

Bachelorarbeit

Wertholzproduktion mit Pappeln im Auewald *Eine Analyse der Pappelsortenschau Philippsburg*

Johannes G. Mostert und Matthias P. van den Berg

**Magdeburger Straße 61
72108 Rottenburg am Neckar**



*‘Denkend aan Holland zie ik brede rivieren
traag door oneindig laagland gaan,
rijen ondenkbaar ijle populieren
als hoge pluimen aan den einder staan.,*

Auszug aus dem Gedicht „Herinnering aan Holland“ von H. Marsman, 1936.

*„Denkend an Philippsburg, sehe ich breite Flüsse
Träg, durch unendlich weites Tiefland fließend,
Reihen unbeschreiblich zarter Pappeln
Als hohe Federn am Horizont.,*

Freie Übersetzung des Gedichtes von J. G. Mostert

Allgemeine Angaben

Verfasser und Anschrift

Johannes Gerrit Mostert
Magdeburger Straße 61
72108 Rottenberg am Neckar

Matthias Pieter van den Berg
Magdeburger Straße 61
72108 Rottenburg am Neckar

Studiengang und Vertiefungsrichtung

Hochschule Rottenburg: Forstwirtschaft, Forst- und Kommunalwirtschaft
Hogeschool Van Hall Larenstein: Bos en natuurbeheer, Bosbouw – Urban Forestry

Erstprüfer, Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg

Prof. Dr. Sebastian Hein
Professor für Waldbau

Zweitprüfer, Hogeschool Van Hall Larenstein

Prof. Dr. Ad Olsthoorn
Professor für Waldökologie

Anschrift der Hochschule Rottenburg

Schadenweilerhof
72108 Rottenburg (DE)

Anschrift der Hogeschool Van Hall Larenstein

Larensteinselaan 26a
6882 CT Velp (NL)

Auftraggeber/Betreuer vor Ort

Peter Weber
Revierleiter Revier Philippsburg (ForstBW)
Wiesenstr. 81
76661 Philippsburg – Huttenheim

Abbildung Titelblatt:

Pappelsortenschau (Quelle: Eigenes Foto)

Copyright, C. 2013.

Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung, Verbreitung und Übersetzung vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form ohne schriftliche Genehmigung reproduziert oder über elektronische Systeme verbreitet werden. Die Genehmigung ist bei der HFR oder VHL einzuholen. Bei gesperrten Arbeiten ist jegliche Art der Weiterverwendung verboten.

Danksagung

Zuerst möchten wir Herrn Weber und Herrn Eichkorn, den Auftraggebern dieser Arbeit, für die hilfreiche Unterstützung und Begleitung während der Bearbeitungszeit danken.

Des Weiteren danken wir unseren Betreuern der beiden Hochschulen, Herrn Hein und Herrn Olsthoorn, für die fachliche Betreuung und die gelungene deutsch-niederländische Zusammenarbeit.

Außerdem gilt unser Dank den vielen kontaktierten Experten, die mit hilfreichen Informationen zum Gelingen dieser Arbeit beitrugen.

Zuletzt danken wir denjenigen, insbesondere Alisa Goedecke, die unsere Arbeit kritisch und vor allem sprachlich korrigierten.

Matthias van den Berg und Johannes Mostert, 18.06.2013

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	V
Abbildungs- und Tabellenverzeichnis	VIII
Abbildungs- und Tabellenverzeichnis	VIII
Einleitung.....	1
Material	3
2.1 Grundlage zur Pappeln.....	8
2.1.1 Systematik und Verbreitungsgebiet.....	3
2.1.2 Geschichte der Pappelzüchtung.....	3
2.1.3 Waldbauliche Aspekte.....	5
2.1.3.1 Standortsansprüche	5
2.1.3.2 Krankheiten und Schäden.....	5
2.2 Sortenschau Philippsburg.....	8
2.2.1 Geografie und Klima.....	9
2.2.2 Landschaft und Geschichte.....	9
2.2.3 Geologie.....	10
2.2.4 Standort.....	10
2.2.5 Waldbauliche Behandlung der Sortenschau.....	11
3. Methodik.....	12
3.1 Hypothese.....	12
3.2 Messverfahren.....	12
3.3 Analyse der Empirische Ergebnisse.....	13
3.4 Literaturrecherche.....	14
4. Ergebnisse.....	15
4.1 Wachstum.....	15
4.1.1 BHD.....	15
4.1.2 Höhe.....	17
4.1.3 Volumen.....	18

4.2 Qualität	19
4.2.1 Qualitätstabelle mit Qualitätskennziffern.....	19
4.2.2 Kronenform.....	20
4.2.3 Dürräste und Wasserreiser.....	20
4.3 Ausfall und Risiken	21
4.3.1 Ausfall.....	21
4.3.2 Risiken.....	23
4.4 Statistische Überprüfung der Ergebnisse	23
5. Diskussion	24
5.1 Wachstum.....	25
5.2 Qualität.....	26
5.3 Ausfall und Risiken.....	27
5.4 Methodik.....	28
6. Schlussfolgerung und Empfehlungen	32
6.1 Beantwortung der Teilfragen.....	32
6.2 Für die Praxis.....	34
6.3 Für die Wissenschaft.....	35
Quellenangaben	37

Abkürzungsverzeichnis

BHD	Brusthöhendurchmesser (gemessen in 1,30 m Höhe)
bzw.	Beziehungsweise
ca.	circa
cm	Zentimeter
dGZ	durchschnittliche Gesamtzuwachs
e.a.	et alia, und andere
fm	Festmeter
j	Jahr
IGZ	laufende Gesamtzuwachs
m	Meter
mm	Millimeter
o.J.	ohne Jahr
ü. NN	über Normal-Null
Vgl.	Vergleich
QKZ	Qualitätskennziffern (Mittel gebildet aus den Werten der Schaftform und Ästigkeit).
z.B.	zum Beispiel

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildung 1: Luftbild Sortenschau Philippsburg.....	8
Abbildung 2: Bodenkarte Sortenschau Philippsburg	10
Abbildung 3: Sortenschau Philippsburg im Winter	11
Abbildung 4: Krummer Stammfuß.....	23
Abbildung 5: Geästete Pappel mit guter Qualität.....	26
Abbildung 6: Pappel mit schwacher Wuchsleistung.....	27
Abbildung 7: Unterschiedliche Qualitäten der Pappel.....	33
Abbildung 8: Beispiel vorwüchsige Pappel	35
Grafik 1a: Boxplots BHD Sorten 1-19	15
Grafik 1b: Boxplots BHD Sorten 20-40	16
Grafik 1c: Boxplots BHD Sorten 41-59	16
Grafik 2a: Boxplots Höhe Sorten 1-19.....	17
Grafik 2b: Boxplots Höhe Sorten 20-40	17
Grafik 2c: Boxplots Höhe Sorten 41-59.....	17
Grafik 3a: Boxplots Volumen Sorten 1-19.....	18
Grafik 3b: Boxplots Volumen Sorten 20-40.....	18
Grafik 3c: Boxplots Volumen Sorten 41-59.....	19
Grafik 4a: Ausfallquote in Prozent nach Sorte (Sorte 1-19)	21
Grafik 4b: Ausfallquote in Prozent nach Sorte (Sorte 20-40).....	22
Grafik 4c: Ausfallquote in Prozent nach Sorte (Sorte 41-59).....	22
Tabelle 1: Schätzhilfe Volumenzuwachs Pappelsorte Robusta.....	7
Tabelle 2: Qualitätstabelle mit QKZ von Sorten 1 – 19.....	19
Tabelle 3: Kronenform Sorten 1-19	20
Tabelle 4: Wasserreiser.....	21
Tabelle 5: Krankheitsempfindlichkeit der besten 10 Pappelsorten	28
Tabelle 6: Durchschnittswerte der Sorte mit bester Wuchsleistung in Alter von 9 Jahren.....	32
Tabelle 7: Eigenschaften ausgewählter Sorten	34

Summary

The study and evaluation of growth characteristics of poplar clones is of great importance in order to ensure high wood productions of the forests in the region of the Upper Rhine Valley. In 2004 a populetum with 59 different poplar clones was created near the Rhine by Philippsburg. Plants with an average height of 1.50 m were used to establish the research object. Until then the only measure was tree pruning up to 7 m at 8 years of age. The populetum lies on the alluvial soils of the Rhine. Typologically, the group of forest types on this plot is *Pruno-Fraxinetum typicum*, forest type ash-wood. The clones of this populetum were compared to find the best suitable clones for forestry use to plant in the future in this environment.

In April 2013 the growth of the populetum was evaluated. Height, diameter, volume production and quality of these poplar clones were measured at 9 years of age. The results of this evaluation show that the poplar clone 'Kamabuchi, reached the best height and diameter growth as well as maximum volume production at the age of 9 years. Its mean height is 20,75 m, mean diameter 33 cm and average volume 0,81 m³. Good growth was also determined for the clones 'Knoblochsau 34 KI,, 'Ghoy,, 'Floßgrün,, 'Kopecky, and 'Flevo,, whose mean height ranged from 17,22 to 19,25 m, mean diameter from 24,22 to 27,86 cm and average volume per tree from 0,44 to 0,58 m³. The clones 'I 92/40 Casale,, 'Pannonia,, 'Heidemij,, 'I 45/51, and 'Knoblochsau 34 Ki, obtained the best quality evaluation. The clone mixture advised to be planted in the future is a mixture from the clones: 'Ghoy,, 'Kopecky, and 'Pannonia,.

The standard clone 'Harff, has been used to compare all the clones with each other. The mean height of this standard clone was 15.38 m, mean diameter 20,68 cm and an average volume per tree of 0,26 m³. Its growth considerably stays behind compared to the growth of the best growing clones.

As new poplar clones like 'Knoblochsau 34 Ki, were tested that had not been grown in the region of the Upper Rhine Valley before and since the age of poplars is relatively low, it will be necessary to continue this research.

To compose a future populetum it is very important that a bigger minimum number of plants is used. Of some of the clones only one tree was planted, making it very difficult to check whether differences in growth were statistically significant. In 11 years, when the trees are mature, the populetum has to be evaluated again. That will enable to compare the findings of this report.

1. Einleitung

Von Pappeln wird meistens im Zusammenhang mit Kurzumtriebsplantagen gesprochen. Diese Arbeit beschäftigt sich jedoch mit der Erzielung von Wertholz, einer anderen Möglichkeit der Verwendung der vielseitigen Pappel. Mit diesem Ziel wurde im Jahr 2004, im Landkreis Karlsruhe, eine Pappel-Sortenschau angelegt. 59 verschiedene Pappel-Sorten, mit jeweils einem bis neunundzwanzig Exemplaren, wurden schachbrettartig angepflanzt. Im Auftrag des Forstamts Karlsruhe soll heraus gefunden werden, welches die hochwertigsten Sorten der Pappelsortenschau sind und in der Zukunft für neue Anpflanzungen benutzt werden können. In dieser Bachelorarbeit wurden die Sorten-spezifischen Wuchseigenschaften erhoben.

Im Landkreis Karlsruhe sollen auch in Zukunft weiterhin Pappeln in der Rheinaue angebaut werden. Durch die momentan niedrigen Pappelholzpreise steht die Rentabilität dieser Bestände unter Druck (Eichkorn, 2012). Deshalb ist es wichtig für die Begründung neuer Bestände, hochwertige Pappelsorten zu benutzen, damit die Sicherheit des Bestandes gewährleistet ist und die Wuchsleistung möglichst hoch ist. Es muss darauf geachtet werden, dass der Pflegeaufwand der Sorten möglichst gering, der Anteil an Wertholz pro Stamm jedoch hoch ist. Ziel dieser Arbeit ist es, eine Aussage zu treffen, welche Pappeln der Sortenschau, im Landkreis Karlsruhe, in Zukunft genutzt werden können. Die forschungsleitende Frage dieser Bachelorarbeit lautet:

Welche Ergebnisse zeigt die Pappelsortenschau in Bezug auf Wachstum, Qualität, Ausfall und Risiken?

Die forschungsleitende Frage unterteilt sich in sechs Teilfragen:

Wachstum

- 1. Welche Pappeln der Sortenschau im Alter von neun Jahren haben die beste Wuchsleistung (BHD, Kronenbasis, Kronenlänge, Wüchsigkeit, Höhe)?*
- 2. Welches Wachstum zeigen die hochwertigsten Pappelsorten der Pappelsortenschau auf anderen Flächen?*

Qualität

- 3. Welche Qualität zeigen die Pappelsorten der Pappelsortenschau im Alter von neun Jahren (Ästigkeit, Schaftform, Dürräste)?*
- 4. Welche Qualität zeigen die hochwertigsten Pappelsorten der Pappelsortenschau auf anderen Flächen?*

Ausfall und Risiken

- 5. Welche Risiken treten in der Sortenschau bis zur Ernte als Wertholz auf?*
- 6. Wie hoch ist der Ausfall in der Pappelsortenschau nach neun Jahren?*

Zusätzlich wird folgende Frage behandelt:

- 7. Kann bei einem neunjährigen Bestand vorausgesagt werden, wie sich Wachstum und Wuchsverhalten des Bestandes zum Erntealter hin verhalten?*

Die Pappelsortenschau wurde durch Messungen und deren Auswertung beurteilt, wobei die zehn hochwertigsten Pappelsorten zusätzlich durch Literaturrecherche untersucht wurden, sodass eine Empfehlung für eine Mischung von Sorten gegeben werden kann.

