

Noch eine Generation Fichte?

Verkürzung der Umtriebszeit als waldbauliches und strategisches Mittel zur Reaktion auf den Klimawandel

1 Einleitung

Ein besonderer Anspruch in der Forstwirtschaft liegt in der Tatsache, dass Bewirtschafter*innen im Wald in der Lage sein müssen, bei Entscheidungsprozessen stets unterschiedliche räumliche und zeitliche Skalen zu berücksichtigen. Ein Beispiel: Ein*e Revierförster*in steht in einem Kiefernbestand und entnimmt eine Kiefer. Diese Entscheidung wirkt sich unmittelbar auf die umliegenden Bäume aus. Die Entnahme ist gekoppelt an Ziele, die sich wiederum mit dem Ziel des Gesamtbestandes decken sollten. Man blickt somit weg vom Einzelbaum zum Gesamtbestand. Aber auch der Bestand steht nicht zusammenhangslos für sich, sondern ordnet sich ein in die Ziele der jeweiligen Betriebsklasse und die des forstwirtschaftlichen Betriebes. Ein Unverständnis über diese Hierarchiekette führt häufig auch zu Missverständnissen mit Außenstehenden. Ein*e Waldspaziergänger*in betrachtet nun das Fällen eben jenes Baumes und kann diese Maßnahme nicht nachvollziehen. Der Person dann zu erklären, auf welche Art die Fällung eine positive Wirkung auf den umliegenden Bestand hat und

zusätzlich aber im Einklang mit den nachhaltigen Betriebszielen steht, ist zeitaufwendig und manchmal für Außenstehende schlicht uninteressant. Auch die Verkürzung der Umtriebszeit als Klimawandelanpassung ist eine Maßnahme bzw. Entscheidung, die auf der Betriebsebene getroffen wird und daher nicht mit der vorzeitigen Nutzung eines einzelnen Bestandes gleichzusetzen ist. Im dritten Teil der Reihe Waldbauliche Handlungsoptionen im Klimawandel (siehe Thurm, 2020a und b), möchten wir darlegen, wie sich diese Entscheidung ökologisch und betrieblich begründet.

2 Risiko und Wahrscheinlichkeit

Die Begründung für eine Verkürzung der Umtriebszeit im Klimawandel macht sich im Wesentlichen an dem Risiko des „unplanmäßigen Ausfalls“ eines Baumes bzw. Bestandes fest. Dieses Risiko entsteht, indem der Baum bzw. Bestand nicht „planmäßig“ (regulär) durch die Überalterung oder die natürliche



1 Bei dem abgebildeten Fichtenbestand im Harz ist der Risikofaktor Borkenkäfer schon eingetreten. Dadurch ist in den bewirtschafteten Bereichen das Ziel der Rohstoffbereitstellung, Kohlenstoffbindung und einiger weiterer Ökosystemdienstleistungen kaum mehr gegeben. (Foto Eric Thurm)

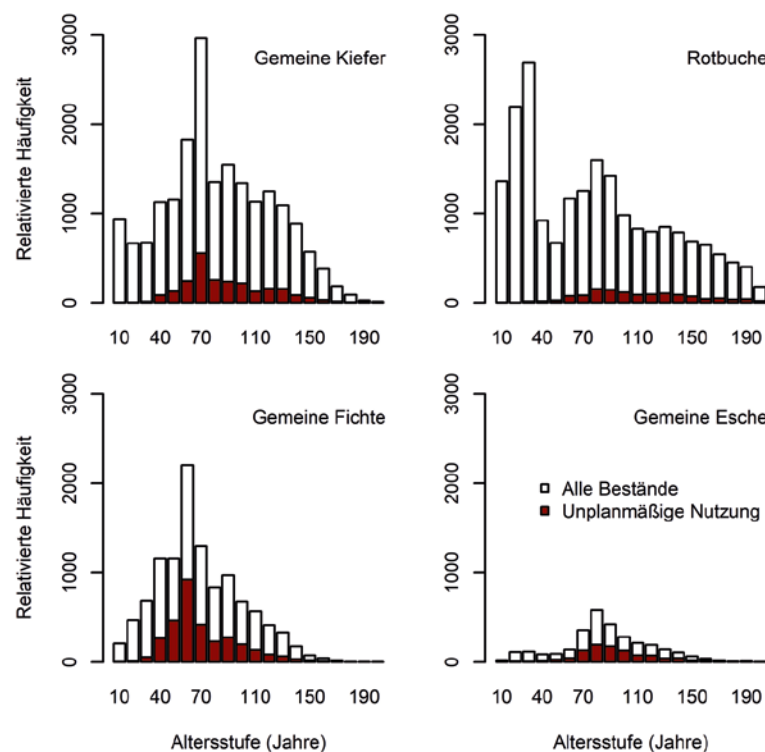
Stammzahlreduktion abstirbt, sondern „unplanmäßig“ (irregulär) (Maringer et al. 2021). Risikofaktoren sind zum Beispiel Dürre, Sturm, Schnee, Pilze oder Insekten. Selbstverständlich gehören solche Risikofaktoren im Wald dazu. Dennoch entsteht durch den unplanmäßigen Ausfall ein Verlust. Es können also ökonomische oder ökologische Ziele nicht mehr oder nur zum Teil erreicht werden (Abb. 1).

