

Bestandsentwicklung von Hybridpappelforsten im Nationalpark Donau-Auen

Im Nationalpark Donau-Auen wurden 100 Aufnahme­flächen mit Hybridpappel-Beständen untersucht (Vegetationsaufnahmen nach Braun-Blanquet, Bauminventarisierung), um ihre Entwicklungstendenzen zu erfassen und zu beschreiben.

Die Ergebnisse zeigen, dass Hybridpappelforste mit dem Alter artenreicher werden und eine geringe Deckung an (invasiven) Neophyten aufweisen. Die Bestände konnten in zwei Bestandsgruppen geteilt werden, wobei die zweite Gruppe artenreicher ist, was das Resultat der Außernutzungsstellung sein kann.

Diese Studie legt nahe, dass die Bestände weiter sich selbst überlassen werden sollen, da die Entwicklung in Richtung naturnahe Wälder geht und dies auch gut mit dem Prozessschutz des Nationalparks in Einklang gebracht werden kann.

Teresa Knoll



Bestandsentwicklung von Hybridpappelforsten im Nationalpark Donau-Auen

Teresa Knoll, MSc

2015

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	4
1.1. Die Gattung <i>Populus</i> L. und die Entstehung von Hybridpappeln	4
1.2. Unterscheidung von <i>Populus nigra</i> und <i>P. ×canadensis</i>	7
1.3. Geschichte der Hybridpappeln	8
1.4. Motivation und Fragestellungen	10
1.5. Bisherige Bekämpfungs- und Umwandlungsmaßnahmen im Nationalpark Donau-Auen	10
1.6. Hypothesen	10
2. Untersuchungsgebiet	12
2.1. Klima.....	13
2.2. Boden und Geologie.....	14
2.3. Hydrologie.....	15
2.4. Vegetation	16
2.4.1. Weidenau	16
2.4.2. Schwarzpappelau	17
2.4.3. Pappelau	17
2.4.4. Stabile Au	18
3. Material und Methoden.....	19
3.1. Auswahl der Probeflächen	19
3.2. Felderhebung	20
3.3. Parameter aus bestehenden Datensätzen	21
3.4. Datenauswertung.....	21
3.4.1. TWINSpan	23
3.4.2. Zeigerwerte nach Ellenberg	23
3.4.3. Weitere statistische Methoden und Auswertungen	24
4. Ergebnisse	25
4.1. Übersicht der Ergebnisse (Hybridpappelbestände)	25
4.1.1. Artenabundanzen	25
4.1.2. Zeigerwerte nach Ellenberg	26

4.2. Hybridpappelbestandsentwicklung	27
4.2.1. Artenabundanzen	27
4.2.2. Shannon-Wiener-Index	31
4.2.3. Zeigerwerte nach Ellenberg	32
4.2.4. Verjüngung der Baum- und Gehölzarten	33
4.2.5. Vitalität der Hybridpappeln	40
4.3. Bestandstypen von Hybridpappelbeständen	42
4.3.1. Arten und Artenabundanzen	42
4.3.2. Shannon-Wiener-Index	44
4.3.3. Zeigerwerte nach Ellenberg	44
4.3.4. Verjüngung der Baum- und Gehölzarten	45
4.3.5. Vitalität der Hybridpappeln	46
4.4. Distanzen	47
4.5. Vergleich mit der potentiell natürlichen Vegetation	48
4.6. Keimzellen	50
4.6.1. Artenaufkommen in den Keimzellen	50
4.6.2. Zeigerwerte nach Ellenberg	54
5. Diskussion	58
5.1. Bestandssituation der Hybridpappelforste im Nationalpark Donau-Auen	58
5.1.1. Artenabundanzen und -zahlen	58
5.1.2. Bestandsgruppen	59
5.1.3. Vitalität	60
5.1.4. Verjüngung	60
5.1.5. Distanzen	60
5.1.6. Zeigerwerte nach Ellenberg	61
5.2. Evaluierung der bisher gesetzten Maßnahmen	61
5.3. Vorschläge für weitere Managementmaßnahmen in Bezug auf die Hybridpappel im Nationalpark Donau-Auen	61
6. Literaturverzeichnis	64
7. Anhang	71
7.1. Abstract	71
7.2. Zusammenfassung	72

7.3. Unterscheidung von Schwarz- und Hybridpappel.....	73
7.3.1. Einleitung.....	73
7.3.2. Merkmalstabelle	73
7.3.3. Literatur	83
7.4. Sortenbeschreibung von <i>Populus</i> × <i>canadensis</i>	85
7.4.1. Einleitung.....	85
7.4.2. <i>Populus balsamifera</i> L. 1753.....	85
7.4.3. <i>Populus</i> × <i>canadensis</i> 'Gelrica' Houtzagers 1937.....	86
7.4.4. <i>Populus</i> × <i>canadensis</i> 'Marilandica' Bosc ex Poirer 1816	87
7.4.5. <i>Populus</i> × <i>canadensis</i> 'Regenerata' Henry 1913	88
7.4.6. <i>Populus</i> × <i>canadensis</i> 'Robusta' C. K. Schneider 1904	89
7.4.7. <i>Populus deltoides</i> Bartram ex Marshall.....	90
7.4.8. <i>Populus maximowiczii</i> × <i>P. nigra</i> var. <i>plantierensis</i> 'Rochester'	91
7.4.9. <i>Populus nigra</i> 'Italica'	92
7.4.10. weitere Sorten	93
7.4.11. Literatur	93
7.5. Aufnahmepunkte	95
7.5.1. Hybridpappelbestände	95
7.5.2. Keimzellen	97
7.7. Aufnahmeformulare.....	98
7.8. Vegetationstabellen.....	101
7.9. Abkürzungsverzeichnis und Zeichenerklärung.....	107
7.10. Tabellenverzeichnis.....	109
7.11. Abbildungsverzeichnis.....	111
7.12. Danksagung	112

1. Einleitung

1.1. Die Gattung *Populus* L. und die Entstehung von Hybridpappeln

Pappeln (*Populus* L.) gehören zur Familie der *Salicaceae* (Weidengewächse). Mitglieder der *Salicaceae* sind sommergrün, zweihäusig und holzig (Zwergsträucher, Sträucher oder Bäume). Ihre Laubblätter sind gegenständig und ungeteilt, Nebenblätter sind vorhanden. Die Blüten sind eingeschlechtig mit rudimentärer Blütenhülle. Es gibt einen oberständigen Fruchtknoten, welcher zweikarpellig sowie einfächrig ist. Die Frucht ist eine Kapsel. Es werden zahlreiche Samen produziert, welche sich durch einen Haarschopf vom Wind verbreiten lassen (Fischer et al. 2008). Die Blüten erscheinen vor den Blättern (Zsuffa 1973). Die Deckblätter der Pappeln sind gezähnt bzw. zerschlitzt (Fischer et al. 2008; Klotzenberg 2010). Die Blüten besitzen am Grund ein becherartiges Organ, welches dem Perigon entspricht (Fischer et al. 2008; Klotzenberg 2010). Männliche Pappelblüten besitzen vier bis 60 Staubblätter, der Pollen wird ebenfalls windverbreitet (Klotzenberg 2010). Zwischen dem fünften und 15. Lebensjahr fangen sie an zu blühen. Die Dauer bis zur Samenreife beträgt zwei bis acht Wochen (Zsuffa 1973).

Der Unterschied zu der ebenfalls in Österreich heimischen, namensgebenden Gattung der Weidengewächse, der Gattung *Salix* (Weiden), ist das Vorhandensein von mehreren Knospenschuppen. Die Kätzchen der *Populus*-Arten hängen, während die der Weiden aufrecht bis abstehend sind und nur selten hängen (Fischer et al. 2008).

Die Gattung wird in sechs Sektionen eingeteilt: *Abaso*, *Aigeiros*, *Leucoides*, *Populus* (= *Leuce*) *Tacamahaca* und *Turanga*. Die Sektion *Populus* wird noch weiter in die Subsektionen *Albae* und *Trepidae* unterteilt (Klotzenberg 2010).

Die Angaben zu den Artenzahlen schwanken zwischen über 20 und 85 *Populus*-Arten weltweit (Klotzenberg 2010).

Die in Österreich heimischen Arten sind: *Populus nigra* (Schwarz-Pappel; Sektion *Aigeiros*) sowie *Populus alba* (Silber-Pappel; Sektion *Populus*; Subsektion *Albidae*) und *Populus tremula* (Zitter-Pappel; Sektion *Populus*; Subsektion *Trepidae*) (Fischer et al. 2008; Klotzenberg 2010; Rajora et al. 1992; Zsuffa 1973). Darüber hinaus kommen gepflanzte Pappelarten und -hybriden aus Parks, Gärten und Forsten, sowie die natürliche Kreuzung *Populus ×canescens* (Grau-Pappel; *P. alba* × *P. tremula*) dazu (Fischer et al. 2008) vor. Die vegetative Unterscheidung von Silber- und Graupappel ist nur schwer möglich (Zukrigl 1994). Es kann außerdem zu Rückkreuzungen von *P. alba* zu *P. ×canescens* kommen, welche besser überlebensfähig zu sein scheinen, was das Verschwinden von reinen Silberpappeln fördert (Fischer et al. 2008).

Hybridpappeln sind das Produkt mehrerer Kreuzungen innerhalb der Gattung *Populus*. Die Verwendung der heimischen Schwarzpappel (*Populus nigra*) und nordamerikanischen

Pappelarten (*P. deltoides* – Kanadische oder Amerikanische Schwarz-Pappel¹) führte zur Entstehung der euamerikanischen Pappeln (Barsig 2004; Heinze 1998b; Phillips 2004; Schirmer et al. 2014; U.S. Environmental Protection Agency 1999; Zerbe 2003; Zsuffa 1973) *Populus ×canadensis* Moench, Synonym *P. ×euamericana* (Dode) Guinier ex Piccarolo (Barsig 2004; Heinze 1998b; Starfinger et al. 2011; UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH 2014). Bis jetzt konnte nicht genau geklärt werden, welche Unterarten der beiden Elternarten zu welchen Sorten und Varietäten geführt haben (Klotzenberg 2010).

Populus deltoides kommt, wie *P. nigra*, aus der Sektion *Aigeiros*. Daher handelt es sich hierbei um interspezifische Hybriden (Nebenführ 2007; Zsuffa 1973). Da es sich um Arten der gleichen Sektion handelt, sind diese Kreuzungen leicht durchzuführen (Zsuffa 1973). *Populus ×canadensis*-Hybriden stammen von weiblichen *P. deltoides* und von männlichen *P. nigra* ab (Heinze 1998b; Vanden Broeck et al. 2004; Zsuffa 1973). Kreuzungen mit weiblichen *P. nigra* haben noch nicht funktioniert (Zsuffa 1973).

Neben den interspezifischen Kreuzungen gibt es auch intersektionelle Hybride. Diese entstehen durch Hybridisierung von Arten unterschiedlicher Sektionen (Barsig 2004; Diouf et al. 2011; Heinze 1998b; Nebenführ 2007; Zsuffa 1973), in dieser Arbeit der Sektionen *Aigeiros* und *Tacamahaca*. Die Kreuzungen von Arten dieser beiden Sektionen funktionieren problemlos, was bei Versuchen mit anderen Sektionen nicht immer der Fall ist. Die dabei resultierende Generation ist die erste Filialgeneration (F₁), welche meist sehr uniform ist (Zsuffa 1973). In Tabelle 1 sind alle für diese Arbeit in Frage kommenden Elternarten, inkl. Sektion und Herkunft, aufgelistet.

Tabelle 1: Die häufigen Elternarten der bei uns verwendeten Hybridpappeln (nach Zsuffa 1973).

Artname	Sektion	Herkunft
<i>P. balsamifera</i>	<i>Tacamahaca</i>	Nordamerika
<i>P. deltoides</i>	<i>Aigeiros</i>	Nordamerika
<i>P. maximowiczii</i>	<i>Tacamahaca</i>	Nordostasien, Japan
<i>P. nigra</i>	<i>Aigeiros</i>	Europa, Asien, Nordafrika
<i>P. trichocarpa</i>	<i>Tacamahaca</i>	Nordamerika

Kreuzungen von interspezifischen F₁-Hybriden mit reinen Arten erleichterten die intersektionellen Züchtungen (Zsuffa 1968 in Zsuffa 1973). Die F₂-Generation ist nicht mehr uniform, bringt allerdings trotzdem teilweise kräftige Nachkommen hervor (Zsuffa 1973).

Die Vorteile der Verwendung von Hybridpappeln liegen auf der Hand: Die Hybriden lassen sich leicht vegetativ vermehren und die Stecklinge wurzeln leicht. Die Pappeln sind kräftig (Zsuffa 1973) und widerstandsfähiger gegenüber Krankheiten (Chevallier 2000; Phillips 2004; Zsuffa 1973). Außerdem sind sie schnellwüchsig (Barsig 2004; Böcker et al. 1996; Lazowski 1997; Leditznig et al. 1996c; Phillips 2004; Siler et al. 2014; U.S. Environmental

¹ Synonym: *Populus angulata* Aiton (USDA ARS 2015)

Protection Agency 1999), geradstämmig (Leditznig et al. 1996b) und weniger verzweigt (Lazowski 1997) sowie toleranter gegenüber Wasserstress (Chevallier 2000) weshalb sie gerne heimischen *Populus*-Arten bevorzugt wurden. "Keiner unserer Waldbäume [...] kann, im gleichen Zeitraum, auf gleichem Standort, soviel Holzmasse erzeugen wie die euroamerikanische Pappel" (Peschaut 1957). Für die forstwirtschaftliche Nutzung von Auwäldern sind Hybridpappeln unverzichtbar (Heinze 1998a).

Der Erfolg bzw. die Stärke des Heterosis²-Effekts hängt von drei Faktoren ab: 1) Elternarten, 2) Auswahl der individuellen Elternbäume und 3) Filialgeneration der Hybriden (Zsuffa 1973).

Die Elternarten kommen oft aus geografisch entfernten Gebieten. Sie sind daher an unterschiedliche Umweltfaktoren unterschiedlich gut angepasst. Die individuellen Bäume der einzelnen Arten müssen für die Zucht ebenfalls gut ausgewählt werden (Zsuffa 1973). Je nach Elternbaum erzielte Kopecky (1966) hybridisierte Jungbäume welche entweder bis zu 50 % größer als die Eltern waren oder, welche deutlich kleiner waren als diese. Entscheidend dürften die Umweltfaktoren des Elternbaumstandortes sein, v. a. die Länge der Vegetationsperiode (Zsuffa 1973).

Die erhöhte Krankheitsresistenz von *Populus ×canadensis* beruht auf den kombinierten Eigenschaften der Widerstandsfähigkeit der Elternarten. *Populus deltoides* ist resistent gegen Krankheiten, welche von *Marssonina* sp., *Melampsora* sp., *Septoria* sp. und *Dothichiza populea* verursacht werden. Allerdings sind ca. 90 % der Amerikanischen Schwarzpappeln für die von Bakterien (*Xanthomonas populi*) übertragenen Baumgeschwüre anfällig. *Populus nigra* ist wiederum anfällig für *Marssonina* sp. und *Dothichiza populea* (Zsuffa 1973), dafür resistent gegenüber *Xanthomonas populi* (Heinze 1998a; Zsuffa 1973). Bei sorgsamer Auswahl der Elternbäume kann eine Multiresistenz gegen alle oben genannten Krankheiten bei *P. ×canadensis* gegeben sein (Zsuffa 1973).

Da Balsampappeln für ihre Anfälligkeit gegenüber *Septoria musiva* bekannt sind, wogegen *Populus nigra* und *P. deltoides* resistent sind, kann der Effekt der erhöhten Widerstandsfähigkeit auch bei intersektionellen Züchtungen erzielt werden (Zsuffa 1973).

Bei der Bewurzelungsfähigkeit von Stecklingen sind ähnliche Vorteile festzustellen: Einige Arten (z. B. *Populus nigra*, *P. balsamifera*) bewurzeln Stecklinge sehr leicht, während andere (z. B. *P. deltoides*) zu einem großen Teil verenden, ehe sie Wurzeln bilden konnten. Die Fähigkeit der schnellen Bewurzelung, selbst unter schlechten Bedingungen, wird an die Hybriden weitergegeben (Zsuffa 1973).

Da Hybridpappeln nach 1492 durch den Menschen in Europa eingeführt wurden, sind sie als Neophyten zu klassifizieren (Drescher et al. 2006; Kowarik 1995; Lauterbach et al. 2013).

² Heterosis = "das Auftreten einer im Vergleich zur Elterngeneration [in bestimmten Merkmalen] leistungsstärkeren Filialgeneration" (Duden 2015)

Für die vorliegende Arbeit werden die Begriffe Hybrid- und Kanadapappel für alle Hybriden gleichwertig verwendet.

1.2. Unterscheidung von *Populus nigra* und *P. ×canadensis*

Die Unterscheidung von *Populus nigra* und ihren Hybriden ist schwer (Barsig 2004; Benetka et al. 2002; Drescher et al. 2006; Leditznig et al. 1996b). Dennoch wurde in der vorliegenden Arbeit versucht, aus verschiedenen Literaturnachweisen, aber auch Expertenmeinungen, eine für die Praxis verwendbare Unterscheidungstabelle zu erstellen. Diese findet sich im Anhang (7.3. Unterscheidung von Schwarz- und Hybridpappel, Seite 72). Auch eine Sortenbeschreibungsliste aller im Nationalpark Donau-Auen nachgewiesenen *Populus ×canadensis*-Hybride sowie anderer gepflanzter Arten und Kultivare (z. B. *Populus nigra* 'Italica') ist dort zu finden (7.4. Sortenbeschreibung von *Populus ×canadensis*, Seite 84).

1.3. Geschichte der Hybridpappeln

Populus deltoides ist in den östlichen USA sowie Kanada verbreitet. Bei ihren Nachkommen wurden auch sehr wuchskräftige Exemplare gefunden, welche durch Steckhölzer gut vermehrt werden konnten. Diese Kanadapappeln konnten rasch in Europa verbreitet werden. In Frankreich sind durch natürliche Hybridisierung mit der heimischen Schwarzpappel die Hybridpappeln entstanden (Starfinger et al. 2011). Die erste Sorte von *Populus deltoides* × *P. nigra*-Hybriden wurde 1775 beschrieben (Zsuffa 1973). Der gezielte Anbau der Pappelhybriden begann in Europa im 18. Jahrhundert (Houtzagers 1937). In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts hat der organisierte Handel mit bestimmten Sorten begonnen. Durch den kommerziellen Erfolg dieser Sorten wurde bald angefangen, gezielt neue Sorten zu züchten (Heinze 1998a). Zu Beginn des 20. Jahrhunderts wurde dann begonnen Schwarzpappelhybriden, Balsampappelhybriden sowie weitere Pappelhybriden großflächig zu pflanzen (Drescher et al. 2006). Einen regelrechten Aufschwung gab es kurz vor dem 2. Weltkrieg. Nach dem Krieg bot akuter Holzmangel die Voraussetzungen für die großflächige Verwendung von *Populus ×canadensis* (Heinze 1998a). Bis vor einigen Jahrzehnten wurden ausschließlich die sogenannten Altstammsorten gehandelt. Dies sind Klone einzelner Individuen, welche als Sorte verwendet wurden (Mohrdiek 1976 in Böcker et al. 1996).

Um 1860 hat die großflächige Hybridpappelanpflanzung in den Donau-Auen begonnen (Jelem 1974). Ab den 1960er Jahren wurden im Gebiet der Familie Abensperg-Traun verschiedene Klone getestet (mündl. Mitt. J. Steiner in Drescher et al. 2006). Im Revier von Eckartsau wurden hauptsächlich die Sorten 'Regenerata' (Leditznig et al. 1996b) und 'Robusta' verwendet (Leditznig et al. 1996b; MA 49 - Forstamt und Landwirtschaftsbetrieb der Stadt Wien 1969; MA 49 - Forstamt und Landwirtschaftsbetrieb der Stadt Wien 1977; MA 49 - Forstamt und Landwirtschaftsbetrieb der Stadt Wien 1981; MA 49 - Forstamt und Landwirtschaftsbetrieb der Stadt Wien 1991). Die Sorte 'Marilandica' wird schon seit der Jahrhundertwende in Österreich gepflanzt (Forstoperat der ÖBf 1977-1986 in Leditznig et

al. 1996b) und gilt als eine der erfolgreichsten Sorten entlang der Donau (Heinze 1997). Heinze (1997) listet weiters u. a. die Sorte I-214 auf, welche ebenfalls entlang der Donau wachsen soll. Weitere im Nationalpark Donau-Auen verwendete Sorten sind dem Kapitel 7.4. Sortenbeschreibung von *Populus × canadensis*, Seite 84 zu entnehmen.

Die Bewirtschaftungsweise sah kurze Umtriebszeiten von 30 bis 40 Jahren vor. Anschließend wurden etwa zwei Hektar große Kahlschlagflächen erzeugt, die danach mit Planieraupen einer Bodenbearbeitung unterzogen wurden. Das Revier der Regelsbrunner Auen genoss in den 1970er Jahren den Ruf eines ausgezeichneten Hybridpappelbetriebs, welches auch ausländische Forstarbeiter besuchten (Eichelmann 1995).

Heutzutage sind Pappelhybriden v. a. in Bezug auf Energiewälder in Kurzumtriebsplantagen wieder interessant geworden. Dabei werden auf landwirtschaftlichen Flächen Hybridpappeln gepflanzt (Schirmer et al. 2014), für zwei bis über zehn Jahre kultiviert (Nebenführ 2007) und anschließend zu Hackschnitzeln verarbeitet (Schirmer et al. 2014). Frankreich gilt als das europäische Land mit den meisten Pappelforsten (Barsig 2004).

Im Nationalpark Donau-Auen kommen *Populus × canadensis* derzeit noch auf ca. 13 % im niederösterreichischen (Österreichische Bundesforste 2012) und auf 11 % im Wiener Teil (MA 49 - Forstamt und Landwirtschaftsbetrieb der Stadt Wien 2013) vor. In Holzvorräten gerechnet, bedeutet dies einen Vorrat von rund 20 % in Wien (MA 49 - Forstamt und Landwirtschaftsbetrieb der Stadt Wien 2013) und knapp 24 % in Niederösterreich. Damit ist die Kanadapappel die Art mit dem zweit größten Holzvorrat nach den Weißpappeln (Grau- und Silberpappel) (Österreichische Bundesforste 2012) im Nationalpark Donau-Auen.

1.4. Motivation und Fragestellungen

Populus × canadensis stellt aus verschiedenen Gründen eine potentielle Gefahr für die Biodiversität der Donau-Auen dar.

Einerseits besteht die Gefahr der **Introgression**³ mit der ohnehin schon gefährdeten heimischen Schwarzpappel (Heinze 1998a). Dadurch ist das Problem gegeben, dass die Nachkommen von *Populus nigra* sehr wohl auch genetisches Material von Hybridpappeln beinhalten können. In Schwarzpappelverjüngungen wurden bis zu 10 % kanadapappelbeeinflusste Individuen gefunden (Heinze 1998b; Nationalpark Donau-Auen GmbH 2009). Gneuss (2005) stellte einen Anteil von 6 % Introgression bei Sämlingen fest (kombinierte Primer: win3, trnD/trnT und PPAL).

Bis jetzt konnten sowohl Nachkommen von weiblichen *Populus nigra*-Bäumen mit männlichen Hybridpappeln gefunden werden (Vanden Broeck et al. 2004), als auch umgekehrt (Heinze 1998b). Heinze (2008) beweist eindeutig, dass Kreuzungen in beide Richtungen möglich sind.

Gründe, warum die Hybridisierungsrate nicht höher ist, könnte ein Schutzmechanismus gegen Introgression sein. Zum einen wird eine höhere Ausfallsrate an Hybriden vermutet,

³ Introgression = "fortlaufende Hybridisierung ("Einkreuzung") über mehrere Generationen" (Heinze 1998a)

zum anderen könnten sich auch unterschiedliche Blühzeitpunkte positiv auf die Reinheit der Schwarzpappel auswirken. Weiters könnten spezifische genetische Unverträglichkeiten aufgrund der engen Verwandtschaft bestehen, welche zu Inzuchtdepression führen können. Dies führt wiederum zu einem verstärkten Ausfall von hybridisierten Pappeln (Heinze 1998b; Vanden Broeck et al. 2004). Weiters sind Faktoren wie die Verfügbarkeit von Keimungsflächen, das Alter und die Kronenstruktur der vorhandenen Bäume sowie das Dichteverhältnis von *Populus nigra* und Hybridpappeln entscheidend für Kreuzung dieser beiden Arten (Heinze 1998b). Der Pollen von *P. ×canadensis* ist nur erfolgreich, wenn wenige Schwarzpappeln in der Umgebung stehen (Vanden Broeck et al. 2004).

Eine weitere genetische Gefahr kann die Pyramidenpappel (*P. nigra* 'Italica') darstellen. Sie könnte bei der Einkreuzung den Genpool der Schwarzpappel stark einschränken (Heinze 1998b), was die allgemeine Fitness der Art in Folge von verminderter Vitalität reduzieren würde (hybrid break down) (Gneuss 2005). Dies zu beweisen ist leider schwer möglich, da die Pyramidenpappel schon lange Zeit in Österreich in Verwendung ist (Heinze 1998b). Weitere Studien werden nötig sein, um die Introgression dieser Art in den Genpool der heimischen *P. nigra* nachzuweisen (Heinze 1998b; Vanden Broeck et al. 2004).

Die oben erwähnten unterschiedlichen Blühzeitpunkte sind am Nordrand der Verbreitung der Schwarzpappel aufgrund des kühleren Klimas nicht mehr existent (Vanden-Broeck et al. 2012), was vor allem in Anbetracht des Klimawandels auch auf den Rest des Verbreitungsareals zutreffen kann (Heinze 2008). Auch bei den Pyramidenpappeln könnten die nicht synchronen Blühzeiten weitere Kreuzungen verhindern. In Großbritannien besteht laut (Tabbener et al. 2003) keine Gefahr, in südlicheren Populationen könnte dies allerdings zum Problem werden (Gneuss 2005).

Andererseits stellt der hohe **Vermistungsgrad** der Kanadapappeln einen Infektionsherd für andere Baumarten dar (Nationalpark Donau-Auen GmbH 2009). Vor allem bei nordufrigen Hybridpappelbeständen mit ungenügender Wasserversorgung ist dieser gegeben (Leditznig et al. 1996b).

Auch die **interspezifische Konkurrenz** (Lauterbach et al. 2013) mit anderen Arten stellt eine ebenfalls Gefahr für die Biodiversität des Nationalparks dar.

Die Möglichkeit, dass sich auflichtende Bestände Eintrittspforten für **Neophyten** sind, kann die Biodiversität des Nationalparks gefährden (Dietrich 2011).

Das Hauptaugenmerk des Nationalparks Donau-Auen liegt in der Renaturierung durch Pflegeeingriffe in Hybridpappelbestände (Drescher et al. 2005). Die schon gesetzten Maßnahmen (siehe 1.5. Bisherige Bekämpfungs- und Umwandlungsmaßnahmen im Nationalpark Donau-Auen, Seite 10) sollen daher in dieser Studie ebenfalls analysiert und evaluiert werden.

Die Frage, welche in dieser Studie beantwortet werden soll, ist nun, wie sich die Hybridpappelbestände des Nationalparks Donau-Auen entwickeln. Wie oben erwähnt steht v. a. das wirtschaftliche Interesse bei Hybridpappelaufforstungen im Vordergrund. Seit der Gründung des Nationalparks im Jahr 1996 wurden diese Aufforstungen sich selbst über-

lassen und nicht mehr kahlgeschlagen. Da es keine vergleichbaren Arbeiten bzw. Situationen gibt, sollen hier die Entwicklungstendenzen und Veränderungen der unterschiedlichen Flächen beschrieben, analysiert und diskutiert werden.

1.5. Bisherige Bekämpfungs- und Umwandlungsmaßnahmen im Nationalpark Donau-Auen

Bisher wurde die Kanadapappel im Nationalparkgebiet durch die mosaikartige Unterbrechung mithilfe von Kleinkahlhieb und Aufforstung mit Einzelbaumschutz bekämpft (Drescher et al. 2006). Diese Methode wird auch als "Keimzellenverfahren" bezeichnet. Dabei werden maximal 0,5 ha geschlägert und mit geeigneten Samenbäumen (z. B. *Prunus padus*, *Fraxinus excelsior*, *Populus alba*, usw.) aufgeforstet. Diese erhalten einen Verbisschutz (Zaun). Um den Totholzanteil zu erhöhen, werden von je zehn Hybridpappeln acht gefällt, zwei nur geringelt⁴ (Nationalpark Donau-Auen GmbH 2009; Oitzinger et al. 2010). Heimische, sich in der Fläche befindliche Bäume, bleiben erhalten. Somit konnten von 2002 bis 2010 schon ca. 20 % der *Populus ×canadensis* (gemessen an der Stammzahl) entfernt werden (Oitzinger et al. 2010).

Seit 2003 (pers. Mitt. F. Kovacs) wird ein adaptiertes Keimzellenverfahren angewendet. Hierbei verbleibt kein Totholz in den Flächen, da dies die Pflegekosten extrem erhöht und zu wenig Aufforstungsflächen bereitstellt. Die Größe der Kahlhiebsflächen wird auf 0,5 ha erhöht und komplett ausgenutzt, da sonst zu wenig Licht in diese Flächen kommt, was den Erfolg des raschen Wachstums minimiert (Oitzinger et al. 2010).

Schon 1992 wurde im Rahmen einer WWF-Beauftragung die Renaturierung der Hybridpappelbestände in der Regelsbrunner Au diskutiert. Hierbei wurden die Maßnahmen Kultursicherung (Förderung junger Bäume), Dickungspflege (Entnahme der Kanadapappeln und Förderung heimischer Baumarten), Jungbestandspflege (aktive Förderung einzelner Bäume), Durchforstungen (aktive Förderung heimischer Baumarten – Ringelungen und Löcherhieb) neben der normalen Durchforstung angedacht (Dister 1992).

1.6. Hypothesen

Folgende Hypothesen werden unter anderen in dieser Studie untersucht und diskutiert:

1. In älteren zusammenbrechenden und daher lichtereren Hybridpappelbeständen ist das Neophytenaufkommen am größten im Vergleich zu noch intakteren Beständen.
2. Lichtere Bestände weisen eine höhere Deckung der Krautschicht auf, wodurch die Verjüngung v. a. heimischer Bäume erschwert sein kann.
3. Ältere Kanadapappel-Bestände sind in schlechterem Vitalzustand, weisen eine höhere Totholzrate auf und sind stärker von Misteln parasitiert.
4. Hybridpappelbestände in Gewässernähe haben den Vorteil, dass Samen anderer Bäume leichter angeschwemmt werden können. Dies kann die Verjüngung von heimischen Baumarten fördern.

⁴ Ringeln = "das Abtöten von Bäumen durch eine ringförmige Unterbrechung von Rinde, Bast und Kambium" (Roth et al. 2001)

Einleitung

5. Bestände in der Nähe von Keimzellen (≤ 500 m) weisen eine höhere Verjüngungsrate von heimischen Pflanzen auf.

2. Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet liegt innerhalb des Nationalparks Donau-Auen, sowohl am nördlichen als auch am südlichen Donauufer. Der Nationalpark erstreckt sich zwischen Wien und Bratislava, entlang von 36 Flusskilometern (Abbildung 1) (Lazowski 1997; Nationalpark Donau-Auen GmbH 2014a) und stellt den größten Auwald Österreichs dar (Christian 1995).

Der Nationalpark Donau-Auen liegt sowohl auf Wiener als auch auf niederösterreichischem Landesgebiet. Der Wiener Teil des Nationalparks heißt Lobau (Szivatz et al. 2012) und wird weiter in die untere und obere Lobau eingeteilt.

Durch den Nationalpark Donau-Auen wird die größte und ursprünglichste Aulandschaft Mitteleuropas geschützt (Lazowski 1997).

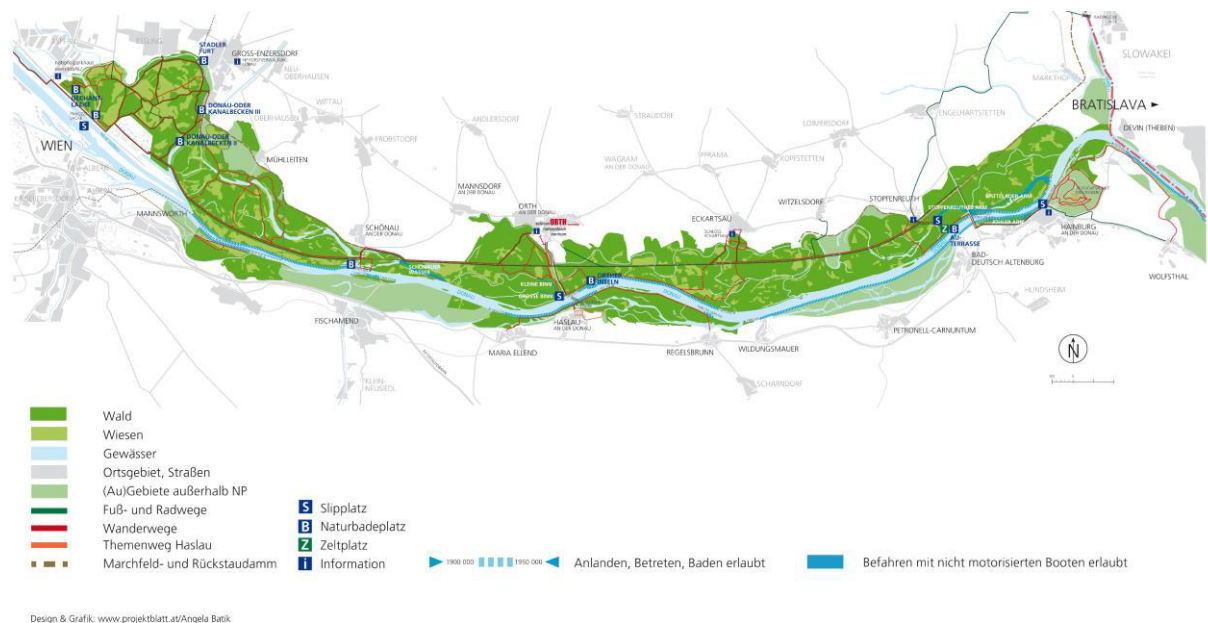


Abbildung 1: Übersichtskarte des Nationalparks Donau-Auen (Quelle: Nationalpark Donau-Auen GmbH)

Der Nationalpark besteht seit 1996 und ist seit 1997 nach IUCN (Kategorie II) geschützt. Weitere Schutzkategorien sind Naturschutz- und Landschaftsschutzgebiet für die Lobau (1978), Biosphärenreservat Untere Lobau (1978), Landschaftsschutzgebiet Donau-March-Thaya-Auen (1979) sowie Ramarschutzgebiet Donau-March-Auen und Untere Lobau (1983) (Nationalpark Donau-Auen GmbH 2014b).

Der Nationalpark Donau-Auen umfasst eine Fläche von 9.300 ha (Lazowski 1997; Nationalpark Donau-Auen GmbH 2014b). Davon sind etwa 65 % Auwald, 15 % Wiesen und 20 % Wasserfläche (Nationalpark Donau-Auen GmbH 2014b).

2.1. Klima

Das Klima im Nationalpark Donau-Auen ist ein warm-gemäßigtes, mäßig kontinentales Klima (Auer 2011) (Abbildung 2). Der Nationalpark liegt in der wärmsten und trockensten Landschaft Österreichs (Margl 1973).

Im Marchfeld fallen im Mittel weniger als 600 mm Niederschlag pro Jahr (Auer 2011; Undt 1970). Es gibt Niederschläge zu allen Jahreszeiten, mit einem Schwerpunkt von April bis September. Dennoch gibt es, an der Anzahl der Tage mit mindestens 0,1 mm Niederschlag gemessen, im Winterhalbjahr mehr Tage an denen Regen oder Schnee fällt (Auer 2011).

Im August gibt es die geringste Bewölkung und im Dezember die größte. Der Tagesgang ändert sich ebenfalls mit der Jahreszeit. Von Oktober bis Februar ist die Bewölkung in der Früh am höchsten (Nebelbildung), von April bis August gibt es vor allem zu Mittag Quellwolken. Über das gesamte Jahr hinweg ist die Bewölkung in den Abendstunden am geringsten (Undt 1970).

