

# Baumartenwahl im Klimawandel

---

Hans Hamkens, Ralf-Volker Nagel, Herrmann Spellmann

Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt

## Einleitung

Im Laufe des letzten Jahrzehnts wurde an der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt (NW-FVA) verstärkt an der Umsetzung klimasensitiver Waldbauplanungen gearbeitet. Daraus resultierten in der nahen Vergangenheit überarbeitete Waldbauplanungen für die Trägerländer Niedersachsen (BÖCKMANN et al. 2019), Hessen (SPELLMANN et al. 2020) und Sachsen-Anhalt (HAMKENS et al. 2020). Weitere Überarbeitungen der waldbaulichen Planungen für Schleswig-Holstein und den Bundeswald werden aktuell umgesetzt. Jeder Auftraggeber stellt unterschiedliche Anforderungen an die Planung, die unter anderem durch Eigentumsarten, standörtliche Ausprägung, waldbauliche Zielstellungen oder Zertifizierung bedingt werden. Darüber hinaus ist eine Weiterentwicklung und Fortschreibung wissenschaftlicher Erkenntnisse bezüglich der Klimafolgenforschung zu erwarten. Das macht eine kontinuierliche und dynamische Anpassung der jeweiligen Waldbauplanungen erforderlich. Um dieser Ausgangssituation gerecht zu werden, wurde deshalb an der NW-FVA ein Algorithmus zur Regionalisierung von Waldbauplanungen entwickelt, der in diesem Beitrag kurz vorgestellt wird. Eine detaillierte Beschreibung des Algorithmus und der Datengrundlagen wird im Laufe des Jahres 2023 als Band 21 in den Beiträgen der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt veröffentlicht.

## Forschungsansatz

Der Forschungsansatz der NW-FVA geht davon aus, dass zunehmender Trockenstress aufgrund verlängerter Vegetationsperioden und erhöhtem Verdunstungsanspruch bei den meisten mitteleuropäischen Baumarten zu einer verminderten Produktivität und einer erhöhten Anfälligkeit gegenüber weiteren abiotischen und biotischen Stressfaktoren führt. Die Einschätzung des Trockenstressrisikos für grund- und stauwasserfreie Waldstandorte erfolgt über Schwellenwerte der Standortwasserbilanz (SWB) nach GRIER u. RUNNING (1977). Sie verrechnet den Mittelwert der klimatischen Wasserbilanz in der Vegetationsperiode (Verhältnis zwischen Verdunstungsanspruch und zur Verfügung stehenden Niederschlägen, KWB) für eine 30-jährige Klimaperiode mit der nutzbaren Feldkapazität des Bodens (pflanzenverfügbares Bodenwasser, nFK) für eine Bezugstiefe von 1 m und nutzt damit Eingangsgrößen, die flächendeckend hoch aufgelöst zur Verfügung stehen. Die SWB integriert somit über die KWB die klimatischen Unterschiede, die bisher über die Klimastufen der forstlichen Standortserkundung berücksichtigt wurden.

## Der Waldbau-Algorithmus *baklawa*

Um den vielfältigen Anforderungen einer klimaangepassten Baumartenwahl an der NW-FVA nachhaltig und transparent begegnen zu können, wurde der *baklawa*-Algorithmus entwickelt. Das Akronym *baklawa* steht für Baumartenwahl im Klimawandel (Baumartenwahl im Klimawandel). Im wesentlichen setzt sich der Algorithmus aus zwei Prozessen zusammen: der Baumartenklassifizierung und der Ableitung von Mischbestandstypen (siehe Abbildung 1). Zielgröße sind die Handlungsoptionen einzelner Standorte in Form von Mischbestandstypen.

