

LEITFADEN ZUR AUWALDBEWIRTSCHAFTUNG

Eigenschaften der Baumarten,
Anbaueignung und Beispiele von
Oberrhein und Donau



LEITFADEN

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit



Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

IMPRESSUM

Herausgeber

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR)
OT Gülzow, Hofplatz 1
18276 Gülzow-Prüzen
Tel.: 03843/6930-0
Fax: 03843/6930-102
info@fnr.de
www.fnr.de

Gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft und das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Verbundvorhaben „Auwald im Klimawandel“

In der vorliegenden Broschüre werden die Ergebnisse des Verbundvorhabens „Auwald im Klimawandel“ vorgestellt, das im Rahmen des Waldklimafonds gefördert wurde. Für den Inhalt sind allein die Autoren verantwortlich.

Zuwendungsempfänger

Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Geographie und Geoökologie, Aueninstitut
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Professur für Standorts- und Vegetationskunde
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Professur für Waldbau
Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF)
FKZ: 22WC4110-01 (KIT), -02 (Universität Freiburg), -04 (LWF)

Autoren

Mareike Roeder, Karlsruher Institut für Technologie
Rüdiger Unseld, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Albert Reif, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Gregory Egger, Karlsruher Institut für Technologie

Fachliche Beratung (alphabetisch):

R. Baumgärtel, T. Dichtl, E. Dister, L. Gerstner, K. Gutzweiler, M. Koch, S. Kolonko, S. Mailänder, M. Niederl, E. Schneider, T. Scholz, H. Tiefenbacher, K. Velbecker, H. Weixler, H. Wicht

Bilder

Titel: T. Dichtl (Versuchsanpflanzung im Forstrevier Auewald, Bühl)

Gestaltung/Realisierung

www.tangram.de, Rostock

Druck

MKL Druck GmbH & Co. KG, Ostbevern

Gedruckt auf 100% Recyclingpapier mit Farben auf Pflanzenölbasis

Bestell-Nr. 1.146

FNR 2021

LEITFADEN ZUR AUWALDBEWIRTSCHAFTUNG

Eigenschaften der Baumarten,
Anbaueignung und Beispiele von
Oberrhein und Donau





INHALT

1	Hintergrund	4
1.1	Motivation des Leitfadens	4
1.2	Besonderheiten von Auwäldern im Bereich Biodiversität, Naturschutz und Waldfunktion	5
1.3	Waldbauliche Besonderheiten bei der forstlichen Nutzung von Auwäldern	6
1.4	Potentielle natürliche Vegetation	7
1.5	Klimawandel und Auwald in Zukunft	8
2	Baumarten, Standort, Nutzung	9
2.1	Benutzung des Leitfadens	9
2.2	Bestimmung des Standorts	11
2.3	Baumarten und deren Eigenschaften	12
2.4	Eignungseinstufung der Baumarten	13
2.5	Waldentwicklungstypen	16
2.5.1	Waldentwicklungstyp Stieleichenmischwald	16
2.5.2	Waldentwicklungstyp Buntlaubbaum-Mischwald	18
3	Best Practice – Beispiele aus der Praxis	20
3.1	Stieleichenbestand	21
3.2	Mischbestand aus Schwarznuss, Platane und Spitzahorn	22
3.3	Mischbestand aus Hybridpappeln und Stieleiche	23
3.4	Mischbestand aus Hybridnuss und Buntlaubholz	24
3.5	Schwarznussbetonter Bestand	25
3.6	Mischbestand aus Hybridplatane und Flatterulme	26
3.7	Mischbestand aus Stieleiche mit Hainbuche	27
4	Anhang: Definitionen und Bewertungsskalen der Eigenschaften von Baumarten	28
4.1	Holzwert	28
4.2	Produktionszeitraum	28
4.3	Überflutungstoleranz	29
4.4	Ansprüche an die Basenversorgung	29
4.5	Konkurrenzfähigkeit der Naturverjüngung	29
4.6	Pflegeaufwand nach einer Pflanzung	30
4.7	Verbisstoleranz	30
4.8	Seltenheit und Gefährdung der Baumart	31
4.9	Rolle für die biologische Vielfalt	31
4.10	Standortheimisch	31
4.11	Invasiv	31
4.12	Herkunft	31
4.13	Toleranz gegenüber Trockenheit	31
4.14	(Spät-) Frostresistenz	32
4.15	Resistenz gegen Schaderreger	32
4.16	Resistenz gegen Sturm	32
5	Literatur	39

1 HINTERGRUND

1.1 Motivation des Leitfadens

Im Auwald sind über die letzten Dekaden mehrere Hauptbaumarten durch Krankheiten ausgefallen: Das Ulmensterben begann schon Anfang des 20. Jahrhunderts (Burdekin 1983), das Erlensterben durch Phytophthora-Befall wurde ab den 1990er Jahren vermehrt beobachtet (Kehr et al. 2004). In den letzten Jahren hat das Eschentriebsterben großflächige Verluste verursacht (Lenz et al. 2012, Enderle & Metzler 2014). In Zukunft ist vermutlich mit weiteren Schäden bei anderen Baumarten zu rechnen, wie z.B. durch die Rußrindenkrankheit des Ahorns oder die Eichenkomplexkrankheit (Burgdorf & Strasser 2019, Gaertig et al. 2005). Mit dem Klimawandel kann sich die Krankheitsproblematik durch verbesserte Klimabedingungen für Schaderegner und durch von Extremwetterereignissen geschwächte Bäume in Zukunft verschärfen. Die ursprüngliche Waldzusammensetzung des Hartholz-Auwaldes im Sinne eines Ulmen-Eichen- oder Erlen-Eschenwaldes wird dann zukünftig kaum noch vorhanden oder wiederherzustellen sein.

Durch diese Änderungen verlieren bisherige Konzepte für die Bewirtschaftung und den Schutz des Auwaldes an Bedeutung. Jedoch gibt es gerade jetzt in vielen Auwaldrevie-

ren einen erheblichen Handlungsbedarf: Die Esche besitzt einen hohen Baumartenanteil in der Aue und viele ihrer Bestände sterben inzwischen großflächig ab. Reine Hybridpappelbestände sind nicht mehr zeitgemäß und werden umgebaut, da sie wirtschaftlich vielerorts nicht mehr rentabel und auch naturschutzfachlich fragwürdig sind. Auch ein Zugewinn von Wald auf revitalisierten, bislang unbewaldeten Aueflächen durch Deichrückverlegungen erfordert für die Wiederbewaldung ein waldbauliches Managementkonzept. Gleichzeitig werden vermehrt Flächen zur Erreichung der in der „Nationalen Biodiversitätsstrategie“ (BMUB 2015a) geforderten Prozessschutzfläche im Wald („5%-Ziel“) stillgelegt.

Auewaldgebiete sind oft klein und liegen zerstreut. Sie stellen meist nur einen kleinen Teil eines Forstbezirks dar. Gleichzeitig erfordern sie durch das Überflutungsregime eine besonders angepasste Bewirtschaftung und sind ein hochproduktiver Standort. All dies stellt Auewaldbewirtschaftende vor viele Entscheidungen und Fragen. Dieser Leitfaden gibt einen Überblick über Baumarteneignungen und Waldentwicklungstypen in der Aue. Er richtet sich an die Akteure im Auwald, insbesondere die Waldeigentümer und Waldbewirtschaftende.



Abb. 1: Ulmensterben, Phytophthora-Befall bei Erlen, Eschentriebsterben und seit neusten Rußrindenkrankheit beim Ahorn führen in (Alt-) Auwäldern seit Jahren zum Ausfall mehrerer Hauptbaumarten.

1.2 Besonderheiten von Auwäldern im Bereich Biodiversität, Naturschutz und Waldfunktion

Auwälder sind Waldgesellschaften, die durch eine hohe Überschwemmungs- und Grundwasserdynamik geprägt sind. Durch die Dynamik der Flüsse befinden sich in der Aue auf engstem Raum aquatische bis terrestrische Lebensräume, deren räumlich und zeitliche Verteilung sich durch Erosion und Anlandung ständig ändert. Für den Mittellauf der Flüsse ändert sich die Vegetation typischerweise mit dem Abstand zum Fluss und dem Überflutungseinfluss bzw. der Geländehöhe. An die flussbegleitenden Uferpionierstandorte folgen ufernahe Röhrichte, welche eng verzahnt mit Weidengebüschen sind. Auf diese folgen Weichholzauwälder mit baumförmigen Weiden und verschiedenen Pappelarten. Auf den höchsten Standorten befinden sich Hartholzauwälder. Die Hartholzaunen lassen sich in eine tiefe, mittlere und höhere Stufe unterteilen. In den oftmals vermoorten Randsenken finden sich dauernasse Standorte, in denen von Natur aus Schwarzerlen, Traubenkirschen, Eschen und andere Baumarten waldbildend sind.

Naturnahe Auen zählen zu den arten- und strukturreichsten Ökosystemen (Naiman et al. 2006). Ihre Biodiversität ist höher als in jedem anderen mitteleuropäischen Waldtyp, obwohl sie nur ca. 5% der Landfläche beanspruchen (Kühne, Röhrig & Bartsch 2005, Kuhn 1987, Schneider et al. 2018). Mitunter sind dies die letzten Rückzugsräume für ursprünglich weit verbreitete Arten und damit wichtige Refugien für den Erhalt der Biodiversität (Hering et al. 2018).

Rund $\frac{2}{3}$ der ursprünglichen Überflutungsaue in Deutschland, und mancherorts noch weit mehr, sind durch waserbauliche Maßnahmen verloren gegangen (BMU & BFN 2009, Brunotte et al. 2009). Auwälder wurden in der Vergangenheit großflächig gerodet und beschränken sich heute vielerorts auf schmale, gewässerbegleitende Säume. So liegen aktuell ca. 61.000 ha Waldfläche in der rezenten Flussaue (Brunotte et al. 2009), dies entspricht ca. 0,5% der Gesamtwaldfläche von Deutschland. Viele Auwaldflächen sind forstlich überprägt, was im Falle einer naturfernen Bewirtschaftung negative Konsequenzen für die autotypische Biodiversität hat. Weitere Probleme sind die Fragmentierung der verbliebenen Auwaldflächen, wodurch ein



Abb. 2: Ein struktur- und artenreicher Hartholzauwald mit Bärlauch am Kühkopf.

Austausch zwischen Populationen erschwert wird, die Begrüdigung der Flüsse, die Stabilisierung der Flussläufe und die daraus resultierende permanente Anlandung sowie die Einwanderung invasiver Arten. All dies führt zu einer starken Gefährdung bis hin zum völligen Verschwinden einer Vielzahl auenspezifischer Arten (Egger et al. 2018, Riecken et al. 2006, 2010, Haupt et al. 2009, Ellwagner et al. 2012), weshalb Auen zu den am stärksten bedrohten Lebensräumen Deutschlands gehören und oftmals einen mehrfachen Schutzstatus aufweisen, beispielsweise Europaschutzgebiet nach der FFH- und Vogelschutzrichtlinie, Natur- und Waldschutzgebiet (Scholz et al. 2018).

Auen wurden vom Menschen immer intensiv genutzt. Historisch gesehen war die Hartholzaue, wie alle Wälder, in erster Linie Lieferant von Bau- und Brennholz. Waldweide und Schneitelnutzung spielten eine wichtige Rolle für die Tierhaltung. Der Mittelwald war dafür die ideale Nutzungsform mit der Stieleiche als herrschende Baumart im Oberholz. Hinzu kamen weitere Nutzungen wie Jagd, Bienenhaltung, Streunutzung oder auch das Sammeln von Pilzen (z.B. Morcheln) und Kräutern (z.B. Bärlauch). In den letzten Jahrzehnten hat sich der forstwirtschaftliche Schwerpunkt bei der Holznutzung weg von Massensortimenten hin zur Erzeugung wertvollen, starken Holzes verschoben (Mettendorf & Hass 2010). Weitere Ökosystem-Dienstleistungen gewannen zusätzlich an Bedeutung wie Naherholung (Wantzen et al. 2016), Wasserreinhaltung (Klapproth & Johnson 2009), Aufnahme von Nährstoffen (Lowrance et al. 1984), Beitrag zur Hochwasserrückhaltung (Walz et al. 2017), Schutz gegen Bodenerosion bei Hochwasser, Klimaausgleich und Luftreinhaltung sowie die hohe Kapazität zur Speicherung von Kohlenstoff (Hofmann & Anders 1996, Giese et al. 2003, Fierke & Kauffmann 2005, Cierjacks et al. 2010).

1.3 Waldbauliche Besonderheiten bei der forstlichen Nutzung von Auwäldern

Die Bewirtschaftung von Auwäldern weist waldbauliche Besonderheiten auf, die sie vom Waldmanagement in anderen Waldtypen unterscheidet. In Auwäldern reduzieren saisonal hohe, mehr oder weniger langanhaltende Wasserstände aber auch Trockenphasen bei Niedrigwasser das Spektrum an standortsgerechten und zugleich ökonomisch interessanten Baumarten. Bei Vorkommen von Bibern, die bestimmte Baumarten als Fress- und Baumaterial bevorzugen (Allgöwer 2005), kann sich die Auswahl besonders in Gewässernähe zusätzlich verringern. Bei ein- und derselben Baumart wiederum kann es auf kleiner Fläche zu deutlichen Wuchsunterschieden kommen, denn durch die Sedimentations- und sehr lokal auch Erosionsprozesse in der Aue besteht häufig ein kleinflächiges Mosaik an unterschiedlichen Standortbedingungen (Kälble 1988; Ellenberg &

Leuschner 2010). In frischen Bereichen der Aue sind die Wuchsbontäten standortsgerechter Baumarten zumeist sehr hoch, können auf trockeneren Kiesrücken oder ständig vernässten Stellen jedoch deutlich absinken (Hepfer 2014).

Die Bestandesregeneration über Naturverjüngung (aus Samen oder vegetativer Vermehrung) ist in den tiefer gelegenen Auestufen, wie der unteren Hartholzaue, nur bei wirtschaftlich uninteressanten Baumarten wie der Silberweide oder der Silberpappel möglich (Tiefenbacher 2017). Wirtschaftlich interessante Baumarten müssen dort zumeist über Pflanzung eingebracht werden. Dagegen ist in den höher gelegenen Bereichen, wie der mittleren oder hohen Hartholzaue, ein Arbeiten mit Naturverjüngung prinzipiell möglich (Kühne 2004). Erschwert wird die natürliche und künstliche Verjüngung durch die überdurchschnittlich hohen Wildstände in Auwäldern (Patz et al. 2000). Wildzäune werden vom Hochwasser zerstört, deshalb werden Jungbäume oft mit Einzelschutz umgeben, der nach einem Hochwasserereignis wiederaufgerichtet werden muss. Zudem bieten die fruchtbaren Auestandorte der Konkurrenzvegetation des Unterwuchses, aber auch neophytischen Baumarten (Liess 2013; Vor et al. 2015; Zsak et al. 2015) ideale Wachstumsbedingungen.

NEOPHYTISCHE BAUMARTEN

Neophyten sind Pflanzen, die sich in einem Gebiet etabliert haben, in dem sie zuvor nicht natürlich vorgekommen sind. Für gewöhnlich steht diese Etablierung in direktem Zusammenhang mit menschlichen Handeln. Problematisch sind diese Arten, wenn sie konkurrenzstärker als heimische Arten sind und diesen ihren Lebensraum streitig machen.

Daher müssen die Zielbaumarten in den ersten Jahren aufwändig herausgepflegt werden (Weinfurter 2013). Als Pflanzmaterial dienen zur Verringerung des Pflegeaufwands häufig teure Großpflanzen (Burschel & Huss, 2003). In vielen Auwaldbetrieben sind aufgrund der hohen Wuchskraft die Produktionszeiträume niedriger als in Forstbetrieben mit anderen Standortbedingungen. Dadurch sind die im Auwald oftmals hohen Begründungskosten inklusive Pflegeaufwand ökonomisch leichter kompensierbar. Durch den mehrfachen Schutzstatus vieler Auwälder muss die waldbauliche Vorgehensweise auch den verordneten Rahmenbedingungen angepasst werden.



Abb. 3. Waldbau in der Aue ist durch die Wasserdynamik besonders herausfordernd.

1.4 Potentielle natürliche Vegetation

Ursprüngliche potentielle natürliche Vegetation

Im Bereich der Hartholzaue war bis vor etwa 100 Jahren die rekonstruierte natürliche Vegetation ein Mischwald, in dem die Stieleiche in eher geringen Anteilen zwar beteiligt war, aber schattentolerantere Baum- und Straucharten hohe Anteile besessen haben mögen (Suck et al. 2013, 2014a, b). Weitere Arten in der Baumschicht waren Feld- und Flatterulme, in der mittleren Hartholzaue Feld-Ahorn und Esche, in der oberen Hartholzaue zusätzlich Hainbuche. Die Rotbuche kann die episodisch und dann nur kurz überfluteten Randbereiche besiedeln. Pflanzensoziologisch gesehen entsprechen diese Waldgesellschaften den Verbänden des Eichen-Hainbuchen-Waldes (Carpinion; obere Hartholzaue) bzw. Alno-Ulmion (mittlere, tiefe Hartholzaue).

