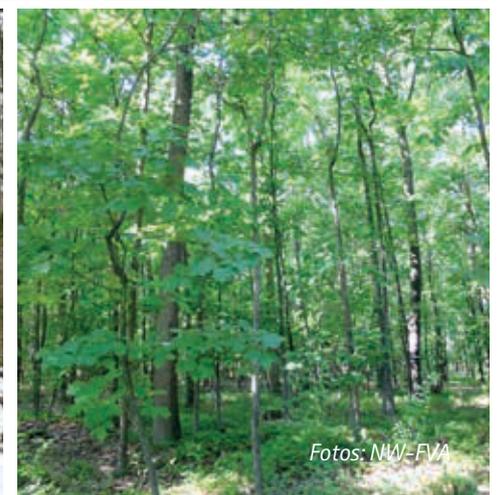




Die Roteiche in Norddeutschland

*Ergebnisse von Versuchsflächen der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt
in Niedersachsen, Schleswig-Holstein und Sachsen-Anhalt*





Die Roteiche in Norddeutschland

Ergebnisse von Versuchsflächen der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt in Niedersachsen, Schleswig-Holstein und Sachsen-Anhalt

Ralf-Volker Nagel

Natürliche Verbreitung

Das große natürliche Verbreitungsgebiet der Roteiche (*Q. rubra* L.) liegt in den östlichen USA und dem angrenzenden Südosten Kanadas (Abb. 1). Es erstreckt sich von der Atlantikküste bis an den Rand der Prärien. Unter den Eichenarten im Osten Nordamerikas erreicht *Q. rubra* neben *Quercus macrocarpa* Michx die nördlichste Verbreitung, was

vor allem auf ökologischen Vorteilen des Reservestoffspeichers ihrer großen Früchte beruht (Aizen und Patterson 1990). Im Süden reicht das Areal bis Alabama und Georgia, ohne jedoch die Golfküste zu erreichen (Little 1971, USDA NRCS 2002). Ihre höhenzonale Verbreitung wird mit bis zu 1800 m ü. NN in den südlichen Appalachen angegeben (Schenck 1939, Sander 1990, USDA NRCS 2002).

Das große Verbreitungsgebiet ist durch eine weite Spanne klimatischer Bedingungen gekennzeichnet. Jährliche Niederschlagsmengen liegen zwischen 600 mm im Westen und 2030 mm in den südlichen Appalachen, die Jahresmitteltemperaturen zwischen 4,5 und 16 °C (Sander 1990, Tirmenstein 1991, Thompson et al. 1999). Die Roteiche erträgt sehr kalte Winter (Januar-Mittel von -14 °C) und sehr heiße Sommer (Juli-Mittel bis 26 °C). Im trockeneren Teil des Verbreitungsgebiets fällt mindestens die Hälfte der Niederschläge in der Vegetationsperiode, wobei auch längere Trockenperioden in der Vegetationszeit ertragen werden (Bauer 1953). Die Vegetationsperiodenlänge reicht von 100 Tagen im Norden bis zu 220 Tagen im Süden. Im Ohio-Tal und an den Westhängen der Alleghenies, wo die besten Wuchsleistungen erzielt werden, liegen die durchschnittlichen Jahresniederschläge bei 1000 mm, die Hälfte davon in der Vegetationszeit, die Jahresdurchschnittstemperatur bei 12,8°C und die Länge der Vegetationsperiode bei 160 Tagen. Zum Vergleich betragen die Werte für den Wuchsbezirk B 2.3 „Oldesloer-Gadebuscher Grundmoräne“: Jahresniederschlag / Vegetationszeitniederschlag 689/314 mm, Jahresdurchschnittstemperatur 8,5°C, Länge und Vegetationszeitlänge 160 Tage. (Gauer und Aldinger 2005)



Abb. 1: Karte des natürlichen Verbreitungsgebietes von *Quercus rubra* L. Aus: USGS 2013; nach Little 1971



Die Roteiche ist in vielen Waldtypen bzw. natürlichen Waldgesellschaften des östlichen Nordamerika vertreten (Kuchler 1964, Eyre 1980, Sander 1990, Johnson et al. 2002), allerdings kaum in Reinbeständen oder als vorherrschende Baumart. In artenreichen Mischbeständen der mittleren und besseren Standorte ist sie vergesellschaftet mit zahlreichen Laub- und Nadelbaumarten wie Rotahorn (*Acer rubrum*), Zuckerahorn (*Acer saccharum*), Tulpenbaum (*Liriodendron tulipifera*), Strobe (*Pinus strobus*), Östlicher Hemlockstanne (*Tsuga canadensis*), Spätblühender Traubenkirsche (*Prunus serotina*), Amerikanischer Buche (*Fagus grandifolia*) sowie Hickory-Arten. Außerdem kommen bis zu 15 weitere Eichenarten in ihrem natürlichen Verbreitungsgebiet vor (Johnson et al. 2002).

Hinsichtlich der Bodenverhältnisse zeigt die Roteiche eine sehr breite Standortsamplitude. Bevorzugt werden Unter- und Mittelhanglagen mittlerer Nährstoffversorgung, vorrangig in Nord- und Ostexposition, sowie gut drainierte Plateaus und Täler. Hier zeigt sie auf tiefgründigem, sandigem Lehm mit leicht saurem pH-Wert das beste Wachstum. Gemieden werden starke Staunässe, ebenso wie sehr trockene Standorte, deren Besiedlung aber möglich ist (Desmarais 1998). Die Roteiche ist auf den meisten Standorten eine Baumart mittlerer Sukzessionsstadien (Crow 1988, Aizen und Patterson 1990, Desmarais 1998, Gribko et al. 2002, Moran 2010), ähnlich wie Stiel- und Traubeneiche in Mitteleuropa. Im Vergleich mit diesen zeichnet sie sich durch eine etwas höhere Schattentoleranz aus (Vor und Lüpke 2004, Major et al. 2013). Hervorzuheben ist die Anpassbarkeit der Roteiche an Waldbrände, speziell an nicht zu heiße Bodenfeuer, durch ein ausgesprochen gutes Wiederausschlagvermögen aus Adventivknospen bis hin

zum Wurzelstock (Abrams 1992, Lear et al. 2000). In vergangenen Jahrhunderten bedeutete das einen Ausbreitungs-vorteil im Gefolge auf Feuer beruhender Landnutzungspraktiken von Ureinwohnern und Siedlern im Osten Nordamerikas. In Mischbeständen kann sich die Roteiche außerdem behaupten, da ihre Naturverjüngung mehrere Jahre unter dichtem Schirm überdauert, so „Verjüngungsvorräte“ aufbaut und auf entstehende Übershirmungslücken rasch mit gesteigertem Höhenwachstum reagiert (Johnson et al. 2002, Major et al. 2013). Trotzdem wird in jüngerer Zeit übereinstimmend ein starker Rückgang der Roteichenanteile im östlichen Nordamerika beklagt, besonders dramatisch in der Verjüngung (McGee und Loftis 1993, Johnson et al. 2002, Woodall et al. 2008, Fei und Yang 2011). Dafür verantwortlich ist ein Ursachenkomplex aus dem Ausbleiben von Waldbränden, damit verbundener Dominanz schattentoleranterer Arten (Ahornarten, Amerikanische Buche) im Unterstand (Crow 1988, Nowacki et al. 1990, Abrams 1992), einzelstammweiser statt flächiger Endnutzung, extremer Zunahme des Verbisses der vom Wild stark bevorzugten Roteiche (Collins und Carson 2003, Rooney und Waller 2003, Wakeland und Swihart 2009) sowie ausbleibender Samenproduktion durch Klimaextreme und Schwammspinnerfraß.

Aus dem großen natürlichen Verbreitungsgebiet der Roteiche und ihrer nacheiszeitlichen Rückwanderung resultiert eine genetische Differenzierung der Art (Kriebel 1976, Schlarbaum et al. 1981, McDougal und Parks 1984). In der Literatur wird häufig sogar auf die Ausprägung von zwei Varietäten verwiesen (Schenck 1939, Göhre und Wagenknecht 1955, Tirmenstein 1991). So herrscht im südlichen Teil des Verbreitungsgebietes die durch kleinere Früchte und weiter die Eichel umschlie-

Bende Fruchtbecher gekennzeichnete, weniger wüchsige Varietät *ambigua* vor, im nördlichen Arealteil die wüchsiger, morphologisch an größeren Früchten und einem deutlich flacheren Fruchtbecher zu identifizierende Varietät *rubra* (USDA NRCS 2002). In größeren Teilen des Verbreitungsgebietes überlappt sich das Vorkommen beider Varietäten. Magni et al. (2005) fanden für die Roteiche bei Untersuchungen an Chloroplasten-DNA aus dem gesamten natürlichen Verbreitungsgebiet eine im Vergleich zu anderen Eichenarten geringere genetische Variabilität.

Zurückgeführt wird das auf ein großes, einheitliches Rückzugsgebiet mit nur einigen nördlich vorgelagerten Einzelvorkommen während der letzten Eiszeit. Für die Ernte und Verwendung forstlichen Vermehrungsgutes in der zentralen nördlichen Laubwaldregion der östlichen USA, wo die Roteiche die größte Bedeutung besitzt, wird deshalb die Bewertung des Einzelbestand vor der Berücksichtigung eines geografischen Herkunftsgebietes empfohlen.

Anbauerfahrungen in Norddeutschland

Die derzeitige Anbauumfang der Roteiche im Hauptbestand norddeutscher Wälder (Bundesländer SH, NI, MV, ST, HH, HB) liegt nach der dritten Bundeswaldinventur bei 18.552 ha, was einem Flächenanteil von 0,5 % entspricht (BMEL 2014). Damit ist die Roteiche in Norddeutschland wie in der gesamten Bundesrepublik die bedeutendste fremdländische Laubbaumart. Nach Europa gelangte sie nachweislich 1691 als eine der ersten amerikanischen Eichenarten (Badoux 1932, Göhre und Wagenknecht 1955). Zunächst häufig als Parkbaum gepflanzt, erlangte sie in Deutschland ungefähr ab der Mitte des 18. Jahrhunderts forstliche Beachtung (Grundner



Abb. 2: Roteichenertragsversuch Ahlhorn 2150j: 112-jähriger Roteichen-Altbestand mit 65-jähriger Rotbuche aus Unterbau

1921, Göhre und Wagenknecht 1955, Stratmann 1988). Einen Aufschwung nahm ihr Anbau in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts mit der Denkschrift des John Booth aus dem Jahre 1880. Ihr folgten ein Erlass der preußischen Regierung zur Anlage von Versuchen zur Anbaufähigkeit fremdländischer Holzarten und 1881 ein Arbeitsplan des forstlichen Versuchswesens (Danckelmann 1884, Penschuck 1935). Danach wurden in ganz Deutschland erstmals wissenschaftlich begleitete Versuche mit fremdländischen Baumarten angelegt. Die Roteiche wurde in vergleichsweise großem Umfang berücksichtigt (Danckelmann 1884, Schwappach 1901 und 1911, Grundner 1921, Kilius 1930, Zimmerle 1930, Mitscherlich 1957).