Die aufgenommenen Daten sollten mit anderen Versuchsflächen verglichen werden. Hierbei sollte die Altstammsorte ‚Harff‘, zum Vergleich der Standortbedingungen genutzt werden. ‚Harff‘ wurde gewählt, da diese von den auf der Sortenschau vorkommenden Altstammsorten die am häufigsten vertretene Sorte ist. Beim Anschreiben vieler Institute und Papplexperten hat sich herausgestellt, dass die Daten von anderen Versuchsflächen aufgrund deren Alters, sehr schwierig zu finden waren. Außerdem gab es wenige aktuelle Forschungen, weswegen die Sorte ‚Harff‘ nur für einen Vergleich zwischen den verschiedenen Sorten in der Sortenschau genutzt wurde.

Die Ergebnisse können nur auf vergleichbare Standorte im oberrheinischen Tiefland übertragen werden.

Zunächst wird im zweiten Kapitel das bearbeitete Material behandelt. Es beinhaltet die Grundlagen zur Pappel und die Beschreibung der Pappelsortenschau. Im dritten Kapitel wird die Methodik erklärt. In Kapitel 4 werden die Ergebnisse dargestellt, die im fünften Kapitel der Arbeit diskutiert werden. Am Ende der Arbeit, im sechsten Kapitel, befindet sich die Schlussfolgerung sowie Empfehlungen.

Die Arbeit besitzt einen Anhang, der auf einer separaten CD beigefügt ist. Der Anhang beinhaltet die folgenden Anlagen:

1. Karte Pappelsortenschau
2. Sortenbeschreibung der Pappelsorten
3. Anlage Methodik
4. Anlage Ergebnisse
5. Liste mit Kontaktierte Personen

2. Material

In diesem Kapitel werden die Grundlagen zur Pappel dargestellt und die Sortenschau Philippsburg beschrieben.

2.1 Grundlagen zur Pappel

Die Pappeln (*Populus*) gehören der Familie der Weidengewächse (*Salicaceae*) an. Heimisch in den gemäßigten und subtropischen Zonen, sind Bäume und Sträucher der Familie *Salicaceae* schnell wachsend, einfach vegetativ zu vermehren und sehr anpassungsfähig hinsichtlich Klima- und Bodenverhältnisse. Aufgrund dieser Eigenschaften und der großen Vielfalt an Nutzungen, von Stamm-, Faser-, und Brennholz sowie anderen forstwirtschaftlichen Erzeugnissen über ihre neue Rolle in der Bioenergie, sind Pappeln und Weiden auf der ganzen Welt zu finden. Einerseits sind beide traditionell in der Forstwirtschaft und teilweise in landwirtschaftlichen Systemen vertreten, andererseits ist ihre Bedeutung als erneuerbarer Energieträger und für die Bodensanierung von Altlasten gestiegen (vgl. International Poplar Commission, 2013). Die Gattung *Populus*, die Pappeln, lässt sich in Sektionen teilen, die wiederum in viele unterschiedliche Arten unterteilt werden.

2.1.1 Systematik und Verbreitungsgebiete

Das natürliche Verbreitungsgebiet der Pappeln ist groß und umfasst sowohl die gesamte gemäßigte Zone sowie Teile der subpolaren, subtropischen und tropischen Zone. Aufgrund des großen Verbreitungsgebietes haben sich die Pappeln, je nach Gebiet auf unterschiedliche Weise entwickelt und angepasst. So gibt es Unterschiede in ihrer Morphologie, Physiologie und Ökologie (vgl. Schulzke, 1990).

Die Gattung *Populus* wird in fünf Sektionen unterteilt (vgl. Souleres, 1992; Stinglwagner, 2009; van der Meiden, 1976):

Sektion <i>Aigeiros</i> Duby,	Schwarzpappeln
Sektion <i>Tacamahaca</i> Spach.,	Balsampappeln
Sektion <i>Leuce</i> Duby,	Weiß- und Zitterpappeln
Sektion <i>Turanga</i> Bge.	Euphratpappeln
Sektion <i>Leucooides</i> Spach.	Großblättrige Pappeln

Aus waldbaulichen und klimatischen Gründen, stehen in der Sortenschau nur Sorten der Sektion *Aigeiros* Duby. Ausnahme ist die Sorte ‚*Kamabuchi*‘, die eine intersektionelle Kreuzung zwischen *Populus nigra* (Sektion *Aigeiros*) x *Populus maximowiczii* (Sektion *Tacamahaca*) (vgl. Forstliche Bundesversuchsanstalt, 2000; Schulzke, 1990), Nachfolgend wird nur auf die Sektion *Aigeiros* eingegangen.

Sektion Aigeiros – Schwarzpappeln

Die Sektion *Aigeiros* gliedert sich in drei Arten, *Populus nigra* L., *Populus deltoides* Marsh. die sich durch ihr Verbreitungsgebiet unterscheiden und *Populus x euramericana* (Dode) Guinier.

***Populus nigra* L.**

Natürlich kommt *Populus nigra* in Europa, Zentral- und Kleinasien sowie in Nordafrika vor. In Deutschland findet man sie in den Stromtälern von Rhein, Elbe und Oder, wo sie einheimisch ist. Die Ansprüche an Klima, Boden und Licht sind hoch (vgl. Hessmer, 1951; Schulzke, 1990). Die Schwarzpappel ist eine von Europas seltensten und gefährdetsten Baumarten. Um die Schwarzpappeln vor dem Aussterben zu schützen, gibt es europaweit einige Erhaltungsprojekte. Zwei Beispiele aus Baden-Württemberg sind 1. der Aufbau einer Generhaltungsklonsammlung in Freiburg von der Forstlichen Versuchsanstalt seit 1991 und 2. eine Inventur aller Schwarzpappeln im Staatswald entlang des Oberrheingraben in den Jahren 1995/1996 (vgl. Franke, 1997a,b).

***Populus deltoides* Marsh.**

Das Verbreitungsgebiet der *Populus deltoides* Marsh liegt im Osten der USA und erstreckt sich von der Kanadischen Grenze bis zum Golf von Mexico. Die westliche Grenze des Verbreitungsgebietes verläuft von Nord-Dakota bis nach Texas. Häufig wächst sie in den Stromtälern von Mississippi, Missouri und Ohio. *Populus deltoides* Marsh. hat sehr hohe Ansprüche an die Wasser- und Nährstoffversorgung (vgl. Schulzke, 1990; Zycha, 1959).

***Populus x euramericana* (Dode) Guinier**

Bei der *Populus x euramericana* (Dode) Guinier handelt es sich um Arthybride, die durch natürliche oder durch gelenkte Kreuzungen zwischen *Populus nigra* und *Populus deltoides* entstanden sind. Diese Kreuzungen sind die wichtigsten nutzholzproduzierenden Pappelsorten. Der ehemalige Name dieser Art ist: *Populus canadensis* (vgl. Schulzke, 1990).

2.1.2 Geschichte der Pappelzüchtung

Bereits im 17. Jahrhundert wurde *P. nigra* mit wirtschaftlichem Ziel angebaut. Dies war vor allem durch die leichte Vermehrbarkeit bedingt. Auch kam es Ende des 17. Jahrhunderts zum ersten Austausch zwischen den Pappelarten Nordamerikas und Europas. Ab diesem Zeitpunkt kann man davon ausgehen, dass hier in Folge der Anpflanzungen der nordamerikanischen Schwarzpappel *P. deltoides* die Arthybride zwischen *P. deltoides* und *P. nigra* entstanden (vgl. Hofmann, o.J.). „Die Kombination von guter Wuchsleistung und Anpassungsfähigkeit führte in Verbindung mit einem stark ausgeprägten Heterosiseffekt zu überlegenen Leistungseigenschaften der Nachkommen“ (Hofmann, o.J.). Die sogenannten „Altstammsorten“ der Schwarzpappelhybride gehen auf Selektionen aus freien Kreuzungen im Gelände zurück. ‚*Serotina*‘ ist eine der ältesten bekannten Schwarzpappelhybride. Andere bekannte Altstammsorten sind ‚*Marilylandica*‘ und ‚*Neupotz*‘ (vgl. Hessmer, 1951; Zycha, 1959). „Neusorten“ und „Zuchtsorten“ werden im Gegensatz zu den Altstammsorten diejenigen Pappeln bezeichnet, die nach 1900 als Wirtschaftspappeln für den Anbau gekreuzt worden sind. Diese sind meistens Kreuzungen zwischen *P. deltoides* und *P. nigra*. (vgl. Hofmann, o.J.).

2.1.3 Waldbauliche Aspekte

Im Folgenden werden die waldbaulichen Aspekte des Pappelanbaus, wie die Standortsansprüche, Krankheiten und Schäden und die Ertragskunde behandelt.

2.1.3.1 Standortsansprüche

Die *Populus x euramericana* zeichnet sich durch besonders hohe Ansprüche an Licht, Wärme, gut durchlüftete sowie wasserversorgte und eutrophe Böden aus. Pappeln haben eine lange Vegetationszeit, die 150 Tage überschreitet. Temporäre Überflutungen übersteht die Pappel ohne Schaden, auf stagnierende Nässe reagiert sie jedoch wegen der unzureichenden Durchlüftung sehr empfindlich. Optimal sind Grundwasserstände zwischen 0,5 bis 2 m unter der Geländeoberfläche sowie ein locker gelagerter und gut durchwurzelbarer Boden (vgl. Hofmann, o.J.; Souleres, 1992).

2.1.3.2 Krankheiten und Schäden

Viele Erkrankungen von Bäumen sind Ausdruck von abiotischen Stressfaktoren. Bei der Pappel führt vor allem ein nicht standortgemäßer Anbau von ungeeigneten Sorten zu, durch Schwächeparasiten verursachten, Krankheiten. Auch Nachlässigkeiten bei der Pflanzung und ein schlechter Pflegezustand, führen zu solchen Schädigungen. Die wichtigsten, durch Pilze hervorgerufenen Krankheiten und durch abiotische Faktoren bedingte Schäden an Pappeln der Sektion *Aigeiros* werden im Folgenden behandelt. Um das Risiko einer Krankheit zu vermindern, können mehrere Pappelsorten auf einer Fläche in Mischung oder auf kleiner Fläche gepflanzt werden. So nimmt das Risiko, dass alle Pappeln einer großen Fläche absterben ab (vgl. Département de la santé des Forêts, 2006).

Blattrost (*Melampsora*)

Blattrost entsteht durch die Rostpilzgattung *Melampsora*. Blattrost ist die wichtigste Blatterkrankung bei Pappeln. Zwei Pilzarten aus der Gattung *Melampsora* greifen *P. x euramericana* an: *M. allii-populina* Kleb. und *M. larici-populina* Kleb. (vgl. Hao Pei, 2005).

Blattrost wird im Sommer durch orange-gelbe Punkte an der Blattunterseite sichtbar. Bei starkem Befall kommt es zu vorzeitigem Vertrocknen und Abfallen der Blätter. Bei mehrjährigem Auftreten der Krankheit, besteht die Gefahr eines zusätzlichen Befalls mit Schwächeparasiten. Tritt der Blattrost sehr früh auf, kann die Ausbildung der Triebe verhindert werden (vgl. Hesmer, 1951; Hofmann, o.J.).

Die Entwicklung des Blattrosts wird stark durch die Witterungsbedingungen der Vegetationsperiode beeinflusst. Dies ist besonders der Fall in den Monaten Juni und Juli. In dieser Zeit wird die Vermehrung durch hohe Luftfeuchtigkeit und Niederschläge begünstigt. „Rostresistenz ist klon- und artbedingt. Die *P. deltoides* Klone haben sich als weitgehend unempfindlich gegen Rost erwiesen, während *P. nigra* regelmäßig stark unter Blattrost leidet. Demnach sind *P. deltoides*- nahe Hybriden weniger rostgefährdet als *P. nigra*- nahe Typen“ (Hofmann, o.J.). Außerdem ist der Infektionsdruck aus der Umgebung ausschlaggebend für die Widerstandskraft einer Sorte (vgl. Hao Pei, 2005).

Rindenbrand (*Dothichiza populea*)

Der Pilz *Dothichiza populea* besiedelt bereits durch Frost geschädigte Zweige, die dann im Verlauf der Krankheit zum Absterben gebracht werden. Bei älteren Bäumen entsteht das Schadbild des Braunfleckenrind, mit oval geformten Wucherungen (Nekrosen), an denen die Rinde einsinkt und sich graubraun verfärbt. Tritt der Pilz großflächig auf, kann dies zum Absterben des ganzen Baumes führen. Das Auftreten des Braunfleckenrindes wird durch Wassermangel in der Rinde begünstigt. Der Pilz ist ein typischer Schwächeparasit, der auf Standorten mit schwankendem Wasserhaushalt oder Staunässe verstärkt auftritt (vgl. Altenkirch, 2002).

Blattbräune (*Marssonina brunea*)

Die Blattbräune (*Marssonina brunea*) ist eine im Sommer auftretende Pilzkrankheit die zu vorzeitigem Vergilben des Baumes und Blattabwurf führt. Der Befall ist durch schwarz-bräunliche, dicht gesäte Punkte auf den Blättern zu erkennen und ist nur bei der Schwarzpappel und ihren Hybriden zu finden. Mehrjähriger Befall führt zu schütterer Belaubung, Zuwachsverlusten und begünstigt Sekundärschädigungen (vgl. Altenkirch, 2002; Hofmann, 2007).

