
Die Flatterulme als Alternative bei der Baumartenwahl: Standorts- und Leistungspotenzial

Eric Andreas Thurm, Wolfgang Falk und Stefan Müller-Kroehling

Schlüsselwörter: *Ulmus laevis*, Klimawandel, Standort, Anbaurisiko, Wachstum, Waldumbau

Zusammenfassung: Die Flatterulme wäre in Bayern in vielen Landesteilen als natürliche Mischbaumart vorhanden. Dennoch findet man sie verhältnismäßig selten, was einerseits an ihrer Vernachlässigung in Forst und Landschaftspflege, andererseits an der starken Überformung ihrer natürlichen Lebensräume liegt. Die Flatterulme hat nur mäßige Ansprüche an den Boden und ist auch auf schwierigen Standorten wie schweren Böden und Gleyen zu finden. Herausragend ist ihre Toleranz gegenüber Überflutung. Die Vorkommen der Flatterulme in Bayern finden sich somit auch hauptsächlich in der Nähe von Gewässerläufen, doch sind weder ihre natürlichen Vorkommen noch ihre Anbaueignung streng auf Feuchtstandorte beschränkt. Ihr tiefes Wurzelsystem versetzt sie in die Lage, auch längere Trockenphasen unbeschadet überstehen zu können.

Ihre große klimatische Amplitude belegt auch ihr weites Verbreitungsgebiet von Nordspanien bis weit nach Russland. Dies verschafft ihr auch in Zukunft eine günstige Perspektive. Eine moderate Erwärmung in Bayern in der Folge des Klimawandels würde ihre derzeitige Verbreitung bezüglich Temperaturgrenzen vermutlich nicht gefährden und ihre Anbaufähigkeit in den mittleren Lagen der Mittelgebirge erheblich ausdehnen.

Die Flatterulme zeigt ein rasches Jugendwachstum. Der Alters-Höhenverlauf der Baumart besitzt das Potenzial auf entsprechendem Standort mit dem der Esche verglichen zu werden, bei einer Baumhöhe von 29 m im Alter von 100 Jahren.

Die Flatterulme (*Ulmus laevis* Pall.) weist als einzige europäische Art sehr regelmäßig kräftig entwickelte Brettwurzeln auf (siehe Abbildung 1), die an Baumarten der Tropenwälder erinnern. Auch Bergulme und Schwarzpappeln können recht ausgeprägte Brettwurzeln aufweisen, doch wesentlich seltener und auch weniger stark ausgeprägt in den Dimensionen. Die Brettwurzeln haben die Funktion, die Standfestigkeit der Bäume auf ganzjährig vernässten Standorten zu



Abbildung 1: Brettwurzeln am Stammanlauf der Flatterulme kennzeichnen sie als Baumart der feuchten Standorte.

Foto: E. Thurm

verbessern. Die Flatterulme bildet diese Eigenschaft jedoch auch auf trockneren Standorten aus, wenn auch meist weniger stark ausgeprägt. Dies ist ein Indiz, dass im Laufe vieler Baumgenerationen eine Anpassung an vernässte Standorte erfolgt ist (Roloff 2010).

Trotz einiger sehr markanter Eigenschaften, wie eben die der Brettwurzeln, wurde sie als Art oft übersehen, in ihren Eigenschaften verkannt und sowohl in Forst als auch Landespflege weitgehend ignoriert (Müller-Kroehling 2003b). Bestandsweise Anbauten als führende Baumart wie jener in der Eichhorst bei Ratzeburg (Schmitz 1992) sind selten, und ergaben sich in diesem Fall auch durch eine Verwechslung bei der Beerntung mit der eigentlich angestrebten Feldulme (Schmitz, mdl. Mitt. Juli 2004). Da neben verbreiteten Fehlbestimmungen oft in Erhebungen ohnehin nur die Gattung »Ulme« aufgenommen und nicht weiter differenziert wurde, ist sehr wenig über die forstlichen Kenngrößen dieser Art bekannt. Neben ihren Standortsansprüchen und ihrer Eignung im Klimawandel wollen wir in diesem Beitrag daher auch eine Einschätzung zum forstlichen Leistungspotenzial dieser heimischen Waldbaumart versuchen.

Ansprüche an Boden und Standort

Typische Standorte für Flatterulmen sind Feuchtwälder wie vor allem Auwäldern der Strom- und Bachauen, in Sumpfwäldern, feuchten Bachschluchtwäldern und Bruchwäldern. Hintergrund ist, dass die Flatterulme sehr lange Überflutungszeiten, hoch anstehendes Grundwasser und zähe Böden toleriert (Collin 2003). Sie ist eine Mischbaumart des eichenreichen Tieflands (Kiermeier 1988, ETH Zürich 1995). Vorkommen in Eichen-Hainbuchenwäldern können jedoch auch »Relikte« vormals nasserer Waldtypen nach jahrhundertelanger Entwässerung darstellen, wie im Münsterland (z.B. Butzke 1969). Dennoch scheint sie auch in weniger feuchten Eichen-Hainbuchenwäldern als Mischbaumart geeignet zu sein. Zähe, plastische Standorte wie Tone und strenge Pseudogleye, wie sie für Eichen-Hainbuchenwälder typisch sind, stellen für die Flatterulme in der Regel kein Durchwurzelungshindernis dar (Köstler et al. 1968). Allerdings sind geopyhtenreiche Eichen-Hainbuchenwälder oft mangels Überflutung weniger empfänglich für die Naturverjüngung der Art (Dister 1980).

Auch wenn die Flatterulme typischer Weise auf frischen oder feuchten Standorten zu finden ist, erträgt sie doch auch Trockenheit aufgrund ihres ausgesprochen tief reichenden Wurzelwerkes (Köstler et al. 1968) gut, und ist auch für weniger feuchte, aber tiefgründig durchwurzelbare Böden geeignet und beispielsweise gegenüber abgesenktem Grundwasser weniger empfindlich (Vyskot 1984). Daher ist sie nicht nur in der Hartholzaue, sondern auch in eichenreichen Laubmischwäldern als Beimischung vorhanden, bis hin zu Vorkommen in der Waldsteppe (Collin 2003). Waldsteppen sind Bereiche am Übergang der Steppenregion zur Laubwaldzone, in der die Grassteppe in Gewässernähe und auf durchlässigen Böden von Waldinseln durchsetzt ist (Ehrendorfer 1978). Auch als Windschutzgehölz in der Steppe findet sie Verwendung (Viktorov und Bystrajancev 1960). Laut Kiermeier (1988) kann die Flatterulme auch auf organischen Böden – also Torfstandorten – vorkommen, wo sie vor allem in Bruchwäldern (als Wäldern auf Niedermoortorf) auftreten können (Walter 1931). Auch Degenhardt (2016) fand sie zwischen Isar und Lech mehrfach auf Niedermoorböden. In Hochmooren fehlt sie jedoch.

Die Anpassung der Flatterulme an Feuchtstandorte unterscheidet sie von der Bergulme (*Ulmus glabra* Huds.) und Feldulme (*Ulmus minor* Mill.). Zwar kann die Feldulme wie die Flatterulme auch in bis zu drei

oder sogar viereinhalb Monaten überschwemmten Auwäldern vorkommen (Späth 1988, ETH Zürich 1995, Macher 2008 mit einer Übersicht über eine Mehrzahl von Arbeiten, Li et al. 2015), doch fehlt sie in Bruchwäldern im Gegensatz zur Flatterulme vollständig. Sie ist der Flatterulme in Bezug auf die Überschwemmungstoleranz unterlegen (Li et al. 2015).