In Norddeutschland ist eine noch weiter

zurückreichende Anbaugeschichte für den Stadtwald Lübeck sehr gut dokumentiert. Hier wurde die Roteiche bereits seit 1846 systematisch angebaut und kommt mittlerweile in der dritten, aus demselben Bestand hervorgegangenen Generation vor. Reste des ältesten Bestandes von 1846 existieren noch heute (Reimers 2011, unveröffentlicht). Erste Auswertungen der Versuchsanbauten schätzten die Roteiche als eine der wenigen fremdländischen Baumarten und als einzige Laubbaumart als durchweg anbauwürdig ein (Schwappach 1911, Zimmerle 1930, Penschuck 1935, Penschuck 1937, Zimmerle 1950, Wiedemann 1951). Bestärkt wurden diese Befunde durch die umfassenden waldwachstumskundlichen und waldbaulichen Auswertungen von Bauer (1953) für Westdeutschland sowie Göh-

re und Wagenknecht (1955) für Ostdeutschland. Beide Arbeiten bescheinigten der Roteiche auf einem breiten Standortsspektrum eine hohe, den heimischen Eichenarten deutlich überlegene Wuchsleistung, vorteilhafte waldbauliche Eigenschaften sowie positive Holzeigenschaften. So ist Roteichenholz zwar weniger dauerhaft und deshalb nicht für den unbehandelten Außenverbau und aufgrund fehlender Gefäßverthyllung auch nicht für den Fassbau geeignet. Hervorragend sind jedoch die Festigkeitseigenschaften, insbesondere die Zähigkeit und Abriebfestigkeit, was das Holz für die Verwendung als Bodenbelag prädestiniert. Gegenüber vielen abiotischen und biotischen Gefährdungen erwiesen sich die Roteichenanbauten als sehr widerstandsfähig. Von den Eichenfraßgesellschaften zwar ebenfalls



befallen, besitzt die Roteiche ein hohes Regenerationsvermögen nach Fraßschäden durch eine kräftige Johannistriebbildung. Dabei zeigen die Johannistriebe wie auch die Roteichenverjüngung eine hohe Mehlauresistenz.

Die Anforderungen an eingeführte Baumarten erweiterte Otto (1993) um das Kriterium der ökologischen Zuträglichkeit, die neben Standortanpassung und Bodenpfleglichkeit eine geringe Risikobelastung, die Integrierbarkeit in die heimische Flora und Fauna sowie die Möglichkeiten der Naturverjüngung und der waldbaulichen Gestaltung von Waldstrukturen voraussetzt. Nach nahezu allen dieser Kriterien wird die Roteiche ebenfalls positiv beurteilt. Befürchtungen im Hinblick auf die Einschleppung der amerikanischen Eichenwelke (*Ceratocystis fagacearum*) haben sich zwischenzeitlich deutlich relativiert (Lüpke 2001). Bisher ist der Roteichenanbau in Norddeutschland nur in bemessenem Umfang vorgesehen, beispielsweise in den Niedersächsischen Landesforsten vorrangig zulasten reiner Kiefernbestände und ausschließlich mit ökologisch wirksamen Mischungsanteilen der heimischen Rotbuche (NMLELV 2004). Ein Roteichenbestand im Niedersächsischen Forstamt Ahlhorn ist sehr gut geeignet, das dabei verfolgte waldbauliche Leitbild zu veranschaulichen (Abb. 2).

Es handelt sich um einen sehr wüchsigen Altbestand auf einem kräftigen, aktuell allerdings stark versauerten Sandlössstandort. Der bezüglich der Wasserversorgung frische Standort befindet sich im Wuchsbezirk 15.2 „Geest-Mitte“ mit einem Übergangsklima bei vorwiegend atlantischen Einflüssen (Gauer und Aldinger 2005). Im Alter von 47 Jahren erstmals stark durchforstet und mit einem Rotbuchenunterbau versehen, ist der Bestand seit dem Alter 54 ein stark

hochdurchforsteter Ertragsversuch. Die ertragskundlichen Kennwerte des Bestandes vor Beginn der Zielstärkenutzung bezeugen die Leistungsfähigkeit der Roteiche im norddeutschen Tiefland (Tab. 1).

Alter	REi 112 Jahre
Spitzenhöhe h100	34,4 m
Stammzahl (REi, Oberstand)	113
Dg des Oberstandes	66 cm
Grundfläche (gesamt)*	46,3 m ² /ha
Vorrat*	638 Vfm/ha
Gesamtwuchsleistung*	969 Vfm/ha

* inkl. Bu-Unterstand

Tab. 1: Ertragskennwerte der Roteichen-Ertragsversuchsfläche Ahlhorn 2150j vor Beginn der Zielstärkenutzung

Herkünfte

Der erfolgreiche Anbau der Roteiche setzt neben der standortgerechten Begründung die Wahl geeigneter Herkünfte voraus. Obwohl bereits durch Bauer (1953) angeregt, gibt es in Deutschland bislang sehr wenig Herkunftsforschung zur Roteiche. Für die frühen Anbauten in Deutschland soll überwiegend die leistungsfähigere Varietät *rubra* (syn. *maxima*) eingeführt worden sein (Schenck 1939, Göhre und Wagenknecht 1955). Der genaue genetische Ursprung der meisten älteren und mittelalten Roteichenbestände in Deutschland ist jedoch nicht mehr zu ermitteln. Nielsen (1956) führt aus, dass Alleen in Holland und Belgien nach 1900 zu den wichtigsten Saatgutquellen für *Q. rubra* in Europa gehörten. Mayr (1906, zit. nach Bauer 1953) empfahl für den Anbau in Deutschland Herkünfte aus Wisconsin, Michigan, Pennsylvania und New York. Schenck (1939) sprach sich für die Be-

vorzugung höherer Lagen in North Carolina und Tennessee (Appalachen) aus. Der erste Herkunftsversuch deutscher Bestandesabsaaten wurde 1956/58 an zwei Standorten in Südniedersachsen angelegt. In dessen Auswertung fand Krahl-Urban (1966) deutliche, offensichtlich genetisch bedingte Unterschiede der untersuchten deutschen Bestände und empfiehlt – neben einer Bestätigung der älteren Herkunftsempfehlungen für Saatgut aus Amerika – vorrangig phänotypisch sehr gute deutsche Anbauten für die Reproduktion heranzuziehen. Liesebach und Schneck (2011) und Göckede (2010) kommen nach Auswertung der wenigen jüngeren Provenienzversuche in Deutschland zu dem übereinstimmenden Ergebnis, dass in der Wuchsleistung nur die kanadischen Herkünfte eine Mehrleistung gegenüber in Deutschland etablierten durchschnittlichen Beständen versprechen. Gemäß der Herkunftsgebietsverordnung zum Forstvermehrungsgutgesetz (FoVG) werden derzeit für Vermehrungsgut von *Q. rubra* in Deutschland lediglich zwei Herkunftsgebiete unterschieden: 01 – Norddeutsches Tiefland und 02 – übriges Bundesgebiet. In guten Mastjahren wie 2008 steht bundesweit eine Saatgutmenge von ca. 120 t zur Verfügung (Bachmann et al. 2009). In den Herkunftsempfehlungen wird auf die vorrangige Verwendung von DKV-Sonderherkünften verwiesen, die aufgrund ihrer hervorragenden phänotypischen Eigenschaften ausgewiesen wurden. Als solche sind bisher bundesweit nur knapp 71 ha anerkannt (DKV 2014). Zur mittelfristigen Versorgung mit sehr hochwertigem Vermehrungsgut empfiehlt Steiner (2012) die Anlage von Plusbaum-Samenplantagen, die die besten Individuen von deutschen Vorkommen in Kleinpärzellen zusammenbringen, welche die Anforderungen für eine Nachkommenschaftsprüfung erfüllen und gleichzeitig eine Selektionsreserve bieten.

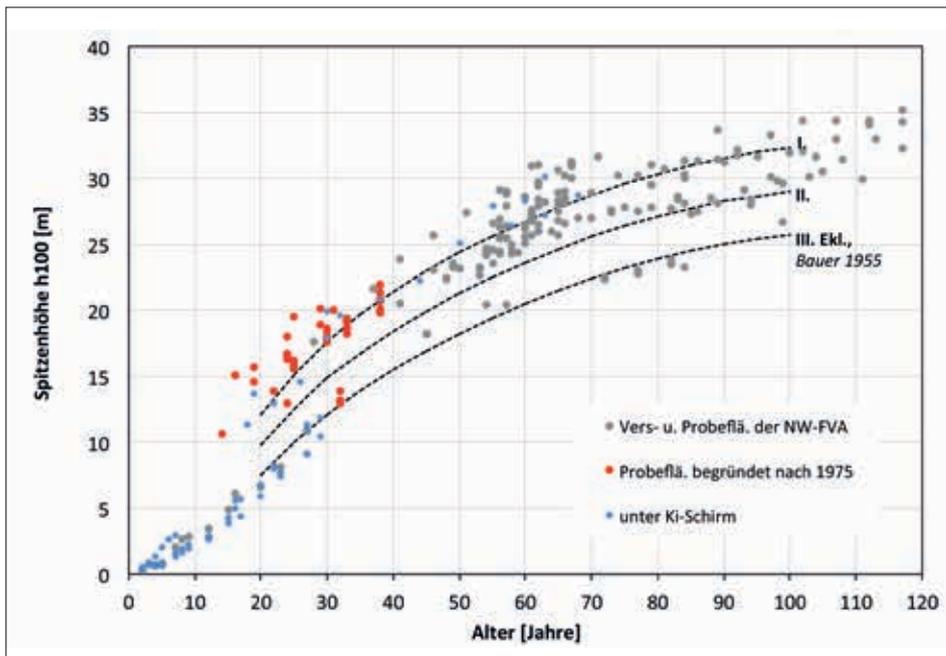


Abb. 3: Oberhöhenwerte (Spitzenhöhe h_{100}) von Roteichen-Versuchs- und Ertragsprobeflächen in Nordwestdeutschland (NI, SH, ST) im Vergleich zum Bonitätsfächer der Roteichen-Ertragstafel von Bauer (1955)

Wuchsleistung und aktuelle Wachstumstrends

Die Roteiche zeigt sowohl in ihrem Ursprungsareal in Nordamerika, wo sie auf mittleren Standorten zu den wüchsigen Eichenarten gehört (Carmean und Hahn 1983), als auch in Norddeutschland auf einem relativ breiten Standortsspektrum ein sehr gutes Wachstum (Göhre und Wagenknecht 1955, Lockow 2002). Die noch heute gebräuchliche Ertragstafel für Roteiche in Deutschland erarbeitete Bauer (1955). Sein Bonitätsfächer mit drei Ertragsklassen entspricht in etwa dem mittleren Bereich amerikanischer Ertragstafeln (Schnur 1937, Dale 1972). Noch besser als in Norddeutschland wächst die Roteiche aufgrund des wärmegeprägten Klimas und hoher Niederschläge in Baden-Württemberg (Seidel und Kenk 2003, Klädtke 2015).

