



GREIFSWALDER GEOGRAPHISCHE ARBEITEN

Band 56

Szenarien der Waldentwicklung in Bayern bis 2045 und 2075

Ergebnisse einer Delphi-Studie mit ausgewählten Waldexperten

von

Philipp Sacher
Marius Mayer

UNIVERSITÄT GREIFSWALD
Wissen lockt. Seit 1456



INSTITUT FÜR
GEOGRAPHIE UND GEOLOGIE

GREIFSWALD 2019

GREIFSWALDER GEOGRAPHISCHE ARBEITEN

Institut für Geographie und Geologie der Universität Greifswald

Band 56

Szenarien der Waldentwicklung in Bayern bis 2045 und 2075

Ergebnisse einer Delphi-Studie mit ausgewählten Waldexperten

von

Philipp Sacher

Marius Mayer

GREIFSWALD 2019

UNIVERSITÄT GREIFSWALD

Zitiervorschlag

Sacher, P.; Mayer, M. (2019): *Szenarien der Waldentwicklung in Bayern bis 2045 und 2075 – Ergebnisse einer Delphi-Studie mit ausgewählten Waldexperten* (=Greifswalder Geographische Arbeiten Bd. 56). Greifswald: Institut für Geographie und Geologie der Universität Greifswald.

Diese Publikation entstand im Rahmen des BioHolz-Projekts (www.bioholz-projekt.de). BioHolz wird gemeinsam vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und dem Bundesamt für Naturschutz (BfN) mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) gefördert. Die Förderung erfolgt beim BMBF im Rahmenprogramm Forschung für Nachhaltige Entwicklung (FONA) und beim BfN/BMU im Bundesprogramm Biologische Vielfalt.



Impressum

ISBN: 978-3-86006-470-2.

Universität Greifswald

Autoren: Philipp Sacher, Marius Mayer

Redaktion: Philipp Sacher, Marius Mayer

Herstellung: Druckhaus Panzig, Greifswald

Für den Inhalt sind die Autoren verantwortlich

Szenarien der Waldentwicklung in Bayern bis 2045 und 2075 – Ergebnisse einer Delphi-Studie mit ausgewählten Waldexperten

Philipp Sacher, Marius Mayer

Zusammenfassung

Diese Arbeit enthält die Ergebnisse einer Delphi-Befragung mit ausgewählten Waldexperten, die in zwei Befragungsrunden zwischen 2016 und 2017 im Rahmen des BioHolz-Projektes durchgeführt wurde und die künftigen Waldentwicklung in Bayern thematisierte. Ziel dieser Befragung war die Entwicklung von explorativen Szenarien, welche die künftige Waldentwicklung unter jeweils anderen Voraussetzungen beschreiben.

Die wahrscheinlichste Entwicklung wird durch das Status Quo-Szenario vorgegeben, das von konstanten Einflussfaktoren ausgeht. Darunter stehen besonders der Klimawandel sowie die Nachfrage nach dem Rohstoff Holz hervor. Sie wurden nicht nur von den meisten Experten genannt, sondern auch als besonders wichtig eingeschätzt. Aber auch die Rolle des Naturschutzes wurde als wichtiger Einflussfaktor erkannt, der sich in allen Szenarien in einem Spannungsfeld zwischen Segregation und Integration befindet.

Das Alternativszenario I ist etwas weniger wahrscheinlich als der Status Quo, es kann aber dennoch aufgrund vergleichbarer Tendenzen als mögliche Entwicklung angesehen werden. Sollten die Nachfrage nach Holz, sowie weitere Einflussfaktoren sich doch stärker als gedacht verändern, so würde dieses Szenario aufzeigen, mit welchen Herausforderungen die Wälder Bayerns konfrontiert werden würden.

Diesem beiden steht das Alternativszenario II entgegen, welches von einer höheren Resilienz der Wälder ausgeht. Dementsprechend wurde es zwar als das unwahrscheinlichste eingeschätzt, dennoch können auch die darin geschilderten Entwicklungen eintreten, und zwar unter der Voraussetzung, dass insbesondere negative Einflüsse reduziert werden könnten.

Abstract

This study contains the results of a Delphi survey with selected forest experts, which was conducted in two rounds between 2016 and 2017 as part of the BioHolz-project and focused on the future forest development in Bavaria, Germany. The aim of this survey was the development of exploratory scenarios describing the future forest development under different preconditions.

The most probable development is presented by the status quo-scenario, which assumes constant influencing factors. Among them climate change and the demand for timber were highlighted. Not only were they named by most experts, they were also considered to be of particular importance. However, the role of nature conservation was also recognized as an important influencing factor, which in all scenarios varies between segregative and integrative conservation approaches.

Alternative scenario I is slightly less likely than the status quo, but it can still be considered as a possible development because of comparable trends. Should the demand for timber, as well as other influencing factors change more than expected, this scenario would show which challenges the Bavarian forests would face.

These two scenarios are contrasted by the alternative scenario II, which assumes a higher resilience of the forests. Accordingly, although it was considered to be the least likely, the developments described therein may only occur if negative influences on forests can be reduced.

English versions of the final scenario texts can be found in the appendix (Anhang).

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung	7
2 Delphi als Methode zur Zukunftsvorausschau	9
2.1 Ursprünge der Methode	9
2.2 Besonderheiten der Methode	9
3 Ablauf der Delphi-Befragung „Waldentwicklung in Bayern“	11
3.1 Auswahl des räumlichen Bezugsrahmens (Bayern) sowie der Zeithorizonte	11
3.2 Auswahl der Experten	12
3.3 Einladung der Experten	14
4 Erste Delphi-Runde 2016	15
4.1 Verlauf	15
4.2 Entwicklung und Aufbau des Erhebungsinstrumentes	15
5 Ergebnisse der ersten Delphi-Runde	19
5.1 Soziodemographische Daten der Experten	19
5.2 Selbsteinschätzung der Experten und Einschätzung der aktuellen Waldsituation	19
5.3 Einflussfaktoren auf die Waldentwicklung	21
5.4 Beurteilung der Waldtypeneinteilung	26
6 Formulierung der Erstfassung der Szenarientexte	28
6.1 Status Quo-Szenario – erste Fassung	28
6.2 Alternativszenario I „Nutzungsintensivierung“ – erste Fassung	31
6.3 Alternativszenario II „Naturnahe und anpassungsfähige Wälder“ – erste Fassung	33
7 Zweite Delphi-Runde 2016/17	36
7.1 Verlauf	36
7.2 Erhebungsinstrument	36
8 Ergebnisse der zweiten Runde	38
8.1 Waldentwicklung unter dem Status Quo-Szenario	38
8.2 Neuformulierung des Status Quo-Szenarios unter Berücksichtigung von Anpassungs- vorschlägen.....	43
8.3 Waldentwicklung unter dem Alternativszenario I „Nutzungsintensivierung“	46
8.4 Neuformulierung von Alternativszenario I unter Berücksichtigung von Anpassungsvorschlägen	49
8.5 Waldentwicklung unter dem Alternativszenario II „Naturnahe und anpassungsfähige Wälder“ ...	52
8.6 Neuformulierung von Alternativszenario II	55
8.7 Präferenzen für Maßnahmen zur künstlichen Totholzanreicherung	57
9 Zusammenfassung und Ausblick	58
Literatur	59
Anhang	63

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Selbsteinschätzung der Experten hinsichtlich ihres persönlichen Kenntnisstandes	19
Abbildung 2: Übersicht der am häufigsten genannten Einflussfaktoren auf die Waldentwicklung nach Kategorisierung	21
Abbildung 3a,b: (a) Durchschnittlicher Rangplatz der zwölf am häufigsten genannten Einflussfaktoren, (b) Gewichtung der 13 am häufigsten genannten Einflussfaktoren	22
Abbildung 4: Abschätzung der Änderung genannter Einflussfaktoren bis 2045 bzw. 2075	24
Abbildung 5: Bayernweite Verteilung der acht Hauptwaldtypen nach BWI-Plots	37
Abbildung 6: Antwortverteilung auf die Frage „Welche Waldtypen halten Sie unter SQ für besonders geeignet, um darin künftig vermehrt Totholz anzureichern?“	40
Abbildung 7: Antwortverteilung auf die Frage „Wird es in den Waldtypen unter dem SQ überhaupt zu einer Änderung der Totholzmenge kommen?“	40
Abbildung 8: Abschätzung der künftigen durchschnittlichen Totholz mengen unter Annahme des SQ ...	42
Abbildung 9: Antwortverteilung auf die Frage „Welche Waldtypen halten Sie unter ASZ I für besonders geeignet, um darin künftig vermehrt Totholz anzureichern?“	47
Abbildung 10: Antwortverteilung auf die Frage „Wird es unter ASZ I in den Waldtypen überhaupt zu einer Änderung der Totholzmenge kommen?“	47
Abbildung 11: Abschätzung der künftigen durchschnittlichen Totholz mengen nach Waldtyp unter Annahme des ASZ I	48
Abbildung 12: Antwortverteilung auf die Frage „Welche Waldtypen halten Sie unter ASz II für besonders geeignet, um darin künftig vermehrt Totholz anzureichern?“	53
Abbildung 13: Antwortverteilung auf die Frage „Wird es in den Waldtypen unter ASZ II überhaupt zu einer Veränderung der Totholzmenge kommen?“	54
Abbildung 14: Abschätzung der künftigen durchschnittlichen Totholz mengen nach Waldtyp unter Annahme des ASZ II	54

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: KRNW-Liste der wichtigsten Stakeholdergruppen des Experten-Delphis „Waldentwicklung in Bayern“	13
Tabelle 2a,b: Vermutete Stärke der Veränderung der genannten Einflussfaktoren bis 2045 (a) und 2075 (b)	25
Tabelle 3: Auflistung der zusätzlich von den Experten genannten Einteilungskriterien, inklusive Abstufungen	26
Tabelle 4: Einschätzungen der künftigen Totholz mengen in m ³ pro Hektar in verschiedenen Waldtypen bis 2045 bzw. 2075	27
Tabelle 5: Flächenveränderung der Waldtypen (in %) unter Annahme des SQ	39
Tabelle 6: Übergangswahrscheinlichkeiten der Waldtypen bis 2045 unter Annahme des SQ	43
Tabelle 7: Übergangswahrscheinlichkeiten der Waldtypen bis 2075 unter Annahme des SQ	43
Tabelle 8: Flächenveränderung der Waldtypen (in %) unter Annahme des ASZ I	46
Tabelle 9: Übergangswahrscheinlichkeiten der Waldtypen bis 2045 unter Annahme des ASZ I	49
Tabelle 10: Übergangswahrscheinlichkeiten der Waldtypen bis 2075 unter Annahme des ASZ I	49
Tabelle 11: Flächenveränderung der Waldtypen (in %) unter Annahme des ASZ II	52
Tabelle 12: Übergangswahrscheinlichkeiten der Waldtypen unter ASZ II bis 2045	55
Tabelle 13: Einschätzungen zu den vorgeschlagenen Totholz anreicherungsvarianten	57

1 Einführung

Biodiversität ist ein wissenschaftliches Konzept, das über die letzten Jahrzehnte weitreichende gesellschaftliche Bedeutung entwickelt hat (Constanza et al. 1997; Hotes 2010; Braat/de Groot 2012). Ausgangspunkt war die Erkenntnis, dass menschliches Wohlergehen mit der Vielfalt der Organismen auf der Erde zusammenhängt (Boyd/Banzhaf 2007). Der Schutz von Biodiversität hat dadurch Eingang in Debatten zur nachhaltigen Nutzung von natürlichen Ressourcen gefunden. Aus diesen Diskussionen ist ein neuer Begriff entstanden, der die Beziehung zwischen Menschen und ihrer Umwelt beschreibt: Ökosystemleistungen (Boyd/Banzhaf 2007; Kumar/Kumar 2008; Hotes/Dahms 2010; Barbier 2011; Constanza et al. 2017). Damit Biodiversität und Ökosystemleistungen in Entscheidungsprozessen angemessen berücksichtigt werden können, sind zahlreiche wissenschaftliche und angewandte Aufgaben zu lösen (Gomez-Baggethun et al. 2010).

Die Bundesrepublik Deutschland hat sich durch die Ratifizierung der Biodiversitätskonvention der Vereinten Nationen im Jahr 1993 verpflichtet, eine nationale Biodiversitätsstrategie zu entwickeln und diese umzusetzen. Die Strategie auf Bundesebene wurde im November 2007 durch das Bundeskabinett verabschiedet, und die Bundesländer haben nachfolgend eigene Strategien formuliert (BMU 2007: 9). „Biodiversität“ oder „Biologische Vielfalt“ wird in der Biodiversitätskonvention als „Variabilität innerhalb von Arten (genetische Vielfalt), zwischen Arten (Artenvielfalt) und zwischen Ökosystemen (Lebensraumvielfalt)“ definiert (BMU 2007: 9). Die Erhaltung biologischer Vielfalt schließt neben ihrem Schutz auch ihre nachhaltige Nutzung ein, da Biodiversität bei weitem nicht nur in Schutzgebieten, sondern auch in der Normallandschaft vorkommt, auf Äckern, in Städten oder in Wirtschaftswäldern (vgl. Bollmann et al. 2009). Zu Wäldern enthält die nationale Strategie eine Reihe von Zielen, die zum Teil mit quantitativen Aussagen und zeitlichen Vorgaben verknüpft wurden (Plieninger et al. 2016; Albert et al. 2017). Einige davon finden sich in ähnlicher Form auch in den Strategien auf Länderebene, so auch der Bayerischen Biodiversitätsstrategie von 2008 (StMUG 2008).

Der erste Indikatorenbericht zur Nationalen Biodiversitätsstrategie zeigte 2010, dass Umsetzungsdefizite und fehlende, wissenschaftlich abgesicherte Informationen die Erreichung der Ziele der nationalen Biodiversitätsstrategie behindern (BMU 2010). Dies haben die Bundesministerien für Umwelt und für Bildung und Forschung zum Anlass genommen gemeinsam ein Programm aufzulegen, in dem integrierte Forschungs- und Umsetzungsprojekte gefördert werden, die sich an der nationalen Biodiversitätsstrategie orientieren (BMUB/BfN 2016). Als ein Projekt mit Schwerpunkt auf Wäldern wird seit 2015 das Vorhaben „Biologische Vielfalt und Ökosystemleistungen von Wäldern mit Fokus auf Holz: Neue Wege der nachhaltigen Nutzung im Spannungsfeld zwischen Ökologie, Ökonomie und Klimawandel (BioHolz)“ in diesem Programm gefördert¹. Am BioHolz-Projekt sind Forschungspartner von vier Universitäten und zwei

¹ Für nähere Informationen siehe auch die Projekthomepage unter www.bioholz-projekt.de.

Umsetzungspartner beteiligt. Weitere Kooperationspartner unterstützen die wissenschaftliche Arbeit, die Entwicklung von Umsetzungsmöglichkeiten und die Kommunikation der Projektergebnisse.

Im BioHolz-Projekt finden Forschungen zu ökologischen, ökonomischen und sozialwissenschaftlichen Fragestellungen statt. Totholz und seine Auswirkungen auf biologische Vielfalt, auf wirtschaftliche Aspekte der Nutzung von Wäldern und auf die Bewertung von Wäldern z.B. für die Erholung durch unterschiedliche gesellschaftliche Gruppen sind dabei ein besonderer Schwerpunkt (vgl. Hotes et al. 2019). In experimentellen Freilandstudien werden die Menge, Heterogenität und räumliche Anordnung von Totholz variiert und Auswirkungen auf verschiedene Organismengruppen sowie ökologische Prozesse, aber auch visuelle Eindrücke von Waldbesuchern analysiert. Kosten für die aktive Anreicherung von Totholz in Wirtschaftswäldern sind durch ein Modell zur betrieblichen Optimierung ermittelt worden. Die Einstellungen gegenüber Totholz in seinen unterschiedlichen Formen wird durch Befragungen verschiedener gesellschaftlicher Akteure überprüft (vgl. u.a. Müller et al. 2008; Sacher et al. 2017; Job et al. 2019). Möglichkeiten zur Quantifizierung der Ökosystemleistungen von Wäldern auf Landschaftsebene werden durch räumlich explizite Modelle zur Verknüpfung von Waldstruktur und Waldtypen mit Ökosystemleistungen erprobt. Dabei spielen Szenarien zur künftig möglichen Waldentwicklung eine sehr bedeutende Rolle, denn durch sie soll eine dynamische Abstimmung der dem Projekt zugrundeliegenden Forschungsfragen auf die Bedürfnisse der Umsetzungspartner in der Praxis gewährleistet werden (mögliche künftige Entwicklungen je nach unterschiedlichen Grundannahmen). Die Szenarien sollen mit Hilfe einer expertenbasierten Delphi-Studie als Prognosebaustein erstellt werden. Delphi-Befragungen können unterschiedliche Zielsetzungen verfolgen. Häder (2009: 30) unterscheidet insgesamt vier verschiedene Grundzielsetzungen von Delphis: Aggregation von Ideen, Vorhersage eines unsicheren Sachverhalts, Ermittlung der Ansichten von Experten sowie Konsensfindung. Für die hier dargestellte Delphi-Studie wurden insbesondere die letzten drei Punkte aufgegriffen. So sollten die mit Unsicherheiten behafteten künftigen Entwicklungen der Wälder in Bayern in Form von explorativen Szenarien eingeschätzt werden. Dazu sollten die Ansichten hinsichtlich dieser Entwicklungen gesammelt und strukturiert werden. Schließlich sollte noch versucht werden, unter den Teilnehmern einen (zumindest überwiegenden) Konsens zu erzielen. Dabei war es nicht unbedingt notwendig, diesen Konsens über alle künftigen Entwicklungen hinweg zu generieren, sondern das Expertenpanel hier in unterschiedliche Konsensgruppen einzuteilen, die dann zu jeweils unterschiedlichen Szenarien führen sollten.

Die hier gestalteten Szenarientexte stellen die wichtigen äußeren Rahmenbedingungen dar. Die eigentliche Szenarienmodellierung verläuft im landschaftsbezogenen Modellierungs-Tool InVEST, das an der amerikanischen Stanford-University entwickelt wurde (InVEST steht dabei für integrated valuation of ecosystem services and tradeoffs, vgl. Natural Capital Project 2018), wobei die Einschätzungen der Delphi-Experten zu den verschiedenen Teilaspekten in die Berechnung einfließen.

In dieser Arbeit soll der genannte Delphi-Prozess, der im Rahmen des BioHolz-Projektes stattgefunden hat, vorgestellt werden. Neben einem Überblick zu Abläufen und Anwendungsbereichen der Delphi-Methode

werden dabei die wesentlichen Schritte sowie Ergebnisse der einzelnen Runden präsentiert und anschließend reflektiert.

2 Delphi als Methode zur Zukunftsvorausschau

2.1 Ursprünge der Methode

Als Methode der empirischen Sozialforschung werden Delphis noch nicht sehr lange verwendet. Ihre Ursprünge hat die Methode in anderen Bereichen. Zunächst wurde sie vor allem für militärische Zwecke verwendet und hatte eine erste Blüte in der Zeit des Kalten Krieges in den USA, als es darum ging, die Absichten des sowjetischen Gegners vorauszusehen (vgl. Häder 2000: 11). Da es kaum Veröffentlichungen zu diesen militär-internen und unter das Gebot der Geheimhaltung fallenden Delphis gab, brauchte es eine gewisse Zeit, bis die Vorteile der Methode auch in anderen Wissenschaftsbereichen erkannt wurden. Entscheidende Impulse zur Etablierung der Methode lieferte die sog. RAND-Gruppe in den 1950er Jahren (vgl. Dalkey/Helmer 1963; Dalkey 1967). Standen zunächst Einschätzungen feindlicher Überlegungen im Kontext des Kalten Krieges im Vordergrund, wurde das Spektrum der Anwendung von Delphi durch die Veröffentlichungen der RAND-Gruppe auch für andere Themengebiete geöffnet.

2.2 Besonderheiten der Methode

Wie der Name schon andeutet bezieht sich die Delphi-Methode auf das antike Orakel von Delphi, das für eine Vielzahl berühmter Weissagungen verantwortlich war und dessen Existenz als bestätigt gilt (De Boer/Hale 2000).

Abweichend von dieser mystischen Komponente geht es bei einem modernen Delphi aber nicht mehr um Prophezeiungen göttlichen Ursprungs, sondern um das Debattieren künftiger Entwicklungen in einem ausgewählten Personenkreis. Letztlich geht es darum, wie Cuhls feststellt, dass „Meinungen und Sichtweisen zusammengetragen und über Befragungen bewertet [werden], um das implizite Wissen in den Köpfen von Personen möglichst explizit zu machen“ (Cuhls 2009: 207). Wichtig ist demnach die Erkenntnis, dass Meinungen über zukünftige Entwicklungen untersucht werden. Hierin liegt der Hauptunterschied zu echten Vorhersagen. Folgerichtig definieren Filyushkina et al. (2018: 180) die Delphi-Methode als „multi-interaction structured group communication process that seeks to provide a group expert opinion on the defined question(s), forging a consensus through anonymous deliberations whenever possible“. Daraus wird ersichtlich, dass der Aspekt des Konsenses zwischen den teilnehmenden Experten und ihrer Meinungen eine wesentliche Rolle spielt. Das Erreichen eines Konsenses ist demnach wesentliches Ziel eines jeden Delphi-Prozesses. Entscheidend für den Erfolg der Methode ist zusätzlich der Umstand, dass die Experten ihre Meinungen unabhängig voneinander und anonym einbringen, sodass es zu keinen direktem gruppendynamischen Prozessen kommt, wie z.B. der Dominanz eines Teilnehmers über die anderen (vgl. Hömme 2001: 85). Auf diese Weise wird sichergestellt, dass jedem Teilnehmerinput gleiches Gewicht beigemessen werden kann (vgl. Stiens 1996: 124ff.; Pütz 2004: 82).

Delphi-Befragungen kommen meist dann zum Einsatz, wenn zu einem bestimmten Thema noch wenig Wissen vorhanden ist, dieses aber aufgrund seiner Struktur zu komplex ist, um es mit einer einzigen Untersuchung zu erfassen (vgl. Lee/King 2009: 247; Strand et al. 2017: 476).

Inhaltlich unterscheidet sich der Delphi-Ansatz nicht grundsätzlich von anderen qualitativen Forschungsmethoden, wie beispielsweise der Gruppendiskussion. Zur Methode der Zukunftswerkstatt besteht sogar eine noch engere Verwandtschaft, da bei beiden zukünftige Entwicklungen und deren Gestaltung im Vordergrund stehen. Dabei kann die Gruppendiskussion gewissermaßen als Überbegriff für unterschiedliche Methoden verwendet werden, welche die gleichzeitige Beteiligung mehrerer Akteure am Befragungsprozess beinhalten (vgl. Stiens 1996: 124ff.). Hier sollen die Besonderheiten sowie die Vorteile der Delphi-Methode aufgezeigt werden. Um die unterschiedlichen, aber synonym zu gebrauchenden Bezeichnungsmöglichkeiten wie *Delphi-Methode*, *Delphi-Ansatz*, *Delphi-Befragung*, *Experten-Delphi* und *Delphi-Studie* nicht durcheinander zu bringen, soll im Folgenden kurz von Delphi gesprochen werden.

Delphis können einen explizit räumlichen Bezug aufweisen und dementsprechend mit anderen Methoden kombiniert werden. So verwendeten beispielsweise Hayati et al. (2013) den Delphi-Ansatz, um zunächst die wesentlichen Kriterien für die Planung von Forststraßen zu ermitteln, bevor diese von den Experten gewichtet und in ein geographisches Informationssystem eingespeist wurden. Auf diese Weise konnten aus den abstrakten Delphi-Daten konkrete räumliche Muster abgeleitet und in Karten dargestellt werden (vgl. Hömme 2001: 90f.).

Die hier gezeigte Studie hat eher den Charakter eines solchen Spatial Delphis (SD), da sie sich auf einen konkreten geographischen Raum bezieht und dieser auch Einfluss auf die Einschätzungen der Experten ausübt. Allerdings wird in einem SD den Experten normalerweise eine interaktive Karte vorgelegt, deren Grundstruktur diese zwar nicht verändern, aber in die sie ihre Einschätzungen in Form von Werten eingeben können (vgl. Di Zio et al. 2017: 144). In dieser Studie wurde den Experten in der zweiten Runde eine Karte präsentiert, die als Grundlage für weitere Einschätzungen dienen sollte, jedoch konnte die Karte selbst nicht bearbeitet werden.

Eine weitere besondere Form des Delphis ist das sogenannte Real Time-Delphi (RTD), bei dem die Experten zur Reduktion des Zeitaufwands bereits während der Beantwortung in einem (zumeist) online-Fragebogen, sehen können, wie sich ihre eigene Antwort und die der anderen auf die Ergebnisse auswirkt. Zu diesem Zweck werden ihnen bei jeder Frage die aktuellen deskriptiven Auswertungen, z.B. Mittelwerte angezeigt (vgl. Di Zio et al. 2017: 143). Diese Form des Delphis ist insbesondere bei größeren Panels vorteilhaft; für die hier vorgestellte Studie kam es allerdings nicht in Frage, da die Auswertung der zunächst vor allem qualitativen Fragen eine tieferegehende Analyse der Antworten durch die Delphi-Moderatoren, insbesondere nach der ersten Runde, erforderten.

Neben der Einsatzmöglichkeit zur Generierung bzw. Sammlung von Wissen zu einem bestimmten Themengebiet, können mittels Delphi-Befragungen aber auch vorhandene Forschungsmethoden und Untersuchungen evaluiert werden. So setzten Strand et al. (2017) die Methode dazu ein, um eine hypothetische

Contingent Valuation-Untersuchung zur Vorhersage der Zahlungsbereitschaft von Gesamtbevölkerungen anderer Länder für den Schutz der Amazonas-Region durch Experten aus 37 Ländern weltweit bewerten zu lassen. Dies zeigt, dass dem räumlichen Umfang eines solchen Delphis praktisch keine Grenzen gesetzt sind, zumal elektronische Medien bei der technischen Umsetzung vielseitig zum Einsatz kommen können. Allerdings wird auch immer wieder Kritik am Delphi-Ansatz geübt. Einen wichtigen Kritikpunkt hat Sackman bereits 1974 genannt: die Ergebnisse von Delphi-Befragungen seien in der Regel nicht reliabel und auch nicht wissenschaftlich überprüf- bzw. reproduzierbar. Zurückzuführen sei dieser Mangel auf das Fehlen eines allgemein gültigen Vorgehens bei der Befragung, das lediglich bestimmte Rahmenbedingungen vorgibt (vgl. Sackman 1974: vii). Ein weiterer Kritikpunkt beinhaltet die Weitläufigkeit von Delphi-Ergebnissen in Hinblick auf eine oft breite Streuung von Meinungen zu einem bestimmten Thema, welche die Entwicklung genauer Vorhersagen zukünftiger Zustände kaum möglich machen würden (vgl. Sackman 1974: 58). Einen wichtigen Kritikpunkt, der die Grenzen der Möglichkeiten von Delphi-Befragungen verdeutlicht, ist die unbestrittene Tatsache, dass Experten sich auch irren können und nicht immer geeignete Aussagen treffen, ein Aspekt, der vor allem unter dem Gesichtspunkt einer strengen Erwartungshaltung an das tatsächliche Zutreffen von Delphi-Ergebnissen zu sehen ist (vgl. Häder 2009: 27ff.)

3 Ablauf der Delphi-Befragung „Waldentwicklung in Bayern“

3.1 Auswahl des räumlichen Bezugsrahmens (Bayern) sowie der Zeithorizonte

Da es sich bei der Delphi-Befragung um ein Thema mit klarem räumlichen Bezug handelt, wurde der entsprechende Raum, der Freistaat Bayern von Anfang an auch in den Titel des Delphis aufgenommen. Die Wahl Bayerns als räumlicher Bezugsrahmen für das Delphi wurde innerhalb des BioHolz-Projektconsortiums getroffen. Die Absicht dahinter bestand darin, dass von den Experten Aussagen zu einem überschaubaren geographischen Gebiet zu treffen (besonders in Hinblick auf Einschätzungen von Veränderungen einzelner Waldtypen), die allerdings einigermaßen repräsentativ für Deutschland als Bezugsraum des BioHolz-Projektes sein sollten. Dadurch ergab sich für die Experten zugleich die Grundlage, über welche Region sie ihren Wissensstand abrufen sollten.

Innerhalb des BioHolz-Projektconsortiums wurde ebenfalls die Entscheidung getroffen, ausgehend vom Beginn des gesamten Projekts im Jahr 2015 die beiden Zeithorizonte 30 und 60 Jahre als für die Delphi-Überlegungen relevante Zeiträume festzulegen. Damit sollten grob zwei Waldgenerationen abgedeckt werden.

3.2 Auswahl der Experten

Die Auswahl geeigneter Experten ist immer ein entscheidender erster Schritt während eines Delphi-Prozesses (vgl. Häder 2009). Umso wichtiger ist es, diese Auswahl gut zu strukturieren. Am besten gelingt das, wenn man zunächst die zu beteiligenden Gruppen bzw. Organisationen benennt und in einer Liste aufführt; eine solche wird auch als KRNW bezeichnet, wobei diese Abkürzung für „knowledge resource nomination worksheet“ steht (Okoli/Pawlowski 2004: 20). Hintergrund eines solchen Arbeitsblatts ist es, die Experten bestimmten Kategorien zuzuordnen, bevor man sie letztlich ermitteln kann (vgl. Okoli/Pawlowski 2004: 20). Der Ausfüllvorgang folgt einer deduktiven Logik, bei der zunächst die wesentlichen Organisationen und Fachbereiche gelistet werden, bevor in einem zweiten Schritt nach konkreten Vertretern der entsprechenden Einrichtungen gesucht wird (zu Möglichkeiten des Vorgehens bei der Expertenrekrutierung siehe Häder 2009: 99ff.).

Zwar weist Häder (2009: 95f.) darauf hin, dass es in der Literatur kaum Konsens bezüglich der am besten geeigneten Expertenanzahl für eine Delphi-Befragung gibt, jedoch kommt auch er zu dem Schluss, dass zumindest für eher qualitativ ausgerichtete Delphis eine nicht zu große Teilnehmerzahl gewählt werden sollte. Meist werden eher hinsichtlich der Mindestgröße eines Panels Angaben gemacht (z.B. zehn als erforderliche Mindestgröße) und häufig keine Beschränkungen nach oben vorgegeben (vgl. Häder 2009: 95).

Um ein möglichst umfassendes Bild der zu beteiligenden Experten zu erhalten, wurde in einem mehrwöchigen Prozess eine KRNW-Liste der in Frage kommenden Stakeholder erstellt. Dabei wurde zunächst festgelegt, welche Stakeholdergruppen grundsätzlich zu beteiligen sein sollten. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die finale Auswahl bezüglich der Stakeholdergruppen.

Insgesamt sollte vor allem ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Theorie und Praxis hergestellt werden, d.h. dass sowohl mit theoretischen Überlegungen hinsichtlich der Waldentwicklung beschäftigte Personengruppen, als auch konkret an walddrelevanten Entscheidungen beteiligte Personengruppen unter den späteren Delphi-Experten sein sollten. Die Auswahl der zu beteiligenden Expertengruppen war der erste wesentliche Schritt bei der Gestaltung des Delphi-Prozesses; dementsprechend wurde ein erheblicher Teil der Vorbereitungszeit für die Auswahl verwendet. Entscheidend an diesem Punkt eines Delphis ist eine hohe Qualifikation der gewählten Experten in Hinblick auf das Thema. Die Auswahl der Bereiche erfolgte in Absprache mit den Partnern aus dem BioHolz-Projekt. Neben persönlichen Kontakten und Erfahrungswerten wurden dabei auch eigene Rechercheergebnisse berücksichtigt. Die KRNW-Liste wurde über einen Zeitraum von mehreren Wochen im Frühjahr 2016 vervollständigt und erst abgeschlossen, als eine ausreichende Anzahl an potenziellen Experten zur Verfügung stand. Im Gegensatz zu anderen Studien, in denen die Gruppe der Experten in mehrere homogene Panels aufgeteilt wurde (vgl. Pawlowski 2004), sollten bei diesem Delphi alle Expertengruppen in jeder der Runden beteiligt werden.

Tabelle 1: KRNW-Liste der wichtigsten Stakeholdergruppen des Experten-Delphis „Waldentwicklung in Bayern“

Stakeholdergruppe	Organisiert in	Konkret ausgewählte Organisation
Waldeigentum	Staatliche Waldeigentümer	Bayerische Staatsforsten (BaySF)
	Private Waldbesitzer-Verbände; Waldbesitzervereinigungen	Bayerischer Waldbesitzerverband e.V.
		Forstwirtschaftliche Vereinigung Niederbayern
		WBV Freyung-Grafenau
		WBV Regen
		Bayerische Waldbauernschule
	Körperschaften des öffentlichen Rechts/Kirchen	Dachorganisation: Arbeitsgemeinschaft Kirchenwald
		Ev-Luth. Kirche in Bayern – Referat für Umwelt- und Klimaverantwortung
		Bischöfliches Ordinariat der Diözese Passau
Forst- und Holzwirtschaft/ Interessensverbände	Förster/ Forstvereinigungen	Deutscher Forstwirtschaftsrat e.V.
		Bund Deutscher Forstleute
		Deutscher Forstverein e.V.
		Bayerischer Forstverein e.V.
		Deutscher Forstunternehmer-Verband e.V. (DFUV)
	holzverarbeitende Betriebe	Holz Schiller GmbH
		Ziegler Holzindustrie KG
	Vereine/ Verbände/Arbeitsgruppen mit walddwirtschaftlichem Hintergrund	Bayerischer Bauernverband
		Arbeitsgemeinschaft Naturgemäße Waldwirtschaft Deutschland e. V.
		Verein für forstliche Standortserkundung e.V.
		Kuratorium für Waldarbeit und Forsttechnik e.V.
	Vereinigungen der Holzwirtschaft/Sägewerke	Hauptverband der Deutschen Holzindustrie und Kunststoffe verarbeitenden Industrie und verwandter Industrie- und Wirtschaftszweige e.V.
		Verband der Holzwirtschaft und Kunststoffverarbeitung Bayern-Thüringen e.V.
		European Organization of the Sawmill Industry
Cluster Forst & Holz in Bayern		
Vertreter der Jagd		Bayerischer Jagdverband (mit Untereinheiten wie z.B. Jägerinnenforum, Kreisgruppen, etc.)
		Ökologischer Jagdverein Bayern
		Jagdbildungszentrum Bayern GmbH
		Schleppjagdverein von Bayern
Vertreter der Wasser- und Energiewirtschaft		Verband der Bayerischen Energie- und Wasserwirtschaft (VBEW)
		Forschungsprojekt Energiewende und Waldbiodiversität Weihenstephan
Vertreter aus Politik und Verwaltung		Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (StMELF)
		Untere Forstbehörden (= 47 bayerische Ämter für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (ÄELF))
		Amt für Ernährung Landwirtschaft und Forsten Tirschenreuth
		Landräte bzw. Bürgermeister waldreicher Landkreise in Bayern
		Landratsamt Tirschenreuth
		Bürgermeister Tirschenreuth
In Deutschland und Bayern aktive Umweltschutzverbände und -einrichtungen	Bayerische Verbände	Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF)
		Bayerisches Amt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht (ASP)
		BN Bayern
		Landesbund für Vogelschutz in Bayern e.V. (LBV)
		Verein zum Schutz der Bergwelt
		Bundesamt für Naturschutz

	Gesamtdeutsche Verbände	NABU
		EUROPARC Deutschland
		WWF Deutschland
		Heinz Sielmann Stiftung
Universitäten und Hochschulen		Technische Hochschule Deggendorf Institut für Nachhaltigkeit, Umwelt- und Energiemanagement
		Hochschule Weihenstephan-Triesdorf Fakultät Wald und Forstwirtschaft
		Fakultät für Umwelt und Natürliche Ressourcen Freiburg
		Fakultät für Forstwissenschaften und Waldökologie Göttingen
		Forstliche Hochschule Tharandt/ Dresden
		Studienfakultät für Forstwissenschaft & Ressourcenmanagement der TU München in Weihenstephan
		Thünen-Institut für Internationale Waldwirtschaft und Forstökonomie
		Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde
		Philosophisches Seminar der CAU zu Kiel
		Universität Kopenhagen Landscape Architecture and Planning
		BOKU Wien Department für Wald- und Bodenwissenschaften Institut für Waldbau (WALDBAU)
		Leibniz-Zentrum für Agrarlandschafts-forschung (ZALF) e. V.
		Umweltbildungseinrichtungen, Naturbildungszentren
Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL)		
Nationale Naturlandschaften	bayerische Biosphärenreservate und Naturparke	Naturpark Bayerischer Wald e.V.
Raumplanungs-institute		BBSR Bonn
		IRS Erkner
		ARL Hannover
		ILS Dortmund
Landschaftsplaner und -strategen		Ifuplan München
		Planungsbüro Schober Freising – Ulrich Berkmann
Fachzeitschriften mit Waldnaturschutzbezug		Naturschutz und Landschaftsplanung

Quelle: eigene Darstellung

3.3 Einladung der Experten

Insgesamt wurden Mitte März 2016 über 100 Einladungen zur Teilnahme an der Delphi-Befragung auf postalischem Weg an Experten versendet. Bis zum darin genannten Datum zur Rückmeldung über die Teilnahme gingen insgesamt 31 Einsendungen ein, worunter sich 27 Zusagen befanden. Um das Expertenpanel nochmals zu erweitern bzw. vor allem breiter zu streuen, wurden aus den Bereichen, die bisher mit wenigen oder gar keinen Zusagen vertreten waren, nochmals Vertreter ausgesucht, die telefonisch kontaktiert wurden. Dadurch konnten zusätzlich drei Zusagen, darunter eine mit Vorbehalt, erzielt werden, sodass letztlich 30 Zusagen zu Beginn der ersten Runde vorhanden waren. Mit offiziellem Beginn dieser Runde wurden elektronische Einladungen zur Teilnahme, zusammen mit dem Link zur Online-Befragung, an 29 dieser Experten versendet (ein Experte hatte um schriftliche Zusendung gebeten, da er nicht online-affin sei).

