

# Baumarteneignung und Standort-Leistungsbezug

Klimarisiko wird künftig um standortsabhängiges Wachstumspotential ergänzt

Wolfgang Falk, Klara Dolos, Björn Reineking und Hans-Joachim Klemmt

**Um den Waldumbau unter dem Vorzeichen des Klimawandels hin zu klimastabilen Beständen zu unterstützen, hat die LWF in einem ersten Schritt Klima-Risikokarten entwickelt. Diese beschreiben die standörtliche Eignung für zahlreiche Baumarten unter der Berücksichtigung von Boden und Klima. Für eine Vielzahl forstbetrieblicher Entscheidungen reicht diese grundlegende Einwertung der aktuellen oder zukünftigen Anbaueignung allerdings nicht aus. Insbesondere die angestrebte Begründung von Mischbeständen erfordert Kenntnisse über Wachstums- und Zuwachsgänge der wichtigsten Baumarten unter aktuellen und zukünftigen Klimabedingungen. Diese Fragen zum Standort-Leistungsbezug soll nun ein Projekt der LWF beantworten. Eine Vorstudie zur Fichte wird aktuell von der Universität Bayreuth im Rahmen des Forschungsverbundes FORKAST durchgeführt.**

Die Arbeiten der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) und zahlreiche universitäre Forschungsvorhaben liefern Erkenntnisse und Materialien, die für die Beratung der Waldbesitzer insbesondere vor dem Hintergrund des Klimawandels wichtig sind: Wenn es in Bayern bis zum Ende des Jahrhunderts um durchschnittlich  $1,8\text{ }^{\circ}\text{C}$  wärmer wird (Klimaszenario WETTREG B1), ist dieses künftige Klima in einigen Teilen Bayerns mit dem jetzigen im Südwesten Frankreichs oder in Norditalien zu vergleichen. Für die Baumartenwahl sowie für waldbauliche Handlungsempfehlungen mangelt es den bayerischen Forstpraktikern aber schlicht an Erfahrungen mit derartig veränderten Wuchsbedingungen. Die LWF hat es sich zur Aufgabe gemacht, dieses Wissensdefizit mit ihren Forschungsprojekten abzubauen. In den Projekten »Bäume für die Zukunft« (KLIP 3) und »Karten für die Zukunft« (KLIP 4) werden bis Jahresende standörtliche Grundlagendaten und Informationen zur Baumarteneignung bereitgestellt (Beck et al. 2012). Diese Karten berücksichtigen neben mittleren Klimawerten den Einfluss von Boden und Relief. Sie beschreiben positiv formuliert die Eignung oder negativ formuliert das Risiko einer Baumart am jeweiligen Standort. Die Karten beantworten die Frage nach der Standorteignung basierend auf der aktuellen Verbreitung der Baumarten, können aber nicht Wachstumsgänge, Zuwächse oder deren Veränderungen quantifizieren. Daher wird die LWF in einem noch in diesem Herbst startenden Projekt den Standort-Leistungsbezug für die in Bayern häufigsten Baumarten untersuchen. Ziel des Projekts ist es, das standortbezogene Wachstumspotential zu beschreiben und zunächst in Kartenform darzustellen. Die Kombination aus standörtlicher Eignung und Leistungsbewertung soll zu einer neuen Qualität in der Beurteilung der Folgen einer Klimaerwärmung führen und letztendlich solide Grundlagen für zukünftige waldbauliche Handlungsempfehlungen liefern.

## Welche Baumarten sind gleichzeitig für heutige und künftige Bedingungen geeignet?

Abbildung 1 zeigt die standörtliche Baumarteneignung für die Fichte unter heutigen Klimabedingungen, wie sie aus europäischen Klimadaten abgeleitet werden kann. Die mit der Methode der Artverbreitungsmodellierung erstellten Karten beruhen auf drei klimatischen Größen: der Temperatur im Januar, der mittleren Temperatur und der Niederschlagssumme in der Periode Mai bis September. Die Temperatur in der Vegetationsperiode (hier vereinfachend definiert als Zeitraum Mai bis September) ist in Abbildung 2 dargestellt. Mit Hilfe von Klimaszenarien kann eine Abschätzung gemacht werden, wie sich die Eignung in einer wärmeren Zukunft darstellt (vgl. Beck et al. 2012).

