

Wie werden Waldentwicklungstypen angesichts des Klimawandels angepasst?

Der Mischwald von morgen

Zentrales waldbauliches Konzept der Risikoverteilung zur Stärkung der Klimaanpassungsfähigkeit ist die Entwicklung standortgerechter, strukturreicher Mischwälder, da ein Mosaik von Arten und Strukturen die Anfälligkeit und vor allem das Ausmaß von Störungen senkt. **Waldentwicklungstypen (WET)** bzw. Waldentwicklungsziele (WEZ) bilden die Grundlage für eine standortgerechte, langfristige Waldbauplanung. Sie definieren, welche Baumarten aufgrund ihrer ökologischen Ansprüche, ihres Wuchsverhaltens und ihrer natürlichen Vergesellschaftung zusammenpassen. Leitbilder für den „Mischwald von morgen“ werden durch die WET für die nächste Waldgeneration vorgegeben. Angesichts zunehmender Klimarisiken wie Dürre, Stürme oder Schädlingsbefall ist es heute wichtiger denn je, diese Konzepte kontinuierlich an neue wissenschaftliche Erkenntnisse anzupassen.

Forschungsergebnisse als Basis für Anpassungen

Dass eine Weiterentwicklung der klimaangepassten Baumartenwahl notwendig ist, haben die extremen Witterungsbedingungen der letzten Jahre deutlich gemacht. Die Widerstandsfähigkeit der **Baumarten** gegenüber klimawandelbedingten Risikofaktoren ist sehr unterschiedlich. Sowohl die insgesamt gestiegenen Mortalitätsraten als auch deren große baumartenspezifischen Unterschiede lassen sich für die Hauptbaumarten anhand der Waldzustandserhebungen nachweisen. Untersuchungen nach den Trockenjahren ab 2018 zeigen, wie Nadel- und Blattverluste, Fruktifikation und Durchmesserzuwachs der Bäume sich verändern. Anhand von verschiedenen Trockenstress-Indikatoren wird die Zuwachsreaktion von Bäumen auf Inventurpunkten untersucht.

Aus diesen Ergebnissen können Schwellenwerte für Indikatoren abgeleitet werden, die das Anbauisiko von Baumarten im Hinblick auf ihre Trockenstressgefährdung charakterisieren. Das aktuelle System der NW-FVA für die Entscheidungsunterstützung bei der Baumartenwahl beruht auf der **Standortwasserbilanz** zur Abschätzung des Trockenstressrisikos der Baumarten sowie der Nährstoffversorgung der forstlichen Standorte (Bild links). Die bisherige Stand-

ortswasserbilanz-Risikoeinschätzung wird durch die oben genannten Forschungsarbeiten evaluiert und aktualisiert. Weitere Kriterien sollen künftig in die Bewertung einfließen, wie die Risiken durch Winterstürme und des Befalls durch Fichtenborkenkäfer. Aktuell wird dieser multikriterielle Ansatz in einem Modellbetrieb in Hessen erprobt (Schmidt u. Hamkens, 2025).

Mit dem Erkenntnisfortschritt werden auch die **Klimaszenarien** aktualisiert. Derzeit bezieht sich die Klimaprojektion auf den Zeitraum von 2041 bis 2070 und verwendet das Szenario RCP 8.5 sowie das Regionalmodell STARS II. Letzteres wird für die Projektion der Periode 2070 bis 2100 durch ein Kernensemble mit sieben Klimäläufen ersetzt. Die Verwendung von einem Klimaensemble, d. h. von mehreren Klimamodellen, dient der Berücksichtigung der großen Unsicherheit von Klimaszenarien. Zukünftig werden die SSP-Szenarien (Shared Socioeconomic Pathways) die RCP-Szenarien ablösen und somit den aktuellsten Empfehlungen der Klimawissenschaftler folgen.