Die höchsten Temperaturen gibt es in der Regel Ende Juli bzw. Anfang August (Auer 2011).

Die Jahresdurchschnittstemperatur beträgt 9,8°C. Der Jänner ist der kälteste Monat mit -0,4°C im Tagesmittel, während der Juli mit 20,0°C der wärmste Monat des Jahres ist (ZAMG 2014a).

Der Luftdruck beträgt im Jahresdurchschnitt 7 mm Hg. Im Sommer ist das Mittel 4 mm Hg, in den Wintermonaten ist es 3 mm Hg. Von November bis Februar gibt es eine einfache Tagesschwankung des Luftdrucks, in der restlichen Zeit gibt es eine doppelte Tagesschwankung (Undt 1970).

Die Hauptwindrichtung ist Südosten (Auer et al. 1989).

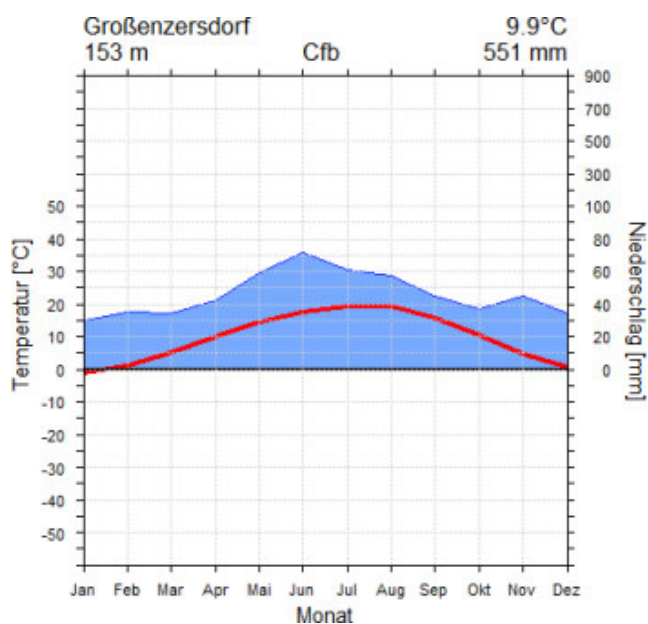


Abbildung 2: Klimadiagramm von Groß-Enzersdorf (Quelle: ZAMG 2014b).

2.2. Boden und Geologie

Auenböden werden periodisch überflutet und sind von stark schwankendem Grundwasser geprägt, wodurch die verschiedenen Schichten stark vergleitet sein können. Im Oberlauf von Flüssen sowie näher am Fließgewässer werden Grobsedimente, wie Schotter und Kies, abgelagert. Weiter beim Unterlauf bzw. in den langsam fließenderen Bereichen werden Feinsedimente (Sande) sedimentiert. Der Nährstoffhaushalt der Umgebung ist abhängig von den Eigenschaften der abgelagerten Sedimente, wie auch vom Grundwasserstand (Leitgeb et al. 2012).

Folgende Bodentypen können unterschieden werden:

Rohauböden (Ramblen) liegen im Flussbett und erleben einen häufigen Wechsel von Erosion und Sedimentation. Dies unterbindet die Bodenbildung. **Graue Auböden** werden seltener überflutet. Verwitterung spielt eine unwesentliche Rolle, Humusbildung ist der wichtigste Prozess. Er ist der typische Bodentyp für die Weiche Au. Harte Auwälder wachsen auf **braunen Auböden**. Das verbrauchte Material wird entweder vor Ort gebildet oder es wird angeschwemmt. Sie besitzen biologisch sehr aktive humose Mineralbodenhorizonte und eine gute Nährstoffversorgung. Entlang von Altarmen können sich **Augleye** bilden (Leitgeb et al. 2012).

Außerdem spielen folgende Sedimente eine große Rolle in Aulandschaften:

Schotter hat eine sanfte Oberfläche. Es fehlen allerdings Wasserhaltekapazität, Kapillarkapazität und Nährstoffe, wodurch nur wenige Pflanzen Schotterflächen besiedeln können. Vor allem sind dies *Populus nigra*, *Crataegus monogyna* und *Salix purpurea*, da sie den Schotter bis zum Grundwasser durchwurzeln können. **Schlich** besteht aus scharfkantigen Splittern. Diese bestehen oft aus Quarz. Die Sedimentation von Schlich findet daher häufig im Bereich von Uferwällen statt. Trotz der geringen Wasserhaltekapazität und der schlechten Nährstoffversorgung bildet Schlich ein gutes Substrat, sofern es mit Wasser durchtränkt ist. **Letten** (Aulehm) sind die kleinsten Teile (< 0,05 mm), wodurch sie relativ leicht auch bei niedriger Strömungsgeschwindigkeit ausfallen. Die Schwarzpappelau beispielsweise hat eine ca. 50 cm dicke Aulehmdecke, während der stabile Auwald eine bis zu über einen Meter hohe Lettenschichten aufweist. Sofern der Einfluss des Grundwassers nicht groß ist und somit nicht wasserstauend wirkt, ist der Boden gut belebt (Margl 1973).

Der **Kalkgehalt** der Donauauen schwankt zwischen 10 % (im Schotter) und 30 % (in Aulehmsedimenten). **Eisen** und seine Verbindungen sind in Schlich und Schotter kaum vorhanden. In Aulehm können an Stellen wo Eisen mit Luft in Verbindung kommt, Rostflecken entstehen. Sie können leicht ausgewaschen bzw. von der Tierwelt eingearbeitet werden. Bei ständig wechselnden Verhältnissen (von oxidierend zu reduzierend und umgekehrt) verdichten sich die Rostflecken zu stecknadelkopfgroßen Mineralaggregaten. Sollten Rostflecken vorhanden sein, können gute Aussagen über den Wasserhaushalt von Flächen gezogen werden (Margl 1973).

2.3. Hydrologie

Die Donauauen liegen im tiefsten Teil des Wiener Beckens und weisen nur geringe Höhenunterschiede auf. Die gesamte Donau (von den Quellen bis Greifenstein) hat ein Gefälle von ca. 90 cm pro Kilometer, von Greifenstein bis Bratislava nur mehr von etwa 45 cm pro Kilometer (Brix 1972). Dadurch hat die Donau bei Wien Gebirgsflusscharakter (Brix 1972; Lazowski 1997). Dies würde dem Furkationstyp entsprechen, der allerdings nur mehr an wenigen Stellen zu sehen ist (Christian 1995; Lazowski 1997).

Das Einzugsgebiet der Donau ist gesamt etwa 817.000 km² groß, bis zur Hainburger Pforte sind es ca. 131.000 km² (Wien-Vienna 2015).

Charakteristisch für die Donauauen sind Sommerhochwässer (Brix 1972; Lazowski 1997). Im Winter gibt es die geringsten Wasserstände (Brix 1972). Die Spiegelschwankungen sind allerdings jene mit der geringsten Amplitude entlang der österreichischen Donaustrecke (Margl 1973). Der dynamischste Bereich innerhalb des Nationalparks ist die Regelsbrunner Au. Dieser Bereich ist an ca. 44 % der Tage an den Hauptstrom angeschlossen (Schagerl et al. 2009).

Durch die Donauregulierung, welche in den 1880er Jahren begann und bis zum Anfang des 20. Jahrhundert dauerte (Margl 1973), wurde das Stromgebiet eingeengt, was fatale Folgen für die Hydrologie, die Flora und Fauna sowie die Bodenbeschaffenheit hatte (Brix 1972). Vor der Regulierung floss der Hauptstrom der Donau im sogenannten Mühlleitner-Schönauer-Wasser (Margl 1973).

Heute sind fast 80 % der österreichischen Fließstrecke der Donau von Kraftwerken okkupiert (Lazowski 1997). Diese Tatsache zusammen mit den Folgen der Regulierungsmaßnahmen führte u. a. zum "Flussbaulichen Gesamtprojekt", welches die negativen Folgen dieser Handlungen abfangen und wieder natürlichere Verhältnisse in den Donauauen herstellen soll. Viele vom Hauptstrom abgeschnittenen Altarme werden in diesem Projekt wieder mit der Donau vernetzt. Dies geschieht z. B. mittels Treppelwegabsenkungen, Entfernung von Traversen und der Schaffung von Durchlässen.

Der ausschlaggebende Pegel für den Nationalpark Donau-Auen ist der Pegel Wildungsmauer. Tabelle 2 zeigt die Nieder-, Mittel- und Hochwasserstandsgrenzen dieses Pegels.

Tabelle 2: Pegelstände bei Wildungsmauer, festgesetzt 2010 (Quelle: DoRIS 2015).

	Wasserstand in cm
Regulierungsniederwasser	162
Mittelwasser	293
höchster schiffbarer Wasserstand	564
100-jähriges Hochwasser	895

2.4. Vegetation

Da diese Arbeit eine Baumart behandelt, wird in diesem Kapitel speziell auf die Waldvegetation der Donau-Auen eingegangen.

Auwälder sind Waldgesellschaften, die im Einzugsbereich von Hochwässern liegen (Gepp 1986). Sie lassen sich durch die Überschwemmungen (dabei entscheidend sind die Dauer, der Zeitpunkt und die Höhe) (Margl 1973), die Nähe zum Grundwasser sowie den Bodentyp charakterisieren (Lazowski 1997).

Die Flusslandschaft, vom Gewässer weg beschrieben, teilt sich in folgende Pflanzengesellschaften (vgl. Margl 1972b):

- Anfangsgesellschaften (Weiden- und Schwarzpappelauen)
- Folgegesellschaften (Pappel-[Erlen-]Auen)
- Endgesellschaften (Stabile Auen)

2.4.1. Weidenau

Die erste Strauchvegetation bildet *Salix purpurea* (**Purpurweidenau**). Diese Bestände sind oftmals, schon bei Mittelwasser, von allen Seiten mit Wasser umgeben. Deren Böden bestehen fast nur aus Schotter mit einer geringen Schlichdecke und dünnem Lettenbelag (Margl 1972a).

Anschließend sind die feuchte und frische Weidenauen, in den tiefst gelegenen Waldgesellschaften und daher weitgehend wasserbeeinflussten Bereichen, zu finden (Margl 1973). Sie sind sehr dynamische Bestände, da Hochwässer die Ufer immer wieder umlagern (Lazowski 1997). Die Hauptbaumart ist *Salix alba* (Margl 1973).

Die **feuchte Weidenau** besitzt in der Regel keine Strauchschicht, da diese aus Lichtmangel meist verschwindet (Margl 1973) oder die Hochwässer nicht übersteht (Lazowski 1997).

In der **frischen Weidenau** hingegen können schon Sträucher wie *Cornus sanguinea* und *Crataegus monogyna* wachsen (Margl 1973). Frische Weidenauen kommen typischerweise auf Uferwällen vor (Margl 1972a).

In der Krautschicht (v. a. der etwas höher gelegenen Bestände) sind nur wenige Arten zu finden, z. B. *Phalaris arundinacea* oder *Urtica dioica* (Lazowski 1997; Margl 1973). Diese können teils große Deckungen aufweisen (Margl 1973).

Die Bodenart Letten ist in der feuchten Weidenau sehr häufig anzutreffen (Margl 1973). Sie bildet gemeinsam mit Schlich den rohen Gleyboden (Margl 1972a). In den etwas höher gelegenen frischen Weidenauen ist vorwiegend Schlich vorkommend (Margl 1973).

Margl (1973) berichtet, dass die Hybridpappelsorte "Marilandica" mit den Bedingungen dieser Standorte relativ gut zurechtkommt.

2.4.2. Schwarzpappelau

An Stellen die hoch mit Sand und Schotter aufgeschüttet sind, wird die Schwarzpappel dominant. Sie braucht den Grundwasseranschluss und ist ein guter Schotterbesiedler. Dort wo sich sandige Auflagen befinden, kann es zu Mischbeständen mit der Silberweide kommen (Lazowski 1997).

Die Strauchschicht ist hier besser ausgebildet als in den Weidenauen, da mehr Licht zum Boden vordringen kann (Margl 1973). *Crataegus monogyna* ist ein wichtiger Strauch dieser Gesellschaft (Lazowski 1997; Margl 1973).

In der Krautschicht treten Arten der Pionierstandorte als auch ruderaler Vegetation auf – z. B. *Solidago gigantea*, *Equisetum arvense*, *Parietaria officinalis* und *Brachypodium sylvaticum* (Lazowski 1997).

2.4.3. Pappelau

Pappelauwälder sind der Übergang von den Weidenauen zu den stabilen Auwäldern. Die wichtigsten Baumarten sind *Populus alba*, *P. tremula* und deren natürliche Hybride (*P. ×canescens*), sowie *Fraxinus excelsior* und vereinzelt *Quercus robur* (Lazowski 1997).

Je nach Standort können drei Typen unterschieden werden: feuchte, frische und trockene Pappelau (Margl 1973).

Die **feuchte Pappelau** kann am besten mit Hilfe eines Bodenprofils bestimmt werden. Liegen die Rostflecke höher als 60 cm, ist eine starke Wasserbeeinflussung erkennbar und es handelt sich daher um diesen Waldtyp. Je nach Lichtangebot am Boden kann es eine üppige oder auch eine sehr reduzierte Krautschicht geben. Diese wird vorwiegend von *Phalaris arundinacea* und *Rubus caesius* dominiert (Margl 1973).

Wenn die Überschwemmungsdauer von 40 Tagen pro Jahr auf sechs Tage pro Jahr reduziert wird, spricht man von der **frischen Pappelau**. Aulehm im Boden nimmt zu, eine ausgedehnte Aulehmdecke bleibt allerdings aus. Rostflecken sind erst unter 60 cm sichtbar. Manchmal können große Flächen mit *Solidago gigantea* zugewachsen werden, ansonsten kommen auch noch *Sambucus nigra*, *Clematis vitalba*, *Aegopodium podagraria* u. a. vor (Margl 1973).

Die **trockene Pappelau** besteht aus reinem Schlich und hat sogar im Wurzelbereich eine kritische Wasserversorgung. In der Strauchschicht nimmt der Eingriffelige Weißdorn zu, auch *Ligustrum vulgare* kommt vor. Unter den krautigen Pflanzen sind z. B. *Stachys sylvatica*, *Galium aparine* oder *Circaea lutetiana* zu finden (Margl 1973), aber auch viele Nährstoffzeiger (Lazowski 1997).

2.4.4. Stabile Au

Hartholzauen finden sich in den standörtlich stabilen Bereichen der Auwälder. Sie werden nur mehr bei starken Hochwässern überflutet und werden daher häufig auch als stabile Au bezeichnet (im Gegensatz zur dynamischen oder weichen Au). Stabile Auwälder sind struktur- und artenreich. Die Hauptbaumarten sind Ulme, Esche und Eiche. Vor allem die Feldulme (*Ulmus minor*) fehlt allerdings häufig aufgrund des Ulmensterbens (Lazowski 1997).

Der typische Wald der stabilen Au ist das Fraxino-Ulmetum. Sie stehen auf braunem Auboden (Lazowski 1997), der nicht bis schwach vergleht ist (Willner et al. 2007).

Die Strauchschicht wird von diversen Pflanzen bewachsen. Die wichtigsten sind *Corylus avellana*, *Ligustrum vulgare*, *Euonymus europaea*, *Cornus sanguinea*, *Cornus mas* und *Crataegus monogyna*. Die Arten der Krautschicht sind stark von standörtlichen Parametern, wie z. B. dem Wasserhaushalt, abhängig. Herrscht im Gebiet ein großer Grundwassereinfluss finden sich Arten wie *Carex riparia* oder *Lythrum salicaria* wieder. Je geringer der Einfluss des Wassers ist, umso mehr kommen die typischen Laubwaldarten, wie z. B. *Anemone ranunculoides*, *Pulmonaria officinalis* oder *Lapsana communis*, vor. Ist die Gefahr von Hochwässern fast völlig gebannt, kommen weitere Arten, wie *Acer campestre*, *Prunus avium* oder *Pyrus pyraster* hinzu (Lazowski 1997).

3. Material und Methoden

3.1. Auswahl der Probeflächen

Zur Auswahl der Probepunkte wurde der Stichprobeninventurpunkteraster der Österreichischen Bundesforste (ÖBf) verwendet. Dieser wurde mit den Hybridpappelbeständen von $\geq 80\%$ Kanadapappelanteil verschnitten⁵. Daraus ergaben sich die 119 Probepunkte im niederösterreichischen Teil des Nationalparks.

Für den Wiener Teil des Schutzgebietes wurde im Wesentlichen dieselbe Vorgehensweise gewählt (Daten stammen von der MA 49), da auch hier der gleiche Stichprobenpunkteraster verwendet wird. Hier ergaben sich nach der GIS-Verschneidung sieben Aufnahmepunkte.

Der Abstand der Punkte im Stichprobeninventurraster ist 400 x 100 m (Eckmüllner et al. 2004).

Sowohl beim niederösterreichischen als auch dem Wiener Teil befanden sich die Probepunkte am Nord- als auch am Südufer der Donau, sowie land- und wasserseitig des Marchfelddammes (Tabelle 3). Zusätzlich wurden weitere Flächen aus GIS-Karten durch Zufallsauswahl ermittelt, um die Stichprobenumfänge einzelner Hybridpappelflächen zu erhöhen (z. B. solche mit einem hohen Bestandsalter).

Tabelle 3: Anzahl der Probenpunkte in den Hybridpappelbeständen – Aufteilung in süd- bzw. nordufrig der Donau sowie bei den nordufrigen weiters in land- oder wasserseitig des Marchfeldschutzdammes.

	südufrig	nordufrig	landseitig	wasserseitig
Niederösterreich	29	38	3	35
Wien	8	4	3	1

Die Keimzellenflächen wurden sowohl mittels GIS (Bestandspolygone unter 21 Jahren) als auch, zur Erhöhung der Stichprobenzahl (da noch nicht alle Keimzellen in den GIS-Daten eingearbeitet waren), teils durch Daten der Revierförster ergänzt. So wurden insgesamt 21 Keimzellen besichtigt und aufgenommen (Tabelle 4).

Jene Punkte, welche am Probenpunkt offensichtlich keine *Populus xcanadensis* (bzw. nur in sehr geringem Anteil von deutlich $< 80\%$ Anteil) oder keinen Keimzellenbestand aufwiesen, wurden aus der Aufnahmepunktliste gestrichen.

Aus diversen anderen Gründen konnten einige andere Punkte nicht aufgenommen werden. In der Gesamtheit wurden somit 100 Punkte aufgenommen (Tabelle 4).

Tabelle 4: Anzahl der Probenpunkte in den Hybridpappelbeständen bzw. Keimzellen in Wien und Niederösterreich.

	Hybridpappelbestand	Keimzelle
Niederösterreich	67	21
Wien	12	0
Summe	79	21

⁵ Verschneidung = "digitales Zusammenführen von Lage- und Attributinformationen mehrerer Themenebenen oder Objektklassen" (Geoinformatik-Service 2015)

3.2. Felderhebung

Die Felderhebung fand von Juli bis Oktober 2014 sowie von Mai bis Juli 2015 statt.

Für die Felderhebungen wurden die Punkte mittels GPS-Empfänger (Garmin, GPSmap 62s) aufgesucht. Da die Größe der Aufnahmeflächen für Waldgesellschaften bei mind. 100 m² liegt (Dierschke 1994), wurde eine quadratische Fläche von 20 mal 20 Metern eingemessen. Nur in Ausnahmefällen (z. B. in Weg- oder Gewässernähe) wurden die Aufnahmeflächen verkleinert, um die Homogenität der Aufnahmeflächen nicht zu gefährden (Trempe 2005). Den Mittelpunkt dieser Aufnahmefläche bildete der Stichprobeninventurpunkt der Österreichischen Bundesforste (Eckmüllner et al. 2004). Diese sind mittels roter Holzpflöcke markiert. An zwei Bäumen in der Umgebung des Punktes befinden sich rote T-Markierungen in ca. zwei Metern Höhe. Diese zeigen in die Richtung des Punktes und sollen die Orientierung erleichtern (Eckmüllner et al. 2004). Sollte kein Pflöck auffindbar gewesen sein, so wurde der Stichprobeninventurpunkt zwischen den mit einem T-markierten Bäumen angenommen und neu eingemessen. Sollten auch keine markierten Bäume sichtbar gewesen sein, so wurde der Plot, welcher laut GPS-Empfänger am nächsten an den gegebenen Koordinaten war, als Plotmittelpunkt verwendet und ebenfalls neu eingemessen, um das Auffinden für Folgeuntersuchungen zu gewährleisten. Danach wurden die Kopfdaten für den jeweiligen Plot erhoben (näheres siehe 7.5. Aufnahmeformulare, Seite 101). Anschließend wurde die Vegetation nach Braun-Blanquet erhoben (Trempe 2005). Die einzelnen Vegetationsschichten wurden wie folgt definiert (vgl. Dierschke 1994):

- Baumschicht 1: > 5 m, mit herausragenden Überhältern
- Baumschicht 2: > 5 m, dichtere Hauptkronenschicht; wurde nur aufgenommen, wenn sich die Baumschicht in zwei Schichten aufgeteilt hat
- Strauchschicht: Gehölze unter 5 m Höhe
- Krautschicht: bis 1,5 m Höhe

Jeder im Plot befindliche Baum (befindlich in Baumschicht 1 oder 2) wurde ins Bauminventar aufgenommen. Dazu wurde die Höhe geschätzt sowie der BHD (0,5 cm-Genauigkeit) mittels Kluppe gemessen. Zusätzlich wurde der Zustand aufgenommen (z. B. Mistelbefall, Pilzbefall, Baumhöhlen, sonstige Schäden, etc.). Das vorhandene Totholz mit einem Durchmesser von mind. 10 cm an der dicksten Stelle wurde vermessen (Durchmesser und Länge) und notiert ob es stehend, hängend oder liegend ist. Zusätzlich wurde das Totholz, welches dünner als zehn Zentimeter im Durchmesser war nach Kategorien geschätzt (keines bis sehr viel).

3.3. Parameter aus bestehenden Datensätzen

Die Parameter wie das Alter des Bestandes, der Anteil an Kanadapappeln, die Distanzen zu den nächsten Keimzellen, den nächsten Gewässern und Wegen wurden aus den GIS-Datensätzen berechnet. Für Plots hinter dem Hochwasserschutzdamm wurden jeweils die nächsten Gewässer hinter dem Bauwerk verwendet.

Es wurden folgende Layer in GIS verwendet:

- Hybridpappelbestände – Quelle: ÖBf, 2014
- Keimzellenbestände – Quelle: ÖBf, 2014
- Stichprobeninventurraster – Quelle: ÖBf und MA 49, 2014
- ÖK 50 – Quelle: BEV, 2010
- Abteilungsnummern – Quelle: ÖBf und MA 49, 2014

Für die Keimzellen wurde zusätzlich das Jahr der Aufforstung sowie die Anzahl und Art der gesetzten Bäume von den Revierleitern eingeholt.

3.4. Datenauswertung

Die Verwaltung der Ergebnisse und Daten (Bauminventar, Totholz, etc.) wurde in "Microsoft Access 2010" (© Microsoft 2010) durchgeführt. Die Analyse erfolgte anschließend in "SPSS 22" (© IBM 1989, 2013).

Die Vegetationsaufnahmen wurden in das Programm "Turboveg for Windows 2.116" (© S. Hennekens 1998-2015) eingetragen. Danach erfolgten die Analyse mit TWINSpan sowie die Berechnung der Zeigerwerte in "JUICE 7.0.102" (© L. Tichý 1999-2010).

Alle in den Aufnahmeflächen festgestellten Arten wurden Eigenschaften einerseits zu ihrer Herkunft (heimisch vs. (invasiv) neophytisch), andererseits zu ihrem Hauptverbreitungsgebiet (z. B. Wald, ruderal Standorte, Ufer, Wiesen, etc.) zugeordnet. Hierzu wurden die Daten aus Fischer et al. (2008) verwendet.

Das Alter der Pappelbestände wurde in vier Altersklassen (AKL) eingeteilt:

- 0 = 0-15 Jahre; für Keimzellen
- 1 = 20-39 Jahre
- 2 = 40-59 Jahre
- 3 = 60-81 Jahre

Die im Plot befindlichen Bäume wurden vermessen (BHD und Höhe) und in ihrem Zustand beschrieben. Bei jedem Baum wurde vermerkt, ob es bez. der Vitalität Beeinträchtigungen geben kann und diese wurden notiert. Im Anschluss wurden diese Eigenschaften in Vitalitätsklassen eingeteilt:

- Klasse 1: gesunde Bäume (z. B. Wasserreiser, eingezäunte Bäume, etc.)
- Klasse 2: ± starke Beeinträchtigungen (z. B. Rindenschäden, Mistelbefall, tote Äste, geringelte Bäume, die aber noch leben, etc.)
- Klasse 3: tote Bäume

Von den vermessenen Tothölzern (Durchmesser an der dicksten Stelle sowie Länge) und abgestorbenen Hybridpappeln wurde das Volumen berechnet und in Kubikmeter ausgegeben. Die Totholzschätzung des nicht vermessenen Holzes wurde in Kategorien einteilt (Kategorie 1 = keines bis Kategorie 9 = sehr viel).

Für den Vergleich mit der potentiell natürlichen Vegetation (ursprüngliche Standorten der Keimzellen und Hybridpappelbestände) wurden die Daten aus der Standortskarte nach Margl (1970) und Jelem (1965) ausgelesen und mit den Aufnahmepunkten verschnitten. Danach erfolgte zur Vereinfachung der statistischen Auswertung die Gliederung der Standortstypen in die dynamische Au und die stabile Au (Tabelle 5). Die Standortstypen Wiesen, Schwechatsediment feucht und fehlende Angaben (da auf der Karte nicht verzeichnet) wurden nicht in die Analysen eingeschlossen.

Tabelle 5: Einteilung der Pflanzengesellschaften in die dynamische und die stabile Au (vgl. Ellenberg et al. 2010).

Standortstyp	Kategorie
feuchte (Weißpappel-)Feldulmenau	stabile Au
feuchte Harte Au	stabile Au
feuchte Pappelau	dynamische Au
feuchte und nasse Weidenau	dynamische Au
feuchte Weißpappelau	dynamische Au
frische Eschen-Feldulmenau	stabile Au
frische Harte Au	stabile Au
frische Pappelau	dynamische Au
frische Weidenau	dynamische Au
Schwarzpappelau	dynamische Au
trockene Pappelau	dynamische Au
trockene Weißpappelau	dynamische Au

Bei Angaben zu Prozenten der Deckung wurden die mittleren Deckungsprozent nach Braun-Blanquet nach der Umrechnung von Turboveg (© S. Hennekens 1998-2015) verwendet. Dabei wird folgendermaßen vorgegangen:

- r = 1 %
- + = 2 %
- 1 = 3 %
- 2 = 13 %
- 3 = 38 %
- 4 = 68 %
- 5 = 88 %

3.4.1. TWINSPAN

In JUICE (© L. Tichý 1999-2010) wurde eine TWINSPAN-Analyse (**Two-Way Indicator Species Analysis**) (Hill 1979) der Vegetationsaufnahmen durchgeführt (getrennt nach Hybridpappelbeständen und Keimzellen). Die verwendeten cut levels für die Pseudospecies waren drei. Die Werte der cut levels wurden mit 0, 5 und 25 angenommen. Die minimale Gruppengröße wurde mit fünf angegeben.

3.4.2. Zeigerwerte nach Ellenberg

Die Zeigerwerte nach Ellenberg sind empirisch erhobene Daten, welche die ökologischen Ansprüche von Pflanzen wiedergeben, allerdings nicht ihre physiologischen Ansprüche. Es ist ein häufig verwendetes Mittel der Bioindikation und kann zur synökologischen Einteilung ganzer Bestände verwendet werden (Dierschke 1994; Tremp 2005).

Es gibt insgesamt acht Zeigerwerte, wobei JUICE nur die ersten sechs verarbeitet und daher auch nur diese in der Arbeit näher berücksichtigt werden. Prinzipiell gehen die Skalen von einem Extremwert (1) zum gegenteiligen Extremwert (9), dazwischen gibt es Mittelwerte des Zahlenwertes (5) und x wird bei indifferenten Arten verwendet (Dierschke 1994).

Folgende Zeigerwerte nach Ellenberg sind definiert (vgl. Dierschke 1994):

- Lichtzahl (L): gibt die Schattenverträglichkeit wieder; 1 = Tiefschattenpflanze bis 9 = Volllichtpflanze
- Temperaturzahl (T): Ordnung nach Verbreitungsbildern (Nord- bzw. Höhengrenze); 1 = Kältezeiger bzw. alpin-subalpine Pflanzen bis 9 = extreme Wärmezeiger bzw. mediterrane Pflanzen
- Kontinentalitätszahl (K): Verbreitungsvorliebe in ozeanischem oder kontinentalerem Klima: 1 = euozeanisch bis 9 = eukontinental
- Feuchtezahl (F): Einteilung nach der Wasserversorgung bzw. Bodenfeuchte; 1 = starke Trockenheitszeiger bis 9 = Nässezeiger; Erweiterung der Skala für Wasserpflanzen (10 = Wechselwasserzeiger bis 12 = Unterwasserpflanzen)
- Reaktionszahl (R): Anordnung nach der Bodenreaktion; 1 = Starksäurezeiger bis 9 = Basen- bzw. Kalkzeiger
- Stickstoffzahl (N): Ordnung nach Stickstoffzahl; 1 = Magerkeitszeiger bis 9 = übermäßiger Stickstoffzeiger
- Salzzahl (S): Einteilung nach der Salzverträglichkeit; 1 = schwach salzertragend bis 9 = extremer Salzzeiger
- Schwermetalltoleranz: Verträglichkeit von übermäßiger Konzentration an Schwermetallen (z. B. Blei, Zink, ...); b = mäßig tolerant und B = ausgesprochen tolerant

Weiters gibt Ellenberg noch Blattausdauer, Lebensform, Häufigkeit, Gefährdung sowie soziologisches Verhalten der Pflanzen an (Dierschke 1994).

Die Zeigerwerte nach Ellenberg wurden ebenfalls in JUICE berechnet. Die Grundlagen dafür bildete die Liste von Pignatti (2013), welche mit Ellenberg et al. (2010) ergänzt wurde. JUICE berechnete die mittleren Zeigerwerte nach Ellenberg pro Vegetationsaufnahme. Die Berechnung erfolgte ungewichtet, da dies einfacher zu handhaben ist. Außerdem meinte Ellenberg (2001) selbst, dass es der bessere Weg sei, "denn die Menge bzw. der Deckungsgrad, den eine Pflanzenart im Bestand mit anderen erreicht, hängt nicht nur von der Standortsgunst sondern auch von ihrer spezifischen Wuchsweise ab".

3.4.3. Weitere statistische Methoden und Auswertungen

Alle nicht in den vorhergegangenen Kapiteln erwähnten statistischen Tests und Auswertungen wurden in SPSS 22 (© IBM 1989, 2013) durchgeführt.

Es wurden deskriptive Methoden, Mann-Whitney-U-Tests, Kruskal-Wallis-Tests sowie Korrelationen nach Spearman zur Berechnung verwendet. Alle statistischen Tests, welche mit Artenzahlen rechneten, erfolgten inkl. aller Pseudospecies. Sollten die Pseudospecies nicht inkludiert worden sein, wird dies extra angeführt.

Mann-Whitney-U-Tests berufen sich bei den p-Werten immer auf die 2seitig asymptotische Signifikanz und wurden, sofern nicht anders angegeben, positiv auf Varianzhomogenität getestet (Levene-Test).

Das Signifikanzniveau wurde mit $p \leq 0,05$ angenommen.

4. Ergebnisse

Insgesamt wurden 79 Hybridpappelbestände und 21 Keimzellen untersucht. Die Aufteilung nach Hybridpappelanteil und AKL erfolgte, wie in Tabelle 6 dargestellt.

Tabelle 6: Anteil der Kanadapappelbestände eingeteilt in vier Altersklassen und ihrem Anteil an *Populus × canadensis*.

	0 %	80 %	90 %	100 %	Summe
0-15 Jahre	21	0	0	0	21
20-39 Jahre (AKL 1)	0	2	2	8	12
40-49 Jahre (AKL 2)	0	3	17	13	33
50-59 Jahre (AKL 3)	0	7	8	8	23
60-81 Jahre (AKL 4)	0	0	2	9	11
Summe	21	12	29	38	100

Jene Bestände, welche 0-15 Jahre alt sind und 0 % Hybridpappelanteil aufweisen, sind ausschließlich Keimzellen (Tabelle 6).

4.1. Übersicht der Ergebnisse (Hybridpappelbestände)

4.1.1. Artenabundanz

In den 79 Aufnahme­flächen kamen im Schnitt 19,04 (StAw = 7,27) Arten vor. Das Minimum liegt bei acht, das Maximum bei 42 Pflanzenarten. Gesamt konnten 140 Arten (ohne Pseudospecies gezählt) in den Hybridpappelbeständen festgestellt werden. Davon konnten zehn nur auf das Gattungsniveau bestimmt werden. 20 Arten sind Neophyten, hiervon sind wiederum sieben Pflanzenarten als invasiv einzustufen (Fischer et al. 2008). Dies entspricht einem Anteil von 14,29 % (Neophyten gesamt) und 5,00 % Anteil für invasive Neophyten, gemessen an der Gesamtartenzahl.

Die Artenzahlen (Minimum, Maximum, Mittelwert sowie Standardabweichung) der unterschiedlichen Schichten sind Tabelle 7 zu entnehmen.

Tabelle 7: Artenzahlen je Vegetationsschicht.

	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
BS 1	1	7	2,05	1,04
BS 2	0	6	1,04	1,25
SS	0	9	3,11	1,94
KS	4	29	12,84	5,82

4.1.2. Zeigerwerte nach Ellenberg

Die Diversität der ersten Baumschicht hängt mit dem Lichtwert zusammen. Die Artenvielfalt an Gehölzen in der Krautschicht ist an trockeneren und schattigeren Standorten höher als an den anderen. Die Diversität der Baumarten in der Krautschicht hängt zusätzlich von den vorhandenen Nährstoffen ab. Heimische Pflanzenarten sind in weniger stark lichtexponierten Beständen zu finden, Neophyten eher auf wärmeren Flächen. Sträucher bevorzugen basenreichere Böden (Tabelle 8). Hinsichtlich der Deckungen der verschiedenen Schichten und den Zeigerwerten nach Ellenberg konnten keine signifikanten Zusammenhänge erbracht werden (Spearman-Korrelation).

Tabelle 8: Spearman-Korrelationen der Artenzahlen mit den Zeigerwerten nach Ellenberg; p-Wert ist gegeben, in Klammer stehen die Korrelationskoeffizienten; signifikante Werte sind fett hervorgehoben.

	Temperatur	Kontinentalität	Feuchtigkeit	Stickstoff	Licht	Bodenreaktion
Gesamtartenzahl	0,744 (-0,037)	0,615 (-0,057)	0,130 (-0,172)	0,804 (-0,028)	0,055 (0,144)	0,315 (0,114)
BS 1	0,341 (0,109)	0,428 (-0,090)	0,533 (-0,071)	0,242 (-0,133)	0,000 (-0,400)	0,077 (0,200)
BS 2	0,683 (0,047)	0,130 (0,172)	0,698 (-0,044)	0,426 (-0,091)	0,731 (-0,039)	0,271 (0,125)
SS	0,818 (0,026)	0,754 (-0,036)	0,903 (-0,014)	0,976 (0,003)	0,439 (-0,088)	0,006 (0,306)
KS	0,393 (-0,098)	0,341 (-0,108)	0,150 (-0,163)	0,737 (0,038)	0,164 (-0,158)	0,952 (0,007)
KS – Geh.	0,762 (-0,035)	0,565 (-0,066)	0,050 (-0,221)	0,221 (-0,139)	0,011 (-0,284)	0,104 (0,184)
KS – Bäume	0,620 (0,060)	0,262 (-0,136)	0,140 (-0,178)	0,029 (-0,261)	0,000 (-0,432)	0,039 (0,247)
heimische Arten	0,427 (-0,091)	0,694 (-0,045)	0,174 (-0,155)	0,788 (-0,031)	0,035 (-0,238)	0,332 (0,110)
Neophyten	0,044 (0,227)	0,870 (-0,019)	0,078 (-0,199)	0,929 (-0,010)	0,391 (-0,098)	0,740 (0,038)

4.2. Hybridpappelbestandsentwicklung

Im Folgenden sind die Ergebnisse, in Bezug zur jeweiligen Altersklasse, dargestellt.

