

Dialoge zur Klimaanpassung Waldbewirtschaftung und Klimawandel

Arbeitspapier zur Vorbereitung des Stakeholderdialogs zur Klimaanpassung – Waldbewirtschaftung und Klimawandel

Autoren: Johannes Rupp, Jan Knoefel
Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW)

Stand: 12. November 2015

Inhalt

1	Einleitung.....	2
2	Klimawandel in Deutschland und dessen Auswirkungen auf die Waldbewirtschaftung	3
2.1	Klimaveränderungen und Wetterereignisse in Deutschland.....	3
2.2	Relevanz für die Waldbewirtschaftung.....	3
2.2.1	Auswirkungen von Trockenheit und Dürre auf die Wälder	4
2.2.2	Auswirkungen von Stürmen auf die Wälder	4
3	Politische Anpassungsaktivitäten auf Bundesebene	5
4	Maßnahmen zur Anpassung der Waldbewirtschaftung an den Klimawandel	6
4.1	Konzeptionelle Überlegungen.....	6
4.2	Konkrete Handlungsansätze.....	7
4.2.1	Waldbau und Bestandesbehandlung	7
4.2.2	Baumartenwahl	8
4.2.3	Waldschutz und Umgang mit Kalamitäten	9
4.2.4	Forschung und Beratung.....	10
5	Schlussfolgerung und Diskussionsfragen	10
6	Literatur	12

Veranstalter:



In Kooperation mit:



Konzeption und Durchführung:



1 Einleitung

In den letzten Jahren ist in der forstwirtschaftlichen Praxis ein stagnierendes oder gar rückläufiges Interesse für die Anpassung der Wälder an die Folgen des Klimawandels zu beobachten (Kölling und Zimmermann 2014). Überraschend ist dies insofern, da die Berichte des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) ganz deutlich gezeigt haben, dass, selbst wenn nationale und internationale Klimaschutzanstrengungen erfolgreich sind, die Veränderungen des Klimas nicht vollständig verhindert werden können (Field et al. 2012). Neben dem Klimaschutz ist daher die Anpassung an nicht vermeidbare Auswirkungen des Klimawandels von immenser Bedeutung. Anpassung sollte hierbei nicht als Rückzug aus der Verantwortung für den Klimaschutz, sondern als Versuch der Minderung der Verwundbarkeit von Natur und Gesellschaft gegenüber unvermeidbaren Klimafolgen verstanden werden.

Dem Ökosystem Wald in Deutschland kommt eine große Bedeutung bei. Mit einer Gesamtfläche von 11,4 Mio. ha werden rund 32 % der Landesfläche in Deutschland durch Wald bedeckt (Gömann et al. 2015, 171). Neben diesem prägenden Einfluss auf das Landschaftsbild kommen dem Wald verschiedene wichtige Funktionen zu. Die im Bundeswaldgesetz verankerten drei Hauptfunktionen des Waldes sind die Nutz-, Schutz- und Erholungsfunktion. Aus diesem Grund sollten auch weiterhin verschiedenste Stakeholder ein Interesse daran haben, den Wald „zu erhalten, erforderlichenfalls zu mehrern und seine ordnungsgemäße Bewirtschaftung nachhaltig zu sichern“ (vgl. § 1 Bundeswaldgesetz). Damit adressiert sind neben dem staatlichen Waldbesitz insbesondere die rund zwei Millionen privaten Waldbesitzer sowie der Kommunalwald. Diese decken in entsprechender Reihenfolge 33, 47 und 20 % der Waldfläche ab (BMELV 2011).

Schon 2008 wurde im Rahmen der Deutschen Anpassungsstrategie (DAS) festgehalten, dass der Wald seit jeher eine natürlich ausgeprägte Anpassungsfähigkeit an das sich verändernde Klima besitzt. Allerdings droht der Klimawandel nun diese Anpassungskapazität zu überfordern (Bundesregierung 2008, 30). Zunehmende Trockenperioden, extreme Witterungen und erhöhte Kalamitäten durch Schädlingsbefall und ein gestiegenes Waldbrandrisiko gehören zu den größten Herausforderungen für das Ökosystem Wald in den nächsten Jahrzehnten (BMELV 2011).

Hervorzuheben ist, dass die Forstwirtschaft dabei hohen Unsicherheiten in der Planung unterliegt (Litschel und Schramm 2010). Diese Unsicherheiten der Klimaprojektionen wirken insbesondere auf die wirtschaftliche Nutzung der Wälder. Grund hierfür sind die langen Wachstumszeiträume der einzelnen Bäume von 70 bis 100 Jahren (Schramm 2013). Darüber hinaus sind die Auswirkungen unterschiedlicher waldbaulicher Maßnahmen und eine geänderte Bestandesbehandlung (d.h. Begründung, Durchforstung sowie Ernte- und Verjüngungsverfahren), ebenso wie eine anders gestaltete Baumartenwahl (inkl. dem Einbringen nicht heimischer (fremdländischer) Baumarten) nicht abschließend erforscht. Gleiches gilt für Wirkzusammenhänge bei eintretenden Waldkalamitäten, beispielsweise durch Schädlingsbefall.

Das Arbeitspapier stellt in Kapitel 2 die auf Basis von Klimaszenarien zu erwartenden Klimaveränderungen für Deutschland vor und leitet Herausforderungen für die Waldbewirtschaftung ab. In Kapitel 0 werden die politischen Anpassungsaktivitäten auf der Bundesebene erläutert, die die Waldbewirtschaftung betreffen. Kapitel 4 konkretisiert die Herausforderung und Ziele einer klimaangepassten Waldbewirtschaftung und stellt grundsätzliche konzeptionelle Überlegungen und konkrete Handlungsansätze vor. Hierbei werden die Themenbereiche Waldbau und Bestandesbehandlung, Baumartenwahl, Waldschutz und Umgang mit Waldkalamitäten sowie Forschung und Beratung betrachtet sowie vereinzelt Beispiele aus der Praxis präsentiert.

Mit der Behandlung dieser Aspekte bietet das Arbeitspapier eine Informations- und Diskussionsgrundlage für die inhaltliche Vorbereitung auf den Dialog zur Klimaanpassung „Waldbewirtschaftung und Klimawandel“ am 17. November 2015 in Berlin. Zentrale Fragestellungen und Zielrichtung des Workshops werden im abschließenden Teil benannt.