Bakterieller Pappelkrebs (*Xanthomonas populi)**

Die Erscheinungsform des bakteriellen Pappelkrebses (*Xanthomonas populi*) äußert sich vor allem durch deutliche Wucherungen auf Stamm und Ästen. Die auf dem Stamm befindlichen Wucherungen sind oft von kleinem Umfang, jedoch viele Jahre alt. Auf den Ästen treten oft hohe Anzahlen auf. Diese sind jedoch kleiner als auf den Stämmen. Durch diese Form von Krebs sterben die Äste oder Teile davon langsam ab. Bäume mit großen Krebsen können noch sehr lange am Leben bleiben und dabei eine potentielle Infektionsquelle für gesunde, benachbarte Pappeln sein.

Im Frühjahr bilden die Krebse auf den jungen Ästen oder am Rand von alten Wucherungen, Schleim aus. Vor allem bei Regen und nassem Wetter, sind diese Tropfen gut zu sehen. Der Schleim hat eine hohe Anzahl an Bakterien, welche bei Regen mit den fallenden Wassertropfen zu anderen Bäumen „überspringen“. Die Infektion erfolgt über die Narben der abgefallenen Knospenschuppen, aber vor allem über die Narben der Nebenblätter, die regelmäßig an wachsenden Trieben gebildet werden. Neben dieser sogenannten „Frühjahrs-Infektion“, die als bedeutendste gesehen werden muss, kann manchmal im Spätsommer ein zweiter Infektionsschub eintreten. Dies ist jedoch abhängig vom austretenden Bakterienschleim. Die Narben der abgefallenen Blätter dienen dann als Eingang für die Bakterien. Ist die Infektion erfolgt, können sich aus diesen Bakterien sechs Monate später neue Krebse bilden, die im folgenden Jahr wiederum neuen Schleim produzieren und zur Verbreitung des Krebses beitragen. Die Bekämpfung dieses bakteriellen Pappelkrebses erfolgt einerseits durch die Wegnahme der befallenen Bäume, andererseits durch das Züchten resistenter Sorten (vgl. van der Meiden, 1976).

*(Syn. *Aplanobacter populi*)

Sonstige Schäden

Es gibt eine große Anzahl abiotischer Schäden, die die Pappeln gefährden können. Hierunter sind die Spät- und Frühfrostereignisse am bedeutendsten. „Die Sorten der Sektion *Aigeiros* erreichen eine Vegetationsperiode von 144 bis 206 Tagen. Ungünstig wirken sich Spät- und Frühfröste aus, wenn sie die Terminalknospe in ihrem Aufbrechen oder vor Vegetationsabschluss treffen. Durch Austreiben von Seitenknospen können Zwieselbildungen verursacht werden. Dabei müssen Frühtreiber nicht zwingend gefährdeter sein als Spättreiber“ (Hofmann, o.J.).

Bei Frost, haben früh-treibende Klone sehr oft den Vorteil, dass ihre Blätter bereits ausgebildet sind. Die Schäden sind dann geringer als bei denjenigen Pappeln, die gerade ausgetrieben haben. Italienische Zuchtsorten, die eine sehr lange Vegetationszeit haben, sind sehr frühfrostgefährdet (vgl. Hofmann, o.J.).

Es gibt zahlreiche Insekten welche die Pappeln schädigen. In der Rheinaue ist der Pappelbock am häufigsten vertreten. Vor allem die Schäden an Jungpflanzen sind nicht unerheblich (vgl. Weber, 2013). Der Pappelbock tritt vor allem im Fuß junger, bis 15 cm dicker Stämme in Erscheinung. Die Larven fressen 20-30 cm lange Gänge und werfen grobe Späne aus den Löchern heraus, die sich am Stammfuß anhäufen (vgl. Hartmann, 2007).

2.1.3.3 Ertragskunde

Die Pappeln zählen zu denjenigen Baumarten, deren Zuwachs sehr früh den Höhepunkt erreicht. Der höchste laufende Zuwachs wird im Alter von 10 bis 15 Jahren erreicht (vgl. Ebert, 2006; Schulzke, 1990). „Das jährliche Höhenwachstum beträgt bis zum 15. Jahr um 1,5 m bis 2 m, dann lässt es langsam und ab dem 25. Jahr rasch nach. Im Alter von 50 Jahren sind schon Höhen von 35 m bis 40 m und ein BHD von 40 cm bis 50 cm erreicht“ (Ebert, 2006).

Tabelle 1 Schätzhilfe Volumenzuwachs Pappelsorte Robusta

Höhe	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	Alter		
46																									46	
44																										44
42																										42
40																										40
38																										38
36																										36
34																										34
33																										33
32																										32
31																										31
30																										30
29																										29
28																										28
27																										27
26																										26
25																										25
24																										24
23																										23
22																										22
21																										21
20																										20
19																										19
18																										18
17																										17
16																										16
15																										15
14																										14
13																										13
12																										12
11																										11

Quelle: Bösch, 2003

In Tabelle 1, sieht man die verschiedenen Ertragsklassen der Pappelsorte 'Robusta' im Verlauf ihres Wachstums. Dieses Wachstum ist typisch für Hybridpappeln. Auf den horizontalen Achsen steht das Alter, auf den vertikalen Achsen die Höhe. In den Zellen steht der entsprechende laufende Gesamtzuwachs (IGZ). Die Ertragsklassen, in durchschnittliche Gesamtzuwachs in 100 Jahre (dGZ100), werden durch unterschiedliche Farben Dargestellt, wie in der Legende zu sehen (vgl. Bösch, 2003).

2.2 Sortenschau Philippsburg

Im folgenden Kapitel wird die Pappelsortenschau Philippsburg, beschrieben, wobei auf die für die Untersuchung wichtigsten geografischen, klimatischen und standortkundlichen Gegebenheiten eingegangen wird.



Abbildung 1: Luftbild Sortenschau Philippsburg

Quelle :Eichkorn, 2012

In Abbildung 1 ist ein Luftbild der im Jahr 2004 angelegten Sortenschau (Rot markiert) zu sehen. Die Sortenschau befindet sich im Landkreis Karlsruhe, nördlich von Philippsburg (Baden-Württemberg). In Philippsburg formt der Philippsburger Altrhein die Rheinschanzinsel, auf der neben der Sortenschau auch das Kernkraftwerk Philippsburg liegt. Hier überwiegen forstwirtschaftlich geprägte Pappelwälder. Die Sortenschau beinhaltet 59 unterschiedliche Pappelsorten und ist 3,2 ha groß.

2.2.1 Geografie und Klima

Philippsburg liegt im Oberrheingraben, der sich im Süden zwischen Südwestdeutschland und Ost-Frankreich befindet und sich im Norden bis Frankfurt am Main erstreckt. Von Bergen umgeben, bildet der Oberrheingraben eine Tiefebene, die vom Oberrhein von Süden nach Norden durchflossen wird.

Die Sortenschau liegt bei 95 bis 96 m ü. NN. bezogen auf den mittleren Rheinwasserstand. Am Pegel Philippsburg gemessen, der 94,42 m über NN liegt, liegt die Sortenschau also 60-160 cm über dem mittleren Wasserstand (vgl. Jacob, 2001).

Der Oberrheingraben zeichnet sich durch besonders warme Temperaturen, mit einem Jahresmittel von über 10,5°C aus (Eichkorn, 2013). Die Niederschlagshöhen variieren und steigen von Westen nach Osten an. Insgesamt ist das Gebiet niederschlagsarm. Während der Wachstumsperiode, von Mai bis September, beträgt das langjährige Mittel (1961-1990) 335 mm. Die ganzjährige Niederschlagshöhe beträgt 700 mm. Eine Besonderheit stellt die hohe Luftfeuchtigkeit im Sommer dar, sowie die häufigen Früh- und Spätfrostereignisse im Rheintal (vgl. Jacob, 2001; Seemann, 2010).

2.2.2 Landschaft und Geschichte

In der Rheinniederung um Philippsburg, gibt es eine weiträumige Auenlandschaft, die teilweise noch aktiv überschwemmt wird. Die Rheinaue hat sich in den letzten Jahrhunderten vollständig verändert, im 19. Jahrhundert durch die Tulla'sche Rheinkorrektur sowie durch den Rheinausbau Mitte des 20. Jahrhunderts. Die hiermit verbundene Begradigung des Rheins haben die Bedingungen für Auewald grundlegend verändert, sodass dieser heute selten zu finden ist. Die ehemaligen Faschinen- und Mittelwälder wurden in nicht-autochthone Pappelbestände umgewandelt. Einige Pappelwälder entstanden auch durch Erstaufforstungen (vgl. ForstBW, 2013).

Im Jahr 1962 wurde in Philippsburg die erste Pappelsortenschau auf die Initiative der Forstdirektion Nordbaden und des Deutschen Pappelvereins angelegt. Diese wurden jedoch durch Sturmwurf und andere Faktoren zum größten Teil zerstört.

Der Idee einer Pappelsortenschau folgend, wurde im Frühjahr 2004 durch Revierförster Weber, eine neue, zweite Pappelsortenschau gegründet. Ziel der Sortenschau ist ein „unmittelbarer Sichtvergleich von Pappelsorten nach Habitus, Phänologie, Leistung und Resistenz“ (vgl. Jacob, 2001).

2.2.3 Geologie, Boden und Wasserhaushalt

Aufgrund der unterschiedlichen geologischen und klimatischen Verhältnisse wird Baden-Württemberg in sieben Wuchsgebiete unterteilt, von denen eines das Oberrheinisches Tiefland ist. Das Wuchsgebiet gliedert sich, unter anderem in die noch häufig überfluteten Weichholzauen und die nur selten überfluteten Hartholzauen (vgl. ForstBW, 2013). Die Wuchsgebiete teilen sich wiederum in regionale Einheiten, die Einzelwuchsgebiete auf. Die Sortenschau befindet sich im Einzelwuchsgebiet „Rheinaue zwischen Mannheim und Rastatt“ (vgl. Seemann, 2010).

Der Boden besteht aus 100 cm mächtigem tonig-schluffigem Lehm. Ab 40 bis 70 cm ist höherer Sandanteil möglich und ab ca. 40 cm treten Oxidationsflecken auf. Der Bodentyp Kalkpaternia-Gley, ist für Baumarten mit geringer Wurzelenergie nicht besonders gut durchwurzelbar. Der Wasserhaushalt ist feucht bis örtlich wechselnass, mit Grundwasserständen zwischen 40 und 80 cm (vgl. Seemann, 2010).

2.2.4 Standort

Der Standort der Philippsburger Sortenschau, gehört zum „Standort der obersten Hartholzau und der Altaue“ und zur „Gruppe der feuchten und nassen Böden der Altaue“. „Die Gruppe umfasst nasse, wechselnasse und feuchte Böden der Altaue mit hohen Grundwasserständen zwischen 0 und 80 cm unter der Geländeoberfläche“ (vgl. Seemann, 2010). Die spezifische Standorteinheit ist „fSl Eschenwald auf feuchtem Schlick“ und das mehr sandige „fS Eschenwald auf feuchtem Sand“ (WS), die vor allem in feuchten Tieflagen und im Bereich der Altrheinarme auftreten. Auf Abbildung 2 ist die Standorteinheit „fSl Eschenwald auf feuchtem Schlick“ durch WLS (his) gekennzeichnet, dem ehemaligen Siegel. Die Abkürzung „his“ hinter dem Siegel bedeutet „historisch“. Heute hat die Standorteinheit WLS+(his)/WLS (his) das Siegel fSl.

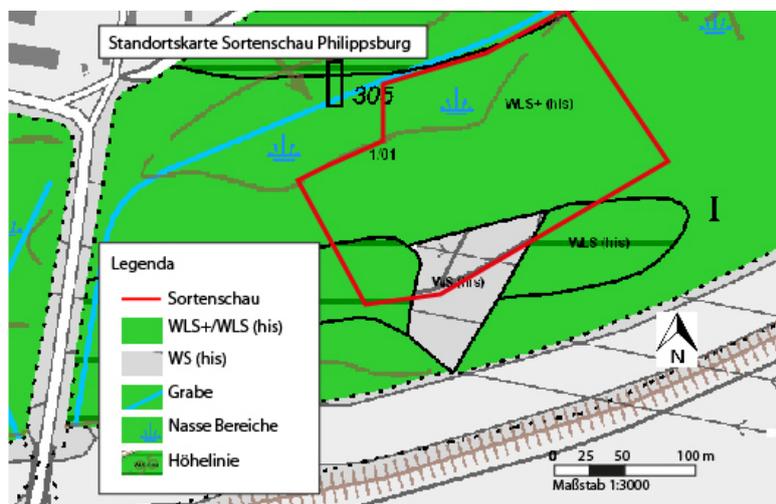


Abbildung 2: Standortskarte Sortenschau Philippsburg

Quelle :Eichkorn, 2012

Die potentiell natürliche Waldgesellschaft ist der „Traubenkirschen-Erlen-Eschenwald“ (ähnlich dem Pruno-Fraxinetum typicum). Der Standortswald ist „Eschenwald“. Hauptbaumart ist, wie der Name sagt, die gemeine Esche (*Fraxinus excelsior*). Als Nebenbaumarten findet man Schwarzerle (*Alnus glutinosa*), Stieleiche (*Quercus robur*), Flatterulme (*Ulmus Laevis*), Traubenkirsche (*Prunus padus*), Grauerle (*Alnus incana*) und Silberweide (*Salix alba*) (vgl. Seemann, 2010).

