte und Gesetzmäßigkeiten des Waldwachstums zu einer Vorstellung vom Gesamtsystem zusammen (Pretzsch 2001). Mit ihnen lassen sich Waldentwicklungen in Abhängigkeit von Behandlung, Standort und Störfaktoren simulieren. Die damit verbundenen Abstraktionen der Wirklichkeit müssen einer Evaluierung standhalten und akzeptabel sein.

Das für die Studie neu entwickelte Waldwachstumsmodell FABio ist bisher anscheinend noch nicht evaluiert worden. In Teilen sind die Modellgleichungen an Ansätze des Modells PROGNAUS von Sterba und Monserud (1996) angelehnt. Auf die Probleme einer Modellparametrisierung auf der Basis einer einzelnen Zuwachsperiode wurde bereits eingegangen. Eine Beurteilung der Teilmodelle wird dadurch erschwert, dass sie nicht ausreichend dokumentiert sind.“

Die Evaluierung des Waldmodells FABio erfolgte bisher über zwei Ansätze. Zum einen wurden Modellergebnisse mit dem als etabliert betrachteten WEHAM Modell verglichen. Dabei wurden, wie im Bericht ausgeführt, das Basisszenario rekonstruiert und Ergebnisse beider Modelle mit vergleichbaren Parametereinstellungen verglichen. Zum anderen wurde die Entwicklung von Vorräten, Zuwächsen und Totholz mit Werten aus der Literatur verglichen und diskutiert.

Tatsächlich ist ein Vergleich von zusätzlichen Ergebnissen anderer Modelle mit der Modellierung in FABio sinnvoll. Hierzu wäre z.B. eine vergleichende Modellierung mit unterschiedlichen Modellen auf Basis gleicher Datensätze und vergleichbaren Einstellungen eine Möglichkeit, um die Stärken und Schwächen von Modellen zu ermitteln, aber auch um insgesamt mehr über die Unsicherheiten von Projektionen zu Waldbeständen in Deutschland zu erfahren. Modellierungsergebnisse aus dem WEHAM-Naturschutzpräferenzszenario wären für eine Evaluierung von FABio diesbezüglich ebenfalls interessant, sind aber aktuell nicht in der Detailtiefe frei verfügbar, die hierfür notwendig wäre.

„Die Studie nimmt für sich in Anspruch „eine Diskussionsgrundlage für die Entwicklung einer zukunftsfähigen und ökologischen Forstwirtschaft in Deutschland“ zu schaffen. Vor diesem Hintergrund ist zu bemängeln, dass zwar der Klimaschutzbeitrag in die Bewertung der Szenarien einfließt, wenn auch mit teilweise zu kritisierenden Annahmen (s. o.), das Waldwachstumsmodell aber nicht klimasensitiv ist.“

Die Verwendung klimasensitiver Wachstumsfunktionen ist tatsächlich eine wichtige Weiterentwicklung für das Modell FABio. Es ist uns derzeit aber kein Modell bekannt, das einzelbaumbasiert modelliert und damit die Vielzahl möglicher Optionen der Waldbewirtschaftung erlaubt, die FABio darstellen kann, das gleichzeitig klimasensitiv ist und ganz Deutschland betrachtet. Entsprechende Ergebnisse aus dem WP-KS-KW-Projekt⁴ (Laufzeit bis März 2017), in dem die Modelle WEHAM, Waldplaner/TreeGrOSS und SILVA boden- und klimasensitiv weiterentwickelt werden sollen, sind unseres Wissens bisher nicht veröffentlicht (Stand 20.6.2018). Wir sehen hier statt einer Unzulänglichkeit des Modells FABio eine generelle Forschungslücke, die angesichts der notwendigen langfristigen Betrachtung von Waldpolitik unbedingt geschlossen werden muss. Dabei kann ein Modellverbund inklusive des Modells FABio in der Weiterentwicklung eine Rolle spielen.

„Zur Abbildung der sich verändernden Standortgüte wird eine „statische“ Bonität verwendet, bei der es sich nicht um eine Höhenbonität handelt, sondern um ein Produktivitätsmaß in Form eines normalisierten periodischen „Zuwachsprozentes“, bezogen auf den jeweiligen Ausgangsvorrat an den Traktecken. Leider gibt es nur eine sehr verkürzte textliche Beschreibung und keine Formel zur Herleitung dieser Bonität. Inwieweit dabei Unterschiede in der Bestandesdichte berücksichtigt werden, lässt sich aus dem Text nicht entnehmen. Außerdem wird dieser relative Bonitätsausdruck für jede Traktecke auf Grundlage der aktuell dort stockenden Baumart bestimmt und dem Anschein nach bei einem Baumartenwechsel auf die nachfolgende Baumart übertragen. Dies ist mehr als fragwürdig, weil die standortsabhängige Bonität der Baumarten sich nicht gleichgerichtet verhält.“

Die verwendete Bonität errechnet sich als Volumenzuwachs von 2002 bis 2012 pro Ausgangsvolumen in 2002 (es wurden nur die Bäume berücksichtigt, die nicht geerntet wurden). Die Werte werden über alle Stichprobenpunkte auf einen Wert zwischen 0 und 100 normalisiert. Diese Bonitätsberechnung birgt Unsicherheiten, war aber zum Zeitpunkt der Modellarbeiten der beste ableitbare Parameter. Seit Herbst 2017 liegen neue Daten zu den BWI-Erhebungspunkten zu Boden und Klima vor.⁵ Zudem wurde von dem Projektkonsortium des WP-KS-KW-Projekts⁴ eine Standortbewertung als Alters-Höhenrelation an den Erhebungspunkten abgeleitet. Allerdings ist diese aufgrund der Datenlage der BWI nicht an allen Punkten möglich (unveröffentlichte Daten LWF-Bayern).

Für eine zukünftige Modellierung wäre es sinnvoll, auf die Standortbewertung der LWF-Bayern zurückzugreifen und möglichst fehlende Daten von BWI-Datenpunkten z.B. über Informationen zu Zuwächsen oder Standortdaten zu Boden und Niederschlag zu extrapolieren. Auch ein Vergleich der Ergebnisse aus FABio mit denen aus den Modellen WEHAM, Waldplaner/TreeGrOSS und SILVA, die im WP-KS-KW-Projekt beteiligt sind, wäre sinnvoll. Insbesondere wäre interessant, zu welchen Ergebnissen diese Modelle bei vergleichbaren Annahmen und Einstellungen wie denen im Szenario Waldvision kommen. Bisher sind uns keine deutschlandweiten Ergebnisse z.B. des Modells WEHAM bekannt, in denen eine Standortbewertung einfließt.

⁴ WP-KS-KW-Projekt: „Veränderte Produktivität und Kohlenstoffspeicherung der Wälder Deutschlands angesichts des Klimawandels - Modellentwicklung mit einem Datensatz der Bodenzustandserhebung (BZE) und des Level I - Monitorings sowie Modellanwendungen auf einem erweiterten Datensatz der Bundeswaldinventur (BWI)“ (<https://www.nw-fva.de/index.php?id=583>)

⁵ https://bwi.info/Download/de/BWI-Basisdaten/bwi2012_umwelt/

„Der Simulationszeitraum ist mit 90 Jahren für ein Einzelbaummodell, dessen Parametrisierung nur auf einer Zuwachsperiode beruht, sehr lang. Allein der sich unter Umständen aufschaukelnde Modellfehler führt über eine so lange Projektionszeit zu erheblichen Unsicherheiten. Diese Unsicherheiten werden nur unzureichend kommuniziert. Das Wachstum vieler Bäume, insbesondere bei sehr hohen Bestandesdichten und in den sehr starken Durchmesserklassen, kann in den Simulationen nur durch Extrapolation geschätzt werden.“

Wie bereits oben ausgeführt, ist die Verwendung nur einer Zuwachsperiode von 2002 bis 2012 der Kompromiss aus Datenverfügbarkeit und Modellierungszielen. Selbst wenn der WBW die Ergebnisse bis 2102 als zu unsicher erachtet, wäre eine inhaltliche Auseinandersetzung mit den Ergebnissen zumindest bis zum Jahr 2052 wünschenswert gewesen (eine Zeitspanne die auch WEHAM modelliert).

In der Forstwirtschaft gelten äußerst langfristige Produktionszeiträume von mehreren Dekaden, wenn nicht sogar Jahrhunderten. Häufig werden Studien, die lediglich auf kurzfristige Effekte über wenige Jahre schauen als wenig relevant angesehen. Besonders anhand klassischer Forstmodelle wird deutlich, dass die Forderung einer Langfristperspektive berechtigt ist. Heute in Deutschland geerntete Bäume sind durch forstwirtschaftliche Aktivitäten vor weit mehr als 40 Jahren entstanden. Wenn also das forstliche Handeln derartige Auswirkungen hat, ist es verwunderlich, dass Modellläufe, die über 40 Jahre hinausgehen, einem Tabubruch gleichkommen. Für die Ermittlung von ökonomischen Kennzahlen der Forstwirtschaft wird klassischerweise sogar die gesamte Umtriebszeit betrachtet. Die Auswirkungen eines Waldumbaus über diesen Zeitraum sind sehr relevant, für die Gesellschaft und Entscheidungsträger, und dürfen trotz großer Unsicherheiten, die wir angeführt haben, nicht unbeachtet bleiben.

