

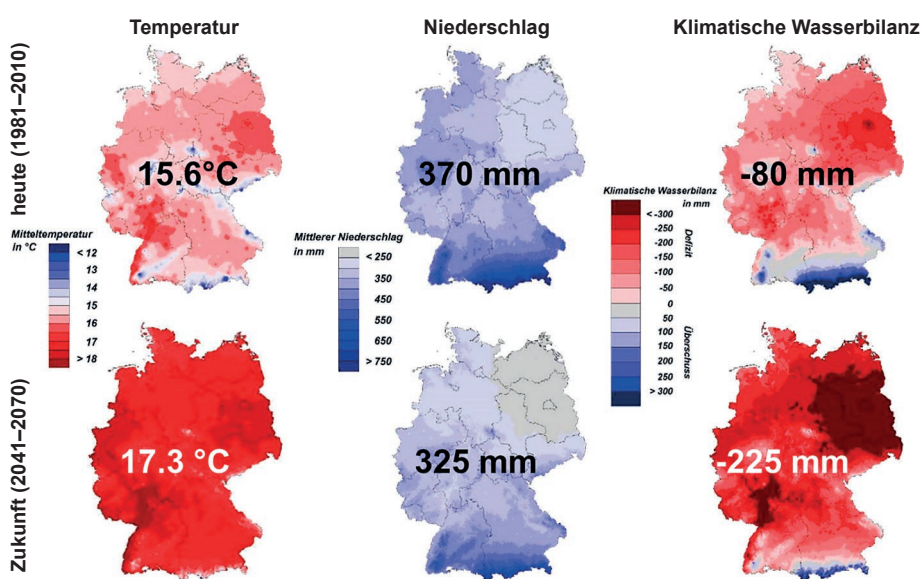
Entscheidungshilfen zur Anpassung der Wälder an den Klimawandel

Prof. Dr. Hermann Spellmann

Der Klimawandel führt in Deutschland zu veränderten Produktionsgrundlagen, Produktionsrisiken und Ertragsaussichten für die Forstwirtschaft. Es werden Entscheidungshilfen zur Klimaanpassung vorgestellt, die in ein adaptives Management der Forstbetriebe zu integrieren sind, das den Fortschritt der Klimafolgenforschung nutzt, um die Ökosystemleistungen der Wälder zu sichern. Angesichts der Langfristigkeit der forstlichen Planungs- und Produktionszeiträume verbietet sich jede Form von Aktionismus.

Für die Forstwirtschaft ist der Klimawandel aufgrund ihrer weitreichenden Bindung an die Standortverhältnisse und langen Produktionszeiträumen eine besondere Herausforderung. Es wird erwartet, dass Ausmaß, räumliche und zeitliche Verteilung sowie Geschwindigkeit des Klimawandels vielerorts die Anpassungsfähigkeit unserer Baumarten überschreiten. Forstbetriebe und Gesellschaft müssen sich daher auf eine Zunahme der abiotischen und biotischen Gefahren, eine Veränderung des Landschaftsbildes und eine auf weiten Flächen verminderte Produktivität einstellen. Sie sind daher gut beraten, Risikovor-sorge zu betreiben. Dabei sind Klimaanpassung und Klimaschutz zwei Seiten einer Medaille, denn nur durch den Erhalt stabiler, produktiver Wälder und die Nutzung der Potenziale in der Holzverwendung lässt sich der Beitrag der Forst- und Holzwirtschaft zum aufrechterhalten und ggf. ausbauen, um die weitere Klimaerwärmung zu begrenzen (WBAE u. WBW 2016).