4 Erste Delphi-Runde 2016

4.1 Verlauf

Die erste von insgesamt zwei Delphi-Runden begann nach endgültiger Zusage der 30 Experten am 28. April 2016 und dauerte offiziell bis Ende Mai 2016. In dieser Zeit konnten diese den Online-Fragebogen ausfüllen. Sie waren dabei nicht gezwungen, die Fragen komplett auf einmal zu beantworten, sondern hatten die Möglichkeit, ihre Eintragungen jederzeit zwischenspeichern, um zu einem späteren, günstigeren Zeitpunkt die Bearbeitung wieder aufzunehmen. Mit dieser Funktion konnte den Experten ein hohes Maß an Flexibilität eingeräumt werden. Eine Woche vor dem offiziellen Ende der ersten Runde wurde am 23. Mai 2016 nochmals eine Erinnerungsmail an diejenigen Experten versendet, die bis zu diesem Zeitpunkt den Fragebogen noch nicht ausgefüllt hatten. Abweichend vom üblichen Vorgehen bei Delphi-Befragungen wurden im Anschluss an das offizielle Ende der ersten Runde nochmal drei weitere Experten in das Panel aufgenommen und konnten noch bis Juli 2016 am Delphi teilnehmen. Dies war deswegen notwendig, da die betreffenden Experten erst nach Abschluss der ersten Runde auf die Befragung aufmerksam gemacht wurden und aus Gründen der breiteren Streuung noch aufgenommen werden sollten. Dadurch hatte sich die Liste der Teilnehmer auf 33 erhöht.

Nach Abschluss der ersten Runde und der Auswertung der Ergebnisse wurde den Teilnehmern auf digitalem Weg ein umfangreiches Feedback in Form von deskriptiven Auswertungen zugesendet, sodass diese sich ein Bild von den Angaben der anderen und dem Gesamtvotum machen konnten.

4.2 Entwicklung und Aufbau des Erhebungsinstrumentes

Für die Entwicklung des Online-Fragebogens wurde die der Universität Greifswald eigene Software Evasys, die eigentlich der Durchführung von universitätsinternen Evaluationen von Lehrveranstaltungen dient, herangezogen und für den Zweck der Delphi-Befragung angepasst.

Der Fragebogen wurde in enger Absprache mit Partnern aus dem BioHolz-Projekt entwickelt und umgesetzt. Da es sich in der ersten Delphi-Runde um eine semi-strukturierte Befragung mit sowohl offenen als auch geschlossenen Fragen handelte, wurden die allgemein gängigen Richtlinien für die Entwicklung von Fragebögen eingehalten und an die vorliegende Thematik angepasst.

Das Erhebungsinstrument für die erste Delphi-Runde bestand aus insgesamt zehn inhaltlich abgrenzbaren Abschnitten (nicht übereinstimmend mit der Nummerierung im Fragebogen), die im Folgenden erläutert werden sollen (siehe Fragebogen Anhang 1):

Der erste Abschnitt reicht bis Frage 1.4 und diente dem Einstieg in die Thematik, wobei gleichzeitig auch das Interesse für die Beantwortung der weiteren Fragen geweckt werden sollte. Darüber hinaus deckten die Fragen auch einen wesentlichen Teil des gesamten Inhalts ab. So wurden die Experten zunächst nach ihrem Kenntnisstand zum Thema „Waldzustand und Waldentwicklung“ befragt, den sie auf einer fünfstufigen Likert-Skala von „sehr gut“ bis „sehr schlecht“ einordnen konnten. Diese Frage diente gleichzeitig

nochmals als Absicherung der Expertenwahl, da Angaben, die schlechter als „gut“ waren, dafür sprachen, dass derjenige Experte eigentlich nicht für die Teilnahme am Delphi geeignet gewesen wäre. Daraufhin wurden die Experten in einer offenen Frage darum gebeten, den aktuellen Zustand der Wälder in Bayern mit eigenen Worten zu beschreiben, um so eine Übersicht über den individuellen Status Quo zu gewinnen. Anschließend wurde mit der Frage „Wie vertraut sind Sie mit dem Konzept der Ökosystemleistungen?“, welche die Experten ebenfalls auf einer fünfstufigen Skala beantworten konnten, der Blick auf einen der wesentlichen Aspekte des gesamten Delphis gelenkt: Das Konzept der Ökosystemleistungen. Mit speziellem Fokus auf Wäldern, ist es inzwischen ein gängiges Mittel, um die Leistungen, die Ökosysteme für Menschen bereithalten, in einer großen Bandbreite an unterschiedlichen Funktionen abzuschätzen (vgl. Bormann et al. 2016: 157). Aus diesem Grund bestand ein besonderes Interesse daran, wie die Experten selbst ihren Kenntnisstand einordnen. Um das theoretische Konzept schließlich auf das Thema Wälder zu übertragen, wurden sie in der letzten Frage dieses Abschnitts darum gebeten, einige dieser Leistungen zu nennen, die ihnen in Bezug auf Wälder spontan einfielen.

Im zweiten Abschnitt, der aufgrund der speziellen Programmierung mit Frage 3.1 begann und bis 3.3 reichte (die im Folgenden erwähnte Definition erhielt als Textfeld die Aufzählungsnummer 2), wurde die Rolle der Ökosystemleistungen von Wäldern konkretisiert. So wurde den Experten zu Beginn dieses Abschnitts zunächst eine der zahlreichen Definitionen des Begriffes der Ökosystemleistungen vorgestellt, die aus dem Naturkapital Deutschland-Projekt (TEEB.de) entnommen worden war. Ein wesentlicher inhaltlicher Aspekt der genannten Definition ist derjenige der anthropozentrierten Sichtweise dieses Ansatzes. Demnach liefern Wälder nicht per se Leistungen, sondern tun dies in erster Linie aus Sicht des Menschen, der von diesen Leistungen zu einem bedeutenden Anteil abhängig ist und sie deshalb in Anspruch nimmt. Ziel der Präsentation dieser Definition war es, den Blick der Experten auf eben diesen Aspekt zu lenken. Daher wurden sie unmittelbar danach in 3.1 gefragt, ob sie ihre zuvor genannten Leistungen noch einmal relativieren wollten. Diese Möglichkeit wurde ihnen in einer weiteren offenen Frage eingeräumt (3.2). Schließlich wurde gezielt und offen nach den Ökosystemleistungen von Totholz in Wäldern gefragt (3.3). Diese Frage diente vor allem dazu, festzustellen, welchen Anteil die Totholz-spezifischen an den waldbasierten Ökosystemleistungen insgesamt einnehmen.

Nachdem die Fragen, die sich mit dem Konzept der Ökosystemleistungen befassten, abgehandelt waren, folgte mit dem dritten der größte und wichtigste Abschnitt des Fragebogens, bei dem es um die Einflussfaktoren auf die künftige Waldentwicklung ging. Diese Faktoren sollten durch die Experten im Rahmen der ersten Delphi-Runde zunächst identifiziert und nach ihrer Bedeutung sortiert werden, bevor in einem nächsten Schritt danach gefragt werden konnte, wie sich diese Faktoren nach ihrer Ansicht künftig verändern würden. Auf dieser Grundlage konnten dann unterschiedliche Waldentwicklungsszenarien generiert werden, je nachdem, wie sich die Einflussfaktoren entwickeln würden. So wurden die Experten zunächst dazu aufgefordert, maximal zehn Einflussfaktoren auf die Waldentwicklung zu nennen und diese

gleichzeitig zu gewichten². Für die Gewichtung stand ihnen dabei eine Skala von 1 = „sehr wichtig“ bis 10 = „unwichtig“ zur Verfügung. Um nähere Informationen darüber zu erhalten, wurden sie unmittelbar im Anschluss gebeten, ihre Einschätzung zu begründen (offene Frage). Aufbauend auf einer echten Rangfolge der Faktoren nach ihrer Bedeutung, sollten die Experten in den folgenden Fragen 4.3 bis 4.22 angeben, ob sie der Ansicht seien, dass sich die Einflussfaktoren innerhalb der beiden für das Delphi relevanten Zeithorizonte von 2045 und 2075 (und zwar jeweils für sich betrachtet) verändern werden. Hatten sie eine solche Veränderung bejaht, konnten sie in den nächsten Fragen 4.23 bis 4.42 für den entsprechenden Faktor angeben, wie stark sich dieser, wiederum nach Zeithorizont differenziert, verändern würde. Die Angabe erfolgte über eine fünfstufige Skala von „sehr stark“ bis „sehr schwach“, wobei auch eine „weiß nicht“-Kategorie zur Verfügung stand.

Nachdem die Einflussfaktoren und ihre Veränderung identifiziert werden konnten, wurde den Experten im folgenden vierten Abschnitt zunächst eine Übersichtstabelle präsentiert, auf der basierend eine Einteilung der Wälder Bayerns in Waldtypen erfolgen sollte, die insbesondere für die zweite Delphi-Runde relevant war. Diese Waldtypeneinteilung sollte – wie im Eingangstext dieses Abschnitts (siehe Fragebogen im Anhang) beschrieben – als Grundlage für eine nach einzelnen Waldarten getrennte Modellierung künftiger Waldzustände mithilfe des Softwareprogramms InVEST herangezogen werden (vgl. Natural Capital Project 2019). Diese Modellierung konnte jedoch erst erfolgen, nachdem zuvor mit Hilfe des Delphis die Szenarien der künftigen Waldentwicklung für jeden einzelnen dieser Typen generiert wurden. Dies sollte Gegenstand der zweiten Runde sein. Die Experten sollten zunächst die in der Tabelle vorgeschlagenen Kriterien zur Einteilung der bayerischen Wälder in unterschiedliche Typen beurteilen und gegebenenfalls um weitere ergänzen bzw. um solche aus ihrer Sicht irrelevante reduzieren. Insgesamt wurden ihnen sechs Kriterien bzw. Attribute mit jeweils unterschiedlichen Merkmalsausprägungen, man könnte auch sagen Leveln, vorgeschlagen (vgl. entsprechende Tabelle in Anhang 1). Es handelte sich dabei um die Attribute „Höhenstufe“, „Hauptbaumart“, „Mischung“, „Altersklasse“, „Totholzmenge“, sowie „Eigentumsform“. Die Experten wurden also zunächst nach den geeigneten Einteilungskriterien gefragt, d.h. sie konnten in einer offenen Frage (5.2) Vorschläge für Änderung, Ergänzungen bzw. Weglassungen erarbeiten. Anschließend wurde etwas detaillierter, aber immer noch offen, nach Vorschlägen bezüglich der Abstufungen dieser Einteilungskriterien gefragt, d.h. auch hier konnten sie Änderungswünsche/Vorschläge einbringen (5.4).

Der nun folgende fünfte Abschnitt, der mit Punkt 6.1 beginnt, hatte zum Ziel, ausgehend von den genannten Einflussfaktoren und deren möglicher Veränderung, grobe Szenarien der künftigen Waldentwicklung aufzustellen. Zu diesem Zweck wurde den Experten zunächst eine Übersicht wichtiger Parameter des zum

² Zu dieser Frage muss angemerkt werden, dass von einem echten Ranking mit nur jeweils einer Platzvergabe ausgegangen wurde. Tatsächlich hat mit elf jedoch nur die Hälfte der 22 Experten hier eine echte Rangfolge vergeben. Zehn der Experten nutzten stattdessen das Instrument der Gewichtung, bei der jedem Faktor ein seiner Bedeutung entsprechender Wert zugeordnet wird, sodass am Ende zahlreiche Faktoren eine gleichwertige Bedeutung erhielten. Diese Diskrepanz bei der Beantwortung war folglich der unklaren Formulierung der Aufgabe geschuldet

Zeitpunkt der ersten Delphi-Runde aktuellen Waldzustands in Bayern präsentiert, die der Bundeswaldinventur aus dem Jahr 2012 (siehe Anhang) entnommen wurden. Dies diente dazu, die wichtigsten Parameter in Bezug auf die aktuelle Situation vor der Beantwortung der folgenden Fragen vor Augen zu führen. Dabei galt es, drei unterschiedliche Szenarien jeweils inhaltlich auszufüllen. Als erstes sollte die Aufstellung eines sogenannten Status-Quo-Szenarios erfolgen, und zwar auf der Annahme basierend, dass sich die Einflussfaktoren auf die Waldentwicklung nicht verändern bzw. konstant bleiben würden (konstant, falls es sich um Faktoren handelt, die automatisch einen Prozess der Veränderung implizieren, wie z.B. „Klimawandel“). Die folgenden Fragen 6.1 bis 6.10 sollten daher klären, wie sich bestimmte Waldparameter unter diesen Voraussetzungen entwickeln würden. Die Experten wurden gebeten, diese Frage zwar offen, allerdings in wenigen Worten bzw. Stichpunkten zu beantworten. In Frage 6.11. sollten die zuvor geschilderten Entwicklungen in Hinblick auf die persönliche Präferenz beurteilt werden. Nach dem gleichen Schema ist auch der sechste Abschnitt aufgebaut, in dem die Entwicklung für dieselben Parameter, allerdings diesmal – gemäß Experteneinschätzung – unter sich verändernden Einflussfaktoren, erörtert werden sollte. Diese Schilderungen sollten schließlich in einem ersten Alternativszenario zusammengefasst werden (alternativ meint, in Bezug zum Status Quo-Szenario).

Ab Frage 7.11. stand im siebten Abschnitt der Parameter Totholz im Vordergrund. Die Experten sollten für die vorgegebenen Zeithorizonte angeben, welche konkreten Totholzmengen sie für jeweils zwei unterschiedliche Waldkategorien erwarteten. Bei diesen Kategorien handelt es sich einerseits um ungenutzte Wälder mit Schutzstatus (Naturschutzgebiet, Kernzone eines Großschutzgebietes, FFH-Flächen usw.), und andererseits um Wirtschaftswälder (vgl. LWF 2014). Zusätzlich hierzu sollten die Experten in den Fragen 7.15 und 7.16 schildern, wie sich die Totholzmengen in Bayerns Wäldern in den entsprechenden Zeiträumen (qualitativ) ändern würden bzw. welche Rolle dabei die Eigentumsform spielt.

Damit zusätzlich zum ersten Alternativszenario noch ein zweites entwickelt werden konnte, wurden die Experten im achten Abschnitt des Fragebogens (ab Frage 8.1) nach der aus ihrer Sicht optimalen Entwicklung innerhalb des vorgegebenen Zeitraums befragt. Diese Antworten sollten schließlich in ein Alternativszenario II einfließen, das auch als „Wunsch-Szenario“ bezeichnet werden kann. Die anschließenden Fragen 8.3. bis 8.5. griffen den Aspekt der Biodiversität in Wäldern auf und dienten der Einschätzung dieses Aspekts aus Expertensicht.

In einer letzten Frage, die gleichzeitig den neunten und letzten Abschnitt bildete, konnten die Experten den Fragebogen beurteilen, Anregungen geben und vor allem anmerken, ob ihnen ein wichtiger Punkt in dieser ersten Runde gefehlt habe, bevor sie noch ein paar persönliche Angaben machen konnten, die das Gebot der Anonymität nicht verletzen.

Nach einigen Pretests und Anpassungen im Vorfeld der ersten Runde, konnte für die Beantwortung des Fragebogens in der nötigen Sorgfalt eine Zeit von insgesamt einer halben bis zu einer Dreiviertelstunde kalkuliert werden. Dies ist länger als in den meisten klassischen Befragungen vorgesehen, allerdings erlaubt die Delphi-Methode aufgrund zweier Besonderheiten den Einsatz ausführlicherer Fragebögen. Zum einen

werden bei einem Delphi Experten befragt, die sich bereits mit der Materie befasst haben und somit ausführlicher antworten können, zum anderen ermöglicht der Online-Fragebogen und die Funktion des Zwischenspeicherns die Beantwortung des Fragebogens über einen längeren Zeitraum hinweg. Aus diesen Gründen waren die Bearbeitungszeit und auch der Umfang für eine Delphi-Runde durchaus vertretbar.

5 Ergebnisse der ersten Delphi-Runde

5.1 Soziodemographische Daten der Experten

22 von 33 Experten, die zugesagt hatten, nahmen an der ersten Delphi-Runde teil, womit die Rücklaufquote bei 66,7 % lag. Das durchschnittliche Alter der Experten betrug 48 Jahre (Minimum 29; Maximum 82). Der Frauenanteil war mit 18% sehr gering, allerdings wies dieser unter den Experten, die zugesagt hatten, mit 15% sogar einen noch niedrigeren Wert auf. Das Bildungsniveau unter den Experten war sehr hoch, fast alle (21) verfügten über die Allgemeine Hochschulreife bzw. über mind. einen Studienabschluss (einmal keine Angabe), welches einem Akademikeranteil von 95% entsprach. Unter den Experten befanden sich sechs Hochschullehrer bzw. Professoren, sodass diese Zahl noch einmal etwas relativiert wird.

5.2 Selbsteinschätzung der Experten und Einschätzung der aktuellen Waldsituation

Beinahe 90 % der Experten gaben an, in Bezug auf die Themen Waldzustand und Waldentwicklung gute bis sehr gute Kenntnisse zu besitzen (vgl. Abb. 1). Immerhin zwei der Experten ordneten ihren Kenntnisstand nur als mäßig ein. Anhand dieses Ergebnisses kann davon ausgegangen werden, dass die gewählten Experten alle befähigt waren, am Delphi teilzunehmen.

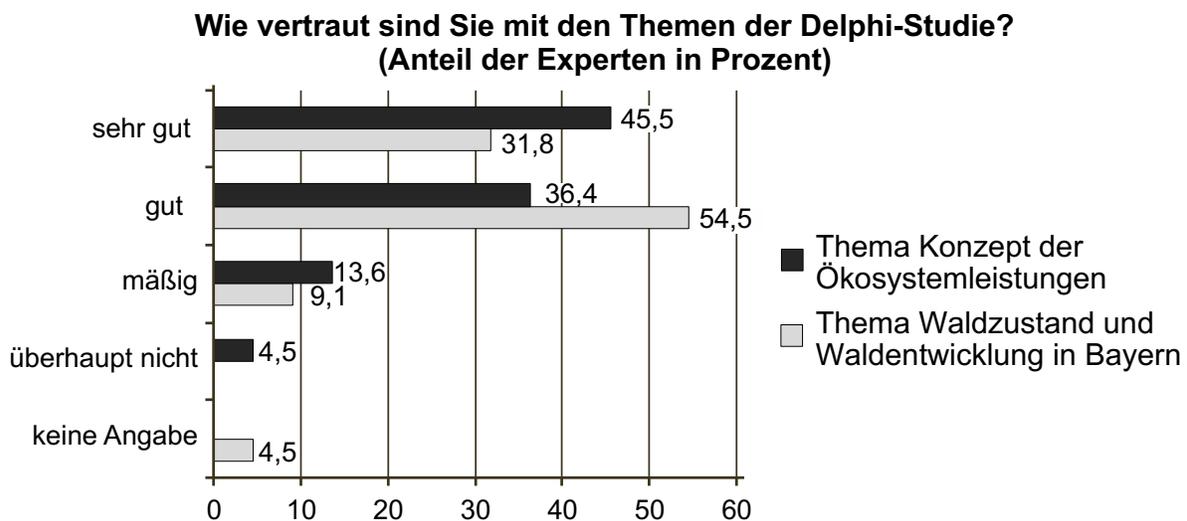


Abbildung 1: Selbsteinschätzung der Experten hinsichtlich ihres persönlichen Kenntnisstandes

Quelle: Eigene Darstellung nach eigenen Erhebungen

Ein vergleichbares Ergebnis lieferte die Frage nach der Kenntnis vom Konzept der Ökosystemleistungen, bei der die Experten zu über 80 % angaben, damit vertraut oder sogar sehr vertraut (45%) zu sein. Lediglich ein Experte gab an, dass er mit diesem Konzept überhaupt nicht vertraut wäre.

Der Großteil der Experten attestiert den Wäldern in Bayern aktuell einen positiven Zustand. Allerdings gibt es auch kritische Stimmen, die auf die teilweise mangelnde Naturnähe und den nur mäßigen Gesundheitszustand vieler Bäume verweisen. Auch der hohe Wildbestand wird als kritischer Faktor, besonders für das ökologische Gleichgewicht gesehen. Dagegen verfügen die bayerischen Wälder in Bezug auf nachhaltige Bewirtschaftung großes Potenzial, das nach Ansicht vieler Experten auch genutzt wird.

Bei der offen gestellten Frage nach den Ökosystemleistungen bzw. -funktionen von Totholz in Wäldern wurden mit großem Abstand am meisten Regulationsleistungen wie z.B. Nährstoffhaushalt, Bodenbildung oder Wasserspeicherung genannt (41 Nennungen). Daneben wurden noch 19 Habitatleistungen wie Lebensraumbereitstellung und Artenschutz sowie 15 Kulturelle Leistungen wie Umweltbildung, Erhalt der Biodiversität oder auch Erholung (besonders in Bezug auf seine Ästhetik) erwähnt. Somit bilden aus Sicht der Experten die relativ gut messbaren Regulationsleistungen den wichtigsten Bestandteil innerhalb des Konzepts, während insbesondere die kulturellen Leistungen bei dieser offenen Frage etwas in den Hintergrund traten. Dennoch bleibt festzustellen, dass diese Leistungen bei den Experten auch präsent sind und demnach keinesfalls vernachlässigt werden dürfen. Im Teilprojekt 4 des BioHolz-Projekts spielt allgemein die Wahrnehmung der kulturellen Ökosystemleistungen, nicht nur durch Experten, sondern vielmehr durch die normale Bevölkerung eine wichtige Rolle, sodass hier am Ende auch Vergleiche zwischen diesen beiden Gruppen gezogen werden können (vgl. BioHolz-Projekt 2019).

Die Frage nach der Anpassung der Nennungen von Ökosystemleistungen nach Aufscheinen der TEEB-Definition wurde von 21 der 22 Experten mit „Nein“ beantwortet und von einem mit „Weiß nicht“. Demnach wurden in der anschließenden offenen Frage auch keine zusätzlichen Ökosystemleistungen genannt. Es scheint also, dass die Experten die wesentlichen Aussagen dieser Definition bereits bei der erstmaligen Beantwortung der Frage automatisch berücksichtigt hätten.

5.3 Einflussfaktoren auf die Waldentwicklung

Die Frage nach den wichtigsten Einflussfaktoren auf die künftige Waldentwicklung lieferte ein vielfältiges Ergebnis, das in Abbildung 2 gezeigt wird. Die Auflistung erfolgte gemäß einer eigenen Kategorisierung der Antworten, basierend auf Schlagworten im Sinne einer Inhaltsanalyse. Insgesamt konnten 23 Kategorien von Faktoren ermittelt werden, d.h. diese wurden von mindestens zwei der Experten genannt. Der mit Abstand am häufigsten genannte Faktor war dabei der „Klimawandel“ (teilweise auch „Klimaveränderung“). An zweiter Stelle folgte der Faktor „Nachfrage/Bedarf/Preis“, der sich auf den Rohstoff Holz im Sinne einer Vorsorgeleistung bezieht. Weitere wichtige Faktoren bildete der Naturschutz, der in Deutschland laut der Naturbewusstseinsstudie 2017, die vom Bundesministerium für Umwelt (BMUB) in Kooperation mit dem Bundesamt für Naturschutz (BfN) im zweijährigen Rhythmus seit 2009 erarbeitet wird, eine große Rolle spielt (BfN 2018).

Einflussfaktoren auf die Waldentwicklung: häufigste Nennungen

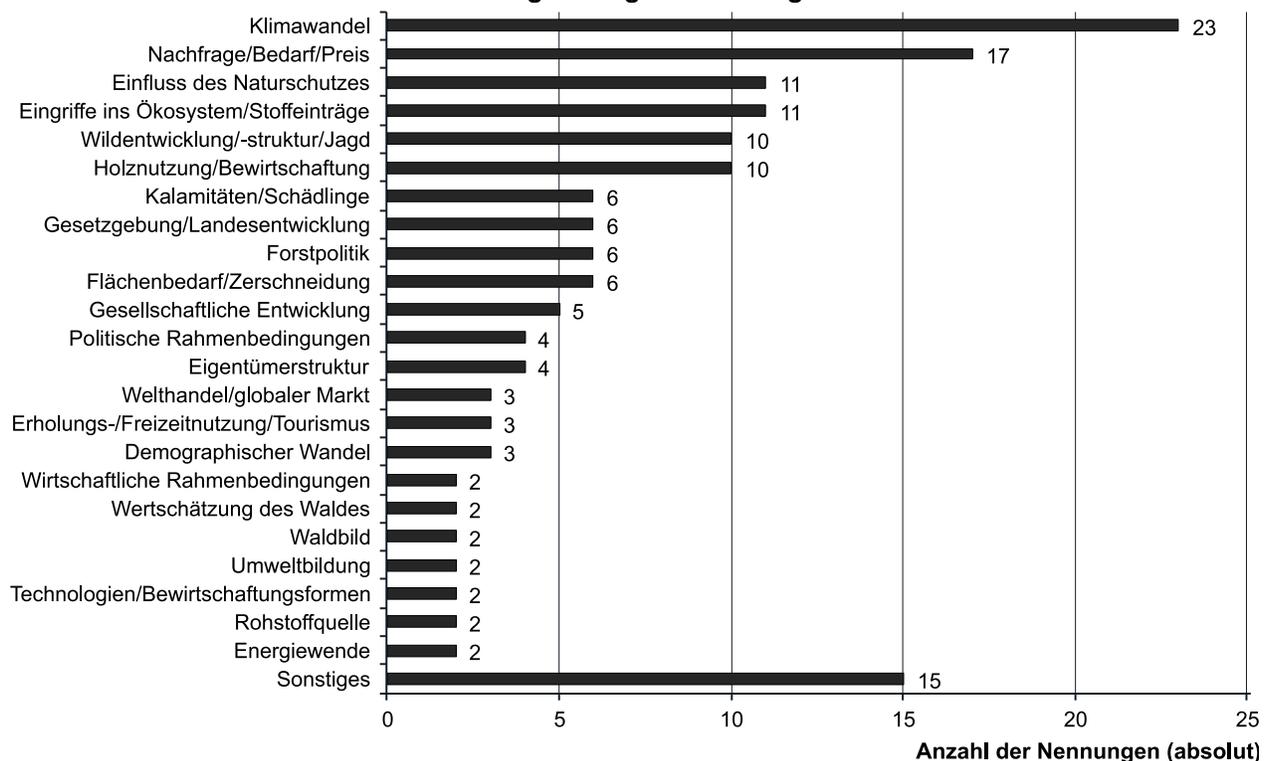


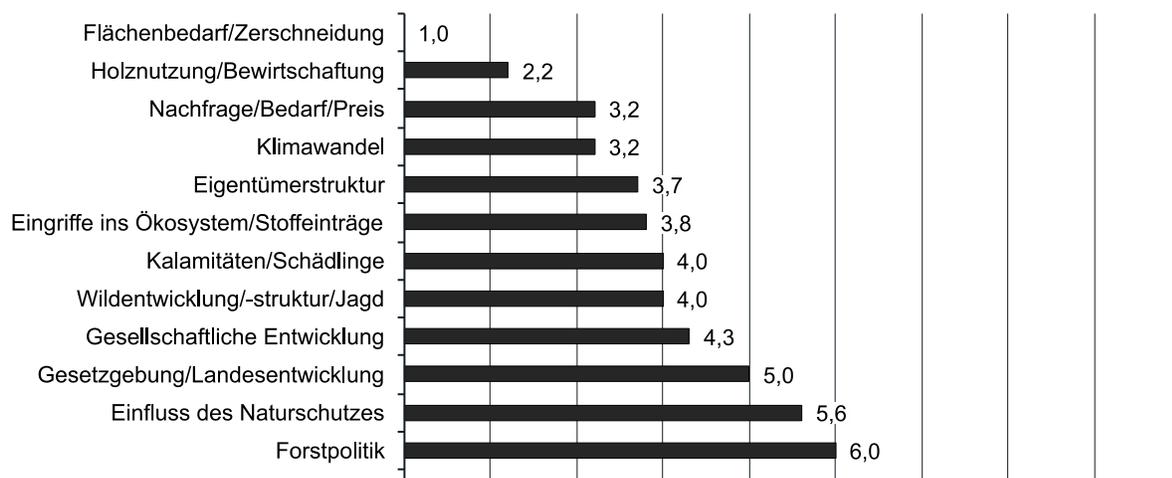
Abbildung 2: Übersicht der am häufigsten genannten Einflussfaktoren auf die Waldentwicklung nach Kategorisierung*

*die Kategorisierung erfolgte nach der Häufigkeit ähnlicher Nennungen in Bezug auf bestimmte Schlagworte

Quelle: Eigene Darstellung nach eigenen Erhebungen

Bei der anschließenden Beurteilung der Bedeutung der genannten Einflussfaktoren wurden leicht unterschiedliche Einschätzungen getroffen. Abb. 3a zeigt zunächst die Ergebnisse für das echte Ranking: Beim echten Ranking, das von 11 der 22 Experten vorgenommen wurde, erhielt der Faktor „Flächenbedarf/Zerschneidung“ zwar den durchschnittlich höchsten Rangplatz (1,0), wurde insgesamt aber auch nur einmal erwähnt. Unter den übrigen Faktoren stechen insbesondere „Holznutzung/Bewirtschaftung“ und „Holznachfrage/-bedarf/-preis“ sowie „Klimawandel“ hervor, die als relativ wichtig erachtet wurden. Stattdessen wurde den Faktoren „Einfluss des Naturschutzes“ und „Forstpolitik“ im echten Ranking nur eine mäßige Bedeutung zugeschrieben.

a) Durchschnittlicher Rangplatz der zwölf am häufigsten genannten Einflussfaktoren



b) Durchschnittliche Gewichtung der 13 häufigsten Einflussfaktoren

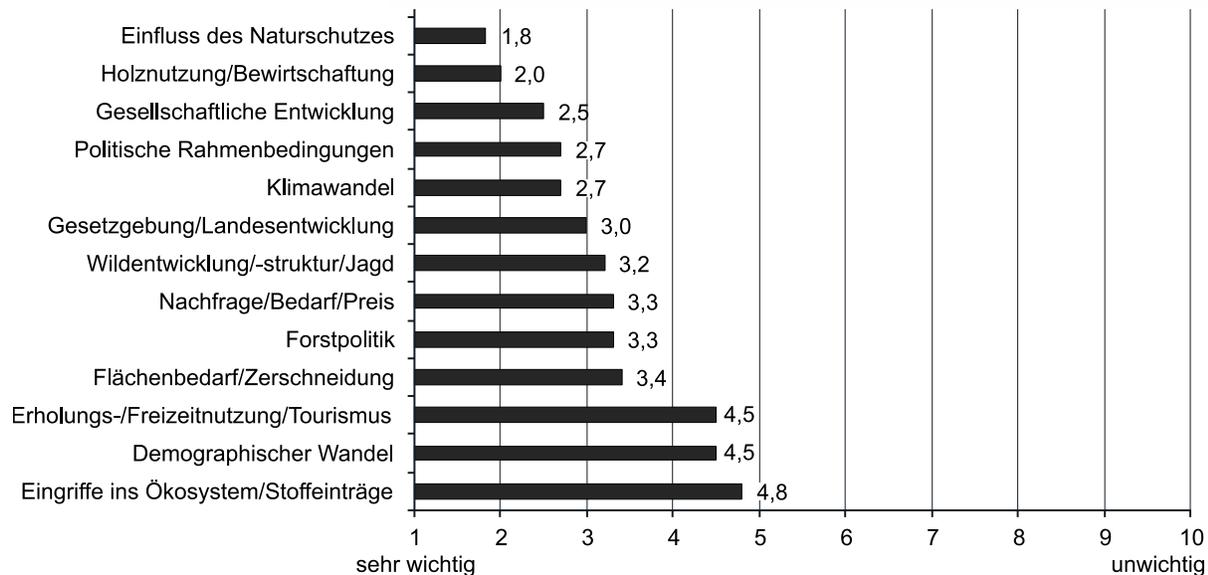


Abbildung 3a,b: (a) Durchschnittlicher Rangplatz der zwölf am häufigsten genannten Einflussfaktoren, (b) Gewichtung der 13 am häufigsten genannten Einflussfaktoren

Quelle: Eigene Darstellung nach eigenen Erhebungen

Bei der Gewichtung hingegen (Abb. 3b) erhielt eindeutig der Faktor „Naturschutz“ die durchschnittlich höchste Bedeutung (1,8). Insgesamt wurde allerdings allen Faktoren ein mäßiges bis starkes Gewicht beigemessen. Dadurch, dass gleiche Gewichte mehrmals vergeben werden konnten und sich die Experten hier nicht so stark zwischen Faktoren entscheiden mussten, wurden diese bei der Bewertung insgesamt mit recht hohen Werten in Hinblick auf ihre Bedeutung versehen.

