

WUP: Zahlen und Karten zum Waldumbaupotential

Martin Grüll, Annett Degenhardt, Detlef Keil, Thomas Kindermann, Robert Meißner¹

¹ Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde

1 Hintergrund und Zielstellung

Ziel der im Auftrag des Brandenburger Ministeriums für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz (MLUK) durchgeführten Untersuchung ist die Herleitung aktueller Waldumbauschwerpunkte im Gesamtwald Brandenburg. Aufbauend auf dem Vergleich des aktuellen Bestockungszustandes mit den in den aktuellen Waldbaurichtlinien des Landes Brandenburg formulierten waldbaulichen Zielen wird ein Verfahren vorgestellt, das hinreichend genaue Schätzwerte für das Waldumbaupotential liefert und praxistaugliche Kartendarstellungen ermöglicht. Durch die erzielten Ergebnisse erhalten politische Entscheidungen, waldbauliche Planungen und forstliche Fördermaßnahmen eine objektive Basis.

Grundlage für die Abschätzung des Waldumbaubedarfs bilden die aktuell geltenden Waldbau-Richtlinien, die sowohl die programmatische als auch die praktische Ausrichtung der Waldbewirtschaftung in Brandenburg festlegen. Im aktuell geltenden Bestandeszieltypen-Erlass (MLUV 2006) heißt es u. a.: „Bestandeszieltypen (BZT) sind mittel- bis langfristige Zielsetzungen für einen Bestandaufbau, der ausgehend vom Bestandeszustand angestrebt wird. Nicht standortgerechte Bestandeszustände sollten so zeitnah als möglich in Richtung eines geeigneten Bestandeszieltyps entwickelt werden.“ In diesem Sinne soll das im Folgenden betrachtete Waldumbaupotential **alle** Waldbestände umfassen, die gegenwärtig nicht dem angestrebten BZT entsprechen.

Eine erste Schätzung des Waldumbaupotentials in Brandenburg erfolgte 1998 (LFE 1998). Mit der 1993 im Landeswaldprogramm Brandenburg (MELF 1993) formulierten Orientierung auf eine naturnahe, standortgerechte Waldbewirtschaftung bekannte man sich zur „...Umwandlung reiner Nadelholzbestände in strukturreichere Misch- und Laubholzbestockungen“. Zu dessen Umsetzung wurden 1996 BZT unter der Maßgabe einer leistungsorientierten und standortgerechten Waldbewirtschaftung entwickelt (MELF 1996). Diese bildeten 1998 die Grundlage für die planerische Bearbeitung der Waldentwicklung in Brandenburg.

Mit der Einführung der Waldbaurichtlinie für Brandenburg „Grüner Ordner“ (MLUR 2004) und dem damit verbundenen Bekenntnis zu einer ökologischen, natur-

nahen Waldbewirtschaftung ergab sich die Notwendigkeit für eine Anpassung der 1996 formulierten BZT. Die 2006 vorgenommene Aktualisierung der BZT basierte auf dem damaligen forstlichen Erkenntnisstand unter Einbeziehung der Fachdisziplinen Waldbau, Waldwachstumskunde, Standortserkundung, Waldbiotopkartierung und Forsteinrichtung (STÄHR et al. 2006). Folgerichtig wurde darauf aufbauend auch die Waldentwicklungsplanung, verbunden mit der Darstellung des aktuellen Waldumbaupotentials, überarbeitet (LFE 2007). Erstmals waren neben Flächenschätzungen auch Kartendarstellung bis auf die Abteilungsebene möglich.

Darüber hinaus wurden die Stichprobendaten (2 km x 2 km) der ersten landesweite Waldinventur 2012/2013 (POLLEY et al. 2018) für eine Bewertung des aktuellen Waldzustandes mit herangezogen (MLUL 2015, MLUL 2019). Ein direkter Vergleich mit den Ergebnissen aus den Planungsverfahren 1999 und 2007 ist jedoch nicht möglich, da sich sowohl die Berechnungsverfahren als auch die Datenbasen teilweise sehr grundlegend unterscheiden.

Veränderungen der Klima- und Umweltbedingungen, aber auch der Waldstruktur sowohl durch Waldbau als auch natürliche Waldentwicklung erfordern nach mehr als 10 Jahren eine erneute Bestandsaufnahme. Begünstigend kommt hinzu, dass sich die Kartenbasis in diesem Zeitraum entscheidend verbessert hat. Während 2007 die Planung noch auf abteilungsbezogene Standorts- und Bestandsdaten aufbaute, stehen heute eine bis zur Behandlungseinheit (BHE) (im Landeswald) bzw. mindestens bis zur Teilfläche (im Nicht-Landeswald) gegliederte Forstgrundkarte sowie eine digitale forstliche Standortkarte (FSK 2019) zur Verfügung.

Die im Folgenden dargestellte Abschätzung des Waldumbaupotentials basiert auf derzeit geltenden „Richtlinien für den Wald(um)bau in Brandenburg“ (BZT-Erlass (MLUV 2006), Waldbaurichtlinien (MLUR 2019)) sowie aktueller Walddaten (Forstgrundkarte 2019, Standortkarte 2019, Datenspeicher Wald – Version 2 (DSW2) Juni 2019, Naturschutzrestriktionen 2019). Wie auch beim vorhergehenden Ermittlungsansatz basieren die Ergebnisse auf einem Soll-Ist-Vergleich, also auf einem Vergleich zwischen dem aktuellen Bestockungszustand und den im BZT-Erlass formulierten, standortsbezogenen Bestandeszielen.

Aufgrund zunehmender Klimarisiken wird derzeit an waldbaulichen Empfehlungen gearbeitet, die klimawandelbedingte Standortsänderungen berücksichtigen. Der Entwurf von klimawandelangepassten BZT (BZT-K) für Brandenburg liegt vor. Auf Grundlage dieses Entwurfes wurde vergleichsweise das klimawandelangepasste Waldumbaupotential (WUP-K) für Brandenburg abgeschätzt.

Über die flächenkonkrete Zusammenführung und Bewertung der vorgenannten Raum- und Sachdaten können landesweite Kennzahlen zur Charakterisierung des derzeitigen Waldumbaupotentials in Brandenburg ermittelt sowie in Karten dargestellt werden.

2 Methodik

2.1 Analyse des aktuellen Bestockungszustandes

Zur Analyse des aktuellen Bestockungszustandes kann auf die Daten des Datenspeichers Wald (DSW2), insbesondere auf das aus Bestandesdaten abgeleitete Merkmal „Bestandeszustandstyp“, das die aktuelle Baumartenvergesellschaftung eines Bestandes charakterisiert (LFB 2013), zurückgegriffen werden. Aufgrund der Baumarten- und Mischungsvarianten in den Brandenburger Wäldern werden derzeit 118 Bestandeszustandstypen (BT) ausgewiesen. Da eine detaillierte Analyse aller einzelnen BT für die Abschätzung des Waldumbaupotentials nicht erforderlich ist, werden sechs Bestandeszustandstypen-Gruppen (BT-Gruppe) bzw. drei Waldumbau-Gruppen (WU-Gruppe) gebildet (Tab. 1).