Abbildung 1: Auswirkungen des Klimawandels auf wichtige meteorologische Kenngrößen in der Vegetationszeit



(Datengrundlage: Klimadaten (1981–2010) DWD, Klimaprojektion (2041–2070) RCP8.5, ECHAM6 STARS II)

Quelle: eigene Darstellung

Mögliche Klimaentwicklungen werden heute durch die vom Weltklimarat veröffentlichten RCP¹-Klimaszenarien (IPCC 2014) beschrieben. Während das optimistische Szenario RCP 2.6 gegenüber dem Zeitraum 1986–2005 einen Anstieg der globalen Jahresmitteltemperatur um 0,3 °C bis 1,7 °C bis zum Ende des Jahrhunderts projiziert, ist nach dem pessimistischen Szenario RCP 8.5 mit einer Temperaturerhöhung von 2,6 °C bis 4,8 °C zu rechnen. Ungeachtet der Unterschiede im Detail lassen sämtliche Klimaprojektionen für Deutschland einen deutlichen Temperaturanstieg bei gleichzeitig veränderten jährlichen

Niederschlagsverteilungen erwarten (vgl. Abb. 1). Hinzu kommt ein gehäuftes Auftreten von Witterungsextremen wie Trockenperioden, Starkregenereignissen oder Stürmen (IPCC 2014; UBA 2015).

Klimaanpassung wird zur Daueraufgabe

Die laufenden und z. T. unvorhersehbaren klimatischen Entwicklungen werden die Klimaanpassung der Wälder zu einer Daueraufgabe der Forstbetriebe machen. Trotz aller Unsicherheiten im Detail erlaubt das bislang erarbeitete Wissen die Bereitstellung von Entscheidungshilfen zur Klima-

Foto: ???



Prof. Dr. Hermann Spellmann

ehemaliger Direktor der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt in Göttingen

hermann.spellmann
@mailbox.org

¹ RCP = Representative Concentration Pathways: Deren Ziffern geben an, welche zusätzliche Energie (in Watt/m²) maximal durch den fortschreitenden Treibhauseffekt in die bodennahe Atmosphäre eingebracht wird.

Tabelle: Trockenstress-Risikoklassifizierung wichtiger Baumarten

im Anhalt an die Standortwasserbilanz – klimatische Wasserbilanz in der Vegetationsperiode (Grasreferenz) und nutzbare Feldkapazität (nFK)

Trockenstressrisiko	Fichte	Buche	Eiche/Douglasie	Kiefer
gering	> 0 mm	> -50 mm	> -150 mm	> -200 mm
mittel	0 bis -80 mm	-50 bis -100 mm	-150 bis -350 mm	-200 bis -450 mm
hoch	< -80 mm	< -100 mm	< -350 mm	< -450 mm

- Roterle - Moorbirke	- Weißtanne - Japanlärche - Bergulme - Schwarznuss	- Roteiche - Ahornarten - Esche - Hainbuche - Linde - Europ. Lärche - Küstentanne	- Sandbirke - Schwarzkiefer
--	---	---	--

Quelle: eigene Darstellung

anpassung, die in der Forstpraxis in ein adaptives Management zu integrieren sind, das grobe Fehler vermeidet und dem Erkenntnisfortschritt folgt. Bei den verschiedenen für Deutschland vorgelegten Vorschlägen ist darauf zu achten, auf welchen Klimaszenarien, Regionalisierungstechniken, Grundannahmen, Bewertungsansätzen und Setzungen die jeweils abgeleiteten waldbaulichen Handlungsempfehlungen beruhen.

Der Forschungsansatz an der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt (NW-FVA) geht davon aus, dass zunehmender Trockenstress aufgrund verlängerter Vegetationsperioden und erhöhtem Verdunstungsanspruch bei den meisten mitteleuropäischen Baumarten zu einer verminderten Produktivität und einer erhöhten Anfälligkeit gegenüber weiteren abiotischen und biotischen Stressfaktoren führt. Die Einschätzung des Trockenstressrisikos für grund- und stauwasserfreie Waldstandorte erfolgt über Schwellenwerte der Standortwasserbilanz (SWB) nach Grier und Running (1977). Sie verrechnet die klimatische Wasserbilanz in der Vegetationsperiode (Verhältnis zwischen Verdunstungsanspruch und zur Verfügung stehenden Niederschlägen) mit der nutzbaren Feldkapazität

des Bodens (pflanzenverfügbares Bodenwasser) und nutzt damit Eingangsgrößen, die flächendeckend hoch aufgelöst zur Verfügung stehen. Dabei wird davon ausgegangen, dass den Bäumen zu Beginn der Vegetationsperiode ein gefüllter Bodenspeicher zur Verfügung steht. Die Schwellenwerte bewerten die Vitalität, Widerstandsfähigkeit und Leistungsfähigkeit der Baumarten, ohne jedoch bei hoher Gefährdung deren absolute Verbreitungsgrenzen aufzuzeigen (s. Tab.)