Natürlich ist einem bewusst, dass einige Baumarten in unserem Land eher anfällig für Risiken sind als andere Baumarten. Auch treten in einigen Gebieten des Landes manche Risikofaktoren häufiger auf als in anderen Gebieten. In Zeiten des Klimawandels ist selbst das Ausmaß der Risiken eine stark veränderliche Größe und auch waldbauliche Verfahren verursachen selbst bei einheitlichen Baumarten unterschiedliche Risiken. Zum Teil kann man in der Forstwirtschaft das Risiko bzw. die Verlustgefahr selbst beeinflussen. Dennoch entstehen durch die Risikominimierung stets Kosten. Die Absenkung der Dichte geht zwangsweise mit einem Zuwachsverlust einher (siehe auch Thurm 2020b). Diese Kosten müssen den Kosten des möglichen Wertzuwachses bei Schadeintritt gegenübergestellt werden.

Das Hauptproblem ist somit das Risiko abzuschätzen bzw. quantifizieren zu können. Zweifellos kann man das Risiko in komplexen Systemen wie dem Wald nur näherungsweise beziffern. Wir haben es im Folgenden über die Berechnung einer Schadenseintrittswahrscheinlichkeit versucht.

3 Die Schadenseintrittswahrscheinlichkeit als Maß des Risikos

Die Landesforst MV besitzt mit der Natural- und Holzbuchführung ein Werkzeug mit dem sie seit vielen Jahren die Vollzüge im Wald trennt zwischen planmäßiger Nutzung und unplanmäßiger Nutzung. Differenziert nach Baumarten und beschrieben für die einzelnen Behandlungseinheiten sind diese Informationen eine ideale Datengrundlage, um den Anteil der planmäßigen Nutzung dem der unplanmäßigen Nutzung gegenüberzustellen. Wir haben diese Datengrundlage nun ausgewertet, um damit das Risiko für die einzelnen Baumarten zu beschreiben (siehe Abb. 2).



2 Vergleich der Häufigkeit aller Bestände in den jeweiligen Altersstufen (weiß) gegenüber der Häufigkeit von Beständen, in denen unplanmäßig eingegriffen werden musste (rot). Deutlich sind die unterschiedlichen Altersverteilungen zwischen den vier Baumarten zu erkennen, aber auch dass einige Altersstufen stärker betroffen sind, wird ersichtlich. In der Natural- und Holzbuchführung werden alte Forstamtsdaten mit der nächsten Einrichtung gelöscht. Um die unterschiedlichen Betrachtungszeiträume zwischen den Forstämtern anzugleichen, wurde die Häufigkeit mit der Betrachtungsdauer relativiert. (Abb. Eric Thurm)

Insgesamt haben wir die zehn häufigsten Baumarten in MV analysiert. Dabei wurde geprüft, wie viele Bestände in einer Altersstufe schon von einer unplanmäßigen Nutzung betroffen waren. Also in wie viel Prozent der Bestände ist das erwartete Risiko eines Schadens schon erfolgt.¹