Durch die früher natürliche Verlagerung von Flussarmen ist zu erwarten, dass die damaligen Waldbestände durch die Erosions- und Sedimentationsprozesse immer wieder einer Störung unterlagen (Ellenberg & Leuschner 2010). Es kann angenommen werden, dass Blößen zunächst von Weiden- und Pappel-Arten besiedelt wurden. Die Stieleiche hatte sich vermutlich zeitgleich mit angesiedelt. Darauf weisen die dynamischen Prozesse im Bereich des Naturwaldreservats „Kühkopf“ in Südhessen hin (Reif et al. 2016). Diese Bestände wirkten als Sedimentfalle, sie landeten auf und erreichten schließlich das weniger häufig überflutete Niveau

der Hartholzaue. In diesem Stadium konnte die Stieleiche sich vermutlich aufgrund ihres Altersvorsprungs sowie ihrer Langlebigkeit gegenüber den einwandernden Halbschattbaumarten und Sträuchern halten. Findet keine weitere katastrophale Zerstörung durch ein Extremhochwasser oder Eisgang statt, würde die zunehmende Aufsedimentierung schließlich zur Einwanderung von Hainbuche und dann Rotbuche führen. Damit entsprechen die Hartholz-Auwälder einem Zwischenwaldtyp, in dem sich die Lichtbaumart Stieleiche aufgrund ihrer hohen Lebenserwartung gegenüber beigemischten Schattbaumarten lange behauptet, sich aber nicht mehr natürlich verjüngt und dafür auf natürliche Störungen und gleichzeitig geringen Schalenwildbestand angewiesen ist, wie dies nach Extremhochwässern der Fall sein kann.

Heutige potentielle natürliche Vegetation

Durch Veränderungen des Überflutungsregimes, Gewässer-eutrophierung, neuartige Baumkrankheiten sowie Einbürgerung invasiver fremdländischer (Baum-)Arten hat sich die als natürlich anzusehende Artenzusammensetzung, Waldstruktur und Walddynamik im Bereich der Hartholzaue stark verändert (Brunotte et al. 2009). Grundbesitzstrukturen und Landnutzungsrechte verhindern heute fast überall im Bereich von Flussauen die natürliche Erosion und Sedimentation. Die heutige potentielle natürliche Vegetation kann nur durch Annahmen konstruiert werden. In der tiefen Hartholzaue führt die Einwanderung von Feld-Ulme, Traubenkir-

sche und überflutungstoleranten Sträuchern, wie etwa Hartriegel, zu Buschwäldern mit geringen Baumanteilen. Hinzu kommen regional nicht-heimische Arten wie Eschen-Ahorn und Rot-Esche. Im Unterwuchs sind Grasarten (Rohrglanzgras, lokal Schilf) oftmals dominierend.

In der mittleren und oberen Hartholzaue können Feld-, Berg- und Spitzahorn, Flatterulme sowie Hainbuche die Baumschicht bilden. Kletterpflanzen wie Waldrebe, Wilder Hopfen und Efeu wachsen bis ins Kronendach. Hinzu kommen regional eingebürgerte fremdländische Baumarten. In der Strauchschicht können sich Esche, Feld- und Flatterulme und schattenfeste Straucharten halten.

Die bis heute verbliebenen, periodisch überfluteten Wälder sind hinsichtlich ihrer Entwicklung als Übergangsstadium zu schattholzreicheren Beständen zu sehen, in denen die Stieleiche und andere Lichtbaumarten, beispielsweise Weiden und Pappeln, ausgedunkelt werden und verschwinden. Langfristig führt die Standortsveränderung (Auflandung) und Sukzession zu terrestrischen Waldtypen.

1.5 Klimawandel und Auwald in Zukunft

Wie für alle Wälder, wird auch im Auwald mit negativen Auswirkungen des Klimawandels gerechnet. Das können sich ändernde Standortbedingungen, z.B. durch eine Häufung von Extremwetterereignissen (Trockenperioden, Spätfröste, Stürme, Starkregen) und günstigere klimatische Bedingungen für die Vermehrung von Waldschädlingen sein (IPCC 2014). In direkter Auswirkung auf den Hartholz-Auwald wird sich die Vegetationsperiode verlängern, zunehmende Hitzeperioden im Sommer bei immer noch wirksamen Kälteeinbrüchen im Winter werden das Klima prägen, die klimatische Wasserbilanz wird sich verändern und damit die Sommertrockenheit und den Winterniederschlag erhöhen (KLIWA 2006, KLIWAS 2014, Feldmann 2010), sowie die Gefahr von Spät- und Frühfrost steigen. (Liu et al. 2018)

Wahrscheinlich gravierender werden sich die indirekten Auswirkungen durch das veränderte Überflutungsregime der Flüsse auswirken. In den durch Alpenzuflüsse geprägten Strömen Oberrhein und Donau werden sich die Hochwasserzeiträume zum Spätwinter- und Frühjahr hin verlagern, an der Donau wird sich der Niedrigwasserabfluss deutlich verringern (KLIWAS 2015). Für den Auwald der Zukunft könnten diese Veränderungen zur Einwanderung submediterranen oder südosteuropäischer Arten führen, z.B. die Schmalblättrige Esche entlang der Donau, sowie eine Zunahme neophytische Baumarten. Für die Waldbewirtschaftung soll dieser Unsicherheit bezüglich des Klimawandels mit dem Fokus auf Mischbeständen zur Risikostreuung und struktureller Vielfalt begegnet werden (UBA 2015). Jedoch ist die Ausgangssituation im Auwald besonders schwierig,

da bereits mehrere, bis vor kurzem bewährte wirtschaftliche Hauptbaumarten ausgeschieden sind. In besonderen Fällen kann es deshalb erforderlich sein, zusätzlich nicht gebietsheimische, gut erprobte Baumarten mit klimagerechten Herkünften in diese Mischung einzubringen.

In der Folge des Klimawandels wird dem Auwald eine noch größere Bedeutung zukommen, einerseits als Retentionsraum und andererseits als Kohlenstoffsenke. Durch gehäufte Starkregenereignisse können in Zukunft auch vermehrt Hochwassersituationen auftreten und eine Vergrößerung des natürlichen Rückhalteriums wird dadurch dringender. Die Kohlenstoffvorräte in Auen sind deutlich größer als in terrestrischen Ökosystemen (Scholz et al. 2012, Cierjacks et al. 2011). Daher bieten bestehende, renaturierte oder wiederbegründete Auwälder das Potenzial zur Kohlenstoffspeicherung. Dieses Speicherpotenzial gilt es durch geeignete Waldbausysteme oder auch mittels Stilllegungsflächen zu erhalten. Um diese Funktionen zu erfüllen, braucht die Aue Platz: Ein enormes Potenzial könnten Wasserstraßenabschnitte bieten, die im Zuge der Reform der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung nicht mehr für den Gütertransport gebraucht werden (BMUB & BfN 2015b), sowie Flächen, die durch Deichrückverlegungen wieder an die Flussdynamik angebunden werden.



Abb. 4: Der Auwald als Retentionsraum bei Hochwasser.



2 BAUMARTEN, STANDORT, NUTZUNG

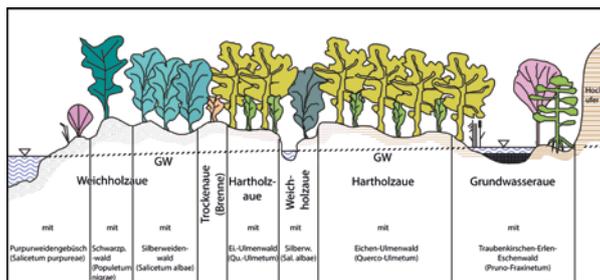
2.1 Benutzung des Leitfadens

Der Leitfaden ist in vier aufeinander folgende Schritte gegliedert, durch die der Leser zu möglichen Waldentwicklungstypen gelangt: (1) Zuordnung des Standorts zur Auestufe; (2) Zuordnung der Baumarten mit ihren ökologischen und waldbaulichen Eigenschaften zur Auestufe; (3) Identifikation des Betriebszieles; (4) Erstellung des waldbaulichen Konzeptes auf Basis der möglichen Waldentwicklungstypen.

Mit der Vorgabe in Schritt 1, der Zuordnung zu einem der drei unterschiedlichen Standorte (tief, mittel, hoch), wird indirekt der Überflutungseinfluss als einer der wesentlichs-

ten natürlichen Umweltfaktoren eines Auenwaldes berücksichtigt. Eine weitere Untergliederung der Auestandorte in verschiedene Bodentypen, Auflagenstärken des Sediments etc. erfolgte nicht. Die Beschreibung des jeweiligen Waldentwicklungstyps geht von guten bis sehr guten Boden- und damit Wuchsbedingungen aus, also einem Standort mit mächtiger Sedimentauflage und feiner Korngröße, periodischer, nicht permanenter Vernässung sowie einer hohen Speicherfähigkeit für Wasser und Nährstoffe (keine flachgründige Brennen, stark vernässte Senken usw.). Weichen die Standortseigenschaften davon deutlich ab, müssen andere Lösungsansätze gefunden werden, die hier im Leitfaden nicht behandelt werden.

1. Standort bestimmen



© E. Dister

2. Baumarten & Eigenschaften

MITTLERE HARTHOLZAUE		Formursprünglichkeit und Standort				Nutzung				Klimaschutz und Risiko			
Baumart	Eigenschaft	Höhen	Fruchtbarkeit	Wachstum	Wurzelsystem	Wurzelsystem	Wurzelsystem	Wurzelsystem	Wurzelsystem	Wurzelsystem	Wurzelsystem	Wurzelsystem	Wurzelsystem
Acer campestre / Feldahorn		2	1	3	4	3	3	3	1	4	3	4	4
Acer glabrum / Eschenahorn		1	4	3	4	2	4	4	1	1	3	4	4
Acer platanoides / Platanahorn		3	3	2	4	3	4	3	1	3	3	4	4
Acer pseudoplatanus / Bergahorn		4	3	2	4	2	4	3	1	3	3	4	4
Alnus glutinosa / Schwarzalnu		1	4	4	4	4	4	4	1	1	3	4	4
Alnus incana "Silberalnu"		2	3	3	4	3	4	3	1	4	3	4	4
Alnus incana / Graualnu		1	4	4	4	3	4	3	1	3	3	4	4
Betula pendula / Weidenhain		2	4	2	3	1	4	3	1	3	3	4	4
Betula pubescens "Waldweiden"		2	4	3	4	4	4	3	1	3	3	4	4
Corylus avellana / Hasel		2	1	2	4	4	4	3	1	3	3	4	4
Corylus colurna / Baumhasel		4	3	4	4	4	4	3	1	3	3	4	4
Fraxinus excelsior / Gemeine Esche	(2)	3	3	4	4	4	4	3	1	3	3	4	4
Fraxinus saxatilis / Kam. Esche		2	3	3	4	4	4	3	1	3	3	4	4
Fraxinus petiolaris / Petiol. Esche		1	4	3	4	4	4	3	1	3	3	4	4
Larix laricina / Schwarzkiefer		3	3	4	4	4	4	3	1	3	3	4	4
Larix laricina / Waldkiefer		5	3	4	4	4	4	3	1	3	3	4	4
Larix laricina / Waldkiefer		3	3	4	4	4	4	3	1	3	3	4	4
Quercus robur / Eiche		4	4	4	4	4	4	3	1	3	3	4	4
Quercus petraea / Kork-Eiche		4	4	4	4	4	4	3	1	3	3	4	4
Pinus sylvestris / Kiefer		3	3	4	4	4	4	3	1	3	3	4	4
Pinus sylvestris / Waldkiefer		2	3	4	4	4	4	3	1	3	3	4	4
Pinus peuceuntia / Griechische Kiefer		3	3	4	4	4	4	3	1	3	3	4	4
Pinus nigra / Schwarzkiefer		1	4	4	4	4	4	3	1	3	3	4	4
Populus alba / Silberpappel		1	4	4	4	4	4	3	1	3	3	4	4
Populus balsamifera / Balsampappel		1	5	4	4	4	4	3	1	3	3	4	4
Populus tremula / Weidenpappel		1	4	4	4	4	4	3	1	3	3	4	4
Populus tremula "Zitterpappel"		1	4	4	4	4	4	3	1	3	3	4	4
Populus nigra / Schwarzpappel		1	5	4	4	4	4	3	1	3	3	4	4
Prunus avium / Vogelbeere		1	4	4	4	4	4	3	1	3	3	4	4
Prunus spinosa / Schlehdorn		1	4	4	4	4	4	3	1	3	3	4	4
Prunus serotina / Traubeneiche	(2)	4	4	4	4	4	4	3	1	3	3	4	4
Prunus avium / Wildrose		4	2	3	4	4	4	3	1	3	3	4	4
Quercus robur / Eiche		4	4	4	4	4	4	3	1	3	3	4	4
Robinia pseudoacacia / Akazie		3	3	4	4	4	4	3	1	3	3	4	4
Salix nigra / Schwarzweide		1	5	4	4	4	4	3	1	3	3	4	4
Salix caprea / Weidenweide		1	5	4	4	4	4	3	1	3	3	4	4
Salix viminalis / Felsweide		1	5	4	4	4	4	3	1	3	3	4	4
Tilia cordata / Winterlinde		2	2	4	4	4	4	3	1	3	3	4	4
Ulmus glabra / Flammhölzchen		4	4	4	4	4	4	3	1	3	3	4	4
Ulmus minor / Hainbuche	(3)	4	4	4	4	4	4	3	1	3	3	4	4

© M. Roeder

3. Bestandesziel

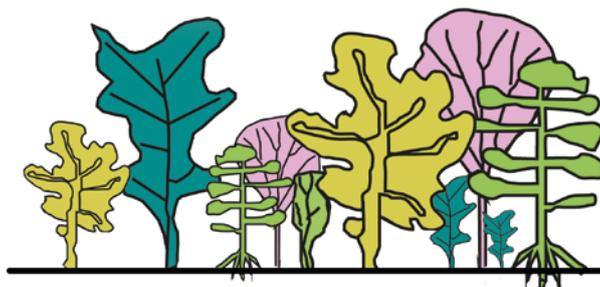


Gewinn

ausgewogen

Naturschutz

4. Waldentwicklungstyp



© E. Dister

Abb. 5: Entscheidungsfindung zum Waldentwicklungstyp über Standort, Baumarteneigenschaft und Bestandesziel.

2.2 Bestimmung des Standorts

Der Leitfaden beschränkt sich auf die Hartholzau, da in diesem Bereich die meisten bewirtschafteten Flächen des Auwaldes liegen. Für die weiteren Schritte wurde die tiefe Hartholzau als Standort nicht mehr berücksichtigt, da sie flächenmäßig bei der Bewirtschaftung kaum ins Gewicht fällt. Abbildung 6 gibt einen Überblick über alle Auenstandorte, die Unterteilung der Hartholzau wird in Tabelle 1 erklärt.