Neben der schon genannten Ausbildung von Brettwurzeln, ist eine weitere Anpassung der Flatterulme ein sehr tief reichendes Wurzelsystem (Köstler et al. 1968). Brettwurzeln dienen neben der Stabilisierung auf nassem, weichen Substraten auch einem verbesserten, diffusionsbedingten Lufteintritt in den Holzkörper und verbessern so die Sauerstoffversorgung der Wurzeln (Härdtle et al. 2004). Ob sie wie die Schwarzerle (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.), mit der sie gemeinsam in Bruchwäldern vorkommen kann, auch über weitere spezielle morphologische oder physiologische Anpassungen verfügt, ist nicht bekannt. Möglicherweise stellen ihr im Vergleich zu Feld- und Bergulme besonders breiter Splint oder aber auch ein relativer Reichtum an Lentizellen eine spezielle Anpassung an die nassen Bedingungen ihres typischen Lebensraumes dar. Eine solche vermehrte Bildung »hypertrophischer Lentizellen am Stammfuß unter anoxischen Bedingungen« durch manche Baumarten »verbessert die Aufnahme von Sauerstoff und teilweise auch die Abgabe gasförmiger Stoffwechselprodukte« (Leuschner und Ellenberg 2017, S. 704). Gleiches gilt für Ihren im Vergleich zu Berg- und Feldulme wesentlich größeren Gefäß-Anteil und deren radiale Anordnung (Kutschera und Lichteneberger 2013).

Berg- und Feldulme stellen insgesamt erheblich höhere Ansprüche an den Nährstoffgehalt des Bodens (Hempel und Wilhelm 1889, Ellenberg 1992) und sind insofern stärker als die Flatterulme »Edellaubbäume«. Gleichwohl sieht Kreuzer (1987) ihre »Hauptverbreitung auf nährstoffreichen Silikatstandorten«, und Sauter (2003) sie als Trennart für eine »*Ulmus laevis*-Gebietsausbildung« des »nährstoff- und stickstoffreichen Hartholzauwaldes Süddeutschlands«.

Ein weiterer Unterschied der Flatterulme zu den anderen beiden Ulmenarten und den Edellaubbäumen ist ihre mutmaßlich geringe und tatsächliche Kalktoleranz. Manche Auenbaumarten wie auch die Stieleiche (*Quercus robur* L.) leiden auf sehr kalkreichen Standorten unter einer milden Kalkchlorose, die sich durch die Festlegung von Eisen und Mangan in Komplexverbindungen erklärt, die bei hohen pH-Werten

entstehen und für den Baum nicht nutzbar sind. Dieser Mangel macht sich durch hellgrüne Belaubung bemerkbar. Kreuzer (1987) reiht die Flatterulme unter den Baumarten mit »mäßiger Kalktoleranz«, auch wenn sie in den kalkhaltigen Auen nicht fehle, während sie nach ETH Zürich (1995) sogar ein »schwacher Kalkzeiger« sein soll. Seibert (1987) schreibt, dass sie »kalkreiche Standorte meide.«

Ihre Fähigkeit, sehr basenreiche Böden zu besiedeln, ist in der Tat geringer als bei Berg- und Feldulme, da das Aneignungsvermögen für Eisen und Mangan bei hohen pH-Werten weniger gut ausgeprägt ist als bei jenen (Venturas et al. 2014a). Dies könnte sich durch die fehlende Notwendigkeit, hierfür spezielle Aneignungsmechanismen zu entwickeln, erklären, da sie ja vorwiegend auf Feuchtstandorten vorkommt. Auf solchen Standorten mit Hydromorphie-Merkmalen, also allen Feuchtstandorten oder solchen mit Unterbodenfeuchte, geraten Eisen- und Mangan hinreichend in Lösung und können auch von weniger gut an kalkreiche Standorte angepassten Baumarten wie Stieleiche und eben Flatterulme ausreichend angeeignet werden. Kreuzer (1987) sieht eine »optimale Phosphatnahrung« als wichtiges Merkmal guten Wachstums dieser Baumart an.

Dass alle drei Arten als »Ulmen« subsummiert und behandelt werden, auch in Baumarten-Eignungstabellen und anderen forstlichen Empfehlungen, ist aufgrund der sehr unterschiedlichen Ansprüche an und Toleranzen gegenüber Boden und Standort zusammenfassend weder sachgerecht noch hilfreich (Müller-Kroehling 2003).

Boden und Anbaurisiko – »Patch-Tabelle«

Um die Standortmerkmale für die forstliche Anwendung beispielsweise im Bayerischen Standort-Informationssystem »BaSIS« der LWF operational zu machen, verwendet man so genannte Korrektur- oder auch »Patch-Tabellen« (Tabelle 1).

Eine Expertenbefragung in Verbindung mit Daten- und Literaturlauswertungen bestätigt der Flatterulme ebenfalls die oben genannten geringen Einschränkungen auf schwierigen Standorten (Tabelle 1, Thurm und Falk 2019). Weder eine geringe Basenversorgung noch Einfluss von Stau- oder Grundwasser sind ein harter Ausschlussgrund, letzteres sogar im Gegenteil ein Konkurrenzvorteil. Lediglich auf dauernassen oder extrem nährstoffarmen Standorten wie Hochmooren, oder natürlich auf Trockenstandorten sind Flatterulmen fehl am Platz.

Klimatische Ansprüche

Vorkommen in Europa

Mitteleuropa liegt zentral im Verbreitungsgebiet dieser über große Teile Europas verbreiteten Art. Das riesige Areal reicht von Südspanien (Venturas et al. 2014b) und Norditalien (Pepori et al. 2013) bis weit in den Nordosten nach Russland (Caudullo et al. 2017) und Südfinnland (Linkola 1934) hinein und verdeutlicht damit die große klimatische Amplitude der Flatterulme. Diese erweist sich im Hinblick auf die klimatische Erwärmung, die derzeit stattfindet, als Vorteil. Die Flatterulme wird trotz ihrer Verbreitung bis nach Südfinnland und im Baltikum häufig als wärmebedürftig beschrieben. Sie ist weniger wärmebedürftig als die Feldulme (Kutschera und Lichtenegger 2013).

In Bezug auf die Frostgefährdung ist zu erwähnen, dass die sehr früh im Jahr erscheinenden Blüten erfrieren können. ETH Zürich (1995) stuft sie für die Schweiz als unempfindlich gegen Spätfrost ein, erwähnt aber eine Empfindlichkeit gegenüber Frühfrösten und Frostrissen.

Artverbreitungsmodelle

Um aus der Verbreitung einer Art ihre Toleranz bezüglich Temperaturen und Niederschlagsmengen (Anbau-

Tabelle 1: Ausschnitt aus der Patch-Tabelle für die Flatterulme. Anbaurisiko von 1 (sehr gering) bis 5 (sehr hoch). Detaillierte Erläuterung der einzelnen Standortfaktoren in Osenstetter et al. 2013.