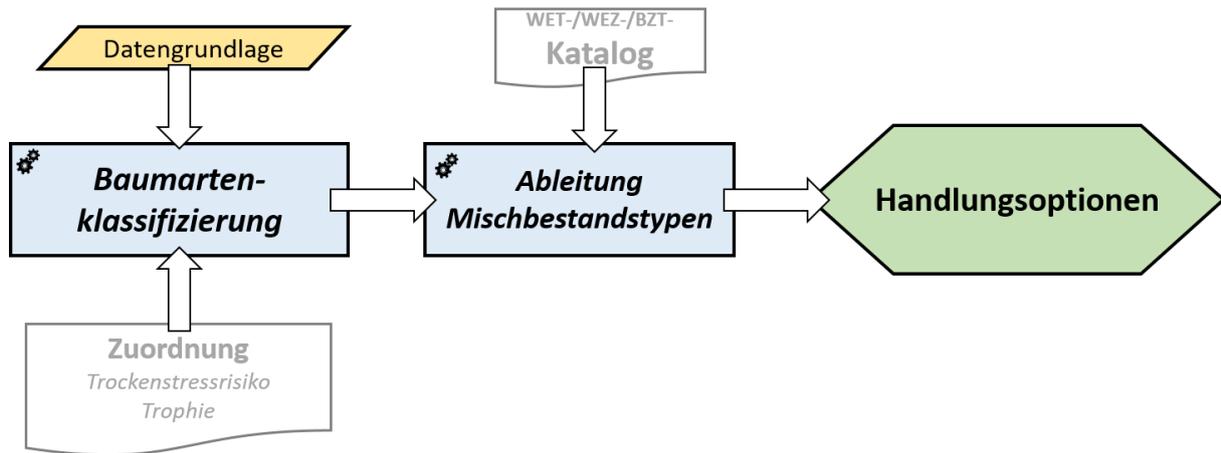


Abbildung 1: Aufbau des baklawa-Algorithmus

Der Algorithmus wurde programmiert, um die unterschiedlichen Besonderheiten der Trägerländer bei der Waldbauplanung zu berücksichtigen. Darüber hinaus bietet der Algorithmus umfangreiche Auswertungs- und Analysemethoden deskriptiver Natur. Er stellt somit ein wichtiges Instrument strategischer Waldbauplanung dar.

### Baumartenklassifizierung

Grundlage aller Klimaanpassungsmaßnahmen ist die Überprüfung, ob auf gegebenem Standort die derzeit dort wachsenden oder dort noch zu verjüngenden Baumarten nach heutigem Stand des Wissens geeignet sind, sowohl mit dem herrschenden, als auch mit dem künftigen Klima zurechtzukommen. Zur Potenziaabschätzung der heimischen und der anbauwürdigen eingeführten Baumarten wurde an der NW-FVA eine Zuordnungstabelle entwickelt. Darin wird die Stellung der Baumarten in Mischbeständen entsprechend ihrer Wasser- und Nährstoffansprüche nach bestimmten Stufen der Standortwasserbilanz (50 mm-Stufen) und der sechs Nährkraftstufen in eine zweidimensionale Matrix eingeordnet. Je nach Erfüllung ihrer ökologischen Ansprüche an den Standort kann die Baumart *führend* (F), *beigemischt* (M), *vorübergehend beigemischt* (VM), *begleitend* (B) oder vom Anbau *ausgeschlossen* (grau) sein. Ihre Trockenstressgefährdung wird berücksichtigt, indem die Hauptbaumarten nur bis zur Mitte ihrer mittleren Trockenstressgefährdung als führend eingeordnet werden. Ab der Mitte des Bereichs mittlerer Trockenstressgefährdung bis an die Grenze zu einer hohen Gefährdung bleibt die Baumart potenziell Mischbaumart. Der Sonderfall *vorübergehend beigemischt* bezieht sich auf waldbauliche Ausgangssituationen in Buchen- und Fichtenbeständen mit flächiger Naturverjüngung, die auf Standorten stocken, deren Wasserversorgung in der Vegetationszeit sich in den kommenden Jahrzehnten in die erste Standortwasserbilanz-Stufe mit hoher Trockenstressgefährdung verschlechtert, so dass hier die vorhandene Verjüngung nur *vorübergehend* im Sinne kürzerer Produktionszeiten bzw. geringerer Zielstärken in die Waldentwicklung einbezogen werden kann. Begleitbaumarten als weiterer Bestandteil der Mischbestandstypen sind die auf einem breiten Standortsspektrum meist natürlich ankommenden Nebenbaumarten und natürlich ankommende Hauptbaumarten in ihrem standörtlichen Grenzbereich. Ihr Beitrag zur Risikovorsorge und zur Erhöhung der Artenvielfalt ist ökologisch nicht zu vernachlässigen.