TAB. 1: CHARAKTERISIERUNG DER AUESTUFEN

Untere (tiefe) Hartholzau	Mittlere Hartholzau	Obere (hohe) Hartholzau
regelmäßig jährlich überflutet, zumeist über längere Zeiträume, deutlicher Überflutungseinfluss	alle ein bis zwei Jahre überflutet, zumeist über kürzere Zeiträume, mittlerer Überflutungseinfluss	episodisch überflutet, lediglich von Spitzenhochwässern erfasst, geringer Überflutungseinfluss
Beispiele für Überflutungsregime Oberrhein und Donau/Lechmündung		
Rhein-Durchschn. Tage/Jahr: 12–29 Rhein-Durchschn. Tage/Veg.: 7–18 Rhein-Max. Tage/Jahr: 53–90 Rhein-Max. Tage/Veg.: 43–64	Rhein-Durchschn. Tage/Jahr: 6–12 Rhein-Durchschn. Tage/Veg.: 4–7 Rhein-Max. Tage/Jahr: 41–53 Rhein-Max. Tage/Veg.: 35–43	Rhein-Durchschn. Tage/Jahr: 3–6 Rhein-Durchschn. Tage/Veg.: 2–4 Rhein-Max. Tage/Jahr: 20–41 Rhein-Max. Tage/Veg.: 16–35 Donau-Durchschn. Tage/Jahr: 1–4 Donau-Durchschn. Tage/Veg.: 1–2 Donau-Max. Tage/Jahr: 10–15 Donau-Max. Tage/Veg.: 8–11
Typische Artenkombinationen in der Krautschicht		
Scharbockskraut (<i>Ficaria verna</i>), Brennnesseln (<i>Urtica dioica</i>), Gundermann (<i>Glechoma hederacea</i>), Kletten-Labkraut (<i>Galium aparine</i>), Kratzbeere (<i>Rubus caesius</i>), Gemeines Rispengras (<i>Poa trivialis</i>), Wiesen-Schaumkraut (<i>Cardamine pratensis</i>) (Schneider et al. 2018)	Arten aus tiefer Hartholzau und zusätzlich: Bärlauch (<i>Allium ursinum</i>), Buschwindröschen (<i>Anemone nemorosa</i>), Große Schlüsselblume (<i>Primula elatior</i>), Blaustern (<i>Scilla bifolia</i>) – lokal, Gefleckter Aronstab (<i>Arum maculatum</i>), Vielblütige Weißwurz (<i>Polygonatum multiflorum</i>), Wald-Segge (<i>Carex sylvatica</i>), Wald-Veilchen (<i>Viola reichenbachiana</i>), Gold-Hahnenfuß (<i>Ranunculus auricomus agg.</i>), Einbeere (<i>Paris quadrifolia</i>), Märzenbecher (<i>Leucojum vernum</i>) – lokal, Waldzwenke (<i>Brachypodium sylvaticum</i>), Dünnährige Segge (<i>Carex strigosa</i>) (Schneider et al. 2018, abgeändert)	Arten der mittleren und tiefen Hartholzau und zusätzlich: Waldzwenke (<i>Brachypodium sylvaticum</i>), Goldnessel (<i>Lamium galeobdolon</i>), Nelkenwurz (<i>Geum urbanum</i>), Sanikel (<i>Sanicula europaea</i>) (Schneider, pers. Kommunikation)

Veg. = Vegetationsperiode

Max. = maximale Überflutung in 30 Jahren (1999–2018)

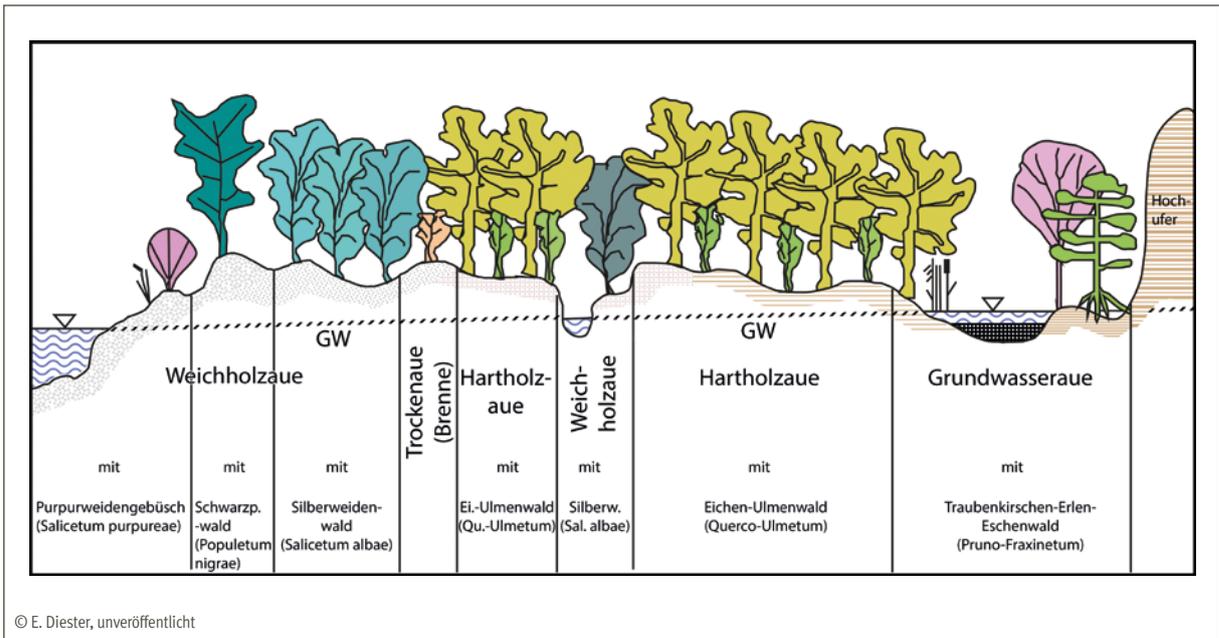


Abb. 6: Schematischer Querschnitt durch die Oberrheinaue bei Karlsruhe im naturnahen Zustand.

2.3 Baumarten und deren Eigenschaften

Über 40 Baumarten, die in der Aue vorkommen können, wurden anhand ihrer waldbaulichen, ökophysiologischen, naturschutzfachlichen und ökonomischen Eigenschaften bewertet. Dies beinhaltet natürlich vorkommende, gepflanzte oder eingewanderte Arten. Die Baumartenauswahl orientiert sich vornehmlich an in der rezenten Aue (= Überflutungsau) bereits aktuell vorkommenden Baumarten. Ebenfalls einbezogen wurden Baumarten mit Vorkommen in der Altaue oder in angrenzenden permanent vernässten Standorten wie etwa den Randsenken. Die verwendeten Baumarten, Eigenschaften und deren Skalierung werden im Anhang (ab S. 28) näher erläutert. Die Beschreibung der Eigenschaften wurde so formuliert, dass eine hohe Zahl eine positive oder weitgehende Erfüllung der Eigenschaft bedeutet. Die Skalierung reicht von 1 bis 5, zusätzlich bezeichnet „x“, dass eine Eigenschaft nicht relevant ist, indifferent ist, oder nicht zutrifft. Die Bewertungen beziehen sich, wo immer möglich, speziell auf Auenstandorte und wurden für zwei Auenstufen, die mittlere und hohe Hartholzaue, durchgeführt. Hieraus ergaben sich zwei Arten-Merkmal Tabellen, die für die weiteren Schritte der Nutzungseignung herangezogen wurden.



TAB. 2: VERWENDETE EIGENSCHAFTEN ZUR EIGNUNGSBEURTEILUNG DER BAUMARTEN UND IHRE SKALIERUNG

Forstwirtschaft und Standort	Skala
Holzwert für Stammholz	1–5/k. A./x
Produktionszeitraum bis zum Mindestzieldurchmesser	1–5/k. A.
Überflutungstoleranz	1–5/k. A.
Ansprüche an die Basenversorgung	1–5
Konkurrenzfähigkeit der Naturverjüngung	1–5/k. A./x
Pflegeaufwand nach einer Pflanzung	1–5/k. A./x
Verbisstoleranz	1–5/k. A.
Naturschutz	
Gefährdungsgrad und Seltenheit der Baumart	1–5/k. A./x
Rolle für die biologische Vielfalt	1–5/k. A.
standortheimisch	ja/nein/x
invasiv	ja/nein/x
Herkunft nicht heimischer Arten: Europa, nicht Europa, Hybrid	EU/n. EU/Hy/x
Klimawandel	
Toleranz gegenüber Trockenheit	1–5/k. A.
(Spät-) Frostresistenz	1–5/k. A.
Resistenz gegen Schaderreger	1–5/k. A.
Resistenz gegen Sturm	1–5/k. A.

k. A. = keine Angabe

x = nicht relevant

EU = Europa

n. EU = nicht Europa

Hy = Hybrid

Als Quellen diente (teils auenunspezifisch) folgende Literatur: BfN Neobiota 2020, BfN Floraweb 2020; Breunig & Demuth 1999, Carl 2018, de Avila & Albrecht 2017, Dister 1983, Ellenberg et al. 2001, Forster Falk & Reger 2019, Forstliche Versuchs- Und Forschungsanstaltbaden-Württemberg 2018, Glenz et al. 2006, Hellwig 2000, Kádasi-Horáková et al. 2017, Kölling 2007, Kramer 1987, Landhäusser et al. 2003, LFU 2003, Macher 2008, Mettendorf 2016, Metzinger et al. 2018, Nielsen et al. 2017., Pfarr et al. 2007, Šeho et al. 2017, Šeho et al. 2019, Späth 2002, USDA Forest Service 2009, USDA Natural Resources Conservation Service 2002, Vor et al. (Hrsg.) 2015, Williams 1990 sowie die Einschätzung der Eigenschaften durch Auwaldbewirtschaftler aus Baden-Württemberg, Bayern, Österreich und Hessen und durch die projektinternen Ökologen (siehe Impressum). Bei sehr unterschiedlichen Bewertungen durch die beteiligten Experten wurde die gesamte Spanne angegeben. Standortsbedingt können die Eigenschaften lokal sehr unterschiedliche Ausprägungen haben.

2.4 Eignungseinstufung der Baumarten

Mit einer Nutzwertanalyse wurden die Baumarten hinsichtlich einer spezifischen Zielsetzung des Bewirtschafters bewertet (vgl. Unseld, 2021). Dazu wurden die Kriterien und Bewertungen der Baumarten aus der Matrix Tab. 4 und 5 (siehe Anhang) verwendet. Von den ökonomischen Kriterien wurden der Holzwert des Stammholzes, die Dauer des Produktionszeitraums, eine konkurrenzfähige Verjüngung und der Aufwand für Pflanzung und Jungbestandspflege als am wichtigsten herausgefiltert. Bei den ökologischen Kriterien wurden von den Experten die Gefährdung der Baumart, Rolle für die Vielfalt der Fauna und des Unterwuchses, standortheimisches Vorkommen und Invasivität der Baumart als am bedeutsamsten eingeschätzt. Die verwendeten Kriterien zur Risikovermeidung lauteten Überflutungstoleranz, Verbisstoleranz, Toleranz gegenüber Trockenheit, Spätfrostresistenz, Resistenz gegen Schaderreger und Sturmfestigkeit. Alle genannten Kriterien wurden nach ihrer Bedeutsamkeit

in der mittleren und hohen Hartholzau von Experten mit Gewichtungen versehen. Je nach Zielsetzung des Betriebes wurden sie anschließend nochmals gewichtet. Bei einer gewinnorientierten Zielsetzung wurden den ökonomischen Kriterien insgesamt eine Gewichtung von 66% und den Risikokriterien insgesamt 33% zugeordnet. Bei der naturschutzorientierten Zielsetzung flossen dagegen die ökologischen Kriterien mit 66% und wiederum die Risikokriterien mit 33% ein. Außerdem wurde ein ausgewogenes Szenario

entworfen, bei dem die ökologischen und ökonomischen Kriterien sowie die Risikokriterien jeweils 33% an Gewicht erhielten. Mit den Gewichtungen wurden für jede Baumart eine Punktzahl berechnet. Daraus wurden Ranglisten und vier Eignungsklassen von sehr gut geeignet bis nicht geeignet bestimmt. Die Eignungsklassen der Baumarten sind bei der Baumartenempfehlung in den Waldentwicklungstypen im anschließenden Kapitel berücksichtigt.

TAB. 3: EIGNUNG DER BAUMARTEN AN ZWEI AUESTANDORTEN HINSICHTLICH DER ZIELSETZUNG DES BESTANDES (GEWINNORIENTIERT, AUSGEWOGEN ODER NATURSCHUTZORIENTIERT).

gewinnorientiert	ausgewogen	naturschutzorientiert
Mittlere Hartholzau		
Schwarznuß	Stieleiche	Wildbirne
Walnuß	Flatterulme	Wildapfel
Hybridnuß	Wildbirne	Schwarzpappel
Baumhasel	Baumhasel	Stieleiche
Flatterulme	Schwarzpappel	Silberpappel
Bergahorn	Graupappel	Graupappel
Balsampappel	Schwarznuß	Traubenkirsche
Stieleiche	Silberpappel	Flatterulme
Hybridplatane	Walnuß	Feldahorn
Hybridpappel	Wildapfel	Feldulme
Spitzhorn	Traubenkirsche	Gemeine Esche
Wildbirne	Bergahorn	Baumhasel
Robinie	Hybridnuß	Spitzhorn
Götterbaum	Balsampappel	Bergahorn
Schwarzpappel	Spitzhorn	Balsampappel
Graupappel	Feldulme	Hainbuche
Gemeine Esche	Gemeine Esche	Sandbirke
Traubenkirsche	Hybridplatane	Winterlinde
Feldulme	Hybridpappel	Schmalblättrige Esche
Silberpappel	Feldahorn	Walnuß
Wildapfel	Hainbuche	Schwarznuß
Schmalblättrige Esche	Schmalblättrige Esche	Hybridnuß
Hainbuche	Sandbirke	Hybridplatane
Sandbirke	Robinie	Hybridpappel
Feldahorn	Winterlinde	Robinie
Winterlinde	Götterbaum	Götterbaum

gewinnorientiert	ausgewogen	naturschutzorientiert
Hohe Hartholzau		
Schwarznuß	Stieleiche	Wildapfel
Hybridnuß	Wildbirne	Wildbirne
Hybridplatane	Baumhasel	Stieleiche
Baumhasel	Flatterulme	Schwarzpappel
Walnuß	Bergahorn	Silberpappel
Bergahorn	Schwarzpappel	Graupappel
Flatterulme	Hybridplatane	Traubenkirsche
Stieleiche	Graupappel	Feldahorn
Balsampappel	Walnuß	Flatterulme
Hybridpappel	Wildapfel	Aspe
Wildbirne	Schwarznuß	Feldulme
Robinie	Hybridnuß	Sandbirke
Götterbaum	Silberpappel	Gemeine Esche
Spitzahorn	Sandbirke	Vogelkirsche
Schwarzpappel	Spitzahorn	Baumhasel
Sandbirke	Vogelkirsche	Spitzahorn
Graupappel	Aspe	Bergahorn
Vogelkirsche	Traubenkirsche	Hainbuche
Aspe	Feldahorn	Winterlinde
Silberpappel	Feldulme	Rotbuche
Feldulme	Balsampappel	Schmalblättrige Esche
Hainbuche	Gemeine Esche	Gemeine Esche
Rotbuche	Hainbuche	Walnuß
Gemeine Esche	Hybridpappel	Balsampappel
Wildapfel	Winterlinde	Schwarznuß
Winterlinde	Robinie	Hybridnuß
Schmalblättrige Esche	Rotbuche	Hybridpappel
Traubenkirsche	Schmalblättrige Esche	Robinie
Feldahorn	Götterbaum	Götterbaum

sehr gut geeignet
geeignet
wenig geeignet
nicht geeignet

2.5 Waldentwicklungstypen

Die staatlichen Forstverwaltungen mehrerer Bundesländer haben für ihre Wälder Waldentwicklungstypen (WET) bzw. Bestockungszieltypen (BZT) definiert. Die nachfolgenden Beschreibungen orientieren sich an Angaben aus ForstBW (2014), welche vor allem die Auwaldstandorte an Rhein und Donau betreffen. Als oberstes Ziel zur Ausgestaltung der WET wird dort eine nachhaltige, multifunktionale und naturnahe Waldwirtschaft genannt, so dass ökologische und ökonomische Unterziele integriert sind. Die WET umfassen dabei „Waldbestände mit vergleichbarem waldbaulichen Ausgangszustand und vergleichbarer Zielsetzung. Sie beschreiben die zweckmäßigsten Verfahren zur Erreichung dieser Zielsetzung unter Beachtung der Funktionenvielfalt des Waldes“ (Forst BW, 2014). In Baden-Württemberg kommen für die mittlere und hohe Hartholzauwe der WET „**Stieleichenmischwald**“ oder der WET „**Buntlaubbaum-Mischwald**“ in Frage. Der ebenfalls in Frage kommende WET „Pappel-Mischwald“ wurde nicht separat berücksichtigt, da er bei einem hohen Eichenanteil deutliche Gemeinsamkeiten mit dem WET „Stieleichenmischwald“ aufweisen kann. Ein reiner **Prozessschutz** als Ziel für einen WET wurde aufgrund fehlender Managementaufgaben ebenfalls nicht aufgeführt.

Nachfolgend werden die beiden WET für eine **gewinnorientierte**, eine **ausgewogene** und eine **naturschutzorientierte** Zielsetzung näher beschrieben. Als Richtschnur für die ausgewogene Zielsetzung wurden die Beschreibungen aus den Richtlinien landesweiter Entwicklungstypen von ForstBW in deutlich gekürzter Form verwendet. Bei der nachfolgenden Gegenüberstellung wurden nur wesentliche Unterschiede beim Bestandaufbau und der Herangehensweise herausgearbeitet, die durch die drei unterschiedlichen Zielsetzungen entstehen können. Die Übersicht soll damit die Entscheidungsfindung von Waldbesitzenden bei der Flächenbewirtschaftung erleichtern.

Bei der Baumartenzusammensetzung wurde auf die Ergebnisse der Nutzwertanalyse zurückgegriffen. Detaillierte Angaben zur Vorgehensweise bei Pflanzung, Astung, Durchforstungsrythmus oder Z-Baumanzahl können den waldbaulichen Maßnahmen der Waldentwicklungstypen-Richtlinien unter www.forstbw.de entnommen werden. Empfehlenswert ist außerdem eine Beratung vor Ort. Ansprechpartner sind beispielsweise unter <https://privatwald.fnr.de/ansprechpartner> aufgelistet.