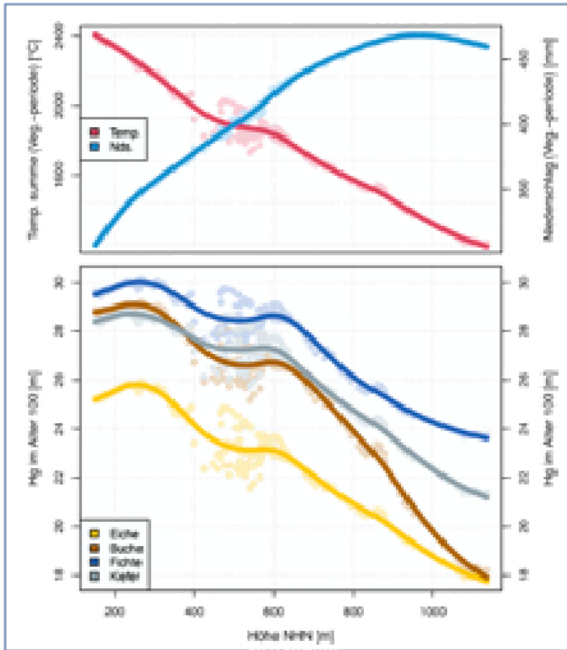
Die beschriebenen Klimarisiken unterstreichen die Notwendigkeit, Baumarten und ihre Mischungen gezielt weiterzuentwickeln. Eine konsequente Orientierung an den Standortbedingungen und am Konkurrenzverhalten der Baumarten hilft, Fehlentwicklungen zu verhindern, Pflegekosten zu senken und die natürliche Waldentwicklung gezielt zu nutzen. Wertvolle Hinweise liefern hierzu Standortleistungsmodelle, die auch für Klimawandelprojektionen standortssensitive Höhenwachstumsgänge abbilden können (Bild S. 11, oben). Kulminationszeitpunkte, Kronenplastizität oder Standraumbedarf beim Erreichen bestimmter Zieldimensionen werden auf langfristigen waldwachstumskundlichen Versuchsflächen abgeleitet. Auf diese Weise können Mischungsformen und -anteile charakterisiert werden. Eine weitere Anpassung der Waldentwicklungstypen an ein verändertes Störungsregime im Klimawandel ist die Einbeziehung von **Begleit- und Pionierbaumarten** mit einem Mischungsanteil von 10 bis 20%. Untersuchungen zur Ausbreitungsfähigkeit von Samen zeigen, dass bereits locker im Revier verteilte Gruppen von Pionierbäumen – mit Abständen von etwa 200 m – ausreichen, um eine flächige Sicherung der Naturverjüngung zu gewährleisten. Hierdurch können vorhandenes Samenpotenzial optimal genutzt und Vorwaldstrukturen gezielt unterstützt werden. Diese sukzessionalen Prozesse ermöglichen eine natürliche Regeneration nach Störungen, fördern stabile Mischungen und stärken die Resilienz der Bestände gegenüber dem veränderten Störungs-

Standortsspektrum des Waldentwicklungsziels 12 „Eiche – alternative Laubbäume“ nach Standortwasserbilanz [mm] und Nährstoffversorgung (Trophiestufen von oligotroph bis kalkeutroph). Dieses Ziel umfasst, neben der Hauptbaumart Eiche und der Mischbaumart Hainbuche, auch die optionalen alternativen Baumarten Esskastanie, Baumhasel, Schwarznuss und Hickory.

Quelle: Döbbeler et al. 2025



BAUMARTEN IM KLIMAWANDEL



regime. Zudem wurde im Zuge der Überarbeitung der WEZ in Hessen mit dem WEZ 87 – Lärche-Kiefer-Birke ein Waldentwicklungsziel beschrieben, welches die häufige Sukzessionssituation auf den ehemaligen Kalamitätsflächen in Hessen abbildet.