Baumarten	Stauwasser flächig		Grundwasser stark, flächig		Überflutungsgefahr		Moore**				Kalk	Basenausstattung*** Tiefenverlaufstyp					
	mäßig	stark	geneigt	eben*	mäßig	stark	K-NM	br NM	ba NM	HM	>40 cm	1+	1-	2x	3x	4x	5x
Flatterulme	1	2	1	1	1	1	3	2	2	5	1	1	1	1	2	2	3

- 1: sehr geringes Anbaurisiko
- 2: geringes Anbaurisiko
- 3: erhöhtes Anbaurisiko
- 4: hohes Anbaurisiko
- 5: sehr hohes Anbaurisiko

*(< 5%)

** Moore:
 NM = Niedermoore:
 K = Kalk-, br = basenreich,
 ba = basenarm,
 HM = Hochmoore

*** Basenverlaufstyp (Kölling 2010):
 sehr basenreich (Typ1+),
 sehr basenreich, geringes Kaliumangebot (Typ1-),
 basenreich (Typ 2), mittelbasisch (Typ3),
 basenarm (Typ 4), sehr basenarm (Typ5)

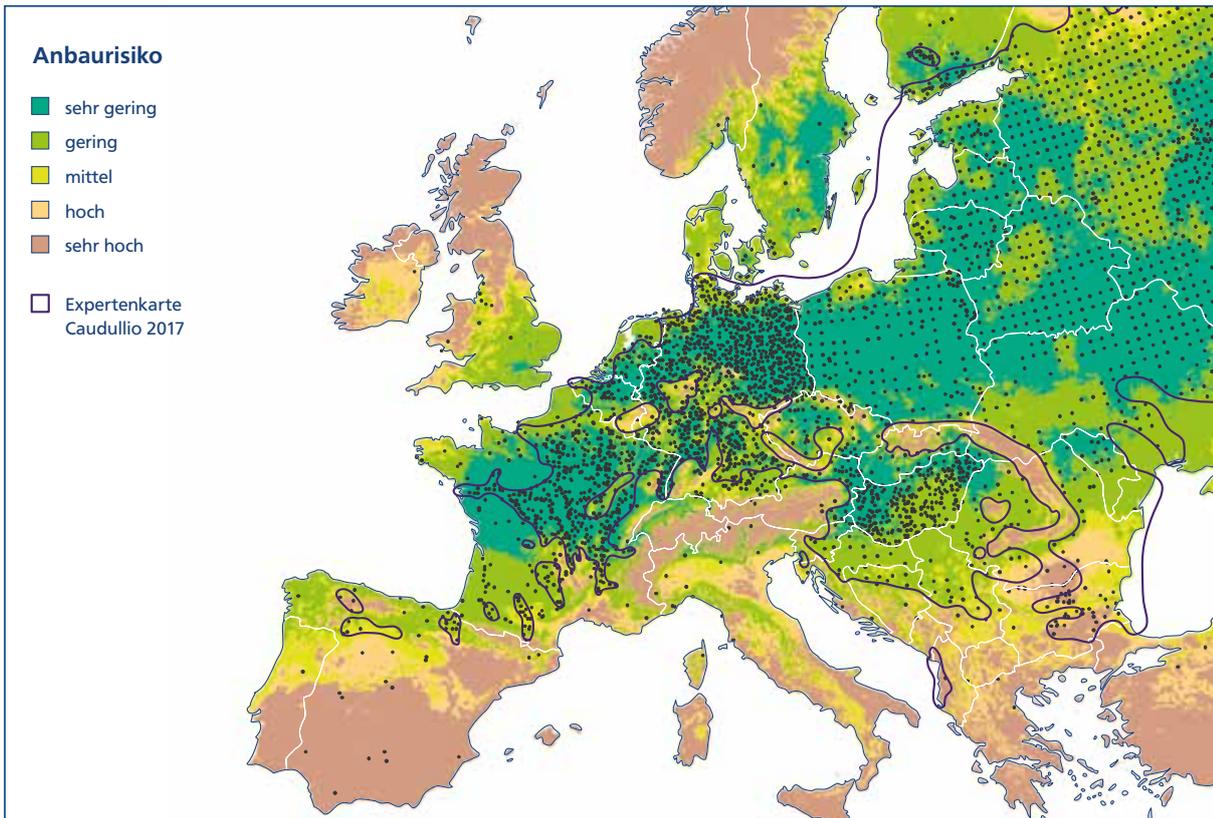


Abbildung 2: Heutiges Anbaurisiko der Flatterulme in Europa basierend auf Inventurpunkten (schwarze Punkte) und einer Arealkarte (gleichmäßig verteilte schwarze Punkte) von Caudullo et al. (2017, blaue Linie).

schwennwerte) abzuleiten, werden unter anderem Artverbreitungsmodelle genutzt. Diese Modelle verwenden Vorkommen aus Inventuren, um auf europaweiter Ebene den Zusammenhang von Klima und Verbreitung zu beschreiben. Ein wichtiger Einsatzbereich dieser Modelle ist die Vorhersage von Auswirkungen einer Klimaerwärmung auf die Verbreitung von Arten. Nur sehr wenige Forstinventuren führen die Flatterulme überhaupt als eigene Art und subsumieren sie nicht unter ›Ulmen‹ oder ›andere Laubhölzer‹. Um dennoch eine Anbaurisikokarte für die Art zu generieren und somit einen Blick in die Zukunft wagen zu können, wurde die ökologische Nische der Flatterulme mithilfe (1) einer auf Expertenwissen basierenden Arealkarte von Caudullo et al. (2017) modelliert. Über Europa wurde dazu ein gleichmäßiges Raster gelegt. Alle Punkte, die in diese Arealkarte fallen und sich innerhalb von Waldflächen (Kempeneers et al. 2011) befinden, dienen als Vorkommen (Präsenzen der Flatterulme). Punkte außerhalb der Arealkarte dienen als Nicht-Vorkommen (Absenzen). Der Datensatz wurde erweitert um Flatterulmen-Vorkommensdaten aus (2) einer Datensammlung seltener Baumarten aus Forstinventuren (Thurm et al. 2018) und aus (3) der Globalen Biodiver-

sitätsdatenbank (GBIF.org 2019). Die Vorkommen aus den drei verschiedenen Datenquellen sind in Abbildung 2 dargestellt. Deutlich zu erkennen sind die gehäuften Vorkommen im Westen und Südosten Europas (GBIF.org und Inventurdaten) und die aus der Arealkarte per Raster ausgelesenen regelmäßigen Punkte im Osten. Die ökologische Nische der Flatterulme wurde aufbauend auf diesen Daten durch ein generalisiertes additives Modell (GAM) modelliert. Als Umweltvariablen wurde die Mitteltemperatur im Sommer, im Winter (Klimadaten aus Fick und Hijmans 2017) und den Grad der Kontinentalität nach Conrad 1946 genutzt. Von diesen drei Variablen hatte die Sommertemperatur den größten Einfluss. Es wurden keine Niederschlagsvariable in dem Modell verwendet, da die Flatterulme natürlicherweise, wie schon erwähnt, vor allem in Feuchtwäldern vorkommt. Sie wächst somit in den azonalen Vegetationen, welche sehr stark von extremen Bodenfaktoren, in diesem Fall Überflutung bzw. sehr hoher Grundwasserspiegel, geprägt sind (Ellenberg und Dierschke 2010). Der Niederschlag spielt also für die Verbreitung der Flatterulme zumindest auf diesen Standorten eine untergeordnete Rolle.

Klimahülle

Mit der in Abbildung 3 dargestellten zweidimensionalen Klimahülle, können ebenfalls klimatischen Verbreitungsgrenzen der Flatterulme abgeschätzt werden. Die Klimahüllen werden mit Hilfe einer Dichtefunktion erstellt und bilden die klimatischen Bereiche ab, die von der Art sehr stark belegt sind. In der Abbildung wird die Flatterulme mit zwei weiteren Vertretern der Hartholzaue verglichen, der Stieleiche (*Quercus robur* L.) und der Esche (*Fraxinus excelsior* L.). Dabei sind die unterschiedlichen Datengrundlagen zu beachten: Stieleiche und Esche wurden mit dem Datensatz aus Thurm et al. 2018 erstellt, der sich aus Forstinventuren zusammensetzt und kaum Vorkommen aus Russland beinhaltet. Dennoch sind sowohl Esche als auch die Stieleiche hier noch vertreten (Caudullo et al. 2017). Dieser Effekt (nur bei einer von drei Arten Daten aus Russland) ist im kontinental kühlen und trockenen Ast der Klimahülle zu sehen: Die Hülle der Flatterulme reicht hier viel weiter. Der Unterschied in der Abbildung beruht also in diesem Klimabereich nicht primär auf unterschiedlichen Verbreitungen, sondern auf unterschiedlichen Datenquellen. Interessanter ist daher der Vergleich der übrigen Ränder der Klimahüllen. Bezüglich der Wärme ist die Flatterulme bei niedrigen Niederschlagssummen etwas toleranter, die beiden anderen Arten hingegen bei gleichzeitig etwas höheren Niederschlagssummen (Niederschläge können höhere Temperaturen kompensieren). Dass die Flatterulme