2.5.1 Waldentwicklungstyp Stieleichenmischwald

Zielsetzung Betrieb	gewinnorientiert	ausgewogen	naturschutzorientiert
Entwicklungsziel	Bedingt naturnaher Stieleichen-Mischwald mit geraden starken Stämmen und großen Kronen zur Produktion von wertvollem Schneideholz verschiedener Laubbaumarten.	Naturnaher Stieleichen-Mischwald mit geraden starken Stämmen und großen Kronen zur Produktion von wertvollem Eichen-Schneideholz.	Naturnaher bis sehr naturnaher Stieleichen-Mischwald mit starken Stämmen, bei Nutzung auch Produktion von Eichen-Schneideholz.
Baumartenanteile in der Hauptnutzungsphase			
Mittlere Hartholzauwe	> 50 % Stieleiche; < 50 % sonstige Laubbäume: Schwarz-/Wal-/Hybridnuss; Baumhasel; Flatterulme; Balsam-/Hybridpappel; Berg-/Spitzahorn; Platane; Wildbirne	60–80 % Stieleiche; 20–40% sonstige Laubbäume: Flatterulme; Wildbirne; Baumhasel; Schwarz-/Grau-/Silberpappel; Schwarznuss; Wal-/Hybridnuss; Wildapfel; Traubenkirsche; Berg-/Spitzahorn; Balsampappel; Feldulme; Esche	60–80 % Stieleiche; 20–40 % sonstige Laubbäume: Wildapfel/-birne; Schwarz-/Silber-/Graupappel; Traubenkirsche; Flatter-/Feldulme; Feld-/Spitz-/Bergahorn; Esche
Hohe Hartholzauwe	> 50 % Stieleiche; < 50 % sonstige Laubbäume: Schwarz-/Wal-/Hybridnuss; Baumhasel, Bergahorn, Platane, Flatterulme, Balsam-/Hybridpappel; Wildbirne, Robinie	60–80 % Stieleiche; 20–40 % sonstige Laubbäume: Wildbirne; Flatterulme; Baumhasel; Bergahorn Schwarz-/Grau-/Silberpappel; Wildapfel; Schwarz-/Hybrid-/Walnuss; Spitzahorn; Vogelkirsche; Platane	60–80 % Stieleiche; 20–40 % sonstige Laubbäume: Wildapfel/-birne; Schwarz-/Silber-/Graupappel; Traubenkirsche; Feldahorn; Flatterulme; Aspe, Feldulme; Esche; Vogelkirsche; Spitz-/Bergahorn; Sandbirke; Hainbuche; Winterlinde

Zielsetzung Betrieb	gewinnorientiert	ausgewogen	naturschutzorientiert
Anmerkung	Als FFH-LRT: Anteil nicht lebensraumtypischer Mischbaumarten max. 30%.	Als FFH-LRT: Anteil nicht lebensraumtypischer Mischbaumarten max. 30%.	Als FFH-LRT: Anteil nicht lebensraumtypischer Mischbaumarten max. 30%.
Struktur in der Hauptnutzungsphase	Ein- bis zweischichtig. Schaftpflege durch zweite Schicht aufgrund Astung nicht zwingend notwendig, durch Sukzessionsbaumarten eventuell temporär vorhanden.	Zwei- bis mehrschichtig: Unter- und Zwischenstand durch schattenertragende Baumarten zur Beschattung der Eichenstämmen und des Waldbodens sowie Belassen aufkommender Sträucher.	Ein- bis mehrschichtig: keine gezielte Schaftpflege. Angestrebte hohe Strukturierung durch Belassen von Gehölzen ohne Konkurrenzeinwirkung auf die Eiche.
Waldbauliche Maßnahmen			
Begründung	Große Pflanzsortimente; maschinelle Unterstützung bei Flächenvorbereitung oder Pflanzung.	Pflanzung mittlerer bis großer Pflanzsortimente; maschinelle oder händische Pflanzverfahren.	Pflanzung großer Pflanzsortimente; händische Pflanzverfahren Übernahme von entwicklungsfähiger Eichennaturverjüngung falls vorhanden.
Astung	Astung bis maximal 6 m Schafthöhe.	Natürliche Astreinigung.	Natürliche Astreinigung.
Durchforstung	Konsequenter Kronenausbau zur Förderung des Dickenwachstums („Dimensionierung“) ab dem Jugendstadium, danach Z-Baumorientierte Hochdurchforstung.	Zu Beginn extensive Entnahme qualitativ schlecht veranlagter Eichen, zum Schluss Z-Baumorientierte Hochdurchforstung.	Ziel sind starke überlebensfähige Eichen. Daher bei Eichen Vitalität vor Qualität bei notwendigen Durchforstungen.
	Lenkung des Zuwachses auf vitale, qualitativ hochwertige Eichen.	Lenkung des Zuwachses auf vitale, qualitativ hochwertige Eichen.	Extensive Eingriffe zum Erhalt vitaler Eichen.
Zieldurchmesser	60–80 cm	≥ 70 cm	Keine Vorgabe von Zieldurchmessern. Ökologische Aspekte bestimmen Hiebszeitpunkt.
Nutzung	Klein- bis großflächige Nutzung im Rahmen der Waldgesetzgebung und lokalen Verordnungen.	Räumlich geordnete Löcherhiebe (min. 0,5 ha) oder blockweise Räumung.	Einzelbaum- bis gruppenweise Nutzung zur Etablierung kleinflächiger Verjüngung der Eichen (Femlung > 0,3 ha; max. Kleinkahlschlag).
Spezielle Naturschutzmaßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> • Belassen geschützter Einzelbäume nach BNatSchG. • Weitere Maßnahmen nur im Rahmen lokaler Verordnungen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Belassen geschützter Einzelbäume nach BNatSchG. • Auswahl und Belassen von Habitatbaumgruppen: 1 HBG mit ca. 15 Bäumen auf 3 ha Fläche. • Erhaltung seltener, konkurrenzschwacher Mischbaumarten (Ulme, Schwarz-Pappel, Wildobst). • Förderung von Pionierbaumarten durch phasenweise Beteiligung in der Aufwuchsphase. 	<ul style="list-style-type: none"> • Förderung und Belassen geschützter und nicht geschützter Einzelbäume. • Auswahl und Belassen von Habitatbaumgruppen: 1 HBG mit ca. 15 Bäumen auf 1 ha Fläche. • Erhaltung seltener, konkurrenzschwacher Mischbaumarten (Ulme, Schwarz-Pappel, Wildobst). • Förderung von Pionierbaumarten durch phasenweise Beteiligung in der Aufwuchsphase. • Nutzung von Eichen bei möglichst hohem Erntealter.

2.5.2 Waldentwicklungstyp Buntlaubbaum-Mischwald

Zielsetzung Betrieb	gewinnorientiert	ausgewogen	naturschutzorientiert
Entwicklungsziel	In der Artenzusammensetzung kulturbestimmter bis kulturbetonter Buntlaubbaum-Mischwald mit geraden starken Stämmen und großen Kronen zur Produktion von wertvollem Schneideholz verschiedener Laubbaumarten.	In der Artenzusammensetzung überwiegend naturnaher, phasenweise strukturreicher Mischwald mit bedeutenden Anteilen an Laubbäumen, die wertvolles Stammholz erzeugen.	In der Artenzusammensetzung und Struktur naturnaher bis sehr naturnaher Mischwald mit hohen Anteilen standortsheimischer Edellaubholzarten.
Baumartenanteile in der Hauptnutzungsphase			
Mittlere Hartholzau	50–70 % Schwarz-/Wal-/Hybridnuss; Baumhasel 30–50 % sonstige Laubbäume: Stieleiche, Flatterulme; Balsam-/Hybridpappel; Berg-/Spitzahorn; Platane; Wildbirne	50–70 % Flatterulme, Wildbirne, Baumhasel, Stieleiche (Eichenanteil max. 25 %) 30–50 % sonstige Laubbäume: Schwarznuss, Walnuss, Wildapfel, Traubenkirsche, Berg-/Spitzahorn, Hybridnuss, Feldulme, Esche	40–70 % Feld-Ahorn; Flatterulme; Stieleiche (Eichenanteil max. 25 %) 30–60 % sonstige Laubbäume: Wildapfel/-birne; Esche; Berg-/Spitz-Ahorn; Tolerieren von Feldulme; Traubenkirsche, Sukzessionsrelikte: Schwarz-/Silber-/Graupappel; Silberweide; Sandbirke; Aspe
Hohe Hartholzau	50–70 % Schwarz-/Wal-/Hybridnuss; Baumhasel 30–50 % sonstige Laubbäume: Bergahorn, Flatterulme, Platane, Spitzahorn, Robinie, Balsam-/Hybridpappel; Wildbirne, Götterbaum, Hybridpappel, Schwarzpappel	50–70 % Flatterulme, Wildbirne, Baumhasel, Stieleiche (Eichenanteil max. 25 %) 30–50 % sonstige Laubbäume: Bergahorn, Wildapfel, Schwarz-/Wal-/Hybridnuss, Traubenkirsche, Spitzahorn, Platane, Esche, Feldulme	40–70 % Feld-Ahorn; Flatterulme; Stieleiche (Eichenanteil max. 25 %) 30–60 % sonstige Laubbäume: Wildapfel/-birne; Esche; Berg-/Spitz-Ahorn; Vogelkirsche; Hainbuche; Winterlinde. Traubenkirsche, Feldulme, Sukzessionsrelikte: Schwarz-/Silber-/Graupappel; Sandbirke; Aspe; Salweide
Anmerkung	Als FFH-LRT: Anteil nicht lebensraumtypischer Mischbaumarten max. 30 %.	Als FFH-LRT: Anteil nicht lebensraumtypischer Mischbaumarten max. 30 %.	Als FFH-LRT: Anteil nicht lebensraumtypischer Mischbaumarten max. 30 %.
Struktur in der Hauptnutzungsphase	Ein- bis zweischichtig. Schaftpflege durch zweite Schicht aufgrund Astung nicht zwingend notwendig, durch aufkommende Sukzessionsbaumarten eventuell temporär vorhanden.	Obere Baumschicht durch Wertholzträger, darunter dienende Baumarten. Gruppenweise Ungleichaltrigkeit und Vorhandensein lichter Teilflächen.	Stufiger Bestandaufbau durch kleinflächige Ungleichaltrigkeit und unterständigen Bäumen und Sträuchern.
Waldbauliche Maßnahmen			
Begründung	Pflanzung mittlerer bis großer Pflanzsortimente. Übernahme geeigneter Naturverjüngung (z. B. Nuss, Ahorn, evtl. Platane); bei Nuss auch Saat; bei Bedarf maschinelle Unterstützung bei Flächenvorbereitung oder Pflanzung.	Pflanzung mittlerer bis großer Pflanzsortimente. Übernahme geeigneter Naturverjüngung (z. B. Ahorn, Esche, Nuss).	Übernahme der Naturverjüngung mit einzelnen Ergänzungspflanzungen (Wildobst). Pflanzung von Buntlaubhölzern nur bei fehlender oder geringer Vorausverjüngung. Gruppenweise Einbringung von Eichenheistern bei größeren Auflichtungen.
Astung	Astung mit mindestens 6 m geastetem Schaft.	Astung oder natürliche Astreinigung.	Natürliche Astreinigung.
Durchforstung	Einphasiges Pflegekonzept mit konsequentem Kronenausbau zur Förderung des Dickenwachstums („Dimensionierung“) ab dem Jugendstadium danach Z-Baumorientierte Hochdurchforstung.	Ein- oder zweiphasiges Pflegekonzept: einphasige Pflege bei Baumarten mit unzureichender natürlicher Astreinigung („Totasterhalter“) und bei Baumarten mit rasch nachlassendem Höhenwachstum.	Extensive Eingriffe zur Förderung einzelner Eichen und seltener Mischbaumarten, gezielte Entnahme von Neophyten (<i>Acer negundo</i> , ggf. <i>Fraxinus pennsylvanica</i>). Keine Lenkung des Zuwachses auf Z-Bäume.

Zielsetzung Betrieb	gewinnorientiert	ausgewogen	naturschutzorientiert
Zieldurchmesser	60–80 cm	Ab 50 cm je nach Baumart.	Keine Vorgabe von Zieldurchmessern. Ökologische Aspekte bestimmen Hiebszeitpunkt.
Nutzung	Klein- bis großflächige Nutzung im Rahmen der Waldgesetzgebung und lokalen Verordnungen.	Zieldurchmesserernte mit fließendem Übergang zum räumlich geordneten Femelschlag.	Einzelbaum- oder gruppenweise Nutzung.
Spezielle Naturschutzmaßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> • Belassen geschützter Einzelbäume nach BNatSchG. • Weitere Maßnahmen nur im Rahmen lokaler Verordnungen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Belassen geschützter Einzelbäume nach BNatSchG. • Auswahl und Belassen von Habitatbaumgruppen: 1 HBG mit ca. 15 Bäumen auf 3 ha Fläche. • Erhaltung seltener, konkurrenzschwacher Mischbaumarten. • Förderung von Pionierbaumarten durch phasenweise Beteiligung in der Aufwuchsphase. 	<ul style="list-style-type: none"> • Förderung und Belassen geschützter und nicht geschützter Einzelbäume. • Auswahl und Belassen von Habitatbaumgruppen: 1 HBG mit ca. 15 Bäumen auf 1 ha Fläche. • Erhaltung seltener, konkurrenzschwacher Mischbaumarten. • Förderung von Pionierbaumarten durch phasenweise Beteiligung in der Aufwuchsphase. • Nutzung von Buntlaubböhlern bei möglichst hohem Erntealter. • Belassen von Eschen zur Selektion resistenter Ökotypen.

3 BEST PRACTICE – BEISPIELE AUS DER PRAXIS

Nachfolgend wird eine Sammlung von sogenannten „best practice“-Beispielen für einen erfolgreichen Anbau vorgestellt. Ein erfolgreicher Anbau liegt vor, wenn die Zielvorstellung des Forstbetriebs für einen Bestand optimal erreicht werden kann. Schwerpunkte können zum Beispiel auf der Erfüllung der Naturschutzfunktion, der Holzproduktion oder beiden Funktionen liegen. Aufgeführt sind Bestandesbegründungen aus der Praxis, die sich bereits als erfolgreich erwiesen hatten oder von denen man nach dem bisherigen Wachstumsverlauf davon ausgeht, dass sie sich erfolgreich entwickeln lassen. Alle Beispielsbestände wurden im Rahmen des Projektes aufgesucht und in Zusammenarbeit mit den Betriebsleitern in Kurzform beschrieben. Aus der Nutzwertanalyse (siehe

vorne) wurde für die beteiligten Baumarten eine behelfsmäßige Wertung bezüglich einer ökonomischen und ökologischen Ausrichtung vorgenommen, die dann mit der jeweiligen Zielsetzung verglichen werden kann. Dabei ist zu berücksichtigen, dass sich die Baumartenzusammensetzung während der Bestandesentwicklung bei einigen Best-Practice-Beispielen ändert. Hier wurde der Zeitraum bis zur Durchforstungsphase als auch bis zur Hiebsreife der eigentlichen Zielbaumarten in die Bewertung miteinbezogen. Andere ökologische und ökonomische Aspekte außer der Baumartenzusammensetzung, wie z.B. Vorteile durch Bestandesstrukturierung oder Risikoverteilung durch Baumartenmischung, wurden bei der Bewertung nicht berücksichtigt.



3.1 Stieleichenbestand

Groß-Gerau – Kühkopf-Knoblochsau am Rhein	
Zielsetzung	Erhalt und Verbesserung der Habitatkontinuität und -qualität durch Umbau naturferner Bestände in eichendominierte Bestände.
Zielbestand	Bestand aus stark dimensionierten Alteichen.
Baumartenzusammensetzung	100 % Stieleiche
Eigenheiten	Weitständige Pflanzung in Baumkronen gefällter Pappeln; Verzicht auf Verbisschutz. Verbleibender Deckungsgrad Vorgängerbestand max. 30 %.
Erfahrungszeitraum	Junges Baumholz.
Ansprechpartner	Hessen Forst Forstamt Groß-Gerau Robert-Koch-Str. 3 64521 Groß-Gerau Tel.: 06152/9249-0 ForstamtGrossGerau@Forst.Hessen.de
Baumartenbewertung	



Abb. 7: Weitständig gepflanzte Eichen neben lichtem Hybridpappelschirm.

