

# Die Traubeneiche – Untersuchungen zum Wachstum in Bayern

Hans-Joachim Klemmt, Michael Neubert und Wolfgang Falk

**Schlüsselwörter:** Traubeneiche, *Quercus petraea*, Wachstum, Bayern, Bundeswaldinventur, BWI

**Zusammenfassung:** Zum Wachstum der Traubeneiche im Vergleich zur Stieleiche existieren in der Wissenschaft zwei grundsätzliche Haltungen. Eine Richtung vertritt die Ansicht, dass Wachstumsunterschiede lediglich auf unterschiedliche Standorts- und Wuchsbedingungen zurückzuführen sind. Eine zweite Linie geht davon aus, dass sich das Wachstum von Stiel- und Traubeneiche tatsächlich unterscheidet. Mit nachfolgendem Beitrag wird für das Bundesland Bayern geprüft, welcher Ansatz wahrscheinlicher ist. Die Prüfung erfolgt dabei anhand der flächenrepräsentativ verfügbaren Daten der Bundeswaldinventur, die seit der Bundeswaldinventur II bei den Felddatenerhebungen dezidiert zwischen Stieleiche und Traubeneiche unterscheidet (BMELV 2001). Für Bayern kann gezeigt werden, dass sich die Höhenwachstumsgänge bei Stiel- und Traubeneiche – auch bei vergleichbaren Wuchsbedingungen – nicht unterscheiden, während die Traubeneiche im Hinblick auf ihre Radialwachstum deutlich geringere Durchmesserwerte in vergleichbaren Altersklassen aufweist. Ein Kausalbeweis für dieses Phänomen kann nicht geführt werden, es werden allerdings Überlegungen zur Erklärung dieser Tatsache angestellt. Für den Anbau in Bayern kommt die Traubeneiche gerade auch bei einem künftig wärmeren Klima in Frage.

## Ausgangssituation

Nach der Bundeswaldinventur 2002 beträgt der Flächenanteil der Baumartengruppe Eiche in Deutschland (ideell, d. h. Standflächenanteile von Eichen im Hauptbestand bzw. Plenterwald) rund 1,01 Mio. Hektar, bzw. 9,6 % relativer Anteil. Der Stichprobenfehler (SE) liegt bei 1,8 % (68 % Konfidenzintervall). In Bayern waren nach der Bundeswaldinventur 2 (BWI 2) ideell rund 148.000 ha bzw. 6,1 % der Fläche des Oberstandes mit Eichen bestockt. Der einfache Stichprobenfehler der Flächenschätzung für Bayern beträgt bei Betrachtung des 68 %-Konfidenzintervalls der Parameterschätzung 5,3 % (BMEL 2004). Obwohl gemäß Aufnahmeanweisung zur BWI 2 (BMELV 2001) bei Felddatenerhebungen zwischen Stiel- und Traubeneichen unterschieden wird, erfolgt die Auswertung lediglich für

die Baumartengruppe »Eiche« und fasst die wichtigsten in Deutschland vorkommenden Eichenarten »Stieleiche«, »Traubeneiche«, »Roteiche«, »Zerreiche« und »Sumpfeiche« auswertungstechnisch zusammen. Separate Auswertungen zur Traubeneiche sind bisher nicht bekannt. Über das Wachstum der Traubeneiche wurde in der Vergangenheit mehrfach in der wissenschaftlichen Literatur berichtet. Kramer (1988) fasst die Erkenntnisse zu Wachstumsunterschieden zwischen Stiel- und Traubeneiche bis 1988 wie folgt gekürzt zusammen: »Nach allen bisherigen ertragskundlichen Untersuchungen können Unterschiede in der Höhenentwicklung und im Ertragsniveau bei den beiden Eichen in erster Linie durch den Standort, weniger durch die Art erklärt werden« (Kramer 1988, S. 104). Mayer (1984) spricht in diesem Zusammenhang von einer »wasserhaushaltsbedingten Areal differenzierung«. Die gebräuchlichsten Ertragstabellen gelten daher [...] für die beiden Eichenarten« gemeinsam (Kramer 1988). Auch Pretzsch (2011) fasst für seinen Vergleich der Produktivität zwischen Rein- und Mischbestand beide Eichenarten mit Verweisen auf Aas zusammen, da sich beide Eichenarten in ihrer Unterlegenheit gegenüber der Buche ähnlich seien. Muchin (2005) kommt hingegen bei einer vergleichenden Untersuchung des Wachstums von Stiel- und Traubenei-