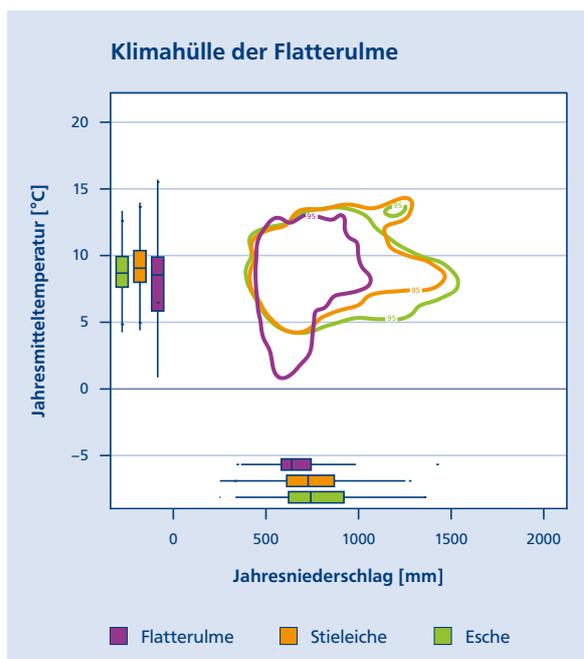


Abbildung 3: Klimahülle der Flatterulme mit den Achsen Jahresniederschlag und Jahresmitteltemperatur

terulme den anderen beiden Arten hier wenig nachsteht, ist etwas deutlicher zu sehen, wenn nicht allein die Hülle mit der Dichtefunktion, sondern zusätzlich die Boxplots neben den Achsen betrachtet werden: Hier sind Flatterulmenvorkommen bis zu Jahresdurchschnittstemperaturen von 15 °C zu erkennen. Grundsätzlich reicht die Verbreitung von Stieleiche und Esche allerdings etwas weiter in den Süden Europas (Caudullo et al. 2017).

Die drei Arten unterscheiden sich nur geringfügig bei der Trocken- und Wärmegrenze. Der Unterschied bei der Kältengrenze ist wie erläutert zum einen vermutlich von der Datengrundlage verursacht. Zum anderen ist die Flatterulme aber diejenige der drei Arten, deren Verbreitung am weitesten in den kontinentalen Osten Europas reicht und somit bezüglich Frosthärte und ggf. Spätfrösten die größte Toleranz hat. Einen weiteren deutlichen Unterschied gibt es bei der Verbreitungsgrenze hin zu höheren Niederschlägen, die in der Regel mit höheren Lagen einhergehen. So ist die Esche beispielsweise in den Bayerischen Alpen bis 1.450 m zu finden, eine Höhenlage, die mit der Verbreitungsgrenze der Bergulme vergleichbar ist (Ewald und Kölling 2009). Schütt et al. (2002) geben für die Flatterulme eine Verbreitung im Gebirge von selten höher als 600 m an, für die Stieleiche in den Alpen bis 950 m und in Übereinstimmung mit Ewald und Kölling (2009) für die Esche in den Nordalpen 1.400 m. ETH Zürich (1995) nennt für die Schweiz 450 m und für Ungarn 630 m als Höhen-Verbreitungsgrenze der Flatterulme. Bei der Höhenverbreitung sollte jedoch auch berücksichtigt werden, dass sie eher eine Art sumpfiger Bereiche und des ufernahen Schwemmlandes ist, so dass sie in den höher gelegenen Auen auch stellenweise nicht die optimalen Standortsbedingungen vorfindet. Dokumentierte Funde vitaler Flatterulmen in montanen Lagen lassen den Schluss zu, dass sie weder sehr wärmeliebend noch sehr frostempfindlich ist. Clauss (Müller-Kroehling und Clauss 2011) fand sie an einem Bachlauf im rauen Klima des Fichtelgebirges oberhalb 600 NN, Degenhard (2016) in einem Fichten-Buchen-Mischbestand östlich Kaufbeuren bei über 750 m NN.

Aktuelle und zukünftig mögliche Verbreitung in Bayern

Die Vorkommen in Bayern sind in Abbildung 4 dargestellt. Die Daten stammen aus unterschiedlichen Quellen (siehe Abbildungsunterschrift) und beinhalten eine große Bandbreite an Alter und Häufigkeiten im Bestand. Trotz der Heterogenität der Daten, ist zu erkennen, dass die meisten Vorkommen sich an Fließgewässern befinden (Isar, Donau, Main). In der Abbildung hinterlegt ist das oben beschriebene Artverbrei-

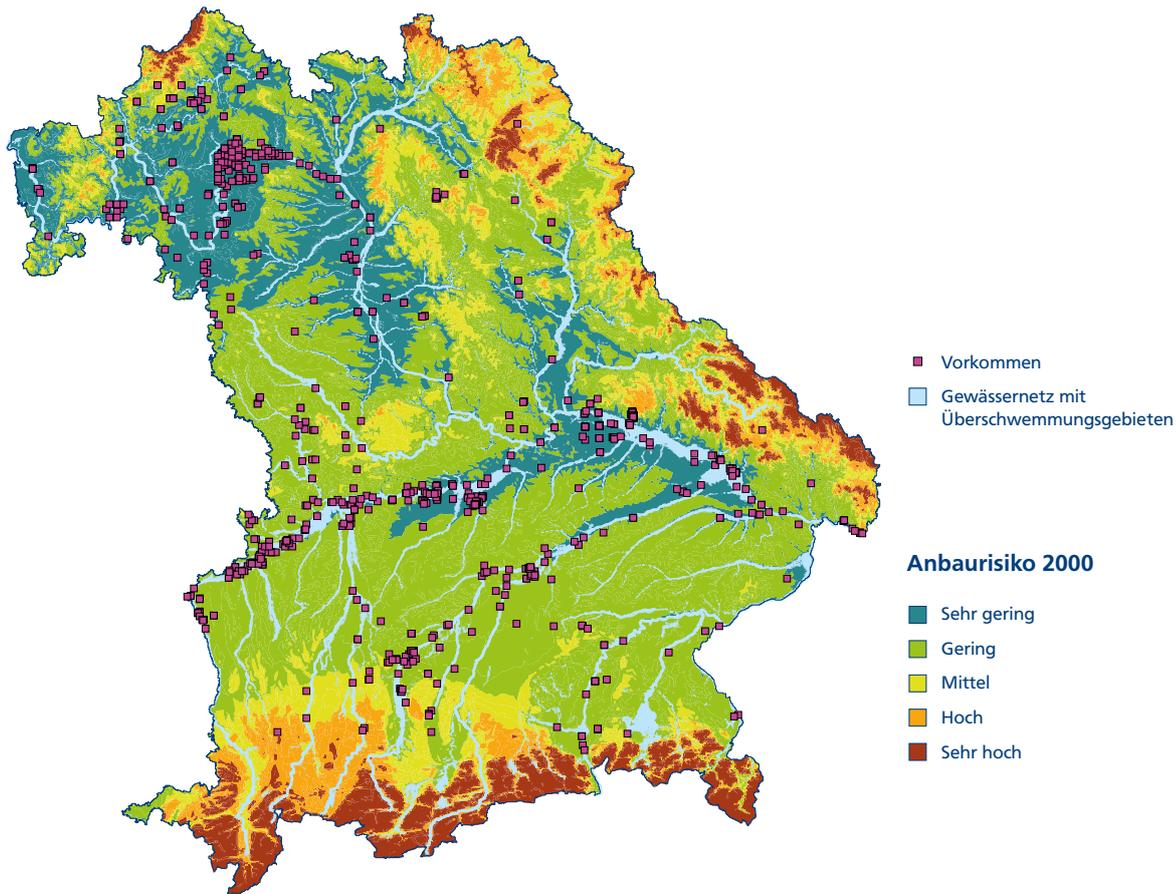


Abbildung 4: Anbaorisiko bezüglich Temperaturen für die Flatterulme im Zeitraum 1970–2000. Deutlich ist die Präferenz der Vorkommen (violette Quadrate) für flussnahen Bereiche (blau eingefärbt) zu erkennen. Vorkommen basieren auf GBIF.org (2019), Natura2000- und Naturwaldreservat- Datenbanken sowie Angaben des ASP und Meldungen an die LWF.

