

Zukunftsfähig?

27 seltene und alternative Baumarten unter der Lupe

Lisa Kaule, Tobias Mette, Marc Kühnbach, Markus Engel, Wolfgang Falk

Zu vielen Baumarten stellt die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) bereits umfangreiche Informationen bereit: Das Bayerische Standortinformationssystem (BaSIS) bietet Anbauriskokarten für 32 Baumarten, die in zwei LWF-Praxishilfen detailliert erläutert werden. 60 weitere und hierzulande zum Teil wenig bekannte Arten gelten nach den Leitlinien der Forstverwaltung als (potentiell) anbaufähig. Die LWF untersucht die Standortansprüche von 27 daraus ausgewählten Baumarten – die heimische Walnuss dient in diesem Beitrag als Beispiel.

Höhere Temperaturen, veränderte Niederschläge und Wetterextreme wirken sich auf die Standortbedingungen für unsere heimischen Wälder aus. Die heißen und trockenen Sommer der letzten Jahre schwächen unsere Hauptbaumarten, der Schädlingsdruck steigt und mehr Bäume sterben ab (Kühnbach et al. 2022, StMELF 2022).

Für eine Anpassung der Wälder an den Klimawandel steht den bayerischen Försterinnen und Förstern seit 2013 das Standortinformationssystem BaSIS zur Verfügung. Bestandesgenau lassen sich hier Standortdaten sowie das aktuelle und zukünftige Anbaurisiko einer Reihe von Baumarten abfragen (LWF 2013). Anfangs waren 21 der wichtigsten Baumarten in BaSIS aufgenommen, bald jedoch wurde von Seiten der Praxis der Wunsch laut, weitere seltene heimische und nichtheimische Baumarten einzubeziehen. Entsprechend erweiterte man BaSIS 2018 um elf Arten, darunter neben Elsbeere oder Vogelkirsche auch Arten wie Schwarzkiefer oder Roteiche (Thurm et al. 2018). Zu diesen 32 Arten gab die LWF 2019 bzw. 2020 zwei Praxishilfen heraus, die umfassende Informationen über deren Standortansprüche und Anbaurisiko sowie zu Waldbau, Ökologie und Nutzung enthalten (LWF 2019, 2020).

Parallel zu dieser Entwicklung erweiterte ein Expertengremium in den Jahren 2018 bis 2021 das Baumarten-Portfolio um 60 potentiell anbaufähige Arten und klassifizierte diese in den Leitlinien »Baum-

arten für den Klimawald« hinsichtlich ihres Anbaus (StMELF 2021). Neben 15 bisher nicht erfassten seltenen heimischen Arten sind darunter auch 45 nichtheimische Arten: sechs mit allgemeiner Anbauempfehlung, 39 zunächst nur mit einer Empfehlung für Praxisanbauversuche. Da allgemein wenig über den Anbau dieser Arten bekannt ist, recherchiert die LWF im Projekt »Anbaurisiko und Standortansprüche alternativer Baumarten mit geringer Datengrundlage« dazu in Daten- und Literaturquellen. Zwar umfasst der Begriff »alternativ« im engeren Sinn nur nichtheimische Baumarten, »die ihr natürliches Verbreitungsgebiet vor Beginn der Neuzeit (= Entdeckung Amerikas) nicht in Deutschland hatten« (StMELF 2021). Auf vielfachen Wunsch hin bezieht das Projekt nun aber auch seltene heimische Baumarten mit ein – der Begriff »alternativ« wird hier also gemeinsam für seltene heimische und nichtheimische Arten verwendet.