Die Erfahrungen mit unterschiedlichen Modellen in anderen Bereichen wie z.B. dem Energiesektor oder den Klimawissenschaften zeigen, dass es von Vorteil sein kann, wenn verschiedene Modelle zu ähnlichen Fragestellungen zum Einsatz kommen, um für gemeinsame Szenarien eine Richtungssicherheit und Robustheit der Ergebnisse sicherzustellen. In diesem Sinne sehen wir FABio als eine Bereicherung der Waldmodelllandschaft in Deutschland an und empfehlen bei dem oben angeregten Modellvergleich insbesondere lange Modellzeiträume zu berücksichtigen.

„Die Modelle zur Einschätzung des Grundflächen- und Höhenzuwachses werden als Funktionen der Baumdimension (Durchmesser und Höhe), der Konkurrenz und des Standortes eingeschätzt, aber unabhängig vom Baumalter. Der Zuwachs zweier gleich starker, aber unterschiedlich alter Bäume wäre demnach identisch, was nicht realitätsnah ist. Da jüngere Bestände aufgrund der Stickstoffeinträge zudem heute schneller wachsen und ältere Bestände vielerorts aus eben diesem Grund in höherem Alter noch ein zweites Mal im Zuwachs kulminieren, was sich bei den heute jüngeren Beständen voraussichtlich nicht wiederholt, wird bei der Simulation das künftige Wachstum älterer Bestände tendenziell überschätzt. Dies trägt dazu bei, dass der durchschnittliche jährliche Zuwachs des Szenarios Waldvision 7 % höher als beim Basisszenario und 15 % höher als beim HolzszENARIO ist.“

Im Modell wird der Änderung von Konkurrenz eine höhere Bedeutung beigemessen als einem Altersunterschied. Das Alter eines Baumes, also die Geschichte seines Wachstums, kann für das weitere Wachstum des Einzelbaums natürlich wichtig sein. Allerdings ist das Alter stark korreliert mit Durchmesser und Höhe des Baumes. Die Stärke der verwendeten Zuwachsfunktion in FABio ist, dass gerade die Faktoren Konkurrenz und Bonität neben dem Durchmesser und der Höhe in die Zuwachsfunktion integriert sind. Nimmt beispielsweise durch Einschlag die Konkurrenz ab, kann so die Änderung des Zuwachses dargestellt werden.

Die steigenden jährlichen Zuwächse je Hektar entstehen dadurch, dass in den Wäldern im Szenario Waldvision mehr Bäume in den Beständen verbleiben, die – trotz geringerem Zuwachs der Einzelbäume gegenüber z.B. dem Basisszenario – in der Summe bezogen auf die Fläche zu höheren Zuwächsen führt. Auch kann dieser Effekt durch eine Zunahme der Mischbestände bedingt sein, die zu einer effektiveren Nutzung der Ressourcen an einem Standort führen kann (vgl. Pretzsch und Bieber 2016).

„Das im Modell verwandte Konkurrenzmaß Basal Area Larger (BAL) wurde auch von Sterba und Monserud (1996) genutzt. Es ist für Mischbestände ungeeignet, da es Bäumen unterschiedlicher Art, aber mit gleichem Durchmesser, unabhängig von der Kronengröße die gleiche Konkurrenzwirkung beimisst. Dieses Problem wird durch die Verwendung des Simpson-Index als Diversitätsmaß nicht aufgelöst.“

Hier wäre es interessant, vom WBW einen alternativen Vorschlag zu erfahren, mit dem in der Modellierung die Konkurrenz von Mischbeständen besser abgebildet werden kann. Die Daten der BWI dokumentieren jedenfalls keine Kronendurchmesser, so dass eine Parametrisierung nach Kronendurchmesser nicht möglich ist. Die Zuschreibung von Kronendurchmessern aus der Literatur oder eine Gewichtung des BAL je Baumart bergen ebenfalls deutliche Unsicherheiten, so dass der verwendete Ansatz aus unserer Sicht als leistungsstark und ausgewogen darstellt. Der Simpson-Index wird in der Zuwachsfunktion nicht genutzt, sondern nur im Mortalitätsmodell.

Fazit zum Wachstumsmodell: Das in FABio implementierte Waldwachstumsmodell integriert bereits Baumparameter (Durchmesser und Höhe), Standortparameter und Konkurrenz. Anders als vom WBW suggeriert, ist die verwendete Wachstumsfunktion leistungsstark und ein ausgewogener Kompromiss. Zukünftige Optimierungen des Waldwachstumsmodells durch die Nutzung neuer Daten zur Standortbewertung oder zu Bodenparametern und Niederschlag, sowie zu Klimaveränderungen sind sinnvoll und in der Modellstruktur von FABio angelegt bzw. möglich.

„Das Mortalitätsmodell ist mit Beobachtungen aus der Periode zwischen BWI 2 und BWI 3 parametrisiert. Ungeachtet der geringen Besetzung zahlreicher Baumartengruppen und der Unsicherheiten bei der Ansprache der Mortalitätsursachen (s. o.) ist die in der BWI durchgeführte Winkelzählprobe mit der Zählbreite 4 ohnehin wenig geeignet, dichteabhängige Mortalität überhaupt adäquat zu erfassen.“

In der Mortalitätsfunktion wird die Grundfläche der stärkeren Bäume (BAL) als Maß für die Konkurrenz einbezogen. Die Annahme ist dabei, dass dickere Bäume stärker als Konkurrenten gegenüber dünneren Bäumen auftreten und die Wahrscheinlichkeit ihres Absterbens beeinflussen, umgekehrt hingegen nicht. Damit ist es vor allem wichtig, dass im Fall von Mortalitätsereignissen die stärkeren Baumindividuen in der Nachbarschaft erfasst werden. Mit der Winkelzählprobe sollte dies bei großen Unterschieden im Durchmesser der Bäume gegeben sein. Je geringer der Unterschied zwischen dickeren und dünneren Baumindividuen wird, desto größer ist das Risiko, dass relevante Nachbarbäume nicht erfasst werden. Trotz dieser Unsicherheit erscheint der BWI-Datensatz als die aktuell beste deutschlandweite Datengrundlage, um Konkurrenz innerhalb einer Mortalitätsfunktion zu parametrisieren.

Es ist aber durchaus sinnvoll, die Datenerhebung zur Mortalität und anderer ergänzender Größen in der BWI-Erhebung zu erweitern, um die Datengrundlage für Modellierungen zu verbessern. Auch wäre es hilfreich, wenn der WBW nicht nur eine Kritik an dem verwendeten Modellansatz übt, sondern auch einen konstruktiven Vorschlag zu besser geeigneten, deutschlandweit verfügbaren Daten oder deren Erhebung aufzeigen würde.

Auf die Anzahl der in die Parametrisierung eingehenden Erhebungspunkte wurde bereits oben Bezug genommen.

„Ein generelles Problem bei der Verwendung der Mortalitätsmodellierung auf Einzelbauebene besteht zudem darin, dass mit fortschreitender Simulation die aus den Einzelbäumen aggregierten Bestandeskennwerte zunehmend unplausibel werden und die maximal möglichen Grundflächen oder Stammzahlen eines Bestandes entweder weit überschritten (Yang u. Titus 2002) oder nicht erreicht werden. Mortalitäts-schätzungen erfolgen deshalb oftmals mit zweistufigen Ansätzen, bei denen im ersten Schritt die Mortalität auf Einzelbauebene modelliert wird, aber in einem zweiten Schritt Bestandesdichtemodelle Restriktionen einziehen (Yang u. Titus 2002, Monserud et al. 2005). Hier stellt sich die Frage, zu welchen maximalen Grundflächen das Szenario Waldvision führt und ob sich in diesem Bereich das Mortalitätsmodell plausibel verhält.“

Im Mortalitätsmodell zeigen Baumarten wie Buche und Eiche mit zunehmendem Alter bzw. Durchmesser eine niedrige Mortalität, wenn die Konkurrenz in der Fläche gering ist. Erst bei höheren Dichten steigt die Mortalitätswahrscheinlichkeit stark an. Eine Obergrenze der maximal möglichen Grundfläche eines Bestandes wurde im Modell nicht implementiert, weil dies dem grundsätzlichen Aufbau von FABio widerspricht. Maximale Grundflächen für Baumarten liegen als Datensatz auch nicht vor. Dadurch, dass Aspekte wie Baumartenmischung, Bewirtschaftungsintensität und Bestandesgeschichte wichtige Einflussgrößen sind, lassen sich diese auch nicht einfach ableiten. Zu Testzwecken wurde in das bestehende Waldmodell FABio eine zusätzliche Mortalität in Abhängigkeit der Dichte von Beständen berücksichtigt, mit der eine Sensitivitätsanalyse zur Auswirkung einer erhöhten Mortalität auf die Grundfläche und die Vorräte berechnet wurde (siehe Ergebnisse).