Nach diesem Bewertungsansatz zeichnen sich zwischen den Perioden 1981–2010 und 2041–2070 gravierende Veränderungen in der Trockengefährdung der Istbestockung an den Stichprobepunkten der dritten Bundeswaldinventur ab. Die Verschlechterungen bei Buche und Fichte sind geradezu dramatisch (s. Abb. 2).

Standortgemäßen Waldumbau sorgfältig planen

Die waldbaulichen Handlungsoptionen zur Anpassung der Wälder an den Klimawandel reichen vom standortgemäßen Waldumbau über die Stabilisierung der vorhandenen Wälder bis hin zur Senkung bzw. Verteilung der Risiken.

Die auf den einzelnen Bestand bezogene Baumartenwahl sollte einem Entscheidungsbaum (s. Abb. 3) folgen, der zunächst anhand des Trockenstressrisikos und der Schutzgebietsauflagen die Potenziale abschätzt, dann anhand von Wuchsleistung und Gefährdung unter den standortgemäßen Baumarten weiter differenziert und schließlich die waldbaulichen Ausgangssituationen (Istbestockung, Vorverjüngung) und betrieblichen Belange (Ertrags-erwartung, Risikobereitschaft, Investitionsbereitschaft, Schutz-ziele etc.) berücksichtigt. Die Baumarten können in Mischbeständen führend, beigemischt oder begleitend sein oder ausgeschlossen werden. Hierdurch wird erreicht, dass die Baumarten nur innerhalb ihres standörtlichen Anbauspektrums begründet bzw. verjüngt werden.

Zur Potenzialabschätzung der Baumarten wurden an der NW-FVA Zuordnungstabellen für die Waldbesitzer*innen entwickelt, die für bestimmte Stufen der Standortwasserbilanz (50 mm-Stufen) und der Trophie (6 Stufen) die Rangfolge der Baumarten in Mischbeständen (führend, beigemischt, begleitend) ausweisen. Sie werden demnächst in einem Web-Service bereitgestellt, der auf hochaufgelöste Karten mit den zuvor genannten Standortinformationen zurückgreift und Nutzer*innen eine Auswahl standortsgemäßer Mischbestandstypen anbietet.

Für die Bevorzugung von Mischbeständen spricht vor allem ihre oft höhere Stabilität, fast immer aber höhere Elastizität zum Ausgleich von Störungen. Bei der Begründung von Mischbeständen müssen die Standortsansprüche und das Konkurrenzverhalten der Baumarten streng beachtet werden, um den Erfolg der Mischungen

zu sichern, den Pflegeaufwand zu begrenzen und natürliche Entwicklungen gezielt nutzen zu können. Die betriebswirtschaftliche Bedeutung unterschiedlicher Mischungsanteile der jeweils leistungsfähigeren Baumart darf dabei nicht unterschätzt werden.