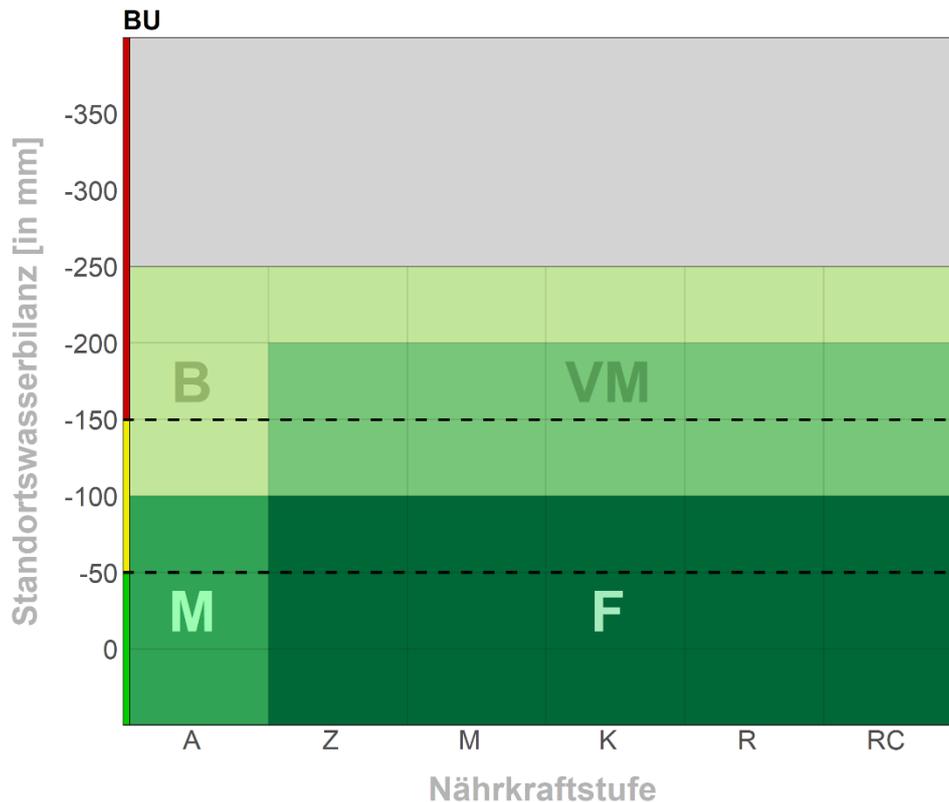


Abbildung 2: Klassifizierung der Buche (BU) auf terrestrischen Standortkombinationen auf Basis der Nährkraftstufe und der Standortswasserbilanzklasse. Die Klassifizierung ist farblich abgestuft in Grüntönen dargestellt: führend (F); Mischbaumart (M); vorübergehende Mischbaumart (VM); Begleitbaumart (B). In grauen Bereichen ist die Baumart ausgeschlossen. Die Trockenstressrisikogrenzen sind durch gestrichelte Linien dargestellt.

Die Abbildung 2 zeigt beispielhaft die Baumartenklassifizierung der Baumart Buche (BU) für Standortkombinationen auf terrestrischen Standorten. Anhand der gestrichelten Trockenstressrisikogrenzen zeigt sich die Klassifizierung der Buche als führende Baumart bis in das mittlere Trockenstressrisiko bei -100 mm SWB.

Da die Beeinflussung des Trockenstressrisikos für Baumarten auf den Nassstandorten nicht durch Standortswasserbilanzen bestimmt werden kann, werden dort für die Zuordnung der Bestandeszieltypen Informationen aus der Standortkartierung angewendet. Zuordnungsgrößen sind hier die Nährkraftstufe und die Feuchtestufe des Bodens sowie des Mesoreliefs. Diese Bodenmerkmale lassen sich bislang nicht klimatisch dynamisieren und entsprechen damit den heutigen Kartierungsständen. Zu den Nassstandorten zählen die organischen/mineralischen Nassstandorte, die Bachtälchen-, die Überflutungs- sowie Standorte mit Wechselfeuchte.