Fazit zum Mortalitätsmodell: Das Mortalitätsmodell in FABio stufen wir – wie oben bereits erläutert – als valide ein.

„Entscheidend für die Steuerung der zukünftigen Baumartenzusammensetzung der Wälder ist das Einwuchsmodell. Dieses Modell ist unzureichend beschrieben und lässt sich daher nicht nachvollziehen. In jedem Fall ist es nicht standortsensitiv und berücksichtigt nur begrenzt die Bestandesstrukturen. Angesichts der mit der Zeit beim Szenario Waldvision stark steigenden Bestandesdichten ist nicht, wie von den Autoren unterstellt, mit Naturverjüngung der Licht- und Halbschattbaumarten zu rechnen, sodass die erwähnten Modifikationen des Managementsystems greifen und eine Baumart zum Nachwachsen festgelegt werden muss. Deren Entwicklung hängt wiederum vom Lichtangebot ab, sodass bei den unterstellten geringen Eingriffsintensitäten Schattbaumarten stark begünstigt werden.“

Der Methodenbericht beschreibt den Aufbau des Einwuchsmodells. Dabei hängt die Einwuchswahrscheinlichkeit einzelner Baumarten von den vorhandenen Baumarten (Samenproduktion im Bestand) sowie von einer globalen Einwuchswahrscheinlichkeit (Sameneintrag von außerhalb eines Bestandes) ab. Dieser modellierte natürliche Einwuchs kann durch Fördermaßnahmen (z.B. Waldumbau) in Szenarieneinstellungen überprägt werden. Das Einwuchsmodell ist somit relativ einfach gebaut, erlaubt aber die zwei wichtigsten Optionen darzustellen: eine natürliche Verjüngung, die zu einem gewissen Teil auch zufällig ist, oder die Verjüngung durch gezieltes Einbringen von bestimmten Baumarten.

Eine Herausforderung der Modellierung ist die Berücksichtigung von Einflüssen der Nutzung auf den Einwuchs. Durch gezielte Förderung oder Zurückdrängen von Baumarten lässt sich auch die natürliche Entwicklung zu einem gewissen Grade steuern. Das Szenario Waldvision bezieht sich bewusst auf eine Entwicklung hin zu einer „natürlichen Waldgesellschaft“ anhand von Ergebnissen aus der Naturwaldforschung (Sturm 1993, Commarmot 2013, Hobi et al. 2013, Korpel 1995) aus der Pflegegrundsätze abgeleitet werden. Die vorgetragene Kritik bzw. prognostizierte Entwicklung hin zu Schat-

tenbaumarten basiert auf Erkenntnissen der bisher praktizierten und diskutierten Waldbauverfahren, die eine „standortgerechte“ Baumartenzusammensetzung und bestimmte Nutzungsoptionen anstreben.

Eine Betrachtung der Naturwald- oder Urwalddynamik und deren Verjüngung zeigt, dass bei den durch Buche prägenden Waldgesellschaften Mitteleuropas, kleinflächige Störungen verbunden mit Vorräten von meist über 550 Festmetern, zu einer Lückendynamik mit einer artenreichen Verjüngung führen (Meyer 2015, Hobi et al. 2013, Commarmot 2013). Die Natur- und Urwalduntersuchungen zeigen außerdem, dass die Dichte dieser vorratsreichen Wälder nicht gleichmäßig ist, wie für die meisten Wirtschaftsbestände angedacht, sondern einer großen Spannbreite unterliegt. Die Verjüngung ist in Natur- und Urwäldern selten einheitlich und unterliegt vielen zufälligen oder zumindest nicht immer erklärbareren Rahmenbedingungen. Einheitliche Behandlungen verbunden mit klaren Zielvorstellungen von Forstbeständen entwickeln zwangsläufig auch einheitliche Bestände und führen deshalb zu zielkonformen, geplanten, gleichförmigen Verjüngungsprozentsen der Baumarten (siehe diverse Waldbaurichtlinien). Dies ist bewusst nicht Ziel des Szenarios der Waldvision.

Richtig an der vorgetragenen Kritik ist, dass die Abschätzung der Verjüngung auf der Grundlage sich ergebender simulierter multivarianter Verjüngungsstrukturen sehr unsicher ist. Für derartige vorratsreiche Bestände (über 600 m³/ha) gibt es nur wenige Untersuchungen über längere Zeiträume. Beispielsweise wurde im Lübecker Stadtwald die Entwicklung zu naturnahen, vorratsreichen Laubmischwäldern 1992 eingeführt und seitdem durch Stichprobeninventuren und zusätzliche Studien begleitet (Fichtner et al. 2012, Sturm 2013). Es zeigt sich hier nach zwei Jahrzehnten, dass das kleinflächige Lückenmuster in der herrschenden Schicht der prägenden mesophilen Buchenmischwaldgesellschaften zu einer Verschiebung in der Baumartenzusammensetzung in der Verjüngungsschicht führt. Die 1992 noch prägende Buche wird durch Edellaubholz und Hainbuche verstärkt abgelöst. In Relation zum Hauptbestand sind es der Bergahorn, die Kirsche, die Esche und die Ulmenarten die deutlich zunehmen, während die Eiche abnimmt. In den Verjüngungsflächen bleibt die Dichte etwa gleich, insgesamt nimmt aber die Verjüngungsfläche um etwa 15 % ab.

Fazit zum Einwuchsmodell: Es ist zutreffend, dass in FABio ein relativ einfaches Einwuchsmodell implementiert wurde. Es erlaubt jedoch, die zwei wichtigsten waldbaulichen Optionen darzustellen: eine natürliche Verjüngung, die abhängig vom Vorbestand ist, oder die Verjüngung durch Pflanzung und Saat, d.h. ein gezieltes Einbringen von bestimmten Baumarten. Auch wird es der Verjüngung in strukturreichen Mischbeständen gerecht.

„Das Totholzmodell speist sich aus der Simulation des Wachstums und des Absterbens einzelner Bäume. Da nach dem Verwendungsschlüssel 100 % des X-Holzes (nicht verwertbares Derbholz) energetisch genutzt werden, verbleibt sehr wenig Totholz in den Beständen, insbesondere in denen, die nach den Vorgaben des Basisszenarios bzw. des Szenarios Holz intensiver bewirtschaftet werden. Dass diese Annahme unzutreffend ist, zeigen die Holzeinschlagsstatistiken (BMEL 2017), aber auch Vergleichsuntersuchungen zu Totholz mengen in Wirtschaftswäldern und Naturwäldern (Meyer et al. 2009).“

Der zitierte Verwendungsschlüssel gibt an, wofür entnommenes X-Holz verwendet wird. Die Anteile des entnommenen und verbleibenden Derbholzes werden im Modell durch Durchmessergrößen für die Entnahme bestimmt. Allerdings ist es richtig, dass diese Einstellungen vorsehen, dass sämtliches Derbholz (über 7cm Durchmesser) bei Nutzung eines Baumes auch entnommen wird. Dies entspricht nicht unbedingt der heutigen Praxis, bei der Teile des Derbholzes im Wald verbleiben. Dadurch wird der Anteil an kleindimensioniertem liegendem Totholz, wie z.B. Kronenholz unterschätzt. Die natur-

schutzrelevanteren stehenden starken Totholz mengen betrifft dies aber nicht. Diese Einstellungen sind in allen Szenarien gleich.

Waldentwicklungsszenarien

„Das Basisszenario lehnt sich an das WEHAM-Basisszenario an. Es bildet keinesfalls, wie geschrieben, die derzeit vorherrschende Nutzungsintensität ab, sondern ist gerade auch bei den Einstellungen der Zielstärken und Produktionszeiträume in mehreren Bundesländern forstpolitisch überprägt. Die unterstellten einheitlichen Durchforstungsintensitäten von 20 % des Vorrates entsprechen weder dem Wachstumsgang der Baumarten noch der forstlichen Praxis. Zu den Schwächen des WEHAM-Basisszenarios zählt, dass kein Waldumbau abgebildet werden kann. Dementsprechend werden in der Studie die heutigen Baumartenanteile fortgeschrieben.“

„Der Anteil der ungenutzten Flächen müsste eigentlich höher als die angegebenen 4,1 % sein, wenn man die von der BWI 3 ausgewiesene nicht begehbare Waldfläche (ca. 204.000 ha) mit einbezieht, die 1,8 % der deutschen Waldfläche umfasst.“

Das Kriterium „Begehbarkeit“ sagt laut Aufnahmeanweisung für die dritte Bundeswaldinventur (4. Corrigendum 21.03.2014) nichts darüber aus, wie dauerhaft diese Flächen ungenutzt bleiben. Es kann also sein, dass eine Fläche bspw. nach einem Sturm zeitnah aufbereitet und diese Fläche danach wieder genutzt wird. Um eine verlässliche Größe über ungenutzte Flächen zu erhalten, wurden deshalb die Flächen mit Nutzungseinschränkung verwendet, da insbesondere im Punkt (2) „Holznutzung nicht zulässig oder nicht zu erwarten“ eine langfristige zum Teil rechtlich zugesicherte Nutzungseinschränkung vorliegt. Somit ist der Flächenanteil ungenutzter Flächen von 4,1% sehr gut begründet.