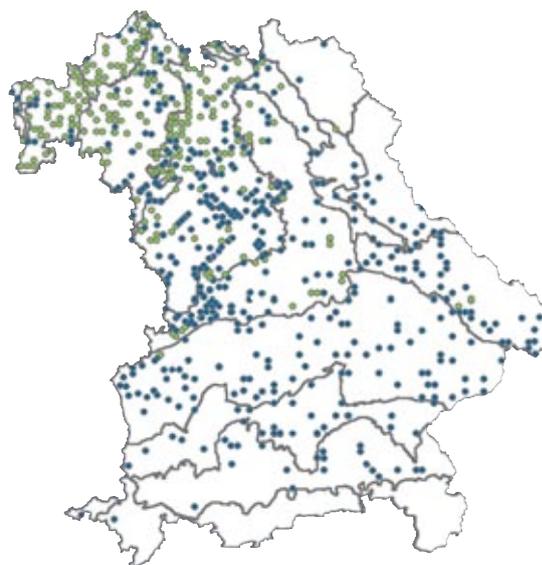


Abbildung 1: Inventurpunkte der BWI 2 mit Traubeneichen (grün) und Stieleichen (blau) in Bayern (Auswahl WZP4)

	Traubeneiche	Stieleiche
Anzahl WZP4	1.373	1.546
Altersspanne [J]	9 – 515	11 – 254
Alter Mittelwert [J]	106	100
BHD min-max [mm]	70 – 1.214	70 – 1.290
BHD Mittelwert	363	423
Höhe min-max [m]	5,6 – 40,2	5,1 – 39,9
Höhe Mittelwert	23,4	22,3

Tabelle 1: Numerische Kurzcharakteristik für die Bäume der Baumart »Traubeneiche« und »Stieleiche« in Bayern (Daten: BWI 2)

chen anhand von langfristigen, ertragskundlichen Versuchsflächendaten in Norddeutschland zum Ergebnis, dass sich Stiel- und Traubeneiche in ihrem Wachstumsgang grundsätzlich unterscheiden: »Zum einen verfügt die Stieleiche über ein rascheres Jugendwachstum als die Traubeneiche und zum anderen besitzen Traubeneichen im Allgemeinen geringere Durchmesserwerte als Stieleichen.«

Aufbauend auf diesen konträren wissenschaftlichen Grundaussagen soll für das Bundesland Bayern geprüft werden, ob waldwachstumskundliche Unter-

schiede zwischen Stieleichen und Traubeneichen bestehen. Zur Klärung der Gesamtfrage sollen folgende Teilfragen beantwortet werden:

- Wo kommen Traubeneichen und Stieleichen bei überregionaler bis hinunter zu kleinstandörtlicher Betrachtung in Bayern schwerpunktmäßig vor?
- Können anhand der Paneldaten der Bundeswaldinventur unterschiedliche Wachstumsgänge zwischen Trauben- und Stieleiche in Bayern festgestellt werden?
- Kann ein eigens entwickeltes Prognosemodell unter Berücksichtigung verfügbarer physiografischer Daten zu Klima und Boden zur Prognose des Durchmesserwachstums der Traubeneiche in Bayern beitragen?