2 Klimawandel in Deutschland und dessen Auswirkungen auf die Waldbewirtschaftung

2.1 Klimaveränderungen und Wetterereignisse in Deutschland

Obwohl Deutschland im globalen Vergleich zu den weniger stark vom Klimawandel betroffenen Ländern gehört, sind auch hier die Folgen zu spüren und werden sich zukünftig verschärfen. Ein Vergleich der verschiedenen Klimamodelle und -szenarien ergibt, dass bis 2050 eine mittlere Temperaturerhöhung zwischen 0,6 und 1,4 °C erwartet wird. Allein 2012 lag die Jahresmitteltemperatur deutschlandweit mit 9,1 °C bereits um 0,9 °C über der klimatologischen Normalperiode 1961 – 1990 (Deutscher Wetterdienst 2014). Bis 2100 liegt die Spannbreite der plausiblen Temperaturzunahme zwischen +1,2°C und 5,5°C (Helmholtz Gemeinschaft 2014a). Mit der Temperaturerhöhung geht eine Verschiebung der Jahreszeiten einher, was sich entscheidend auf die Vegetationsperiode und somit das Wachstum der Bäume auswirkt (Pompe et. al. 2011). Bei der Betrachtung der Veränderungen von mittleren Jahrestemperaturen muss beachtet werden, dass es regional und lokal große Unterschiede gibt. Hier spielen auch verschiedene Waldstrukturen eine wichtige Rolle bezüglich des Mikroklimas. So dämpft das schattige Waldinnenklima und die geringeren Interzeptionsverluste in Buchenwäldern die Auswirkungen von Erwärmung und Trockenheit und liefert ein höheres Wasserangebot für die Verjüngung im Vergleich zu Nadelwäldern (Gömann et al. 2015).

Die Niederschläge in Deutschland werden sich sowohl hinsichtlich der räumlichen Verteilung als auch der jeweiligen Niederschlagsmenge verändern. Bei den Sommerniederschlägen kann mit einer Abnahme zwischen 13 und 46 % gerechnet werden. Dies betrifft besonders den Südwesten. Die Winterniederschläge nehmen gegenüber den heutigen Niederschlägen (1961-1990) nach den derzeitigen Projektionen um bis zu 33 % in der Periode von 2071-2100 zu (Helmholtz Gemeinschaft 2014b).

Zusätzlich zu diesen Änderungen der mittleren Klimaverhältnisse ist davon auszugehen, dass die Häufigkeit und Intensität von Extremwetterereignissen wie Stürmen, Hitzeperioden und Starkniederschlägen zunehmen werden. Insbesondere Extremwetterlagen und -witterung wie Trockenheit, Hitze und Sturm sowie begleitender Schädlingsbefall besitzen ein zukünftig verstärktes Schadpotenzial (Bolte et al. 2009b). Im Vergleich zu Projektionen für mittlere Jahrestemperaturen und Niederschlagsmengen sind Projektionen für Extremwetterereignisse mit größeren Unsicherheiten verbunden (Jentsch und Beierkuhnlein 2010).

2.2 Relevanz für die Waldbewirtschaftung

Das sich ändernde Klima wirkt sich direkt und indirekt auf das Ökosystem Wald aus. Obwohl der Klimawandel Chancen in Bezug auf ein verstärktes Baumwachstum bietet,¹ dürfen die potentiellen Risiken des Klimawandels nicht vernachlässigt werden. Schon jetzt sind erste Veränderungen wie die Zunahme von Frühjahrestrockenheit und eine signifikante Zunahme an Hitzetagen spürbar (Gömann et al. 2015). Das Ausmaß verschiedener Klimaveränderungen und ihre Folgen für die Waldbewirtschaftung lassen sich jedoch oftmals nur mit großen Unsicherheiten abschätzen. Diese Unsicherheiten gelten insbesondere, wenn der Blick in die ferne Zukunft (bis ins Jahr 2100) gerichtet ist (Gömann et al. 2015). Als Orientierung für die Praxis und somit für die Planung der Waldbewirtschaftung ist es deshalb unausweichlich, mit Spannen (bezogen auf die klimatischen Veränderungen) zu arbeiten (Kölling und Zimmermann 2014).

Die gravierendsten Klimawirkungen aufgrund der zunehmenden Häufigkeit und dem zu erwartenden Schadensmaß sind zunehmende Trockenheit sowie Wetter- und Witterungsextreme wie Dürre und

¹ Längere Vegetationszeiten durch den Temperaturanstieg und eine erhöhte CO₂ Konzentration in der Luft können sich positiv auf das Pflanzenwachstum auswirken (BMELV 2011).

Stürme (Gömann et al. 2015). Diese Wetterphänomene und deren Auswirkungen auf die Waldbewirtschaftung werden im Folgenden exemplarisch näher ausgeführt.

Aufgrund eines häufigeren Auftretens sind zudem Wetterphänomene wie Spätfrost, Hitze und Nässe von mäßiger Bedeutung. Zu den Klimaveränderungen mit einer geringen Bedeutung gehören unter anderem Extremfrost, Kahlfrost² und Nassschnee. Bei diesen Wetterphänomenen wird davon ausgegangen, dass sie auch in Zukunft selten auftreten werden (Gömann et al. 2015).

2.2.1 Auswirkungen von Trockenheit und Dürre auf die Wälder

Eine zunehmende Trockenheit in vielen Regionen ist eine Gefahr für wenig trockenheits- und hitzetolerante Baumarten, wie beispielsweise die Fichte (UBA 2013). Doppelt betroffen ist der Alpenraum, der in der Vergangenheit den stärksten Anstieg der Temperatur erlebte und mit großer Wahrscheinlichkeit auch zukünftig einen starken Temperaturanstieg verzeichnen wird (Bundesregierung 2008). Aber auch andere Regionen Deutschlands werden von dieser Klimawirkung betroffen sein. Besonders in heute schon trockenen Regionen wie Teile des nordostdeutschen Tieflands, dem Rhein-Main-Gebiet und trockenwarmen Regionen Südwestdeutschlands könnte es zu kritischen Situationen bei der Verjüngung der Waldbestände kommen (Gömann et al. 2015). In den Wäldern wird die natürliche Verjüngung der Bestände mit geringen Wurzeltiefen von der erhöhten Trockenheit betroffen sein, da eine erhöhte Absterberate der trockenheitsempfindlichen Jungpflanzen wahrscheinlich ist (Gömann et al. 2015).