„Das Holzscenario behält bemerkenswerterweise die z. T. nicht holzmarktkonformen Zielstärken des Basisszenarios bei und erhöht die Durchforstungs- und Nutzungsintensitäten. Die angegebenen Durchforstungsintensitäten in den verschiedenen Entwicklungsphasen entsprechen nicht den angegebenen Quellen, da sowohl in Baden-Württemberg als auch in Hessen eine gestaffelte Durchforstung empfohlen wird. Eine Erhöhung der Leistungspotenziale durch einen Waldumbau (z. B. von Kiefer in Douglasie) findet nicht statt. Die am jeweiligen Ort vorkommende Nadelbaumart wird wieder verjüngt. Der Anteil der ungenutzten Flächen ist der gleiche wie beim Basisszenario (s. o.).“

Für das Holzscenario haben wir uns bewusst nicht auf die waldbaulichen Richtlinien der Landesforsten bezogen, sondern ein eigenes, gut dokumentiertes Szenario entwickelt. Interessant ist, dass die Autoren der WBW-Stellungnahme der Auffassung sind, dass sich aus dieser Definition die Landesforsten als Holzscenario definieren. Die Einstellungen für das Basisszenario berücksichtigen die Ansätze der gestaffelten Durchforstung sehr wohl, sind aber durch die bundesweite Anwendung nicht so deutlich zu erkennen wie in den entsprechenden länderbezogenen waldbaulichen Richtlinien. Anzumerken ist generell, dass waldbauliche Richtlinien i.d.R. zeitverzögert oder manchmal sogar gar nicht in die Praxis umgesetzt werden. Dies ist gut an der QD-Strategie für Rheinland-Pfalz ersichtlich, die praktisch keinen Effekt auf die erhobenen Daten im entsprechenden Bundesland hat (Wilhelm & Rieger 2013).

„Die Einstellungen des Szenarios Waldvision orientieren sich an Gedanken des integrativen Prozessschutzes (Sturm 1993) und wurden unter Mitwirkung der neu gegründeten Naturwald Akademie aus Lübeck definiert. Trotz der geringen Eingriffsstärken wird allein auf eine natürliche Verjüngung der Baumarten gesetzt. Aus verjüngungsökologischer Sicht muss dies zu einer Verdrängung der Licht- und Halbschattbaumarten führen, was sich aber nicht in der Entwicklung der Baumartenzusammensetzung der

Studie widerspiegelt. Die eingesteuerten geringen Durchforstungsstärken und langen Durchforstungsintervalle erhöhen zwar die Massenleistung der Bestände, sie verbessern aber nicht deren Qualitätsentwicklung (Laubholz) und Stabilität (Nadelholz). Dadurch verändert sich die Holzsortierung und die Wertleistung der Bestände, aber auch der Anteil der Kalamitätsnutzungen. Die niedrige Nutzungsintensität, die langen Produktionszeiträume und die höheren Zielstärken erhöhen bei der Buche zudem die Entwertungsgefahren durch Rotkern (Schmidt et al. 2011) und Weißfäule. Die Ausweisung von über 1,7 Mio. Hektar Waldflächen ohne Holznutzung werden mit dem Schutz der biologischen Vielfalt sowie der Beobachtung und Dokumentation der natürlichen Entwicklung begründet. Hierdurch wird der Flächenanteil ohne Holznutzung auf 16,6 % der bundesdeutschen Waldfläche angehoben, von denen 10,5 % auf den öffentlichen Wald und 6,1 % auf den Privatwald entfallen. Diese Anhebung der Gebietskulisse für Wälder mit natürlicher Entwicklung (NWE) geht weit über das 5 %-Ziel der Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt (NBS, BMU 2007) hinaus und ist als Beitrag zur Erreichung des 2 %-Wildniszieles der NBS anzusehen.“

Die Annahmen der unterschiedlichen Waldbauszenarien wurden basierend auf bestehenden Waldmanagementpraktiken umgesetzt. Die Waldvision baut dabei auf Erkenntnisse der Naturwaldforschung sowie Ergebnissen aus Stichpunktinventuren der letzten 30 Jahre aus verschiedenen Stadtwäldern, vor allem Lübeck auf. Die Ergebnisse des Szenarios resultieren aus entstehenden ungleichaltrigen Mischbeständen und sind demzufolge unterschiedlich zu dem bestehenden Wissen über Reinbestände in der Altersklassenbewirtschaftung, welche primär aus Weiserflächen abgeleitet wurden. Hierbei sei beispielhaft auf Arbeiten von Pretzsch et. al. (2017), Jactel et al. (2018) oder Liang et al. (2016) verwiesen, die belegen, dass Mischbestände oft produktiver sind als Reinbestände.

Die geringe Eingriffsstärke und das Abzielen auf Naturverjüngung führt nicht zwangsläufig zu einer Verdrängung der Licht- und Halbschattenbaumarten. Durch die Einzelbaumentnahme starker Bäume entstehen ausreichend große Lichtschächte in den Beständen. Die Einzelbaumentnahme kann im ökologischen Sinn als Störung verstanden werden, die beispielsweise durch einen Sturmwurf verursacht wurde. Solche Störungen sind nach Untersuchungen von Hobi (2013) im Uholka Urwald selten größer als die Kronenschirmfläche weniger Einzelbäume und können meistens Flächen von kleiner als 200 m², aber auch größer als 1.000 m² aufweisen. Dies wird für die Buchen- und Eichenwälder in Lübeck ebenfalls bestätigt (200 bis selten größer als 400 m² Lücken; Mielke 2013). Solche Lücken weisen ein eigenes Mikroklima und eine besondere Lichtsteuerung auf, die eine unterschiedliche Dynamik innerhalb der verschiedenen Baumarten bedingen (Remmert 1991). Daraus folgt, dass Lichtbaumarten oder Halbschattenbaumarten, wie bspw. Bergahorn, Spitzahorn, Hainbuche, Esche und Bergulme sich in diesen Flächen verjüngen (Hobi 2013, siehe Seite 34 Tabelle 2; Emborg, 1998). Die holzqualitative Entwicklung wenig oder gar nicht bewirtschafteter Wälder unterscheidet sich nur unwesentlich von bewirtschafteten Wäldern. In den Wäldern der Stadt Lübeck sind die unbewirtschafteten Wälder sogar qualitativ besser als bewirtschaftete Bestände. Die vielen hierzu vorliegenden Studien zeigen sehr ambivalente Ergebnisse zu dieser vom WBW vorgetragenen Kritik (s.a. Dolnik et al. 2008).

Fazit zu Annahmen in Szenarien: Die Annahmen und Einstellungen, die für die unterschiedlichen Waldbauszenarien vorgenommen wurden, basieren auf bestehenden Waldbewirtschaftungspraktiken und Erkenntnissen der Naturwaldforschung und sind gut begründet.

Ergebnisse

„Die Studie liefert viele Ergebnisse, deren Aussagekraft grundsätzlich von den Datengrundlagen, der Güte der Modelle und der Berechtigung der getroffenen Annahmen und Setzungen der Szenarien abhängt. Die hier vorgestellte Analyse der verwandten Methoden hat diesbezüglich zahlreiche Kritikpunkte identifiziert. Während sich Basis- und Holzszenario noch im Datenbereich der Bundeswaldinventuren bewegen, wagt

sich das Szenario Waldvision weit in den Extrapolationsbereich vor. Die Unzulänglichkeiten der Waldwachstumsmodellierung verstärken sich mit der Dauer der Simulationen. Diese und andere Probleme werden im Kapitel 4 der Studie „Grenzen der Modellierung“ von den Autoren zwar kurz angesprochen, sie werden aber bei der Vorstellung und Bewertung der Ergebnisse nicht wieder aufgegriffen. Auch die Szenarien werden nicht als Handlungskorridor für künftige Entwicklungen verstanden und aus mehreren Blickwinkeln bewertet.

Dreh- und Angelpunkt der Ergebnisse sind die unrealistisch hohen Vorräte pro Hektar nach den Simulationen für dieses Szenario mit dem Modell FABio (Abb. 5-2, im Jahr 2102: Waldvision: 686 m³/ha im Vergleich zum Basisszenario mit 484 m³/ha und dem Holzscenario mit 368 m³/ha). Sie spiegeln sich auch in den hohen Zuwächsen, geringen Nutzungspotenzialen und hohen C-Speicherleistungen wider.

