



Bild: LFV BW / Jochen Lengler

Wälder und ihre Bewirtschaftung im Klimawandel

**Handlungsempfehlungen auf Grundlage des
Maßnahmenprogramms zur Umsetzung der
Agenda Anpassung von Land- und
Forstwirtschaft sowie Fischerei und Aquakultur
an den Klimawandel**

BERICHT DER BLAG ALFFA

Impressum

Herausgeber:

Bund-Länder-Arbeitsgruppe Klimaschutz und Klimaanpassung in Land- und Forstwirtschaft sowie Fischerei und Aquakultur (BLAG ALFFA)

Bearbeitung durch die AG Wald:

Naomi Daur, Friedrich Schmitz und Hans-Albert Volz (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft)

Franz August Emde und Christian Großheim (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz)

Andreas Bolte, Bernd Degen, Joachim Rock und Kai Schwärzel (Johann Heinrich von Thünen-Institut)

Karl-Heinz Berendes und Nadine Bräsicke (Julius Kühn-Institut)

Cathleen Frühauf und Thomas Leppelt (Deutscher Wetterdienst)

Felix Heitkamp und Wilfried Steiner (Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt)

Christoph Hartebrodt und Yvonne Hengst (Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg)

Armin Jacob (Regierungspräsidium Freiburg)

Joachim Hamberger (Bayerisches Amt für Waldgenetik)

Raimund Becher (Bayerisches Staatsministerium für Ernährung Landwirtschaft und Forsten)

Dirk Riestenpatt und Lutz Wittich (Senatsverwaltung für Umwelt, Mobilität, Verbraucher- und Klimaschutz Berlin)

Martina Heinitz und Nikolaus Roggendorf (Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz Brandenburg)

Rudolf Mönkemeyer (Senatorin für Klimaschutz, Umwelt, Mobilität, Stadtentwicklung und Wohnungsbau Freie Hansestadt Bremen)

Thomas Rohde und Sebastian Stoll (Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz)

Ursula Rüping (Ministerium für Klimaschutz, Landwirtschaft, ländliche Räume und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern);

Thorsten Mrosek und Ralf Petercord (Ministerium für Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen)

Hans-Peter Ehrhart und Gebhard Schüler (Landesforsten Rheinland-Pfalz)

Georg Wilhelm (Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität Rheinland-Pfalz)

Alexandra Emde (Ministerium für Umwelt, Klima, Mobilität, Agrar und Verbraucherschutz Saarland)

Dirk-Roger Eisenhauer (Staatsbetrieb Sachsenforst - Kompetenzzentrum Wald und Forstwirtschaft)

Corinna Geißler (Thüringen Forst-AöR Forstliches Forschungs- und Kompetenzzentrum)

Vorsitz der AG Wald:

Ulrich Hipler (Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg)

Redaktion und Koordination:

Magnus Hackenberg und **Wiebke Nieberg** (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung)

Stand:

Der Bericht wurde durch die BLAG ALFFA am 20.03.2023 beschlossen.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	1
Motivation und Zielsetzung	3
Verwendungsmöglichkeiten	6
Handlungsfelder und Aktivitäten	7
1. Transfer in die Praxis – und zurück	7
1.1 Verbesserung der Sensibilisierung der Öffentlichkeit	7
1.1.1 Informationskampagne entwickeln und Allianzen für den Wald bilden	7
1.2 Digitale Angebote und Instrumente für die Waldbewirtschaftung entwickeln	8
1.2.1 Dachportal und digitales Handbuch zur Waldbewirtschaftung im Klimawandel entwickeln	8
1.2.2 Modulare App zur Unterstützung der Waldbewirtschaftung im Klimawandel entwickeln	9
2. Risiko- und Krisenmanagement	11
2.1 Stärkung des außer- und innerbetrieblichen Risikomanagements	13
2.1.1 Risikomanagement stärken	13
2.1.2 Regulatorische Rahmenwerke anpassen	13
2.2 Ausbau der Krisenmanagementinstrumente und Intensivierung ihrer Verwendung	14
2.2.1 Prävention stärken und frühzeitige Risikoerkennung aufbauen	14
2.2.2 Organisation des Krisenmanagements verbessern	15
2.2.3 Nationales Waldbrandmanagement verbessern	16
3. Wasser	18
3.1 Beitrag der Wälder zur Optimierung des Landschaftswasserhaushalts	20
3.1.1 Grundwasserneubildung und Bodenversickerung fördern	20
3.1.2 Wasserentnahme reduzieren	21
3.1.3 Grundwasser- und Bodenfeuchte-Monitoring ausbauen	21
3.2 Verbesserung der Wasserretention	22
3.2.1 Künstliche Entwässerungsstrukturen im Wald zurückbauen	22
3.2.2 Totholz erhalten und Baumbestände auf Schadflächen belassen	23
3.2.3 Auwälder als Retentionsflächen gestalten	23

4. Forschung	24
4.1 Forschung zu Waldökosystemen, Baumarten und Herkünften	26
4.1.1 Möglichkeiten und Potentiale zur Erhöhung der Anpassungsfähigkeit von Waldbäumen erforschen	26
4.1.2 Funktionelle Zusammenhänge von Waldökosystemen und deren Biodiversität erforschen	27
4.2 Forschung zur Erhöhung der Vitalität der Wälder	28
4.2.1 Waldbauliche Anpassungsstrategien erforschen	28
4.2.2 Forstliche Verfahrenstechnik weiterentwickeln	29
4.2.3 Transformation gestalten: Zielkonflikte verstehen, Lösungsansätze erarbeiten	29
5. Artenwahl und genetische Vielfalt	31
5.1 Sicherung der genetischen Vielfalt heimischer und nichtheimischer Baumarten	32
5.1.1 Kapazitäten zur Bereitstellung von forstlichem Vermehrungsgut ausbauen	32
5.1.2 Erhaltung forstlicher Genressourcen intensivieren	34
5.1.3 Genetisches Monitoring und großflächige genetische Inventuren ausweiten	35
6. Informations- und Datenmanagement, Monitoring	36
6.1 Verbesserung der Bereitstellung hochaufgelöster, dynamisierter Standortinformationen	37
6.1.1 Klimadaten und Klimaprojektionen praxistauglich bereitstellen und aufarbeiten	37
6.1.2 Hochaufgelöste Standortinformationen und -projektionen bereitstellen	38
6.1.3 Wissen über die standörtliche Eignung von Baumarten aufbereiten	39
6.2 Stärkung von digitalen Methoden	40
6.2.1 Vitalitäts- und Schadmonitoring mit digitalen Methoden erweitern	40
6.2.2 Verfügbarkeit digitaler forstlicher Daten verbessern	41
6.2.3 Ganzheitliche Zukunftsmodelle und Szenarien für die Forstwirtschaft erstellen	41
Weiterführende Literatur	III
Anhang: Übersichtstabelle über die priorisierten Maßnahmen und Aktivitäten	IV

Zusammenfassung

Die Erhöhung der Anpassungsfähigkeit der Wälder und die Anpassung ihrer Bewirtschaftung an die Folgen des Klimawandels mit steigenden Jahresdurchschnittstemperaturen und häufigeren extremen Wetterlagen und extremer Witterung ist eine der wichtigsten Aufgaben vor der die Waldwirtschaft und alle Akteure rund um den Wald in den nächsten Jahrzehnten stehen.

Die Bundesregierung hat daher im Jahr 2008 die Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS) verabschiedet. Die Konkretisierung der für die Land- und Forstwirtschaft notwendigen Maßnahmen erfolgte 2019 über die Agenda Anpassung von Land- und Forstwirtschaft sowie Fischerei und Aquakultur an den Klimawandel des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) und über das 2020 verabschiedete zugehörige Maßnahmenprogramm. Die Bund-Länder-Arbeitsgruppe Klimaschutz und Klimaanpassung in Land- und Forstwirtschaft sowie Fischerei und Aquakultur (BLAG ALFFA) unterstützt seit 2019 die Umsetzung der land- und forstwirtschaftlichen Maßnahmen der DAS.

Die AG Wald wurde als ad hoc Arbeitsgruppe der BLAG ALFFA Ende 2021 mit der Aufgabe betraut, aufbauend auf den bisherigen Aktivitäten der BLAG ALFFA, die Herausforderungen und notwendigen Maßnahmen im Waldbereich zu konkretisieren und zu priorisieren sowie Hinweise zur Umsetzung dieser zu erarbeiten.

Die AG Wald hat in diesem Bericht aus den **sechs Handlungsfeldern** des Maßnahmenprogramms „**Transfer in die Praxis – und zurück**“, „**Risiko- und Krisenmanagement**“, „**Wasser**“, „**Forschung**“, „**Artenwahl und genetische Vielfalt**“ und „**Informations- und Datenmanagement, Monitoring**“, **zwölf der bestehenden Maßnahmen** herausgearbeitet, die eine Schlüsselrolle in der Anpassung der Wälder und ihrer Bewirtschaftung an den Klimawandel spielen.

Die AG Wald empfiehlt in diesem Bericht zur Konkretisierung der Umsetzung der Maßnahmen insgesamt **28 Aktivitäten** (siehe auch Übersicht im Anhang). Dabei handelt es sich sowohl um neue Aktivitäten als auch um solche, die bereits geplant sind oder bereits umgesetzt werden, aber unbedingt weiterentwickelt bzw. ausgeweitet werden sollten. In diesem Sinne erfolgt in diesem Bericht keine umfassende Darstellung aller notwendigen Maßnahmen zur Klimaanpassung der Wälder und der Waldbewirtschaftung, sondern eine Beschreibung der Aktivitäten, bei denen nach Einschätzung der AG Wald ein prioritärer und dringender Handlungsbedarf besteht.

Einen guten Gesamtüberblick über Handlungsempfehlungen gibt das Gutachten „Die Anpassung von Wäldern und Waldwirtschaft an den Klimawandel“ aus dem Jahr 2021 des Wissenschaftlichen Beirats für Waldpolitik beim BMEL, auf das an den entsprechenden Stellen dieses Berichts verwiesen wird.

Die Umsetzung der Aktivitäten betrifft im Wesentlichen die Politik, die Forstverwaltungen des Bundes und der Länder sowie deren Ressortforschungseinrichtungen. Viele Aktivitäten unterstützen entweder direkt oder indirekt über eine Förderung und Beratung durch die Forstverwaltungen den privaten und körperschaftlichen Waldbesitz. Zudem werden möglichst konkrete Umsetzungsmöglichkeiten der Aktivitäten aufgezeigt. Die AG Wald empfiehlt

möglichst viele der aufgeführten Aktivitäten zeitnah umzusetzen, da im Wald viele Vorhaben erst langfristig Ihre Wirkung entfalten.

Die Herausforderungen in den Themenfeldern Wasser und Wildmanagement können nicht von den Verantwortlichen für den Wald alleine gelöst werden, sondern nur politikfeldübergreifend.

So stoßen die Maßnahmen im Wald an ihre Grenzen, sofern der Gesamtwasserverbrauch, z. B. für Siedlung, Gewerbe und Landwirtschaft, die natürlichen Wasserressourcen überfordert und die Wasserspeicher infolge übermäßiger Nutzung und/oder rückläufiger Grundwasserneubildung dauerhaft ausgezehrt werden. Zentrales Element eines optimierten Landschaftswasserhaushalts muss daher auch eine sektorenübergreifende Wassereinsparung bzw. eine Anpassung des Wasserverbrauchs an das Wasserdargebot insgesamt sein.

Die Förderung klimaresilienter Wälder wird nur über einen größeren Anteil von Mischwäldern gelingen. Dafür müssen in vielen Waldbeständen bisher seltene und trockenheitstolerante Mischbaumarten eingebracht und gefördert werden, die jedoch stark verbissgefährdet sind. Die stetig gestiegenen Schalenwildpopulationen sind vielerorts das Haupthindernis für das Aufwachsen derartiger Wälder. Damit sich substantielle Veränderungen ergeben, müssen entsprechende Rahmenbedingungen und Anreize geschaffen werden, die es Waldbesitzenden ermöglicht, eine artenreiche Verjüngung ohne Schutzmaßnahmen erfolgreich zu etablieren.

Motivation und Zielsetzung

Der gegenwärtige, menschengemachte Klimawandel schreitet mit schneller Geschwindigkeit voran. Die Folgen dieser beispiellosen Klimaveränderungen sind vielfältig und bereits heute in vielen Teilen der Welt sichtbar: Neben der globalen Erwärmung der Atmosphäre und der Ozeane, dem Rückgang von Schnee und Eis und dem Anstieg des Meeresspiegels, führt der Klimawandel auch zu einer Häufung von Extremwetterereignissen wie Dürre, Hitze oder Starkregen.

Zudem werden infolge des Klimawandels bis zum Ende dieses Jahrhunderts Verschiebungen der potenziellen Verbreitungsgebiete bestimmter Hauptbaumarten um 500 bis 1.000 km erwartet und insgesamt 31 bis 42 Prozent der Landfläche der Europäischen Union müssen künftig voraussichtlich einer anderen Zone der potenziellen natürlichen Vegetation zugeordnet werden.¹ Damit zeichnen sich massive und z. T. auch drastische Auswirkungen für die Wälder, für die Gesamtlandschaft und nahezu alle Landnutzungsarten ab. In der Folge kann es voraussichtlich auch häufiger zu Massenvermehrungen von Schadorganismen kommen.

Neben der Intensivierung von Maßnahmen zur Emissionsminderung als Beitrag zur Begrenzung des Klimawandels und seiner Folgen müssen wir uns parallel bereits jetzt an den Klimawandel und die nunmehr unvermeidbaren Folgen anpassen.

Um den Herausforderungen des Klimawandels zu begegnen, hat die Bundesregierung daher bereits 2008 die Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel beschlossen. Die Strategie umfasst Anpassungsmaßnahmen aller Bundesressorts in zentralen Bereichen wie auch der Land- und Forstwirtschaft sowie Fischerei und Aquakultur. Viele Länder haben eigene Klimaanpassungsstrategien mit konkreten Maßnahmen für den Wald beschlossen und setzen bereits seit langem umfangreiche Waldumbau-Programme um.

Die im Jahr 2019 veröffentlichte Agenda des BMEL zur Anpassung von Land- und Forstwirtschaft sowie Fischerei und Aquakultur an den Klimawandel und das zugehörige im Jahr 2020 beschlossene Maßnahmenprogramm bekräftigen die Notwendigkeit zur Anpassung des Sektors an den Klimawandel und zeigen zentrale Handlungsfelder und Maßnahmen zur Umsetzung auf. Die BLAG ALFFA, bestehend aus Vertreterinnen und Vertretern des BMEL, des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV), der betreffenden Ressorts der Länder, der Ressortforschung des BMEL (Friedrich-Loeffler-Institut, Julius Kühn-Institut, Thünen-Institut und Max Rubner-Institut), der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe sowie des Deutschen Wetterdienstes (DWD), unterstützt bereits seit 2018 die Umsetzung und kontinuierliche Weiterentwicklung dieser Prozesse.

Die Wälder leisten als einer der größten natürlichen Kohlenstoffspeicher einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz. Gleichwohl sind die Auswirkungen des Klimawandels auf die Wälder und die Forstwirtschaft deutlich spür- und sichtbar und haben zuletzt ganz neue Dimensionen erreicht. Die extreme Witterung der Jahre 2018 bis 2020 und 2022 mit langen Trocken- und Hitzeperioden, Waldbränden und der massenhaften Vermehrung von Schadorganismen, insbesondere des

¹ Hickler, Thomas, et al. "Projecting the future distribution of European potential natural vegetation zones with a generalized, tree species-based dynamic vegetation model." *Global Ecology and Biogeography* 21.1 (2012): 50-63.

Buchdruckers, haben zum flächigen Absterben von Wäldern geführt. Die Fichte bildet den weit überwiegenden Anteil der abgestorbenen Bäume, aber auch in Kiefern- und naturnahen Laubwäldern ist es vereinzelt zu irreversiblen Kronenschäden bis hin zum flächigen Absterben gekommen. Der Gesundheitszustand der Wälder zeigt seit Beginn der jährlichen Waldzustandserhebungen in den 1980er Jahren für die Hauptbaumarten Buche, Eiche, Fichte und Kiefer einen deutlich negativen Trend. So lag die mittlere Kronenverlichtung im Jahr 1984 über alle Baumarten bei 19 Prozent und im Jahr 2021 bereits bei 26 Prozent.²

Ende 2020 hat das BMEL die Fläche zur Wiederbewaldung infolge der Waldschäden der letzten Jahre auf rund 500.000 Hektar bundesweit geschätzt.³ Weitere Flächen werden infolge der laufenden Schaddynamik folgen. Neben dieser enormen Herausforderung zur Wiederbewaldung müssen nach einer Schätzung des Thünen-Instituts etwa ein Viertel der bestehenden Wälder, ca. 2,85 Mio. Hektar, bis zum Jahr 2050 bestmöglich in ihrer Anpassungsfähigkeit, Resilienz und Resistenz im Klimawandel unterstützt und gestärkt werden.⁴

Nur intakte und möglichst gesunde Waldökosysteme können auch weiterhin wirksam zum Klimaschutz beitragen, den nachwachsenden Rohstoff Holz liefern, die Existenz der Forstbetriebe sichern, zum Boden- und Wasserschutz beitragen, die Biodiversität erhalten, als Erholungsraum dienen und zahlreiche weitere Ökosystemleistungen für unsere Gesellschaft sicherstellen.

Diese Aufgabe wird nur im engen Schulterschluss aller Akteure, wie der Forstbetriebe bzw. den Waldbesitzenden, der forstlichen Forschung, den Forstverwaltungen und der Waldpolitik gelingen. Auch die Resilienz und Resistenz der betroffenen Menschen muss fachlich, wirtschaftlich und emotional gestärkt werden. Hierfür muss ein ganzes Bündel an Maßnahmen zunächst identifiziert und dann kurz- und mittelfristig erfolgreich umgesetzt werden.

Die BLAG ALFFA hat daher im Dezember 2021 die AG Wald gegründet, die sich aus mehr als 30 Expertinnen und Experten aus Bund und Ländern zusammensetzt.