Neben den direkten Einflüssen kommt es ebenso zu indirekten Einflüssen. Zum einen führen häufigere und längere Trockenperioden sowie mehr heiße Tage zu einer verstärkten Waldbrandgefahr und zum anderen sind in ihrer Vitalität verminderte Bestände anfälliger gegenüber Schadorganismen (Petercord et al. 2009; Schunk et al. 2009). In besonderer Weise gilt dies für in Wechselbeziehung zueinander stehenden Baumarten und Schadorganismen. Durch den Klimawandel bedingte längere Vegetationszeiten und höhere Temperaturen verhelfen zum Beispiel dem Buchdrucker dabei mehr Generationen innerhalb eines Jahres zu durchlaufen, dem Buchenprachtkäfer die eigene Entwicklung schneller abzuschließen und dem Eichenprozessionsspinner neue Lebensräume zu besiedeln (Petercord et al. 2009).

2.2.2 Auswirkungen von Stürmen auf die Wälder

Laut der Vulnerabilitätsanalyse für Deutschland werden auch in Zukunft Stürme³ die Hauptursache für forstwirtschaftliche Schäden sein (Bundesregierung 2015a). Aussagen über die genaue Stärke und Häufigkeit von diesen Extremwetterereignissen sind allerdings schwierig zu treffen.

Stürme verursachen direkte Schäden an Wäldern. Insbesondere die Fichte ist durch ein flaches Wurzelsystem besonders gefährdet (UBA 2013). Zudem können Stürme in Kombination mit Gewittern Waldbrände verursachen. Ein indirekter Schaden kann durch Sturmwurf oder -bruch auftreten, wenn umfallende Bäume andere Bäume beschädigen. Beschädigte Bäume sind zudem anfälliger für Schädlingsbefall.

² Kahlfrost (auch Blachfrost und Barfrost benannt) bezeichnet Frost in Erdbodennähe, der direkt auf die oberste Bodenschicht und Pflanzen wirkt. In der Forstwirtschaft können strenge oder langandauernde Kahlfröste zum Durchfrieren der oberen Bodenschichten und zu Frosttrocknis an Gehölzen führen (vgl. Wikipedia).

³ Andere Wetterextreme wie Winter-/Kahl- und Spätfrost haben ähnliche Folgen für die Waldbewirtschaftung wie Stürme, werden in Zukunft aber wahrscheinlich weniger stark zunehmen.

3 Politische Anpassungsaktivitäten auf Bundesebene

Die natürlichen, sozialen und wirtschaftlichen Systeme sind direkt und indirekt von Änderungen des Klimas betroffen. Ihre Verwundbarkeit gegenüber den Folgen des Klimawandels zu verringern sowie die Anpassungsfähigkeit dieser Systeme zu erhalten und zu erhöhen, ist das Ziel der 2008 auf Bundesebene beschlossenen Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (Bundesregierung 2008). Sie dient als Rahmen für einen mittelfristigen Prozess, welcher Bewusstsein schaffen, Betroffenheiten durch den Klimawandel analysieren, Gefahren und Risiken benennen und bewerten, sowie Handlungserfordernisse und Maßnahmen aufzeigen soll. Konkretisiert wurden die vom Bund gefassten Absichten in Zusammenarbeit mit den Ländern und relevanten gesellschaftlichen Akteuren. Sie wurden 2011 als Aktionsplan Anpassung (APA) beschlossen (Bundesregierung 2011). Im Jahr 2015 ist der erste Monitoringbericht zur DAS bereits erschienen (UBA 2015). Zum Ende des Jahres wird das Bundeskabinett den ersten Fortschrittsbericht zur DAS beschließen. Ein Entwurf des Fortschrittsberichts wurde im Mai und Juni 2015 mit den Ländern und weiteren Akteursgruppen konsultiert. Der Fortschrittsbericht wird eine Vulnerabilitätsanalyse über die verschiedenen Handlungsfelder der DAS, so auch zur Wald- und Forstwirtschaft, beinhalten und den Aktionsplan Anpassung des Bundes fortschreiben.

In Bezug auf die Waldbewirtschaftung ist das gemeinsame Ziel der DAS als auch der im November 2011 von der Bundesregierung beschlossenen Waldstrategie 2020 die Verwundbarkeit der Forstwirtschaft gegenüber den Folgen des Klimawandels zu minimieren. Die Waldfunktionen sollen durch Anpassung an Klimafunktionen erhalten bleiben. Hauptaufgabe des Bundes ist es die Wissensbasis zu erweitern, Erkenntnisse zu vermitteln, Konzepte zu erarbeiten und die Finanzierung durch entsprechende Programme zu sichern. Der im Jahr 2013 vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) und vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) aufgelegte Waldklimafonds ist dabei ein wichtiges Instrument um die Initiative von Waldbesitzern zu stimulieren (Bundesregierung 2015b).⁴ Zentrale Forderung der DAS und der Waldstrategie 2020 ist es, dass Waldeigentümer insbesondere den „Waldumbau von Reinbestände in standortgerechte, risikoarme Mischbestände voranbringen. [...]“. Außerdem muss „bei der Wahl der Baumarten [...] darauf geachtet werden, dass sie dem Standort und seiner zu erwartenden Entwicklung angepasst sind“ (Bundesregierung 2008).

Im Rahmen der DAS und der Waldstrategie adressiert die Anpassung der Wälder nicht nur das Handlungsfeld Wald- und Forstwirtschaft, sondern bietet auch Synergien mit anderen Handlungsfeldern. Dies gilt zum Beispiel über den Waldumbau und die Bestandesbehandlung sowie die Baumartenwahl für den Erhalt der biologischen Vielfalt. Zudem wirkt sich die Schaffung von stabilen klimaangepassten Wäldern positiv auf den Wasserhaushalt und den Bodenschutz aus, da Wald und Waldboden für eine gleichmäßige Abflussspende sorgen, Hochwasserspitzen mildern und vor Erosion schützen. Außerdem hat die Filterung von Schadstoffen über Sickerwasser eine besondere Bedeutung für die Trinkwassernutzung und somit die menschliche Gesundheit (Bundesregierung 2008; BMELV 2011). Weitere Synergien ergeben sich für den Klimaschutz durch den Wald als CO₂ Senke.

⁴ Weitere Mittel stehen für die Wald- und Forstwirtschaft über die Gemeinschaftsaufgabe Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes (GAK) und den Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (E-LER) im Zeitraum von 2013 bis 2016 zur Verfügung (UBA 2015)

4 Maßnahmen zur Anpassung der Waldbewirtschaftung an den Klimawandel

Nachdem im vorhergehenden Abschnitt bereits auf die Zielsetzung und die Inhalte der politischen Anpassungsaktivitäten auf Bundesebene eingegangen wurde, wird der Fokus in diesem Kapitel auf konzeptionelle Überlegungen sowie konkrete Handlungsansätze für eine klimaangepasste Waldbewirtschaftung auf Bundesland- bis hin zur regionalen und lokalen Ebene gelegt.