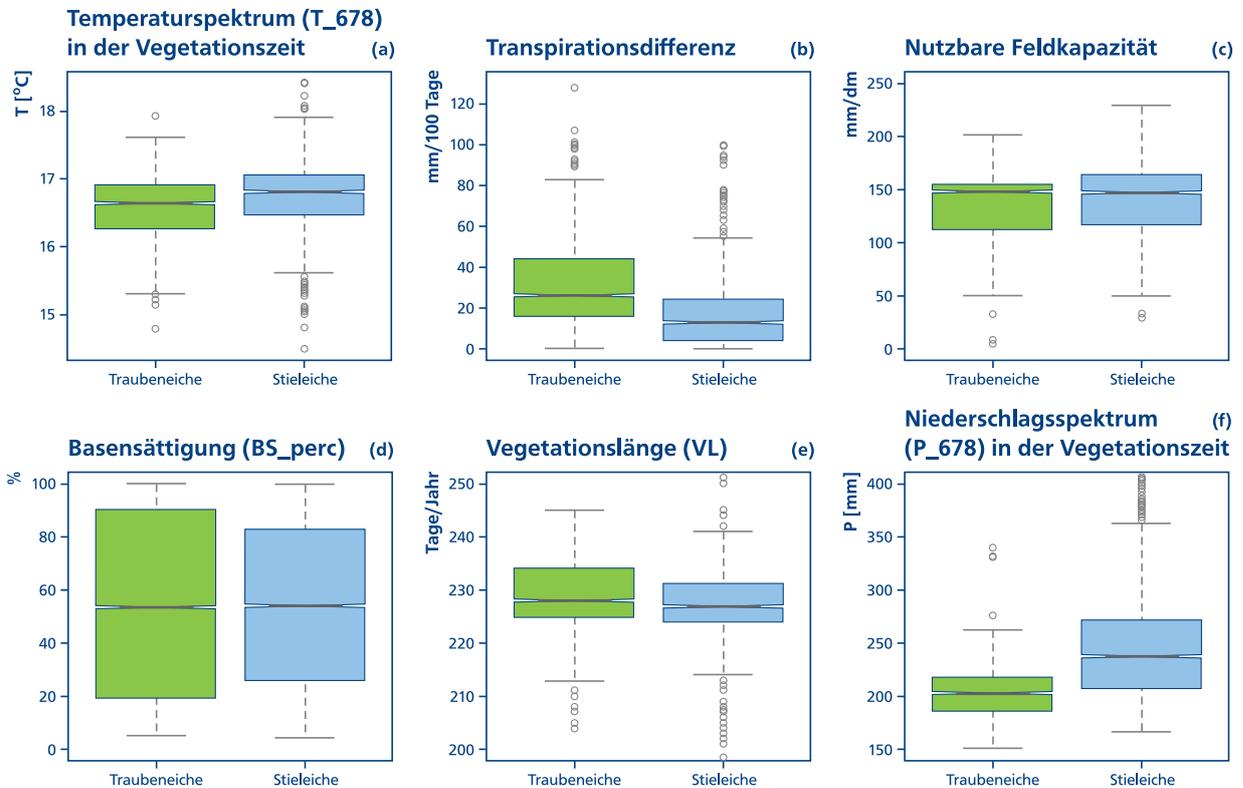


Abbildung 2: Vergleich verschiedener physiographischer Parameter (Grundlage: BaSIS) für BWI 2-Inventurpunkte mit Vorkommen von Trauben- oder Stieleichen

Abschließend soll die Prognosegüte beurteilt und gegebenenfalls Verbesserungsansätze diskutiert werden. Zum Abschluss werden Überlegungen zur Auftrittswahrscheinlichkeit von Traubeneichen in Bayern unter Berücksichtigung der erwarteten Klimaänderung angestellt.

**Vorkommen von Traubeneichen**

Im Rahmen der BWI 2 wurden in Bayern an 499 Traktecken 1.373 Traubeneichen aufgenommen. Tabelle 1 beschreibt das Datenmaterial numerisch vergleichend zur Stieleiche. Auffallend sind vergleichbare Alters- und Höhenmesswerte. Für die Traubeneichen wurden in Bayern allerdings geringere mittlere Brusthöhendurchmesser ermittelt, was letztendlich mit einer geringeren Auswahlwahrscheinlichkeit für die Baumart »Traubeneiche« im Vergleich zu den »Stieleichen« verbunden ist. Dieser Aspekt wird bei den nachfolgenden Betrachtungen vereinfachend außer Acht gelassen. In Abbildung 1 ist die Verbreitung von Trauben- und Stieleichen gemäß den Aufnahmen zur BWI 2 in Bayern dargestellt. Der Verbreitungsschwerpunkt der Traubeneichen liegt demnach in den Wuchsgebieten 2 (Spessart), 3 (Rhön), 4 (Fränkische Platte) und 5 (Fränkischer Keuper) bzw. in den Regierungsbezirken Unterfranken und westliches Oberfranken. Demgegenüber liegt der Verbreitungsschwerpunkt der Stieleichen in Bayern im östlichen Oberfranken, der Oberpfalz sowie in Niederbayern und Oberbayern. Beide Eichenarten kommen schwerpunktmäßig nach den Felddaten aus dem Jahr 2002 im Überlappungsbereich vor allem »nördliches Mittelfranken« bzw. »westliches Oberfranken« vor. Für diese Untersuchung wurden

die Daten der Bundeswaldinventur mit den Standortdaten des digitalen Standortinformationssystems BaSIS (Beck et al. 2012) verknüpft.

