



Quercus petraea (MATTUSCHKA) LIEBLEIN, 1784

syn.: Quercus sessilis EHRH., 1789; Quercus sessiliflora SALISB., 1796

Traubeneiche, Winterliche, Steineiche	Familie:	Fagaceae
engl.: Sessile Oak, Durmast Oak	Untergattung:	Euquercus [20] ¹⁾
franz.: Chêne rouvre, Chêne noir, Chêne sessile	Sektion:	Lepidobalanus
ital.: Quercia commune, Rovere	Subsektion:	Sessiliflorae

¹⁾ Eine revidierte, im wesentlichen ähnliche Systematik der Gattung wie bei CAMUS [20] schlägt NIXON [60] vor.

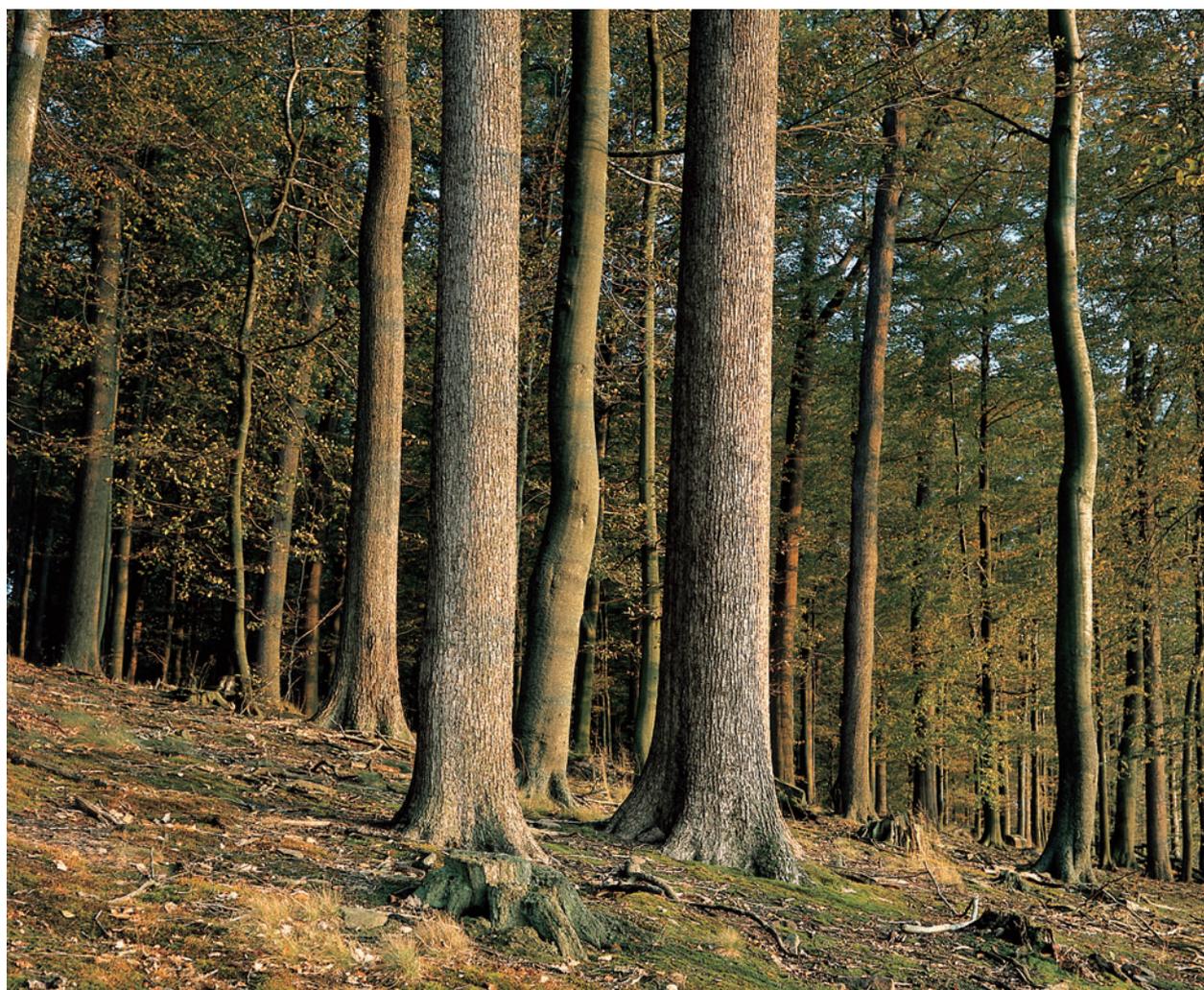


Abb. 1: Alter Traubeneichenbestand im Spessart (Bayr. Forstamt Rohrbrunn, Abt. Eichhall (Foto: G. Sperber)

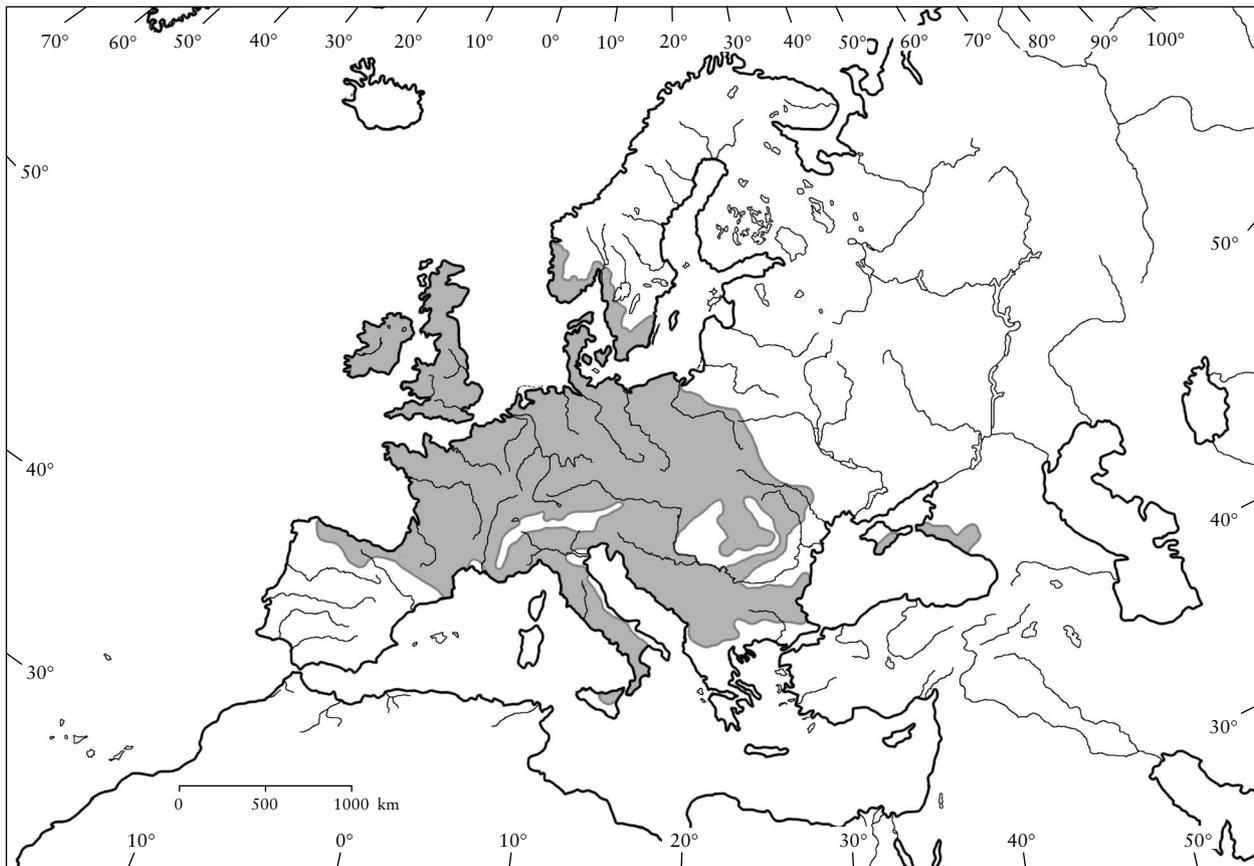


Abb. 2: Areal von *Quercus petraea*, nach SCHÜTT, SCHUCK, STIMM, 1992

Quercus petraea ist neben *Q. robur* L. (Stieleiche) die in Mittel- und Westeuropa vorherrschende Eichenart. In den Wäldern der nacheiszeitlichen Wärmezeit (etwa 5000 bis 2000 v. Chr.) waren beide Eichen dominierende Baumarten, mußten diese Vormachtstellung in der ausgehenden Wärmezeit jedoch an die Rotbuche (*Fagus sylvatica* L.) abtreten. Daß *Q. petraea* dennoch in unseren Wäldern häufig und in vielen Gebieten sogar waldbildend ist, liegt vor allem an ihrer großen wirtschaftlichen Bedeutung und der daraus resultierenden anthropogenen Förderung. Während Eichen früher sehr vielseitig genutzt wurden, neben dem Holz waren die Rinde in der Lohgerberei und die stärkereichen Früchte für die Mast von Schweinen über Jahrhunderte unentbehrlich, spielen sie heute hauptsächlich als Produzent von hochbezahltem Wertholz, insbesondere für die Herstellung von Furnieren, eine wichtige Rolle in der Forstwirtschaft.

Q. petraea und *Q. robur* sind nahe miteinander verwandt und mitunter schwierig zu unterscheiden. Ausgeprägte Unterschiede zwischen beiden Arten bestehen in der Ökologie: *Q. petraea* kommt vor allem auf trockenen Standorten im Bereich eines wintermilden, atlantisch geprägten Klimas vor, *Q. robur* dagegen bevorzugt auf feuchten und nassen Böden sowie in stärker kontinental getönten La-

gen. Die dritte bei uns einheimische Eiche, *Q. pubescens* WILLD. (Flaumeiche), ist eine hauptsächlich submediterran verbreitete Art, die im südlichen Mitteleuropa auf extrem warmen und trockenen Standorten zu finden ist.

Das Epitheton „petraea“ geht auf das lateinische Wort petraeus (auf Felsen wohnend, Felsen-...) zurück und nimmt Bezug darauf, daß die Art oft steinige oder felsige Böden besiedelt [32]. Ihr gebräuchlichster deutscher Name Traubeneiche bezieht sich auf die kurz gestielten, „traubenförmigen“ Fruchtstände, durch die sie sich von der Stieleiche mit ihren lang gestielten Fruchtständen unterscheidet.

