

Indikator-Factsheet: Umbau gefährdeter Fichtenbestände

Verfasser:	Bosch & Partner GmbH (Konstanze Schönthaler) i. A. des Umweltbundesamtes / KomPass, FKZ 3711 41 106	
Mitwirkung:	Thünen-Institut (TI) für Waldökosysteme (Prof. Dr. Andreas Bolte) Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF), Sachgebiet 2.1 Standort und Bodenschutz (Dr. Christian Kölling)	
Letzte Aktualisierung:	03.02.2014	Bosch & Partner GmbH (Konstanze Schönthaler)
	08.12.2014	Bosch & Partner GmbH (Konstanze Schönthaler)
	28.09.2018	Thünen-Institut für Waldökosysteme (Andreas Bolte)
Nächste Fortschreibung:		

I Beschreibung

Interne Nr. FW-R-3	Titel: Umbau gefährdeter Fichtenbestände
Einheit: %	Kurzbeschreibung des Indikators: Rückgang des Fichtenanteils in den einzelnen Risikogruppen (sehr geringes Risiko, geringes Risiko, erkennbares Risiko, mittelhohes Risiko, deutlich erhöhtes Risiko, hohes Risiko, sehr hohes Risiko) gemäß Klimasituation im Zeitraum 1961-1990
Zusatz: %	Zusatz: Beitrag der einzelnen Risikogruppen (sehr geringes Risiko, geringes Risiko, erkennbares Risiko, mittelhohes Risiko, deutlich erhöhtes Risiko, hohes Risiko, sehr hohes Risiko) zum Gesamtrückgang der Fichtenfläche
	Berechnungsvorschrift: Rückgang des Fichtenanteils in der Risikogruppe „sehr geringes Risiko“ = $100 - (Fichtenfläche \text{ in der Risikogruppe „sehr geringes Risiko“ zum Zeitpunkt } t_{2012} * 100 / Fichtenfläche \text{ in der Risikogruppe „sehr geringes Risiko“ zum Zeitpunkt } t_{2002})$ Dabei ist: Fichtenfläche = Fläche mit Fichtenreinbestockung mit bis zu 10 % Beimischung analog für alle anderen Risikogruppen gemäß Klimasituation im Zeitraum 1961-1990; die Klimanormalperiode bleibt auch für die Folgejahre identisch. Die Risikogruppen sind wie folgt definiert: <ul style="list-style-type: none"> • sehr geringes Risiko = als führende Baumart möglich • geringes Risiko = als führende Baumart mit ausreichender Beimischung anderer Baumarten möglich • erkennbares Risiko = als Mischbaumart in hohen Anteilen möglich • mittelhohes Risiko = als Mischbaumart in mittleren Anteilen möglich • deutlich erhöhtes Risiko = als Mischbaumart in mäßigen Anteilen möglich • hohes Risiko = als Mischbaumart in geringen Anteilen möglich • sehr hohes Risiko = als Mischbaumart in sehr geringen Anteilen möglich Zusatz: Beitrag der Risikogruppe „sehr geringes Risiko“ zum Gesamtrückgang der Fichtenfläche = $(Fichtenfläche \text{ in der Risikogruppe sehr geringes Risiko zum Zeitpunkt } t_{2002} - Fichtenfläche \text{ in der Risikogruppe sehr geringes Risiko zum$