Existierende Bestände stabilisieren

Zur Stabilisierung der vorhandenen Wälder muss es das vorrangige Ziel der Bestandespflege sein, die Einzelbaumstabilität zu erhöhen, die Vitalität der Bäume zu sichern sowie Mischbaumarten zu erhalten bzw. zu fördern. Dies fängt in der Jungwuchspflege mit der Mischungsregulierung oder der frühzeitigen Stammzahlreduktion in flächigen, stammzahlreichen, wenig differenzierten

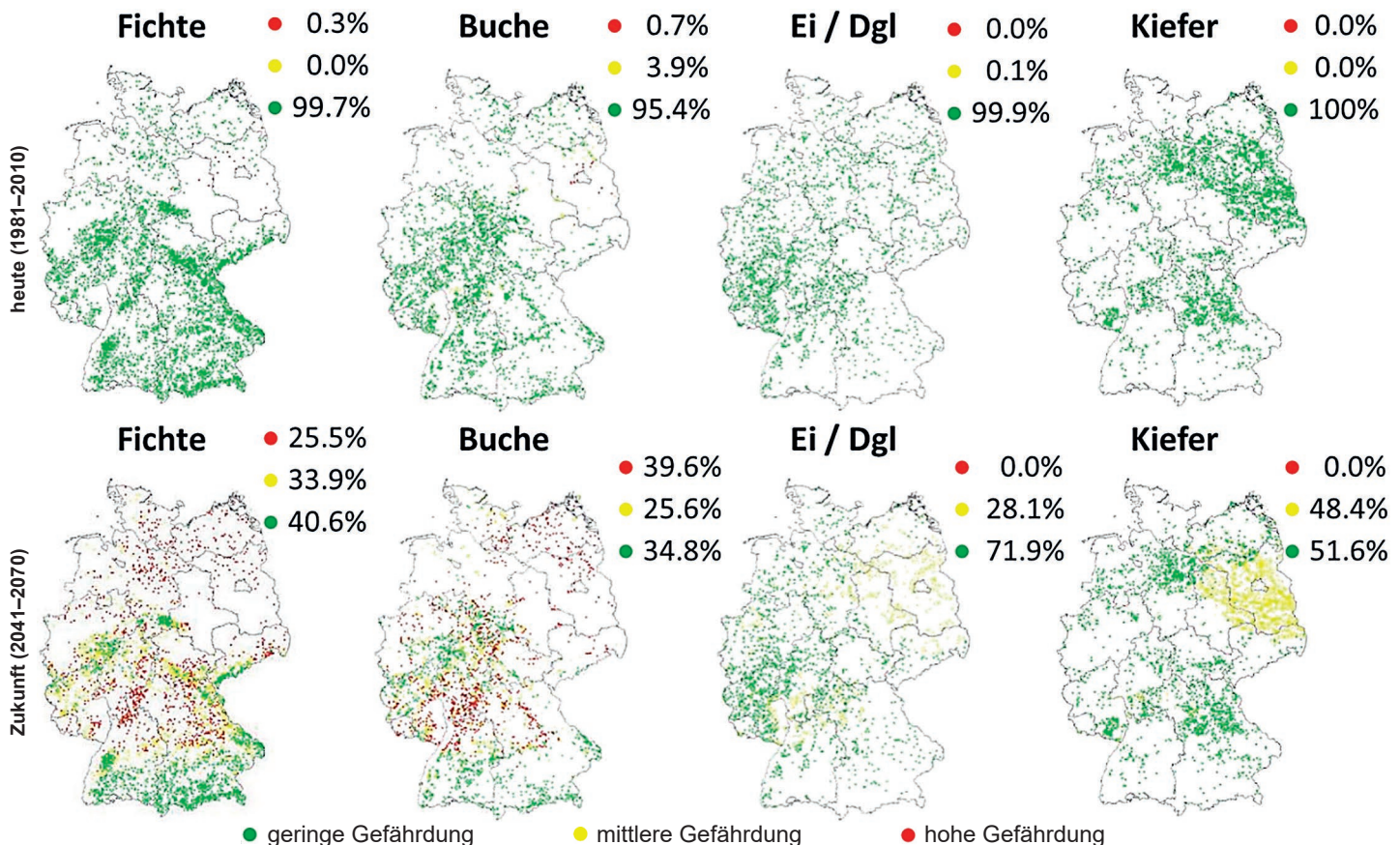
Fichten-Naturverjüngungen an, setzt sich in der Läuterungsphase mit der Förderung von Mischbaumarten fort und wird in der anschließenden Durchforstungsphase durch eine gezielte Pflege der bestveranlagten Bäume und die Ausformung der Bestandesstrukturen entscheidend beeinflusst.