Tab. 1: Beispiele für das Zusammenfassen der 118 Bestandeszustandstypen zu sechs BT-Gruppen bzw. 3 WU-Gruppen

BT	BT-Gruppe	WU-Gruppe
TEI	Laubholz-Typ	L (Laubwald-Typ)
RBU-TEI	Laubholz-Mischtyp	L (Laubwald-Typ)
RBU-GKI	Laub-Nadel-Mischtyp	M (Mischwald-Typ)
GKI-TEI	Nadel-Laub-Mischtyp	M (Mischwald-Typ)
GKI-DG	Nadelholz-Mischtyp	N (Nadelwald-Typ)
GKI	Nadelholz-Typ	N (Nadelwald-Typ)
...

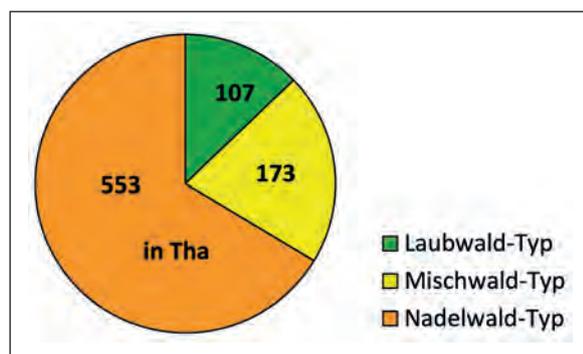


Abb. 1: Aktuelle IST-Bestockung (Stand 2019) nach WU-Gruppen im Gesamtwald Brandenburg in Tha

Die Hochrechnung der aktuellen DSW2-Daten (Stand Juli 2019) ergibt für die drei WU-Gruppen N, M und L im Gesamtwald die Flächenanteile von 66 %, 21 % bzw. 13 % (Abb. 1).

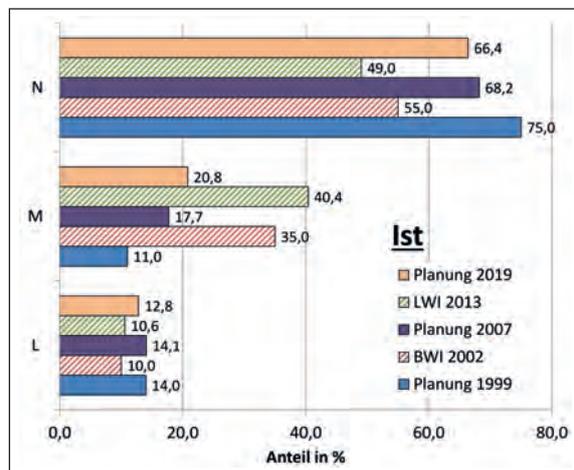


Abb. 2: Entwicklung der Flächenanteile an Laub-, Misch- und Nadelwald von 1999 bis 2019 im Ergebnis unterschiedlicher Inventurverfahren

Vergleicht man den aktuellen Zustand mit den Ergebnissen aus den Planungen 1999, 2007 (Abb. 2), dann ist erwartungsgemäß ein kontinuierlicher Anstieg der Mischwaldanteile von 11 % auf ca. 21 % und ein Abfall der Nadelwaldanteile von 75 % auf 66 % zu beobachten. Der Anteil der Laubwälder bleibt dagegen mit ca. 13-14 % annähernd konstant. Auffällig ist jedoch auch, dass die Hochrechnungen aus der Bundeswald- bzw. Landeswaldinventur (BWI 2002, LWI 2013) fast 20 % höhere Mischwald- und 13-17 % geringere Nadelwaldanteile ausweisen.

Bei der nach Landeswald und Nicht-Landeswald getrennten Betrachtung (Abb. 3) ist die größere Differenz im Nicht-Landeswald besonders auffällig, was sicher sehr häufig auf die weniger gute Pflege der DSW2-Daten zurückzuführen ist.

Beispielhaft zeigt Abbildung 4 das Luftbild eines Bestandes (BHE 12|6|1|376|6537|a|2), in den ein LWI-Punkt fällt. In diesem Luftbild sind eindeutig Laubholzkronen zu erkennen. Am LWI-Punkt werden neben Kiefern (18 im Oberstand) und Fichten (2) vor allem Buchen (1, 10 im Unterstand), aber auch Ulmen (2) und Stieleichen (1) erfasst. Insgesamt ist der Laubholzanteil größer als 10 %, so dass der Inventurpunkt der LWI-Kategorie „Nadelwald mit Laubbeimischung“ zugerechnet wird (Tab. 2). Die Vergleichsabfrage im DSW2 liefert für die BHE einen Nadelwald mit Kiefern (157 Jahre) und Fichten (136 Jahre). Offensichtlich wurde das vorhandene Laubholz im DSW2 bisher nicht erfasst.

Eine weitere Ursache besteht in der anders gearteten Ableitung der Bestockungs- bzw. Waldumbautypen aus den Daten der LWI-Aufnahmen. Die Zuordnung beruht hier auf den direkt an den Inventurpunkten erfassten Flächenanteilen von Nadel- und Laubbäumen (Tab. 2).

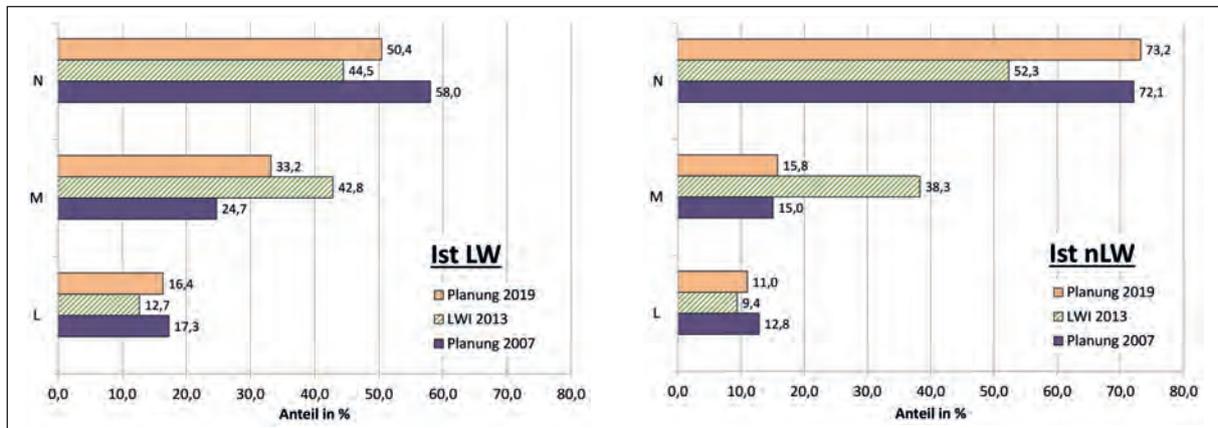


Abb. 3: Entwicklung der Flächenanteile an Laub-, Misch- und Nadelwald von 2007 bis 2019 getrennt nach Landeswald (LW) (links) und Nicht-Landeswald (nLW) (rechts)



Abb. 4: Luftbild für die BHE 12|6|1|376|6537|a|2 aus dem Jahr 2018 (digitales Orthophoto Farbe 20 cm)

Tab. 2: Definition der BWI- bzw. LWI-Bestockungstypen

Bestockungstyp	Definition	WU-Gruppe
Reiner Nadelwald	Flächenanteil Laubbeimischung <10%	N (Nadelwald)
Nadelwald mit Laubbeimischung	Flächenanteil Laubbeimischung >10 - <50%	M (Mischwald)
Laubwald mit Nadelbeimischung	Flächenanteil Nadelbeimischung >10 - <50%	M (Mischwald)
Laub-/Nadel-Mischwald	mit gleichen Anteilen (≈ 50%)	M (Mischwald)
Reiner Laubwald	Flächenanteil Nadelbeimischung <10%	L (Laubwald)

Im Prozess der Fehlersuche zeigte sich auch, dass der im Datenspeicher Wald – Version 2 (DSW2) festgeschriebene Algorithmus zur Ausweisung des Bestandeszustandstyps nicht immer geeignet ist, die treffsichere Zuordnung zu den WU-Gruppen aufgrund der Mischungsanteile von Laub- und Nadelbäumen zu gewährleisten.