2.2.5 Waldbauliche Behandlung der Sortenschau



Abbildung 3: Sortenschau Philippsburg im Winter

Quelle: Eigenes Foto

Die Pappeln wurden im Jahr 2004 im Verband von 6 x 6 m (siehe Abbildung 3) mit einer Höhe von 1,5 m durch Bagger gepflanzt. Eine wissenschaftliche Auswertung der Sortenschau wurde durch den Revierleiter, mehrfach vorgeschlagen. Da dies jedoch nicht umgesetzt wurde, unterliegt der Bestand einer waldbaulichen Behandlung (vgl. Weber, 2013). Seit ihrer Gründung wurde in der Sortenschau nur eine Ästung im Winter 2011/12 durchgeführt. Dabei wurde in jeder Sortenreihe mindestens einer der optisch besten Bäume geästet.

2.2.6 Pappelsorten der Sortenschau

Von jeder der 59 Pappelsorten wurden im Durchschnitt elf Stück gepflanzt. Minimal eine und maximal neunundzwanzig Bäume pro Sorte, sind auf der Fläche zu finden. Die gepflanzten Sorten der Pappelarten *Populus deltoides* und *Populus euramericana* wurde ohne spezielle Kriterien und überwiegend nach den damals verfügbaren Sorten ausgewählt. Jedoch wurden auf Grund schlechter Erfahrungen in der Vergangenheit, außer der Sorte ‚Kamabuchi‘, keine Balsam-Pappeln gepflanzt (Weber, 2013).

Die Selektion besteht aus Altstammsorten und neuen Sorten; deutschen, niederländischen, ungarischen, französischen und italienischen Sorten (de Vries, 2013). Außerdem stehen einige „lokale“ Sorten in der Sortenschau, deren Ursprung jedoch nicht genau bestimmt werden kann. In Anlage 2, befindet sich eine Auflistung der Sortenbeschreibungen.

3. Methodik

Die Pappelsortenschau wird durch Messungen und deren Auswertung beurteilt, wobei die zehn hochwertigsten Pappelsorten zusätzlich durch Literaturrecherche untersucht wurden, sodass eine Empfehlung über eine Mischung von Sorten abgegeben wird, die für zukünftige Anpflanzungen benutzt werden kann. Die Messungen wurden im März und April 2013 durchgeführt.

3.1 Hypothese

„Pappelarten neigen schon unter natürlichen Verhältnissen zu Bastardierungen und bieten der künstlichen Kreuzung zahllose Möglichkeiten, da die Bastarde sich immer weiter mit Arten und Bastarden kreuzen“ (Hesmer, 1951). Diese vielen Kreuzungen bieten unterschiedliche Qualitäten. Mit diesem Wissen wird auf bessere Wuchsleistung und Qualität gezüchtet. Erwartet wird, dass die neuen Pappelsorten qualitativ besser und vorwüchsiger sind als die Altstammsorten, die derzeit auf Pappelsortenschau stehen (vgl. de Vries, 1989).

3.2 Messverfahren

Um eine Aussage über Wachstum, Qualität, Risiken und Ausfall der Sorten machen zu können, wurden bei jeder Pappelsorte die folgenden Messungen (nach Jacob (2001)), die sich in drei Kategorien gliedern, durchgeführt:

Wachstum

BHD in cm, Höhe in m, Anfang Kronenbasis in m werden aufgenommen. Hieraus kann das Volumen der Einzelbäume in fm berechnet werden. Der BHD wird auf 1,30 m Höhe nach Zöhrer (1980) gemessen, siehe Anlage 3. Die Kronenform wird optisch bewertet und in drei Klassen aufgenommen (1 klein, 2 mittel, 3 groß)

Qualität

Die Schaftform wurde in Krümmung und Schiefheit unterteilt, mit jeweils drei Klassen (1 gerade/ 2 leicht krumm, leicht schief / 3 krumm, schief). Die Ästigkeit wurde unterteilt in die Astanzahl bis sieben Meter Höhe und die Aststärke. Die Aststärke wurde in drei Kategorien unterteilt (1 - 0-3 cm: optimal für Wertästung/ 2 - 3-5 cm: suboptimal für Wertästung / 3 - 5 cm und größer: nicht optimal für Wertästung (Rittershof,2009)). Es wurde nur bis zu sieben Meter Höhe gemessen, da dies die astfreie Stammlänge ist, die bei Pappeln angestrebt wird (Hauck, 2013). Außerdem wurden Wasserreiser und Dürträge beobachtet. Beim Messen von Ästigkeit und Aststärke ist es ein Problem, dass die Pappelsortenschau teilweise bis auf sieben Meter Höhe im Frühjahr 2012 geastet wurde. Dabei wurden die geraden, vorwüchsigen Bäume geastet. Deswegen wird die Aststärke in Kategorien gemessen und dazu die Astzahl aufgenommen, damit so die im letzten Jahr geasteten Bäume in die Messung mit aufgenommen werden können. Von den Kriterien die optisch bewertet wurden (z.B. Schaftform und Aststärke), wurden die unterschiedlichen Klassen (z.B. gerade, krumm usw.) in Anlage 3 mit Bildern verdeutlicht.

Risiken und Ausfall

Alle Bäumen wurden optisch auf Krankheiten kontrolliert. Ausfälle wurden während der Aufnahme notiert. Die Kategorien „Dürräste“ und „Kronenbasis“ sind für diese Messung weniger interessant, da die jungen Pappeln diese selten bzw. noch nicht vollständig ausgebildet haben. Diese Kategorien wurden jedoch in die Messung mit aufgenommen, sodass diese wiederholt werden kann und im Alter Aussagen getroffen werden können.

Um ein sinnvolles Ergebnis erzielen zu können, werden nur die mittleren Bäume jeder Reihe gemessen. Die äußeren Bäume haben mehr Standraum und können deswegen anders gewachsen sein. Auch die Bäume die an den nicht bepflanzten Reihen stehen haben mehr Standraum. Das Gleiche gilt für Bäume, bei denen mehrere Nachbarbäume abgestorben sind. Diese Bäume werden bei den Messungen nicht berücksichtigt. Wenn eine Sorte nicht gemessen werden kann, weil sie nur aus Randbäumen besteht, werden die Bäume gegebenenfalls optisch bewertet. In Anlage 3, ist ein Aufnahmeformular zu sehen.

3.3 Analyse der Empirische Ergebnisse

Alle Pappelsorten sollten mit einer Standardsorte verglichen werden. Der Wert der Standardsorte ist 100%, die Werte der anderen Sorten können somit vergleichend festgelegt werden. Dadurch ist es möglich, die Unterschiede im Wachstum und der Qualität zu zeigen und mit anderen Versuchsflächen zu vergleichen. Als Standardsorte wurde eine Altstammsorte nach de Vries (1989) genutzt. Die Sortenschau enthält zwei Altstammsorte, ‚*Serotina*‘ und ‚*Harff*‘ (vgl. Dagenbach, 1996; Zycha, 1959). Da von der Sorte ‚*Serotina*‘ nur sieben Stück auf der Fläche zu finden sind, wurde die Sorte ‚*Harff*‘, die mit zwanzig Stück auf der Fläche vertreten ist, als Standardsorte benutzt.

Die zehn best-wachsende Sorten, nach Volumen, wurden in die Analyse aufgenommen. Diese zehn Sorten müssen mindestens fünf Exemplare auf der Fläche aufweisen, damit sie statistisch ausgewertet werden können. Wenn Sorten mit weniger Exemplaren auf der Fläche gute Ergebnisse lieferten, wurden diese zusätzlich behandelt.

Die zehn hochwertigsten Pappelsorten wurden nach dem Qualitätsanspruch der Schäl furnierindustrie beurteilt. Ausschlusskriterien für Sorten sind hoher Ausfall der Sorte, starke Krümmung oder Schiefheit des Schaftes, und extrem viele Wasserreiser. Die Beurteilung der Sorten durch die oben genannten Kriterien erfolgt folglich nach abnehmender Relevanz: 1. BHD, Höhe und Volumen, 2. Schaftform 3. Ästigkeit und Wasserreiser und 4. Kronenform. Angestrebt wird eine Sorte mit möglichst hohem Volumen, einem geraden Schaft, möglichst dünnen Ästen und wenig Wasserreisern.

Das Volumen wird mit der Formel: $v = g \cdot h \cdot f$ berechnet, wobei v = der Inhalt, g = die Grundfläche und f = die Formzahl ist (nach Kramer (2008)). Für die Formzahl f wird 0,45 eingesetzt (nach Jacob (2001)). Ästigkeit und Schaftform werden in einer Qualitätskennziffer (QKZ) zusammengefasst. Diese ergibt sich durch ein Mittel aus den Werten der Schaftform (Krümmung und Schiefheit) und den Werten der Ästigkeit (Astzahl und Astdurchmesser). Die Astzahl wird in eine Ziffer von 1 bis 3 umgerechnet, wobei die Ziffer 1 der Baum mit den wenigsten Ästen und die Ziffer 3 der mit den meisten Ästen erhielt.

Die Ergebnisse der Arbeit wurden statistisch überprüft. Um einen signifikanten Unterschied zwischen den Leistungen verschiedener Pappelsorten nachzuweisen, wurden alle Mittelwerte der Pappelsorten mit der Standardsorte ‚Harff‘ verglichen. Mit einem Zweistichproben-t-Test wurde geprüft, ob die Mittelwerte zweier Stichproben, gleich sind oder nicht, denn gegebenenfalls ist der eine Mittelwert kleiner als der Andere. Die Stichproben weisen unterschiedliche Varianzen auf, weshalb der zweiseitige Student t-Test (vgl. Monka, 2002) ausgewählt wurde. Gerechnet wird mit einem Konfidenzintervall von 95%.

3.4 Literaturrecherche

Aus der Analyse der Messungen ergeben sich die zehn hochwertigsten Pappeln. Um eine zuverlässige Aussage über die Qualität zu treffen, müssen die Resultate der Messungen mit Forschungsergebnissen aus der Literatur verglichen werden. Dabei werden die Kriterien Wachstum, Qualität und Ausfall sowie Risiken behandelt. Erkenntnisse über die Kriterien Ausfall und Risiken, sind hauptsächlich durch Literaturrecherche zu ermitteln.

Für den Vergleich ist es von großer Bedeutung, dass die Vergleichsforschungen ähnliche Standorte aufweisen wie die Versuchsfläche, die tiefgründige Pappelaue. Um einen direkten Vergleich machen zu können, sollte das Alter der Bäume gleich sein. Ziel der Literaturrecherche ist es, die Wuchsleistung der Standardsorte mit anderen Forschungen zu vergleichen, damit eine Aussage über die Qualität des Standortes getroffen werden kann.

Einige optisch gut bewertete Sorten, die nicht in die Messung mit aufgenommen werden konnten, wurden zusätzlich in die Literaturrecherche aufgenommen.

4. Ergebnisse

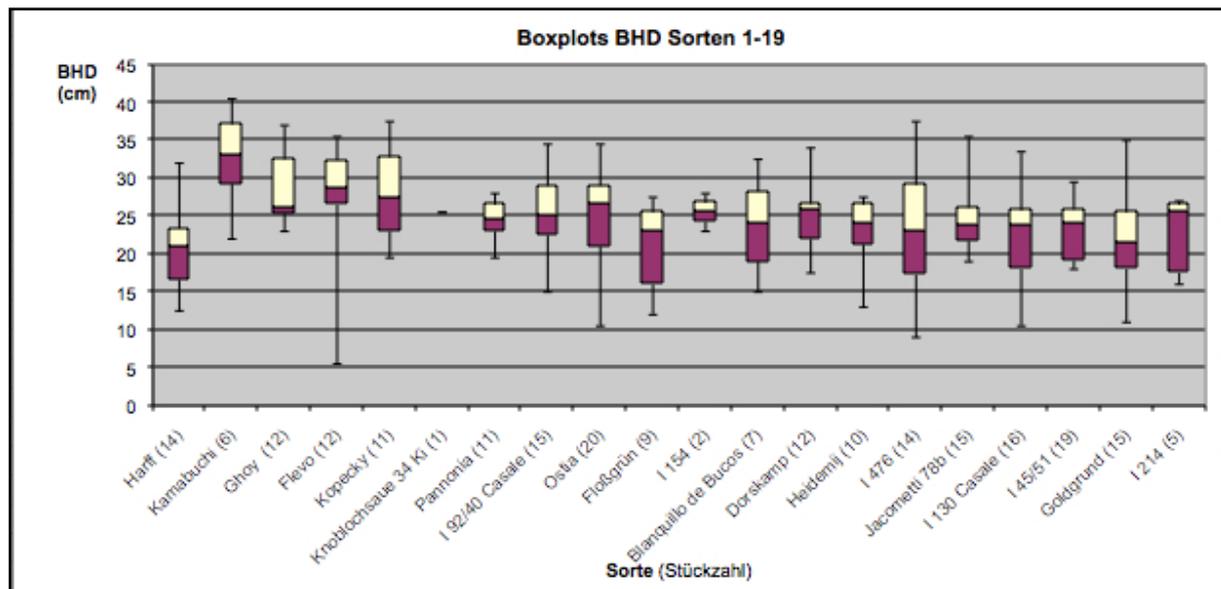
Um die Daten anschaulich darstellen zu können, wurde die Pappelsorten in drei Gruppen mit jeweils 20 Sorten unterteilt. Diese Einteilung erfolgte auf Basis des durchschnittlichen Volumens in fm, siehe Anlage 4. Die Volumens sind, wie der BHD und die Höhe in Form von Boxplots, in den Grafiken 3a bis 3c zu sehen. Die Ergebnisse zur Qualität der Sorten sind in Tabellenform und die Ausfälle als Balkendiagramm wiedergegeben. Um die Grafiken und Tabellen miteinander vergleichen zu können, wurde die Sorte ‚Harff‘, die in die zweite Gruppe fällt, in die erste und dritte Gruppe mit aufgenommen, ‚Harff‘ ist jeweils an erster Stelle der Grafiken und Tabellen zu finden.