Die AG Wald hat die Aufgabe, auf Grundlage des Maßnahmenprogramms zur Umsetzung der Agenda Anpassung von Land- und Forstwirtschaft sowie Fischerei und Aquakultur an den Klimawandel des BMEL,

- Maßnahmen mit Bezug zum Themengebiet „Forstwirtschaft“ zu priorisieren,
- Aktivitäten⁵, die die Umsetzung dieser Maßnahmen unterstützen, aufzuzeigen
- sowie Möglichkeiten und Voraussetzungen zur Umsetzung dieser Maßnahmen und Aktivitäten zu skizzieren.

Die Handlungsnotwendigkeit und die Handlungsfelder zur Anpassung der Wälder an den Klimawandel hat der Wissenschaftliche Beirat für Waldpolitik (WBW) im Jahr 2021 in seinem Gutachten „Die Anpassung von Wäldern und Waldwirtschaft an den Klimawandel“ umfassend aufgearbeitet. Daher verweist die AG Wald an den entsprechenden Stellen auf die Inhalte des Gutachtens. Der Schwerpunkt dieses

² Thünen Institut Bund-Länder-Arbeitsgruppe Umweltmonitoring im Wald:

<https://blumwald.thuenen.de/wze/aktuelle-ergebnisse-der-wze#c15802> aufgerufen am 17.2.2023

³ Auskunft des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) vom 26.01.2023

⁴ Bolte, Andreas, et al. Zukunftsaufgabe Waldanpassung (2021). AFZ Der Wald 76(4):12-16.

⁵ Dabei handelt es sich sowohl um neue Aktivitäten (Delta) als auch um Aktivitäten, die zwar schon beim Bund oder in den Bundesländern umgesetzt werden oder sich in der Planung befinden, jedoch unbedingt weiterentwickelt und/oder ausgeweitet werden sollten.

Berichts liegt, im Unterschied zum Gutachten des WBW, nicht in einer umfassenden Darstellung aller Maßnahmen zur Klimaanpassung der Wälder. Vielmehr zeigt dieser Bericht vor allem die Aktivitäten auf, in denen nach Einschätzung der AG Wald ein prioritärer und dringender Handlungsbedarf besteht. Die Aktivitäten adressieren im Wesentlichen die Politik, die Forstverwaltungen des Bundes und der Länder sowie deren Ressortforschungsreinrichtungen. Die Umsetzung vieler Aktivitäten hilft direkt oder indirekt über eine Förderung und Beratung durch die Forstverwaltungen dem privaten und körperschaftlichen Waldbesitz. Zudem werden möglichst konkrete Umsetzungsmöglichkeiten der Aktivitäten aufgezeigt.

Verwendungsmöglichkeiten

Die Umsetzung der dargelegten Handlungsempfehlungen soll kurz-, mittel- und langfristig zur Umsetzung und Zielerreichung gesetzlicher sowie operativer Klimaanpassungsziele, -strategien und -programme auf internationaler, nationaler und föderaler Ebene beitragen. Synergien zu Klimaschutzzielen auf den genannten Ebenen sollen dabei wo möglich hergestellt und genutzt werden.

Damit der vorliegende Bericht seine volle Wirkung entfalten kann, empfiehlt die AG Wald, die Inhalte in aktuelle und zukünftig in Erarbeitung befindliche thematisch relevante Strategien, Programme und Gesetze einfließen zu lassen. Hierzu gehören beispielsweise das Aktionsprogramm Natürlicher Klimaschutz, die Weiterentwicklung der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel, die Ausgestaltung von Förderprogrammen auf Bundes- oder Landesebene (z.B. Waldklimafonds) oder die Vorschläge der vom BMEL und dem Bundesministerium für Bildung und Forschung eingesetzten Arbeitsgruppe zur Wald- und Holzforschung.

Um unsere Wälder und die Waldwirtschaft zukunftsfähig aufzustellen, sollten die hier aufgezeigten Aktivitäten zeitnah mit den dafür notwendigen Mitteln hinterlegt und umgesetzt werden.

Handlungsfelder und Aktivitäten

1. Transfer in die Praxis – und zurück

Die derzeitigen großen Waldschäden lösen in der Politik und in der Öffentlichkeit große Besorgnis bezüglich der Zukunft der Wälder aus. Dies hat zu einer intensiven Diskussion zum „richtigen“ Umgang mit den Wäldern geführt, die alle Ebenen der Gesellschaft und diverse Interessensgruppen betrifft.

Eine zielgerichtete, koordinierte sowie umfassend und langfristig angelegte Kommunikationsarbeit sollte daher die Öffentlichkeit für die Herausforderungen der Waldbewirtschaftung im Klimawandel sensibilisieren.

Angesichts der zu erwartenden großen Veränderungen und Herausforderungen für die Wälder und die Waldbewirtschaftung im Klimawandel müssen in der Praxis fachlich fundierte Wissens- und Informationsgrundlagen sowie entsprechende Konzepte und Instrumente genutzt werden. Hierfür ist ein zielgerichteter und effektiver Wissenstransfer von der wissenschaftlichen Forschung und Entwicklung in die forstwirtschaftliche Praxis erforderlich. Auch die Rückmeldung der forstlichen Praxis an die Wissenschaft zu prioritären Themen und bereitgestellten Instrumenten ist bedeutend.

Für eine verbesserte Kommunikation gegenüber der Öffentlichkeit und einen erfolgreicherer Wissenstransfer in die forstliche Praxis sind eine größere Zielorientierung, eine stärkere Bündelung sowie die Weiterentwicklung und der Ausbau bestehender Ansätze erforderlich. Hierfür sollten die verschiedenen Akteure auf Bund-Länder-Ebene und aus der Wissenschaft stärker zusammenarbeiten. Zudem sollten entsprechende Umsetzungsmaßnahmen auf Bund-Länder-Ebene initiiert, koordiniert und finanziert werden.

1.1 Verbesserung der Sensibilisierung der Öffentlichkeit

1.1.1 Informationskampagne entwickeln und Allianzen für den Wald bilden

Mit der Kampagne soll das Ziel verfolgt werden, die Herausforderungen der Forstleute für den Aufbau klimastabiler Wälder transparent darzustellen und das Vertrauen in die Forstleute und forstlichen Institutionen auszuweiten. Über die Inhalte der Kampagne soll die wichtige Rolle der Waldbesitzenden sowie der Forstleute herausgestellt und faktenbasiert über die Notwendigkeit einer aktiven Waldpflege informiert werden.

Die Öffentlichkeit soll zudem aktiviert werden, sich für eine nachhaltige und zukunftsfähige Waldwirtschaft einzusetzen und mehr für den Klimaschutz bzw. den Erhalt der Wälder zu tun. Dafür sollten sich die forstlichen Institutionen gezielt Partner suchen und bestehende Allianzen vertiefen, z.B. wird im Zusammenhang mit der Waldbrandvorsorge die Zusammenarbeit mit der Feuerwehr und den Feuerwehrverbänden vertieft. Im Rahmen der Waldpädagogik sollten zudem auf lokaler Ebene gemeinsame Aktionen mit Jugendgruppen und Verbänden im Wald angeboten werden.

Die zahlreichen Herausforderungen vor der die Forstwirtschaft im Klimawandel steht, können nur über einen breiten gesellschaftlichen Konsens über die Ausgestaltung einer nachhaltigen und zukunftsfähigen Waldwirtschaft erfolgreich bewältigt werden (siehe auch Aktivität 4.2.3).

Die Informationskampagne sollte in einer bundesweiten Kooperation entwickelt und mit regionalisierten Modulen ausgestattet werden. Die Module können dann auf Bundesebene, in den Bundesländern, in Kommunen und in Forstbetrieben eingesetzt werden. Bei der Kampagne soll eine integrierte Kommunikation unter Nutzung aller üblichen Medien, sozialen Netzwerken und Veranstaltungsformaten erfolgen. Die fachlich fundierten Inhalte sollen durch eine professionelle Agentur für die Öffentlichkeit als Zielgruppe aufgearbeitet werden. Etablierte Kommunikationsformate, die Forstleute vor Ort und relevante Verbände sollen bei den Kommunikationsmaßnahmen eingebunden werden.

Eine Informationskampagne sollte in einem Verbund von Bund und Ländern ggf. gemeinsam mit relevanten Verbänden auf Bundesebene umgesetzt werden. Dies schafft Synergien und erhöht die Reichweite sowie Wirkung der Kampagne. Perspektivisch sollte die Koordination über eine spezialisierte Kommunikationseinrichtung als langfristig angelegte Aufgabe erfolgen.

Beispiele für Ansätze, die die verfolgte Zielsetzung der Aktivität unterstützen:

Als Projektbeispiele im Bereich Kommunikation können die systematisch und strategisch angelegten sowie ausreichend finanzierten Kommunikationsangebote des früheren Holzabsatzfonds, die Kampagnen „Forstwirtschaft in Deutschland“ und „300 Jahre Forstliche Nachhaltigkeit“ (Koordination durch den Deutschen Forstwirtschaftsrat), das etablierte Format „Deutsche Waldtage“ sowie die Informationsangebote der Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe dienen.

1.2 Digitale Angebote und Instrumente für die Waldbewirtschaftung entwickeln

1.2.1 Dachportal und digitales Handbuch zur Waldbewirtschaftung im Klimawandel entwickeln

Das Dachportal und das digitale Handbuch „Waldbewirtschaftung im Klimawandel“ sollen eine qualitätsgesicherte und für die forstliche Praxis zugänglich aufbereitete Zusammenstellung des aktuellen Stands des Wissens darstellen.

Thematisch sollen die wesentlichen Inhalte bezüglich des Erhalts der Vitalität, der Funktions- und Leistungsfähigkeit der Wälder im Klimawandel und die erforderlichen Anpassungen bei der Waldbewirtschaftung inklusive der Risikoverringerung gegenüber Schadereignissen abgedeckt sein und im digitalen Handbuch zusammengefasst werden.

Die Zielgruppe umfasst alle mit der Waldbewirtschaftung befassten Akteure, wie Waldbesitzende, Forstbetriebe, Forstverwaltungen, forstliche Dienstleistungsunternehmen, Einrichtungen der waldbezogenen Naturschutz- und Umweltplanung und weitere.

Das Dachportal soll einen Überblick mit Einstiegsinformationen und Verlinkungen auf weitere Portale bzw. weiterführende Angebote auf Bundesebene, in den Bundesländern und bei wissenschaftlichen Einrichtungen bieten. Beispielsweise

kann hier entweder direkt auf Landesportale verwiesen werden oder es können anhand der jeweiligen Themen, wie Baumarteneignungskarten im Klimawandel, Verknüpfungen erstellt werden. Das Handbuch stellt eine wichtige inhaltliche Grundlage für das Dachportal dar.

Bei der Erstellung des Dachportals und des Handbuchs ist die Aufbereitung mit einer guten Zugänglichkeit für die Praxis und einer großen Nutzerfreundlichkeit von großer Bedeutung. Hierzu sollte neben den wissenschaftlichen Einrichtungen eine auf Wissenstransfer und Kommunikation spezialisierte Agentur eingebunden werden. Die Erstellung soll institutionsübergreifend erfolgen und ist laufend fortzuschreiben.

Mit der Zusammenstellung der Inhalte des Dachportals und des digitalen Handbuchs sollten Bund und Länder ein Konsortium aus Ressortforschungseinrichtungen des Bundes und der Länder sowie ggf. renommierter forstwissenschaftlicher Institutionen beauftragt werden. Für die Umsetzung werden dann spezialisierte Dienstleister benötigt.

Die laufende Fortschreibung des digitalen Handbuchs sollte bei einer geeigneten Institution dauerhaft verankert werden.

Beispiele für Ansätze, die die verfolgte Zielsetzung der Aktivität unterstützen:

Als Beispiele im Bereich zielgerichteter und institutionsübergreifender Zusammenstellungen von relevantem aktuellem Fachwissen können grundsätzlich die Gutachten bzw. Stellungnahmen des Wissenschaftlichen Beirates für Waldpolitik beim BMEL („Die Anpassung von Wäldern und Waldwirtschaft an den Klimawandel“ und „Risikovorwarnung und der Umgang mit Extremereignissen in der Forstwirtschaft“) und das Positionspapier „Anpassung der Wälder an den Klimawandel“ des Deutschen Verbandes Forstlicher Forschungsanstalten dienen. Allerdings richten sich diese Darstellungen nicht an die forstliche Praxis.

Als Projektbeispiele im Bereich internetbasierter Informationsportale können grundsätzlich Portale wie das Deutsche Klimavorsorgeportal (KLIVO), die Projekt-Datenbank des Waldklimafonds, die Online-Datenbank zur Bundeswaldinventur, Länderportale, das Angebot digitaler Baumarteneignungskarten im Klimawandel verschiedener Bundesländer sowie Internetseiten wie „Waldwissen“ und „Forstwirtschaft in Deutschland“ dienen. Allerdings können diese Beispiele nur einen ersten Ansatz darstellen, der im Rahmen der Aktivität weiterentwickelt werden müsste.

1.2.2 Modulare App zur Unterstützung der Waldbewirtschaftung im Klimawandel entwickeln

Die App „Waldbewirtschaftung im Klimawandel“ soll auf der Grundlage des aktuellen Standes von Wissenschaft und Informationstechnik eine qualitätsgesicherte und zugänglich aufbereitete, praktische Unterstützung für die forstliche Praxis darstellen. Die App soll modular angelegt werden und angepasste Anwendungen auf verschiedenen Ebenen, wie Bund, Bundesländer, Kommunen und Forstbetriebe ermöglichen.

Einige Inhalte können aus dem digitalen Handbuch (siehe Aktivität 1.2.1) übernommen werden. Es sollten praktische Themen der Waldbewirtschaftung im Klimawandel unter anderem mit dem Schwerpunkt Risikominimierung gegenüber Schadereignissen im Vordergrund stehen. Den Fokus stellen Themen wie Waldbauplanung, Standortkartierung, Forsteinrichtung, Holzernteplanung und Waldschutzmanagement dar. Von besonderer Bedeutung ist die Einbindung von Szenarien zu den konkreten Auswirkungen des Klimawandels.

Die Zielgruppe umfasst die zentralen, mit Waldbewirtschaftung befassten Akteure, wie Waldbesitzende, Forstbetriebe, Forstverwaltungen und forstliche Dienstleistungsunternehmen.

Bei der Erstellung der App ist die Aufbereitung mit einer guten Zugänglichkeit für die forstliche Praxis und einer großen Nutzerfreundlichkeit von großer Bedeutung. Hierzu sollte neben den wissenschaftlichen Einrichtungen und den auf Informationstechnik spezialisierten Einrichtungen, eine auf Wissenstransfer und Kommunikation spezialisierte Agentur eingebunden werden. Die Erstellung soll institutionsübergreifend erfolgen und ist periodisch fortzuschreiben.

Zudem kann ein Modul mit der Möglichkeit einer Rückmeldung der Waldbesitzenden an die Forstleute sowie die Wissenschaft oder zur Förderung des Austausches untereinander in die App integriert werden. So könnte ein deutliches Signal gesetzt werden, die Fragen und Erfahrungen aus der Praxis in den fachlichen und wissenschaftlichen Diskurs mit aufzunehmen.

Bei der Erstellung der App soll möglichst eine fachliche Zusammenführung verschiedener aktueller Entwicklungen der Forstverwaltungen und der Ressortforschungseinrichtungen erfolgen. Der Einbindung neuer Fernerkundungsdaten auf Bundesebene kommt eine besondere Bedeutung zu. Die App sollte die Möglichkeit zur Berücksichtigung von länderspezifischen Gegebenheiten erlauben. Differenzen in lokal spezifischen fachlichen Empfehlungen zwischen dem Forstfachpersonal vor Ort und Informationstechnologien sind zu vermeiden bzw. zu erläutern. Ein Ansatz könnte die Weiterentwicklung und verstärkte Praxiseinführung der vom Bund geförderten IT-Anwendung „iWald“ sein.

Die Programmierung der App sollte von Bund und Ländern an einen geeigneten Dienstleister vergeben werden. Ein Projektkonsortium bestehend aus zentralen Fachstellen des Bundes und der Länder ggf. unter Beteiligung des Kuratoriums für Waldarbeit und Forsttechnik, sollte die Entwicklung fachlich begleiten. Der Support und die laufende Weiterentwicklung der App sollten bei einer geeigneten Institution dauerhaft verankert werden.

Beispiele für Ansätze, die die verfolgte Zielsetzung der Aktivität unterstützen:

Als Projektbeispiele im Bereich Apps zur Unterstützung der Waldbewirtschaftung können die App „iWald“ (Unterstützung waldbaulicher Entscheidungen) auf der Bundesebene, weitere Apps in den Bundesländern, wie WaldExpert aus Baden-Württemberg mit Informationen über den eigenen Wald, von wissenschaftlichen Einrichtungen wie die App „BaEm mobile“ zur Baumartenempfehlung der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt sowie die Forschungsplattform „Wald und Holz 4.0“ dienen.

2. Risiko- und Krisenmanagement

Die Veränderung der klimatischen Verhältnisse beeinflusst die Bedingungen für das Wachstum und Leben von Bäumen, Pflanzen und im Wald lebenden Tieren grundlegend. Dadurch kann die Erbringung vieler Ökosystemleistungen und die Erreichung verschiedener betrieblicher Ziele dauerhaft beeinträchtigt, im ungünstigen Fall lokal nicht mehr möglich sein. Einige dieser Ziele werden insbesondere durch die höhere Wahrscheinlichkeit von Extremwetterlagen bedroht. Diese sind jedoch nicht die einzige Ursache für die Zunahme der Risikosituation.

Für die Waldbewirtschaftung ist die Etablierung eines funktionierenden Risiko- und Krisenmanagements besonders wichtig, da sich die gestiegenen Unsicherheiten im Klimawandel bei den langen Lebenszyklen von Wäldern besonders stark auswirken.

Die Begriffe Risiko und Krise werden im allgemeinen Sprachgebrauch häufig synonym verwendet. In den letzten Jahren wurden jedoch sowohl für Risiko- (DIN 31000:2018) als auch für Krisenmanagement (DIN SPEC 14414) DIN-Normen bzw. Vornormen eingeführt.⁶ Im Sinne einer Standardisierung und Professionalisierung erscheint es insofern zwingend, diese Normen bei der Ausgestaltung eines künftigen Risiko- und Krisenmanagements in der Forstwirtschaft zu verwenden. In den nachfolgenden Ausführungen wird diesem Ansatz gefolgt.