Hieraus lässt sich Folgendes ableiten: Bei Betrachtung der Höhenverbreitung gemäß Lagekoordinaten verschnitten mit einem digitalen Höhenmodell wird ersichtlich, dass die Traubeneichen in Bayern im Mittel bei 374 m über Normalnull (ü.NN) angesiedelt sind, wobei 50 % der Inventurpunkte in einem Bereich zwischen 313 und 430 m liegen. Demgegenüber kommt die Stieleiche im Mittel bei 420 m vor, wobei hier 350 m die untere Quartilsgrenze und 489 m die obere Quartilsgrenze bildet. Dies widerspricht den grundlegenden Aussagen z. B. von Kramer (1988), wonach die Stieleiche eher in tieferen Lagen, die Traubeneiche hingegen eher in mittleren Gebirgs- und Höhenlagen vorkommt. Grund hierfür dürfte die anbaubedingte, anthropogene Verbreitung sein (Aas 2006).

In Abbildung 2 sind für wichtige physiografische Parameter vergleichende Boxplots dargestellt. Betrachtet man die modellierten Temperaturverteilungswerte in der Vegetationszeit in Teilabbildung 2a, so sieht man, dass zwischen Traubeneiche und Stieleiche praktisch keine Unterschiede bestehen. Gleiches gilt für Vergleiche der Transpirationsdifferenz (2b), der nutzbaren Feldkapazität (2c), der Basensättigung (2d) sowie der Vegetationslänge (2e) an den bayerischen BWI 2-Inventurpunkten mit Vorkommen von Traubeneichen bzw. Stieleichen. Für die modellierten Niederschlagsverhältnisse (Abbildung 2f) in der Vegetationszeit muss allerdings festgestellt werden, dass die Traubeneiche in Bayern verstärkt auf Standorten vorkommt, auf denen in der Vegetationszeit unterdurchschnittliche Niederschlagsmengen zu ver-

**Höhenentwicklung (nach BWI2) von Stiel- und Traubeneichen in Bayern über Altersklassen**

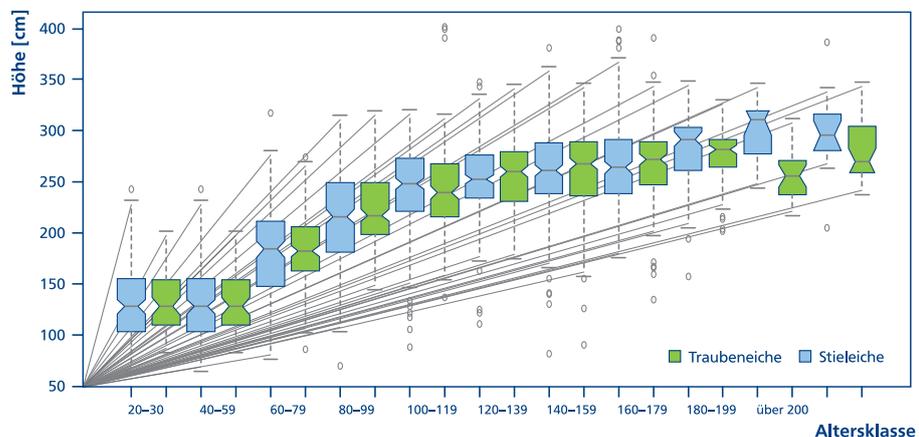


Abbildung 3: Alters-Höhen-Entwicklung für Traubeneichen und Stieleichen in Bayern, dargestellt über Altersklassen

zeichnen sind. Zusammenfassend gilt daher, dass Traubeneichen und Stieleichen in Bayern zwar auf einem ähnlichen Standortsspektrum vorkommen, dass Traubeneichen allerdings insbesondere dort vorkommen, wo die Niederschlagsausstattung in der Vegetationszeit eher ungünstig ist. Der Vergleich der bodengebundenen physiografischen Größen lässt hingegen darauf schließen, dass edaphisch bedingte Trockenheit eine untergeordnete Rolle spielt.