4.2.1. Artenabundanz

Die Verteilung der mittleren Artenzahlen je AKL ist in Abbildung 3 zu sehen. In der AKL 2 sind die wenigsten Arten zu finden (MW = 16,39; StAw = 5,63). In der AKL 4 gibt es die meisten Arten (MW = 22,73; StAw = 7,19), gefolgt von AKL 1 (MW = 20,33; StAw = 7,40) und AKL 3 (MW = 20,39; StAw = 8,38). Die statistische Signifikanz wurde mittels Kruskal-Wallis-Test bestätigt ($p = 0,049$).

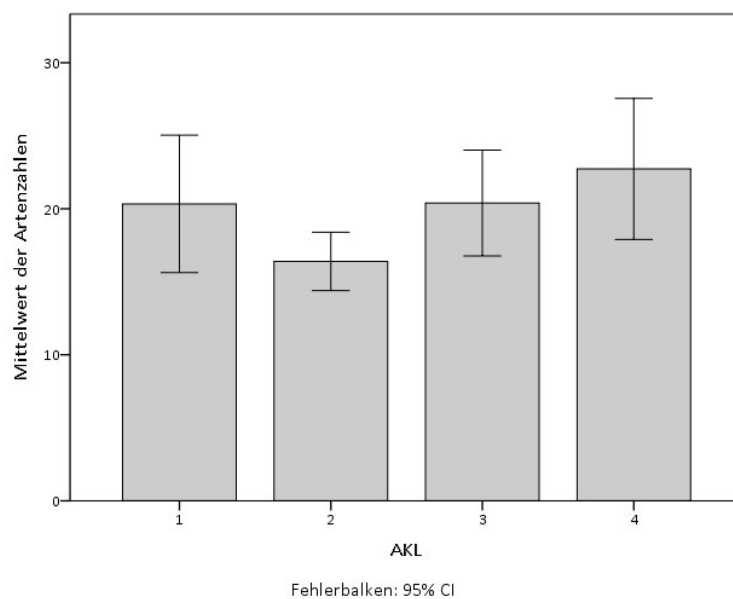


Abbildung 3: Die mittlere Artenzahl je Altersklasse.

In Abbildung 4 ist die Verteilung der Arten je Schicht und Altersklasse zu sehen. Ein Anstieg der Arten der Baumschicht 2 von 0,58 (StAw = 0,90) im Mittel in der AKL 1 hin zu 1,45 Arten (StAw = 1,21; AKL 4) ist zu erwähnen. Alle anderen Werte sind Tabelle 9 zu entnehmen.

Ergebnisse

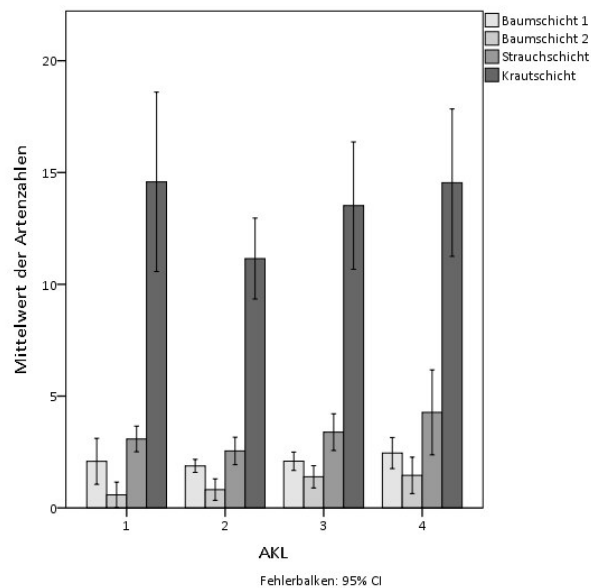


Abbildung 4: Die mittlere Artenzahl je Altersklasse und Schicht.

Tabelle 9: Mittlere Artenzahlen je AKL; StAw in Klammer.

	AKL 1	AKL 2	AKL 3	AKL 4
BS 1	2,08 (1,62)	1,88 (0,82)	2,09 (0,95)	2,45 (1,04)
BS 2	0,58 (0,90)	0,82 (1,36)	1,39 (1,16)	1,45 (1,21)
SS	3,08 (0,90)	2,55 (1,73)	3,39 (1,90)	4,27 (2,83)
KS	14,58 (6,32)	11,15 (5,10)	13,52 (6,59)	14,55 (4,91)

Der Artenzahlanstieg von AKL 2 zu AKL 4 beruht vorwiegend auf dem Anstieg der heimischen Pflanzen. Die heimischen Artenzahlen erhöhen sich von 13,33 (StAw = 4,99) im Mittel auf 17,73 (StAw = 7,09), was einer mittleren Erhöhung um 4,40 Arten entspricht. Die Neophyten hingegen erhöhen sich im selben Zeitraum um lediglich 1,33 (AKL 2: MW = 2,85; StAw = 1,20; AKL 4: MW = 4,18; StAw = 1,40). Wenn man die erste Altersklasse mit der vierten vergleicht, nehmen die heimischen Artenzahlen um 2,23 zu und die Neophyten um 0,40 ab (Abbildung 5). Die Abnahme der Artenzahl an Neophyten ist statistisch signifikant (Kruskal-Wallis-Test: $p = 0,006$).

Ergebnisse

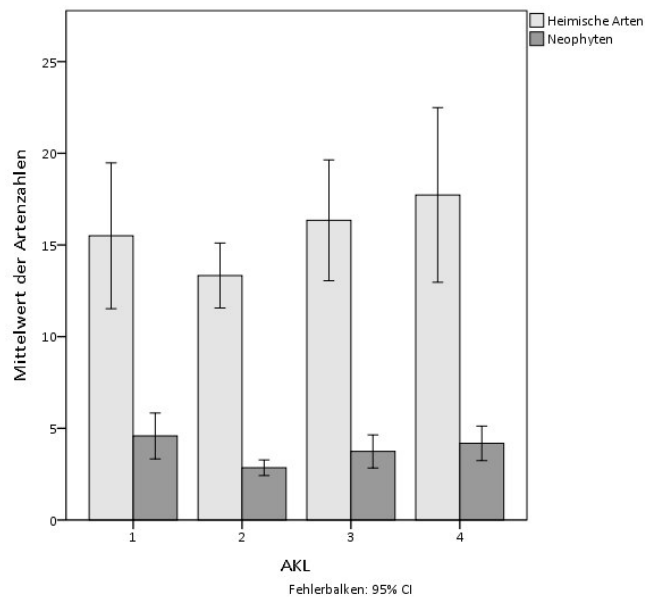


Abbildung 5: Vergleich der Gesamtartenzahlen nach der Einteilung in heimische und neophytische Arten.

Hinsichtlich der Deckungen können die Bestände der vier Altersklassen anhand der mittleren Deckung der invasiven Neophyten (Kruskal-Wallis-Test: $p = 0,005$) und der gesamten Neophyten (Kruskal-Wallis-Test: $p = 0,002$) in der Strauchschicht unterschieden werden.

In AKL 1 decken invasive Neophyten in der Strauchschicht im Mittel 17,42 % (StAw = 20,71), während sie in AKL 4 nur 7,55 % (StAw = 11,59) decken.

Die Entwicklung der Deckung der invasiven Neophyten in allen vier Schichten und AKL sind in Abbildung 6 dargestellt.

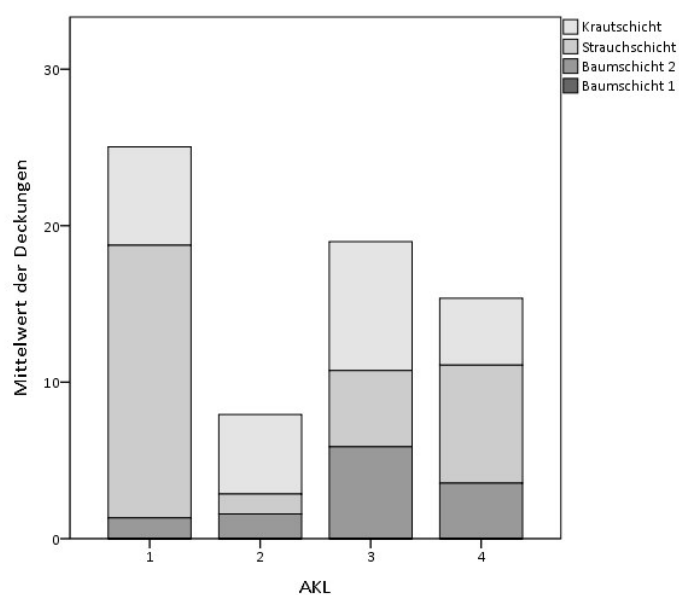


Abbildung 6: Vergleich der mittleren Deckungen der invasiven Neophyten der vier Altersklassen.

Ergebnisse

Wenn man die Arten hinsichtlich ihres eigentlichen Verbreitungsschwerpunkt in Bezug auf das Habitat vergleicht, kann man feststellen, dass sich die Waldartenzahlen von den jüngsten Beständen hin zu den ältesten von 7,17 (StAw = 4,57) auf 9,09 (StAw = 3,36) erhöhen (Kruskal-Wallis-Test: $p = 0,006$).

Hinsichtlich der Deckungen der verschiedenen Pflanzenschichten und der AKL gibt es folgende signifikante Unterschiede:

Die Bestände mit unterschiedlichen AKL sind bezüglich ihrer Deckung der Baumschicht 2 (Kruskal-Wallis-Test: $p = 0,005$) und der Gesamtdeckung (Kruskal-Wallis-Test: $p = 0,034$) verschieden.

Die Gesamtdeckung nimmt von 86,25 % (AKL 1; StAw = 9,32) im Mittel bis hin zu 89,55 % (StAw = 4,16) bei den ältesten Beständen zu. Die Baumschicht 2 deckt in Beständen der jüngsten Altersklasse im Mittel 10,17 % (StAw = 15,71), während sie bei der AKL 4 18,18 % (StAw = 16,32) deckt (Tabelle 10).

Tabelle 10: Mittlere Deckungen der vier Altersklassen (StAw in Klammer).

	Gesamtdeckung	BS 1	BS 2	SS	KS
AKL 1	86,25 (9,32)	51,25 (15,69)	10,17 (15,71)	36,92 (21,07)	44,83 (32,47)
AKL 2	92,42 (10,69)	41,21 (18,71)	8,73 (16,20)	34,12 (28,36)	57,73 (38,44)
AKL 3	88,70 (6,46)	49,35 (16,26)	23,39 (20,10)	39,83 (16,16)	47,70 (30,01)
AKL 4	89,55 (4,16)	38,64 (16,75)	18,18 (16,32)	42,73 (25,04)	43,18 (27,48)

Die Deckungen der verschiedenen Schichten beeinflussen das Auftreten der Arten in der Krautschicht. Je geringer die Gesamtdeckung ist, desto höher ist die Artenzahl der Krautschicht bzw. auch die der Gehölze in der Krautschicht. Eine hohe Deckung der Baumschicht 2 erhöht ebenfalls die Verjüngung der Gehölz- und Baumarten in der Krautschicht. Mit dem Vorhandensein einer (höheren) Deckung der Baumschicht 2 und der Strauchschicht steigen die Gesamtartenzahlen. Ist die Deckung der Baumschicht 2 hoch, beeinflusst dies positiv die Artenzahl der Strauchschicht. Eine hohe Deckung der Krautschicht erschwert das Keimen von Bäumen und Gehölzen. Diese und weitere Korrelationen sind Tabelle 11 zu entnehmen.

Ergebnisse

Tabelle 11: Spearman-Korrelationen der Deckungen (Spalten) mit den Artenzahlen (Zeilen) der einzelnen Schichten; p-Wert ist gegeben, in Klammer stehen die Korrelationskoeffizienten; signifikante Werte sind fett hervorgehoben.

	Gesamt- deckung	BS 1	BS 2	SS	KS
Gesamtarten- zahl	0,024 (-0,254)	0,379 (-0,100)	0,001 (0,353)	0,042 (0,230)	0,206 (-0,144)
BS 1	0,720 (0,041)	0,690 (0,046)	0,454 (0,085)	0,158 (0,160)	0,759 (-0,035)
BS 2	0,256 (-0,129)	0,638 (-0,054)	0,000 (0,845)	0,587 (-0,062)	0,300 (-0,118)
SS	0,233 (-0,136)	0,064 (-0,210)	0,046 (0,225)	0,004 (0,318)	0,171 (-0,155)
KS	0,039 (-0,233)	0,971 (-0,004)	0,158 (0,160)	0,106 (0,183)	0,568 (-0,065)
KS (Bäume)	0,011 (-0,285)	0,485 (0,080)	0,001 (0,351)	0,071 (0,204)	0,022 (-0,257)
KS (Geh.)	0,002 (-0,351)	0,973 (0,004)	0,004 (0,332)	0,008 (0,295)	0,002 (-0,348)

4.2.2. Shannon-Wiener-Index

Der Shannon-Wiener-Index ist das am häufigsten verwendete Biodiversitätsmaß. Er berücksichtigt sowohl die Artenzahl als auch die Gleichmäßigkeit der Verteilung dieser Arten. Die Ausgeglichenheit der Arten fällt dabei schwerer ins Gewicht (Trempe 2005).

Der Biodiversitätsindex fällt von AKL 1 auf AKL 2 leicht ab. Ab AKL 2 steigt dieser jedoch an (Abbildung 7; Tabelle 12). Dies belegt, dass sich die steigenden Artenzahlen auch gleichmäßig verteilen und nicht nur wenige Pflanzen von älteren Hybridpappelbeständen profitieren.

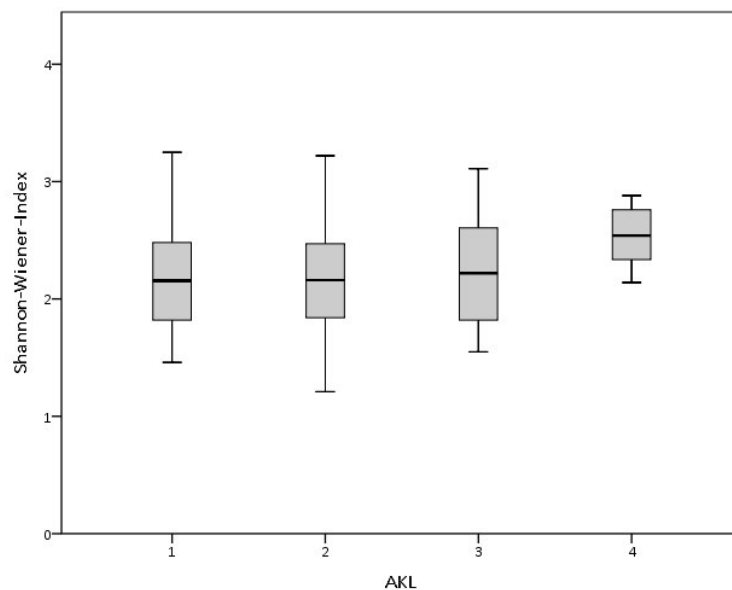


Abbildung 7: Shannon-Wiener-Index der vier AKL.

Ergebnisse

Tabelle 12: Shannon-Wiener-Index in den vier Altersklassen.

	mittlerer Shannon-Wiener-Index	StAw
AKL 1	2,20	0,50
AKL 2	2,15	0,44
AKL 3	2,27	0,48
AKL 4	2,54	0,26

Der Zusammenhang zwischen einem höheren Shannon-Wiener-Index und den Altersklassen ist statistisch signifikant (Spearman-Korrelation: Korrelationskoeffizient = 0,244; $p = 0,030$).

4.2.3. Zeigerwerte nach Ellenberg

Die mittleren Zeigerwerte nach Ellenberg sind Tabelle 13 und Abbildung 8 zu entnehmen.

Tabelle 13: Die mittleren Zeigerwerte nach Ellenberg je Altersklasse; StAw in Klammer.

	Licht	Temperatur	Kontinentalität	Feuchtigkeit	Stickstoff	Boden
AKL 1	5,89 (0,49)	5,78 (0,25)	4,68 (0,20)	6,15 (0,43)	6,61 (0,39)	6,67 (0,34)
AKL 2	6,04 (0,53)	5,59 (0,25)	4,74 (0,19)	6,13 (0,45)	6,57 (0,37)	6,58 (0,25)
AKL 3	5,86 (0,67)	5,68 (0,30)	4,78 (0,18)	6,13 (0,50)	6,55 (0,37)	6,60 (0,26)
AKL 4	5,65 (0,31)	5,59 (0,19)	4,63 (0,11)	6,02 (0,22)	6,59 (0,25)	6,56 (0,31)

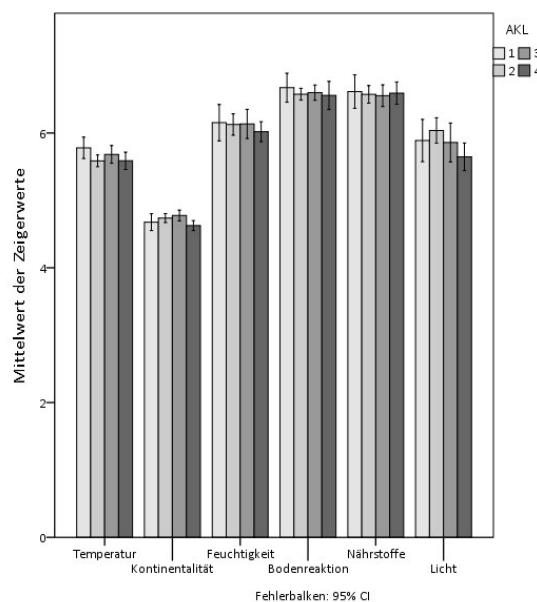


Abbildung 8: Zeigerwerte nach Ellenberg für die vier AKL.

Korrelationen mit den Zeigerwerten und den Altersklassen ergaben keine signifikanten Ergebnisse (Spearman-Korrelation).

4.2.4. Verjüngung der Baum- und Gehölzarten

Es konnten bis zu elf Gehölzarten, davon sieben Baumarten in Verjüngung, je Plot in der Krautschicht gefunden werden. Gesamt befinden sich 35 Gehölzarten in der Gehölzverjüngung der Hybridpappelbestände (ausgenommen Lianen und Kletterpflanzen). Davon sind 24 Arten Bäume.

Tabelle 14 zeigt die mittleren Prozent der Deckung der häufigsten Baumarten in der Krautschicht. Als weitere sind zu nennen: *Acer pseudoplatanus*, *Acer* sp., *Ailanthus altissima*, *Alnus glutinosa*, *Alnus incana*, *Fagus sylvatica*, *Fraxinus angustifolia*, *Morus alba*, *Quercus robur*, *Salix* sp., *Ulmus minor* und *Ulmus* sp.

Tabelle 14: Baumverjüngung in Prozent der mittleren Artmächtigkeit in der Krautschicht; StAw in der Klammer; fett geschriebene Pflanzenarten waren die häufigsten in der Gruppe.

Baumart	AKL 1	AKL 2	AKL 3	AKL 4
<i>Acer campestre</i>	0,42 (0,99)	0,94 (2,42)	1,96 (4,46)	6,45 (11,58)
<i>Acer negundo</i>	4,42 (5,33)	5,39 (8,05)	8,35 (12,58)	5,64 (11,38)
<i>Fraxinus excelsior</i>	2,92 (4,89)	2,18 (7,17)	4,48 (8,44)	15,82 (15,09)
<i>Fraxinus pennsylvanica</i>	1,25 (3,75)	0,27 (0,88)	1,35 (3,75)	0,73 (1,27)
Kirschen (<i>Prunus avium</i> , <i>P. cerasifera</i> , <i>P. padus</i> und <i>Prunus</i> sp.)	3,42 (4,70)	2,42 (4,72)	3,13 (4,22)	10,09 (10,91)
Nüsse (<i>Juglans nigra</i> und <i>J. regia</i>)	1,58 (3,78)	1,15 (6,62)	0,43 (0,99)	0,27 (0,91)
<i>Populus alba</i>	0,42 (1,00)	0,58 (2,35)	1,43 (3,75)	0,73 (1,27)
<i>Ulmus laevis</i>	0,42 (0,99)	1,55 (6,92)	1,61 (3,75)	0,45 (1,04)

Die unterschiedlichen AKL konnten hinsichtlich des Vorkommens folgender Gehölzarten in den jeweiligen Schichten mittels Kruskal-Wallis-Test unterschieden werden: *Fraxinus excelsior* in der Krautschicht ($p = 0,000$), *Prunus padus* in der Krautschicht ($p = 0,028$), *Quercus robur* in der Krautschicht ($p = 0,018$), *Acer negundo* in der Strauchschicht ($p = 0,003$), *Sambucus nigra* in der Strauchschicht ($p = 0,005$), *Fraxinus excelsior* in der Strauchschicht ($p = 0,033$) und *Fraxinus pennsylvanica* in der Baumschicht 2 ($p = 0,006$).

Die Mittelwerte der Artmächtigkeit der signifikanten Ergebnisse der Strauchschicht sind Tabelle 15 zu entnehmen.

Ergebnisse

Tabelle 15: Mittelwerte und StAw (in Klammer) der sich signifikant unterscheidenden Gehölze der Strauchschicht.

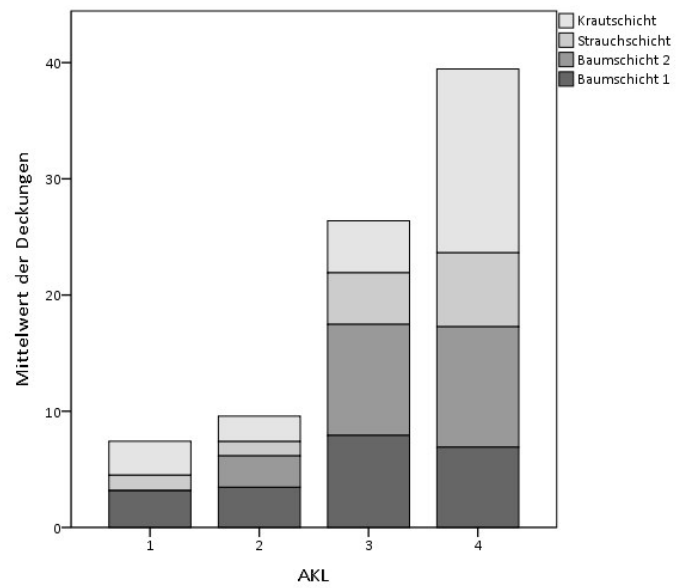
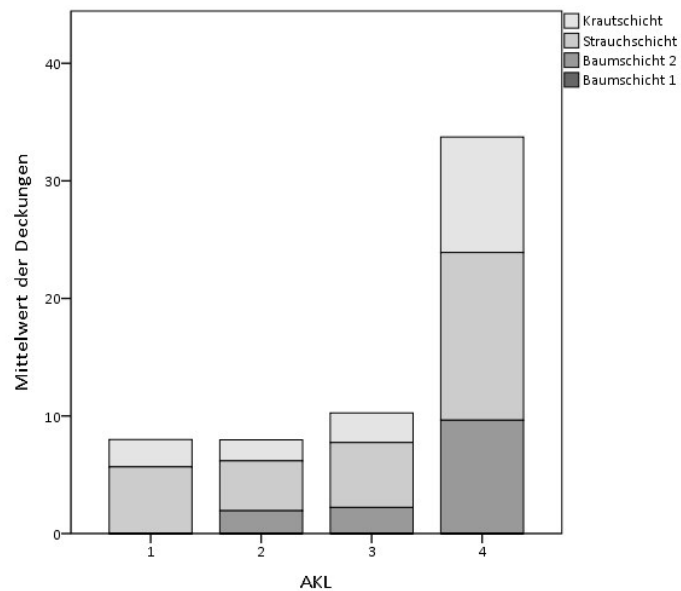
Baumart	AKL 1	AKL 2	AKL 3	AKL 4
<i>Acer negundo</i>	34,50 (30,04)	3,21 (7,82)	12,91 (19,67)	17,73 (23,81)
<i>Fraxinus excelsior</i>	1,33 (3,77)	1,24 (6,62)	4,43 (11,23)	6,36 (11,64)
<i>Sambucus nigra</i>	22,17 (26,73)	7,03 (13,82)	8,87 (14,53)	24,27 (16,40)

Ein Kruskal-Wallis-Test zeigte kein signifikantes Ergebnis hinsichtlich der mittleren Deckungsprozent der invasiven verholzenden Neophyten ($p = 0,438$) oder den gesamten neophytischen Gehölzen ($p = 0,184$) in der Verjüngungsschicht der vier Altersklassen.

Die vier wichtigsten Baumarten (laut den Artenzahlen in Tabelle 14) in der Verjüngung der Hybridpappelbestände sind: *Fraxinus excelsior*, *Prunus padus*, *Acer campestre* und *A. negundo*. Deren Verteilung in den verschiedenen Schichten der vier Altersklassen wird im Folgenden dargestellt:

Die Gemeine Esche nimmt an der mittleren Deckung über die vier Altersklassen hinweg zu (Abbildung 9). *Prunus padus* zeigt einen ähnlichen Trend (Abbildung 10). Aufgrund ihrer geringeren Höhe (bis zu 12 Meter) (Jäger et al. 2009) kommt es allerdings nicht bis zum Auftreten der Traubenkirsche in Baumschicht 1. Der Feld-Ahorn folgt dem allgemeinen Trend des Absinkens von der AKL 1 zur AKL 2. Außerdem verschwindet er aus der Baumschicht 1, wo *Acer campestre* nur in der AKL 1 zu finden ist (Abbildung 11). *Acer negundo* verhält sich in seinem Vorkommen ähnlich. Es gibt einen Abfall der mittleren Deckung von einer sehr hohen in AKL 1 auf die niedrigste Deckung in AKL 2. Nach einem stärkeren Anstieg von AKL 2 auf AKL 3 gibt es bei den ältesten Altersklassen nur mehr eine geringe Zunahme der Deckung (Abbildung 12).

Ergebnisse

Abbildung 9: Entwicklung der mittleren Deckung von *Fraxinus excelsior*.Abbildung 10: Verteilung der mittleren Artmächtigkeit von *Prunus padus*.

Ergebnisse

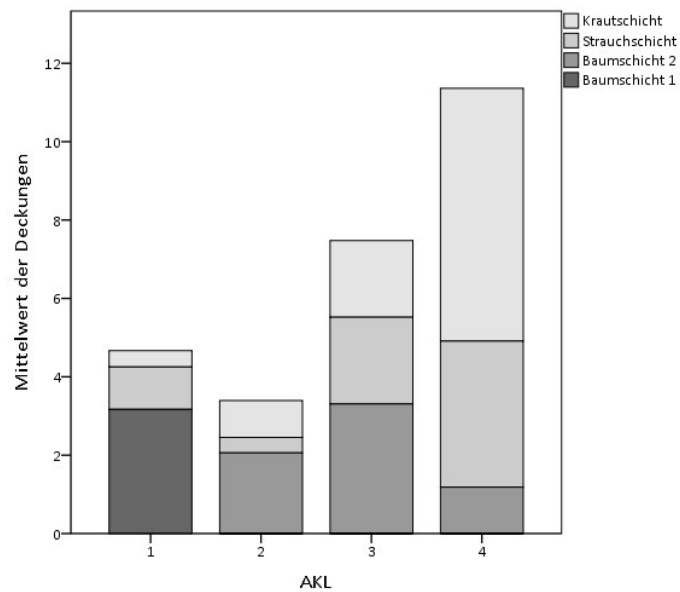
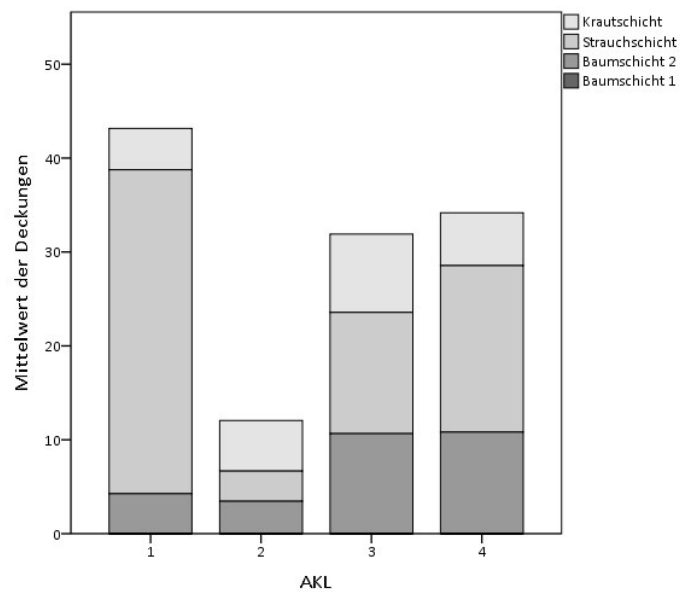


Abbildung 11: Entwicklung der mittleren Deckung des Feld-Ahorns.

Abbildung 12: Verteilung der mittleren Artmächtigkeit von *Acer negundo*.

Das Vorkommen der Baumarten in höheren Schichten beeinflusst die Verjüngung positiv (Tabelle 16).

Ergebnisse

Tabelle 16: Spearman-Korrelationen zwischen den mittleren Deckungen vierer Baumarten in der Krautschicht (Spaltenüberschriften) sowie deren Vorkommen in höheren Schichten; p-Wert ist gegeben, Korrelationskoeffizient steht in Klammer; alle signifikanten Werte sind fett hervorgehoben.

	<i>Fraxinus excelsior</i>	<i>Prunus padus</i>	<i>Acer campestre</i>	<i>Acer negundo</i>
FraExc-BS 1	0,062 (0,211)			
FraExc-BS 2	0,001 (0,362)			
FraExc-SS	0,000 (0,491)			
PruPad-BS 2		0,035 (0,238)		
PraPad-SS		0,000 (0,499)		
AceCam-BS 1			0,108 (0,182)	
AceCam-BS 2			0,017 (0,267)	
AceCam-SS			0,000 (0,388)	
AceNeg-BS 2				0,012 (0,281)
AceNeg-SS				0,012 (0,282)

In Bezug auf die Verjüngung in der Krautschicht und den Zeigerwerten nach Ellenberg konnten einige Zusammenhänge gezeigt werden: *Acer campestre* bevorzugt kalkreichere Böden, während *Acer negundo* lichtdurchflutete Standorte präferiert. Esche und Silberpappel kommen mit einer höheren Deckung in schattigeren Beständen vor. Je nährstoffreicher und kontinentaler ein Standort ist, desto eher keimt *Sambucus nigra*. *Ulmus minor* bevorzugt trockenere und nährstoffärmere Bestände (Tabelle 17).

Ergebnisse

Tabelle 17: Spearman-Korrelationen der Zeigerwerte nach Ellenberg und der Verjüngung wichtiger Gehölzarten in der Krautschicht; p-Wert ist gegeben, Korrelationskoeffizient steht in Klammer; alle signifikanten Werte sind fett hervorgehoben.

	Licht	Temperatur	Kontinentalität	Feuchtigkeit	Stickstoff	Boden
<i>Acer campestre</i>	0,062 (-0,211)	0,269 (-0,126)	0,028 (-0,247)	0,554 (-0,068)	0,846 (-0,022)	0,043 (0,229)
<i>Acer negundo</i>	0,026 (0,250)	0,803 (0,028)	0,947 (-0,008)	0,823 (-0,025)	0,913 (0,013)	0,325 (-0,112)
<i>Acer pseudo-platanus</i>	0,267 (-0,126)	0,793 (-0,030)	0,600 (-0,060)	0,461 (0,084)	0,363 (0,104)	0,105 (0,184)
<i>Fraxinus excelsior</i>	0,004 (-0,320)	0,880 (0,017)	0,110 (-0,181)	0,184 (-0,151)	0,718 (-0,041)	0,677 (-0,048)
<i>Fraxinus pennsylvanica</i>	0,280 (-0,123)	0,388 (-0,098)	0,284 (0,122)	0,332 (-0,111)	0,843 (-0,023)	0,819 (-0,026)
<i>Populus alba</i>	0,002 (-0,338)	0,306 (0,117)	0,158 (0,160)	0,201 (-0,145)	0,074 (-0,202)	0,141 (0,167)
<i>Prunus avium</i>	0,786 (-0,031)	0,155 (-0,161)	0,588 (0,062)	0,987 (0,002)	0,497 (-0,078)	0,327 (0,112)
<i>Prunus padus</i>	0,083 (-0,196)	0,110 (0,181)	0,719 (-0,041)	0,875 (0,018)	0,921 (-0,011)	0,736 (0,039)
<i>Quercus robur</i>	0,415 (-0,093)	0,828 (0,025)	0,059 (0,213)	0,228 (-0,137)	0,133 (-0,170)	0,586 (0,062)
<i>Sambucus nigra</i>	0,230 (0,137)	0,765 (0,034)	0,008 (-0,298)	0,236 (-0,135)	0,014 (0,274)	0,843 (-0,023)
<i>Ulmus laevis</i>	0,452 (-0,086)	0,434 (0,089)	0,571 (-0,065)	0,246 (0,132)	0,476 (0,081)	0,607 (0,059)
<i>Ulmus minor</i>	0,176 (-0,154)	0,306 (-0,117)	0,220 (0,140)	0,045 (-0,227)	0,003 (-0,334)	0,925 (0,011)

Weiters konnten signifikante Korrelationen zwischen den sich verjüngenden Baumarten und den Deckungen der verschiedenen Schichten hergestellt werden (Tabelle 18).

Ergebnisse

Tabelle 18: Spearman-Korrelationen der Gehölzverjüngung und der Deckung der verschiedenen Strata; p-Wert ist gegeben, Korrelationskoeffizient steht in Klammer; alle signifikanten Werte sind fett hervorgehoben.

	Gesamt- deckung	BS 1	BS 2	SS	KS
<i>Acer campestre</i>	0,046 (-0,225)	0,021 (-0,259)	0,007 (0,302)	0,364 (0,104)	0,134 (-0,170)
<i>Acer negundo</i>	0,659 (0,050)	0,007 (0,299)	0,576 (0,064)	0,530 (0,072)	0,440 (-0,088)
<i>Acer pseudoplatanus</i>	0,153 (-0,162)	0,416 (-0,093)	0,560 (0,067)	0,962 (0,005)	0,477 (-0,081)
<i>Fraxinus excelsior</i>	0,290 (-0,121)	0,674 (0,048)	0,176 (0,154)	0,542 (0,070)	0,910 (0,013)
<i>Fraxinus pennsylvanica</i>	0,728 (0,040)	0,0136 (0,169)	0,357 (0,105)	0,894 (0,015)	0,488 (0,079)
<i>Populus alba</i>	0,108 (-0,182)	0,155 (0,162)	0,017 (0,269)	0,377 (-0,101)	0,652 (-0,052)
<i>Prunus avium</i>	0,638 (0,054)	0,309 (-0,116)	0,473 (0,082)	0,009 (0,291)	0,114 (-0,179)
<i>Prunus padus</i>	0,203 (-0,145)	0,464 (0,084)	0,150 (0,163)	0,132 (0,171)	0,036 (-0,236)
<i>Quercus robur</i>	0,386 (-0,099)	0,392 (0,098)	0,028 (0,248)	0,639 (0,054)	0,629 (0,055)
<i>Sambucus nigra</i>	0,128 (-0,173)	0,527 (-0,072)	0,067 (0,049)	0,065 (0,209)	0,026 (-0,251)
<i>Ulmus laevis</i>	0,702 (-0,044)	0,825 (-0,025)	0,037 (0,236)	0,247 (0,132)	0,335 (0,110)
<i>Ulmus minor</i>	0,637 (-0,054)	0,531 (0,072)	0,477 (0,081)	0,628 (0,055)	0,165 (-0,158)

4.2.5. Vitalität der Hybridpappeln

Der Zustand der Bestände verschlechtert sich mit dem Alter (Abbildung 13).