DIN-konformes, integriertes Risikomanagement ist eine strategische Aufgabe, die aus einem sich regelmäßig wiederholenden Prozess mit den Schritten Risikoidentifikation, Risikoanalyse und Bewertung, Risikobehandlung, sowie Risikoüberwachung und –kontrolle besteht. Da Risiko als „Wirkung von Unsicherheit auf Ziele“ definiert ist, geht es im Kern darum zu überprüfen, welche Ziele und damit auch Ökosystemleistungen überhaupt erreichbar sind bzw. darum, ob es besondere Maßnahmen braucht, um die Wahrscheinlichkeit von deren Realisierung zu erhöhen.

Ob Ziele erreicht werden, hängt von vielen Faktoren ab. Diese Faktoren lassen sich in drei Gruppen gliedern:

1. Einflüsse
2. Verletzlichkeit (Vulnerabilität) des Systems bzw. der Ziele
3. Auswirkungen der Einflussfaktoren und Vulnerabilität auf die Ziele

Bei der letztgenannten Kategorie „Auswirkung“ spielt es auch eine Rolle, ob bereits Aktivitäten durchgeführt und / oder Strukturen vorhanden sind, die Auswirkungen von Einflussfaktoren, ggf. in Kombination mit einer zu großen Vulnerabilität kompensieren können, wie z. B. Versicherungen, die zumindest finanzielle Auswirkungen von Störungen mindern können. Damit wird das Augenmerk auch auf aktive Möglichkeiten der Risikogestaltung gelenkt.

⁶ Exkurs: Zusammenfassung der Unterscheidung von Risiko- und Krisenmanagement:

Im Risikomanagement wird auf der Basis von Kriterien geprüft, ob Ziele realistischerweise erreichbar sind. Die Existenz und Wahrscheinlichkeit von Krisen (hier insb. Extremwetterereignisse und deren Sekundärfolgen) zählt für viele Ziele zu den maßgeblichen Einflussgrößen. Insofern bietet sich hier ein umfassendes Krisenmanagement als eine wichtige Maßnahme der Risikobehandlung an, um den Einfluss solcher Krisen zu mindern). Krisenmanagement ist insofern ein Bestandteil des Risikomanagements.

Das Krisenmanagement bezieht sich als Teilaspekt des Risikomanagements immer auf konkrete Ereignisse oder Gefahren, wobei auch Kombinationen von Einflussfaktoren, wie z. B. Sturm und Borkenkäfer, wirksam werden können.

Das forstliche Krisenmanagement zielt damit darauf ab, den Umgang mit Krisen jeglicher Art zu optimieren. Ein DIN-konformes Krisenmanagement erstreckt sich gemäß geltender Definition über die vier Phasen:

- Prävention,
- Vorbereitung (auf den Eintritt des Ereignisses),
- Intervention und
- Instandsetzung.

Mit der Integration von Prävention und Vorbereitung in das Krisenmanagement wird damit über das bisher vorherrschende Verständnis eines primär reaktiven Krisenmanagements hinausgegangen. Mit diesem erweiterten Ansatz werden auch von Deutschland unterzeichnete, internationale Vereinbarungen zum Krisenmanagement in der Forstwirtschaft umgesetzt.

Die Etablierung eines funktionierenden und systematischen Krisen- und Risikomanagements steht erst am Anfang. Eine enge Zusammenarbeit und Absprache der zuständigen Organisationen auf Bundes- und Landesebene stellt eine wichtige Voraussetzung zur erfolgreichen Umsetzung dar. Zudem muss sichergestellt werden, dass die gesammelten Erfahrungen und die Expertise der Fachleute zeitnah und effizient an die Forstbetriebe weitergegeben wird.

Das in diesem Themenfeld vorgebildete Personal wird sich erst langsam etablieren. Daher ist es von hoher Bedeutung den Wissenstransfer von den wenigen Fachleuten zu den Forstbetrieben über die notwendigen praktischen Schritte zur erfolgreichen Etablierung eines betrieblichen Risikomanagements sicherzustellen. Bei den forstlichen Organisationen sollte ein Bewusstsein geschaffen werden, dass die Hinzuziehung von Expertinnen und Experten kein Zeichen von Schwäche, sondern von Professionalität ist.

Wichtige Inhalte des Handlungsfelds sind bereits im Ratgeber Forstliches Krisenmanagement aufgearbeitet.⁷

Im Folgenden werden die von der AG Wald priorisierten Maßnahmen aus dem Maßnahmenprogramm und die damit verbundenen Aktivitäten erläutert.

Beispiele für Ansätze, die die verfolgte Zielsetzung der Aktivitäten unterstützen:

Bei der Umsetzung der hier empfohlenen Aktivitäten kann auf die Expertise des Netzwerks „Forstliches Risiko- und Krisenmanagement“ zurückgegriffen werden und dessen vorhandene Strukturen genutzt und verstetigt werden: <https://forstliches-risikomanagement.de/>

Als gutes Beispiel für eine solche Verstetigung kann u. a. die Plattform Naturgefahren PLANAT in der Schweiz herangezogen werden: <https://www.planat.ch/de/>

⁷ Weitere Informationen unter <https://www.waldwissen.net/de/waldwirtschaft/schadensmanagement/ratgeber-forstliches-krisenmanagement> (aufgerufen am 17.02.2023)

2.1 Stärkung des außer- und innerbetrieblichen Risikomanagements

2.1.1 Risikomanagement stärken

Ein funktionierendes Risikomanagement sollte alle o. g. Prozessschritte umfassen und dauerhaft etabliert werden. Die hier genannten Aufgaben stellen einen ersten Ansatz dar, ein systematisches Risikomanagement aufzubauen und zu stärken.

Bisher hat sich die Risikoforschung stark auf den Faktor Vulnerabilität und Mortalität von Wäldern und damit auf die Ursachenforschung fokussiert. Diese Arbeiten sollen fortgeführt werden. Eine Verbesserung der Situation wird aber nur erreicht, wenn auch die Wirkungen von Störungen und unterschiedliche Lösungsansätze intensiver untersucht und die Erkenntnisse daraus genutzt werden.

Weitere wichtige Bausteine zur Stärkung des innerbetrieblichen Risikomanagements, wie die Beratung und Betreuung der Forstbetriebe zur individuellen Risikoidentifikation und zur Analyse und Bewertung müssen fortgeführt und laufend weiterentwickelt werden.

Es hat sich dabei gezeigt, dass insbesondere eine systematische Risikoanalyse die Betriebe vor große Herausforderungen stellt. Zum einen werden diese nur in mittlerer Frequenz durchgeführt, so dass kein Erfahrungswissen aufgebaut werden kann. Zum anderen ist die Zielerreichung von vielen Faktoren abhängig und somit sehr komplex.

Die bisherigen Aktivitäten zum Risikomanagement orientieren sich noch überwiegend an monetären Zielsetzungen. Waldschäden im Landschaftsmaßstab, wie sie im Jahr 2018 und den Folgejahren eingetreten sind, zeigen aber auch, dass die Risikoforschung auf andere, nicht monetäre Zielsetzungen ausgeweitet werden sollte.

Die AG Wald schlägt vor, die Entwicklung von betrieblichen Anpassungsstrategien an den Klimawandel zu unterstützen und finanziell zu fördern. Auch entsprechende Demonstrationsvorhaben sollten finanziell unterstützt werden.

Dabei sollte dem Faktor betrieblicher Diversifikation und Nutzung von sonstigen Maßnahmen der Risikoverteilung und -übertragung ein besonderes Augenmerk gewidmet werden, da aufgrund der erhöhten Wahrscheinlichkeit von naturalen Krisenereignissen, nicht mehr von einer kontinuierlichen Finanzierung der Forstbetriebe aus Holzerlösen gerechnet werden kann.

2.1.2 Regulatorische Rahmenwerke anpassen

Aus einer überbetrieblichen Perspektive hat sich gezeigt, dass die regulatorischen Rahmenwerke in vielen Fällen noch nicht an eine veränderte Risikolage angepasst sind.

Daher sollten die gesetzlichen- und untergesetzlichen Grundlagen auf deren Eignung geprüft und zudem kritisch durchleuchtet werden, inwieweit proaktive Maßnahmen zur Risikominderung gefördert oder behindert werden:

- Novellierung des Forstschädenausgleichsgesetzes (ForstSchAusglG)
- Überprüfung der Waldgesetze des Bundes und der Länder auf Kompatibilität mit einer erhöhten Risikolage

- Prüfung anderer, den Wald betreffender Normen, auf die Vereinbarkeit mit den Anforderungen eines proaktiven Krisenmanagements

2.2 Ausbau der Krisenmanagementinstrumente und Intensivierung ihrer Verwendung

2.2.1 Prävention stärken und frühzeitige Risikoerkennung aufbauen

Forstbetriebe unterliegen vielfältigen Einflüssen. So hat beispielsweise auch die Wirtschaftskrise ab dem Jahr 2008 ähnliche finanzielle Auswirkungen auf diese gehabt, wie vorangegangene Sturmereignisse. Ein umfassendes forstliches Krisenmanagement sollte daher alle relevanten Einflüsse bzw. möglichen Ereignisse einbeziehen. In Verbindung mit dem Klimawandel spielen jedoch eindeutig klimatisch bedingte Krisen eine herausgehobene Rolle.

Es kann festgehalten werden, dass das Krisenmanagement bisher primär als Reaktion auf den Eintritt von Schadereignissen fokussierte und lediglich waldbauliche Präventionsmaßnahmen bisher eine breitere Bedeutung eingenommen haben. Die Fortführung der waldbaulichen Prävention bleibt zwar weiterhin eine zentrale Aufgabe der Waldwirtschaft, allerdings kann diese aufgrund der Langfristigkeit forstlicher Prozesse nur mittelfristig wirken. Derzeit existieren noch viele Waldflächen, die aufgrund ihrer Historie unter den heutigen Bedingungen als risikobehaftet eingestuft werden müssen. Insofern muss neben der Fortsetzung der waldbaulichen Anpassung mindestens gleichberechtigt die Fähigkeit verbessert werden, mit dem Eintritt von Schäden umzugehen (siehe auch Aktivität 2.2.2).

Die natural dringlichste und zugleich langfristig wirksamste Aktivität stellt die konsequente Ausrichtung der Waldpflege auf die Erhöhung der Anpassungsfähigkeit der Wälder dar. In diesem Sinne müssen die vorhandenen finanziellen Anreize, die sich insbesondere aus den Förderprogrammen des Bundes und der Länder ergeben, auf den Prüfstand gestellt werden und ggf. weitere Förderprogramme neu aufgebaut werden.

Die Anreize müssen konsequent auf waldbauliche Maßnahmen zur Förderung der Vitalität und Stabilität von Einzelbäumen und Beständen sowie zur Erhöhung der Mischung und der Förderung von standortgerechten Baumarten ausgerichtet sein. Der Schwerpunkt von Präventionshilfen sollte auf die jungen Wälder (Jungwuchs- und Jungbestandspflege, Durchforstung) gelegt werden, da in älteren Beständen die Vulnerabilität signifikant höher ist und meist das Störungs- und Krisengeschehen das betriebliche Handeln bestimmt. Wo dies mit den gesetzlichen Rahmenbedingungen und anderen Zielsetzungen vereinbar ist, sollten vulnerable Altbestände schnell in Richtung anpassungsfähiger Nachfolgebestände verjüngt werden.

Die Förderung der Ökosystemleistungen durch das Programm „Klimaangepasstes Waldmanagement“ sollte verstetigt und von Bund und Ländern im Sinne einer bestmöglichen Unterstützung der Waldbesitzenden in der Klimaanpassung der Wälder weiterentwickelt werden.

Die Wiederbewaldung und der Erhalt gemischter Wälder wird nur gelingen, sofern die Schalenwildichten auf ein tragbares Niveau gebracht werden. Ohne den aktuell fast flächendeckend eingesetzten Einzel- oder Flächenschutz von jungen Waldbäumen kann eine artenreiche Waldverjüngung nicht realisiert werden. Die Förderanreize

müssen dahingehend gesetzt werden, dass Wälder ohne Schutzmaßnahmen verjüngt werden können.

Um langfristig Risikoprognosen zur Waldumgestaltung hin zu gemischten und strukturierten Mischwäldern abgeben zu können, ist ein digitales Wildschadensmonitoring im Wald unerlässlich. Dieses ist auf Landesebene zu betreiben und muss die Möglichkeit bieten, regional und kleinräumig auf Jagdbezirksebene den Einfluss von Schalenwild deutlich zu machen. Ein einfacher Zugang zu den Daten ist essentiell, um so durch eine faktenbasierte Argumentation Waldbesitzenden zu ermöglichen, eine an den eigenen waldbaulichen Zielen ausgerichtete Jagdstrategie durchzusetzen.

Auf regionaler und kleinräumiger Ebene sollten Vulnerabilitätskarten entwickelt werden, die die Gefahr von abiotischen und biotischen Schäden darstellen und ggf. besonders gefährdete Bereiche aufzeigen. Diese können auch zur praktischen Umsetzung der Verkehrssicherungspflicht genutzt werden.

Durch die Häufung von Witterungsextremen steigt der Bedarf für eine zeitnahe und zielgruppenorientierte Weitergabe der vorhandenen Informationen aus den vorhandenen Früherkennungssystemen, wie z. B. dem Waldschutzmonitoring.⁸ Die Etablierung eines bundesweit harmonisierten Waldschutz-Meldewesens mit effizienten digitalen Datentransfers und Datenaufbereitungen schafft wertvolle Synergien. Auf der anderen Seite muss der Bedienkomfort für die Dateneingebenden deutlich verbessert werden. Damit die Daten zeitnah eingegeben werden, muss die Eingabe vollständig über mobile Eingabegeräte im Wald möglich sein und zugleich sollten standardisierte Auswertungsmöglichkeiten für die Nutzenden bereitstehen. Eine zentrale Rolle in der Koordination einer Bund-Länder-Initiative kann hier das neu gegründete Julius Kühn-Instituts für Waldschutz einnehmen.

Eine wichtige Grundlage für das Erkennen von krisenhaften Waldschäden können sowohl bundesweite als auch regionale, höher aufgelöste flächendeckende Detektionssysteme auf Basis von Fernerkundung sein. Mit dem Fernerkundungsbasierten Nationalen Erfassungssystem von Waldschäden (FNEWS) entwickelt das Thünen-Institut derzeit im Auftrag der Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Forst (Forstchef-Konferenz) ein entsprechendes bundesweites System.

2.2.2 Organisation des Krisenmanagements verbessern

Das Krisenmanagement hat sich bisher primär auf die Reaktion auf eintretende Schadereignisse fokussiert. Der systematische und ganzheitliche Blick auf den gesamten Krisenmanagementzyklus von der Prävention bis zur Instandsetzung sollte laufend geschärft werden.

Hierzu ist festzuhalten, dass die staatlichen Forstverwaltungen und viele Forstbetriebe von Kalamitätsereignissen, wie z. B. den Stürmen Lothar oder Kyrill in dem Jahr 1999 bzw. im Jahr 2007 oder von extremen Trockenphasen wie in den Jahren 2018, 2019 und 2022, bisher weitgehend unvorbereitet getroffen wurden. Die negativen Auswirkungen der Krisensituation haben dabei nicht nur ökologische und

⁸ Wissenschaftlicher Beirat für Waldpolitik (WBW): Stellungnahme „Risikovorsorge und der Umgang mit Extremereignissen in der Forstwirtschaft“, (2019). Online: https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Ministerium/Beiraete/waldpolitik/StellungnahmeWBW-Risikovorsorge.pdf?__blob=publicationFile&v=4 aufgerufen am 17.2.2023

ökonomische Schäden ausgelöst, sondern auch physische und psychische Überlastungen der Forstleute ausgelöst. Dies hat zusätzlich zu einer ineffizienten Intervention beigetragen.

Die AG Wald empfiehlt daher prioritär Folgendes umzusetzen:

Aufbau von Krisenmanagementstrukturen auf regionaler Ebene und Entwicklung von regionalen Krisenmanagementplänen (i.d.R. für Landkreise) über die Verwaltungsgrenzen hinweg (vgl. DIN SPEC 14414 Krisenmanagement). Insbesondere für Schadereignisse mit einem Gefährdungspotential auch außerhalb der Wälder, wie z. B. bei Sturm und Waldbrand, spielt die koordinierte Zusammenarbeit, wie u. a. zwischen Bevölkerungsschutz und Forstverwaltung, eine entscheidende Rolle. Hier stellt die Etablierung und Finanzierung von Modellgebieten oder Demonstrationsvorhaben zu unterschiedlichen Krisenursachen einen effizienten und praxisnahen Weg dar. Zur Umsetzung dieser Aktivität sollten sich Bund und Länder über die Standards der Anlage von Modell- und Demonstrationsvorhaben absprechen und vorhandene Netzwerke stärken oder Neue aufbauen, um sich über die Erfahrungen und Erkenntnisse auszutauschen.

Eine erfolgreiche Bewältigung der Krise kann nur gelingen, sofern Forstleute und Waldbesitzende mental und physisch gesund und bestmöglich auf den Krisenfall vorbereitet sind. Die Forstbetriebe sollten daher präventiv die Gesundheit der Mitarbeitenden fördern und sich organisatorisch auf den Ernstfall vorbereiten.

Entwicklung eines objektiven und kriterienbasierten Verfahrens zur Feststellung von Krisensituationen. Diese können die Voraussetzung für das Inkrafttreten bestimmter Rechtsfolgen, wie zum Beispiel dem Gesetz zum Ausgleich von Auswirkungen besonderer Schadensereignisse in der Forstwirtschaft (ForstSchAusglG), oder Fördertatbestände sein.

Der Krisenverlauf und die Krisenbewältigung sollten unbedingt durch die Forstverwaltungen im Nachgang analysiert und aufgearbeitet werden, damit diese Erkenntnisse an die Forstbetriebe weitergeben und zur Bewältigung weiterer Krisen genutzt werden können.