Datengrundlage und Auswahl der alternativen Baumarten

Im Gegensatz zu den meisten der bisher 32 BaSIS-Baumarten sind zu den alternativen Baumarten nur wenige Daten verfügbar – zumindest in den üblicherweise genutzten Quellen. Als solche dienen bislang forstliche Inventuren in Europa. Für die alternativen Baumarten müssen jedoch neue Datenquellen erschlossen und ihre Übertragbarkeit auf bayerische Standorte sichergestellt werden. Drei Quellen sind hier von wichtiger Bedeu-



tung: Die *Biodiversitätsdatenbank GBIF* (*Global Biodiversity Information Facility*, GBIF 2023) enthält frei zugängliche weltweit gesammelte Informationen zu Vorkommen von Tier- und Pflanzenarten. Diese Daten stellen verschiedene öffentliche Institutionen der Partnerländer wie Museen, Universitäten und Forschungszentren zur Verfügung. Validierte »*citizen science*«, d. h. Einträge fachkundiger Amateure wie z. B. Hobby-Vegetationskundler, werden ebenfalls eingepflegt. Im Rahmen des LWF-Projekts ist eine Plausibilisierung der Vorkommenskoordinaten wichtig. Deshalb validierte man die Koordinaten zusätzlich mit Hilfe einer globalen Landnutzungskarte, um Nichtwald-Vorkommen wie Parkanlagen und botanische Gärten auszuschließen.



1 Sechs Beispielarten, die im Projekt »Alternative Baumarten« untersucht werden (im Uhrzeigersinn, beginnend o.l.): Baumhasel (*Corylus colurna* L.), Hopfenbuche (*Ostrya carpinifolia* SCOP.), Küstenmammutbaum (*Sequoia sempervirens* (D.DON) ENDL.), Mehlbeere (*Sorbus aria* (L.) CRANTZ), Westliche Hemlockstanne (*Tsuga heterophylla* (RAF.) SARG.), Tulpenbaum (*Liriodendron tulipifera* L.)

Fotos: Klaus Stangl, Tobias Hase, Gregor Aas, Boris Mittermeier



Die zweite Quelle stellen *Artverbreitungskarten* dar. Sie wurden zur »Absenzdatengenerierung« hinzugezogen. Im Unterschied zu nationalen Waldinventuren, deren Aufnahmepunkte in regelmäßigen Gitternetzen angeordnet sind und in denen das Fehlen einer Baumart als Absenz (= Nichtvorkommen) interpretiert werden kann, enthält die GBIF-Datenbank ausschließlich Präsenzdaten. Da auch die Absenz einer Art eine wichtige Information darstellt, dienen die Artverbreitungskarten zur Erstellung von Absenzdaten. Für in Europa heimische Arten wird auf Caudullo et al. (2017) zurückgegriffen, deren Karten bekannte Verbreitungsgebiete aus der Literatur verschneiden. Die Verbreitungskarten der nordamerikanischen Arten basieren auf den Karten von E. Little (Werke von 1971-1978), die Fryer et al. (2018) zur Verfügung stellen.

Anschließend wurden insgesamt 27 Baumarten aus den Leitlinien »Baumarten für den Klimawald« der Bayerischen Forstverwaltung unter Abwägung der Datengrundlage und des Interesses von Seiten der Praxis ausgewählt (Abbildung 2). Darunter befinden sich sechs seltene heimische Laubbäume sowie acht nichtheimische Nadel- und 13 nichtheimische Laubbaumarten. Allein für 15 der 27 Arten existieren mehr als 10.000 GBIF-Einträge – dies zeigt, dass einige hierzulande weniger bekannte Baumarten im globalen Kontext durchaus eine wichtige Rolle spielen. Es reicht somit nicht, nur europäische Vorkommen zu betrachten: Vielmehr müssen neben neuen Datenquellen zu den Artvorkommen auch neue Datenquellen zu Klima, Boden und Landnutzung erschlossen werden.

Als dritte Informationsquelle kommt daher die *Literaturrecherche* hinzu. Sie spielt eine wichtige Rolle bei der Interpretation der Verbreitungsdaten, besonders in Bezug auf die Bodenansprüche und anthropogene Einflüsse.

Erstellen der Artverbreitungsmodelle

Für jede untersuchte Baumart wird ein Artverbreitungsmodell erstellt (*Species distribution model (SDM)*). Dazu werden die Vorkommen einer Art über die registrierten Koordinaten mit Umweltparametern wie Klima und Boden verschnitten. Weltweite Klimadaten sind mittlerweile gut verfügbar. Im Rahmen des LWF-Pro-

jekts nutzte man den CHELSA-Datensatz (Karger et al. 2017) und ermittelte daraus die drei Klimaparameter »Sommertemperatur«, »Wintertemperatur« sowie »Sommerniederschlag« für die Klimaperiode 1981-2010.