4.1 Konzeptionelle Überlegungen

Bei der Entwicklung von gezielten Anpassungsmaßnahmen in der Forstwirtschaft ist eine der größten Herausforderungen der Planungszeitraum aufgrund der langen Wachstumsphasen und das Alter der Bäume. Die Ergebnisse von einzelnen Aktivitäten können dadurch erst spät ermittelt werden. Dies ist einer der Gründe weswegen gegenwärtig kaum Erfahrungswerte vorliegen. Umso wichtiger ist es Kriterien für ein erfolgversprechendes Anpassungshandeln zu entwerfen (UBA 2013). Eine weitere Herausforderung liegt in den Unsicherheiten der vorliegenden Klimaprojektionen. Durch das langsame Wachstum der Bäume basieren die gegenwärtig getroffenen Entscheidungen auf Klimaprojektionen der fernen Zukunft (UBA 2013). Eines der wichtigsten Kriterien von Anpassungshandeln ist es daher, dass die getroffenen Maßnahmen sich robust gegenüber verschiedenen Klimaszenarien verhalten. So sollten einzelne Maßnahmen die Spannbreite von verschiedenen Klimaprojektionen abdecken und mit vertretbaren finanziellen Mitteln realisiert werden. Zudem sollten diese nicht nur ökologische Ziele verfolgen, sondern auch ökonomischen und gesellschaftlichen Ansprüchen und somit der Nutz- und Erholungsfunktion gerecht werden. Auf diese Weise tritt auch ein positiver Effekt ein, wenn die angenommen Klimaveränderungen nicht oder nur zum Teil eintreten. Abschließend sollte die übergeordnete Wirksamkeit der Maßnahmen evaluierbar sein (UBA 2013).

Ebenfalls wichtig aufgrund der hohen Unsicherheiten bei den Klimaprojektionen ist die Flexibilität der Maßnahmen. Diese ermöglicht es, gewisse Korrekturen im Anpassungshandeln vorzunehmen. Wichtig ist dies insbesondere, falls der erwünschte Erfolg nicht eintritt, sich Klimaprojektionen ändern oder sich ökonomische und gesellschaftliche Ansprüche verändern. Dieser Vorgehensweise folgt das Konzept des „Adaptativen Waldmanagements“, das Bewirtschaftungsziele und -entscheidungen kontinuierlich anhand neuer Kenntnisse überprüft und mithilfe geeigneter Maßnahmen an neue Gegebenheiten anpasst (Bolte et al. 2009a). Eine Möglichkeit, die Flexibilität zu erhöhen und dabei vorausschauend zu handeln, ist gewisse Entscheidungen mit langfristigen Implikationen so weit wie möglich in die Zukunft zu schieben. Dies ist beispielsweise durch die Begründung eines Vorwalds machbar, der erst nach rund zwanzig Jahren – basierend auf dem dann aktuellen Forschungsstand und der dann als optimal betrachteten Baumartenzusammensetzung durchforstet wird (Litschel und Schramm 2010).

Grundsätzliche Richtungsentscheidungen

Klimaanpassungsmaßnahmen führen im Idealfall zu einer „stabilen Forstwirtschaft, gesunden Umwelt und positiven sozialökonomischen Effekten“ (UBA 2011). Dies bedarf es bei der Ausrichtung von Anpassungshandeln mitzudenken, betrachtet man sowohl ökologische Zielsetzungen als auch ökonomische und gesellschaftliche Ansprüche, wie beispielsweise den Erhalt der biologischen Vielfalt, die Nachfrage nach Holz und das Aufsuchen von Erholungsräumen (Bundesregierung 2008). Während die Holzwirtschaft und somit auch viele Waldbesitzer/innen kritisch gegenüber dem Umbau von Fichtenreinbeständen eingestellt sind, verfügen Naturschutzvertreter/innen über eine Skepsis gegenüber der Einführung von zwar standortgerechten aber nicht standortheimischen (fremdländischen) Baumarten.

Stellvertretend stehen hierfür grundsätzliche Richtungsentscheidungen. Entsprechend der Vielzahl an waldbaulichen Konzepten und Denkrichtungen (bspw. bezogen auf die Ausrichtung einer naturna-

hen bzw. naturgemäßen Waldbewirtschaftung) ist auch im Bereich der Klimaanpassung zwischen unterschiedlichen Zugängen für die Art der Waldbewirtschaftung zu differenzieren. Grundlegend lässt sich zwischen einer passiven und einer aktiven Anpassung der Waldbewirtschaftung (inkl. Bestandesbehandlung) unterscheiden. Bei der passiven Anpassung wird davon ausgegangen, dass sich der Wald selber reguliert. Im Gegensatz dazu ist eine aktive Anpassung geprägt durch gezielte menschliche Eingriffe (Bundesregierung 2015a). Auch wenn sich die Wälder rückblickend auf die letzten Jahrzehnte widerstandsfähig und stresserprobt gezeigt haben (Dietrich 2011), ist fraglich, ob die natürliche Anpassungsgeschwindigkeit an die sich verändernden Klimabedingungen noch adäquat ist (Schramm 2013).

Auch die Wahl der geeigneten Baumarten und Provenienzen ist ein wesentlicher Faktor für die Anpassungsfähigkeit der Wälder. Ein Risiko birgt die nicht abschließend erforschte ökologische Toleranz einzelner Baumarten gegenüber dem sich verändernden Klima (Schramm 2013). Die Baumarten Fichte, Tanne und Kiefer beispielsweise liegen in bestimmten Standorten bereits aktuell außerhalb ihrer klimatischen Grenzen (Kölling und Zimmermann 2014), wodurch Überlegungen zu Alternativen notwendig sind. Eine Möglichkeit dem entgegenzuwirken, ist die Einführung von standortgerechten Baumarten aus geographischen Breiten, die den zukünftigen klimatischen Bedingungen der heimischen Standorte entsprechen. Ein weiterer Aspekt ist die Einbringung von nachweislich besser angepassten Provenienzen heimischer Baumarten, um die Toleranz bestehender Waldökosysteme zu stärken.

Die Gemeinsamkeit dieser Überlegungen ist, dass sie auf Forschungsergebnissen basieren und systematische Empfehlungen wiedergeben. Demgegenüber stehen Handlungsweisen einzelner Waldbesitzer/innen einer weniger systematischen Risikostreuung, vollzogen oftmals durch eine schlichte Erhöhung der Baumartenvielfalt.