Im Krisenfall sind direkte und schnelle Kommunikationswege notwendig. Diese sollten insbesondere von der Revierleitung an die Waldbesitzenden und Forstbetriebe aufgebaut werden.

Insgesamt ist eine verbesserte regionale und waldbesitzübergreifende Abstimmung bei Kalamitäten und eine stärkere Vernetzung der Akteure zur Optimierung der Handlungsfähigkeit notwendig. Hierfür ist ein geeignetes Format zur Verbesserung sowie Vereinfachung des Austausches zwischen den Waldeigentumsformen zu finden.

2.2.3 Nationales Waldbrandmanagement verbessern

Häufigere und intensivere Hitze- und Trockenperioden führen zu einer steigenden Waldbrandgefahr. Zudem zeichnet sich ab, dass auch Regionen mit Waldbränden konfrontiert werden, in denen das Thema bisher noch nicht im Fokus war.

Die dringlichste Aufgabe besteht darin, sich vom bisherigen Ansatz zu lösen, der primär auf eine Optimierung der Waldbrandbekämpfung und deren Vorbereitung

fokussierte und in ein umfassendes Waldbrandmanagement zu überführen, dass präventive Maßnahmen deutlich stärker in den Fokus rückt.

Da der weit überwiegende Teil der Waldbrände auf Fahrlässigkeit beruht, spielen hier z. B. auch Maßnahmen der Öffentlichkeitsarbeit eine herausgehobene Rolle.

Es sind effiziente Strukturen zur Waldbrandbekämpfung aufzubauen und die Zusammenarbeit von der nationalen bis zur kommunalen Ebene sowie über Organisationsgrenzen hinweg zu optimieren.

Daher sollte auf Bund-Länder-Ebene auch ein Dialog zur Prüfung und ggf. Optimierung einer schlagkräftigen nationalen Waldbrandbekämpfung und Löschwasserversorgung geführt werden. Dies beinhaltet unter anderem die Vereinheitlichung von Waldbrandeinsatzkarten und den flächigen Austausch von Kontaktdaten der zuständigen Stellen, um bei länderübergreifenden Fällen schnell handlungsfähig zu sein. Hier müssen Lösungsansätze oder Konzepte der Bund-Länder-AG Waldbrandschutz bzw. der länderoffenen AG nationaler Waldbrandschutz in Zusammenarbeit mit der Feuerwehr auf kommunaler Ebene einfließen.

3. Wasser

Wasser ist für den Wald eine lebensnotwendige Ressource und ein verbesserter Wasserrückhalt in Wäldern ist entscheidend für eine erhöhte Resilienz sowie das Überleben der Waldbestände. Zugleich spielt der Wald eine zentrale Rolle im Landschaftswasserhaushalt, für die Grundwasserspeisung, die Trinkwassergewinnung, den Hochwasserschutz sowie für das Lokalklima. Maßnahmen, die die Rolle des Waldes im nutzungsübergreifenden Landschaftswasserhaushalt verbessern bzw. optimieren, sind daher wesentlich für die Anpassung der Wälder und ihrer Nutzung im Klimawandel.

Allerdings stoßen die Maßnahmen im Wald an ihre Grenzen, wenn der Gesamtwasserverbrauch, z. B. für Siedlung, Gewerbe und Landwirtschaft, die natürlichen Wasserressourcen überfordert und die Wasserspeicher infolge übermäßiger Nutzung dauerhaft ausgezehrt werden. Zentrales Element eines optimierten Landschaftswasserhaushalts muss auch eine sektorenübergreifende Wassereinsparung bzw. Minderung des Wasserverbrauchs insgesamt sein. Hier zeichnen sich zunehmend Zielkonflikte ab: Immerhin hängen in Deutschland ca. 70 Prozent der Trinkwassergewinnung am Grundwasser und im Wald liegende Wasserschutzgebiete leisten hierzu einen wesentlichen Beitrag.⁹ In den Wassergewinnungsgebieten der Metropolen und Ballungsgebiete sind die Folgen einer übermäßigen Wassergewinnung für den Wald bereits seit längerem sichtbar. Diese sind waldfährdend und mit waldbaulichen bzw. forstlichen Maßnahmen nur sehr bedingt behebbar.

Diese Entwicklung wird durch den Klimawandel und dem damit verbundenen gehäuften Auftreten von Wetter- und Witterungsextemereignissen wie Hagel, Starkregen und Dürren verschärft. Starkregenereignisse traten in jüngster Zeit verstärkt auf. Sie werden nach den derzeitigen Klimaprojektionen zukünftig zunehmen. Insbesondere nach Trockenperioden kommt es auf stark ausgetrockneten, dann hydrophoben Böden zu einer drastisch verminderten Wasseraufnahme (Infiltration). Dadurch erhöht sich der Oberflächenabfluss und das Risiko der Entstehung von Sturzfluten steigt. Aber auch auf wassergesättigten Böden können Sturzfluten entstehen.

Um auf Situationen von deutlich zu viel oder deutlich zu wenig Wasser angemessen reagieren zu können, bedarf es eines umfassenden Management- und Nutzungskonzepts für den Landschaftswasserhaushalt Deutschlands. Hierbei müssen gegebene Zielkonflikte unbedingt berücksichtigt werden. Darüber hinaus sind effektive waldbauliche Maßnahmen zur verbesserten Wasserspeicherung im Boden nötig. Diese Maßnahmen können bei Starkregenereignissen eine Verzögerung der Abflussspitzen bewirken, dadurch Überflutungen vorbeugen bzw. deren Schwere verringern und gleichzeitig die Wasserversorgung der Wälder lokal verbessern, indem die Versickerung vor Ort in den Wäldern ermöglicht wird.

⁹ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Grundwasser in Deutschland, (2008). Online: <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/3642.pdf> aufgerufen am 17.02.2023

In Hochwasserentstehungsgebieten ist verstärkt darauf zu achten, welche hydrologischen Wirkungen waldbauliche Maßnahmen haben können. In solchen Gebieten sollte insbesondere darauf hingewirkt werden, den Wasserrückhalt und Erosionsschutz zu erhöhen, den Abfluss zu verzögern, sowie das Risiko von Erdrutschen, Muren und Verkläuerungen zu minimieren. Um erfolgreich solche Maßnahmen implementieren zu können, müssen die Abflussprozesse am Planungsort bekannt sein. Durch die Verschneidung von digitalen Informationen zur Forstlichen Standortkartierung (Bodenwasserhaushaltsverhältnisse, Bodenart, Bodenform) und zur Geomorphologie können Hot Spots der Hochwasserentstehung identifiziert werden, z. B. Kalamitätsflächen nach Borkenkäferbefall oder nach Sturmereignissen.

Auf dieser Grundlage lassen sich örtlich gezielte Empfehlungen zur Minderung von Hochwasserentstehung entwickeln, wie z. B. Belassen der verbliebenen Gehölzvegetation sowie von Ast- und Reisigmaterial und zügige Wiederbewaldung mit dem Ziel, den Oberflächenabfluss in hängigem Gelände zu vermindern und zu verzögern. Schutzwaldpflege in Hochwasserentstehungsgebieten dient der Gefahrenprävention. Hierzu zählen beispielsweise Holzeinschläge zur Förderung der Verjüngung oder zur Stabilisierung der Bestände, Jungwaldpflege, Erosionsschutz entlang von Gerinnen durch die Etablierung von Vegetation oder die Reduktion von Schwemmholz in Gewässernähe.

Wald kann im Vergleich zu Landwirtschafts- und Siedlungsflächen den Verlauf der Hochwasserentstehung auf zwei Arten positiv beeinflussen. Einerseits halten Wälder der gemäßigt feuchten Breitengrade im Kronenraum, im Unterwuchs und in der Streuauflage abhängig von Jahreszeit, Niederschlagsintensität und Baumart zwischen 15 und 50 Prozent des Gesamtniederschlags als Interzeption zurück.¹⁰ Andererseits verlangsamt die Waldbodenvegetation nicht nur den im Verlauf von Starkregenereignissen entstehenden Oberflächenabfluss, sondern ermöglicht durch Auflockerung des Bodens und das dadurch entstehende Grobporensystem, dass Wasser besser in den Boden infiltrieren (versickern) kann.

Damit die im Folgenden vorgestellten waldbaulichen Maßnahmen zur Verbesserung des Wasserhaushalts unter Wäldern auch effektiv umgesetzt werden können, müssen die verantwortlichen Waldbesitzenden und Mitarbeitenden im Forst für forsthydrologische Themen sensibilisiert und geschult werden. Hierfür sollten Fortbildungsangebote wie z. B. Weiterbildungsvorträge, Informationskampagnen genutzt und Schulungsunterlagen erstellt werden. Zusätzlich müssen diese forsthydrologischen Aspekte durch Aufnahme in die forstlichen Hochschul-Lehrpläne einen verstärkten Eingang in die Ausbildung bekommen.

Im Folgenden werden Aktivitäten für den Wald vorgeschlagen, die einen Beitrag für den Landschaftswasserhaushalt und die Wasserretention leisten können.

¹⁰ Gerrits, A. M. J., L. Pfister, and H. H. G. Savenije. "Spatial and temporal variability of canopy and forest floor interception in a beech forest." *Hydrological processes* 24.21 (2010): 3011-3025.

3.1 Beitrag der Wälder zur Optimierung des Landschaftswasserhaushalts

3.1.1 Grundwasserneubildung und Bodenversickerung fördern

Der wichtige Beitrag der Wälder zur Trinkwassergewinnung und zur Wasserretention kann durch ausgewählte Maßnahmen unterstützt werden.

Die Höhe der Grundwasserspende und der Bodenversickerung unter Wald hängt bei gegebener Niederschlagssumme von der Struktur und Vitalität des vorhandenen Waldbestands sowie von der Beschaffenheit der Bodenoberfläche und der Durchlässigkeit der Böden ab. Deshalb bestimmt das Management von Vegetation und Böden, inwieweit Wasser in den Boden infiltrieren kann. Beispielsweise sollte bei der Befahrung im Wald mit schweren Maschinen, insbesondere in den Hochwasserentstehungsgebieten, eine Oberbodenverdichtung vermieden werden. In diesen Gebieten ist die Nutzung alternativer Verfahrenstechniken zur Holzernte und Rückung (siehe auch Aktivität 4.2.2) zu prüfen.

Die Durchlässigkeit und das Speichervermögen der Waldböden kann durch forstliche Maßnahmen zur Verbesserung der Bodenstruktur erhöht werden. Maßnahmen dafür sind insbesondere die Kalkung versauerter Waldstandorte oder die Umwandlung von Nadelrein- in Mischbestände. Die Überführung von Kiefern- und Fichtenreinbeständen in naturnahe Mischwälder bewirkt zudem mittel- bis langfristig eine erhöhte Grundwasserspende, da aufgrund des jährlichen Laubfalls in den Mischwäldern im Vergleich zu Nadelreinbeständen weniger Regenwasser im Kronenraum zurückgehalten wird. Zudem weisen naturnahe Wälder ein höheres, aber standortabhängiges Wasserrückhaltevermögen (Retentionspotenzial) auf und leisten dadurch einen Beitrag zur dezentralen Risikovorsorge gegen Hochwasserentstehung.

Durch den Waldumbau wird insbesondere der Anteil von benetzungshemmender Nadelstreu und der Aufbau von Humusformen gefördert, die eine hohe Wasserdurchlässigkeit aufweisen und auch bei Austrocknung leichter benetzbar bleiben. Auch die Verwendung von Baumarten, die über einen arttypisch hohen Stammabfluss verfügen, wie z. B. die Buche, sind Maßnahmen, die zu einer höheren Versickerung bzw. Grundwasserspeisung beitragen können.

Eine wesentliche Maßnahme zur Verbesserung der Bodenversickerung ist der Rückbau von Strukturen, die eine Entwässerung begünstigen sowie die Förderung von Strukturen, die einen erhöhten Wasserrückhalt im Wald begünstigen (siehe Aktivität 3.2.1 und 3.2.2).

Darüber hinaus soll die Möglichkeit einer lokalen Anhebung des Grundwasserspiegels unter Wäldern durch zusätzliche Wasserzufuhr geprüft werden. Voraussetzung hierfür ist jedoch, dass qualitativ geeignetes Wasser in ausreichenden Mengen verfügbar ist. Zudem besteht Forschungsbedarf über die ökologischen und hydrologischen Folgen für den Waldbau, Natur- und Bodenschutz. Bisherige Erfahrungen und Machbarkeitsstudien wie z. B. im hessischen Ried könnten dafür hilfreich sein.

Damit Waldbesitzende ein für die jeweiligen Standortbedingungen geeignetes Waldwassermanagement umsetzen können, das einerseits Wachstum und Vitalität

der Waldbestände sichert und andererseits zur Grundwasserneubildung und Bodenversickerung beiträgt, sollten bestehende Förderangebote, z. B. im Rahmen des GAK-Rahmenplans oder auch über das Förderprogramm „Klimaangepasstes Waldmanagement“ erhalten, fortgeführt und ggf. durch zusätzliche Anreize erweitert werden.

Die langfristige Stabilisierung von Waldbeständen ist die Voraussetzung für die nachhaltige Planung des Landschaftswasserhaushalts im angestrebten Nutzungskonzept. Sie ist ein wichtiger Beitrag zur forstlichen Risikovorsorge und dient der Erhaltung der Ökosystemleistungen der Wälder. Diese Funktionen gilt es durch waldbauliche Maßnahmen zu entwickeln und die Bestände nachhaltig zu stabilisieren. Die standortabhängigen Voraussetzungen müssen hierbei mitberücksichtigt werden.

Voraussetzung für eine Stabilisierung der Waldbestände ist jedoch, dass ihnen nicht durch andere Nutzungen das lebensnotwendige Wasser entzogen wird (siehe Aktivität 3.1.2).

Beispiele für Ansätze, die die verfolgte Zielsetzung der Aktivität unterstützen:

Förderprogramm Klimaangepasstes Waldmanagement des BMEL zur Honorierung von Ökosystemleistungen unter Voraussetzung der Erfüllung von Kriterien, die auch der Grundwasserneubildung und der Bodenversickerung dienen. <https://www.klimaanpassung-wald.de/>

Forschungsprojekte im Rahmen des Waldklimafonds (Bspw. „Standortfaktor Wasserhaushalt im Klimawandel“) <https://www.waldklimafonds.de/foerderung/projektdatenbank>

3.1.2 Wasserentnahme reduzieren

Grundwasserbeeinflusste Wälder können auch künftig nur einen positiven Beitrag zum Landschaftswasserhaushalt leisten, wenn ihnen nicht durch andere Nutzungen das lebensnotwendige Wasser entzogen wird.

Neben der verbesserten Wasserspeicherung und etwaigen Maßnahmen zur Grundwasserspeisung auf forstlicher Seite ist daher eine nachhaltige Nutzung der Grundwasserspeicher unter Wäldern und - falls erforderlich - eine Begrenzung und Reduktion der Wasserentnahme unter Wald durch Dritte, z. B. durch Tiefbrunnen, für eine ökosystemverträgliche Anpassung des Wasserhaushalts an den Klimawandel unbedingt erforderlich.

Der sparsame Wasserverbrauch in allen Sektoren ist entscheidend für eine nachhaltige Wasserwirtschaft. Dies sollte durch regelmäßige strategische Dialogformate zwischen Forst und Wasserwirtschaft sowie geeignete politische Vorgaben und Maßnahmen gefördert werden. Zusätzlich sollten ökologische und hydrologische Folgenabschätzungen für Wasserentnahmen unter Wäldern durchgeführt und intensiviert werden, um die nachhaltige Nutzung zu gewährleisten.

3.1.3 Grundwasser- und Bodenfeuchte-Monitoring ausbauen

Als Grundlage für ein sektorenübergreifendes Wassernutzungskonzept auf Landschaftsebene bedarf es einer realistischen Einschätzung der Grundwasser- und Bodenfeuchtesituation. Hierfür ist ein flächendeckendes und repräsentatives Monitoringnetzwerk nötig. Der Dürremonitor des Helmholtz Zentrums für Umweltforschung ist nicht darauf ausgelegt die spezifische Situation der Waldböden zu repräsentieren und kann daher nur unzureichend die hydrologische Situation für

Waldstandorte abbilden. Zudem sind die Daten nicht geeignet, um den Einfluss der Waldstruktur auf die Grundwasserneubildung und die Bodenfeuchte zu untersuchen.

Messungen und Untersuchungen zur Grundwasserneubildung unter verschiedenen Bestockungen müssen intensiviert werden. Die Erhebung bzw. der Ausbau von kontinuierlichen Messungen zu den Bodenfeuchtebedingungen an repräsentativen Standorten des forstlichen Umweltmonitoringnetzwerks (Level II) könnte einen wichtigen Beitrag leisten, um systematische Analysen und Auswertungen zu den pflanzenverfügbaren Bodenwasserpools und deren klimabedingten Änderungen sicherzustellen. Zusätzlich muss geprüft werden, wie die Verfügbarkeit/Zugänglichkeit von hydrologischen und hydrogeologischen Messdaten von der Wasserwirtschaft für forstliche Dienststellen bzw. die Waldbesitzenden erhöht und ob eine zentrale Datenhaltung und -bereitstellung dafür nötig werden kann (siehe auch Aktivität 6.2.2).

Beispiele für Ansätze, die die verfolgte Zielsetzung der Aktivität unterstützen:

Aktivitäten der Bund-Länder-Arbeitsgruppe Umweltmonitoring Wald: <https://blumwald.thuenen.de/>

3.2 Verbesserung der Wasserretention

3.2.1 Künstliche Entwässerungsstrukturen im Wald zurückbauen

Abflussspitzen in bewaldeten Einzugsgebieten sind eng verbunden mit der für die Waldbewirtschaftung benötigten Infrastruktur. Diese beinhaltet das Waldwegenetz mit den begleitenden Seitengräben, Rückegassen und eventuell vorhandenen Entwässerungs- und Grabensystemen auf der Fläche. Wegeinventuren in Hochwasserentstehungsgebieten sind somit ein grundlegendes Element für die Planung von Hochwasserminderungsmaßnahmen.