tungsmodell mit dem Farbcode aus dem Bayerischen Standortinformationssystem BaSIS (Taeger und Kölling 2016): Dunkelgrün bedeutet ein sehr geringes, rot ein sehr hohes Anbaorisiko. Da das Modell auf vor allem auf der Sommertemperatur beruht, sind besonders die kühlen Hochlagen zu erkennen. Sie haben ein hohes Anbaorisiko. Umgekehrt ist das Anbaorisiko in den wärmeren Tieflagen gering. Das hinterlegte Modell zeigt: Die meisten Vorkommen liegen in den grün klassifizierten Regionen, nur wenige Einzelvorkommen sind in aufgrund der Temperaturen gelb oder orange eingestuft werden.

Eine Erhöhung der Temperatur um ca. 1,5 °C würde das Anbaorisiko für die Flatterulme in Bayern in Bezug auf ihre klimatischen Vorzugsbereiche und Grenzen noch weiter verringern (Abbildung 5). Die Temperaturen wären dann in Bereichen, die der heutigen süd- bzw. südöstlichen Verbreitung in Europa (Abbildung 2) entsprechen. Nur wenige Höhenlagen im Bayerischen Wald und den Bayerischen Alpen wären dann noch zu kalt für die Flatterulme. Die Auswertung kann

allerdings nicht klären, wie weit die Anbaueignung der Flatterulme hin zu trockenen Standorten gegeben ist, wenn der Wasserbedarf allein aus Niederschlägen gedeckt werden muss, da keine Niederschlagsvariable im Modell enthalten ist. Das Modell beschreibt also nur die Eignung bezüglich der Temperatur.

Eine Abfrage bei den bayerischen Ämtern für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (AELF) und den Bayerischen Staatsforsten (BaySF) zu Pflanzungen von Flatterulmen in den letzten Jahren ergab, dass sie ausnahmslos in Gebieten erfolgt sind, die derzeit schon geeignet und bei einer moderaten Temperaturerhöhung zum Teil sogar noch besser geeignet sind, die Baumartenwahl also vorausschauend erfolgte. Diese Pflanzungen mit der Flatterulme sind also eine Ergänzung des Baumartenspektrums in Bayern mit einer heimischen Baumart, die mit höheren Temperaturen und zugleich schwierigen Standorten zurechtkommt.

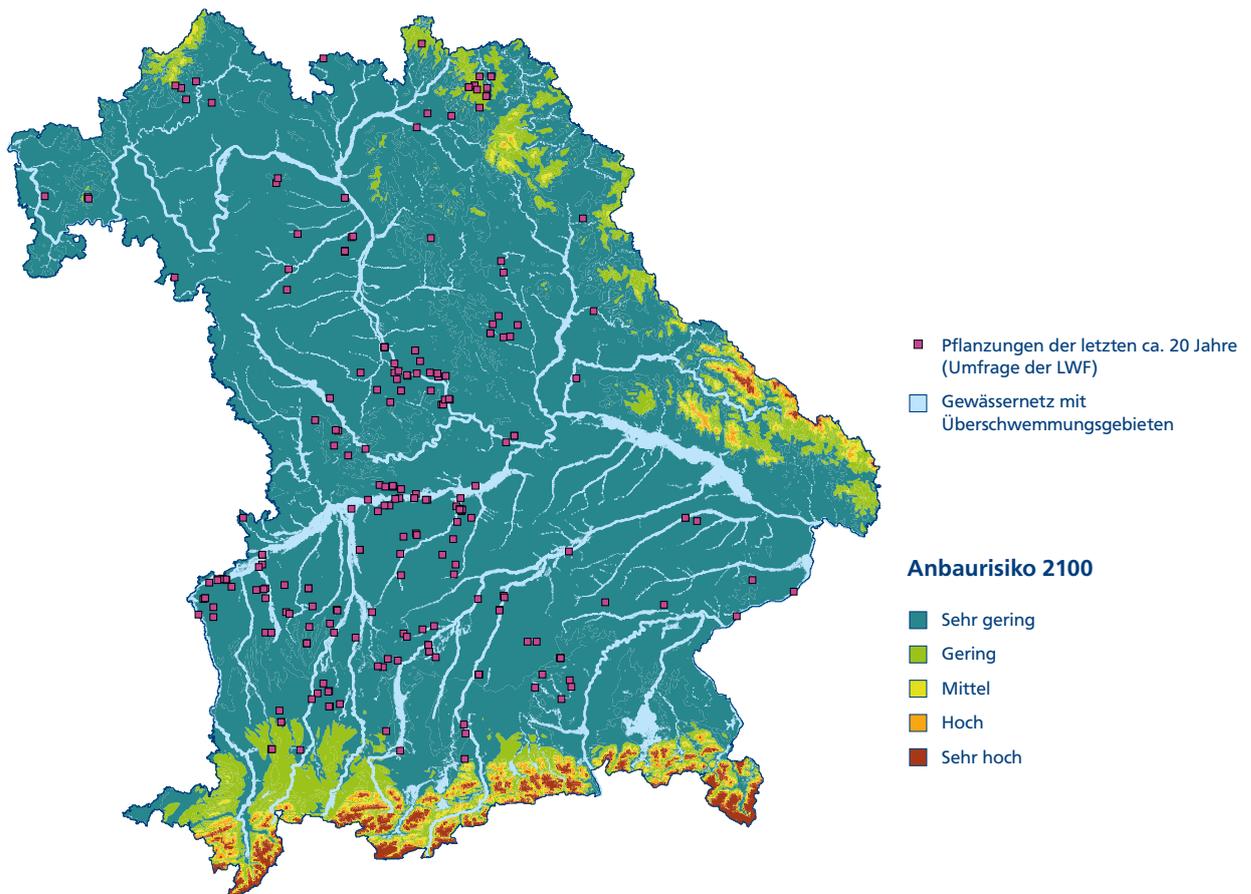


Abbildung 5: Anbaurisiko bezüglich Temperaturen für die Flatterulme im Zeitraum 2070–2100. Die lilafarbenen Quadrate zeigen hauptsächlich junge gepflanzte Vorkommen (< 30 Jahre).