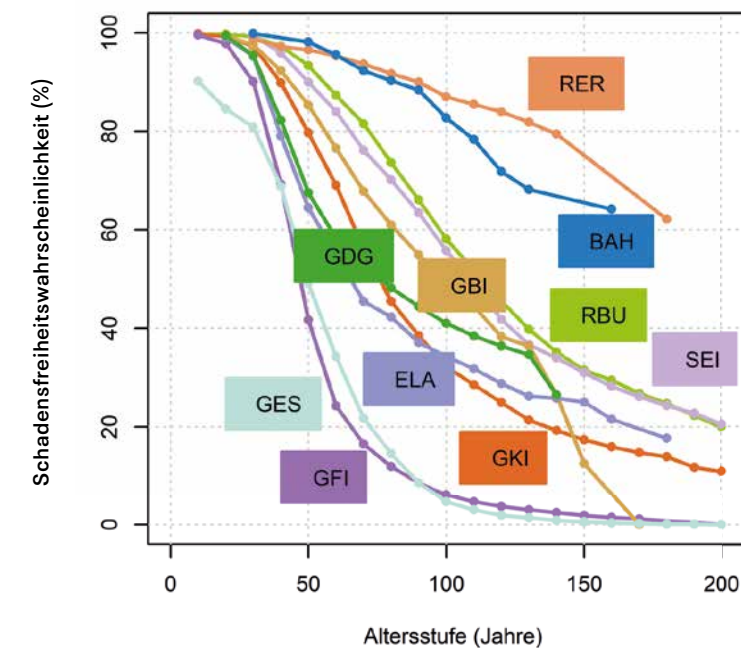
Verfolgt man diese Schadenseintrittswahrscheinlichkeit über die einzelnen Altersstufen, erhält man die kumulierte Schadenseintrittswahrscheinlichkeit für den kompletten Umtriebszeitraum einer Baumart. Anders formuliert: Man erfährt, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein einst begründeter Bestand ohne Schäden in einem gewissen Alter ankommt – die sogenannte Schadensfreiheitswahrscheinlichkeit (siehe Abb. 3 und Box).²

Dieser Zusammenhang ist für die zehn Baumarten in Abbildung 3 einmal grafisch dargestellt. Exemplarisch ist er für drei Baumarten wie folgt interpretierbar:

- Gemeine Kiefer: Bei der häufigsten Baumart in MV traten bis zum Alter 50 in 80 Prozent der Waldbestände noch keine Schadereig-

nisse ein, im Alter 100 beträgt der Anteil der schadenfreien Bestände nur noch 32 Prozent. Anders ausgedrückt wurden im Alter 50 bereits 20 Prozent und im Alter 100 bereits 68 Prozent der Kiefernbestände von Schadereignissen betroffen.

- Gemeine Fichte: Bei der zweitwichtigsten Nadelbaumart im Land treten bis zum Alter 50 nur in 42 Prozent der Waldbestände noch keine Schadereignisse ein, im Alter 100 beträgt der Anteil der schadenfreien Bestände nur 6 Prozent. Im Umkehrschluss bedeutet auch das wieder, dass im Alter von 50 Jahren bereits 58 Prozent und im Alter von 100 Jahren mit 94 Prozent nahezu alle Fichtenbestände schon einmal von einem Schadereignis betroffen waren.
- Rotbuche: Bei der wichtigsten Laubbaumart in MV waren bis zum Alter 50 93 Prozent aller Bestände ohne Schadereignisse, im Alter 100 sank dieser Anteil jedoch auch auf 58 Prozent. Anders ausgedrückt wurden im Alter 50 erst 7 Prozent und im Alter 100 bereits 42 Prozent der Buchenbestände von Schadereignissen betroffen.



3 Schadensfreiheitswahrscheinlichkeit für die zehn wichtigsten Baumarten in Mecklenburg-Vorpommern und deren Verhalten über dem Alter. Die Baumartenkürzel sind in Tabelle 1 beschrieben. (Abb. Eric Thurm)

¹ Wir unterstellen dabei, dass jede unplanmäßige Nutzung das angestrebte Ziel der Holznutzung mindert und es so zu einem Wertverlust kommt.
² Da die Nutzungsmengen im Naturalvollzug nur maximal zehn Jahre vorliegen, ist nur ein kleiner Zeitraum eines Bestandes abgedeckt. Da jedoch eine Vielzahl von vergleichbaren Beständen in den unterschiedlichsten Altersstufen im Land existiert, baut man letztlich eine unechte Zeitreihe auf. Das zeitliche Nacheinander eines Bestandes wird durch ein räumliches Nebeneinander vieler Bestände unterschiedlichen Alters ersetzt.