<p>Zeitpunkt t_{2012})*100 / (Fichtenfläche gesamt zum Zeitpunkt t_{2002} – Fichtenfläche gesamt zum Zeitpunkt t_{2012}) analog für alle anderen Risikogruppen</p> <p>Dabei ist: Fichtenfläche = Fläche mit Fichtenreinbestockung mit bis zu 10 % Beimischung Die Risikogruppen werden auf der Grundlage von Klimadaten wie folgt ermittelt (Kölling et al 2009a):</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Jahres-durchschnitts-temperatur</th> <th colspan="5">Jahres-Niederschlagssumme</th> </tr> <tr> <th>549 – 738 mm</th> <th>>738 – 806 mm</th> <th>>806 – 909 mm</th> <th>>909 – 1.209 mm</th> <th>>1.209 – 2734 mm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>>8,40 – 9,96 °C</td> <td>sehr hoch</td> <td>hoch</td> <td>deutlich erhöht</td> <td>mittelhoch</td> <td>erkennbar</td> </tr> <tr> <td>>8,15 – 8,40 °C</td> <td>hoch</td> <td>deutlich erhöht</td> <td>mittelhoch</td> <td>erkennbar</td> <td>gering</td> </tr> <tr> <td>>7,92 – 8,15 °C</td> <td>deutlich erhöht</td> <td>mittelhoch</td> <td>erkennbar</td> <td>gering</td> <td>sehr gering</td> </tr> <tr> <td>>7,64 – 7,92 °C</td> <td>mittelhoch</td> <td>erkennbar</td> <td>gering</td> <td>sehr gering</td> <td>sehr gering</td> </tr> <tr> <td>>7,20 – 7,64 °C</td> <td>erkennbar</td> <td>gering</td> <td>sehr gering</td> <td>sehr gering</td> <td>sehr gering</td> </tr> <tr> <td>>6,22 – 7,20 °C</td> <td>Gering</td> <td>sehr gering</td> <td>sehr gering</td> <td>sehr gering</td> <td>sehr gering</td> </tr> <tr> <td>-1,38 – 6,22 °C</td> <td>sehr gering</td> <td>sehr gering</td> <td>sehr gering</td> <td>sehr gering</td> <td>sehr gering</td> </tr> </tbody> </table>					Jahres-durchschnitts-temperatur	Jahres-Niederschlagssumme					549 – 738 mm	>738 – 806 mm	>806 – 909 mm	>909 – 1.209 mm	>1.209 – 2734 mm	>8,40 – 9,96 °C	sehr hoch	hoch	deutlich erhöht	mittelhoch	erkennbar	>8,15 – 8,40 °C	hoch	deutlich erhöht	mittelhoch	erkennbar	gering	>7,92 – 8,15 °C	deutlich erhöht	mittelhoch	erkennbar	gering	sehr gering	>7,64 – 7,92 °C	mittelhoch	erkennbar	gering	sehr gering	sehr gering	>7,20 – 7,64 °C	erkennbar	gering	sehr gering	sehr gering	sehr gering	>6,22 – 7,20 °C	Gering	sehr gering	sehr gering	sehr gering	sehr gering	-1,38 – 6,22 °C	sehr gering	sehr gering	sehr gering	sehr gering	sehr gering
	Jahres-durchschnitts-temperatur	Jahres-Niederschlagssumme																																																								
		549 – 738 mm	>738 – 806 mm	>806 – 909 mm	>909 – 1.209 mm	>1.209 – 2734 mm																																																				
	>8,40 – 9,96 °C	sehr hoch	hoch	deutlich erhöht	mittelhoch	erkennbar																																																				
	>8,15 – 8,40 °C	hoch	deutlich erhöht	mittelhoch	erkennbar	gering																																																				
	>7,92 – 8,15 °C	deutlich erhöht	mittelhoch	erkennbar	gering	sehr gering																																																				
	>7,64 – 7,92 °C	mittelhoch	erkennbar	gering	sehr gering	sehr gering																																																				
	>7,20 – 7,64 °C	erkennbar	gering	sehr gering	sehr gering	sehr gering																																																				
	>6,22 – 7,20 °C	Gering	sehr gering	sehr gering	sehr gering	sehr gering																																																				
-1,38 – 6,22 °C	sehr gering	sehr gering	sehr gering	sehr gering	sehr gering																																																					
<p>Die Überlagerung der Risikogruppen mit den Fichtenbestockungen erfolgt auf der Grundlage von Daten des BWI-Rasternetzes. Aufgrund der unterschiedlichen Rastergrößen der BWI in den Bundesländern (Regionen mit geringer Waldfläche haben ein verdichtetes Rasternetz, um repräsentative Aussagen treffen zu können) geht die Anzahl der Rasterpunkte, die sich mit den Flächen der einzelnen Risikogruppen überlagern, flächengewichtet in die Anteilsberechnungen ein (zur näheren Beschreibung des Vorgehens s. VIII Anhang).</p>																																																										
<p>Interpretation des Indikatorwerts:</p>	<p>Je größer der Indikatorwert, desto stärker ist der Fichtenanteil an der Bestockung in der jeweiligen Risikogruppe zurückgegangen.</p> <p><u>Zusatz:</u> Je größer der Indikatorwert, desto höher ist der Beitrag des jeweiligen Fichtenrückgangs in einer bestimmten Risikogruppe zum Gesamtrückgang der Fläche mit Fichtenbestockung.</p>																																																									

II Einordnung

Handlungsfeld:	Wald und Forstwirtschaft
Indikationsfeld:	Waldbauliche Maßnahmen
Thematischer Teilaspekt:	(Natürliche und künstliche) Verjüngung zum Waldumbau
DPSIR:	Response

III Herleitung und Begründung

Referenzen auf andere Indikatorsysteme:	BMBF klimazwei: DSS-WuK (Anpassungsstrategien für eine nachhaltige Waldbewirtschaftung unter sich wandelnden Klimabedingungen – Entwicklung eines Entscheidungsunterstützungssystems DSS-WuK)
--	---