Langfristige Versuchsflächen sowie Ertragsprobeflächenaufnahmen der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt (NW-FA) ermöglichen die

Beurteilung aktueller Wachstumstrends der Roteiche in Nordwestdeutschland (NI, SH, ST). Die nordwestdeutschen Versuchsflächen decken ein breites Standortsspektrum mit einem deutlichen Flächenschwerpunkt im Tiefland ab, wobei sowohl stärker atlantisch geprägte als auch kontinentaler beeinflusste in Ostniedersachsen und Sachsen-Anhalt Flächen vertreten sind. Als weitgehend behandlungsunabhängige ertragskundliche Kenngröße wird die Oberhöhenentwicklung (h_{100} = Höhe des Grundflächenmittelstammes der 100 stärksten Bäume je ha) betrachtet (Abb. 3). Die Roteiche zeichnet sich durch ein sehr rasches Jugendwachstum aus, das den heimischen Eichenarten und der Rotbuche weit überlegen ist. Am ehesten ist der Verlauf der Höhenentwicklung mit dem Bergahorn vergleichbar (Nagel 1989). Brun (1987) fand bei Stammanalysen in 13- bis 22-jährigen Roteichenbeständen auf guten Standorten im Aargau/Schweiz ein durchschnittliches jährliches Höhenwachstum von 0,86 m und maximale Jahrestrieblängen

von bis zu 2,1 m, ein Wert der in Verjüngungsversuchen der NW-FVA öfter erreicht und sogar übertroffen wurde.

Die älteren Versuchsflächen folgen bis zum Alter 100 Jahre im Wesentlichen dem Wachstumsgang der Ertragstafel. In Altern über 100 Jahren deutet sich statt eines starken Abflachens der Höhenentwicklung noch eine Steigerung der erreichbaren Höhen an, möglicherweise ein Düngeeffekt der Stickstoffeinträge. Die Aufnahmen der älteren Flächen liegen überwiegend im Bereich einer I. und II. Ertragsklasse. Nur auf schwachen Standorten im ostniedersächsischen Tiefland entsprechen die Leistungen fast durchweg lediglich der III. Ertragsklasse. Bei der Häufung der Aufnahmewerte im Altersbereich zwischen 50 und 70 Jahren handelt es sich um eine 2005 in mittelalten, überwiegend gut gepflegten Beständen angelegte Versuchsserie. Diese Bestände zeigen besonders im atlantisch bis subatlantisch geprägten Klimabereich ausgezeichnete Leistungen tlw. deutlich oberhalb der I. Ertragsklasse. Das trifft noch stärker auf nach 1975 begründete Bestände zu, deren Oberhöhen, abgesehen von einigen ostniedersächsischen Flächen auf ziemlich armen Sandstandorten, fast durchweg die I., teilweise sogar eine extrapolierte 0. Ertragsklasse übertreffen. Dies ist möglicherweise neben einer „natürlichen“ Standortverbesserung auch Ausdruck der Wirkung hoher Stickstoffeinträge. Unter Kieferschirm begründete und 20 bis 30 Jahre überschirmt erwachsene Roteichenversuchsbestände erlitten in ihrer Höhenwuchsleistung keine offensichtlichen Nachteile, was andere Autoren bestätigen (Bachmann et al. 1994, Heinsdorf et al. 2011). Die älteste Zeitreihe von Roteiche unter Kieferschirm ist ein „Erdmann-Bestand“, in dem noch im Alter 70 der Roteiche einzelne Kiefernwertholz-Überhälter vorhanden

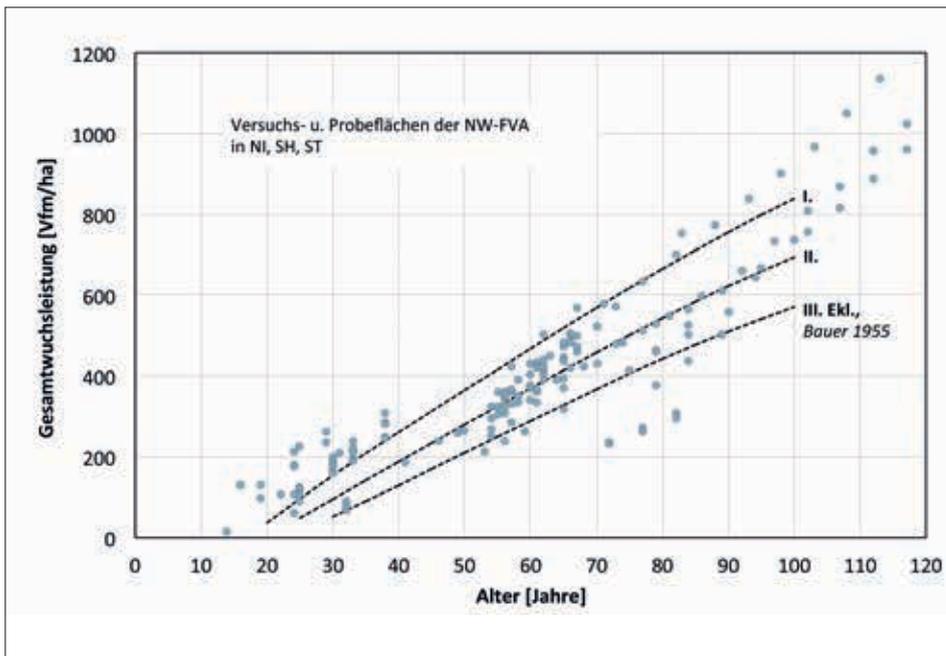


Abb. 4: Gesamtwuchsleistung von Roteichen-Versuchs- und Ertragsprobeflächen in Nordwestdeutschland (NI, SH, ST) im Vergleich zur Roteichen-Ertragstafel von Bauer (1955)

sind. Auch unter dem Kieferschirm liegen Bestände auf reinen Sandstandorten in der kontinentalen Lüchower Niederung am unteren Ende des Leistungsspektrums.

Die Gesamtwuchsleistungen der Versuchsflächen sprechen für die hohe Massenleistung der Roteiche, erreichen aber im jüngeren und mittleren Altersbereich meist nicht die Werte entsprechender Höhenbonitäten der Ertragstafel (Abb. 4). Neben der möglicherweise unvollständigen Erfassung der Vornutzungen vor Versuchsbeginn liegt die Ursache dafür in einer stärkeren Durchforstung als in der Ertragstafel unterstellt. Im Rahmen einer starken Hochdurchforstung gut durchgepflegte Bestände, die anschließend vor der Zielstärkennutzung nur noch schwach durchforstet wurden, erreichen zum Ende der Produktionszeit durch anhaltend hohe Einzelbaumzuwächse noch sehr hohe Gesamtwuchsleistungen auf dem Niveau leistungsfähiger Buchenbestände. Die auffallend hohen Gesamtwuchsleistungen der nach 1975 be-

gründeten Bestände spiegeln ein stark beschleunigtes Jugendwachstum in Höhe und Durchmesser wider.

Vergleich mit Trauben- und Stieleiche

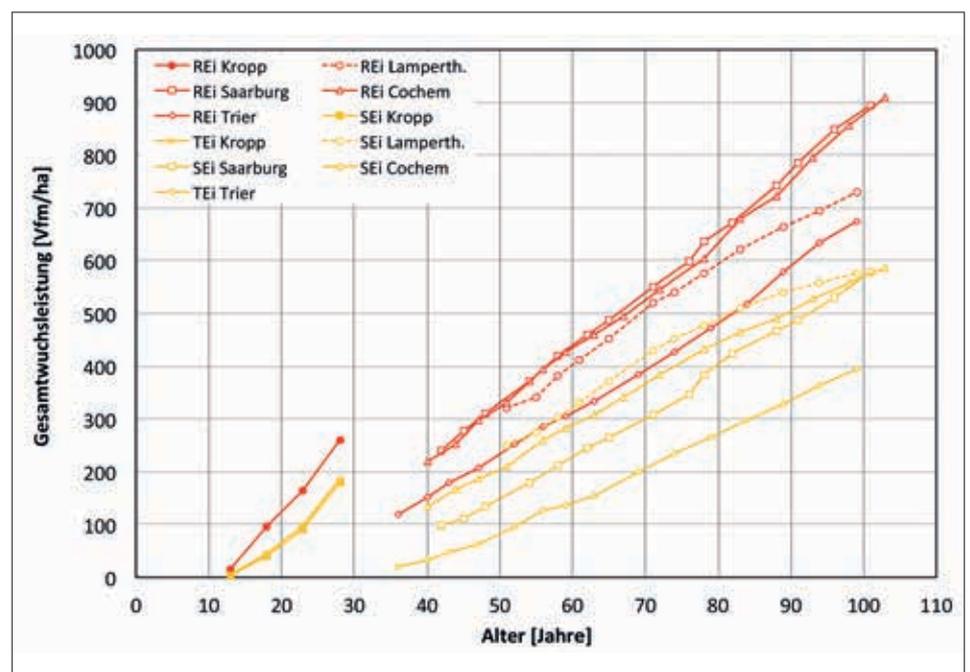


Abb. 5: Vergleich der Gesamtwuchsleistung von Roteichen- und standortgleichen Stiel- bzw. Traubeneichen-Versuchspartellen

Versuchsflächen mit Roteiche und benachbarter, standortgleicher Stiel- bzw. Traubeneiche erlauben einen Vergleich des Wuchsverhaltens (Abb. 5). Die älteren dieser Versuche befinden sich auf Mittelgebirgsstandorten in Rheinland-Pfalz mit Böden aus basenarmen Silikatgesteinen von ziemlich schwacher (Forstamt Trier) bis mittlerer Nährstoffausstattung (Forstämter Cochem und Saarburg) sowie auf einem Standort in der südhessischen Rhein-Main-Ebene (Forstamt Lampertheim). Dieser Standort war früher durch einen starken Grundwassereinfluss geprägt. Zur Zeit der Bestandesbegründung stand das Grundwasser im Frühjahr noch regelmäßig oberflächlich an. Durch massive Grundwasserabsenkungen hat der feinsandige Standort den Anschluss an das nährstoffreiche Grundwasser spätestens seit den 1970-er Jahren vollständig verloren. Eine junge Versuchsfläche in Schleswig Holstein stockt auf einem schwach verlehnten, ziemlich armen Geschiebedecksand auf der Schleswiger Vorgeest (fr. Rev. Kropp). In diesem Versuch wird die Roteichen-Sonderherkunft „Bornheim“