Arealgeschichte und Verbreitung

Die mitteleuropäischen *Quercus*-Arten können pollenanalytisch nicht zuverlässig unterschieden werden. Ihre Rückzugsgebiete während der letzten Eiszeit und die anschließenden Wanderbewegungen in Richtung Norden lassen sich deshalb nicht artspezifisch darstellen [28]. Man nimmt an, daß alle drei Arten Mitteleuropa ausgehend von mindestens drei getrennten Refugien im Süden Europas besiedelten: von der Iberischen, der Apenninen- und der Balkanhalbinsel [39].



Erste Nachweise von Eichenpollen nördlich der Alpen stammen aus der Frühen Wärmezeit (Boreal oder Haselzeit, etwa ab 7000 v. Chr.). Begünstigt durch die fortschreitende Erwärmung des Klimas breiteten sich Eichen rasch aus und prägten schon in der Mittleren Wärmezeit (Atlantikum, ab etwa 5000 v. Chr.) zusammen mit Ulmen, Eschen, Linden und Erlen auf großer Fläche das Waldbild. In dieser auch als Eichenmischwaldzeit bezeichneten Epoche lag die mittlere Jahrestemperatur etwas über der von heute. In der folgenden Späten Wärmezeit (Subboreal, etwa ab 2500 v. Chr.) wurde das Klima kühler und feuchter und ermöglichte die rasche Ausbreitung der Rotbuche (*Fagus sylvatica* L.), wodurch Eichen weitgehend verdrängt wurden. Seit der Nachwärmezeit (Subatlantikum) herrscht in den Laubwäldern West- und Mitteleuropas die Buche vor (Buchenzzeit, ab etwa 800 v. Chr.) [28].

Q. petraea ist ein europäisches Florenelement mit subatlantisch-submediterranean geprägter Verbreitung [56, 83]. Das Areal umfaßt fast ganz West- und Mitteleuropa, das südliche Skandinavien (an der Küste Norwegens nördlich bis 62° n.Br., in Südschweden bis zum Südufer des Vänersees) und weite Teile Süd- und Südosteuropas. Die Ostgrenze der Verbreitung verläuft von der Danziger Bucht in südöstlicher Richtung quer durch Ostpolen und das Gebiet des mittleren Dnjepr (Ukraine) bis an die Nordküste des Schwarzen Meeres. Im Süden kommt *Q. petraea* auf dem Balkan (südlich bis Albanien), fast der gesamten Apenninenhalbinsel (einschließlich Sizilien) und von Südfrankreich bis in die Pyrenäen und zu den Gebirgen im Nordwesten der Iberischen Halbinsel vor. Disjunkt vom europäischen Areal ist sie in Südanatolien verbreitet (ssp. *pinmatiloba* (C. KOCH) MENITSKY, [27]).

Nahezu im gesamten Verbreitungsgebiet kommt *Q. petraea* sympatrisch mit *Q. robur*, in Süd- und Südosteuropa auch mit *Q. pubescens* vor. *Q. robur* besiedelt ein größeres Gebiet und dringt insbesondere im Osten weiter in kontinentale Gebiete vor, *Q. pubescens* ist im Unterschied zu *Q. petraea* eine hauptsächlich im submediterranen und mediterranen Klima verbreitete Art.

Die Traubeneiche ist eine Baumart tieferer Lagen, insbesondere der kollinen und der unteren montanen Stufe. Als obere Grenzen der Vorkommen werden genannt [27, 56, 83]:

Harz	650 m
Erzgebirge	500 m
Bayerischer Wald	715 m
Südschwarzwald	1000 m
Zentralalpen	1800 m
Südalpen	1360 m
Ungarn	1215 m
Südanatolien	2200 m.

Beschreibung

Q. petraea ist ein großer sommergrüner Baum mit einer in der Jugend meist kegelförmigen und im Alter bei freiem Stand weit ausladenden, breitovalen Krone, der bis 40 m Höhe (max. 44 m, [64]) und 2 m Stammdurchmesser (in 1,3 m Höhe) erreichen kann. Bestimmend für den Kronenaufbau sind die monopodiale Verzweigung, das bevorzugt aufrechte (orthotrope) Wachstum der Sprosse und die seitliche Bildung der Blütenstände (Architektur-Modell RAUH, [66]). Das Längenwachstum erfolgt gebunden: Der in einem raschen Wachstumsschub austreibende Trieb ist komplett in der Knospe präformiert²⁾. Seitentriebe werden vermehrt an den Triebspitzen gebildet, so daß sie mehr oder weniger wirtelig angeordnet erscheinen.

Für die Verzweigung sind darüber hinaus drei morphologische Besonderheiten wichtig: die Bildung proleptischer und proventiver Triebe sowie die Fähigkeit zur Reduktion der Verzweigung durch Zweigabsprünge:

- **Proleptische Triebe:** Neben den regulären Frühjahrstrieben können im Sommer zusätzliche Triebe, sog. Johanniss- oder Sommertriebe, gebildet werden [77]. Dabei handelt es sich um Sprosse, die aus Knospen der Frühjahrstriebe austreiben (Prolepsis). In seltenen Fällen kann es zur Bildung einer zweiten Generation proleptischer Triebe kommen, wenn Knospen von Johannistrieben kurz nach ihrer Bildung austreiben. Johannistriebe finden sich bevorzugt an jungen Bäumen. Ihre Häufigkeit ist einerseits abhängig von Umwelteinflüssen (insbesondere wird sie durch Licht gefördert), andererseits genetisch fixiert und variiert deshalb innerhalb und zwischen Populationen [51]. Insgesamt ist sie bei der Traubeneiche geringer als bei der Stieleiche.
- **Proventive Triebe:** Traubeneichen können ihr Sproßsystem durch den Austrieb schlafender Knospen (Proventivknospen) regenerieren. Stockausschläge sind Proventivtriebe aus dem Stock (Stubben), Wasserreiser bzw. Klebäste solche aus Stamm und stärkeren Ästen.
- **Zweigabsprünge:** In höherem Alter können Zweigabsprünge gebildet werden [18, 66]. Dabei handelt es sich um schwächere Seitentriebe (meist unverzweigt und weniger als fünf Jahre alt), die nach Bildung eines basalen Trenngewebes von der Tragachse abgestoßen werden. Mit Zweigabsprünge kann der Baum seine Blattmasse verringern, beispielsweise als Reaktion auf lang anhaltende Trockenheit. Auffallend ist, daß die Zweige meist mit grünen Blättern abgestoßen werden.

Im Habitus und in der Art der Verzweigung bestehen zwischen Trauben- und Stieleiche nur geringe Unterschiede. Die Krone der Traubeneiche ist oft etwas regelmäßiger aufgebaut, insbesondere ist häufiger ein bis zum Wipfel durchgehender Stamm erkennbar.

²⁾ Diese Art des Wachstums, das auch andere einheimische Baumarten zeigen, wird deshalb häufig als „*Quercus*-Typ“ bezeichnet.



Abb. 3: Spitze eines Zweiges im Winterzustand (links) und einzelne Seitenknospe (rechts). Im linken Bild erkennt man die Reste der Epidermis als abblätternde graue Haut über dem rotbraunen Periderm.



Abb. 4: Austrieb schlafender Knospen am Stamm. Im forstlichen Sprachgebrauch werden diese als Wasserreiser bezeichnet.



Abb. 5: Winterzweig (links), die Bildung seitlicher Triebe erfolgt oft gehäuft an der Triebspitze, so daß der Eindruck einer wirteligen Verzweigung entsteht; rechts: Zweig einer Traubeneiche im Sommer.

Knospen, Blätter und Triebe

Typisch für Zweige im Winter ist eine Häufung von **Knospen** an der Spitze der Triebe, wobei Form und Größe der einzelnen Knospen erheblich variieren. Meist sind sie spitz kegelförmig und schwach fünfkantig, die Endknospen in der Regel etwas größer als die seitlichen. Die Knospenhülle wird von zahlreichen graubraunen und mehr oder weniger anliegend behaarten Schuppen gebildet, die in fünf Längsreihen übereinander stehen. Diese Schuppen sind umgebildete Nebenblätter (Stipularschuppen). Die Laubblätter hinterlassen nach dem Abfallen deutliche Blattnarben, jede von ihnen mit vielen, in drei Gruppen konzentrierten Bündelspuren.

Knospen wie Blätter stehen spiralig in einer $2/5$ -Schraube an der Sproßachse. Die länglichen Nebenblätter fallen unmittelbar nach der Blattentfaltung ab. Form und Größe der etwa 7 bis 15 cm langen und 3 bis 10 cm breiten **Laubblätter** variieren stark. Sie sind im Umriß oval oder verkehrt eiförmig, haben jederseits 4 bis 8 abgerundete Lappen und einen deutlichen, in der Regel über 1 cm langen Stiel. Die Basis der Spreite ist keilförmig oder seltener abgerundet bis herzförmig. Typisch ist (und unterschiedlich zur Stieleiche) das weitgehende Fehlen von Buchtennerven³⁾ im mittleren Teil der Spreite [1].

Die Blattunterseite weist eine feine Behaarung auf: Auf ganzer Fläche finden sich in unterschiedlicher Dichte kleine, ca. 200-300 µm große Sternhaare sowie entlang der Mittelrippe und in den Nervenwinkeln etwas größere Büschelhaare. Beide Haartypen sind für die Artbestimmung und insbesondere für die Abgrenzung zu Stiel- und Flaumeiche gut geeignet [3, 44, 61].

Die jungen Sproßachsen sind kahl, mehr oder weniger kantig und haben ein im Querschnitt sternförmig fünfstrahliges Mark. Die Epidermis der Sproßachse wird frühzeitig durch ein glänzend olivgrünes bis rotbraunes **Periderm** mit hellen, kleinen Lenticellen ersetzt.

Phänologie

Verglichen mit anderen einheimischen Laubbäumen treibt *Q. petraea* im Frühjahr spät aus. In Mitteleuropa variiert der Zeitpunkt der Laubentfaltung je nach geographischer Breite, Höhenlage und Witterung etwa zwischen Mitte April und Mitte Mai. Literaturangaben zufolge [18, 51, 80, 83] beblättert sich die Traubeneiche bei großer individueller und provenienzbedingter Variation erst einige Tage nach der Stieleiche. Allerdings gibt es auch Standorte, auf denen sich der Austrieb beider Arten weitgehend überschneidet [11] oder die Traubeneiche sich vor der Stieleiche belaubt [18].