Näherungsweise lassen sich für die Baumarten die modellierten Grundflächen der Bestände (Dichte) aus den Vorratsangaben nachträglich berechnen, wenn man die Zahlen in Abb. 5-2 des Ergebnisberichtes und der BWI 3 zugrunde legt. Die realen Vorräte (Abb. 5-2) lassen sich in ideale Vorräte der Baumarten umrechnen, weil sich die aus der BWI 3 bekannten Flächen der Baumarten im zeitlichen Verlauf der Simulationen kaum ändern (Abb. 5-11 des Ergebnisberichtes). Übernimmt man aus der BWI 3 die Mittelhöhen (hg) der Baumarten und unterstellt für den Zeitpunkt 2102 die Mittelhöhen der Baumarten aus dem Stratum der Bestände > 160 Jahre, interpoliert die Mittelhöhen für das Jahr 2052 linear und dividiert die idealen Vorräte der Baumarten durch deren höhenabhängige Formhöhen nach Laer und Speidel (1959), so erhält man näherungsweise die mit dem Modell FABio simulierten ideellen Grundflächen (G) zu bestimmten Zeitpunkten (s. Tabelle für Buche und Eiche).“

	Buche			Eiche		
	BWI 3	2052	2102	BWI 3	2052	2102
Vorrat reell (m ³ /ha)	64	119	196	35	66	104
Vorrat ideell (m ³ /ha)	356*	662	1090	305*	575	906
hg (m)	27*	29,5	32*	24*	27	30*
Formhöhe (m)	13,5	15	16,7	12,6	14,5	16
G ideell m ² /ha	26,3	44,1	65,2	24	39,6	56,6

„Die Grundflächen im Szenario Waldvision erhöhen sich bei Buche und Eiche demzufolge auf näherungsweise 65 bzw. 57 m²/ha im bundesweiten Durchschnitt. Diese Werte sind evtl. in seltenen Einzelfällen auf bestimmten Standorten erreichbar, als Durchschnittswert aber als völlig unrealistisch zu bewerten. Pretzsch u. Biber (2005) fanden auf unbehandelten Versuchsfeldern in Bayern Werte zwischen 40-47 m²/ha für Buche und 39-40 m²/ha für Eiche. Die maximalen Grundflächen bei Würdehoff (2016) auf Versuchsfeldern in Nordwestdeutschland betragen bei beiden Baumarten in Einzelfällen 50 m²/ha, mehrheitlich liegen sie aber in derselben Größenordnung wie bei Pretzsch u. Biber (2005). In niedersächsischen Naturwäldern liegen die höchsten Grundflächen bei der Buche bei 47-50 m²/ha (Meyer et al. 2015). Vospernik u. Sterba (2015) fanden auf Basis der österreichischen nationalen Waldinventur Grundflächen von 50 m²/ha bei Buche und 40-50 m²/ha bei Eiche. Für einen Buchenurwald in der Ukraine (Uholka-Shyrokyi Luh) geben Hobi et al. (2015) eine durchschnittliche Grundfläche in Höhe von 37 m²/ha an. Angesichts dieser Zahlen ist es offensichtlich, dass die Mortalität auf Basis des verwendeten Einzelbaummodells nicht zutreffend beschrieben, sondern vielmehr deutlich unterschätzt wird, was die Autoren im Zusammenhang mit der geringen Totholznachlieferung auch anführen (S. 59). Dies ist darauf zurückzuführen, dass neben der Einzelbaummortalität keine Begrenzung zur Limitierung der maximalen Bestandesdichte implementiert ist, und somit mit fortschreitender Simulation die aus den Einzelbäumen aggregierten Bestandeskennwerte zunehmend unplausibel werden. Diese Problematik ist zusammenfassend bei Weiskittel et al. (2011, S. 151) beschrieben.“

Bereits im Methoden- und Ergebnisbericht der Studie Waldvision Deutschland haben wir umfangreiche Literatur angeführt, die belegt, dass hohe Vorräte, wie sie das Modell im Szenario Waldvision projiziert, in Beständen durchaus auftreten. Hohe Vorräte sind nicht *per se* unrealistisch. Auch in den BWI-3 Aufnahmeflächen, die in die Modellierung als Startwerte gingen, sind an 6,8% der Probepunkte Vorräte von mehr als 700 m³/ha zu finden. Erhebungspunkte mit Vorräten von über 1.000 m³/ha wurden auf 1% der Flächen ermittelt. Neben den Vorräten pro Hektar in einzelnen Beständen ist für den absoluten Gesamtvorrat und den mittleren Gesamtvorrat pro Hektar für Deutschland die relative Verteilung der Bestände mit hohen Vorräten wichtig. Im Folgenden werden wir auf beide Aspekte eingehen.

Laut den in der BWI-3 ermittelten Daten zu Grundflächen ergibt sich für 2012 für den gesamten Wald in Deutschland ein Mittelwert über alle Baumarten und BWI-Erhebungspunkte von 32,4 m²/ha. Dabei treten aber für die einzelnen Probeflächen Werte von unter 5 m²/ha bis hin zu Werten über 100 m²/ha auf. Der mittlere Vorrat beträgt wie dargestellt 355 m³/ha. Die Auswertung der BWI-Erhebungspunkte zeigt eine enge Abhängigkeit des Vorrats von der Grundfläche.⁶ So ist bei einer Grundfläche von 20 m²/ha mit einem Vorrat von 186 m³/ha und bei einer Grundfläche von 40 m²/ha mit einem Vorrat von 429 m³/ha zu rechnen. Dies ist als grobe Schätzung zu werten und gilt für den Fall, wenn weder nach Baumarten noch nach Standortbedingungen differenziert wird, illustriert aber hinreichend die nachfolgenden Aussagen.

Wie der WBW anführt, ermittelte Hobi (2013) in Naturwäldern eine Grundfläche von 36,6 +/- 0,8 m²/ha, dies aber bei einem Vorrat von 582,1 +/- 13,5 m³/ha (von WBW nicht genannt). Legt man dagegen den in den bewirtschafteten Wäldern der BWI zu findenden statistischen Zusammenhang zu Grunde, so dürfte sich bei dieser Grundfläche lediglich ein Vorrat von 386 m³ einstellen. Dies zeigt deutlich, dass in naturnahen Wäldern der Vorrat je Grundfläche sehr viel höher sein kann als in bewirtschafteten Wäldern. Dies ist in extensiv bewirtschafteten Wäldern, die Naturwäldern ähnlich sind, auch – ggf. aber in geringerem Maße – zu erwarten. Bezüglich der Relation von Grundfläche und Vorrat wird auch auf die bestehenden Arbeiten aus der Naturwaldforschung von u.a. Mayer et al. (1987), Korpel (1995), Průša, E. (1985), Commarmot et al. (2013), Vandekerkhove et al. (2018) oder Tabaku (1999) verwiesen. Eine Analyse der aufgeführten Literatur (Sturm & Welle 2018 in Vorb.) zeigt, dass in Naturwäldern bei 680 Festmeter/ha eine Grundfläche zwischen 39 und 45 m²/ha zu erwarten ist. Auch im Lübecker Stadtwald ergibt sich für die dortigen mesophilen Buchenmischwälder, Drahtschmielen-Buchenwälder und die feuchten reichen Eichenmischwälder ein ähnlicher Grundflächenerwartungswert bei einem gegebenen Vorrat von 680 m³/ha. Treiber dieser hohen Vorräte im Verhältnis zu eher vergleichsweise geringen Grundflächen sind die vielen starken und hohen Bäume in naturnahen, artenreichen Wäldern zu sehen. Zu dieser Erkenntnis kommen auch Vandekerkhove et al. (2018). Daher kann man festhalten, dass sich die Vorrat-Grundflächen-Verhältnisse mit der Bewirtschaftung ändern. Der WBW hingegen argumentiert mit den überschlagsweisen Berechnungen in der obigen Tabelle, die sich auf Literaturwerte basierend auf Ertragstafelauswertungen beziehen. Als Referenz für die Entwicklungen in extensiv bewirtschafteten und alten Wäldern sind diese Zahlen also nicht hilfreich und als Kritikpunkt somit nicht stichhaltig.

Mit den Einstellungen im Szenario Waldvision entwickeln sich die Bestände in Bezug auf Grundfläche und Vorrat hin zu einem Mittelwert von 43,2 m²/ha und 515 m³/ha in 2052 und 52,3 m²/ha und 696 m³/ha in 2102.⁷ Die Werte der einzelnen Flächen liegen im Bereich dessen, was auch in der BWI-3 durch die Aufnahme ermittelt wurde. Die ermittelte mittlere Grundfläche von 52,3 m²/ha ist durchaus ein hoher Wert, der zeigt, dass neben einer Vorraterhöhung in den Beständen es im Szenario der

⁶ $Vorrat = 4,9831 * Grundfläche^{1,2081}$; $R^2 = 0,8292$ (Basis: 6.500 Datenpunkte an der 1. Trakteecke je BWI-Erhebungspunkt; Berechnung ohne Differenzierung nach Baumarten; eigene Auswertung)

⁷ Nachträgliche Datenanalyse, die nicht in der Studie „Waldvision Deutschland“ dargestellt ist.