Die Einschätzung des Trockenstressrisikos der Hauptbaumarten auf Basis der Standortwasserbilanz (SWB) zeigt, dass auf einigen Standorten das Anbaurisiko im Klimawandel deutlich steigt. **Die Erweiterung der Baumartenpalette** durch geeignete alternative Baumarten trägt somit zur besseren Risikoverteilung und höheren Strukturvielfalt der Wälder im klimagerechten Waldumbau bei. In verschiedenen Projekten wurde die Anbauwürdigkeit, das Wachstum sowie die ökologische Zuträglichkeit von alternativen Baumarten untersucht (Bilder unten links). Die eingehend untersuchten alternativen Baumarten, die auch seltene heimische Baumarten



mit höherer Trockenstresstoleranz einschließen, sind unter <https://doi.org/10.5281/zenodo.17129915> veröffentlicht. Jeder Baumart wurde ein „Steckbrief“ (Bild unten rechts) zu ihrer Beschreibung und der Bewertung ihrer Anbauwürdigkeit gewidmet. Der beste derzeit verfügbare Wissensstand wird dargestellt, aber ebenso wird auf noch bestehende Unsicherheiten hingewiesen.

Das zusammengetragene Wissen zu Standortansprüchen, Wachstumsgängen und Mischbarkeit der alternativen Baumarten wurde für die Ausgestaltung der Mischungsanteile, -formen und -arten in der Überarbeitung des WEZ-Katalogs in Hessen verwendet. Im Sinne der Risikosteuerung wurden die WEZ mit alternativen Baumarten als optionale Mischbaumarten, die bis zu 30% Anteil an dem WEZ erhalten können, angereichert. Den Waldbesitzenden oder -bewirtschaftenden wird durch diese Art der Integration die Option eingeräumt, alternative Baumarten gemäß ihrer eigenen Risikoeinstellung am Waldaufbau zu berücksichtigen. Darüber hinaus wurden zwei neue WEZ definiert, um alternativen Baumarten gerade unter extremen standörtlichen Bedingungen eine angemessene Rolle zu ermöglichen: WEZ 12 Eiche-alternative Laubbäume und WEZ 77 – Schwarzkiefer-Eiche-Zeder.

Die Anpassung der Waldentwicklungstypen ist also als ein kontinuierlicher Prozess zu verstehen, der auf Forschungsergebnissen basiert und Eingangsgrößen und deren Bewertung aktualisiert. Zukünftig soll die Entscheidungshilfe für einen Waldentwicklungstyp zu einem umfassenderen multikriteriellen Ansatz unter transparenter Berücksichtigung der zusätzlichen Entscheidungsvariablen weiterentwickelt werden.

Insbesondere durch die größere Komplexität bei der Baumartenwahl kommt dem Wissenstransfer bis hin zum „kleinsten“ Waldbesitzenden eine wichtige Rolle zu. Neben Lehrgangangeboten, klassischen Publikationen und Merkblättern setzt die NW-FVA auch auf digitale Strategien wie ein Webportal zu den Baumartenempfehlungen, zugehörige Apps und auch allgemeinverständliche Erklärvideos, die über die Website der NW-FVA zu erreichen sind. ■



Dr. Heidi Döbbeler, Dr. Maximilian Axer
NW-FVA Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt

Die obere Grafik zeigt zwei der für das Modell verwendeten Eingangsgrößen, die Temperatursumme sowie den Niederschlag, beides für die Vegetationsperiode. Die atmosphärische Stickstoffdeposition ist nicht dargestellt, der Boden wurde hier vernachlässigt.

Die untere Grafik zeigt die Schätzung der Mittelhöhe (Hg) im Alter 100 in 2025 für ein 17 km langes Transekt vom Brocken nach Ilsenburg (Harz), dargestellt entlang der Geländehöhe t.

Quelle: Schmidt 2020, angewendet von Schick (2026).

Bild 1, unten links: Verbreitungsgebiet von Esskastanie

Bild 2, unten links: Verbreitungsgebiet von Schindelrindige Hickory

Bild unten rechts: Publikation "Anbauwürdigkeit und ökologische Zuträglichkeit alternativer Baumarten in Nordwestdeutschland"

Quelle: Lieven et al. 2025