Während beispielsweise die Baumartenmischung in der BHE 12|8|8|297|5|a|0|1 (Tab. 3) aufgrund des hohen Flächenanteils des Douglasien (GDG)-Unterstandes neben der Kiefer (GKI) zum Bestandeszustandstyp GKI-GDG führt, bleibt der Grundflächenanteil der Traubeneiche (TEI) von 17,5 % im Zwischenstand

unberücksichtigt. Da dieser Anteil die 10 %-Grenze übersteigt, ist hier von einem „Nadelwald mit Laubbeimischung“ und damit der WU-Gruppe „Mischwald“ auszugehen.

Um die Verzerrung der IST-Ergebnisse durch den nicht immer treffsicheren Bestandeszustandstyp zu vermeiden, bietet sich alternativ die direkte Verwendung der Grundflächenanteile von Laub- und Nadelbäumen an. Dadurch ist sowohl eine quantitative Bewertung die Baumartenanteile als auch eine bessere Vergleichbarkeit mit den Ergebnissen der Stichprobeninventurverfahren möglich. Dieser Ansatz wurde bei den folgenden Untersuchungen noch nicht berücksichtigt, sollte aber bei zukünftigen Verfahren unbedingt angewendet werden.

Neben dem „Bestandeszustandstyp“ (BT) werden für die weiteren Untersuchungen auch die Merkmale Schichtart (SI Art) zur Charakterisierung der Zugehörigkeit zu einer vertikalen Gliederungsstufe, das Alter (ALT) als Grundlage für die Ableitung waldbaulicher Behandlungsphasen, die Fläche der Behandlungseinheit (Flä-BHE) für die summarische Flächenermittlung sowie die BHE-Adressen für die Verknüpfung mit der Forstgrundkarte (FGK) und der Standortkarte (STK) aus dem DSW2 (Stand Juni 2019) mitgeführt.

Tab. 3: Vergleich von Bestandeszustandstyp und Mischungsanteilen von Laub- und Nadelbäumen anhand des Beispielbestandes 12|8|297|5|a|0|1

SI Art	ALT	BAUM	Flä-ZL	SG-SI	GF	FläAnt	Ant%
OB	117	GKI	8,96	0,94	35,34	8,42	63,9
ZW	57	TEI	4,95	0,47	10,39	2,30	17,5
UN	15	GDG	1,32	1,04	6,19	1,37	10,4
UN	12	GDG	0,69	1,04	0,00	0,72	5,5
UN	6	GDG	0,34	1,04	0,00	0,36	2,7

2.2 Berücksichtigung des standörtlichen Potentials

Für den Vergleich des aktuellen Bestockungszustandes mit dem anzustrebenden Bestandesziel sind die konkreten Standortinformationen zu berücksichtigen. Im Gegensatz zu vorhergehenden Untersuchungen, bei denen auf die im DSW2 hinterlegte BHE-spezifische Stammstandortsgruppe zurückgegriffen werden musste, wird durch das Verschneiden der Forstgrundkarte mit der seit 2017 vorliegenden, digitalen Standortkarte (FSK 2019) eine standörtliche Feinplanung auch innerhalb von Teilflächen und Beständen möglich (Abb. 5). Ferner garantiert dieses Verfahren eine kurzfristige Aktualisierung der Standortinformation bei Veränderungen der Standortkartierung.

Entsprechend des BZT-Erlasses 2006 erfolgt die Zuweisung von BZT auf der Basis von Stammstandortsgruppen (Nährkraft + Feuchte + Klima). Durch die Verschneidung der Stammstandortsgruppen-Karte (STOK_FS_Verschnittbasis_Polygon) mit der Forstgrundkarte (FGK_FL_2019) werden Teilfläche bzw. Bestände in Polygone gleicher Stammstandortsgruppen aufgeteilt.

Bei der in Abbildung 5 beispielhaft dargestellten Teilfläche 592a2 ergeben sich durch die Verschneidung fünf verschiedene Standortseinheiten unterschiedlicher Flächengröße (Flä) und Flächeninformation.

Die Standortkartierung erlaubt Wechselkartierungen mit bis zu drei Stammstandortsgruppen (siehe Abb. 5 (rechts), Zeile 5: Z2-Z2-M1 im Verhältnis 4:3:3). Da die Zuordnung eines BZT über genau eine Stammstandortsgruppe erfolgt, müssen auftretende Wechselkartierungen auf eine Standortinformation vereinheitlicht werden. Anhand geeigneter Bewertungsregeln wird daher allen vorkommenden Wechselkartierungen eine sog. Hauptstandortsgruppe zugewiesen (GRÜLL 2007, Tab. 4). Wechselkartierungen mit unvollständigen, fehlerhaften oder fragwürdigen Angaben (Standortsform, Flächenanteil) bleiben ohne Bewertung und werden nicht beplant.

Tab. 4: Beispiel für die Ableitung des Hauptstandortes bei Wechselkartierung

NF1	AZ1	NF2	AZ2	NF3	AZ3	H_STAO
A2	4	Z2	3	Z+2	3	Z2
A2	4	Z2	3	Z2	3	Z2
A2	4	Z2	3	Z2g	3	Z2
A2	4	Z2	4	A2	2	A2
A2	4	Z2	4	Z2	2	Z2
A2	4	Z2	6		0	Z2
A2	4	Z2g	3	Z2	3	Z2
A2	4	Z2g	3	Z2g	3	Z2g
A2	4	Z2g	6		0	Z2g
A2	5	A+2	5		0	A2
A2	5	A1	2	Z2g	3	A2g
A2	5	A1	5		0	A2