Waldvision vor allem zu Veränderungen der Zusammensetzung des Waldes auf Landschaftsebene kommt. So befinden sich im Jahr 2102 der Simulationslaufzeit überdurchschnittlich viele Bestände in vorratsreichen Entwicklungsphasen, wie der Optimalphase (Scherzinger 1996) und tragen so zu hohen mittleren Vorräten und Grundflächen bei. Es handelt sich dabei ausdrücklich um einen temporären Zustand des Waldes zu dem Zeitpunkt der Projektion.

Zur Beurteilung der Stichhaltigkeit der vom WBW angeführten Kritik bezüglich der fehlenden Begrenzung der Grundflächenentwicklung im Wachstums- und Mortalitätsmodell wurde eine Sensitivität des Szenarios Waldvision gerechnet, bei dem die Mortalität in Beständen mit hohen Grundflächen künstlich ansteigt und zu einem erhöhten zufälligen Absterben von Bäumen führt. Dabei wird weder nach Baumarten noch nach Baumalter differenziert. Es ist auch zu betonen, dass diese Mortalität nicht aus Daten abgeleitet ist, sondern allein dem Ziel dient, zu testen, wie stark bei einer Abnahme der mittleren Grundflächen auch die mittleren Vorräte als zentrale Ausgabegröße abnehmen. Diese zufällige, dichteabhängige Mortalität wurde so parametrisiert, dass sich bei einer Laufzeit von 300 Jahren ein stabiler Zustand mit einer mittleren Grundfläche von 42,4 m²/ha (mittlerer Wertebereich in Naturwäldern, siehe oben) einstellt. Dabei ergibt sich ein mittlerer Vorrat von 590 m³. Dieser Vorrat ist höher, als er nach der oben gezeigten Korrelation in Wirtschaftswäldern zu erwarten wäre (460 m³/ha nach BWI-Daten). Im Vergleich zu Naturwäldern liegen die Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse dagegen im Mittel niedriger, was plausibel scheint, da es sich um eine Mischung aus unbewirtschafteten und extensiv bewirtschafteten Flächen handelt.

In Bezug auf das Jahr 2052 berechnet sich für die durchgeführte Sensitivitätsberechnung eine mittlere Grundfläche von 41,1 m²/ha bei einem mittleren Vorrat von 485 m³. Im Jahr 2102 liegen die Werte bei 47,5 m²/ha (mittlerer Grundfläche) und 620 m³/ha (mittleres Volumen). Die Ergebnisse zum Vorrat weichen in der berechneten Sensitivität von den Ergebnissen, die in der Studie Waldvision dargestellt wurden, im Jahr um 2052 um 5,9% und im Jahr 2102 um 10,9% ab. Die Größenordnung dieser Abweichung befindet sich in einem Rahmen, der die generelle Aussage der Studie Waldvision zum Vorratsaufbau, zur THG-Senkenfunktion und dem naturschutzrelevanten Anteilen an alten Bäumen nicht in Frage stellt. Es ist aber herauszustellen, dass weiterer Forschungsbedarf zu alten, ungleichaltrigen und naturnahen Mischwaldbeständen verschiedener Waldgesellschaften auf Landschaftsebene besteht. Diese könnten wichtige Referenzdaten liefern, um Modellergebnisse, die sich „weit in den Extrapolationsbereich“ vorwagen, besser validieren zu können.

Fazit zu Ergebnissen der modellierten Grundfläche und des Vorrats: In der Summe ist herauszustellen, dass die als „Dreh- und Angelpunkt“ hervorgehobene Kritik des WBW an den Ergebnissen zu Vorrat und Grundfläche der Studie „Waldvision Deutschland“ nicht die Eindeutigkeit besitzt, die der WBW suggeriert, und somit ist die Richtungssicherheit des Szenarios Waldvision nicht in Frage zu stellen.

„Die Analyse der Einzelbaumdaten der BWI (<https://bwi.info/Download/de/>) zeigt, dass in der Periode 2002-2012 nur knapp 1,8 % der im Jahr 2002 erfassten Bäume mortalitätsbedingt ausgeschieden sind, wobei nicht nach Ursachen (Dichte, Störungen, Pathogene) unterschieden wurde. Auf dieser Basis zuverlässige Modelle zur Schätzung der Einzelbaummortalität zu parametrisieren, und dies auch noch getrennt für 24 Baumarten, ist mehr als fragwürdig.“

„Vor diesem Hintergrund erscheinen die zentralen Ergebnisse der Studie mehr als fragwürdig und es erübrigt sich, auf die Bewertungsindikatoren im Detail einzugehen. Gerade weil die Studie für sich in Anspruch nimmt, Wege für eine zukunftsfähige Forstwirtschaft aufzuzeigen, muss an dieser Stelle kritisch herausgestellt werden, dass sie weder die Veränderungen der Produktionsgrundlagen, Produktionsrisiken

und Ertragsaussichten durch den Klimawandel berücksichtigt noch die Notwendigkeiten zur Klimaanpassung integriert.“

Diese zusammenfassende Aussage wurde zu größeren Teilen in den oberen Antworten entkräftet. Zudem wird an die Bewertung von FABio eine Messlatte angelegt, die auch von anderen Modellen und insbesondere von WEHAM nicht erfüllt wird. Wie bereits betont, wäre eine detailliertere inhaltliche Auseinandersetzung des WBW mit den Ergebnissen der Studie zumindest bis zum Jahr 2052 wünschenswert gewesen. Die Studie legt ihren Fokus auf Klima- und Naturschutzaspekte. Eine ökonomische Analyse war nicht Ziel der Arbeiten, was in der Studie deutlich gemacht wird.

„Demgegenüber werden aber sehr wohl optimistische Annahmen zur künftigen Laubholzverwendung oder zum Holzverbrauch getroffen.“

Diese Darstellung ist falsch. Es wurden keine solchen Annahmen getroffen (s.o. im Kapitel zu Daten Grundlagen).

„Der Verzicht auf ökonomische Betrachtungen wird mit dem Hinweis abgetan, dass dies „für die Ausrichtung der Studie an Fragen des Klima- und Naturschutzes ... für hinnehmbar gehalten wird“. Dabei würde eine Umsetzung der Strategie Waldvision die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit der Forstbetriebe nachhaltig gefährden, weil sie den Holzeinschlag deutlich reduziert, die Risikokosten erhöht, die Forstbetriebe ihrer Liquidität beraubt und in erheblichem Umfang Kapital bindet.“

Wäre eine ökonomische Analyse Ziel der Studie gewesen, wären entsprechend mehr ökonomische Indikatoren zusätzlich zum Holzaufkommen untersucht worden. Eine Fokussierung und Auswahl der Indikatoren bezogen auf die Fragestellung halten wir für legitim. Gleichwohl steht es außer Frage, dass Forstwirtschaft in Deutschland für viele private und öffentliche Waldbesitzer die Lebensgrundlage darstellt. Die Umsetzung der Waldvision führt einerseits zu Mindereinkünften der Forstbetriebe und Waldbesitzer, andererseits stehen dem aber positive Effekte im Klima- und Naturschutz gegenüber, die der Gesellschaft zu Gute kommen. Entsprechend ist zu fordern, dass die Kosten auch gesellschaftlich getragen werden, insbesondere, da – wie im Bericht angeführt – die naturnahe Bewirtschaftung und Regeneration von Wäldern als eine kosteneffiziente natürliche Klimaschutzmaßnahme gesehen wird. In welchem Umfang solche Folgekosten auftreten, wäre in einer eigenen Studie zu analysieren. Das Fehlen dieser Analyse stellt aber nicht die Ergebnisse der Waldvisionsstudie in Frage.

„Dass diese Einschätzung selbst für Forstbetriebe auf guten Standorten zutreffend ist, wird u. a. durch die Prüfungsmittelung des Landesrechnungshofes Schleswig-Holstein aus dem Jahr 2014 amtlich unterstützt. In der Zusammenfassung heißt es: „Der Stadtwald Lübeck verzichtet bewusst unter dem Primat des „Lübecker Modells“ darauf, das wirtschaftliche Potenzial des Waldvermögens auszuschöpfen.“ Das Defizit lag im Stadtwald Lübeck im Jahr 2013 bei -177,- €/ha, während die benachbarten, auf vergleichbaren Standorten und mit ähnlicher Baumartenzusammensetzung naturgemäß wirtschaftenden Kreisforsten Herzogtum Lauenburg ein Plus von 61,- €/ha erzielten.“

Der hier genannte Vergleich ist haltlos und wurde mehrfach entkräftet (Schmid 2015).⁸ Laut dem Gutachten von Schmidt (2015) wurden für den Stadtwald Lübeck und die Kreisforsten Herzogtum Lauenburg unterschiedliche buchhalterische Ansätze im Hinblick auf die Bilanzierung von Gemeinwohlleis-

⁸ Sieh auch: <http://franzjosefadrian.com/stadtwalder/der-luebecker-stadtwald/wirtschaftlichkeit-des-waldbaukonzepts/die-kritik-des-landesrechnungshofs-am-luebecker-stadtwald/>

tungen angewandt, was zu der Differenz führt. Bei einer vergleichbaren Bilanzierung erreicht der Stadtwald Lübeck bereits nach zwei Jahrzehnten der Umstellung ebenfalls positive Ergebnisse von etwa 90 €/ha trotz einer Reduktion der Holzentnahme. Umso erstaunlicher ist es, dass der WBW das vermeintliche Defizit des Lübecker Stadtwalds anführt, um die Ergebnisse der Waldvisionsstudie in einem schlechten Licht bezüglich der Wirtschaftlichkeit darzustellen.