³⁾ Buchtennerven sind Seitennerven 1. Ordnung, die in Blattbuchten enden.



Charakteristisch für viele Traubeneichen ist ein verzögerter Laubfall. Die Blätter verfärben sich im Herbst zunächst gelb und dann braun, bleiben aber zumindest teilweise fest am Baum haften und fallen erst im kommenden Frühjahr ab⁴⁾. Dieses Phänomen, das auch bei anderen Eichenarten auftritt (z.B. Stiel-, Flaum-, Zerreiche) und dessen biologische Bedeutung bislang nicht plausibel erklärt werden kann (siehe hierzu z.B. [63]), tritt vornehmlich bei jungen Bäumen auf. Bei älteren Eichen ist es, wenn überhaupt, vor allem an proventiven Trieben zu beobachten.

Blüten, Früchte und Samen

Die Blüten sind einhäusig verteilt. Männliche Blütenstände, dünne, zum Zeitpunkt des Stäubens schlaff hängende, vielblütige Kätzchen, entspringen entweder in Büscheln den Blütenknospen der letztjährigen Triebe oder stehen einzeln blattachselständig im basalen Teil diesjähriger Triebe. Die kleinen Einzelblüten (genau betrachtet handelt es sich bei diesen um Dichasien, die auf eine Blüte reduziert sind) haben ein unscheinbares, mehrzipfliges Perigon und 5 bis 12 Staubblätter. Die annähernd kugligen Pollenkörner weisen bei einem Durchmesser von etwa 30 µm drei von Pol zu Pol verlaufende Keimfalten (tricolpat) und eine warzige Exine auf [62]. Die weiblichen Blütenstände sind stets blattachselständig und befinden sich an der Spitze der Frühjahrstriebe. Gebildet werden sie aus 2 bis 8 (meist 4 bis 5) unscheinbaren Einzelblüten (auch hier handelt es sich um auf eine Blüte reduzierte Dichasien), die ährenartig dicht gedrängt an einer nicht oder kaum gestielten Achse sitzen. Bereits zur Blütezeit ist jede weibliche Blüte von einer behaarten Cupula becherförmig umgeben, die das unscheinbare, sechsteilige Perigon mehr oder weniger verdeckt und nur die kopfige oder scheibenförmig verbreiterte, meist dreiteilige, rötliche Narbe freigibt. Der Fruchtknoten ist unterständig und wird aus drei Fruchtblättern mit je zwei Samenanlagen gebildet, von denen sich in der Regel nur eine zu einem Samen entwickelt.

Die Blütezeit der Traubeneiche fällt mit dem Laubaustrieb zusammen, die Zeit der Hauptblüte liegt dabei vor der vollständigen Ausbildung der Blätter. Die Entfaltung der Blüten (Anthese) eines Baumes erstreckt sich je nach Witterung über einen Zeitraum von wenigen Tagen bis zu etwa zwei Wochen. Die weiblichen Blüten entwickeln sich vor den männlichen (Protogynie, [18]), wobei die Narben in der Regel für einige Tage bestäubungsfähig bleiben [2, 22, 58, 68]. Die Dichogamie könnte ein Grund dafür sein, daß Traubeneichen selbststeril sind [2, 22, 58]. Abweichend davon stellte RUSHTON [68] Selbstbefruchtung fest. Die Befruchtung der Eizelle erfolgt etwa vier bis sechs Wochen nach der Bestäubung.

Eichenarten sind anemogam und man nimmt an, daß die Bestäubung überwiegend zwischen benachbarten Individuen erfolgt. Untersuchungen in amerikanischen Eichenbeständen zeigen allerdings, daß Nachkommen nicht nur durch Paarung benachbarter, sondern auch relativ weit entfernter Bäume gebildet werden können [24].

⁴⁾ Auf diese Erscheinung bezieht sich wahrscheinlich der Name „Winter-eiche“ für *Quercus petraea* [20].

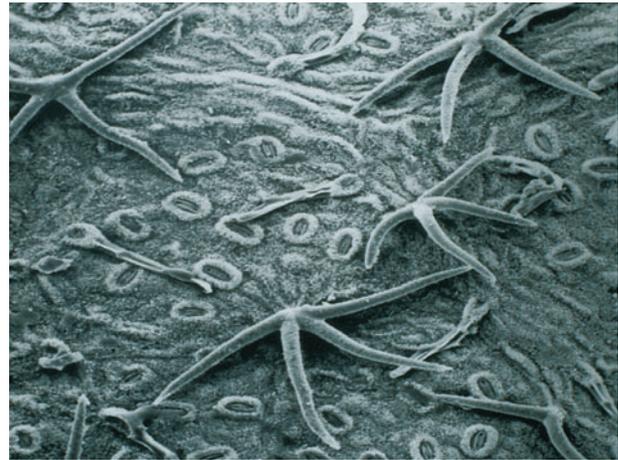


Abb. 6: Sternhaare auf der Unterseite eines Blattes unter dem Rasterelektronen-Mikroskop



Abb. 7: Blattunterseite einer Traubeneiche (links) mit Büschelhaaren entlang der Mittelrippe und in den Nervenwinkeln; rechts: Männliche Blüten



Abb. 8: Weibliche Blütenstände (links) und reifende Traubeneicheln im Sommer (rechts)



Wie die Blütenstände sind auch die Fruchtsände kaum oder nur kurz gestielt. Bis zur Reife der Samen wird die Frucht an ihrer Basis etwa zu $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ vom napfförmigen, anliegend beschuppten Fruchtschalen (Cupula) umgeben. Die Traubeneichel ist eine eiförmige oder ovale, etwa 1,5 bis 3 cm lange und 1 bis 2 cm breite Nußfrucht. Form und vor allem Größe und Gewicht können sowohl innerhalb eines Baumes als auch zwischen verschiedenen Mutterbäumen stark variieren [4, 5]. Die Größe der Eicheln eines Baumes schwankt darüber hinaus von Jahr zu Jahr beträchtlich, offenbar vor allem in Abhängigkeit von Umweltfaktoren, insbesondere der Witterung während der Zeit der Samenreife [46]. Das in der forstlichen Praxis verwendete Tausendkorngewicht (= mittleres Frischgewicht von 1000 Eicheln) ist deshalb eine sehr variable Größe. Entsprechende Angaben für ganze Bestände schwanken zwischen 1900 g und 4200 g [9, 51].

Die Früchte reifen und fallen im Herbst nach der Blüte (September bis Oktober). Sie enthalten in der Regel nur einen, ausnahmsweise zwei Samen [4]. Dieser besteht hauptsächlich aus den beiden großen Speicherkotyledonen des Embryos, zwischen denen sich die Anlage der Keimwurzel und des Sprosses (Plumula) befindet. Dominierende Speicherstoffe in den Kotyledonen sind Kohlenhydrate, insbesondere Stärke, die mehr als die Hälfte der Trockensubstanz reifer Samen ausmacht. Der Fettgehalt liegt bei etwa 3 % [36].

Die Früchte der Traubeneiche lassen sich nicht immer eindeutig von jenen der Stieleiche unterscheiden. Bestes Kriterium hierfür ist die Färbung der Fruchtschale. Sie ist bei *Q. petraea* im frischen Zustand einfarbig schokoladenbraun und hat keine oder nur andeutungsweise eine Längsstreifung, wie sie für Stieleicheln typisch ist [5]. Im Unterschied zu diesen sind Traubeneicheln stärker eiförmig und im Mittel etwas kleiner [4].

Holz und Borke

Q. petraea ist ein Kernholzbaum: Der helle, im Alter schmale Splint ist farblich gut vom rötlich bis gelblich braunen Kern zu unterscheiden. Kennzeichnend für das makroskopische Holzbild sind deutliche Jahrringgrenzen, hervorgerufen durch die Ringporigkeit des Holzes [35, 69]. Neben breiten Holzstrahlen finden sich im Querschnittsbild auch feine, einreihige Strahlen (in unregelmäßiger Anordnung). Das Holz ist sehr hart und schwer. Die mittlere Rohdichte waldfrischen Holzes beträgt etwa 1 g/cm^3 , die Darrdichte (r_0) schwankt im Bereich von $0,4 \dots 0,65 \dots 0,9 \text{ g/cm}^3$ [35]. Verursacht wird diese Variation vor allem durch Unterschiede in der Jahrringbreite, da breite Ringe stets einen höheren Spätholzanteil aufweisen als schmale. Dementsprechend gilt bei den Holzverarbeitern Eichenholz mit engen Jahrringen (hoher Frühholzanteil) als „mild“, solches mit weiten Ringen (hoher Spätholzanteil und dadurch relativ schwer) dagegen als

„hart“. Das Holz der Traubeneiche zeigt makro- wie mikroskopisch keine signifikanten Unterschiede zu dem der Stieleiche [38], der pH-Wert beträgt etwa 3,9 [35].

Weitere Angaben über physikalisch-technische Eigenschaften des Holzes [35]:

r_{15} (g/cm^3):	0,43 ... 0,69 ... 0,96
Elastizitätsmodul (N/mm^2):	13000
Druckfestigkeit (N/mm^2):	55 ... 65
Zugfestigkeit (N/mm^2):	90
Biegefestigkeit (N/mm^2):	94 ... 110
Scherfestigkeit (N/mm^2):	11,0
Bruchschlagarbeit (kJ/m^2):	60 ... 75.

Die Rinde bleibt etwa 10 bis 20 Jahre glatt, ehe durch Tiefenperiderme eine harte, graubraune und im Alter tief längsrisige **Schuppenborke** entsteht. Ihre Form und Dicke ist sehr variabel und läßt keinen klaren Zusammenhang mit der Holzqualität erkennen [72]. Die Borke ist bei *Q. petraea* im Vergleich zu *Q. robur* zwar oft etwas weniger grobrissig und tief, doch lassen sich beide Arten aufgrund der großen Variation des Rindenbildes nicht sicher an diesem Merkmal unterscheiden.

Bewurzelung

Traubeneichen bilden in den ersten Lebensjahren eine kräftige, tiefgehende Pfahlwurzel und nur relativ kurze Seitenwurzeln [50]. Mit zunehmendem Wachstum kommt es etwa nach 25 bis 30 Jahren zu einer verstärkten Bildung von Horizontal- und Senkerwurzeln, so daß sich das anfänglich typische Pfahlwurzelsystem in Anpassung an die jeweiligen Bodenverhältnisse zu einem Herzwurzelsystem oder Herz-Senkerwurzelsystem verändert [50, 54, 56]. Verglichen mit anderen einheimischen Laubbaumarten ist das Wurzelwerk eher extensiv; selbst alte Traubeneichen im Spessart wurzeln im Durchschnitt nur bis etwa 1 m Bodentiefe [50]. In der Bewurzelung bestehen keine wesentlichen Unterschiede zur Stieleiche.