## Wie kann der Einfluss des Klimas auf das Wachstum abgeschätzt werden?

Es gibt verschiedene Ansätze, Regeln über das standortabhängige Wachstum von Bäumen aus Messdaten abzuleiten. Wichtige Gesetzmäßigkeiten des Waldwachstums wurden bisher häufig anhand ertragskundlicher Versuchsflächendaten abgeleitet (Assmann 1961). Neben den Versuchsflächen existiert mit den dendrometrischen Erhebungen der Großrauminventur in Bayern seit 1971 bzw. im gesamten Bundesgebiet seit 1986 mit den Daten der Bundeswaldinventur eine weitere wichtige wachstumskundliche Datenquelle. Im Unterschied zu den genau untersuchten und zu speziellen Fragestellungen angelegten Versuchsflächen sind Inventuren wie die Bundeswaldinventur flächenrepräsentativ. Die Daten haben nicht die gewünschten langen Zeitreihen, aber sie bilden die gesamte Bandbreite an Standortbedingungen ab, die es beispielsweise in Bayern gibt. Die Inventurdaten sollen zukünftig in Bayern verstärkt zur Erlangung waldwachstumskundlicher Erkenntnisse genutzt werden.

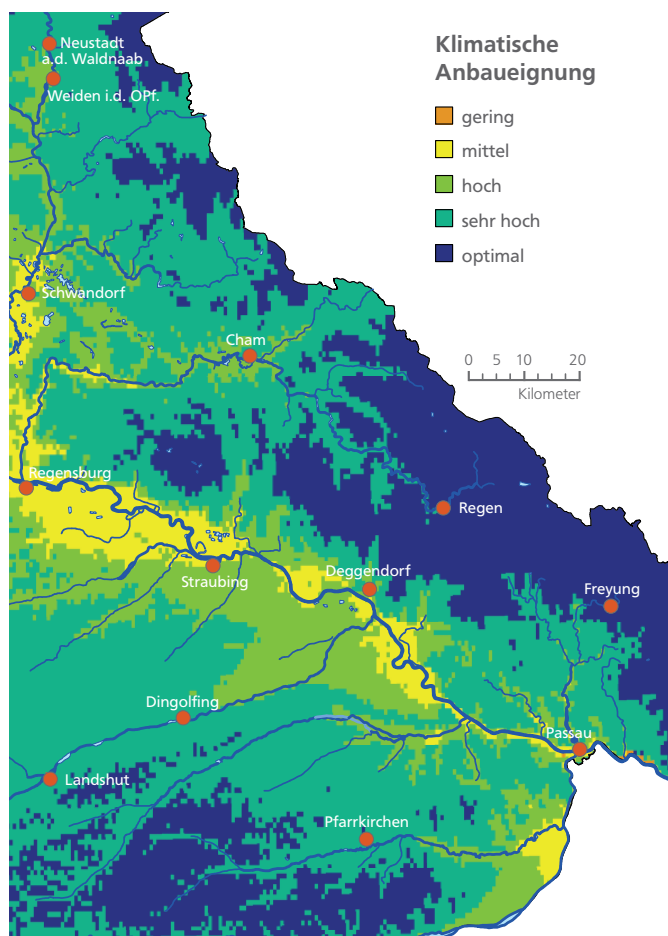


Abbildung 1: Klimatische Anbaueignung der Fichte in Ostbayern; die Eignung ist umso höher, je kühler und frischer die Standorte sind. Sie nimmt also im Tertiärhügelland und den Höhenlagen des Bayerischen Waldes zu und sinkt hin zum sommerwarmen Donautal.

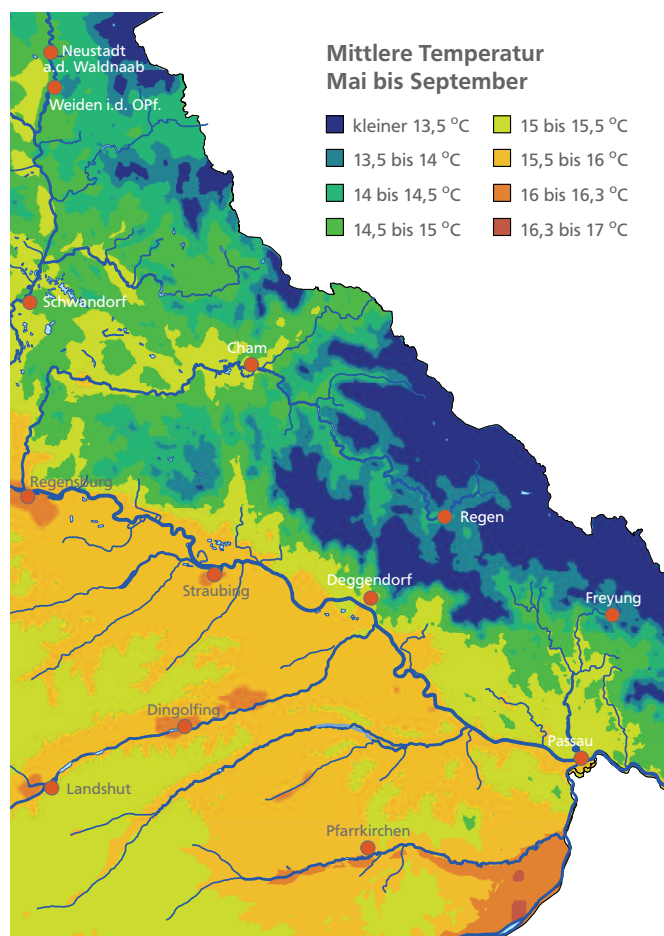


Abbildung 2: Die mittlere Temperatur Mai bis September aus Daten der Periode 1971–2000; diese Größe wird für die Beurteilung der klimatischen Anbaueignung und des Wachstumspotentials verwendet.