3.2 Mischbestand aus Schwarznuss, Platane und Spitzahorn

Grafenegg – St. Pölten/A an der Donau		
Zielsetzung	Produktion von geastetem Wertholz verschiedener Baumarten; Risikostreuung mit mehreren Wertholzträgern.	
Zielbestand	Bestand aus Werthölzern mit Platane, Schwarznuss und Spitzahorn mit Zieldurchmesser 60–70 cm.	
Baumartensammensetzung	Durchforstungsphase	20–60 % Sukzessionsbaumarten (u. a. Silberpappel) und 40–80 % Wertholz.
	Endnutzung	Je ca. 30 % Platane, Schwarznuss und Spitzahorn.
	Eigenheiten	Maschinell unterstützte Reihenpflanzung 12 x 1 m. Kleingruppen in der Reihe mit je 5–10 Bäumen einer Art. Zwischenfeld: Sukzessionstreifen mit hohem Silberpappelanteil. Maschinelle Jungbestandspflege an den Wertholzreihen. Astung der Werthölzer auf 6 m.
Erfahrungszeitraum	Junge Baumhölzer ca. 25 Jahre.	
Ansprechpartner	Forstverwaltung Grafenegg Grafenegg 1 A-3485 Haitzendorf Tel.: +43 (0) 2735/220533 forst@grafenegg.at	
Baumartenbewertung	<p>Ökologie ↓</p> <p>Sehr hoch hoch mittel niedrig</p> <p>↑ Ökonomie</p>	



Abb. 8: Wertholzbaumreihen in der Kultur- und Baumholzphase.

3.3 Mischbestand aus Hybridpappeln und Stieleiche

Rastatt und Au am Rhein		
Zielsetzung	Produktion von geastetem Pappelholz (Vornutzung) und geastetem Eichenwertholz; Erhöhung des Eichenanteils.	
Zielbestand	Eichengeprägter Bestand mit Zieldurchmesser 70–90 cm.	
Baumartensammensetzung	Durchforstungsphase Eiche	20–50 % Stieleiche (sonst. Hartholz: Ulme, Ahorn, Gemeine Esche), 50–80 % Hybridpappel.
	Endnutzung Eiche	100 % Stieleiche (sonst. Hartholz: Ulme, Ahorn, Gemeine Esche).
Eigenheiten	<p>Variante 1 Keine Bodenvorbereitung. Trupp- bis Nesterpflanzung Eiche ca. 700 n/ha Großpflanzen, 1,5 x 1,5 m. Kleinstandortsabhängige Pflanzung.</p> <p>Variante 2 Bodenvorbereitung durch Mulchen. Reihenpflanzung Eiche ca. 600 n/ha Großpflanzen. Kleinbaggerpflanzung, je zwei Eichenreihen zwischen zwei Pappelreihen.</p> <p>Beide Varianten: Reihenpflanzung Pappel 200–220 n/ha, 6 x 6 m bis 7 x 7 m, Setzstangen oder Ruten, Astung Pappel auf 7–8 m, Stieleiche auf 4 m, schrittweiser Auszug der Pappeln bei Zieldurchmesser 70–80 cm über/zwischen den Eichen im Rahmen der Hochdurchforstungseingriffe, Wiederaufbau von Pappeln auf eichenfreien Bereichen.</p>	
Erfahrungszeitraum	Ca. 30 Jahre mit erfolgter Endnutzung der Pappeln, Eichen in junger Baumholzphase.	
Ansprechpartner	Landratsamt Rastatt Kapellenstraße 36 76437 Rastatt Tel.: 07222/381-4410 amt441@landkreis-rastatt.de	
Baumartenbewertung		



Abb. 9: Junger Eichentrupp und ältere Eichen neben Hybridpappeln.

3.4 Mischbestand aus Hybridnuss und Buntlaubholz

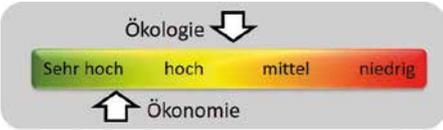
Genderkingen – Donauwörth an der Donau		
Zielsetzung	Produktion von geastetem Nusswertholz.	
Zielbestand	Bestand aus Hybridnuss mit Zieldurchmesser > 80 cm und Beimischung von Linde, Hainbuche, Feldahorn und naturverjüngter Feldulme.	
Baumartensammensetzung	Durchforstungsphase	50–70 % Hybridnuss und 30–50 % andere genannte Baumarten.
	Endnutzung	70 % Hybridnuss und 30 % andere genannte Baumarten.
Eigenheiten	Reihenpflanzung Nuss 4 x 5 m. Umpflanzung einer Nuss mit je 4 Schattbaumarten. Astung Nuss auf 6–10 m.	
Erfahrungszeitraum	Beginn Stangenholz 12 Jahre.	
Ansprechpartner	TU München Lehrstuhl für Waldwachstumskunde Hans-Carl-v.-Carlowitz-Platz 2 85354 Freising Tel.: 08161/71-4721	
Baumartenbewertung		



Abb. 10: Hybridnüsse über Linde, Hainbuche, Feldahorn und Ulme.

3.5 Schwarznussbetonter Bestand

Kaisheim – Neuburg an der Donau		
Zielsetzung		Produktion von Wertholz mit weitestgehend natürlicher Astreinigung.
Zielbestand		Bestand aus Schwarznuss mit Zieldurchmesser > 70 cm.
Baumartenzusammensetzung	Durchforstungsphase	20–50% Sukzessionsbaumarten (Silberweide) und 50–80% Schwarznuss.
	Endnutzung	100% Schwarznuss
Eigenheiten		Trupppflanzung: 80 Trupps pro Hektar. Pro Trupp 13 Bäume im Verband 2 x 2 m. Zwischenfelder: Sukzession mit hohem Silberweidenanteil. Extensive manuelle Jungbestandspflege um die Trupps.
Erfahrungszeitraum		Beginn Stangenholz ca. 10 Jahre.
Ansprechpartner		BaySF Forstbetrieb Kaisheim Hauptstr. 20 86687 Kaisheim Tel.: 09099/9698-0 info-kaisheim@baysf.de
Baumartenbewertung		

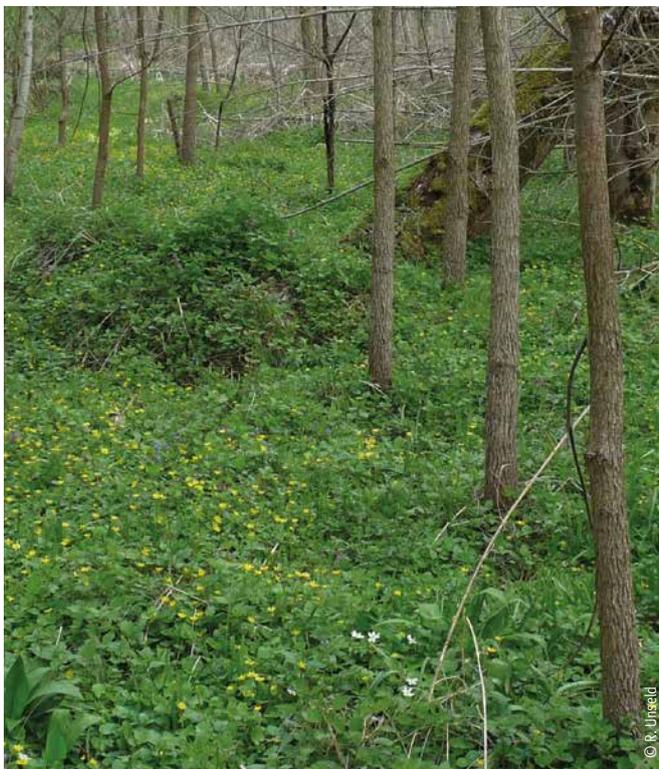


Abb. 11: Schwarznussstrupp und angekommene Silberweidensukzession.

3.6 Mischbestand aus Hybridplatane und Flatterulme

Bühl – Baden-Baden – Kinzig-Murg-Rinne	
Zielsetzung	Produktion von Wertholz.
Zielbestand	Bestand aus Hybridplatane und Flatterulme mit Zieldurchmesser 60–70 cm.
Baumartenzusammensetzung	50 % Hybridplatane, 30 % Ulme, 20 % andere Baumarten.
Eigenheiten	Unterpflanzung abgängiger Esche (ca. 20-jährig) sowie Auspflanzung größerer Lücken mit Hybridplatane. Übernahme von Kleinbeständen aus Flatterulme (ca. 20-jährig).
Erfahrungszeitraum	Hybridplatane ca. 4 Jahre, Flatterulme ca. 20 Jahre.
Ansprechpartner	Stadtverwaltung Bühl Forstrevier Auewald Hauptstr. 47 77815 Bühl Tel.: 07223/83929
Baumartenbewertung	

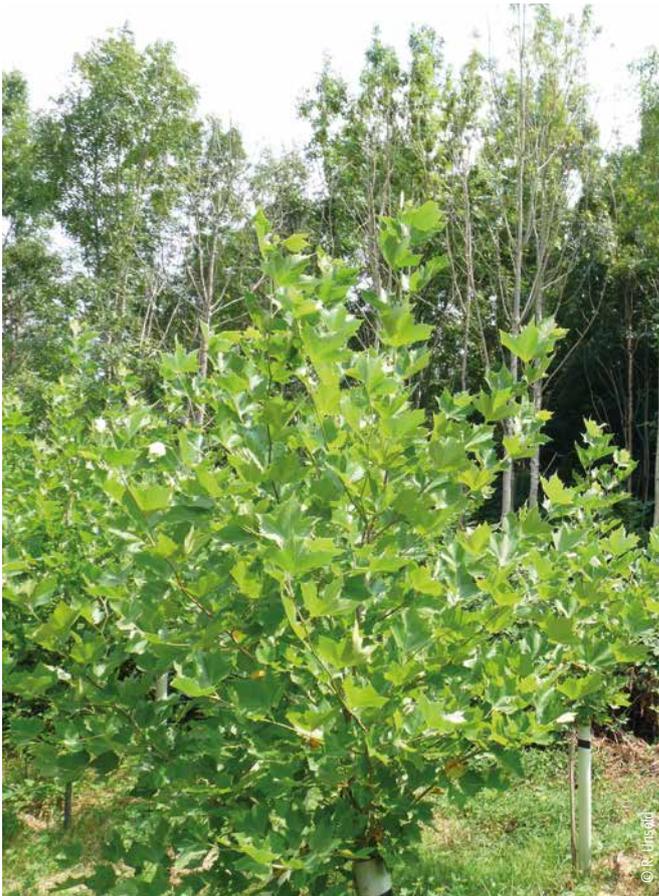


Abb. 12: Hybridplatane neben und unter Eschen.

3.7 Mischbestand aus Stieleiche mit Hainbuche

Bruckberg- Freising - Isar	
Zielsetzung	Produktion von Eichenwertholz mit weitestgehend natürlicher Astreinigung.
Zielbestand	Stieleiche mit Hainbuche im Unter- und Zwischenstand als dienender Baumart sowie Übernahme gutgeformter Hainbuchen. Zieldurchmesser Eiche ≥ 60 cm.
Baumartenzusammensetzung	60–80% Stieleiche und 20–40% Hainbuche (sonstige Laubbäume).
Eigenheiten	Gleichzeitiger Anbau von Hainbuche in Reihen 2 x 2,5 m und 70–100 Kleintrupps mit Eiche à 9–12 Bäume 1,5 x 1,5 m. Nur Eichen in Wuchshüllen.
Erfahrungszeitraum	Jungbestand ca. 5 Jahre.
Ansprechpartner	BaySF Forstbetrieb Freising Domburg 1 85354 Freising Tel.: 08161/4802-0 info-freising@baysf.de
Baumartenbewertung	



Abb. 13: Eichengruppen in Hainbuchenkultur.



4 ANHANG: DEFINITIONEN UND BEWERTUNGSSKALEN DER EIGENSCHAFTEN VON BAUMARTEN

4.1 Holzwert

Das Produktionsziel bei der Auewaldbewirtschaftung ist in den meisten Fällen die Ausformung von Bäumen zur Generierung von sägefähigem Stammholz. Der Preis, der für den Stamm erzielt werden kann, bestimmt neben den Begründungskosten und dem Produktionszeitraum inklusive der während dieser Zeitspanne vorkommenden Baumverluste maßgeblich die Wirtschaftlichkeit einer Baumart. Für das Wertholz wurde unter anderem aus Forstverkaufsstatistiken der Staatswälder Baden-Württembergs und Bayerns und aus Submissionsergebnissen (vgl. Unseld, 2019a; 2019b) sowie aus Expertensicht eine Einschätzung hinsichtlich der aktuell erzielbaren Preise für Stammholz der Güte B (A) getroffen.

- k. A. keine Datengrundlage, keine Information
- () nur geringe Datenlage
- x kein Holzwert
- 1 < 80 €/Efm o. R.
- 2 80–200 €/Efm o. R.
- 3 200–300 €/Efm o. R.
- 4 300–400 €/Efm o. R.
- 5 > 400 €/Efm o. R.

4.2 Produktionszeitraum

Der Produktionszeitraum bestimmt die Zeitspanne, in der investiertes Kapital inklusive der Zinskosten in einem Waldbestand gebunden bleibt. Der Produktionszeitraum hängt vom baumarten- und standortsspezifischen Wachstum sowie vom Behandlungskonzept inklusive dem anvisierten Zieldurchmesser ab. Zudem steigt das Ausfallrisiko mit zunehmender Produktionszeit, was zu einer Reduktion der erntbaren Holzmenge bei der Endnutzung führen kann. Der Mindestzieldurchmesser, der beim Laubholz in der Regel anvisiert wird, beträgt meistens ca. 60 Zentimeter, bei einigen Baumarten auch darunter (Birke, Erle). Die folgende Klassifikation gibt an, mit welchem minimalem Produktionszeitraum hier für eine Auewaldbaumart bei entsprechender Behandlung im Allgemeinen gerechnet werden kann.

- k. A. keine Datengrundlage, keine Information
- () nur geringe Datenlage
- 1 Produktionszeitraum sehr lang (> 100 Jahre)
- 2 Produktionszeitraum lang (80–100 Jahre)
- 3 Produktionszeitraum mittel (60–80 Jahre)
- 4 Produktionszeitraum kurz (40–60 Jahre)
- 5 Produktionszeitraum sehr kurz (< 40 Jahre)

4.3 Überflutungstoleranz

Die Überflutungstoleranz einer Baumart ist die grundlegendste Eigenschaft des Bestehens in der Aue. Viele Faktoren bestimmen den Einfluss der Überflutung auf einen Baum. Neben Dauer, Häufigkeit und Höhe der Überflutung ist es auch bedeutsam, ob das Wasser stagniert oder fließt, ob die Überflutung während der Vegetationsperiode oder im Winter vorkommt usw. Die Einschätzung in den Tabellen bezieht sich ausschließlich auf die summierten Überflutungstage über das ganze Jahr. Die nachfolgend angegebene Anzahl der tolerierten Überflutungstage ist als sehr grobe Spanne angegeben. Diese Spannen können sich auch überlappen, da Hochwasser verschiedene Ausprägungen haben kann (s. o.).

- k.A. keine Datengrundlage, keine Information
- () nur geringe Datenlage
- 1 erträgt gar keine Überflutung oder nur sehr wenige Tage (2–8 Tage)
- 2 kann kurze Überflutungen tolerieren, mehrere Tage bis wenige Wochen (7–40 Tage)
- 3 mittel, mehrere Wochen (15–60 Tage)
- 4 überflutungstolerant, mehrere Wochen bis Monate (90–150 Tage)
- 5 hohe Überflutungstoleranz, kann mehrere Monate überflutet sein (≥ 180 Tage)



4.4 Ansprüche an die Basenversorgung

Die Basenversorgung bezieht sich insbesondere auf die Pflanzennährstoffe Calcium, Magnesium, Kalium im Boden in verfügbarer Form. Im Falle der hier betrachteten Auwälder von Süddeutschland ist die Basenversorgung hauptsächlich durch den Kalkgehalt im Einzugsbereich von Rhein, Donau und Lech bestimmt. Bewertet wird das Wachstum der Baumarten auf unterschiedlich basenversorgten Standorten. Hat eine Baumart hohe physiologische Ansprüche an die Basenversorgung, bekommt sie einen hohen Wert. Hat eine Baumart keine besonderen Ansprüche an die Basenversorgung („bodenvag“), kann also auf basenarmen wie -reichen Standorten wachsen, bekommt sie ebenfalls einen hohen Wert. Nimmt das Wachstum bei abnehmender Basenversorgung ab, so bleibt dennoch eine hohe Wertigkeit bestehen, da die Baumart auch auf basenreichen Standorten sehr gut wächst (obwohl ihr Wachstum, ihre Eignung für die basenärmeren Standorte sinkt).

Nimmt das Wachstum bei zunehmender Basenversorgung ab, so orientiert sich die Wertigkeit an der Höhe der tolerierten Basenversorgung. Die Eignung für die basenreicheren Standorte sinkt zwar, dennoch kann bis zu einem gewissen „Basenreichtumsgrad“ ein produktives Wachstum erzielt werden.