Q. petraea bildet obligatorisch eine Ektomykorrhiza. Häufige Pilzpartner sind beispielsweise⁵⁾ *Amanita phalloides* LINK (Grüner Knollenblätterpilz), *A. caesarea* PERS. (Kaiserling) und andere *Amanita*-Arten, *Boletus aereus* BULL. ex FR. (Bronze-Röhrling), *Cortinarius hinnuleus* FR. (Erdkriechender Gürtelfuß), *Hebeloma sacchariolens* QUEL. (Süßduftender Fälbling), *Leccinum quercinum* PIL. (Eichen-Rotkappe), *Paxillus involutus* FR. (Kahler Kreppling) sowie verschiedene *Russula*- (Täublinge) und *Tuber*-Arten (Echte Trüffel).

⁵⁾ BLASCHE, H., mdl. Mitt.



Fortpflanzung und Vermehrung

In geschlossenen Beständen fruktifizieren Traubeneichen meist nicht vor dem 40. Lebensjahr, freistehende Bäume etwa ab 20 Jahren [15, 51, 65, 74]. Aus südwestdeutschen Eichenbeständen liegen Beobachtungen vor, daß schon achtjährige Bäume Früchte bilden können [6]. Traubeneichen beginnen meist einige Jahre später zu fruchten als Stieleichen [74].

Intensität der Blüte und der Samenbildung schwanken von Jahr zu Jahr. Generell blüht *Q. petraea* viel häufiger als sie fruktifiziert. Guten Samenjahren (Mastjahren) folgen immer wieder Jahre, in denen die Fruchtbildung gering ist oder ganz ausbleibt [4, 71]. Dieses sog. Mastverhalten (engl.: masting, mast seeding) ist zwischen den Individuen einer Population und zwischen Populationen ganzer Regionen synchronisiert. Unklar ist jedoch, wodurch es gesteuert wird. Man nimmt an, daß mehrere Faktoren wie Klima und Witterung sowie die Verfügbarkeit ausreichender Reservestoffe des Mutterbaumes zusammenwirken [42]. Möglicherweise hängt das Mastverhalten aber auch mit der Samenprädation zusammen. So wird diskutiert, ob ein hohes Angebot an Samen in einem Jahr dazu führt, daß ausreichend viele davon der Prädation durch Insekten, Säuger und andere Samenkonsumenten entgehen, in anderen Jahren aber das Fehlen oder eine geringe Verfügbarkeit von Samen die Entwicklung der Prädator-Populationen hemmt (predator satiation hypothesis [76]).

Die Ausbreitungseinheit (Diaspore) von Eichenarten ist die Nußfrucht (Eichel). Diese wird über größere Distanzen durch Kleinsäuger (z.B. Eichhörnchen, Mäuse) und in stärkerem Ausmaße durch Vögel (z.B. Rabenvogel, Tauben) verbreitet [z.B. 40, 57]. Vor allem der Eichelhäher (*Garrulus glandarius* L.) hortet intensiv Eicheln im Boden, wo sie, sofern sie nicht gefressen werden, ideale Bedingungen für die Überwinterung und die spätere Keimung vorfinden [4]. Dadurch bewirkt er eine effektive Ausbreitung der Samen auch über große Distanzen (bis zu mehreren Kilometern [13]).

Eichen keimen hypogäisch. Nach dem Erscheinen der Radicula strecken sich die Stiele der Keimblätter und schieben dadurch die Sproßanlage aus der Frucht heraus. Innerhalb kurzer Zeit (unter normalen Umweltbedingungen in höchstens 2 bis 3 Wochen) streckt sich das Epikotyl vollständig und die Primärblätter werden entfaltet. Diese sind den Folgeblättern bereits sehr ähnlich. Unter günstigen Wachstumsbedingungen kann es noch im Jahr der Keimung zur Bildung von Johannistrieben kommen.

Quercus-Samen haben bei der Reife einen hohen Wassergehalt und bleiben nur dann am Leben, wenn stärkere Austrocknung vermieden wird (Rekalzitranz). Der Wassergehalt erntefrischer Traubeneicheln (bezogen auf das

Frischgewicht) beträgt rund 50 % [4, 36], Werte unter 30 % führen bereits zu einer erheblichen Einschränkung der Keimfähigkeit, der letale Schwellenwert liegt bei etwa 20 % (Literaturübersicht bei [4]). Samen von *Q. petraea* haben daher keine Keimhemmung und können sofort nach ihrer Reife, mitunter sogar schon am Mutterbaum keimen. Meist bilden sie gleich nach dem Fruchtfall, also noch im Herbst, eine Keimwurzel, während das Epikotyl erst im folgenden Frühjahr erscheint. Das Wachstum der Keimlinge wird in den ersten Lebensjahren entscheidend durch die Größe der Samen beeinflusst [4, 15, 25]: Aus großen Eicheln entstehen Pflanzen mit größerem Sproß und kräftigeren Wurzeln als aus kleinen. Verglichen mit *Q. robur* keimt die Traubeneiche im Durchschnitt früher und schneller [4].

Aufgrund ihrer Rekalzitranz lassen sich Eicheln von *Q. petraea* nicht oder nur durch Einsatz sehr aufwendiger Verfahren längere Zeit lagern. Hierzu gehören Maßnahmen zur Optimierung der Ausgangsqualität der Früchte und ihrer Behandlung in der Zeit zwischen Ernte und Lagerung sowie die gezielte Abhärtung der Früchte zur Erhöhung der Frostresistenz, um sie bei tieferen Temperaturen zu lagern [36]. In der Praxis ist lediglich die einmalige Überwinterung von Eichensaatgut üblich, was nach schlechten oder ausbleibenden Ernten dazu führen kann, daß Engpässe bei der Versorgung mit Jungpflanzen entstehen [30]. Gebräuchliche Verfahren sind die einfache Lagerung in der Bestandesstreu an vor Wild und Mäusen geschützten Waldorten, das schichtweise Einlagern (jeweils abwechselnd mit einer Schicht Sand) in unter- oder oberirdischen Mieten, die Halterung in fließendem Wasser und die Lagerung in Hütten oder Kellern, wobei je nach Austrocknungs- und Frostgefahr das Saatgut mit Planen, Stroh, Streu oder Erde abgedeckt werden muß [51].

Traubeneichen lassen sich durch Stecklinge vermehren [12, 78]. Entscheidend für den Erfolg ist vor allem das Alter der Mutterpflanze: Während sich Stecklinge zweijähriger Pflanzen zu rund 90 % bewurzeln, sind es bei 150 Jahre alten Bäumen nur noch etwa 10 %. Günstigster Zeitpunkt für das Abstecken ist die Phase unmittelbar nach der Ausbildung der jungen Triebe, noch bevor diese verholzt sind. Der Bewurzelungserfolg läßt sich durch Wachstoffsstoff-Behandlung sowie durch Befuchtung der Stecklinge (Sprühnebel) steigern. Zierformen vermehrt man meist durch Veredelung [12]. Geeignete Verfahren sind Kopulation, Geißfuß und seitliches Anplatten. Sowohl Winter- als auch Sommerveredelung ist möglich.

Traubeneichen bilden reichlich Stockausschläge. Diese entstehen teils aus schlafenden Knospen (Proventivknospen), teils aber auch aus Adventivknospen des Kallusgewebes.



Abb. 9: Borke



Abb. 10: Holzquerschnitt



Abb. 11: Stammquerschnitt einer frisch gefällten Traubeneiche

Taxonomie, genetische Differenzierung und Artbastarde

Taxonomie und Nomenklatur der Traubeneiche waren in der Vergangenheit häufigen Änderungen unterworfen [81]. LINNÉ beschrieb 1753 *Q. robur* L. (Spec. Plant. 1753; zit. nach [81]). Wahrscheinlich verstand er unter diesem noch heute für die Stieleiche gültigen Binom sowohl die Stiel- als auch die Traubeneiche. Schon zwei Jahre später unterschied LINNÉ dann aber in der Flora Suecica II (1755, zit. nach [81]) die Traubeneiche als eine Varietät von *Q. robur*. Erstmals als eigene Art wurde die Traubeneiche 1768 von MILLER in „The Gardiness Dictionary“ (zit. nach [81]) erwähnt. Die Nomenklatur wechselte in der Folgezeit häufig. Beispielsweise wurden noch Ende letzten Jahrhunderts Trauben- und Stieleiche sowie die dritte in Mitteleuropa vorkommende Art dieser Gattung, die Flaumeiche (*Q. pubescens*), in der „Illustrierten deutschen Flora“ [84] als drei durch Übergänge miteinander verbundene „Hauptformen“ einer Art (*Q. robur*) bezeichnet.

Die Frage, ob Trauben- und Stieleiche als zwei verschiedene Arten aufzufassen sind oder als intraspezifische Taxa einer Art, wird kontrovers diskutiert [4, 7, 48, 67] (zur Problematik des Artbegriffs bei *Quercus* allgemein, siehe z.B. [16, 82]). Hier wird der Auffassung gefolgt, daß die Traubeneiche eine eigene Art ist. Über die genetische Differenzierung dieses Taxons wurden in den letzten Jahren viele neue Erkenntnisse gewonnen [z.B. 52, 58, 59, 70, 85, 86]. *Q. petraea* weist demnach eine große genetische Variabilität auf. Der größte Anteil dieser Variation (i.d.R. > 90 %) tritt innerhalb von Populationen auf, während die genetische Differenzierung zwischen diesen und selbst die Differenzierung zwischen verwandten Eichenarten, insbesondere zwischen Trauben-, Stiel- und Flaumeiche, nur gering ist. Unterschiede zwischen Herkünften sind für verschiedene Eigenschaften nachgewiesen worden, so auch für forstlich relevante wie den Austriebszeitpunkt, die Häufigkeit von Johannistrieben, die Kronenform, das Höhenwachstum oder die Empfindlichkeit gegenüber Mehltau [51, 52].

Die Chromosomenzahl beträgt $2n = 24$.