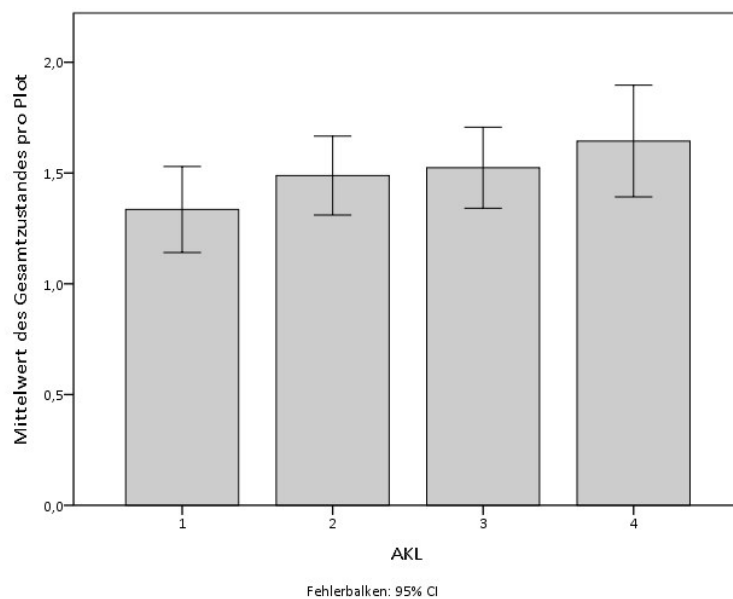


Abbildung 13: Vergleich des Mittelwertes der mittleren Zustandsklasse der Bäume.

Hinsichtlich der Unterscheidung der Altersklassen in Bezug auf das Vorkommen von Misteln konnte kein signifikantes Ergebnis erzielt werden (Kruskal-Wallis-Test: $p = 0,395$).

Die mittlere Anzahl an Totholz (verglichen anhand der Kategorien) ist Tabelle 19 zu entnehmen.

Tabelle 19: Mittlerer Anteil des Totholzes nach Kategorie.

	Mittelwert	StAw
AKL 1	4,75	1,71
AKL 2	3,84	1,59
AKL 3	5,24	1,70
AKL 4	5,00	0,76

Hinsichtlich des Totholzanteils (Totholz nach Kategorien) ist ein signifikanter Unterschied zwischen den Altersklassen festzustellen (Kruskal-Wallis-Test: $p = 0,007$).

Das Totholz gesamt (nach Kategorien) als auch das stehende Totholz korrelieren positiv mit der Artenzahl der Baumschicht 2 – sprich je mehr Totholz vorhanden ist, desto mehr Baumarten kommen vor. Gleiches gilt für die Verjüngung.

Weitere Korrelationen zwischen der Anzahl der Arten diverser Schichten und des Totholzes können Tabelle 20 entnommen werden.

Ergebnisse

Tabelle 20: Korrelationen nach Spearman der Artenzahlen mit den Totholzwerten; p-Wert ist gegeben, in Klammer stehen die Korrelationskoeffizienten; signifikante Werte sind fett hervorgehoben.

	Summe Volumen stehendes Tot- holz	Summe Volumen liegendes Tot- holz	Totholz nach Kategorien
Gesamtarten	0,055 (0,217)	0,187 (0,150)	0,004 (0,322)
BS 1	0,204 (0,144)	0,573 (0,064)	0,097 (0,188)
BS 2	0,007 (0,300)	0,066 (0,208)	0,015 (0,272)
SS	0,244 (133)	0,185 (0,151)	0,194 (0,148)
KS	0,172 (0,155)	0,340 (0,109)	0,019 (0,263)
KS – Gehölze	0,058(0,214)	0,105 (0,184)	0,001 (0,372)
KS – Bäume	0,134 (0,170)	0,032 (0,242)	0,008 (0,299)
heim. Arten	0,077 (0,200)	0,246 (0,132)	0,002 (0,344)
heim. BS1	0,363 (0,104)	0,997 (0,000)	0,036 (0,236)
heim. BS 2	0,007 (0,299)	0,058 (0,214)	0,012 (0,282)
heim. Arten SS	0,092 (0,191)	0,125 (0,174)	0,210 (0,143)
heim. Arten KS	0,240 (0,134)	0,449 (0,086)	0,015 (0,274)
Neophyten	0,515 (0,074)	0,266 (0,127)	0,360 (0,104)
neophyt. BS 1	0,146 (0,165)	0,067 (0,207)	0,898 (-0,015)
neophyt. BS 2	0,472 (0,082)	0,780 (0,032)	0,766 (0,034)
neophyt. SS	0,592 (-0,061)	0,560 (0,066)	0,378 (0,101)
neophyt. KS	0,344 (0,108)	0,270 (0,126)	0,194 (0,148)

4.3. Bestandstypen von Hybridpappelbeständen

Im Zuge der TWINSpan-Analyse konnten zwei große Gruppen unterschieden werden, welche jeweils in bis zu 13 Untergruppen unterteilt werden konnten. Zur weiteren Analyse wird allerdings nur mit diesen zwei Großgruppen weiter gearbeitet. Gruppe 1 beinhaltet 17 Aufnahmen (6 Untergruppen), Gruppe 2 (14 Untergruppen) 62 Aufnahmen (Tabelle der TWINSpan-Ergebnisse ist in Kapitel 7.6. Vegetationstabellen, Seite 105 zu finden).

4.3.1. Arten und Artenabundanz

Die beiden festgestellten Bestandstypen lassen sich anhand der Pflanzenarten wie folgt unterscheiden:

Gruppe 1 weisen in der Baumschicht 1 nur *Populus ×canadensis* auf. Es kommt nur selten zur Ausbildung einer zweiten Baumschicht, wenn dies allerdings der Fall ist, kommen vor allem Weiden (*Salix alba*) vor. Typische Pflanzen der Krautschicht sind überwiegend *Phalaris arundinacea*, *Phragmites australis* und *Rubus caesius*, jeweils in höheren Deckungen.

Die Aufnahmen der **Gruppe 2** können in der ersten Baumschicht Silberpappeln (*Populus alba*) oder auch *Fraxinus excelsior* aufweisen. Die Baumschicht 2 besteht häufig aus Eschen (*Fraxinus excelsior*), Ulmen (*Ulmus laevis*), aber auch *Acer negundo*. In der Krautschicht zeigen vor allem *Glechoma hederacea* und *Impatiens parviflora* sowie die Verjüngung von *Sambucus nigra* und *Prunus padus* einen Trend zu dieser Gruppe.

Gruppe 1 weist mit im Mittel 17,35 (StAw = 5,72) weniger Arten auf als Gruppe 2 (MW = 19,50; StAw = 7,61). Das Minimum bei Gruppe 1 liegt bei 8, das Maximum bei 29 Pflanzenarten. Bei Gruppe 2 ist das Minimum an Pflanzenarten ebenfalls bei 8, das Maximum sind jedoch 42 Arten. Es konnte jedoch keine statistische Signifikanz belegt werden (Mann-Whitney-U-Test: $p = 0,373$).

Ergebnisse

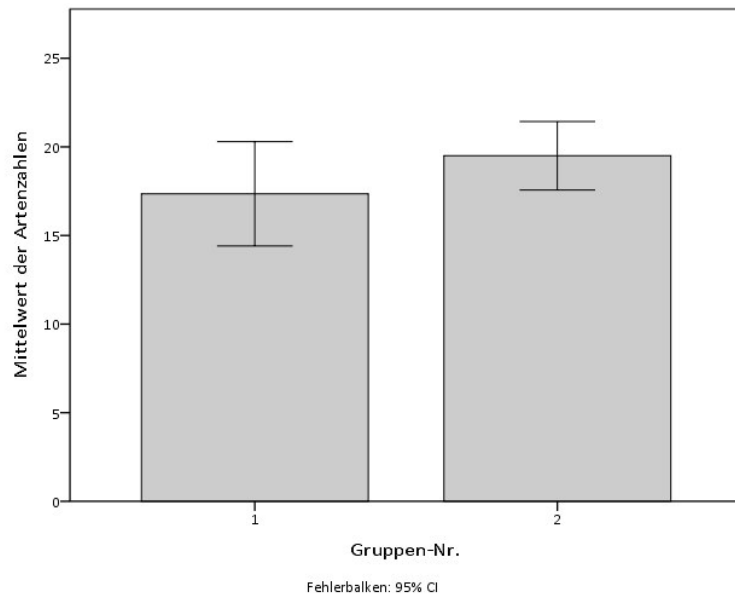


Abbildung 14: Vergleich der Mittelwerte der Gesamtartenzahlen der beiden Hybridpappelbestandstypen.

Die Bestände unterscheiden sich allerdings in der Artenzahlen in bestimmten Schichten signifikant voneinander: Die Bestände unterscheiden sich hinsichtlich der Artenzahl in der Baumschicht 1 signifikant voneinander (Mann-Whitney-U-Test: $p = 0,003$). In Beständen der Gruppe 1 kommen im Mittel 1,47 Arten (StAw = 0,624) vor, während jene der Gruppe 2 im Schnitt 2,21 (StAw = 1,073) aufweisen (Abbildung 15).

Die Artenzahl in der Baumschicht 1 und die Baumverjüngung der Krautschicht sind signifikant zusammenhängend (Spearman-Korrelation: Korrelationskoeffizient = 0,332; $p = 0,003$).

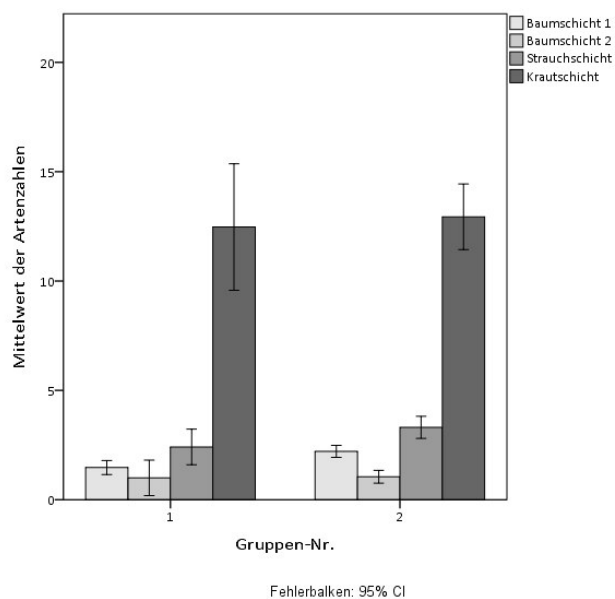


Abbildung 15: Mittlere Artenzahlen der verschiedenen Schichten je Bestandsgruppe.

4.3.2. Shannon-Wiener-Index

Der mittlere Wert des Shannon-Wiener-Indexes ist in der 1. Gruppe 1,91 (StAw = 0,27). Bei Gruppe 2 beträgt dieser 2,34 (StAw = 0,45) (Abbildung 16). Dieser Unterschied ist statistisch signifikant (Mann-Whitney-U-Test: $p = 0,000$; basierend auf nicht varianzhomogenen Daten: Levene-Test: $p = 0,021$).

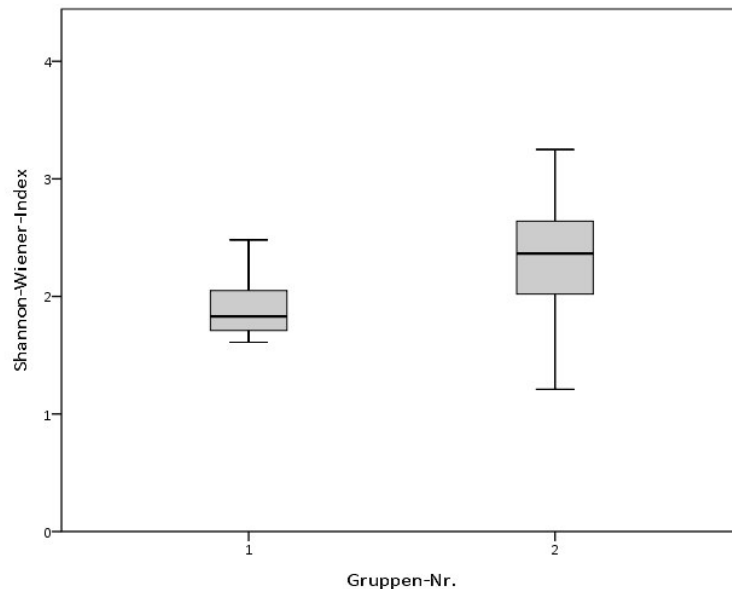


Abbildung 16: Boxplots des Shannon-Wiener-Indexes der beiden Gruppen.

4.3.3. Zeigerwerte nach Ellenberg

Die Zeigerwertanalyse ergab hoch signifikante Unterschiede zwischen den beiden Aufnahmegruppen, hinsichtlich ihrer Feuchtigkeits- (Mann-Whitney-U-Test: $p = 0,001$) und Lichtwerte (Mann-Whitney-U-Test: $p = 0,000$). Die Bestände der Gruppe 2 sind schattiger und trockener als jene der Gruppe 1 (Abbildung 17).

Ergebnisse

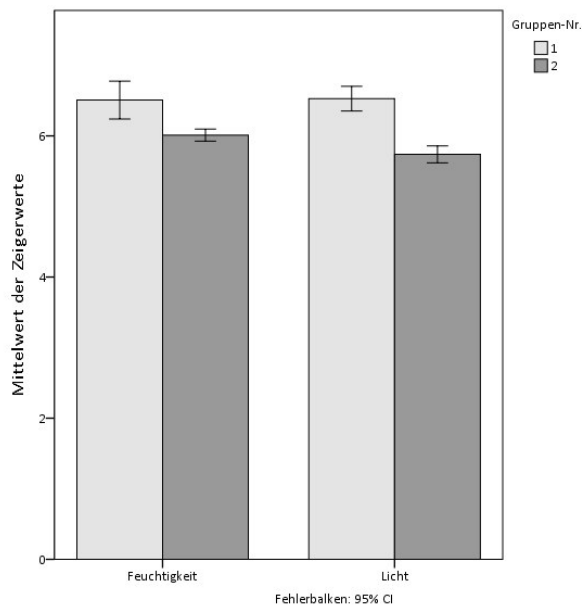


Abbildung 17: Mittlere Feuchte- und Lichtzeigerwerte nach Ellenberg für die beiden Hybridpappelbestandstypen.

Die Auswertung der übrigen Zeigerwerte nach Ellenberg zwischen den Bestandsgruppen ergab keine signifikanten Unterschiede. Die Werte können Tabelle 21 entnommen werden.

Tabelle 21: Die mittleren Zeigerwerte nach Ellenberg (StAw in Klammer).

	Licht	Temperatur	Kontinentalität	Feuchtigkeit	Stickstoff	Boden
Gruppe 1	6,53 (0,34)	5,58 (0,34)	4,80 (0,22)	6,51 (0,52)	6,69 (0,42)	6,49 (0,30)
Gruppe 2	5,74 (0,47)	5,66 (0,24)	4,70 (0,17)	6,01 (0,34)	6,55 (0,33)	6,62 (0,26)

4.3.4. Verjüngung der Baum- und Gehölzarten

In Bezug auf die Verjüngung von Gehölzarten konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Bestandsgruppen festgestellt werden (Mann-Whitney-U-Test).

In Tabelle 22 sind die Mittelwerte der mittleren Deckung der wichtigsten Baumarten in der Verjüngung der zwei Bestandsgruppen aufgelistet.

Ergebnisse

Tabelle 22: Vergleich der mittleren Artmächtigkeit der wichtigsten Baumverjüngungen in der Krautschicht; StAw in Klammer.

	Gruppe 1	Gruppe 2
<i>Acer campestre</i>	0,47 (1,07)	2,32 (6,00)
<i>Acer negundo</i>	6,35 (5,84)	6,08 (10,55)
<i>Fraxinus excelsior</i>	1,41 (3,22)	5,81 (10,66)
<i>Populus alba</i>	1,53 (4,32)	0,63 (1,88)
<i>Prunus padus</i>	1,88 (4,30)	3,56 (6,40)

4.3.5. Vitalität der Hybridpappeln

Die mittlere Vitalität ist in Beständen der Gruppe 1 besser (MW = 1,27; StAw = 0,44) als in jener der Gruppe 2 (MW = 1,54; StAw = 0,40). Dieser Unterschied ist auch statistisch signifikant (Mann-Whitney-U-Test: $p = 0,016$) (Abbildung 18).

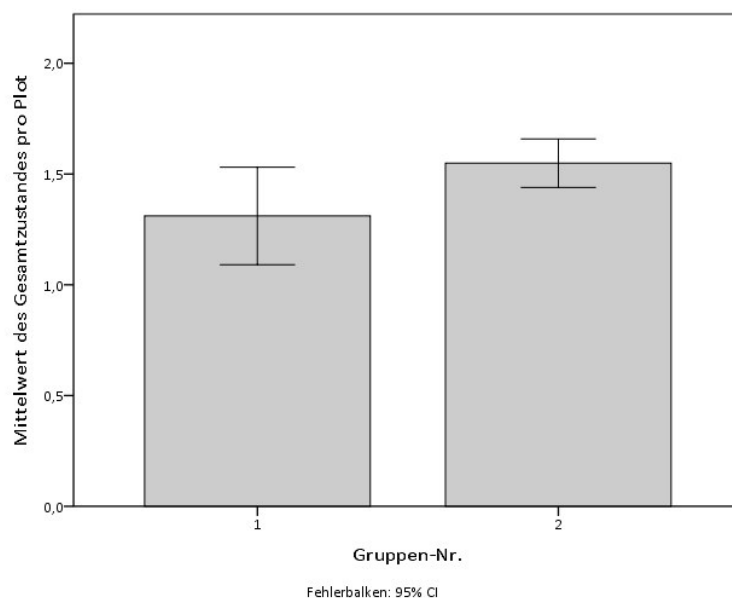


Abbildung 18: Vergleich des gemittelten Gesamtzustandes je Plot der beiden Bestandsgruppen.

Hinsichtlich der Häufigkeit des Mistelbefalls ist ebenfalls ein Unterschied zwischen den beiden Bestandsgruppen festzustellen (Mann-Whitney-U-Test: $p = 0,019$). Gruppe 2 weist eine höhere Misteldeckung auf (MW = 2,90; StAw = 3,25), als Hybridpappelbestände der Gruppe 1 (MW = 1,18; StAw = 1,47).

Die Vitalität und der *Viscum album*-Befall korrelieren hoch signifikant miteinander (Spearman-Korrelation: Korrelationskoeffizient = 0,539; $p = 0,000$).

4.4. Distanzen

Mittels GIS wurden die Distanzen zu den nächsten Wegen, Keimzellen und Gewässern gemessen.

Mit steigender Gewässernähe findet man höhere Artenzahlen in der Krautschicht sowie auch der Gehölz- und Baumarten in der Verjüngung. In **Hybridpappelbeständen** ist die Anzahl an heimischen Arten gesamt sowie die Anzahl an heimischen Pflanzen in der Krautschicht positiv mit der Gewässernähe korreliert (Tabelle 23).

Tabelle 23: Spearman-Korrelationen der Artenzahlen mit Gewässerdistanzen; signifikante Werte sind fett hervorgehoben.

	Korrelationskoeffizient nach Spearman	p-Wert
Gesamtartenzahl	0,257	0,022
BS 1	0,150	0,186
BS 2	-0,030	0,796
SS	0,261	0,128
KS	0,246	0,029
Gehölze (Krautschicht)	0,264	0,019
Bäume (Krautschicht)	0,268	0,017
heimische Gesamtarten	0,249	0,027
heim. BS 1	0,115	0,314
heim. BS 2	0,018	0,878
heim. Arten (Strauchschicht)	0,127	0,266
heim. Arten (Krautschicht)	0,247	0,028
Neophyten	0,019	0,866
neophyt. BS 1	0,088	0,441
neophyt. BS 2	-0,135	0,235
neophyt. SS	-0,066	0,561
neophyt. KS	0,089	0,434

Signifikante Korrelationen mit steigender Nähe zu Wegen und Keimzellen konnten im Rahmen der Auswertung der Daten aus den Hybridpappelbeständen nicht nachgewiesen werden (Spearman-Korrelation).

Die Daten der **Keimzellenflächen** zeigen eine Korrelation im Auftreten von Neophyten in der Strauchschicht mit der Distanz zu Gewässern (Spearman-Korrelation: Korrelationskoeffizient = -0,479; p = 0,028). Je näher eine Keimzelle am Gewässer steht, desto weniger Neophyten gibt es in der Strauchschicht. Weitere Spearman-Korrelationen waren nicht signifikant.

4.5. Vergleich mit der potentiell natürlichen Vegetation

Es wurden 57 Hybridpappelbestände der potentiellen dynamischen Au sowie 14 Bestände der stabilen Au aufgenommen. Bei den Keimzellen waren es 16 Aufnahmen in der Weichen Au und vier in der Harten Au. Ein Bestand der Keimzellen und acht Aufnahmen aus den Hybridpappelbeständen wurden keinem der beiden Typen zugeordnet. Die genaue Anzahl der einzelnen Standortstypen sind Tabelle 24 zu entnehmen.

Tabelle 24: Anzahl der Aufnahmen in den Hybridpappel- und Keimzellenbeständen eingeteilt nach ihrer potentiell natürlichen Vegetation.

Standortstyp	Anzahl Hybridpappel	Anzahl Keimzellen
fehlende Angaben	3	0
feuchte (Weißpappel-)Feldulmenau	7	1
feuchte Harte Au	1	0
feuchte Pappelau	3	0
feuchte und nasse Weidenau	6	2
feuchte Weißpappelau	25	11
frische Eschen-Feldulmenau	4	3
frische Harte Au	2	0
frische Pappelau	15	2
frische Weidenau	2	1
Schwarzpappelau	4	0
Schwechatsediment feucht	3	0
trockene Pappelau	1	0
trockene Weißpappelau	1	0
Wiesen	2	1

Die **Keimzellenbestände** zeigten hinsichtlich ihrer Standorte (dynamische und stabile Au) keine unterschiedlichen Ausprägungen (Mann-Whitney-U-Test). Die Artenzahl der Keimzellenbestände der Weichen Au beträgt im Mittel 23,06 (StAw = 11,27), die der stabilen Au ist annähernd gleich (MW = 23,25; StAw = 11,03). Allerdings finden sich bei Keimzellen in den stabilen Auwäldern weniger Neophyten in der Krautschicht (MW = 1,50; StAw = 1,73), während es in der dynamischen Au im Schnitt 3,19 Neophyten sind (StAw = 1,97). Dieser Zusammenhang konnte auch statistisch belegt werden (Spearman-Korrelation: Korrelationskoeffizient = -0,434; $p = 0,049$).

Die **Hybridpappelbestände** der dynamischen Auwaldbereiche weisen im Schnitt 17,86 (StAw = 7,33) Arten auf, während die der Harten Au im Mittel 22,53 (StAw = 6,16) Pflanzenarten beheimaten.

Die beiden Typen konnten auch hinsichtlich ihres Mittelwerts des BHD ($p = 0,001$) und der Höhe der Bäume ($p = 0,003$), des stehenden Totholzes ($p = 0,019$), des Totholzes nach Kategorie ($p = 0,004$), der Distanz zu den nächsten Keimzellen ($p = 0,005$) sowie der Gesamtartenzahl ($p = 0,013$), der Anzahl der Gehölze ($p = 0,003$) und Bäume ($p = 0,001$) in der Krautschicht, der Anzahl an heimischen Arten gesamt ($p = 0,007$) und in der Baumschicht 2 ($p = 0,022$), der Anzahl von Waldarten ($p = 0,002$) und der Deckung der Baumschicht 2 ($p = 0,005$) statistisch signifikant unterschieden werden (Mann-Whitney-U-Test).

Ergebnisse

Die Angaben zu den Mittelwerten und Standardabweichungen der zwei Auwaldtypen sind Tabelle 25 zu entnehmen.

Tabelle 25: Mittelwerte (StAw in Klammer) der signifikanten Unterscheidungsmerkmale der Hybridpappelbestände hinsichtlich der zwei Auwaldtypen.

	dynamische Au	stabile Au
Gesamtartenzahl	18,06 (7,36)	22,53 (6,16)
KS – Anzahl der Gehölze	4,04 (2,58)	6,53 (2,72)
KS – Anzahl der Bäume	2,35 (1,63)	4,13 (1,28)
heim. Gesamtartenzahl	14,46 (6,76)	18,40 (5,28)
heim. Arten BS 2	0,63 (0,88)	1,53 (1,55)
Waldarten	6,22 (4,19)	9,93 (3,90)
stehendes Totholz	0,03 (0,09)	0,09 (0,22)
Totholz nach Kategorie	4,13 (1,68)	5,53 (1,25)
Deckung BS 2	11,50 (17,31)	26,33 (20,22)
Distanz zur nächsten Keimzelle	579,93 (1254,76)	1947,87 (2710,87)
Mittelwert BHD	60,45 (15,84)	44,93 (13,01)
Mittelwert Baumhöhe	24,87 (4,98)	20,33 (4,89)

Hinsichtlich der Verjüngung konnten mittels Mann-Whitney-U-Test die Bestände der Wei-chen und Harten Au hinsichtlich des Vorkommens von *Acer campestre* ($p = 0,003$), *A. ne-gundo* ($p = 0,040$; Levene-Test: $p = 0,010$), *A. pseudoplatanus* ($p = 0,033$; Levene-Test: $p = 0,001$), *Fraxinus excelsior* ($p = 0,005$) sowie *Ulmus laevis* ($p = 0,016$; Levene-Test: $p = 0,000$) und *U. minor* ($p = 0,007$; Levene-Test: $p = 0,000$) in der Krautschicht unter-schieden werden. Die Mittelwerte sowie deren Standardabweichung sind der Tabelle 26 zu entnehmen.

Tabelle 26: Mittelwerte und StAw (in Klammer) der mittleren Deckungswerte einiger Gehölze in der Krautschicht.

	Weiche Au	Harte Au
<i>Acer campestre</i>	1,55 (5,72)	4,33 (5,54)
<i>Acer negundo</i>	7,34 (10,92)	2,40 (4,54)
<i>Acer pseudoplatanus</i>	0,11 (0,56)	0,47 (0,99)
<i>Fraxinus excelsior</i>	3,98 (9,22)	3,73 (3,96)
<i>Ulmus laevis</i>	0,61 (2,84)	3,93 (10,01)
<i>Ulmus minor</i>	0,05 (0,40)	1,27 (3,41)

4.6. Keimzellen

Es wurden 21 Keimzellen untersucht. 12 davon wurden vor 2010 geschlägert (altes Keimzellenverfahren), der Rest ($n = 9$) wurde nach dem neuen Keimzellenverfahren eingerichtet (Tabelle 27). Alle untersuchten Keimzellen liegen am Nordufer der Donau, im niederösterreichischen Teil des Nationalparks.

Tabelle 27: Anzahl der Keimzellen nach dem Jahr der Aufforstung; zur besseren Übersicht wurden die Altersklassen „Keimzellen“ mit einem hochgestellten „k“ gekennzeichnet.

	NÖ
bis 2010 aufgeforstet (AKL 1^k)	12
ab 2010 aufgeforstet (AKL 2^k)	9

4.6.1. Artenaufkommen in den Keimzellen

Die mittlere Artenzahl in den Keimzellen beträgt 24,24. Das Minimum liegt bei 7 und das Maximum bei 48 Pflanzenarten pro Plot.

Jüngere Keimzellen (AKL 2^k) weisen im Mittel 22,42 (StAw = 11,39) Arten auf, vor 2010 bepflanzte Flächen haben im Mittel mehr Arten (MW = 26,67; StAw = 12,72) (Tabelle 28). Dies entspricht einem Plus von 15,94 %. Minimum und Maximum der beiden AKL sind Tabelle 28 zu entnehmen. Gesamt konnten (ohne Pseudospecies gerechnet) 124 Arten in Keimzellen festgestellt werden. Davon sind 18 Arten neophytischer Herkunft, wiederum sechs sind sogar invasiv. Dies entspricht einem Anteil von 14,52 % Neophyten (4,84 % invasiven Neophyten) in den Keimzellen.

Tabelle 28: Artenminimum und -maximum, sowie Mittelwert der zwei Keimzellenaltersklassen.

	AKL 1 ^k	AKL 2 ^k
Minimum	14	7
Maximum	48	47
Mittelwert	26,67	22,42

Ältere Keimzellenflächen weisen höhere Artenzahlen auf, was sich in einem höheren Minimal- und Maximalwert zeigt. Dies zusammen mit dem höheren Mittelwert an Pflanzenarten spricht für eine höhere Diversität nach längerer Etablierung der Keimzellen.

Die Verteilung von Neophyten und heimischen Pflanzen ist Tabelle 29 zu entnehmen.

Ergebnisse

Tabelle 29: Mittelwert der Neophyten bzw. heimischen Arten in den Keimzellen (StAw in Klammer).

	AKL 1^k	AKL 2^k
Artenzahl	26,67 (12,72)	22,42 (11,39)
Neophyten	4,44 (2,79)	3,67 (1,92)
heimische Pflanzen	17,22 (9,14)	18,17 (10,08)

Unterschiede hinsichtlich der vermehrten Anzahl von neophytischen Arten konnten in Baumschicht 2 (Mann-Whitney-U-Test: $p = 0,030$), wie auch in der Krautschicht (Mann-Whitney-U-Test: $p = 0,044$) gefunden werden. Außerdem unterscheiden sich die Keimzellen der zwei Altersklassen bezüglich der Anzahl der Ufer- (Mann-Whitney-U-Test: $p = 0,035$) und Ruderalarten (Mann-Whitney-U-Test: $p = 0,044$) sowie Arten deren Schwerpunkt sowohl an Gewässern als auch an ruderalen Stellen ist (Mann-Whitney-U-Test: $p = 0,037$). Weitere signifikante Unterschiede konnten bez. der Artenzahlen nicht nachgewiesen werden (Mann-Whitney-U-Test). Die Mittelwerte sind der Tabelle 30 zu entnehmen.

Tabelle 30: Vergleich der Mittelwerte (StAw in Klammer) der beiden Keimzellen-Alterklassen hinsichtlich der nach dem Mann-Whitney-U-Test signifikanten Werte.

	AKL 1^k	AKL 2^k
Neophyten – Baumschicht 2	0 (0,00)	0,42 (0,52)
Neophyten – Krautschicht	4,00 (2,06)	2,17 (1,64)
Uferarten	2,00 (1,12)	1,00 (0,74)
ruderales Arten	4,11 (3,18)	1,67 (2,50)
Ufer- und Ruderalpflanzen	1,00 (0,87)	0,33 (0,49)

In Hinblick auf die Artmächtigkeit einzelner Arten konnten die Altersklassen bez. *Acer negundo* ($p = 0,016$), der mittleren Neophytendeckung ($p = 0,048$) und der mittleren Deckung der invasiven Neophyten ($p = 0,029$) in der Krautschicht unterschieden werden (Mann-Whitney-U-Test). Die Mittelwerte der Deckungen stehen in Tabelle 31.

Tabelle 31: Mittelwerte und StAw (in Klammer) der Deckungen von *Acer negundo* und der (invasiven) Neophyten der beiden Altersklassen.

	AKL 1^k	AKL 2^k
<i>Acer negundo</i>	27,33 (16,29)	10,00 (14,17)
Neophyten	21,83 (15,05)	9,75 (14,03)
invasive Neophyten	24,61 (16,73)	9,58 (14,15)

In den anderen Schichten gibt es signifikante Unterschiede (Mann-Whitney-U-Test) in Bezug auf die Deckung der Neophyten in der Strauchschicht ($p = 0,045$) und der Baumschicht 2 ($p = 0,031$) (Tabelle 32).

Ergebnisse

Tabelle 32: Vergleich der mittleren Deckung der Neophyten in der Strauch- und Baumschicht 2 (StAw in Klammer).

	AKL 1 ^k	AKL 2 ^k
Neophyten – Strauchschicht	1,44 (18,78)	16,92 (18,96)
Neophyten – Baumschicht 2	0,00 (0,00)	12,92 (18,55)

Die Veränderung der mittleren Deckungsprozent in den unterschiedlichen Schichten wird an Beispielen der invasiven Neophyten gezeigt:

Die Gesamtzahl der invasiven Neophyten sinkt leicht von AKL 1^k auf AKL 2^k ab, allerdings steigen die Deckungen in Strauch- und Baumschicht 2 an (Abbildung 19). Teilt man das Ergebnis noch auf die beiden Arten (*Acer negundo* und *Ailanthus altissima*) auf, so ist zu sehen, dass *Acer negundo* an der Bildung der Baumschicht 2 beteiligt ist (Abbildung 20), der Götterbaum kommt allerdings in den jüngeren Keimzellen auch in der Strauchschicht vor (Abbildung 21).

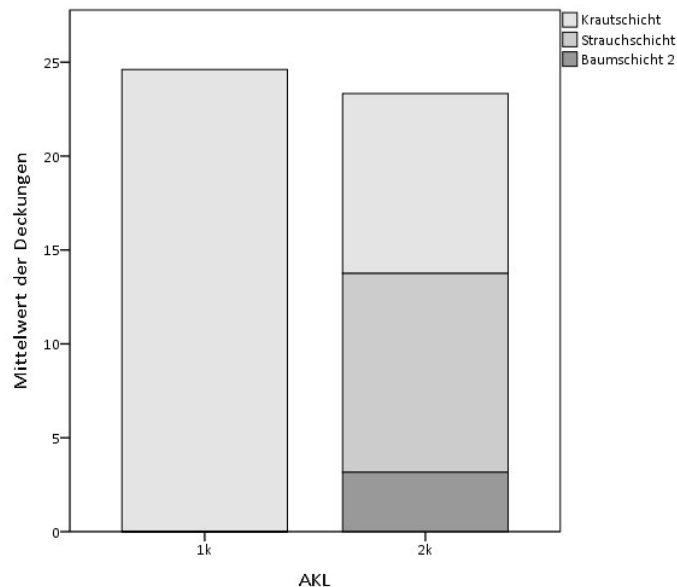


Abbildung 19: Vergleich der mittleren Deckungen der invasiven Neophyten in den verschiedenen alten Keimzellen.

Ergebnisse

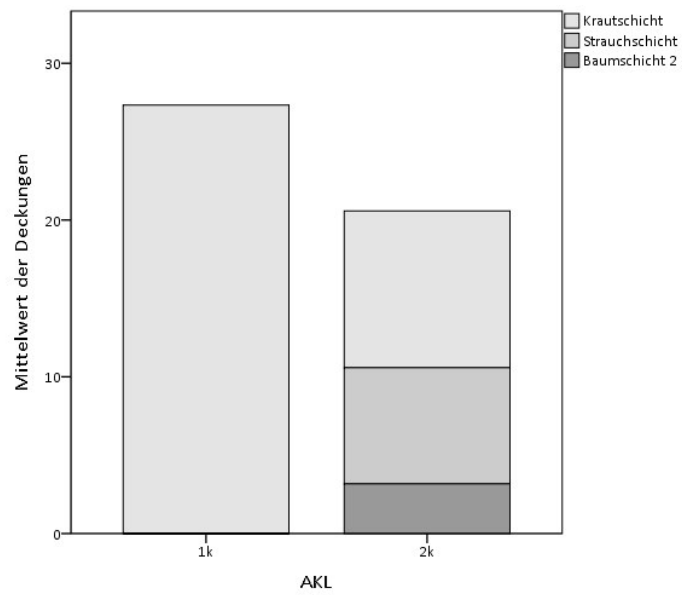


Abbildung 20: Mittlere Deckungen von *Acer negundo*.

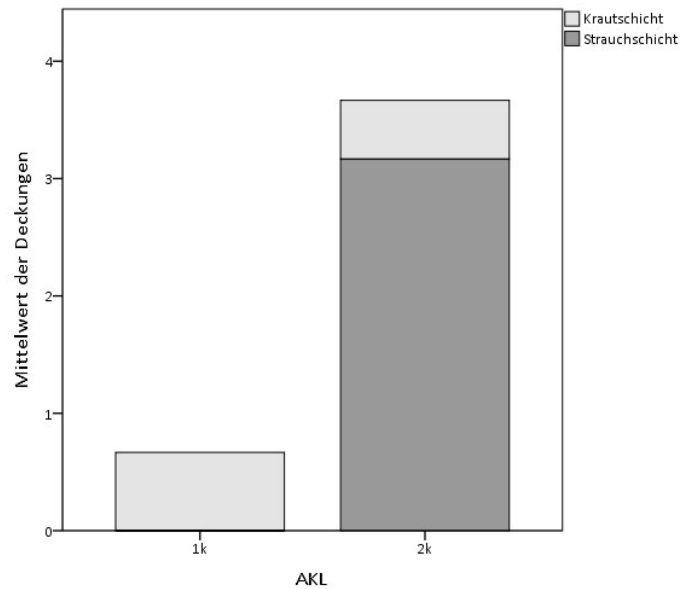


Abbildung 21: Vergleich der mittleren Deckungen von *Ailanthus altissima* in den Keimzellen.