Um den Wasserrückhalt im Wald zu erhöhen, sollten bisherige Strukturen zur Entwässerung so weit wie möglich um- bzw. rückgebaut werden. Insbesondere die Vermeidung bzw. der Rückbau von Wegebegleitgräben und anderen Formen der linienhaften Abflusskonzentration sind effektive technische Maßnahmen, um den Wasserrückhalt im Wald zu verbessern. Auch die Überschirmung von Gräben oder die Etablierung von Wegeprofilen, die eine breitflächige Entwässerung in den angrenzenden Wald ermöglichen, stellen geeignete Maßnahmen dar. Soweit bei Forstwegen diagonale Querableitungen verbaut sind, sollten diese in den Bestand entwässern und nicht über Abflussgräben abgeleitet werden. Durch die Überarbeitung der Wegebaurichtlinien unter Einbeziehung von Erschließung und Feinerschließung können Maßnahmen zur Retention flächendeckend umgesetzt werden.

Ergänzend tragen bodenschonende Arbeitsverfahren dazu bei, Bodenverdichtung durch Fahrbewegungen mit Forstmaschinen zu vermeiden bzw. zu mindern und so die Wasseraufnahmefähigkeit des Waldbodens zu erhalten (siehe auch Aktivität 4.2.2).

3.2.2 Totholz erhalten und Baumbestände auf Schadflächen belassen

Abgestorbene und vermodernde Baumbestandteile können die Wasseraufnahmefähigkeit des Waldbodens verbessern. Insbesondere liegendes Totholz im fortgeschrittenen Zersetzungsgrad kann Wasser ähnlich wie ein Schwamm aufnehmen und speichern und so zur Minderung des Oberflächenabflusses bei Starkregenereignissen beitragen. Zudem wird der Oberflächenabfluss durch liegendes Totholz behindert. Das Wasser hat dadurch mehr Zeit zu versickern und zur Grundwasserneubildung beizutragen.

Zudem sollten auf Kalamitätsflächen vorhandene bzw. verbliebene Reste von Baum- bzw. Bestandesstrukturen zum Schutz des Bodens und des Bodenwassers erhalten bleiben. Dies vermindert die Verdunstung und Erosion auf diesen Flächen und begünstigt die Sickerwasserbildung.

Im Einzelfall muss zwischen den Vor- und Nachteilen des Erhalts von Bestandesresten und Totholz abgewogen werden.

So kann abtreibendes Totholz zu gefährlichen Verklausungen führen. Zudem ist ebenfalls die erhöhte Waldbrandgefährdung durch Totholz als Brandlast sowie Feuerleiter zu beachten. Der Erhalt von Bäumen auf Kalamitätsflächen kann sich negativ auf den Waldschutz auswirken und Probleme in der Verkehrssicherungspflicht verursachen. Zudem kann die vorhandene Unfallgefahr durch abgestorbene Bäume oder Kronenteile auf Schadflächen enorm steigen und dazu führen, dass derartige Flächen für einen längeren Zeitraum nicht mehr für eine aktive Wiederbewaldung betreten werden können. Dies ist dann besonders wichtig, wenn sich absehbar nicht die gewünschte Naturverjüngung für den Aufbau gemischter und resilienter Wälder etablieren wird, wie z.B. im Fall von Fichtennaturverjüngung auf Fichtenschadflächen.

Vorhandene Zielkonflikte können über räumliche Schwerpunktsetzungen im Wald gelöst werden, wie z. B. über den Erhalt von Baumgruppen oder Totholzinseln.

Die Umsetzung dieser Aktivität sollte unbedingt von geeigneten Förderinstrumenten, wie z.B. dem Förderprogramm „Klimaangepasstes Waldmanagement“ des BMEL oder von den Programmen der Länder, flankiert werden. Zur Auflösung von möglichen Zielkonflikten vor Ort, spielt die Beratung durch die Revierleitungen und Informationsmaterial für Waldbesitzende eine Schlüsselrolle.

3.2.3 Auwälder als Retentionsflächen gestalten

Intakte Auwälder sind eine gegenüber Hochwasser sehr robuste, zuwachsstarke und ökologisch wertvolle Form der Landnutzung. In der Nähe von hochwassergefährdeten Gebieten können geeignete Waldflächen, wie z.B. Auwälder, als Retentions-/Überschwemmungsfläche gestaltet werden, um Hochwasserspitzen zu verzögern bzw. zu verhindern. Die naturnahe Umgestaltung von Auwäldern sollte in ein landnutzungsübergreifendes Gesamtkonzept eingebettet sein und durch die Abschätzung der eventuell auftretenden ökologischen und hydrologischen Folgen ergänzt werden. Soweit sich daraus Einschränkungen für die Waldbewirtschaftung oder Anpassungsnotwendigkeiten für die forstliche Infrastruktur ergeben, sind diese entsprechend den gesetzlichen Vorgaben, wie z. B. nach §68 Bundesnaturschutzgesetz auszugleichen.

4. Forschung

Waldforschung schafft eine wesentliche Voraussetzung für das Verständnis der komplexen Zusammenhänge, Prozesse und Funktionalitäten der Waldökosysteme. Sie liefert Kenntnisse zur Entwicklung und Erhaltung der Wälder wie auch für die nachhaltige Nutzung aller Ökosystemleistungen.

Intensität und Geschwindigkeit des Klimawandels führen uns vor Augen, dass bisherige Konzepte und Strategien zur Waldbewirtschaftung, wie auch zum Teil jahrzehntelang bewährtes Erfahrungswissen, uns nicht mehr zuverlässig in die Zukunft tragen. Der sich daraus ergebende „Umgang mit Unsicherheit und Nichtwissen auch für erfahrene Fachleute“ ist damit nicht nur „eine der großen Herausforderungen für die Waldbewirtschaftung im Klimawandel“ (Wissenschaftlicher Beirat für Waldpolitik, 2021)¹¹, sondern eine ebenso große Herausforderung für die Wissenschaft, neues, evidenzbasiertes Wissen zu generieren und künftige Entwicklungen und Möglichkeiten szenarienbasiert zu modellieren. Daher bedarf auch ein zielorientiertes Risiko- und Krisenmanagement umfassender durch Forschung generierter Kenntnisse, um die Wechselwirkungen des Klimawandels und der ergriffenen Anpassungsmaßnahmen zutreffend bewerten zu können.

Die Waldforschung ist jedoch noch weiter zu fassen, indem auch forstliche Arbeitsverfahren entwickelt und an die sich ändernden Umweltbedingungen sowie Anforderungen an die Waldbewirtschaftung angepasst werden müssen. Die Wechselwirkungen zwischen den sich abzeichnenden Änderungen in der Waldbewirtschaftung und in den Wäldern einerseits und der gesellschaftlichen Wahrnehmung und den Ansprüchen an den Wald andererseits, sollten von der sozialwissenschaftlichen Forschung fachlich begleitet werden. Eine erfolgreiche Klimaanpassung wird nur mit einem breiten gesellschaftlichen Konsens gelingen.

Dafür gilt es, neben der Formulierung offener, zukunftsorientierter Forschungsfragen, langfristig verfügbare Personalkapazitäten zu etablieren und durch eine verstärkte länder- und institutionsübergreifende Forschungscoordination effizient einzusetzen. Der abgestimmte Aufbau und die gemeinsame Nutzung von Forschungsinfrastrukturen sowie ein offener Daten- und Informationsaustausch sollen den Erkenntnisgewinn und den Nutzen der Forschung steigern. Im Rahmen der Drittmittelförderung ist eine längerfristige Perspektive nötig, die sich auch in der Anpassung der Förderformate, verlängerter Förderzeiträume sowie in der Vereinfachung der Antragsverfahren und der Projektabwicklung widerspiegelt.

Im Kontext Klimawandel und Klimaanpassung wurden die Forschungsaktivitäten und Informationsangebote insbesondere in den letzten Jahren stark ausgeweitet. So hat die AG Wald- und Holzforschung zusammengestellt, dass die Forschungsförderung im Wald- und Holzbereich zwischen 2015 und 2020 ca. 150 Mio. Euro pro Jahr betrug. Die Anzahl an internationalen Fachpublikationen in diesem Forschungsbereich unter Beteiligung deutscher Arbeitsgruppen zum Thema „Climate

¹¹ Wissenschaftlicher Beirat für Waldpolitik (WBW), "Die Anpassung von Wäldern und Waldwirtschaft an den Klimawandel-Gutachten." (2021). Website: https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Ministerium/Beiraete/waldpolitik/gutachten-wbw-anpassung-klimawandel.pdf?__blob=publicationFile&v=2 aufgerufen am 17.02.2023

and climate change“ stieg in dieser Zeit von ca. 60 auf über 170 Artikel pro Jahr an.¹² Über den Waldklimafonds wurden seit seiner Einrichtung vor 10 Jahren insgesamt 501 Vorhaben mit einem Gesamtvolumen von 186 Mio. Euro gefördert.¹³

Eine Koordination der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten auf der Bund-Länder-Ebene und mit wissenschaftlichen Einrichtungen sowie übergeordnete Auswertungen und zusammenfassende Ergebnisdarstellungen, wie z. B. einer Meta-Studie über die bisherigen Waldklimafonds-Projekte, erfolgen bisher nur sehr begrenzt. In der Umsetzung der Empfehlungen der AG Wald- und Holzforschung sollten derartige Zielsetzungen und Vorhaben berücksichtigt werden. Dies kann zum Beispiel in der Einrichtung des virtuellen Zentrums für Wald- und Holzforschung eine wichtige Rolle spielen.

Der Fokus der Forschungsaktivitäten soll auf den heimischen Hauptbaumarten, den seltenen heimischen Baumarten mit einer besonderen Trockenheitstoleranz und den langjährig etablierten nicht-heimischen Baumarten liegen. Nicht-heimische Baumarten, über die in Deutschland keine langjährigen Anbauerfahrungen vorliegen, sollten lediglich im Rahmen von standardisierten Methoden angebaut und untersucht werden (siehe hierzu auch die Empfehlungen in Liesebach et al. 2021¹⁴). Diese ergänzenden klimaplastischen Baumarten können in Zukunft eine Alternative darstellen, wenn sich abzeichnet, dass die genetische Anpassung und Anpassungsfähigkeit der etablierten Baumarten nicht ausreicht.

Die im Rahmen dieser Handlungsempfehlungen für prioritär erachteten Forschungsschwerpunkte werden nachstehend eingehender behandelt. In den weiteren Handlungsfeldern werden darüber hinaus auch relevante Forschungsbedarfe formuliert.

Beispiele für Ansätze, die die verfolgte Zielsetzung in diesem Handlungsfeld unterstützen:

Forschungsprojekte im Rahmen des Waldklimafonds vom BMEL und BMUV
<https://www.waldklimafonds.de/>

Forschungsprojekte im Rahmen der Richtlinie „Regionale Innovationsgruppen für eine klimaschützende Wald- und Holzwirtschaft (REGULUS)“ vom BMBF: Über die Richtlinie wird u.a. das Ziel verfolgt die disziplinenübergreifende Zusammenarbeit zu stärken und konkrete Lösungskonzepte sowie Handlungsansätze für die Waldbewirtschaftung zu erarbeiten.
<https://www.fona.de/de/massnahmen/foerdermassnahmen/waldforschung.php>

¹² Arbeitsgruppe Wald und Holzforschung, Bericht „Stärkung der Wald- und Holzforschung in Deutschland“, Braunschweig und Leipzig (2021). Website: https://www.ufz.de/export/data/2/256640_AG%20Wald-%20und%20Holzforschung%20Abschlussbericht_plus_Anhang.pdf aufgerufen am 17.2.2023

¹³ Auskunft der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) am 02.02.2023

¹⁴ Bund-Länder-Arbeitsgruppe Forstliche Genressourcen und Forsts Saatgutrecht (BLAG-FGR), Thünen Working Paper 172, (2021). Website: https://www.genres.de/fileadmin/SITE_MASTER/content/SITE_GENRES/downloads/docs/BLAG/Publikationen/ThuenenWorkingPaper_172.pdf aufgerufen am 17.02.2023

4.1 Forschung zu Waldökosystemen, Baumarten und Herkünften

4.1.1 Möglichkeiten und Potentiale zur Erhöhung der Anpassungsfähigkeit von Waldbäumen erforschen

Die genetische Vielfalt innerhalb der Baumarten bildet eine wichtige Grundlage für die Anpassungsfähigkeit an sich ändernde biotische und abiotische Umweltbedingungen. Die genetische Zusammensetzung der Baumpopulationen variiert in Raum und Zeit. Neben historischen Ereignissen, wie der nacheiszeitlichen Rückwanderung, der Nutzung und dem Samentransfer durch den Menschen, dem Genfluss über Pollen und Samen ist hierfür die lokale genetische Anpassung ursächlich. Bei der Bewirtschaftung der Wälder gilt es, sowohl die lokale Anpassung durch die Auswahl geeigneter Herkünfte, als auch die Erhaltung der genetischen Vielfalt zu gewährleisten. In welchem Umfang die aktuell stockenden Baumbestände genetisch angepasst sind bzw. in der Lage sind sich an den Klimawandel anzupassen, muss mit zusätzlichen Herkunftsversuchen untersucht werden. Eine Mischung geeigneter Baumarten und deren angepassten Herkünfte liefert eine sinnvolle Strategie der Risikoverteilung gegenüber klimawandel-bedingen Stressoren und für ein adaptives Waldmanagement.

Vor diesem Hintergrund bietet es sich an verschiedene Herkünfte einer Baumart aus anderen Regionen in Deutschland einzubringen, wo die für die Zukunft projizierten Klima- und Umweltbedingungen denen des aktuellen Lebensraumes entsprechen. So kann die jeweils vorhandene genetische Vielfalt erweitert werden. Der Schwerpunkt der Aktivitäten sollte hier auf der Erforschung der heimischen Baumartenpalette inkl. seltener heimischer Baumarten gelegt werden.

Die AG Wald hat in Ihrer Arbeit auch aus dem Handlungsfeld 5. Artenwahl und genetische Vielfalt des Maßnahmenkatalogs die Maßnahme zur Prüfung der Auswahl und Empfehlung geeigneter Herkünfte bei Waldbäumen als besonders wichtig erachtet (siehe Übersichtstabelle im Anhang). In diesem Sinne sollten auch über Praxisanbauversuche die Forschungsflächen vervielfältigt und regionalisiert werden. Dies kann über viele kleine Praxisanbauversuche mit potentiell klimaplastischen Baumarten und Herkünften gelingen, die bereits erfolgreich in einigen Bundesländern eingeführt wurden. In diesem Zusammenhang sollten neben den Herkünften einheimischer Baumarten auch Misch- und Begleitbaumarten aus den Analogieregionen auf ihre Eignung untersucht werden, als Entscheidungsgrundlage für eine „Assisted Migration“. Dabei können auch Flächen im privaten Wald eingebunden werden (Citizen-Science-Ansatz). Wichtig ist es, diese anschaulichen Versuche, die schnell regionale Ergebnisse bringen, auf die gesamte Bundesrepublik auszuweiten und die Ergebnisse zusammenzuführen. Auch sporadisch vorhandene, historische Anbauten von erwartungsgemäß klimaplastischen Baumarten, sollen erfasst und bundesweit zusammengetragen werden. Dabei ist eine einheitliche wissenschaftliche Konzeption zu beachten, damit die Ergebnisse auswertbar und vergleichbar sind. Ausreichende Fördermittel für die Anlage dieser Versuchsflächen sind bereitzustellen.

Im Vergleich zu früheren Herkunftsversuchen ist möglichst das gesamte natürliche Verbreitungsgebiet bei der Auswahl von Prüfgliedern zu berücksichtigen. Dabei sollen genetische und phänotypische Charakterisierungen vorgenommen werden.

Als Versuchsorte sind möglichst viele unterschiedliche Standorte auszuwählen, um die (Klima-)Plastizität der einzelnen Herkünfte herauszufinden und Verwendungsempfehlungen abzuleiten.

Die Bund-Länder-Arbeitsgruppe „Forstliche Genressourcen und Forstsaatgutrecht“ hat bereits ein Konzept für die Anlage von Vergleichsanbauten klimarelevanter heimischer und nichtheimischer Baumarten erarbeitet, welches viele Aspekte bereits berücksichtigt und weiteren Handlungs- und Forschungsbedarf aufzeigt.

Neben der Anlage neuer Versuche sind auch bereits vorhandene Herkunftsversuche klimarelevanter Baumarten einer intensiven Evaluierung und Auswertung zu unterziehen. Die potentiell geeigneten Provenienzen sollten im nächsten Schritt in waldwachstumskundliche Versuche integriert werden.

Eine Stärkung der Infrastruktur (personell und finanziell) ist für die Bearbeitung der zusätzlichen und umfangreichen Aufgaben erforderlich. Konzeptionelle Grundlagen und Institutionen mit Expertise sind zwar vorhanden, mit Projektmitteln allein lässt sich dieser Bereich aber nicht sinnvoll bearbeiten.

Für bundesweite oder gar europaweite Versuche ist die Abstimmung bei der Planung und Durchführung von Versuchen zu verbessern, vorhandene Kommunikationsstrukturen sind intensiver zu nutzen.

Vor allem die Gewinnung von Saat- und Pflanzgut muss im Vorfeld sorgfältig geklärt werden. Bei Bewährung muss ein späterer Zugriff auf das Ausgangsmaterial möglich sein.

Über die Herkunfts- und Praxisanbauversuche hinaus sollten ökophysiologische Strategien der Arten und Herkünfte als weitere wichtige Anpassungsmechanismen untersucht werden. Die Ergebnisse der Forschungsaktivitäten sollten gut aufbereitet für die Praxis zur Verfügung gestellt werden (siehe auch Aktivität 6.1.3).

4.1.2 Funktionelle Zusammenhänge von Waldökosystemen und deren Biodiversität erforschen

Die Biodiversität und deren funktionelle Zusammenhänge bilden die Basis für funktionierende ökosystemare Prozesse. Der Erhalt der Biodiversität stellt daher eine notwendige Voraussetzung für die Bereitstellung von Ökosystemleistungen dar.