„Die berechnete Überlegenheit des Szenarios Waldvision in der CO₂-Speicherleistung hält einer näheren Prüfung nicht stand. Sie erklärt sich aus der starken Überschätzung der Vorratsentwicklung, dem unzutreffenden Holzverwendungsschlüssel und vor allem auch aus der Vernachlässigung der durch Holznutzung erzielbaren stofflichen und energetischen Substitutionspotenziale. Letztere sind zwar nicht konstant und verändern sich mit den Anteilen der erneuerbaren Energien am Energiemix, sie werden aber auch in Zukunft wesentlich zum Klimaschutz beitragen.“

Wir haben oben dargelegt, dass alle wesentlichen Kritikpunkte der Stellungnahme des WBW entkräftet bzw. deutlich relativiert werden können. Sie ergeben sich aus für den Rahmen dieser Studie überzogenen und auch verglichen mit eigenen Arbeiten des WBW zum Thema doppelwertigen Anforderungen oder Fehlinterpretation.

„Der Naturschutzbeitrag des Szenarios Waldvision ist ebenfalls zu hinterfragen. Es werden zwar die Naturnähe verbessert, der Altholzanteil gesteigert und der Anteil der Flächen mit natürlicher Waldentwicklung erhöht, gleichzeitig werden jedoch lichtbedürftige Arten ausgedunkelt, der Totholzvorrat stagniert oder der Prozessschutz kollidiert ggf. mit den Zielen des Europäischen Schutzgebietssystems Natura 2000 bzw. dem Lebensraum- und Artenschutz. Besonders kritisch sind die ausgewählten über 300.000 ha Auen- und Eichenwälder zu sehen. Diese für die Biodiversität so wertvollen Waldlebensräume lassen sich in ihrer Mehrzahl langfristig nur durch eine gezielte Pflege und Verjüngung erhalten.“

Diese Argumentation ist nicht schlüssig. Entweder erhöht sich der Naturschutzbeitrag oder er verschlechtert sich. Die vom WBW angebrachten Punkte (Erhöhung der Naturnähe, des Altholzanteils und des Anteils an natürlicher Waldentwicklung) führen eindeutig zu einer Verbesserung des Naturschutzbeitrages durch die Waldvision. Auch die Argumentation, dass lichtbedürftige Arten ausgedunkelt werden, ist nicht stimmig. Betrachtet man die Anteile dieser Baumartengruppen am Vorrat, ausgehend vom Jahr 2012 (BWI-3) so erhöht sich der Anteil der Eiche von 10% auf 15% und der Lärche von 3% auf 4%. Bei der Kiefer sinkt zwar der Anteil von 21% auf 16%, hat aber noch einen höheren Anteil als im Holzscenario (13%). Anhand dieser Werte kann man nicht von einer Ausdunkelung der Lichtbaumarten sprechen. Auch ist dies im Unterwuchs nicht zu erwarten, da mit heterogenen Waldstrukturen ausreichende Lücken zu erwarten sind (siehe oben). Der Totholzvorrat erhöht sich nur leicht, was daran liegt, dass die Wälder insgesamt immer noch sehr jung sind und die Zerfallsphase nach Scherzinger (1996) noch nicht angefangen hat. Wie oben erläutert, würden ein stärkeres Verbleiben von Restholz in den Flächen sowie eine erhöhte dichteabhängige Mortalität den Anteil an Totholz erhöhen.

Im Szenario Waldvision wurde ein Großteil der Auen und Eichenwälder unter Schutz gestellt, damit sie sich natürlich entwickeln können und zwar ohne Pflege durch die Forstwirtschaft. Der „Alternative Waldzustandsbericht“ der Naturwald Akademie (Welle et al. 2018) dokumentiert unter anderem, wie der aktuelle Umgang mit seltenen Eichenwaldgesellschaften im Rahmen der traditionellen Forstwirtschaft aussieht. Das Ergebnis zeigt, dass nur noch sehr geringe Flächenanteile an naturnahen Beständen vorhanden sind und dass insbesondere in den jungen Altersklassen kaum naturnahe Eichenbestände nachwachsen. Somit stehen diese vom WBW als wichtige Waldlebensräume gekennzeichnet, durch die gezielte Pflege der Forstwirtschaft kurz vor deren Verschwinden. In der Schutzgebiets-

kulisse der FFH Gebiete sind viele sekundäre Eichenwälder geschützt, die sich natürlich nicht ohne forstliche Bewirtschaftung erhalten lassen. Diese sind aber ganz bewusst nicht Schutzgegenstand der Waldvision.

Fazit zu Ergebnissen: Der WBW setzt sich inhaltlich nicht detailliert mit den Ergebnissen der Studie Waldvision auseinander, sondern kritisiert sie vor allem anhand methodischer Mängel in der Modellierung. Sämtliche Kritikpunkte lassen sich jedoch bei genauem Hinsehen widerlegen bzw. deutlich entkräften. Dies ist auch der Fall für die als „Dreh- und Angelpunkt“ hervorgehobene Kritik des WBW an den Ergebnissen zu Vorrat und Grundfläche. In der Summe sind die Ergebnisse der Studie Waldvision als transparent dargestellt, fachlich nachvollziehbar und in ihrer Aussage als richtungssicher anzusehen.

Schlussfolgerungen

*„Angesichts der erwarteten gravierenden Veränderungen durch den Klimawandel, der Globalisierung der Märkte sowie der sich ändernden gesellschaftlichen Ansprüche an den Wald sind Waldentwicklungsszenarien ein probates Mittel, um für die langfristig ausgerichtete Forstwirtschaft Handlungsoptionen zu überprüfen und strategische Weichenstellungen abzusichern. Dazu sind geeignete Waldwachstumsmodelle, belastbare Einstellungen und zutreffende Annahmen ebenso notwendig wie eine kritische Würdigung der Ergebnisse hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf Waldaufbau, THG-Minderungspotenziale, Synergien und Konflikte mit anderen Zielen, potenzielle Verdrängungs- und Verlagerungseffekte sowie auf Umsetzbarkeit und Kostenwirksamkeit. **Diesen Anforderungen wird die Studie Waldvision Deutschland nicht gerecht. Sie genügt somit nicht den Anforderungen an eine evidenzbasierte Politikberatung. Dementsprechend werden die Ergebnisse auch nur aus dem Blickwinkel des Naturschutzes und, auf falscher Datengrundlage, aus dem Blickwinkel des Klimaschutzes diskutiert.**“*

„Das Nachhaltigkeitsprinzip lässt sich in unserer dicht besiedelten Kulturlandschaft nur umsetzen, wenn man versucht, auf dem Wege des Kompromisses die vielfältigen Ansprüche an den Wald angemessen zu berücksichtigen. Weder im Kielwasser der Rohholzerzeugung noch im Kielwasser des Naturschutzes lassen sich die vielfältigen Waldfunktionen angemessen erfüllen. Um Lösungswege zu finden, ist es erforderlich, die Diskussionen über Nutzungsverzichte und Vorrangflächen für den Naturschutz zu versachlichen, die bisherigen Leistungen und Defizite mit Hilfe geeigneter Indikatoren zu erfassen und zu bewerten, Eigentümerinteressen zu respektieren, operationale Ziele zu formulieren, Konsequenzen aus veränderten ökologischen und ökonomischen Rahmenbedingungen zu ziehen sowie Gespür für das Zumutbare und Einsicht in das Machbare zu haben. Dies entspricht dem in der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie geforderten ganzheitlichen und integrativen Ansatz (Bundesregierung 2016).“