4.1 Wachstum

Alle Daten bezüglich des Wachstums (BHD, Höhe und Volumen) wurden als Boxplots dargestellt, damit von jeder Sorte die Streuung aller Messwerte zu sehen ist. Die mit Klammern hinter den Sorten angegebene Stückzahl auf den Grafiken von BHD, Höhe und Volumen bezieht sich auf die jetzt stehenden, noch lebenden Bäume der Sortenschau.

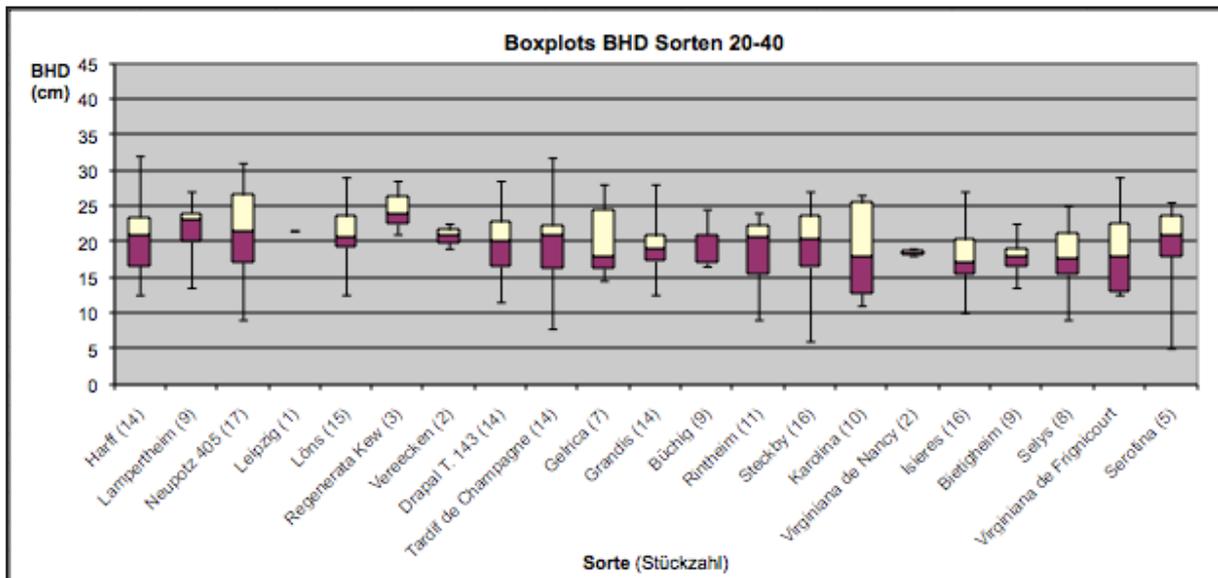
4.1.1 BHD

Bei allen Bäumen wurde der BHD in 1,30 m Höhe gemessen. Die Ergebnisse jeder Sorte, sind in Grafik 1a bis 1c zu sehen.

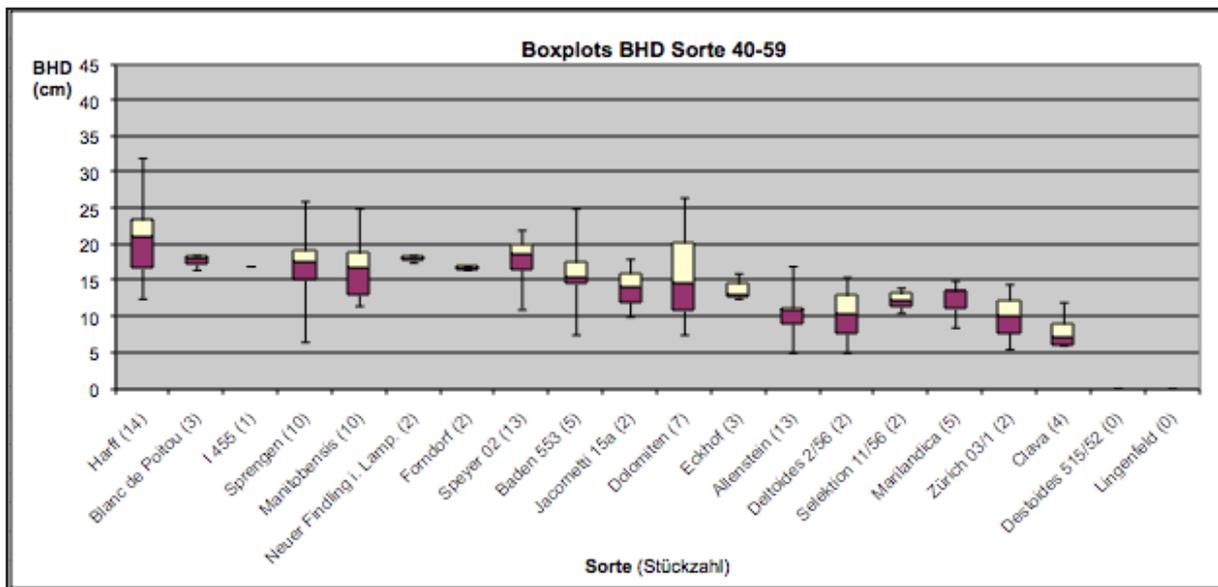


Grafik 1a: Boxplots BHD Sorten 1-19

4. Ergebnisse



Grafik 1b: Boxplots BHD Sorten 20-40

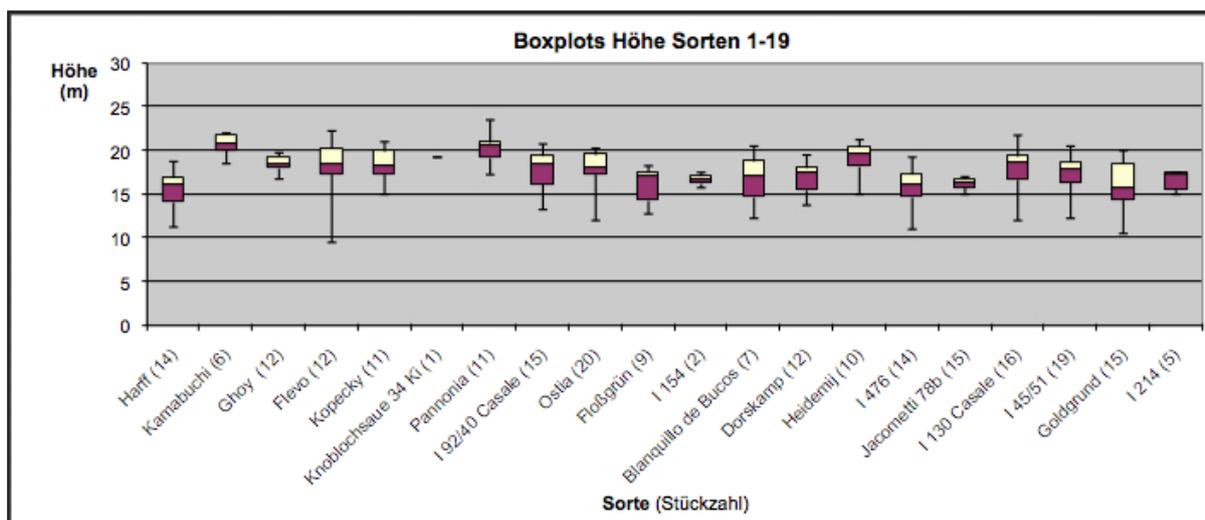


Grafik 1c: Boxplots BHD Sorten 41-59

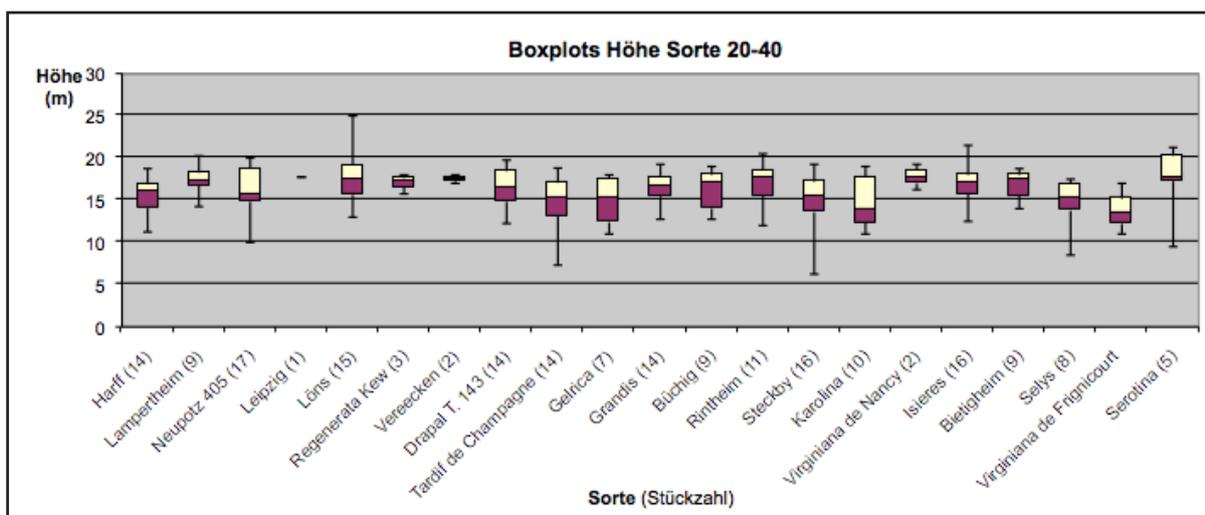
Die Grafiken 1a bis 1c zeigen, dass die Streuung der gemessenen Werte bei fast allen Sorten groß ist. Der Median der 59 Pappelsorten liegt zwischen ‚Clava‘ 8 cm und ‚Kamabuchi‘ 33 cm, ohne Berücksichtigung der zwei Sorten die komplett ausgefallen sind. Die fünf Sorten mit dem größten BHD der ganzen Sortenschau sind ‚Floßgrün‘, mit einem Median von 26,5 cm, ‚Ostia‘ ebenso mit 26,5 cm, ‚Kopecky‘ mit 27,5 cm, ‚Flevo‘ mit 28,75 cm und ‚Kamabuchi‘ mit einem Median von 33 cm. Die Mediane der 19 Pappelsorten mit dem höchsten Volumen liegt zwischen 22,5 cm und 33 cm.

4.1.2 Höhe

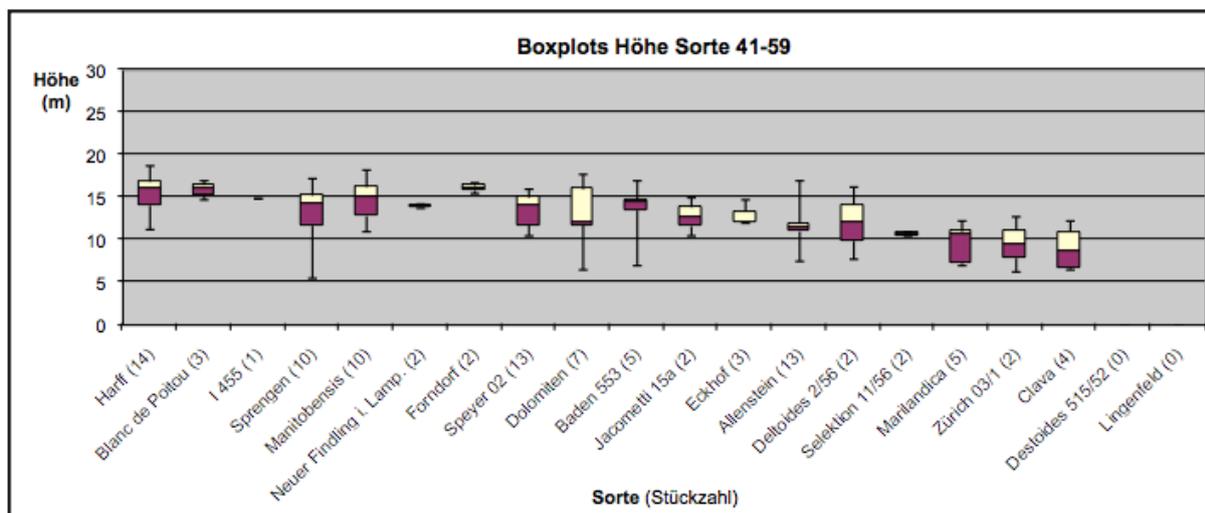
In den untenstehenden drei Grafiken (2a-2c) sind die Boxplots der Höhe zu sehen, wiederum in drei Gruppen unterteilt.