Hinsichtlich der Beurteilung der genannten Faktoren bezüglich ihrer künftigen Entwicklung zeichnete sich ebenfalls ein differenziertes Bild ab. Die Prozentwerte in Abbildung 4, welche diese Einschätzungen beschreiben, beziehen sich daher jeweils nur auf diejenigen Experten, die auch den entsprechenden Faktor genannt haben, sodass sich die 100 Prozent stets eine andere Grundgesamtheit beziehen.

Bei fast allen Faktoren erwarten die Experten bis zum Jahr 2045 Veränderung (Abb. 4 links), einzig der Faktor „Umweltbildung“, der jedoch auch nur selten genannt wurde, soll innerhalb dieses Zeitraums keine Änderung erfahren. Bei den oberen, häufiger genannten Faktoren zeigt sich, dass insbesondere der „Klimawandel“ (78% der Experten), „Holznachfrage/-bedarf/-preis“ (71%), „Naturschutz“ (55%) und vor allem „menschliche Eingriffe“ (91%) sich bis zum Jahr 2045 verändern werden. Beim Faktor „Wildentwicklung/-struktur/Jagd“ scheint dagegen größere Skepsis unter den Experten zu herrschen (nur 30% der Experten sehen Veränderungen voraus, 20% meinten, dass sie es nicht wüssten). Auch bei den politischen Rahmenbedingungen erwartet die Hälfte der Experten keinerlei Veränderungen.

Der Zeithorizont bis 2075 (Abb. 4 rechts) zeigt ein ähnliches Bild, allerdings werden die Unsicherheiten bezüglich der Veränderung größer und einige Faktoren wie z.B. das Klima werden sich noch wahrscheinlicher verändern (78% Zustimmung). Bei der Eigentümerstruktur wird es bis 2075 dagegen weniger Veränderungen geben als bis 2045 (nur noch 50% Zustimmung).

Die Mehrheit der Experten geht von einer mittleren bis starken Veränderung der gelisteten Einflussfaktoren bereits bis zum Jahr 2045 aus (Tabelle 2a). Vor allem die Faktoren „Klimawandel“ und „Kalamitäten/Schädlinge“ würden sich demnach besonders stark verändern (48% bzw. 50% starke bis sehr starke Veränderung). Allerdings stehen diese beiden Faktoren auch in einem engen Zusammenhang, sodass ein verstärkter Klimawandel nach Ansicht der Experten möglicherweise vermehrte Schädlingsproblematiken hervorbringen wird. Auch für „Flächenbedarf/Zerschneidung“ sieht eine Mehrheit von 50 % eine sehr starke bis starke Veränderung bis 2045. Es ist also davon auszugehen, dass der Flächendruck sich auch auf die Wälder in Bayern auswirken wird.

Lediglich mäßige bis schwache Änderungen werden hingegen bei der Eigentümerstruktur und bei der Forstpolitik erwartet. Beim Welthandel herrscht offensichtlich große Unsicherheit darüber, wie stark sich dieser Faktor wandeln wird. Eine besonders auffällige Einschätzung erhält der Faktor „Energiewende“. Hier wird einstimmig von einer sehr starken Veränderung ausgegangen, welche die Dynamik in diesem Bereich widerspiegelt.

Werden sich die von Ihnen genannten Einflussfaktoren verändern?

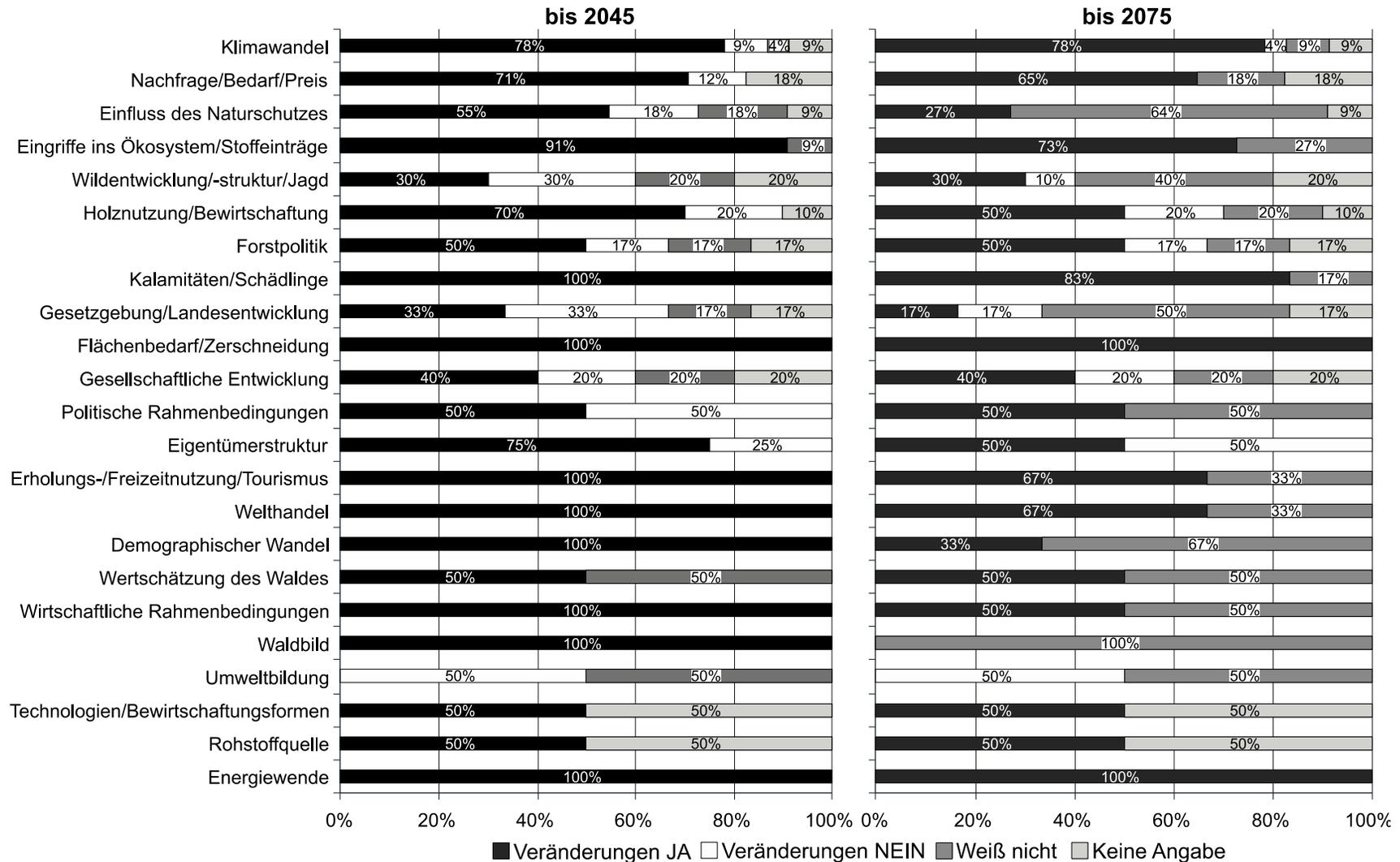


Abbildung 4: Abschätzung der Änderung genannter Einflussfaktoren bis 2045 bzw. 2075

Die Reihenfolge der Aufzählung entspricht derjenigen der Häufigkeit der Nennung.

Quelle: Eigene Darstellung nach eigenen Erhebungen

Tabelle 2a,b: Vermutete Stärke der Veränderung der genannten Einflussfaktoren bis 2045 (a) und 2075 (b)

Einflussfaktor	Vermutete Stärke der Veränderung der genannten Einflussfaktoren bis 2045								Vermutete Stärke der Veränderung der genannten Einflussfaktoren bis 2075						
	Anzahl Nennungen	sehr stark	stark	mittel	schwach	sehr schwach	k.A.	Mittelwert	sehr stark	stark	mittel	schwach	sehr schwach	k.A.	Mittelwert
Klimawandel	23	35%	13%	13%	9%	0%	30%	1,94	43%	9%	17%	0%	0%	30%	1,63
Nachfrage/Bedarf/Preis	17	12%	18%	18%	6%	0%	47%	2,33	6%	18%	12%	6%	0%	59%	2,43
Einfluss des Naturschutzes	11	0%	27%	9%	9%	0%	55%	2,60	0%	18%	0%	0%	0%	82%	2,00
Eingriffe ins Ökosystem/ Stoffeinträge	11	27%	18%	27%	0%	9%	18%	2,33	27%	27%	0%	0%	9%	36%	2,00
Wildentwicklung/-struktur/ Jagd	10	0%	10%	0%	10%	0%	80%	3,00	0%	10%	0%	10%	0%	80%	3,00
Holznutzung/ Bewirtschaftung	10	20%	20%	20%	10%	0%	30%	2,29	20%	10%	10%	10%	0%	50%	2,20
Kalamitäten/Schädlinge	6	50%	0%	33%	0%	0%	17%	1,80	33%	33%	17%	0%	0%	17%	1,80
Gesetzgebung/ Landesentwicklung	6	17%	0%	17%	0%	0%	67%	2,00	17%	0%	0%	0%	0%	83%	1,00
Flächenbedarf/ Zerschneidung	6	33%	17%	33%	17%	0%	0%	2,33	17%	0%	33%	17%	0%	33%	2,75
Forstpolitik	6	0%	0%	0%	33%	0%	67%	4,00	0%	0%	17%	17%	0%	67%	3,50
Gesellschaftliche Entwicklung	5	0%	40%	20%	0%	0%	40%	2,33	0%	40%	20%	0%	0%	40%	2,33
Politische Rahmenbedingungen	4	25%	0%	25%	0%	0%	50%	2,00	25%	0%	0%	0%	0%	75%	1,00
Eigentümerstruktur	4	0%	0%	50%	25%	0%	25%	3,33	0%	25%	0%	25%	0%	50%	3,00
Welthandel/globaler Markt	3	33%	0%	0%	0%	33%	33%	3,00	33%	0%	0%	0%	33%	33%	3,00
Demographischer Wandel	3	0%	67%	0%	0%	0%	33%	2,00	0%	33%	0%	0%	0%	67%	2,00
Erholungs-/Freizeit-nut- zung/Tourismus	3	33%	0%	33%	0%	0%	33%	2,00	0%	33%	0%	0%	0%	67%	1,00
Energiewende	2	100%	0%	0%	0%	0%	0%	1,00	50%	0%	50%	0%	0%	0%	2,00
Rohstoffquelle	2	50%	0%	0%	0%	0%	50%	1,00	50%	0%	0%	0%	0%	50%	1,00
Wirtschaftliche Rahmenbedingungen	2	0%	50%	0%	0%	0%	50%	2,00	0%	50%	0%	0%	0%	50%	2,00
Waldbild	2	0%	50%	0%	0%	0%	50%	2,00	0%	0%	0%	0%	0%	100%	
Technologien/ Bewirtschaftungsformen	2	0%	50%	0%	0%	0%	50%	2,00	0%	50%	0%	0%	0%	50%	2,00
Wertschätzung des Waldes	2	0%	0%	0%	0%	0%	100%		0%	0%	0%	0%	0%	100%	
Umweltbildung	2	0%	0%	0%	0%	0%	100%		0%	0%	0%	0%	0%	100%	

Einflussfaktoren nach Häufigkeit der Nennung absteigend sortiert; Mittelwert: 1 = sehr stark; 5 = sehr schwach;

Quelle: Eigene Darstellung nach eigenen Erhebungen

Beim Zeithorizont bis 2075 (Tabelle 2b) zeigt sich wiederum ein ähnliches Bild, jedoch mit insgesamt deutlich größeren Unsicherheiten. So wurden oft keine Angaben mehr zur Stärke der Veränderung bestimmter Faktoren gemacht. Die Experten schienen die Entwicklungen über einen Zeitraum von 60 Jahren nicht mehr seriös genug einschätzen zu können. Das Klima wird sich demnach auf jeden Fall noch stärker ändern, als bis 2045 und auch bei der Eigentumsstruktur wird es wohl langfristig gesehen zu stärkeren Veränderungen kommen.

5.4 Beurteilung der Waldtypeneinteilung

Bei der Frage, ob andere Kriterien für die Einteilung der bayerischen Wälder in Waldtypen herangezogen werden sollten, hielten sich diejenigen, welche dies bejahten (41%) mit denjenigen, die mit den vorgestellten zufrieden waren (45%), knapp die Waage (9% weiß nicht, 5% keine Angabe). Dementsprechend wurden im Anschluss einige Kriterien genannt, die zusätzlich mit aufgenommen werden sollten, aber auch Anpassungen an den vorhandenen vorgeschlagen (Tabelle 3).

Vor allem bezüglich der gewählten Altersklassen wurden von drei der Experten Vorschläge für Änderungen unterbreitet. Aus diesem Grund wurde versucht, die hier aufgelisteten Vorschläge für weitere Kriterien – soweit dies möglich war – bei der Waldtypeneinteilung zu berücksichtigen.

Auch bei den Abstufungen für die einzelnen Kriterien herrschte ein ähnlich ausgeglichenes Bild zwischen Befürwortern (50%) und Kritikern (45%), weshalb Anpassungen gemäß der Anmerkungen notwendig schienen.

Tabelle 3: Auflistung der zusätzlich von den Experten genannten Einteilungskriterien, inklusive Abstufungen

Zusätzliche Kriterien, teils mit Abstufungsvorschlägen	Vorhandene Kriterien, aber andere Abstufungen
Schutzstatus ja/nein (2x)	Zusätzliche Altersklassen: 80-140, 140-200, >200
Bejagungssituation	Altersklasse: hier sollten Klassen in 200 Jahresschritte eingeteilt werden, bisher viel zu gering angesetzt
Naturnähe/Biodiversität (2x)	Bei Totholzmenge noch Volumenklassen angeben: 0-10, 10-20, 20-40, 40-80 und > 80 m ³ /ha
Abstand zur PNV (Potentielle natürliche Vegetation)	Zusätzliche Hauptbaumarten: Tanne, Douglasie
Niederschlagsmenge, Trophie und Wasserversorgung	Zusätzliche Höhenstufe: planar
Standortsgüte	Zusätzliche Altersklasse: 80-120 Jahre, >120 Jahre
Struktureichtum	
Kriterium Holzvorrat, Totholz alleine nicht ausreichend	
Anteil standortheimsicher Bestockung an Stelle von Mischung	
Struktur: einschichtig, mehrschichtig, Dauer-/Plenterwald	

Quelle: Eigene Darstellung nach eigenen Erhebungen

Die anschließend daran abgegebenen Antworten auf die Fragen nach den künftigen Entwicklungen bestimmter Aspekte unter einerseits gleichbleibenden und andererseits sich verändernden Einflussfaktoren

sind in die Formulierung der drei Szenarientexte eingeflossen. Sie werden im Abschnitt 7 gesondert vorgestellt.

Die Einschätzung der künftigen Totholz mengen in verschiedenen Waldtypen lieferte ein differenziertes Bild (Tabelle 4): Während für die Wirtschaftswälder für beide Zeithorizonte eine Stagnation bzw. sogar ein sehr leichter Rückgang im Vergleich zum derzeitigen Niveau prognostiziert wurde (derzeitiger Wert 22 m³/ha; vgl. BEL 2019), sollten sich die Werte für Wälder mit Schutzstatus deutlich positiver entwickeln (bis zu 91,7 m³/ha im Jahr 2075). Dies ist insofern interessant, als aufgrund der derzeitigen politischen Rahmenbedingungen in Bayern nicht von einer starken Zunahme der unter Schutz gestellten Wälder auszugehen ist, da hier das Prinzip des integrativen Naturschutzes bei gleichzeitiger Nutz- und Schutzfunktion stärker gefördert wird (vgl. BaySF 2018; CSU und FW 2018: 29).

Tabelle 4: Einschätzungen der künftigen Totholz mengen in m³ pro Hektar in verschiedenen Waldtypen bis 2045 bzw. 2075

	Minimum	Maximum	Mittelwert	Median
Wälder ohne Nutzung/mit Schutzstatus bis 2045	10,0	250,0	66,0	50,0
Wälder ohne Nutzung/mit Schutzstatus bis 2075	15,0	300,0	91,7	80,0
Wirtschaftswälder bis 2045	4,0	30,0	21,4	22,0
Wirtschaftswälder bis 2075	4,0	40,0	22,5	20,0

Quelle: Eigene Darstellung nach eigenen Erhebungen

Die Frage, ob die Biodiversität in Bayerns Wäldern erhöht werden sollte, wurde von den Experten überwiegend (zehn von 19 Antworten) und teilweise recht deutlich mit „Ja“ beantwortet, allerdings wurde auch auf die Problematik des Begriffes hingewiesen, der vergleichsweise vielschichtig ist. Demnach könne man nicht per se von einer sinnvollen Erhöhung der Artenvielfalt sprechen, wenn nicht ausreichend definiert ist, welche Arten es zu schützen gilt. Zudem wurde von einigen Experten den bayerischen Wäldern bereits eine hohe Biodiversität bescheinigt.

Darüber hinaus schlugen sie zur Erreichung des Ziels einer Erhöhung der Biodiversität verschiedene Vorgehensweisen und forstliche Maßnahmen vor, wie z.B. das Pflanzen verschiedener Baumarten oder die Reduktion negativer Faktoren, wobei allerdings auch unterschiedliche Auffassungen zu Tage traten. Allerdings mahnten einige Experten auch an, dass Biodiversität nicht gleichzusetzen sei mit funktionierenden Waldökosystemen und zunächst definiert werden müsse, welche Form der Biodiversität überhaupt gewünscht sei.

6 Formulierung der Erstfassung der Szenarientexte

6.1 Status Quo-Szenario – erste Fassung

Für die Entwicklung der Szenarientexte³ wurde vor allem die Antworten der Experten zu den Fragen ab Teil 6 des Fragebogens herangezogen. Hier sollten die Experten Angaben zu Veränderung unter konstanten, sich verändernden, sowie zu sich aus ihrer Sicht optimal verändernden Einflussfaktoren machen.

Die unter konstanten Einflussfaktoren angenommenen Entwicklungen führten schließlich zur Formulierung des Status Quo Szenarios (SQ) in seiner ersten Fassung, wie es sich im Folgenden darstellt:

Status Quo-Szenario (SQ)

In diesem Szenario wird die Entwicklung der Wälder Bayerns unter gleichbleibenden Einflussfaktoren beschrieben.

Veränderung des Waldanteils an der Gesamtfläche Bayerns:

Die Experten sind sich weitgehend einig, dass sich der Flächenanteil des Waldes an der Gesamtfläche Bayerns kaum noch verändern wird. Teilweise werden noch leichte Anstiege prognostiziert, insbesondere in den von Bevölkerungsrückgang besonders betroffenen ländlichen Regionen, durch Aufwachsen von aufgegebenen Grenzertragsflächen der Landwirtschaft. Nur wenige sehen einen (leichten) Rückgang des Waldanteils voraus; als Gründe werden vor allem der ansteigende Bedarf an nachwachsenden Rohstoffen (z.B. Energiepflanzen) und der Bedarf an Flächen für die erneuerbaren Energien (Photovoltaikanlagen) genannt.

Veränderung des Verhältnisses von Laub- zu Nadelholz:

Es herrscht große Einigkeit darüber, dass sich das Verhältnis von Laub- zu Nadelholz aufgrund von Waldumbaumaßnahmen und biologischen Störungen in den Nadelholzbeständen zugunsten des Laubanteils verschieben wird; die genannten Schätzungen reichen bis zu einem Anteil von 50 % Laubholz (allerdings erst im Zeithorizont bis 2075). Gleichzeitig wird aber auf Unterschiede zwischen der Entwicklung im Staats- und im Privatwald hingewiesen, da in Letztgenanntem wohl der Nadelholzanteil weiterhin hoch bleiben wird (Nachfrage nach schnell wachsendem Bau- bzw. Nutzholz). Die Rolle der Douglasie als nicht-standortheimischer Fichtenersatz (bessere Anpassungsmöglichkeiten an klimatische Veränderungen und höhere Widerstandskraft gegenüber Schädlingsbefall) ist bei den Experten umstritten bzw. nicht voraussagbar.

Veränderung des Anteils naturnaher Flächen an der Waldfläche:

Die meisten Experten sehen hier eine leichte bis mäßige Zunahme des Anteils naturnaher Flächen als wahrscheinlich an (u.a. höherer Laubbaumanteil). Aufgrund von gleichzeitig auftretenden Verdrängungseffekten durch fremdländische Baumarten könnte diese Entwicklung allerdings partiell gedämpft werden.

Veränderung des durchschnittlichen Totholzanteils der Wälder Bayerns:

Der Großteil der Experten hält hier eine Zunahme für wahrscheinlich. Als Gründe hierfür werden besonders die Entwicklungen in Schutzgebieten und die Maßgaben des (Vertrags)Naturschutzes angeführt. Dabei werden sowohl die externen Einflüsse durch Naturschutzorganisationen als auch die eigenen Naturschutzkonzepte, z.B. der Bayerischen Staatsforsten betont. Auch wird es zu einer größeren Vielfalt unter den Totholzformen (z.B. jung neben alt, stehend neben liegend) innerhalb eines Waldareals kommen. Somit kann nicht pauschal von einem Anstieg der Totholzmenge, sondern eher von einer Zunahme der Strukturvielfalt gesprochen werden.

Veränderung der Bedeutung der Holzproduktion:

Hier gibt es zwei gegenläufige Tendenzen. Einerseits wird auf manchen Flächen die Holzproduktion aufgrund gesteigerter Nachfrage ansteigen bzw. an Bedeutung gewinnen, andererseits werden vermehrt Flächen zugunsten des Naturschutzes aus der Nutzung genommen werden. Beide Entwicklungen scheinen parallel zu verlaufen, was darauf hindeutet, dass sich die unterschiedlichen Vorstellungen von der Rolle des Waldes weiter voneinander entfernen. Nur von wenigen Experten wird diesbezüglich keine Veränderung erwartet.

³ Englische Versionen der drei unterschiedlichen Szenarientexte befinden sich im Anhang

Veränderung des Erholungswertes der Wälder Bayerns:

Sowohl ein Gleichbleiben, als auch ein weiterer Anstieg des Erholungswertes wird von den Experten als wahrscheinlich angesehen. Dabei werden im Falle eines weiteren Anstiegs besonders gesteigerte Freizeitansprüche der Bevölkerung sowie ein Anstieg des Tourismus und der Outdoor-Aktivitäten als Hauptgründe genannt. Auch die größere Spanne an unterschiedlichen Waldzuständen vom klassischen Wirtschaftswald bis hin zu „Wildnisarealen“ in Schutzgebieten wird hierbei eine Rolle spielen. Allerdings wird es aufgrund des Erholungsdrucks in den verstäderten Regionen zu einer Differenzierung in der Wahrnehmung des Erholungswertes kommen (stadtnahe Wälder haben demnach per se einen hohen Erholungswert, unabhängig von ihrem Zustand). Auch eine Segmentierung der Wälder nach unterschiedlichen Nutzungsschwerpunkten, wie z.B. je nach Erholungswert, wäre denkbar.

Veränderung der Bedeutung von Naturschutzmaßnahmen:

Naturschutzmaßnahmen und Naturschutz werden teilweise noch erheblich an Bedeutung gewinnen. Aber auch hier wird auf den Gegensatz Quantität vs. Qualität verwiesen, da manche Naturschutzmaßnahmen möglicherweise teuer und dennoch ineffizient sein werden, oder aber die Natürlichkeit nicht wirklich steigern (z.B. zu viel menschliche Eingriffe, bevor eine natürliche Entwicklung ablaufen kann). Dementsprechend wird es auch zu einer weiteren Spezialisierung im Naturschutz kommen.

Veränderung des Anteils bedrohter Tier- und Pflanzenarten:

Der Anteil bedrohter Tier- und Pflanzenarten wird unter konstant bleibenden Einflussfaktoren mäßig bis erheblich steigen. Nur wenige Experten sehen eine gegenteilige Entwicklung als wahrscheinlich an. Dem Wald wird dabei noch die Rolle des „stabileren“ Lebensraums im Vergleich bspw. zur Feldflur zugeschrieben. Besonders der anhaltende Klimawandel stellt demnach eine hohe Bedrohung für eine Vielzahl von Arten dar, aber auch weitere anthropogene Einflüsse werden hinzukommen. Im besten Fall wird es zu einer Stagnation der aktuell bedrohten Arten und Habitate kommen.

Veränderung der geographischen Verteilung der Waldflächen:

Bei dieser erwarten die meisten Experten keine wesentlichen Veränderungen. Allenfalls eine stärkere Zerschneidung der bestehenden Waldflächen, insbesondere für Infrastrukturprojekte könnte eintreten. Auch wird es zu einer leichten Verlagerung des Waldschwerpunktes in Richtung Nordbayern aufgrund des gesteigerten Bevölkerungsdrucks im Süden kommen.

Veränderung der Eigentümerverhältnisse:

Bei den Eigentumsverhältnissen wird es kaum zu Veränderungen kommen. Evtl. wird eine leichte Zunahme des Privatwaldanteils zu erwarten sein, da Waldbesitz vor allem für Personen oder Interessengruppen attraktiv werden könnte, die zuvor wenig Bezug zu Wäldern hatten.

Gemäß der Fragestellung enthält der Szenarientext zehn inhaltliche Punkte. Die Formulierung ist dabei so gehalten, dass genau aufgezeigt wurde, bei welchen Entwicklungen ein Konsens zwischen den Experten besteht und bei welchen sie noch gegensätzliche Positionen vertreten. Für den Fall, dass über einen Punkt weitgehender Konsens bestand (viele, ähnliche Aussagen, die in die gleiche Richtung zielen), wurde dieser als die wahrscheinliche Entwicklung angenommen und entsprechend formuliert. So bestand beim ersten Punkt, der *Veränderung des Waldanteils an der Gesamtfläche Bayerns* (derzeit 36,9% Waldanteil; Stand 2012 laut BWI, vgl. LWF 2019), große Einigkeit darin, dass hier innerhalb des betrachteten Zeitraums keine größeren Änderungen zu erwarten seien. In diesem Stadium der Szenarienformulierung wurden aber auch noch diejenigen Aussagen berücksichtigt, die eine andere Entwicklung zuließen und so entsprechend in den Text eingebaut.

Im zweiten Punkt wurde die Veränderung des *Mischverhältnisses von Laub- zu Nadelwald* thematisiert, das in den bayerischen Wäldern laut BWI 2012 durchschnittlich von 64 % Nadel- und 36 % Laubwald ausgeht (vgl. LWF 2014: 13). Für die Experten stand mit großer Übereinstimmung fest, dass sich dieses Verhältnis

zugunsten des Laubanteils entwickeln würde, allerdings für unterschiedliche Eigentumsverhältnisse unterschiedlich stark.

Für den Aspekt *Totholzentwicklung* sahen die Experten zumeist sowohl einen weiteren Anstieg der Mengen, als auch eine Zunahme der Strukturvielfalt als wahrscheinlich an. Dies ist insofern relevant, da sich die Strukturvielfalt auch in zahlreichen Studien als Garant für eine höhere Biodiversität erwiesen hat (u.a. Seibold et al. 2016).

Während in den ersten drei Punkten unter den Experten relativ große Einigkeit herrschte, zeigte sich für die *Bedeutung der Holzproduktion* eine bipolare Meinungsstruktur. Demnach sahen einige der Experten hier eine Zunahme der Flächen, die für den Naturschutz aus der Nutzung genommen werden, während andere eine Nutzungsintensivierung auf bestimmten Waldflächen vermuteten. Teilweise wurden dabei beide Tendenzen von demselben Experten genannt, sodass wie es in der Formulierung steht – von einer parallelen Entwicklung ausgegangen werden musste.

Punkt fünf, der *Erholungswert der Wälder*, wiederholte in gewisser Weise die Tendenzen des vorherigen Punktes, da die Experten auch hier eine Differenzierung nach der Rolle des Waldes vornahmen: Stadtnahen Wäldern attestierten sie dabei eine per se höhere Erholungsfunktion und hoben auch die Attraktivität unterschiedlicher Schutzgrade von Wäldern hervor. Insgesamt gab es sowohl die Meinung, dass sich die Erholungsfunktion im Vergleich zum Ausgangsniveau nicht verändern wird, als auch, dass es zu einem Anstieg eben dieser Funktion kommen wird; somit bestand kein wirklicher Konsens in diesem Punkt.

Beim *Naturschutz* und seiner Bedeutung herrschte wiederum Einigkeit, dass dessen Bedeutung auch unter konstant bleibenden Einflussfaktoren noch erheblich zunehmen wird. Dabei verwiesen die Experten aber auch auf die unterschiedliche Wirksamkeit verschiedener Naturschutzmaßnahmen.

Die *Anzahl bedrohter Tier- und Pflanzenarten* würde bereits im Status Quo Szenario weiter zunehmen. Zwar sahen die Experten das Ökosystem Wald noch als den stabileren Lebensraum, beispielsweise im Vergleich zur Agrarlandschaft, an, jedoch sollte auch hier die Artenvielfalt, aber auch die Individuenzahl stärker künftig stärker bedroht sein. Dies steht dabei nicht im Widerspruch zur gleichzeitig wachsenden Bedeutung des Naturschutzes, da dessen Maßnahmen diese Entwicklung lediglich eindämmen könnten bzw. auch erst zu späteren Zeiträumen greifen könnten.

Für die letzten beiden Aspekte, *Geographische Verteilung* der Waldflächen und *Eigentumsverhältnisse*, sahen die Experten in großer Übereinstimmung keine nennenswerten Veränderungen unter konstanten Einflussfaktoren.

Folglich zeigt bereits das eher konservative, d.h. von konstant bleibenden Einflussfaktoren ausgehende Status Quo Szenario bereits einige Entwicklungstrends, die nach Ansicht der Experten auf jeden Fall zu erwarten sind. Im Gegensatz zu den beiden anderen Szenarien erhielt es daher auch keine zusätzliche Benennung, da die Bezeichnung Status Quo für sich sprechen sollte.

6.2 Alternativszenario I „Nutzungsintensivierung“ - erste Fassung

Im Gegensatz zum Status Quo Szenario geht das Alternativszenario I (kurz ASZ I) von sich ändernden Einflussfaktoren aus. Da sich jedoch die Einschätzungen hinsichtlich der Stärke dieser Veränderungen bei den Experten unterschieden, wurde für die Formulierung des entsprechenden Szenariotextes von den gemittelten Stärken ausgegangen. Eine Übersicht der zugrundeliegenden Faktoren und der gemittelten Einschätzung ihrer Veränderung bieten Abb. 4 sowie Tab. 2a und b. Im Folgenden ist der Text des ASZ I abgebildet:

Alternativszenario I (ASZ I) „Nutzungsintensivierung“

In diesem Szenario wird die von Status Quo Szenario abweichende Entwicklung unter solchen Einflussfaktoren geschildert, die sich gemäß der Experteneinschätzung ändern werden.

Für die **Waldfläche** wird alternativ zum Status Quo Szenario noch eine leichte Zunahme erwartet. Diese erfolgt besonders auf aufgelassenen Grenzertragsflächen der Landwirtschaft bzw. in bisher waldärmeren Gebieten.

Beim **Verhältnis von Laub- zu Nadelholz** wird es zu einer deutlichen Zunahme des Laubholzanteils kommen. Die Schätzungen für den Anstieg des Laubholzanteils reichen bis hin zu einem ausgewogenen Verhältnis von 50:50. Allerdings wird dabei auch der Einsatz nicht-heimischer und an die Bedingungen des Klimawandels angepasster (Laub-)Baumarten ins Gespräch gebracht. Die Douglasie wird die Fichte verdrängen und könnte bei erfolgreichem Einsatz den Anstieg des Laubanteils bremsen.

Die Entwicklung des **Anteils naturnaher Flächen an der gesamten Waldfläche** kann in diesem Szenario nicht eindeutig aufgezeigt werden. Eine Abnahme bzw. ein Gleichbleiben des Anteils ist am wahrscheinlichsten, aber auch eine starke Segregation zwischen Flächen, die aus der Nutzung genommen werden und sich so natürlich entwickeln können, und Flächen, auf denen die Nutzung intensiviert wird, ist nicht ausgeschlossen.

Für den **durchschnittlichen Totholzanteil** wird aufgrund des zunehmenden Nutzungsdrucks und verstärkter Holznutzung eine Stagnation bzw. sogar leichte Abnahme gesehen. Dies deckt sich in diesem Fall mit den folgenden Entwicklungen im Bereich der Holznutzung.

Bei der **Holznutzung** wird es zu einer Zunahme der Bedeutung bzw. einem Anstieg der bisherigen Holznutzung kommen. Als Gründe hierfür werden vor allem die gesteigerte Nachfrage nach Holz sowie die Energiewende genannt. Auch der Einsatz schnellwüchsiger Pflanzungen (z.B. mit Hybridpappeln) als Kurzumtriebsforste wird nicht ausgeschlossen. Die Intensivierung der Holznutzung wird demnach nicht den gesamten Wald, sondern vor allem Teilflächen betreffen.

Im Gegensatz zum Status Quo wird es beim der **Erholungswert** der bayerischen Wälder zu einer noch deutlicheren räumlichen Differenzierung kommen. Aufgrund des Erholungsdrucks in der Nähe von Ballungsräumen werden besonders Wälder, die für die (Nah-)Erholung interessant sind, vermehrt nachgefragt werden. Dagegen werden viele Waldflächen – mit Ausnahme der Schutzgebiete – intensiver bewirtschaftet werden und dadurch an Erholungswert einbüßen.

Auch der Einfluss von **Naturschutzmaßnahmen** wird im Vergleich zum Status Quo eher abnehmen, um dadurch einen Ausgleich zum steigenden Nutzungsdruck zu gewährleisten. Möglicherweise wird Artenschutz aufgrund anderer Prioritäten, wie z.B. für den Klimaschutz künftig weniger Bedeutung haben.

Gefährdete Tier- und Pflanzenarten sowie Habitate werden nach diesem Szenario in Zukunft weniger werden. Eine Begründung hierfür ist möglicherweise ein baldiges Aussterben von Arten aufgrund menschlicher Einflüsse oder klimatischer Veränderungen, sodass die Zahl der schützenswerten Spezies sich verringern wird. Auch eine Verdrängung durch invasive Arten wird als wahrscheinlich betrachtet.

An der bisherigen **geographischen Verteilung der Waldflächen** wird es leichte Veränderungen geben. Im Bereich der Agglomerationsräume wird es zu Verdrängungseffekten kommen. Zudem wird eine Verschiebung des Waldschwerpunktes – aufgrund des vermehrten Bevölkerungsdrucks im Süden – in Richtung Nordbayern stattfinden. Eine Veränderung im Bereich der Höhenstaffelung ist bei einem sich weiter verstärkenden Klimawandel ebenfalls zu beobachten. Durch Naturschutzmaßnahmen könnte es zur Zusammenlegung bzw. Schaffung von Korridoren für bestimmte Arten kommen, wo dies möglich und sinnvoll ist.

Ebenso wie beim Status Quo wird es im Zuge des Alternativszenarios bis 2075 wohl kaum zu einer Veränderung der bestehenden **Eigentumsverhältnisse** kommen. Höchstens ein Trend zu Privatisierungen, der von manchen Experten angeführt wird, könnte hier zum Tragen kommen. Auch die Option, Waldbesitzer zu werden, wird an Attraktivität gewinnen.

Das ASZ I enthält die gleichen inhaltlichen Punkte wie SQ, somit können die beiden Szenarien gut miteinander verglichen werden. So geht ASZ I beim *Anteil der Waldfläche an der Gesamtfläche Bayerns* von einer weiteren Zunahme aus, während im SQ hier eher eine Stagnation zu erwarten ist. Auch in diesem Punkt herrschte großer Konsens unter den Experten.