Leistung

Trotz ihrer klimatischen Anpasstheit im Klimawandel, wurde der Flatterulme in Deutschland forstwirtschaftlich wenig zugetraut (Hempel und Wilhelm 1889, Rebel 1924). Sie wurde als »Baum zweiter Ordnung« angesehen (mit nur maximal 15–20 m Höhe Mayer 1992). Rebel (1924) bezeichnet sie als »nicht anbauwürdig« und auch Hempel und Wilhelm 1889 urteilen nicht günstiger, wenn sie schreiben, dass »von einem forstlichen Anbau der Holzart mit Hinblick auf ihren geringen Wert nicht die Rede sein kann. Wo sie sich im Walde vorfindet, wird sie vielmehr werthvolleren Holzarten, nach Befinden den besseren Ulmenarten, den Platz zu räumen haben«. Dennoch sind in den heimischen Wäldern immer wieder Exemplare zu finden, die bis zu 35 m erreichen können, vor allem auf tiefgründigen, weniger extremen Standorten, die man ihr sonst oft nicht zugestanden hat. Bestände mit führender Flatterulme beispielsweise in Mischung mit Stieleiche und Esche oder Schwarzerle existieren und

sind ohne großen Pflegeaufwand möglich, da die Flatterulme durchaus konkurrenzkräftig sein kann. Auch in durchaus wüchsigen Fichtenbeständen in der Aue kann sie sich zum Teil ohne jede Förderung behaupten (Müller-Kroehling unveröff. 1999 in der Isaraue bei Oberhummel; Degenhardt 2016 für das Gebiet zwischen Isar und Lech). Sie ist schattentoleranter als die Feldulme (Prpic et al. 2005) und wird von diesen Autoren als Halbschattbaumart charakterisiert. Für diese Einstufung sprechen auch die mehrschichten Bestände von Flatterulme und Schwarzerle an der Amper ebenso wie die von der Flatterulme aus Naturverjüngung gebildete zweite Baumschicht in den feuchten Eichen-Hainbuchenwäldern des Davert südlich Münster (Müller-Kroehling, unveröff.). Auch der Blattflächenindex von 5.4 (Jaro 1959 in Leuschner und Ellenberg 2017) liegt höher als bei den reinen Lichtbaumarten, aber niedriger als bei den Schattbaumarten.

Aufgrund ihrer bisher geringen forstlichen Berücksichtigung liegen jedoch kaum Informationen zum Wachs-

tumspotential bzw. wachstumskundliche Messreihen zu der Baumart vor, abgesehen von einer Herleitung der Rindenbeziehung (Altherr et al. 1979). Und so ist den Autoren auch kein Ertragstafelwerk bekannt, das den Wachstumsgang der Flatterulme einmal dokumentiert hätte (Tangerding 2010). In den derzeit zur Anwendung kommenden Ertragstafelwerken wird beschrieben, dass die Flatterulme (zusammen mit den anderen beiden Ulmenarten) wie die Eiche (Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 2018) oder die Esche (Ministerium für Ländlichen Raum, Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Baden-Württemberg 1993) zu bonitieren ist. Welche wachstumskundliche Grundlage diese Zusammenfassung der Ulmen mit den Eichen bzw. Eschen hat, ist zwar nicht näher bekannt, alle drei Baumarten gehören jedenfalls zu den ringporigen Laubböhlzern und besetzen vergleichbar den Standort der Hartholzaue. Die anatomischen und standörtlichen Ähnlichkeiten legen eine gewisse Vergleichbarkeit daher nahe. Für diesen Artikel wurde daher versucht, mit den obengenannten Inventurdaten (Thurm et al. 2018) einen Bonitätsfächer der Baumart (Brandl et al. 2018) aufzuspannen. Hiermit soll ein erster Eindruck gewonnen werden, wie sich das Höhenwachstum der Flatterulme gegenüber dem Wachstum von Eiche und Esche der Ertragstafel verhält (siehe Abbildung 6).

Eingegangen sind dazu Forsteinrichtungsdaten aus Bulgarien (N = 326), Ungarn (N = 137), Polen (N = 75) und Inventurdaten aus anderen EU-Staaten (N = 3). Es handelt sich dabei vornehmlich um Mittelhöhen des Oberstandes und um Einzelbaumdaten. Zwar sind nur Bäume der Kraft'schen Klasse 1 und 2 eingeflossen, dennoch zeigt die abgebildete Kurve eher einen Verlauf der Mittelhöhen als der Oberhöhen.

Die Flatterulme zeigt ein ähnlich zügiges Höhenwachstum in der Jugend wie die Esche. In der Ertragsklasse I, wird eine Mittelhöhe von etwa 29 m im Alter 100 erreicht. Es ist zu vermuten, dass in Europa klimatisch wahrscheinlich noch leistungsfähigere Standorte zu finden sind, die auch Bonitäten zwischen der 0 und der I. Ertragsklasse aufweisen. Mayer 1992 beschreibt beispielsweise die gutgeformten, wüchsigen Ulmen im »baltischem Lehmrevier/Litauen. Sie ist also auf den entsprechenden Standorten keinesfalls eine »Baumart 2ter Ordnung«.

Der Vergleich der Ertragsklasse I von Esche und Eiche zur Flatterulme in Abbildung 6 zeigt, dass der Höhenzuwachs der Flatterulme vergleichbar früh und ähnlich

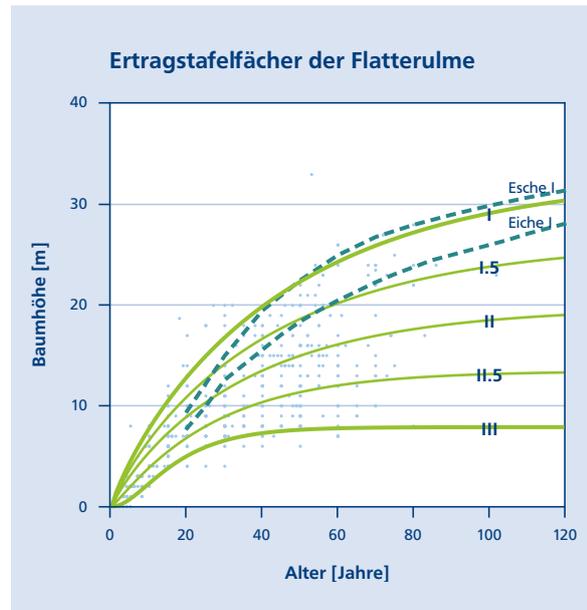


Abbildung 6: Ertragstafelfächer der Flatterulme, basierend auf Forstinventurdaten von Bäumen der Kraft'schen Klasse I und II (durchgezogene Linien). Zum Vergleich ist die Mittelhöhe von Esche (Wimmenauer 1975, obere gestrichelte Linie) und Eiche (Jüttner 1975, untere gestrichelte Linie) der Ertragsklasse I eingezeichnet.

zur Esche kulminiert. Der Höhenzuwachs der Eiche mit ihrer deutlich höheren Lebensdauer gipfelt wesentlich später als bei Flatterulme und Esche. In Ermangelung einer eigenen Ertragstafel für die Flatterulme, würde man daher zumindest im Höhenverlauf eher die Verwendung der Eschen-Ertragstafel unterstellen.

Fazit

Die Inventurdaten zeigen recht gut, dass die Flatterulme im Vergleich zur Esche und zur Eiche sowohl standörtlich als auch waldwachstumskundlich eine anbauwürdige Alternative sein kann. Im Zuge des Klimawandels – mit höheren Sommertemperaturen und bei vergleichsweise konstanter Wasserversorgung – wird die Art in Bayern auf weiteren Flächen in ihr ökologisches Optimum kommen.

Dennoch ist in der Praxis und aus dem gezielten Anbau bisher noch zu wenig zu dieser Art für mitteleuropäische Verhältnisse bekannt. Wichtig ist es daher, die bestehenden und neuen Anbauten der Flatterulme (siehe Abbildung 5) auszuwerten, um für diese relevante, spannende heimische Baumart ökologische, waldbauliche und waldwachstumskundliche Rückschlüsse ziehen zu können.

Danksagung

Ein besonderer Dank gilt den Datengebern der Forstinventuren in Europa und der Vorkommensdaten in Bayern (siehe Autorenliste Thurm et al. 2018). Ein weiterer Dank gilt Tobias Weinfurter, der im Rahmen seines Praktikums an der LWF die Auswertung der Umfrage zu Flatterulmen Pflanzungen der letzten 20 Jahren unterstützte (siehe Abbildung 5).