Deutlich erkennt man, dass mit steigendem Alter zum Beispiel Fichte (GFI) und Esche (GES) in ihrer Schadensfreiheitswahrscheinlichkeit deutlich schneller absinken als beispielsweise Schwarzerle (RER) oder Bergahorn (BAH). Fichte und Esche besitzen somit ein deutlich höheres Risiko. In Tabelle 1 ist der gleiche Sachverhalt auch noch mal für die zwei Altersstufen 50 und 100 Jahre herausgegriffen worden. Die Nadelhölzer besitzen insgesamt eine niedrigere Schadensfreiheitswahrscheinlichkeit als die Laubhölzer. Ausgenommen ist die vom Triebsterben betroffene Esche. Im Alter 100 sinken aber auch Rotbuche und Stieleiche auf ein Niveau von unter 60 Prozent ab. Die erstaunliche Vergleichbarkeit beider Baum-

arten berücksichtigt derzeit noch keine standörtlichen Unterschiede. Wie schon erwähnt, bedeutet die Schadenseintrittswahrscheinlichkeit nicht, dass der komplette Bestand abgestorben sein muss, sondern es reicht, wenn lediglich ein Teil unplanmäßig entnommen wurde. In unseren Daten lag der Verlust des Vorrates bei rund 18 Prozent, allerdings mit baumartenspezifischen Unterschieden. Die Schadenseintrittswahrscheinlichkeit ist dennoch ein wichtiger Weiser, wie sich das Risiko für die einzelnen Baumarten über dem Alter verhält. Letztlich kann man nur mit einem baumartenspezifischen Risiko die Festlegung der Umtriebszeit real abbilden (siehe für die Kiefer Gerold 2020).

Baumart	Abkürzung	Schadensfreiheitswahrscheinlichkeit (%)	
		Alter 50	Alter 100
Bergahorn	BAH	98	83
Schwarzerle	RER	97	87
Rotbuche	RBU	93	58
Stieleiche	SEI	90	56
Gemeine Birke, Sandbirke	GBI	85	49
Gemeine Kiefer	GKI	80	32
Grüne Douglasie	GDG	68	41
Europäische Lärche	ELA	64	34
Gemeine Esche	GES	49	5
Gemeine Fichte	GFI	42	6

Tab. 1 Schadensfreiheitswahrscheinlichkeiten (%) in den Bezugsaltern 50 und 100 für zehn Baumarten.

Die Berechnung des Risikos kann auf allen Hierarchieebenen erfolgen und ist daher in der Literatur auch recht unterschiedlich definiert (z. B. Brandl et al. 2020; Maringer et al. 2021). Basierend auf unserer Datengrundlagen beschreiben wir das ermittelte Risiko anhand von zwei Wahrscheinlichkeitsdefinitionen:

- **Schadenseintrittswahrscheinlichkeit:** Dies ist die Wahrscheinlichkeit (%), dass in einem Waldbestand bis zu einem bestimmten Alter Schadereignisse (unplanmäßige Nutzungen) zu einem Flächenausfall, einer Verringerung der Bestockungsdichte oder der Veränderung der Baumartenmischung führen.
- **Schadensfreiheitswahrscheinlichkeit:** Entspricht dem Gegenteil, also 1 – Schadenseintrittswahrscheinlichkeit. Somit besagt der Wert, dass ein Waldbestand bis zu einem bestimmten Alter von keinerlei Schadereignissen (unplanmäßigen Nutzungen) betroffen war.

Beide Wahrscheinlichkeiten ergänzen sich immer zu 100% (bzw. relativ zu 1,0) für eine bestimmte Baumart und ein definiertes Bezugsalter.