Wesentliche Impulse für das Anpassungshandeln kommen von unterschiedlichen Ebenen und Akteuren. Während es sich bei den in Kapitel 0 genannten Aktivitäten auf der bundespolitischen Ebene um Initiativen mit einem übergreifend empfehlenden und informierenden Charakter handelt, finden sich auf Bundesland- und Regionsebene Aktivitäten mit einer überwiegend praxisorientierten Ausrichtung. Hierbei handelt es sich um waldbaulich relevante Konzepte und baumartenspezifische Informationen, die für einen breiten Kreis an Akteuren bereitgestellt werden und bezogen auf die staatlichen Waldbesitzer auch mit konkreten Vorgaben verbunden sind (vgl. Kapitel 4.2). Weitere Impulse für das Anpassungshandeln kommen von einzelnen autonom agierenden Akteuren, basierend auf dem lokal erlangten Wissen und Erfahrungen.

4.2 Konkrete Handlungsansätze

Die in diesem Kapitel näher ausgeführten konkreten Handlungsansätze zur Anpassung der Waldbewirtschaftung an den Klimawandel umfassen die Bereiche Waldbau und Bestandesbehandlung, Baumartenwahl, Waldschutz und Umgang mit Kalamitäten sowie Forschung und Beratung.

4.2.1 Waldbau und Bestandesbehandlung

Als übergeordnetes Leitmotiv sollte Ziel des Waldbaus die Schaffung von klimaangepassten Wäldern, mit einem ungleichaltrigen Aufbau und verschiedenen Baumarten sein (Schramm 2013). In erster Linie bedeutet dies den Waldumbau von gefährdeten Reinbeständen zu klimaangepassten (Misch-) Wäldern (Gömann et al. 2015). Wie in Kapitel 2.2 beschrieben liegen die wesentlichen Herausforderungen für die Waldbewirtschaftung in den zunehmenden Trockenperioden und der steigenden Gefahr durch Extremwetterereignisse, insbesondere durch Stürme. Besonders betroffen von diesen Herausforderungen sind insbesondere die weit verbreiteten Nadelwälder und hier vor allem die Baumart Fichte.

Beim Waldumbau und der Bestandesbehandlung zu einem stabilen (Misch-)Wald ist neben dem Artenreichtum auch die Naturnähe in der Bewirtschaftung ein wesentliches Merkmal (UBA 2011). Dies ist bei der Begründung, der Durchforstung sowie Ernte- und Verjüngungsverfahren stets zu berücksichtigen. In den letzten drei Jahrzehnten wurde der Umbau von Reinbeständen bereits vorangetrieben. Dies zeigt sich unter anderem an dem rückläufigen Anteil der Nadelbäume. Während dieser bei der Altbestockung bei 62 % liegt ist der Anteil in der Jungbestockung nur noch bei 29 %. Der Anteil der Laub- und Mischwälder macht daher bereits 39 % der gesamten Waldfläche aus (BMELV 2011).

Betrachtet man einzelne Beispiele, so kann zwischen überregional und regional durchgeführten Aktivitäten und Maßnahmen unterschieden werden. Eine überregionale Aktivität stellt die „Anpassungsstrategie Nordrhein-Westfalens - Wald und Waldmanagement im Klimawandel“ dar. Im Rahmen dieser Strategie wird als waldbauliches Konzept das Ziel des klimaplastischen Waldes⁵ in ganz Nordrhein-Westfalen entwickelt. Grundlage für die Entwicklung des Konzeptes bilden forstliche Bodenkarten, digitale forstliche Standortklassifikationen, Saatgut-Richtlinien, Forstschutzkonzepte und Anbauversuche. Die Umsetzung erfolgt durch die Landesforstverwaltung in Abstimmung mit Waldbesitzer/innen und Forschungseinrichtungen (MKULNV 2015).

Ebenfalls das Konzept eines klimaplastischen Waldes verfolgt der Waldumbau der Stiftung Schorfheide-Chorin. Modellhaft wurden im Nordosten von Berlin 20 ha Stiftungswald umgebaut. Neben einer Erhöhung der Baumartenvielfalt konnten ehemals gerodete Flächen aufgeforstet und die damit verbundenen Begründungs- und Pflegemaßnahmen naturschonend durchgeführt werden (Hofmann 2014).⁶

Weiterer wichtiger Aspekt bei einem klimaangepassten Wald(um)bau und den mit den Klimaänderungen verbundenen waldbaulichen Entscheidungen und Bestandesbehandlungen ist zudem ein wirksames Wildtiermanagement. Hierzu arbeitet das Projekt „KLIMWALD – erfolgreiche Anpassung im Kommunalwald“ des Kompetenzzentrums für Klimaschutz und Klimaanpassung (CliMA) der Universität Kassel.⁷

4.2.2 Baumartenwahl

Zwischen den Akteuren der Forstwirtschaft herrscht Uneinigkeit über den Stellenwert von einzelnen, insbesondere nicht heimischen (d.h. fremdländischen) Baumarten für den Waldumbau (Schramm 2013). Diese Baumarten können den Vorteil haben, dass sie an das sich verändernde Klima teilweise besser angepasst sind als standortheimische Baumarten. Südeuropäische Eichenarten wie die Steineiche, ungarische Eiche oder Flaumeiche könnten zum Beispiel zum Waldumbau oder zur Bestandesbegründung in der oberrheinischen Tiefebene oder im Brandenburgischen Tiefland eingesetzt werden. (Litschel und Schramm 2010). Ebenso gilt es Alternativen zu den insbesondere durch Trockenheit und Stürmen betroffenen „Brotbaum“ Fichte zu finden. Eine der Baumarten, die hierfür in Frage kommt, ist die Douglasie, welche auch an warm-trockene Sommer angepasst ist (Kölling 2004). Wie bereits erwähnt sind die Auswirkungen auf das heimische Ökosystem nicht abschließend erforscht. Naturschutzexpert/innen lehnen daher zum Teil den Anbau von möglicherweise invasiven fremdländischen Baumarten ab, da diese Baumarten die heimischen Baumarten verdrängen könnten. Grund ist eine fehlende Einpassung in die Biozönose und somit ein Verlust an Biodiversität (Reif et al. 2010). Eine Alternative zur Fichte könnte bei entsprechender waldbaulicher Bewirtschaftung (d.h. lang anhaltender Überschirmung in der Verjüngungsphase und Schalenwildregulierung) auch die

⁵ Ein klimaplastischer Wald zeichnet sich durch die Fähigkeit aus sich sowohl an den Klimawandel als auch die sich neu ergebenden Standortbedingungen anzupassen. Dies gelingt durch eine hohe Diversifikation von Waldstruktur und Baumartenzusammensetzung sowie einer Minimierung von Waldinnenrändern und Bestandeslücken, mit dem Ziel Risiken bei Sturmeinwirkungen zu senken und das Waldinnenklima zu schützen (Hofmann 2014).