Q. petraea ist mit *Q. robur* [2, 22, 68, 79] und mit *Q. pubescens* [58] experimentell kreuzbar. Nach der Bestäubung von *Q. robur* mit Pollen von *Q. petraea* werden häufiger Samen gebildet als bei der reziproken Kombination, die sich stets als weitgehend inkompatibel erwiesen hat. Während man über die experimentelle Kreuzbarkeit von Trauben- und Stieleiche gut Bescheid weiß, wird die Bedeutung der Hybridisierung unter natürlichen Bedingungen kontrovers diskutiert [4, 31]. Das Ausmaß des Genflusses zwischen beiden Sippen kann nicht exakt ermittelt werden, da völlig artspezifische Merkmale (Marker) fehlen. Unstrittig ist, daß beide Arten spontan hybridisieren.



Der Genfluß wird aber offenbar durch die Wirkung unterschiedlicher Barrieren begrenzt, zumindest so stark, daß sie als ökologisch und morphologisch distinkte Sippen erhalten bleiben. Hybridformen sind aber ein Grund dafür (neben der hohen Merkmalsvariation beider Arten), daß eine eindeutige Trennung zwischen Trauben- und Stieleiche mitunter nicht möglich ist. Erschwert wird dieses taxonomische Problem dadurch, daß Hybriden nicht immer genau intermediär sind, sondern mehr Ähnlichkeit mit der Stiel- oder mit der Traubeneiche haben können [47].

Q. petraea und *Q. pubescens* bilden im südlichen Mitteleuropa ausgedehnte Hybridschwärme [4, 58]. So sind beispielsweise in vielen Beständen im Tessin, im Schweizer Jura, im Kaiserstuhl, am Hochrhein und in der Schwäbischen Alb intermediäre Individuen häufiger als beide Elternarten.

Noch unzureichend bearbeitet ist die Frage, ob und inwieweit es eine taxonomisch relevante intraspezifische Differenzierung gibt. In der Literatur sind viele Unterarten, Varietäten und andere Formen beschrieben [8, 10], deren taxonomische Relevanz aber meist als fragwürdig einzustufen ist. Gärtnerisch interessant sind zahlreiche Sorten, die in der Wuchsform (z.B. 'Pendula' mit hängenden Zweigen), der Blattform (z.B. 'Mespilifolia' mit lanzettlichen, ungelappten Blättern) oder der Blattfarbe ('Albo-variegata' mit weißbunten Blättern) vom Typ abweichen [53].

Ökologie

Q. petraea ist eine Baumart sommergrüner Laubmischwälder des Hügel- und tieferen Berglandes. Ihre Hauptverbreitung liegt, ähnlich wie die der Rotbuche (*Fagus sylvatica*), im Bereich eines ausgeglichenen, atlantisch bis submediterranean getönten Klimas. Sie beansprucht wintermilde, ausreichend luftfeuchte Lagen und meidet kontinentale Gebiete [26, 34, 45, 56, 83]. Die Traubeneiche erträgt in der Jugend Schatten (Halbschattbaumart), wird aber mit zunehmendem Alter lichtbedürftiger. Unter natürlichen Bedingungen wäre sie deshalb in den bei uns vorherrschenden Buchenwäldern eine mehr oder weniger seltene Mischbaumart und waldbildend nur auf Standorten, auf denen die Konkurrenzkraft der Buche infolge Trockenheit nachläßt (wärmeliebende Eichenmischwälder, bodensaure Eichenmischwälder).

Traubeneichen kommen auf Böden unterschiedlichen geologischen Ausgangsmaterials (Silikat wie Kalk) und unterschiedlicher Nährstoff- und Basenversorgung vor. Meist handelt es sich um trockene bis frische, mittel- bis flachgründige Stein- oder Lehmböden. Entscheidend ist, daß die Böden ausreichend drainiert sind, da die Traubeneiche empfindlich ist gegenüber hoch anstehendem Grundwasser und stagnierender Nässe.



Abb. 12: Fruchtstand mit reifen Eicheln

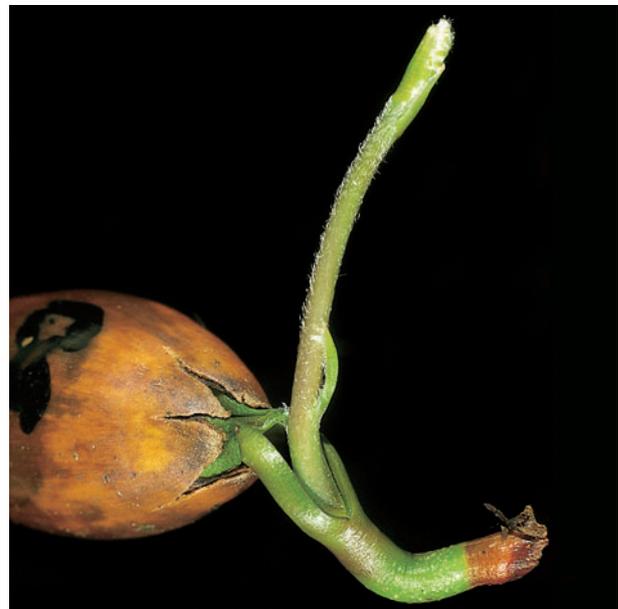


Abb. 13: Streckung des Sprosses (Epicotyl) einer keimenden Traubeneiche



Abb. 14: Sämlinge (Draufsicht)

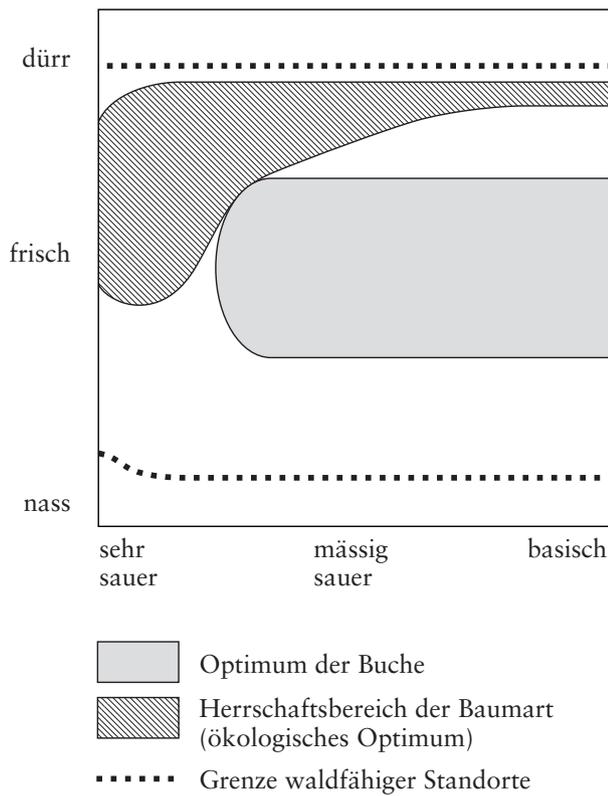


Abb. 15: Ökogramm der Traubeneiche (aus [9])

Gemieden werden deshalb dicht gelagerte, tonreiche, nasse oder auch zeitweilig überflutete Böden (Auenstandorte), die typischerweise von der Stieleiche besiedelt werden. Wenngleich Trauben- und Stieleiche in der genannten Weise ökologisch differenziert sind, gibt es Standorte, auf denen beide gemeinsam vorkommen (z.B. Eichen-Hainbuchenwälder).

Insgesamt gesehen hat die Traubeneiche eine kleinere ökologische Amplitude als die Stieleiche. Von großer Bedeutung für die Differenzierung zwischen beiden Arten im Bereich der sympatrischen Verbreitung ist der Bodenwasserhaushalt.

Viele Eichenwälder sind anthropogener Natur. Wegen ihrer vielfältigen Nutzungsmöglichkeiten wurden Eichen bereits in vorgeschichtlicher Zeit vom Menschen gefördert. Vor allem die Nieder- und Mittelwaldwirtschaft, bis weit in das 20. Jahrhundert hinein die vorherrschende Form der Bewirtschaftung vieler Laubwälder, förderte Eichen zu Lasten der Rotbuche. Die Forstwirtschaft der letzten 200 Jahre hat allerdings dazu geführt, daß viele vormals eichenreiche Wälder in Nadelholzbestände umgewandelt wurden.

Wachstum und Waldbau

Traubeneichen wachsen in der Jugend rasch. Die Zuwächse kulminieren früh, so der Höhenzuwachs auf guten Standorten etwa im Alter von 25 bis 30 Jahren und der Volumenzuwachs mit ca. 30 bis 40 Jahren [17]. Das Wachstum bleibt danach lange erhalten, so daß selbst Bestände von 200 Jahren noch erhebliche Zuwächse aufweisen können. Das Höchstalter liegt zwischen 400 und 800 Jahren. Berichte von älteren Eichen beruhen meist auf Schätzungen, da Bäume in diesem Alter meist hohl sind. Dennoch kann man davon ausgehen, daß in seltenen Fällen maximale Alter von 1000 Jahren und mehr möglich sind.

Forstlich bewirtschaftete Traubeneichenbestände werden meist durch Saat oder Pflanzung und nur selten durch Naturverjüngung begründet. Entscheidend für die Wertholzerzeugung sind eine gleichmäßige, individuenreiche Verjüngung, rechtzeitige, intensive und regelmäßige Bestandespflege sowie die Begründung, Erhaltung und gezielte Steuerung eines Nebenbestandes [17, 29, 43, 51, 56]. Dieser besteht aus schattentoleranten Arten wie Hainbuche oder Linde und soll durch Beschattung der Eichenstämme dazu beitragen, daß diese auf möglichst großer Länge astfrei werden und bleiben. Eine weitere wichtige Funktion des Nebenbestandes, der aus Konkurrenzgründen stets im Unter- und Zwischenstand bleiben soll, ist die Bodenpflege und die Verbesserung des Bestandesklimas. Die Umtriebszeiten für die Erzeugung qualitativ hochwertigen Holzes (Furnierholz) betragen 200 bis 250 Jahre, für die Produktion starken Sägholzes etwa 150 Jahre [17]. Im Vergleich zu anderen Wirtschaftsbaumarten ist die Massenleistung von Eichenbeständen gering, auf geeigneten Standorten und bei guter waldbaulicher Pflege die erzielbare Wertleistung aber sehr hoch.