Beim *Verhältnis von Laub- zu Nadelwald* wird hingegen eine zu SQ ähnliche Entwicklung beschrieben, die von einer Zunahme des Laubholzanteils bis zu einem Spitzenwert von 50 % ausgeht. Einziger Unterschied zu SQ ist die deutlich sicherere Bewertung des Einsatzes der Douglasie, die im SQ noch mit Unsicherheiten behaftet war. Sie könnte letztlich auch den weiteren Anstieg des Laubholzanteils bremsen, vorausgesetzt, dass sie die Fichte erfolgreich als Hauptertragsbaum ablöst.

Bei den *naturnahen Waldflächen* bestand hingegen weitgehender Dissens bezüglich der weiteren Entwicklung unter ASZ I. So wurde vor allem der Begriff der „Segregation“ ins Spiel gebracht, der ein Nebeneinander von strenger geschützten Flächen einerseits, sowie intensiv bewirtschafteten Flächen andererseits beschreibt. Aber die Entwicklung hin zu mehr Segregation ist unter den Experten umstritten und manche sehen für die Zukunft unter ASZ I auch Entwicklungen hin zum integrativen Naturschutz, der Schutz und Bewirtschaftung auf ein und derselben Fläche ermöglichen soll.

In eine ähnliche Richtung zielt die weitgehend einstimmige Experteneinschätzung bezüglich der *Bedeutung der Holzwirtschaft*, die im ASZ I noch stärker als im SQ zunehmen wird, besonders aufgrund weiter steigender Nachfrage nach dem Rohstoff Holz. Dementsprechend würde im ASZ I auch anders als im SQ die Totholzmenge in Bayerns Wäldern eher stagnieren bzw. sogar leicht abnehmen. Dieser Aspekt war im ASZ I einer der wenigen, bei dem kein Konsens bestand.

Analog zu den Tendenzen zu einer Ausdifferenzierung der Waldlandschaft, die das ASZ I beherrscht, würde sich auch die Erholungsfunktion der Wälder entwickeln. So würden hauptsächlich die Wälder im Umfeld von Siedlungen, aber auch Wälder in Schutzgebieten die Erholungsfunktion übernehmen, während ein Großteil der übrigen Wälder hauptsächlich der Bewirtschaftung dienen würde. Im ASZ I ist sogar die Anlage von Kurzumtriebsplantagen, den sog. KUPs, als Alternative zur traditionellen forstlichen Waldbewirtschaftung nicht ausgeschlossen.

Im Bereich des Naturschutzes wird im ASZ I eine Einflussabnahme als wahrscheinlich angesehen, da unter einer stark zunehmenden Klimaveränderung vorrangig nicht der Artenschutz, sondern andere umweltpolitische Maßnahmen im Vordergrund stehen werden.

Angesichts der bisher beschriebenen Entwicklungen überrascht zunächst die Annahme, dass die Zahl der bedrohten Tierarten und Habitate unter ASZ I nach Ansicht mancher Experten abnehmen könnte. Doch einer der Experten lieferte hierfür die Begründung, nämlich dass unter den darin angenommenen

Entwicklungen möglicherweise bereits zahlreiche Arten und Habitate verschwunden sein werden, sodass wohl zunächst mit einem starken Anstieg, dann aber mit einer Abnahme zu rechnen sei. Deshalb sieht ein anderer Teil hier auch eine weitere Zunahme für wahrscheinlich an, sodass auch in diesem Punkt kein wirklicher Konsens zustande kam.

Bei der geographischen Verteilung der Waldflächen sehen die Experten für ASZ I leichte Veränderungstendenzen. Zum einen wird es wohl im Siedlungsumfeld zu Verdrängungseffekten kommen, besonders bei solchen Siedlungen, die im betroffenen Zeitraum einen Bevölkerungsanstieg zu erwarten haben. Auch durch die Siedlungs- und Verkehrsflächen-Expansion im Großraum München sind leichte Verschiebungen des Waldschwerpunkts in Richtung Nordbayern wahrscheinlich; die Stärke dieser Veränderungen wird jedoch auch unter ASZ I als gering angenommen.

Ebenso sehen die Experten, ähnlich wie bei SQ, keine allzu großen Veränderungen in der Eigentumsstruktur. Lediglich ein gewisser Trend hin zu mehr Privatwaldbesitzern (teilweise mit städtischem Hintergrund) wird als möglich erachtet und könnte die Strukturen zumindest leicht verändern.

6.3 Alternativszenario II „Naturnahe und anpassungsfähige Wälder“ – erste Fassung

Dieses Szenario, kurz ASZ II, weicht von den anderen beiden aufgrund seiner Formulierungsstruktur ab. Grundlage bildete hier die Einschätzung zu den künftig wünschenswerten Entwicklungen, unabhängig von Einflussfaktoren. Damit hat dieses Szenario den stärksten explorativen Charakter. Auch wenn es sich bei den Überlegungen teilweise um utopische handelt, so wurde doch sichergestellt, dass die Entwicklungen unter bestimmten Voraussetzungen so auch tatsächlich eintreten könnten. Aus diesem Grund beschreibt das ASZ II keine reine Wunschvorstellung, sondern die Beschreibung einer idealtypischen Zukunft; sie stellt sich wie folgt dar:

Alternativszenario II (ASZ II) „Naturnahe und anpassungsfähige Wälder“

Dieses Szenario spiegelt die Entwicklung in Bayerns Wäldern unter der von mehreren Experten entworfenen Idealentwicklung wider. Es beinhaltet daher im Gegensatz zu Status Quo und Alternativszenario I andere Teilaspekte, über deren künftige Entwicklung aber weitgehend Konsens besteht.

Einfluss des Klimawandels auf die Waldentwicklung:

Der Klimawandel wirkt sich weitaus weniger stark auf die Waldentwicklung und die Baumartenzusammensetzung in Bayern aus. Damit verbunden ist eine stärkere Resilienz der einheimischen, aber auch der inzwischen neuetablierten Baumarten gegenüber klimatischen Extremereignissen und den damit verbundenen Folgewirkungen.

Nachhaltigkeit in der Forstwirtschaft:

Der Aspekt der Nachhaltigkeit wird künftig vermehrt forstwirtschaftliche Entscheidungen und Maßnahmen beeinflussen. Dabei wird darauf geachtet, die Teilaspekte Ökonomie, Ökologie und Soziales in Einklang miteinander zu bringen, während keiner dieser Bereiche durch einen anderen zu stark substituiert werden darf. Trotzdem wird im Bereich der Ökonomie besonders auf eine Forstwirtschaft abgezielt, die im internationalen Wettbewerb Bestand haben wird.

Künftige Rolle des Naturschutzes:

Der Waldnaturschutz wird sich nach diesem Szenario in einem Spannungsfeld zwischen Integration und Segregation bewegen. Das heißt, dass einerseits ein flächenhafter Naturschutz bei gleichzeitiger, naturverträglicher Nutzung verfolgt werden wird, andererseits aber auch dort, wo dies sinnvoll und das Konflikt-

potenzial gering ist, Wälder komplett aus der Nutzung genommen werden. Ein Waldanteil, auf dem Prozessschutz ablaufen kann, von bis zu zehn Prozent wird dabei als Richtwert angesehen.

Reduktion der Wildbestände:

Die Wildbestände werden künftig stärker kontrolliert und durch gezielte Bejagung auf ein ökologisch verträgliches Niveau reduziert werden.

Anerkennung für die von Wäldern bereitgestellten Ökosystemleistungen:

In Zukunft werden die aktuell noch als selbstverständlich angesehen Ökosystemleistungen, die den Bewohnern Bayerns durch Wälder zur Verfügung gestellt werden, stärker honoriert. Demnach wären insbesondere bestimmte Zahlungsleistungen an Waldbesitzer denkbar, je nach Fläche und ökologischer Güte bestimmter Waldareale.

Stärkung der Eigentümerrechte:

Bei diesem Szenario werden Entscheidungen und Maßgaben von Waldeigentümern von Seiten des Gesetzgebers weniger in Frage gestellt. Eingriffe in die Eigentümerrechte wären somit nur unter Berufung auf Belange des Allgemeinwohls zulässig. Aus diesem Grund werden besonders die Bedürfnisse der Bevölkerung regional differenziert berücksichtigt werden müssen.

Zunahme der Erholungsfunktion:

Die bayerischen Wälder werden insbesondere in der Umgebung von Siedlungen als wichtiger Raum zur Erholung und zur Regeneration an Bedeutung gewinnen. Von Touristen, für die Bayerns Wälder bereits heute einen wesentlichen Anziehungspunkt bilden, wird eine die Natur schonende Zugänglichkeit der Wälder nachgefragt werden, sodass auch periphere und wirtschaftlich schwächere Regionen von ihrem Waldreichtum profitieren werden.

Wie bei den anderen Szenarien wurden auch hier die offenen Antworten kategorisiert und nach inhaltlichen Schwerpunkten untersucht. Dabei wurden diejenigen Punkte ermittelt, die in diesem Szenario als Eckpunkte der künftigen Entwicklung formuliert werden konnten. Manche dieser Punkte werden auch in den anderen beiden Szenarien angesprochen, andere wiederum wurden von den Experten neu aufgeworfen.

Insgesamt enthält das ASZ II sieben inhaltliche Punkte. Der erste beschreibt den *künftigen Einfluss des Klimawandels* auf die Wälder in Bayern, der demnach weitaus weniger stark wäre. Der verringerte Einfluss lässt sich auf zwei Aspekte zurückführen: zum einen wären die einheimischen Baumarten, auch aufgrund von inzwischen stattgefundenen Waldentwicklungen, weniger anfällig für klimatische Veränderungen, zum anderen hätten neu eingeführte, nicht-heimische Baumarten den Platz der besonders klimagefährdeten eingenommen (Beispielsweise könnte die Douglasie die Fichte ersetzen).

Ein wichtiger Punkt ist auch derjenige der *Nachhaltigkeit*, der selbst ein ursprünglicher Gedanke der Forstwirtschaft war (vgl. Grober 2013) und auch künftige forstwirtschaftliche Maßnahmen wesentlich beeinflussen wird. Auch wenn die Experten hier einen Ausgleich der drei Hauptfelder Ökonomie, Ökologie und Soziales postulieren, betonen sie, dass die ökonomische Seite soweit gestärkt werden muss, dass sie im internationalen Wettbewerb standhalten wird. Folglich werden die Wälder in Bayern auch im ASZ II einen wichtigen Beitrag als Holzlieferanten leisten.

Zur *künftigen Rolle des Naturschutzes* wird erneut das Spannungsfeld zwischen integrativem und segregativem Schutz in den Raum gestellt wobei beiden Varianten eine Bedeutung zugemessen wird. Der integrative Schutz würde demnach großflächig erfolgen, d.h. nahezu alle Wirtschaftswälder würden jeweils kleinräumige Schutzflächen enthalten (z.B. einzelne Habitatbäume), die bewusst aus der Nutzung

herausgenommen werden. Für den segregativen Schutz, also den kompletten Nutzungsverzicht im Sinne von strengen Schutzgebietskategorien, geben die Experten den Richtwert von 10 % der Wälder in Bayern vor.

Ein Konsens besteht ebenfalls in der Frage nach der *Kontrolle der Wildtierbestände*. Gemäß ASZ II würden die Wildtierbestände durch gezielte, aber ökologisch verträgliche Bejagung auf ein verträgliches Maß reduziert werden, die kontrovers diskutierte Wiedereinführung bzw. natürliche Rückkehr von Groß-Prädatoren wie dem Wolf spielt in diesem Zusammenhang keine Rolle.

Ein sehr interessanter und von den Experten völlig neu aufgeworfener Punkt ist derjenige einer *Anerkennung von waldbasierten Ökosystemleistungen* durch die Bevölkerung. Die zum Zeitpunkt der Delphi-Befragung noch weitgehend als selbstverständlich angenommenen Leistungen der Wälder könnte künftig durchaus auch finanziell gewürdigt werden. Die Experten bringen als Umsetzungsideen bestimmte Zahlungsleistungen an Waldbesitzer ins Spiel, die ihre Wälder auf die Bereitstellung bestimmter Leistungen ausrichten und dadurch mit möglicherweise Gewinneinbußen rechnen müssten. Die Idee solcher Ausgleichszahlungen, die von der gesamten Gesellschaft getragen werden sollen, ist im Zusammenhang mit dem Status von Wäldern als öffentliche Güter allerdings schwierig zu diskutieren. Die Höhe der Zahlungen sollten an die ökologische Güte der entstehenden Flächen gekoppelt werden; auch dieser Gedanke, der die Fläche dieser Gebiete außer Acht lässt, wirkt innovativ.

In gewisser Weise konträr zum vorherigen Punkt wirkt derjenige der *Stärkung von Eigentümerrechten*. So sollten die individuellen Entscheidungen von Waldbesitzern künftig weniger in Frage gestellt oder sanktioniert werden, sondern ihnen im Gegenteil mehr Spielraum gewährt werden. Dieser Aspekt könnte möglicherweise einer Entwicklung hin zu einer höheren Güte von Ökosystemleistungen im Wege stehen, wenn vorrangig andere Interessen verfolgt werden. Deshalb wird auch betont, dass Eingriffe in die Rechte von Eigentümern zulässig wären, sofern diese dem Allgemeinwohl zu Gute kämen. Hierbei wird es auf eine stark regional differenziert Betrachtung ankommen. So werden beispielsweise die Ansprüche der Bevölkerung in Ballungsräumen verstärkt auf die Erholungsleistung der Wälder ausgerichtet sein, während in ländlichen Regionen noch Aspekte wie Holznutzung eine größere Rolle spielen.

Auf dieser Grundlage baut auch der letzte Punkt des ASZ II auf, der von einer *Zunahme der Erholungsfunktion* von Bayerns Wäldern ausgeht. Insbesondere die Wälder in Ballungsraumnähe würden somit stärker für die Erholung genutzt werden. Unklar bleibt, inwieweit dafür entsprechende Infrastruktur neu geschaffen werden muss. Aber auch die Wälder in ländlichen Regionen würden von der gestiegenen Nachfrage nach dieser Leistung profitieren.

7 Zweite Delphi-Runde 2016/17

7.1 Verlauf

Die zweite Delphi Runde wurde im Dezember 2016 gestartet und endete im Februar 2017. Es haben dabei noch 16 der ursprünglich 22 Experten teilgenommen, was einer moderaten Panelmortalität von 27,3 % entspricht. Sie wurden zuvor erneut per Mail kontaktiert und um erneute Teilnahme gebeten. Aufgrund der Komplexität mancher Fragen in dieser Runde, wurde diesmal das Online-Befragungstool Survey Monkey für die Umsetzung des Erhebungsinstrumentes verwendet.

7.2 Erhebungsinstrument

Die drei in der ersten Runde entwickelten Roh-Szenarien bestimmten die Grobstruktur des Erhebungsinstrumentes für die zweite Runde (siehe Anhang 3). Hierfür wurde erneut ein größtenteils standardisierter Fragebogen entwickelt, wobei der Anteil der offen gestellten Fragen aufgrund des höheren Grades an Konkretisierung diesmal geringer war. Der Fragebogen gliederte sich in drei größere Blöcke, wobei jeder Block für die Entwicklung unter Annahme eines der Szenarien stand. Die Fragen waren daher auch in jedem Block ähnlich und unterschieden sich lediglich durch das jeweils zugrunde gelegte Szenario.

Bevor die eigentliche Befragung starten konnte, wurden zunächst einige Informationen zu den auf der Grundlage der ersten Runde generierten Hauptwaldtypen für Bayern in Textform präsentiert. So wurde u.a. das Verfahren der Clusteranalyse und die darin eingeflossenen elf Variablen beschrieben, über die schließlich acht Hauptwaldtypen ermittelt werden konnten (vgl. Abbildung 5). Über einen Abgleich mit den Daten aus den Inventurflächen der dritten Bundeswaldinventur 2012 konnte so auch eine Karte erstellt werden, welche die räumliche Verteilung dieser Waldtypen innerhalb Bayerns abbildet. Die Karte sollte den Experten als Orientierungshilfe bei der Beantwortung der Fragen dienen, da sie eine Momentaufnahme der Waldtypen in Bayern darstellt. Zusätzlich zu den Kartendaten wurden auch die exakten Angaben zu den einzelnen Waldtypen in Bezug auf ihren jeweiligen Anteil an der gesamten Waldfläche mitaufgenommen.

Um die Auswirkungen der unterschiedlichen Szenarien auf die Veränderung der Ökosystemleistungen zu ermitteln, wurden in der zweiten Delphi-Runde vor allem Wahrscheinlichkeitswerte für das Eintreten bestimmter Entwicklungen erfragt. Diese Werte wurden dabei für alle Waldtypen differenziert erhoben.

Im ersten Teil des Fragebogens (Fragen 1a bis 1c) sollten die Experten zunächst das Status Quo-Szenario in Hinblick auf dessen Plausibilität und Eintrittswahrscheinlichkeit beurteilen. Plausibilität meint in diesem Fall, ob die Formulierung des Szenarios in sich stimmig ist, unabhängig davon, ob es wahrscheinlich ist. Diese Frage konnten die Experten offen beantworten und dabei auch noch Änderungswünsche bezüglich der Szenarien-Formulierung einbringen. Die Eintrittswahrscheinlichkeit des gesamten Szenarios sollten die Experten dagegen mithilfe einer Skala von 0 = „völlig unwahrscheinlich“ bis 10 = „wird in jedem Fall eintreten“ angeben.

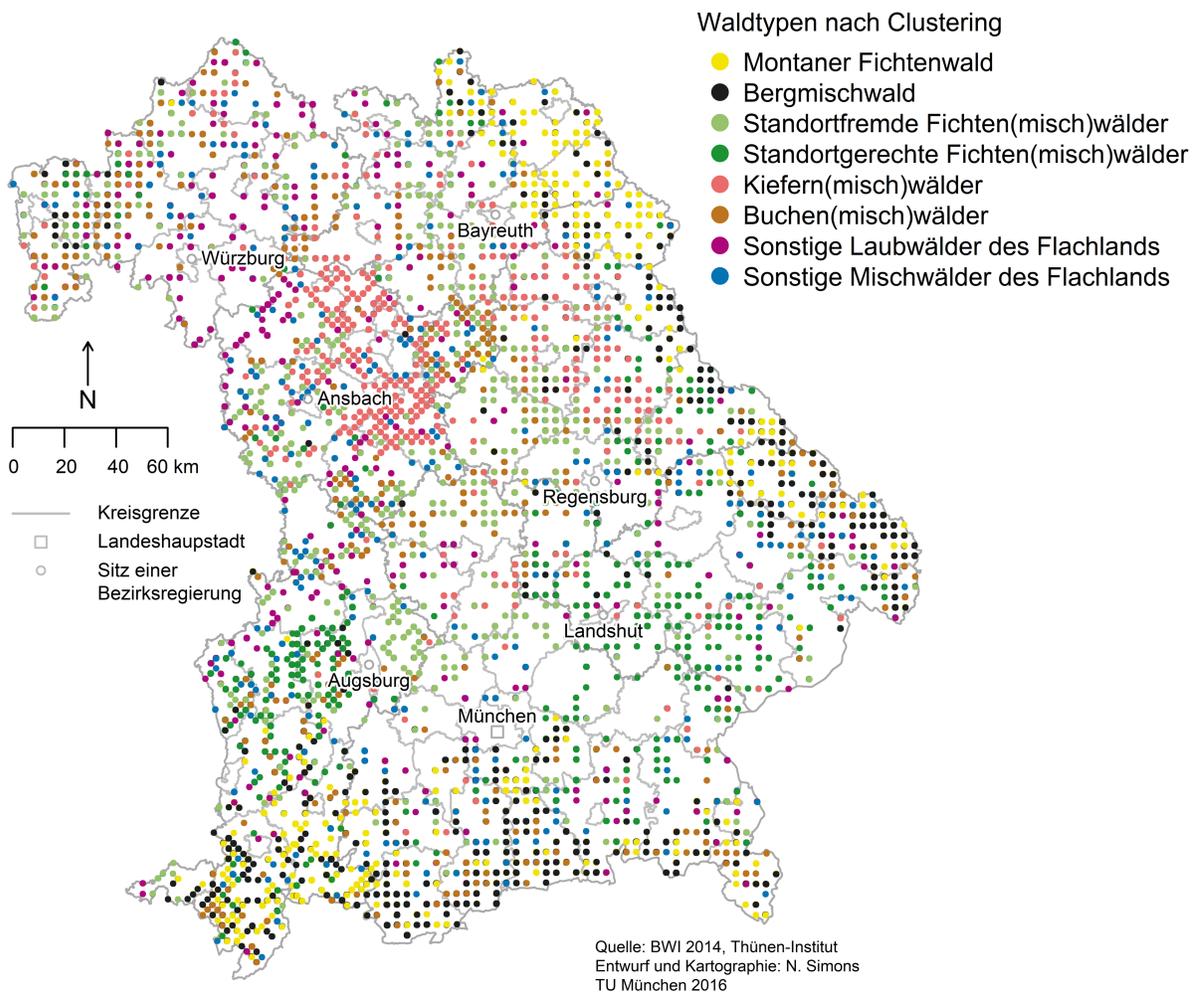


Abbildung 5: Bayernweite Verteilung der acht Hauptwaldtypen nach BWI-Plots

Im Abschnitt zwei (Teilfragen 2a bis 2i) sollten im Anschluss die Veränderungen der acht Waldtypen im Einzelnen unter Annahme des SQ ermittelt werden. Dazu wurden die Experten in Frage 2a gebeten, für jeden Waldtyp die erwartete Flächenveränderung in Prozent anzugeben (jeweils nach Zeithorizont differenziert). In Frage 2b, die mit ihrer Struktur zu den komplexeren der zweite Delphi-Runde gehörte, sollten Übergangswahrscheinlichkeiten für die Umwandlung eines bestimmten Waldtyps in einen anderen eingesetzt werden. Diese Wahrscheinlichkeitswerte werden als wichtige Input-Variable für den InVEST-Generator benötigt, der daraus – nach einem bestimmten Algorithmus – die räumliche Veränderung der Waldtypen für ganz Bayern berechnet. Da der Wald sich auch in eine andere Form der Landnutzung, beispielsweise Ackerfläche, verwandeln kann, wurde eine zusätzliche Kategorie „Andere Form der Landnutzung“ mit aufgenommen. Die Ausgangswaldtypen wurden zeilenweise und die Zieltypen spaltenweise angeordnet, sodass eine neunmal Neun-Felder-Matrix entstand. Innerhalb dieser Matrix konnten die Experten in maximal 72 Feldern einen Wert zwischen 0 = „überhaupt nicht wahrscheinlich“ und 10 = „überaus wahrscheinlich“ eingeben (die Diagonale von links oben nach rechts unten enthält von vorne herein nur die

Werte 0, da sich ein Waldtyp nicht in sich selbst wandeln kann); allerdings mussten sie nicht die gesamte Matrix ausfüllen, wenn sie davon ausgingen, dass manche Waldtypen sich mit einer Wahrscheinlichkeit von 0 umwandeln würden. Auch diese Matrix konnte sowohl für den Zeitraum bis 2045 als auch bis 2075 ausgefüllt werden.

Anschließend wurde in Teilfrage 2c offen abgefragt, ob sich die Änderungswahrscheinlichkeiten für die Umwandlung von Waldtypen zwischen bestimmten Eigentumsformen unterscheiden würden. Zweck dieser Frage war die Ermittlung des Einflusses einer Eigentumsform auf das Maß der Veränderungen, als auch deren zeitlichen Ablauf.

In Teilfrage 2d wurde dann der Fokus auf den Faktor Totholz gelegt. So wurde darin gefragt, in welchem der acht Waldtypen die Experten eine Anreicherung von Totholz als sinnvoll erachten würden. Dahinter steht die Überlegung, dass zum einen in bestimmten Waldtypen eine (künstliche) Anreicherung nicht erforderlich sein wird, da dieser in absehbarer Zeit auf natürliche Weise mehr Totholz generieren wird. Zum anderen sind Totholzanreicherungen in bestimmten Waldtypen möglicherweise aus ökologischer Sicht gar nicht sinnvoll, da dadurch die Artenvielfalt nicht unbedingt erhöht werden würde.

Ähnlich wie für die potenziellen Umwandlungen der Waldtypen wurde in den anschließenden Teilfragen 2e-2g nach der Totholzentwicklung gefragt. Zunächst sollten die Experten hierzu angeben, ob es in den acht Waldtypen überhaupt zu Veränderungen der durchschnittlichen Totholzmengen kommen würde. Daraufhin konnten die Experten im Falle einer positiven Einschätzung diesbezüglich wieder einen Wahrscheinlichkeitswert für diese Veränderung auf einer Skala von 0 = überhaupt nicht wahrscheinlich bis -10/10 = überaus wahrscheinlich auswählen (das Vorzeichen gibt dabei jeweils die Richtung vor, in die die Entwicklung verlaufen wird: negativ = Abnahme; positiv = Zunahme). Um diesen Block abzuschließen, sollten die Experten noch für jeden Waldtyp und für die beiden Zeithorizonte die erwarteten durchschnittlichen Totholzmengen in m³ pro Hektar angeben, soweit ihnen dies möglich war.

Die letzten beiden Teilfragen des Status-Quo-Szenario Abschnitts beschäftigten sich nochmals mit der Rolle der Eigentumsform bei der Totholzentwicklung. So wurde in Teilfrage 2h nach der Eigentumsform gefragt, in der die stärkste Veränderung zu erwarten war, während Frage 2i abklären sollte, in welcher Form eine Veränderung nicht realistisch sei.

Anschließend wiederholten sich die eben erläuterten Abschnitte jeweils für das ASZ I (Abschnitte 3 und 4) und das ASZ II (Abschnitte 5 und 6).

8 Ergebnisse der zweiten Runde

8.1 Waldentwicklung unter dem Status Quo-Szenario

Das SQ wurde von den Experten unter allen drei Szenarien als das wahrscheinlichste eingeschätzt. Es erhielt einen Wahrscheinlichkeitswert von 6,8 (n=14) und damit eine recht hohe Eintrittswahrscheinlichkeit.

Tabelle 5: Flächenveränderung der Waldtypen (in %) unter Annahme des SQ

	2045		2075	
	Mittelwert	Sd	Mittelwert	Sd
Montane Fichtenwälder	-3,9	4,3	-9,1	7,7
Bergmischwälder	2,0	3,9	5,6	8,7
Standortfremde Fichten(misch)wälder	-16,4	13,9	-31,4	25,5
Standortgerechte Fichten(misch)wälder	-6,1	8,1	-10,4	11,5
Kiefern(misch)wälder	-3,2	11,0	-8,8	21,4
Buchen(misch)wälder	10,0	7,9	16,1	13,0
Sonst. Laubwälder des Flachlands	6,8	3,3	13,2	6,4
Sonst. Mischwälder des Flachlands	5,6	4,5	10,7	8,5

Sd: Standardabweichung

Quelle: Eigene Darstellung nach eigenen Erhebungen

Deutlich ist zu erkennen, für welche Waldtypen die größten Flächenveränderungen zu erwarten sind (Tab. 5). So wird für alle nadel-dominierten Wälder ein Rückgang vermutet. Am stärksten sollte dieser demnach die standortfremden Fichten(misch)wälder betreffen, die bis 2075 rund ein Drittel ihrer Fläche einbüßen werden (31,4%). Am meisten könnten davon mittelfristig die Buchen(misch)wälder profitieren, die bis 2045 zunächst um 10 % zulegen könnten, bis 2075 sogar um 16,1 %. Aber auch die sonstigen Flachlandlaubwälder (darunter befinden sich u.a. Eichen-dominierte Laubwälder), könnten erheblich dazugewinnen. Wiederum ist die Unsicherheit bei den Fichten- und Kiefern(misch)wäldern am höchsten.

Beim Anteil der Experten, die für bestimmte Waldtypen eine Erhöhung des Totholzanteils für sinnvoll erachten erwarten, zeigt sich ein klares Bild (Abb. 6). Die Nadelholz-dominierten Wälder werden hierbei von den meisten nahezu ausgeschlossen, einzig die Kiefern(misch)wälder scheinen noch für einige Experten für Totholz anreicherung brauchbar zu sein. Dagegen attestieren alle, die sich hier geäußert haben, den Buchen(misch)wäldern, dass in ihnen Totholz anreicherung sinnvoll sei. Auch bei den anderen laubdominierten Wäldern gibt es ähnlich hohe Anteile. Diese Verteilung könnte damit zusammenhängen, dass nadel-dominierte Wälder, insbesondere Fichtenwälder nach Ansicht der Experten entweder – aus ökologischer Sicht – bereits ausreichend hohe Totholz mengen aufweisen, oder aber dort eine Anreicherung nicht zielführend, oder sogar kontraproduktiv erscheint (Gefahr von Borkenkäferbefall in Fichtenwäldern bzw. gesetzliche Vorgaben zur Prävention).

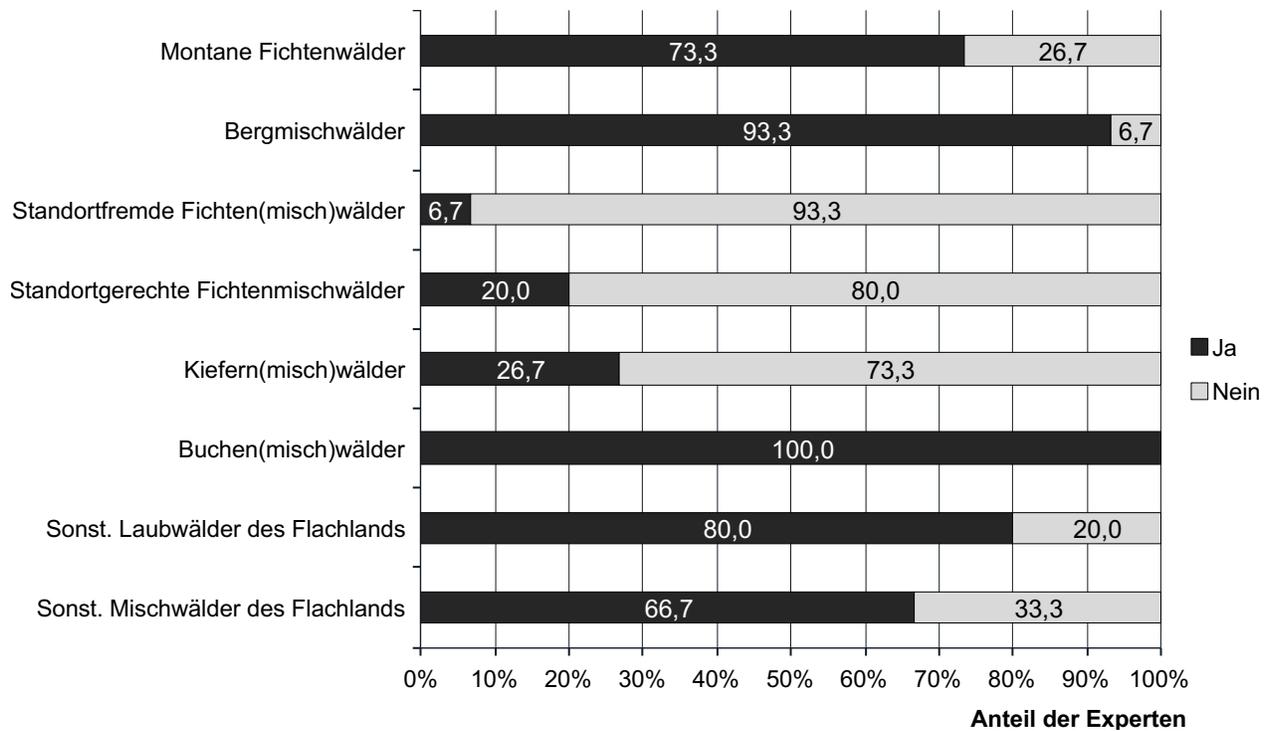


Abbildung 6: Antwortverteilung auf die Frage „Welche Waldtypen halten Sie unter SQ für besonders geeignet, um darin künftig vermehrt Totholz anzureichern?“

Quelle: Eigene Darstellung nach eigenen Erhebungen

Gleichzeitig sind manche Experten skeptisch, ob es in den genannten Waldtypen überhaupt zu einer Veränderung der Totholzmenge kommen wird. Besonders bei den beiden Fichten(misch)wäldern, aber auch bei den Kiefern(misch)wäldern geht ein nicht unerheblicher Teil davon aus, dass sich nichts ändern wird (Abb. 7).

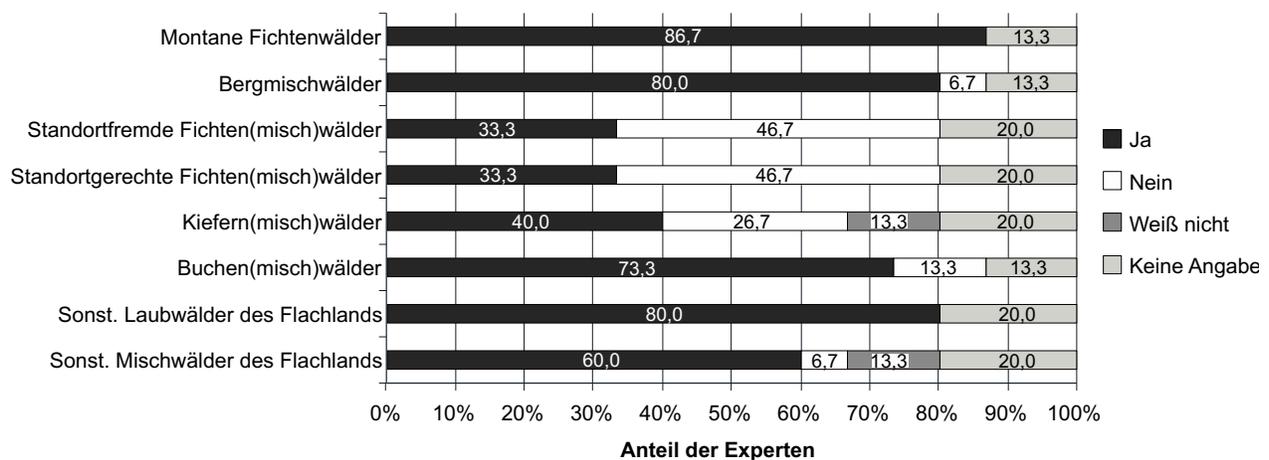


Abbildung 7: Antwortverteilung auf die Frage „Wird es in den Waldtypen unter dem SQ überhaupt zu einer Änderung der Totholzmenge kommen?“

Quelle: Eigene Darstellung nach eigenen Erhebungen

Auch bei der Abschätzung der künftigen Totholz mengen zeigt sich eine eindeutige Tendenz. Demnach würden insbesondere die standortfremden Fichten(misch)wälder, aber auch die Buchen(misch)wälder Zuwächse verzeichnen (Abb. 8). Die Maximalwerte für den erstgenannten Waldtyp sollen demnach im Schnitt bei 117 m³ pro Hektar liegen, beim zweitgenannten immerhin noch bei über 80 m³ im Jahr 2075. Allerdings ist auch zu erkennen, dass die Minimalwerte beim standortfremden Fichten(misch)wald für beide Zeithorizonte niedriger liegen als bei allen anderen Waldtypen, sodass hier eine gewisse Unsicherheit zu bestehen scheint, ob nicht vielleicht doch sogar ein Rückgang der Totholz mengen möglich ist.