Der Klimawandel führt jedoch zu deutlichen Veränderungen von Lebensräumen. Die Einwanderung von neuen Arten und der mögliche Rückgang bereits etablierter Arten führt zu bislang unbekanntem Änderungen der Artenausstattung und der Funktionsfähigkeit der Ökosysteme.

So geht die Europäische Kommission davon aus, dass infolge des Klimawandels eine Verschiebung der potenziellen Verbreitungsgebiete bestimmter Hauptbaumarten bis zum Ende dieses Jahrhunderts um 500 bis 1.000 km zu erwarten ist und künftig insgesamt 31 bis 42 Prozent der EU-Landfläche einer anderen Zone der potenziell natürlichen Vegetation zugeordnet werden müssen.¹⁵ Damit zeichnen sich weitreichende Auswirkungen für sämtliche Lebensräume und

¹⁵ Hickler, Thomas, et al. "Projecting the future distribution of European potential natural vegetation zones with a generalized, tree species-based dynamic vegetation model." *Global Ecology and Biogeography* 21.1 (2012)

Arten, im Wald wie im Offenland, einschließlich geschützter N2000-Lebensräume und -Arten ab.

Zum besseren Verständnis der ablaufenden und prognostizierten Veränderungen von Waldökosystemen und deren funktionellen Zusammenhänge muss die Forschung intensiviert werden. Forschungsbedarf besteht insbesondere im genauen Verständnis von Interaktionen von Organismen und deren Rolle im Ökosystem.

Beispielsweise seien hier

- das Zusammenspiel von Mykorrhizzen bzw. dem Mikrobiom und Bäumen sowie deren Rolle auf die Wasser- und Nährstoffversorgung und damit auf die Resilienz der Bäume,
- der Zusammenhang zwischen dem Bodenbiom und der Kohlenstoffspeicherfähigkeit von Wäldern,
- die Dynamik und die Faktoren für die Ausbreitung von Schadorganismen in Wäldern und deren Gegenspielern sowie die Effekte artenreicher Wälder auf diese Mechanismen

genannt.

Die praxisnahe Forschung bildet die Basis für die Ausarbeitung von Handlungsempfehlungen zum Management von Wäldern zum bestmöglichen Umgang mit klimawandelbedingten Lebensraumveränderungen sowie deren Arten.

4.2 Forschung zur Erhöhung der Vitalität der Wälder

4.2.1 Waldbauliche Anpassungsstrategien erforschen

Der fortschreitende Klimawandel hat langfristige Auswirkungen auf die Wälder, deren Ausmaß sich durch die Folgen der Naturgefahren wie Dürre und Sturm in der Vergangenheit erahnen lassen. Änderungen der forstlichen Standortbedingungen sowie die Zunahme abiotischer und biotischer Gefahren erfordern waldbauliche Anpassungsstrategien für zukünftig resistente und resiliente Waldökosysteme. Waldbewirtschaftungs- und Wiederbewaldungskonzepte sollten demzufolge Hinweise enthalten zur Baumartenwahl, -eignung und -mischung über waldbautechnische Aspekte wie Verjüngungsverfahren, Pflege- und Durchforstungskonzepte zur Stabilisierung von Einzelbäumen und zur Mischungsregulierung, alters- und schädigungsabhängige Steuerung von Bestandesdichte und Stammzahlen bis hin zur Anpassung von Produktionszeiträumen.

Als Ausgangsbasis fundierter waldbaulicher Konzepte dient die Aktualisierung und Weiterentwicklung der forstlichen Standortkartierung (siehe auch Handlungsfeld 3. Wasser und Handlungsfeld 6. Informations- und Datenmanagement, Monitoring) sowie die Nutzung einheitlicher und länderübergreifender Informationen zur Ableitung und Entwicklung von verfahrensbezogenen Befahrungskarten und/oder Gefährdungskarten.

Eine umfassende Darstellung der möglichen Zusammenhänge zwischen den potenziellen Störfaktoren, ihren nach Entwicklungsphasen differenzierten Wirkungen auf die Waldökosysteme sowie die grundsätzlichen waldbaulichen Reaktionsmöglichkeiten findet sich im Gutachten des Wissenschaftlichen Beirats für

Waldpolitik (2021). Der Forschung obliegt es, diese Ansätze mit dem breiten verfügbaren Methodenset zu evaluieren, neue evidenzbasierte Erkenntnisse zu schaffen und der Praxis daraus konkrete Umsetzungsvorschläge an die Hand zu geben.

In den Anpassungsstrategien soll die Verbesserung des Wasserrückhaltevermögens und des Grundwasserneubildungspotentials der Wälder berücksichtigt werden (siehe auch Handlungsfeld 3. Wasser).

4.2.2 Forstliche Verfahrenstechnik weiterentwickeln

Die ökonomischen und ökologischen Rahmenbedingungen prägen die forsttechnische Weiterentwicklung in den Bereichen Umweltschutz und Verfahrenstechnik sowie in der Arbeitssicherheit und Ergonomie. Die unterschiedlichen Aufgaben in der Waldpflege und in der Waldbewirtschaftung erfordern jeweils eine spezielle, an Standorte, Baumarten und -dimensionen sowie Waldstrukturen angepasste Verfahrenstechnik, um die negativen Einwirkungen auf die benötigten Infrastrukturen wie Bodenverdichtungen sowie Störungen des Bodenwasserhaushalts zu minimieren. Veränderte Witterungsverhältnisse reduzieren die Einsatzzeiten für bodenpflegliches Arbeiten. Die absehbare Zunahme strukturreicher vielfältiger Wälder führt zu komplexeren Waldbildern, deren Pflege zunehmend anspruchsvoller wird.

Besonders die Waldarbeiterinnen und Waldarbeiter sind aufgrund zunehmender, klimawandelbedingter Störungen in den Wäldern und der damit verbundenen Zunahme des Totholzes einer steigenden Gefahr ausgesetzt. Hinzu kommen häufiger auftretende Hitzeperioden und neue Krankheitserreger, die die Arbeitsbedingungen im Wald erschweren.

Dies erfordert einen verstärkten Fokus auf die Arbeitssicherheit und den Gesundheitsschutz, wie auch auf Maßnahmen der Verkehrssicherung mit Beurteilung der Gefährdungssituationen sowie sicherheitsorientierter Weiterentwicklung und Anpassung von Arbeitsverfahren.

Zur Bewältigung dieser Herausforderungen müssen konventionelle Arbeitsverfahren und Arbeitstechniken an die neuen Rahmenbedingungen und Herausforderungen angepasst und weiterentwickelt werden. Für die Anwendung in der betrieblichen Praxis müssen Bewertungssysteme zu Leistung und Kosten der Arbeitssysteme sowie zu ihren Wirkungen auf die weiteren Ökosystemleistungen entwickelt werden. Das Kuratorium für Waldarbeit und Forsttechnik sollte eine Schlüsselrolle einnehmen, um die laufenden Aktivitäten zu bündeln und ggf. zusammenzuführen.

4.2.3 Transformation gestalten: Zielkonflikte verstehen, Lösungsansätze erarbeiten

Die Anpassung der Wälder an den Klimawandel erfordert es, in vielen Bereichen umzudenken. Auch wenn aus fachlicher Sicht die wichtigen Werkzeuge zur Erhöhung der Anpassungsfähigkeit der Wälder bekannt sind, besteht noch weiterer Forschungsbedarf (siehe weitere Aktivitäten in dem Handlungsfeld 4. Forschung). Anpassungsstrategien müssen stetig weiterentwickelt werden, um ökologische und gesellschaftliche Veränderungen zu berücksichtigen.

Die damit einhergehende Verunsicherung betrifft nicht nur die Menschen, die sich beruflich mit Wald befassen oder Wald besitzen. Auch die gesellschaftliche

Wahrnehmung von Wäldern ist im Wandel und wirkt sich auf das Waldmanagement der Zukunft aus. Die Sicherung von Ökosystemleistungen betrifft die Gesellschaft als Ganzes. Das rückt ins öffentliche Bewusstsein, seit klimabedingte Veränderungen in den Wäldern immer sichtbarer werden. Ein wachsender Teil der Bevölkerung zeigt die Bereitschaft, sich aktiv für den Wald einzusetzen, sei es bei der Umsetzung von Naturschutzmaßnahmen, in der aktiven Wiederbewaldung oder durch walddpolitisches Engagement. Dieser Wille zur Mitgestaltung kann genutzt werden, um einen breiten gesellschaftlichen Konsens für notwendige Anpassungsmaßnahmen zu schaffen und die Umsetzung von Maßnahmen mit neuen Netzwerken und Akteursgruppen aktiv voranzubringen. Andererseits birgt eine so breite Debatte auch Konfliktpotential.

Für eine erfolgreiche Klimaanpassung wird es entscheidend sein, dass wichtige Akteure aus Waldwirtschaft, Naturschutz und anderen gesellschaftlichen Feldern die Grundzüge zu einem veränderten Umgang mit dem öffentlichen Wald mittragen. Um das zu erreichen, ist sozialwissenschaftliche Forschung unerlässlich. Sie erklärt die gesellschaftlichen Dynamiken, die zu aktuellen Krisen führen, und legt Grundlagen, um passende Kommunikationsstrategien zu entwickeln und zielführende Angebote für Partizipation und Engagement zu schaffen. Sie macht repräsentative Aussagen zu Einstellungen in der Bevölkerung und liefert Analysen zu gelingender Kommunikation und Konfliktlösung. In forst- und naturschutzfachlichen Fragestellungen hilft sozialwissenschaftliche Forschung, vielfältige Wissensbestände aus Wissenschaft, Politik und Praxis zusammenzuführen und umzusetzen.

Dies ist insbesondere im Zusammenhang mit dem Management von geschädigten Flächen oder von Wäldern in Schutzgebieten von Bedeutung. Hier müssen pragmatische Lösungsansätze vor Ort erarbeitet werden, die sowohl den Anforderungen des Naturschutzes und als auch der Erhöhung der Klimaanpassungsfähigkeit der Wälder gerecht werden.

Um den gesellschaftlichen Herausforderungen im Zusammenhang mit der Klimaanpassung von Wäldern zu begegnen, sollten auf Bund- und Landesebene die Aktivitäten der sozialwissenschaftlichen Waldforschung und der Beratung verstärkt oder vielfach neu aufgebaut werden. Hierfür wird festes Stammpersonal an den Ressortforschungseinrichtungen benötigt sowie die stärkere Integration von sozialwissenschaftlichen Forschungsvorhaben in waldbezogene Förderprogramme.

5. Artenwahl und genetische Vielfalt

Die genetische Vielfalt und die Auswahl standortgerechter und angepasster Herkünfte von Baumarten sind wichtige Steuerungsgrößen für die Klimaanpassungsfähigkeit der Wälder. Die Bereitstellung von hochwertigem forstlichen Vermehrungsgut, der Erhalt und das Wissen über die genetischen Ressourcen sind die in diesem Handlungsfeld beschriebenen Aufgaben, die unbedingt zeitnah intensiviert werden müssen. Die im Zusammenhang mit diesem Handlungsfeld stehenden Forschungsaufgaben sind im Handlungsfeld Forschung (siehe Aktivität 4.1.1) beschrieben.

Die Versorgung mit hochwertigem und herkunftsgesichertem Vermehrungsgut von klimaanpassungsfähigen Baumarten ist aktuell nicht gewährleistet. Die Situation ist deshalb allarmierend, da die Aktivitäten der Waldbesitzenden in der Förderung klimaanpassungsfähiger Wälder ausgebremst werden und das Potential zum Waldumbau nicht ausgeschöpft wird. Zudem besteht die Gefahr, dass vermehrt Saat- und Pflanzgut von zweifelhafter Herkunft verwendet wird, welches ebenfalls den verfolgten Zielen zuwiderläuft. Daher sollten unbedingt die Kapazitäten zur Bereitstellung von forstlichem Vermehrungsgut ausgebaut werden. Der Erhalt der genetischen Vielfalt zur Förderung der Anpassungsfähigkeit im Klimawandel muss deutlich intensiviert werden. Dies wird über die Anlage und Ausweisung geeigneter Waldbestände („In-situ-Erhaltung“) und Genbanken sowie Saatgutreserven („Ex-situ-Erhaltung“) sichergestellt.

Die genetische Vielfalt muss über großflächige genetische Inventuren auch an adaptiven Genmarkern sowie durch ein verstetigtes genetisches Monitoring in einem Netz an Dauerbeobachtungsflächen untersucht werden.

Diese Untersuchungen liefern dann wichtige Daten zur Eignung von Beständen zur Naturverjüngung und zur Auswahl von Beständen zur Gewinnung forstlichen Vermehrungsguts.

Mit Hilfe der Forstpflanzenzüchtung lassen sich Baummerkmale gezielt verbessern. Angesichts der Klimaänderungen sind hierbei die Trockentoleranz und Resistenzen gegen Schadorganismen und Pathogene von besonderem Interesse. Das gemeinsame Bund-Länder Züchtungsprogramm gilt es in dieser Richtung konsequent fortzuführen.

Für den gesamten Bereich Forstgenetik ist ein professioneller Wissenstransfer auch über Fortbildungen in die Forstpraxis wichtig, da das Thema einerseits fundamental für den Erhalt der Biodiversität und die Resilienz von Walökosystemen ist, andererseits ist es jedoch nicht sehr anschaulich und in der Praxis zu wenig im Bewusstsein.

Herkunfts- und Verwendungsempfehlungen, die die fachgerechte Wahl von Baumarten und Herkünften unterstützen, sind dabei ein wichtiges Steuerungselement für die Wälder der Zukunft, und sie sind auch ein wichtiges Kommunikationswerkzeug, um der Forstpraxis die praktische Bedeutung genetischer Empfehlungen zu vermitteln. Auch das Bewusstsein, dass genetisch hochwertiges forstliches Vermehrungsgut nicht aus dem Baumschulkatalog stammt, sondern letztlich aus dem Wald, und deshalb die Forstpraxis auch bei der Generhaltung und Entwicklung von Saatgutbeständen gefordert ist, bedarf einer besseren Verbreitung.

Dazu sind Publikationen, Schulungen und Beratungen von Forstexperten als Multiplikatoren aber auch direkt von Waldbesitzenden notwendig. Dazu bedarf es genügend personeller und finanzieller Ressourcen.

Der Fokus der Forschungsaktivitäten soll auf den heimischen Hauptbaumarten, den seltenen heimischen Baumarten mit einer besonderen Trockenheitstoleranz und den langjährig etablierten nicht-heimischen Baumarten liegen. Nicht-heimische Baumarten, über die in Deutschland keine langjährigen Anbauerfahrungen vorliegen, sollten lediglich im Rahmen von standardisierten Methoden angebaut und untersucht werden (siehe hierzu auch die Empfehlungen in Liesebach et al. 2021¹⁶). Diese ergänzenden klimaplastischen Baumarten können in Zukunft eine Alternative darstellen, wenn sich abzeichnet, dass die genetische Anpassung und Anpassungsfähigkeit der etablierten Baumarten nicht ausreicht.

Die bestehenden Bund-Länder Arbeitsgruppen, wie die BLAG „Forstliche Genressourcen und Forstsaatgutrecht“, den von den Waldbaureferenten des Bundes und der Länder einberufenen „Gemeinsamen Gutachterausschusses (gGA) der Länder zur Umsetzung des Forstvermehrungsgutrechtes“ und die Kontrollbeauftragten der Länder sollten unbedingt in die Umsetzung der vorgeschlagenen Aktivitäten einbezogen werden. Auch die Expertise und die Empfehlungen des Wissenschaftlichen Beirats für Biodiversität und Genetische Ressourcen beim BMEL sollten berücksichtigt werden.

5.1 Sicherung der genetischen Vielfalt heimischer und nichtheimischer Baumarten

5.1.1 Kapazitäten zur Bereitstellung von forstlichem Vermehrungsgut ausbauen

Eine Voraussetzung für die Förderung resilienter Wälder sind qualitativ und quantitativ ausreichende Erntemöglichkeiten von forstlichem Vermehrungsgut. Die letzten Jahre haben gezeigt, dass die aktuellen Aktivitäten zur Bereitstellung von hochwertigem Vermehrungsgut nicht ausreichen, um die bevorstehenden Aufgaben erfolgreich zu bewältigen. Im Gegenteil besteht sogar die Gefahr, dass Vermehrungsgut von zweifelhafter Herkunft in die Wälder eingebracht wird, welches die Anpassungsfähigkeit verschlechtert.

Die Zulassung und auf die Ernte optimierte Pflege von Erntebeständen ist zwingend notwendig. Allerdings ist die Ernte in zunehmend gemischten und mehrstufigen Beständen immer aufwendiger zu bewerkstelligen. Die Zielstärkennutzung führt zur Entnahme der phänotypisch besten und damit mit hoher Wahrscheinlichkeit auch genetisch geeignetsten Bestandeglieder.

Samenplantagen bieten sich als Alternative an. Ein Vorteil ist ihre einfache Beerntbarkeit. Samenplantagen mit einer hohen Anzahl von Klonen (Komponenten) weisen häufig eine höhere genetische Diversität auf als viele, insbesondere kleinere, Erntebestände. Die Anlage erfordert eine langfristige Investition und Pflegeaufwand, wodurch hierfür vor allem die staatlichen Forstverwaltungen in Frage kommen. Bei der Neuanlage sind die Entscheidungen zu möglichen Baumarten, Herkünften und

¹⁶ Bund-Länder-Arbeitsgruppe Forstliche Genressourcen und Forstsaatgutrecht (BLAG-FGR), Thünen Working Paper 172, (2021). Website: https://www.genres.de/fileadmin/SITE_MASTER/content/SITE_GENRES/downloads/docs/BLAG/Publikationen/ThuenenWorkingPaper_172.pdf aufgerufen am 17.02.2023

Plusbäumen auf breiter Basis möglichst zwischen den Ländern abzustimmen. Neben der Steigerung und Sicherung von Erntemöglichkeiten können so seltene Baumarten, die sonst aufgrund kleiner Vorkommen nur genetisch eingengtes Erntematerial erzeugen, mit einer breiten Variabilität beerntet werden. Diese Aufgabe sollte unbedingt zeitnah angegangen werden, da das Material erst in einige Jahren zur Verfügung gestellt werden kann.