Nutzung

Eichenholz wird als Rund- und Schnittholz sowie als Furnier vermarktet. In der sehr vielseitigen Verwendung gibt es zwischen der Trauben- und der Stieleiche keine grundsätzlichen Unterschiede. Viel entscheidender für die Nutzung von Eichenholz ist dessen äußerst variable Qualität, die vor allem vom Stammdurchmesser, von der Jahrringbreite und von der Astigkeit abhängt. Eichenholz hoher Qualität erzielt unter den einheimischen Hölzern, die in größerem Umfang auf den Markt gelangen, die höchsten Verkaufserlöse. Je nach Verwendungszweck sind eher die Festigkeit des Holzes, seine Bearbeitbarkeit oder seine ästhetischen Eigenschaften (z.B. Farbe) ausschlaggebend [35, 69, 72].

Weitringiges, hartes Eichenholz spielt als Bau- und Konstruktionsholz im Hoch- und Tiefbau eine bedeutende Rolle, insbesondere für die Herstellung von Holzpfählen. Unter Wasser verbaut, haben diese eine fast unbegrenzte Haltbarkeit. Im Garten- und Landschaftsbau werden aus



Eiche Zäune, Holzpflaster, Pergolen, Gartenmöbel u.a. hergestellt. Weitere Einsatzbereiche sind der Boots- und Containerbau, die Herstellung von Kübeln und Fässern (Wein- und Kognakfässer werden überwiegend aus Eichenholz gefertigt) sowie von Schwellen (vor allem Weichenschwellen). Engringiges, mildes Holz ist im Möbel- und Innenausbau gefragt und zwar hauptsächlich in Form von Messerfurnieren für die Produktion von Möbeln sowie von Wand- und Deckenverkleidungen. Im Möbelbau wird Eichenholz auch massiv verwendet, ebenso im Innenausbau für Türen, Fenster, Treppen und Fußböden.

Neben dem Holz wurden früher die Rinde und die Früchte genutzt. Große wirtschaftliche Bedeutung hatte die Traubeneiche in der Lohgerberei. Eichenrinde, insbesondere die glatte, noch nicht verborkte Rinde junger Bäume, die sog. Spiegelrinde, ist reich an Gerbstoffen. Der Gehalt an extrahierbaren Gerbstoffen schwankt je nach Jahreszeit und Standort zwischen etwa 5 % und 17 % des Trockengewichtes [49]. Geschält wurden in der Regel junge Eichen, sodann die Gerb- oder Lohrinde gemahlen und die Gerberlohe (Lohe) hergestellt. Eichenschälwälder wurden als Niederwälder in 20- bis 25jährigem Umtrieb bewirtschaftet [33, 51]. Weit verbreitet waren sie in Mitteleuropa beiderseits des Rheins. Durch den zunehmenden Import von Gerbstoffen aus den Tropen (z.B. Quebrachholz aus Südamerika) und deren synthetische Herstellung sind Eichenschälwälder seit dem Beginn des 20. Jahrhunderts wirtschaftlich weitgehend bedeutungslos geworden.

Eicheln waren früher ein wichtiges Viehfutter. Zur Mast wurden Schweine, aber auch anderes Weidevieh in die Wälder getrieben und dort von Hirten gehütet. Solche Hutewälder waren in der Regel nur licht mit großkronigen Eichen bestockt. Aus dieser Zeit stammen Begriffe wie „Spreng-, Halb- und Vollmast“, mit denen die Förster heute noch die Höhe des Samenertrages in Eichenwäldern klassifizieren. Mit Eicheln gemästete Schweine lieferten ein kerniges Fleisch und einen festen Speck. In dem mittelalterlichen Spruch „Auf den Eichen wachsen die besten Schinken“ kommt zum Ausdruck, daß die Mast der Schweine mit den stärkereichen aber fettarmen Eicheln einen sehr viel besseren Schinken erbrachte als jene mit den sehr ölhaltigen Bucheckern. Nach Einführung der Kartoffel in Europa und dem Übergang zur Stallhaltung wurde die Viehweide in Eichenwäldern nach und nach aufgegeben, und viele der vormals parkähnlichen Bestände entwickelten sich zu geschlossenen Wäldern. Manche unserer forstlich wertvollsten Furniereichenbestände (z.B. im Spessart) sind aus Hutewäldern entstanden.

In der Volksmedizin hat man verschiedenen Mitteln Heilkraft zugesprochen, die aus Blättern, Früchten und Rinde der Eiche gewonnen wurden [87]. Im Mittelpunkt stand in den meisten Fällen die adstringierende Wirkung der Gerbstoffe, die in praktisch allen Teilen der Eiche enthalten sind. Die aus der Rinde gewonnene Droge Cortex Querci findet heute noch bei chronischen Hautleiden Anwendung. Aus den Eicheln kann durch Rösten ein Kaffeesurrogat, der Eichelkaffee, hergestellt werden.

Pathologie

Biotische Schädlinge

1. Pilzkrankungen⁶⁾

Eine der wichtigsten Pilzkrankungen ist der Eichenmehltau (*Microsphaera alphitoides* GRIF. et MAUBL.). Der Ektoparasit befällt junge Blätter und noch unverholzte Sproßachsen, bevorzugt von Johannistrieben. Er bildet einen mehlig-weißen Belag, ruft eine Kräuselung der Blätter und einen krüppeligen Wuchs der Triebe hervor. Starker Befall kann einzelne Sprosse oder junge Pflanzen zum Absterben bringen. Neben dem Eichenmehltau, gegen den die Traubeneiche weniger anfällig ist als die Stieleiche (möglicherweise einfach nur deshalb, weil *Q. petraea* weniger Johannistriebe bildet), gibt es eine ganze Reihe weiterer Blattparasiten, die aber in der Regel harmlos sind.

An jungen Eichen verursachen Pilze der Gattung *Rosellinia* Wurzelfäulen. Gefährlich ist *Rosellinia quercina* HARTIG, der Eichen-Wurzeltöter, der aber nur auf vernässten Böden schädigt und damit für die Traubeneiche keine große Gefahr darstellt.

Zahlreiche Pilzarten können Holzfäulen verursachen:

- *Phellinus robustus* (KARST.) BOURD. et GALZ., der Eichen-Feuerschwamm, ein Weißfäuleerreger an lebenden Alteichen mit großen, harten, konsolenförmigen Fruchtkörpern.
- *Xylobolus frustulatus* (PERS.) KARST. (syn.: *Stereum frustulosum*), der Mosaik-Schichtpilz, verursacht im Kernholz eine besondere Form der Weißfäule (Weißloch- oder Wabenfäule). Das verfaulte Holz wird wegen seines typisch braun-weißen Musters als „Rebhuhnholz“ bezeichnet.
- *Laetiporus sulphureus* (BULL. ex FR.) MURRILL (syn.: *Polyporus sulphureus*), der Schwefelporling, ein wirtschaftlich wichtiger und weit verbreiteter Braunfäuleerreger an Eiche (und anderen Gehölzen). Der Wundparasit zersetzt nur das Kernholz, wobei die Bäume den Befall sehr lange überleben können. Charakteristisch sind die bis 40 cm großen, lebhaft gelben, dachziegelartig übereinander stehenden, konsolenförmigen Fruchtkörper, die noch an verbautem Holz auftreten können.
- *Fistulina hepatica* SCHAEFF., der Leberpilz, ein Besiedler alter Eichen, der eine dunkelbraune Holzverfärbung (‘Hartröte’, ‘Schokoladenholz’) verursacht. Im Spätstadium entwickelt sich eine Braunfäule.

Ein häufiger Schädling an Eicheln ist der Ascomycet *Ciboria batschiana* (ZOFF) BUCHWALD, Verursacher der Schwarzen Eichelfäule, die den völligen Ausfall von Aussen saaten verursachen kann.

⁶⁾ Zusammenge stellt u.a. nach [19].



Abb. 16: Phellinus robustus an alter Eiche mit Spechtbau
(Foto: O. Holdenrieder)



Abb. 17: Laetiporus sulphureus (Foto: Ulla M. Lang)

2. Schadinsekten⁷⁾

Von den vielen phytophagen Insekten bei der Traubeneiche seien hier erwähnt:

- *Tortrix viridana* L. (*Lepidoptera*), der Grüne Eichenwickler, ein bedeutender Schädling, der immer wieder zur Massenvermehrung kommt. Die Larven fressen die jungen, zarten Blätter, doch führt selbst Kahlfraß in der Regel nur dann zum Absterben, wenn andere Streßfaktoren die Eichen zusätzlich schwächen (z.B. extreme Trockenheit, starker Mehltaubefall). Befallene Bäume regenerieren sich meist rasch durch vermehrt gebildete proventive und proleptische Triebe. Es kann jedoch zu erheblichen Zuwachsverlusten und zum Ausfall der Eichelmast kommen. Bei Furniereichen führt starker Wicklerbefall durch Wasserreiser und die Bildung ungleichmäßig breiter Jahrringe zu einer Holzentwertung und dadurch zu wirtschaftlichen Einbußen.
- Die Raupen von *Lymantria dispar* L. (*Lepidoptera*), dem Schwammspinner, verursachen ähnliche Schäden wie die des Grünen Eichenwicklers. Der Schwammspinner ist ein polyphager Massenwechselschädling, der bevorzugt in Trockengebieten auftritt [75] und seit Anfang der neunziger Jahre in Mitteleuropa vermehrt als Schädling in Erscheinung tritt.
- *Curculio glandium* MARSH. (*Coleoptera*), der Eichelbohrer, legt Eier in junge, unreife Früchte, wo die Larven durch ihren Fraß die Samen ganz oder teilweise zerstören. Der Befall kann in manchen Jahren zu empfindlichen Verlusten an Eicheln führen.

3. Eichenmistel

Im pontisch-pannonischen Bereich Südosteuropas tritt an der Traubeneiche (und anderen *Quercus*-Arten) die Eichenmistel (*Loranthus europaeus* JACQ., *Loranthaceae*) auf. Die halbparasitische, strauchförmige Blütenpflanze schwächt als Epiphyt durch Entzug von Wasser und Nährsalzen den Wirtsbaum und kann bei sehr starkem Befall zu dessen Absterben führen [56]. *Viscum album* L. (*Viscaceae*), die in Mittel- und Westeuropa verbreitete Weiße Mistel, befällt die Traubeneiche nur selten.

4. Wildverbiß

Große ökologische und wirtschaftliche Schäden werden durch Wildverbiß verursacht, insbesondere durch Rehwild, das sowohl während der Vegetationsperiode als auch im Winter Eichen verbeißt.

Abiotische Schäden

Die Traubeneiche ist durch Spätfröste stark gefährdet, kann aber normalerweise die auftretenden Schäden gut regenerieren. Sie gehört ferner zu den Baumarten, die am Stamm häufig Frostrisse erleiden und als Folge davon Frostleisten bilden.