Das resultierende Artverbreitungsmodell gibt an, wie wahrscheinlich das Vorkommen einer Art bei gegebenem Klima ist. Diese Wahrscheinlichkeit liegt zwischen 0 und 1 (= 100%). In erster Instanz ist das Modell somit klimasensitiv. Der Einfluss des Bodens stellt sich dagegen aufgrund seiner kleinräumigen Heterogenität und fehlender länder-/kontinentübergreifend harmonisierter Karten als schwierig dar. Hier sind die durchgeführten Literaturstudien und Expertenbefragungen zielführender. Die ermittelten Ansprüche an den Boden können dann als Begleittext die klima-abhängigen Artverbreitungsmodelle oder – wie im Falle von BaSIS – als Patch das Anbaurisiko ergänzen (Thurm et al. 2018).

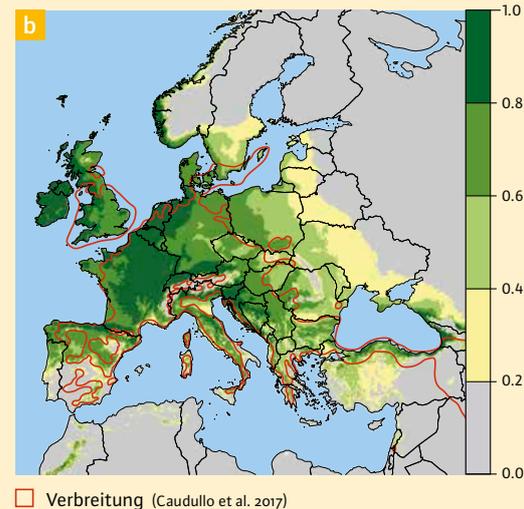
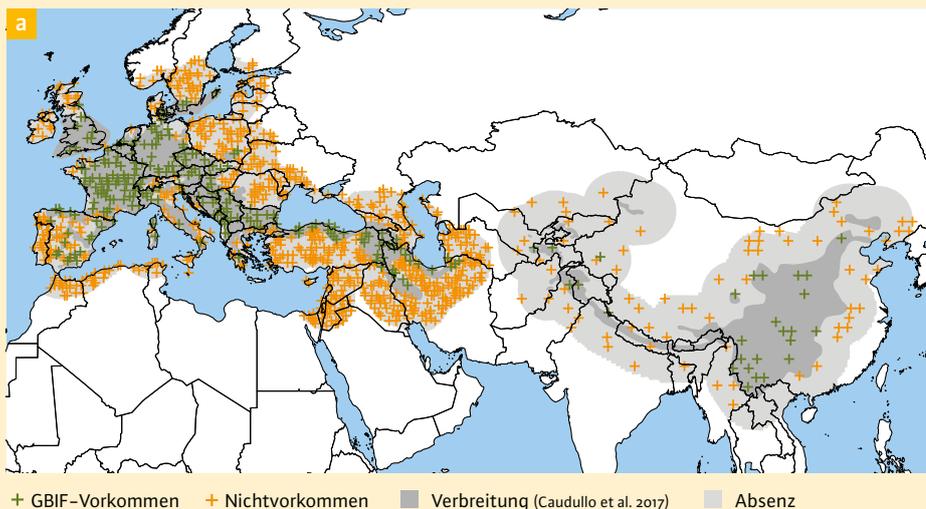
Das Artverbreitungsmodell lässt sich unabhängig von den Eingangsdaten auf aktuelle oder zukünftige Klimadaten anwenden. Modellbasierte Artverbreitungskarten für das aktuelle Klima sind den realen Verbreitungsdaten sehr ähnlich, aber nicht identisch. Nicht selten werden Gebiete für eine Art als klimatisch günstig ausgewiesen, in denen diese nicht oder nur selten vorkommt. Das kann an der nacheiszeitlichen Verbreitungsgeschichte liegen, an Ausbreitungshindernissen wie Gebirgen und Wasser oder auch an nicht erfassten Klimaparametern wie z. B. lokal bis regional auftretenden Wetterextremen. Daher ist die aktuelle Karte sehr wichtig für das Verständnis und die Güte des verwendeten Modells. Nach Abgleich mit dem aktuellen Klima lässt sich ein Artverbreitungsmodell mithilfe von