Begründung:	<p>Wegen ihrer langen Produktionszeiträume ist die Forstwirtschaft in besonderem Maße vom Klimawandel betroffen. Wenn sich die derzeitigen Standortbedingungen ändern, können Bäume aus ihrem klimatischen Optimum herausgedrängt und Witterungsstress ausgesetzt werden. Dies kann die Widerstandskraft der Bäume zur Abwehr von biotischen Schadfaktoren (Schädlingen und Krankheitserregern) und gegenüber abiotischen Einflüssen (Sturm, Bruch, Dürre etc.) schwächen. Unter anderem aufgrund der veränderten Konkurrenzverhältnisse sind Arealverschiebungen von Baumarten bereits heute zu beobachten. Insbesondere an der Wärme- und Trockenheitsgrenze weichen manche Baumarten schon in kühlere und feuchtere Regionen zurück. An den Kältengrenzen vollzieht sich der umgekehrte Vorgang, d.h. Baumarten nehmen neue Areale in Anspruch.</p> <p>Die Forstwirtschaft muss allein wegen ihrer langen Bewirtschaftungszyklen rechtzeitig auf Veränderungen der klimatischen Rahmenbedingungen reagieren und die Bestandszusammensetzung und -struktur anpassen. Ein klimagerechter Waldumbau zielt darauf ab, den Anteil nicht standortgerechter und daher auch empfindlicherer Baumarten in den Beständen zu reduzieren und dem „eisernen Gesetz des Standörtlichen“ folgend denjenigen Arten in den Beständen größere Dominanz zu verschaffen, die weniger anfällig gegenüber den zu erwartenden Klimaänderungen sind.</p> <p>Im Fokus der Klimafolgenbetrachtung steht immer wieder die Fichte, die ab dem Ende des 18. Jahrhundert wegen ihrer hohen Wuchskraft und geringen Umtriebszeiten sowie ihrer geringen Ansprüche an die Nährstoffversorgung als „Brotbaumart“ auch auf Standorten etabliert wurde, die ihren Ansprüchen an eher kühle und feuchte Bedingungen nicht gerecht werden, und die mit Blick auf den zunehmenden Hitze- und Trockenstress als besonders stark gefährdet gilt. An ihrer Wärme- und Trockenheitsgrenze hat sich die Fichte regional bereits als äußerst risikoreiche Wirtschaftsbaumart erwiesen. Das Anbaurisiko und damit der Anteil gefährdeter Anbauregionen der Fichte werden selbst bei moderatem Temperaturanstieg (unter 2 °C) deutlich zunehmen. Probleme, die jetzt nur Randregionen des Fichtenanbaus betreffen, werden zukünftig auch in Gebieten auftreten, die bislang als ertragsreiche Anbaugelände mit beherrsch- oder tolerierbarem Risiko gegolten haben.</p> <p>Ein Schwerpunkt des Waldumbaus ist aus diesen Gründen auch auf die Fichtenbestände gerichtet, mit dem Ziel, rechtzeitig Bestände, in denen die Fichte die vorherrschende Baumart ist und in denen sie nicht standortgerecht ist, zu Mischbeständen umzuwandeln. Die Fläche dominanter Fichtenbestände auf für den Anbau ungeeigneten warm-trockenen Standorten soll in Zukunft zurückgehen.</p> <p>Der Indikator basiert auf der Überlegung, dass der Waldumbau besonders in den Gebieten vorangetrieben werden sollte, in denen die Fichten aufgrund der Klimabedingungen als besonders gefährdet gelten muss. Fichtenanbaugelände, die bereits in der Vergangenheit als warm-trocken eingestuft wurden, sind dabei Gebiete, in denen mit großer Sicherheit Gefährdungen schon jetzt bestehen und ein Umbau daher in jedem Falle stattfinden muss, um die Stabilität und Ertragskraft der Bestände zu erhalten. Für Gebiete, die künftig aufgrund der Klimaerwärmung in den Bereich warm-trocken rutschen, besteht diese Notwendigkeit allerdings mit Blick auf die langen Umtriebszeiten ebenfalls bereits heute.</p> <p>Die Ermittlung der Anbaurisiken bzw. -potenziale für forstlich bedeutsame Arten gehört zu den wichtigen Planungshilfen für Anbauentscheidungen in der Forstwirtschaft. Die Abschätzung der Risiken eines ökonomischen Misserfolgs des Anbaus hilft, bei allen Unsicherheiten und Wissenslücken diese Risiken bei der betrieblichen Entscheidung der Baumartenwahl zu berücksichtigen.</p> <p>Auf der Ebene der Bundesländer werden bereits zahlreiche Arbeiten unter Entwicklung und Anwendung unterschiedlicher Berechnungsmethoden zu einer</p>
--------------------	--