⁷⁾ Zusammengestellt u.a. nach [73].



Abb. 18: Quercus petraea auf dem Röthekopf (südl. Schwarzwald)

Eichensterben

Unter diesem Begriff versteht man eine Komplexkrankheit, die in den letzten Jahren wiederholt in verschiedenen Gebieten Europas bei Trauben- und Stieleichen sowie anderen Eichenarten beschrieben wurde [23, 37]. Das Schadbild ist durch verschiedene Symptome geprägt, hierzu zählen insbesondere Chlorosen und Kleinblättrigkeit, erhöhte Kronentransparenz und Wipfeldürre, vermehrte Bildung von Wasserreisern, Schleimfluß, Rindennekrosen, Verfärbungen im Splint sowie Absterben von Feinwurzeln und Nekrosen an älteren Wurzeln. Als Ursachen vermutet man verschiedene Faktoren, sowohl abiotische wie extreme Witterung als auch biotische wie Pilzinfektionen. Die Bedeutung der einzelnen Faktoren für das Krankheitsgeschehen und ihr Zusammenspiel ist weitgehend ungeklärt. Neuerdings wird vermehrt als Ursache des Eichensterbens vor allem der Stieleiche ein Befall der Wurzeln durch Pilze aus der Oomyceten-Gattung *Phytophthora* vermutet [41].

Verschiedenes

– An Traubeneichen finden sich viele und vielfältige Gallbildungen, hervorgerufen durch Gallwespen, Gallmücken, Gallmilben und Blattläuse [14, 21]. Gallen tre-

ten an Laubblättern, Sproßachsen, Knospen, Blütenständen, Früchten und Wurzeln auf. Normalerweise verursachen sie an *Q. petraea* keine bedeutenden Schäden.

Aus den durch die Gallapfelwespe (*Cynips quercusfolii* L.) hervorgerufenen Galläpfeln auf der Unterseite von Blättern wurden früher Gerbstoffe gewonnen.

- Eichen spielten im Volksglauben und in der Mythologie bis in unsere Zeit hinein eine große Rolle, die wahrscheinlich auf dem hohen Alter, der stattlichen Größe und dem großen Nutzen der Eichen beruhte. Bei vielen Völkern und Volksstämmen, von den Griechen bis zu den Germanen, Slawen oder Kelten war die Eiche ein heiliger Baum. Aus dem keltischen Namen „Dair“ für die Eiche leitet sich das Wort Druide für die geistigen Führer der Kelten ab [55]. Sie alleine durften die heiligen Eichen besteigen, um die begehrten Misteln mit der goldenen Sichel zu ernten. Bei den Germanen war die Eiche der Baum des Gewittergottes Donar, vielleicht weil Blitzeinschläge bei Eichen relativ häufig sind. Wahrscheinlich war es eine dem Donar geweihte Eiche, die der hl. Bonifatius mutmaßlich im Jahre 723 bei Geismar in Hessen fällen ließ. Die Bedeutung der Eiche in früheren Zeiten zeigt sich nicht zuletzt durch die vielen Orts-, Flur- und Familiennamen, die vom Wort Eiche abgeleitet sind.



Literatur

- [1] AAS, G., 1988: Untersuchungen zur Trennung und Kreuzbarkeit von Stiel- und Traubeneiche (*Quercus robur* L. und *Q. petraea* (MATT.) LIEBL.). Diss. Univ. München.
- [2] AAS, G., 1991: Kreuzungsversuche mit Stiel- und Traubeneichen (*Quercus robur* L. und *Q. petraea* (MATT.) LIEBL.). Allg. Forst- und J.-Ztg. **162**, 141-145.
- [3] AAS, G., 1995: Die Behaarung der Blätter von Traubeneiche und Stieleiche (*Quercus petraea* und *Q. robur*): Variabilität und taxonomische Bedeutung. Mitt. Forstl. Versuchsanstalt Rheinland-Pfalz **34**, 297-309.
- [4] AAS, G., 1998: Morphologische und ökologische Variation mitteleuropäischer *Quercus*-Arten: Ein Beitrag zum Verständnis der Biodiversität. Libri Botanici, Band 19.
- [5] AAS, G.; FRIEDRICH, K., 1991: Untersuchungen zur morphologischen Unterscheidung von Stiel- und Traubeneicheln. Forstw. Cbl. **110**, 349-357.
- [6] AAS, G.; WEINREICH, A., 1993: Ungewöhnlich frühe Fruktifikation bei Eiche. AFZ **48**, 940-942.
- [7] AAS, G.; MÜLLER, B. et al., 1997: Sind Stiel- und Traubeneiche zwei getrennte Arten? AFZ/Der Wald **52**, 960-962.
- [8] ANDRÉJEFF, W., 1929: Über die homologen Reihen der Formen der Stieleiche, Traubeneiche und Flaumeiche. Mitt. DDG, 186-206.
- [9] ANONYMUS, 1993: Mitteleuropäische Waldbaumarten. Unveröff. Vorlesungsskript, Prof. Waldbau und Prof. Forstschutz & Dendrologie, ETH Zürich.
- [10] ASCHERSON, P.; GRAEBNER, P., 1908-13: Synopsis der mitteleuropäischen Flora. 4. Band. Verlag v. W. Engelmann, Leipzig.
- [11] BACILIERI, R.; DUCOUSO, A.; KREMER, A., 1995: Genetic, morphological, ecological and phenological differentiation between *Quercus petraea* (MATT.) LIEBL. and *Quercus robur* L. in a mixed stand of northwest of France. Silv. Gen. **44**, 1-10.
- [12] BÄRTELS, A., 1989: Gehölzvermehrung. 3. Auflage. Ulmer Verlag, Stuttgart.
- [13] BOSSEMA, I., 1979: Jays and oaks: An eco-ethological study of a symbiosis. Behaviour **70**, 1-117.
- [14] BUHR, H., 1965: Bestimmungstabellen der Gallen an Pflanzen Mitteleuropas. Bd. 1 und 2. Fischer Verlag, Jena.
- [15] BURGER, H., 1921: Über morphologische und biologische Eigenschaften der Stiel- und Traubeneiche und ihre Erziehung im Forstgarten. Mitt. Schweiz. Centralanst. forstl. Versuchsw. XI., 306-377.
- [16] BURGER, W. C., 1975: The species concept in *Quercus*. Taxon **24**, 45-50.
- [17] BURSCHEL, P.; HUSS, J., 1997: Grundriß des Waldbaus. 2. Aufl. Parey Verlag, Berlin.
- [18] BÜSGEN, M., 1911: *Quercus* L., Eiche. In: KIRCHNER v., O. et al. (Hrsg.): Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas. Bd. II, Abt. 1. Stuttgart, 69-129.
- [19] BUTIN, H., 1996: Krankheiten der Wald- und Parkbäume. Diagnose – Biologie – Bekämpfung. 3. Aufl. Thieme Verlag, Stuttgart, New York.
- [20] CAMUS, A., 1938: Les chênes. Monographie du genre *Quercus*. Tome I, 1936-38. Tome II, 1938-39. Lechevalier, Paris.
- [21] DARLINGTON, A., 1974: The galls on oak. In: MORRIS, M. G.; PERRING, F. H. (eds.): The British oak. Claxsey, Faringdon, 298-311.
- [22] DENGLER, A., 1941: Bericht über Kreuzungsversuche zwischen Trauben- und Stieleiche (*Quercus sessiliflora* SMITH und *Q. pedunculata* EHRH. bzw. *robur* L.) und zwischen europäischer und japanischer Lärche (*Larix europaea* DC. bzw. *decidua* MILL. und *L. leptolepis* MURR. bzw. *Kaempferi* SARG.). Mitt. H.-Görling-Akad. dt. Forstwiss. **1**, 87-109.
- [23] DONAUBAUER, E., 1998: Die Bedeutung von Krankheitserregern beim gegenwärtigen Eichensterben in Europa – Eine Literaturübersicht. Eur. J. For. Path. **28**, 91-98.
- [24] DOW, B. D.; ASHLEY, M. V., 1997: Population Structure and Mating System of Bur Oak, *Quercus macrocarpa*, Characterized by DNA Microsatellite Analysis. Proc. IUFRO Meeting 'Diversity and Adaptation in Oak Species', Pennsylvania State University, PA, USA, 1-8.
- [25] EITTINGEN, G., 1926: Der Wuchs der Eiche in Abhängigkeit von dem Gewicht der Eicheln. Forstw. Cbl. **48**, 849-863.
- [26] ELLENBERG, H., 1996: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. 5. Aufl. Ulmer Verlag, Stuttgart.
- [27] ERTAS, A., 1995: The oaks of Turkey. J. Int. Oak Soc. **6**, 33-42.
- [28] FIRBAS, F., 1949: Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. 1. Bd.: Allgemeine Waldgeschichten. G. Fischer Verlag, Jena.
- [29] FLEDER, W., 1981: Furniereichenwirtschaft heute. Holz-Zentralblatt **107**, 1509-1511.
- [30] FRANKE, A., 1991: Pflanzgutversorgung 1991/92. AFZ **46**, 862-864.
- [31] GARDINER, A. S., 1970: Pedunculate and sessile oak (*Quercus robur* L. and *Q. petraea* (MATT.) LIEBL.). A review of the hybrid controversy. Forestry **43**, 151-160.
- [32] GENAUST, H., 1996: Etymologisches Wörterbuch der botanischen Pflanzennamen. 3. Aufl. Birkhäuser Verlag, Basel.
- [33] GLAUER VON, S., 1864: Anleitung zur Anlage, Behandlung und Nutzung der Eichenschälwälder. Verlag E. Schotte & Co., Berlin.
- [34] GRANDJEAN, G.; SIGAUD, P., 1987: Contribution à la taxonomie et à l'écologie des chênes du Berry. Ann. Sci. For. **44**, 35-66.
- [35] GROSSER, D., 1998: Eiche. In: Holzabsatzfonds, CMA (Hrsg.): Einheimische Nutzhölzer Nr. 8 (Loseblattsammlung). Bonn.
- [36] GUTHKE, J., 1992: Langzeitlagerung von Eichensaatgut. Probleme und Möglichkeiten. Diss. Univ. Hannover.
- [37] HÄMMERLI, F.; STADLER, B., 1989: Eichensterben: Eine Übersicht zur Situation in Europa und in der Schweiz. Schweiz. Z. Forstw. **14**, 357-374.
- [38] HUBER, B.; HOLDHEIDE, W.; RAACK, K., 1941: Zur Frage der Unterscheidbarkeit des Holzes von Stiel- und Traubeneiche. Holz als Roh- und Werkstoff **4**, 373-380.
- [39] HUNTLEY, B.; BIRKS, H. J. B., 1983: An atlas of past and present pollen maps for Europe: 0-13000 years ago. Cambridge University Press, London.
- [40] JENSEN, T. S.; NIELSEN, O. F., 1986: Rodents as seed dispersers in a heath-oak wood succession. Oecologia **70**, 214-221.
- [41] JUNG, T.; BLASCHKE, H.; NEUMANN, P. 1996: Isolation, identification and pathogenicity of *Phytophthora* species from declining oak stands. Eur. J. For. Path. **26**, 253-272.
- [42] KELLY, D., 1994: The evolutionary ecology of mast seeding. Tree **9**, 465-470.
- [43] KENK, G., 1984: Werteichenproduktion und ihre Verbesserung in Baden-Württemberg. AFZ **39**, 428-429.
- [44] KISSLING, P., 1977: Les poils des quatre espèces de chênes du Jura (*Quercus pubescens*, *Q. petraea*, *Q. robur* et *Q. cerris*). Ber. Schweiz. Bot. Ges. **87**, 1-18.
- [45] KISSLING, P., 1983: Les chênaies du Jura central suisse. Mitt. Eidg. Anst. forstl. Versuchsw. **59**.
- [46] KLEINSCHMIT, J., 1976: Untersuchungen über Fallzeitpunkt und Eichelgewichte bei Stiel- und Traubeneiche. In: WALKENHORST, R. (Hrsg.): Fortschritte des forstlichen Saatgutwesens III. Mitt. hess. Landesforstverw. **14**, 52-63.