- k.A. keine Datengrundlage, keine Information
- () nur geringe Datenlage
- 1 Baumart ist nicht kalktolerant, saure Standorten mit niedrigem pH-Wert
- 2 Baumart gedeiht optimal bei niedrigem pH-Wert
- 3 Baumart gedeiht optimal bei mittlerem pH-Wert
- 4 Baumart gedeiht optimal bei hohem pH-Wert, Einfluss von kalkhaltigem Substrat
- 5 sehr hoher pH-Wert, kalkhaltiges Substrat

Erläuterung: 4 oder 5 = Baumart bedarf physiologisch einer guten Basenversorgung; oder Baumart hat keine besonderen Ansprüche an die Basenversorgung, wächst also auch auf basenreichen Standorten sehr gut („bodenvag“).

4.5 Konkurrenzfähigkeit der Naturverjüngung

Es wird die Konkurrenzfähigkeit der Baumart gegenüber anderen Baumarten und der zumeist üppigen Begleitvegetation am Auestandort bewertet. Dies beinhaltet die Fähigkeit der Naturverjüngung sich gegenüber Konkurrenten durchzusetzen. Naturverjüngung schließt sowohl generative Vermehrung aus Samen als auch vegetative Vermehrung z. B. durch Wurzelbrut mit ein, unberücksichtigt bleibt Stockausschlag.



Biberspuren

- k.A. keine Datengrundlage, keine Information
- () nur geringe Datenlage
- x trifft nicht zu, da es keine Naturverjüngung gibt (z. B. Hybride)
- 1 sehr gering
- 2 gering
- 3 mittel
- 4 konkurrenzstark
- 5 sehr konkurrenzstark bis hin zur Dominanz/Bildung von Reinbeständen

- k.A. keine Datengrundlage, keine Information
- x trifft nicht zu, da es normalerweise keine Pflanzung gibt
- 1 sehr hoher Pflegeaufwand
- 2 hoher Pflegeaufwand
- 3 mittlerer Pflegeaufwand
- 4 geringer Pflegeaufwand
- 5 keine oder kaum Pflege nötig

4.6 Pflegeaufwand nach einer Pflanzung

Im bewirtschafteten Auwald werden viele Bestände durch Pflanzung verjüngt. Je nach Baumart kann dabei der Aufwand für die Kulturpflege bis zur Sicherung der Pflanzung variieren. Dies ist zum einen den unterschiedlichen Wachstumsgeschwindigkeiten, Schattentoleranz und dem baumartenspezifischen Gefahrenpotenzial für die Jungbäume geschuldet. Zum anderen haben sich bei den Forstbetrieben und deren waldbaulichen Strategien unterschiedliche Herangehensweisen bei der Pflanzung entwickelt, welche sich wiederum auf den Pflegeaufwand auswirken. Unterschiede bestehen z.B. bei der Wahl der Pflanzengrößen, bei der Flächenvorbereitung (z.B. Mulchen, Grubbern), der Art der Pflanzung oder Schutzmaßnahmen. Weiterhin ist zu beachten, dass die Baumarten je nach Auestufe und der dort herrschenden Bodenvegetation eventuell unterschiedliche Bewertungen aufweisen. Die Zahlen beruhen unter anderem auf der Expertenmeinung der projektbeteiligten Förster.

4.7 Verbisstoleranz

Es wird eingeschätzt, wie stark eine Baumart verbissen, gefegt, angenagt oder ausgegraben wird. Hier sollen Schadbilder von Säugetieren (Schalenwild, Mäuse u.a.) bewertet werden. Evtentuell wird auch der Biber in Zukunft an mehr Flüssen eine Rolle spielen als bisher, und auch seine Präferenzen sollen hier berücksichtigt werden. Die Zahlen beruhen ausschließlich auf Experteneinschätzungen.

- k.A. keine Datengrundlage, keine Information
- () nur geringe Datenlage
- 1 sehr geringe Verbisstoleranz, wird gerne und stark verbissen oder anders geschädigt, wächst ohne Schutz selten aus Verjüngungsstufe hinaus
- 2 gering
- 3 mittel
- 4 wird selten geschädigt
- 5 wird nicht geschädigt

4.8 Seltenheit und Gefährdung der Baumart

Die Bewertung der Gefährdung folgt der Roten Liste der Bundesländer Bayern (2003) und Baden-Württemberg (1999) sowie der neuesten Roten Liste Deutschlands (2018). Abweichend von der Roten Liste wird hier als Skala weiterhin einheitlich im Leitfaden die ordinale Reihenfolge 1–5 verwendet, sowie x.

- x keine Bewertung, z. B. für nichtheimische Baumarten oder gezüchtete Hybride
- 1 nicht gefährdet
- 2 selten, Randvorkommen, Vorwarnung
- 3 gefährdet
- 4 stark gefährdet
- 5 vom Ausstreben bedroht

4.9 Rolle für die biologische Vielfalt

In einer nachhaltigen Bewirtschaftung sollten auch die ökologischen Funktionen des Waldes berücksichtigt werden. Die Waldgesellschaften mit der darin lebenden Artenvielfalt an Pflanzen, Pilzen und Tieren werden maßgeblich durch die Hauptbaumarten mitbestimmt. Einerseits bieten Bäume direkt einen Lebensraum an (z. B. Mikrohabitate, Symbiosen), andererseits beeinflussen sie auch den Lebensraum ihrer direkten Umgebung (z. B. durch Beschattung, Laubfall, Wurzelkonkurrenz). Manche Arten sind ausschließlich an eine Baumart gebunden, was wiederum bei naturschutzfachlichen Bewertungen eine große Rolle spielt. Es gilt auch zu beachten, dass auch nicht-heimische Baumarten oder Hybride der heimischen Fauna und Flora Habitat oder Ressourcen bieten können

- k. A. keine Datengrundlage, keine Information
- () nur geringe Datenlage
- 1 sehr gering, kaum Interaktion mit anderen Arten, oder teilweise negativer Einfluss auf Ökosystem
- 2 gering
- 3 mittel
- 4 hoch
- 5 sehr hoch, Baumart beherbergt viele Arten, manche sind nur auf diese Baumart spezialisiert (artgebunden)

4.10 Standortheimisch

Standortheimisch ist eine Baumart an einem Standort, an dem sie auch ohne menschlichen Eingriff heute wachsen würde. In diesem Leitfaden beschränkt sich der Begriff nur auf die verschiedenen Auestufen und nur auf die mitteleuropäischen Baumarten.

- () trifft teilweise zu, kommt vereinzelt vor, Sukzessionsrelikt
- x trifft nicht zu, da exotische Baumart
- ja standortheimisch
- n nicht standortheimisch

4.11 Invasiv

Als invasiv wird hier eine Baumart bezeichnet, die nicht-heimisch ist und zugleich die standortsheimischen Ökosysteme, Lebensräume oder Arten gefährdet. Sinnvoll ist diese Bewertung nur bei fremdländischen Baumarten und Hybriden sowie der Bewertung für den Wirtschaftswald.

- () lokale Bewertung von Experten für Auestandort, abweichend von BFN NEOBIOTA (2020)
- x trifft nicht zu, da heimisch
- ja invasiv
- n nicht invasiv

4.12 Herkunft

Wir untergliedern hier die Herkunft nach dem geographischen Ursprungsgebiet. Die Begründung dahinter ist, dass sich süd(ost)europäische Arten im Gefolge der Klimaänderung potentiell bis nach Mitteleuropa ausbreiten könnten und dies zusammen mit ihren in Koevolution entstandenen Biozönosen. Baumarten aus anderen Kontinenten, wie etwa aus Nordamerika und Ostasien dagegen, wurden bzw. werden ohne die in ihrem Ursprungsgebiet assoziierten Arten vom Menschen eingebracht (absichtlich oder unabsichtlich).

- Hy Hybrid, ein Elternteil aus Amerika
- x trifft nicht zu, da heimisch
- EU andere Regionen in Europa, z. B. Süd-, Südost-, Südwesteuropa
- n. EU nicht Europa, alle anderen Regionen der Erde außer Europa, wie Nordamerika, Ostasien, Mittelasien

4.13 Toleranz gegenüber Trockenheit

Auch in der wassergeprägten Aue können Bäume der Trockenheit ausgesetzt sein, wenn der Wasserspiegel niedrig ist, extrem lange Witterungsperioden mit negativer klimatischer Wasserbilanz auftreten oder das Substrat eine geringe Wasserspeicherkapazität aufweist (z. B. Kiesboden). Mit zunehmender Klimaerwärmung wird mit mehr Extremsommern gerechnet, kombiniert mit einer Zunahme von Dürreperioden. Deshalb kann auch in der Aue die Eigenschaft, Trockenperioden zu ertragen, eine Voraussetzung für die langfristige erfolgreiche Etablierung einer Baumart sein. Mit



folgender Klassifikation wird die Toleranz gegenüber Dürreereignissen während der Vegetationsperiode bewertet:

- k. A. keine Datengrundlage, keine Information
- () nur geringe Datenlage
- 1 sehr gering, braucht stetige Wasserversorgung
- 2 gering
- 3 mittel
- 4 hoch
- 5 sehr hoch, erträgt Dürreperioden von mehreren Wochen und Monaten

4.14 (Spät-) Frostresistenz

Mit fortschreitendem Klimawandel wird durch den deutlich früheren Knospenaustrieb mit einem zunehmenden Risiko hinsichtlich Spätfrostschäden gerechnet. Die im Frühjahr auftretenden Fröste können Kälteschäden an bereits aktiven Knospen und ausgetriebenen Blättern oder Blüten verursachen. Vor allem Baumarten wärmerer ozeanischer Ursprungsgebiete sind spätfrostgefährdet.

- k. A. keine Datengrundlage, keine Information
- () nur geringe Datenlage
- 1 sehr gering, Baumart treibt sehr spät aus
- 2 gering
- 3 mittel
- 4 hoch
- 5 sehr hoch

4.15 Resistenz gegen Schaderreger

Krankheiten haben die Auwälder in den letzten Jahrzehnten durch den sukzessiven Ausfall mehrerer Hauptbaumarten

stark verändert. Unter Krankheit werden hier alle biotischen Schaderreger zusammengefasst, wie Virus, Pilze, Bakterien, aber auch Insektenbefall. Auch Schaderreger, die im Moment noch nicht zu flächenhaftem Ausfall führen, aber stark zunehmen, sollten bei der Einschätzung berücksichtigt werden (z. B. Rußrindenkrankheit beim Ahorn).

- k. A. keine Datengrundlage, keine Information
- () nur geringe Datenlage
- 1 nicht resistent, sehr anfällig,
- 2 anfällig
- 3 mittel
- 4 resistent
- 5 sehr resistent, bisher kaum Krankheiten beobachtet

4.16 Resistenz gegen Sturm

Für die Zukunft werden mehr Stürme mit hohen Windgeschwindigkeiten erwartet. Bei der Bewertung der Sturmanfälligkeit sollen Kriterien berücksichtigt werden, wie die Durchwurzelung von nassen Böden und die dadurch erreichbare Standfestigkeit in der Aue oder ob die Äste der Krone leicht brechen.

- k. A. keine Datengrundlage, keine Information
- () nur geringe Datenlage
- 1 sehr anfällig für Sturmschäden
- 2 anfällig
- 3 mittel
- 4 in der Regel sturmfest
- 5 sturmfest, Sturmschäden unüblich

TAB. 4: BAUMARTEN UND EIGENSCHAFTEN IN DER MITTLEREN HARTHOLZAU. JEDE AUENSTUFE WIRD MIT IHRER OPTIONALEN BAUMARTENZUSAMMENSETZUNG DARGESTELLT; ARTEN, DIE DORT ALS NICHT STANDORTTYPISCH EINGESTUFT WURDEN, SIND ZWAR AUS GRÜNDEN DER VERGLEICHBARKEIT ENTHALTEN, WURDEN ABER „AUSGEGRAUT“.

MITTLERE HARTHOLZAU	Forstwirtschaft und Standort							Naturschutz					Klimawandel und Risiken			
	Holzwert	Produktionszeitraum	Überflutungstoleranz	Ansprüche an die Basenversorgung	Konkurrenzfähig (Naturverjüngung)	Pflegeaufwand (Pflanzung)	Verbisstoleranz	Gefährdung	Rolle für biologische Vielfalt	standortheimisch	invasiv	Herkunft	Toleranz gegenüber Trockenheit	(Spät-) Frostresistenz	Resistenz gegen Schaderreger	sturmfest
<i>Acer campestre</i> / Feldahorn	2	1	3	4	3	3	3	1	4	(ja)	x	x	4	3	4	4
<i>Acer negundo</i> / Eschenahorn	x	k.A.	3	4	2-4	x	4	x	1	x	ja	n. EU	4	4	(4)	5
<i>Acer platanoides</i> / Spitzahorn	3	3	2	4	2	4	3	1	3	ja	x	x	3	4	3	4
<i>Acer pseudoplatanus</i> / Bergahorn	4	3	2	4	2-4	4	3	1	3	ja	x	x	3	4	3	4
<i>Ailanthus altissima</i> / Götterbaum	1	(4)	4	4	5	x	(4)	x	1	x	ja	n. EU	5	3	(4)	4
<i>Alnus glutinosa</i> */ Schwarzerle*	2	3	5	3	2	4	5	1	4	n	x	x	1	5	3	3
<i>Alnus incana</i> / Grauerle	1	k.A.	4	5	1	3	5	1	3	n	x	x	3	5	3	3
<i>Betula pendula</i> / Sandbirke	2	4	2	3	1	4	5	1	3	n	x	x	4	5	4	2
<i>Betula pubescens</i> */ Moorbirke*	2	4	3	2	1	4	5	2	3	n	x	x	3	5	4	2
<i>Carpinus betulus</i> / Hainbuche	2	1	2	4	4	4	2	1	3	n	x	x	4	4	5	4
<i>Corylus colurna</i> / Baumhasel	4	3	4	5	k.a.	4	1	x	3	x	n	EU	5	4	5	5
<i>Fagus sylvatica</i> / Rotbuche			1													
<i>Fraxinus angustifolia</i> / Schmalblättrige Esche	(2)	3	3	4	4	k.A.	2	x	4	x	n	EU	3	2	2	4
<i>Fraxinus excelsior</i> / Gemeine Esche	2	3	3	5	5	4	2	1*A	4	ja	x	x	3	3	1	4
<i>Fraxinus pennsylvanica</i> / Rotesche	2	k.A.	3	(4)	4	4	2	x	k.A.	x	ja	n. EU	4	(3)	3	(3)
<i>Juglans nigra</i> / Schwarznuß	5	3	3	4	3	5	4	x	2	x	n	n. EU	3	2	4	4

MITTLERE HARTHOLZAUE	Forstwirtschaft und Standort							Naturschutz					Klimawandel und Risiken			
	Holzwert	Produktionszeitraum	Überflutungstoleranz	Ansprüche an die Basenversorgung	Konkurrenzfähig (Naturverjüngung)	Pflegeaufwand (Pflanzung)	Verbisstoleranz	Gefährdung	Rolle für biologische Vielfalt	standortheimisch	invasiv	Herkunft	Toleranz gegenüber Trockenheit	(Spät-) Frostresistenz	Resistenz gegen Schaderreger	sturmfest
<i>Juglans regia</i> / Walnuß	5	3	3	4	3	4	4	1	2	(ja)	n	x/EU	3	2	3	4
<i>Juglans x intermedia</i> / Hybridnuß	5	3	3	4	x	5	4	x	2	x	n	Hy	3	2	4	4
<i>Liquidambar styraciflua</i> / Amerikanischer Amberbaum	k. A.	k. A.	3	4	k. A.	2	k. A.	x	k. A.	x	n	n. EU	(4)	(3)	4	k. A.
<i>Liriodendron tulipifera</i> / Tulpenbaum	4	(4)	3	4	2	3	2	x	k. A.	x	n	n. EU	2	4	3	2
<i>Malus sylvestris agg.</i> / Wildapfel	3	(1)	3	4	2	3	2	3	4	ja	x	x	4	3	4	5
<i>Picea abies</i> / Fichte			1													
<i>Pinus sylvestris*</i> / Waldkiefer*	2	3	2	4	1	2	5	1	2	n	x	x	5	5	2	3
<i>Platanus orientalis</i> / Orientalische Platane	3	(3)	3	(4)	(2)	4	(4)	x	k. A.	x	n	EU	5	1	(3)	4
<i>Platanus x hispanica</i> / Gemeine Platane	3	4	3	(4)	x	4	4	x	2	x	n	Hy	5	4	3	4
<i>Populus alba</i> / Silberpappel	1	(4)	4	4	2	x	4	2	3	ja	x	x	4	3	5	3
<i>Populus balsamifera</i> / Balsampappel	1	5	4	3	2	5	4	x	2	x	n	n. EU	2	3	5	3
<i>Populus x canescens</i> / Graupappel	1	4	4	4	2	3	4	2	3	ja	x	x	3	4	5	3
<i>Populus nigra</i> / Schwarzpappel	1	4	4	4	2	3	4	2	3	ja	x	x	4	4	5	3
<i>Populus tremula*</i> / Zitterpappel*	1	4	3	3	2	2	4	1	3	n	x	x	4	4	5	3
<i>Populus x canadensis</i> / Hybridpappel	1	5	4	3	x	5	4	x	3	x	Hy	Hy	2	4	4	3
<i>Prunus avium</i> / Vogelkirsche			1													
<i>Prunus padus</i> / Traubenkirsche	(2)	(2)	4	3	4	x	3-5	1	3	ja	x	x	3	4	5	5