Das Ergebnis der Frage nach den Übergangswahrscheinlichkeiten der Waldtypen unter Annahme des SQ zeigen die beiden Tabellen 6 und 7. Die Tabellen sind wie folgt zu lesen: in der linken Spalte sind die Ausgangswaldtypen gelistet, in der oberen Zeile die korrespondierenden Zieltypen. Wenn man beispielweise die Änderungswahrscheinlichkeit für den Typ „Montaner Fichtenwald“ in „Bergmischwald“ wissen möchte, dann muss man in der ersten Tabellenzeile (I) zur Spalte (II) gehen und den dortigen Wert ablesen (5,18). Je nach Stärke der vermuteten Änderungswahrscheinlichkeit wurden die Werte zudem mit einer Graustufen-Skala unterlegt, wobei dunklere Grautöne für höhere Änderungswahrscheinlichkeiten stehen. Es ist zu erkennen, dass für beide Zeithorizonte ein ähnliches Muster auftritt, das jedoch beim Zieljahr 2075 auf stärkere Übergänge hinweist. Insgesamt zeigt es sich, dass alle nadelholzdominierten Waldtypen höhere Übergangswahrscheinlichkeiten aufweisen. Am höchsten ist der Wert dabei für den Typ des standortfremden Fichten(misch)walds. Dieser Waldtyp scheint auch unter der konservativen Annahme gleichbleibender Einflussfaktoren derjenige zu sein, der sich am ehesten verändern wird. Aber auch der montane Fichtenwald und der Kiefern(misch)wald wären von dieser Entwicklung betroffen. Unter der Annahme, dass sich die Klimaveränderungen in den Berglagen Bayerns besonders stark auswirken werden (vgl. StMUV 2015: 105f.), und, dass vor allem die Fichte gegenüber veränderten Temperatur- und Niederschlagsbedingungen empfindlich ist, erscheinen diese Einschätzungen sinnvoll.

Totholzmenge in m³ pro Hektar

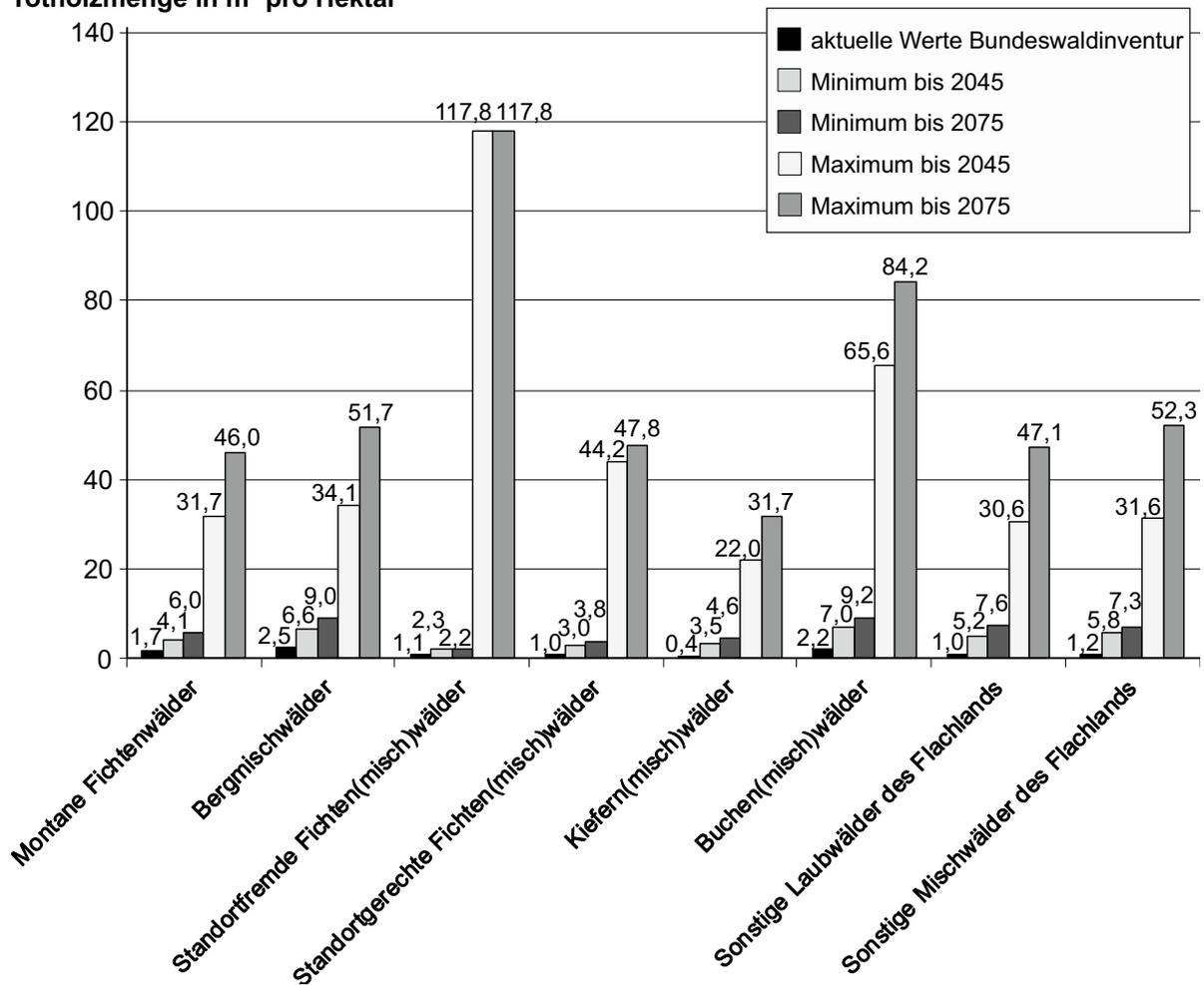


Abbildung 8: Abschätzung der künftigen durchschnittlichen Totholz mengen unter Annahme des SQ
Quelle: Eigene Darstellung nach eigenen Erhebungen

Betrachtet man die Waldtypen, in die sich die bisherigen umwandeln werden, kann festgestellt werden, dass der Trend in Richtung von Mischwäldern geht. So wird sich der montane Fichtenwald vor allem in Bergmischwald umwandeln; dieser Trend wird sich bis zum Jahr 2075 gegenüber 2045 noch verstärken. Dagegen wird der standortfremde Fichten(misch)wald sowohl durch Buchen(misch)wald, als auch durch andere Laubwaldtypen abgelöst werden. Betont werden muss dabei stets, dass es sich diese Entwicklungen lediglich auf die Flächenanteile beziehen, die auch umgewandelt werden und nicht auf die gesamte Waldfläche. Die Übergangswahrscheinlichkeit von Waldflächen in eine andere Nutzungsform wird für alle Waldtypen als gering angesehen.

Tabelle 6: Übergangswahrscheinlichkeiten der Waldtypen bis 2045 unter Annahme des SQ

Ausgangstypen \ Zieltypen	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
(I) Montane Fichtenwälder	0	5,18	1,09	1,18	0,09	2,00	0,00	0,00	0,82
(II) Bergmischwälder	1,09	0	0,73	0,55	0,36	4,09	0,09	0,00	0,73
(III) Standortfremde Fichten(misch)wälder	0,18	1,55	0	0,91	1,82	5,55	4,27	3,18	1,00
(IV) Standortgerechte Fichten(misch)wälder	0,64	1,27	1,09	0	1,27	4,55	3,27	2,36	0,73
(V) Kiefern(misch)wälder	0,09	0,55	0,09	0,36	0	3,73	5,27	4,91	1,09
(VI) Buchen(misch)wälder	0,00	0,55	0,09	0,36	1,00	0	3,36	2,45	0,73
(VII) Sonst. Laubwälder des Flachlands	0,00	0,00	0,18	0,45	0,73	1,91	0	2,27	0,73
(VIII) Sonst. Mischwälder des Flachlands	0,00	0,00	0,18	0,27	0,91	2,09	1,73	0	0,73
(IX) Andere Nutzung	0,55	0,55	0,18	0,36	0,36	0,55	0,55	0,55	0

Zeilen: Ausgangstypen; Spalten: Zieltypen; 0 = überhaupt nicht wahrscheinlich; 10 = überaus wahrscheinlich

Quelle: Eigene Darstellung nach eigenen Erhebungen

Tabelle 7: Übergangswahrscheinlichkeiten der Waldtypen bis 2075 unter Annahme des SQ

Ausgangstypen \ Zieltypen	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
(I) Montane Fichtenwälder	0	7,1	1,1	0,5	0,1	1,8	0,1	0,1	0,4
(II) Bergmischwälder	0,5	0	0,1	0,6	0,5	5,6	0,2	0,1	0,3
(III) Standortfremde Fichten(misch)wälder	0,0	1,4	0	0,2	1,7	6,1	5,6	2,5	0,6
(IV) Standortgerechte Fichten(misch)wälder	0,7	2,2	0,7	0	1,0	6,2	4,4	3,0	0,3
(V) Kiefern(misch)wälder	0,0	0,3	0,1	0,6	0	4,1	5,1	5,8	0,7
(VI) Buchen(misch)wälder	0,0	0,5	0,1	0,4	0,2	0	3,1	1,9	0,3
(VII) Sonst. Laubwälder des Flachlands	0,0	0,0	0,1	0,5	0,1	1,3	0	1,5	0,3
(VIII) Sonst. Mischwälder des Flachlands	0,0	0,0	0,1	0,3	0,1	1,3	1,1	0	0,4
(IX) Andere Nutzung	0,5	0,5	0,1	0,3	0,3	0,5	0,5	0,5	0

Zeilen: Ausgangstypen; Spalten: Zieltypen; 0 = überhaupt nicht wahrscheinlich; 10 = überaus wahrscheinlich

Quelle: Eigene Darstellung nach eigenen Erhebungen

8.2 Neuformulierung des Status Quo-Szenarios unter Berücksichtigung von Anpassungsvorschlägen

Da das Status Quo-Szenario von den Experten als das plausibelste und am wahrscheinlichsten einzutreffende eingeschätzt wurde, überrascht es nicht, dass nur wenige Änderungsvorschläge in Bezug auf den Text gemacht wurden. Insgesamt wurden bei der Überarbeitung der Szenarientexte alle Vorschläge berücksichtigt. Neben wörtlichen Vorschlägen zur Umformulierung gab es auch skizzierte Überlegungen, die noch formuliert werden mussten. Diese sind für das SQ im folgenden Text dargestellt.

Status Quo-Szenario (SQ) – zweite Fassung

Anmerkung: hellgrau unterlegtes steht für Hinzufügungen, dunkelgrau unterlegtes für Streichungen; ersetzte Passagen werden zusätzlich durch einen Pfeil gekennzeichnet.

In diesem Szenario wird die Entwicklung der Wälder Bayerns unter gleichbleibenden Einflussfaktoren beschrieben.

Veränderung des Waldanteils an der Gesamtfläche Bayerns:

Die Experten sind sich weitgehend einig, dass sich der Flächenanteil des Waldes an der Gesamtfläche Bayerns kaum noch verändern wird. Teilweise werden noch leichte Anstiege prognostiziert, insbesondere in den von Bevölkerungsrückgang besonders betroffenen Regionen, durch Aufwachsen von aufgegebenen Grenzertragsflächen der Landwirtschaft. Nur wenige sehen einen (leichten) Rückgang des Waldanteils voraus; als Gründe werden vor allem der ansteigende Bedarf an nachwachsenden Rohstoffen (z.B. Energiepflanzen) und der Bedarf an Flächen für die erneuerbaren Energien (Photovoltaikanlagen) sowie für Infrastrukturprojekte wie Straßen oder Gewerbegebiete in Siedlungsnähe genannt.

Veränderung des Verhältnisses von Laub- zu Nadelholz:

Es herrscht große Einigkeit darüber, dass sich das Verhältnis von Laub- zu Nadelholz aufgrund von Waldumbaumaßnahmen und biologischen Störungen in den Nadelholzbeständen zugunsten des Laubanteils verschieben wird; die genannten Schätzungen reichen bis zu einem Anteil von 50 % Laubholz (allerdings erst im Zeithorizont bis 2075). Gleichzeitig wird aber auf Unterschiede zwischen der Entwicklung im Staats- und im Privatwald hingewiesen, da in letztgenanntem wohl der Nadelholzanteil weiterhin hoch bleiben wird (Nachfrage nach schnell wachsendem Bau- bzw. Nutzholz). Die Rolle der Douglasie als nicht-standortheimischer Fichtenersatz (bessere Anpassungsmöglichkeiten an klimatische Veränderungen und höhere Widerstandskraft gegenüber Schädlingsbefall) ist bei den Experten umstritten bzw. nicht voraussagbar; erste Erfolge mit dieser Baumart sprechen allerdings für eine weitere Zunahme des Anteils. Darüber hinaus werden weitere Gastbaumarten wie Zeder oder Baumhasel in den forstlichen Planungen vermehrt zum Einsatz kommen.

Veränderung des Anteils naturnaher Flächen an der Waldfläche:

Die meisten Experten sehen hier eine leichte bis mäßige Zunahme des Anteils naturnaher Flächen als wahrscheinlich an (u.a. höherer Laubbaumanteil). Aufgrund von gleichzeitig auftretenden Verdrängungseffekten durch fremdländische Baumarten in Folge des konstanten Klimawandels könnte diese Entwicklung allerdings partiell gedämpft werden.

Veränderung des durchschnittlichen Totholzanteils der Wälder Bayerns:

Der Großteil der Experten hält hier eine Zunahme für wahrscheinlich. Als Gründe hierfür werden besonders die Entwicklungen in Schutzgebieten und die Maßgaben des (Vertrags)Naturschutzes angeführt. Dabei werden sowohl die externen Einflüsse durch Naturschutzorganisationen als auch die eigenen Naturschutzkonzepte, z.B. der Bayerischen Staatsforsten betont. Auch wird es zu einer größeren Vielfalt unter den Totholzformen (z.B. jung neben alt, stehend neben liegend) innerhalb eines Waldareals kommen. Somit kann nicht pauschal von einem Anstieg der Totholzmenge, sondern eher von einer Zunahme der Strukturvielfalt gesprochen werden.

Veränderung der Bedeutung der Holzproduktion:

Hier gibt es zwei gegenläufige Tendenzen. Einerseits wird auf manchen Flächen die Holzproduktion aufgrund gesteigerter Nachfrage ansteigen bzw. an Bedeutung gewinnen, andererseits werden vermehrt Flächen zugunsten des Naturschutzes aus der Nutzung genommen werden. Beide Entwicklungen scheinen parallel zu verlaufen → verlaufen gleichzeitig, was darauf hindeutet, dass sich die unterschiedlichen Vorstellungen von der Rolle des Waldes weiter voneinander entfernen. Dadurch dass der weitaus größte Teil der Wälder Bayerns aus Wirtschaftswäldern besteht, hätte die Nutzungsintensivierung hier jedoch weitaus größere Dimensionen.

Nur von wenigen Experten wird keine Veränderung erwartet.

Veränderung des Erholungswertes der Wälder Bayerns:

Sowohl ein Gleichbleiben als auch ein weiterer Anstieg des Erholungswertes wird von den Experten als wahrscheinlich angesehen. Dabei werden im Falle eines weiteren Anstiegs besonders gesteigerte Freizeitansprüche der Bevölkerung sowie ein Anstieg des Tourismus und der Outdoor-Aktivitäten als Hauptgründe genannt. Auch die größere Spanne an unterschiedlichen Waldzuständen vom klassischen Wirt-

schaftswald bis hin zu „Wildnisarealen“ in Schutzgebieten wird hierbei eine Rolle spielen. Allerdings wird es aufgrund des Erholungsdrucks in den verstärkten Regionen zu einer Differenzierung in der Wahrnehmung des Erholungswertes kommen (stadtnahe Wälder haben demnach per se einen hohen Erholungswert, unabhängig von ihrem Zustand). Auch eine Segmentierung der Wälder nach unterschiedlichen Nutzungsschwerpunkten, wie z.B. je nach Erholungswert, wäre denkbar.

Veränderung der Bedeutung von Naturschutzmaßnahmen:

Naturschutzmaßnahmen und Naturschutz werden teilweise noch erheblich an Bedeutung gewinnen. Aber auch hier wird auf den Gegensatz Quantität vs. Qualität verwiesen, da manche Naturschutzmaßnahmen möglicherweise teuer und dennoch ineffizient sein werden, oder aber die Natürlichkeit nicht wirklich steigern (z.B. zu viel menschliche Eingriffe, bevor eine natürliche Entwicklung ablaufen kann). Dementsprechend wird es auch zu einer weiteren Spezialisierung im Naturschutz kommen.

Veränderung des Anteils bedrohter Tier- und Pflanzenarten:

Der Anteil bedrohter Tier- und Pflanzenarten wird unter konstant bleibenden Einflussfaktoren mäßig bis erheblich steigen. Nur wenige Experten sehen eine gegenteilige Entwicklung als wahrscheinlich an. Dem Wald wird dabei noch die Rolle des „stabileren“ Lebensraums im Vergleich bspw. zur Feldflur zugeschrieben. Besonders der anhaltende Klimawandel stellt demnach eine hohe Bedrohung für eine Vielzahl von Arten dar, aber auch weitere anthropogene Einflüsse werden hinzukommen. Im besten Fall wird es zu einer Stagnation der aktuell bedrohten Arten und Habitate kommen.

Veränderung der geographischen Verteilung der Waldflächen:

Bei dieser erwarten die meisten Experten keine wesentlichen Veränderungen. Allenfalls eine stärkere Zerschneidung der bestehenden Waldflächen, insbesondere für Infrastrukturprojekte könnte eintreten. Auch wird es zu einer leichten Verlagerung des Waldschwerpunktes in Richtung Nordbayern aufgrund des gesteigerten Bevölkerungsdrucks im Süden kommen.

Veränderung der Eigentümerverhältnisse:

Bei den Eigentumsverhältnissen wird es kaum zu Veränderungen kommen. Evtl. wird eine leichte Zunahme des Privatwaldanteils zu erwarten sein, da Waldbesitz vor allem für Personen oder Interessengruppen attraktiv werden könnte, die zuvor wenig Bezug zu Wäldern hatten.

In vier Abschnitten des SQ wurden Änderungswünsche eingebracht. So sollten im Abschnitt „Veränderung des Waldanteils“ neben den bereits genannten Aspekten, die zur möglicherweise geringen Abnahme des Waldanteils führen könnten, noch zusätzliche Infrastrukturmaßnahmen explizit genannt werden. Dazu wurden die beiden Bereiche Straßenbau und Gewerbegebiete mit aufgenommen.

Im Abschnitt „Veränderung des Anteils von Laub- zu Nadelholz“ wurde eine im Vergleich zur ersten Fassung positivere Formulierung zugunsten der Douglasie vorgeschlagen. Es sollte deutlicher herausgestellt werden, dass bei aller Unsicherheit diese Baumart bereits erfolgreich in Bayern etabliert sei. Dementsprechend könnten auch weitere nicht-heimische Baumarten bereits in die künftige Forstplanung mit einfließen. Dieser letztgenannte Gedanke, der auch in den folgenden Abschnitt „Veränderung des Anteils an naturnaher Waldfläche“ mit hineinspielt, sollte noch stärker unter dem Aspekt eines konstanten Klimawandels betont werden. Somit würde die Einbeziehung fremdländischer Baumarten auf jeden Fall erforderlich werden, um die sonst negativen Folgen auszugleichen.

In Bezug auf den Nutzungsdruck, der im Abschnitt „Veränderung der Holzproduktion“ formuliert wurde, schlagen die Experten eine neue Textpassage vor, welche die Nutzungsintensivierung in den mehrheitlich wirtschaftlich genutzten Wäldern Bayerns hervorhebt. Demnach würde diesem Aspekt auch unter dem SQ eine hohe Bedeutung zukommen, auch wenn gleichzeitig vermehrt Naturschutzmaßnahmen erfolgen. Ob

dabei der Weg der Segregation oder der Integration stärker verfolgt wird, bleibt jedoch für das SQ weitgehend offen.

8.3 Waldentwicklung unter dem Alternativszenario I „Nutzungsintensivierung“

Das Alternativszenario I (ASZ I) hat von den Experten eine mittlere Eintrittswahrscheinlichkeit von 5,0 zugewiesen bekommen; damit ist es etwas unwahrscheinlicher als das SQ.

Tabelle 8: Flächenveränderung der Waldtypen (in %) unter Annahme des ASZ I

	2045		2075	
	Mittelwert	Sd	Mittelwert	Sd
Montane Fichtenwälder	-2,8	5,3	-5,5	9,3
Bergmischwälder	2,5	6,0	5,6	11,6
Standortfremde Fichten(misch)wälder	-14,4	17,2	-28,3	31,0
Standortgerechte Fichten(misch)wälder	0,8	12,4	-1,2	21,3
Kiefern(misch)wälder	-4,7	12,6	-10,9	26,3
Buchen(misch)wälder	6,3	9,1	11,1	16,4
Sonst. Laubwälder des Flachlands	3,0	7,2	8,0	15,3
Sonst. Mischwälder des Flachlands	4,2	7,4	9,4	14,5

Quelle: Eigene Darstellung nach eigenen Erhebungen

Unter dem ASZ I zeigen sich für die Waldtypen auf den ersten Blick ähnliche Annahmen bezüglich der Flächenveränderung wie bei SQ. Allerdings sind in den Details doch Unterschiede auszumachen. So fällt die Abnahme der nadeldominierten Waldtypen insgesamt geringer aus (vgl. Tabelle 8). Die Fichten(misch)wälder können im Gegensatz zu SQ bis 2045 sogar noch einen geringen Zuwachs von 0,8 % verzeichnen, bevor sie im weiteren Verlauf wieder abnehmen werden. Umgekehrt fällt unter ASZ I der Zuwachs bei laubdominierten Wäldern geringer aus, vor allem beim Buchen(misch)wald. Die Gründe hierfür sind die anderen Rahmenbedingungen. Das ASZ I, das den Titel „Nutzungsintensivierung“ trägt, geht davon aus, dass Einflussfaktoren, wie z.B. die Holznachfrage noch weiter zunehmen werden. Da jedoch Baumarten wie Fichte und Kiefer für die Forstwirtschaft von hoher Bedeutung sind, werden auch Waldtypen, die von diesen dominiert werden, nach wie vor benötigt und dementsprechend weniger schnell umgewandelt. Auch hier zeigt sich, dass die Einschätzungen für den zweiten Zeithorizont 2075 mit größeren Unsicherheiten behaftet sind, da hier die Standardabweichungen überall größer sind.

Die Antworten auf die Frage, für welche Waldtypen die Experten unter ASZ I Totholzreicherungen für sinnvoll erachten, unterscheiden sich nur wenig von denjenigen für das SQ (Abb. 9). Einzig für die sonstige Laub- und Mischwälder des Flachlands sind im Vergleich zu SQ noch mehr Experten der Ansicht, dass Anreicherungen sinnvoll wären, auch wenn diese bei ASZ I in geringerem Maße an Fläche zulegen könnten.

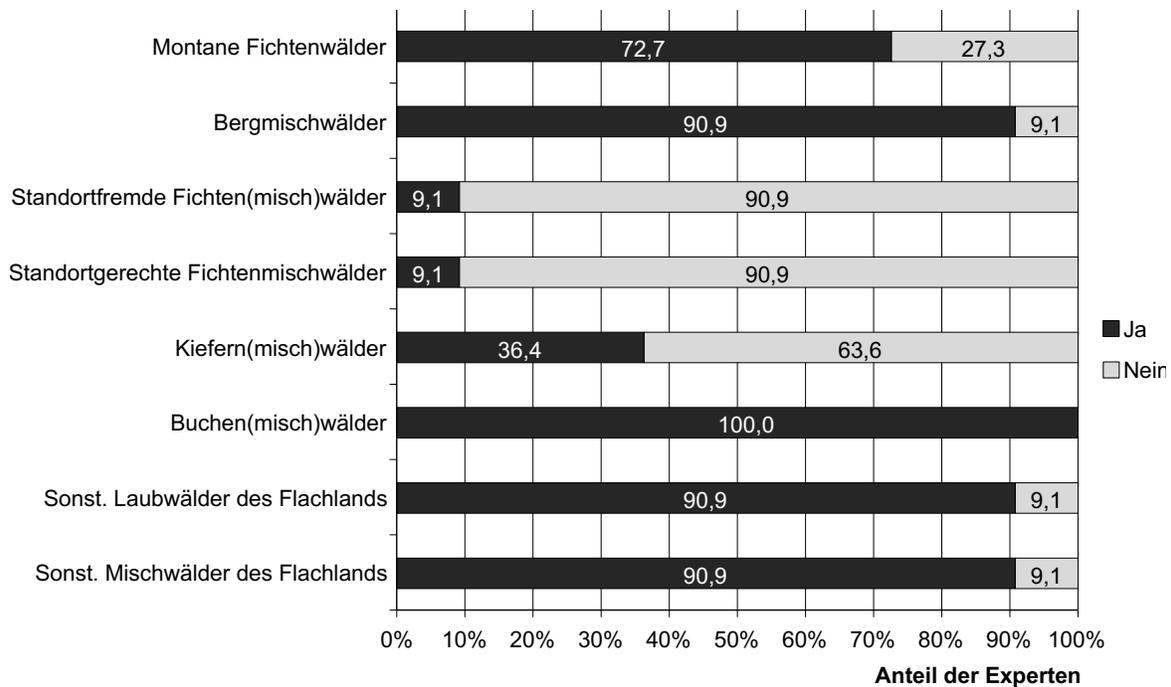


Abbildung 9: Antwortverteilung auf die Frage „Welche Waldtypen halten Sie unter ASZ I für besonders geeignet, um darin künftig vermehrt Totholz anzureichern?“; Mehrfachantworten möglich

Quelle: Eigene Darstellung nach eigenen Erhebungen

Ähnlich wie beim SQ sind die Experten für ASZ I teilweise skeptisch, was mögliche Änderungen der Totholz mengen betrifft (Abb. 10). Am größten sind diese Unsicherheiten erneut bei den nadeldominierten Wäldern, wobei vor allem auch für die Kiefern(misch)wälder ein größerer Teil der Experten von keinerlei Änderungen ausgeht. Insgesamt ist der Anteil derjenigen, die keine Änderungen erwarten, bei fast allen Waldtypen größer als beim SQ.

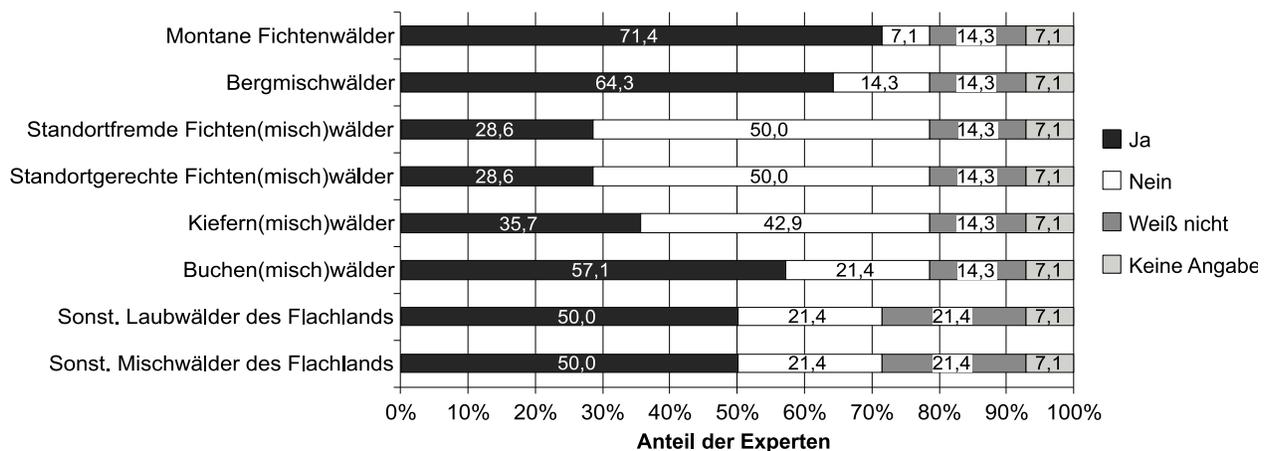


Abbildung 10: Antwortverteilung auf die Frage „Wird es unter ASZ I in den Waldtypen überhaupt zu einer Änderung der Totholzmenge kommen?“

Quelle: Eigene Darstellung nach eigenen Erhebungen

Dementsprechend fallen auch die Einschätzungen bezüglich der künftigen Totholz mengen beim ASZ I wesentlich verhaltener aus, als beim SQ (Abb. 11). Waren dort noch im standortfremdem Fichten(misch)wald Maximalwerte von über 100 m³ pro Hektar geschätzt worden, wurden hier maximale Werte bei 32,6 m³ für standortgerechte Fichten(misch)wälder im Jahr 2045 geschätzt. Interessant ist auch die Tatsache, dass für die Fichten(misch)wälder im Jahr 2045 höhere Maxima angenommen werden, als im Jahr 2075, d.h. die maximalen Totholz mengen werden mittelfristig erreicht und langfristig wieder abnehmen. Ein Grund für die geringeren Schätzungen zur Totholzmenge ist sicherlich der stärkere Nutzungsdruck unter ASZ I, der derartige Totholzak kumulationen in Wirtschaftswäldern nicht zulassen würde.

Totholzmenge in m³ pro Hektar

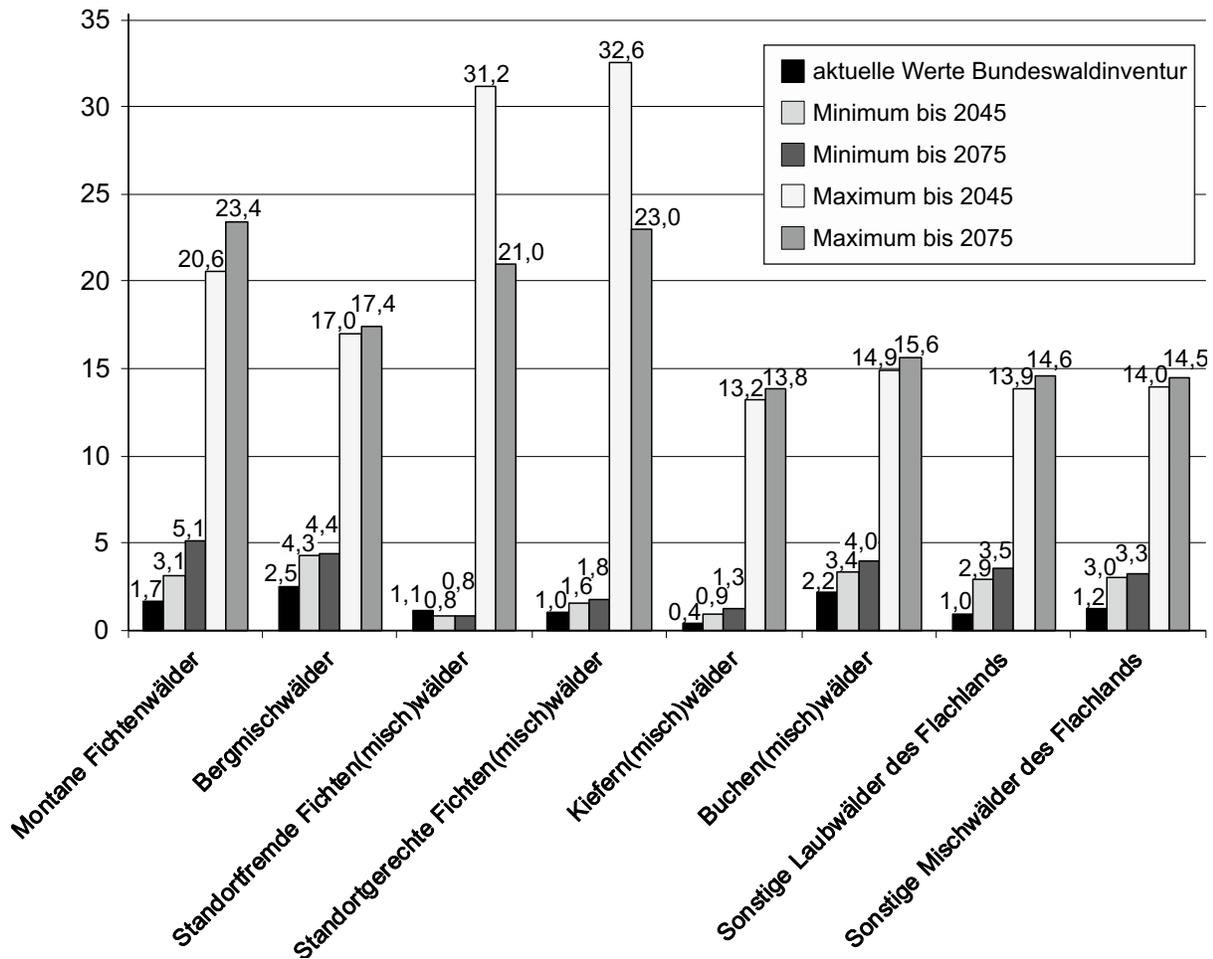


Abbildung 11: Abschätzung der künftigen durchschnittlichen Totholz mengen nach Waldtyp unter Annahme des ASZ I

Quelle: Eigene Darstellung nach eigenen Erhebungen

Bei einem Blick auf die Übergangswahrscheinlichkeiten der Waldtypen bis 2045 (Tabelle 9) fällt sofort auf, dass die Werte wesentlich niedriger ausfallen als beim SQ. Zwar sind die gleichen Tendenzen festzumachen, allerdings sind die Übergangswerte der nadelholztypen wesentlich geringer. Interessant ist vor allem,

dass unter ASZ I wohl ein Teil des Bergmischwaldes sich in standortgerechten Fichten(misch)wald umwandeln könnte. Diese Typen sind zwar recht ähnlich in Hinblick auf ihr Erscheinungsbild, allerdings zeigt dies, dass unter ASZ I die Fichte als Waldbaum nach wie vor eine Zukunft als bedeutender Holzlieferant haben wird.

Noch deutlicher wird diese Entwicklung beim Blick auf die Übergangswahrscheinlichkeiten bis 2075 (Tabelle 10). Hier zeigen sich auch bei laubbaumdominierten Waldtypen Übergänge hin zu standortgerechtem Fichten(misch)wald welches einer gegenläufigen Entwicklung im Vergleich zu SQ entspricht. Einzig der Kiefern(misch)wald scheint unter den Nadelholzdominierten Typen der eindeutige Verlierer unter ASZ I zu sein, da er zugunsten von sonstigem Laubwald des Flachlands abnehmen wird.