Kategorie	Beschreibung	Ausgewählte Baumarten
–	selten, heimisch	Mehlbeere, Moorbirke, Walnuss, Wildapfel, Schwarzpappel, Flatterulme
Kategorie 1	mit Anbauempfehlung	Schwarznuss*
Kategorie 2	mit eingeschränkter Anbauempfehlung	Atlaszeder, Libanonzeder, Baumhasel
Kategorie 3	nur mit wissenschaftlicher Begleitung	Rotahorn*, Zuckerahorn*, Rosskastanie, Schuppenrinden-Hickory*, Orient-Buche, Manna-Esche, Tulpenbaum*, Balkankiefer, Gelbkiefer*, Seesträndkiefer, Ungarische Eiche, Küstenmammutbaum*, Riesenlebensbaum*, Silberlinde, Westliche Hemlockstanne*
Ohne Kategorie		Schweizer Ahorn, Hopfenbuche

2 Übersicht der 27 ausgewählten Baumarten, kategorisiert nach den Leitlinien für den Klimawald (StMELF, 2021)

* nordamerikanische Arten

Kursiv: Arten mit mehr als 10.000 GBIF-Einträgen



3 Natürliche eurasische (a) und modellierte europäische (b) Artverbreitung der Walnuss als Waldbaumart. a: Die Verbreitungskarte in dunkelgrau entstammt Caudullo et al. (2017), die grünen Kreuze zeigen auszugswweise die dokumentierten GBIF-Vorkommen. Aus dem 400 km Puffer um die Verbreitungskarte in hellgrau werden die für das Artverbreitungsmodell benötigten Nichtvorkommen (= Absenzen) gezogen (orange Kreuze). b: Vorkommenswahrscheinlichkeit skaliert von 0–1 mit max. Wahrscheinlichkeit bei 1.

Klimamodelldaten in die Zukunft rechnen. Solche Karten zeigen die hypothetische Arealverschiebung einer Art im Klimawandel und sind Grundlage für die Beurteilung des jeweiligen Anbaurisikos (z. B. in BaSIS).

Im Ansatz haben die Verbreitungsmodelle für die 27 alternativen Arten viel gemeinsam mit den Verbreitungsmodellen, auf denen das Anbaurisiko der 32 BaSIS-Baumarten beruht. Allerdings reichen die europäischen Waldinventuren, auf die sich die BaSIS-Modelle stützen, in der Regel nicht aus, um die Verbreitung der alternativen Arten zu beschreiben. Neben den oben beschriebenen neuen Datengrundlagen sind auch Anpassungen der methodischen Vorgehensweisen erforderlich. Der grundlegendste Unterschied ist, dass die

Hauptdatenquelle GBIF nicht repräsentativ widerspiegelt, wo eine Art vorkommt, sondern wo sie dokumentiert wurde: Einträge in Europa oder Nordamerika sind häufiger als in Afrika oder Zentralasien, oft liegen sie in der Nähe bekannter Untersuchungsgebiete. Für die Libanonzeder beispielsweise stehen 122 Einträge im Nahen Osten 568 Einträgen in England gegenüber. Auch die Artverbreitungskarten ziehen nur eine grobe idealisierte Grenze zwischen Vorkommen und Nichtvorkommen anstatt Vorkommensgradienten vom Verbreitungsschwerpunkt zum Verbreitungsrand widerzugeben. Sie dienen wie beschrieben zur Ergänzung der Präsenzdaten aus GBIF, vor allem aber, um die für das Modell notwendigen Absenzdaten zu generieren.