⁶ Die genannten Maßnahmen wurden überwiegend durch Erlöse aus Holzverkäufen und Jagdverpachtung und ohne Inanspruchnahme von Fördergeldern finanziert.

⁷ Siehe [hier](#).

heimische Weißtanne sein (Kohnle et al. 2011). Grundlage für entsprechende Entscheidungen sind Anbauversuche mit unterschiedlichen Provenienzen. Ausgehend von zunehmender Trockenheit weist beispielsweise die Wallisische Tanne mit einer trockenheits- und wärmeliebende Herkunft auf trockenen Standorten teilweise bessere Wuchseigenschaften auf als die heimische Weißtanne (Krause und Konnert 2009). Ebenso sind hier, entsprechend der zu erwarteten Klimaänderungen, wie bereits in Kapitel 4.1 beschrieben, Baumarten aus aktuell vergleichbaren, sogenannten Analoggebieten, zu diskutieren (Kölling und Zimmermann 2014). Dies erfordert jedoch die Betrachtung der jeweils gegebenen Standortsbedingungen (u.a. Boden und Exposition), unter anderem über das Heranziehen forstlicher Standortskarten und forstlicher Expertise vor Ort.

Die Baumartenwahl und die Wahl geeigneter Provenienzen sind bei der Ausgestaltung von Anpassungsmaßnahmen somit von zentraler Bedeutung. Aufgegriffen wird dies auf der Bundesebene in der DAS. Diese regt an eine Neubewertung der Anbauempfehlungen für alle Baumarten, differenziert nach Standorten und unter Beachtung der Klimaänderungen, der langen Wachstumszeiträume und der gegebenen Unsicherheiten und Risiken, vorzunehmen (Schramm 2013). Entsprechende Baumartenempfehlungen wurden zuletzt verstärkt auf Länderebene entwickelt. Für den Staatswald sind diese verbindlicher Teil der Planung, für den nicht-staatlichen Wald dienen sie der Orientierung. Als Beispiele sind die Aktivitäten in Bayern und Thüringen zu nennen.⁸ In Bayern basieren diese Empfehlungen auf Risikoanbauarten für insgesamt 21 Baumarten. Diese weisen – ausgehend vom Basisjahr 2000 – Anbauprojektionen bis zum Jahr 2100 aus (Taeger und Kölling 2015). Der Transfer in die Praxis (vgl. Kapitel 4.2.4) erfolgt unter anderem über Schulungen, in Thüringen beispielsweise über halbtägige Weiterbildungsveranstaltungen, gerichtet an Revierförster/innen im Staatswald (UBA 2013).

4.2.3 Waldschutz und Umgang mit Kalamitäten

Wie in Kapitel 2.2 beschrieben sind die Auswirkungen des Klimawandels vielfältig. Unter anderem können sowohl Temperaturerhöhungen als auch Wetterextreme wie Stürme, teilweise kombiniert mit Gewittern sowie anhaltende Trockenheit und Dürren zu einem punktuellen bis hin zu einem flächendeckenden Auftreten von Schadereignissen führen. Stellvertretend stehen hierfür Kalamitäten wie Sturmwurf, Schneebruch und Schadorganismen, ebenso wie erhöhte Waldbrandrisiken. Um Wälder im Rahmen eines vorausschauenden Waldschutzes an die Gefahren von Kalamitäten anzupassen und Waldbrandrisiken zu minimieren, sind waldbauliche Vorkehrungen, welche die Zusammensetzung des Waldes mitentscheiden, zu treffen. Die damit verbundenen Anpassungsmaßnahmen sollten so weit wie möglich potentielle Risiken vorbeugen und zum anderen beim Eintreten eines Schadereignisses ein gewisses Reaktionspotential besitzen. Ein erster Schritt bei der Risikovermeidung ist es, herauszufinden, welche Gebiete besonders gefährdet sind und damit priorisiert angepasst werden müssen. Hilfreich bei der Visualisierung von gefährdeten Gebieten ist dabei die Risikokartierung. Als ein Beispiel ist das Projekt „REGKLAM – Regionales Klimaanpassungsprogramm Modellregion Dresden“ zu nennen, welches sich der Entwicklung einer standörtlich basierten Risikokartierung widmete (Staatsbetrieb Sachsenforst 2011). Dabei wurden folgende Risikofaktoren herangezogen: Trockenstress, Sturmgefährdung, Waldbrandgefährdung sowie biotische Schadfaktoren. Die damit verbundene Bewertung wiederum ist Grundlage für eine wissensbasierte Priorisierung von waldbaulichen Maßnahmen. Gleichzeitig ist zu bedenken, dass in Wäldern mit einem erhöhten Risiko für Kalamitäten, ein Waldumbau und somit auch Waldschutzmaßnahmen auf eine höhere Akzeptanz stoßen. Grund hierfür sind vermiedene Zusatzkosten im Schadensfall (Schramm 2013).

⁸ Diese werden im Stakeholderdialog über zwei Kurzimpulse näher vorgestellt.

4.2.4 Forschung und Beratung

Forschung und Beratung sind wesentliche Elemente für eine klimaangepasste Waldbewirtschaftung. Der Tatsache geschuldet, dass Klimaanpassung noch ein relativ neues Themenfeld in der Forstwirtschaft ist, besteht Forschungsbedarf nicht nur bei den tatsächlichen Auswirkungen des Klimawandels auf die Waldbewirtschaftung, sondern auch bei geeigneten Anpassungsmaßnahmen. Wie bereits beschrieben ist es positiv zu bewerten, wenn Anpassungsmaßnahmen flexibel auf neue Forschungsstände angepasst werden können. Gleichzeitig liegen bereits durch eine Vielzahl an Forschungsprojekten sowie erlangten Erkenntnissen aus der Praxis einiges an Wissen vor. Die große Herausforderung ist der Transfer in die konkrete Anwendung. Diesbezüglich ist es unabdingbar die Akteure der Forstwirtschaft für die Notwendigkeit der Klimaanpassung zu sensibilisieren und entsprechend zu beraten. Insbesondere bei (Klein-)Privatwaldbesitzer/innen ist eine fortschreitende Entfremdung vom Wald und waldbezogenem Wissen der Eigentümer zu beobachten. Dieser Entfremdung muss gezielt mit einem Beratungs- und Informationsangebot begegnet werden (BMELV 2011).