Tabelle 9: Übergangswahrscheinlichkeiten der Waldtypen bis 2045 unter Annahme des ASZ I

Ausgangstypen \ Zieltypen	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
(I) Montane Fichtenwälder	0	3,14	1,14	1,14	0,00	0,43	0,00	0,00	0,43
(II) Bergmischwälder	0,43	0	1,57	3,29	0,00	0,43	0,00	0,00	0,29
(III) Standortfremde Fichten(misch)wälder	0,00	0,43	0	0,43	0,14	2,43	1,57	1,57	0,29
(IV) Standortgerechte Fichten(misch)wälder	0,86	1,00	0,57	0	0,14	0,57	0,86	1,00	0,29
(V) Kiefern(misch)wälder	0,00	0,29	0,29	0,86	0	3,00	2,43	0,43	0,29
(VI) Buchen(misch)wälder	0,00	0,43	2,14	1,57	0,29	0	1,57	1,14	0,29
(VII) Sonst. Laubwälder des Flachlands	0,00	0,00	1,71	1,00	0,29	1,57	0	1,00	0,29
(VIII) Sonst. Mischwälder des Flachlands	0,00	0,00	1,71	1,00	0,29	1,57	0,43	0	0,29
(IX) Andere Nutzung	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0

Zeilen: Ausgangstypen; Spalten: Zieltypen; 0 = überhaupt nicht wahrscheinlich; 10 = überaus wahrscheinlich

Quelle: Eigene Darstellung nach eigenen Erhebungen

Tabelle 10: Übergangswahrscheinlichkeiten der Waldtypen bis 2075 unter Annahme des ASZ I

Ausgangstypen \ Zieltypen	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
(I) Montane Fichtenwälder	0	3,67	0,83	1,50	0,00	0,67	0,00	0,00	0,50
(II) Bergmischwälder	0,67	0	2,50	3,50	0,00	0,67	0,00	0,00	0,33
(III) Standortfremde Fichten(misch)wälder	0,00	0,67	0	0,67	0,83	1,83	0,67	0,33	0,33
(IV) Standortgerechte Fichten(misch)wälder	1,17	1,33	0,83	0	0,17	0,83	0,33	0,33	0,33
(V) Kiefern(misch)wälder	0,00	0,50	1,50	1,17	0	2,17	1,33	0,67	0,33
(VI) Buchen(misch)wälder	0,00	0,67	3,00	2,33	0,50	0	1,17	0,67	0,33
(VII) Sonst. Laubwälder des Flachlands	0,00	0,00	3,00	2,17	0,50	1,17	0	0,67	0,33
(VIII) Sonst. Mischwälder des Flachlands	0,00	0,00	3,00	2,17	0,50	1,17	0,67	0	0,33
(IX) Andere Nutzung	0,33	0,33	0,17	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0

Zeilen: Ausgangstypen; Spalten: Zieltypen; 0 = überhaupt nicht wahrscheinlich; 10 = überaus wahrscheinlich

Quelle: Eigene Darstellung nach eigenen Erhebungen

8.4 Neuformulierung von Alternativszenario I unter Berücksichtigung von Anpassungsvorschlägen

Das etwas weniger wahrscheinliche ASZ I wurde im Gegensatz zum SQ stärker diskutiert. Im Folgenden sind die Änderungsvorschläge abgebildet:

Alternativszenario I (ASZ I) „Nutzungsintensivierung“ - zweite Fassung

In diesem Szenario wird die von Status Quo Szenario abweichende Entwicklung unter solchen Einflussfaktoren geschildert, die sich gemäß der Experteneinschätzung ändern werden.

Für die **Waldfläche** wird alternativ zum Status Quo Szenario noch eine leichte Zunahme erwartet. Diese erfolgt besonders auf aufgelassenen Grenzertragsflächen der Landwirtschaft bzw. in bisher waldärmeren Gebieten.

Beim **Verhältnis von Laub- zu Nadelholz** wird es zu einer deutlichen Zunahme des Laubholzanteils kommen. Die Schätzungen für den Anstieg des Laubholzanteils reichen bis hin zu einem ausgewogenen Verhältnis von 50:50. Allerdings wird dabei auch der Einsatz nicht-heimischer und an die Bedingungen des Klimawandels angepasster (Laub-)Baumarten ins Gespräch gebracht. Die Douglasie, aber auch andere **Gastbaumarten**, werden die Fichte verdrängen und könnten bei erfolgreichem Einsatz den Anstieg des Laubanteils bremsen.

Die Entwicklung des **Anteils naturnaher Flächen an der gesamten Waldfläche** kann in diesem Szenario nicht eindeutig aufgezeigt werden. Eine Abnahme bzw. ein Gleichbleiben des Anteils ist am wahrscheinlichsten, aber auch eine starke Segregation zwischen Flächen, die aus der Nutzung genommen werden und sich so natürlich entwickeln können, und Flächen, auf denen die Nutzung intensiviert wird, ist nicht ausgeschlossen. → Eine Steigerung aufgrund gesellschaftlicher Forderungen oder die Einführung vorbildlicher Zertifizierungssysteme (Naturland, FSC) sowie Kompensationsmaßnahmen im Wald sind zu erwarten. Insbesondere nicht forstwirtschaftlich genutzte Flächen werden zum integrativen Bestandteil der Waldbewirtschaftung, die bisherige Segregation in standortwidrige, nadelholzdominierte „Forstplantagen“ und wenige Reste naturnaher Wälder wird sich zunehmend verwischen.

Für den **durchschnittlichen Totholzanteil** wird aufgrund des zunehmenden Nutzungsdrucks und verstärkter Holznutzung eine Stagnation bzw. sogar leichte Abnahme gesehen. Dies deckt sich in diesem Fall mit den folgenden Entwicklungen im Bereich der Holznutzung.

Bei der **Holznutzung** wird es zu einer Zunahme der Bedeutung bzw. einem Anstieg der bisherigen Holznutzung kommen. Als Gründe hierfür werden vor allem die gesteigerte Nachfrage nach Holz sowie die Energiewende genannt. Auch der Einsatz schnellwüchsiger Pflanzungen (z.B. mit Hybridpappeln) als Kurzumtriebsforste wird nicht ausgeschlossen. Die Intensivierung der Holznutzung wird demnach nicht den gesamten Wald, sondern vor allem Teilflächen betreffen.

Im Gegensatz zum Status Quo wird es beim der **Erholungswert** der bayerischen Wälder zu einer noch deutlicheren räumlichen Differenzierung kommen. Aufgrund des Erholungsdrucks in der Nähe von Ballungsräumen werden besonders Wälder, die für die (Nah)Erholung interessant sind, vermehrt nachgefragt werden. Dagegen werden viele Waldflächen – mit Ausnahme der Schutzgebiete – intensiver bewirtschaftet werden und dadurch **zumindest teilweise** an Erholungswert einbüßen.

Auch der Einfluss von **Naturschutzmaßnahmen** wird im Vergleich zum Status Quo **zunächst** eher abnehmen, um dadurch einen Ausgleich zum steigenden Nutzungsdruck zu gewährleisten. Möglicherweise wird Artenschutz aufgrund anderer Prioritäten, wie z.B. für den Klimaschutz, künftig weniger Bedeutung haben. Dadurch würden im weiteren Verlauf und je nach Entwicklung der schützenswerten Arten die Notwendigkeit für eine Ausdehnung von Schutzmaßnahmen aufgrund gesellschaftlichen Drucks wieder zunehmen.

Gefährdete Tier- und Pflanzenarten sowie Habitate werden nach diesem Szenario in Zukunft **weniger** → aufgrund der Nutzungsintensivierung und aufgrund veränderter Prioritäten in der forstwirtschaftlichen Planung mehr werden. Eine Begründung hierfür ist möglicherweise ein baldiges Aussterben von Arten aufgrund menschlicher Einflüsse oder klimatischer Veränderungen, sodass die Zahl der schützenswerten **Spezies sich verringern wird**. Auch eine Verdrängung **einheimischer** durch invasive Arten wird als wahrscheinlich betrachtet.

An der bisherigen **geographischen Verteilung der Waldflächen** wird es leichte Veränderungen geben. Im Bereich der Ballungsräume wird es zu Verdrängungseffekten kommen. Zudem wird eine Verschiebung des Waldschwerpunktes – aufgrund des vermehrten Bevölkerungsdrucks im Süden – in Richtung Nordbayern stattfinden. Eine Veränderung im Bereich der Höhenstaffelung ist bei einem sich weiter verstärkenden Klimawandel ebenfalls zu beobachten. Durch Naturschutzmaßnahmen könnte es zur Zusammenlegung bzw. Schaffung von Korridoren für bestimmte Arten kommen, wo dies möglich und sinnvoll ist.

Ebenso wie beim Status Quo wird es im Zuge des Alternativszenarios bis 2075 wohl kaum zu einer Veränderung der bestehenden **Eigentumsverhältnisse** kommen. Höchstens ein Trend zu Privatisierungen, der von manchen Experten angeführt wird, könnte hier zum Tragen kommen. Auch die Option, Waldbesitzer zu werden, wird an Attraktivität gewinnen. So können soziale Veränderungen dazu führen, dass vor allem Kleinwaldparzellen gekauft werden (als Kapitalanlage/zusätzliche Altersvorsorge). Trotz der Bemerkungen über die Erhöhung von Mischanteilen mit klimatoleranten Baumarten (Tanne, Buche, sonst. Laubholz) werden sich die **jagdlichen Verhältnisse** und damit die Quantität des Waldwildes kaum ändern.

Der erste Änderungswunsch betraf im Abschnitt „Veränderung des Anteils von Laub- zu Nadelholz“ die Rolle der Douglasie. Neben dieser sollten auch noch andere nicht-einheimische Baumarten erwähnt werden, um stärker zu betonen, dass nicht nur die Douglasie in der künftigen Forstpolitik unter ASZ I eine Rolle spielen wird.

Im Abschnitt „Anteil naturnaher Flächen an der Gesamten Waldfläche“ stieß die Formulierung auf Kritik. Statt der bisherigen Betonung einer weiteren Verschärfung des Gegensatzes zwischen naturnahen und weniger naturnahen Flächen aufgrund des segregativen Schutzes, sollte vielmehr von einer integrativen Entwicklung ausgegangen werden. Demnach würden die intensiver forstwirtschaftlich genutzten Wälder in diesem Szenario auch mehr Möglichkeiten für Entwicklungen hin zu mehr Naturnähe zulassen.

In Bezug auf den Erholungswert der Wälder, der bei der bisherigen Formulierung unter ASZ I insgesamt abnehmen würden, verlangten die Experten die Modifizierung hin zu einer teilweisen Abnahme, die nicht pauschal formuliert werden kann.

Wurde bisher davon ausgegangen, dass unter ASZ I die Bedeutung von Naturschutzmaßnahmen aufgrund anderer Prioritäten abnehmen würde, gingen die Experten in ihren Vorschlägen davon aus, dass diese Abnahme nur vorübergehend eintreten werde. Durch gesellschaftlichen Druck und die mit dieser Abnahme verbundenen Entwicklungen ausgelöst, könnte auch unter ASZ I die Bedeutung von Naturschutzmaßnahmen langfristig wieder verstärkt werden.

Das bereits in der ersten Delphi-Runde strittige Argument der Abnahme gefährdeter Spezies aufgrund der Tatsache, dass unter ASZ I die Bedingungen für das Verschwinden bestimmter Arten sehr gut wären, wurde von den Experten in der zweiten Runde verworfen. Demnach würde unter ASZ I die Anzahl der gefährdeten Spezies wohl kontinuierlich zunehmen.

Bei den Eigentumsverhältnissen wurde der Zusatz ergänzt, dass mit zu erwartenden sozialen Veränderungen der Ankauf von Kleinwaldparzellen durch Privatpersonen zunehmen könnte. Zwar wurde der Trend zu Privatisierungen bereits erwähnt, jedoch wird dieser nun durch eine Beispielentwicklung stärker hervorgehoben.

Wichtig war den Experten außerdem die Ergänzung eines Absatzes zum Thema Jagd. Darin wurde formuliert, dass sich unter ASZ I die jagdlichen Verhältnisse und damit auch die Wildbestände nicht wesentlich verändern werden. Interessant ist dabei vor allem, dass eine derartige Ergänzung um das Thema Jagd beim

SQ nicht verlangt worden war. Allerdings ist beim SQ ebenfalls nicht von einer Veränderung auszugehen, da hier ja die Jagd als konstant bleibender Einflussfaktor angenommen wird.

8.5 Waldentwicklung unter dem Alternativszenario II „Naturnahe und anpassungsfähige Wälder“

Da bei diesem Szenario nur noch wenige Experten konkrete Werte angegeben haben, müssen die nachfolgenden Zahlen mit Vorsicht betrachtet werden. Dennoch zeigen sich auch hier Tendenzen, die mit dem Szenariotext in Einklang stehen.

Die Waldentwicklung unter dem ASZ II steht ganz im Zeichen der Abnahme des Nadelholz-Anteils, wie bei einem Blick auf die Flächenänderung der Waldtypen zeigt (Tabelle 11). In keinem anderen Szenario würde demnach der standortfremde Fichten(misch)wald mehr Fläche verlieren. Die Schätzungen gehen bis zu einem Wert von -42 % für das Jahr 2075, allerdings bei größeren Unsicherheiten. Auch die standortgerechten Fichten(misch)wälder würden mit -7,3 % über alle Szenarios hinweg am stärksten einbüßen, obwohl sich die Einflussfaktoren auf die Waldentwicklung, wie z.B. der Klimawandel, unter diesem Szenario weniger stark auf die Wälder auswirken würden.

Tabelle 11: Flächenveränderung der Waldtypen (in %) unter Annahme des ASZ II

	2045		2075	
	Mittelwert	Sd	Mittelwert	Sd
(I) Montane Fichtenwälder	-6,9	9,5	-14,1	19,4
(II) Bergmischwälder	5,2	5,4	9,1	8,9
(III) Standortfremde Fichten(misch)wälder	-26,8	20,9	-42,0	30,1
(IV) Standortgerechte Fichten(misch)wälder	-7,3	7,1	-13,8	15,6
(V) Kiefern(misch)wälder	-6,7	9,9	-12,1	19,7
(VI) Buchen(misch)wälder	15,6	10,9	25,5	16,2
(VII) Sonst. Laubwälder des Flachlands	10,1	8,4	18,5	16,3
(VIII) Sonst. Mischwälder des Flachlands	8,3	8,7	17,6	16,3

Quelle: Eigene Darstellung nach eigenen Erhebungen

Die Buchen(misch)wälder wären demnach die großen Gewinner dieser Entwicklungen und könnten bis zum Jahr 2075 sogar um 25,5 % zulegen.

Hohe Zustimmungswerte erhalten Bergmisch- und Buchen(misch)wälder (je 100 % Zustimmung), aber auch die anderen Laubwaldtypen bei der Frage, ob in ihnen künstliche Totholzanreicherung sinnvoll wäre (Abb. 12). Dagegen scheint dies in den nadel-dominierten Wäldern kaum mehr sinnvoll zu sein. Unschlüssig sind sich die Experten bei den Kiefern(misch)wäldern.

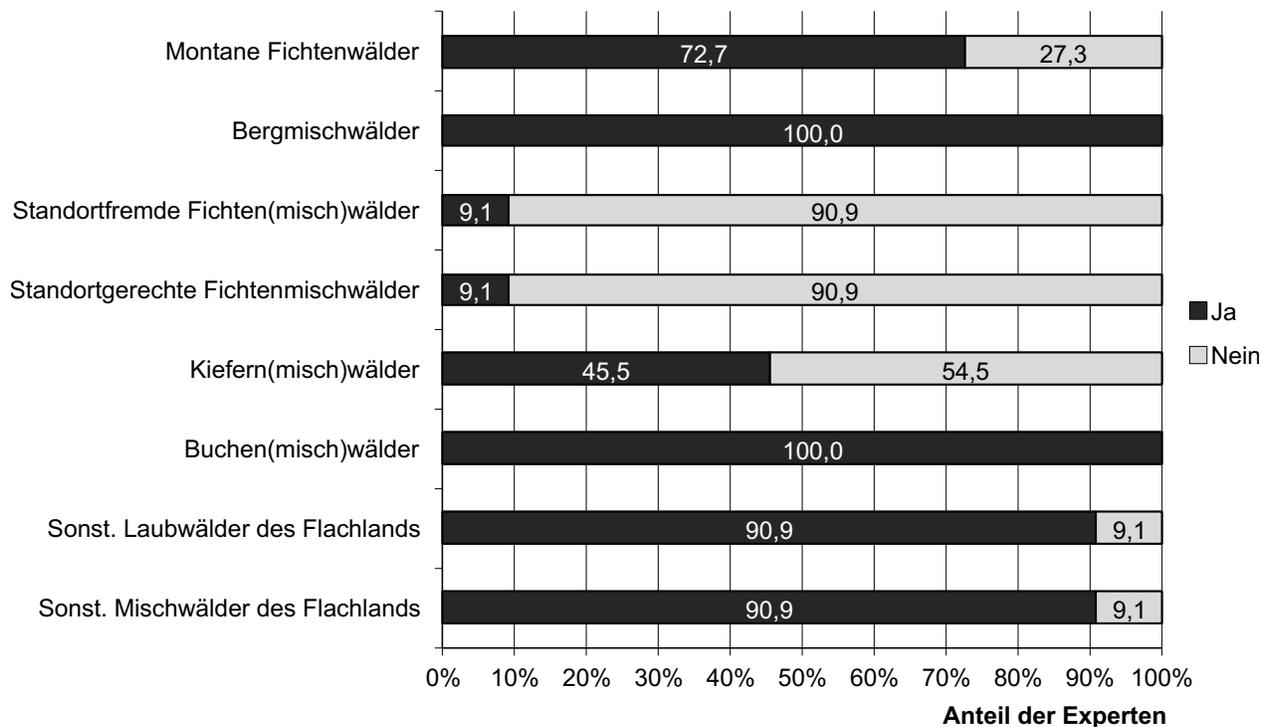


Abbildung 12: Antwortverteilung auf die Frage „Welche Waldtypen halten Sie unter ASZ II für besonders geeignet, um darin künftig vermehrt Totholz anzureichern?“; Mehrfachantworten möglich

Quelle: Eigene Darstellung nach eigenen Erhebungen

Von einer Zunahme der durchschnittlichen Totholz mengen kann unter ASZ II in allen Waldtypen ausgegangen werden, die Bergmisch- und Buchen(misch)wälder erhalten auch hier die höchsten Zustimmungswerte, bei den Fichten(misch)wäldern herrscht wiederum eine gewisse Unsicherheit (Abb. 13). Umso interessanter erscheint die Einschätzung der künftigen durchschnittlichen Totholz mengen (Abb. 14): Während die standortfremden Fichten(misch)wälder hier in der Mittelfrist kaum Zunahmen zu erwarten haben, wären diese in die Langfrist sogar die stärksten. Dies kann damit zusammenhängen, dass die negativen Auswirkungen von Einflussfaktoren auf die Fichtenwälder, die – wie man in den anderen Szenarien gesehen hat – die stärksten Umwandlungsprozesse zu spüren bekommen werden, zunächst geringer sein werden. Allerdings ist dieser Trend bei den standortgerechten Fichten(misch)wäldern nicht auszumachen. Hier käme es demnach, in fast der gleichen Größenordnung wie bei den anderen Waldtypen, zwar zu einer Erhöhung der Totholz mengen in der Mittelfrist, langfristig wären jedoch kaum noch Steigerungen zu erwarten. Dies ist ein Indiz dafür, dass in Wäldern, die eine Resilienz gegenüber den Einflussfaktoren entwickeln, die Totholz mengen nur auf ein bestimmtes Sättigungsmaß ansteigen werden und dann dort verharren werden.

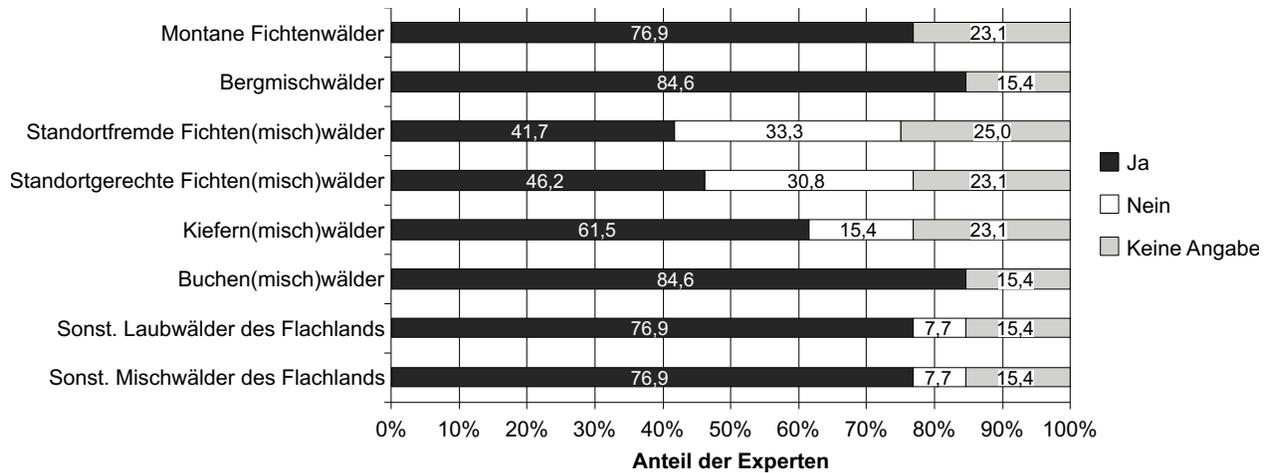


Abbildung 13: Antwortverteilung auf die Frage „Wird es in den Waldtypen unter ASZ II überhaupt zu einer Veränderung der Totholzmenge kommen?“

Quelle: Eigene Darstellung nach eigenen Erhebungen

Totholzmenge in m³ pro Hektar

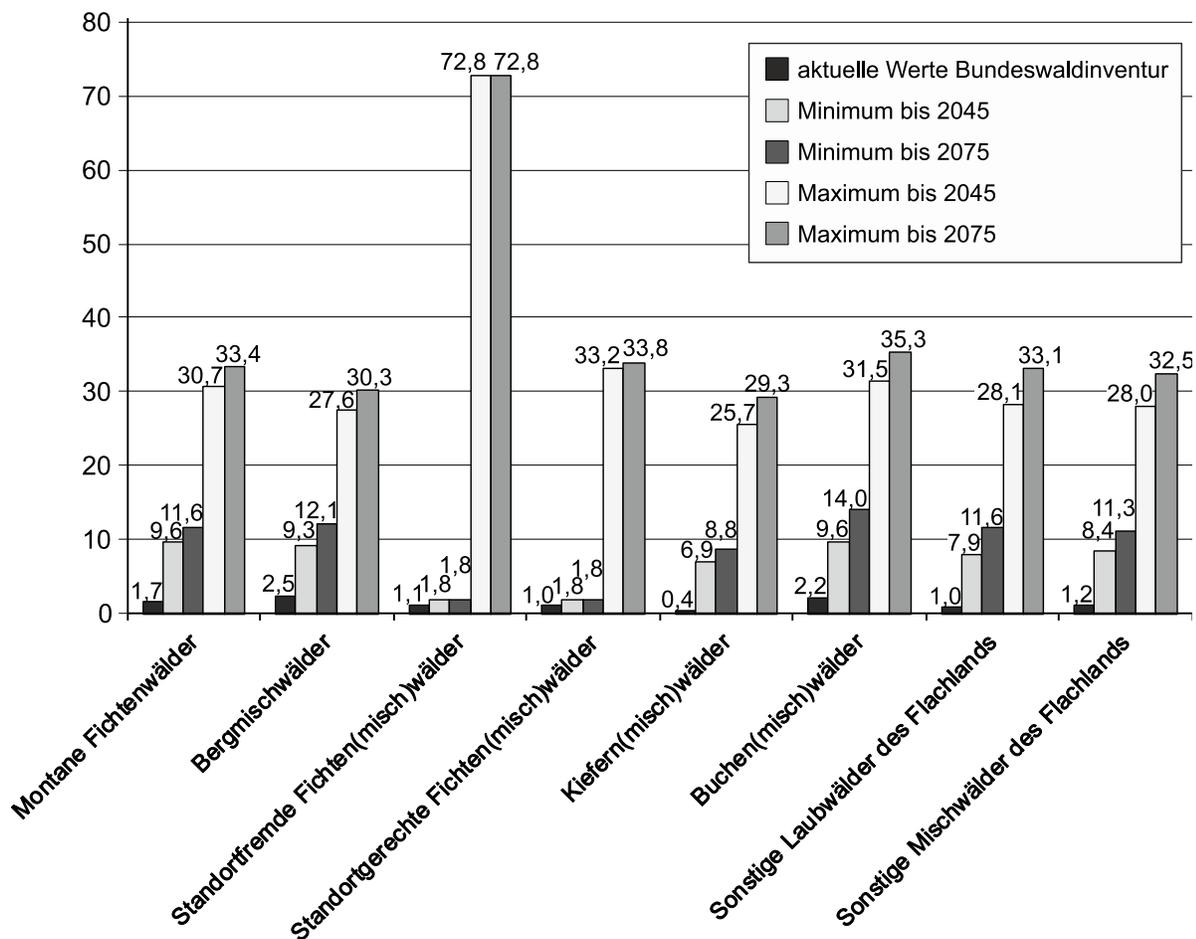


Abbildung 14: Abschätzung der künftigen durchschnittlichen Totholz mengen nach Waldtyp unter Annahme des ASZ II

Quelle: Eigene Darstellung nach eigenen Erhebungen

Die Übergangswahrscheinlichkeiten der Waldtypen bis 2045 weisen vergleichbare Tendenzen zu den anderen beiden Szenarien auf (Tabelle 12). So würden auch hier die Montanen Fichtenwälder zugunsten von Bergmischwäldern abnehmen (Wahrscheinlichkeitswert von knapp 5). Auch die Buchen(misch)- und sonstigen Laubwäldern würden vor allem aus den drei Nadelwald-Typen dazugewinnen. Der Trend des Verlusts von Nadelwald, der durch Laubwaldtypen abgelöst wird, setzt sich also auch in diesem Szenario fort und kann daher als sehr sicher angenommen werden.

Tabelle 12: Übergangswahrscheinlichkeiten der Waldtypen unter ASZ II bis 2045

Ausgangstypen \ Zieltypen	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
(I) Montane Fichtenwälder	0	4,83	0,00	0,83	0,33	1,17	0,00	0,00	0,33
(II) Bergmischwälder	0,17	0	0,00	0,50	0,17	2,33	0,00	0,00	0,33
(III) Standortfremde Fichten(misch)wälder	0,00	3,17	0	0,00	0,33	6,67	5,50	4,00	0,33
(IV) Standortgerechte Fichten(misch)wälder	0,17	2,83	0,00	0	0,67	6,00	3,50	1,83	0,33
(V) Kiefern(misch)wälder	0,00	0,17	0,00	0,50	0	4,83	5,00	2,17	0,33
(VI) Buchen(misch)wälder	0,17	0,50	0,00	0,17	0,00	0	0,67	0,33	0,33
(VII) Sonst. Laubwälder des Flachlands	0,00	0,00	0,00	0,17	0,17	1,00	0	0,50	0,33
(VIII) Sonst. Mischwälder des Flachlands	0,00	0,00	0,00	0,17	0,17	1,00	0,50	0	0,33
(IX) Andere Nutzung	0,33	0,33	0,17	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0

Zeilen: Ausgangstypen; Spalten: Zieltypen; 0 = überhaupt nicht wahrscheinlich; 10 = überaus wahrscheinlich

Quelle: Eigene Darstellung nach eigenen Erhebungen

8.6 Neuformulierung von Alternativszenario II

Da ASZ II von den Experten mit einem durchschnittlichen Wert von 3,9 als das unwahrscheinlichste eingeschätzt wurde, fielen die Änderungsvorschläge relativ verhalten aus. Als unrealistischere Entwicklung hatten die darin formulierten Passagen anscheinend eine gewisse Berechtigung und konnten weitgehend so bleiben.

Alternativszenario II (ASZ II) „Naturnahe und anpassungsfähige Wälder“ – zweite Fassung

Dieses Szenario spiegelt die Entwicklung in Bayerns Wäldern unter der von mehreren Experten entworfenen Idealentwicklung wider. Es beinhaltet daher im Gegensatz zu Status Quo und Alternativszenario I andere Teilaspekte, über deren künftige Entwicklung aber weitgehend Konsens besteht.

Einfluss des Klimawandels auf die Waldentwicklung:

Der Klimawandel wirkt sich weitaus weniger stark auf die Waldentwicklung und die Baumartenzusammensetzung in Bayern aus. Damit verbunden ist eine stärkere Resilienz der einheimischen, aber auch der inzwischen neu-etablierten Baumarten gegenüber klimatischen Extremereignissen und den damit verbundenen Folgewirkungen.

Nachhaltigkeit in der Forstwirtschaft:

Der Aspekt der Nachhaltigkeit wird künftig vermehrt forstwirtschaftliche Entscheidungen und Maßnahmen beeinflussen. Dabei wird darauf geachtet, die Teilaspekte Ökonomie, Ökologie und Soziales in Einklang miteinander zu bringen, während keiner dieser Bereiche durch einen anderen zu stark substituiert werden darf. Trotzdem wird im Bereich der Ökonomie besonders auf eine Forstwirtschaft abgezielt, die im internationalen Wettbewerb Bestand haben wird.

Künftige Rolle des Naturschutzes:

Der Waldnaturschutz wird sich nach diesem Szenario in einem Spannungsfeld zwischen Integration und Segregation bewegen. Das heißt, dass einerseits ein flächenhafter Naturschutz bei gleichzeitiger, naturverträglicher Nutzung verfolgt werden wird, andererseits aber auch dort, wo dies sinnvoll und das Konflikt-

potenzial gering ist, Wälder komplett aus der Nutzung genommen werden. Ein Waldanteil, auf dem Prozessschutz ablaufen kann, von bis zu zehn Prozent wird dabei als Richtwert angesehen.

Reduktion der Wildbestände:

Die Wildbestände werden künftig stärker kontrolliert und durch gezielte Bejagung auf ein ökologisch verträgliches Niveau reduziert werden.

Anerkennung für die von Wäldern bereitgestellten Ökosystemleistungen:

In Zukunft werden die aktuell noch als selbstverständlich angesehen Ökosystemleistungen, die den Bewohnern Bayerns durch Wälder zur Verfügung gestellt werden, stärker honoriert. Demnach wären insbesondere bestimmte Zahlungsleistungen an Waldbesitzer denkbar, je nach Fläche und ökologischer Güte bestimmter Waldareale.

Stärkung der Eigentümerrechte:

Bei diesem Szenario werden Entscheidungen und Maßgaben von Waldeigentümern von Seiten des Gesetzgebers weniger in Frage gestellt. Eingriffe in die Eigentümerrechte wären somit nur unter Berufung auf Belange des Allgemeinwohls zulässig. Aus diesem Grund werden besonders die Bedürfnisse der Bevölkerung regional differenziert berücksichtigt werden müssen.

Zunahme der Erholungsfunktion:

Die bayerischen Wälder werden insbesondere in der Umgebung von Siedlungen als wichtiger Raum zur Erholung und zur Regeneration an Bedeutung gewinnen. Von Touristen, für die Bayerns Wälder bereits heute einen wesentlichen Anziehungspunkt bilden, wird eine die Natur schonende Zugänglichkeit der Wälder nachgefragt werden, sodass auch periphere und wirtschaftlich schwächere Regionen von ihrem Waldreichtum profitieren werden.

Außer der Herausnahme des kompletten Abschnittes „Stärkung der Eigentümerrechte“ wurden keine Änderungswünsche zu ASZ II geäußert. Es wurde anhand der Antwortstruktur nicht ganz klar, ob die Experten mit der Formulierung von ASZ II so einverstanden waren, oder ob sie es aufgrund der geringen Eintrittswahrscheinlichkeit nicht für änderungswürdig hielten. Letzteres kann aber nicht ausgeschlossen werden.

Exkurs: Austauschgespräch mit Vertretern der Bayerischen Staatsforsten (BaySF), sowie des Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (StMELF) am 25. September 2017 in Weihenstephan.

Bereits nach Abschluss der zweiten Delphi-Runde und damit des Delphi-Prozesses, erklärten sich Vertreter der Bayerischen Staatsforsten sowie des übergeordneten Staatsministeriums doch noch bereit, zumindest die Ergebnisse der Delphi-Befragung mit den verantwortlichen Moderatoren zu diskutieren. Im Rahmen dieses Austauschtreffens wurden Vertretern der genannten Behörden vor allem die drei Szenarien zur Beurteilung vorgelegt. Dabei ergaben sich recht ähnliche Einschätzungen, wie sie bereits die Delphi-Experten getroffen hatten. Auch hier wurde das Status Quo-Szenario als das plausibelste angesehen, mit dessen Formulierung man auch konform ging. Dennoch gab es ein paar Anmerkungen, die vor allem die konkreten Werte betrafen, für welche die BaySF bereits konkrete Vorgaben haben (z.B. 10%-Ziel beim Prozessschutz). Auch war man mit dem Titel des ASZ I „Nutzungsintensivierung“ nicht einverstanden, da dieser neutraler formuliert werden müsste (Nutzungsintensivierung impliziert zu sehr negative Entwicklungen). Das ASZ II wurde als zu unkonkret und unvollständig kritisiert und dementsprechend mit der geringsten Eintrittswahrscheinlichkeit versehen, wobei kein exakter Wert genannt wurde.

Insgesamt war das Austauschtreffen als sehr konstruktiv und erfreulich zu bewerten, da es den Delphi-Moderatoren die Möglichkeit gab, die wesentlichen Ergebnisse innerhalb eines für Bayerns Wälder überaus wichtigen Gremiums zu präsentieren und zu erläutern.

8.7 Präferenzen für Maßnahmen zur künstlichen Totholzanreicherung

Nach der Evaluierung der drei Szenarien sollten die Experten unabhängig davon unterschiedliche Möglichkeiten zur künstlichen Anreicherung von Totholz bewerten, deren ökologischen Auswirkungen und gesellschaftliche Wahrnehmung im Rahmen des BioHolz-Projektes eine wichtige Rolle spielen. Dazu wurden ihnen vier verschiedene Varianten präsentiert, die jeweils unterschiedliche ökologische Nischen bieten würden: „Ganzer Baum“, „Erdstamm“, „Schwachholz“ sowie „Kronenholz“. Gefragt wurde dabei sowohl nach derjenigen Variante, die am wahrscheinlichsten zur Anwendung gelangen wird, als auch nach der sinnvollsten. Für beide Angaben konnten die Experten Rangplätze auf einer fünfstufigen Skala vergeben, wobei die 1 jeweils für „Hauptstrategie“ (diejenige Strategie, die hauptsächlich zur Anwendung kommt) stand und die Werte 2 bis 5 für Nebenstrategien (die zusätzlich erfolgen können). Darüber hinaus konnten auch noch eigene Ideen zur Umsetzung von künstlicher Totholzanreicherung beschrieben und bewertet werden. Bei den vorgegeben Varianten erzielte die Option „Kronenholz“ den höchsten durchschnittlichen Rangplatz von 2,5 bei der Frage nach der Wahrscheinlichkeit (Modus = 1; n=13), während für die Option „Schwachholz“ mit 2,9 der durchschnittlich niedrigste Rangplatz vergeben wurde (Modus = 3; n=13, Tab. 13). Auch als es um die Sinnhaftigkeit aller Varianten ging, wurde „Schwachholz“ mit einem Schnitt von 3,2 auf den letzten Platz verwiesen.

Tabelle 13: Einschätzungen zu den vorgeschlagenen Totholzanreicherungsvarianten (Ranking nach Wahrscheinlichkeit und Sinnhaftigkeit)

	Variante „Ganzer Baum“		Variante „Erdstamm“		Variante „Schwachholz“		Variante „Kronenholz“	
	wahrscheinlich	sinnvoll	wahrscheinlich	sinnvoll	wahrscheinlich	sinnvoll	wahrscheinlich	sinnvoll
N	13	13	13	13	13	13	13	13
Mittelwert	2,7	2,5	2,7	2,9	2,9	3,2	2,3	2,6
Median	2,0	2,0	3,0	3,0	3,0	3,0	2,0	2,0
Modus	2,0	1,0	0,0	3,0	3,0	4,0	1,0	2,0
Sd	1,6	1,8	2,0	1,5	0,8	1,2	1,4	1,3
Varianz	2,4	3,3	4,1	2,2	0,6	1,5	1,9	1,8

1 = Hauptstrategie; 2 bis 5 = Nebenstrategien (von 1 = wahrscheinlich/sinnvoll bis 5 = unwahrscheinlich/nicht sinnvoll)

Quelle: Eigene Darstellung nach eigenen Erhebungen

Dagegen hielten die Experten in diesem Zusammenhang die Option „Ganzer Baum“ für die am sinnvollsten umzusetzende. Dies zeigt, dass die Experten nicht davon ausgehen, dass die – für sie – sinnvollste Variante auch zur Anwendung kommen wird, wobei jedoch das als etwas weniger sinnvoll erachtete Kronenholz mit einem durchschnittlichen Rangplatz von 2,6 immerhin den zweithöchsten Rang bei der Frage nach der Sinnhaftigkeit zugewiesen bekam.