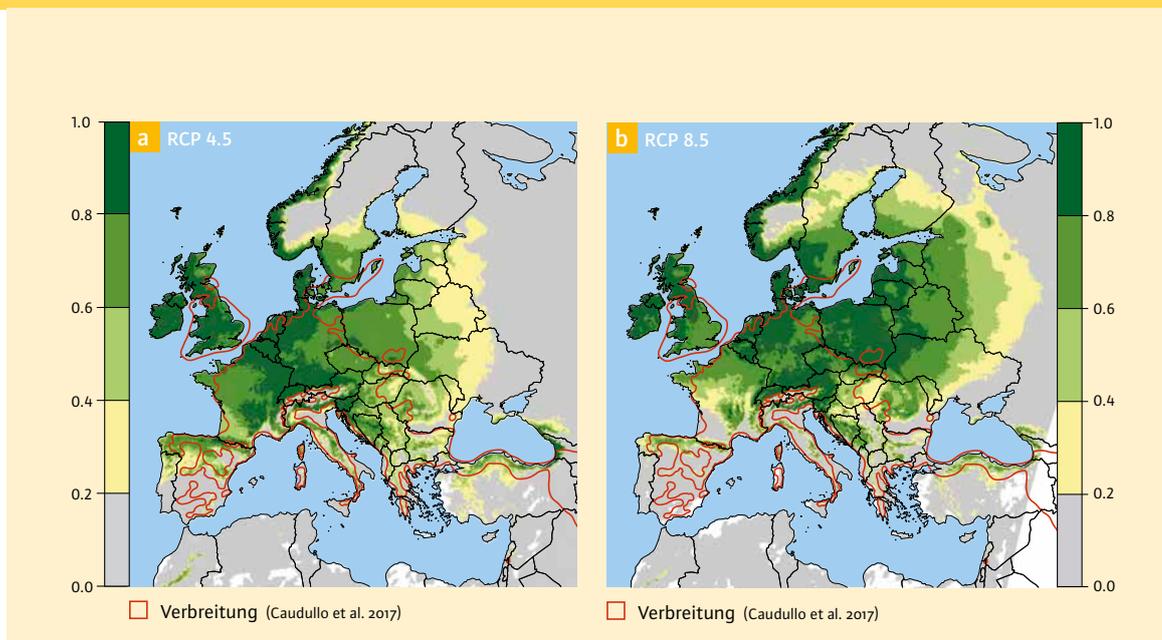
Artverbreitungsmodell am Beispiel der Walnuss

Um die oben beschriebene Vorgehensweise an einem Beispiel zu verdeutlichen, stellen wir hier eine wohlbekannte Art vor, die Walnuss (*Juglans regia* L.). Trotz des wertvollen Holzes kommt die Walnuss in der dritten Bundeswaldinventur für Deutschland an keinem Inventurpunkt vor, im europäischen Datensatz von Mauri et al. (2017) ist sie nur 169 Mal vertreten. Betrachtet man die Artverbreitungskarte der Walnuss von Caudullo et al. (2017) in Abbildung 3a, so fällt eine Zweiteilung des Gebiets auf: Die europäischen Vorkommen ziehen sich bis in den Norden des Irak und Iran und stehen den ostasiatischen Vorkommen von Nepal bis Zentralchina gegenüber. Das erste Areal ist durch mehr als 34.320 GBIF-Punkte dokumentiert, letzteres nur durch circa 346 (Abbildung 3a, grüne Kreuze). Die Absenzen werden aus einem 400 km-Puffer um das Verbreitungsgebiet gezogen (Abbildung 3b, orange Kreuze).

Angesichts der Unterschiede in den Datengrundlagen wurde nur ein Modell für die europäischen Vorkommen hergeleitet. Diese sind klimatisch eingegrenzt von Sommertemperaturen zwischen 10°C und 25°C sowie Wintertemperaturen über -5°C. Das Niederschlagsoptimum liegt jenseits 300 mm im Sommer. Die aus den Klimaparametern resultierende Artverbreitungskarte (Abbildung 3b) gibt die



4 Die Flatterulme (*Ulmus laevis*), eine der seltenen heimischen Baumarten mit großem Zukunftspotential
Foto: Gregor Aas



5 Potentielle Artverbreitung der Walnuss in der Klimaperiode 2071–2100; a: bei mildem Klimawandel (RCP 4.5) und b: bei hartem Klimawandel (RCP 8.5) Quelle: Klimamodell MPIESM-CLM (Jacob et al. 2013)