Von den jüngeren zu den älteren Keimzellen ist eine Abnahme der krautigen Neophyten zu verzeichnen (Abbildung 22).

Ergebnisse

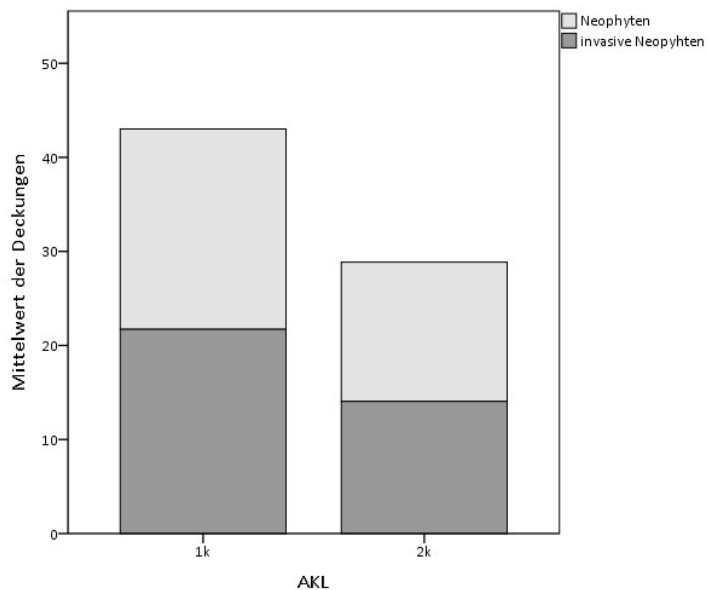


Abbildung 22: Mittlere Deckungsprozent der krautigen (invasiven) Neophyten in den beiden Keimzellenaltersklassen.

4.6.2. Zeigerwerte nach Ellenberg

Die Analyse mit den Zeigerwerten nach Ellenberg zeigte kaum einen Unterschied zwischen den beiden Altersklassen AKL 1^k und AKL 2^k (Tabelle 33, Abbildung 23). Signifikante Zusammenhänge konnten mittels Mann-Whitney-U-Test nicht erbracht werden.

Tabelle 33: Mittlere Zeigerwerte nach Ellenberg (StAw in Klammer) der beiden Keimzellenaltersklassen.

	Licht	Temperatur	Kontinentalität	Feuchtigkeit	Stickstoff	Boden
AKL 1^k	6,34 (0,39)	5,90 (0,22)	4,98 (0,11)	6,17 (0,36)	6,33 (0,58)	6,71 (0,16)
AKL 2^k	6,23 (0,26)	5,84 (0,16)	4,91 (0,18)	6,07 (0,41)	6,39 (0,30)	6,60 (0,35)

Ergebnisse

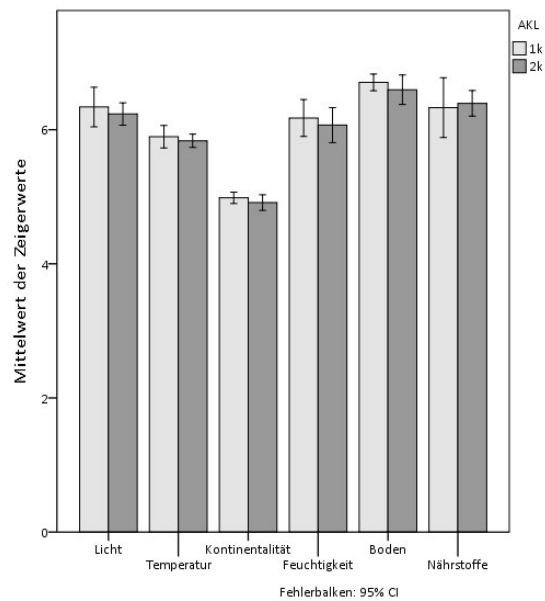


Abbildung 23: Vergleich der mittleren Zeigerwerte nach Ellenberg.

Signifikante Unterschiede konnten allerdings bei der Korrelation der Anzahl an heimischen Pflanzenarten und der Lichtzahl erbracht werden – je schattiger die Keimzelle ist, desto eher kommen heimische Pflanzenarten vor. Ebenfalls signifikant waren die Ergebnisse der Spearman-Korrelation für die Artenzahl an Gehölzen bzw. Baumarten in der Krautschicht und den Lichtwerten. Je beschatteter die Flächen sind, desto mehr Gehölze bzw. Bäume verjüngen sich.

Alle weiteren Statistiken zeigten keine signifikanten Ergebnisse (Tabelle 34).

Ergebnisse

Tabelle 34: Korrelationen nach Spearman der Zeigerwerte nach Ellenberg mit den Artenzahlen der Keimzellenbestände; p-Wert ist gegeben, in Klammer stehen die Korrelationskoeffizienten; signifikante Werte sind fett hervorgehoben.

	Licht	Temperatur	Kontinentalität	Feuchtigkeit	Stickstoff	Boden
Artenzahl	0,069 (-0,404)	0,368 (-0,207)	0,525 (-0,147)	0,324 (-0,226)	0,661 (-0,102)	0,446 (-0,176)
BS 1	0,368 (-0,207)	0,925 (0,022)	0,948 (-0,015)	0,639 (-0,109)	0,262 (-0,257)	0,665 (-0,100)
BS 2	0,860 (-0,041)	0,559 (-0,135)	0,347 (-0,216)	0,673 (-0,098)	0,233 (-0,272)	0,735 (-0,079)
SS	0,261 (-0,257)	0,617 (-0,116)	0,037 (-0,457)	0,682 (-0,095)	0,578 (0,129)	0,502 (-0,155)
KS	0,146 (-0,329)	0,638 (-0,109)	0,818 (0,053)	0,670 (-0,099)	0,656 (-0,103)	0,864 (-0,040)
heim. Arten	0,014 (-0,526)	0,319 (-0,229)	0,443 (-0,177)	0,286 (-0,244)	0,616 (-0,116)	0,698 (-0,090)
heim. BS 1	0,831 (-0,050)	0,966 (-0,010)	0,526 (-0,146)	0,143 (-0,331)	0,179 (-0,305)	0,702 (-0,089)
heim. BS 2	0,703 (-0,089)	0,423 (-0,185)	0,640 (-0,109)	0,979 (-0,006)	0,334 (-0,222)	0,861 (0,041)
heim. SS	0,144 (-0,330)	0,534 (-0,144)	0,253 (-0,261)	0,936 (0,019)	0,257 (0,259)	0,927 (0,021)
heim. KS	0,059 (-0,419)	0,521 (-0,148)	0,772 (-0,067)	0,418 (-0,186)	0,614 (-0,117)	0,943 (-0,017)
Neophyten	0,628 (0,112)	0,230 (0,274)	0,968 (-0,009)	0,483 (-0,162)	0,146 (-0,329)	0,052 (-0,429)
neophyt. BS 1	0,348 (0,216)	0,904 (-0,028)	0,952 (0,014)	0,893 (-0,031)	0,744 (-0,076)	0,624 (-0,114)
neophyt. BS 2	0,377 (0,203)	0,937 (0,018)	0,035 (-0,462)	0,099 (-0,370)	0,377 (-0,203)	0,011 (-0,545)
neophyt. SS	0,749 (0,074)	0,920 (-0,023)	0,004 (-0,602)	0,033 (-0,467)	0,250 (-0,263)	0,012 (-0,539)
neophyt. KS	0,950 (-0,014)	0,253 (0,261)	0,257 (0,259)	0,736 (0,078)	0,714 (-0,085)	0,369 (-0,195)
KS – Geh.	0,018 (-0,509)	0,572 (0,131)	0,825 (-0,051)	0,248 (-0,264)	0,031 (-0,471)	0,594 (0,123)
KS – Bäume	0,027 (0,481)	0,195 (0,295)	0,979 (0,006)	0,214 (-0,283)	0,020 (-0,502)	0,839 (-0,047)

In der Verteilung nach dem Verbreitungsschwerpunkt konnten mittels Spearman-Korrelation folgende signifikante Ergebnisse erzielt werden:

Waldpflanzen kommen vermehrt in Keimzellen mit einem geringeren Lichtwert vor. Wiesenpflanzen bevorzugen ozeanischere und trockenere Standorte, während Pflanzenarten, die ihre Hauptverbreitung am Ufer haben, eher feuchtere und kontinentalere präferieren (Tabelle 35).

Ergebnisse

Tabelle 35: Spearmankorrelationen der Zeigerwerte nach Ellenberg und dem Hauptvorkommen der dort wachsenden Pflanzen; p-Wert ist gegeben, in Klammer stehen die Korrelationskoeffizienten; signifikante Werte sind fett hervorgehoben.

	Licht	Temperatur	Kontinentalität	Feuchtigkeit	Stickstoff	Boden
ruderales Pflanzen	0,170 (-0,311)	0,927 (-0,021)	0,224 (0,277)	0,913 (0,025)	0,602 (-0,121)	0,895 (0,031)
Ufer	0,514 (0,151)	0,980 (0,006)	0,023 (0,494)	0,024 (0,492)	0,181 (0,303)	0,546 (0,140)
Wald	0,005 (-0,587)	0,921 (0,023)	0,643 (-0,107)	0,142 (-0,332)	0,817 (-0,054)	0,058 (-0,420)
Wiese	0,544 (-0,140)	0,796 (0,060)	0,040 (-0,451)	0,035 (-0,461)	0,201 (-0,291)	0,185 (-0,301)

5. Diskussion

5.1. Bestandssituation der Hybridpappelforste im Nationalpark Donau-Auen

5.1.1. Artenabundanzen und -zahlen

Mit zunehmendem Alter werden die Bestände von *Populus ×canadensis* artenreicher. Dieser Artenanstieg beruht auf dem vermehrten Vorkommen heimischer Arten, was die erste aufgestellte Hypothese widerlegt. Mit 19,04 Arten im Mittel waren die Bestände allerdings artenärmer als andere Hybridpappelforste (Zerbe 2003). Auch die Anzahl der gesamt festgestellten Arten (ohne Pseudospecies gezählt) ist geringer als in vergleichbaren Studien (Delarze et al. 2002). Dass Kana-dapappelbestände generell artenärmer als natürliche Wälder sind, zeigten auch Härdtle et al. 1996 (in Barsig 2004), Dietrich (2011) und Starfinger et al. (2011).

In der Baumschicht 1 konnten im Mittel bis zu 2,45 Arten festgestellt werden, was im Vergleich mit Angaben aus der Literatur deutlich weniger ist, wo sieben bis acht Baumarten für Auwälder angegeben werden (Ellenberg et al. 2010).

Ein genereller Abfall der Artenzahlen (Delarze et al. 2002) konnte nicht gezeigt werden. Der Zeigerwert nach Ellenberg für Licht soll hauptverantwortlich für diesen Abfall sein (Delarze et al. 2002; Laquerbe 2000).

Dies könnte auch das Muster der Artenzahlen dieser Studie erklären: Die Lichtwerte verlaufen zwar gegengleich zu den Artenzahlen (mehr Arten, wenn es schattiger ist), allerdings steigen v. a. die heimischen Arten, welche signifikant mit einem geringeren Lichtwert korrelieren.

Eine Änderung der Arten hin zu einer völlig anderen Artenkombination in Pappelplantagen (Starfinger et al. 2011) konnte nicht festgestellt werden (vgl. Archaux et al. 2010).

Die Tatsache, dass der Shannon-Wiener-Index ebenfalls steigt, zeigt, dass es sich um einen gleichmäßigen Anstieg mehrerer Arten handelt und nicht wenige zur Dominanz kommen und andere lediglich mit geringen Deckungen vertreten sind. Archaux et al. (2010) konnten ähnliche Resultate zeigen.

Auch ein Anstieg von Waldarten in älteren Altersklassen ist zu verzeichnen. Dies ist ein Prozess der auch in anderen *Populus ×canadensis*-Beständen auftritt, wenn sie nicht mehr bewirtschaftet werden (Archaux et al. 2010; Delarze et al. 2002).

In Bezug auf die Anzahl und das Aufkommen der Neophyten gibt es unterschiedliche Ansichten:

Während in dieser Studie die Artenzahl und die Deckung der (invasiven) Neophyten mit dem Alter der Bestände abnehmen, findet in anderen Arbeiten das genaue Gegenteil statt (Philippi 1978 in Barsig 2004; Starfinger et al. 2011). Allerdings könnte dies auch am Untersuchungsgebiet liegen, da die Neophyten im Nationalpark Donau-Auen nicht gehäuft in Hybridpappelbeständen vorkommen (Dietrich 2011).

Neophyten kommen v. a. in Beständen mit vermehrtem Lichteinfall vor, was bedeuten kann, dass sobald eine neue Baumschicht aus heimischen Arten entstanden ist, diese aufgrund des Lichtmangels wieder verschwinden (Dietrich 2011). Ein Durchwachsen der Neophyten von der Krautschicht in höhere Schichten muss allerdings verhindert werden. Nach den vorliegenden Ergebnissen scheint dies eher kein Problem zu sein.

Die Distanz zu den Gewässern dürfte sich positiv auf die Anzahl der heimischen Arten auswirken, was die aufgestellte Hypothese bestätigt.

Weiters nehmen die Gesamtdeckung und die Deckung der Baumschicht 2 über die vier Altersklassen hinweg signifikant zu. Auch die Strauchschicht nimmt von den jüngeren zu den älteren Beständen zu, was auch in anderen Studien bestätigt wurde (Archaux et al. 2010).

5.1.2. Bestandsgruppen

In anderen Studien konnten ebenfalls zwei Großgruppen von *Populus × canadensis*-Beständen unterschieden werden (Vasilopoulos et al. 2007; Zerbe 2003). Eine Zuordnung zu den zwei Gesellschaften *Salix cinerea*-*Populus × euamericana* und *Calamagrostis canescens*-*Populus × euamericana* (Zerbe 2003) konnte nicht durchgeführt werden.

In Hinblick auf die zwei Bestandsgruppen kann gesagt werden, dass die Bestände der Gruppe 2 artenreicher, diverser sowie schattiger und trockener sind als jene der Gruppe 1. Außerdem ist ihre Vitalität schlechter.

Bestände der 1. Gruppe zeigen große Ähnlichkeiten zu Hybridpappelbeständen anderer Studien (Härdtle et al. 1996 in Barsig 2004). Das Vorkommen von *Urtica dioica*, *Rubus* sp., *Phalaris arundinacea* etc. in großer Dominanz scheint häufig in *Populus × canadensis*-Beständen zu sein (Himmler und Römmler 2001 in Barsig 2004; Zerbe 2003).

Hybridpappelbestände der Gruppe 2 könnten aufgrund der Außernutzungstellung entstanden sein (Archaux et al. 2010; Delarze et al. 2002). Dies würde auch erklären, warum mehr Aufnahmen dieser Gruppe angehören.

Die signifikanten Unterschiede in den Licht- und Feuchtigkeitswerten konnten ebenfalls in anderen Studien gezeigt werden (Zerbe 2003).

5.1.3. Vitalität

Ältere Altersklassen und *Populus × canadensis*-Bestände der Gruppe 2 weisen einen schlechteren Vitalzustand auf. Misteln (*Viscum album*) sind hauptsächlich dafür verantwortlich. Außerdem konnte mehr Totholz in den älteren Beständen nachgewiesen werden. Die Gefahr, dass andere Pflanzen durch den "Mistelinfektionsherd Hybridpappelbestand" angesteckt werden können, sollte zumindest für die heimische und gefährdete Schwarzpappel nicht gegeben sein (Joachim 2000 in Barsig 2004).

In Hinblick auf die Wuchsleistung dürfte in erster Linie der potentielle Standort (Weiche vs. Harte Au) entscheidend sein. Forste auf potentiellen stabilen Auwaldstandorten weisen eine signifikant niedrigere Baumhöhe und einen geringeren Durchmesser auf als jene, welche auf weichen Auwaldstandorten wachsen. Diese geringere Leistungsfähigkeit kann einen Einfluss auf das Neophytenvorkommen haben (Leditznig et al. 1996a). Konkrete Zusammenhänge dafür konnten in dieser Studie nicht festgestellt werden.

5.1.4. Verjüngung

In den beiden ältesten Altersklassen konnte die höchste Verjüngungsrate festgestellt werden. V. a. *Fraxinus excelsior*, *Prunus padus* und *Acer campestre* leisten einen hohen Beitrag zur Verjüngung in Kanadapappelbeständen und wurden in der AKL 4 am häufigsten festgestellt.

Da der Einfluss der Baum- und Strauchschicht auf die Verjüngung hoch ist, sollten diese Schichten divers und frei von Neophyten sein.

Heimische Pflanzenarten haben den Vorteil, dass sie sich v. a. in schattigen Beständen vermehren, während neophytische Arten lichtdurchflutete Standorte zum Keimen bevorzugen. Ellenberg et al. (2010) sprechen von optimalen Vermehrungsbedingungen bei mittleren Schattenbedingungen, was den ermittelten Zeigerwerten nach Ellenberg gut entspricht.

Verjüngung von *Populus × canadensis* konnte nicht gefunden werden (vgl. Zerbe 2003).

5.1.5. Distanzen

In Bezug auf die Distanzen konnte die Hypothese bestätigt werden, dass heimische Gehölze durch die Gewässernähe gefördert werden. Es treten sowohl mehr Gehölz- als auch Baumarten in der Verjüngung auf. Weiters kommen gesamt mehr heimische Arten in diesen Aufnahmeflächen vor.

Die Nähe zu Keimzellen zeigte bis jetzt noch keinen positiven Einfluss auf die Verjüngung einheimischer Gehölzarten.

5.1.6. Zeigerwerte nach Ellenberg

Es konnten Zusammenhänge zwischen einzelnen Zeigerwerten nach Ellenberg und Artenzahlen hergestellt werden. Lichtdurchflutetere Bestände weisen geringere Arten der Baumschicht 1 sowie der in Verjüngung befindlichen Gehölz- und Baumarten auf. Neophyten profitieren von wärmeren Standorten. Ein Zusammenhang zwischen lichterem Hybridpappelbeständen und einer höheren Deckung der Krautschicht konnte nicht erbracht werden.

5.2. Evaluierung der bisher gesetzten Maßnahmen

Der Einfluss der Keimzellen auf die Verjüngung ist zurzeit noch nicht zu sehen, wird allerdings in den nächsten Jahren an Einfluss gewinnen. Zurzeit sind die meisten der dort gepflanzten Bäume noch nicht reproduktiv. Je nach Art wird das reproduktive Alter zwischen zehn (*Populus nigra*) (Aas 2006) und 60 Jahren (*Quercus robur*) erreicht (garten-treffpunkt.de 2015), welches bei den meisten Keimzellen noch nicht erreicht wurde.

Beim Vergleich der beiden Keimzellen-Altersklassen zeigt sich, dass in der AKL 2^k weniger Arten vorkommen. Andererseits nimmt auch die Deckung der Neophyten ab. Allerdings kommen vermehrt invasive neophytische Arten (*Acer negundo*, *Ailanthus altissima*) in höheren Schichten (Strauch- und Baumschicht) vor.

Andere Studien berichteten ebenfalls von einem guten Erfolg der Löcherhiebe (Drescher et al. 2006; Eichelmann 1995), trotz der Etablierung von *Urtica dioica* und *Solidago* sp. (Eichelmann 1995). Andere Maßnahmen sind die Dickungspflege sowie die Ringelung, welche ebenfalls gut funktionieren sollen. Ein Großteil der im Frühjahr 1992 geringelten Hybridpappeln im Gebiet des Nationalparks Donau-Auen waren bereits im Sommer 1992 abgestorben (Eichelmann 1995).

Das Keimzellenverfahren wurde ab 2010 adaptiert durchgeführt. Gründe dafür waren u. a. die geringe Verfügbarkeit von Pflanzflächen (wegen des hohen Totholzanteils in der Fläche) und die Ausnutzung der vollen 0,5 ha (Oitzinger et al. 2010).

Drescher et al. (2006) raten dazu Ringelungen in Bereichen mit einem hohen Anteil autochthoner Baumarten durchzuführen, sowie Umwandlungsmaßnahmen nur durchzuführen, wenn Götterbaum und Eschenahorn im Nebenbestand ebenfalls entfernt werden.

5.3. Vorschläge für weitere Managementmaßnahmen in Bezug auf die Hybridpappel im Nationalpark Donau-Auen

Aus den Ergebnissen dieser Studie in Hinblick auf die Entwicklung der Hybridpappelbestände in den unterschiedlichen Altersklassen sowie der Entwicklung der Keimzellen, kann gesagt werden, dass die Schaffung von Keimzellen nicht notwendigerweise durchgeführt werden muss. Die Bestände brechen rascher als erwartet zusammen (Oitzinger et al. 2010) und weisen mit zunehmendem Alter mehr (heimische) Arten auf.

Dies steht in Gegensatz zu einigen Studien, wonach das Umwandeln von Hybridpappelbeständen in naturnahe Bestände aktiv durchgeführt (Drescher et al. 2006; Starfinger et al. 2011) oder die Renaturierung zumindest beschleunigt werden soll (Leditznig et al. 1996a).

Es gibt allerdings zahlreiche Studien, welche ebenfalls der Meinung sind, dass *Populus ×canadensis*-Bestände ohne zusätzliche Eingriffe in naturnahe Bestände überführt werden können (Archaux et al. 2010; Zerbe 2001 in Barsig 2004; Leditznig et al. 1996a; Starfinger et al. 2011; Zerbe 2003). Dies ist auch verträglicher mit dem Ziel des Prozessschutzes, welches in Nationalparks herrschen sollte (IUCN 2015).

Außerdem wurde nachgewiesen, dass Kanadapappelbestände wichtige Beiträge zur faunistischen Biodiversität leisten. So können in Hybridpappelbeständen hohe Brutvogeldichten vorkommen (Archaux et al. 2009 in Archaux et al. 2010; Godreau et al. 1999). Auch seltene Käferarten sollen gelegentlich auf *Populus ×canadensis* vorkommen. 25 Schmetterlingsarten, darunter fünf Rote Liste-Arten, nutzen Hybridpappeln als Futterpflanze (Barsig 2004). Fünf sollen sogar stenophag an *Populus ×canadensis* gebunden sein (Koch 1984 in Barsig 2004).

Die oben genannte Empfehlung gilt unter Vorbehalt der Ergebnisse einer aktuellen Studie (Micek, Publ. in Vorbereitung) zum Thema Introgression bei Schwarzpappeln im Nationalpark Donau-Auen. Sollte diese zum Ergebnis eines deutlich höheren Introgressionsgrad kommen als bisher durchgeführte Arbeiten (Gneuss 2005; Heinze 1998b; Nationalpark Donau-Auen GmbH 2009), ist das aktive Entfernen (Keimzellenverfahren) bzw. Ringeln von Hybridpappeln weiter zu forcieren. Dabei sollten folgende Prioritäten gesetzt werden:

1. Entfernung von **männlichen *Populus ×canadensis*-Bäumen**: Es sind zwar Kreuzungen in beide Richtungen möglich (*Populus nigra* als auch *P. ×canadensis* können Samenspender für weibliche Pflanzen sein) (Heinze 1998b; Heinze 2008; Vanden Broeck et al. 2004). Allerdings kommt es, wenn Hybridpappeln als Mutterpflanzen fungieren, zu weniger fruchtbaren Samen als umgekehrt (U.S. Environmental Protection Agency 1999).
2. **nicht bis wenig vermistelte Bestände**: Leditznig et al. (1996a) empfehlen eine starke Durchforstung der wenig bis nicht vermistelten Bestände, da diese langsamer zusammenbrechen als stark vermistelte Hybridpappelforste. Um den natürlichen Nebenbestand zu fördern und großkronige Baumindividuen zu schaffen wird eine weitere Durchforstung je nach Bedarf, sieben bis zehn Jahre später, empfohlen.
3. Entfernung von Hybridpappeln **in der Nähe von (weiblichen) Schwarzpappeln** (Heinze 2008): Ein Großteil der männlichen Pappelpflanzen steht in der unmittelbaren Umgebung der Mutterpflanze (bioSicherheit 2010). Daher wird empfohlen, dass *Populus ×canadensis*-Bäume in der Nähe von heimischen *P. nigra*-Beständen ebenfalls mit höherer Priorität entfernt werden.
4. Entfernung von Hybridpappeln in der Nähe von **Flächen mit großer Schwarzpappeldichte** (Heinze 1998a).

Diskussion

Zum Schutz der gefährdeten Schwarzpappel sollten v. a. Keimungsflächen geschaffen werden (Heinze 1998a). Bodenverwundung hat beispielsweise gute Erfolge gebracht (Nationalpark Donau-Auen GmbH 2009). Diese müssen auch einige Zeit gepflegt werden, um Konkurrenzvegetation zu eliminieren (Heinze 1998a). Außerdem kann es hilfreich sein, wenn Schwarzpappeln anstelle von Hybridpappeln auch außerhalb des Nationalparks, z. B. entlang von Straßen gepflanzt werden (Heinze 1998a).

6. Literaturverzeichnis

Aas, G. (2006): Die Schwarzpappel - zur Biologie einer bedrohten Baumart. In: Schmidt, O.: Beiträge zur Schwarzpappel. Freising, Bayrische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF).

Archaux, F., Chevalier, R. und Berthelot, A. (2010): Towards practices favourable to plant diversity in hybrid poplar plantations. *Forest Ecology and Management* 259 (12): 2410-2417.

Auer, I. (2011): Immer ein Thema - Wetter und Klima. In: Berger, R. und Ehrendorfer, F.: Ökosystem Wien - Die Naturgeschichte einer Stadt. Wien, Böhlau Verlag.

Auer, I., Böhm, R. und Mohnl, H. (1989): Klima von Wien - Eine anwendungsorientierte Klimatographie Wien, Magistrat der Stadt Wien.

Barsig, M. (2004): Vergleichende Untersuchungen zur ökologischen Wertigkeit von Hybrid- und Schwarzpappeln, Bundesanstalt für Gewässerkunde.

Benetka, V., Vacková, K., Bartáková, I., Pospíšková, M. und Rasl, M. (2002): Introgression in black poplar (*Populus nigra* L. ssp. *nigra*) and its transmission. *Journal of Forest Science* 48 (3): 115-120.

bioSicherheit (2010): Modell zum Genfluss bei Pappeln. Abgerufen am 11.03.2015, von <http://www.biosicherheit.de/projekte/1018.modell-genfluss-pappeln.html>.

Böcker, R. und Klotzenberg, M. (1996): Pappeln an Fließgewässern. Karlsruhe, Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg.

Brix, F. (1972): Die Aulandschaft - Hydrologie, Geologie, Bodenkunde. In: Stormühlner, F. und Ehrendorfer, F.: Naturgeschichte Wiens - Band 2. Jugend und Volk: 499-530.

Chevallier, H. (2000): Populiculture et gestion des espaces alluviaux. *Le Courrier de l'environnement* 40.

Christian, R. (1995): Österreichs größte Aulandschaft. In: Lazowski, W.: Auen in Österreich - Vegetation, Landschaft und Naturschutz. Wien, Umweltbundesamt: 74-79.

Delarze, R. und Ciardo, F. (2002): Rote Liste-Arten in Pappelplantagen. *Informationsblatt Forschungsbereich Wald* 9: 3-4.

Dierschke, H. (1994): Pflanzensoziologie: Grundlagen und Methoden Stuttgart, UTB für Wissenschaft.

Dietrich, M. (2011). Naturverjüngung in Beständen der Hybridpappel (*Populus × canadensis*) im Nationalpark Donau-Auen (A) mit Fokus auf die Etablierung von Neophyten, Bachelorarbeit an der Technischen Universität Dresden.

Diouf, P. N., Stevanovic, T., Cloutier, A., Fang, C.-H., Blanchet, P., Koubaa, A. und Mariotti, N. (2011): Effects of thermo-hygro-mechanical densification on the surface characteristics of trembling aspen and hybrid poplar wood veneers. *Applied Surface Science* 257 (8): 3558-3564.

Dister, E. (1992): Mittelfristige naturnahe Waldbauplanung zur Renaturierung der Auwälder des Schutzgebietes der "Regelsbrunner-Haslauer-Au". Rastatt, WWF-Auen-Institut.

DoRIS (2015): Pegelstände - Wildungsmauer. Abgerufen am 27.07.2015, von <http://www.doris.bmvit.gv.at/fahrwasserinformation/pegelstaende/wildungsmauer/>.

Drescher, A., Fraissl, C. und Magnes, M., Eds. (2005): Nationalpark Donau-Auen. Aliens - Neobiota in Österreich. Wien, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft; Böhlaus Verlag.

Drescher, A. und Magnes, M. (2006): Bekämpfung von Neophyten im Nationalpark Donau-Auen (vorläufiger Endbericht).

Duden (2015): Heterosis. Abgerufen am 31.08.2015, von <http://www.duden.de/rechtschreibung/Heterosis>.

Eckmüllner, O. und Fleck, W. (2004): Auswertung Winterinventur 2003/2004 im MA 49-Teil des Nationalpark Donau-Auen.

Eichelmann, U. (1995): Das WWF-Reservat Regelsbrunner Au in den Donau-Auen. In: Lazowski, W.: Auen in Österreich - Vegetation, Landschaft und Naturschutz. Wien, Umweltbundesamt: 79-84.

Ellenberg, H. (2001): Zeigerwerte der Pflanzen in Mitteleuropa. Göttingen, Goltze Verlag.

Ellenberg, H. und Leuschner, C. (2010): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. 6., vollständig neu bearbeitete und stark erweiterte Auflage. Stuttgart, Ulmer Verlag.

Fischer, M. A., Oswald, K. und Adler, W. (2008): Exkursionsflora für Österreich, Liechtenstein und Südtirol. 3. verbesserte Auflage. Linz, Land Oberösterreich, Biologiezentrum der Oberösterreichischen Landesmuseen.

garten-treffpunkt.de (2015): Die Eiche und die Eichen-Arten. Abgerufen am 25.09.2015, von <http://www.garten-treffpunkt.de/lexikon/eichen.aspx>.

Geoinformatik-Service (2015): Verschneidung. Abgerufen am 26.09.2015, von <http://www.geoinformatik.uni-rostock.de/einzel.asp?ID=1746>.

Gepp, J. (1986): Auengewässer als Ökozellen. Wien, Bundesministerium für Gesundheit und Umweltschutz.

Gneuss, S. (2005): Die Häufigkeit von Introgression bei *Populus nigra* L. im Nationalpark Donau-Auen.

Godreau, V., Bornette, G., Frochot, B., Amoros, C., Castella, E., Oertli, B., Chambaud, F., Oberit, D. und Craney, E. (1999): Biodiversity in the floodplain of Saone: a global approach. Biodiversity and Conservation (8): 839-864.

Härdtle, W., Bracht, H. und Hobohom, C. (1996): Vegetation von Hartholzauen (Quercus-Ulmestum Issl. 1924) im Mittelbegebiet zwischen Lauenburg und Havelberg. 25-38.

Heinze, B. (1997): *Populus nigra* in Austria - rare, endangered, not recognized? In: Turok, J., Lefèvre, F., de Vries, S. und Tóth, B.: *Populus nigra* Network - Report of the third meeting 5-7 October 1996, Sávár, Hungary. Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 34-40.

Heinze, B. (1998a): Erhaltung der Schwarzpappel in Österreich - forstwirtschaftliche, genetische und ökologische Aspekte. Wien, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft.

Heinze, B. (1998b): Molekulargenetische Unterscheidung und Identifizierung von Schwarzpappeln und Hybridpappelklonen. Wien, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft.

Heinze, B. (2008): Genetic traces of cultivated hybrid poplars in the offspring of native *Populus nigra* in Austria. *Preslia* 80: 365-374.

Hill, M. O. (1979): TWINSPLAN - a FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes. New York, Section of Ecology and Systematics, Cornell University.

Himmler, H. und Römmler, O. (2001): Oberrheingebiet: Vielfalt der Ökosysteme zwischen Pfälzer Wald und Rhein. *Petermanns Geographische Mitteilungen* 145 (6): 36-41.

Houtzagers, G. (1937). Het geslacht *Populus* in verband met zijn beteekenis voor de houtteelt = The genus *Populus* and its significance in silviculture, Dissertation an der Wageningen University.

IUCN (2015): Protected Areas Category II. Abgerufen am 10.08.2015, von http://iucn.org/about/work/programmes/gpap_home/gpap_quality/gpap_pacategories/gpap_pacategory2/.

Jäger, E. J., Müller, F., Ritz, C. M., Welk, E. und Wesche, K. (2009): Rothmaler - Exkursionsflora von Deutschland, Gefäßpflanzen: Atlasband, Spektrum Akademischer Verlag.

Jelem, H. (1965). Forstliche Standortkarte Donauauen. 1:10.000.

Jelem, H. (1974): Die Auwälder der Donau in Österreich. Wien, Forstliche Bundesversuchsanstalt.

Joachim, H.-J. (2000): Die Schwarzpappel (*Populus nigra* L.) in Brandenburg, Landesforstanstalt Eberswalde, Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung.

Klotzenberg, M. (2010): Bestimmungshilfe für in Mitteleuropa heimische und kultivierte Pappelarten und -sorten. Abgerufen am 30.09.2014, von http://offene-naturfuehrer.de/web/Bestimmungshilfe_f%C3%BCr_in_Mitteleuropa_heimische_und_kultivierte_Pappelarten_und_-Sorten_%28Michael_Koltzenburg%29.

Koch, M. (1984): Wir bestimmen Schmetterlinge. Leipzig, Neumann & Neumann.

Kopecky, F. (1966): Examination of clones on species-hybrids for hybrid vigor. *Proceedings of the IUFRO Meeting Sect. 22 Hung. Vol. I*: 120-124.

Kowarik, I. (1995): Ausbreitung nicht heimischer Gehölzarten als Problem des Naturschutzes? In: Böcker, R., Gebhardt, H., Konold, W. und Schmidt-Fischer, S.: Gebietsfremde Pflanzenarten - Auswirkungen auf einheimische Arten, Lebensgemeinschaften und Biotope: Kontrollmöglichkeit und Management. Landsberg, ecomed verlagsgesellschaft AG & Co KG.

Laquerbe, M. (2000): Richesse spécifique et phytomasse des sous-bois de peupleraies cultivées en bordure de Garonne (Sud-Ouest de la France). *Annals of Forest Science* 57 (8): 767.

Lauterbach, D. und Nehring, S. (2013): Naturschutzfachliche Invasivitätsbewertung *Populus canadensis* - Bastard-Pappel. Bonn, Bundesamt für Naturschutz.

Lazowski, W. (1997): Auen in Österreich - Vegetation, Landschaft und Naturschutz. Wien, Umweltbundesamt.

Leditznig, C. und Fraissl, C. (1996a): Grundlagen für waldbauliche Managementpläne im Nationalpark Donau-Auen. Scheibbs - Deutsch-Wagram.

Leditznig, C. und Fraissl, C. (1996b): Konkretisierung natürlicher Managementpläne im Nationalpark Donau-Auen. Scheibbs - Deutsch-Wagram.

Leditznig, C. und Fraissl, C. (1996c): Nationalpark Donau-Auen - Grundlagen für Managementpläne im Nationalpark Donau-Auen. Scheibbs - Deutsch-Wagram.

Leitgeb, E., Reiter, R., Englisch, M., Lüscher, P., Schad, P. und Feger, K. H., Eds. (2012): Waldböden - Ein Bildatlas der wichtigsten Bodentypen aus Österreich, Deutschland und der Schweiz, Wiley-VCH Verlag.

MA 49 - Forstamt und Landwirtschaftsbetrieb der Stadt Wien (1969): Forstoperat - Revier Mannswörth 1960-1969.

MA 49 - Forstamt und Landwirtschaftsbetrieb der Stadt Wien (1977): Forstoperat - Revier Lobau 1962-1977.

MA 49 - Forstamt und Landwirtschaftsbetrieb der Stadt Wien (1981): Forstoperat - Revier Mannswörth 1972-1981.

MA 49 - Forstamt und Landwirtschaftsbetrieb der Stadt Wien (1991): Forstoperat des Reviers Mannswörth 1982-1991, MA 49 - Forstamt und Landwirtschaftsbetrieb der Stadt Wien.