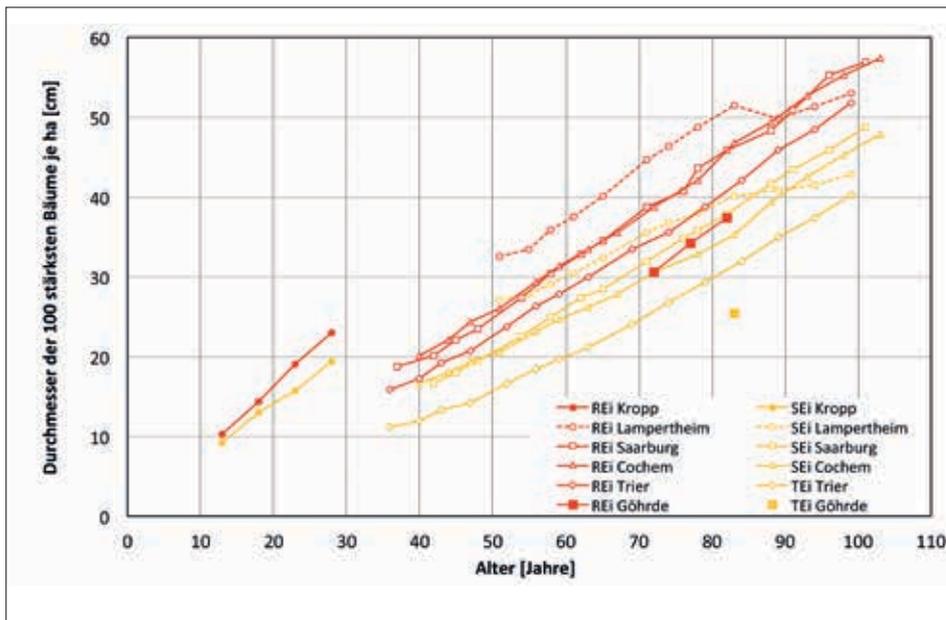


Abb. 6: Vergleich der durchschnittlichen Durchmesserentwicklung der 100 stärksten Bäume je ha (d100) von Roteichen- und standortgleichen Stiel- bzw. Traubeneichen-Versuchspartellen

mit der Stieleichenherkunft „Beimoor“ und der Traubeneichenherkunft „Mölln“ verglichen. In der Gesamtwuchsleistung sind die Roteichenbestände den heimischen Eichenarten auf allen untersuchten Standorten deutlich überlegen. Die höchsten Gesamtwuchsleistungen im Alter 100 Jahre erreichen die standörtlich begünstigten Roteichen in Saarburg und Cochem und übertreffen hier die Massenleistung der Stieleiche um gut 50 %. Bei insgesamt geringeren Gesamtwuchsleistungen auf dem ziemlich armen Quarzitstandort in Trier liegt die Roteiche sogar um über 70 % vor der Traubeneiche. In Lampertheim fällt die Überlegenheit des relativ stammzahlarmen Roteichenbestandes geringer aus. Außerdem beeinträchtigt hier die Grundwasserabsenkung die Leistung beider Baumarten erkennbar. Für das junge Alter sehr hoch sind die Massenleistungen auf dem schwachen, aber luftfeuchten Standort in Schleswig-Holstein. Eine identische Gesamtwuchsleistung von Stiel- und Traubeneiche wird zum Alter 28 von der Roteiche um ca. 30 % übertroffen.

Die Wuchsüberlegenheit gleichalter Rot-

eichen spiegelt sich auch in den Einzelbaumdimensionen wider (Abb. 6). In den älteren Versuchen beträgt der Durchmesser der 100 stärksten Bäume je ha (d100) im Alter von 100 Jahren ca. 10 cm. In Lampertheim zeigt sich wiederum die empfindliche Reaktion beider Baumarten auf den Verlust des Grundwasseranschlusses. Für ein zusätzlich aufgenommenes Vergleichspaar auf einem sehr schwachen Standort des Niedersächsischen Forstamtes Gohrde erreicht der Durchmesser der 100 stärksten Bäume je ha (d100) der Roteiche gegenüber der Traubeneiche 12 cm. In den leistungsstarken jungen Beständen in Schleswig-Holstein wird ein Durchmesser der 100 stärksten Bäume je ha (d100) der Roteiche bereits ebenfalls deutlich erkennbar.

Standörtliche Zuordnung

Die Roteiche erbringt auf einem breiten Standortspektrum in Norddeutschland befriedigende bis sehr gute Wuchsleistungen, obwohl die Niederschläge in einigen Regionen unter dem Optimum und teilweise sogar unter dem Minimum des natürlichen Verbreitungsgebietes

liegen. Ihre Wärmeansprüche werden in nordwest- und ostdeutschen Mittelgebirgen bis in Höhenlagen von etwa 400 bis 500 m ü. NN erfüllt (Göhre und Wagenknecht 1955, Stratmann 1988). Bezüglich der Bodeneigenschaften für ein gutes Wachstum werden der Roteiche geringere Ansprüche als den heimischen Eichenarten bescheinigt (Schwappach 1901, Zimmerle 1950, Wiedemann 1951, Bauer 1953, Göhre und Wagenknecht 1955, Stratmann und Warth 1987, Spellmann 1994, Lockow 2002, Seidel und Kenk 2003, Klemmt et al. 2013). Für Ostdeutschland untersuchten Göhre und Wagenknecht (1955) sehr differenziert das Leistungsvermögen in Abhängigkeit vom Standort. Im Tiefland erwiesen sich grundwasserferne, sandüberlagerte Lehme bzw. tiefgründige, besser verlehnte Sande als sehr leistungsfähige Standorte. Nicht zu hoch anstehendes, ziehendes und nährstoffreiches Grundwasser erwies sich als günstig, stagnierendes Grundwasser und hoch anstehende Staunässe als ungünstig. Die Versuchs- und Ertragsprobenflächen der NW-FVA im nordwestdeutschen Tiefland erlauben eine aktuelle Überprüfung dieser Befunde (Abb. 7 u. Abb. 8). Dabei dient die Oberhöhe im Alter 50 als absoluter Bonitätsmaßstab zur Beurteilung der Höhenwuchsleistung in Abhängigkeit von der Wasserhaushaltsstufe und der Nährstoffversorgung des Standortes.

Auf terrestrischen Standorten führt sowohl eine Verbesserung der Wasserhaushaltsstufe als auch eine Verbesserung der Nährstoffversorgung zu einer Leistungssteigerung. Allerdings schneiden nährstoffkräftige Standorte kaum besser ab als mittlere, da eine gute Nährstoffversorgung mitunter mit Staunässe bzw. sehr hoch anstehendem, stagnierendem Grundwasser kombiniert ist. Staufrische Standorte mit tief sitzendem Stauhorizont scheinen sich dagegen posi-

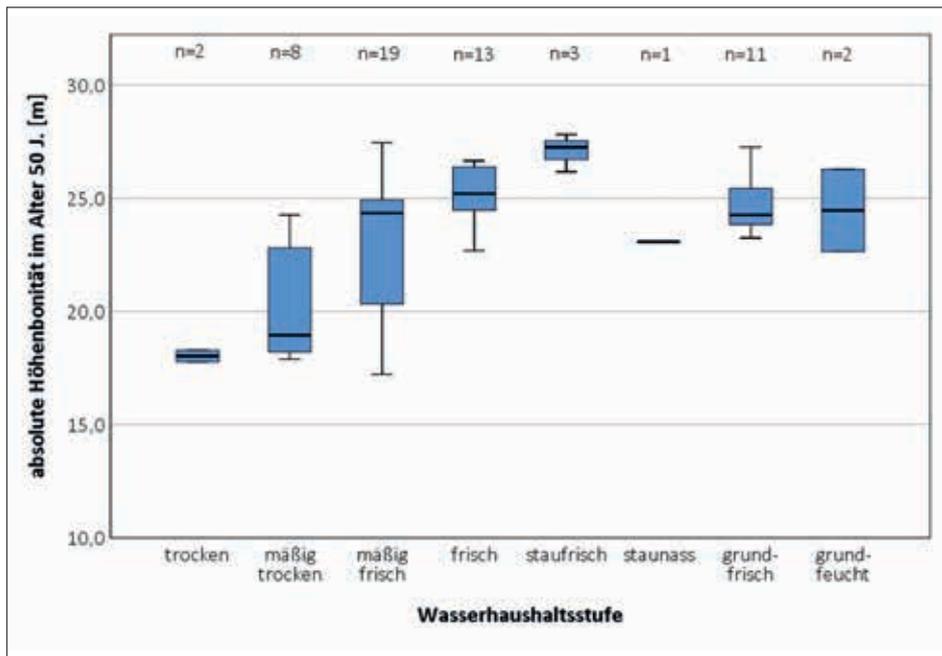


Abb. 7: Leistungsfähigkeit von Roteichenbeständen im nordwestdeutschen Tiefland auf der Basis von absoluten Höhenbonitäten im Alter 50 Jahre in Abhängigkeit von der Wasserhaushaltsstufe des Standortes

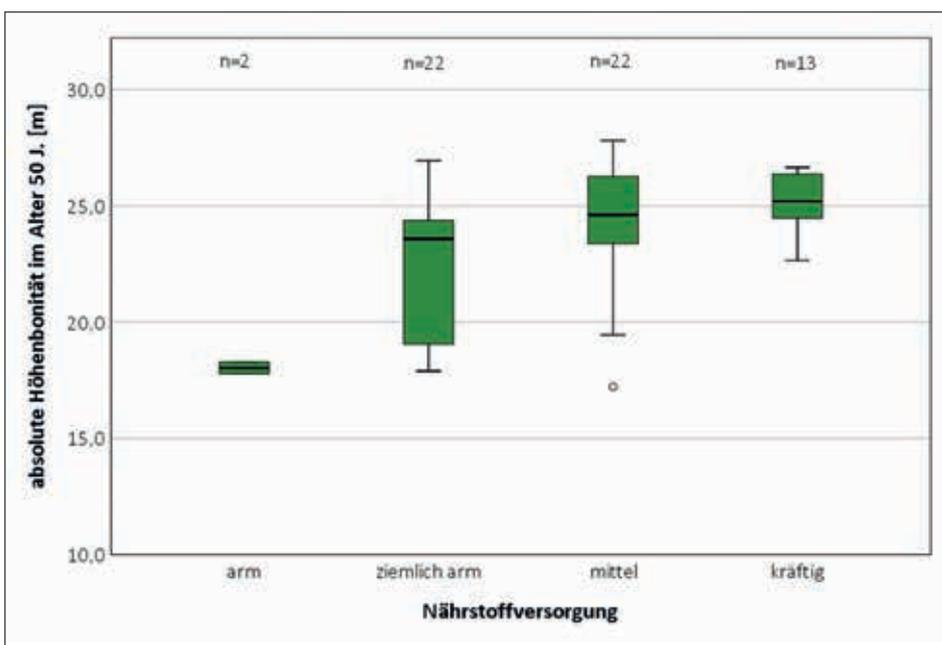


Abb. 8: Leistungsfähigkeit von Roteichenbeständen im nordwestdeutschen Tiefland auf der Basis von absoluten Höhenbonitäten im Alter 50 Jahre in Abhängigkeit von der Nährstoffversorgung des Standortes

tiv auszuwirken. Auffällig ist der große Streubereich der Oberhöhenbonitäten innerhalb der mäßig frischen bzw. mittel nährstoffversorgten Standorte. Innerhalb der „mittleren“ Standorte spielt offenbar die Klimafeuchte eine größere Rolle. Atlantisch bzw. subatlantisch beeinflusste Standorte sind

gegenüber subkontinental bzw. kontinental geprägten deutlich begünstigt.