Senkung bzw. Verteilung der Risiken

Die Senkung bzw. Verteilung der Risiken beginnt mit der natürlichen Verjüngung standortsgemäßer Baumarten, um mit einer großen Individuenzahl und einer hohen genetischen Diversität zu starten, die mit der Zeit Auswahlmöglichkeiten bietet. Da mit dem Klimawandel die Risiken allgemein zunehmen, sollte gerade bei einer frühzeitigen Auswahl und bevor-

zugten Pflege der bestveranlagten Zukunftsbäume deren Anzahl nicht zu gering bemessen werden. Diese verringert sich im Laufe der Zeit und gleichzeitig nimmt ihre Durchmesserdiversifizierung zu. Hieraus ergeben sich unterschiedliche optimale Nutzungszeitpunkte für Einzelbäume bzw. Baumgruppen und damit Ansätze für die Entwicklung ungleichaltriger Bestandesstrukturen. Das Zielstärkenkonzept in der Endnutzung der Bestände ist umso besser anwendbar, je struktureicher die Bestände sind. Während sich die Baumarten Douglasie, Buche und Kiefer relativ unproblematisch nach Zielstärke nutzen und langfristig verjüngen lassen, sind die Verhältnisse in Fichtenbeständen häufig schwieriger, weil das Sturmschadensrisiko mit zunehmendem Alter, steigender Baumhöhe,

Abbildung 2: Veränderungen in der Trockenstressgefährdung der Hauptbaumarten Fichte, Buche, Eiche/Douglasie und Kiefer an den Stichprobenpunkten der dritten Bundeswaldinventur



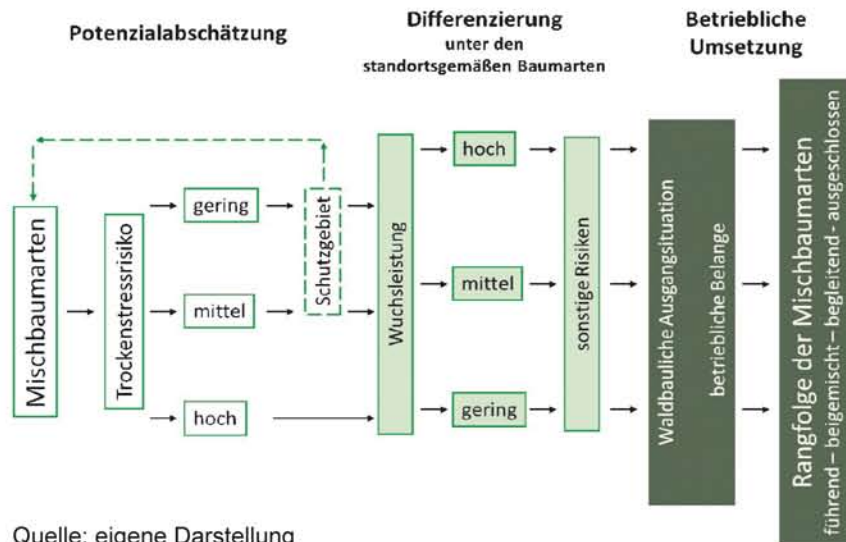
(Datengrundlage: Klimadaten (1981-2010) DWD, Klimaprojektion (2041-2070) RCP8.5, ECHAM6 STARS II; nutzbare Feldkapazität (nFk) aus WKF-Projekt WP-KS-KW 2017)