	<p>solchen Risikobewertung durchgeführt. So haben die Länder Bayern, Baden-Württemberg, Hessen, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen mit individuellen Methoden Risikokarten (mit Schwerpunkt für die Fichte) erstellt. Zusätzlich zum rezenten Risiko wurden auch perspektivische Risiken auf der Grundlage unterschiedlicher Klimaszenarien ermittelt. Die Sichtung der methodischen Ansätze der Länder ergab, dass eine additive Zusammenschau der Länderergebnisse nicht ohne Eingriffe in die individuellen Ländereinstufungen möglich ist. Insbesondere an den Ländergrenzen würden sich dabei nicht vermittelbare Bewertungssprünge ergeben. Daher stützt sich der Indikator auf eine bundesweite Berechnung, basierend auf einer Methodik, die von Kölling & Ammer (2006) zur Identifizierung von Risikogebieten entwickelt wurde. Ziel der Auswertungen ist nicht die kartenmäßige Darstellung der räumlichen Risikoverteilung, sondern eine massenstatistische Auswertung auf Bundesebene, so dass sich Veränderungen der Größe risikobehafteter Flächen in der Zeitreihe darstellen lassen.</p>
<p>Schwächen:</p>	<p>Der Berechnungsturnus muss sich am Wiederholungsturnus der BWI (vermutlich nur 10-jährlich) orientieren, da sich nur auf der Grundlage dieser Daten bundesweit die aktuelle Fichtenfläche ermitteln lässt. Das bedeutet, dass sich der Indikator nur in vergleichsweise großen zeitlichen Abständen aktualisieren lässt.</p> <p>Als bestimmender Faktor für die Ermittlung des Risikos von Fichtenbeständen wird zusätzlich zum Klima auch immer wieder der Boden diskutiert. Allerdings kann davon ausgegangen werden, dass das Klima den größten Erklärungswert für ein sich veränderndes Risiko hat, denn die Veränderungen im Boden verlaufen deutlich weniger dynamisch. Hinzu kommt ein Datenverfügbarkeitsproblem, denn an den BWI-Punkten selbst werden (zumindest bundesweit) keine Bodeninformationen erhoben (möglicherweise könnte sich die Situation nach Vorlage der BÜK200 verbessern).</p>
<p>Rechtsgrundlagen, Strategien:</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel 2008 (DAS) • Waldstrategie 2020 (BMELV 2011) • Waldumbauprogramme und Klimastrategien der Länder, z. B. Bayern: Klimaprogramm 2020 (KLIP 2020)
<p>Ziele:</p>	<p>DAS, Kap. 3.2.7: Die Waldeigentümer sollten den Waldumbau von Reinbeständen in standortgerechte, risikoarme Mischbestände voranbringen. Aus waldbaulicher Sicht sollten möglichst stabile, gemischte Bestände angestrebt werden, die eine größere Widerstandsfähigkeit gegen großflächige Unglücksereignisse (Kalamitäten) durch beispielsweise Stürme und Borkenkäfer sowie ein größeres Anpassungsvermögen an sich ändernde Klimabedingungen haben. Bei der Wahl der Baumarten [...] muss darauf geachtet werden, dass sie dem Standort und seiner zu erwartenden Entwicklung angepasst sind.</p> <p>Waldstrategie 2020: S. 23: Die Waldfläche in Deutschland soll erhalten bleiben und die Stabilität, Vielfalt und Naturnähe der Wälder gesteigert werden. Der Anbau standortgerechter und überwiegend heimischer Baumarten leistet hierzu einen wichtigen Beitrag. S. 23: Mit einer natur- und umweltverträglichen Steigerung der Produktivität der Wälder, der Erschließung zusätzlicher Flächenpotenziale und der nachhaltigen Nutzung der großen Holzvorräte, insbesondere im klein strukturierten Privatwald, kann ein wesentlicher Beitrag zur Erhöhung der Stabilität und Vitalität der Wälder und Sicherung des zukünftigen Holzangebots geleistet werden. Folgende Ansätze sind dazu geeignet:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Begründung vielfältiger, stabiler und ertragsstarker Mischwälder • Anbau standortgerechter Baumarten mit hoher Widerstandsfähigkeit und Wuchsleistung

	KLIP 2020, S. 27: Von den insgesamt ca. 260.000 ha akut gefährdeten Fichtenbeständen im Privat- und Körperschaftswald werden rund 100.000 ha bis 2020 in klimatolerante Mischwälder umgebaut.
Berichtspflichten:	Es besteht eine rechtliche Verpflichtung zur Durchführung der Inventur: BWaldG § 41a (Bundeswaldinventur): (1) Zur Erfüllung der Aufgaben dieses Gesetzes ist eine auf das gesamte Bundesgebiet bezogene forstliche Großrauminventur auf Stichprobenbasis (Bundeswaldinventur) durchzuführen. Sie soll einen Gesamtüberblick über die großräumigen Waldverhältnisse und forstlichen Produktionsmöglichkeiten liefern. Die hierzu erforderlichen Messungen und Beschreibungen des Waldzustandes (Grunddaten) sind nach einem einheitlichen Verfahren vorzunehmen. Bei Bedarf ist die Inventur zu wiederholen.