### Empfehlung von Mischbestandstypen

In dem standortsgebundenen Rahmen lassen sich Baumarten, die in ihren ökologischen Ansprüchen und in ihrem Wuchsverhalten zueinander passen und oftmals auch natürlich miteinander vergesellschaftet sind, zu Mischbestandstypen kombinieren. Für die Bevorzugung von Mischbeständen sprechen vor allem ihre oft höhere Stabilität und ihre fast immer höhere Resilienz beim Ausgleich von Störungen. Durch die strenge Beachtung der Standortsansprüche und des Konkurrenzverhaltens der Baumarten lassen sich Misserfolge vermeiden, Pflegekosten begrenzen und natürliche Entwicklungen gezielt nutzen. Unter Berücksichtigung dieser Gesichtspunkte ist es in gleichaltrigen Mischungen meist

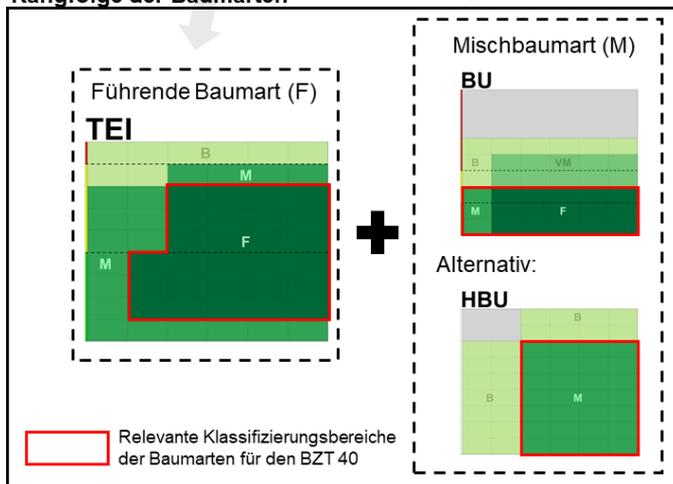
empfehlenswert, die Baumarten gruppen- bis horstweise oder kleinflächig zu mischen. Je nach Trägerland der NW-FVA werden die Mischbestandstypen unterschiedlich bezeichnet:

- Niedersachsen/Schleswig-Holstein: Waldentwicklungstyp (WET)
- Hessen: Waldentwicklungsziel (WEZ)
- Sachsen-Anhalt: Bestandeszieltypen (BZT)

Grundlage für die Ableitung der Mischbestandstypen ist einerseits die Baumartenklassifizierung auf gegebenen Standort und andererseits die Mischungsvorgaben, die durch einen Katalog definiert sind. In Abhängigkeit besagter Baumartenklassifizierung lassen sich für alle terrestrische Standortkombinationen (SWB/Trophie) Bereiche identifizieren, auf denen ein Mischbestandstyp grundsätzlich empfohlen wird. Diese sogenannten Planungsbereiche ergeben sich aus der Schnittmenge der zumindest erforderlichen Baumartenklassifizierung der geforderten Baumartenkombinationen.

### BZT 40: Traubeneiche – Buche/Hainbuche

#### Rangfolge der Baumarten



BZT 40: TEI-BU	
Traubeneiche:	60 - 80 %
Buche/Hainbuche:	10 - 30 %
Begleitbaumarten:	10 - 20 %

#### BZT

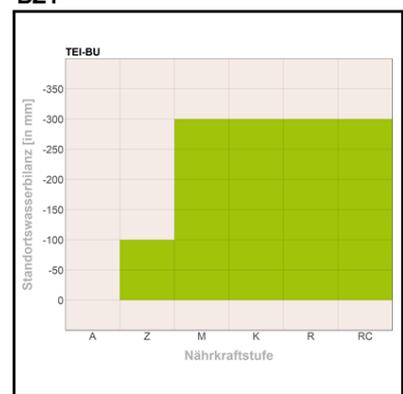


Abbildung 3: Ableitung des Planungsbereiches des BZT 40 (Traubeneiche – Buche/Hainbuche) auf Basis der Baumartenklassifizierung. Der Planungsbereich ergibt sich aus der Schnittmenge der relevanten Klassifizierungsbereiche (rot) der geforderten Baumartenkombination.