Bei den eigenen Ideen stechen besonders zwei Aspekte heraus: in einem ersten Punkt wird die Schaffung von Baumgruppen vorgeschlagen, die aus der Nutzung genommen (und damit dem natürlichen Zerfallsprozess zugeführt werden) und auf diese Weise sog. Biotopinseln erzeugen. Ein zweiter Punkt beinhaltet die Erzeugung von starkem, stehenden Totholz, das aus Sicht der Experten die höchste ökologische Güte besitzt, wobei dieser Aspekt bereits bei den vorgeschlagenen Varianten mit „Ganzer Baum“ und „Kronenholz“ Berücksichtigung fand.

9 Zusammenfassung und Ausblick

Mit Hilfe der Delphi-Methode konnten drei verschiedene Szenarien für die künftige Waldentwicklung in Bayern ermittelt werden. Die Anwendung dieses Ansatzes hat sich dabei als erfolgreich erwiesen. Zwar kam es auch beim Delphi „Waldentwicklung in Bayern“ zur üblichen Panel-Mortalität, dennoch konnte ein breites Spektrum an Experteneinschätzungen zum Thema Wälder in Bayern abgedeckt werden. Die Absage der Bayerischen Staatsforsten⁴ für eine Teilnahme am Delphi war bedauerlich, allerdings konnten außerhalb des eigentlichen Delphi-Prozesses im Rahmen eines Austausch-Gespräches, das am 25. September 2017 stattfand, noch Stellungnahmen zu den Delphi-Ergebnissen sowie zu den Szenarientexten eingeholt werden.

Die drei explorativen Szenarien spannen einen Rahmen auf, innerhalb dessen die künftige Waldentwicklung in Bayern verlaufen wird. Die wahrscheinlichste Entwicklung wird durch das Status Quo Szenario vorgegeben, das von konstant bleibenden Einflussfaktoren ausgeht. Unter der Vielzahl an Einflussfaktoren, die in der ersten Delphi-Runde identifiziert werden konnten, stechen besonders der Klimawandel sowie die Nachfrage nach dem Rohstoff Holz hervor. Sie wurden nicht nur von den meisten Experten genannt, sondern auch als besonders wichtig eingeschätzt. Aber auch die Rolle des Naturschutzes wurde als wichtiger Einflussfaktor erkannt, der sich in allen Szenarien in einem Spannungsfeld zwischen Segregation und Integration befindet. Welche der beiden Ansätze künftig eine größere Rolle spielen wird, vermochten die Experten nicht abschließend zu sagen, hier konnte kein Konsens erzielt werden.

Das Alternativszenario I wurde zwar als etwas weniger wahrscheinlich angesehen als SQ, es kann aber dennoch, schon aufgrund vergleichbarer Tendenzen als mögliche Entwicklung angesehen werden. Sollte die Nachfrage nach Holz, sowie weitere Einflussfaktoren sich doch stärker als gedacht verändern, so würde dieses Szenario aufzeigen, mit welchen Herausforderungen die Wälder Bayerns konfrontiert werden würden.

Dieser Entwicklung steht das Alternativszenario II entgegen, welches von einer höheren Resilienz der Wälder ausgeht. Dementsprechend wurde es zwar als das unwahrscheinlichste eingeschätzt, dennoch können

⁴ Diese Absage erfolgte vermutlich aus landespolitischen Gründen, da die Bayerischen Staatsforsten als staatliche Einrichtung gegenüber dem durch Bundesmittel geförderten BioHolz-Projekt erklärten, nicht an die zu Grunde liegende Nationale Biodiversitätsstrategie gebunden zu sein. Umso bedauerlicher war es, dass die Chance auf Kooperation im Rahmen des Delphi-Prozesses zunächst nicht wahrgenommen wurde.

auch die darin geschilderten Entwicklungen eintreten, und zwar unter der Voraussetzung, dass insbesondere negative Einflüsse reduziert werden können.

Innerhalb des BioHolz-Projektes nahm die Delphi-Studie als eigenes Teilprojekt von Anfang an eine Sonderstellung ein, da sie für andere Teilprojekte wichtige Daten liefern sollte. So wurden beispielsweise die für die räumliche Modellierung von Ökosystemleistungen relevanten Einflussgrößen und Werte ermittelt. Diese konnten mithilfe des InVEST-Generators zusammen mit den Daten aus der dritten Bundeswaldinventur für räumliche Analysen herangezogen werden. Aber auch für die Einschätzung der Relevanz bestimmter forstökonomischer Maßnahmen lieferte die Delphi-Befragung wichtige Daten. Somit kam ihr innerhalb des BioHolz-Projektes eine wichtige Vermittler-Rolle zu, von der eine Vielzahl von Teilprojekten profitieren konnte.

Interessant wäre es, die Delphi-Befragung zum ersten Zeithorizont zu wiederholen, um die bis dahin erfolgten Veränderungen in Hinblick auf die Vorhersagegüte des aktuellen Delphis durch die Experten selbst bewerten zu lassen. Damit könnte auch der durchaus berechtigten Kritik der mangelnden Reproduzierbarkeit entgegengewirkt werden.

Eine Kenntnisnahme der wichtigsten Delphi-Ergebnisse durch verantwortliche Stellen, zu denen an erster Stelle die Bayerischen Staatsforsten, aber auch kommunale und private Forstverbände, Vertreter der Forstwissenschaft, sowie Einrichtungen des Naturschutzes und der Umweltbildungen zu zählen sind, wäre wünschenswert, hierfür soll dieser Bericht einen Beitrag leisten.

Literatur

- Albert, C., Neßhöver, C., Schröter, M., Wittmer, H., Bonn, A., Burkhard, B., Dauber, J., Döring, R., Fürst, C., Grunewald, K., Haase, D., Hansjürgens, B., Hauck, J., Hinzmann, M., Koellner, T., Plieninger, T., Rabe, S.-E., Ring, I., Spangenberg, J., Stachow, U., Wüstemann, H., Görg, C. (2017): Towards a National Ecosystem Service Assessment in Germany. A Plea for a Comprehensive Approach. *Gaia* 26 (1), S. 27– 33. doi:10.14512/gaia.26.1.8.
- Barbier, E. B. (2011): Pricing Nature. *Annual Review of Resource Economics* 3 (1), S. 337–353. doi:10.1146/annurev-resource-083110-120115.
- Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (Hrsg.) (2019): *Waldfläche*. URL: <http://www.bundeswaldinventur.bayern.de/080772/index.php> (Abrufdatum: 12.01.2019).
- Bayerische Staatsforsten (BaySF) (2018): *Naturschutz*. URL: <https://www.baysf.de/de/wald-schuetzen/naturschutz.html> (Abrufdatum: 25.10.2018).
- Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) (Hrsg.) (2014): *Nachhaltig und naturnah – Wald und Forstwirtschaft in Bayern. Ergebnisse der dritten Bundeswaldinventur*. Freising: LWF.
- Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit (StMUG) (Hrsg.) (2008): *Strategie zum Erhalt der biologischen Vielfalt in Bayern [Bayerische Biodiversitätsstrategie]*. München: StMUG.
- Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (StMUV) (Hrsg.) (2015): *Klima-Report Bayern 2015. Klimawandel, Auswirkungen, Anpassungs- und Forschungsaktivitäten*. München: StMUV.

- BioHolz-Projekt (Hrsg.) (2019): Projekt-Homepage. URL: www.bioholz-projekt.de (Abrufdatum: 04.02.2019)
- Bollmann, K., Bergamini, A., Senn-Irlet, B., Nobis, M., Duelli, P., Scheidegger, C. (2009) Konzepte, Instrumente und Herausforderungen bei der Förderung der Biodiversität im Wald. Concepts, instruments and challenges for the conservation of biodiversity in the forest. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 160 (3), S. 53-67. doi: 10.3188/szf.2009.0053.
- Bormann, K., Bösch, M., Lorenz, M., Moning, C., Olschewski, R., Rödl, A., Schröppel, B., Weller, P. (2016): Ökosystemleistungen von Wäldern. In: van Haaren, C., Albert, C. (Hrsg.): *Ökosystemleistungen in ländlichen Räumen. Grundlage für menschliches Wohlergehen und nachhaltige wirtschaftliche Entwicklung*. Leibniz Universität Hannover, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ. Hannover, Leipzig, S. 152-179.
- Braat, L. C., de Groot, R. (2012): The ecosystem services agenda. Bridging the worlds of natural science and economics, conservation and development, and public and private policy. *Ecosystem Services* 1 (1), S. 4–15. doi:10.1016/j.ecoser.2012.07.011.
- Bundesamt für Naturschutz (BfN) (Hrsg.) (2018): *Naturbewusstsein*. URL: <https://www.bfn.de/themen/gesellschaft/naturbewusstsein.html>, (Abrufdatum: 25.10.2018).
- Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BEL) (Hrsg.) (2019): *Ausgewählte Ergebnisse der dritten Bundeswaldinventur. Ergebnisdatenbank. Totholzvorrat [m³/ha] nach Land und Eigentumsart*. URL: <https://bwi.info/inhalt/1.3.aspx?Text=8.01%20Eigentumsart&prRolle=public&prInv=BWI2012&prKapitel=8.01> (Abrufdatum: 10.01.2019).
- Bundesministerium für Umwelt Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (Hrsg.) (2007): *Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt*. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU): Berlin.
- Bundesministerium für Umwelt Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (Hrsg.) (2010): *Indikatorenbericht 2010 zur nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt*. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU): Berlin.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB), Bundesamt für Naturschutz (BFN) (Hrsg.) (2016): *Bundesprogramm Biologische Vielfalt Ziele und Fördermodalitäten*. Bonn.
- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B. et al. (1997): The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387 (6630), S. 253. doi:10.1038/387253a0.
- Christlich Soziale Union in Bayern (CSU), Freie Wähler Bayern (FW) (Hrsg.) (2018): *Für ein bürgernahes Bayern. Koalitionsvertrag für die Legislaturperiode 2018-2023*. München. URL: https://www.csu.de/common/csu/content/csu/hauptnavigation/dokumente/2018/Koalitionsvertrag_Gesamtfassung_final_2018-11-02.pdf, (Abrufdatum: 20.01.2019).
- Cuhls, K. (2009): Delphi-Befragungen in der Zukunftsforschung. In: Popp, R., Schüll, E. (Hrsg.): *Zukunftsforschung und Zukunftsgestaltung*. Berlin: Springer, S. 207-221.
- Dalkey, N. C. (1967): *Delphi. Rand Paper P-3704*. Santa Monica, CA: Rand Corporation.
- Dalkey, N. C., Helmer, O. (1963): An experimental application of the Delphi method to the use of experts. *Management Science* 9, S. 458–467.
- De Boer, J. Z. M., Hale, J. R. (2000): The geological origins of the oracle at Delphi, Greece. In: McGuire, W., Griffiths, D., Hancock, P., Stewart, I. (Hrsg.): *The Archaeology of Geological Catastrophes* (=Geological Society, London, Special

- Publications, 171). London: Geological Society, S. 399-412. doi:<https://doi.org/10.1144/GSL.SP.2000.171.01.29>
- Di Zio, S., Castillo Rosas, J. D., Lamelza, L. (2017): Real Time Spatial Delphi. Fast convergence of experts' opinions on the territory. *Technological Forecasting and Social Change* 115, S. 143-154. doi:[10.1016/j.techfore.2016.09.029](https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.09.029).
- Filyushkina, A., Strange, N., Löf, M., Ezebilo, E. E., Boman, M. (2018): Applying the Delphi method to assess impacts of forest management on biodiversity and habitat preservation. *Forest Ecology and Management* 409, S. 179-189. doi:[10.1016/j.foreco.2017.10.022](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.10.022).
- Gómez-Baggethun, E., de Groot, R., Lomas, P. L., Montes, C. (2010): The history of ecosystem services in economic theory and practice. From early notions to markets and payment schemes. *Ecological Economics* 69 (6), S. 1209-1218. doi:[10.1016/j.ecolecon.2009.11.007](https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.11.007).
- Grober, U. (2013): Urtexte – Carlowitz und die Quellen unseres Nachhaltigkeitsbegriffs. *Natur und Landschaft* 88 (2), S. 46-51.
- Häder, M. (2009): *Delphi-Befragungen. ein Arbeitsbuch*. Wiesbaden: Springer.
- Hayati, E., Majnounian, B., Abdi, E., Sessions, J., Makhdoum, M. (2013): An expert-based approach to forest road network planning by combining Delphi and spatial multi-criteria evaluation. *Environmental Monitoring and Assessment* 185 (2), S. 1767-1776. doi:[10.1007/s10661-012-2666-1](https://doi.org/10.1007/s10661-012-2666-1).
- Hömme, F. (2001): Entwicklung und Prognose des Angebots und der Nachfrage bezüglich Gewerbebrachflächen in Deutschland. In: Job, H., Koch, M. (Hrsg.): *Gewerbebrachflächenrecycling. Ein Beitrag zur nachhaltigen Stadt- und Regionalentwicklung* (=Münchner Studien zur Sozial- und Wirtschaftsgeographie 42). Kallmünz/Regensburg: Lassleben, S. 81-102.
- Hotes, S. (2010): Exkurs: Biodiversität - was ist das und wie kann man sie messen? In: Hotes, S., Wolters, V. (Hrsg.): *Fokus Biodiversität - wie Biodiversität in der Kulturlandschaft erhalten und nachhaltig genutzt werden kann*. München: Oekom, S. 25-27.
- Hotes, S., Dahms, H. (2010): Exkurs: Ökosystemare Dienstleistungen - ein sperriger Schlüsselbegriff. In: Hotes, S., Wolters, V. (Hrsg.): *Fokus Biodiversität - wie Biodiversität in der Kulturlandschaft erhalten und nachhaltig genutzt werden kann*. München: Oekom, S. 163-164.
- Hotes, S., Bäessler, C., Brandl, R., Drexler, M., Gruppe, A., Hagge, J., Härtl, F., Hotzy, R., Job, H., Knoke, T., Langhammer, P., Mayer, M., Müller, J., Rathmann, J., Sacher, P., Seibold, S., Simons, N., Weisser, W., Werneker, M. (2019): Umsetzung von Biodiversitätsstrategien in Wäldern: Das BioHolz-Projekt. *AFZ-Der Wald*. Eingereicht.
- Job, H., Fließbach-Schendzielorz, M., Bittlingmaier, S., Herling, A., Woltering, M. (2019): *Akzeptanz der bayerischen Nationalparks. Ein Beitrag zum sozioökonomischen Monitoring in den Nationalparks Bayerischer Wald und Berchtesgaden* (=Würzburger Geographische Arbeiten 122). Würzburg: Würzburg University Press.
- Kumar, M., Kumar, P. (2008): Valuation of the ecosystem services. A psycho-cultural perspective. *Ecological Economics* 64 (4), S. 808-819. doi:[10.1016/j.ecolecon.2007.05.008](https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.05.008).
- Lee, C.-F., King, B. (2009): A determination of destination competitiveness for Taiwan's hot springs tourism sector using the Delphi technique. *Journal of Vacation Marketing* 15 (3), S. 243-257. doi:[10.1177/1356766709104270](https://doi.org/10.1177/1356766709104270).

- Müller, M., Mayer, M., Job, H. (2008): Totholz und Borkenkäfer im Nationalpark Bayerischer Wald aus touristischer Perspektive. In: Job, H. (Hrsg.): *Die Destination Nationalpark Bayerischer Wald als regionaler Wirtschaftsfaktor*. Grafenau: Nationalpark Bayerischer Wald, S. 100-116.
- Natural Capital Project (Hrsg.) (2019): *What is InVEST?* URL: <https://naturalcapitalproject.stanford.edu/invest/#what-is-invest>, (Abrufdatum: 08.01.2019).
- Okoli, C., Pawlowski, S. D. (2004): The Delphi method as a research tool. An example, design considerations and applications. *Information & Management* 42 (1), S. 15–29. doi:10.1016/j.im.2003.11.002.
- Plieninger, T., Woltering, M., Job, H. (2016): Implementierung des Ökosystemleistungs-Ansatzes in deutschen Biosphärenreservaten. *Raumforschung und Raumordnung* 74 (6), S. 541-554. doi:10.1007/s13147-016-0438-z.
- Pütz, M. (2004): *Regional Governance. Theoretisch-konzeptionelle Grundlagen und eine Analyse nachhaltiger Siedlungsentwicklung in der Metropolregion München*. München: Oekom.
- Sacher, P., Kaufmann, S., Mayer, M. (2017): Wahrnehmung der natürlichen Waldentwicklung im Nationalpark Harz durch Besucher. Eine Befragung an Standorten mit unterschiedlicher Totholzexposition. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 49 (9), S. 291–299.
- Sackman, H. (1974): *Delphi Assessment. Expert Opinion, Forecasting, and Group Process. A report prepared for United States Air Force Project RAND*. Santa Monica, CA. Rand Corporation.
- Seibold, S., Bäessler, C., Brandl, R., Büche, B., Szallies, A., Thorn, S., Ulyshen, M., Müller, J. (2016): Microclimate and habitat heterogeneity as the major drivers of beetle diversity in dead wood. *Journal of Applied Ecology* 53, S. 934–943. doi:10.1111/1365-2664.12607.
- Stiens, G. (1996): *Prognostik in der Geographie*. Braunschweig: Westermann.
- Strand, J., Carson, R. T., Navrud, S., Ortiz-Bobea, A., Vincent, J. R. (2017): Using the Delphi method to value protection of the Amazon rainforest. *Ecological Economics* 131, S. 475–484. doi:10.1016/j.ecolecon.2016.09.028.
- Woudenberg, F. (1991): An evaluation of Delphi. *Technological Forecasting and Social Change* 40 (2), S. 131–150. doi:10.1016/0040-1625(91)90002-W.

Anhang

1) English versions of the final scenario texts

Status Quo Scenario (SQ)

This scenario describes the development of the Bavarian forests under the same influencing factors.

Change of forest share among the total area of Bavaria:

The experts largely agree that the share of forests among the total area of Bavaria will hardly change in future. They predict some slight increases especially in the regions particularly affected by population decline, as a result of the reforestation of abandoned marginal agricultural land. Only few foresee a (slight) decline in the share of forest area; the main reasons given are the increasing demand for renewable raw materials (e.g. energy crops) and the demand for land for renewable energies (photovoltaic systems) as well as for infrastructure projects such as roads or industrial areas close to settlements.

Change in the ratio of deciduous to coniferous trees:

There is a high level of agreement that the ratio of deciduous to coniferous wood will shift in favor of deciduous trees due to forestry remediation and biological disturbances in the coniferous woodlands; estimates range up to 50% of hardwood (though not until 2075). At the same time, however, attention is drawn to differences between developments in state and private forests, since in the latter case the proportion of coniferous trees will remain high (demand for rapidly growing timber). The role of the Douglas fir as a non-local spruce substitute (better adaptation to climate change and higher resistance to pest infestations) is controversial respectively unpredictable among the experts; first successful implementations of this tree species, however, are indicative that its share will further increase. In addition, other non-native tree species such as cedar or Turkish hazel will be increasingly used in forest planning.

Change in the share of near-natural areas among the forest area:

Most experts consider a slight to moderate increase in the share of near-natural areas to be likely (among other a higher share of deciduous trees). However, due to the simultaneous displacement effects by non-native tree species as a consequence of constant climate change, this development could be partially slowed down.

Change in the average share of deadwood in the Bavarian forests:

The majority of experts think that an increase is likely. As reasons they particularly name the developments in protected areas and the stipulations of (contract) nature conservation. In doing so, they stress both the external influences of nature conservation organizations and own nature conservation concepts, e.g. of the Bavarian State Forests. In addition, there will be a greater variety of deadwood forms (e.g., young next to old, standing next to lying) within a forest area. Thus, it is not possible to speak of a general increase in the amount of deadwood, but rather of an increase in its structural diversity.

Changing importance of timber production:

There are two opposing tendencies. On the one hand, on some areas, wood production will increase or increase in importance due to higher demand; on the other hand, more land will be taken out of use in favor of nature conservation. Both developments proceed simultaneously, suggesting that the different ideas of the role of forests continue to move farther apart. The fact that the vast majority of Bavaria's forests consists of commercial forests, however, would mean that use intensification would have far greater dimensions. Only a few experts expect no change.

Change in the recreational value of the Bavarian forests:

The experts consider both no change and a further increase in the recreational value as likely. In the case of a further increase, they particularly name increased leisure demands of the population as well as a rise in tourism and outdoor activities as the main reasons. The wider range of different forest conditions from the classic commercial forest to "wilderness areas" in protected areas will also play a role here. However, there will be a differentiation in the perception of the recreational value due to the recreational pressure in the urbanized regions (in this respect peri-urban forests have a high recreational value per se, regardless of their condition). Also, a segmentation of the forests according to different uses, for instance depending on the recreational value, would be conceivable.

Change in the importance of nature conservation measures:

Nature conservation measures and nature conservation will partly increase their importance considerably. But here, too, the opposite of quantity vs. quality is addressed, as some conservation measures may be expensive and yet inefficient, or they may not actually enhance naturalness (for example, too much human intervention before natural development can occur). Accordingly, there will also be a further specialization in terms of nature conservation.

Change in the share of endangered animal and plant species:

The share of endangered plant and animal species will rise moderately to significantly under constant influencing factors. Few experts see a contrary development as likely. In this context, experts regard forests as the "more stable" living space in comparison, for example, to the open country. In particular, the persistent climate change poses a high threat to a variety of species, but other anthropogenic influences will also contribute. In the best case, there will be a stagnation of the currently endangered species and habitats.

Change in the geographical distribution of forest areas:

Most experts do not expect any significant changes. Possibly, a greater fragmentation of existing forest areas, especially by infrastructure projects, could occur. There will also be a slight shift of the forest focus towards northern Bavaria due to the increased population pressure in the south.

Change of ownership:

There will be hardly any changes in ownership. Possibly, a slight increase in the share of private forests is to be expected, as forest ownership could become more attractive to groups of persons or stakeholders that previously had little reference to forests.

Alternative scenario I (ASC I) "Intensification of use"

This scenario describes the development deviating from the status quo scenario under those influencing factors that will change according to the experts' assessment.

For the **forest area**, experts expect a slight increase as an alternative to the status quo scenario. This happens especially on abandoned agricultural marginal land or in previously more sparsely wooded areas.

The ratio of **deciduous to coniferous trees** will experience a significant increase of the hardwood share. Estimates for the increase range up to a balanced ratio of 50:50. However, the use of non-native tree species that are adapted to the conditions of climate change is also discussed. The Douglas fir, but also other non-native tree species, will replace the spruce and could slow down the increase of the deciduous tree share if implemented successfully.

The development of the **share of near-natural areas among the total forest area** cannot be shown clearly in this scenario. An increase due to societal demands or the introduction of exemplary certification systems (Naturland, FSC) as well as compensatory measures in the forest are to be expected. In particular, non-forestry land will become an integral part of forest management, the previous segregation in not site-adapted, coniferous-dominated "forest plantations" and few remnants of near-natural forests will become increasingly blurred.

For the **average share of deadwood**, the experts see stagnation or even a slight decrease due to the increasing utilization pressure and increased use of timber. In this case, this coincides with the developments in timber use, presented in the following.

The **use of timber** will increase both in importance and in absolute terms. The reasons for this are above all the increased demand for timber and the energy transition in Germany. The use of fast-growing plantations (e.g. with hybrid-poplar) as short rotation forests is not excluded. The intensification of the timber use will therefore not affect the entire forest, but especially partial areas.

In contrast to the status quo, the **recreational value of the Bavarian forests** will experience an even stronger spatial differentiation. Due to the recreational pressures in the vicinity of urban areas, especially forests that are of interest for (local) recreation will be increasingly demanded. In contrast, many forest areas - with the exception of protected areas - will be used more intensively and thereby at least partially reduce their recreational value.

In addition, the **influence of nature conservation measures** will tend to decrease at first in comparison to the status quo in order to compensate for the increasing utilization pressure. Species protection may have

less significance in the future due to other priorities, e.g. for climate protection. As a result, and depending on the development of endangered species, the need for an extension of protective measures would increase again in the further course due to societal pressures.

Endangered animal and plant species as well as **habitats** will become more frequent in this scenario in the future due to the intensification of use and due to changed priorities in forestry planning. Also, a displacement of indigenous by invasive species is considered probable.

There will be slight changes in the previous **geographical distribution of forest areas**. In agglomeration areas, there will be displacement effects. In addition, due to increased population pressure in the south, the focus of the forests will shift towards northern Bavaria. A change in the altitudinal extent of tree species is also likely due to a further intensifying climate change. Nature conservation measures could lead to a consolidation or creation of corridors for specific species where possible and appropriate.

In parallel to the status quo, there will be hardly any change in the existing **ownership structure** until 2075. At most, a trend towards privatization, presumed by some experts, could occur. The option to become forest owner will also become more attractive. Social changes can lead to small-scale forest parcels being bought (as investments/additional pension scheme).

Despite the comments on the increase of mixed proportions with climate-tolerant tree species (fir, beech, other hardwood), the **hunting conditions** and thus the quantity of game will hardly change.

Alternative scenario II (ASC II) "Near-natural and adaptable forests"

This scenario reflects the development of Bavaria's forests under the ideal development designed by several experts. In contrast to the status quo and the alternative scenario I, it therefore contains other aspects, about which there is however a broad consensus regarding their development.

Influence of climate change on forest development:

Climate change has a far lower impact on forest development and tree species composition in Bavaria. This is associated with a stronger resilience of the native, but also the newly established tree species to climatic extremes and the associated consequences.

Sustainability in forestry:

The aspect of sustainability will increasingly influence future decisions and measures in forestry. Care is taken to harmonize the sub-aspects of economy, ecology and social affairs, while none of these aspects can be over-substituted by another. Nevertheless, in the field of economics, particular emphasis is placed on forestry, which must keep up in international competition.

Future role of nature conservation:

According to this scenario, forest conservation will be caught between integration and segregation. This means that, on the one hand, extensive nature conservation will be pursued with simultaneous, nature-friendly use, but on the other hand, forests will be completely taken out of use wherever this makes sense and the potential for conflict is low. A share of forests of up to ten percent on which ecological integrity approaches can be realized, is regarded as a guideline.

Reduction of wild stocks:

In future, wild stocks will be more closely controlled and reduced to an ecologically compatible level through targeted hunting.

Recognition for the ecosystem services provided by forests:

In the future, the ecosystem services which forests provide for the Bavarian population and which currently are considered as self-evident, will be more strongly rewarded. Accordingly, certain payments to forest owners would be conceivable, depending on the area and the ecological quality of certain forest areas.

Strengthening of ownership rights:

In this scenario, decisions and stipulations of forest owners are less questioned by the legislator. Interventions in the ownership rights would thus be permitted only based on general public interests. For this reason, the needs of the population in particular have to be taken into account on a regionally differentiated basis.

Increase of the recreational function:

The Bavarian forests will gain importance as crucial spaces for recreation and regeneration, especially in the vicinity of settlements. Tourists, for whom Bavaria's forests are already today a major attraction, will demand nature-friendly accessibility of the forests, so that peripheral and economically weaker regions will also benefit from their abundance of forests.

2) Fragebogen der ersten Delphi-Runde



Sehr geehrte Damen und Herren (anonymisiert),

vielen Dank, dass Sie sich dazu bereit erklärt haben, uns im Rahmen des BioHolz-Projektes (www.bioholz-projekt.de) mit Ihrer Expertise zu unterstützen!

ERNST MORITZ ARNDT
UNIVERSITÄT GREIFSWALD



Wissen
lockt.
Seit 1456

Das Projekt soll dazu beitragen, biologische Vielfalt von Wäldern zu erhalten und ihre Ökosystemleistungen optimal zu nutzen. Die nationale Biodiversitätsstrategie gibt dabei den Rahmen vor, der in den Biodiversitätsstrategien der Bundesländer weiter ausgeführt worden ist. Im BioHolz-Projekt untersuchen wir verschiedene Optionen, wie Arten mit Bindung an Alt- und Totholz gefördert und gleichzeitig die unterschiedlichen Ansprüche an Wälder in Bezug auf Holzproduktion, regulierende Funktionen und die Erholung erfüllt werden können. Die Delphi-Studie befasst sich speziell mit den Wäldern im Freistaat Bayern.

In dieser ersten Runde des Delphi-Prozesses möchten wir Sie bitten, Ihr Expertenwissen und Ihre Sachkenntnis zum Thema Forst und Wald zu nutzen, um Aussagen über künftige mögliche Waldentwicklungsszenarien zu treffen. Es geht darum, abzuschätzen, wie sich die Wälder Bayerns über einen Zeithorizont von 30 bzw. 60 Jahren weiterentwickeln werden und welche Waldformen/Waldtypen sich in dieser Zeitspanne aufgrund veränderter Rahmenbedingungen möglicherweise wandeln werden. Darauf aufbauend sollen schließlich verschiedene Szenarien entwickelt werden, die Auskunft über potenzielle künftige Waldzustände liefern können. Sie, als Delphi-Teilnehmer, werden dafür sowohl über die – Ihrer Ansicht nach – wahrscheinlichen Entwicklungen, als auch über die von Ihnen präferierten Veränderungen bzw. Entwicklungen befragt.

Ziel dieser ersten Delphi-Runde ist es, einen Überblick über die Einschätzungen ausgewählter Waldexpertinnen und -experten – darunter fallen Sie – zur Entwicklung der bayerischen Forsten und Wälder zu gewinnen. Die Ergebnisse dieser Runde werden Ihnen nach einer statistischen und qualitativen Auswertung zugesendet und dienen gleichzeitig als Grundlage für die nächste, darauf folgende detailliertere Befragungsrunde, die sich wiederum an Ihre geschätzte Adresse richten wird.

Ihre Angaben werden selbstverständlich absolut vertraulich behandelt und nur in anonymisierter Form ausgewertet.

1.

1.1 Bitte bewerten Sie Ihren **Kenntnisstand** zum Thema Waldzustand und Waldentwicklung.

1	2	3	4	5	-99	
sehr gut				sehr schlecht		k.A.

1.2 Wie würden Sie den aktuellen Zustand der Wälder in Bayern allgemein beschreiben?

1.3 Wie vertraut sind Sie mit dem Konzept der **Ökosystemleistungen**?

1	2	3	4	5	-99	
sehr vertraut			überhaupt nicht vertraut			k.A.

1.4 Welche Ökosystemleistungen fallen Ihnen spontan in Bezug auf Wälder ein?

2. An dieser Stelle möchten wir Ihnen gerne folgende **Definition** vorstellen:

„Ökosystemleistungen bezeichnen direkte und indirekte Beiträge von Ökosystemen zum menschlichen Wohlergehen, das heißt Leistungen und Güter, die dem Menschen einen direkten oder indirekten wirtschaftlichen, materiellen, gesundheitlichen oder psychischen Nutzen bringen. In Abgrenzung zum Begriff Ökosystemfunktion entsteht der Begriff Ökosystemleistung aus einer anthropozentrischen Perspektive und ist an einen Nutzen des Ökosystems für den Menschen gebunden. Der Begriff beinhaltet die häufig verwendeten Begriffe »Ökosystemdienstleistung« und »ökosystemare Güter und Leistungen« und entspricht dem englischen Begriff der »ecosystem goods and services«.“

(Quelle: Naturkapital Deutschland - TEEB.de)

3.

3.1 Nachdem Sie nun eine gängige Definition für Ökosystemleistungen gelesen haben, würden Sie Ihre ursprünglichen Nennungen zu Ökosystemleistungen in Bezug auf Wälder **verändern**?

Ja	Nein	Weiß nicht	Keine Angabe
----	------	------------	--------------

3.2 Falls Sie die vorige Frage mit Ja beantwortet haben, welche Ökosystemleistungen in Bezug auf Wälder würden Sie nun noch zusätzlich aufnehmen oder eher weglassen.

3.3 Bitte nennen Sie die aus Ihrer Perspektive wichtigen Ökosystemleistungen/Funktionen von **Totholz** in Wäldern.

4.

4.1 Bitte benennen Sie die aus Ihrer Sicht maßgeblichen **Einflussfaktoren** auf die heutige und zukünftige Entwicklung von Wäldern in Bayern. Sie können bis zu zehn Punkte nennen.

Anschließend möchten wir Sie bitten, die von Ihnen genannten Einflussfaktoren nach ihrer Bedeutung zu **gewichten**. Bitte versehen Sie hierzu die genannten Elemente mit Zahlen von 1 bis 10 (1 = sehr wichtig, 10 = unwichtig).