MITTLERE HARTHOLZAUE	Forstwirtschaft und Standort							Naturschutz					Klimawandel und Risiken			
	Baumart/ Eigenschaft	Holzwert	Produktionszeitraum	Überflutungstoleranz	Ansprüche an die Basenversorgung	Konkurrenzfähig (Naturverjüngung)	Pflegeaufwand (Pflanzung)	Verbissstoleranz	Gefährdung	Rolle für biologische Vielfalt	standortheimisch	invasiv	Herkunft	Toleranz gegenüber Trockenheit	(Spät-) Frostresistenz	Resistenz gegen Schaderreger
<i>Pyrus pyraeaster</i> / Wildbirne	4	2	3	4	2	3	4	3	4	ja	x	x	3	3	4	5
<i>Quercus robur</i> / Stieleiche	4	3	4	4	1	2	1	1	5	ja	x	x	5	4	3	5
<i>Robinia pseudoacacia</i> / Robinie	3	3	2	4	4	4	4	x	3	x	(n)	n. EU	5	2	3	3
<i>Salix alba</i> / Silberweide	x	5	5	4	1	5	2	1	5	(ja)	x	x	2	3	4	3
<i>Salix fragilis</i> / Bruchweide			5													
<i>Salix x rubens</i> / Fahlweide	x	5	5	4	1	5	2	1	5	(ja)	x	x	2	3	4	3
<i>Tilia cordata</i> / Winterlinde	2	2	2	4	3	3	2	1	4	n	x	x	4	4	3	4
<i>Ulmus laevis</i> / Flatterulme	4	(3)	4	3	2	4	3	2	3	ja	x	x	3	3	2	5
<i>Ulmus minor ag.</i> / Feldulme	(3)	(3)	4	4	2	x	3	1*A	3	ja	x	x	4	3	1	5

* nicht in Stromaue, sondern vernässter Standort

■ wächst nicht in mittlerer Hartholzaue, *Salix* als Sukzessionsrelikt

*A als Art nicht gefährdet, als Nutzholz ja

TAB. 5: BAUMARTEN UND EIGENSCHAFTEN IN DER HOHEN HARTHOLZAU. JEDE AUENSTUFE WIRD MIT IHRER OPTIO-
NALEN BAUMARTENZUSAMMENSETZUNG DARGESTELLT; ARTEN, DIE DORT ALS NICHT STANDORTTYPISCH EINGE-
STUFT WURDEN, SIND ZWAR AUS GRÜNDEN DER VERGLEICHBARKEIT ENTHALTEN, WURDEN ABER „AUSGEGRAUT“.

MITTLERE HARTHOLZAU	Forstwirtschaft und Standort							Naturschutz					Klimawandel und Risiken			
	Baumart/ Eigenschaft	Holzwert	Produktionszeitraum	Überflutungstoleranz	Ansprüche an die Basenversorgung	Konkurrenzfähig (Naturverjüngung)	Pflegeaufwand (Pflanzung)	Verbisstoleranz	Gefährdung	Rolle für biologische Vielfalt	standortheimisch	invasiv	Herkunft	Toleranz gegenüber Trockenheit	(Spät-) Frostresistenz	Resistenz gegen Schaderreger
<i>Acer campestre</i> / Feldahorn	2	1	3	4	3	3	3	1	4	ja	x	x	4	3	4	4
<i>Acer negundo</i> / Eschenahorn	x	k.A.	3	4	2	x	4	x	1	x	ja	n. EU	4	4	(4)	5
<i>Acer platanoides</i> / Spitzahorn	3	3	2	4	2	3	3	1	3	ja	x	x	3	4	3	4
<i>Acer pseudoplatanus</i> / Bergahorn	4	3	2	4	5	4	3	1	3	ja	x	x	3	4	3	4
<i>Ailanthus altissima</i> / Götterbaum	1	(4)	4	4	5	x	(4)	x	1	x	ja	n. EU	5	3	(4)	4
<i>Alnus glutinosa</i> */ Schwarzerle*	2	3	5	3	2	4	5	1	4	n	x	x	1	5	3	3
<i>Alnus incana</i> / Grauerle	1	k.A.	4	5	1	3	5	1	3	n	x	x	3	5	3	3
<i>Betula pendula</i> / Sandbirke	2	4	2	3	1	4	5	1	3	ja	x	x	4	5	4	3
<i>Betula pubescens</i> */ Moorbirke*	2	4	3	2	1	4	5	2	3	n	x	x	3	5	4	3
<i>Carpinus betulus</i> / Hainbuche	2	1	2	4	4	4	2	1	3	ja	x	x	4	4	5	4
<i>Corylus colurna</i> / Baumhasel	4	3	4	5	k.A.	4	1	x	3	x	n	EU	5	4	5	5
<i>Fagus sylvatica</i> / Rotbuche	2	2	1	5	4	4	2-4	1	3	ja	x	x	3	2	4	4
<i>Fraxinus angustifolia</i> / Schmalblättrige Esche	(2)	3	3	4	3	k.A.	2	x	4	x	n	EU	3	2	2	4
<i>Fraxinus excelsior</i> / Gemeine Esche	2	3	3	5	2	3	2	1*A	4	ja	x	x	3	3	1	4
<i>Fraxinus pennsylvanica</i> / Rotesche	2	k.A.	3	(4)	3	3	2	x	k.A.	x	ja	n. EU	4	(3)	3	(3)
<i>Juglans nigra</i> / Schwarznuß	5	3	3	4	3	3	4	x	2	x	n	n. EU	3	2	4	4

MITTLERE HARTHOLZAU	Forstwirtschaft und Standort							Naturschutz					Klimawandel und Risiken			
	Baumart/ Eigenschaft	Holzwert	Produktionszeitraum	Überflutungstoleranz	Ansprüche an die Basenversorgung	Konkurrenzfähig (Naturverjüngung)	Pflegeaufwand (Pflanzung)	Verbisstoleranz	Gefährdung	Rolle für biologische Vielfalt	standortheimisch	invasiv	Herkunft	Toleranz gegenüber Trockenheit	(Spät-) Frostresistenz	Resistenz gegen Schaderreger
<i>Juglans regia</i> / Walnuß	5	3	3	4	3	3	4	1	2	(ja)	n	x/EU	3	2	3	4
<i>Juglans x intermedia</i> / Hybridnuß	5	3	3	4	x	3	4	x	2	x	n	Hy	3	2	4	4
<i>Liquidambar styraciflua</i> / Amerikanischer Amberbaum	k.A.	k.A.	3	4	k.A.	2	k.A.	x	k.A.	x	n	n. EU	(4)	(3)	4	k.A.
<i>Liriodendron tulipifera</i> / Tulpenbaum	4	(4)	3	4	k.A.	3	2	x	k.A.	x	n	n. EU	2	4	3	2
<i>Malus sylvestris agg.</i> / Wildapfel	3	(1)	3	4	1	3	2	3	4	ja	x	x	4	3	4	5
<i>Picea abies</i> / Fichte	2	3	1	3	1	x	5	1	2	n	x	x	1	5	1	1
<i>Pinus sylvestris*</i> / Waldkiefer*	2	3	2	4	1	2	5	1	2	ja	x	x	5	5	2	3
<i>Platanus orientalis</i> / Orientalische Platane	3	(3)	3	(4)	(2)	4	(4)	x	k.A.	x	n	EU	5	1	(3)	4
<i>Platanus x hispanica</i> / Gemeine Platane	3	4	3	(4)	x	4	4	x	2	x	n	Hy	5	4	3	4
<i>Populus alba</i> / Silberpappel	1	(4)	4	4	2	x	4	2	3	ja	x	x	4	3	5	3
<i>Populus balsamifera</i> / Balsampappel	1	5	4	3	2	5	4	x	2	x	n	n. EU	2	3	5	3
<i>Populus x canescens</i> / Graupappel	1	4	4	4	2	3	4	2	3	ja	x	x	3	4	5	3
<i>Populus nigra</i> / Schwarzpappel	1	4	4	4	2	3	4	2	3	ja	x	x	4	4	5	3
<i>Populus tremula*</i> / Zitterpappel*	1	4	3	3	2	2	4	1	3	ja	x	x	4	4	5	3
<i>Populus x canadensis</i> / Hybridpappel	1	5	4	3	x	4	4	x	3	x	Hy	Hy	2	4	4	3
<i>Prunus avium</i> / Vogelkirsche	3	4	1	4	1	3	2	1	4	ja	x	x	4	3	4	2
<i>Prunus padus</i> / Traubenkirsche	(2)	(2)	4	3	1	x	3-5	1	3	n	x	x	3	4	5	5

MITTLERE HARTHOLZAUE	Forstwirtschaft und Standort							Naturschutz					Klimawandel und Risiken			
	Holzwert	Produktionszeitraum	Überflutungstoleranz	Ansprüche an die Basenversorgung	Konkurrenzfähig (Naturverjüngung)	Pflegeaufwand (Pflanzung)	Verbisstoleranz	Gefährdung	Rolle für biologische Vielfalt	standortheimisch	invasiv	Herkunft	Toleranz gegenüber Trockenheit	(Spät-) Frostresistenz	Resistenz gegen Schaderreger	sturmfest
<i>Pyrus pyraeaster</i> / Wildbirne	4	2	3	4	1	3	4	3	4	ja	x	x	3	3	4	5
<i>Quercus robur</i> / Stieleiche	4	3	4	4	1	2	1	1	5	ja	x	x	5	4	3	5
<i>Robinia pseudoacacia</i> / Robinie	3	3	2	4	2	4	4	x	3	x	(n)	n. EU	5	2	3	3
<i>Salix alba</i> / Silberweide			5							n						
<i>Salix fragilis</i> / Bruchweide			5							n						
<i>Salix x rubens</i> / Fahlweide			5							n						
<i>Tilia cordata</i> / Winterlinde	2	2	2	4	3	3	2	1	4	ja	x	x	4	4	3	4
<i>Ulmus laevis</i> / Flatterulme	4	(3)	4	3	1	3	3	2	3	ja	x	x	3	3	2	5
<i>Ulmus minor ag.</i> / Feldulme	(3)	(3)	4	4	1	x	3	1*A	3	ja	x	x	4	3	1	5

* nicht in Stromaue, sondern vernässter Standort

■ wächst nicht in der hohen Hartholzaue

*A als Art nicht gefährdet, als Nutzholz ja

blau abweichend von der mittleren Hartholzaue



Flatterulme mit Brettwurzeln im Hartholzauwald am Kühkopf

5 LITERATUR

Allgöwer, R. (2005): Der Biber, *Castor Fiber*. S. 181–189; In: Braun, M. & Dieterlen, F. [Hrsg.]. 2005: Die Säugetiere Baden-Württembergs. Band 2, Verlag Eugen Ulmer Stuttgart, Hohenheim, 704 S.

Bundesamt für Naturschutz (BfN): Floraweb www.floraweb.de/index.html (aufgerufen am 30.1.2020)

Bundesamt für Naturschutz (BfN): Neobiota – Gebietsfremde und invasive Arten in Deutschland, <https://neobiota.bfn.de/handbuch/gefaesspflanzen.html> (aufgerufen am 30.1.2020)

Breunig, T.; Demuth, S. (1999): Rote Liste der Farn- und Samenpflanzen Baden-Württemberg. Naturschutz-Praxis, Artenschutz 2., S. 246

Brunotte, E.; Dister, E.; Günther-Diringer, D.; Koenzen, U. & Mehl, D. (2009): Flussauen in Deutschland – Erfassung und Bewertung des Auenzustandes. – Bundesamt für Naturschutz – Naturschutz und Biologische Vielfalt 87, S. 244

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) & Bundesamt für Naturschutz (BfN) (Hrsg.) (2009): Auenzustandsbericht – Flussauen in Deutschland. – Berlin, Bonn, S. 35

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB, Hrsg.) (2015a): Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt. Kabinettsbeschluss vom 7. November 2007. 4. Auflage 2015.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) & Bundesamt für Naturschutz (BfN) (Hrsg.) 2015b: Den Flüssen mehr Raum geben. Renaturierung von Auen in Deutschland, S. 60

Burdekin, D. A. (1983): Research on Dutch Elm Disease in Europe. – Forestry Commission Bulletin 60, S. 113

- Burgdorf, N.; Straßer, L. (2019):** Rußrindkrankheit an Ahorn in Bayern. *AFZ-DerWald* 20, 36–39
- Burschel, P.; Huss, J. (2003):** Grundriss des Waldbaus: Ein Leitfaden für Studium und Praxis. 3. Auflage; Ulmer Verlag, 487 S.
- Carl, C. (2018), AG Gastbaumarten 2018:** Kurzportrait Robinie (*Robinia pseudoacacia* L.), www.waldwissen.net/waldwirtschaft/waldbau/wuh_robinie/index_DE (besucht am 4.8.2020)
- Cierjacks, A.; Kleinschmit, B.; Babinsky, M.; Kleinschroth, F.; Markert, A.; Menzel, M.; Ziechmann, U.; Schiller, T. H.; Graf, M.; Lang, F. (2010):** Carbon stocks of soil and vegetation on Danubian floodplains. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 173, S. 644–653. DOI: [10.1002/jpln.200900209](https://doi.org/10.1002/jpln.200900209)
- Cierjacks, A.; Kleinschmit, B.; Kowarik, I.; Graf, M.; Lang, F. (2011):** Organic matter distribution in floodplains can be predicted using spatial and vegetation structure data. *River research and applications*, 27(8), S. 1.048–1.057
- de Avila, A. L.; Albrecht, A. (2017):** Alternative Baumarten im Klimawandel: Artensteckbriefe – eine Stoffsammlung. Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA), S. 122
- Dister, E. (1983):** Zur Hochwassertoleranz von Auenwaldbäumen an lehmigen Standorten. *Verhandlung der Gesellschaft für Ökologie* 10; S. 325–335
- Egger, G.; Werling, M.; Januschke, K.; Scholz, M. (2018):** Schlussfolgerungen. In: SCHNEIDER et al. (Hrsg.): Biodiversität der Flussauen Deutschlands, Bundesamt für Naturschutz (BfN), Naturschutz und Biologische Vielfalt. Bonn-Bad Godesberg, S. 412–423
- Ellenberg, H.; Leuschner, C. (2010):** Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. 6. Auflage: 1.334 Seiten. Ulmer Verlag. Stuttgart.
- Ellenberg, H.; Weber, H. E.; Wirth, W.; Düll, R.; Werner, W. (2001):** Zeigerwerte der Pflanzen in Mitteleuropa. 3., erweit. Aufl. Goltze, Göttingen (*Scripta Geobotanica* 18), 262 S.
- Ellwanger, G.; Finck, P.; Riecken, U.; Schröder, E. (2012):** Gefährdungssituation von Lebensräumen und Arten der Gewässer und Auen in Deutschland. – *Natur und Landschaft* 87 (4): S. 150–155
- Enderle, R.; Metzler, B. (2014):** Sorgenkind Esche – Stand der wissenschaftlichen Erkenntnisse. In Teuffel, K. (Hrsg.): Auewaldwirtschaft – wohin? FVA-einblick 2/2014. Freiburg, 28 S.
- Feldmann, H.; Früh, B.; Kottmeier, C.; Panitz, H.-J.; Schädler, G. (2010):** Hochauflösende regionale Simulationen künftiger Starkniederschlagsereignisse in Baden-Württemberg (ReSiPrec). Herausforderung Klimawandel Baden-Württemberg. Karlsruhe, 72 S.
- Fierke, M. K.; Kauffman, J. B. (2005):** Structural dynamics of riparian forests along a black cottonwood successional gradient. – *Forest Ecology and Management* 215: S. 149–162
- Forst BW-Landesbetrieb Forst Baden-Württemberg (2014):** Richtlinie landesweiter Waldentwicklungstypen. Forst BW Praxis; 118 S.
- Forster, M.; Falk, W.; Reger, B. et al. 2019:** Praxishilfe Klima – Boden – Baumartenwahl. Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. Freising. 109 S.
- FVA (Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg) 2018:** Nussanbau zur Holzproduktion, FVA-Merkblatt 52/2005, 4. überarbeitete Auflage 2018, 12 S.
- Gaertig, T.; Wilpert, K. V.; Seemann, D.:** Differentialdiagnostische Untersuchungen zu Eichenschäden in Baden-Württemberg. *Berichte Freiburger Forstliche Forschung*, Heft 61, 2005