Die Auswertung der BWI 2-Daten zum Vorkommen von Trauben- oder Stieleiche hat ergeben, dass Eichen-Reinbestände in Bayern nur eine untergeordnete Rolle spielen, wohingegen Eichenbestände mit einer Laubbaumbeimischung sowohl bei der Baumart Traubeneiche als auch bei der Baumart Stieleiche überaus bedeutsam sind. Dies wird als Ergebnis weitblickenden waldbaulichen Sachverstandes bei der Waldbewirtschaftung angesehen, da nach Mayer (1984) oder Burschel und Huss (1997) die dienende Beteiligung weiterer Laubhölzer einen positiven Einfluss auf die Qualität von Eichenbeständen hat. Weiterhin dürfte sich dies nach Pretzsch (2011) zudem positiv auf die Produktivität bayerischer Eichen-Waldtypen auswirken, könnte allerdings nach Hein und Dothe (2006) auch ein Grund für die geringeren mittleren Durchmesser bei Traubeneichen sein.

Trauben- und Stieleichen keine eindeutigen Unterschiede in der Alters-Höhen-Beziehung gegeben sind. Die Überlappungen der Einschnürungen um die Mediane sind nach Chambers (1983) ein Hinweis darauf, dass keine signifikanten Unterschiede für die mittelsten Werte der Verteilung (Mediane) der Stichprobenbäume gegeben sind. Um diese Aussage auch standörtlich differenziert zu betrachten, wurde die gleiche Auswertung für Standorte durchgeführt, für die sich die Interquartils Grenzen für die Parameter Temperatur in der Vegetationszeit, Niederschlag in der Vegetationszeit, Basensättigung sowie nutzbare Feldkapazität überschritten. Aufgrund der Tatsache, dass nicht alle Bäume an einem Stichprobenpunkt »Höhen-gemessen« werden, wurde durch diese Einschränkung die ursprüngliche Stichprobe in der Größe deutlich reduziert. Es hat sich auch für diesen Fall gezeigt, dass auf vergleichbaren Standorten keine Unterschiede zwischen Trauben- und Stieleichen bezüglich der Alters-Höhen-Entwicklung gegeben sind. In Abbildung 4 ist die Alters-Durchmesser-Beziehung von Traubeneichen und Stieleichen in Bayern dargestellt. Deutlich zu erkennen ist, dass die Traubeneichen mit zunehmendem Alter geringere mittlere Durchmesser aufweisen als die Stieleichen in der gleichen Altersgruppe. Gleiches hat sich für vergleichbare Standorts- und Wuchsbedingungen gemäß oben beschriebener Datenvorauswahl gezeigt.

### Wachstum von Trauben- und Stieleichen

In Abbildung 4 sind die Alters-Höhen-Beziehungen für Trauben- und Stieleichen nach den Daten der BWI 2 in Bayern nach Altersklassen dargestellt, wobei nur »Höhenmessbäume« der Oberschicht berücksichtigt wurden. Man erkennt, dass zwischen

### Durchmesserzuwachs in Abhängigkeit von physiografischen Parametern

Im vorherigen Abschnitt wurde gezeigt, dass es im Hinblick auf die Durchmesserentwicklung Unterschiede zwischen Trauben- und Stieleichen in Bay-