Grafik 2a: Boxplots Höhe Sorten 1-19



Grafik 2b: Boxplots Höhe Sorten 20-40



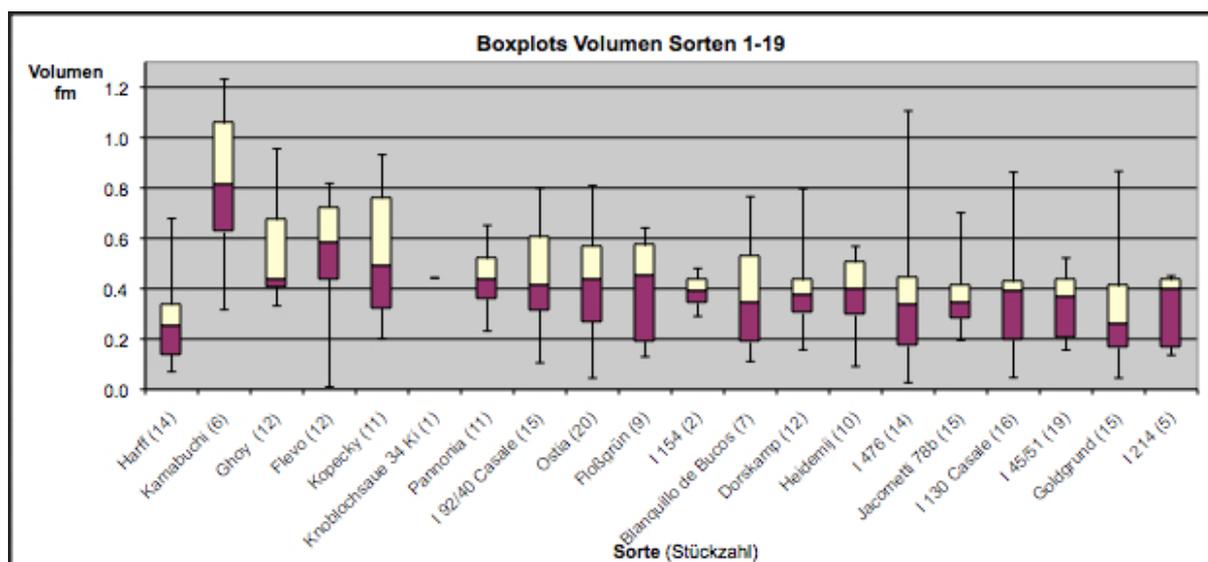
Grafik 2c: Boxplots Höhe Sorten 41-59

4. Ergebnisse

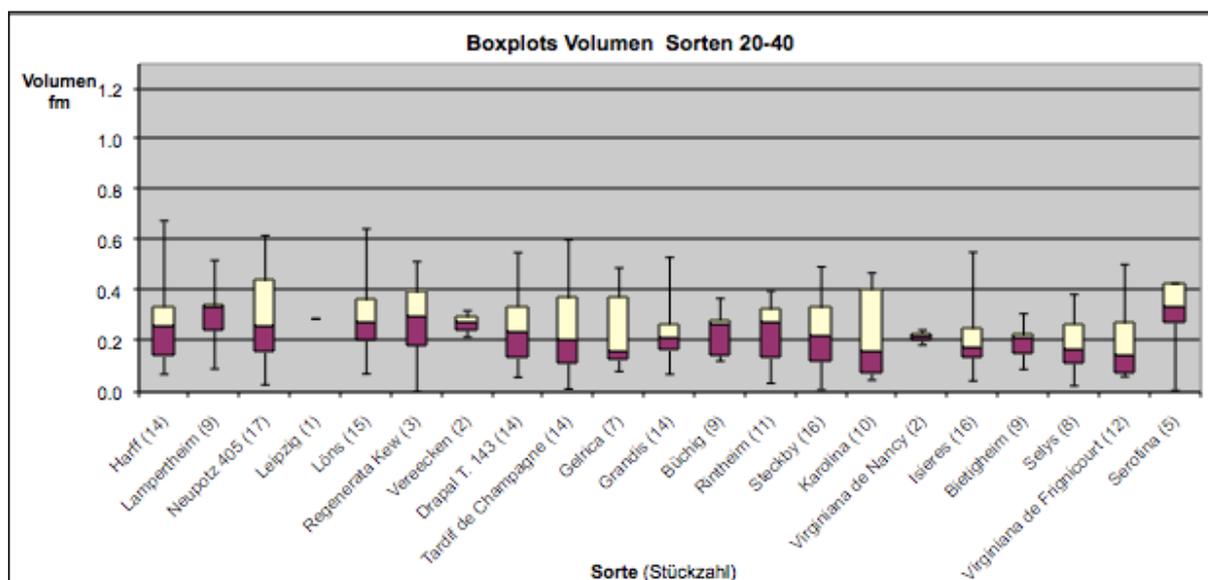
Die Mediane der Höhe liegen zwischen ‚Clava‘ mit 8,6 m und ‚Kamabuchi‘ mit 20,75 m. Die fünf Sorten mit dem höchsten Median sind: ‚I 130 Casale‘ mit 18,63 m, ‚Knoblochsau 34 Ki‘ mit 19,25 m, ‚Heidemij‘ mit 19 m, ‚Pannonia‘ mit 20,5 m und ‚Kamabuchi‘ mit 20,75 m. In Grafik 1a ist die Streuung der Sorte ‚I 476‘ auffällig. Des Weiteren fällt auf, dass die Sorte ‚Löns‘ einige Exemplare aufweist, die sehr hoch gewachsen sind.

4.1.3 Volumen

In den drei Grafiken (3a-3c) sind die Boxplots der Volumen jeder Sorte dargestellt. Aus den durchschnittlichen Volumenen wurden die Sorten in die drei Gruppen eingeteilt, die dann auch bei den anderen Ergebnissen, jeweils in einer Grafik dargestellt sind.

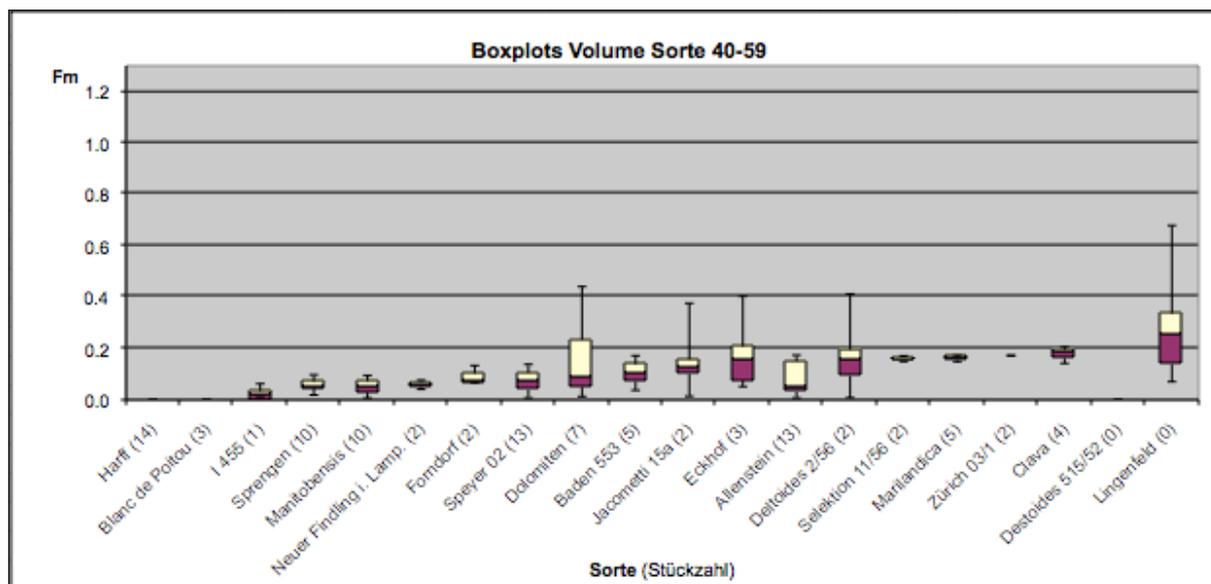


Grafik 3a: Boxplots Volumen Sorten 1-19



Grafik 3b: Boxplots Volumen Sorten 20-40

4. Ergebnisse



Grafik 3c: Boxplots Volumen Sorten 41-69

Die Mediane der Volumen aller Sorten, liegen zwischen 'Clava' mit 0,02 fm und 'Kamabuchi' mit 0,81 fm. Die fünf Sorten, die am besten gewachsen sind haben die folgenden Mediane: 'Knoblochsau 34 Ki' mit 0,44 fm, 'Floßgrün' mit 0,45 fm, 'Kopecky' mit 0,49 fm, 'Flevo' mit 0,58 fm und 'Kamabuchi' mit 0,81 fm.

4.2 Ergebnisse Qualität

4.2.1 Qualitätstabelle mit Qualitätskennziffern

Die Qualität der Bäume wurde in vier Kategorien aufgenommen, wie in Tabelle 2 zu sehen ist: Die Schaftform mit Schiefheit und Krümmung sowie Ästigkeit mit Aststärke und Astzahl. Die Durchschnittswerte aller vier Kategorien bilden die Qualitätskennziffer.

Tabelle 2: Qualitätstabelle mit QKZ, Sorten 1-19

Sorte	Schaftform		Ästigkeit		QKZ
	Krümmung	Schiefheit	Aststärke	Astzahl	
	1,2,3=keine,mittel,stark		1,2,3=fein,mittel,grob bzw. wenig,mittel,viel		
Harff	1,71	1,57	2,14	1,79	1,81
Kamabuchi	1,33	1,00	2,67	2,28	1,82
Ghoy	1,42	1,25	2,67	2,76	2,02
Flevo	1,79	1,29	2,64	2,08	1,95
Kopecky	1,09	1,00	2,55	1,96	1,65
Knoblochsau 34 Ki	1,00	1,00	2,00	1,21	1,30
Pannonia	1,27	1,00	2,09	1,75	1,53
I 92/40 Casale	1,67	1,27	1,93	1,64	1,63
Ostia	1,16	1,00	2,48	2,42	1,77
Floßgrün	2,00	1,20	2,60	1,78	1,89
I 154	2,00	2,00	3,00	2,26	2,31
Blanquillo de Bucos	1,14	1,57	2,14	2,02	1,72
Dorskamp	1,94	1,50	2,17	1,83	1,86
Heidemij	1,00	1,00	2,30	1,69	1,50
I 476	1,94	1,50	2,31	2,02	1,94
Jacometti 78b	1,60	1,18	2,02	2,36	1,79
I 130 Casale	1,75	1,44	2,50	1,75	1,86
Goldgrund	1,67	1,27	2,27	2,06	1,81
I 45/51	1,44	1,00	1,83	1,73	1,50
I 214	1,00	1,80	2,60	1,92	1,83

In Tabelle 1 sind die Qualitätsmerkmale der Pappelsorten 1 bis 19 gelistet. Auffällig ist, dass fast alle dieser Pappelsorten eine Aststärke der Kategorie 2, 3 bis 5 cm oder mehr aufweisen. Die Pappelsorten ‚Floßgrün‘, ‚I 476‘, ‚Dorskamp‘ und ‚I 154‘ sind auffällig krumm, mit Werten zwischen 1,9 und 2,0. Schief sind auch die Pappelsorten ‚I 154‘ und ‚I 214‘ mit Werten von 2,0 und 1,8. Bei der Astzahl fallen die Sorte ‚Knoblochsae Ki 34‘ (1,25) mit relativ wenig Ästen und die Sorten ‚Ghoy‘ (2,76), ‚Ostia‘ (2,42) und ‚Jacometti 78b‘ (2,36) mit relativ vielen Ästen auf. Die fünf Sorten mit den besten QKZ sind ‚I 92/40 Casale‘ mit 1,62, ‚Pannonia‘ mit 1,53, ‚Heidemij‘ mit 1,50, ‚I 45/51‘ mit 1,50 und ‚Knoblochsae 34 Ki‘ mit 1,30.

4.2.2 Kronenform

Von allen Bäumen wurde die Kronenform aufgenommen. In Tabelle 3 sind die Durchschnittswerte der Kronenformen (1 kleine Krone bis 3 große Krone), der ersten 19 Sorten zu sehen. Auffällig ist, dass alle Sorten der ersten Gruppe eine mittelmäßige bis große Krone haben. Die Sorten der zweiten und dritten Gruppe haben schmalere Kronen. Im Durchschnitt hat die zweite Gruppe eine mittelmäßige Krone und die dritte Gruppe eine kleine bis mittelmäßige Krone. Die Tabellen mit den Kronenformen der Sorten 20 bis 40 und 41 bis 59, sind in Anlage 4 zu finden. Von der ersten Gruppe, Tabelle 2, haben ‚Flevo‘ (2,79) und ‚Kamabuchi‘ (3) eine große, ‚Knoblochsae 34 Ki‘, ‚Pannonia‘ und ‚I 45/51‘ eine mittelmäßige Krone.

Die gemessene Kronenlänge jeder Sorte beginnt bei ungefähr 2,3 m. Sichtbare Unterschiede in den Durchschnittswerten der verschiedenen Sorten, siehe Anlage 4, stammen häufig von der Ästung, die im Sommer 2012 stattfand.

Tabelle 3: Kronenform Sorten 1-19

Sorte	Kronenform
	1,2,3=klein,mittel,groß
Harff	1,93
Kamabuchi	3,00
Ghoy	2,50
Flevo	2,79
Kopecky	2,09
Knoblochsae 34 Ki	2,00
Pannonia	2,00
I 92/40 Casale	2,20
Ostia	2,55
Floßgrün	2,40
I 154	2,50
Blanquillo de Bucos	2,43
Dorskamp	2,50
Heidemij	2,00
I 476	2,06
Jacometti 78b	2,29
I 130 Casale	2,63
I 45/51	2,00
Goldgrund	2,07
I 214	2,40

4.2.3 Dürnräste und Wasserreiser

Die aufgenommenen Dürnräste waren klein, im Durchschnitt 1,4 cm und traten in kleinen Anzahlen, mit ca. sechs Stück pro Baum auf. Die Pappelsorte mit den meisten Dürnrästen pro Baum war ‚Floßgrün‘ mit im Durchschnitt 11 toten Ästen pro Baum. Die dicksten Totäste traten bei der Sorte ‚I 455‘, mit im Durchschnitt 3 cm auf. In Anlage 4, sind die Anzahlen der Dürnräste für jede Pappelsorte zu sehen.