- Giese, L. A.; Aust, W. M.; Kolka, R. K.; Trettin, C. C. (2003):** Biomass and carbon pools of disturbed riparian forests. *Forest Ecology and Management* 180: S. 493–508
- Glenz, C.; Schlaepfer, R.; Iorgulescu, I.; Kienast, F. (2006):** Flooding tolerance of Central European tree and shrub species. *Forest Ecology and Management* 235. (Heft 1–3). S. 1–13
- Haupt, H.; Ludwig, G.; Gruttke, H.; Binot-Hafke, M.; Otto, C.; Pauly, A. (2009):** Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands. Band 1: Wirbeltiere. – *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 70 (1), 380 S.
- Hellwig, M. (2000):** Auenregeneration an der Elbe, Dissertation Universität Hannover, 148 S. & Anhang
- Hepfer, G. (2014):** Waldbauliche Folgerungen des Eschentriebsterbens auf die Rheinauwälder der Gemeinde Neuried. *FVA-Einblick* 2/2014; S. 21–24
- Hering, D.; Januschke, K.; Ledesma-Krist, G.; Scholz, M.; Stammel, B. (2018):** Hintergrund und Zielsetzung. In: SCHNEIDER et al.: Biodiversität der Flussauen Deutschlands, Bundesamt für Naturschutz (BfN), *Naturschutz und Biologische Vielfalt*. Bonn-Bad Godesberg S. 21–24
- Hofmann, G.; Anders, S. (1996):** Waldökosysteme als Quellen und Senken für Kohlenstoff. – *Beitr. Forstwirt. Landschaftsökol.* 30: S. 9–16
- Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC (2014):** Summary for Policymakers. In: IPCC, 2014: *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of working groups I, II and III to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change* [Core Writing Team, R. K. Pachauri and L. A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp. Deutsche Übersetzung der Deutschen IPCC-Koordinierungsstelle, Dezember 2015.
- Kádasi-Horáková, M.; Adamčíková, K.; Pastirčáková, K.; Longauerová, V. & Malova, M. (2017):** Natural infection of *Fraxinus angustifolia* by *Hymenoscyphus fraxineus* in Slovakia. *Baltic Forestry* 23, S. 52–55
- Kälble, F. (1988):** Schutz und Pflege der Auenwälder im Oberrheingebiet. In Dister, E.; Kälble, F.; Sielmann, H.: *Die Auenwälder*; Wilhelm-Münker-Stiftung Heft 19, S. 31–51
- Kehr, R.; Pehl L., Wulf, A.; Schröder, T. & Kaminski, K. (2004):** Zur Gefährdung von Bäumen und Waldökosystemen durch eingeschleppte Krankheiten und Schädlinge. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes*, 56(10), S. 217
- Klapproth, J. C.; Johnson, J. E. (2009):** Understanding the Science Behind Riparian Forest Buffers: Effects on Water Quality. – *Virginia Cooperative Extension reviews*, 19 pp.
- KLIWA 2006 – Arbeitskreis KLIWA (LUBW Landesanstalt Für Umwelt, Messungen Und Naturschutz Baden-Württemberg, Bayerisches Landesamt Für Umwelt (BLFU), Deutscher Wetterdienst (DWD)) (Hrsg.) (2006):** Regionale Klimaszenarien für Süddeutschland Abschätzung der Auswirkungen auf den Wasserhaushalt. *KLIWA Bericht Heft 9*, Karlsruhe, S. 100
- KLIWAS 2014 – Mosner, E. & Horchler, P. (2014):** Auswirkungen des Klimawandels auf die Vegetation der Flussauen. *Schlussbericht KLIWAS-Projekt 5.06. KLIWAS-53/2014*. Koblenz, S. 67 & Anhang
- KLIWAS 2015 – Fischer, H.; Gratzki, A.; Heinrich, H.; Kofalk, S.; Mai, S.; Maurer, T.; Mehling, A.; Moser, H.; Schröder, M.; Schubert, B.; Wienhaus, S.; Winkel, N. (2015):** Abschlussbericht des BMVI-Fachliche Schlussfolgerungen aus den Ergebnissen des Forschungsprogramms KLIWAS. Reihe: *KLIWAS-Auswirkungen des Klimawandels auf Wasserstraßen und Schifffahrt in Deutschland*. Bonn, S. 111
- Kölling, C. (2007):** Klimahüllen für 27 Waldbaumarten. *AFZ Der Wald* 23, S. 1.242–1.245
- Kramer, W. (1987):** Erläuterungen zu den Standortskarten der Rheinauwaldungen zwischen Mannheim und Karlsruhe. *Schr. Reihe Landesforstverw. BW*. 65, S. 7–264

- Kuhn, N. (1987):** Schematische Darstellung der Vegetation Mitteleuropas. – Natur und Landschaft 62 (11), S. 484–485
- Kühne, C. (2004):** Verjüngung der Stieleiche (*Quercus robur* L.) in oberrheinischen Auenwäldern. (Doctoral dissertation).
- Kühne, C.; Röhrig, E.; Bartsch, N. (2005):** Empfehlungen für die waldbauliche Behandlung der Auenwälder am Oberrhein. In: Waldbauliche Behandlung der Auenwälder am Oberrhein unter besonderer Berücksichtigung der Stieleiche (*Quercus robur* L.). Sauerländer Verlag; S. 4–6
- Landhäuser, S. M.; Silins, U.; Lieffers, V. J.; Liu, W. (2003):** Response of *Populus tremuloides*, *Populus balsamifera*, *Betula papyrifera* and *Picea glauca* seedlings to low soil temperature and water-logged soil conditions. Scandinavian Journal of Forest Research 18. (Heft 5), S. 391–400
- Lenz, H.; Pöllner, B.; Straßer, L.; Nannig, A.; Petercord, R. (2012):** Entwicklung des Eschentriebsterbens in Bayern; LWF-aktuell 88, S. 14–16
- LFU (2003):** Regionalisierte Florenliste Bayerns mit Gefährdungseinstufungen.
www.lfu.bayern.de/natur/rote_liste_pflanzen/index.htm (aufgerufen am 10.2.2020)
- Liess, N. (2013):** Der Baum des Himmels? *Ailanthus altissima*. Wissenschaftliche Reihe Nationalpark Donau-Auen, Heft 30, S. 130
- Liu, Q.; Piao, S.; Janssens, I. A.; Fu, Y. S.; Peng, S.; Lian, X.; Ciais, P.; Myneni, R. B.; Peñuelas, J.; Wang, T. (2018):** Extension of the growing season increases vegetation exposure to frost. Nature Communications 9:426.
DOI: 10.1038/s41467-017-02690-y
- Lowrance, R.; Todd, R.; Fail, J. Jr.; Hendrickson, O. Jr.; Leonard, R.; Asmussen, L. (1984):** Riparian forests as nutrient filters in agricultural watersheds. – Bioscience 34: S. 374–377
- Macher, C. (2008):** Wenn Bäumen das Wasser bis zum Hals steht. LWF aktuell 66, S. 26–29
- Mettendorf, B.; Hass, J. (2010):** Laubholzkonzept Ortenau: Waldbauliche Grundkonzeption für die Wertholzproduktion in den Auewaldungen des Ortenaukreis. Amt für Waldwirtschaft, Forst BW, Hrsg.: Landratsamt Ortenaukreis 13 S.
- Mettendorf, B.; AG Gastbaumarten (2016):** Kurzportrait Tulpenbaum (*Liriodendron tulipifera*).
www.waldwissen.net/waldwirtschaft/waldbau/wuh_liriodendron/index_DE (aufgerufen am 3.8.2020)
- Metzing, D.; Hofbauer, N.; Ludwig, G.; Matzke-Hajek, G. (Red.) (2018):** Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands, Band 7: Pflanzen, Bundesamt für Naturschutz, Bonn-Bad Godesberg, S. 784
- Naiman, R. J.; Bechthold, J. S.; Drake, D. C.; Latterell, J. J.; O’k Eefe, T. C.; Balian, E. V. (2006):** Origins, Patterns, and importance of heterogeneity in riparian Systems. – In: Lovett, G. M., Jones, C. G., Turner, M. G. & Weathers, K. C. (Hrsg.): Ecosystem function in heterogeneous landscapes. – New York (Springer): S. 279–309
- Nielsen, L. R.; McKinney, L. V.; Hietala, A. M.; Kjær, E. D. (2017):** The susceptibility of Asian, European and North American *Fraxinus* species to the ash dieback pathogen *Hymenoscyphus fraxineus* reflects their phylogenetic history. European Journal of Forest Research 136. (Heft 1), S. 59–73
- Patz, G.; Löffler, S.; Kätzel, R. (2000):** Möglichkeiten und Grenzen der Auwaldentwicklung am Beispiel von Naturschutzprojekten an der Unteren Mittelelbe. Verbundvorhaben „Auenregeneration durch Deichrückverlegung“ Endbericht Teilprojekt 4: Forstwirtschaft; http://elise.bafg.de/servlet/is/3819/Endb_LAGS_Forst.pdf (aufgerufen am 27.2.2020)
- Pfarr, U.; Rickes, M.; Späth, V.; Muley, A.; Michiels, H.-G. (2007):** Risikoanalyse Wald, Praxisorientierter Leitfaden. HRSG: Regierungspräsidium Freiburg, Materialien zum Inetgriertem Rheinprogramm Band 12, S. 43

- Reif, A.; Baumgärtel, R.; Dister, E.; Schneider, E. (2016):** Zur Natürlichkeit der Stieleiche (*Quercus robur* L.) in Flussauen Mitteleuropas – eine Fallstudie aus dem Naturschutzgebiet „Kühkopf-Knoblochsaue“ am hessischen Oberrhein. – Waldökologie, Landschaftsforschung und Naturschutz 15: S. 69–92
- Riecken, U.; Finck, P.; Raths, U.; Schröder, E.; Ssymank, A. (2010):** Ursachen der Gefährdung von Biotoptypen in Deutschland. – Natur und Landschaft 85 (5): S. 181–186
- Riecken, U.; Finck, P.; Raths, U.; Schröder, E.; Ssymank, A. (2006):** Rote Liste der gefährdeten Biotoptypen Deutschlands: zweite fortgeschriebene Fassung 2006. – Münster (Landwirtschaftsverlag). – Naturschutz und Biologische Vielfalt 34, S. 318
- Schneider, E.; Scholz, M.; Dister, E.; Mehl, D.; Kurth, A.; Hamer, H. (2018):** Biodiversität in Auen. In: SCHNEIDER et al.: Biodiversität der Flussauen Deutschlands, Bundesamt für Naturschutz (BfN), Naturschutz und Biologische Vielfalt. Bonn-Bad Godesberg, S. 41–78
- Scholz, M.; Mehl, D.; Schulz-Zunkel, C.; Kasperidus, H. D.; Born, W.; Henle, K. (2012):** Ökosystemfunktionen von Flussauen – Analyse und Bewertung von Hochwasserretention, Nährstoffrückhalt, Kohlenstoffvorrat, Treibhausgasemissionen und Habitatfunktion. – Münster (Landwirtschaftsverlag). – Naturschutz und Biologische Vielfalt 124, S. 258
- Scholz, M.; Dister, E.; Ehlert, T.; Mehl, D.; Schneider, E.; Foeckler, F.; Damm, C.; Rumm, A.; Krüger, F.; Schulz-Zunkel, C.; Egger, G.; Werling, M. (2018):** Nutzungen, Auenzustand und Renaturierung – Zustand der Auen in Deutschland. In: Schneider et al. 2018: Biodiversität der Flussauen Deutschlands, Bundesamt für Naturschutz (BfN), Naturschutz und Biologische Vielfalt. Bonn-Bad Godesberg, S. 79–118
- Šeho, M.; Ayan, S.; Huber, G.; Kahveci, G. (2019):** A review on Turkish Hazel (*Corylus colurna* L.): A promising tree species for future assisted migration attempts. South-east European forestry 10. (Heft 1), S. 53–63
- Šeho, M.; Huber G.; Frischbier, N.; Schölch, M. (2017):** AG Gastbaumarten 2017, Kurzportrait Baumhasel (*Corylus colurna* L.). www.waldwissen.net/waldwirtschaft/waldbau/wuh_baumhasel/index_DE (aufgerufen am 4.8.2020)
- Späth, V. (2002):** Hochwassertoleranz von Waldbäumen in der Rheinaue. AFZ Der Wald 15, S. 807–810
- Suck, R.; Bushart, M.; Hofmann, G.; Schröder, L. (2013):** Karte der potentiellen natürlichen Vegetation Deutschlands. Kartierungseinheiten. BfN-Skripten 349. Bundesamt für Naturschutz, Bonn-Bad Godesberg.
- Suck, R.; Bushart, M.; Hofmann, G.; Schröder, L. (2014a):** Karte der potentiellen natürlichen Vegetation Deutschlands. Erläuterungen, Auswertungen, Anwendungsmöglichkeiten, Vegetationstabellen. BfN-Skripten 377. Bundesamt für Naturschutz, Bonn-Bad Godesberg.
- Suck, R.; Bushart, M.; Hofmann, G.; Schröder, L. (2014b):** Karte der potentiellen natürlichen Vegetation Deutschlands. Grundeinheiten. BfN-Skripten 348: 449 S. Bundesamt für Naturschutz, Bonn-Bad Godesberg.
- Tiefenbacher, H. (2017):** Ulmenwelke, Eichen- und Eschentriebsterben – Ein Auwald-Drama, dritter Akt. BFW-Praxisinformation 43, S. 22–26
- Umweltbundesamt (UBA) (2015):** Monitoringbericht 2015 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Bericht der Interministeriellen Arbeitsgruppe Anpassungsstrategie der Bundesregierung, 258 S.
- Unsel, R. (2019a):** Holzpreisanalyse für Eichen- und Pappelstammholz für den Zeitraum 1997–2017. Online-Dokument: <https://freidok.uni-freiburg.de/data/150000>
- Unsel, R. (2019b):** Holzpreise für Baumarten des Auwaldes mit geringen Verkaufsmengen. Online-Dokument: <https://freidok.uni-freiburg.de/data/149962>
- Unsel, R. (2021):** Economic assessment of tree species for the cultivation on riparian sites. Chair of Silviculture; University of Freiburg; <https://freidok.uni-freiburg.de/data/194853>

USDA Forest Service – Northern Research Station 2009: Bottomland Hardwoods, web-based forest management guide www.nrs.fs.fed.us/fmg/nfmng/bl_hardwood/eco/spechar/index.html (aufgerufen am 30.1.2020)

USDA/NRCS 2002: Plant Fact Sheet, Sweetgum, https://plants.usda.gov/factsheet/pdf/fs_list2.pdf (aufgerufen am 30.1.2020)

Vor, T.; Spellmann, H.; Bolte, A.; Ammer, C. (Hrsg.) (2015): Potenziale und Risiken eingeführter Baumarten: Baumartenportraits mit naturschutzfachlicher Bewertung. Göttinger Forstwissenschaften. Göttingen, S. 296. DOI: [10.17875/gup2015-843](https://doi.org/10.17875/gup2015-843)

Walz, S.; Richter, B.; Grundwald, U. (2017): Indikatoren zur Regulationsleistung von Auen. Ein Beitrag zum Konzept nationaler Ökosystemdienstleistungs-Indikatoren Deutschland. – Naturschutz u. Landschaftsplanung 49: S. 93–100

Wantzen, K. M.; Ballouche, A.; Longuet, I.; Bao, I.; Bocoum, H.; Cissé, L.; Chauhan, M.; Girard, P.; Gopal, B.; Kane, A.; Marchese, M.; Nautiyal, P.; Teixeira, P.; Zalewski, M.; (2016): River Culture: an eco-social approach to mitigate the biological and cultural diversity crisis in riverscapes. – Ecohydrology & Hydrobiology 16: S. 7–18

Weinfurter, P. (2013): Waldbau in Österreich auf ökologischer Grundlage. Eine Orientierungshilfe für die Praxis. 1. Auflage; Landwirtschaftskammer Österreich (Hrsg.); S. 250

Williams, R. D. (1990): *Juglans nigra* L., black walnut. In: Burns, R. M.; Honakala, B. H.; *Silvics of North America*, vol. 2, pp. S. 391–399

Zsak, C.; Knoll, T.; Oitzinger, G. (2015): Endbericht zum Projektmanagement invasiver Neophyten im Nationalpark Donau-Auen. ARGE NeoPhyten. Online-Dokument: www.korina.info (aufgerufen am 27.2.2020)

Fachagentur Nachhaltende Rohstoffe e. V. (FNR)
OT Gülzow, Hofplatz 1
18276 Gülzow-Prüzen
Tel.: 03843/6930-0
Fax: 03843/6930-102
info@fnr.de
www.fnr.de

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier
mit Farben auf Pflanzenölbasis

Bestell-Nr. 1.146
FNR 2021