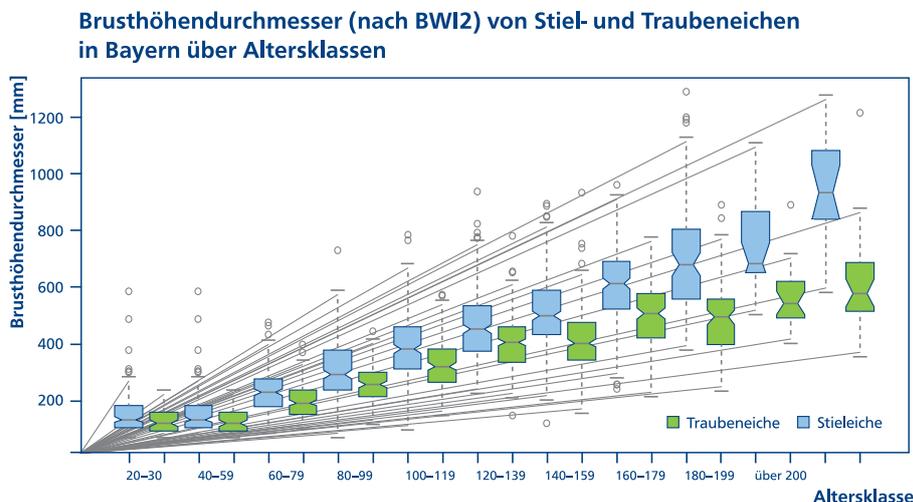


Abbildung 4: Brusthöhendurchmesser von bayerischen Trauben- und Stieleichen der BWI 2 nach Altersklassen

ern gibt. Aus diesem Grund sollen lediglich Daten für die Baumart Traubeneiche als Grundlage für die Parametrisierung eines Durchmesserzuwachsmodells herangezogen werden. Zielgröße ist die auf Vegetationsperioden (Jahre) normierte Differenz der Brusthöhendurchmesser zweier Inventurzeitpunkte. Abgezielt wird auf die Durchmesserentwicklung, da diese Zielgröße bei beiden Inventuren an allen Probestämmen erfasst wurde und vergleichsweise wenig fehlerbehaftet gemessen wird. Abbildung 5 zeigt die Durchmesserzuwächse über dem (Inventur-) Alter für die Traubeneichen, die bei der BWI 2 wiederholt gemessen wurden. Farblich eingefärbt sind zwei Teilkollektive. Das grüne Teilkollektiv weist vergleichsweise gute Wuchsbedingungen auf (Temperatur in der Vegetationszeit: oberste 25 % der Daten, Niederschlag in der Vegetationszeit: oberste 25 % der Daten, Basensättigung: oberste 50–75 % der Daten, nutzbare Feldkapazität (nFK): oberste 25 % der Daten). In rot eingefärbt ist das Kollektiv mit »entgegengesetzten«, vergleichsweise schlechten Wuchsbedingungen. Deutlich zu erkennen ist die relativ große Streuung des Datenmaterials. Weiterhin wird bei der Betrachtung der Kollektive für gute und schlechte Standortbedingungen deutlich, dass lediglich mit Hilfe der angeführten BaSIS-Standortgrößen keine einfache Modellbildung möglich sein wird. Der Versuch die Teilkollektive mit Hilfe der ersten Ableitung der Wachstumsfunktion nach Chapman-Richards, die sich nach Zeide (1993) als Zuwachsfunktion für mehrere biologische Fragestellungen bewährt hat, auszugleichen, führte für die Teilkollektive zu keinen gültigen bzw. verwertbaren Ergebnissen. Ein gemischter additiver Modellansatz unter Einbeziehung der physiografischen Parameter »nFK«, »Temperatur in der Vegetationszeit« und »Niederschlag in der Vegetationszeit« lieferte bisher ebenso wenig zufriedenstellende Ergebnisse. Zwar weisen die Funktionsverläufe für die einbezogenen erklärenden Parameter biologisch sinnvolle Richtungen und Größenordnungen auf, allerdings liefert bereits die Betrachtung der Konfidenzintervalle Hinweise darauf, dass über einen weiten Parametrisierungsbereich kein echter Einfluss auf die Entwicklung der Durchmesserzuwächse gegeben ist. Zudem lässt sich im derzeitigen Entwicklungsstadium der Modellierung lediglich rund 9 % der Variation der Durchmesserzuwächse auf den kurz skizzierten Weg über die einbezogenen physiografischen Größen erklären. Eine Verbesserung der Modellqualität wird zukünftig durch die Einbeziehung von BWI 2012-Daten erwartet, die den Zeitreihencharakter und das Zahlenmaterial quantitativ

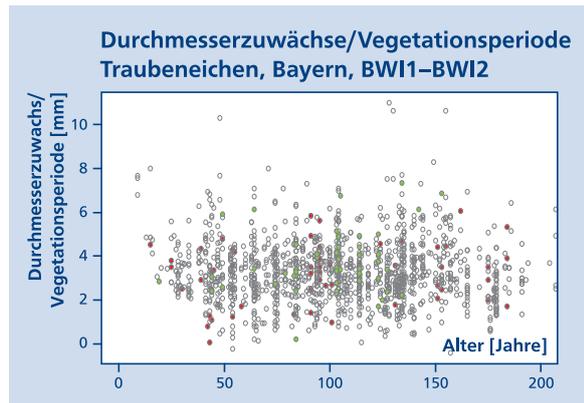


Abbildung 5: Durchmesserzuwächse von Traubeneichen der BWI 2 in Bayern. Rote Punkte markieren schlechte Standortbedingungen, grüne Punkte kennzeichnen vergleichsweise gute standörtliche Wuchsbedingungen.