Ein konkretes Praxisbeispiel einer Anpassungsmaßnahme im Bereich Forschung und Beratung ist das vom Waldklimafonds geförderte Projekt „KoNeKKTiW - Kompetenz-Netzwerk Klimawandel, Krisenmanagement und Transformation in Waldökosystemen“. Ziel des Projekts ist der Aufbau eines Expertennetzwerks, welches Bewusstsein für die Auswirkungen des Klimawandels auf den Wald schafft und hierzu Wissen verwaltet. Zum Beratungsangebot gehören Seminare, Workshops, Vorlesungen und die Schulung von Entscheidungsträger/innen bezüglich der Notwendigkeit von Anpassungsmaßnahmen.⁹

Gleichzeitig liegen auf der sektorenübergreifender Ebene Informationen vor, die einer klimaangepassten Waldbewirtschaftung zu Gute kommen. So wurde beispielsweise im Oktober 2015 im Rahmen der 9. Klimatagung des Deutschen Wetterdienstes (DWD) der Deutsche Klimadienst (DKD) ins Leben gerufen. Zentrale Aufgabe des Klimadienstes ist es, regelmäßig und verlässlich Klimainformationen und -dienstleistungen bereitzustellen.¹⁰

5 Schlussfolgerung und Diskussionsfragen

Der Wald und damit die Waldbewirtschaftung befinden sich in einem stetigen Veränderungsprozess. Umso mehr ist im Zuge des Klimawandels ein gewisses Anpassungsmanagement im Umgang mit den gegebenen Unsicherheiten und potentiellen Risiken von Nöten, das durch den Wald(um)bau und die Bestandesbehandlung, die Baumartenwahl sowie den Waldschutz und Umgang mit Kalamitäten geprägt ist. Dazu müssen Klimaveränderungen frühzeitig berücksichtigt und durch ein angepasstes Management einbezogen werden – szenarienbasiert und proaktiv. Gleichzeitig sind die unterschiedlichen Waldbesitzarten zu beachten und die Rolle der verschiedenen Akteursgruppen in Politik und (Forst-)Verwaltung, des staatlichen und nicht-staatlichen Waldbesitzes, der Wissenschaft und der Zivilgesellschaft (u.a. Umwelt- und Naturschutzorgane) näher zu klären und der Austausch zu fördern. Dies ist insbesondere wichtig, da der Wald und die Waldbewirtschaftung durch die unterschiedlichen Waldfunktionen und Ökosystemleistungen die Gesellschaft bei der Anpassung an den Klimawandel (in den Bereichen Biologische Vielfalt, Boden und Wasserhaushalt) bedeutend unterstützen können.

Ziel des eintägigen Workshops ist es, Herausforderungen für die Waldbewirtschaftung herauszuarbeiten und den Handlungsbedarf zu diskutieren. Dabei sollen verschiedene Konzepte und Aktivitäten sowie mit Blick auf den Transfer in die Praxis Implementierungsdefizite besondere Beachtung finden.

⁹ Mehr Informationen, siehe [hier](#) sowie Kurzimpuls-Stakeholderdialog.

¹⁰ Mehr Informationen, siehe [hier](#).

Die Fragestellungen, die den „Stakeholderdialog zur Klimaanpassung – Waldbewirtschaftung und Klimawandel“ begleiten werden, sind daher folgende:

- In welcher Form sollte die Waldbewirtschaftung an die Folgen des Klimawandels angepasst werden?
- Welche Anforderungen bestehen an die Wälder (u.a. bestimmt über die Waldfunktionen und die Ökosystemleistungen, inkl. der Beachtung der anderen Handlungsfelder der DAS)
- Welche Erfahrungen wurden in der Praxis bereits gesammelt und wie können diese (weiter-)entwickelt werden?
- Welche Rolle spielen die unterschiedlichen Waldbesitzarten (u.a. bezogen auf Konzepte und konkrete Maßnahmen)?
- Wie muss der Transfer in die Praxis erfolgen?
- Welcher Unterstützungs- und Kooperationsbedarf besteht zukünftig?

6 Literatur

- BMELV (2011): Waldstrategie 2020. Nachhaltige Waldbewirtschaftung - eine gesellschaftliche Chance und Herausforderung. Broschüre. Bonn, November. http://www.bmel.de/Shared-Docs/Downloads/Broschueren/Waldstrategie2020.pdf?__blob=publicationFile.
- Bolte, A.; C. Ammer; M. Löf; P. Madsen; G.-J. Nabuurs; P. Schall; P. Spathelf; J. Rock (2009a): Adaptive forest management in Central Europe - climate change impacts, strategies and integrative concept. *Scandinavian Journal of Forest Research* 24, Nr. 6: 473–482.
- Bolte, A.; D. -R. Eisenhauer; H.-P. Ehrhart; J. Groß; M. Hanewinkel; Ch. Kölling; I. Profft; M. Rohde; P. Röhe; und K. Amereller (2009b): Klimawandel und Forstwirtschaft - Übereinstimmungen und Unterschiede bei der Einschätzung der Anpassungsnotwendigkeiten und Anpassungsstrategien der Bundesländer. *Landbauforschung. Landbau-forschung - vTI Agriculture and Forestry Research* 59, Nr. 4: 269–278.
- Bundesregierung (2008): Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel. 17. Dezember. <http://www.bmub.bund.de/service/publikationen/downloads/details/artikel/deutsche-anpassungsstrategie-an-den-klimawandel/>.
- Bundesregierung (2011): Aktionsplan Anpassung der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. http://www.bmub.bund.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/aktionsplan_anpassung_klimawandel_bf.pdf (Zugegriffen 10. November 2015).
- Bundesregierung (2015a): Fortschrittsbericht zur Deutschen Anpassung an den Klimawandel. ENT-WURF. Vulnerabilitätsanalys (Anhang 1 des Fortschrittsberichts). 26. Mai. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/anpassung-auf-bundesebene/weiterentwicklung-der-das/konsultation-fortschrittsbericht-das>.
- Bundesregierung (2015b): Fortschrittsbericht zur Deutschen Anpassung an den Klimawandel. ENT-WURF. Konsultationspapier. 26. Mai. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/anpassung-auf-bundesebene/weiterentwicklung-der-das/konsultation-fortschrittsbericht-das>.
- Deutscher Wetterdienst (2014): Zeitreihen von Gebietsmitteln - Ausgabe der Mitteltemperatur für die einzelnen Bundesländer und Deutschland (gesamt). EXCEL-Datei abgerufen am 6.11.2014 von http://www.dwd.de/bvbw/generator/DWDWWW/Content/Oeffentlichkeit/KU/KU2/KU21/klimadaten/german/download__gebietsmittel__tm,templateId=raw,property=publicationFile.xls/download_gebietsmittel_tm.xls.
- Dietrich, H.-P. (2011): Den Klimawandel fest im Blick. *LWF aktuell* 82: 9 ff.
- Field, Ch. B.; Barros, V.; Stocker, Th. F. et. al. (Hrsg.) (2012): Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation: Special report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge University Press. PDF-Dokument abgerufen am 10.11.2014 von https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srex/SREX_Full_Report.pdf.
- Gömann, H.; A. Bender; A. Bolte; W. Dirksmeyer; H. Englert; J-H Feil; C. Frühauf et al. (2015): Agrarrelevante Extremwetterlagen und Möglichkeiten von Risikomanagementsystemen: Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL), 30: S. 312. . Germany: Johann Heinrich von Thünen-Institut. <http://d-nb.info/1072831090/> (Zugegriffen 9. November 2015).
- Helmholtz Gemeinschaft (2014a): Deutschland: Mögliche mittlere Änderung der durchschnittlichen Temperatur im Jahresmittel bis Ende des 21. Jahrhunderts (2071-2100) im Vergleich zu heute (1961-1990): Zunahme | Regionaler Klimaatlas Deutschland. Website abgerufen am 6.11.2014 von <http://www.regionaler-klimaatlas.de/klimaatlas/2071-2100/jahr/durchschnittliche-temperatur/deutschland/mittlereanderung.html>.
- Helmholtz Gemeinschaft (2014b): Deutschland: Mögliche mittlere Änderung des Niederschlags bis Ende des 21. Jahrhunderts (2071-2100) im Vergleich zu heute (1961-1990): Zunahme | Regionaler Klimaatlas Deutschland. Website abgerufen am 6.11.2014 von <http://www.regionaler-klimaatlas.de/klimaatlas/2071-2100/winter/niederschlag/deutschland/mittlereanderung.html>.
- Hofmann, G. (2014): Waldumbau in der Stiftung Schorfheide-Chorin, Nr. 15: 41–45.