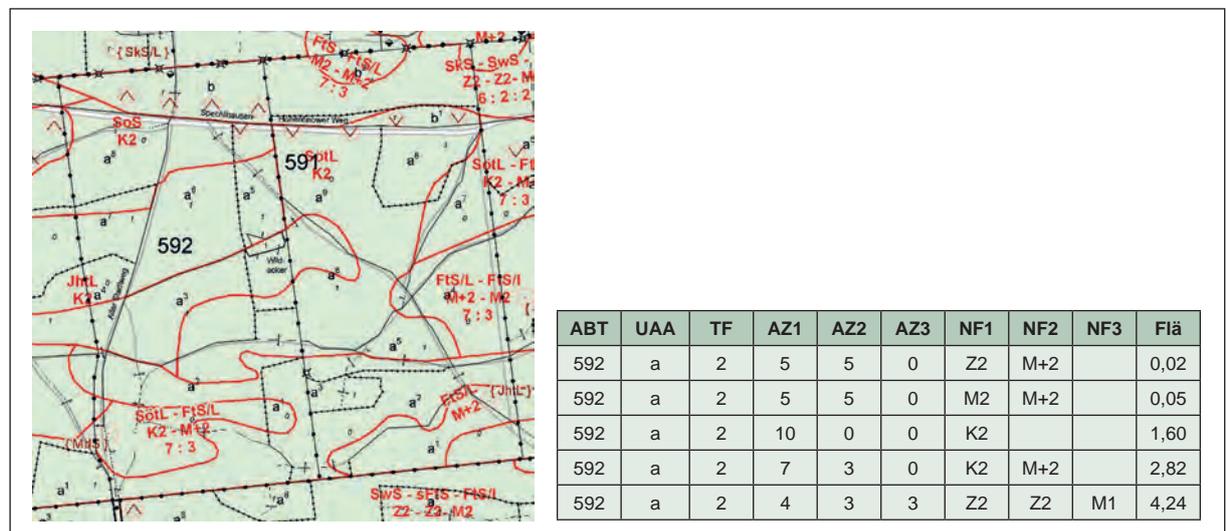


Abb. 5: Überlagerung der Forstgrundkarte mit der Standortkarte im Geoportal (links) und das Ergebnis der Verschneidung für die Teilfläche 592a2 (rechts)

Insgesamt treten Wechselkartierungen auf ca. 20 % der kartierten Waldfläche in mehr als 2000 verschiedenen Kombinationen auf.

2.3 Zuordnung von Bestandeszielen

Der BZT-Erlass 2006, der die Grundlage für die Abschätzung des Waldumbaupotentials bildet, weist 46 BZT aus (28 Laubholz-Typen, 6 Laub-Nadel-Mischtypen, 10 Nadel-Laub-Mischtypen, 2 Nadelholz-Typen). Für jede Stammstandortsgruppe stehen mehrere BZT zur Auswahl (Abb. 6).

Für die Abschätzung des Waldumbaupotentials und die Identifikation von Waldumbauschwerpunkten ist nur die

IST-ZIEL-Abweichung, nicht der konkrete BZT, von Bedeutung. Für die WUP-Schätzung wurden daher drei Waldumbau-Gruppen (WU-Gruppen) gebildet: Laubwald-Typ, Mischwald-Typ und Nadelwald-Typ. Jede Stammstandortsgruppe (in allen Klimastufen) wird an Hand der jeweils möglichen BZT eindeutig einer WU-Gruppe zugeordnet. Die WU-Gruppe Nadelwald wird nur den Standorten zugeordnet, auf denen reine Kieferbestände als BZT zulässig sind, dem Mischwald-Typ alle Standorte mit Laub-Nadel- bzw. Nadel-Laub-BZT. Standorte, die nur für Laubwald-BZT (ohne Nadelbäume) vorgesehen sind, werden dem Laubwald-Typ zugewiesen (Abb. 6). Unter Berücksichtigung der Flächenanteile aller Klimastufen wurde ein generalisiertes WUP-Ökogramm abgeleitet (Abb. 7, links).

Feuchte-stufe	Nährkraftstufe				
	Reich	Kräftig	Mittel	Ziemlich arm	Arm
N...0	RER/RER-EDL	RER/RER-EDL	RER/RER-MBI	MBI	MBI
N...1	EDL/EDL-RER/EDL-SEI	EDL/EDL-RER/EDL-SEI	SEI-BI, RER/RER-MBI	SEI-BI/GBI/GBI-GKI	GKI/GKI-GBI/GKI-L, SEI
N...2	EDL/EDL-SEI/SEI-RER, RBU/EDL-RBU, RER, WLI-HBU	EDL-SEI/SEI-RER, RBU, WLI-HBU/EDL/EDL-RBU, WLI-HBU, RER	SEI-WLI-HBU, RER, RBU, BI	SEI-BI/GBI/GBI-GKI	GKI-L, SEI/GKI-GBI/GBI
N...3	RBU/RBU-EDL/RBU-SEI/SEI-EDL/EDL/EDL-WLI-HBU	RBU-SEI/RBU/SEI-EDL, WLI-HBU/RBU-EDL, GDG, ELA	RBU-SEI/RBU/RBU-GDG, ELA, N/SEI-WLI-HBU	SEI-BI/GBI/GBI-GKI/GKI-RBU	GKI-L, SEI/GKI-GBI/GBI
(T)...1	EDL/EDL-RBU, WLI-HBU, SEI/TEI-WLI-HBU, EDL	TEI-RBU, WLI-HBU, EDL/GDG-RBU, L/ELA-RBU, L	TEI-RBU, WLI-HBU/GDG-RBU, L/ELA-RBU, L/REI/REI-L	TEI-GKI/GKI-RBU, REI/GBI-GKI/GBI/REI	GKI-GBI/GKI-L/GBI
(T)...2 g	TEI-WLI-HBU, EDL/EDL-WLI-HBU	TEI-WLI-HBU, RBU/GDG-L, RBU/ELA-L, RBU/RO	TEI/TEI-GKI/TEI-WLI-HBU/RO/GKI-REI, GDG/GDG-L/ELA-L/REI/REI-L	GKI-TEI, GBI, L, REI	GKI/GKI-L/GBI-GKI
(T)...2	TEI-WLI-HBU, EDL/EDL-WLI-HBU	TEI-WLI-HBU, RBU/GDG-L, RBU/ELA-L, RBU/RO	TEI/TEI-GKI/TEI-WLI-HBU/RO/GKI-REI, GDG/GDG-L/ELA-L/REI/REI-L	GKI-TEI, GBI, L	GKI/GKI-L/GBI-GKI
(T)...3	TEI/TEI-WLI-HBU, EDL	TEI/TEI-WLI-HBU/RO	TEI/TEI-GKI/GKI-L/RO	GKI-L, TEI	GKI/GKI-L

Laubwald (L)
Mischwald (M)
Nadelwald (N)

Abb. 6: Vereinfachtes BZT-Ökogramm für die Klimastufe Tt (trockenes Tieflandklima) (MLUV 2006) mit Zuordnung der WU-Typen (L, M, N)

Feuchte stufe	Nährkraftstufe							
	R(C)	K(C)	M+	M(C)	Z+	Z	A+	A
Ü...0								
Ü...1								
Ü...2								
O...1								
O...2								
O...3								
O...3 ü								
O...4								
O...4 w								
O...4 ü								
N...0								
N...1								
N...2								
N...3								
N...1 w								
N...2 w								
T...1 w								
(T)...1								
(T)...2 g								
(T)...2 w								
(T)...2								
(T)...3								

Erläuterungen:

- Laubholztypen (ohne Nadelholzbeimischung)
- Mischbestandstypen (Nadel-Laub und Laub-Nadel)
- Kiefern-Reinbestandstyp standortsgerecht

Erläuterungen:

- Naturnahe Laubholztypen (ohne Nadelholz)
- Naturnahe Mischbestandstypen (Nadel-Laub und Laub-Nadel)
- Naturnahe Kiefern-Reinbestandstypen

Abb. 7: Generalisierte WUP-Ökogramme: links standortsgerechte BZT, rechts naturnahe BZT-N

Der BZT-Erlass 2006 weist für jeden Standort auch einen naturnahen BZT (BZT-N) aus, der dem natürlichen Waldaufbau auf dem jeweiligen Standort nahe oder gleichkommt. Im vorliegenden Algorithmus ist der BZT-N insbesondere für die Planung in Schutzgebieten (NSG, FFH, SPA) vorgesehen. Totalreservate ohne Bewirtschaftung bleiben bei der WUP-Abschätzung unberücksichtigt.