und qualitativ erweitern. Weiterhin gilt es zu hinterfragen, ob nicht weitere potenziell erklärende Variablen (z. B. die Grundflächenentwicklung nach Winkelzählprobe1 als Größe zur Einschätzung der Standraumverfügbarkeit für die einzelnen Traubeneichen) in das Modell mit aufgenommen werden. Überdies hinaus sollte die Rolle unterschiedlicher Behandlungskonzepte auf die Entwicklung von Eichen in Bayern (siehe Fleder 1993) in die Modellentwicklung mit einbezogen werden.

### Was erwartet die Traubeneiche in Bayern in der Zukunft?

Unabhängig von einer Betrachtung der Wachstumsgänge stellt die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft Modellrechnungen an, die das aktuelle und zukünftige Anbaurisiko von Baumarten in Bayern einschätzen. Grundlage ist jeweils eine Artverbreitungsmodellierung, parametrisiert mit Präsenz-/Absenzdaten der BWI 2 für Bayern sowie für Europa. In Abbildung 6 ist links das Ergebnis der Einschätzung des Anbaurisikos für die Baumart Traubeneiche für aktuelle Wuchsbedingungen (Klima 1971–2000) dargestellt, rechts ist die Einschätzung für erwartete Klimabedingungen (WETTREG B1, erwartetes Klima 2071–2100) aufgetragen. Demnach erwarten die Traubeneichen bei ausschließlicher Betrachtung der mittleren Niederschlags- und Temperaturverhältnisse in Bayern großflächig geringe Probleme. Lediglich in den Hochlagen der Bayerischen Alpen sowie in den östlichen Mittelgebirgen ist von einem erhöhten Anbaurisiko auszugehen.