IV Technische Informationen

Datenquelle:	Modellierungen auf der Grundlage der bundesdeutschen Klimakarte (Klimanormalperiode 1961-1990) Aktuelle Fichtenfläche: BWI-Daten – Fichtenbestockungen ohne Beimischung	
Räumliche Auflösung:	flächenhaft	NUTS 0
Geographische Abdeckung:	flächenrepräsentativ für alle Waldflächen Deutschlands; basierend auf dem BWI-Rasternetz (erst ab 2002 bundesweit, 1987 Daten nur für die alten Bundesländer)	
Zeitliche Auflösung:	bestimmt durch den Erhebungsturnus der BWI: BWI ² 2002, BWI ³ 2012 künftig vermutlich 10-jährlich	
Beschränkungen:	keine	
Verweis auf Daten-Factsheet:	FW-R-3_Daten_Fichtenumbau.xls	

V Zusatz-Informationen

Glossar:	
Weiterführende Informationen:	<p>Albert M., Schmidt M. 2009: Beurteilung der Anbauwürdigkeit von Baumarten unter Klimawandel mittels dreidimensionaler Ökogramme. Deutscher Verband Forstlicher Forschungsanstalten - Sektion Ertragskunde, Beiträge zur Jahrestagung 2009: 83-94. www.nw-fva.de/~nagel/SektionErtragskunde/SektionErtragskunde-Band2009.pdf</p> <p>Asche N. 2009: Waldstandorte im Klimawandel. Forst und Holz 64, H.9: 14-17</p> <p>Bolte A., Ibisch P., Menzel A., Rothe A. 2008: Was Klimahüllen uns verschweigen. AFZ-DerWald. 63/2008: 800-803.</p> <p>DSS-WuK – Decision Support System Wald und Klimawandel: www.dss-wuk.de</p> <p>Falk W., Dietz E., Grünert S., Schultze B., Kölling C. 2008: Wo hat die Fichte genügend Wasser? Neue überregional gültige Karten des Wasserhaushalts von Fichtenbeständen verbessern die Anbauentscheidung. LWF aktuell 66: 21-25.</p> <p>Kölling C. & Ammer C. 2006: Waldumbau unter den Vorzeichen des Klimawandels. Zahlen der Bundeswaldinventur zeigen Anpassungsschwerpunkte. AFZ-DerWald. 20/2006: 1086-1089.</p>