MA 49 - Forstamt und Landwirtschaftsbetrieb der Stadt Wien (2013): Technischer Bericht - Revier Mannswörth, NÖ: 2013-2014.

Margl, H. (1970). Standortsvegetationskarte "Schüttelau". 1:10.000.

Margl, H. (1972a): Die Aulandschaft - Einleitung. In: Stormühlner, F. und Ehrendorfer, F.: Naturgeschichte Wiens - Band 2. Wien, Jugend und Volk: 675-702.

Margl, H. (1972b): Die Pflanzenwelt des Auwaldbereichs - Die Ökologie der Donauauen und ihre naturnahen Waldgesellschaften. In: Stormühlner, F. und Ehrendorfer, F.: Naturgeschichte Wiens - Band 2. Wien, Jugend und Volk: 675-702.

Margl, H. (1973): Pflanzengesellschaften und ihre standortgebundene Verbreitung in teilweise abgedämmten Donauauen (Untere Lobau), Forstliche Bundesversuchsanstalt.

Mohrdiek, O. und Melchior, G. H. (1976): Die Kombination von Hybrid- und Polyploidzüchtung als aussichtsreiche Methode bei Leuce-Pappeln: Vergleich zwischen diploiden und triploiden Graupappeln aus gleichen Nachkommenschaften. Die Holzzucht 30 (1): 7-10.

Nationalpark Donau-Auen GmbH (2009): Managementplan Nationalpark Donau-Auen 2009 - 2018. Orth/Donau, Nationalpark Donau-Auen.

Nationalpark Donau-Auen GmbH (2014a): Die Donau. Abgerufen am 27.11.2014, von <http://www.donauauen.at/?area=nature&subarea=danube>.

Nationalpark Donau-Auen GmbH (2014b): Zahlen, Daten, Fakten. Abgerufen am 27.11.2014, von <http://www.donauauen.at/?area=nationalpark&subarea=numbers>.

Nebenführ, W. (2007): Biomassegewinnung durch Pappel und Weide im Kurzumtrieb - eine Frage der Sorte. BFW-Praxisinformation 3: 11-12.

Oitzinger, G. und Kovacs, F. (2010): Evaluierungsbericht Keimzellen, Österreichische Bundesforste.

Österreichische Bundesforste (1986): Forstoperat 1977-1986.

Österreichische Bundesforste (2012): Ergebnisse der bestandesweisen Naturraum-Inventur (Taxation) Nationalpark Donau-Auen (Teil NÖ) - Planungszeitraum: 2013-2022.

Peschaut, R. (1957): Einige Worte über den Pappelanbau in Österreich. Allgemeine Forstzeitung 68 (7/8): 89-90.

Philippi, G. (1978): Die Vegetation des Altrheingebietes bei Rußheim. Der Rußheimer Altrhein - eine nordbadische Auenlandschaft. Natur- und Landschaftsschutzgebiete Baden-Württembergs. 10: 103-267.

Phillips, R. (2004): Der große Kosmos-Naturführer Bäume. 7. Auflage. Stuttgart, Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co.

Pignatti, S. (2013): Ellenberg indicator values for the whole Europe. Abgerufen am 23.06.2015, von <http://www.sci.muni.cz/botany/juice/?idm=10>.

Rajora, O. P. und Danicik, B. P. (1992): Genetic characterization and relationships of *Populus alba*, *P. tremula*, and *P. x canescens*, and their clones. Theoretical and Applied Genetics 84 (3-4): 291-298.

Roth, B., Bucher, H.-U., Schütz, J.-P. und Ammann, P. (2001): Ringeln - Alte Methode neu angewendet. Waldbau 401: 38-41.

Schagerl, M., Drozdowski, I., Angeler, D. G., Hein, T. und Preiner, S. (2009): Wager age - a major factor controlling phytoplankton community structure in a reconnected dynamic floodplain (Danube. Regelsbrunn, Austria). Journal of Limnology 68 (2): 274-287.

Schirmer, R. und Haikali, A. (2014): Sortenprüfung von Pappelhybriden für Energiewälder. LWF Wissen 74: 106-118.

Siler, B., Skoric, M., Misic, D., Kovacevic, B., Jelic, M., Patenkovic, A. und Kurbalija, Z. (2014): Variability of European Black Poplar (*Populus nigra* L.) in the Danube Basin. Novi Sad.

Starfinger, U. und Kowarik, I. (2011): *Populus x canadensis*. Abgerufen am 10.06.2014, von <http://www.neobiota.de/12632.html>.

Szivatz, T. und Fleck, W. (2012): Nationalpark-Forstverwaltung Lobau - Obere Loubau 2012-2021. Wien, Magistratsabteilung 49.

Tabbener, H. E. und Cottrell, J. E. (2003): The use of PCR based DNA markers to study the paternity of poplar seedlings. Forest Ecology and Management 179 (1-3): 363-376.

Tremp, H. (2005): Aufnahme und Analyse vegetationsökologischer Daten. Stuttgart, Eugen Ulmer Verlag.

U.S. Environmental Protection Agency (1999): Biological Aspects of Hybrid Poplar Cultivation on Floodplains in Western North America: A Review.

UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH (2014). Abgerufen am 11.12.2014, von http://www2.ufz.de/biolflor/taxonomie/taxonomie.jsp?ID_Taxonomie=2393.

Undt, W. (1970): Allgemeine Betrachtungen zum Klima Wiens (Meteorologie und Bioklimatologie). In: Starmühlner, F. und Ehrendorfer, F.: Naturgeschichte Wiens - Band 1. Wien, Jugend und Volk.

USDA ARS, N. G. R. P. (2015): GRIN Taxonomy for Plants - *Populus angulata* Aiton. Abgerufen am 10.06.2015, von <http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/taxon.pl?29363>.

Vanden-Broeck, A., Cox, K., Michiels, B., Verschelde, P. und Villar, M. (2012): With a little help from my friends: hybrid fertility of exotic *Populus x canadensis* enhanced by related native *Populus nigra*. Biological Invasions 14 (8): 1683-1696.

Vanden Broeck, A., Storme, V., Cottrell, J. E., Boerjan, W., Van Bockstaele, E., Quataert, P. und Van Slycken, J. (2004): Gene flow between cultivated poplars and native black poplar (*Populus nigra* L.): a case study along the river Meuse on the Dutch-Belgian border. Forest Ecology and Management 197 (1-3): 307-310.

Vasilopoulos, G., Tairipidis, I. und Karagiannakidou, V. (2007): Do abandoned tree plantations resemble natural riparian forests? A case study from northeast Greece. Botanica Helvetica 117: 125-142.

Wien-Vienna (2015): Die Donau - Zahlen/Daten/Fakten. Abgerufen am 10.06.2015, von <http://www.wien-vienna.at/blickpunkte.php?ID=674>.

Willner, W. und Drescher, A. (2007): Die Wälder und Gebüsche Österreichs: ein Bestimmungswerk mit Tabellen. 2. Tabellenband.

Literaturverzeichnis

ZAMG (2014a): Klimadaten von Österreich 1971-2000: Groß-Enzersdorf. Abgerufen am 15.12.2014, von http://www.zamg.ac.at/fix/klima/oe71-00/klima2000/klimadaten_oesterreich_1971_frame1.htm.

ZAMG (2014b): Klimadiagramm Groß-Enzersdorf. Abgerufen am 27.11.2014, von http://www.klimadiagramme.de/GMA_neu/Europa/oesterreich0.htm.

Zerbe, S. (2001): Renaturierung forstlicher Reinbestände durch Integration natürlicher Regenerationsprozesse aus vegetationsökologischer Sicht. In: Wiegleb, G. und Bröring, U.: Tagungsband "Renaturierungsökologie" der Gesellschaft für Ökologie (GfÖ), Burg (Spreewald), 21.-23.02.2001. BTUC-AR.

Zerbe, S. (2003): Vegetation and future natural development of plantations with the Black poplar hybrid *Populus ×euramericana* Guinier introduced to Central Europe. Forest Ecology and Management 179 (1-3): 293-309.

Zsuffa, L. (1973): A summary review of interspecific breeding in the genus *Populus* L. In: Fowler, D. P. und Yeatman, C. W.: Proceedings of the 14th meeting of the Canadian Tree Improvement Association - Part 2. Fredericton, New Brunswick: 107-123.

Zufa, L. (1968): The present work on poplar breeding in Ontario.

Zukrigl, K. (1994): Forstwirtschaftliche Beweissicherung für das Kraftwerk Freudenau: Grundaufnahme der Testflächen am Südufer östlich Wiens und der Referenzflächen - Technischer Bericht.

7. Anhang

7.1. Abstract

Hybrid poplars (*Populus ×canadensis*) are mainly the cross product of the native *Populus nigra* (male) and the North American *P. deltoides* (female). Since the 1860's these trees have been planted in the area of the Donau-Auen National Park. Advantages of *Populus ×canadensis* trees are their resistance against diseases, their fast and erect growth as well as their tolerance of water deficiency and their good propagation properties. Certainly hybrid poplars represent a danger for the biodiversity of the national park: Because of the fact that one parent is native in the Austrian flora, hybrids of *Populus ×canadensis* and *P. nigra* can occur under natural conditions. Up to ten percent of *P. nigra* seedlings already contain hybrid poplar genes. Other risks are the high infection rate of *Viscum album* and the inter-specific competition. Hybrid poplars were introduced to Austria after 1492 and are therefore classified as neophytes.

Usually *Populus ×canadensis* are harvested 30 to 40 years after planting, which isn't the case here since the national park was established in 1996. Since then the hybrid poplar stands have been left on their own. The developments of these stands were observed with vegetation relevés (method after Braun-Blanquet) and tree inventories.

In this study 100 plots were observed to describe the development trends of the hybrid poplar stands.

The results show that older plantations contain more (native) species and less (invasive) neophytes. The hybrid poplar stands can be classified in two vegetation groups. The second one is richer in species and could be the product of the abolishment of forestry.

This study suggests to leave the hybrid poplar plantations as they are. They seem to develop in the direction of natural forest stands.

Keywords: *Populus ×canadensis*, hybrid poplar, development, national park, floodplain forest, neophyte

7.2. Zusammenfassung

Hybridpappeln sind das Produkt mehrerer Kreuzungen innerhalb der Gattung *Populus*. Die Verwendung der heimischen Schwarzpappel (*Populus nigra*; männlich) und nordamerikanischen Pappelarten (*P. deltoides*; weiblich) führte zur Entstehung der euamerikanischen Pappeln (*Populus ×canadensis*). Um 1860 hat die großflächige Hybridpappelanpflanzung in den Donau-Auen begonnen. Die Vorteile der Verwendung von Hybridpappeln sind die Krankheitsresistenz, der schnelle und aufrechte Wuchs sowie die erhöhte Wassertoleranz und die guten Vermehrungseigenschaften. Allerdings gibt es auch Nachteile durch die Aufforstung mit *Populus ×canadensis* für die Biodiversität des Nationalparks: Einerseits besteht die Gefahr der Introgression mit der ohnehin schon gefährdeten heimischen Schwarzpappel. Bis zu zehn Prozent des *P. nigra*-Jungwuchses soll Hybridpappelgene aufweisen. Andererseits gelten die interspezifische Konkurrenz sowie der hohe Grad von Mistelinfectionen als potentielle Gefahr für die restliche Pflanzenwelt des Nationalparks Donau-Auen. Da Hybridpappeln nach 1492 durch den Menschen in Europa eingeführt wurden, sind sie als Neophyten zu klassifizieren.

Im Normalfall werden Kanadapappeln nach 30 bis 40 Jahren geerntet, was seit der Einrichtung des Nationalparks Donau-Auen im Jahr 1996 nicht mehr der Fall ist. Seit dem werden die Bestände sich selbst überlassen.

In der vorliegenden Arbeit wurden 100 Aufnahmeflächen untersucht (Vegetationsaufnahmen nach Braun-Blanquet, Bauminventarisierung), um die Entwicklungstendenzen der *Populus ×canadensis*-Bestände zu beschreiben.

Die Ergebnisse zeigen, dass Hybridpappelforste mit dem Alter artenreicher werden und eine geringe Deckung an (invasiven) Neophyten aufweisen. Die Bestände konnten in zwei Bestandsgruppen geteilt werden, wobei die zweite Gruppe artenreicher ist, was das Resultat der Außernutzungsstellung sein kann.

Diese Studie legt nahe, dass die Bestände weiter sich selbst überlassen werden sollen, da die Entwicklung in Richtung naturnahe Wälder geht und dies auch gut mit dem Prozessschutz des Nationalparks in Einklang gebracht werden kann.

Schlüsselwörter: *Populus ×canadensis*, Hybridpappeln, Entwicklung, Nationalpark, Auwald, Neophyten

7.3. Unterscheidung von Schwarz- und Hybridpappel

7.3.1. Einleitung

- Hinweise zur Verwendung der Merkmalstabelle: Quellenangaben in der Merkmalspalte weisen auf ein gut heranziehbares Merkmal laut genannter Quelle hin! Die Quellenangaben sind mit Fußnoten versehen, welche sich auf das vollständige Zitat am Ende des Kapitels (7.3.3. Literatur, Seite 83) beziehen.
- Wichtige Merkmale sind fett unterlegt!
- Es sind immer mehrere Triebe und Blätter zu begutachten^[20]!
- Der Gesamteindruck ist mitentscheidend^[20]!
- Junge Pflanzen oder erste Ausschläge sind nicht identifizierbar^[20].
- Der beste Bestimmungszeitpunkt ist das späte Frühjahr, wenn die Behaarung sowie die Farbe der Zweige charakteristisch sind und das Geschlecht der Bäume erkennbar ist^[17].
- "...nach den neueren genetischen Erkenntnissen (sind) reine Schwarzpappeln ohne genetische Analyse nicht sicher von Hybridpappeln zu differenzieren"^[3]
- Mit einem "-" versehene Zellen weisen darauf hin, dass keine Informationen gefunden wurden.

7.3.2. Merkmalstabelle

Merkmale		<i>Populus nigra</i> L.	<i>Populus × canadensis</i> Moench
Taxonomie	dt. Name	Schwarz-Pappel ^[12] ; Saarbaum ^[11] ; Europäische Schwarz-Pappel ^[22] ;	Bastard-Schwarz-Pappel ^[10] ; Kanadische Pappel ^[17] ; (Euro-amerikanische) Hybrid-Pappel ^[12] ; Bastard-Pappel ^[25] ; Kanadische Bastard-Pappel ^[22] ; Kanada-Pappel ^[4] ;
	Synonymie	-	<i>P. × euramericana</i> ^[10] ;
Alter		Höchstalter: 100 ^[1] ; 100-150 Jahre ^[11; 16; 19] ; selten bis 300 Jahre ^[5; 11; 16; 18] ;	sterben nach 30-35 Jahren ab ^[20] ; bis 50 Jahre ^[27] ; Nachweis einer Hybridpappel im Nationalpark Donau-Auen mit 130 Jahren ^[23] ;
Habitus	allgemein	im Einzelstand mächtiger Baum ^[9; 15] ; teils säulenförmig ^[9] ; im Bestand: ± gerader, durchgehender Stamm ^[15] ; ältere Exemplare: mächtiger, knorriges Wuchs ^[16] ;	sehr hohe, meist breitkronige Bäume ^[25] ; besenartig ^[29] ; nicht sehr verzweigt ^[20] ; schräg aufrechte Äste ^[20] ; formenreich ^[18] ;

Anhang

Merkmale		<i>Populus nigra</i> L.	<i>Populus × canadensis</i> Moench
Habitus	Höhe	15-30 m ^[2; 12; 28] ; 20-27 m ^[8] ; bis (> ^[18])30 ^[11; 14; 17; 24] (-36 ^[17]) m; bis 35 m ^[1; 16; 19] ; relativ geringer Höhenzuwuchs ^[17] ;	(15-[2; 12])30 m ^[8; 10; 18] ; bis über 40 m hoch ^[17] ;
	Krone	unregelmäßig aufgebaut ^[1; 11; 16] ; ausladend ^[2; 11; 16; 19] ; offen ^[18] ; ausgebreitet ^[12] ; sehr hoch ^[26] ; gewölbt ^[26] ; oft ausladend ^[26] ; stark ästig ^[2] ; mächtig ^[19] ; oft "besenartig" ^[1; 6; 17] ; breilkronig ^[8; 18; 30] ; waagrechte Äste ^[20] ; großer Winkel der Äste ^[20] ; dicht geschlossen ^[6; 17] ; im Vergleich zu anderen Altpappeln relativ schmale Krone ^[17] ; später starkästig ^[6; 17] ; licht ^[8] ; flachgewölbt ^[8] ; mit zunehmendem Alter äußere Äste stark allseitig überhängend ^[6; 17] ; im sAlter: unregelmäßig ^[18] ; im Vergleich zu anderen Pappeln: rel. schmal ^[6] ;	gleichmäßig ^[30] ; schmal bis breit eiförmig ^[10; 17] ; dicht ^[8] ; weit ausladend ^[8] ; offen ^[18] ; breit ^[18] ;
	Krone - alte Bäume	mehrteilig ^[26] ; recht unregelmäßig ^[26] ; im Alter weit ausladend ^[9; 15] ;	-
	sonstiges	schwache Apikaldominanz ^[9] ; rel. geringer Höhenzuwuchs ^[6] ;	Seitenäste an den Zweigen oft spärlich ^[17] ;
Stamm/Borke	Farbe	graubraun ^[11] ; schwarzgrau ^[24; 28] ; bräunlich bis schwärzlich ^[8] ; an den oberen Stammteilen grau ^[28] ; dunkelgrau bis schwarz ^[1; 16; 18] ; grau ^[5] ; dunkel ^[2] ; Jugend: hell ^[19] ; Alter: dunkel ^[19] ; anfangs: grau ^[1] ; in den oberen Stammteilen und der Krone weißgrau ^[6; 17] ;	in der Jugend grüner ^[8] ;
	Korkwülste	quer verlaufende Korkwülste ^[6; 11; 17] ;	mit weniger deutlichen (ohne ^[10; 25]) horizontalen Korkwülsten ^[17] ;
	Durchmesser	Durchmesser von > 2 m ^[1; 11; 19] ;	-

Anhang

Merkmale		<i>Populus nigra</i> L.	<i>Populus × canadensis</i> Moench
Stamm/Borke	Wasserreiser	Ausbildung von Wasserreisern und Maserknollen → bizarre Stammformen ^[11; 16] ; häufig mit Adventivsprossen ^[9; 15] ;	-
	Feinreiser	nach oben gerichtet ^[11; 16] ;	-
	Struktur	x-förmige Struktur ^[11; 15; 16; 20] (diese bildet sich früh ^[1]); zerfurcht ^[28] ; tief längsgefurcht ^[5; 17] ; längsrissig ^[8] ; tiefrissig ^[2; 18; 24] ; ziemlich bucklig und gewunden ^[26] ; in Längsrichtung rissig mit charakteristischer Musterung ^[9; 15] ; Muster der Rippen und Furchen netzartig ^[1; 17] ; oft mit ± horizontalen Furchen ^[1] ; in der Jugend rein und glatt ^[1; 9; 15] ; Rinde alter Bäume sehr rau ^[9] ; im Alter: tiefrissig ^[19] ;	gleichmäßig längsgefurcht ^[1; 11] (Rippen und Furchen ± parallel ^[1]); oft vertikaler Furchenverlauf ^[17] ; teilweise derb ^[20] ; bei jungem Baum glatt ^[13] ;
	Astansatz	schon in geringer Höhe über dem Boden in wenige, sehr kräftige und massige Äste geteilt ^[18; 26] ; stumpfe Winkel der Kurztriebe ^[20] ;	-
	sonstiges	durch seitliche Ausschläge stark wulstig ^[11; 12] ; häufig Wülste (knotenartige Auswüchse) am Stamm ^[9] ; häufiges Auftreten von Auswüchsen und Maserknollen ^[1; 6; 17; 19] ; knorrig ^[30] ; beulige Wucherungen im Alter ^[30] ; sehr kräftig entwickelt ^[17; 26] ; meist etwas geneigt oder verdrückt ^[26] ; im Bestand gerader Stamm, Äste nur im oberen Bereich ^[9] ; häufig Brettwurzelansätze an der Stammbasis alter Bäume ^[9] ; Zweige unregelmäßig am Stamm verteilt ^[15] ; Verwechslungsgefahr mit Weiden- und Silberpappelborken und ev. Robinie ^[15] ; Stamm gerade, zylindrisch, dick ^[8] ;	nicht wulstig ^[12] ; (± ^[30]) geradschaftig ^[2; 18] ; keine Maserknollen ^[20] ; Borke erinnert an Zerreichenborke ^[15] ; langschaftig ^[18] ;

Anhang

Merkmale		<i>Populus nigra</i> L.	<i>Populus × canadensis</i> Moench
Zweige	Querschnitt	junge Zweige haben runden Querschnitt ^[2; 11; 12; 16] ; rund ^[6; 17; 19; 24; 30] ; ziemlich dünn ^[26] ; Triebbasis mit rundem Querschnitt ^[9] ; junge: rund oder nur an der Spitze etwas kantig ^[1] ;	(stark ^[8]) kantige einjährige Zweige ^[1; 13; 25] ; stielrund bis leicht kantig ^[10; 17; 24; 30] ;
	Korkrippen	junge Zweige haben keine Korkrippen ^[11; 12] ; ältere Zweige: große, grünliche, wulstig erhabene Lentizellen ^[8] ;	Korkrippen ^[10; 20] ; junge Äste von Korkrippen ± kantig ^[12] ; junge Äste mit Korkrippen ^[2] ;
	Farbe	gelbbraun ^[5] ; hell orangebraun bis graubraun ^[24] ; hellbräunlich ^[26] ; gelblich bis ockerfarben; oliv- bis gelbbraun ^[1] ; oft bleigrau marmoriert ^[1] ; lehmgelb ^[8] ; ältere: gelbaschgrau ^[8] ; heurige Triebe stark grünlich ^[15] ; einjährige Triebe häufig rot, aber auch grün ^[6; 17] ; 2jährige Triebe bleigrau mit gelblichem Ton ^[6; 17] ; im Winter gelblichbraun werdend ^[9; 15] ; in den folgenden Jahren grau-braun ^[9] ;	dunklere olivgrüne bis braune Zweige ^[24] ;
	sonstiges Aussehen	alle Zweige glatt ^[8] ; glänzend ^[1; 5; 8] ; bogig ^[26] ; bogenförmige Äste ^[9] ; bogig überhängend ^[19] ; steil schräg aufsteigend ^[26] ; aufrecht ^[18] ; unregelmäßig am Stamm verteilt ^[9] ; etwas unregelmäßig ^[19] ; 3 Haupttypen: lange End- und Seitentriebe, Kurztriebe, Adventivtriebe ^[9] ; dünne Epidermisschichten schälen sich ab ^[9] ; sehr starke Äste ^[19] ; glatt und glänzend ^[19] ; auch junge Triebe nicht behaart ^[17] ; kahl ^[1] ; Äste stumpf abstehend ^[8] ;	schräg aufrechte Äste ^[20] ; Äste im spitzen Winkel abstehend ^[8] ;
	Langtriebe	im 1. Jahr eindeutig zylindrisch (rund) an der Basis, manchmal leicht eckig, aber ohne Leisten ^[9; 15] ; rutenförmig ^[8] ; rund ^[8] ;	Leisten ^[15] ; an Langtrieben in Korkleisten übergehend (Ecken der kantigen Zweige) ^[8] ;
	Kurztriebe	zahlreiche Kurztriebe verbleiben an zweijährigen und älteren Trieben ^[9; 15] ; stumpfe Winkel ^[20] ; stark gerade ^[8] ; sehr knotig ^[8] ;	-

Anhang

Merkmale		<i>Populus nigra</i> L.	<i>Populus × canadensis</i> Moench
Zweige	Lentizellen	mit erhabenen länglichen, hellbraunen Lentizellen ^[5; 24] ; zahlreiche, meist nicht längliche Lentizellen ^[9; 15] ; können an Jungpflanzen erhalten bleiben ^[9; 15] ; punkt- oder strichförmig ^[1] ; rund ^[6; 17] ;	-
	sonstiges	Sprosssystem mit Lang- und Kurztrieben ^[1] ; waagrechte Äste ^[20] ; bogenförmige Äste ^[15] ; auf zwei- und mehrjährigem Holz kurze Seitenäste ^[6] ;	kahl ^[17] ; selten leicht behaart ^[17] ;
Knospen	Größe	6 mm ^[19] ; bis 1 cm lang ^[5; 8] ; 6-15 mm lang ^[1] ;	-
	Farbe	rotbraun ^[5; 6; 17] ; rotbraun bis ockerbraun ^[24] ; auch olivfarben bis braubraun ^[24] ; blass braun ^[26] ; hellbraun bis braunrot; hellbraun ^[19] ; gelbbraun bis braun ^[1] ; glänzend braun ^[8] ; meist mit dunklerem Rand ^[24] ;	-
	Knospen-schuppen	unterste oft gekielt ^[24] ;	-
	Form	zugespitzt ^[5; 9; 17] ; schlank kegelig bis spindelig ^[24] ; gestreckt ^[19] ; länglich und spitz ^[1] ; kegelförmig spitz ^[8] ; eng ange-drückt ^[9; 26] ; spitz ^[2] ; kurz ^[9] ; manchmal sich nach außen neigend ^[6; 9] ;	-
	End-knospen	doppelt so groß wie die Seitenknospen ^[19] ; deutlich dicker als der Trieb ^[19] ;	-
	Seiten-knospen	(dem Spross anliegend, ihre Spitze ^[1; 17; 19]) nach außen zeigend ^[8; 24] ;	-
	sonstiges	balsamisch duftend ^[5] ; harzig ^[5] ; (oft ^[1; 8]) klebrig ^[2; 6; 17; 25] ^[24] ; wechselständig ^[2] ; Geruch! → Vanille, <i>Nigritella</i> ^[20] ; kleiner Knospenwinkel ^[20] ; kaum behaart ^[6; 17] ; kahl ^[8] ;	harzig ^[8; 10; 17] ; wechselständig ^[2] ; Geruch ist herber als bei Schwarzpappel ^[20] ;

Anhang

Merkmale		<i>Populus nigra</i> L.	<i>Populus × canadensis</i> Moench
Knospen	Blattnarbe	dreispurig ^[8] ; oft mit Doppelzeichnung ^[8] ; groß ^[1] ;	-
	Blütenknospen	(weibliche ^[9] ;) nach außen gebogen ^[15] ; männliche: größer ^[9] ; 15];	-
Kätzchen	allgemeines	noch vor dem Austrieb des Blattes ^[1; 11; 18] ; zweihäusig ^[1; 18; 19] ; ohne Blütenhülle ^[1] ; Einzelblüten in den Achseln zerschlitzter Tragblätter ^[1] ;	-
	Blütezeit	März-April ^[1; 6; 18; 19; 26] (bis Mai ^[6]); vor der Blattentfaltung ^[6] ;	März-April ^[7; 18] ;
	männlich – Größe	4-8 cm lang ^[17; 28] ; 5-8(-9 ^[18]) cm lang ^[5] ; um 5 cm lang ^[26] ; unter 10 cm lang ^[9; 15] ; 12 cm lang ^[11] ; geringer Durchmesser (5 mm wenn geöffnet) ^[9; 15] ;	9 cm lang ^[25] ; ca. 7 cm lang ^[17] ;
	männlich – Blütenanzahl	6-30 Einzelblüten (im allg. 10-20) ^[9] ;	-
	männlich – Farbe	rötlich-purpurn ^[5; 17] ; grauweiß ^[26] ; rötlich ^[19] ;	glänzend rötlich ^[7] ;
	männlich – Form	hängen schlaff herab ^[11; 18] ; kurze Kätzchen ^[9] ;	-
	Staubblätter	Staubbeutel ist anfangs rot ^[11] ; 12-30 Staubblätter ^[11] ; rötlich ^[1; 18; 26] ; später zunehmend grauweiß ^[18] ; klein ^[9] ; purpurrot ^[9; 15] ; 20-30 Staubblätter je Blüte ^[6; 17] ;	15-25 Staubblätter ^[10; 17] ;
	Narben	Fruchtknoten mit 2 gelben Narben ^[11] ; 2 sitzende Narben ^[6; 12] ;	3-4 fast sitzende Narben ^[7; 12] ;
	weiblich – Größe	bis 10 (-15 ^[17])cm lang ^[5] ; kurze Kätzchen ^[9] ; 8-10 cm lang ^[9; 15] ; kürzer als männl. Kätzchen ^[18] ;	10-15 cm lang ^[28] ;

Anhang

Merkmale		<i>Populus nigra</i> L.	<i>Populus × canadensis</i> Moench
Kätzchen	weiblich – Blütenanzahl	ca. 50 Blüten pro Kätzchen ^[9; 15] ;	-
	weiblich – Farbe	gelbgrün ^[5; 19] ; grünlich ^[18; 26] ; gelblich grün ^[1] ;	grün ^[7] ;
	weiblich – Form	zur Reife gestreckt ^[11] ;	-
	weiblich – Narben & Griffel	Einzelblüten mit 2 Narbenlappen (Schuppen), die so groß wie die Fruchtknoten sind ^[9; 15] ; 2 kurze Narbenäste ^[1; 17] ; Griffel sehr kurz ^[17] ;	2-4 Narben ^[17] ;
Samen		zahlreich ^[2; 19] ; mit schneeweißwolligem Haarschopf ^[1; 2] ; winzig ^[2; 19] ; außerordentlich stark seidig behaart ^[19] ;	1-1,5 mm lang ^[10] ; am Grunde mit einem Haarschopf ^[10] ;
Frucht	allgemeines	springen 2klappig auf ^[1; 17; 19] ; Kapseln mit kurzem Stängel (2 mm) ^[9] ; eiförmig mit zweiteiliger Schale ^[9] ; im allg. 5 Samen/Kapsel ^[9; 15] ; 13 Samenanlagen pro Fruchtknoten, lang und hängend ^[1] ; bräunlich ^[18] ; Kapseln sind länglich oval ^[18] ; Kapseln sitzen an verlängerten weibl. Kätzchen ^[18] ;	(zwei-) drei- bis vierklappig öffnend ^[1] ;
	Größe	6 mm ^[19] ;	-
	Fruchtreife	Juni ^[19] ; Ende Mai-Juni ^[1] ;	-
Blatt ⁶	Spreitenbasis	gestutzt bis abgerundet ^[5] ; Keilbasis (an Lang- und Kurztrieben) ^[9] ; keilförmiger Grund ist durch genetische Untersuchungen fraglich geworden (bes. bei jungen Exemplaren) ^[30] ; keilig ^[6; 20] ; nie herzförmig ^[20] ; mit Zähnen ^[20] ;	breiter Grund ist durch genetische Untersuchungen fraglich geworden (bes. bei jungen Exemplaren) ^[30] ; nicht keilig ^[20] ; ohne Zähne ^[20] ; schwach keilig, gerade oder herzförmig ^[17] ;

⁶ sind am einzelnen Baum sehr variabel, typische Blätter sind v. a. an Kurztrieben (bes. zur Blüte) zu finden^[15];

Anhang

Merkmale		<i>Populus nigra</i> L.	<i>Populus × canadensis</i> Moench
Blatt	Drüsen am Blattstielansatz	fehlend ^[1; 20; 30] ; bei kräftigen Jungpflanzen gelegentlich vorhanden ^[1] ;	1-2 Drüsen ^[2; 18] ; meist vorhanden ^[1; 20] ;
	Blattspreite/-form – allgemein	sehr variabel ^[5] ; schon am einzelnen Baum sehr variabel ^[9] ; dreieckig-eiförmig bis rautenförmig ^[5] ; (lang ^[1; 17; 20]) zugespitzt ^[1; 2; 6; 19] ; rhombisch ^[2] ; rautenförmig ^[13] ; rhombisch bis dreieckig mit abgerundeten Ecken ^[19] ; dreieckig bis rautenförmig ^[1; 18] ; rhomboid-eiförmig ^[6; 17] ; Spreitenbasis meist keilförmig ^[17] ;	dreieckig mit lang ausgezogener Spitze ^[25] ; ± dreieckig ^[10] ; kantig dreieckig ^[2] ; (lang ^[10]) zugespitzt ^[2; 18] ; ± dreieckig (verschwommenes Merkmal) ^[13] ; ± deltoid oder rhombisch ^[17] ; vielgestaltig ^[2] ; 7-10 cm lang ^[10; 25] ;
	Blattspreite/-form – Langtrieb	rhombisch-eiförmig ^[11] ; lang gestielt ^[26] ; von dreieckigem Umriss oder eiförmig-rautenförmig ^[26] ; rautenförmig bis etwas eiförmig ^[9] ; zugespitzt ^[9] ; mit schlanker verlängerter Spitze ^[26] ; ins eiförmige übergehend ^[15] ; 5-9 cm lang ^[26] ;	-
	Blattspreite/-form – Kurztrieb	rhombisch ^[11; 16] ; typische Form an Kurztrieben (vorzugsweise an Zweigen mit Blüten) ^[9; 15] ; rautenförmig ^[9; 15] ; zugespitzt ^[9] ; keilförmige Basis ^[15] ; klein (unter 10 cm) ^[9; 15] ;	-
	Blattspreite/-form – Jungpflanzen	schon an Einzelpflanzen bedeutende Variation der Blattform ^[9] ; typischer an sylleptischen Trieben (Seitenzweigen, die nicht aus Winterknospen hervorgegangen sind) ^[9] ; an sylleptischen Trieben rautenförmig bis leicht eiförmig ^[9; 15] ; keilförmig ^[9; 15] ; zugespitzt ^[9; 15] ; Blattspreite am Stamm: rautenförmig bis leicht eiförmig, manchmal fast, aber nie ganz dreieckig, keilförmig, zugespitzt ^[9] ; keine bleibende Flaumbehaarung ^[9] ;	-
	Größe	5-(10- ^[19])12 cm lang ^[1; 5; 6; 17] ; 8 cm breit ^[6; 17] ; deutlich kleiner als bei Hybriden ^[6; 17] ; klein ^[13] ;	meist größer als bei Schwarz-Pappel ^[2] ; 7-10 cm ^[18] ; 6-9 cm breit ^[18] ; groß ^[13] ;

Anhang

Merkmale		<i>Populus nigra</i> L.	<i>Populus × canadensis</i> Moench
Blatt	Blattrand	fein gesägt ^[18; 19] ; gekerbt bis gesägt ^[2] ; unregelmäßig kerbig gesägt ^[1] ; stets kahl ^[12] ; nur jung etwas behaart ^[1; 18] ; später kahl ^[18] ; ev. mit Pilzhyphe ^[20] ; nicht dicht bewimpert ^[6; 17] ; einzelne Wimpern möglich ^[6; 17] ; fein kerbig gesägter Rand ^[5] ; an Langtrieben: mit kleinen, nach vorne weisenden Zähnen ^[26] ; hellgelber Knorpelrand ist kahl und derber ^[20] ; manchmal durchschimmernd ^[6; 17] ;	gesägt bis gekerbt ^[2; 10; 17; 25] ; behaart ^[25] ; anfangs (locker ^[12]) bewimpert ^[17; 18] ; ± bleibend bewimpert ^[1] ; Wimperhaare ^[20] ; ev. auch gekrümmte Haare ^[20] ; im Alter locker kurz bewimpert oder völlig verkahlend ^[17] ;
	Behaarung	kahl ^[5; 19; 28] ; keine bleibende Flaumbehaarung an alten Blättern ^[9; 15] ; wenig brauchbares Merkmal ^[30] ;	beidseitig kahl ^[10] ; wenig brauchbares Merkmal ^[30] ;
	Blattfarbe	unterseits: rein grün ^[28] ; unterseits: heller als die Oberseite ^[1; 19] ; oberseits: dunkelgrün ^[1] ; beiderseits: grün ^[5] ; glänzend dunkelgrün ^[18; 26] ; gelbe Herbstfärbung ^[5] ;	-
	Blattstiel	am Grund ohne Drüsen ^[12; 18] ; 2-6 cm lang ^[10] ; dünn ^[5; 6; 17] ; abgeflacht ^[5; 6; 17; 19] ; zusammengedrückt ^[2] ; nicht bzw. kaum behaart ^[6; 17] ;	am Ansatz häufig mit Drüsen ^[10; 12; 17; 25] ; oder Drüsen fehlend ^[17] ; seitlich abgeflacht ^[2; 25] ; (oft ^[17]) rötlich ^[10] ;
	austreibende Blätter	rötlich ^[26] ; am Rand behaart ^[25] ;	-
	Hauptseiten-nerven	unterstes Paar dicht an der Spreitenbasis ^[1] ; Wolterson-Effekt: "1. Hauptnebenaderpaar entspringt direkt am Übergang vom Blattstiel zur Blattspreite" → nicht ganz sicheres Merkmal ^[6; 11; 16; 17] ;	unterstes Paar von der Spreitenbasis entfernt ^[1] ;
	Austrieb	hellgrün ^[25] ;	rötlich ^[25] ;
Wurzeln		können Brettwurzelansätze ausbilden ^[15] ; Schotter kann in Wurzelstock einwachsen ^[27] ;	das Einwachsen von Schotter wurde noch nicht beobachtet ^[27] ;