4 Risiko und Umtriebszeit

Mit dem Wissen um das Schadensrisiko und dessen Anstieg mit dem Alter können wir nun die nächste Größe betrachten – die Umtriebszeit. Die Umtriebszeit ist die durchschnittliche Produktionszeit von Waldbeständen in einer Betriebsklasse bzw. Nachhaltigkeit.⁴ Sie ist ein wichtiges Verknüpfungselement zwischen forsteinrichtungstechnischen und betriebswirtschaftlichen Überlegungen. Nach Bieger (1964) ist sie eine Soll-Zahl und ihre Bestimmung setzt das Vorhandensein eines Planes voraus. Ziel der Bestimmung der Umtriebszeit ist es, die Erlössituation eines Betriebes zu optimieren (siehe auch Beinhofer 2007). Somit finden wir genau jene zu Beginn beschriebene Hierarchie wieder: Baumfällungen im Bestand berücksichtigen zwar durchaus die Verfassung der einzelnen Waldbestände, die Umtriebszeit aller Bestände (Betriebsklasse) wird jedoch auf betrieblicher Ebene festgesetzt, um letztlich ein nachhaltiges Wirtschaftsergebnis zu generieren.

Bei der Bestimmung der Umtriebszeit gehen nun neben den Investitionskosten, dem Wertzuwachs und der Verzinsung auch das Risiko ein. Und nun folgt der Zirkelschluss der Betrachtung: Steigt das Risiko für den vorzeitigen Ausfall für eine Baumart (Betriebsklasse), muss die Umtriebszeit sinken, um dadurch den Anteil des Schadholzes bzw. den Wertverlust zu verringern. Mit der Verkürzung der Umtriebszeit sinkt auch zwangsweise der zu erwartende Holzerlös. Es muss weit vor dem Umtriebszeitpunkt mit dem höchsten Volumenzuwachs (Schnittpunkt von laufendem und durchschnittlichem Zuwachs) eingeschlagen werden. Man greift somit der Holzwertung zulasten eines immer noch guten Holzzuwachses vorweg.

Betrachtet man nun noch mal die Abbildung 3 wird offensichtlich, dass die stark absinkende Schadensfreiheitswahrscheinlichkeit der Fichte gegenüber der Kiefer, der Buche oder der Eiche zu einer früheren Umtriebszeit der Baumart zwingt. Die Berechnung des Waldreinertrags zeigt letztlich aber, ob die Bewirtschaftung mit der Baumart überhaupt noch zielführend ist (siehe auch Biermayer 2020; Deegen 2020).



4 Fichten-Naturverjüngung und deren weitere Behandlung führt bei derzeit steigenden Temperaturen zum Teil zu kontroversen Diskussionen. (Foto Denie Gerold)

⁴ Als Betriebsklasse werden in unserem Fall alle Flächen einer Baumart betrachtet, weil sie mit einer Behandlungsrichtlinie bewirtschaftet werden. Selbstverständlich könnte man auch hier verschiedene Behandlungsarten innerhalb einer Baumart als separate Betriebsklassen ausscheiden, z. B. Buchen-Dauerwald und Buchen-Hochwaldbewirtschaftung und müsste dann unterschiedliche Risiken, Umtriebszeiten und Wertzuwächse ansetzen.

Baumart	Verjüngung	Umtriebszeit (Jahre)	Waldreinertrag (€/ha/a)
Fichte	Naturverjüngung (ohne Zaun)	50	106
Eiche	Kunstverjüngung (5.000 Pfl. / ha, ohne Zaun, keine Nachbesserungen)	160	55

Tab. 2 Waldreinerträge (Holzproduktionswerte) für einen hiebsreifen Fichtenstandort in MV mit der Option die aktuell existierende Naturverjüngung der Fichte zu nutzen oder diese gegen Kunstverjüngung mit Eiche zu ersetzen.

5 Waldreinertrag am Beispiel der Fichte

Wir unterstellen nun ein exemplarisches Waldbild, was wir in vielen Teilen des Landes sehen: in derzeit hiebsreifen Fichtenbeständen hat sich schon wieder zahlreiche Fichten-Naturverjüngung eingestellt (siehe Abb. 4). Die Kosten einer künstlichen Verjüngung der Fichte scheinen vor dem Hintergrund des aufgezeigten Risikos illusorisch, aber kann die risikobehaftete Naturverjüngung dennoch Vorteile besitzen? Dem gegenüber stellen wir die Entfernung der Naturverjüngung zugunsten einer vermeintlich stabileren Baumart wie der Eiche. Diese muss ab dann in den Fichtenbestand selbstverständlich künstlich verjüngt werden.