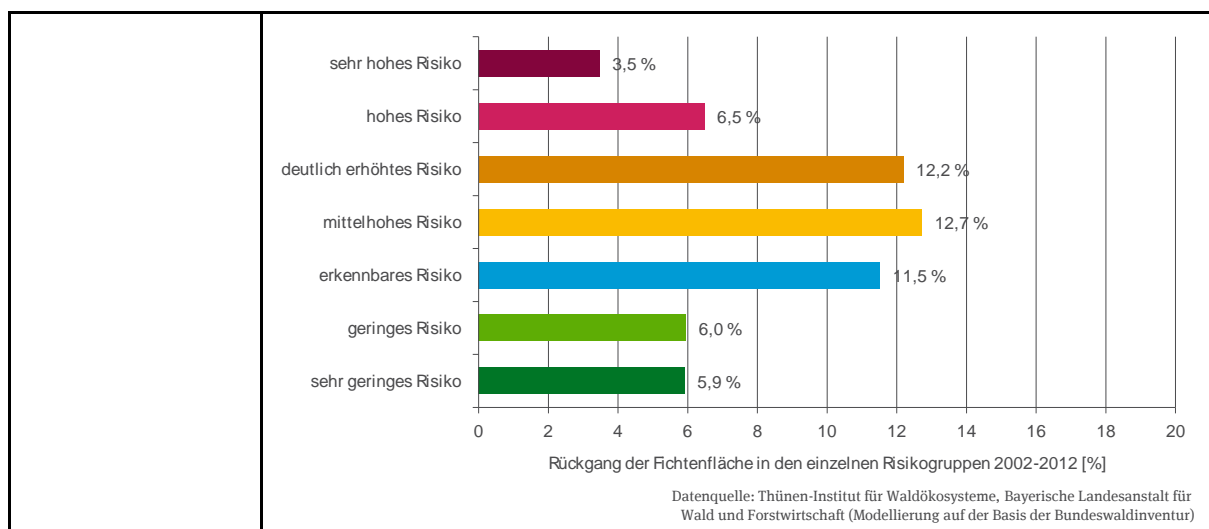
	<p>Kölling C. & Zimmermann L. 2007: Die Anfälligkeit der Wälder Deutschlands gegenüber Klimawandel. Gefahrstoffe-Reinhaltung der Luft 67: 259-268.</p> <p>Kölling C., Bachmann M., Falk W., Grünert S., Schaller R., Tretter S., Wilhelm G. 2009a: Klima-Risikokarten für heute und morgen. Der klimagerechte Waldumbau bekommt vorläufige Planungsunterlagen. AFZ/DerWald 64: 806-810.</p> <p>Kölling C., Bachmann M., Falk W., Grünert S., Wilhelm G. 2009b: Soforthilfe Baumarteneignung-Anbaurisiko-Klimawandel. Technischer Report (unveröffentlicht) LWF Freising, 67 S.</p> <p>Kölling C., Dietz E., Falk W., Mellert K.-H. 2009c: Provisorische Klima-Risikokarten als Planungshilfe für den klimagerechten Waldumbau in Bayern. Forst und Holz 64, H. 7/8: 40-47.</p> <p>Kölling C., Knoke T., Ammer C., Schall P. 2009d: Überlegungen zum Risiko des Fichtenanbaus in Deutschland vor dem Hintergrund des Klimawandels. Forstarchiv, 80: 42-54.</p> <p>Kölling C., Zimmermann L., Borchert, H. 2009e: Von der »Kleinen Eiszeit« zur »Großen Heizeit«. Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft des Fichtenanbaus in Deutschland. LWF aktuell 69: 58-61.</p> <p>Michiels, H.-G. 2008: Dynamisierte Einstufung der Baumarteneignung als Grundlage für die waldbauliche Planung. FVA einblick+ 01/08: 44-49.</p> <p>Ullrich T. 2009: Die Fichten-Risikokarte von Hessen-Forst. Forst und Holz 64., H.9: 22-24.</p> <p>Schultze B., Kölling C., Dittmar C., Rötzer T., Elling W. 2005: Konzept für ein neues quantitatives Verfahren zur Kennzeichnung des Wasserhaushalts von Waldböden in Bayern: Modellierung – Regression – Regionalisierung. Forstarchiv 76: 155-163.</p> <p>Spekat A., Enke W., Kreienkamp F. 2007: Neuentwicklung von regional hoch aufgelösten Wetterlagen für Deutschland und Bereitstellung regionaler Klimaszenarien mit dem Regionalisierungsmodell WETTREG 2005 auf der Basis von globalen Klimasimulationen. Projektbericht im Rahmen des F+E-Vorhabens 204 41 138 „Klimaauswirkungen und Anpassung in Deutschland – Phase 1: Erstellung regionaler Klimaszenarien für Deutschland“, Mitteilungen des Umweltbundesamtes, 149 S.</p> <p>Zimmermann L., Rötzer T., Hera U., Maier H., Schulz C., Kölling C. 2007: Konzept für die Erstellung neuer hochaufgelöster Klimakarten für die Wälder Bayerns als Bestandteil eines forstlichen Standortinformationssystems. In: Matzarakis A. & Mayer H- (Hrsg.) Proceedings zur 6. Fachtagung BIOMET des Fachausschusses Biometeorologie der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft e.V. Berichte des Meteorologischen Institutes der Universität Freiburg 16: 152-159.</p>
--	---