*„Die reale Entwicklung in Deutschland bestätigt, dass die Forstwirtschaft die Wälder in den letzten Jahrzehnten nach den Leitbildern der Multifunktionalität und der Nachhaltigkeit so bewirtschaftet und entwickelt hat, dass die Beiträge zur Erreichung zahlreicher gesellschaftlicher Ansprüche sichergestellt oder sogar gestiegen sind (WBW 2016). So hat sich die Waldfläche vergrößert, der Anteil der Laub- und Mischwälder erhöht, der Vorratsaufbau bei gleichzeitiger Nutzungssteigerung fortgesetzt, der Totholzanteil ist gestiegen, die Vorrangflächen des Naturschutzes haben zugenommen, die CO₂-Speicherleistung wurde erhöht, das Erholungs- und Umweltbildungsangebot hat sich verbessert und die Forstbetriebe haben den Weg aus der Ertragskrise gefunden. Im Hinblick auf die zukünftigen Herausforderungen wird es zu einer neuen Gewichtung der Ziele und Maßnahmen im Sinne eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses kommen. Dem Klimaschutz kommt dabei eine besondere Bedeutung zu, aber er darf nicht gegen andere Wirkungen und Leistungen des Waldes ausgespielt werden. **Die Studie Waldvision bietet für eine global verantwortliche und generationengerechte Waldnutzung keine Orientierung. Daher sei an***

dieser Stelle noch einmal auf die zentralen Empfehlungen des Wissenschaftlichen Beirats Waldpolitik (WBW) zum Klimaschutz verwiesen, in denen die oben genannten Aspekte mit betrachtet wurden (Weingarten et al. 2016). Diese Empfehlungen zum Klimaschutz werden demnächst ergänzt durch Empfehlungen des WBW zu einem effizienten Waldnaturschutz in Deutschland.“

Als zentrale Aussage stellt der WBW in seiner Schlussfolgerung heraus, dass die Studie Waldvision „nicht den Anforderungen an eine evidenzbasierte Politikberatung“ genügt. Diese Aussage des WBW basiert auf den zuvor geäußerten Kritikpunkten, die wir oben widerlegen bzw. deutlich entkräften konnten. Zudem misst der WBW eindeutig mit zweierlei Maß und hängt die Messlatte der „Anforderungen an eine evidenzbasierte Politikberatung“ auf ein Niveau, das eigene Studien und die des Thünen-Instituts als An-Institut des BMEL nicht erreichen.

Es ist zudem festzustellen, dass der WBW eine inhaltliche Auseinandersetzung mit der Frage, wie sich Wälder entwickeln, die aus der Nutzung genommen oder extensiver bewirtschaftet werden, schuldig bleibt. Eine Antwort auf diese Frage hat zentrale Auswirkungen auf Strategien im Klima- und Naturschutz sowie in der Holzwirtschaft. Die Studie Waldvision zeigt hingegen erste Antworten auf diese zentrale Frage auf. Sie sollten der Startpunkt für weitergehende Untersuchungen sein, die neben einer Weiterentwicklung von Waldmodellen auch Substitutionseffekte sowie ökonomische und gesellschaftliche Aspekte in den Fokus nehmen.

Fazit zur Schlussfolgerung: Die Studie Waldvision und das Waldmodell FABio sind sehr wohl für eine evidenzbasierte Politikberatung geeignet. Die vorhandenen Unsicherheiten, Annahmen bzw. nicht modellierte Aspekte, wie der Effekt des Klimawandels auf den Wald oder Substitutionseffekte werden klar benannt. Wir würden eine Einschätzung des WBW sehr begrüßen, die darlegt, wie sich der Wald in Deutschland unter den Annahmen, die im Szenario Waldvision getroffen wurden, entwickeln würde.

Literaturverzeichnis

Commarmot B, Brändli U-B, Hamor F, Lavnyy V (2013): Inventory of the Largest Primeval Beech Forest in Europe. In: A Swiss-Ukrainian Scientific Adventure. Birmensdorf (Swiss Federal Research). Institute WSL; L'viv, Ukrainian National Forestry University; Rakhiv, Carpathian Biosphere Reserve.

Dolnik C, Ellenberg H, Fähser L, Fichtner A, Hampicke U, Heeschen G, Irmeler U, Lüderitz M, Lütt S, Rasran L, Schäfer A, Schrautzer J, Sturm K, Vahder S, Vogt K, Wagner J (2008): Abschlussbericht zum Projekt Nutzung ökologischer Potenziale von Buchenwäldern für eine multifunktionale Bewirtschaftung. DBU, Flintbek, 440 S.

Emborg J (1998): Understorey light conditions and regeneration with respect to the structural dynamics of a near-natural temperate deciduous forest in Denmark. *Forest Ecology and Management* 106:83-95.

Fichtner A, Sturm K, Schmid M, von Steen S (2014): Beitrag in Biodiversität und Klima - Vernetzung der Akteure in Deutschland X, Insel Vilm, Deutschland Oktober 08, 2013 - Oktober 09, 2013. In Korn H, Bockmühl K, Schliep R (Hrsg.): Biodiversität und Klima: Vernetzung der Akteure in Deutschland. Ergebnisse und Dokumentation des 10. Workshops Bundesamt für Naturschutz. BfN Skript 357: 57-63.

Hobi M (2013): Structure and disturbance patterns of the largest European primeval beech forest revealed by terrestrial and remote sensing data. Dissertation. ETH-Zürich.

- Jactel H, Gritti ES, Drössler L, Forrester DI, Mason WL, Morin X, Pretzsch H, Castagneyrol B (2018): Positive biodiversity–productivity relationships in forests: climate matters. *Biology letters*, British Royal Society, 14. DOI: 10.1098/rsbl.2017.0747
- Korpel S (1995): *Die Urwälder der Westkarpaten*. Fischer Verlag, Stuttgart, 310 S.
- Liang J, Crowther TW, Picard N, Wiser S, Zhou M, Alberti G et al. (2016): Positive biodiversity–productivity relationship predominant in global forests. *Science* 354. DOI: 10.1126/science.aaf8957.
- Mayer H, Zukrigl K, Schrempf W, Schlager G (1987): *Urwaldreste, Naturwaldreservate und schützenswerte Naturwälder in Österreich*. Waldbau-Institut der Universität für Bodenkultur, Wien.
- Meyer P (Hg.) (2015): *Naturwälder in Niedersachsen. Schutz und Forschung*. Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Göttingen.
- Mielke G. (2013): *Lückenstrukturen verschiedener Waldgesellschaften im Stadtwald Lübeck*. Masterarbeit am Institut für Natur- und Ressourcenschutz, Universität Kiel.
- Peura M, Eyvindson K, Burgas D, Monkkonen M, Raatikainen K, Kotiaho J (2018): Ecological and economic consequences of aggregating conservation sites and multiuse forests. In *Abstract Band ECCB 2018*. DOI: 10.17011/conference/eccb2018/107969
- Pretzsch H, Biber P (2016): Tree species mixing can increase maximum stand density. *Can. J. For. Res.* 46:1179-1193
- Pretzsch H, Forrester DI, Bauhus J (2017): *Mixed-species forests*. Springer-Verlag, Berlin, 653 S.
- Pretzsch H (2001): *Modellierung des Waldwachstums*. Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin, Wien, 341 S.
- Průša E (1985): *Die böhmischen und mährischen Urwälder: ihre Struktur und Ökologie*. Academia, Prag.
- Remmert H (1991): Das Mosaik-Zyklus-Konzept und seine Bedeutung für den Naturschutz - eine Übersicht. *Laufener Seminarbeiträge* 5:5-15.
- Schmid M (2015) *Wirtschaftlichkeit des Stadtwald Lübeck*. Gutachten im Auftrag von Greenpeace e.V. https://www.greenpeace.de/sites/www.greenpeace.de/files/publications/greenpeace_gutachten_pruefbericht_stadtwald_luebeck.pdf
- Scherzinger W (1996): *Naturschutz im Wald. Qualitätsziele einer dynamischen Waldentwicklung*. Ulmer Verlag, Stuttgart.
- Seifert S (2009): *Modellierung und Visualisierung des Waldwachstums auf Landschaftsebene*. Dissertation der Fakultät für Forstwissenschaften und Waldökologie der Georg-August-Universität Göttingen.
- Sturm K (1993): Prozeßschutz - ein Konzept für naturschutzgerechte Waldwirtschaft. *Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz* 2:181-192.
- Sturm K (2013): Grundlagen und Ziele des integrativen Prozessschutz-Waldbaus. In: Lehrke S et al. (Hg.): *Natura 2000 im Wald. Naturschutz und Biologische Vielfalt* 131.
- Tabaku V (1999): *Struktur von Buchen-Urwäldern in Albanien im Vergleich mit deutschen Buchen-Naturwaldreservaten und –Wirtschaftswäldern*. Cuvillier Verlag, Göttingen, 206 S.

Vandekerkhove K, Vanhellefont M, Vrška T, Meyer P, Tabaku V, Thomaes A, Leyman A, De Keersmaecker L, Verheyen K (2018). Very large trees in a lowland old-growth beech (*Fagus sylvatica* L.) forest: Density, size, growth and spatial patterns in comparison to reference sites in Europe. *Forest Ecology and Management* 417: 1-17.

Welle T, Sturm K, Bohr Y (2018): Alternativer Waldzustandsbericht. Eine Waldökosystemtypenbasierte Analyse des Waldzustandes in Deutschland anhand naturschutzfachlicher Kriterien. Naturwald Akademie, Lübeck.

Wilhelm GJ, Rieger H (2013): Naturnahe Waldwirtschaft mit der QD-Strategie. Ulmer Verlag, Stuttgart, 207 S.

Gezeichnet:

Dr. Hannes Böttcher

Dr. Klaus Hennenberg

Dr. Torsten Welle

Knut Sturm