4.2 Bitte begründen Sie Ihr Ranking in wenigen Sätzen.

*Nachdem Sie die Einflussfaktoren genannt und nach ihrer Bedeutung angeordnet haben, glauben Sie, dass es im für diese Untersuchung relevanten Zeithorizont 2045/2075 zu **Veränderungen** kommen wird? Bitte kreuzen Sie Zutreffendes an.*

	Ja	Nein	Weiß nicht	Keine Angabe
4.3 Veränderung Einflussfaktor 1 (gemäß Ranking) bis 2045				
4.4 Veränderung Einflussfaktor 1 (gemäß Ranking) bis 2075				
4.5 Veränderung Einflussfaktor 2 (gemäß Ranking) bis 2045				
4.6 Veränderung Einflussfaktor 2 (gemäß Ranking) bis 2075				
4.7 Veränderung Einflussfaktor 3 (gemäß Ranking) bis 2045				
4.8 Veränderung Einflussfaktor 3 (gemäß Ranking) bis 2075				
4.9 Veränderung Einflussfaktor 4 (gemäß Ranking) bis 2045				
4.10 Veränderung Einflussfaktor 4 (gemäß Ranking) bis 2075				
4.11 Veränderung Einflussfaktor 5 (gemäß Ranking) bis 2045				
4.12 Veränderung Einflussfaktor 5 (gemäß Ranking) bis 2075				
4.13 Veränderung Einflussfaktor 6 (gemäß Ranking) bis 2045				
4.14 Veränderung Einflussfaktor 6 (gemäß Ranking) bis 2075				
4.15 Veränderung Einflussfaktor 7 (gemäß Ranking) bis 2045				
4.16 Veränderung Einflussfaktor 7 (gemäß Ranking) bis 2075				
4.17 Veränderung Einflussfaktor 8 (gemäß Ranking) bis 2045				
4.18 Veränderung Einflussfaktor 8 (gemäß Ranking) bis 2075				
4.19 Veränderung Einflussfaktor 9 (gemäß Ranking) bis 2045				
4.20 Veränderung Einflussfaktor 9 (gemäß Ranking) bis 2075				
4.21 Veränderung Einflussfaktor 10 (gemäß Ranking) bis 2045				
4.22 Veränderung Einflussfaktor 10 (gemäß Ranking) bis 2075				

*Falls Sie bei einem Einflussfaktor JA angegeben haben, wie **stark** werden dessen Veränderungen ausfallen?*

	Sehr stark				Sehr schwach	k.A.
4.3 Stärke der Veränderung von Einflussfaktor 1 (gemäß Ranking) bis 2045						
4.4 Stärke der Veränderung von Einflussfaktor 1 (gemäß Ranking) bis 2075						
4.5 Stärke der Veränderung von Einflussfaktor 2 (gemäß Ranking) bis 2045						
4.6 Stärke der Veränderung von Einflussfaktor 2 (gemäß Ranking) bis 2075						

4.7 Stärke der Veränderung von Einflussfaktor 3 (gemäß Ranking) bis 2045					
4.8 Stärke der Veränderung von Einflussfaktor 3 (gemäß Ranking) bis 2075					
4.9 Stärke der Veränderung von Einflussfaktor 4 (gemäß Ranking) bis 2045					
4.10 Stärke der Veränderung von Einflussfaktor 4 (gemäß Ranking) bis 2075					
4.11 Stärke der Veränderung von Einflussfaktor 5 (gemäß Ranking) bis 2045					
4.12 Stärke der Veränderung von Einflussfaktor 5 (gemäß Ranking) bis 2075					
4.13 Stärke der Veränderung von Einflussfaktor 6 (gemäß Ranking) bis 2045					
4.14 Stärke der Veränderung von Einflussfaktor 6 (gemäß Ranking) bis 2075					
4.15 Stärke der Veränderung von Einflussfaktor 7 (gemäß Ranking) bis 2045					
4.16 Stärke der Veränderung von Einflussfaktor 7 (gemäß Ranking) bis 2075					
4.17 Stärke der Veränderung von Einflussfaktor 8 (gemäß Ranking) bis 2045					
4.18 Stärke der Veränderung von Einflussfaktor 8 (gemäß Ranking) bis 2075					
4.19 Stärke der Veränderung von Einflussfaktor 9 (gemäß Ranking) bis 2045					
4.20 Stärke der Veränderung von Einflussfaktor 9 (gemäß Ranking) bis 2075					
4.21 Stärke der Veränderung von Einflussfaktor 10 (gemäß Ranking) bis 2045					
4.22 Stärke der Veränderung von Einflussfaktor 10 (gemäß Ranking) bis 2075					

5. Die von Ihnen genannten Einflussfaktoren auf die Waldentwicklung haben möglicherweise unterschiedliche Konsequenzen für verschiedene Wälder. So könnte sich zum Beispiel eine verstärkte Nachfrage nach Nadelholz positiv auf das Vorkommen von Nadelwäldern aber negativ auf das Vorkommen von Laubwäldern auswirken. Basierend auf dem aktuellen Zustand der bayerischen Wälder und Ihren Einschätzungen zu zukünftigen Entwicklungen wollen wir verschiedene Szenarien erstellen, welche die wahrscheinlichen Zustände der bayerischen Wälder beschreiben. Dies soll mit Hilfe einer Modellierung erfolgen, welche die räumliche Verteilung verschiedener Landnutzungsformen und Waldtypen für die Szenarien berechnet.

Für diesen Zweck werden die bayerischen Wälder in verschiedene Kategorien oder Waldtypen eingeteilt. Die Kriterien für die Einteilung sollen zum einen die wichtigsten Unterschiede zwischen Wäldern in Bayern aufzeigen, zum anderen einen möglichst großen Anteil der bayerischen Wälder beschreiben. Gleichzeitig soll die Anzahl der Kriterien und der sich daraus ergebenden Waldtypen möglichst klein sein. Als Ausgangspunkt für die Einteilung der Waldtypen schlagen wir **folgende Kriterien** vor:

Höhenstufen	Hauptbaumart	Mischung	Altersklasse	Totholzmenge	Eigentumsform
kollin	Buche	Reinbestand (eine Baumart)	< 20 Jahre	Wirtschaftswald	Staatswald (Bund)
submontan	Fichte	Reiner Nadelbestand	20-80 Jahre	Totholz-Konzepte	Staatswald (Land)
montan	Kiefer	Reiner Laubbestand	> 80 Jahre	Naturwald	Körperschaftswald
subalpin	Eiche	Nadelwald mit Laubbeimischung			Privatwald
	Anderes Laubholz	Laubwald mit Nadelbeimischung			
	Anderes Nadelholz	50/50 Nadel-/Laubbestand			

	Ja	Nein	Weiß nicht	k.A.
5.1 Hätten Sie diese Einteilung auf anderen Kriterien basierend vorgenommen?				

5.1 Wenn ja, welche Kriterien würden Sie zusätzlich aufnehmen und/oder welche würden Sie nicht berücksichtigen? (Bedenken Sie bitte dabei immer den Zweck, den die Einteilung erfüllen soll!)

	Ja	Nein	Weiß nicht	k.A.
5.2 Sind Sie mit den groben Abstufungen der Kriterien einverstanden?				

5.2 Wenn nicht, welche Abstufungen würden Sie vorschlagen zu verändern/wegzulassen/zu ergänzen?

6. An dieser Stelle möchten wir Ihnen zunächst folgende Parameter zum Ist-Zustand der Wälder in Bayern vorstellen:

Ausgewählte Daten aus der Bundeswaldinventur 2012 für Bayern:

- Flächenanteil Wald insgesamt an der Landesfläche: 35,3 %
- Flächenanteil Nadelbäume an der gesamten Waldfläche: 62,8 %
- Flächenanteil Laubbäume an der gesamten Waldfläche: 34,9 %
- Anteil Flächen mit sehr naturnaher Baumartenzusammensetzung in der Hauptbestockung an der Landesfläche: 3,9 %
- Anteil Flächen mit naturnaher Baumartenzusammensetzung in der Hauptbestockung an der Landesfläche: 11,1 %
- durchschnittliche Menge liegenden Totholzes pro Hektar: 7,8 m³
- durchschnittliche Menge stehenden Totholzes pro Hektar: 6,6 m³
- durchschnittliche Totholzmenge insgesamt (stehend, liegend, Stümpfe) pro Hektar: 22,0 m³

*Unter der Prämisse, dass die von Ihnen genannten Einflussfaktoren **konstant** bleiben: Wie werden die bayerischen Wälder im Jahr 2045/2075 aussehen? Werden sich die oben genannten Parameter aus der BWI ändern? Bitte schildern Sie uns die künftigen Zustände für nachfolgende Aspekte in wenigen Worten/ Stichpunkten.*

6.1 Flächenanteil des Waldes an der Gesamtfläche Bayerns: _____

6.2 Verhältnis Laub- zu Nadelbäumen: _____

6.3 Anteil naturnaher Flächen an der gesamten Waldfläche: _____

Durchschnittliche Totholzmenge (m³ pro Hektar) in den Wäldern Bayerns: _____

Die folgenden Punkte betreffen zusätzlich die Veränderungen allgemeiner Entwicklungen.

6.4 Holzproduktion und Forstpolitik: _____

6.5 Erholungswert der Wälder Bayerns: _____

6.6 Naturschutzmaßnahmen: _____

6.7 Anzahl bedrohter Tier- und Pflanzenarten/bedrohte Habitate: _____

6.8 Geographische Verteilung und Zusammenhang von Waldflächen: _____

6.9 Eigentumsverhältnisse: _____

6.10 Wäre dieser Zustand aus Ihrer heutigen Sicht **erstrebenswert**? Bitte begründen Sie Ihre Einschätzung! _____

*7. Bitte gehen Sie nun von Einflussfaktoren aus, die sich Ihren Einschätzungen gemäß **verändern** werden. Sie können sich Ihre Einschätzung mit einem Blick auf die **Seiten 5 bis 8 des Fragebogens** nochmals vor Augen führen.*

Wie würden sich folgende Parameter in diesem Fall verändern? Bitte schildern Sie uns Ihre Einschätzungen erneut in wenigen Worten/Stichpunkte

7.1 Flächenanteil des Waldes an der Gesamtfläche Bayerns	
7.2 Verhältnis Laub- zu Nadelbäumen	
7.3 Anteil naturnaher Flächen an der gesamten Waldfläche	
7.4 Durchschnittliche Totholzmenge (m ³ pro Hektar) in den Wäldern Bayerns	
7.5 Holzproduktion und Forstpolitik	
7.6 Erholungswert der Wälder Bayerns	
7.7 Naturschutzmaßnahmen	
7.8 Anzahl bedrohter Tier- und Pflanzenarten/bedrohte Habitats	
7.9 Geographische Verteilung und Zusammenhang von Waldflächen	
7.10 Eigentumsverhältnisse	

Welche maximalen **Totholz mengen** erwarten Sie für die angegebenen Zeithorizonte im Durchschnitt für nachfolgende Waldkategorien (Angaben bitte in m³ pro Hektar)?

7.11 Wälder ohne Nutzung/mit Schutzstatus bis 2045	
7.12 Wälder ohne Nutzung/mit Schutzstatus bis 2075	
7.13 Wirtschaftswälder bis 2045	
7.14 Wirtschaftswälder bis 2075	

7.15 Wie werden sich die Totholz mengen in Bayerns Wäldern bis 2045/2075 Ihrer Meinung nach verändern? Wird es aufgrund angepasster Rahmenbedingungen eher zu einer Abnahme, Stagnation oder Zunahme kommen? (kurze Begründung)

7.16 Welche Rolle spielt Ihrer Meinung nach die Eigentumsform (Staatswald, Körperschaftswald, Privatwald...) bei der künftigen Waldentwicklung?

8.

8.1 Bitte schildern Sie uns in wenigen Sätzen oder Stichpunkten das aus Ihrer Sicht **wünschenswerteste Szenario** für die Waldentwicklung in Bayern im Zeitraum bis 2045/2075. In anderen Worten: Wie wünschen Sie sich die Veränderung der von Ihnen genannten Einflussfaktoren?

8.2 Nachdem Sie Ihre Wünschentwicklung geschildert haben: Welche Entwicklungen sollten Ihrer Meinung nach im gleichen Zeitraum **nicht** erfolgen oder vermieden werden?

8.3 Kann bzw. sollte die **Biodiversität** in Bayerns Wäldern Ihrer Ansicht nach erhöht werden oder nicht?

8.4 Falls Sie der Ansicht sind, dass die Biodiversität erhöht werden sollte, welche forstlichen Maßnahmen schlagen Sie diesbezüglich vor?

8.5 Wie wird sich die **Baumartenzusammensetzung** in Bayern in den kommenden Jahrzehnten (bis 2075) verändern? Welche Baumarten sollten gefördert werden?

9. Fehlt Ihnen in dieser ersten Befragungsrunde ein Themengebiet/ein wichtiger Aspekt, der **nicht ausreichend behandelt** wurde? Falls ja, warum ist dieser für die Thematik Ihres Erachtens relevant?

10. Zum Abschluss möchten wir Sie noch um einige **persönliche Angaben** bitten.

10.1 Wie alt sind Sie? _____

10.2 Welches ist Ihr Geschlecht? _____ männlich _____ weiblich

10.3 Welcher Einrichtung/Institution gehören Sie an? _____

10.4 Welches ist Ihre berufliche Position dort? _____

10.5 Nennen Sie bitte kurz Ihr derzeitiges Tätigkeitsfeld. _____

10.6 Welchen höchsten allgemeinen Schulabschluss haben Sie?

- keinen Schulabschluss
- Haupt-/Volksschulabschluss
- Mittlere Reife/POS
- Abitur/Fachhochschulreife/ EOS
- keine Angabe

10.7 Haben Sie ein abgeschlossenes Studium? _____Ja _____Nein _____keine Angabe

3) Fragebogen der zweiten Runde

Waldentwicklung in Bayern



Herzlich Willkommen bei der zweiten Runde unserer Delphi-Befragung im Rahmen des BioHolz-Projektes!

An dieser Stelle möchten wir uns nochmals bei Ihnen dafür bedanken, dass Sie uns bereits in der ersten Runde Ihr Expertenwissen zur Verfügung gestellt haben.

Mit dieser zweiten Erhebung sollen die Ergebnisse aus der ersten Befragung konkretisiert werden. In erster Linie wird es darum gehen, drei unterschiedliche Waldentwicklungsszenarien, die aufgrund Ihrer Einschätzungen entwickelt wurden, in Hinblick auf ihre Eintrittswahrscheinlichkeit und Relevanz zu bewerten. Zudem sollen die am häufigsten vorkommenden Waldtypen Bayerns, die unter Berücksichtigung Ihrer Anregungen ermittelt werden konnten, auf ihre Änderungswahrscheinlichkeit hin untersucht werden.

Wir möchten Sie bitten, uns auch in dieser Runde wieder mit Ihren Einschätzungen und Ihrem Wissen zu unterstützen!

Falls Sie zu dieser zweiten Runde Fragen haben oder falls Probleme auftauchen sollten, wenden Sie sich bitte an Philipp Sacher vom Institut für Geographie und Geologie/Universität Greifswald, entweder per E-Mail: philipp.sacher@uni-greifswald.de oder per Telefon: 03834 86-4536.

In der ersten Delphi-Runde haben wir Ihnen Vorschläge für Attribute zur Kategorisierung von (Haupt)Waldtypen in Bayern unterbreitet und Sie gebeten, diese zu bewerten bzw. Änderungsvorschläge anzubringen.

Mit der Einteilung der Wälder Bayerns in Waldtypen möchten wir genauere Aussagen über die künftige Waldentwicklung und die potentielle Veränderung der einzelnen Ökosystemleistungen treffen, je nach zu Grunde liegendem Szenario.

Aufgrund Ihrer Anregungen zur Einteilung der Waldtypen konnten mithilfe von Daten aus der aktuellen Bundeswaldinventur über das Verfahren der Clusteranalyse* **acht Hauptwaldtypen** für Bayern ermittelt werden, die im Folgenden genauer erläutert werden:

Typ 1: Montane Fichtenwälder

Montane und subalpine Wälder, häufig dominiert von Fichte, jedoch stets als reiner Nadelwald. Diese Wälder sind oft sehr naturnah und haben einen sehr hohen Holzvorrat.

Typ 2: Bergmischwälder

Montane und subalpine Wälder, häufig dominiert von Fichte, stets in Mischung mit Laubholz. Diese Wälder sind sehr naturnah, oft Teil von Nationalparks oder Naturschutzgebieten, selten in Privatbesitz. Tanne oder Douglasie sind hier am häufigsten.

Typ 3: Kulturbetonte/standortfremde Fichten(misch)wälder

Submontane Wälder, häufig dominiert von Fichte (oder anderem Nadelholz), oft mit Laubbeimischung. Diese Wälder sind stets kulturbetont und meist ohne Tanne oder Douglasie.

Typ 4: Bedingt naturnahe/standortgerechte Fichten(misch)wälder

Submontane Wälder, dominiert von Fichte, sowohl in reinem Nadelbestand als auch mit Laubbeimischung. Diese Wälder sind bedingt naturnah, häufig einschichtig, meist in Privatbesitz und verfügen über einen sehr hohen Holzvorrat.

Typ 5: Kiefern(misch)wälder

Submontane Wälder, dominiert von Kiefer, sowohl in reinem Nadelbestand als auch mit Laubbeimischung. Diese Wälder sind bedingt naturnah, haben häufig einen hohen Holzvorrat und Tanne oder Douglasie sind stets abwesend.

Typ 6: Buchen(misch)wälder

Von Buche dominierte Wälder, meist mit Nadelbeimischung. Diese Wälder sind häufig sehr naturnah und selten in Privatbesitz.

Typ 7: Sonstige Laubwälder des Flachlands

Submontane Wälder, von sonstigem Laubholz dominiert und in reinem Laubholzbestand. Diese Wälder liegen häufig in Schutzgebieten mit weniger strengem Schutz und haben oft einen hohen Anteil

an Verbiss- oder Schälsschäden. Sie verfügen meist über einen sehr niedrigen Holzvorrat und befinden sich in der Regel im Besitz von Körperschaften. Tanne oder Douglasie sind stets abwesend.

Typ 8: Sonstige Mischwälder des Flachlands

Submontane Wälder, dominiert von sonstigem Laubholz und in Mischung mit Nadelbäumen. Diese Wälder haben häufig einen sehr geringen Holzvorrat. Tanne oder Douglasie sind stets abwesend.

*Hintergrundinformation Clusteranalyse:

Bei einer Clusteranalyse werden Beobachtungen (in diesem Fall die Inventurflächen der Bundeswaldinventur) anhand der ihnen zugewiesenen Eigenschaften statistisch gruppiert. Ziel der Gruppierung ist es, dass sich die Inventurflächen innerhalb einer Gruppe stärker ähneln als zwischen den Gruppen. Zur Einteilung der Gruppen wurden folgende Kriterien herangezogen:

- Höhenstufe (kollin, submontan, montan, subalpin)
- Eigentumsform (Staatswald (Bund), Staatswald (Land), Körperschaftswald, Privatwald (bis 20 ha), Privatwald (>20 ha))
- Hauptbaumart (Buche, Fichte, Kiefer, anderes Laubholz, anderes Nadelholz)
- Anwesenheit von Tanne oder Douglasie in der Bestockung
- Mischung (Laubbestand, Nadelbestand, Laubbestand mit Nadelbeimischung, Nadelbestand mit Laubbeimischung)
- Altersklasse (<60 Jahre, 61 - 80, 81- 120, >120 Jahre)
- Schutzstatus (Nationalparke & Naturschutzgebiete: streng geschützt; Natura 2000 & FFH-Flächen: eingeschränkte Nutzung; Biosphärenreservate, Landschaftsschutzgebiete & Naturparke oder ohne Schutz: keine Einschränkung der Bewirtschaftung)
- Holzvorrat (<200, 200-400, 400-800, >800 m³/ha)
- Naturnähe** (naturnah, bedingt naturnah, kulturbetont)
- Strukturvielfalt (einschichtig, zweischichtig, mehrschichtig)
- Anteil Bäume mit Schäl- oder Verbiss-Schäden in der Verjüngung (kein Schaden, <50% der Bäume mit Schaden, >49% der Bäume mit Schaden)

** Die Definition der Naturnähe folgt der Bundeswaldinventur. Diese definiert die Naturnähe nach dem Anteil der Baumarten, welche Teil der für den jeweiligen Standort natürlichen Waldgesellschaft ist. Die Naturnähe kann somit auch als Standorteignung interpretiert werden: kulturbetont = standortfremd / naturnah = standortgerecht.

An dieser Stelle wurde die Bayernkarte mit der räumlichen Verteilung der Waldtypen anhand der Inventurflächen aus der aktuellen Bundeswaldinventur gezeigt (Abb. 5).

Die acht Waldtypen nehmen folgende prozentuale Anteile an den 7458 Inventurpunkten der Bundeswaldinventur in Bayern ein:

Waldtyp	Prozentuale Anteile an Inventurpunkten	Anzahl Flächen
Typ 1: Montane Fichtenwälder	17%	1284
Typ 2: Bergmischwälder	14%	1081
Typ 3: Standortfremde Fichten(misch)wälder	10%	712
Typ 4: Standortgerechte Fichten(misch)wälder	13%	951
Typ 5: Kiefern(misch)wälder	12%	900
Typ 6: Buchen(misch)wälder	11%	841
Typ 7: Sonstige Laubwälder des Flachlands	15%	1098
Typ 8: Sonstige Mischwälder des Flachlands	8%	591

Ein wesentliches Ziel dieser zweiten Runde besteht darin, auf der Grundlage Ihrer Einschätzungen Wahrscheinlichkeitswerte für das Eintreten bestimmter Entwicklungen in Bayerns Wäldern bis zum Jahr 2045 bzw. 2075 zu generieren.

Diese Wahrscheinlichkeitswerte sollen schließlich in einen Szenariengenerator eingespeist werden, der über verschiedene statistische Simulationsmodelle die (räumlichen) Veränderungen im Bereich der Waldtypen Bayerns abbilden kann.

Auf diese Weise kann die räumliche Verteilung von waldbasierten Ökosystemleistungen in Bayern in ihrer zeitlichen Entwicklung dargestellt werden.

1a) Bitte kommentieren und bewerten Sie in wenigen Sätzen das **Status Quo Szenario**, das die Entwicklung der bayerischen Wälder unter konstant bleibenden Einflussfaktoren beschreibt, in Hinblick auf seine Plausibilität.

1b) Falls Sie den Text des Szenarios gerne verändern möchten, können Sie an dieser Stelle nun Änderungsvorschläge einbringen:

1c) Geben Sie bitte auf einer Skala von 0 = „völlig unwahrscheinlich“ bis 10 = „wird in jedem Fall eintreten“ eine Wahrscheinlichkeit für das Eintreten des **Status Quo Szenarios** an:

2) Gehen Sie bitte im folgenden **Abschnitt 2** von einer Entwicklung nach dem **Status Quo Szenario** aus:

Wir möchten Sie zunächst bitten, uns für jeden einzelnen Waldtyp anzugeben, wie sich seine Fläche bis 2045/2075 verändern wird. Bitte beachten Sie dabei, dass sich die Gesamtfläche eines Waldtyps selbst dann erhöhen kann, wenn ein Teil davon umgewandelt wird. So könnten z.B. „Kiefern(misch)wälder“ zu 25% in „Buchen(misch)wälder“ umgewandelt werden, aber dennoch insgesamt um 5% wachsen, weil

z.B. „Standortfremde Fichten(misch)wälder“ in „Kiefern(misch)wälder“ umgewandelt werden. Das gleiche gilt für eine umgekehrte Entwicklung.

2a) Schätzen Sie bitte den Prozentsatz der Veränderung in der Fläche für jeden Waldtyp. Sie können positive und negative Werte verwenden, je nachdem ob Sie von einer Zu- oder einer Abnahme ausgehen (bitte nur ganze Prozentwerte). Wenn Sie glauben, dass sich ein Waldtyp nicht wandeln wird, geben Sie bitte 0 % an.

Beispiel: „Kiefern(misch)wälder bis 2045: 5%“ hieße in dem Fall, dass sich die Fläche der Kiefern(misch)wälder bis 2045 insgesamt um 5 % erhöhen wird.

Waldtyp	Zeithorizont	Flächenveränderung in Prozent
Typ 1: Montane Fichtenwälder bis	2045	
	2075	
Typ 2: Bergmischwälder bis	2045	
	2075	
Typ 3: Standortfremde Fichten(misch)wälder bis	2045	
	2075	
Typ 4: Standortgerechte Fichten(misch)wälder bis	2045	
	2075	
Typ 5: Kiefern(misch)wälder bis	2045	
	2075	
Typ 6: Buchen(misch)wälder bis	2045	
	2075	
Typ 7: Sonstige Laubwälder des Flachlands bis	2045	
	2075	
Typ 8: Sonstige Mischwälder des Flachlands bis	2045	
	2075	

2b)

Nachdem Sie den Anteil der Veränderung angegeben haben, möchten wir Sie bitten, in folgende Tabellen **Wahrscheinlichkeitswerte** für die Umwandlung in einen anderen Wald- bzw. Nutzungstyp einzutragen. Diese Werte können von **0 = „überhaupt nicht wahrscheinlich“** bis **10 = „überaus wahrscheinlich“** reichen. Dabei sind die **aktuellen Typen zeilenweise** (Buchstaben) und die **künftigen spaltenweise** (arabische Ziffern) gelistet.

Wenn sich also z.B. „Standortfremde Fichten(misch)wälder“ mit einer Wahrscheinlichkeit von 5 (mittlere Wahrscheinlichkeit) in „Buchen(misch)wälder“ wandeln würden, dann müssten Sie in das Feld **C6** die Zahl **5** eintragen.

(Hinweis: Wenn Sie bei der vorherigen Frage für einen bestimmten Waldtyp keine Änderung seiner Fläche angenommen haben, lassen Sie einfach alle Felder der entsprechenden Zeile aus, diese werden dann automatisch als 0 gewertet)

	1 Typ 1: Montane Fichtenwälder	2 Typ 2: Bergmischwälder	3 Typ 3: Standortfremde Fichten(misch)wälder	4 Typ 4: Standortgerechte Fichten(misch)wälder	5 Typ 5: Kiefern(misch)wälder	6 Typ 6: Buchen(misch)wälder	7 Typ 7: Sonst. Laubwälder des Flachlands	8 Typ 8: Sonst. Mischwälder des Flachlands	9 Typ 9: Andere Nutzung
A Typ 1: Montane Fichtenwälder									
B Typ 2: Bergmischwälder									
C Typ 3: Standortfremde Fichten(misch)wälder									
D Typ 4: Standortgerechte Fichten(misch)wälder									
E Typ 5: Kiefern(misch)wälder									
F Typ 6: Buchen(misch)wälder									
G Typ 7: Sonstige Laubwälder des Flachlands									
H Typ 8: Sonstige Mischwälder des Flachlands									
I Andere Nutzung (alles, was nicht Wald ist)									

2c) Sind Sie der Ansicht, dass sich unter dem **Status Quo Szenario** die Änderungswahrscheinlichkeiten für die Umwandlung von Waldtypen zwischen Eigentumsformen unterscheiden? Wenn ja, inwiefern?

2d) Wissenschaftliche Untersuchungen zeigen, dass Totholz die biologische Vielfalt in Wäldern fördert. Vorausgesetzt, Sie halten eine Erhöhung des Totholzanteils in Wäldern für sinnvoll: Welche der Waldtypen halten Sie unter dem **Status Quo Szenario** für besonders geeignet, um darin künftig vermehrt Totholz anzureichern? (Mehrfachantworten möglich)

Typ 1: Montane Fichtenwälder	Typ 5: Kiefern(misch)wälder
Typ 2: Bergmischwälder	Typ 6: Buchen(misch)wälder
Typ 3: Standortfremde Fichten(misch)wälder	Typ 7: Sonstige Laubwälder des Flachlands
Typ 4: Standortgerechte Fichten(misch)wälder	Typ 8: Sonstige Mischwälder des Flachlands

2e-g) In den folgenden drei Teilfragen möchten wir Sie bitten, die künftige Entwicklung des **Totholzes** in Bayerns Wäldern unter dem **Status Quo Szenario** für die unterschiedlichen Waldtypen einzuschätzen.

2e) In der ersten Frage geht es darum, ob es bei den Waldtypen überhaupt zu Veränderungen der (durchschnittlichen) Totholzmenge kommen wird. Bitte kreuzen Sie Zutreffendes an.

	Ja	Nein	Weiß nicht	Keine Angabe
Typ 1: Montane Fichtenwälder				
Typ 2: Bergmischwälder				
Typ 3: Standortfremde Fichten(misch)wälder				
Typ 4: Standortgerechte Fichten(misch)wälder				
Typ 5: Kiefern(misch)wälder				
Typ 6: Buchen(misch)wälder				
Typ 7: Sonstige Laubwälder des Flachlands				
Typ 8: Sonstige Mischwälder des Flachlands				

2f) Falls Sie die vorherige Frage mit „Ja“ beantwortet haben: Mit welcher Wahrscheinlichkeit (von 0 = „überhaupt nicht wahrscheinlich“ bis -10/10 = „überaus wahrscheinlich“) wird die Änderung erfolgen und welche Richtung wird diese nehmen (positive Werte = Zunahme; negative Werte = Abnahme)?

Waldtyp	Wahrscheinlichkeit der Veränderung
Typ 1: Montane Fichtenwälder	
Typ 2: Bergmischwälder	
Typ 3: Standortfremde Fichten(misch)wälder	
Typ 4: Standortgerechte Fichten(misch)wälder	
Typ 5: Kiefern(misch)wälder	
Typ 6: Buchen(misch)wälder	
Typ 7: Sonstige Laubwälder des Flachlands	
Typ 8: Sonstige Mischwälder des Flachlands	

2g) Schätzen Sie nun bitte in einem letzten Schritt für die Waldtypen, bei denen Sie Änderungen erwarten, sowohl die maximale als auch die minimale durchschnittliche Totholzmenge (in m³ pro Hektar) bis zum Jahr 2045 bzw. 2075 unter dem **Status Quo Szenario** ab.

Wenn Sie zum Beispiel davon ausgehen, dass der **Durchschnittswert** von Waldtyp 1 „Montane Fichtenwälder“ im Jahr 2045 zwischen einem Minimum von 2 m³/ha und einem Maximum von 4 m³/ha liegen wird, dann tragen Sie bitte in das entsprechende Feld Folgendes ein: **2-4 oder 2 bis 4**.

(Zur Orientierung stehen bei jedem Waldtyp die Werte der aktuellen Bundeswaldinventur in Klammern dabei)

Waldtyp	Zeithorizont	durchschnittliche Totholzmenge (in m ³ pro Hektar)
Typ 1: Montane Fichtenwälder (Ø 1,69 m ³ /ha; max. 59,08 m ³ /ha)	2045	
	2075	
Typ 2: Bergmischwälder (Ø 2,45 m ³ /ha; max. 82,0 m ³ /ha)	2045	
	2075	
Typ 3: Standortfremde Fichten(misch)wälder (Ø 1,13 m ³ /ha; max. 238,48 m ³ /ha)	2045	
	2075	
Typ 4: Standortgerechte Fichten(misch)wälder (Ø 1,02 m ³ /ha; max. 55,51 m ³ /ha)	2045	
	2075	
Typ 5: Kiefern(misch)wälder (Ø 0,41 m ³ /ha; max. 31,7 m ³ /ha)	2045	
	2075	
Typ 6: Buchen(misch)wälder (Ø 2,17 m ³ /ha; max. 183,35 m ³ /ha)	2045	
	2075	
Typ 7: Sonstige Laubwälder des Flachlands (Ø 0,95 m ³ /ha; max. 55,77 m ³ /ha)	2045	
	2075	
Typ 8: Sonstige Mischwälder des Flachlands (Ø 1,21 m ³ /ha; max. 35,90 m ³ /ha)	2045	
	2075	

2h) In welcher Eigentumsform erwarten Sie unter dem **Status Quo Szenario** stärkere Änderungen in der Totholzmenge? Bitte begründen Sie Ihre Auswahl kurz.

2i) Gibt es Eigentumsformen, für welche Sie unter dem **Status Quo Szenario** eine Erhöhung der Totholz mengen erwarten?

An dieser Stelle wiederholen sich die Fragen jeweils für die Alternativszenarien I (Fragen 3a bis 4i) und II (Fragen 5a bis 6i).

7)

Nehmen Sie nun bitte **unabhängig** von den drei Waldentwicklungsszenarien an, dass sich die dafür Verantwortlichen zur Unterstützung bzw. Sicherung der biologischen Vielfalt auf eine Erhöhung des Totholzanteils in Bayerns Wäldern einigen. Die Erhöhung kann dabei auf unterschiedliche Arten erfolgen.

Welche der folgenden Strategien halten Sie in diesem Zusammenhang einerseits für diejenige, die am **wahrscheinlichsten** umgesetzt wird, und welche halten Sie andererseits **persönlich für sinnvoll**? (Bitte reihen Sie die Möglichkeiten folgendermaßen: „1“ = Hauptstrategie*; „2“, „3“, „4“, „5“ = Nebenstrategien; „0“ = keine realistische Option)

*mit dem Begriff „Hauptstrategie“ soll diejenige Maßnahmen beschrieben werden, die hauptsächlich zur Totholz anreicherung angewendet wird

	wahrscheinliche Strategie	sinnvolle Strategie
Variante „Ganzer Baum“ (auf Nutzung von ganzen Bäumen wird verzichtet)		
Variante „Erdstamm“ (Abschnitt am starken Ende des Stammes mit einem Mitteldurchmesser von mindestens 40 cm wird liegengelassen)		
Variante „Schwachholz“ (Industrieholz bzw. Stammholz bis zu einem Mitteldurchmesser von höchstens 20 cm wird nicht genutzt)		
Variante „Kronenholz“ (Kronenmaterial ab dem gewählten Aufarbeitungszopf (z.B. alles Holz ab einem Durchmesser unter 10 cm) wird im Bestand gelassen, statt z.B. zu Hackschnitzeln verarbeitet zu werden)		
Andere Variante		

Bitte beschreiben Sie kurz die andere Variante

8) Haben Sie Anregungen zu dieser Runde oder hat Ihnen ein wichtiger Aspekt gefehlt?

Vielen Dank!

Zum Abschluss möchten wir uns ganz herzlich bei Ihnen dafür bedanken, dass Sie sich erneut die Zeit genommen haben, uns bei unserer Forschungsarbeit zu unterstützen!

Sobald die Ergebnisse dieser Runde ausgewertet sind, werden Sie diese von uns erhalten.

Greifswalder Geographische Arbeiten

- Band 44 P. HAUCK: Die Geschichte der Geographie an der Universität Greifswald von der Gründung der Hochschule 1456 bis zur Befreiung vom Nationalsozialismus 1945 in Beziehung zur Entwicklung der Geographie im deutschsprachigen Raum, 2009, 283 S.
- Band 45 SOLBRIG, F.; BUER, C.; STOLL-KLEEMANN, S.: Landschaftswahrnehmung, regionale Identität und Einschätzung des Managements im Biosphärenreservat Mittelelbe. Ergebnisse einer quantitativen Bevölkerungsbefragung, 2013, 58 S.
- Band 46 SOLBRIG, F.; BUER, C.; STOLL-KLEEMANN, S.: Landschaftswahrnehmung, regionale Identität und Einschätzung des Managements im Biosphärenreservat Schaalsee. Ergebnisse einer quantitativen Bevölkerungsbefragung, 2013, 61. S
- Band 47 STOLL-KLEEMANN, S.; SOLBRIG, F.; BUER, C.: Landschaftswahrnehmung, regionale Identität und Einschätzung des Managements im Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin. Ergebnisse einer quantitativen Bevölkerungsbefragung, 2013, 54 S.
- Band 48 SOLBRIG, F.; BUER, C.; STOLL-KLEEMANN, S.: Landschaftswahrnehmung, regionale Identität und Einschätzung des Managements im Biosphärenreservat Südost-Rügen. Ergebnisse einer quantitativen Bevölkerungsbefragung, 2013, 61 S.
- Band 49 SCHÜLER, A; BÜLOW, C.; ZORNOW, A.: (Infra-)Strukturelle Differenzen und deren Ursachen in peripheren Räumen – Aktuelle Beiträge des Lehrstuhls für Regionale Geographie, 2014, 118 S.
- Band 50 STOLL-KLEEMANN, S. (Hrsg.): Wahrnehmung und Akzeptanz des bundesländerübergreifenden Naturparks Barnim, 2015, 161 S.
- Band 51 STOLL-KLEEMANN, S. (Hrsg.): Local Perceptions and Preferences for Landscape and Land Use in the Fischland-Darß-Zingst Region, German Baltic Sea, 2015. 67 S.
- Band 52 ALBRECHT, W.; HAUCK, P. (Hrsg.): Die Geographie an der Universität Greifswald nach dem II. Weltkrieg: Von der 3. Hochschulreform der DDR 1968/69 bis ins Nachwendejahrzehnt – Zeitzeugen erinnern sich –, 2016. 238 S.
- Band 53 KLÜTER, H.: Die Landwirtschaft Mecklenburg-Vorpommerns im Vergleich mit anderen Bundesländern , 2016, 442 S.
- Band 54 BÜLOW, C.: Das Kusnezsk-Becken in Sibirien: Entwicklungsstrategien zur Modernisierung einer altindustriell geprägten peripheren Region, 2017, 381 S.
- Band 55 KLIMM, F.: Regionalentwicklung in der Republik Chakassien, 2017, 118 S.
- Band 56 SACHER, P.; MAYER, M.: Szenarien der Waldentwicklung in Bayern bis 2045 und 2075 - Ergebnisse einer Delphi-Studie mit ausgewählten Waldexperten, 2019, 80 S.