Wasserreiser wurden nur bei geästeten Bäumen aufgenommen, bei allen anderen Bäumen war es nicht möglich zu erkennen, ob sich Wasserreiser gebildet haben. Bei den geästeten Bäumen wurde jeweils betrachtet ob und wie viele Wasserreiser vorhanden waren. Die zehn best-wachsenden Sorten werden in Tabelle 3, jeweils mit Angabe der Anzahl der Wasserreiser, aufgeführt. Die Sorte ‚I 154‘ wurde nicht geästet und ist deswegen nicht in die Liste aufgenommen.

Tabelle 4: Wasserreiser

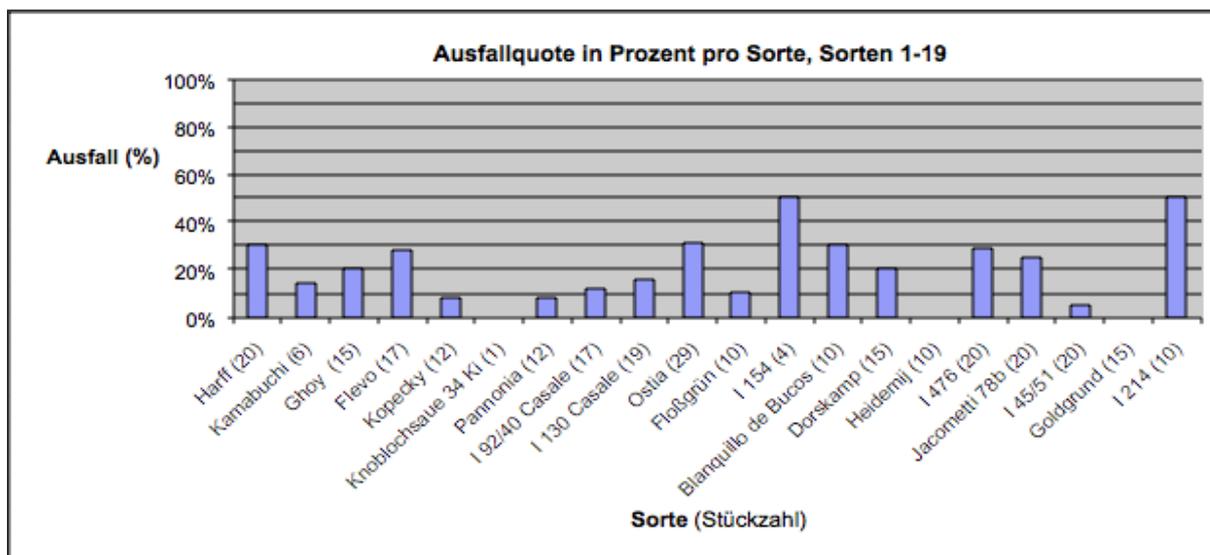
Sorte	Geästet	Anzahl Bäume mit Wasserreisern/ Wasserreiser pro Baum
Kamabuchi	2	2/5
Ghoy	4	2/3
Flevo	4	1/5
Kopecky	5	2/5
Knoblochsae 34 Ki	1	-
Pannonia	4	2/1
I 92/40 Casale	3	2/3
Floßgrün	1	-
Ostia	2	2/2
Blanquillos de Bucos	1	1/16
Dorskamp	2	-

4.3 Ausfall und Risiken

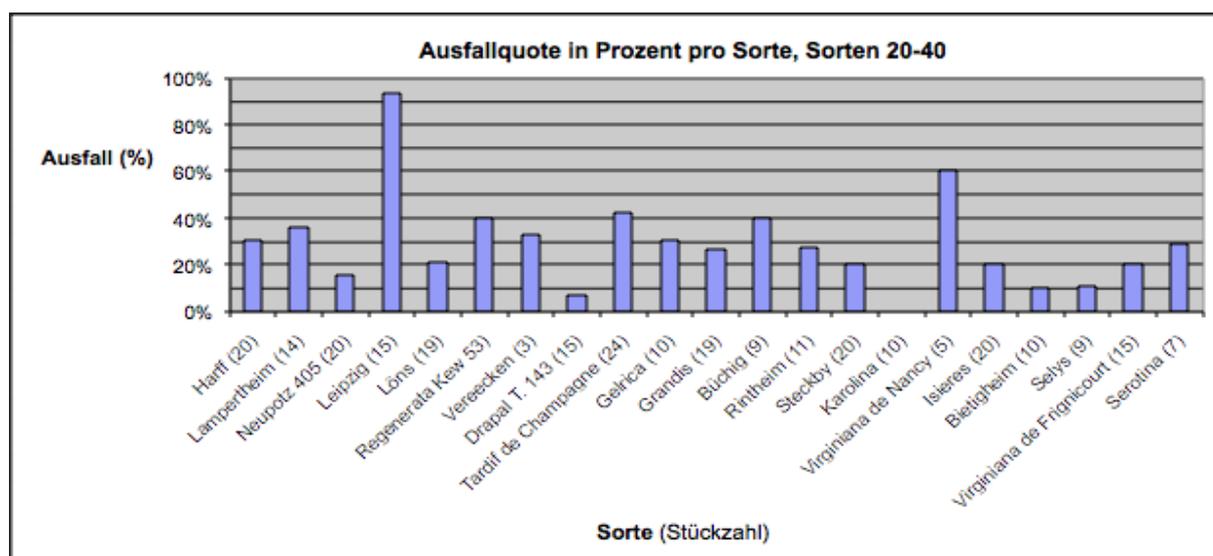
Die Ausfälle wurden von jeder Pappelsorte notiert. Außerdem wurden, wenn auffällig, Krankheiten oder andere Gründe für die Ausfälle mit aufgenommen.

4.3.1 Ausfall

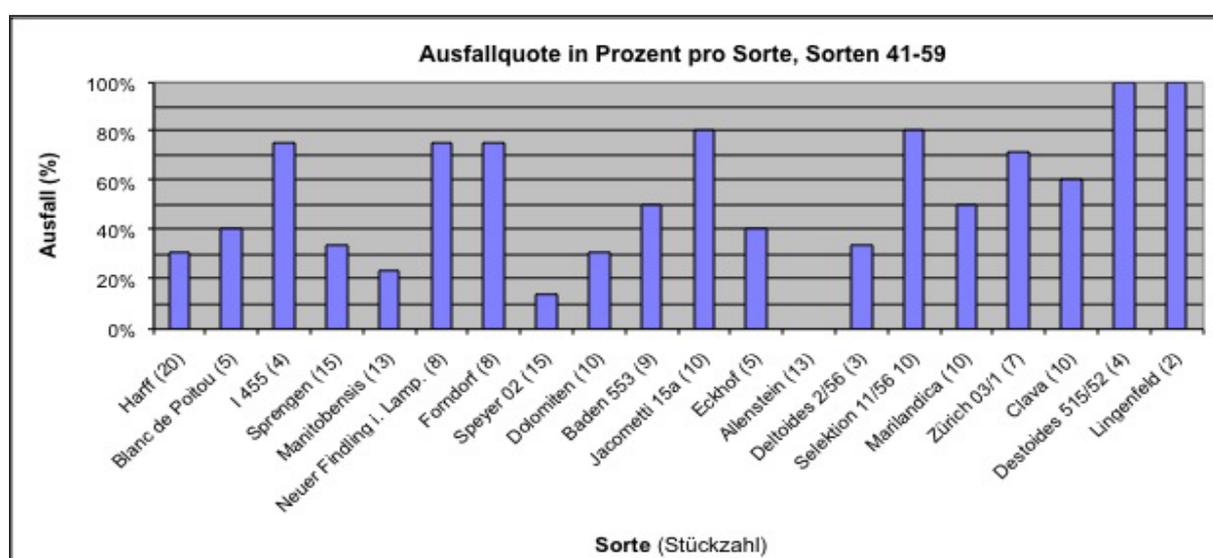
In den untenstehenden drei Grafiken (3a-3c), ist die Ausfallquote pro Sorte zu sehen. In diesem Unterkapitel ist die in Klammern hinter den Sorten angegebene Stückzahl, die Anzahl der im Jahr 2004 angepflanzten Pappeln.



Grafik 4a: Ausfallquote in Prozent pro Sorte (Sorten 1-19)



Grafik 4b: Ausfallquote in Prozent pro Sorte (Sorten 20-40)



Grafik 4c: Ausfallquote in Prozent pro Sorte (Sorten 41-59)

Die Ausfallquote wurde in Prozent angegeben. Die Sorten ohne Ausfall sind ‚Heidemij‘, ‚Knoblochsaue 34 Ki‘, ‚Goldgrund‘, ‚Karolina‘ und ‚Allenstein‘. In Grafik 3a sind die Sorten ‚I 154‘ und ‚I 214‘ auffällig, da beide eine Ausfallquote von 50% haben. In Grafik 3b sind die Sorten ‚Leipzig‘ mit 93% Ausfall, ‚Virginiana de Nancy‘ mit 60% Ausfall, ‚Baden 408‘ und ‚Regenerata kew‘ mit 40% und ‚Tardif de Champagne‘ mit 42% auffällig. In Grafik 3c ist auffällig, dass zwei Sorten, ‚Deltoides 2/56‘ und ‚Lingenfeld‘ komplett ausgefallen sind. Bei den Sorten 41-59 liegt die Ausfallquote höher als in den anderen beiden Grafiken. Die Sorte ‚Forndorf‘, ‚Jacometti 15a‘, ‚I 455‘, ‚Neuer Findling i. Lampertheim‘, und ‚Zürich 03/1‘ haben alle einen Ausfall der höher als 70% ist.

4.3.2 Risiken

Durch die kurze Beobachtungszeit, das relativ junge Alter der Bäume und die Jahreszeit in der die Aufnahmen gemacht wurden, war es nicht möglich, Krankheiten an den Pappelsorten zu beobachten. Die Empfindlichkeit für Krankheiten wird in der Diskussion beschrieben und mit Literaturrecherchen belegt.

Wie auf der Karte der Sortenschau Philippsburg in Anlage 1 zu sehen ist, sind vor allem entlang der größeren Gräben im Norden und in den süd-östlichen Bereichen der Sortenschau viele Bäume ausgefallen. Bäume in diesem Bereich haben oft einen krummen Stammfuß, zu sehen in Abbildung 4. Bei einigen Bäumen sind Seile eingewachsen, die benutzt wurden, um die Pappeln anzubinden, damit diese nicht schräg wachsen. Bei einer Pappel der Sorte ‚Flevo‘ (Reihe 65 / Platz 4) hat dies zum Absterben des Baumes geführt.



Abbildung 4: Krummer Stammfuß Quelle: Eigenen Foto

4.4 Statistische Überprüfung der Ergebnisse

Für jede Sorte wurde ein zweiseitiger Student t-test für die Kategorien BHD und Höhe mit den Sorten und der Vergleichssorte ‚Harff‘ durchgeführt. Aus dem Student t-test ergab sich ein P-Wert, eine Kennzahl zur Auswertung statistischer Tests. Der P-Wert muss unter 0,025 sein, um mit 95% Sicherheitswahrscheinlichkeit von einem signifikanten Unterschied im Vergleich zur Sorte ‚Harff‘ sprechen zu können. Die Sorte ‚Harff‘ ist in der zweiten Volumen-Gruppe. Es gibt einen signifikanten Unterschied zwischen Harff und den drei am schlecht-wachsenden Sorten ‚Clava‘ (p: 3,8 E⁻⁵), ‚Marilandica‘ (P: 0,0002), ‚Selektion 11/56‘ (P 0,018) und den drei best-wachsenden Sorten, ‚Kamabuchi‘ (P: 0,003), ‚Ghoy‘ (P:0,00003) und ‚Flevo‘ (P: 0,008). Die Volumen-Gruppe 1 (Sorten 1-19) und die Volumen-Gruppe 3 (41-59) weisen im Vergleich mit ‚Harff‘ signifikante Unterschiede auf. Die meiste Sorten zeigen hingegen keinen signifikanten Unterschied im Vergleich der zweiten Volumen-Gruppen mit ‚Harff‘ auf. Dies kommt dadurch, dass der Stichproben-Umfang von vielen Sorten zu klein, sprich die Varianz zu groß ist. Da einige Sorten nur ein Exemplar oder Totalausfall aufwiesen, wurden diese aus der statistischen Überprüfung herausgenommen.

5. Diskussion

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse bezüglich Wachstum, Qualität, Ausfall und Risiken der Pappeln diskutiert. Es schließt sich die Diskussion des Materials und der Methoden an. Diskutiert werden die zehn vorwüchsigsten Sorten sowie die Sorten ‚I 154‘ und ‚Knoblochsaue 34 Ki‘ mit guten Ergebnissen aber wenigen Exemplaren (unter 5). Außerdem werden weitere auffällige Ergebnisse erwähnt.

5.1 Wachstum

Zunächst werden die Volumenleistungen der best-wachsenden Sorten, im Alter von neun Jahren, besprochen und mit der Literatur verglichen. In den Grafiken 3a bis 3c im Kapitel 4.1.3 Volumen sind die Boxplots der Volumen der best-wachsende Sorten zu sehen. Nicht jede Sorte kann mit anderen Forschungen verglichen werden, da nicht immer Daten über das Wachstum der Sorte verfügbar waren.