Am Beispiel der Abbildung 3 zeigt sich, dass zwangswise an die führende Baumart des dargestellten Mischbestandstyps die höchste Klassifizierung gefordert ist. In diesem Falle ist es der Bereich, in dem die Traubeneiche (TEI) mit F klassifiziert ist. An die Mischbaumart Buche (BU) sind etwas kleinere Anforderungen gestellt, so dass hier die Bereiche mit der Einordnung M oder F ausreichend sind. Eine Besonderheit stellen die Alternativbaumarten dar. Um BZT möglichst weit fassen zu können, wurden für eine ganze Reihe an Mischbestandstypen Alternativbaumarten zugeordnet, die die primäre Baumart aus waldwachstumskundlicher Sicht ergänzen oder gar ganz ersetzen können. Am Beispiel des BZT 40 kann diese Rolle die Hainbuche (HBU) übernehmen. Das bedeutet, dass sich dadurch auch der grundsätzliche Planungsbereich in den meisten Fällen erweitert.

## Restriktionen

Über die grundsätzlichen Empfehlungen auf Basis der standörtlichen und klimatischen Grundlage hinaus, ist der Algorithmus in der Lage Restriktionen bei der Baumartenklassifizierung oder der Empfehlung zu berücksichtigen. Die Gründe für die Anwendung von Restriktionen können vielfältig sein. Neben strategischen können auch waldwachstumskundliche oder physiologische Gesichtspunkte eine Rolle spielen, die durch Standortwasserbilanz und Trophie nur bedingt erfasst werden können.

## Ausblick

Die Fortschreibung der bisherigen Klimamodellgeneration (CMIP5, IPCC 2013) und der darauf beruhenden Klimafolgenforschung machen eine Weiterentwicklung des Algorithmus notwendig. Ein wesentlicher Punkt ist dabei die Berücksichtigung von sogenannten Ensembles. Dabei handelt es sich um zusammengefasste Klimamodellsimulationen, die einem Klimaszenario unterliegen (HÜBENER et al. 2017).

Anstatt der bisherigen Auswahl eines bestimmten Modelllaufes wird in der nächsten Generation des *baklawa*-Algorithmus ein ganzes Ensemble berücksichtigt werden. Daraus ergeben sich Robustheitsgrade für die Empfehlung auf einem Standort. Voraussichtlich wird die neue Waldplanung des Trägerlandes Schleswig-Holstein im Laufe des Jahres 2023 auf einem Ensemble beruhen.

## Literatur

- BÖCKMANN, T.; HANSEN, J.; HAUSKELLER-BULLERJAHN, K.; JENSEN, T.; NAGEL, J.; NAGEL, R.-V.; OVERBECK, M.; PAMPE, A.; PETERIT-BITTER, A.; SCHMIDT, M.; SCHRÖDER, M.; SCHULZ, C.; SPELLMANN, H.; STÜBER, V.; SUTMÖLLER, J.; WOLLBORN, P. (2019): Klimaangepasste Baumartenwahl in den Niedersächsischen Landesforsten [Band 61]. Aus dem Walde - Schriftenreihe Waldentwicklung in Niedersachsen. Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt. 170 S.
- GRIER, C.G.; RUNNING, S.W. (1977): Leaf Area of Mature Northwestern Coniferous Forests: Relation to Site Water Balance. *Ecology* 58(4): 893–899. <https://doi.org/10.2307/1936225>
- HAMKENS, H.; SPELLMANN, H.; NAGEL, R.-V.; BURESCH, M. (2020): Entscheidungshilfen zur klimaangepassten Baumartenwahl im Land Sachsen-Anhalt. Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Energie des Landes Sachsen-Anhalt. 69 S.
- HÜBENER, H.; BÜLOW, K.; FOOKEN, C.; FRÜH, B.; HOFFMANN, P.; HÖPP, S.; KEULER, K.; MENZ, C.; MOHR, V.; RADTKE, K.; RAMTHUN, H.; SPEKAT, A.; STEGER, C.; TOUSSAINT, F.; WARRACH-SAGI, K.; WOLDT, M. (2017): ReKliEs-De [Ergebnisbericht]. 76 S.
- IPCC (2013): *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324>
- SPELLMANN, H.; SUTMÖLLER, J.; BÖCKMANN, T.; DÖBBELER, H.; HAMKENS, H.; NAGEL, R.-V. (2020): Entscheidungshilfen zur klimaangepassten Baumartenwahl. In: Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (Hrsg.), *Waldzustandsbericht 2020 für Hessen*. S. 22–28.