In analoger Weise wird auch für die BZT-N ein generalisiertes WUP-N-Ökogramm abgeleitet. (Abb. 7, rechts). Damit wird für die Zielwaldplanung eine Differenzierung zwischen Beständen ohne oder mit Schutzgebietsstatus möglich.

2.4 Identifikation von Waldumbauschwerpunkten

Die Abschätzung des Waldumbaupotentials erfolgt jeweils für die drei Eigentumsarten-Gruppen „Gesamtwald“, „Landeswald“ sowie „Privat- und Kommunalwald“ (ohne Bundeswald). Außerdem werden bei der Auswertung vier Alters- bzw. Behandlungsphasen unterschieden:

- Verjüngungsphase I: max. Alter des Oberstands OB > 100 Jahre
- Verjüngungsphase II: max. Alter des Oberstands OB 81-100 Jahre
- Verjüngungsphase III: max. Alter des Oberstands OB 61-80 Jahre
- Waldpflegephase: max. Alter des Oberstands OB 1-60 Jahre

Grundlage der Potentialschätzungen bilden die Flächensummen in den einzelnen Fallgruppen, die sich aus den Waldumbau-Bestandeszustandstypen-Gruppen (WU-BT-Gruppen) (IST) und den drei Waldumbau-Zieltypen-Gruppen (WU-ZT-Gruppen) (ZIEL) ergeben (Tab. 5). Um die Schwerpunkte des Waldumbaus stärker herauszustellen, wurden die daraus resultierenden 18 Fallgruppen in drei Waldumbau-Kategorien zusammengefasst:

IST≠ZIEL: die aktuelle WU-BT-Gruppe stimmt nicht mit der WU-ZT-Gruppe überein (die WU-BT-Gruppe ist ein Nadelwald-Typ und die WU-ZT-Gruppe ist ein Laubwald- oder Mischwald-Typ)

IST≈ZIEL: die aktuelle WU-BT-Gruppe stimmt annähernd mit WU-ZT-Gruppe überein oder kann zielkonform ohne Waldumbau weiter entwickelt werden (die WU-BT-Gruppe ist ein Laubwald-Typ und die WU-ZT-Gruppe ist ein Mischwald- oder Nadelwald-Typ bzw. die WU-BT-Gruppe ist ein Mischwald-Typ und die WU-ZT-Gruppe ist ein Laubwald- oder Nadelwald-Typ)

IST=ZIEL: die aktuelle WU-BT-Gruppe stimmt im Wesentlichen mit WU-ZT-Gruppe überein (die WU-BT-Gruppe ist Laubwald-Typ und die WU-ZT-Gruppe ist ein Laubwald-Typ bzw. die WU-BT-Gruppe ist Mischwald-Typ und die WU-ZT-Gruppe ist ein Mischwald-Typ bzw. die WU-BT-Gruppe ist Nadelwald-Typ und die WU-ZT-Gruppe ist ein Nadelwald-Typ)

Beispielhaft sind in Tab. 5 für den Gesamtwald die Ergebnisse der Verjüngungsphase I dargestellt. Bei einer Gesamtfläche von 228.119 ha fallen 113.473 ha = 11.702 ha + 101.772 ha, also fast die Hälfte der Flächen (49,7 %) in die Kategorie **IST≠ZIEL**, 34.579 ha = 15.318 ha + 167 ha + 17.561 ha + 1.533 ha (15,2 %) fallen in die Kategorie **IST≈ZIEL**. Auf mehr als einem Drittel der Fläche (35,1 %) sind dagegen die Waldumbauziele im Wesentlichen umgesetzt (80.067 ha = 23.377 ha + 47.631 ha + 9.059 ha).

In analoger Weise ergeben sich die Werte für alle anderen Eigentumsarten-Gruppen und waldbauliche Behandlungsphasen.

Tab 5: Verteilung der Flächen der Verjüngungsphase I im Gesamtwald

WU-ZT-Gruppe (ZIEL)	WU-BT-Gruppe (IST)		
	Laubwald-Typ	Mischwald-Typ	Nadelwald-Typ
Laubwald	23.377 ha	17.561 ha	11.702 ha
Mischwald	15.318 ha	47.631 ha	101.772 ha
Nadelwald	167 ha	1.533 ha	9.059 ha

3 Ergebnisse

Im Folgenden werden die Flächenanteile für alle Eigentumsarten-Gruppen, waldbauliche Behandlungsphasen und Waldumbau-Kategorien in Zahlen, Grafiken und Karten veranschaulicht und diskutiert.

Das in Abbildung 8 dargestellte Balkendiagramm zeigt die Verteilung der Flächen auf die einzelnen waldbaulichen Altersphasen und Kategorien für den Gesamtwald Brandenburgs. Insbesondere sind es die Flächen der Kategorie **IST≠ZIEL** mit einem maximalen Alter des Oberstandes von mehr als 80 Jahren, die ein dringendes Handeln erfordern. Im Wald aller Eigentumsarten betrifft das 194.000 ha (113 Tha + 81 Tha), was etwa 23 % aller Waldflächen entspricht. Aber auch in den unter 60jährigen Beständen ergibt sich umfangreicher Handlungsbedarf. Insgesamt weicht noch bei weit mehr als der Hälfte der Flächen (62 %) der aktuelle Bestandeszustand vom Bestandesziel erheblich ab.

Etwas günstiger sieht die Situation im Landeswald aus (Abb. 9). Hier liegt der Anteil aller noch umzubauenden

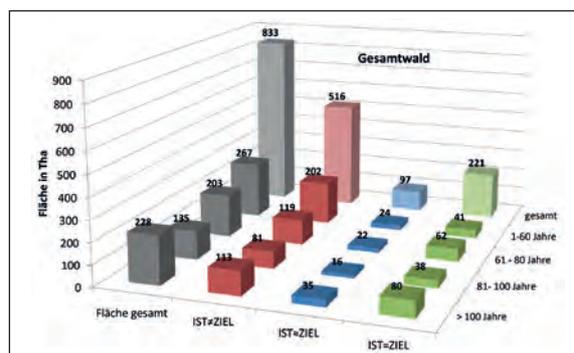


Abb. 8: Verteilung der Flächen im Wald aller Eigentumsarten

Flächen bei 47 %. In die Altersbereiche über 80 Jahre fallen hier nur noch 11 %.

Dagegen weisen die Zahlen im Privat- und Kommunalwald (ohne Bundeswald) (Abb. 10) auf einen erhöhten Handlungsbedarf hin. 372.000 ha von insgesamt 543.000 ha (68 %) beplanbarer Fläche entsprechen noch nicht den laut BZT-Erlass empfohlenen Waldumbauzielen. Insbesondere besteht auf 155.000 ha (28 %) des Altersbereiches über 80 Jahre dringender Handlungsbedarf.