Verteilung der GBIF-Vorkommen und die Ränder der Artverbreitungskarte gut wieder. Das hier dargestellte Vorkommen bezieht sich auf die Walnuss als Waldbaumart, nicht auf Nussplantagen. Letztere sind in Europa schwerpunktmäßig außerhalb des natürlichen Verbreitungsgebiets in der Ukraine angelegt (statista 2022). Da die Walnuss hohe Sommertemperaturen toleriert, sind die Modellvorhersagen für diese Baumart in Mitteleuropa im Hinblick auf den Klimawandel recht positiv (Abbildung 5). Bei einem moderaten Klimawandel (RCP 4.5-Szenario) zieht sich das klimatische Optimum von Südostfrankreich über Süd- und Westdeutschland bis nach Südschweden. Bei einem »harten« Klimawandel (RCP 8.5-Szenario) verschiebt sich das Vorkommenspotential in Frankreich in montane Höhenstufen, bleibt aber in Süd- und Westdeutschland weiterhin positiv. Zudem verlagert sich das potentielle Vorkommensgebiet der Walnuss auch in

Richtung Osteuropa, wo die Klimaprojektionen mildere Winter voraussagen. Dahingegen zieht sich die Art aus Süd- und Südosteuropa zurück, wo die Sommertemperaturen stark ansteigen. Die Literaturrecherche relativiert die positive Bilanz für die Walnuss ein wenig: Die Toleranz hoher Sommertemperaturen setzt tiefgründig gut wasser- und basenversorgte Standorte voraus, die die Verdunstung bei hohen Sommertemperaturen teilweise kompensieren können. Wegen ihrer vergleichsweise schwachen Konkurrenzkraft und Anfälligkeit für Hallimasch empfehlen Ehring und Keller (2008) die Walnuss – im Gegensatz zur Schwarz- oder Hybridnuss – eher zur Aufforstung von Feldflur und am Waldrand. Hier zeigt sich, wie die Artverbreitungsmodelle die klimatischen Rahmenbedingungen umreißen und die Literaturrecherche das Bild der Walnuss hinsichtlich ihres Anbaupotentials vervollständigt.



6 Beeindruckender Walnuss-Stamm in Obfelden, Schweiz
Foto: Leonhard Steinacker

Zusammenfassung

Im Projekt »Anbaurisiko und Standortansprüche alternativer Baumarten mit geringer Datengrundlage« werden Artverbreitungsmodelle für 27 seltene heimische und nicht heimische Baumarten erstellt. Diese erlauben es, das Anbaurisiko im Klimawandel abzuschätzen – eine wichtige Voraussetzung für die Diversifizierung unserer Wälder. Im ersten hier beschriebenen Projektabschnitt wurden erfolgreich neue Datenquellen und Analysemethoden erschlossen und am Beispiel der Walnuss vorgestellt. Ebenso wichtig wie die Datenrecherche ist die Literaturrecherche, die wichtige Ansprüche und Anbauaspekte jenseits der klimatischen Rahmenbedingungen aufzeigt. Am Ende der Projektlaufzeit im Juni 2024 sollen diese Informationen für das gesamte Kollektiv der 27 ausgewählten Baumarten zur Verfügung stehen.

Literatur

Das Literaturverzeichnis finden Sie unter www.lwf.bayern.de in der Rubrik »Publikationen«.

Projekt

Das Projekt »Anbaurisiko und Standortansprüche alternativer Baumarten mit geringer Datengrundlage« (KlifWoog) wurde vom Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten finanziert (Laufzeit: 01.01.2021–31.05.2024).

Autoren

Lisa Kaule hat das Projekt KlifWoog von Oktober 2021 bis Mai 2023 in der Abteilung »Boden und Klima« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft bearbeitet. Dr. Tobias Mette ist Leiter des Projekts. Marc Kühnbach, Markus Engel und Wolfgang Falk bearbeiten bzw. koordinieren weitere LWF-Projekte mit Schwerpunkten im Themenfeld der Baumarteneignung.
Kontakt: Tobias.Mette@lwf.bayern.de