- Jentsch, A. und Beierkuhnlein, C. (2010): Simulating the future responses of ecosystems, key species and European provenances to expected climatic trends and events. In: Nova Acta Leopoldina NF. 112 (384). S. 89–98. PDF-Dokument abgerufen am 6.11.2014 von https://www.bayceer.uni-bayreuth.de/bayceer/en/pub/pub/90118/Jentsch_Beierkuhnlein.pdf.
- Kohnle, U.; C. Yue und D. Cullmann (2011): Wachstum der Weißtanne in Südwestdeutschland: Entwicklung, Klima-Risiko und Verjüngung. LWF aktuell 66 (März): 42–49.
- Kölling, C. (2004): Anpassung an Klimawandel | waldwissen.net. *LWF aktuell*, 43 Auflage.
- Kölling, C. und L. Zimmermann (2014): Klimawandel gestern und morgen. LWF aktuell., Nr. 99.
- Krause, S. und M. Konnert (2009): Die Walliser Trockentanne - Versuchsanbauten sollen neue Erkenntnisse bei der Herkunftswahl bringen. LWF aktuell. 70.
- Litschel, J. und E. Schramm (2010): Welchen Wald brauchen wir für die Klimaanpassung?, Nr. 17: 34.
- MKULNV (2015): Wald und Waldmanagement im Klimawandel. Anpassungsstrategie für Nordrhein-Westfalen. April. https://www.umwelt.nrw.de/mediathek/broschueren/detailseite-broschueren/?broschueren_id=4953.
- Petercord, R.; S. Leonhard; M. Muck; H. Lemme; G. Lobinger; Th. Immler; M. Konnert (2009): Klimaänderung und Frostschädlinge. Waldschutz-Klimaprojekt rüstet die Waldwirtschaft für die anstehenden Aufgaben. LWF aktuell 72, Nr. 5: 4–7.
- Pompe, S.; S. Berger; J. Bergmann et. al. (2011): Modellierung der Auswirkungen des Klimawandels auf die Flora und Vegetation in Deutschland. BfN-Skripten 304. PDF-Dokument abgerufen am 21.10.2014 von <http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/service/skript304.pdf>.
- Reif, A.; U. Brucker; R. Kratzer; A. Schmiedinger und J. Bauhus (2010): Waldbau und Baumartenwahl in Zeiten des Klimawandels aus Sicht des Naturschutzes. BfN - Skripte 272. Bonn: Bundesamt für Naturschutz.
- Schramm, E. (2013): Klimaanpassung in der Forstwirtschaft 28, Nr. 1: 42–45.
- Schunk, C.; M. Leuschner und A. Menzel (2009): Waldbrand. Historische, aktuelle und zukünftige Bedeutung in Bayern. LWF aktuell 72, Nr. 5: 30–31.
- Staatsbetrieb Sachsenforst (2011): REGKLAM – Entwicklung und Erprobung eines Integrierten Regionalen Klimaanpassungsprogramms für die Modellregion Dresden. Ergebnisbericht.
- Taeger, S. und Kölling, C. (2015): BaSIS für die Baumartenwahl. BLW, Nr. 22 (29. Mai): 28 ff.
- UBA (2011): Themenblatt: Anpassung an den Klimawandel. Forstwirtschaft. August. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/anpassung-an-den-klimawandel-forstwirtschaft>.
- UBA (2013): Handbuch zur guten Praxis der Anpassung an den Klimawandel. Broschüre. Dezember. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/364/publikationen/uba_handbuch_gute_praxis_web-bf_0.pdf.
- UBA (2015): Monitoringbericht 2015 - zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Bericht der Interministeriellen Arbeitsgruppe Anpassungsstrategie der Bundesregierung. Februar.

Veranstalter:

Umweltbundesamt (UBA)

KomPass – Kompetenzzentrum Klimafolgen und Anpassung

Sebastian Ebert

Wörlitzer Platz 1

D-06844 Dessau-Roßlau

Tel.: +49 (0)340-2103-3122

Fax: +49 (0)340-2014-3122

E-Mail: sebastian.ebert@uba.de

www.anpassung.net



In Kooperation mit:

Johann-Heinrich von Thünen-Institut (TI)

Prof. Dr. Andreas Bolte

Alfred-Möller-Straße 1, Haus 41/42

16225 Eberswalde

Tel.: +49 (0)3334-3820-344

Fax: +49 (0)3334-3820-354

andreas.bolte@ti.bund.de

www.ti.bund.de



Konzeption und Durchführung:

Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) GmbH, gemeinnützig

Johannes Rupp

Potsdamer Straße 105

D-10785 Berlin

Tel. +49 (0)30-884 594-67

Fax +49 (0)30-882 543 9

E-Mail: johannes.rupp@ioew.de

www.ioew.de