Oft wird die Streuzersetzung der Roteiche pauschal als schlecht beurteilt (Thomasius und Hartig 1989, DreBel und Jäger 2002, Goßner 2004a, Gulder 2004, Nehring et al. 2013). Genauere

Untersuchungen kommen zu einem differenzierteren Bild (Wittich 1961, Stragyte et al. 2009, Heinsdorf et al. 2011). In vier über 100-jährigen Roteichenbeständen auf gut nährstoffversorgten, sandüberlagerten Geschiebelehmstandorten in Nordostdeutschland fand Heinsdorf (2002) als Humusform durchweg mullartigen Moder mit reichem Regenwurmbesatz. Die pH-Werte in den Humusaufgaben und den Oberböden waren vergleichbar mit Douglasie. Im Mineralboden herrschte eine gute Qualität der organischen Bodensubstanz. Die Calcium-, Kalium- und Magnesiumgehalte im Mineralboden entsprachen denen benachbarter, gleichalter Eichenbestände. Auf mäßig nährstoffversorgten Standorten herrschten wie unter heimischen Eichen moderartige Humusformen vor, während die Ausbildung ausgeprägter Rohhumusschichten auf ziemlich armen, mäßig frischen Standorten in Nordostdeutschland eine „ökologische Anbaugrenze“ markierte. Neben der Streuzersetzung wird die Wirkung einer Baumart auf den Standort durch ihren Einfluss auf das Boden- und Bestandesklima, die Bodenvegetation sowie ihre Wurzelentwicklung bestimmt. Die Wurzelentwicklung ist im Wesentlichen der heimischen Eichenarten vergleichbar und die meisten Böden werden intensiv erschlossen (Göhre und Wagenknecht 1955, Lyr und Hoffmann 1967, Köstler et al. 1968, Murach 2002). Auf Sandböden trägt die große Anzahl von Diagonal- und Vertikalwurzeln zu einer großen Wurzelintensität bei (Lyford 1980), 3,6 m tief liegende Lehmschichten von Zweischichtböden wurden im Alter von 65 Jahren erreicht, gleyartige Böden mit nicht zu hoch anstehendem Grundwasser gut erschlossen und Pflugsohlen bei Ackeraufforstungen problemlos durchwurzelt (Lemke 1956). Nur in der Tiefendurchwurzelung stark staunasser Standorte bestehen Nachteile gegen-



über der Stieleiche. Wiedemann (1951) und Heinsdorf et al. (2011) hoben die meliorierende Wirkung einer Roteichenbeimischung gegenüber reinen Kiefernbeständen hervor. Die stärkere Beschattung der Roteiche gegenüber Kiefer, aber auch gegenüber den heimischen Eichen, führt gerade auf schwächeren Standorten zu einer Unterdrückung dichten Graswuchses und damit zu einem günstigen Einfluss auf den Bodenwasserhaushalt.

In ihrem Gesamturteil schätzten Göhre und Wagenknecht (1955) die Roteiche als eine bodenpflegliche Holzart ein. Die weite natürliche Verbreitung in Amerika und die breite Standortsamplitude hinsichtlich Böden und Klima lassen zudem eine gute Anpassungsfähigkeit an zukünftig projizierte klimatische Bedingungen in Deutschland erwarten (Roloff und Grundmann 2008, Lüpke 2009).

Waldbauliche Behandlung

Das waldbauliche Leitbild für Roteichenbestände beschreiben die Niedersächsischen Landesforsten als eine

mehrschichtige Mischung aus produktionsbestimmender Roteiche mit Buche im Herrschenden sowie im Zwischen- und Unterstand, wobei Roteichenunterstand und Anteile von Begleitbaumarten zu einer weiteren Erhöhung der Vertikalstruktur beitragen. Das Produktionsziel ist die Erzeugung eines hohen Anteils an hochwertigem, starkem Stammholz, für das Brusthöhendurchmesser von 65 cm angestrebt werden (NMLELV 2004).

Die Begründung von Roteichenbeständen erfolgt in Deutschland bislang fast ausschließlich durch Pflanzung oder Saat, Naturverjüngung spielte bislang kaum eine Rolle. Die Versuchsflächen der NW-FVA sind ungefähr zu gleichen Teilen gesät und gepflanzt, wobei die Saat vor 1960 deutlich häufiger zum Einsatz kam. Bei Pflanzung auf der Freifläche und unter lichtem Schirm sollten für eine gute Qualitätsentwicklung Pflanzenzahlen von 5.000 möglichst unverschulter Pflanzen (1+0; 2+0) je ha Nettopflanzfläche nicht unterschritten werden (Radtke 2011, Mews 2012). Bei passenden Rahmenbedingungen ist die (Frühjahrs-)saat mit einer Auf-

wandmenge von ca. 250 kg /ha gegen Schwarzfäule behandelten Saatgutes ein sehr gutes Verfahren, das vor allem eine hervorragende Wurzelentwicklung gewährleistet. Nachdem früher häufig Reinbestände begründet wurden, abgesehen von truppweiser Ergänzung lückiger Buchennaturverjüngung mit Roteiche (Grundner 1921), ist heute die Begründung von Mischbeständen mit Anteilen der heimischen Buche vorgesehen (NMLELV 2004). Waldbauliche Möglichkeiten und einen Frostschutz bietet die Begründung unter Kiefernschirm (Heinsdorf et al. 2011, Radtke 2011). Versuchsergebnisse belegen, dass die Begründung gleichaltriger Mischbestände von Roteiche und Buche unproblematisch ist, im Gegensatz zu Stiel- und Traubeneiche, wo die Buche sehr schnell zur massiven Konkurrenz wird (Abb. 9).

Bei einzelstamm- bis reihenweiser Beimischung erzielen die führenden Roteichen schnell einen Vorsprung von mehreren Metern und können diesen in der weiteren Bestandesentwicklung offenbar lange halten. Die Roteiche setzt sich auch im Voranbau unter Kiefernschirm durch. Nur sehr hohe Begründungsanteile der Buche führen eher zu deren Durchwachsen und Aufschließen zum Höhenwachstum der Roteiche (Jantzen 2016).

Die Jungwuchspflege kann aufgrund des guten Jugendwachstums deutlich weniger intensiv ausfallen als bei Kulturen heimischer Eichen (Lüdemann 1998). Dagegen sind Läuterungen in der späten Dickungs- bzw. frühen Stangenholzphase trotz der starken Selbstdifferenzierung erforderlich, da hohe Vitalität und gute Qualität an Einzelbäumen nicht immer zusammenfallen und qualitativ schlechte Exemplare früh Dominanz erlangen können (Mews 2012).

Anschließend lässt der Wachstumsgang eine früh beginnende, gestaffelte Durchforstung sinnvoll erscheinen,

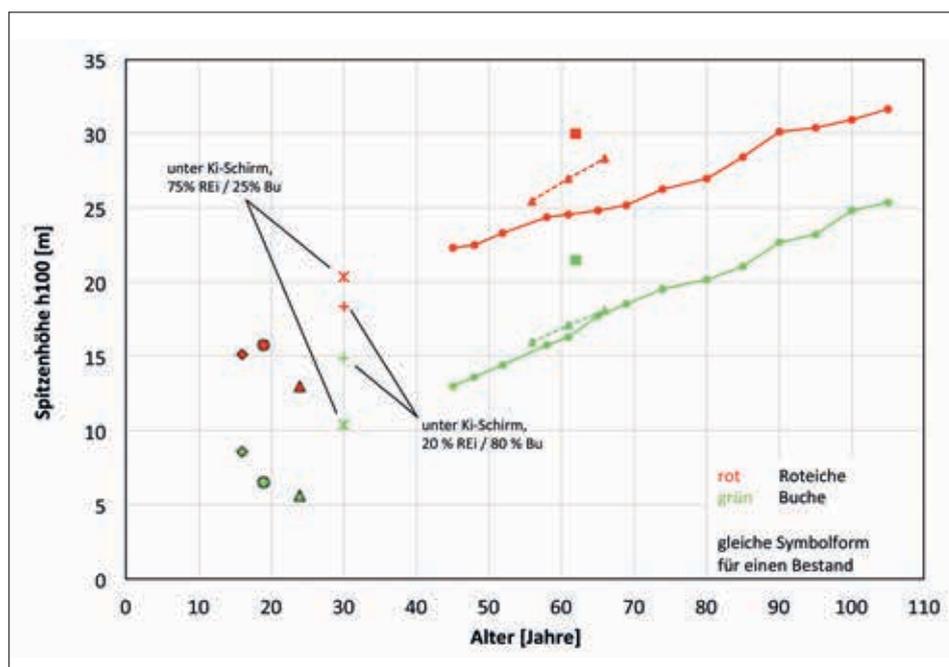


Abb. 9: Oberhöhenentwicklung von Roteiche und Rotbuche in gleichaltrigen, intensiven Mischungen beider Baumarten auf nordwestdeutschen Tieflandstandorten

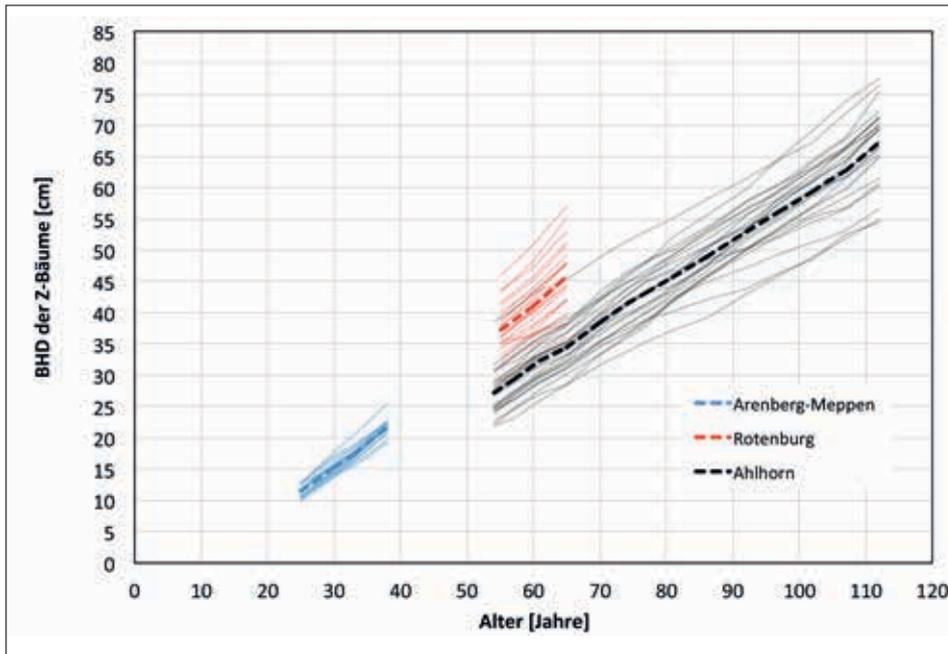


Abb. 10: Durchmesserentwicklung von Kollektiven aus jeweils 100 Z-Bäumen je ha auf drei Roteichen-Versuchsflächen in Nordwestdeutschland (Arenberg-Meppen I,3., Ahlhorn I. und Rotenburg 0,5. Ertragsklasse); fette gestrichelte Linie: durchschnittliche BHD-Entwicklung der Z-Bäume des Bestandes



Abb. 11: Vorbildlich gepflegter 65-jähriger Roteichenbestand im Niedersächsischen Forstamt Rotenburg mit gut herausgearbeiteten Z-Bäumen und einem vitalen Roteichen-Unterstand

die bei Oberhöhen von 14 bis 16 m eingesetzt. In sehr wüchsigen Beständen beginnt die Durchforstung damit im Alter von ca. 25 Jahren. Zu diesem Zeitpunkt haben die anfangs auszuwählenden ca. 120 Z-Bäume je ha

Schaftlängen von 6 bis 8 m erreicht. Diese Z-Baumzahl enthält eine Reserve von 10 bis 20 %. Süddeutsche Behandlungsvorschläge, die von deutlich geringeren Z-Baumzahlen im Rahmen von 60 bis 80 je ha ausgehen, unterschätzen

möglicherweise die Stammzahlhaltefähigkeit oder gehen von deutlich höheren Zielstärken aus (Seidel und Kenk 2003). Die ersten Durchforstungen sind in kurzen Abständen von 4 bis max. 5 Jahren als starke Hochdurchforstungen zu führen. Die ausgesprochen starke Selbstdifferenzierung führt dabei selbst in gleichaltrigen Reinbeständen zur dauerhaften Erhaltung eines stammzahlreichen arteigenen Unterstandes (Bauer 1953, Göhre und Wagenknecht 1955, Stratmann und Warth 1987, Spellmann 1994, Lüdemann 1998, Danusevicius et al. 2002, Mauerhof 2011). Das schnelle Wachstums und die gute und anhaltende Zuwachreaktion vitaler Z-Bäume auf eine gezielte Förderung lassen die Erreichung eines Zieldurchmessers von 65 cm in 80 bis 120 Jahren realistisch erscheinen, wie Versuchsergebnisse aus dem nordwestdeutschen Tiefland belegen (Abb. 10).