- [47] KLEINSCHMIT, J. R. G., 1995: Vergleich morphologischer und genetischer Unterscheidungsmerkmale bei Stieleiche (*Quercus robur* L.) und Traubeneiche (*Quercus petraea* [MATT.] LIEBL.). Mitt. Forstl. Versuchsanstalt Rheinland-Pfalz 34, 327-349.
- [48] KLEINSCHMIT, J. R. G.; KREMER, A.; ROLOFF, A., 1995: Sind Stieleiche und Traubeneiche zwei getrennte Arten? AFZ 50, 1453-1456.
- [49] KNIGGE, W.; SCHULZ, H., 1966: Grundriß der Forstbenutzung. Verlag P. Parey, Hamburg, Berlin.
- [50] KÖSTLER, J. N.; BRÜCKNER, E.; BIBELRIETHER, H., 1968: Die Wurzeln der Waldbäume. Verlag P. Parey, Hamburg und Berlin.
- [51] KRAHL-URBAN, J., 1959: Die Eichen. Forstliche Monographie der Traubeneiche und der Stieleiche. Parey Verlag, Hamburg.
- [52] KREMER, A.; PETTIT, R. et al., 1997: General Trends of Variation of Genetic Diversity in *Quercus petraea* (MATT.) LIEBL. Proc. IUFRO Meeting 'Diversity and Adaptation in Oak Species', Pennsylvania State University, USA, 81-89.
- [53] KRÜSSMANN, G., 1978: Handbuch der Laubgehölze. Bd. III. Verlag P. Parey, Berlin und Hamburg.
- [54] LONGMAN, K. A.; COUTTS, M. P., 1974: Physiology of the oak tree. In: MORRIS, M. G.; PERRING, F. H. (eds.): The British oak. Claxsey, Faringdon, 194-221.
- [55] MARZELL, H., 1932: Die deutschen Bäume in der Volkskunde. 9. Die Eiche, *Quercus robur* und *Q. sessiliflora*. Mitt. DDG 44, 164-174.
- [56] MAYER, H., 1992: Waldbau auf soziologisch-ökologischer Grundlage. 4. Aufl. G. Fischer Verlag, Stuttgart.
- [57] MELLANBY, K., 1968: The effects of some mammals and birds on regeneration of oak. J. Appl. Ecol. 5, 359-366.
- [58] MÜLLER, B., 1999: Variation und Hybridisierung von *Quercus pubescens*. Diss. ETH Zürich, Nr. 13025.
- [59] MÜLLER-STARCK, G.; HERZOG, S.; HATTEMER, H. H., 1993: Intra- and interpopulational genetic variation in juvenile populations of *Quercus robur* L. and *Quercus petraea* LIEBL. Ann. Sci. For. 50, Suppl. 1, 233-244.
- [60] NIXON, K. C., 1993: Infrageneric classification of *Quercus* (Fagaceae) and typification of sectional names. Ann. Sci. For. 50, Suppl. 1, 25-34.
- [61] OLSSON, U., 1975 a: The structure of stellate trichomes and their taxonomic implication in some *Quercus* species (Fagaceae). Bot. Not. 128, 412-424.
- [62] OLSSON, U., 1975 b: On the size and microstructure of pollen grains of *Quercus robur* and *Quercus petraea* (Fagaceae). Bot. Notiser 128, 256-264.
- [63] OTTO, C.; NILSSON, L. M., 1981: Why do beech and oak trees retain leaves until spring. Oikos 37, 387-390.
- [64] PREUHLER, T.; STÖGBAUER, K., 1990: Strukturmerkmale des Furniereichenbestandes „Eichhall“ im Bayerischen Forstamt Rohrbrunn. Forst und Holz 45, 283-289.
- [65] ROHMEDER, E., 1972: Das Saatgut in der Forstwirtschaft. Parey Verlag, Hamburg und Berlin.
- [66] ROLOFF, A., 1989: Kronenentwicklung und Vitalitätsbeurteilung ausgewählter Baumarten der gemäßigten Breiten. Schriften Forstl. Fakultät Univ. Göttingen und Nieders. Forstl. Versuchsanstalt, Bd. 93. J.D. Sauerländers Verlag, Frankfurt/M.
- [67] ROMMEL, M.; ROTHE, G. et al., 1995: Artbestimmung bei Stiel- und Traubeneiche. Mitt. Forstl. Versuchsanstalt Rheinland-Pfalz 34, 310-320.
- [68] RUSHTON, B. S., 1977: Artificial hybridization between *Quercus robur* L. and *Q. petraea* (MATT.) LIEBL. Watsonia 11, 229-236.
- [69] SACHSSE, H., 1984: Einheimische Nutzhölzer und ihre Bestimmung nach makroskopischen Merkmalen. Parey Verlag, Hamburg und Berlin.
- [70] SAMUEL, R.; PINSKER, W.; EHRENDORFER, F., 1995: Electrophoretic analysis of genetic variation within and between populations of *Quercus cerris*, *Q. pubescens*, *Q. petraea* and *Q. robur* (Fagaceae) from eastern Austria. Bot. Acta 108, 290-299.
- [71] SCHENK, W., 1994: Eichelmastdaten aus 350 Jahren für Mainfranken – Probleme der Erfassung und Ansätze für umweltgeschichtliche Interpretation. Allg. Forst- und J.-Ztg. 165, 122-132.
- [72] SCHULZ, H., 1959: Untersuchungen über Bewertung und Güteermerekmale des Eichenholzes aus verschiedenen Wuchsgebieten. Schriftenreihe Forstl. Fakultät Univ. Göttingen und Mitt. Nieders. Forstl. Versuchsanstalt 23. Sauerländer's Verlag, Frankfurt/M.
- [73] SCHWENKE, W., 1981: Leitfaden der Forstzoologie und des Forstschutzes gegen Tiere. Parey Verlag, Hamburg und Berlin.
- [74] SHAW, M. W., 1974: The reproductive characteristics of oak. In: MORRIS, M. G., PERRING, F. H. (eds.): The British oak. Its history and natural history. Claxsey, Faringdon, 162-181.
- [75] SKATULLA, U., 1985: Eichenschädlinge – Schwammspinner (*Lymantria dispar* L.). Waldschutz-Merkblatt Nr. 8. Parey Verlag, Hamburg und Berlin.
- [76] SORK, V. L., 1993: Evolutionary ecology of mast-seeding in temperate and tropical oaks (*Quercus* spp.). Vegetatio 107/108, 133-147.
- [77] SPÄTH, H. L., 1912: Der Johannistrieb. Parey Verlag, Berlin.
- [78] SPETHMANN, W., 1986: Stecklingsvermehrung von Stiel- und Traubeneichen (*Quercus robur* L. und *Q. petraea* (MATT.) LIEBL.). Schriften Forstl. Fakultät Univ. Göttingen und Nieders. Forstl. Versuchsanstalt 86. Sauerländer's Verlag, Frankfurt/M.
- [79] STEINHOFF, S., 1993: Results of species hybridization with *Quercus robur* L. and *Quercus petraea* (MATT.) LIEBL. Ann. Sci. For. 50, Suppl. 1, 137-143.
- [80] SUKOPP, H.; JESDINSKY, D.; SCHICK, B., 1993: Blühphänologische und blütenökologische Untersuchungen an Parkgehölzen. Fragm. Flor. Geobot. Suppl. 2, 669-680.
- [81] ULBRICH, E., 1924: Was ist *Quercus robur* L.? Zur Nomenklatur der Stiel- und Traubeneiche. Mitt. DDG 34, 311-316.
- [82] VAN VALEN, L., 1976: Ecological species, multispecies, and oaks. Taxon 25, 233-239.
- [83] WAGENITZ, G. (Hrsg.; Begr.: HEGI, G.), 1981: Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Bd. III, Teil 1. 3. Aufl. Parey Verlag, Hamburg.
- [84] WAGNER, H., 1871: Illustrierte deutsche Flora. Stuttgart.
- [85] ZANETTO, A.; KREMER, A., 1995: Geographical structure of gene diversity in *Quercus petraea* (MATT.) LIEBL. I. Monoculus patterns of variation. Heredity 75, 506-517.
- [86] ZANETTO, A.; ROUSSEL, G.; KREMER, A., 1994: Geographic variation of inter-specific differentiation between *Quercus robur* L. and *Quercus petraea* (MATT.) LIEBL. Forest Genetics 1, 111-123.
- [87] ZWIERLEIN, K. A., 1897: Der deutsche Eichbaum und seine Heilkraft. Unveränderter Nachdruck der Ausgabe von 1823. Verlag Krüger & Co., Leipzig.

Der Autor:

DR. GREGOR AAS
Ökologisch-Botanischer Garten der Universität Bayreuth
D-95440 Bayreuth