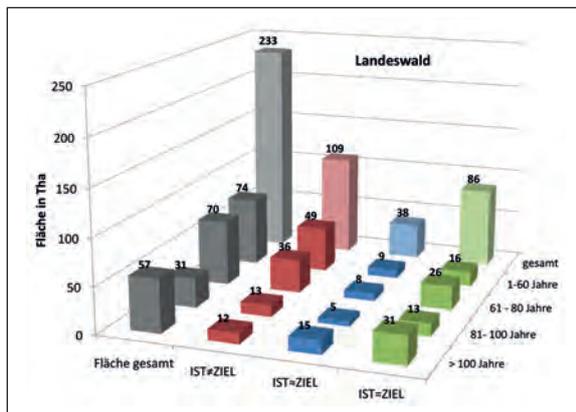


Abb. 9: Verteilung der Flächen im Landeswald

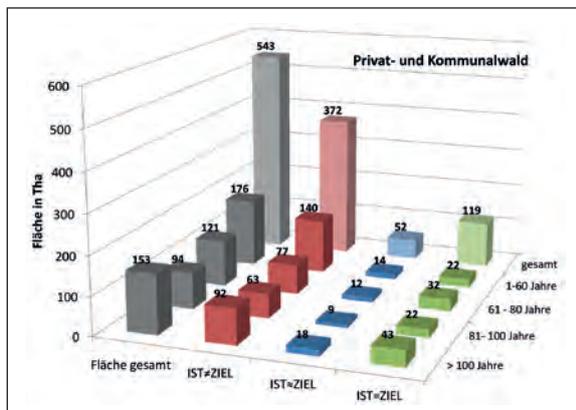


Abb. 10: Verteilung der Flächen im Privat- und Kommunalwald

Abb. 11 zeigt die Flächenanteile Laubwald / Mischwald / Nadelwald für den aktuellen Bestandeszustand 2019 (siehe auch Abb. 1) im Vergleich zum geplanten Zielzustand. Der derzeitige Nadelwald-Anteil von 66 % ist durch zielkonformen Waldumbau auf 5 % zu verringern. Dagegen sind der Laubwald-Anteil geringfügig von 13 auf 19 % und der Mischwald-Anteil erheblich von 21 auf 83 % zu erhöhen.

Durch die BHE- bzw. teilflächenweise Auswertung wird eine sehr detaillierte Kartendarstellung möglich (Abb. 12), die sich jedoch ausschließlich auf die Flächen der Kategorie IST≠ZIEL beschränkt. Die zeitlich naheliegend umzubauenden Bestände mit einem maximalen Alter des Oberstandes von mehr als 80 Jahren sind dunkelrot dargestellt. Je jünger die Umbau-Bestände sind, desto schwächer ist die Rotfärbung gewählt.

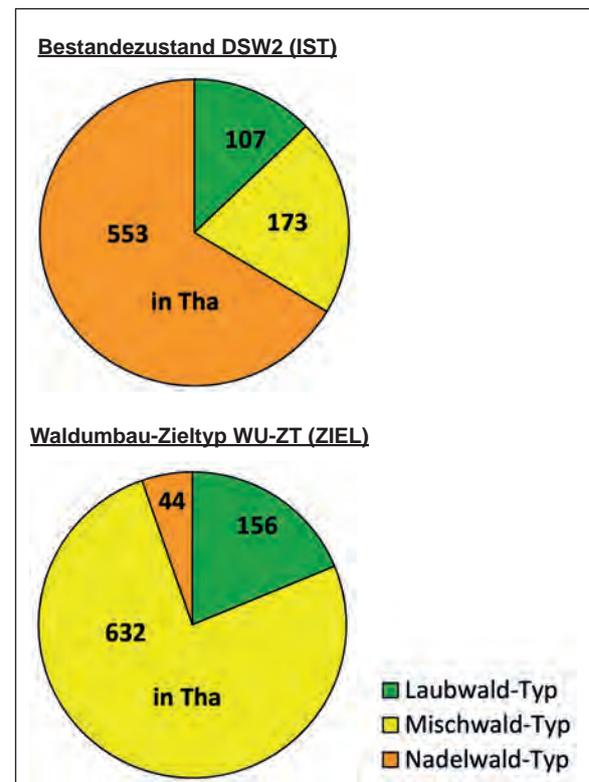


Abb. 11: IST-ZIEL-Vergleich für den Gesamtwald

Die Karte steht im Geoportal des LFB zur Verfügung, so dass sie von allen Mitarbeitern eingesehen werden kann. Neben dem jetzt vorliegenden statischen Ansatz, der sich auf einen DSW2-Datenauszug vom Juni 2019 bezieht, sollen die Karten zukünftig jedoch dynamisch erzeugt werden, so dass sich Änderungen im DSW2 sofort auf die Darstellung der Waldumbauflächen auswirken werden.

Die hier dargestellten Ergebnisse basieren auf den aktuell geltenden BZT 2006, die unter der Maßgabe der Sicherung einer standortgerechten, naturnahen und wirtschaftszielorientierten Waldbewirtschaftung entwickelt wurden. Aufgrund der fortschreitenden klimatischen Veränderungen werden in Zusammenarbeit von HNEE und LFE derzeit klimawandelangepasste Beständezieltypen (BZT-K) entwickelt, die Zukunftsszenarien möglicher klimabedingter Standortveränderungen (GERSTENGARBE et al. 2003) berücksichtigen.

Die strategische Ausrichtung zielt dabei verstärkt auf eine Baumartenvielfalt im Sinne einer Risikostreuung ab (STÄHR et al. 2016), so wie es verschiedene aktuelle Positionspapiere auch grundsätzlich empfehlen (BMEL 2019a, DVFFA 2019, BMEL 2019b).

Basierend auf der Annahme, dass sich durch den Klimawandel die Temperatur um +1,4 K erhöht (GERSTENGARBE et al. 2003) und die Standortsfeuchte um eine Stufe verringert (GRÜLL 2007), wurden die BZT überarbeitet und bei forstlichen Fachveranstaltungen diskutiert (GRÜLL 2015).



Abb. 12: Kartendarstellung des Waldumbaupotentials

Dank dieses sehr weit fortgeschrittenen Bearbeitungsstandes der BZT-K konnte das Waldumbaupotential vergleichsweise auch auf deren Basis abgeschätzt werden. Naturschutzflächen werden jedoch weiterhin mit den naturnahen BZT-N beplant.

Im Ökogramm der klimawandelangepassten Waldumbauzieltypen (WU-ZT-K) (Abb. 13, links) wird eine noch stärkere Konzentration auf Mischbestände erkennbar, was sich dann auch in der flächenmäßigen Verteilung WU-ZT-K auswirkt (Abb. 13, rechts). Während der Misch- und Laubwaldanteil im Vergleich zu den bisherigen BZT (siehe Abb. 11) noch weiter ansteigt, werden dagegen nur noch auf einer verschwindend kleinen Fläche reine Nadelwaldbestände (0,2 %) empfohlen.

Nach Inkrafttreten der überarbeiteten klimawandelangepassten BZT (BZT-K) wird analog zu den aktuellen BZT (Abb. 12) eine flächenscharfe Kartendarstellung der Waldumbauschwerpunkte erstellt werden können.