Seit einigen Jahren eröffnet die Herkunftssicherung über Rückstellproben Möglichkeiten der Überprüfung von Herkunftsn innerhalb des Produktionsprozesses von Forstpflanzen. Bewährte Zertifizierungssysteme sind am Markt etabliert. Einige Länder haben die Herkunftssicherung als Voraussetzung für die Förderung bzw. für höhere Fördersätze gemacht. Auch die Waldzertifizierungssysteme (wie FSC, PEFC etc.) machen hierzu Vorgaben. Von Seiten der Länder sind die Fördermöglichkeiten so zu gestalten, dass der Anteil zertifizierten Vermehrungsgutes steigt, auch wenn dieses teurer ist. Die Landesstellen nach Forstvermehrungsgutgesetz sind personell und finanziell so auszustatten, dass verstärkt Kontrollen von Amts wegen möglich sind.

Die Erntemöglichkeiten der als besser an den Klimawandel angepassten Baumarten und Herkunftsn im Inland sind begrenzt. Für notwendige Ernten im Ausland sind Partnerschaften zu intensivieren. Kooperationen zu bestehenden Institutionen und Programme z.B. EFI, EUFORGEN sind zu intensivieren und zu stärken. Ernten im Ausland sind durch eigene Fachkräfte vor Ort zu überwachen und wenn immer möglich über Rückstellproben abzusichern.

Informationen über vorhandenes Saatgut und Erntemöglichkeiten müssen besser zugänglich sein, um diese schneller auf den Markt zu bringen. In forstlichen Betriebswerken ist die Herkunft bei der Bestandesbegründung zuverlässig zu dokumentieren. So können im Nachgang Rückschlüsse über die Eignung von Herkunftsn getroffen werden.

Das Forstvermehrungsgutgesetz und die Ausführungsrichtlinien sind an die veränderten Rahmenbedingungen anzupassen. Weitere Baumarten sind in das Gesetz aufzunehmen bzw. für bereits dem Forstvermehrungsgesetz unterliegende Baumarten sind Herkunftsgebiete auszuweisen, um eine Beerntung zu ermöglichen (z.B. Zerreiche). Für eine Erhöhung der genetischen Diversität und einer damit wahrscheinlichen Anpassungsfähigkeit der Wälder an zukünftige Standortbedingungen sind, zumindest bei ausreichend vorhandenen Baumarten, die Zahl der zu beerntenden Bäume zu erhöhen. Die Herkunftsgebiete sind an neue Erkenntnisse anzupassen. Herkunftsempfehlungen der Länder sollten stärker auch Herkunftsn aus bereits jetzt trockeneren oder kontinentaleren Regionen berücksichtigen.

Die Erntemöglichkeiten sind konsequent zu nutzen und dem Markt zur Verfügung zu stellen. Der Austausch zwischen Ländern, Forstbetrieben und Baumschulen ist hierzu deutlich zu verstärken. Eine Internetplattform zum Austausch muss geschaffen werden. Erntemöglichkeiten in Samenplantagen und im öffentlichen Wald müssen auch privaten Baumschulen und Erntebetrieben zur Verfügung stehen. Erntebestände und Samenplantagen sind auf das Betriebsziel hohe Ernteausbeute hin zu pflegen.

In den Förderrichtlinien sollte die Herkunftssicherheit und genetische Variabilität unbedingt berücksichtigt werden. Aufwendige Ernten von seltenen Baumarten oder Herkünften, die nicht kostendeckend durchführbar sind, sind ebenfalls zu fördern. Auch die Pflege von Saatguterntebeständen zum Erhalt der Erntemöglichkeit ist finanziell zu unterstützen.

5.1.2 Erhaltung forstlicher Genressourcen intensivieren

Die große Bedeutung der Biodiversität für die Erhaltung der Anpassungsfähigkeit von Baum- und Straucharten ist unbestritten. Die konzeptionellen Grundlagen für die Erhaltungsarbeit wurden bereits vor über 30 Jahren gelegt und seither mehrfach aktualisiert. Bei den für die Umsetzung zuständigen Versuchsanstalten der Länder stehen aber nur eingeschränkte Ressourcen zur Verfügung.

Der überwiegende Schwerpunkt der Erhaltungsarbeit besteht bislang in „In-situ-Maßnahmen“. Dieser Bereich ist zu intensivieren und über den Landeswald hinaus auf alle Waldbesitzarten auszuweiten. Genetische Charakterisierungen als wichtiges Entscheidungskriterium sind auszuweiten, und eine regelmäßige Überprüfung des natürlichen Zustands, ist vorzusehen. In-situ-Maßnahmen können und sollen gleichzeitig unter dem Aspekt der Saatgutversorgung vorgenommen werden.

Angesichts der rasanten Entwicklung kann man jedoch nicht mehr ausschließlich auf die in den Populationen ablaufenden Anpassungsprozesse vertrauen, sondern muss verstärkt auf „Ex-situ-Maßnahmen“ setzen, um gefährdete Genpools durch Evakuierung zu sichern und um neue Populationen mit hoher genetischer Vielfalt als Erhaltungsobjekte aufzubauen, die langfristig auch als Saatgutquelle genutzt werden können.

Für eine effiziente „Ex-situ-Erhaltung“ ist der Auf- und Ausbau von Genbanken bzw. die Anlage von Saatgutreserven erforderlich.

Bei Arbeiten im Bereich der genetischen Vielfalt sollte möglichst das gesamte Verbreitungsgebiet einer Art berücksichtigt werden, da zukünftig Genpools aus weiter entfernten Regionen von Bedeutung für Deutschland sein werden. Die internationale, insbesondere europäische Zusammenarbeit ist daher zu intensivieren. Entsprechende Strukturen wie das Europäische Programm für forstgenetische Ressourcen (EUFORGEN) und das Europäische Informationssystem für forstgenetische Ressourcen (EUFGIS) sind vorhanden.

Eine deutliche Aufstockung der sachlichen und personellen Infrastruktur sowie der Finanzmittel ist erforderlich. Wichtige Bausteine, wie konzeptionelle Grundlagen, organisatorische Strukturen und fachkundige Einrichtungen sind durchaus vorhanden, die vergleichsweise langfristigen Aufgaben lassen sich aber nur mit festem Stammpersonal bewältigen.

Öffentliche Fördermittel sind erforderlich, um die Erhaltungsarbeit auch im Körperschafts- und Privatwald durchführen zu können. Insbesondere für seltene oder wirtschaftlich weniger attraktive Baumarten sind finanzielle Anreize erforderlich.

Bei einigen Baumarten, besonders bei Buchen, Weißtanne und Eichen, ist die Forschung zur langfristigen Lagerung von Saatgut wiederaufzunehmen.

Über die vorhandenen Konzepte hinausgehende Absprachen zwischen den beteiligten Institutionen sind für eine länderübergreifende Kooperation vorzusehen,

z. B. hinsichtlich der Einteilung von Erhaltungszonen, deren (repräsentativer) Bearbeitung, der Flächengröße, des Alters und der Anzahl reproduzierender Individuen.

5.1.3 Genetisches Monitoring und großflächige genetische Inventuren ausweiten

Großräumige genetische Inventuren zeigen die räumliche Variation der genetischen Zusammensetzung von Baumbeständen auf und ermöglichen so wichtige Rückschlüsse auf Vorrangflächen für die Generhaltung und zur Abgrenzung von Herkunftsgebieten. Diese genetischen Inventuren sollten für alle wichtigen Baumarten durchgeführt werden. Neben selektionsneutralen Genmarkern sollten hierfür zukünftig verstärkt Genmarker eingesetzt werden, die für die genetische Anpassung relevant sind.

Die Pilotphase zum genetischen Monitoring sollte verstetigt werden, da so in einem Netz an Versuchsflächen für verschiedene Baumarten kritische Veränderungen in der genetischen Vielfalt rechtzeitig erkannt werden. Auch für das genetische Monitoring sollten verstärkt adaptive Genmarker eingesetzt werden.

Wesentliche Voraussetzung für die Aktivitäten sind genügend personelle und finanzielle Ressourcen, die Verfügbarkeit und Weiterentwicklung von neutralen und adaptiven Genmarker sowie eine ausreichende Laborausstattung der beteiligten Institutionen. Neben einer guten bundesweiten Kooperation und Koordination ist die Einbindung in europaweite genetische Inventuren für den Erfolg der Aktivitäten entscheidend.

6 Informations- und Datenmanagement, Monitoring

Alle Akteure der Waldwirtschaft stehen vor enormen Herausforderungen, die durch den menschengemachten Klimawandel verursacht sind. Eine wichtige Basis zum Umgang mit den umfangreichen Risiken und verbleibenden Unsicherheiten stellt ein geeigneter Zugang zum aktuellen Wissensstand und der besten Informations- und Datengrundlagen dar.

Die vorhandenen Monitoringinstrumente müssen dafür gerüstet sein, möglichst zeitnah den aktuellen Waldzustand abzubilden, der sich höchstwahrscheinlich stärker und abrupter als bislang verändern wird.

Neben wissenschaftlichen Auswertungen stellen die zielgerichtete und benutzerfreundliche Aufbereitung und Bereitstellung von relevanten Daten für die forstliche Praxis sowie die Entwicklung und das Angebot moderner Informationstechnologien eine entscheidende Voraussetzung für einen geeigneten Zugang dar.

Aufgrund der sehr schnellen Entwicklung des Klimawandels müssen bisherige wissenschaftliche Erkenntnisse und Erfahrungswissen um zukunftsorientierte, datengestützte Modellierungen und der Szenarienentwicklung ergänzt werden.

Zentrale Fragestellungen werden bisher meist in den Bundesländern und von zahlreichen Forschungseinrichtungen parallel bearbeitet. Dazu gehört beispielsweise die Interpretation der konkreten, regionalen Auswirkungen des Klimawandels auf Wälder, in der Form von Klimawandelszenarien, die die Veränderung der forstlichen Vegetationszeit und der Bodenwasserverfügbarkeit sowie der erhöhten Wahrscheinlichkeit von Witterungsextremen beinhalten. Hier gilt es die fachliche Zusammenarbeit zu verbessern und Synergien auf Bund-Länder-Ebene besser zu nutzen.

Für die Forstwirtschaft in Deutschland liegen bei Bundeseinrichtungen, insbesondere beim Thünen-Institut, bei Einrichtungen der Bundesländer, wie z. B. forstlichen Versuchsanstalten und bei wissenschaftlichen Einrichtungen wie Hochschulen und Forschungszentren vielfältige und umfassende Datenbestände und Informationsgrundlagen vor.

Daten der bundesweiten terrestrischen Walderhebungen wie der Bundeswaldinventur (BWI), der Kohlenstoffinventur (CI), der Bodenzustandserhebung (BZE), der Waldzustandserhebung (WZE) und des Intensiven Forstlichen Monitorings (Level II) werden in enger Kooperation von Ressortforschungseinrichtungen der Länder und des Bundes erhoben, ausgewertet und am Thünen-Institut zentral gehalten. Diese umfassenden, qualitätskontrollierten Datenbestände sind grundsätzlich zugänglich und deren aggregierten Ergebnisse werden in Online-Portalen dargestellt (siehe z.B. <https://bwi.info/>)¹⁷. Der Zugang zu vielen anderen Datenbeständen und eine Zusammenführung dieser fragmentierten Bestände, die an einer Vielzahl von Forschungseinrichtungen liegen, ist aber bisher vielfach noch nicht gegeben. Dies behindert eine umfassende Synthese auf nationaler Ebene. Zudem sind übergeordnete, vernetzte Datenauswertungen und

¹⁷ Website: <https://bwi.info/> aufgerufen am 17.02.2023

aggregierte Informationsbereitstellungen konzeptionell und datentechnisch nur sehr eingeschränkt möglich. Als Beispielhaft seien hier zusammenhängende Auswertungen von Klima-, Boden- und Waldzustandsdaten, auch unter Einbeziehung von Ursache-Wirkung-Relationen bezüglich verschiedener Umwelt- und Schadfaktoren genannt. Für die Beantwortung wichtiger Fragestellungen im Zusammenhang mit der Anpassung der Forstwirtschaft an den Klimawandel müssen qualitätskontrollierte und auswertbare Daten einfach zugänglich sein. Dies gilt gleichermaßen für ökologische und sozioökonomische Daten und Informationen.

Auch die Bereitstellung der entsprechenden Daten- und Informationsgrundlagen für die Forschungskooperation und vor allem aber für die forstliche Praxis findet nur sehr begrenzt statt. Das Ziel der priorisierten Maßnahmen in diesem Handlungsfeld ist daher eine zeitnahe Bereitstellung von dringend benötigten Entscheidungshilfen für das zukünftige Waldmanagement auf Grundlage der vorhandenen und neu zu erschließenden Datenbestände sowie eine effizientere Nutzung der vorhandenen Ressourcen, wie Forschungsgelder und Datensätze durch die Stärkung digitaler Methoden.

6.1 Verbesserung der Bereitstellung hochaufgelöster, dynamisierter Standortinformationen

6.1.1 Klimadaten und Klimaprojektionen praxistauglich bereitstellen und aufarbeiten

Die praxisnahe forstliche Forschung benötigt aktuelle Klimadaten und Klimaprojektionen zur Erstellung und Validierung von Modellen.

Die wesentlichen Inhalte umfassen die bundesweit zentrale Bereitstellung von Verfahren und Modellen für die Regionalisierung (Downscaling) meteorologischer Daten durch den DWD. Hierbei ist die Berücksichtigung der Anforderungen seitens der Nutzergruppen auf Bundesebene, in den Bundesländern, von wissenschaftlichen Einrichtungen und seitens der forstlichen Praxis wichtig. Beinhaltet ist auch die Entwicklung eines Konzepts für eine weitergehende Unterstützung durch den DWD bei der Auswahl und forstfachlichen Interpretation besonders relevanter Klimawandelszenarien. Dies gilt insbesondere für die Auswahl von Klima-Szenarien, den Umgang mit unterschiedlichen Modellläufen, sowie die räumlich-zeitliche Auflösung von gemessenen und vorhergesagten meteorologischen Daten. Die Umsetzung dieser Aktivität beinhaltet neben der Aufarbeitung und Bereitstellung der Daten auch eine Praxishilfe, wie z. B. ein Erläuterungsbericht mit Empfehlungen oder ein Praxisleitfaden.

Mit der Umsetzung dieser Aktivität sollten Bund- und Länder ein Projektkonsortium, bestehend aus zentralen Fachstellen auf Bund- und Landesebene, beauftragen. Der DWD kann hier neben Ressortforschungseinrichtungen eine zentrale Rolle

einnehmen. Der laufende Support der Datenbereitstellung sollte bei einer zentralen Organisation dauerhaft verankert werden.

Beispiele für Ansätze, die die verfolgte Zielsetzung in der Aktivität unterstützen:

Als Beispiele für das Angebot von Klimadaten und Klimawandelszenarien können grundsätzlich der Klimaatlas für Deutschland und entsprechende Angebote in verschiedenen Bundesländern dienen. Allerdings sind diese nicht für die forstliche Praxis aufbereitet und z. T. für Praxisanwendungen nicht geeignet.

Unter den vielfältigen Förderprojekten des Waldklimafonds finden sich auch zahlreiche Projekte mit Bezug zu Klimadaten und Klimawandelszenarien. Allerdings sind diese nicht übergeordnet ausgewertet und zusammenhängend für die forstliche Praxis aufbereitet.

6.1.2 Hochaufgelöste Standortinformationen und -projektionen bereitstellen

Die forstlichen Standortinformationen der Bundesländer dienen nicht nur der Auswahl standortgerechter Baumarten, sondern stellen auch eine der wichtigsten qualitativen Entscheidungsgrundlagen für diverse Aspekte der Waldbewirtschaftung dar.

Herausforderungen bestehen in der uneinheitlichen Umsetzung in den Ländern, sowie in Kartierlücken, die vor allem im Privat- und Kommunalwald liegen. Der Wissenschaftliche Beirat für Waldpolitik empfiehlt dementsprechend die Bereitstellung von Fördermitteln zur Kartierung.¹⁸ Der zeitnahe Bedarf an quantitativen Daten kann damit allerdings nicht gedeckt werden. Aktivitäten hinsichtlich der Regionalisierung wichtiger Kenngrößen, wie z. B. von Nährstoff- und Kohlenstoffvorräten, der nutzbaren Feldkapazität oder der Evapotranspiration müssen auf Basis verfügbarer Grundlagen verstärkt werden. Verfügbare Informationen aus Bodenkarten, digitalen Geländemodellen und Messdaten von existierenden Monitoringprogrammen wie der Bodenzustandserhebung (BZE) sollten berücksichtigt und ggf. verschnitten werden.

Die Daten zum forstlichen Standort werden für Modellierungen in möglichst hoher räumlicher Auflösung, möglichst aktuell und für zukünftige Betrachtungen in geeigneten und standardisierten Erfassungseinheiten, benötigt. Besonders relevant sind diese Informationsgrundlagen bei der derzeit anstehenden, klimaangepassten Wiederbewaldung der Kalamitätsflächen. Von großer Bedeutung ist der Aspekt der Bodenwasserverfügbarkeit als zentrales Kriterium für die Vitalität der Wälder im Klimawandel.

Statistisch abgeleitete, quantitative Größen führen zu einer einheitlicheren, länderübergreifenden Nutzungsmöglichkeit. Hierzu muss ein zu bestimmender Parametersatz festgelegt werden. Quantitative Größen werden vor allem für Modellierungen des Standortdrifts im Klimawandel benötigt. Für die Entwicklung einer verbesserten Methodik zur Darstellung des Wasserhaushalts müssen die Ergebnisse der forstlichen Standortkartierung mit forsthydrologischen Modellen verknüpft werden. So können Änderungen im Klima und im Waldmanagement und Auswirkungen dieser Änderungen auf die Bodenwasserverfügbarkeit und die Grundwasserneubildung dargestellt und bewertet werden.