Stärkere Durchforstungen setzten in dem Versuchsbestand in Ahlhorn erst im Alter 47 ein. Die Behandlung der im Bestandesalter 54 eingerichteten Versuchsfläche ist als starke Hochdurchforstung angegeben. Der mittlere BHD der Z-Bäume erreicht die Zielstärke von 65 cm im Alter 110 Jahre. Bemerkenswert ist, dass ein durchschnittlicher Durchmesserzuwachs von ca. 6,4 mm pro Jahr bisher kontinuierlich anhält. Die jüngeren Versuchsflächen Arenberg-Meppen, auf etwas schwächerem Standort, und Rotenburg zeigen, dass ein früherer Beginn Z-Baum orientierter starker Hochdurchforstungen im Alter von 25 bzw. 30 Jahren die Durchmesserentwicklung noch einmal deutlich beschleunigen kann. Eine zwischenzeitliche leichte Dämpfung des Wachstums der Fläche Arenberg-Meppen wurde durch zweimaligen Schwammspinnfraß verursacht. Bei Fortschreibung des derzeitigen Durchmesserzuwachses von durchschnittlich jährlich 8,4 mm setzt die Zielstärkennutzung in dem Roten-

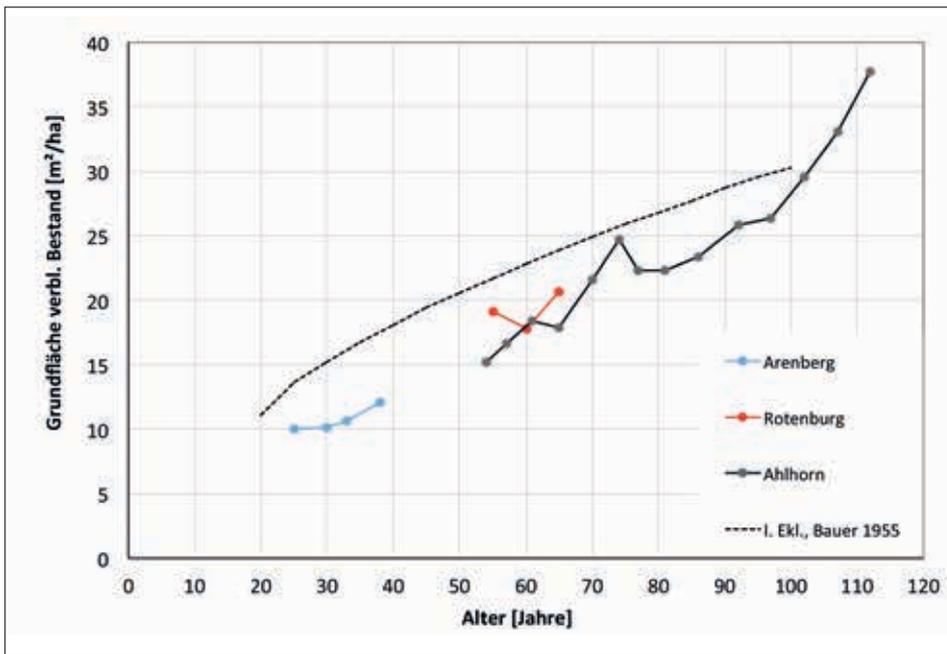


Abb. 12: Grundfläche des verbleibenden Bestandes (Oberstand) der Versuchsfelder Arenberg-Meppen, Rotenburg und Ahlhorn im Vergleich zur Grundflächenhaltung der I. Ertragsklasse der Ertragstafel von Bauer (1955)



Abb. 13: Roteichennaturverjüngung kann sich bei entsprechender Lichtsteuerung im Zuge der Zielstärkennutzung entwickeln und bietet hervorragende waldbauliche Möglichkeiten

burger Bestand bereits ab ca. 80 Jahren ein.

Die Erziehung großer vitaler Kronen der Z-Bäume bis zu einem Alter von etwa 60 Jahren ermöglicht den Übergang zu schwächeren Eingriffen bei gleichzeitig ansteigendem Vorrat, der sich auf

die Wertträger konzentriert. Die empfohlene Behandlung entspricht einer gestaffelten Hochdurchforstung und weicht von der Durchforstung, die die Ertragstafel von Bauer (1955) unterstellt, offensichtlich ab (Abb. 12). Die Grundflächenhaltung der Ertragstafel

wird auf den Versuchsflächen anfangs deutlich unterschritten, dagegen zum Ende der Produktionszeit bei Erreichen der Zielstärke sogar übertroffen. Die Gefahr der Entstehung von Wasserreißern ist vor allem an gut bekronten Roteichen-Z-Bäumen wesentlich geringer als bei Trauben- oder Stieleiche. Die Schaft- und Bodenpflege wird durch den erhaltenen Roteichenunterstand oder noch effektiver durch beigemischte Schattbaumarten wie Rotbuche, ggf. auch Hainbuche, gewährleistet.

Das frühe Erreichen zielstarker Dimensionen bei richtiger waldbaulicher Behandlung zählt zu den großen Vorteilen der Roteiche. In deutlich über 100-jährigen Beständen tritt die schon von Bauer (1953) erwähnte Stockfäule auch auf den nordwestdeutschen Versuchsflächen auf. Eine damals vermutete allgemeinen Seneszenz und ein Nachlassen der Zuwächse der Roteiche, die in Amerika Alter von 250 bis 500 Jahren erreicht (USDA NRCS 2002, Gevel et al. 2012), ist dagegen bis zum Alter 120 nicht zu verzeichnen. Die Stockfäule steht möglicherweise im Zusammenhang mit früheren Schlag- und Rückschäden an der glatten und empfindlichen Rinde.

Ein femelartiges, trupp- bis gruppenweises Vorgehen bei der Zielstärkennutzung, das den Unterstand in die Lichtsteuerung einbezieht, bietet nach den Erfahrungen auf älteren Versuchsflächen die Möglichkeit, gezielt mit Roteichennaturverjüngung zu arbeiten (Abb. 13). Dadurch kann der Einstieg in ungleichaltrige, sehr strukturreiche Roteichen-Mischbestände der kommenden Generation gelingen.

Fazit

Aktuelle Versuchsergebnisse bestätigen erneut die Anbauwürdigkeit der Roteiche (*Quercus rubra* L.) in Nord-



deutschland. Sie ist eine leistungsstarke Bereicherung der zur Verfügung stehenden Laubbaumartenpalette mit einer vergleichsweise breiten Standortsamplitude, wobei sie auf gleichen Standorten eine deutlich höhere Massenleistung und schnellere Dimensionsentwicklung gewährleistet als die heimischen Stiel- und Traubeneiche. Die stärkere Berücksichtigung der sehr gut in Misch-

bestände zu integrierenden Roteiche auf geeigneten Standorten trägt zur Risikoverteilung vor dem Hintergrund des Klimawandels bei. Der Schlüssel zu einer erfolgreichen waldbaulichen Behandlung der Roteiche liegt in einer gestaffelten Hochdurchforstung mit anfangs starken und häufig wiederkehrenden Eingriffen zur Förderung der Z-Bäume und dem anschließenden Ausreifen der

herausgearbeiteten Wertträger bei nur noch mäßigen bis schwachen Eingriffen zur Kronen- und Vorratspflege. Die erreichte Verkürzung der Produktionszeit für wertvolles starkes Stammholz ermöglicht über Zielstärkennutzung und femelartiges Vorgehen die Arbeit mit Roteichennaturverjüngung und die Entwicklung strukturreicher ungleichaltriger Bestände.