In einer Vorstudie der Universität Bayreuth wurden diese Daten bereits zur Abschätzung der potentiellen relativen Grundflächenhaltung bei der Baumart Fichte in Abhängigkeit von Klima und Konkurrenzsituation angewendet. Methodisch wurde dabei auf den Erkenntnissen von Kunstler et al. (2011) aufgebaut. Letztere konnten anhand der Untersuchung von 17.000 Forstinventurpunkten in den französischen Alpen und im französischen Jura unter anderem zeigen, dass entlang eines klimatischen Gradienten der absolute Einfluss von Konkurrenz auf das Baumwachstum mehr oder weniger konstant ist, aber die Bedeutung der Konkurrenz relativ zu anderen Umweltfaktoren deutlich variiert. Aufbauend auf diesen Erkenntnissen wurde ein Wachstumsmodell entwickelt, das die relative Bestandesgrundfläche an einem Inventurpunkt in Abhängigkeit der Mitteltemperatur in der Vegetationszeit, der klimatischen Wasserbilanz sowie der Konkurrenzsituation am Inventurpunkt abschätzt, wobei Abwesenheit der Fichte auf warmen und trockenen Standorten in Bayern in das Modell Eingang fanden. In Abbildung 3 sind erste Ergebnisse exemplarisch für einen Landschaftsausschnitt in Ostbayern dargestellt.

Das Wachstumsmodell liefert im jetzigen Entwicklungszustand noch nicht für alle Regionen Bayerns belastbare bzw. mit bisherigen Erfahrungen und Modellen im Einklang stehende Ergebnisse. Es wird derzeit stark vom positiven Effekt der Temperatur bestimmt, wie der Vergleich der Abbildungen 2 und 3 zeigt: je wärmer, desto besser wachsen die Bäume. Eine Weiterentwicklung sowohl der Modellstruktur als auch der Prädiktoren wird zeigen, ob der Einfluss der Wasserverfügbarkeit auf das Wachstum anhand des bayerischen Datensatzes beschrieben werden kann. Schwierigkeiten dabei sind der eingeschränkte Umweltraum Bayerns und die stark vom Management beeinflusste Abwesenheit der Arten vor allem an Stressstandorten.

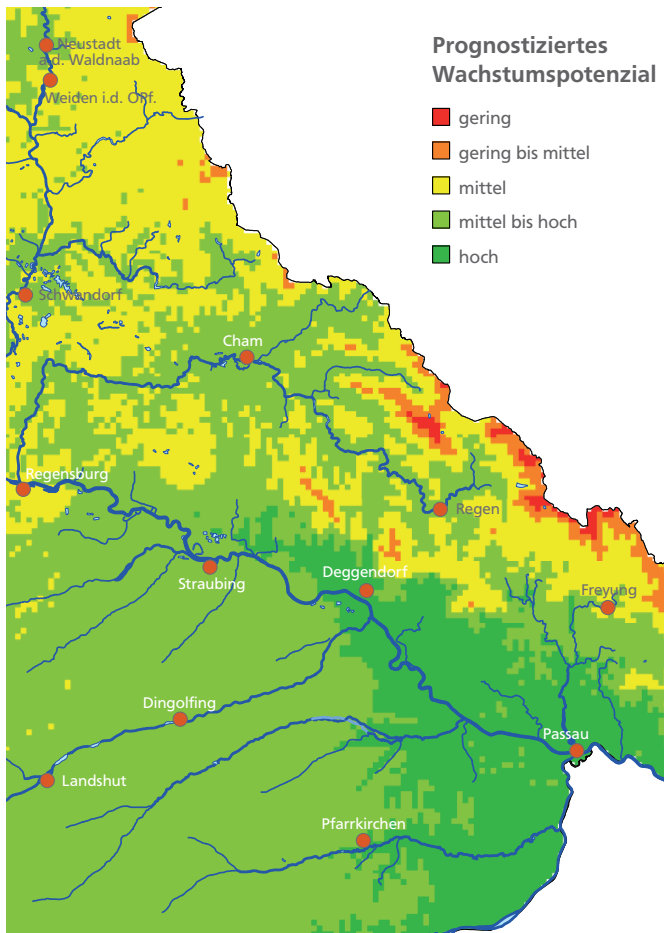


Abbildung 3: Beispiel für ein modelliertes Dickenwachstum der Fichte in Ostbayern; das Wachstumspotential wird in den kühlen Höhenlagen geringer eingeschätzt als in den wärmeren Tälern und Niederungen.