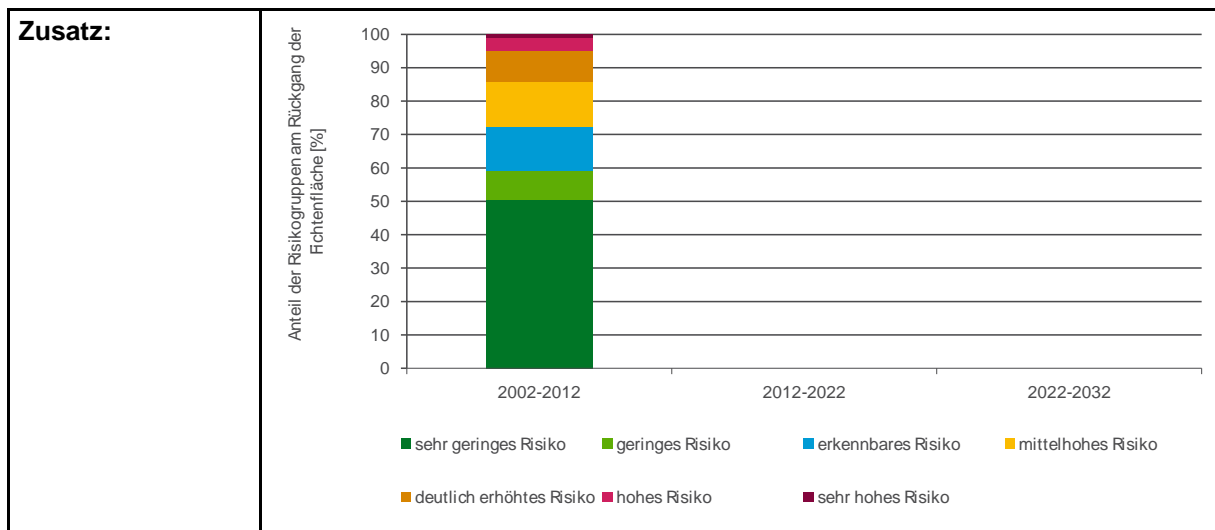
VI Umsetzung – Aufwand und Verantwortlichkeiten

Aufwands-schätzung:	Datenbeschaffung:	1	nur eine datenhaltende Institution
	Datenverarbeitung:	3	Vor der Zusammenführung der Daten zur Darstellung des Indikators ist eine komplexere Datenaufbereitung notwendig.
	<u>Erläuterung:</u> Die Methodenentwicklung und Erstberechnung des Indikators hat das TI für Waldökosysteme übernommen. Die Berechnung des Indikators wird sinnvoller Weise im engen Zusammenhang mit Indikator FW-I-2 (Gefährdete Fichtenbestände) vorgenommen. Der Aufwand für die Berechnung des Indikators beträgt		

	ca. 15 Stunden bei vorhandener Infrastruktur, vorliegenden BWI-Hochrechnungen und einer Parallelbearbeitung mit Indikator FW-I-2.
Datenkosten:	keine
Zuständigkeit:	Thünen-Institut für Waldökosysteme
	<p><u>Erläuterung:</u></p> <p>Die Methodenentwicklung und Erstberechnung des Indikators hat das TI für Waldökosysteme übernommen. Die Aktualisierung der Indikatorwerte liegt auch weiterhin in der Verantwortung des TI.</p> <p>Perspektivisch kann auch an die Erweiterung des Indikators auf die Baumarten Rotbuche, Stieleiche, und Waldkiefer gedacht werden. Für diese Baumarten stellt sich aber in besonderer Weise das Problem, dass innerhalb Deutschlands zahlreiche Populationen vorkommen, die sich in ihrer Anpassungskapazität offensichtlich stark unterscheiden.</p> <p>Ferner kann daran gedacht werden, den gleichen Indikator auch für die Baumverjüngung zu berechnen, um einen rascher reagierenden Response-Indikator zu erhalten. Wenn der Wald aktiv oder passiv umgebaut wird, sollte sich das zuallererst in der Verjüngung zeigen. Außerdem ist es ein größeres Problem, wenn die jetzt 1-10 jährigen Bäume nicht an das Klima der Zukunft angepasst sind als Altbestände kurz vor der Ernte.</p> <p>Die Methodik der Indikatorberechnung muss noch mit den Ländern abgestimmt werden.</p>

VII Darstellungsvorschlag





VIII Anlagen

Stichprobenkonzept der Bundeswaldinventur

(zitiert aus Schmitz et al 2008; Arbeitsbericht aus dem Institut für Waldökologie und Waldinventuren 2008/1, 85 Seiten; http://literatur.vti.bund.de/digbib_extern/dk041201.pdf)

Die Bundeswaldinventur (BWI) ist eine systematische einstufige Klumpenstichprobe mit regional unterschiedlicher Stichprobendichte. Sie ist bei der BWI² (2002) in den alten Ländern eine Wiederholungsinventur, in den neuen Ländern hingegen eine Erstinventur. Bei der BWI³ (2012) handelt es sich bundesweit um eine Wiederholungsinventur.

Aus den Stichprobendaten werden durch Hochrechnungen über verschiedene Ebenen Schätzwerte für die Grundgesamtheit ermittelt. Die Stichprobe wird als Zufallsauswahl betrachtet, und die systematische Anordnung der Stichprobe in Form sogenannter Trakte als elementare Aufnahmepunkte wird vernachlässigt. Die Aggregationsebenen sind in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** beschrieben.