Literatur

Altherr, E.; Unfried, P.; Hradetzky, J.; Hradetzky, V. (1979): Statistische Rindenbeziehungen als Hilfsmittel zur Ausformung und Aufmessung unentrieten Stammholzes. – Mitt. Forstl. Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg 93, 117 S.

Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (2018): Hilfstafeln für die Forsteinrichtung. München.

Brandl, S.; Mette, T.; Falk, W.; Vallet, P.; Rötzer, T.; Pretzsch, H. (2018): Static site indices from different national forest inventories. Harmonization and prediction from site conditions. In: Ann For Sci 75 (2), S. 739. DOI: 10.1007/s13595-018-0737-3.

Butzke, H. (1969): Über die Böden der feuchten Eichen-Hainbuchenwälder im zentralen Teil des westfälischen Münsterlandes (Kernmünsterland). – Fortschr. Geol. Rheinl. u. Westf. 17: 207-218.

Caudullo, G.; Welk, E.; San-Miguel-Ayanz, J. (2017): Chorological maps for the main European woody species. Data in Brief (12), S. 662-666. Doi:10.1016/j.dib.2017.05.007

Collin, E. (2003): EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for European white elm (*Ulmus laevis*). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 6 Seiten.

Conrad, V. (1946): Usual formulas of continentality and their limits of validity. In: Eos T Am Geophys Un 27 (5), S. 663. DOI: 10.1029/TR027i005p00663.

Degenhardt, L.M. (2016): Flatterulme zwischen Lech und Isar. – Unveröff. Bachelorarbeit Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Fakultät Wald und Forstwirtschaft, 52 S. + Anh.

Devetakovic, J.; Stanković, D.; Ivetić, V.; Sijacic/Nikolic, M.; Maksimović, Z. (2016): Potential of different European White Elm (*Ulmus laevis* Pall.) genotypes for phytoextraction of heavy metals. – Fresenius Environmental Bulletin. 25. 4318-4323.

Dister, E. (1980): Bemerkungen zur Ökologie und soziologischen Stellung der Auenwälder am nörlichen Oberrhein (Hessische Rheinaue). – Colloques phytosociologiques 9 (Les forets alluviales). – Strasbourg, S. 343-363.

Ehrendorfer, F. (1978): Geobotanik in: Lehrbuch der Botanik für Hochschulen, begründet von E. Strasburger, F. Noll, H. Schenck, A.F.W. Schimper. 13. Auflage, Stuttgart 1978, S. 979

Ellenberg, H. et al. (1992): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa (2. Aufl.). – Scripta Geobotanica (Göttingen) 18, 258 S.

Ellenberg, H.; Dierschke, H. (2010): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. In ökologischer, dynamischer und historischer Sicht; 203 Tabellen. Unter Mitarbeit von Christoph Leuschner. 6., vollständig neu bearbeitete und stark erweiterte Auflage. Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer (UTB Botanik, Ökologie, Agrar- und Forstwissenschaften, Geographie, 8104).

ETH Zürich (1995): Mitteleuropäische Waldbaumarten. Artbeschreibung und Ökologie unter besonderer Berücksichtigung der Schweiz. Hrsg. Professur für Waldbau und Professur für Forstschutz und Dendrologie, S. 238-243.

Ewald, J.; Kölling, C. (2009): Wo der Wald an Grenzen stößt. LWF aktuell 71, S. 34-36.

Fick, S.E.; Hijmans, R.J. (2017): WorldClim 2. New 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. In: Int. J. Climatol 37 (12), S. 4302-4315. DOI: 10.1002/joc.5086.

GBIF.org (2019): GBIF Occurrence Download. *Ulmus laevis* Pall., zuletzt geprüft am 17.04.2019.

Härdtle, W.; Ewald, J.; Hölzel, N. (2004): Wälder des Tieflandes und der Mittelgebirge. – Stuttgart, 252 S.

Hempel, G.; Wilhelm, K. (1889): Die Bäume und Sträucher des Waldes in botanischer und forstwirtschaftlicher Beziehung. III. Abteilung. Wien, 140 S.

Jüttner (1975): Ertragtafel Eiche (1955). In: Reinhard Schober (Hg.): Ertragstabellen der wichtigsten Baumarten. bei verschiedener Durchforstung. Frankfurt M.: J.D. Sauerländer's Verlag, S. 12-25.

Kempeneers, P.; Sedano, F.; Seebach, L.; Strobl, P.; San-Miguel-Ayanz, J. (2011): Data Fusion of Different Spatial Resolution Remote Sensing Images Applied to Forest-Type Mapping. In: IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing 49 (12), S. 4977-4986. DOI: 10.1109/TGRS.2011.2158548.

Kiermeier, P. (1988): Bund Deutscher Baumschulen (BDB)-Handbuch Wildgehölze (2. Aufl.). – Pinneberg, 231 S.

Köstler, J.N.; Brückner, E.; Bibelriether, H. (1968): Die Wurzeln der Waldbäume. – Hamburg und Berlin, 284 S.

Kreutzer, K. (1987): Die standörtlichen Verhältnisse im Auwald-Schriftenr. Bayer. Forstverein 7: 64-79.

Kutschera, L.; Lichtenegger, E. (2013): Wurzelatlas mitteleuropäischer Waldbäume und Sträucher (2. Aufl.). – Graz, 604 S.

Leuschner, C.; Ellenberg, H. (2017): Ecology of Central European Forests. Vegetation Ecology of Central Europe, Vol. I. – Cham/Schweiz (Springer), 971 S.

Li, M.; Lopez, R.; Venturas, M.; Pita, P.; Gordaliza, G.G.; Gil, L.; Rodriguez-Clerrada, J. (2015): Greater resistance to flooding of seedlings of *Ulmus laevis* than *Ulmus minor* is related to the maintenance of a more positive carbon balance, Trees 29: 835-848.

Linkola, K. (1934): Die Flatterulme in der Gegend des Vanajavesisees. – Acta Forest. Fennica 40: 155.203.