Literaturnachweis

- Abrams, M.D. 1992. Fire and the Development of Oak Forests. *BioScience* 42 (5), 346-352
- Aizen, M.A.; Patterson, W.A. 1990. Acorn size and geographical range in the North American oaks (*Quercus* L.). *Journal of Biogeography* 17, 327-332
- Bachmann, M.; Forester, W.; Dörr, P.; Franz, F. 1994. Wuchsverhalten eines Kiefern-Roteichen-Mischbestandes. *Forstarchiv* 65, 10-19
- Bachmann, M.; Konnert, M.; Schmiedinger, A. 2009. Vielfalt schaffen, Risiko verringern – Gastbaumarten als Alternative zur Fichte. *LWF Wissen* 63, 22-30
- Badoux, H. 1932. Die forstlich wichtigsten exotischen Holzarten in der Schweiz. Zürich: Mitt. der Schweizerischen Zentralanstalt für das forstliche Versuchswesen. Nr. 17, 344-438
- Bauer, F. 1953. Die Roteiche. Frankfurt a. M.: J. D. Sauerländer's, 108 S.
- Bauer, F. 1955. Roteichen-Ertragstafel. In Schober (Hrsg.) (1987): *Ertragstafeln wichtiger Baumarten*. Frankfurt a. M.: J. D. Sauerländer's, 26-29
- BMEL – Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. 2014. Der Wald in Deutschland. Ausgewählte Ergebnisse der dritten Bundeswaldinventur. 52 S. [https://www.bundeswaldinventur.de/fileadmin/SITE_MASTER/content/Dokumente/Downloads/BMEL_Wald_Broschuere.pdf] (Abruf am 28.11.2014)
- Brun, C. 1987. Zur Bestandserziehung und Stammqualität bei Roteichen-Jungbeständen im Fricktal/Aargau. *AFZ* 42, 51-52
- Carmean, W.H.; Hahn, J. T. 1983. Site Comparisons for Upland Oaks and Yellow Poplar in the Central States. *Journal of Forestry* 81 (11), 736-739
- Collins, R.J.; Carson, W.P. 2003. The fire and oak hypothesis: Incorporating the influence of deer browsing and canopy gaps. In: *Proceedings of the 13th Central Hardwood Forest Conference*, Gen. Techn. Rep. NC-234, St. Paul, MN: USDA Forest Service, North Central Research Station, 44-63
- Crow, T.R. 1988. Reproductive Mode and Mechanisms for Self-Replacement of Northern Red Oak – A Review. *Forest Science* 34 (1), 19-40
- Dale, M.E. 1972. Growth and Yield Predictions for Upland Oak Forest Stands. USDA. Research Paper NE-241, 21 S.
- Danckelmann, B. 1884. Anbauversuche mit ausländischen Holzarten in den Preussischen Staatsforsten. *Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen* 16, 289-315 und 345-371
- Danusevičius, J.; Gabrilavičius, R.; Danusevičius, D. 2002. Quality of Red Oak (*Quercus rubra* L.) Stands on Abandoned Agricultural Land. *Baltic Forestry* 8 (1), 51-56
- Desmarais, K.M. 1998. Northern Red Oak Regeneration: Biology and Silviculture. University of New Hampshire, 22 S.
- DKV – Deutsche Kontroll-Vereinigung 2014. DKV-Sonderherkünfte für Roteiche. <http://dkv-net.de/sherkunfte.html#Roteiche> (Abruf am 26.06.2014)
- Dreßel, R.; Jäger, E.J. 2002. Beiträge zur Biologie der Gefäßpflanzen des herzynischen Raumes. 5. *Quercus rubra* L. (Roteiche): Lebensgeschichte und agriophytische Ausbreitung im Nationalpark Sächsische Schweiz. *Hercynia N.F.* 35, 37-64
- Eyre, F.H. (Hrsg.) 1980. *Forest Cover Types of the United States and Canada*. Washington, DC: Society of American Foresters, 148 S.
- Fei, S.; Yang, P. 2011. Forest Composition Change in the Eastern United States. *Proceedings of the 17th Central Hardwood Forest Conference*, Gen. Techn. Report NRS-P 74, Newtown Square, PA: USDA Forest Service, Northern Research Station 103-108
- Gauer, J.; Aldinger, E. (Hrsg.) 2005. *Waldökologische Naturräume Deutschlands – Forstliche Wuchsgebiete und Wuchsbezirke*, mit Karte 1 : 100.000. – Mitt. Ver. Forstl. Standortkunde u. Forstpflanzenzüchtung 43. 324 S.
- Gevel, S.L. van de; Hart, J.L.; Spond, M.D.; White, P.B.; Sutton M.N.; Grissino-Mayer, H.D. 2012. American chestnut (*Castanea dentata*) to northern red oak (*Quercus rubra*): forest dynamics of an old-growth forest in the Blue Ridge Mountains, USA. *Botany* 90, 1263-1276.
- Göckede, J. 2010. Wuchsleistungen verschiedener Roteichen-Herkünfte in Nordwest-Deutschland. Masterarbeit an der Fakultät für Forstwiss. und Waldökol. der Uni Göttingen (unveröffentl.), 72 S.
- Göhre, K.; Wagenknecht, E. 1955. *Die Roteiche und ihr Holz*. Berlin: Deutscher Bauernverlag, 300 S.
- Goßner, M. 2004. Nicht tot, aber sehr anders! – Arthropodenfauna auf Douglasie und Amerikanischer Roteiche. *LWF aktuell*, Heft Nr. 45 (3/2004), 10-11
- Gribko, L.S.; Schuler, T.M.; Ford, W.M. 2002. Biotic and Abiotic Mechanisms in the Establishment of Northern Red Oak Seedlings: a Review. Technical Report NE-295, Newton Square, PA: USDA Forest Service, Northeastern Research Station, 18 S.
- Grundner, F. 1921. Die Anbauversuche mit fremdländischen Holzarten in den Braunschweigischen Staatsforsten. *Mitteilungen der Deutschen Dendrologischen Gesellschaft* Nr. 31. Sonderdruck. 68 S.
- Gulder, H. J. 1999. *Standörtliche Ansprü-*



- che von Douglas, Grandis, Strobe und Co. LWF aktuell Nr. 20/1999, 13-16
- Heinsdorf, D. 2002. Zum Einfluss einiger wichtiger ausländischer Baumarten auf den Bodenzustand, dargestellt an ausgewählten Anbauversuchen in der Lehroberförsterei Freienwalde. In: Ausländische Baumarten in Brandenburgs Wäldern. Eberswalde: Landesforstanstalt, 137-160
 - Heinsdorf, D.; Uebel, E.; Chrzon, S. 2011. Begründung und Entwicklung stabiler Forstökosysteme auf ehemals ackerbauulich genutzten degradierten Sandböden. Kassel: Verlagsgesellschaft für Ackerbau, 102-124
 - Jantzen, A. 2016. Wachstum und Qualität eines Roteichen-Rotbuchen-Voranbaus unter Kiefer bei unterschiedlichen Pflanzverbänden. Bachelorarbeit an der HAWK Göttingen, unveröffentl., 60 S.
 - Johnson, P. S.; Stephen, R.S.; Rogers, R. 2002. The Ecology and Silviculture of Oaks. New York: CABI Publishing, 503 S.
 - Kilius, R. 1930. Anbauversuche fremdländischer Holzarten in badischen Wäldern nach dem Stand von 1929/30. Freiburg: Mitteilungen der Badischen Forstlichen Versuchsanstalt, Heft 3, 96 S.
 - Klädtke, J. 2015. Wachstum fremdländischer Baumarten im Spiegel von Versuchsanbauten. Deutscher Verband Forstlicher Forschungsanstalten, Sektion Ertragskunde. Tagungsbericht, 153-166
 - Klarhölter, I. 2015. Untersuchung zur Verjüngungsökologie und Verjüngungsdynamik der Roteiche (*Quercus rubra* L.). Bachelorarbeit an der HAWK Göttingen, unveröffentl., 48 S.
 - Klemmt, H.-J.; Neubert, M.; Falk, W. 2013. Das Wachstum der Roteiche im Vergleich zu den einheimischen Eichen. LWF aktuell 97/2013, 28-31
 - Köstler, N.; Brückner, E.; Bibelriether, H. 1968. Die Wurzeln der Waldbäume. Hamburg u. Berlin: Vlg. Paul Parey, 152-157
 - Krahl-Urban, J. 1966. Vorläufige Ergebnisse eines Roteichen-Provenienzversuchs. Allg. Forst- u. Jagdzeitung 137, 91-100
 - Kriebel, H.B.; Bagley, W.T.; Deneke, F.J.; Funsch, R.W.; Roth, P.; Jokela, J. J.; Merritt, C.; Wright, J. W.; Williams, R.D. 1976. Geographic Variation in *Quercus rubra* in North Central United States Plantations. *Silvae Genetica* 25, 118-126
 - Kuchler, A.W. 1964. Manual to accompany the map of potential natural vegetation of the conterminous United States. No. 36, Spec. Publication, New York: American Geographical Society, 77 S.
 - Lear, D.H. van; Brose, P.H.; Keyser, P.D. 2000. Using prescribed fire to Regenerate Oaks. In: Proceedings: workshop on fire, people, and the central Hardwood landscape. Newtown Square, PA: USDA, Forest Service, Northeastern Research Station, 97-101
 - Lemke, K. 1956. Untersuchungen über das Wurzelsystem der Roteiche auf diluvialen Standortsformen. *Archiv für Forstwesen* 5, 8-45 u. 161-202
 - Liesebach, M.; Schneck, V. 2011. Entwicklung von amerikanischen und europäischen Herkünften der Roteiche in Deutschland. *Forstarchiv* 82 (4), 125-133
 - Little, E.L.Jr. 1971. Atlas of United States trees, volume 1, conifers and important hardwoods: USDA Miscellaneous Publication 1146, 9 S., 200 Karten
 - Lockow, K.-W. 2002. Ergebnisse der Anbauversuche mit amerikanischen und japanischen Baumarten. In: Ausländische Baumarten in Brandenburgs Wäldern. Eberswalde: Landesforstanstalt, 41-101
 - Lüdemann, G. H.; Bernsmann, R. 1998. Schnellwachsende Baumarten in Wald und Landschaft Norddeutschlands. *Eutin: Gesellschaft zur Förderung schnellwachsender Baumarten in Norddeutschland*, 144 S.
 - Lüpke, B.v. 2001. Steigerung waldbaulicher Vielfalt durch Anbau und Förderung schnellwachsender Baumarten am Beispiel von Europäischer Lärche, Strobe, Roteiche und Birke. *Forst u. Holz* 56 (3), 69-73
 - Lüpke, B.v. 2009. Überlegungen zu Baumartenwahl und Verjüngungsverfahren bei fortschreitender Klimaveränderung in Deutschland. *Forstarchiv* 80 (3), 67-75
 - Lyford, W.H. 1980. Development of the Root System of Northern Red Oak (*Quercus rubra* L.). Petersham, MA: Harvard Forest Paper No. 21, 30 S.
 - Lyr, H.; Hoffmann, G. 1967. Growth Rates and Growth Periodicity of Tree Roots. *Internat. Review of Forestry Research* 2, 181-236
 - Magni, C.R.; Ducouso, A.; Caron, H.; Petit, R.J.; Kremer A. 2005. Chloroplast DNA variation of *Quercus rubra* L. in North America and comparison with other Fagaceae. *Molecular Ecol.* 14 (2), 513-524
 - Major, K.C.; Nosko, P.; Kuehne, C.; Campbell, D.; Bauhus, J. 2013. Regeneration dynamics of non-native northern red oak influenced by environmental factors: A case study in managed hardwood forests of southwestern Germany. *Forest Ecology and Management* 291, 144-153
 - Mauerhof, J.H. 2011. Wachstum junger Roteichenbestände (*Quercus rubra* L.) im norddeutschen Tiefland in Abhängigkeit von Standort und waldbaulicher Behandlung. Göttingen: Masterarbeit an der Fakultät für Forstwissenschaften und Waldökologie der Universität Göttingen (unveröffentl.), 128 S.
 - McDougal, K.M.; Parks, C.R. 1984. Elevational variation in foliar flavonoids of *Quercus rubra* L. (Fagaceae). *American Journal of Botany* 71 (3), 301-308
 - McGee, C.E.; Loftis, D.L. 1993. Oak Regeneration: A Summary. In: Oak Regeneration: Serious problems, practical recommendations. Symposium Proceedings, General Technical Report SE-94. Asheville, NC: USDA, Forest Service, Southeastern Forest Experiment Station, 316-319
 - Mews, C. 2012. Untersuchung von Qualitätsmerkmalen an Roteichenjungbeständen in Nordwest-Niedersachsen. Göttingen: Masterarbeit an der Fakultät für Forstwissenschaften und Waldökologie der Universität Göttingen (unveröffentl.), 134 S.
 - Mitscherlich, G. 1957. Die Roteichenversuchsflächen der Badischen forstlichen Versuchsanstalt. *Allg. Forst- u. Jagdzeitung* 128 (1), 1-12
 - Moran, E.V. 2010. Seed Dispersal, Gene Flow, and Hybridization in Red Oak. Diss. (Online-Publikation) http://dukespace.lib.duke.edu/dspace/bitstream/handle/10161/2483/D_Moran_Emily_a_201005.pdf?sequence=1 (Abruf am 07.08.2014)
 - Murach, D. 2002. Wurzelwachstum, Wurzelsysteme und Stabilität, dargestellt an Douglasie, Roteiche, Küstentanne und Japanischer Lärche. In: Ausländische Baumarten in Brandenburgs Wäldern. Eberswalde: Landesforstanstalt, 117-136
 - Nagel, J. 1989. Wuchsverhalten des Bergahorns in Norddeutschland. *AFZ* 44. 1030-1031
 - Nagel, R.-V. 2015. Roteiche (*Quercus rubra* L.). In Vor, T.; Spellmann, H.; Bolte, A.; Ammer C. (Hrsg.). *Potenziale und Risiken eingeführter Baumarten. Baumartenportraits mit naturschutzfachlicher Bewertung*, Bd. 7 der Reihe Göttinger Forstwissenschaften. Universitätsverlag Göttingen, 219-268
 - Nehring, S.; Kowarik, I.; Rabitsch, W.; Essl, F. (Hrsg.) 2013. *Naturschutzfachliche Invasivitätsbewertungen für in Deutschland wild lebende gebietsfremde Gefäßpflanzen*. Bonn: BfN-Skripten 352, 202 S.
 - NMLELV - Nds. Ministerium für den ländlichen Raum, Ernährung, Landwirtschaft u. Verbraucherschutz (Hrsg.) 2004. *Langfristige ökologische Waldentwicklung: Richtlinie zur Baumartenwahl*. Schriftenreihe Waldentwicklung in Niedersachsen,