Anhang

Merkmale		<i>Populus nigra</i> L.	<i>Populus × canadensis</i> Moench
Standort		auf Schotter (v. a. Jungwuchs) ^[20] ;	-
Holz	Verwendung	wertvoll ^[11] ; bei Skulpturschnitzern sehr beliebt ^[11; 18] ; auch für Möbel, Zellstoff (Papierindustrie), Küchengeräte, Holzschuhe ^[18] ;	industriell genutzt ^[10] ;
Unterarten		<i>P. nigra</i> ssp. <i>nigra</i> (Echte Schwarz-Pappel) → Mittel- bis Südeuropa, kahle, unbehaarte Sommerblätter^[11]; <i>P. nigra</i> ssp. <i>betulifolia</i> (Birkenblättrige Schwarz-Pappel) → NW-Europa^[11]; Laubblätter sind stärker (aber hinfällig) behaart^[6; 11]; Blattstiel anfangs behaart^[6]; kleine, birkenähnliche Blätter^[6]; orangebraune, anfangs behaarte Zweige^[6]; <i>P. nigra</i> ssp. <i>platierensis</i> → stark behaarte Äste^[6]; <i>P. nigra</i> ssp. <i>genuina</i> → breitkronig^[6]; großblättrig^[6]; <i>P. nigra</i> var. <i>thevestina</i> → Stamm geradschaftig^[6]; weißrindig^[6]; aus N-Afrika und Anatolien^[6];	-
Krankheiten		häufig Gallen am Blattstiel ^[1; 14; 18] ; wird im allg. nicht von Misteln befallen ^[9; 15] ; selten Misteln ^[1] ; wird auch von Misteln befallen ^[13] ; kann von Läusen der Gattung <i>Pemphigus</i> befallen werden, die Gallen verursachen ^[9; 15; 21] ; Lausbefall betrifft eher Pyramidenpappeln ^[13] ;	Gallen am Blattstiel kommen nur selten vor ^[1; 14] ; häufiger Mistelbefall ^[1; 20] ; wird nie von Spiralgallenlaus (<i>Pemphigus spirothecae</i>) befallen ^[21] ; Sommerbruch ^[20] ;
allgemeines		Baum des Jahres 2006 ^[11] ; Wurzelbrut selten ^[17] ; bildet Wurzelsprosse ^[18] ;	werden überwiegend als männl. Klone vermehrt ^[25] ; genaue Bestimmung nur am einjährigen durch Steckholz vermehrten Pflanzen möglich ^[10] ; häufig angepflanzt ^[17] ; auch Rückkreuzungen ^[17] ;

7.3.3. Literatur

1. Aas, G. (2006): Die Schwarzpappel - zur Biologie einer bedrohten Baumart. In: Schmidt, O.: Beiträge zur Schwarzpappel. Freising, Bayrische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF).
2. Amt der niederösterreichischen Landesregierung: Bäume und Sträucher an unseren Gewässern, Teil 2. Wasser, A. d. N. L.-G.
3. Barsig, M. (2004): Vergleichende Untersuchungen zur ökologischen Wertigkeit von Hybrid- und Schwarzpappeln, Bundesanstalt für Gewässerkunde.
4. Baumkunde.de (2014): Kanada-Pappel. Abgerufen am 10.06.2014, von http://www.baumkunde.de/Populus_x_canadensis/.
5. Baumkunde.de (2014): Schwarz-Pappel. Abgerufen am 10.06.2014, von http://www.baumkunde.de/Populus_nigra/.
6. Böcker, R. und Klotzenberg, M. (1996): Pappeln an Fließgewässern. Karlsruhe, Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg.
7. Deutsche Jagdzeitung.de (2015): Bäume & Sträucher: Zitter-Pappel, Schwarzpappel & Hybrid-Pappel. Abgerufen am 06.08.2015, von <http://www.djz.de/ausbildung/751-baeume-straeucher-zitter-pappel-schwarzpappel-hybrid-pappel>.
8. Egger, H. (1948): Die wichtigsten sommergrünen Laubgehölze im Winterzustand. Wien, Verlag Georgy Fromme & Co.
9. EUFORGEN (2004): *Populus nigra*.
10. Fakten-Über.de (2014): Bastard-Schwarz-Pappel. Abgerufen am 10.06.2014, von <http://fakten-uber.de/bastard-schwarz-pappel>.
11. Fakten-Über.de (2014): Schwarz-Pappel. Abgerufen am 10.06.2014, von <http://fakten-uber.de/schwarz-pappel>.
12. Fischer, M. A., Oswald, K. und Adler, W. (2008): Exkursionsflora für Österreich, Liechtenstein und Südtirol. Linz, Land Oberösterreich, Biologiezentrum der Oberösterreichischen Landesmuseen.
13. Fraissl, C. (2014): Mitschrift des Telefonats mit dem Thema "Unterscheidung von Hybrid- und Schwarzpappel" vom 30. Juni 2014.
14. Hecker, U. (2008): Einheimische Laubgehölze nach Knospen und Zweigen bestimmen, Quelle & Meyer Verlag.
15. Heinze, B. (1998): Erhaltung der Schwarzpappel in Österreich - forstwirtschaftliche, genetische und ökologische Aspekte. Wien, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft.
16. Janßen, A., Gebhardt, K. und Walter, P. Die Schwarzpappel, Schutzgemeinschaft Deutscher Wald e.V.
17. Klotzenberg, M. (2010): Bestimmungshilfe für in Mitteleuropa heimische und kultivierte Pappelarten und -sorten. Abgerufen am 30.09.2014, von http://offene-naturfuehrer.de/web/Bestimmungshilfe_f%C3%BCr_in_Mitteleuropa_heimisch_e_und_kultivierte_Pappelarten_und_Sorten_%28Michael_Koltzenburg%29.
18. Kremer, B. P. (2001): Bäume - Erkennen & bestimmen. München, Mosaik Verlag.
19. Landesanstalt für Ökologie, B. u. F. N.-W. L. Merkblatt zur Artenförderung - Schwarzpappel, Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten Nordrhein-Westfalen (LÖBF).

Anhang

20. Lenglachner, F. (2014): Exkursion zum Thema Schwarz- und Hybridpappel am 29. September 2014 in Linz.
21. Mrkivcka, A. (2014): Email mit dem Thema "Unterscheidung von Hybrid- und Schwarzpappel" vom 03.07.2014.
22. NABU Mainz und Umgebung (2014): Projekt Schwarzpappel Abgerufen am 10.06.2014, von <http://www.nabu-mainz.de/projekte/schwarzpappel/>.
23. Nationalpark Donau-Auen GmbH (2012): Der Aukönig ist tot - es lebe der Aukönig! Au-Blick 36: 9.
24. Schulz, B. (1999): Gehölzbestimmung im Winter.
25. Starfinger, U. und Kowarik, I. (2011): *Populus x canadensis*. Abgerufen am 10.06.2014, von <http://www.neobiota.de/12632.html>.
26. Steinbach, G. (2000): Bäume. München, Mosaik Verlag.
27. Steiner, J. (2015): persönliche Mitteilung.
28. Vitek, E., Mrkvicka, A. C., Adler, W., Horak, E., Fleck, W. und Haslehner, B. (2004): Wiens Pflanzenwelt. Wien, Verlag des Naturhistorischen Museums.
29. Wrbka, T. (2014): persönliche Mitteilung: Unterscheidungsmerkmale Schwarz- und Hybridpappel.
30. Zukrigl, K. (2014): Email vom mit dem Thema "Unterscheidung von Hybrid- und Schwarzpappel" 2. Juli 2014.

7.4. Sortenbeschreibung von *Populus* × *canadensis*

7.4.1. Einleitung

Alle verwendeten Sortennamen und -schreibweisen entstammen den neuesten Listen der IRPC^[11]. Alle anderen sind mit der Quelle der Angabe des Namens versehen.

7.4.2. *Populus balsamifera* L. 1753

dt. Name	Großblättrige Balsam-Pappel ^[12] ; Indianer-Pappel ^[12] ;
Eltern	-
Synonyme	<i>P. tacamahaca</i> Mill. ^[10; 12; 22] ; <i>P. candicans</i> ^[22] ; <i>P. michauxii</i> ^[22] ;
Sektion	Tacamahaca ^[12] ;
allgemeines	-
Habitus	(5- ^[12])30 m hoch ^[13; 19] ; auf guten Standorten auch höher ^[19] ; Umriss relativ schmal pyramidal ^[12] ; schmale Korne ^[13] ; einige untere Zweige ausgebreitet ^[13] oder hängend ^[12] ; sonst ansteigend ^[12] ;
Borke	olivgrün ^[6] ;
Zweige	rund ^[12] ; dunkelpurpurbraun ^[12] ; kahl ^[12] ; rund ^[12] ; später grün ^[12] ; danach grau und am Ende mit meist charakteristischer Drehung ^[12] ; junge Zweige mit deutlichen Lentizellen ^[12] ; stielrund oder leicht kantig ^[12] ; behaart ^[12] ;
Knospen	ganz stark (nach Harz ^[19]) riechende Endknospe ^[6; 13] ; mit dicker Harzschicht ^[19] ; (bis 2,5 cm ^[12]) groß ^[13] ; anliegend ^[12] ; zugespitzt ^[12] ; stark klebrig ^[12; 13] ; mit gelblichem, duftendem Harz ^[12] ; mit 3-5 Schuppen ^[12] ;
Blüten – männlich	5-10(-15 ^[13]) cm lang ^[12] ; 12-30 Staubblätter je Blüte ^[12] ; Tragblätter tief handförmig zerschlitzt ^[12] ; Diskus am Grunde der Blüten schief abgeschnitten, ganzrandig ^[12] ; leuchtend gelb ^[19] ;
Blüten – weiblich	Kätzchen 5-9 ^[12] ; reif bis 15 cm lang ^[12; 13] ; Fruchtknoten kahl ^[12] ; 2 Narben ^[12] ; fast sitzend ^[12] ; grünlich ^[19] ;
Frucht	bis 30 cm lang ^[19] ;
Kapsel	eiförmig ^[12] ; gestielt ^[12] ; zweiklappig ^[12] ;
Blätter	Blätter und Blattstiele stets kahl ^[12] ; kreisrund bis leicht herzförmig ^[19] ; eiförmig ^[13] bis rhomboid-lanzettlich ^[12] ; (5-) 8-13 cm lang ^[12; 13] ; (3-) 5-9 cm breit ^[12] ; ± lang zugespitzt ^[12; 13; 19] oder abgerundet ^[19] ; an der Spreitenbasis abgerundet ^[10] bis schwach herzförmig ^[12] ; Blattrand fein körnig gesägt und sehr fein bewimpert ^[12; 13] ; sehr dick ^[12] ; kräftig ^[12] ; ledrig ^[13] ; juvenil klebrig ^[12] ; behaart ^[12] ; unterseits (anfangs ^[13]) hellrötlich ^[12] ; später auffallend blaugrau ^[13] (-weiß, seltener rostfarben ^[12]); Spaltöffnungen ± fehlend ^[12] ; oberseits dunkelgrün ^[12; 19] ; metallisch glänzend ^[12] ; unterseits: heller ^[19] ; kahl ^[12] ; Blattrand schwach bewimpert ^[12] ; Blattstiel 3-5 cm lang ^[12] ; Blattstiel: dünn ^[12] ; Blattstiel: rund ^[12] ; höchstens im unteren Drittel abgeflacht ^[12] ;
Krankheiten	anfällig für <i>Marssonina populi-nigrae</i> und <i>M. populi-albae</i> ^[14] ;

Anhang

Phänologie	Blüte: (III ^[19] – ^[13]) IV–V ^[12] ;
sonstiges	Salbe aus Knospen herstellbar ^[6] ; oft reichlich Wurzelbrut bildend ^[12; 13; 19] ; aus dem nördlichen Nordamerika ^[12] ;
Vorkommen im NP Donau-Auen	ja ^[24] ;

7.4.3. *Populus ×canadensis* 'Gelrica' Houtzagers 1937

dt. Name	Altstammsorte Gelrica ^[12] ; Geldern- oder Holland-Pappel ^[12] ;
Eltern	<i>P. ×canadensis</i> 'Marilandica' und <i>P. ×canadensis</i> 'Serotina' ^[12] ;
Synonyme	× <i>P. gelrica</i> ^[10] ;
Sektion	Aigeiros ^[12] ;
allgemeines	raschwüchsige Kulturform ^[4] ;
Habitus	Stamm leicht gebogen ^[12; 23] ; Krone mittelbreit ^[23] , pyramidal und dicht ^[12] ; Zweige der untersten Äste steif ^[12] ; viele aufrecht ^[12] ; Äste mittelstark, quirlig, aufgebogen bis steilwinklig, dadurch die Krone oft besenartig ^[12] ; Krone dicht und geschlossen ^[10] ; etwas krumm ^[23] ;
Borke	auffällig hell ^[12; 23] ; (beinahe ^[4]) weißlich ^[12] ; mit hellen Borkenplatten ^[12] ; lange glatt bleibend ^[12] ; Schaft: kräftig schmutzig rotbraun überlaufen ^[23] ;
Zweige	kräftig schmutzig-rotbrauner Trieb ^[4] als Unterscheidungsmerkmal zu allen anderen Altstammsorten ^[12] ; junge Triebe schon kantig ^[12] ; kahl ^[12] ; Schaft in der unteren Hälfte olivbraun, dann kräftig rot, im Spätsommer bis braunrot ^[12] ; einjährige Zweige grau-grün ^[12] ; zweijährige grau ^[12] ; Lentizellen linienförmig, kurz ^[12] ;
Knospen	7 mm lang, nicht scharf zugespitzt ^[12] ; abstehend und nach außen gebogen ^[12] ;
Blüten – männlich	7–10 cm lang ^[12] ; 20–30 Staubblätter je Blüte ^[12] ;
Blüten – weiblich	seltener ^[12] ; einige Tage später blühend ^[12] ; 3 (2) Narben ^[12] ;
Frucht	-
Kapsel	3 (2) Kapselklappen ^[12] ;
Blätter	Einkerbung der Spreite am Ansatz des Blattstiels auch an älteren Blättern meist flach und weit ^[12] ; Spreitenquotient 96–115 ^[12] ; Stielquotient 45–51 ^[12] ; Blattflächenprodukt 136–232 ^[12] ; längere Blattstiele und intensiver gefärbter Austrieb als Unterscheidungsmerkmal zu <i>P. ×canadensis</i> 'Grandis' ^[12] ; nach der Entfaltung frisch und rein grün, seltener gelbgrün ^[12] ; bei der frühen Entfaltung jedoch braunrot ^[12] ; (eiförmig bis ^[12]) dreieckig ^[4] ; Einkerbung der Spreite am Ansatz des Blattstiels auch an älteren Blättern meist flach und weit ^[12] ; Blattstiel grün, nur oberseits rot ^[12] ; Hauptader grün bis rötlich ^[12] ; leicht dachförmig abgewölbte Spreite ^[12] ; Winkel zwischen Hauptader und 1. Nebenader ca. 90° ^[12] ; Oberseite stark glänzend ^[4] ; Hauptader wenig länger als die doppelte Länge des Blattstiels ^[23] ;
Krankheiten	nicht von Krebs befallen ^[12; 23] ; mäßig rostanfällig ^[23] ;

Anhang

Phänologie	Austrieb: IV ^[12] ; Blüte: IV ^[12] ; Vergilbung früh ^[12] ; auffallend gleichmäßig gelbe Herbstfärbung ^[12] ; frühester Laubfall aller Altstammsorten ^[23] ;
sonstiges	Jungpflanzen kaum beastet ^[12] ; meist (nur?) männlich ^[12] ; ^{23]} ;
Vorkommen im NP Donau-Auen	ja ^[15] ;

7.4.4. *Populus ×canadensis* 'Marilandica' Bosc ex Poiret 1816

dt. Name	Altstammsorte Marilandica ^[12] ; Mai-Pappel ^[12] ;
Eltern	<i>P. ×canadensis</i> 'Serotina' und <i>P. nigra</i> subsp. <i>nigra</i> ^[12] ;
Synonyme	× <i>P. marilandica</i> ^[10] ; <i>P. canadensis grandifolia</i> ^[23] ;
Sektion	Aigeiros ^[12] ;
allgemeines	seit der Jahrhundertwendende in Österreich verwendet ^[15] ;
Habitus	früh scheinquirlig mittelastig verzweigender, bogiger Stamm mit hoher, sehr wuchtiger Krone ^[12] ; obere Äste meist stark gekrümmt, ausladend, untere Äste ± hängend ^[12] ; stark lichtwendig ^[12] ; breite ^[23] und vielastige Krone ^[4] ; stumpfwinkelig abgehende Äste ^[4] ; schräg ^[23] ;
Borke	wird bald gebildet ^[12] ; bräunlich ^[12] ; Borkenleisten korkig weich ^[12] ; grüner Schaft ^[23] ;
Zweige	einjährig: hellfarbig grau bis graugrün ^[12] ; kahl (glatt) ^[12] ; bis in den Herbst grün ^[12] ; dicht mit hellgelben Balsamkörnchen besetzt ^[12] ; einjährige Äste grau und biegsam ^[10] ;
Knospen	7-10(-11) mm ^[12] ; spindelförmig ^[12] ; mit aufgesetzter Spitze ^[12] ; anliegend ^[12] ; rotbraun ^[12] ; ohne Balsam ^[12] ;
Blüten – männlich	-
Blüten – weiblich	6-7 cm ^[12] ; reif bis 20 cm lang ^[12] ; 2-4 Narben und Klappen an der gestielten Frucht ^[12] ;
Frucht	-
Kapsel	-
Blätter	groß ^[12] ; rhomboid-oval ^[4] ; länger als breit ^[12] ; hell- bis gelbgrün ^[10] ; lang zugespitzt ^[10] ; Spitze ungezähnt ^[12] ; Spitze nicht scharf abgesetzt ^[23] ; am Grund keilförmig ^[4] ; ältere Blätter mit keilförmiger Basis ^[12] ; Blattseiten wenig gerundet ^[12] ; Spitze nicht scharf abgesetzt ^[12] ; Spreitenquotient 86-109 ^[12] ; Blatt wenig länger als breit bis etwa so lang wie breit ^[23] ; Stielquotient 33-46 ^[12] ; Blattflächenprodukt 154-242 ^[12] ; Blattrand gewellt ^[12] ; Blatt oberseits stark geadert ^[12] ; bei der Entfaltung vorwiegend an den Spreitenseiten blass rötlich-braun-hellrot gefärbt ^[12] ; längs der Hauptader aber bleich oder grün bleibend ^[12] ; im Herbst leuchtend goldgelb ^[12] ; Blattstiel grün ^[10] , später rötlich ^[12] ; Blattseiten wenig gerundet ^[12] ; auffallend hellgrün ^[4] ; beim Austrieb überwiegend an den Backen hellrot gefärbt, längs der Hauptader aber bleich oder grün bleibend ^[23] ; Hauptader mehr als doppelt so lang wie der Blattstiel ^[23] ;

Anhang

Krankheiten	anfällig für <i>Marssonia</i> -Befall und Rindenerkrankungen ^[12] ; geringe Rostanfälligkeit ^[23] ; gegen Krebs unempfindlich ^[23] ;
Phänologie	Austrieb: IV-V ^[12] ; Blüte: IV ^[12] ;
sonstiges	nur weiblich ^[12; 23] ; weniger beliebte Sorte ^[23] ;
Vorkommen im NP Donau-Auen	ja ^[15] ;

7.4.5. *Populus ×canadensis* 'Regenerata' Henry 1913

dt. Name	Altstammsorte Forndorf ^[12] ; Graue Westpappel ^[12] ;
Eltern	<i>P. ×canadensis</i> 'Serotina' und <i>P. nigra</i> subsp. <i>nigra</i> ^[12] ;
Synonyme	<i>P. ×canadensis</i> 'Harff' ^[12] ; × <i>P. regenerata</i> Henry ^[10] ;
Sektion	Aigeiros ^[12] ;
allgemeines	1814 in Frankreich entstanden ^[19] ;
Habitus	30 m ^[19] ; Krone schmal bis mittelbreit besenförmig ^[12] ; breit kegelförmiger Wuchs ^[4] ; sehr dicht beblättert ^[12] ; Stamm schwach gebogen (Harff-Knick) ^[12] ; Zweige der untersten Äste meist hängend ^[12] ; an der Spitze oft aufwärts gebogen ^[12] ; Äste mittelstark ^[12] ; scheinquirlige Äste ^[4; 12] ; alte Stämme oft mit auffallend starker Wurzelbildung ^[12] ;
Borke	-
Zweige	einjährig: fein und dünn ^[12] ; (einjährige ^[4]) braun ^[12] ; werden später grün ^[4] ; kahl ^[12] ; runde und kurze linienförmige Lentizellen ^[12] ; fein behaart ^[4] ;
Knospen	im Winter mit vielen dicklichen Knospen ^[12] ; 6-7(-9) mm lang ^[12] ;
Blüten – männlich	-
Blüten – weiblich	6 cm ^[12] ; reif bis 20 cm lang ^[12] ; 2 (3) Narben ^[12] ; Tragblätter in sehr lange, gekräuselte, faserförmige rote Zipfel auslaufend ^[12] ;
Frucht	meist steril ^[19] ;
Kapsel	± 1 cm lang ^[12] ; 2(3)klappig ^[12] ; lang zugespitzt ^[12] ; kurz gestielt ^[12] ;
Blätter	frisch- bis lichtgrün ^[12] ; dreieckig ^[4] ; bei der Entfaltung etwas rötlich-braun ^[12] ; hauchgetönt ^[12] ; Blattadern bleich, selten fleischfarben ^[12] ; mit nur schwach ausgebildetem roten Farbfleck am Blattstielansatz ^[12] ; Spreitenseiten stark gerundet mit aufgesetzter Spitze (etwa kurzspitzig) ^[12] ; ausgeprägte Herzbasis mit tiefem und steilem Einzug ^[12] ; Blattstiel grün, oberseits rötlich ^[12] ; Blattstiel: leicht gerötet ^[4] ; Spreitenquotient 90-95 (-111) ^[12] ; Stielquotient 37-48 (-65) ^[12] ; Blattflächenprodukt (143-) 154-227 ^[12] ; Austrieb tief violett (bei schwach entwickelten einjährigen Pflanzen oft nur mitteloliv) ^[12] ; glänzend grün ^[4] ;
Krankheiten	anfällig für Rindenerkrankungen ^[12] ;
Phänologie	Austrieb: IV-V ^[12] ; Blütezeit: III-IV ^[19] ; Fruchtreife: IV ^[19] ;
sonstiges	nur weiblich ^[10; 12; 19] ; wegen einer bakteriellen Krankheit nur mehr wenig in Verwendung ^[19] ;
Vorkommen im NP Donau-Auen	ja ^[15] ;

7.4.6. *Populus ×canadensis* 'Robusta' C. K. Schneider 1904

dt. Name	Altstammsorte Robusta ^[12] ; Schöne Stark-Pappel ^[12] ;
Eltern	<i>P. angulata</i> f. <i>cordata</i> × <i>P. nigra</i> 'Plantierensis' ^[12] ; Mutterpflanze: <i>P. angulata</i> ? ^[11]
Synonyme	<i>Populus ×robusta</i> C. K. Schneider 1904 ^[12] ; × <i>Populus robusta</i> Schneider ^[10] ; <i>P. angulata cordata robusta</i> ^[23] ; 'Bachelieri' ^[23] ; 'Dieblich' ^[23] ; 'Gödesdorf' ^[23] ; 'Grafhorst' ^[23] ; 'Ichendorf' ^[23] ; 'Monilifero' ^[23] ; 'Robusta Zeeland' ^[23] ; 'Schönfließ' ^[23] ; 'Vernirubens' ^[23] ;
Sektion	Aigeiros ^[12] ;
allgemeines	in Frankreich Ende 19. Jahrhundert entstanden ^[19] ;
Habitus	bis 35 m hoch ^[19] ; Stamm auffallend gerade ^[12] ; Krone schmal bis mittelbreit ^[12] ; Äste mittelstark ^[12] ; regelmäßig quirlig ^[12] ; steil aufrecht bis aufgebogen ^[12] ; fein verzweigt ^[12] ; Seitenäste die Spitze öfter überragend ^[12] ; raschwüchsig ^[12] ; säulenförmiger Wuchs ^[4] ; ± quirlig stehende Äste ^[4] ; fichtenähnlich ^[23] ;
Borke	Schaft behaart ^[23] ;
Zweige	schwach kantig oder kantenlos ^[12] ; fein behaart ^[4; 12] ; braungrün ^[12] ; unverholzte Triebe rotbraun ^[4; 12] ; mit rundlichen, nur z. T. linienförmigen Lentizellen ^[12] ; einjährige Zweige glänzend braun bis grünbraun ^[12] ; auf den zwei- und mehrjährigen Zweigen viele kurze abstehende Ästchen ^[12] ; ältere Zweige spröde und brüchig ^[12] ;
Knospen	9-10 mm lang ^[12] ; anliegend ^[12] ; die obere Hälfte leicht abstehend ^[12] ; braun ^[12] ; spitz und glatt ^[12] ; glänzend ^[12] ; ohne Balsam ^[12] ;
Blüten – männlich	(6 ^[19]) 7-10 cm lang ^[12] ; ± 20 Staubblätter je Blüte ^[12] ; leuchtend rot ^[19] ;
Blüten – weiblich	-
Frucht	-
Kapsel	-
Blätter	dreieckig ^[4] ; dick ^[10; 12] ; etwas ledrig ^[4; 10; 12] ; dunkelgrün ^[10] und oberseits glänzend ^[4; 12] ; deltoid mit flacher Spreitenbasis und kurzer Spitze ^[12] ; 10-12 cm lang ^[4; 12] ; Spreitenquotient 88-106 ^[12] ; Stielquotient 43-50 ^[12] ; Blattflächenprodukt 165-263 ^[12] ; Blattrand fein gezähnt ^[4] , anfänglich bewimpert ^[12] ; die untere Hälfte der Hauptader fleischrot ^[12] ; Spreitenbasis am Blattstielansatz mit 1 Drüse ^[12] ; Stiel rötlich ^[4] , oberseits mit feinen Haaren bedeckt ^[12] ; Austrieb: rotbraun ^[12; 19] ; danach bläulich-grün ^[19] ;
Krankheiten	anfällig für Blattrostbefall ^[23] und Rindenerkrankungen ^[12] ; sehr empfindlich gegen <i>Dothichiza</i> sp. ^[2] ; hohe Anfälligkeit für Braunfleckengrind ^[23] ;
Phänologie	Austrieb: IV ^[12] ; Blüte: III ^[19] -IV ^[12] ;
sonstiges	nur männlich ^[11; 12; 19; 23] ; wuchskräftig ^[19] ; gesund ^[19] ;
Vorkommen im NP Donau-Auen	ja ^[15] ;

Anhang

7.4.7. *Populus deltoides* Bartram ex Marshall

dt. Name	Amerikanische Schwarz-Pappel ^[12; 13] ; Kanada-Pappel ^[2; 12] ; Baumwoll-Pappel ^[19] ; Rosenkranzpappel ^[9] ;
Eltern	-
Synonyme	<i>P. angulata</i> Aiton ^[26] ; <i>Populus × canadensis</i> var. <i>missouriensis</i> ^[10] ;
Sektion	Aigeiros ^[12] ;
allgemeines	raschwachsend ^[12] ;
Habitus	bis (> ^[19]) 30 m ^[2; 12] (> 40 m ^[13] ; bis 58 m ^[12]); breite, offene Krone ^[12; 13] ; durchgehend schlanker Stamm ^[12; 13] ; Stamm: gerade bis schwach gebogen ^[12] ;
Borke	hell grüngelb ^[12] ;
Zweige	spitzwinkelig aufsteigend ^[2; 12; 13] ; leicht kantig (außer die ± kräftigen Langtriebe) ^[2; 12] oder fast rund ^[2] ; kahl ^[12] ; grün bis lehmfarben ^[2; 12] ; meist nur leicht (sonnenseitig) gerötet ^[2; 12] ; mit langen linienförmigen weißen Lentizellen ^[2; 12] ; junge verholzte Zweige: bräunlich ^[12] ; zweijährige: grau ^[12] ; starke Äste ^[12] ;
Knospen	kahl ^[12] ; bräunlich ^[2; 12] ; anliegend ^[2; 12] ; klebrig ^[12] ; (nach Balsam ^[19]) duftend ^[2; 12] ; scharf zugespitzt ^[2; 12] ;
Blüten – männlich	5 ^[19] -13 cm lang ^[12] ; (20- ^[2]) 30-60 Staubblätter/Blüte ^[2; 12] ; rötlich ^[12; 19] ; Tragblätter: geschlitzt ^[2] ;
Blüten – weiblich	bis 10 cm lang ^[13; 19] ; 2-4 Narben ^[12] ; grünlich ^[19] ; Tragblätter: geschlitzt ^[2] ;
Frucht	bis zu (20- ^[2; 12]) 30 cm lange Fruchstände ^[2; 13; 19] ;
Kapsel	kurz gestielt ^[12] ; zwe- bis vierklappig ^[12] ; ca. 25 pro Zapfen ^[19] ; dunkelgrün ^[19] ; 2 Samenkapseln ^[2] ;
Blätter	lang gestielt ^[13] (> 30 cm ^[12]); 10-18 cm lang ^[2; 13] ; bis zu 10 cm breit ^[13] ; (plötzlich ^[12]) zugespitzt ^[13] ; am Rand (fein ^[19]) dicht bewimpert ^[2; 12; 13] ; grob-bogig bis körnig gesägt ^[2; 12; 13] ; Zähne beim Austrieb deutlich rundlich mit kurzer stumpfer vorwärts gerichteter, am Ende knorpeliger Hakenspitze ^[2; 12] ; am Grund flach gestutzt oder schwach herzförmig eingeschnitten ^[2; 12; 13] bzw. flachkeilig ^[12] ; am Stielansatz mit 2-4 rötlichen Drüsen ^[2; 12; 13; 19] ; derb ^[2; 12] ; deltoid bis delto-eiförmig ^[2] oder rhomboid ^[12] ; oberseits: dunkelgrün glänzend ^[2; 12] ; unterseits: hellgrün ^[2; 12] ; beiderseits: kahl ^[12] ; zwischen dem untersten Paar großer Fiederadern und dem Blatt-rand geht von der Hauptader nur 1 Paar feine Adern ab ^[2; 12] ; Blattstiel: 4-6 cm lang ^[2] ; Blattstiel: kahl ^[12] ; Blattstiel: grün wie Hauptadern oder blassrötlich bis rot ^[12] ; Blattstiel: auffällig gerötet und ohne Drüsen ^[2] ; nach Balsam duftend ^[19] ;
Krankheiten	geringe Anfälligkeit ^[12] ;
Phänologie	Blütezeit: III ^[19] -IV ^[13] ; Austrieb: IV ^[2; 12] ; Samenflug: VI ^[19] ; Vergilbung: spät ^[12] ;
sonstiges	wichtigster Holzlieferant der USA ^[19] ; raschwachsend ^[2] ;
Vorkommen im NP Donau-Auen	laut Operat vom Revier Lobau (1962-1977) sind sie im Nationalpark zumind. einmal vorhanden gewesen ^[17] ;

7.4.8. *Populus maximowiczii* × *P. nigra* var. *plantierensis* 'Rochester'

dt. Name	-
Eltern	<i>P. maximowiczii</i> × <i>P. nigra</i> var. <i>platierensis</i> ^[11] ;
Synonyme	-
Sektion	Tacamahaca × Aigeiros ^[12] ;
allgemeines	-
Habitus	ziemlich gerader Stamm mit starken, leicht aufgebogenen bis ausladenden scheinquirigen Ästen ^[12] ; sehr breite Krone ^[12] ;
Borke	weißlich ^[25] ; ähnlich der von <i>Populus alba</i> ^[16] ;
Zweige	einjährige Triebe grün ^[12] ; unten rund und darüber schwach kantig ^[12] ;
Knospen	spitz ^[12] ; klebrig ^[12] ; am Scheitel etwas abstehend ^[12] ; grün bis braungrün ^[12] ;
Blüten – männlich	-
Blüten – weiblich	-
Frucht	-
Kapsel	-
Blätter	breit-eirund, sehr kurze stumpfbreite Spitze ^[12] ; derb ledrig ^[12] ; Einzug an der Spreitenbasis tief und übergreifend ^[12] ; unterseits bläulich grau ^[12] ; Hauptadernetz am Grund etwas rot, sonst grün ^[12] ; oberseits dunkelgrün ^[12] ; Blattrand fein gekerbt bis gesägt ^[12] ; Blattstiel 2-4 cm lang, rund, grün ^[12] ; Blattspreite etwas gewellt ^[12] ;
Krankheiten	-
Phänologie	treibt früh (IV) ^[12] ; wirft spät das Laub ^[12] ;
sonstiges	weiblich ^[11; 12] ;
Vorkommen im NP Donau-Auen	nicht nachgewiesen;

Anhang

7.4.9. *Populus nigra* 'Italica'

dt. Name	Pyramidenpappel ^[25] ; Säulen-Pappel ^[13] ; Lombardische Pappel ^[19] ; Italienische Pappel ^[2] ; Spitzpappel ^[23] ; Napoleonpappel ^[23] ;
Eltern	Klon eines Baumes aus der Lombardei ^[19] ;
Synonyme	<i>P. nigra</i> var. <i>italica</i> ^[2; 20; 23] ;
Sektion	Aigeiros ^[12] ;
allgemeines	im 18. Jahrhundert durch Stecklinge vermehrt ^[19] ; wird seit Jahrhunderten ausschließlich vegetativ vermehrt ^[21] ; seit langem in der Kulturlandschaft integriert ^[2] ;
Habitus	säulenförmig ^[10; 13; 19; 25] ; streng aufrecht wachsend ^[2; 25] ; bis (25- ^[12]) 30 m hoch ^[6; 7] (und höher ^[19]); sehr kurzer Stamm ^[7] ; mit straff aufrecht wachsenden Ästen und Zweigen ^[7; 12] ; sehr schmale, schlanke, säulige bis pyramidale Krone ^[2; 12] ; Wasserreiser ^[19] ; langgestreckt ^[19] ;
Borke	Borke längsgefurcht ^[7] ; tiefrissige Borke ^[7; 19] ; Borke grau-braun ^[19] bis schwarzgrau ^[7] ; spannrückig ^[19] ;
Zweige	junge Zweige olivgrün bis hellbraun ^[7] ; mit deutlichen Korkwanzen ^[7] ; Blattnarben: wechselständig, halbkreisförmig ^[7] , mit 3 oft undeutlichen Bündelmalen ^[7] ; streng senkrecht ^[13] ; unbehaart ^[19] ;
Knospen	alle Knospen spindelförmig ^[7] ; glänzend olivgrün bis braun ^[7] ; Knospen: kahl ^[7] ; Endknospe: 10-15 mm lang ^[7] ; Seitenknospen am Grunde den Zeigen anliegend ^[7] ; im oberen Teil abspreizend ^[7] ; Knospen 8-10 mm lang ^[7] ;
Blüten – männlich	5 cm lang ^[19] ;
Blüten – weiblich	-
Frucht	-
Kapsel	-
Blätter	meist mehr rhomboid als <i>P. nigra</i> ^[2; 12] ; kleiner als jene von <i>P. nigra</i> ^[2; 12] ; in den ersten Tagen bräunlich ^[2; 12] ; Austrieb fast immer rein grün ^[2; 12] ; Blattstiel kahl ^[19] ;
Krankheiten	krankheitsanfällig an trockenen Standorten ^[1] ; Wipfeldürre ^[1; 2; 12] ;
Phänologie	sehr früher Austrieb ^[23] ; Blütezeit: III ^[19] -IV ^[7] ; Fruchtreife: Mai ^[7] ; 2-3 vor Wochen <i>P. nigra</i> austreibend ^[2; 12] ; später Laubfall ^[23] ;
sonstiges	nur männliche Bäume in Kultur ^[2; 7; 12] ; oft gepflanzt in Alleen, Reihen ^[12] ; frostempfindlich ^[2; 12] ; vermutlich in Vorderasien oder Mittelitalien entstandener Mutant ^[2; 13] ;
Vorkommen im NP Donau-Auen	ja ^[5] ; laut Operat vom Revier Lobau (1962-1977) sind sie im Nationalpark zumind. einmal vorhanden gewesen ^[17] ; in der Umgebung des Nationalparks (z. B. entlang der Bundesstraße 9) sind sie häufig gepflanzt;

7.4.10. weitere Sorte⁷

- D 107^[3]
- *P. ×canadensis* 'I – 45/51' (Italien)^[18]
- *Populus nigra* × *P. maximowiczii* cv. Kamabuchi-1^[18]
- *P. ×canadensis* 'I-214'^[8]

7.4.11. Literatur

1. Baumkunde.de (2015): Pyramiden-Pappel. Abgerufen am 27.07.2015, von http://www.baumkunde.de/Populus_nigra_Italica/.
2. Böcker, R. und Klotzenberg, M. (1996): Pappeln an Fließgewässern. Karlsruhe, Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg.
3. Brandstätter, H. (2015): Gespräch mit Hubert Brandstätter vom 25.03.2015.
4. Fakten-Über.de (2014): Bastard-Schwarz-Pappel. Abgerufen am 10.06.2014, von <http://fakten-uber.de/bastard-schwarz-pappel>.
5. Fleck, W. (2010): Baumartenatlas Wien/Nationalpark Donau-Auen.
6. Fraissl, C. (2014): Mitschrift des Telefonats mit dem Thema "Unterscheidung von Hybrid- und Schwarzpappel" vom 30. Juni 2014.
7. Hecker, U. (2008): Einheimische Laubgehölze nach Knospen und Zweigen bestimmen, Quelle & Meyer Verlag.
8. Heinze, B. (1997): *Populus nigra* in Austria - rare, endangered, not recognized? In: Turok, J., Lefèvre, F., de Vries, S. und Tóth, B.: *Populus nigra* Network - Report of the third meeting 5-7 October 1996, Sávár, Hungary. Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 34-40.
9. Heinze, B. (2011): Züchterische Entwicklungen bei Weide und Pappel. http://www.blm.bmlfuw.gv.at/vero/veranst/058_InnovativeEnergiepflanzen/Vortraege/10_Heinze_ZuechterischeEntwicklungen.pdf, PowerPointPräsentation.
10. Houtzagars, G. (1937): Het geslacht *Populus* in verband met zijn beteekenis voor de houtteelt = The genus *Populus* and its significance in silviculture, Dissertation an der Wageningen University.
11. IRPC (2015): Clonal cultivars registered at present in the IRPC.
12. Klotzenberg, M. (2010): Bestimmungshilfe für in Mitteleuropa heimische und kultivierte Pappelarten und -sorten. Abgerufen am 30.09.2014, von http://offene-naturfuehrer.de/web/Bestimmungshilfe_f%C3%BCr_in_Mitteleuropa_heimische_und_kultivierte_Pappelarten_und_-Sorten_%28Michael_Koltzenburg%29.
13. Kremer, B. P. (2001): Bäume - Erkennen & bestimmen. München, Mosaik Verlag.
14. Laubert, R. (1936): Die Blattfallkrankheiten der Pappeln. Kranke Pflanze 1936 (13): 11.
15. Leditznig, C. und Fraissl, C. (1996): Konkretisierung natürlicher Managementpläne im Nationalpark Donau-Auen. Scheibbs - Deutsch-Wagram.
16. Lenglachner, F. (2014): Exkursion zum Thema Schwarz- und Hybridpappel am 29. September 2014 in Linz.