Aufgrund der Ungewissheit über die Art, das Ausmaß und den zeitlichen Verlauf klimatischer Veränderungen sind auch zukünftig unbedingt wissenschaftliche Untersuchungen zur Baumartenwahl erforderlich. Ein Modellansatz wird aktuell beispielsweise vom RIEK UND RUSS (2016, 2019, 2020 (s. folgende Seiten 48-70)) verfolgt, der unter Berücksichtigung von ausgewählten Klimaszenarien detaillierte Anbauempfehlungen für zunächst 22 Baumarten bereitstellen soll, um anpassungsfähige und störungsarme Mischwälder der Zukunft entwickeln zu können.

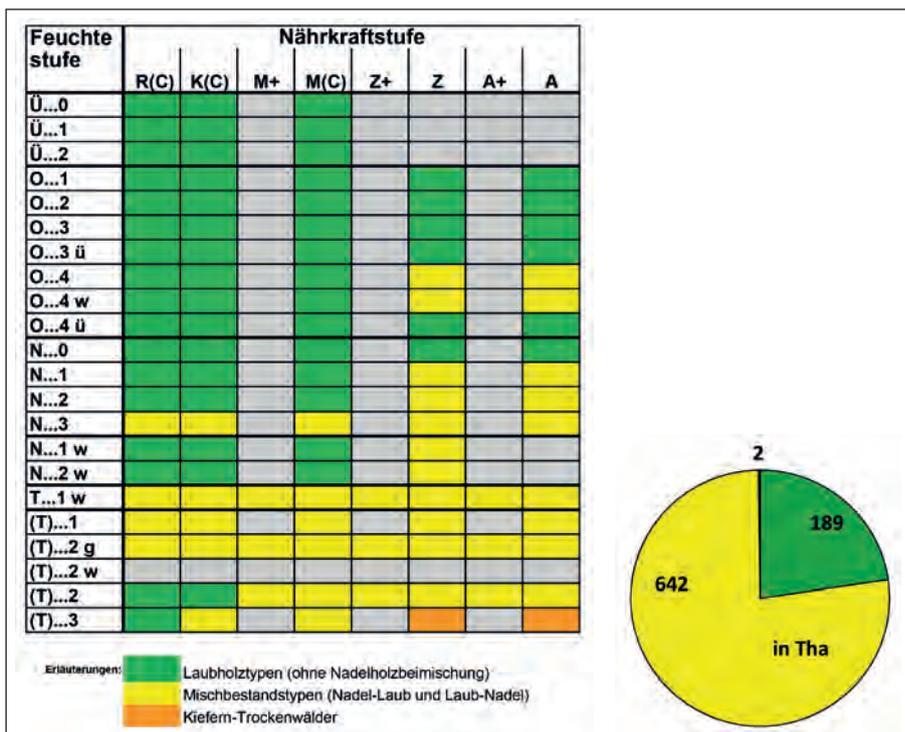


Abb. 13: Ökogramm der klimawandelangepassten Waldumbauzieltypen (WU-ZT-K) (links) und deren Auswirkungen auf das daraus abgeleitet Waldumbaupotential (rechts)

4 Diskussion

Die dargestellten Ergebnisse beruhen auf derzeit vorliegenden Karten und Daten mit Stand Juli 2019. Insgesamt konnten nur 833.000 der rd. 1.100.000 ha Waldfläche Brandenburgs bei der Waldumbaupotentialschätzung berücksichtigt werden. Ca. 19.000 ha der Gesamtfläche entfielen, weil sie in Totalreservaten liegen. Für ca. 180.000 ha liegen keine Standortinformationen vor. Weitere ca. 70.000 ha können bei der Waldumbaupotentialschätzung nicht berücksichtigt werden, da es sich um Nichtholzböden, sonstige Betriebsflächen bzw. nicht eingerichtete Fläche handelt, für die weder die Bestockungssituation noch das Alter der Bestände bekannt sind. Der hier verwendete Algorithmus ist jedoch so angelegt, dass bei einer Aktualisierung der Datengrundlagen eine Neuschätzung der Waldumbaupotentiale kurzfristig realisiert werden kann.

Im Zuge der Verfahrensentwicklung, Plausibilitätsprüfung und Ergebnisanalyse hat sich leider bestätigt, dass die im DSW2 abgelegten Walddaten vielfach nicht mehr die für die Fragestellung ausreichende Genauigkeit bzw. Aktualität besitzen. So wurden 74 % der Flächen außerhalb des Landeswaldes seit 2007, dem Jahr der Einführung des DSW2, nicht mehr aktualisiert. Im Landeswald betrifft es dagegen nur 18 % der Flächen. Um die hier dargestellten Ergebnisse unvoreingenommen in politische Entscheidungen, waldbauliche Planungen sowie forstliche Fördermaßnahmen einfließen lassen zu können, ist dringend über Möglichkeiten der Verbesserung der Datengrundlagen nachzudenken. Eine Waldumbaupotential-Karte im Geoportal Forst Brandenburg, die auf Änderungsmeldungen im DSW2 in Echtzeit reagiert, könnte zur Steigerung der Motivation für die Datenaktualisierung beitragen.

Fernerhin erhofft man sich zukünftig Unterstützung aus Fernerkundungsverfahren, auch wenn die derzeitigen Methoden zunächst nur erlauben, grobe Abweichungen zwischen der Datenbasis und den realen Beständen aufzuspüren (HOFFMANN et al. 2017). Darüber hinaus könnten die planmäßigen terrestrischen Inventurverfahren (BWI, LWI) zusätzlich Vergleichswerte, aber auch Anhaltspunkte für Fehlerquellen liefern. Detaillierte Karten werden in naher Zukunft jedoch weiterhin nur auf der Basis der DSW2-Daten entwickelt werden können.

Da die ermittelten Waldumbaupotentiale einen Handlungsbedarf auf mehr als 50 % der Waldflächen aufdecken, was die mittelfristig verfügbaren waldbaulichen und wirtschaftlichen Kapazitäten der Waldeigentümer sowie das Naturverjüngungspotential weit übersteigen, ist darüber nachzudenken, Prioritäten für den Waldumbau festzulegen. Dabei könnten solche Aspekte eine Rolle spielen wie ein Ranking nach standörtlichen Erfolgchancen oder eine eventuelle Konzentration auf den unbedingten Walderhalt oder die Sicherung ausgewählter Ökosystemleistungen. Nicht zuletzt muss Waldumbau auch mit den Eigentümerzielen und Jagd-

interessen in Einklang gebracht werden. Erste Ansätze einer algorithmischen Umsetzung liefern beispielsweise HERRIGEL UND GROSS (2012), aber auch HENTSCHEL et al. (2019) und RIEK UND RUSS (2016).

Die vorgestellten Ergebnisse beruhen auf generalisierten Standortinformationen und aggregierten Bestandeszielen. Durch eine Einbeziehung zusätzlicher Standortmerkmale wie z. B. Klimastufe, Feinbodenform, Substratfeuchte und Zusatzmerkmalen können die Schätzungen an Treffsicherheit gewinnen (siehe z. B. Anlagen zu LFE (2012)).

Die stärkere Berücksichtigung von Einzel-Baumarten hat darüber hinaus einen stärkeren Wert für die praktische Umsetzung des Waldumbaus auf der jeweiligen Fläche.