Quelle: eigene Darstellung

wachsendem Vorrat und der Eingriffsstärke beträchtlich steigt. Deshalb wird es sich in labilen Fichtenaltbeständen oder bei großflächigen, starkholzreichen Fichtenaltholzkomplexen oft nicht vermeiden lassen, die Vorräte im Zuge von Saumschlägen und begrenzten Kahlschlägen schneller zu nutzen und zu verjüngen. Zur weiteren Risikovorsorge trägt ein Verzicht auf Maßnahmen, die die Stabilität gefährden (z. B. eine nachträgliche Verdichtung des Erschließungsnetzes) ebenso bei wie die rechtzeitige Etablierung von standortgemäßem Nachwuchs. In jedem Fall ist ein konsequenter Waldschutz erforderlich. Er setzt beim vorbeugenden Waldschutz an (Einzelbaumvitalität, Bestandesstruktur, saubere Waldwirtschaft, Waldbrandvorbeugung, Waldschutzmonitoring) und setzt sich in der Anwendung wirksamer Maßnahmen beim Überschreiten von Schwellenwerten fort. Unverzichtbar sind angepasste Wildbestände.

Im Rahmen der Klimaanpassung bedarf es neben den waldbaulichen Optionen der Risikovorsorge wei-

Abbildung 3: Entscheidungsbaum zur Wahl standortsgemäßer Waldentwicklungsziele unter sich ändernden Klimabedingungen



Quelle: eigene Darstellung

terer technischer (kontinuierliche Wegeunterhaltung, Feuerwachtürme, Feuerschutzstreifen, Löschteiche bzw. Wasserzapfstellen), betrieblicher (Flexibilisierung von Planungszeiträumen, Bildung angemessener finanzieller Rücklagen, Förderung von Waldschadensversicherungen) und politischer Maßnahmen (Unterstützung der Forstbetriebe bei der Klimaanpassung, Anpassung des Forstschäden-Ausgleichsgesetzes

(ForstSchAusglG), Gewährleistung des Integrierten Pflanzenschutzes, Waldschutz auch als öffentliche Aufgabe, Waldschadensmonitoring, Verschärfung von Einfuhrbestimmungen), um den großen Herausforderungen zu begegnen. Die vielfältigen Ökosystemleistungen des Waldes rechtfertigen eine finanzielle Unterstützung der Waldbesitzenden bei dieser großen Aufgabe mit öffentlichen Geldern (WBW 2019). ■

**Literatur zum Artikel „Entscheidungshilfen zur Anpassung der Wälder an den Klimawandel“
von Prof. Dr. Hermann Spellmann**

(nur auszugsweise im Text zitiert, aber grundlegend für die Entscheidungshilfen)

Albert, M.; Nagel, R.-V.; Nuske, R. S.; Suttmöller, J.; Spellmann, H. (2017): Tree Species Selection in the Face of Drought Risk – Uncertainty in Forest Planning. *Forests* 8 (10): 363, 25 pp. (doi: 10.3390/f8100363).

Albert, M.; Nagel, R.-V.; Suttmöller, J.; Schmidt, M. (2018): Quantifying the effect of persistent dryer climates on forest productivity and implications for forest planning: a case study in northern Germany. *Forest Ecosystems* 5: 33, 22 pp. (doi: 10.1186/s40663-018-0152-0).

Böckmann, T.; Hansen, J.; Hauskeller-Bullerjahn, K.; Jensen, T.; Nagel, J.; Nagel, R.-V.; Overbeck, M.; Pampe, A.; Petereit-Bitter, A.; Schmidt, M.; Schröder, M.; Schulz, C.; Spellmann, H.; Stüber, V.; Suttmöller, J. und Wollborn, P. (2019): Klimaangepasste Baumartenwahl in den Niedersächsischen Landesforsten. Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt; Niedersächsische Landesforsten (Hrsg.), *Aus dem Walde – Schriftenreihe Waldentwicklung in Niedersachsen*, Band 61, 170 S.

DVFFA (2019): Anpassung der Wälder an den Klimawandel. Positionspapier des Deutschen Verbandes Forstlicher Forschungsanstalten (DVFFA).
www.dvffa.de/system/files/files_site/Waldanpassung_Positionspapier%20des%20DVFFA_09_2019.pdf

Fleck, S.; Albert, M.; Plašil, P.; Nagel, R.; Suttmöller, J.; Ahrends, B.; Schmidt, M.; Evers, J.; Hansen, J.; Overbeck, M.; Schmidt, W.; Spellmann, H. und Meesenburg, H. (2015): Pilotstudie zu den lokalen Auswirkungen des Klimawandels auf die Forstwirtschaft in ausgewählten Regionen Sachsen-Anhalts. *Beiträge aus der NW-FVA*, Band 13, 221 S.