⁷ Vorkommen in Nationalpark Donau-Auen laut Zitat; keine näheren Informationen ausfindig gemacht

Anhang

17. MA 49 - Forstamt und Landwirtschaftsbetrieb der Stadt Wien (1977): Forstoperat - Revier Lobau 1962-1977.
18. Mayer, E. (2015): Recherchen von Ernst Mayer zu Hybridpappelsorten im Nationalpark Donau-Auen.
19. Phillips, R. (2004): Der große Kosmos-Naturführer Bäume. Stuttgart, Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co.
20. Queensland Government (2015): Lombardy Poplar. Abgerufen am 27.07.2015, von http://keyserver.lucidcentral.org/weeds/data/03030800-0b07-490a-8d04-0605030c0f01/media/Html/Populus_nigra_Italica.htm.
21. Rohmeder, E. und Schönbach, H. (1959): Genetik und Züchtung der Waldbäume. Hamburg [u.a], Parey.
22. Rook, E. J. S. (2006): *Populus balsamifera*. Abgerufen am 31.07.2015, von <http://www.rook.org/earl/bwca/nature/trees/populusbal.html>.
23. Sauer, E. (1958): Bestimmungstabelle. Altstammsorten der Schwarzpappelbastarde für den Anbau in Deutschland. 1. Teil: 31-154.
24. Schratt-Ehrendorfer, L. und Latzin, S. (2006): Verzeichnis der Farn- und Blütenpflanzen des Nationalparks Donau-Auen. Wien, Institut für Botanik der Universität Wien, Department für Biogeographie.
25. Schulz, B. (1999): Gehölzbestimmung im Winter.
26. USDA ARS, N. G. R. P. (2015): GRIN Taxonomy for Plants - *Populus angulata* Aiton. Abgerufen am 10.06.2015, von <http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/taxon.pl?29363>.

Anhang

7.5. Aufnahmepunkte

7.5.1. Hybridpappelbestände

Tabelle 36: Koordinaten der Aufnahmepunkte in Hybridpappelbeständen – Teil 1.

Punktnummer	Relevé-Nr.	X-Koordinate	Y-Koordinate
K003	34	783000	330900
K008	7	781000	331900
K010	17	775000	332100
K024	10	794194	335610
N001	32	783000	330600
N002	39	775407	330899
N003	77	775800	330900
N005	73	776600	331000
N006	75	777000	331000
N018	37	782988	331011
N033	98	774292	331656
N042	72	785000	331300
N047	96	779084	331659
N050	69	785000	331400
N051	44	781000	331600
N055	68	785400	331500
N057	45	780600	331700
N059	43	780998	331693
N062	47	781800	331700
N063	70	784000	331600
N064	76	779800	331800
N066	6	775000	332000
N068	28	775400	332000
N069	46	780600	331800
N071	48	781000	331800
N072	74	781400	331800
N075	78	779803	331899
N077	25	775400	332100
N080	80	779800	332000
N081	8	775000	332200
N082	26	775400	332200
N085	19	775000	332300
N086	27	775400	332300
N087	38	787400	331900
N088	40	786600	332000
N090	41	786200	332100
N091	36	786600	332100
N092	35	786200	332200
N094	71	788600	332400
N095	20	771393	333186
N098	67	791390	333400
N099	13	792991	335196
N100	15	793000	335300
N103	21	793000	335600

Anhang

Tabelle 37: Koordinaten der Aufnahmepunkte in Hybridpappelbeständen – Teil 2.

Punktnummer	Relevé-Nr.	X-Koordinate	Y-Koordinate
N105	23	793000	335700
N106	3	793400	335700
N107	24	795400	336100
N108	16	795400	336200
N109	14	795400	336300
N115	108	796975	337005
N116	30	797000	337500
N117	29	797400	337600
N118	2	776600	333000
N119	4	776600	333100
N120	79	781682	331312
N121	82	780060	332068
N122	83	776693	331961
N131	88	774749	331556
N132	94	775886	330814
N136	89	791927	334984
N137	91	784477	331814
N138	92	784475	331691
N139	93	779992	332767
N140	99	779951	332077
N141	102	780580	331860
N142	97	775837	330998
N143	95	776689	331006
W001	103	766600	332400
W002	110	767400	332800
W003	109	766600	332900
W004	105	765800	333200
W005	107	766200	333200
W012	42	766600	334000
W026	33	763800	338500
W027	100	764863	337844
W028	101	764925	337925
W029	90	765760	333120
W030	104	766767	332790
W031	106	768092	332828

Anhang

7.5.2. Keimzellen

Tabelle 38: Koordinaten der Aufnahmepunkte in Keimzellen.

Punktnummer	Relevé-Nr.	X-Koordinate	Y-Koordinate
K006	56	785005	331515
K019	18	792200	334300
K023	11	793000	335400
KN01	53	794224	335459
KN02	63	793779	335531
KN03	64	793887	335627
KN04	65	771620	333165
KN05	66	771290	333254
KN06	55	783042	331691
KN11	58	784828	332019
KN12	59	783256	331699
KN13	60	783375	331518
KN14	61	776475	332851
KN15	50	775199	332290
KN16	51	785278	331351
KN17	52	784670	331934
KN44	62	771400	333000
N101	5	794197	335311
N102	9	793800	335500
N104	22	793800	335600
N111	81	794581	336780

Vegetationsaufnahmen - Hybridpappel

Aufnahmeplot		Schichtung	
Datum		Gesamtdeckung	
Bearbeiter		BS1-Deckung	
Pflock	Markierung	BS2-Deckung	
Revier, Abteilung & Unterabteil.		SS-Deckung	
Abstand zur nächsten Keimzelle		KS-Deckung	
Abstand zum nächsten Gewässer		Alter des Bestandes	
Abstand zum nächsten Weg		TH - hängend in m ³	
Streu		TH - liegend in m ³	
Fotos		TH - stehend in m ³	
Anteil HP		X-Koordinate	
offener Boden		Y-Koordinate	
Anmerkungen:			

[illegible]

98

[illegible]

99

[illegible]

100

Tabelle 39: Vegetationstabelle der Hybridpappelflächen – Teil 1; S = Vegetationsschicht: 1 = BS 1, 2 = BS 2, 4 = SS, 6 = KS.

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Anhang

Tabelle 42: Vegetationstabelle mit den zwei Gruppen den aufgenommenen Keimzellen – Teil 1; S = Vegetationsschicht: 1 = BS 1, 2 = BS 2, 4 = SS, 6 = KS.

Art	S	65	66	81	58	53	52	64	63	5	22	9	56	17	61	50	60	51	18	11	10	34	55	62	7	59
Salix alba	2												1	1												
Crataegus monogyna	2														1	2										1
Crataegus monogyna	4												1	2			1									1
Viburnum opulus	2														1											
Viburnum opulus	6														r										r	
Clematis vitalba	2												1													
Acer campestre	4												1													
Ribes sp.	6												r													
Rosa sp.	6												r													
Ligustrum vulgare	6												+													
Morus alba	4																			1						
Ligustrum vulgare	4												1							1						
Juglans nigra	2																2									
Carduus sp.	6																	+								
Euonymus europaeus	4																		1							
Stachys recta	6																		1							1
Aegopodium podagraria	6																r	1								
Galium aparine	6												+				+	2		1				1		
Alnus incana	2			+									1						2			2				
Lamium maculatum	6									+							1	1								
Carex sp.	6							1							+		2									
Populus nigra	2				1			2		2			1		2	2	2	2	2					1	1	
Prunus sp.	6											+									+					
Prunus avium	6				r					+												1	+			
Fraxinus excelsior	1									2															2	
Ulmus minor	6									1	+	+								+	+					+
Impatiens noli-tangere	6			+																1						
Viscum album s. lat.	1									1		3	1		+					1	1			+		
Fraxinus excelsior	4																								+	
Acer pseudoplatanus	6																								+	
Acer pseudoplatanus	4																								2	
Malus sylvestris	2																									1
Ulmus minor	2																									2
Populus ×canescens	2																									1
Clematis vitalba	4																				2				2	
Sambucus nigra	4																2	2			1		2	2	2	
Bidens frondosus	6																			+						
Acer negundo	4																		2	1		3		2		
Parietaria officinalis	6																			+						
Ailanthus altissima	4																						2			
Acer negundo	2																						2		2	
Hedera helix	6																				+					
Sambucus nigra	6									1			+					+			+		+		+	
Humulus lupulus	4					+											1	1			+	1	2			
Urtica dioica	6	1		+	1	3	2	1	1	3	1	1	2	2		2	3	2	2	3	1	2	2	3	r	
Acer campestre	6				1		r						+								1	+		1		+
Prunus padus	6	1			1												r		+			+		r		+
Alnus incana	4					1							1									1				
Cornus sanguinea	4			+	1	1	+			1	2	4	2	2		2	2	2	3	3	5	3	3		2	1
Populus alba	1				1																4					
Lolium perenne	6									+										+				+		
Ulmus minor	4											1											2			
Populus ×canescens	1					1				2		1	3	2	2							2	3		1	
Euonymus europaeus	6									1							1		1				+			
Juglans regia	2				+														2					2		
Impatiens glandulifera	6					+				3				2			+	2	2			+	+	3		
Humulus lupulus	6				r									+												
Phalaris arundinacea	6	2			+	4	3		2	+		2	3	2	4	4		2					+			
Quercus robur	2				+											1										
Rubus caesius	6	2	2		+	2	3	1	1	3	3	3	3	5	4	4	2	3	3		1	2	1	1		
Alnus incana	6			+	1		1						+								1					
Brachypodium sylvaticum	6				1		1	+				+	+				+	+			1			+		
Salix alba	4	1	2																2							
Juglans regia	4						2			1							2									
Carduus crispus	6					2													1							
Ulmus laevis	6				1	+		1	1				+													+

Anhang

Tabelle 43: Vegetationstabelle mit den zwei Gruppen den aufgenommenen Keimzellen – Teil 2; S = Vegetationsschicht: 1 = BS 1, 2 = BS 2, 4 = SS, 6 = KS.

Art	S	65	66	81	58	53	52	64	63	5	22	9	56	17	61	50	60	51	18	11	10	34	55	62	7	59
<i>Symphitum officinale</i>	6				+					1								+								
<i>Crataegus monogyna</i>	6			+	r	r			r												1					+
<i>Fraxinus excelsior</i>	6					r				1	1									1						
<i>Rumex sanguineus</i>	6	+			+	+	1	2		1	2	2								+	1					
<i>Solidago gigantea</i>	6		1			1	r	2	2	4		2	+				1		2							
<i>Arctium lappa</i>	6	+		+					r	2		+					r	r								
<i>Calystegia sepium</i>	6		1		+					1								1								
<i>Aster lanceolatus</i>	6	1	2			r			1	1			1													
<i>Poa sp.</i>	6					+	1					1						+								
<i>Serratula tinctoria</i>	6					r			2									r								
<i>Ulmus laevis</i>	4								2				1													
<i>Stachys sylvatica</i>	6					+	1	1	1			+														
<i>Festuca gigantea</i>	6				+			2	r		+							1								
<i>Agrostis gigantea</i>	6				2	1	+			+		+							+							
<i>Galeopsis tetrahit</i>	6				2	3		+	1	1	1	2	2							1						
<i>Acer negundo</i>	6	2	2	+	+	2	1	2	1	2	2	2			1				1	2	2	2	r	+	r	
<i>Cornus sanguinea</i>	6			1	3		2	1	1	2	2	3	1							2	2	+	1	+	+	
<i>Agrostis stolonifera</i>	6	1	2																				+			
<i>Glechoma hederacea</i>	6				1	2	2	4	5	3		3					2	2	1	1	1	1	+	3	+	
<i>Populus nigra</i>	4	+				1	1	1	1																	
<i>Populus nigra</i>	6		1					1	r	1																
<i>Ranunculus repens</i>	6				+		1																			
<i>Malus sylvestris</i>	4						1		+																	
<i>Lycopus europaeus</i>	6						r	+	+																	
<i>Populus alba</i>	6				1	2	1		+																	
<i>Populus alba</i>	4			+			1	1	2																	
<i>Scrophularia nodosa</i>	6				1		+	+	1																	
<i>Cirsium palustre</i>	6				2		1	2	2	2																
<i>Arctium sp.</i>	6				r	r																				
<i>Salix alba</i>	1					2																				
<i>Persicaria lapathifolia</i>	6					+																				
<i>Potentilla reptans</i>	6							r																		
<i>Solanum dulcamara</i>	6							r																		
<i>Taraxacum sect. Ruderalia</i>	6				r		r	r																		
<i>Setaria verticillata</i>	6					+																				
<i>Physalis alkekengi</i>	6								r																	
<i>Geum urbanum</i>	6								+																	
<i>Potentilla sp.</i>	6				+																					
<i>Agrimonia eupatoria</i>	6				+																					
<i>Epilobium angustifolium</i>	6			r				+																		
<i>Prunella vulgaris</i>	6			+			r																			
<i>Salix caprea</i>	6			+				r																		
<i>Salix alba</i>	6			+	+			2	1		+															
<i>Fraxinus pennsylvanica</i>	6								r																	
<i>Cirsium arvense</i>	6								+																	
<i>Acer campestre</i>	2				1																					
<i>Alliaria petiolata</i>	6					+																				
<i>Allanthus altissima</i>	6			+		+	+	+																		
<i>Carex sylvatica</i>	6						1	1																		
<i>Galeopsis speciosa</i>	6						2																			
<i>Cynosurus cristatus</i>	6					+																				
<i>Clematis vitalba</i>	6				2	r	+	1	+	+																
<i>Chenopodium sp.</i>	6							r																		
<i>Echinochloa crus-galli</i>	6					2	+	1	1	+		1														
<i>Circaea lutetiana</i>	6							+																		
<i>Fragaria sp.</i>	6							r																		
<i>Quercus robur</i>	4	+							1	+																
<i>Juglans regia</i>	6									1																
<i>Juglans regia</i>	1									2																
<i>Linaria vulgaris</i>	6									1																
<i>Persicaria maculosa</i>	6				1	+		2	1	+	2	3	3							2						
<i>Mentha longifolia</i>	6									1																
<i>Erigeron annuus</i>	6									2		1														
<i>Chenopodium glaucum</i>	6									+																
<i>Aster novae-angliae</i>	6									1																
<i>Conyza canadensis</i>	6			+	1				1	2	2	2	1													

Anhang

Tabelle 44: Vegetationstabelle mit den zwei Gruppen den aufgenommenen Keimzellen – Teil 3; S = Vegetationsschicht: 1 = BS 1, 2 = BS 2, 4 = SS, 6 = KS.

Art	S	65	66	81	58	53	52	64	63	5	22	9	56	17	61	50	60	51	18	11	10	34	55	62	7	59
<i>Dipsacus pilosus</i>	6									+																
<i>Dactylis glomerata</i>	6									+																
<i>Calamagrostis epigejos</i>	6										1															
<i>Prunus avium</i>	1											2														
<i>Poa annua</i>	6				2						1	1														
<i>Salix</i> sp.	6									+																
<i>Epilobium parviflorum</i>	6										1															
<i>Carex remota</i>	6										2															
<i>Senecio ovatus</i>	6			+					1	2	+															
<i>Salix purpurea</i>	6									1																
<i>Setaria pumila</i>	6			+				1		+																
<i>Impatiens parviflora</i>	6			+	+		1				1															
<i>Tanacetum vulgare</i>	6									2																
<i>Allium ursinum</i>	6			+																						
<i>Galanthus nivalis</i>	6			+																						
<i>Lapsana communis</i>	6			r																						
<i>Cirsium oleraceum</i>	6			+																						
<i>Chenopodium album</i>	6			+																						
<i>Alopecurus aequalis</i>	6			+																						
<i>Paris quadrifolia</i>	6			+																						
<i>Ficaria verna</i>	6			+																						
<i>Sisymbrium strictissimum</i>	6			+																						
<i>Prunus padus</i>	2			1																						
<i>Poa palustris</i>	6			+																						
<i>Polygonum aviculare</i>	6			+																						
<i>Phragmites australis</i>	6	3	4			1		1	1	1																
<i>Epilobium tetragonum</i>	6	+																								
<i>Poa trivialis</i>	6	1	2	+																						
<i>Agrostis</i> sp.	6	2																								
<i>Elymus caninus</i>	6	+																								
<i>Iris pseudacorus</i>	6		2																							
<i>Stachys</i> sp.	6		1																							
<i>Aster novi-belgii</i>	6		1																							
<i>Berberis vulgaris</i>	6		1																							

Für die Teilung der **Hybridpappelbeständen** sind u. a. folgende Arten verantwortlich: *Fraxinus excelsior*, *Phalaris arundinacea*, *Phragmites australis*, *Prunus padus*, *Sambucus nigra*.

Für die Teilung der **Keimzellenbeständen** sind u. a. folgende Arten verantwortlich:

Acer negundo, *Cirsium palustre*, *Clematis vitalba*, *Crataegus monogyna*, *Echinochloa crus-galli*, *Populus alba*, *Sambucus nigra*.

Anhang

7.8. Abkürzungsverzeichnis und Zeichenerklärung

%	Prozent
>	größer
<	kleiner
±	mehr oder weniger
≤	kleiner gleich
≥	größer gleich
©	Copyright
°	Grad
°C	Grad Celsius
AceCam	<i>Acer campestre</i>
AceNeg	<i>Acer negundo</i>
AKL	Altersklasse
allg.	allgemein
BBQ	Braun-Blanquet-Wert
bes.	besonders
BEV	Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen
bez.	bezüglich
BHD	Brusthöhendurchmesser
BS 1	Baumschicht 1
BS 2	Baumschicht 2
bzw.	beziehungsweise
ca.	zirka
CI	Konfidenzintervall
cm	Zentimeter
d	Durchmesser
dt.	deutsch
etc.	et cetera
ev.	eventuell
F ₁	erste Filialgeneration
F ₂	zweite Filialgeneration
FraExc	<i>Fraxinus excelsior</i>
Geh.	Gehölz
GIS	Geoinformationssystem
GPS	global positioning system (Globales Positionsbestimmungssystem)
h	hängend
ha	Hektar
heim.	heimische
HP	Hybridpappel
KS	Krautschicht
l	liegend

Anhang

lt.	laut
m	Meter
m ³	Kubikmeter
MA 49	Magistratsabteilung 49 – Forstamt und Landwirtschaftsbetrieb der Stadt Wien
männl.	männlich
mind.	mindestens
mm Hg	Millimeter Quecksilber
mm	Millimeter
mündl. Mitt.	mündliche Mitteilung
MW	Mittelwert
N	Nord
neophyt.	neophytisch
NÖ	Niederösterreich
Nr.	Nummer
NW	Nordwest
ÖBf	Österreichische Bundesforste
ÖK	Österreichkarte
pers. Mitt.	persönliche Mitteilung
PruPad	<i>Prunus padus</i>
Publ.	Publikation
rel.	relativ
S	Schicht
s	stehend
sp.	Spezies
SS	Strauchschicht
StAw	Standardabweichung
TH	Totholz
u. a.	unter anderem
USA	United States of America (Vereinigte Staaten von Amerika)
usw.	und so weiter
v. a.	vor allem
vgl.	vergleiche
vs.	versus
weibl.	weiblich
WWF	World Wide Fund for Nature
z. B.	zum Beispiel
z. T.	zum Teil
zumind.	zumindest
zw.	zwischen

7.9. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Die häufig verwendeten Elternarten der bei uns verwendeten Hybridpappeln (nach Zsuffa 1973).	5
Tabelle 2: Pegelstände bei Wildungsmauer, festgesetzt 2010 (Quelle: DoRIS 2015).....	15
Tabelle 3: Anzahl der Probenpunkte in den Hybridpappelbeständen – Aufteilung in süd- bzw. nordufrig der Donau sowie bei den nordufrigen weiters in land- oder wasserseitig des Marchfeldschutzdammes.	19
Tabelle 4: Anzahl der Probenpunkte in den Hybridpappelbeständen bzw. Keimzellen in Wien und Niederösterreich.	19
Tabelle 5: Einteilung der Pflanzengesellschaften in Weiche und Harte Au (vgl. Ellenberg und Leuschner 2010).	22
Tabelle 6: Anteil der Kanadapappelbestände eingeteilt in vier Altersklassen und ihrem Anteil an <i>Populus x canadensis</i>	25
Tabelle 7: Artenzahlen je Vegetationsschicht.	25
Tabelle 8: Spearman-Korrelationen der Artenzahlen mit den Zeigerwerten nach Ellenberg; p-Wert ist gegeben, in Klammer stehen die Korrelationskoeffizienten; signifikante Werte sind fett hervorgehoben.	26
Tabelle 9: Mittlere Artenzahlen je AKL; in Klammer die StAw.	28
Tabelle 10: Mittlere Deckungen der vier Altersklassen (StAw in Klammer).	30
Tabelle 11: Spearman-Korrelationen der Deckungen (Spalten) mit den Artenzahlen (Reihen) der einzelnen Schichten; p-Wert ist gegeben, in Klammer stehen die Korrelationskoeffizienten; signifikante Werte sind fett hervorgehoben.	31
Tabelle 12: Shannon-Wiener-Index in den vier Altersklassen.	32
Tabelle 13: Die mittleren Zeigerwerte nach Ellenberg je Altersklasse; StAw in Klammer. .	32
Tabelle 14: Baumverjüngung in Prozent der mittleren Artmächtigkeit in der Krautschicht; StAw in der Klammer; fett geschriebene Pflanzenarten waren die häufigsten in der Gruppe.	33
Tabelle 15: Mittelwerte und StAw (in Klammer) der sich signifikant unterscheidenden Gehölze.	34
Tabelle 16: Spearman-Korrelationen zwischen den mittleren Deckungen vierer Baumarten in der Krautschicht (Spaltenüberschriften) sowie deren Vorkommen in höheren Schichten; p-Wert ist gegeben, Korrelationskoeffizient steht in Klammer; alle signifikanten Werte sind fett hervorgehoben.	37
Tabelle 17: Spearman-Korrelationen der Zeigerwerte nach Ellenberg und der Verjüngung wichtiger Gehölzarten in der Krautschicht; p-Wert ist gegeben, Korrelationskoeffizient steht in Klammer; alle signifikanten Werte sind fett hervorgehoben.	38
Tabelle 18: Spearman-Korrelationen der Gehölzverjüngung und der Deckung der verschiedenen Strata; p-Wert ist gegeben, Korrelationskoeffizient steht in Klammer; alle signifikanten Werte sind fett hervorgehoben.	39
Tabelle 19: Mittlerer Anteil des Totholzes nach Kategorie.	40

Anhang

Tabelle 20: Korrelationen nach Spearman der Artenzahlen mit den Artenzahlen der verschiedenen Schichten; p-Wert ist gegeben, in Klammer stehen die Korrelationskoeffizienten; signifikante Werte sind fett hervorgehoben.....	41
Tabelle 21: Die mittleren Zeigerwerte nach Ellenberg (StAw in Klammer).....	45
Tabelle 22: Vergleich der mittleren Artmächtigkeit der wichtigsten Baumverjüngungen in der Krautschicht; StAw in Klammer.	46
Tabelle 23: Spearman-Korrelationen der Artenzahlen mit Gewässerdistanzen; signifikante Werte sind fett hervorgehoben.....	47
Tabelle 24: Anzahl der Aufnahmen in den Hybridpappel- und Keimzellenbeständen eingeteilt nach ihrer potentiell natürlichen Vegetation.	48
Tabelle 25: Mittelwerte (StAw in Klammer) der signifikanten Unterscheidungsmerkmale der Hybridpappelbestände hinsichtlich der zwei Auwaldtypen.	49
Tabelle 26: Mittelwerte und StAw (in Klammer) der mittleren Deckungswerte einiger Gehölze in der Krautschicht.....	49
Tabelle 27: Anzahl der Keimzellen nach dem Jahr der Aufforstung; zur besseren Übersicht wurden die Altersklassen „Keimzellen“ mit einem hochgestellten „k“ gekennzeichnet.	50
Tabelle 28: Artenminimum und -maximum, sowie Mittelwert der zwei Keimzellenaltersklassen.	50
Tabelle 29: Mittelwert der Neophyten bzw. heimischen Arten in den Keimzellen; in Klammer steht die StAw.....	51
Tabelle 30: Vergleich der Mittelwerte (StAw in Klammer) der beiden Keimzellen-Alterklassen hinsichtlich der nach dem Mann-Whitney-U-Test signifikanten Werte.....	51
Tabelle 31: Mittelwerte und StAw (in Klammer) der Deckungen von <i>Acer negundo</i> und der (invasiven) Neophyten der beiden Altersklassen.....	51
Tabelle 32: Vergleich der mittleren Deckung der Neophyten in der Strauch- und Baumschicht 2 (StAw in Klammer).	52
Tabelle 33: Mittlere Zeigerwerte nach Ellenberg (StAw in Klammer) der beiden Keimzellenaltersklassen.	54
Tabelle 34: Korrelationen nach Spearman: Zeigerwerte nach Ellenberg mit den Artenzahlen der Keim-zellenbestände; p-Wert ist gegeben, in Klammer stehen die Korrelationskoeffizienten; signifikante Werte sind fett hervorgehoben.	56
Tabelle 35: Spearmankorrelationen der Zeigerwerte nach Ellenberg und der Hauptvorkommen der dort wachsenden Pflanzen; p-Wert ist gegeben, in Klammer stehen die Korrelationskoeffizienten; signifikante Werte sind fett hervorgehoben.....	57
Tabelle 36: Koordinaten der Aufnahmepunkte in Hybridpappelbeständen – Teil 1.....	95
Tabelle 37: Koordinaten der Aufnahmepunkte in Hybridpappelbeständen – Teil 2.....	95
Tabelle 38: Koordinaten der Aufnahmepunkte in Keimzellen.	97

Anhang

Tabelle 39: Vegetationstabelle der Hybridpappelflächen – Teil 1; S = Vegetationsschicht: 1 = BS 1 , 2 = BS 2, 4 = SS, 6 = KS.	101
Tabelle 40: Vegetationstabelle der Hybridpappelflächen – Teil 2; S = Vegetationsschicht: 1 = BS 1 , 2 = BS 2, 4 = SS, 6 = KS.	102
Tabelle 41: Vegetationstabelle der Hybridpappelflächen – Teil 3; S = Vegetationsschicht: 1 = BS 1 , 2 = BS 2, 4 = SS, 6 = KS.	103
Tabelle 42: Vegetationstabelle mit den 2 Gruppen den aufgenommenen Keimzellen – Teil 1; S = Vegetationsschicht: 1 = BS 1 , 2 = BS 2, 4 = SS, 6 = KS.	104
Tabelle 43: Vegetationstabelle mit den zwei Gruppen den aufgenommenen Keimzellen – Teil 2; S = Vegetationsschicht: 1 = BS 1 , 2 = BS 2, 4 = SS, 6 = KS.	104
Tabelle 44: Vegetationstabelle mit den zwei Gruppen den aufgenommenen Keimzellen – Teil 3; S = Vegetationsschicht: 1 = BS 1 , 2 = BS 2, 4 = SS, 6 = KS.	106

7.10. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersichtskarte des Nationalparks Donau-Auen (Quelle: Nationalpark Donau- Auen GmbH).....	12
Abbildung 2: Klimadiagramm von Groß-Enzersdorf (Quelle: ZAMG 2014b).	13
Abbildung 3: Die mittlere Artenzahl je Altersklasse.....	27
Abbildung 4: Die durchschnittliche Artenzahl je Altersklasse und Schicht.....	28
Abbildung 5: Vergleich der Gesamtartenzahlen nach der Einteilung in heimische und neophytische Arten.....	29
Abbildung 6: Vergleich der mittleren Deckungen der invasiven Neophyten der vier Altersklassen.	29
Abbildung 7: Shannon-Wiener-Index der vier AKL.....	31
Abbildung 8: Zeigerwerte nach Ellenberg für die vier AKL.....	32
Abbildung 9: Entwicklung der mittleren Deckung von <i>Fraxinus excelsior</i>	35
Abbildung 10: Verteilung der mittleren Artmächtigkeit von <i>Prunus padus</i>	35
Abbildung 11: Entwicklung der mittleren Deckung des Feld-Ahorns.	36
Abbildung 12: Verteilung der mittleren Artmächtigkeit von <i>Acer negundo</i>	36
Abbildung 13: Vergleich des Mittelwertes der mittleren Zustandsklasse der Bäume.	40
Abbildung 14: Vergleich des Mittelwertes der Gesamtartenzahlen der beiden Hybridpappelbestandstypen.	43
Abbildung 15: Mittlere Artenzahlen der verschiedenen Schichten je Bestandsgruppe.	43
Abbildung 16: Boxplots des Shannon-Wiener-Indexes der beiden Gruppen.	44
Abbildung 17: Mittlere Feuchte- und Lichtzeigerwerte nach Ellenberg für die beiden Hybridpappelbestandstypen.	45
Abbildung 18: Vergleich des gemittelten Gesamtzustandes je Plot der beiden Bestandsgruppen.	46
Abbildung 19: Vergleich der mittleren Deckungen der invasiven Neophyten in den verschieden alten Keimzellen.....	52
Abbildung 20: Mittlere Deckungen von <i>Acer negundo</i>	53

Anhang

Abbildung 21: Vergleich der mittleren Deckungen von <i>Ailanthus altissima</i> in den Keimzellen.	53
Abbildung 22: Mittlere Deckungsprozent der krautigen (invasiven) Neophyten in den beiden Keimzellenaltersklassen.	54
Abbildung 23: Vergleich der mittleren Zeigerwerte nach Ellenberg.	55
Abbildung 24: Aufnahmeformular für die Vegetationsaufnahmen; graue Felder wurden nach der Feldaufnahme mittels GIS erhoben bzw. die Relevé-Nr. wurde von Turboveg vergeben.	98
Abbildung 25: Bauminventaraufnahmeformular.	99
Abbildung 26: Formular zur Aufnahme von vorhandenem Totholz; d = Durchmesser, s/l/h = stehend, liegend oder hängend.	100

7.11. Danksagung

Abschließend möchte ich mich bei jenen zu bedanken, welche diese Arbeit durch ihre Unterstützung ermöglicht und bereichert haben:

- Ass.-Prof. Mag. Dr. Karl Reiter für seine Unterstützung und Ratschläge bei der Methodenfindung als auch bei der Bereitstellung von Rat und Tat bei der schriftlichen Arbeit.
- Dem Team des Nationalparks Donau-Auen (inkl. allen tollen Praktikanten) für die Unterstützung vor Ort sowie den Mitarbeitern der ÖBf und der MA 49 (besonders Herrn DI Gerald Oitzinger, Herrn Franz Kovacs, Herrn Ernst Mayer, Frau Monika Kanzian und Herrn Adrian Volk (ÖBf) sowie Herrn DI Alexander Faltejsek, Herrn Hubert Brandstätter, Herrn Peter Halwachs und Herrn DI Werner Fleck, MA 49) danken.
- Dank gilt auch den Experten meiner Umfrage zur Unterscheidung von Schwarz- und Hybridpappeln (DI Christian Fraissl, DI Alexander Mrkvicka, Josef Steiner, Ass.-Prof. Mag. Dr. Thomas Wrbka und Dr. Kurt Zukrigl).
- Dank gilt auch Dominik Aschauer für die hervorragende Statistik-Hilfe und meinen Korrekturleserinnen (Jutta Schumacher, Barbara Tögel und Mag. Karoline Zsak).
- Mein persönlicher Dank geht an meinen Mann Fritz, meine Eltern und Freunden, welche immer ein offenes Ohr für mich haben und mich sowohl während meiner Arbeit als auch während des gesamten Studiums immer unterstützt haben.

- Herausgeber: Nationalpark Donau-Auen GmbH
- Titelbild: Knoll
- Für den Inhalt sind die Autoren verantwortlich
- Für den privaten Gebrauch beliebig zu vervielfältigen
- Nutzungsrechte der wissenschaftlichen Daten verbleiben beim Rechtsinhaber
- Als pdf-Datei direkt zu beziehen unter www.donauauen.at
- Bei Vervielfältigung sind Titel und Herausgeber zu nennen / any reproduction in full or part of this publication must mention the title and credit the publisher as the copyright owner:
© Nationalpark Donau-Auen GmbH
- Zitiervorschlag: KNOLL, T. (2015) Bestandsentwicklung von Hybridpappelforsten im Nationalpark Donau-Auen. Wissenschaftliche Reihe Nationalpark Donau-Auen, Heft 39