Während der weiteren, langen Laufzeit des Waldumbaus kann keine Stabilität der Umweltbedingungen gewährleistet werden. Insbesondere Extremereignisse werden an Häufigkeit und Ausprägung zunehmen. Langfristige Waldentwicklung ist mit der gewünschten Planungssicherheit nur noch steuerbar, wenn Risikovorsorge durch Baumartenvielfalt betrieben wird. Die Ergebnisse dieser langfristigen dynamischen Waldentwicklung bedürfen einer regelmäßigen Zwischenbilanz, die sowohl Ziele als auch weitere Fortsetzung des Waldumbaus kritisch beurteilt und bei Bedarf neu ausrichtet.

Literatur

- BMEL (2019a): Agenda. Anpassung von Land- und Forstwirtschaft sowie Fischerei und Aquakultur an den Klimawandel: <https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Landwirtschaft/AMK-12-04-19-Agenda-Anpassung-Klimawandel.pdf?blob=publicationFile>
- BMEL (2019b): Deutschlands Wald im Klimawandel. Eckpunkte und Maßnahmen: https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Landwirtschaft/Wald-Jagd/Wald_Diskussionspapier.pdf?blob=publicationFile
- DSW2 (2019): Datenspeicher Wald – Version 2: die Zukunft der zentralen und dezentralen Verwaltung natürlicher Informationen über unseren Wald. <https://dsw2.de>
- DVFFA (2019): Anpassung der Wälder an den Klimawandel. Positionspapier des Deutschen Verbandes Forstlicher Forschungsanstalten (DVFFA): http://www.dvffa.de/system/files/files_site/Wald-anpassung_Positionspapier%20des%20DVFFA_09_2019.pdf
- FSK (2019): Forstliche Standortskarte des Landes Brandenburg. <https://metaver.de/trefferanzeige?cmd=doShowDocument&docuuid=F5FF89BD-A4B9-4375-8838-61A4B-D2E4832&plugid=/ingrid-group:ige-iplug-bb>
- GERSTENGARBE, F.-W., BADECK, F., HATTERMANN, F., KRYSANOVA, V., LAHMER, W., LASCH, P., STOCK, M., SUCKOW, F., WECHSUNG, F., WERNER, P.C. (2003): Studie zur

- klimatischen Entwicklung im Land Brandenburg bis 2055 und deren Auswirkungen auf den Wasserhaushalt, die Forst- und Landwirtschaft sowie die Ableitung erster Perspektiven. PIK Report 83, Potsdam, 78 S.
- GROSS, J. (2011): Auf Klimaveränderungen reagieren – Handlungsrahmen für den Waldumbau unter sich ändernden Klimabedingungen in Brandenburg für den Zeitraum von 2010 bis 2030. In: Beiträge zum 6. Eberswalder Winterkolloquium, Eberswalder Forstliche Schriftenreihe, Bd. 47, S. 14-19
- GRÜLL, M. (2007): Modifizierte Standorts- und Baumarteneignungsbewertung im Rahmen der Forsteinrichtung im AfF Eberswalde. Vortrag Standortserkundertagung. Peitz. (unveröffentlicht)
- GRÜLL, M. (2015): Ableitung von klimawandelangepassten Waldentwicklungstypen für Waldstandorte im Nordostdeutschen Tiefland auf Grundlage einer modifizierten Standorts- und Baumarteneignungsbewertung. Fachtagung Waldmanagement im Klimastress 2.0. Eberswalde. (unveröffentlicht)
- HENTSCHEL, R.; MÖLLER, K.; DEGENHARDT, A.; BILKE, G. (2019): Risikominimierung durch den Waldumbau von Kiefernreinbeständen – Ergebnisse aus den Projekten „DSS-RiskMan“ und „WPRisk“. In: Beiträge zum 14. Eberswalder Winterkolloquium, Eberswalder Forstliche Schriftenreihe, S.
- HERRIGEL, D.; GROSS, J. (2012): Handlungsrahmen für den Waldumbau – ein Werkzeug der Waldentwicklungsplanung unter sich ändernden Klimabedingungen. Archiv für Forstwesen und Landschaftsökologie 46 (2): 51-56
- HOFFMANN, K.; COENRADIE, B.; HAAG, L.; NITZSCHE, V. (2017): Sachsenforst setzt auf Fernerkundung. LWF aktuell 4 (2017): 26-29
- LFB (2013): Betriebliche Anweisung zur Forsteinrichtung des Landeswaldes im Land Brandenburg (BA FE), Potsdam
- LFE (1998): Planung der Waldentwicklung im Land Brandenburg. Vorträge zur Fachtagung am 4. November 1998 in Eberswalde. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe Band IV.
- LFE (2007): Waldumbaupotenzial im Land Brandenburg. Landesforstanstalt Eberswalde, Fachbereich Planung und Betriebswirtschaft (unveröffentlicht)
- LFE (2012): Handlungsrahmen für den Waldumbau in der Forstpraxis unter sich ändernden Klimabedingungen im Land Brandenburg für den Zeitraum bis 2030. Landesbetrieb Forst Brandenburg, Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde, Fachbereich Planung und Betriebswirtschaft. Bericht, 22 S.
- LWaldG (2004): Waldgesetz des Landes Brandenburg (LWaldG) vom 20.04.2004, geänderte Fassung von 30.04.2019
- MELF (1993): Landeswaldprogramm Land Brandenburg. Potsdam.
- MELF (1996): Bestandeszieltypen für die Wälder des Landes Brandenburg.
- MELF (1998): Waldbaurahmenrichtlinie der Brandenburgischen Landesforstverwaltung.
- MLUR (2004): Waldbau-Richtlinien 2004 „Grüner Ordner“ der Landesforstverwaltung Brandenburg. Potsdam, Mai 2004
- MLUV (2006): Bestandeszieltypen für die Wälder des Landes Brandenburg – Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg. Abteilung Forst und Naturschutz. Potsdam. 119 S.
- MLUL (2015): Wälder Brandenburgs. Ergebnisse der ersten landesweiten Waldinventur. Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft des Landes Brandenburg, Oktober 2015.
- MLUL (2019): Richtlinien für Wald(um)bau: <https://mlul.brandenburg.de/mlul/de/landwirtschaft/forst/waldbau/>, Stand 30.08.2019
- POLLEY, H.; KEIL, D.; KLATT, S.; et al (2018): Ergebnisse der ersten Landesweiten Waldinventur 2013 im Land Brandenburg im Kontext mit der dritten Bundeswaldinventur 2012 und der Waldentwicklungs- und Holzaufkommensmodellierung 2012 – 2052. Potsdam 2018. Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft des Landes Brandenburg.
- STÄHR, F.; KÖHLER, F.; ROSE, B. (2006): Neufassung der Bestandeszieltypen für das Land Brandenburg. AFZ/Der Wald, 61: 754-757.
- RIEK, W.; RUSS, A. (2016): Regionalisierung: Ableitung von Flächenaussagen aus Fallstudien und BZE. In: 30 Jahre forstliches Umweltmonitoring in Brandenburg. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe, Bd. 63. 192-206.
- RIEK, W.; RUSS, A. (2019): Waldbodenbericht Brandenburg: Zustand und Entwicklung der brandenburgischen Waldböden (Band 2). Eberswalder Forstliche Schriftenreihe, Bd. 68. 231 S.