Tab. 1: Aggregationsebenen der BWI

Objekt	z. B.: Baum, Totholzstück, Weg, Baumart (bei der Berechnung von Baumartenanteilen in der Winkelzählprobe WZP1/2, die einen ideellen Kreis um einen Flächenmittelpunkt erfasst.)	Laufindex z, z = 1...Z
Traktecke, Plot	Vier Traktecken je Trakt, bei einem Grenztrakt (Grenze zu Ausland oder Verdichtungsgebieten oder räumlichen Einheiten) weniger	Laufindex j, j = 1...M
Cluster	Trakt oder Traktabschnitt, wenn der Trakt durch eine Grenze zwischen mehreren Ländern oder unterschiedlichen Verdichtungsgebieten geteilt wird	Laufindex i, i = 1...N innerhalb des gesamten Inventurgebietes, i = 1...n innerhalb eines Verdichtungsgebietes

Verdichtungsgebiet	Gebiet mit einheitlicher Stichprobendichte innerhalb eines Landes	Laufindex h, h = 1...L Gesamtfläche A _h (Wald und Nichtwald)
Gebiet	z. B. Deutschland, Land (= Bundesland), Wuchsgebiet, Raumregion	Gesamtfläche A (Wald und Nichtwald)

Das Stichprobennetz ist durch die BWI-Verordnung beschrieben. Die Stichproben (Trakte) liegen auf den Schnittpunkten eines bundesweiten Gitternetzes im 4 km x 4 km-Quadratverband.

Das Grundnetz der Stichprobe ist darauf ausgerichtet, die Ansprüche an die Genauigkeit auf Bundesebene zu erfüllen. Zur Erhöhung der Aussagefähigkeit haben einige Länder das Stichprobennetz regional verdichtet, so dass schließlich die Stichprobendichte auf 22 % der Fläche verdoppelt und auf weiteren 32 % vervierfacht wurde.

Durch die unterschiedliche Verdichtung der Stichprobe in den Ländern entstanden 20 Verdichtungsgebiete. Für diese Verdichtungsgebiete ist die Gesamtfläche (Wald und Nichtwald) [ha] für jeden Inventurzeitpunkt (A_{h1}, A_{h2}) und für die Schnittfläche beider Inventuren (A_{hV}) bekannt.

Die Daten der Verdichtungsgebiete wurden zunächst für die einzelnen Länder getrennt hochgerechnet, um für Deutschland immer konsistente bzw. gegenüber Länder-Ergebnissen additive Ergebnisse zu erhalten. Diese Vorgehensweise ermöglicht flexible Auswertungen der Daten aus unterschiedlichen Verdichtungsgebieten.

Auswertungen beziehen sich i. d. R. auf Deutschland oder die Länder mit ihrer bekannten Fläche A_h. Für spezielle Auswertungen innerhalb von Verdichtungsgebieten sind die Flächen A_{hReg} der zugehörigen Verdichtungsgebiete nicht bekannt und müssen geschätzt werden (s. Tab. 2). Dazu wird zunächst ein Repräsentationsfaktor (Rep_h) für jede Traktecke über das Verhältnis der bekannten Gesamtflächen A_h und der Summe aller innenliegenden Traktecken M_{hi} ermittelt. Anschließend wird die Gesamtfläche A_{hReg} durch Zählen der Traktecken innerhalb der Region (VReg) und Multiplikation mit dem Repräsentationsfaktor (Rep_h) ermittelt.

Tab. 2: Herleitung von Repräsentationsfaktor und der Gesamtfläche für Verdichtungsgebiete in Regionen

Merkmal und Maßeinheit	Formel
Gesamtfläche (Wald und Nichtwald) eines Verdichtungsgebietes innerhalb einer Region [ha]	$A_{hReg} = Rep_h \cdot \sum_{i=1}^{n_{hReg}} M_{hi}$
Repräsentationsfaktor einer Traktecke (Wald und Nichtwald) [ha]	<p>wobei</p> $Rep_h = \frac{A_h}{\sum_{i=1}^{n_h} M_{hi}}$ <p>n_{hReg} = Anzahl der Trakte in A_{hReg} n_h = Anzahl der Trakte in A_h A_{hReg} ≤ A_h; n_{hReg} ≤ n_h Rep_h ≈ {100 ha, 200 ha oder 400 ha} , je nach Verdichtungsgebiet Die Repräsentationsfaktoren unterscheiden sich wegen der unterschiedlichen Größe der Verdichtungsgebiete und innenliegenden Traktecken bei BWI¹, BWI² und Veränderungsrechnungen.</p>

Die meisten Auswertungen werden nur für begehbaren Wald durchgeführt, da nur dort Felddaten erhoben werden konnten.