¹⁸ Wissenschaftlicher Beirat für Waldpolitik (WBW), "Die Anpassung von Wäldern und Waldwirtschaft an den Klimawandel-Gutachten."(2021).Website:
https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Ministerium/Beiraete/waldpolitik/gutachten-wbw-anpassung-klimawandel.pdf?__blob=publicationFile&v=2 aufgerufen am 17.02.2023

Im Zusammenhang mit der Bereitstellung der Standortdaten soll auch eine Praxishilfe, wie z. B. ein Erläuterungsbericht mit Empfehlungen oder ein Praxisleitfaden erarbeitet werden.

Mit der Umsetzung dieser Aktivität sollten Bund- und Länder die Bund-Länder-AG Standortkunde unter Beteiligung von Ressortforschungseinrichtungen beauftragen. Der laufende Support und die Weiterentwicklung der Praxisempfehlungen sollten bei einer zentralen Organisation verankert werden.

Beispiele für Ansätze, die die verfolgte Zielsetzung in der Aktivität unterstützen:

Als Beispiele für das Angebot forstlicher Boden- und Standortkarten mit geeigneten Lösungsansätzen können u. a. die forstliche Boden- und Standortkarten für Nordrhein-Westfalen dienen. Einen ähnlichen Ansatz verfolgen die Eignungskarten für Baumarten und z. T. auch Mischbestandstypen in verschiedenen Bundesländern der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt. In beiden Ansätzen wird die aus Klimaprojektionen und Bodeneigenschaften abgeleitete Standortwasserbilanz als eine wichtige Größe für die Baumartenwahl genutzt.

Waldklimafonds-Verbundvorhaben „Standortfaktor Wasserhaushalt im Klimawandel“:

Das Projekt hat das Ziel, die Wasserhaushaltsansprache in Standortkunde und Standortkartierung mit Hilfe von deterministischen Wasserhaushaltsmodellen möglichst wirklichkeitsnah, räumlich hochaufgelöst und dynamisch in Bezug auf den Klimawandel abzubilden

6.1.3 Wissen über die standörtliche Eignung von Baumarten aufbereiten

Im Rahmen dieser Aktivität soll das vorhandene praktische Wissen über die standörtliche Eignung zukunftsfähiger Baumarten im Klimawandel gezielt aufbereitet und für die Ableitung von Anbauempfehlungen besser nutzbar gemacht werden (siehe auch Aktivität 4.1.1)

Die wesentlichen Inhalte umfassen eine übergeordnete wissenschaftliche Auswertung und Zusammenstellung der vorliegenden Forschungs- und Versuchsergebnisse sowie entsprechender Praxiserfahrungen zu den Vitalitäts-, Leistungs- und Mortalitätsgrenzen aller in Deutschland relevanten Waldbaumarten. Der Schwerpunkt in Deutschland liegt bei heimischen bzw. bereits etablierten Baumarten, mit langfristigen Bewirtschaftungserfahrungen unter Berücksichtigung der innerartlichen Variation (hier bestehen Synergien zu den Aktivitäten 1.2.1 und 1.2.2). Die bundesweite Darstellung sollte als wissenschaftliche Unterstützung für die Weiterentwicklung entsprechender waldbaulicher Empfehlungen und digitaler Karten zur Eignung von Baumarten und Mischwaldtypen im Klimawandel dienen. Die Projektergebnisse sollen auch der Identifizierung von Wissenslücken für eine verbesserte Koordination von Aktivitäten der Forschung und von Anbauversuchen dienen. Aufgrund der schnellen Veränderungen im Klimawandel sollen traditionelle empirische Forschungs- und Versuchsansätze sowie entsprechendes Erfahrungswissen aus langfristigen Anbauversuchen, um statistische und physiologische Modellansätze erweitert werden. In diesem Zusammenhang soll auch eine Praxishilfe, wie z. B. ein Erläuterungsbericht mit Empfehlungen oder ein Praxisleitfaden erstellt werden.

Mit der Umsetzung sollten Bund und Länder ein Konsortium aus der Ressortforschung und weitere wissenschaftliche Einrichtungen unter Beteiligung einer Bund-Länder-AG beauftragen. Die Koordination der periodischen Fortschreibung der Wissensdokumentation und der Praxisempfehlungen sollte bei einer zentralen Einrichtung dauerhaft verankert werden.

Beispiele für Ansätze, die die verfolgte Zielsetzung in der Aktivität unterstützen:

Als Beispiele für Wissensgrundlagen und Informationsangebote zur Standorteignung von Waldbaumarten im Klimawandel können die Publikation „Identifizierung von für Deutschland relevanten Baumarten im Klimawandel und länderübergreifendes Konzept zur Anlage von Vergleichsanbauten - Empfehlungen der Bund-Länder-Arbeitsgruppe „Forstliche Genressourcen und Forstsaatgutrecht“ des Thünen Instituts, die Broschüre „Standortansprüche der wichtigsten Waldbaumarten“ der Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe sowie entsprechende Publikationen verschiedener Bundesländer und wissenschaftlicher Einrichtungen dienen.

6.2 Stärkung von digitalen Methoden

6.2.1 Vitalitäts- und Schadmonitoring mit digitalen Methoden erweitern

Moderne digitale Verfahren, wie insbesondere Fernerkundungsverfahren können bei vielen Erhebungen die etablierten terrestrischen Methoden sinnvoll ergänzen. Dies gilt insbesondere für aktuell verfügbare Satellitenbilddaten, wie z. B. die des Copernicus-Programms.

Im Rahmen dieser Aktivität soll ein Konzept für die bessere Koordination und Vernetzung bestehender Verfahren des Vitalitäts- und Schadmonitorings erstellt und mit der Umsetzung begonnen werden.

Die wesentlichen Inhalte umfassen die Weiterentwicklung von Verfahren zur Vitalitätserfassung über Fernerkundung und den Einsatz von KI-Methoden in der Auswertung als Ergänzung und Weiterentwicklung der bestehenden terrestrischen Verfahren des forstlichen Umweltmonitorings und hierbei insbesondere der Waldzustandserhebung. Dies beinhaltet zudem die Weiterentwicklung der Methodik zur aktuellen Erfassung flächiger Waldschäden inklusive ökologischer und wirtschaftlicher Auswertungen. In einigen Fällen, wie z.B. in der Entwicklung von Vitalitätserfassungen über Satellitenbilddaten oder digitaler Baumartenklassifikationen, sollten die vorhandenen Aktivitäten auch stärker zusammengeführt werden. Hierbei soll eine stärkere Harmonisierung und eine Vernetzung oder Zusammenführung von Ansätzen auf Bundes- und Landesebene und von wissenschaftlichen Einrichtungen erfolgen.

Die Entwicklung eines geeigneten Verfahrens für ein Wiederbewaldungsmonitoring per Fernerkundung könnte ggf. in das Konzept integriert werden.

Die Erstellung eines Konzepts sollte im Auftrag von Bund und Ländern an die Bund-Länder-Arbeitsgruppen Forstliches Umweltmonitoring / Waldzustandserhebung ggf. unter Beteiligung weiterer Ressortforschungseinrichtungen erfolgen.

Beispiele für Ansätze, die die verfolgte Zielsetzung in der Aktivität unterstützen:

Als Beispiele können die laufenden Projekte „Fernerkundungsbasiertes Nationales Erfassungssystem Waldschäden“ und „Bundesweite fernerkundungsbasierte Baumartenerkennung“ des Thünen-Instituts und verschiedene Entwicklungen digitaler Verfahren in den Bundesländern und von wissenschaftlichen Einrichtungen dienen.

6.2.2 Verfügbarkeit digitaler forstlicher Daten verbessern

Bezüglich des vielfältigen und sehr großen Datenaufkommens sind effiziente Möglichkeiten der Datenhaltung, des Datenmanagements und deren Auswertung erforderlich. Hier spielt z.B. die Nutzung künstlicher Intelligenz oder von „Machine Learning“ eine zunehmende Rolle.

Im Rahmen dieser Aktivität soll ein Konzept für die verbesserte individuelle Nutzbarmachung relevanter Walddaten für Wissenschaft und für die forstliche Praxis erstellt und mit der Umsetzung begonnen werden.

Die wesentlichen Inhalte umfassen die Entwicklung von Strukturen und Prozessen für ein koordiniertes Datenmanagement bezüglich verschiedener relevanter Themen (ökologisch, wirtschaftlich, gesellschaftlich), unterschiedlicher Datenquellen und räumlicher Bezugsebenen, Zuständigkeiten und Nutzergruppen (EU, Bundesebene, Landesebene, wissenschaftliche Einrichtungen, lokale Akteure wie Kommunen, Forstbetriebe und Dienstleister etc.). Schwerpunkte bilden die Herstellung von Schnittstellen zwischen standardisierten Datenquellen, die Einrichtung von Strukturen und Prozessen zur Datenhaltung und Datenprozessierung, wie z. B. die periodische Aufbereitung von Copernicus-Satellitenbilddaten. In dem Bericht der AG „Wald- und Holzforschung“ finden sich detaillierte Ideen zu digitalen Räumen und Synthesepattformen, die schnell in die Umsetzung gebracht werden sollten. Zusätzlich ist eine gebündelte Datenplattform für die forstliche Praxis, wie z. B. ein Online-Portale nach Open-Data/INSPIRE-Standards, wünschenswert.

Mit der Erstellung eines Konzepts sollte eine Bund-Länder-Arbeitsgruppe unter Beteiligung der Ressortforschungseinrichtungen beauftragt werden. Bestehende Ansätze der Arbeitsgruppe Wald und Holzforschung sollten berücksichtigt und Synergien genutzt werden.

6.2.3 Ganzheitliche Zukunftsmodelle und Szenarien für die Forstwirtschaft erstellen

Die heute getroffenen Entscheidungen über das Waldmanagement und deren Zielsetzungen zur Erhöhung der Anpassungsfähigkeit beeinflussen die kommenden Jahrzehnte. Damit die möglichen Auswirkungen dieser Entscheidungen im Vorfeld evaluiert werden können, müssen dringend mehr ganzheitliche Modelle oder Szenarien für die Praxis entwickelt werden.

Zukunftskonzepte der Waldbewirtschaftung und ihre Leistungen für die Gesellschaft müssen einen holistischen Ansatz verfolgen und umfassend alle Anforderungen der Gesellschaft an den Wald berücksichtigen.

Sozioökonomische Szenarien über die Ansprüche der Gesellschaft an den Wald könnten beispielsweise mit naturwissenschaftlichen Modellen über die Waldentwicklung verschnitten werden. Auch im Zusammenhang mit den Klimaschutzleistungen des Waldes sind derartige Zukunftsmodelle sehr wertvoll.

Daher ist eine inter- und transdisziplinäre Integration von Daten, Informationen, Modellen und Fachwissen aus der ökologischen, (sozio-)ökonomischen und technologischen Wald- und Holzforschung erforderlich, die zentral koordiniert werden sollte. Die AG „Wald und Holzforschung“ (AG WuFH 2021) schlägt daher die Einrichtung eines virtuellen Zentrums für Wald- und Holzforschung vor, die eine solche Integrations- und Koordinierungsleistung bereitstellen könnte.

In der Ausarbeitung der weiteren Schritte zur Umsetzung des virtuellen Zentrums für Wald- und Holzforschung sollten die Empfehlungen dieser Aktivität berücksichtigt werden.

Weiterführende Literatur

Arbeitsgruppe Wald und Holzforschung (AG WUHF), Bericht „Stärkung der Wald- und Holzforschung in Deutschland“, (2021). Online: https://www.ufz.de/export/data/2/256640_AG%20Wald-%20und%20Holzforschung%20Abschlussbericht_plus_Anhang.pdf (Zugriff: 17.2.2023)

Bolte, A.; Ammer, C., Löf, M.; Madsen, P.; Nabuurs, G.-J.; Schall, P.; Spathelf, P.; Rock, J. (2009): Adaptive forest management in Central Europe - climate change impacts, strategies and integrative concept. *Scand. J. For. Res.* 24, 6

Bolte A., Höhl M., Hennig P., Schad T., Kroihner F., Seintsch B., Englert H., Rosenkranz L. (2021) Zukunftsaufgabe Waldanpassung. *AFZ Der Wald* 76(4)

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL), Waldstrategie 2050, (2021). Online: <https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/Waldstrategie2050.pdf?blob=publicationFile&v=9> (Zugriff: 17.02.2023)

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Grundwasser in Deutschland, (2008). Online: <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/3642.pdf> (Zugriff: 17.02.2023)

Bundesregierung (BR), Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Kabinettsbeschluss vom 17.12.2008, (2008). Online: https://www.bmuv.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/das_gesamt_bf.pdf (Zugriff: 17.02.2023)

Bund-Länder-Arbeitsgruppe Forstliche Genressourcen und Forstsaatgutrecht (BLAG-FGR), Thünen Working Paper 172, (2021). Online: https://www.genres.de/fileadmin/SITE_MASTER/content/SITE_GENRES/downloads/docs/BLAG/Publikationen/ThuenenWorkingPaper_172.pdf (Zugriff 17.02.2023)

Gerrits, A. M. J., L. Pfister, and H. H. G. Savenije. (2010): "Spatial and temporal variability of canopy and forest floor interception in a beech forest." *Hydrological processes* 24.21

Hickler, Thomas, et al., (2012): "Projecting the future distribution of European potential natural vegetation zones with a generalized, tree species-based dynamic vegetation model." *Global Ecology and Biogeography* 21.1

Spathelf P., Stanturf J., Kleine M., Jandl R., Chiatante D., Bolte A. (2018): Adaptive measures: integrating adaptive forest management and forest landscape restoration. *Annals of Forest Science* 75

Winder, R., E. Nelson, and T. Beardmore. (2011). Ecological implications for assisted migration in Canadian forests. *The Forestry Chronicle* 87.

Wissenschaftlicher Beirat für Waldpolitik (WBW): Stellungnahme „Risikovorsorge und der Umgang mit Extremereignissen in der Forstwirtschaft“, (2019). Online: <https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Ministerium/Beiraete/waldpolitik/StellungnahmeWBW-Risikovorsorge.pdf?blob=publicationFile&v=4> (Zugriff: 17.02.2023)

Wissenschaftlicher Beirat für Waldpolitik (WBW), "Die Anpassung von Wäldern und Waldwirtschaft an den Klimawandel-Gutachten", (2021). Online: <https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Ministerium/Beiraete/waldpolitik/gutachten-wbw-anpassung-klimawandel.pdf?blob=publicationFile&v=2> (Zugriff: 17.02.2023)

Anhang

Übersichtstabelle über die priorisierten Maßnahmen und Aktivitäten in den Handlungsfeldern

Handlungsfeld	Maßnahme	Aktivität
1. Transfer in die Praxis und zurück	1.1 Verbesserung der Sensibilisierung der Öffentlichkeit	1.1.1 Informationskampagne für die Öffentlichkeit entwickeln und Allianzen für den Wald bilden
	1.2 Digitale Angebote und Instrumente für die Waldbewirtschaftung entwickeln	1.2.1 Dachportal und digitales Handbuch zur Waldbewirtschaftung im Klimawandel entwickeln
		1.2.2 Modulare App zur Unterstützung der Waldbewirtschaftung im Klimawandel entwickeln
2. Risiko- und Krisenmanagement	2.1 Stärkung des außer-innerbetrieblichen Risikomanagements	2.1.1 Risikomanagement stärken
		2.1.2 Regulatorische Rahmenwerke anpassen
	2.2 Ausbau der Krisenmanagementinstrumente und Intensivierung ihrer Verwendung	2.2.1 Prävention stärken und frühzeitige Risikoerkennung aufbauen
		2.2.2 Organisation des Krisenmanagements verbessern
		2.2.3 Nationales Waldbrandmanagement verbessern

3. Wasser	3.1 Beitrag der Wälder zur Optimierung des Landschaftswasserhaushalts	3.1.1 Grundwasserneubildung und Bodenversickerung fördern
		3.1.2 Wasserentnahme reduzieren
		3.1.3 Grundwasser - und Bodenfeuchte-Monitoring ausbauen
	3.2 Verbesserung der Wasserretention	3.2.1 Künstliche Entwässerungsstrukturen im Wald zurückbauen
		3.2.2 Totholz erhalten und Baumbestände auf Schadflächen belassen
		3.2.2 Auwälder als Retentionsflächen gestalten
4. Forschung	4.1 Forschung zu Waldökosystemen, Baumarten und Herkünften	4.1.1 Möglichkeiten und Potentiale zur Erhöhung der Anpassungsfähigkeit von Waldbäumen erforschen
		4.1.2 Funktionelle Zusammenhänge von Waldökosystemen und deren Biodiversität erforschen
	4.2 Forschung zur Erhöhung der Vitalität der Wälder	4.2.1 Waldbauliche Anpassungsstrategien erforschen
		4.2.2 Forstliche Verfahrenstechnik weiterentwickeln
		4.2.3 Transformation gestalten: Zielkonflikte verstehen, Lösungsansätze erarbeiten

5. Artenwahl und genetische Vielfalt	5.1 Sicherung der genetischen Vielfalt heimischer und nichtheimischer Baumarten	5.1.1 Kapazitäten zur Bereitstellung von forstlichem Vermehrungsgut ausbauen
		5.1.2 Erhaltung forstlicher Genressourcen intensivieren
		5.1.3 Genetisches Monitoring und großflächige genetische Inventuren ausweiten
	5.2 Prüfung der Auswahl und Empfehlung geeigneter Herkünfte bei Waldbäumen	<i>Siehe Handlungsfeld Forschung Aktivität „4.1.1 Möglichkeiten und Potentiale zur Erhöhung der Anpassungsfähigkeit von Waldbäumen erforschen“</i>
6. Informations- und Datenmanagement, Monitoring	6.1 Verbesserung der Bereitstellung hochaufgelöster, dynamisierter Standortinformationen	6.1.1 Klimadaten und Klimaprojektionen praxistauglich bereitstellen und aufarbeiten
		6.1.2 Hochaufgelöste Standortinformationen und –projektionen bereitstellen
		6.1.3 Wissens über die standörtliche Eignung von Baumarten aufbereiten
	6.2 Stärkung von digitalen Methoden	6.2.1 Vitalitäts- und Schadmonitoring mit digitalen Methoden erweitern
		6.2.2 Verfügbarkeit digitaler forstlicher Daten verbessern
		6.2.3 Ganzheitliche Zukunftsmodelle und Szenarien für die Forstwirtschaft erstellen