- Bd. 54. Hannover, 144 S.
- Nielsen, P.C. 1956. Beobachtungen an amerikanischen und europäischen Roteichenbeständen. *AFZ* 11 (45/46), 596-598
 - Nowacki, G.J.; Abrams, M.D.; Lorimer, C.G. 1990. Composition, Structure, and Historical Development of Northern Red Oak Stands along an Edaphic Gradient in North-Central Wisconsin. *Forest Science* 36 (2), 276-292
 - Otto, H.-J. 1993. Fremdländische Baumarten in der Waldbauplanung. *Forst u. Holz* 48 (16), 454-456
 - Penschuck, H. 1935. Die Anbauversuche mit ausländischen Holzarten unter Berücksichtigung ihrer Ertragsleistung. *Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen* 67 (3), 113-137
 - Penschuck, H. 1937. Die Anbauversuche mit ausländischen Holzarten unter Berücksichtigung ihrer Ertragsleistung. Zweiter Teil. *Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen* 69 (11), 525-555
 - Radtke, R. 2011. Waldumbau ertragschwacher Kiefernreinbestände auf armen Standorten in der Waldbauregion Südostniedersächsisches Tiefland. Göttingen: Masterarbeit an der Fakultät für Forstwissenschaften und Waldökologie der Universität Göttingen (unveröffentl.), 79 S.
 - Reimers, H.R. 2011. Die Roteichenwirtschaft in Lübeck (unveröffentl. Manuskript), 8 S.
 - Roloff, A.; Grundmann, B.M. 2008. Waldbaumarten und ihre Verwendung im Klimawandel. *Archiv f. Forstwesen u. Landschaftsökol.* 42 (3), 97-109
 - Rooney, T.P.; Waller, D.M. 2003. Direct and indirect effects of white tailed deer in forest ecosystems. *Forest Ecology and Management* 181, 165-176
 - Sander, I.L. 1990. *Quercus rubra* L. Northern Red Oak. In: Burns, R.M.; Honkala, B.H. (Hrsg.) 1990. *Silvics of North America: 1. Conifers; 2. Hardwoods*. Agriculture Handbook 654. USDA, Forest Service, Washington, D.C., [http://www.na.fs.fed.us/spfo/pubs/silvics_manual/volume_2/silvics_v2.pdf] (Abruf am 20.05.2014)
 - Schenck, C.A. 1939. Fremdländische Wald- und Parkbäume. Dritter Bd., Die Laubhölzer. Berlin: Vlg. Paul Parey, 480-492
 - Schlarbaum, S.E.; Adams, R.P.; Bagley, W.T.; Wayne, W.J. 1982. Postglacial Migration Pathways of *Quercus rubra* L., Northern Red Oak, as Indicated by Regional Genetic Variation Patterns. *Silvae Genetica* 31, 150-158
 - Schlarbaum, S.E.; Adams, R.P.; Bagley, W.T.; Wayne, W.J. 1982. Postglacial Migration Pathways of *Quercus rubra* L., Northern Red Oak, as Indicated by Regional Genetic Variation Patterns. *Silvae Genetica* 31, 150-158
 - Schnur, G.L. 1937. Yield, Stand and Volume Tables for even-aged Upland Oak Forests. Technical Bulletin No. 560. Washington D. C.: U. S. Department of Agriculture, 87 S.
 - Schwappach, A. 1901. Die Ergebnisse der in den Preußischen Staatsforsten ausgeführten Anbauversuche mit fremdländischen Holzarten. *Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen* 33, 137-225 u. 263-292
 - Schwappach, A. 1911. Die weitere Entwicklung der Versuche mit fremdländischen Holzarten in Preußen. *Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen* 43, 591-611 u. 757-782
 - Seidel, J.; Kenk, G. 2003: Wachstum und Wertleistung der Eichenarten in Baden-Württemberg. *AFZ-Der Wald* 58 (1), 28-31
 - Spellmann, H. 1994. Ertragskundliche Aspekte des Fremdländeranbaus. *Allg. Forst- u. Jagdzeitg.* 165 (2), 27-34
 - Steiner, W. 2012. Hochwertiges Vermehrungsgut durch züchterische Verbesserung: Ein Vergleich verschiedener Möglichkeiten am Beispiel der Roteiche (*Quercus rubra* L.). *Forstarchiv* 83, 85-92
 - Straigytė, L.; Jurksienė, G.; Armolaitis, K. 2009. Decomposition of Oak and Maple Leaf Litters: Comparative Study of Native and Alien Species. *Rural Development 2009, Proceedings, Vol. 4, Book 2*, 196-200
 - Stratmann, J.; Warth, H. 1987. Die Roteiche als Alternative zur Eiche oder Buche in Nordwestdeutschland. *AFZ* 42 (3), 40-41
 - Stratmann, J. 1988. Ausländeranbau in Niedersachsen und den angrenzenden Gebieten. *Schriften aus der Forstl. Fakultät der Uni Göttingen* 91. Frankfurt a. M.: J.D. Sauerländer's Vlg., 102-107
 - Thomasius, H.; Hartig, M. 1989. Monographien der forstwirtschaftlich wichtigsten Baumarten (Lehrmaterial, Waldbau 5), Tharandt: TU Dresden, Sekt. Forstwirtschaft, 135-138
 - Thompson, R.S.; Anderson, K.H.; Bartlein, P.J. 1999. Atlas of Relations between Climatic Parameters and Distribution of Important Trees and Shrubs in North America. U.S. Geological Survey Professional Paper 1650 A&B, Online-Version; [<http://pubs.usgs.gov/pp/p1650-a/>] (Abruf am 01.09.2014)
 - Tirmenstein, D.A. 1991. *Quercus rubra*. In: Fire Effects Information System, [Online]. USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station, [<http://www.fs.fed.us/database/feis/plants/tree/querub/all.html>] (Abruf am 17.06.2014)
 - USDA NRCS - United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service (Hrsg.) 2002. *Plantguide*. Plant Fact Sheet Northern Red Oak (*Quercus rubra* L.). Online-Ressource: http://plants.usda.gov/plantguide/pdf/cs_quru.pdf (Abruf am 28.05.2014)
 - USGS - United States Geological Survey (Hrsg.) 2013. *Tree Species Distribution Maps for North America*. Digital Representations of Tree Species Range Maps from "Atlas of the United States Trees" by Elbert L. Little, Jr. (and other publications), <http://esp.cr.usgs.gov/data/little/> (Abruf am 28.05.2014)
 - Vor, T.; Lüpke, B.v. 2004. Das Wachstum von Roteiche, Traubeneiche und Rotbuche unter verschiedenen Lichtbedingungen in den ersten beiden Jahren nach der Pflanzung. *Forstarchiv* 75, 13-19
 - Wakeland, B.; Swihart, R.K. 2009. Ratings of white-tailed deer preferences for woody browse in Indiana. *Proceedings of the Indiana Academy of Science* 118 (1), 96-101
 - Wiedemann, E. 1951. *Ertragskundliche und waldbauliche Grundlagen der Forstwirtschaft*. 3. Aufl. (1. Aufl. 1950). Frankfurt a. M.: J.D. Sauerländer's Vlg., 223-231
 - Wittich, W. 1961. Der Einfluß der Baumart auf den Bodenzustand. *AFZ* 16 (2), 41-45
 - Wolff, B.; Höker, W.; Frömdling, D.; Bonk, S. 1998. *Wälder und Forstwirtschaft Deutschland im globalen Wandel: Strategie für eine integrierte Wirkungsanalyse und Bewertung*. Kurztitel: Deutsche Waldstudie. Abschlussbericht. Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft. Eberswalde. 70-71 (79 S.)
 - Woodall, C.W.; Morin, R.S.; Steinman, J.R.; Perry, C.H. 2008. Status of Oak Seedlings and Saplings in the Northern United States: Implications for Sustainability of Oak Forests. *Proceedings of the 16th Central Hardwood Forest Conference, Gen. Techn. Report NRS-P 24, Newtown Square, PA: USDA Forest Service, Northern Research Station*, 535-542
 - Zimmerle, H. 1930. Erfahrungen mit ausländischen Holzarten in den württembergischen Staatswaldungen unter besonderer Berücksichtigung der Aufnahmeergebnisse von Ertragsprobeflächen. *Mitteilungen der Württembergischen Forstlichen Versuchsanstalt* Nr. 2, 15-88
 - Zimmerle, H. 1950. Anbauwürdigkeit fremdländischer Holzarten nach neueren Erfahrungen in Württemberg. II. Die Laubhölzer. *AFZ* 5 (13), 145-148



Foto: NW-FVA

Mitteilungen der Gesellschaft zur Förderung schnellwachsender Baumarten in Norddeutschland e.V. – Verzeichnis bisher erschienener Hefte:

- Heft1/2013 – LOCKOW K. W.; LOCKOW J.:
Die Robinie (*Robinia pseudoacacia* L.) eine schnellwachsende Baumart mit wertvollen Holzeigenschaften, 8 S.
- Heft 2/2014: NOACK, M.:
Die Sitka-Fichte eine schnellwachsende Baumart auch im deutschen Küstenklima, 12 S.
- Heft 3/2015: RÖHE, P.; SCHRÖDER, J.:
Zweihiebige Erstaufforstungssysteme – Integration von Kurzumtriebsbestockungen in Erstaufforstungen, 8 S.
- Heft 4/2016, 2017: M. JANSEN, P. RÖHE und A. WELLER
Die Douglasie in Norddeutschland – Erkenntnisse aus dem Internationalen Provenienzversuch von 1961 12 S.

IMPRESSUM

Herausgeber: Gesellschaft zur Förderung schnellwachsender Baumarten in Norddeutschland e.V.

Redaktion: Dr. Peter Röhe

Vorstand: Dr. Peter Röhe (Vorsitzender),
Horst Buschalsky, Franz Isfort

Geschäftsstelle: Birgit Freda
Dubenbrok 20, 23701 Eutin
Tel.: 04521-1521, Fax: 04521- 830330
E-Mail: ibm.freda@t-online.de

Erarbeitung des Fachbeitrages:

Die Roteiche (*Quercus rubra* L.) in Norddeutschland
von Ralf-Volker Nagel

Satz/Druck:

cw Nordwest Media Verlagsgesellschaft mbH
Am Lustgarten 1, 23936 Grevesmühlen
Tel.: 03881-2339, Fax: 03881- 79143
E-Mail: info@nwm-verlag.de
www.nwm-verlag.de

Auflage: 1000 Exemplare

Bezug: Bitte von der Internetseite der Gesellschaft zur Förderung für schnellwachsender Baumarten in Norddeutschland e.V.:

www.gesellschaft-schnellwachsende-baumarten.de
als PDF-Datei heruntergeladen oder zum Preis von
5,- Euro, inkl. Porto, beim Verlag bestellen.