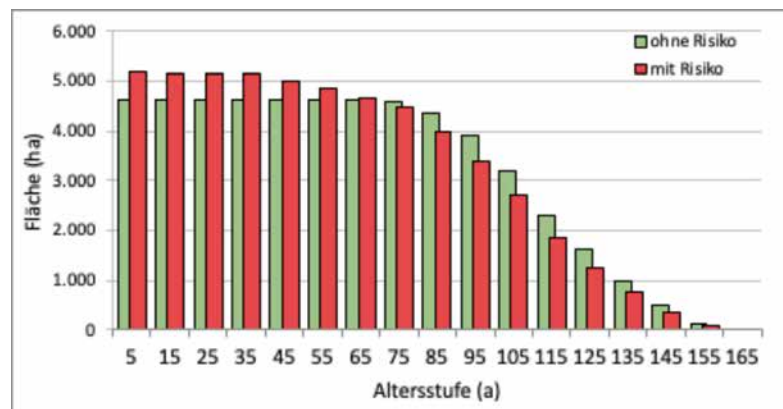
Bei dem Vergleich der Waldreinerträge (Tabelle 2) wird offensichtlich, dass ein Wechsel der Fichte zur Eiche wirtschaftlich kaum sinnvoll ist. Der Wertzuwachs der Eiche kann ihre hohen Begründungskosten nicht in dem Maße decken wie die Fichte. Mithilfe der öko-

nomischen Betrachtung kommen auch andere Autoren zu dem Schluss, dass die Fichte unter verkürzter Umtriebszeit im Portfolio der Betriebe bleiben kann (Biermayer 2020; Knoke 2009).

Ziel muss zwar dennoch sein, diese Bestände mit anderen Baumarten anzureichern, aber man sollte existierendes Naturverjüngungspotenzial nicht verschenken oder Baumarten gänzlich aus dem Baumartenportfolio löschen. Waldbaulich gilt es hier in die Flächen zusätzliche Baumarten einzubringen und auch aufkommende Weichlaubhölzer als Risikominderung im Bestand zu belassen. Diesen Prozess der Mischungsregulierung wollen wir jedoch im folgenden Beitrag näher beschreiben.

Das von uns beschriebene Beispiel ist sicherlich ein Extrem und es gibt noch einige Optionen zwischen reiner Fichten-Naturverjüngung zu reiner Eiche-Kunstverjüngung. Dennoch soll der Tatbestand zur Diskussion anregen, wie mit einer hochrisikobehafteten Baumart (Betriebsklasse) im Klimawandel umgegangen wird.

5 Ein steigendes Risiko für eine Baumart beeinflusst auch deren Alterstruktur. Die kürzere Umtriebszeit verursacht größere Flächen, die in Verjüngung kommen müssen, um die Anbaufläche einer Art konstant zu halten. (Abb. aus Gerold 2020)



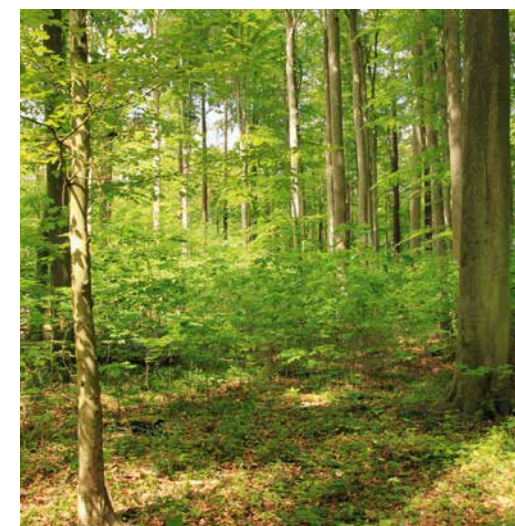
6 Fazit

Der Klimawandel und dessen Risiken nehmen zunehmenden Einfluss auf die Waldbewirtschaftung sowie auf die Zielstellungen des Forstbetriebes. Ausgehend von den Untersuchungen in MV kommen wir zu folgendem Fazit:

- Die Ableitung von Schadensfreiheits- und Schadenseintrittswahrscheinlichkeiten durch die Analyse der Natural- und Holzbuchführung der Landesforst MV liefert bereits heute interessante Ergebnisse, die beim waldbaulichen Handeln und der strategischen Waldbewirtschaftung berücksichtigt werden können.
- Perspektivisch sind tiefergehende Untersuchungen zur Ableitung der Wahrscheinlichkeiten erforderlich. Dazu sollte das Vollzugssystem der Landesforst den neuen Erfordernissen angepasst werden, um es hinsichtlich Natural- und Holzbuchführung differenziert nach Hiebsarten und Standorten regelmäßig auswerten zu können.
- Die Umtriebszeiten und Hiebsreifedurchmesser der Forsteinrichtung sind für einzelne Baumarten zu überprüfen. Verstärkter Risikoeinfluss führt zu kürzeren Umtriebszeiten. Das trifft besonders auf die Baumart Fichte zu.
- Zunehmender Risikoeinfluss führt gleichermaßen zur Veränderung natürlicher und betriebswirtschaftlicher Kennziffern von Waldbeständen, Betriebsklassen und ganzen Forstbetrieben. Er führt zu geringeren flächenbezogenen Vorräten, zu geringeren Umtriebszeiten und zu geringeren Waldreinerträgen, aber gleichzeitig auch zu höheren Verjüngungsflächen.
- Zur konkreten Berücksichtigung des Risikoeinflusses bei der komplexen Waldbewirtschaftung ist eine Stratifizierung der Waldfläche nach Risikogebieten unter Beachtung von Klimastufen, Standortsregionen, Baumartenanteilen und Risikograden erforderlich. Das hat Konsequenzen für die Planung der Forsteinrichtung und das waldbauliche Management in den Forstämtern der Landesforst.

Dr. Eric Andreas Thurm
Sachgebietsleiter Waldbau
und Waldwachstum
Forstliches Versuchswesen, BT FVI
Landesforst MV

Dr. Denie Gerold
Forschung und Waldbewertung
Ostdeutsche Gesellschaft für Forstplanung mbH



6 Durch das steigende Risiko der Baumarten im Klimawandel sinkt deren Rentabilität. Die Bewirtschaftung mit Naturverjüngung kann hier die Rentabilität wieder verbessern. Die Wilddichten müssen es jedoch zulassen. (Foto Eric Thurm)

Literaturverzeichnis

Beinhofer, B. (2007): Zum Einfluss von Risiko auf den optimalen Zieldurchmesser der Fichte. In: Forstarchiv 78 (4), S. 117-124.

Biermayer, G. (2020): Das Risiko ist entscheidend: Baumarten betriebswirtschaftlich kalkuliert. In: LWF aktuell (2), S. 22-25.

Bieger, E. (1964): Die forstliche Umtriebszeit als betriebswirtschaftliches Problem. Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH.

Brandl, S.; Paul, C.; Knoke, T.; Falk, W. (2020): The influence of climate and management on survival probability for Germany's most important tree species. In: Forest Eco Manag 458, Artikel 117652. DOI: 10.1016/j.foreco.2019.117652.

Deegen, P. (2020): Rentabilität waldbaulichen Handelns bei Naturrisiken. In: AFZ-Der Wald (21).

Gerold, D. (2020): Untersuchungen zu Bewirtschaftungsstrategien für die Kiefernbetriebsklasse der Landesforst MV (Realwald) aus Sicht der Annäherung an den Zielwald. 53 S.

Knoke, T. (2009): Die ökonomische Zukunft der Fichte. In: LWF Wissen (63), S. 16-21.

Maringer, J.; Stelzer, A.-S.; Paul, C.; Albrecht, A. T. (2021): Ninety-five years of observed disturbance-based tree mortality modeled with climate-sensitive accelerated failure time models. In: Eur J Forest Res 140 (1), S. 255-272. DOI: 10.1007/s10342-020-01328-x.

Thurm, E. A. (2020a): Trockenjahre 2018/19 und wie weiter? Waldbauliche Optionen im Klimawandel. In: immergrün extra Frühjahr/Sommer (1), S. 10-15.

Thurm, E. A. (2020b): Erhöhung der Einzelbaumstabilität. Wie Durchforstungen Trockenstress verringern können. In: immergrün extra Herbst/Winter (2), S. 6-11.