### Wie hängen Baumarteneignung und Wachstum zusammen?

Stimmen die aus Artverbreitungsmodellen gewonnene Baumarteneignung und die Leistungsfähigkeit der Standorte generell überein? Das muss nicht unbedingt sein, wie die Abbildungen 1 und 3 zeigen. Grundsätzlich sind hohe Zuwächse außerhalb der in den Verbreitungsmodellen als geeignet bezeichneten Gebieten mit Vorsicht zu genießen. Hier ist nicht garantiert, dass die Baumart dauerhaft erfolgreich angebaut werden kann, sondern es ist zu erwarten, dass hohe Ausfall-Risiken bestehen. Zudem unterschätzt das bisherige Wachstumsmodell Trockenstress und beschreibt dadurch eine Begrenzung des Wachstums durch Wassermangel nicht ausreichend deutlich. Es ist in diesen Regionen also Vorsicht vor zu hohen Zuwacherwartungen geboten. Innerhalb der geeigneten Flächen gibt es ebenfalls einen gegenläufigen Zusammenhang von Standorteignung und Zuwacherwartung: Hohe Eignung muss nicht mit hohen Zuwächsen einhergehen. Das liegt an der unterschiedlichen Wirkung von Standortfaktoren, je nachdem, ob Überlebenswahrscheinlichkeit oder Zuwachs betrachtet wird. Kühle Temperaturen und hohe Nieder-

schläge der Gebirgslagen führen für eine Baumart wie der Fichte zu stabilen Beständen mit vitalen Individuen. Die Zuwächse hingegen sind in diesen Lagen durch die Energie (Temperatur und Länge der Vegetationsperiode) limitiert, Trockenstress spielt praktisch keine Rolle. Umgekehrt ist im Falle der Fichte am warm-trockenen Verbreitungsrand das Ausfall-Risiko auf Grund von Trockenheit und biotischen Kalamitäten erhöht, was sich in einer niedrigen Eignung niederschlägt. Die Zuwächse sind jedoch relativ hoch, da sich höhere Temperaturen positiv auf das Wachstum auswirken, solange die Transpiration nicht übermäßig durch Wassermangel eingeschränkt wird. Die Untersuchung des Standort-Leistungsbezuges ergänzt also den Ansatz der Baumartenverbreitung und der daraus abgeleiteten Baumarteneignung um die für die Praxis wichtige Dimension des zu erwartenden Zuwachses. Die Kombination dieser beiden Modellansätze ermöglicht es zudem, den ökologischen Zusammengang von Vitalität, Zuwachs und Verbreitungsgrenzen zu erforschen. Das im Herbst startende LWF-Projekt dient als Forschungsvorhaben der Methodenentwicklung und beschränkt sich daher auf die häufigsten Baumarten in Bayern. Der Forschungscharakter wird unterstrichen durch Kooperationen zwischen der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft und universitären Forschungseinrichtungen innerhalb und außerhalb des Zentrums Wald-Forst-Holz in Weihenstephan.

### Literatur

Assmann, E.; (1961): *Waldtragskunde. Organische Produktion, Struktur, Zuwachs und Ertrag von Waldbeständen*. BLV Verlagsgesellschaft, München, Bonn, Wien, 490 S.

Beck, J.; Dietz, E.; Falk, W. (2012): *Digitales Standortinformationssystem für Bayern*. LWF aktuell 87, S. 20–23

Kunstler, G.; Albert, C.H.; Courbaud, B. et al. (2011): *Effects of competition on tree radial-growth vary in importance but not in intensity along climatic gradients*. Journal of Ecology 99 (1), S. 300–312

---

Wolfgang Falk ist Mitarbeiter der Abteilung »Boden und Klima« an der LWF. Dr. Hans-Joachim Klemmt, Abteilung »Waldbau und Bergwald«, ist Landesinventurleiter für die Bundeswaldinventur 3 in Bayern. Klara Dolos arbeitet in der Gruppe Biogeographische Modellierung von Prof. Reineking an der Universität Bayreuth an den Themen Wachstum und Risiko von Waldökosystemen.  
 Wolfgang.Falk@lwf.bayern.de,  
 Hans-Joachim.Klemmt@lwf.bayern.de,  
 klara.dolos@uni-bayreuth.de, bjoern.reineking@uni-bayreuth.de