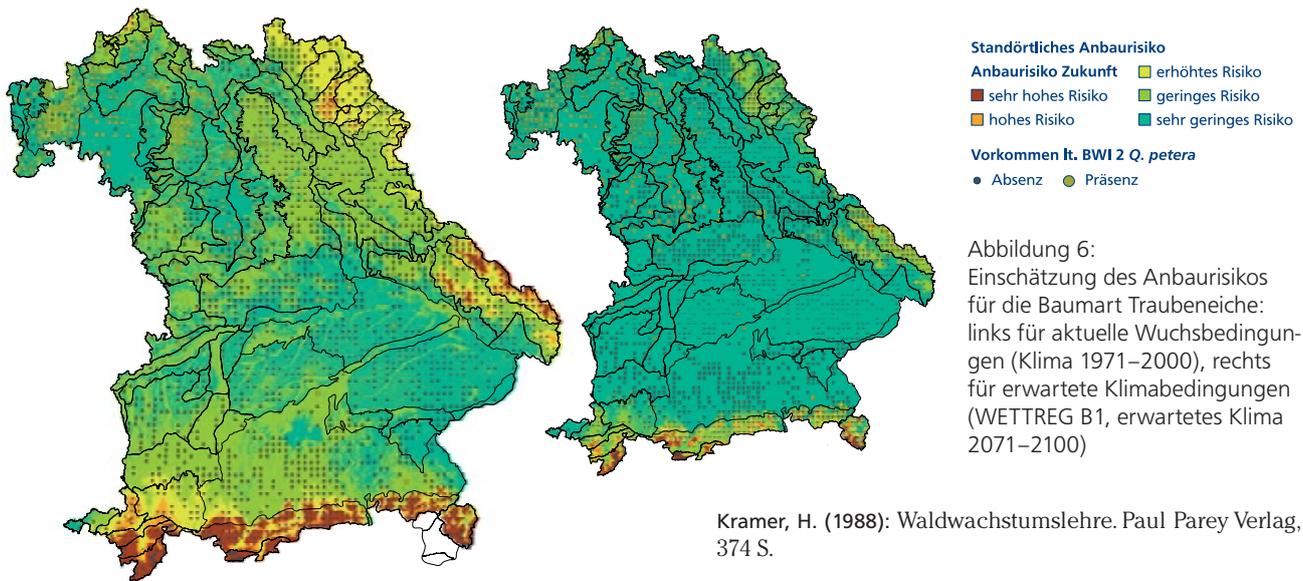


Abbildung 6: Einschätzung des Anbaurisos für die Baumart Traubeneiche: links für aktuelle Wuchsbedingungen (Klima 1971–2000), rechts für erwartete Klimabedingungen (WETTREG B1, erwartetes Klima 2071–2100)

Diese Einwertung muss allerdings stets durch eine Einschätzung vor Ort auf Anbauwürdigkeit und potenzielle Risiken kritisch hinterfragt und mit der Einschätzung zum Wachstum und damit zum potenziellen Ertrag überprüft werden.

**Literatur**

Aas, G. (2006): Die Traubeneiche. In: Enzyklopädie der Holzgewächse. Ecomed

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

Beck, J.; Kölling, C. (2013): Das Bayerische Standortinformationssystem. LWF aktuell 94/2013, S.4–7

BMELV (2001): Aufnahmeanweisung für die Bundeswaldinventur II, Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (Hrsg.), 2. korr. Auflage, Mai 2001, 108 S.

BMEL (2004): Bundeswaldinventur 2 – Alle Ergebnisse und Berichte. Website des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft. URL: <http://www.bundeswaldinventur.de> (letztmaliger Abruf der entsprechenden Inhalte vom 15.07.2014)

Burschel, P.; Huss, G. (1997): Grundriss des Waldbaus. Parey, 487 S.

Chambers, J.M. (1983): Graphical methods for data analysis. Wadsworth, 395 S.

Fleder, W. (1993): Zur Behandlung von jungen Traubeneichenbeständen. Forstwiss. Cbl. 112, S. 159–169

Hein, S.; Dothe, J-F. (2005): Zum Grundflächenzuwachs der Eiche (*Quercus* sp.) in Mischbeständen mit Buche (*Fagus sylvatica* L.). Jahrestagung 2005 der Sektion Ertragskunde im Deutschen Verband der Forstlichen Forschungsanstalten. S.41–51

Kramer, H. (1988): Waldwachstumslehre. Paul Parey Verlag, 374 S.

Mayer, H. (1984): Waldbau auf soziologisch-ökologischer Grundlage. 3., neu bearbeitete Auflage, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York, 514 S.

Muchin, A. (2005): Analytische Untersuchungen zum Einfluss des Standortes auf das Wachstum von Stiel- und Traubeneiche im nordostdeutschen Tiefland. Forstwissenschaftliche Beiträge Tharandt, Heft 24, 271 S.

Pretzsch, H. (2011): Vergleich der Produktivität von Rein- und Mischbeständen aus Eiche und Buche entlang eines ökologischen Gradienten. Jahrestagung der Sektion Ertragskunde im Deutschen Verband der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalten (DVFFA) 2011 in Cottbus, S. 69–80 [[http://sektionertragskunde.fvabw.de/band2011/Tag2011\\_07.pdf](http://sektionertragskunde.fvabw.de/band2011/Tag2011_07.pdf)] (letztmaliger Abruf vom 15.07.2014)

Zeide, B. (1993): Analysis of growth equations. Forest Science, Vol. 39, No. 3, S.594–616

**Keywords:** Keywords: growth, *Quercus petraea*, Bavaria, National Forest Inventory, Bundeswaldinventur

**Summary:** In this preliminary study growth behavior of »pedunculate oak (*Quercus robur*)« and »sessile oak (*Quercus petraea*)« in Bavaria is compared. We can show that especially radial growth behavior differs in Bavaria while height growth is more or less comparable. The study also shows the big importance of mixed stands which highlights the importance of single tree research approaches. Based on the fact that radial growth differs, we tried to develop a radial increment of growth model for Sessil oak in Bavaria, using several physiographic variables as explanatory variables. Unfortunately so far results are weak in this respect. Hopefully model quality increases by including data form NFI 2012 in model development and parameterization process. This paper ends with a hopeful outlook for sessile oak in Bavaria despite climate change.