Grier, C. G. and Running, S. W. (1977): Leaf Area of Mature Northwestern Coniferous Forests: Relation to Site Water Balance. *Ecology* 58 (4): 893–899.

Heuer, E. (2020): Wald im Klimawandel braucht Unterstützung – auch und gerade in Corona-Zeiten. *proWALD*, S. 6-9.

Hittenbeck, A.; Bialozyt, R.; Schmidt, M. (2019): Modelling the population fluctuation of winter moth and mottled umber moth in central and northern Germany. *Forest Ecosystems*, 6:3 (doi: 10.1186/s40663-019-0162-6).

IPCC (2014): *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.

Otto, H. J. (1994): *Waldökologie*. Ulmer Vlg., Stuttgart, 391 S.

Overbeck, M.; Schmidt, M. (2011): Modelling infestation risk of Norway spruce by *Ips typographus* (L.) in the Lower Saxon Harz Mountains (Germany). *Forest Ecol. Manage* 266: 115–125.

Overbeck, M.; Schmidt, M.; Nagel, R.-V. und Hansen, J. (2012): Modellbasierte Simulation waldbaulicher Anpassungsstrategien am Beispiel des niedersächsischen Harzes. *AFJZ*, 183. Jg., S. 208–224.

Schmidt, M. (2020): Standortsensitive und kalibrierbare Bonitätsflächen: Wachstumspotenziale wichtiger Baumarten unter Klimawandel. *AFJZ*, 190. Jg., 5/6, S. 136–160.

Schmidt, M.; Hanewinkel, M.; Kändler, G.; Kublin, E.; Kohnle, U. (2010): An inventory-based approach for modeling single-tree storm damage – experiences with the winter storm of 1999 in southwestern Germany. *Can. J. For. Res.* 40: 1636–1652.

Spellmann, H.; Suttmöller, J. und Meesenburg, H. (2007): Risikovorsorge im Zeichen des Klimawandels. *AFZ/Der Wald* 52, S. 1246–1249.

Spellmann, H.; Albert, M.; Schmidt, M.; Suttmöller, J. und Overbeck, M. (2011): Waldbauliche Anpassungsstrategien für veränderte Klimaverhältnisse. *AFZ/Der Wald*, 66. Jg., 11, S. 19–23.

Suttmöller, J.; Spellmann, H.; Fiebiger, C. und Albert, M. (2008): Der Klimawandel und seine Auswirkungen auf die Buchenwälder in Deutschland. In: *Ergebnisse angewandter Forschung zur Buche*, Beiträge aus der NW-FVA, Band 3, S. 135–158.

UBA (2015): *Monitoringbericht 2015 zur deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel*. Umweltbundesamt, Dessau, Eigenverlag, 256 S.

Vor, T.; Spellmann, H.; Bolte, A. und Ammer, C. (2015): Potenziale und Risiken eingeführter Baumarten: Baumartenportraits mit naturschutzfachlicher Bewertung. *Göttinger Forstwissenschaften*, Bd. 7, 229 S.

WBAE und WBW (2016): *Klimaschutz in der Land- und Forstwirtschaft sowie den nachgelagerten Bereichen Ernährung und Holzverwendung. Gutachten der Wissenschaftlichen Beiräte für Agrarpolitik, Ernährung und gesundheitlicher Verbraucherschutz sowie Waldpolitik beim BMEL*, Berlin, 482 S.

WBW (2019): *Risikovorsorge und der Umgang mit Extremereignissen in der Forstwirtschaft, Stellungnahme des Wissenschaftlichen Beirats für Waldpolitik (WBW) beim BMEL*, Berlin, 9 S.