- Macher, C. (2008): Wenn Bäumen das Wasser bis zum Hals steht. Eine bayernweite Umfrage zur Hochwassertoleranz von Waldbäumen. – LWF aktuell 66: 26-29.
- Mayer, H. (1992): Waldbau auf soziologisch-ökologischer Grundlage; 25 Tabellen. 4., teilw. neu bearb. Aufl. Stuttgart: G. Fischer.
- Ministerium für Ländlichen Raum, Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Baden-Württemberg (Hg.) (1993): Hilfstabellen für die Forsteinrichtung.
- Müller-Kroehling, S. (2003a): *Ulmus laevis* PALL. – Flatterulme. – In Weisgerber, H. et al. (Hrsg.): Enzyklopädie der Holzgewächse (33. Ergänzungslieferung).
- Müller-Kroehling, S. (2003b): Flatterulme – ein unbekannter Baum. Zehn verbreitete Irrtümer zu einer heimischen Baumart. – AFZ/Der Wald 25: 1282-1286.
- Müller-Kroehling, S. (2003c): Die Flatterulme in Bayern. – LWF aktuell 42: 51-54.
- Müller-Kroehling, S. (2005): Flatterrüster (*Ulmus laevis* PALL.) – eine wenig bekannte heimische Holzart. – Holz-Zentralblatt 131 (8): 109-111.
- Müller-Kroehling, S. (2011): Eschentriebsterben, Erlen-Phytophthora: Die Flatterulme als Alternative und Ersatz in geschädigten Feuchtwaldbeständen. – AFZ/Der Wald 19: 36-38.
- Müller-Kroehling, S.; Claus, V. (2011): Alternative zu Esche und Schwarzerle – ein Plädoyer für die Flatterulme. – Forstinfo 6: 4.
- Osenstetter, S.; Falk, W.; Reger, B.; Beck, J. (2013): Wasser, Luft und Nährstoffe – alles, was ein Baum zum Leben braucht. In: LWF aktuell (94), S. 12-17.
- Pepori, A.L.; Selvaggi, A.; Varese, P.; Ghelardini, L.; Santini, A. (2013): About *Ulmus laevis* in Italy. – Third In. Elm Conference 2013 (Florence (Italy) 9-11 October 2013), Abstracts, 1 pp.
- Prpic, B.; Seletkovic, Z.; Tikvic, I. (2005): Ecological constitution of the tree species in floodplain forests. – In: Akademia Sumarskih
- Rebel, K. (1924): Waldbauliches aus Bayern (Bd. I und II). – Diessen, 239 u. 228 S.
- Roloff, A. (2010): Bäume. Lexikon der praktischen Baumbiologie. 2., völlig neu überarb. Aufl.
- Sauter, R. (2003): Waldgesellschaften in Bayern. – Landsberg, 224 S.
- Schmitz, W. (1992): Die Eichhorst. Erfahrungen mit meinem Wald. – Hamburg, 131 S.
- Schütt, P.; Schuck, H.J.; Stimm, B. (2002): *Ulmus laevis* Pall. In: Lexikon der Baum- und Straucharten. Sonderausgabe 2002 für Nikol Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG, Hamburg, 581 S.
- Seibert, P. (1987): Der Eichen-Ulmen-Auwald (*Quercus-Ulmum* Issl. 24) in Süddeutschland. – Natur und Landschaft 62(9): 347-352.
- Späth, V. (1988): Zur Hochwassertoleranz von Auwaldbäumen. – Natur und Landschaft 63(7/8): 312-315.
- Taege, S.; Kölling, C. (2016): Standortinformationssystem BaSIS. AFZ/Der Wald 4/2016, S. 10-13.
- Tangerding, S. (2010): Zu Struktur und Leistung des Waldes in Europa. Ein latitudinaler Vergleich europäischer Wirtschaftsbaumarten auf der Basis von Ertragstabellen. Diplomarbeit. Technische Universität München, Freising. Lehrstuhl für Waldwachstumskunde.
- Thurm, E.; Falk, W. (2019): Standortsansprüche seltener Baumarten: Wie Expertenwissen Artverbreitungsmodelle ergänzt. AFZ/Der Wald 15, S. 32-35.
- Thurm, E.A.; Hernandez, L.; Baltensweiler, A.; Ayan, S.; Rasztoivits, E.; Bielak, K.; Zlatanov, T.M.; Hladnik, D.; Balic, B.; Freudenschuss, A.; Büchsenmeister, R.; Falk, W. (2018): Alternative tree species under climate warming in managed European forests. In: Forest Ecol Manag 430, S. 485-497. DOI: 10.1016/j.foreco.2018.08.028.
- Venturas, M.; Fernández, V.; Nadal, P.; Guzmán, P.; Lucena, J.J.; Gil, L. (2014a): Root iron uptake efficiency of *Ulmus laevis* and *U. minor* and their distribution in soils of the Iberian Peninsula. – Frontiers of Plant Science 5, article 104, 1-9.
- Venturas, M.; Fuentes-Utrilla, P.; López, R.; Perea, R.; Fernández, V.; Gascó, A.; Guzmán, P.; Li, M.; Rodríguez-Calcerrada, J.; Miranda, E.; Domínguez, J.; González-Gordaliza, G.; Zafra, E.; Fajardo-Alcántara, M.; Martín, J.A.; Ennos, R.; Nanos, N.; Lucena, J.J.; Iglesias, S.; Collada, C.; Gil, L. (2014b): *Ulmus laevis* in the Iberian Peninsula: a review of its ecology and conservation. – iForest-Biogeosciences and Forestry 8: 135-142.
- Venturas, M.; Nanos, N.; Gil, L. (2014c): The reproductive ecology of *Ulmus laevis* Pallas in a transformed habitat. – Forest Ecology and Management. 312: 170-178.
- Viktorov, D.P.; Bystrjancev, N.I. (1960): Povyshenie zasuhoustojivosti sejancev berezy i vjaza pod vlijaniem fosfornyh udobrenij (Increasing the drought resistance of Birch and Elm seedlings with P fertilizers). – Lesn. Z., Arhangel'sk 3(3): 35-40 (aus Forestry Abstracts).
- Vyskot, M. (1984): Vliv vodohospodarskych uprav na vyvoj tloust'koveho prirustu drevin luzniho lesa (Effect of water-management practices on the diameter increment of floodplain forest tree species). – Lescnictvi 30(9): 737-765 (aus Forestry Abstracts).
- Walter, H. (1931): Fam. Ulmaceae. – In: Kirchner, O.v., Loew, F. und Schröter, C. (Hrsg.): Lebensgeschichten der Blütenpflanzen Mitteleuropas. Spezielle Ökologie der Blütenpflanzen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. Bd. II, 1. Abt., Bogen 39-41 (Lieferung 38/39). – Stuttgart, 1231 S.
- Wimmenauer (1975): Ertragstafel Esche (1919). In: Reinhard Schober (Hg.): Ertragstabellen der wichtigsten Baumarten bei verschiedener Durchforstung. Frankfurt M.: J.D. Sauerländer's Verlag, S. 52-53.
- Znanosti (2005, Hrsg.): Floodplain forests in Croatia, S. 147-167.

Keywords: *Ulmus laevis*, Climate Change, site conditions, cultivation, cultivation risk, growth, silviculture

Summary: European White Elm (fluttering elm, spreading elm, stately elm) can be found in various parts of Bavaria as a native admixed tree species. Still, it is rare or even very rare due to its almost complete ignorance by former foresters and the strong human impact on its key habitats. *Ulmus laevis* has weak demands on soils and grows also on difficult sites like heavy clay soils or gley soils. European White Elm has an outstanding tolerance to flooding. Therefore, it is mainly found in Bavaria close to streams and rivers. Neither its natural occurrence nor its cultivation possibility is restricted to moist sites: The deep rooting system enables *Ulmus laevis* to withstand longer droughts without being harmed.

European White Elm is widely distributed over Europe, from Spain far into Russia. This proves its wide climatic amplitude, a trait that gives a positive perspective under Climate Change. A moderate warming in Bavaria as a consequence of Climate Change presumably wouldn't harm the actual distribution according to temperature limits – it would increase its cultivation possibility in mountainous areas considerably.

With regard to growth, European White Elm has a fast juvenile growth. The age-height course is comparable with that of ash on appropriate site with a mean height of 29 m at 100 years in the I. yield class.

Die Ulme

*Die Ulme, sie ist kraftvoll borkig
mit gutem Holz, in Tiefen furchig
heilt uns're Haut – und noch am Grab
steht sie als Engel dem, der starb*

*Sie schützt den Hof, sie ehrt den Held
Sie ist ein Baum, der wohl gefällt
Sie heilt den Durchfall und die Gicht
Sie ist ein Baum, der zu uns spricht*

*Ein Baum, der immer hochgehrt
ist lange schon tödlich beschwert
mit einem Käfer, einem Pilz
und einem wuchernd schlimmen Filz*

*Der setzt sich in die Wasserbahnen
Man kann es fast in sich erahnen
dass solch ein hohes, liches Wesen
wird kaum je mehr davon genesen*

*Es stirbt dahin in kurzer Zeit
Millionen trugen schon dies Leid
verdursteten, vertrockneten schon bald
Das ließ selbst Menschen niemals kalt*

*Noch steht sie an so manchem Ort
noch sehen wir sie hier und dort
noch lebt sie in der Einsamkeit
noch hat sie eine Lebenszeit*

Jürgen Wagner