Von den zehn wüchsigsten Sorten fällt ‚Kamabuchi‘ auf, die bei dem Einzelbaumvolumen mit einem Durchschnitt von 0,81 fm deutlich mehr Volumen hat als die anderen Sorten. In Österreich wurden Erfahrungen mit dieser Pappelsorte gemacht. So wird ‚Kamabuchi‘ im Jahresbericht 1999 des österreichischen Waldforschungszentrums der Bundesversuchsanstalt als eine sehr standorttolerante Pappelsorte mit sehr guter Stammqualität bezeichnet. Weiter heißt es, die Sorte habe im Alter zwischen 25 und 30 Jahren den Kulminationspunkt mit einem durchschnittlichen Gesamtzuwachs von 0,117 fm pro Baum, pro Jahr, erreicht (vgl. Forstliche Bundesversuchsanstalt, 2000). Die Sorte hat auf der Versuchsfläche einen eindeutig niedrigeren aber immerhin noch sehr guten durchschnittlichen jährlichen Zuwachs von 0,09 fm pro Baum.

Die Sorten ‚Ghoy‘, ‚Flevo‘ und ‚Kopecky‘ haben alle im Alter von neun Jahren ein durchschnittliches Volumen von 0,54 fm. Auf nährstoffreichen alluvialen Böden, hat ‚Ghoy‘ mit neun Jahren, ein gutes bis sehr gutes Wachstum mit einem Volumen von 0,60 fm pro Baum (vgl. Soulere, 1992). Im Vergleich mit der Literatur wächst sie auf der Sortenschau unterdurchschnittlich, aber immer noch gut.

Laut der „Rassenlijst voor Bomen (2013)“ und de Vries (1989) wächst ‚Flevo‘ im Durchschnitt schlechter als ‚Dorskamp‘, möglicherweise ist ‚Flevo‘ besser an den Standort angepasst als ‚Dorskamp‘. Laut Soulares (1992) kann ‚Flevo‘ im Alter von neun bis dreizehn Jahren auf nassen alluviale Böden 0,5 fm Einzelbaumvolumen erreichen. Somit wächst die Sorte auf der Versuchsfläche im oberen Bereich ihrer Möglichkeiten.

Auch ‚Kopecky‘ hat ein durchschnittliches Einzelbaumvolumen von 0,54 fm. Eine Forschung in Ungarn mit verschiedenen Versuchsflächen von ‚Kopecky‘, im Alter zwischen 15-21 Jahren, zeigt, dass die Sorte dort im Durchschnitt 1,4-2,0 m/j (Höhe) und 1,5-2,4 cm/j (BHD) zuwächst (vgl. Borovics, 2013). ‚Kopecky‘ hat einen durchschnittlichen BHD von 27,86 cm und eine durchschnittliche Höhe von 18,27 m auf der Versuchsfläche. Somit verzeichnet sie ein durchschnittliches Höhenwachstum von 1,86 m pro Jahr und einen durchschnittlichen BHD-Zuwachs von 2,88 cm pro Jahr (Zur Berechnung des Zuwachses wurde die Pflanzhöhe von 1,5 m und der Durchmesser von 2 cm angenommen, die vom jeweilig aufgenommenen Durchschnittswert (Höhe und BHD) abgezogen wurde). ‚Kopecky‘ erreicht somit den oberen Bereich der, auf ungarischen Versuchsflächen gemessenen, Zuwächse.

Die Sorte ‚*Pannonia*‘, die bis jetzt im Durchschnitt 0,44 fm Einzelbaumvolumen erreicht hat, wurde, wie ‚*Kopecky*‘ auf Versuchsflächen in Ungarn erforscht. In Ungarn ist diese Sorte jedoch wüchsiger als ‚*Kopecky*‘. Die Sorte zeigt laut Borovics (2013) einen Zuwachs von 1,5-2,1 m/j (Höhe) und 1,7-2,3 cm/j (BHD). Auf der Versuchsfläche hat ‚*Pannonia*‘ einen durchschnittlichen BHD von 24,53 cm und eine durchschnittliche Höhe von 20,07 m. Daraus ergibt sich ein durchschnittliches Höhenwachstum von 2,06 m pro Jahr und ein durchschnittlicher BHD-Zuwachs von 2,5 cm pro Jahr (Berechnung siehe Sorte ‚*Kopecky*‘). Auch ‚*Pannonia*‘ wächst also auf der Versuchsfläche, vergleichend mit den Versuchsflächen in Ungarn, gut.

Andere Sorten mit guten Ergebnissen bezüglich des durchschnittlichen Einzelbaumvolumens sind ‚*Knoblochsau 34 KI*‘ mit 0,44 fm, ‚*I 92/40 Casale*‘ mit 0,43 fm, ‚*Ostia*‘ mit 0,42 fm, ‚*Floßgrün*‘ mit 0,39 fm, ‚*I 154*‘ mit 0,39 fm und ‚*Blanquillos de Bucos*‘ mit 0,38 fm pro Baum. Von diesen Sorten existieren wenig bis keine Informationen. Die Sorten ‚*Knoblochsau 34 Ki*‘ und ‚*Floßgrün*‘ sind wahrscheinlich lokale Sorten. Von der Sorte ‚*Knoblochsau 34 Ki*‘ gibt es auf der Fläche nur ein Exemplar, wodurch keine aussagekräftigen Angaben über diese Sorte gemacht werden können. Von ‚*Floßgrün*‘ sind zwar mehrere Bäume vorhanden, die positive Messergebnisse aufzeigen, aber genau wie bei ‚*Knoblochsau 34 Ki*‘ ist kein Referenzmaterial vorhanden. Es sollten neue Versuchsflächen gegründet werden, um diese beiden Sorten weiter zu testen. Über die Sorten ‚*I 92/40*‘, ‚*Blanquillos de Bucos*‘ und ‚*I 154*‘ gibt es in vergleichender Literatur keine Information bezüglich des Wachstums.

Nach Ergebnissen von Hoffmann (1976), übertrifft ‚*Ostia*‘ die durchschnittliche Leistung der 16 Altstammsorten um 16% in der Höhe und um 19 % im Durchmesser. Da in der Sortenschau nur ‚*Harff*‘ steht ist ein Vergleich mit anderen Altstammsorten nicht möglich. Auf der Sortenschau zeigt sich jedoch ein deutlich besseres Wachstum als bei der Altstammsorte ‚*Harff*‘ mit 13% mehr Höhenwachstum und 21% mehr Durchmesserwachstum.

In der Literatur wird die Sorte ‚*Dorskamp*‘ gut bewertet. Laut Soulares (1992) soll die Sorte im Alter von neun Jahren ein Volumen von 0,60 fm pro Baum haben und laut der niederländischen „Rassenlijst voor Bomen, (2013)“ ein besseres Wachstum als ‚*Flevo*‘ aufzeigen. Dies ist in der Sortenschau mit 0,38 fm jedoch nicht der Fall. Hier hat sie bis jetzt weniger Wachstum erzielt. ‚*Dorskamp*‘ hat ein breites Standortspektrum und wächst besonders gut in trockenen Auen. Weniger gut wächst sie auf Standorten mit nassen Oberflächen oder schweren Böden (vgl. Soulares, 1992). Vermutlich kommt die Sorte ‚*Dorskamp*‘ mit der Nässe auf der Versuchsfläche nicht zu recht.

Eine gute Wuchsleistung ist zwar gewünscht, aber macht im Fall von ‚*Kamabuchi*‘ den Anbau in Mischung mit anderen, weniger raschwüchsigen, Pappeln möglicherweise schwierig, da die Krone des Baumes die anderen überwächst. Es ist also wichtig, dass die Sorten ein vergleichbares Wuchsverhalten aufzeigen, wie zum Beispiel ‚*Ghoy*‘, ‚*Flevo*‘ und ‚*Kopecky*‘. Auch die Sorten ‚*Pannonia*‘ und ‚*Knoblochsau 34 Ki*‘ haben ein ähnliches Höhenwachstum und könnten deswegen in Mischung gepflanzt werden.

Auffällig ist, dass zwei Sorten, ‚*Dolomiten*‘ und ‚*Lingenfeld*‘ in der alten Sortenschau in Philippsburg zu den vorwüchsigeren Sorten gehört haben, in der neuen Sortenschau allerdings keine guten Volumen-Ergebnisse erzielen (vgl. Jacob, 2001). Die Sorte ‚*Dolomiten*‘ fällt mit einem durchschnittlichen Volumen von 0,16 fm in das untere Drittel der gemessenen Sorten und die Sorte ‚*Lingenfeld*‘ fiel gänzlich aus. Hoffmann (1976) beschreibt ‚*Dolomiten*‘ als eine Sorte mit gutem Höhenzuwachs und mittlerer Durchmesserleistung. ‚*Lingenfeld*‘ wird mit einem durchschnittlichen Höhenzuwachs und einer durchschnittlichen Durchmesserleistung beschrieben.

Nennenswert ist auch, dass die Sorten ‚I 214‘, ‚I 476‘, ‚Jacometti 78B‘, ‚I 45/51‘, ‚Rintheim‘, ‚Löns‘, ‚Büchig‘, ‚Eckhof‘ und ‚Neupotz‘, die in der alten Sortenschau am best-wüchsigsten waren, in der neuen Sortenschau eher als „mittel wüchsig“ bewertet wurden. Dies kommt dadurch, dass neue, besser wüchsige Sorten in die neuen Sortenschau mit aufgenommen wurden.

5.2 Qualität

Im Folgenden soll die Qualität der Pappelsorten diskutiert werden. Dies wird anhand der Kategorien Schaftform (Krümmung und Schiefheit) und Ästigkeit (Aststärke und Astzahl), zu sehen in Tabelle 2, beurteilt. Das für die Pappel erstrebte Ziel, ist ein möglichst gerades und astfreies Stammstück bis zu einer Höhe von 7 m (Weber, 2013).

Die Qualitätskennziffer ist ein ungewichteter Kombinationswert aus den Kriterien Schaftform (Krümmung / Schiefheit) und Ästigkeit (Zahl und Stärke). Die QKZ der Sorten ist insgesamt ziemlich hoch, da Astzahl und Ästigkeit die QKZ stark beeinflussen. Deshalb werden die Kategorien im Folgenden einzeln erörtert. Die Sorte mit der besten QKZ ist ‚Knoblochsau 34 Ki‘ mit 1,3.

Die Sorten mit einem geraden Stamm (Krümmung und Schiefheit unter 1,3) sind ‚Kopecky‘, ‚Knoblochsau 34 Ki‘, ‚Ostia‘, ‚Pannonia‘ und ‚Heidemij‘. Auffällig ist die Sorte ‚Heidemij‘ die vollkommen gerade ist. In der Literatur wird von diesen Sorten, ‚Knoblochsau 34 Ki‘, ausgenommen, die Gradschaftigkeit bestätigt (vgl. Zycha, 1959; Hoffmann, 1976; Borovics, 2013). Zwei Sorten mit einem leicht gebogen oder krummen Stamm (Werte unter 1,5) sind ‚Kamabuchi‘ und ‚Ghoy‘. Laut Souleres (1992) wächst ‚Ghoy‘ jedoch gerade. Die österreichische Bundesversuchsanstalt (1999) bezeichnet die Stammqualität von ‚Kamabuchi‘ als sehr gut. Diese Sorten würden die gewünschte Stammqualität produzieren (siehe abbildung 5).



Abbildung 5: Geästete Pappel mit guter Qualität
Quelle: eigenes Foto

Sorten mit schiefem oder krummen Schaft (Werte zwischen 1,5 und 2,0) sind: ‚Flevo‘, ‚I 92/40 Casale‘, ‚Flobgrün‘ und ‚I 154‘. Extrem schief und krumm sind diese Baumarten nicht, jedoch können diese Sorten das angestrebte Ziel, einen geraden Stamm, nicht mehr erreichen. Die Krümmung des Schaftes ist vermutlich genetisch bedingt, da die Sorten im Vergleich mit anderen Forschungen die gleichen Ergebnisse aufweisen.

Da die Hybridpappel ein Totastbehälter ist (vgl. Ebert, 2006), ist zur Erziehung eines astfreien Stammstücks eine Ästung notwendig. Da die Ästigkeit des Baumes das Ästen beeinflusst und somit die Qualität des Stammes, ist es wichtig, dass die meist vorwüchsigen Bäume frühzeitig geästet werden. Ein Grundsatz ist hier, zu Ästen wenn die Äste maximal 4 cm sind (vgl. Rittershofer, 2009). Alle vorwüchsigsten Sorten haben im Alter von neun Jahren eine durchschnittliche Aststärke zwischen Kategorie 2 (Äste bis 5 cm) und 3 (Äste von über 5 cm). Außerdem haben diese Sorten meistens eine hohe Astanzahl.

Diese Sorten sollten früh geästet werden, um die 4 cm Aststärke nicht zu überschreiten. Eine dynamische Ästung, die 7 Meter astfreie Stammlänge zum Ziel hat und in mehreren Durchgängen durchgeführt wird, ist hier optimal (vgl. Rittershofer, 2009).

Jede Ästung kann bis zu maximal einem Drittel der Baumhöhe erfolgen, sodass eine ausreichend große Krone übrig bleibt und die Pappeln keine Wasserreiser bilden (vgl. Rittershofer, 2009). Für eine Ästung positive Eigenschaften haben folgenden Sorten, da diese unterdurchschnittlich wenig Äste haben: ‚Pannonia‘, ‚I 92/40 Casale‘, ‚Floßgrün‘ und ‚Knoblochsau 34 Ki‘. Die Sorte ‚I 92/40 Casale‘ haben zusätzlich auch kleinere Äste als 5 cm.

Bei der Qualitäts-Aufnahme wurde die Kronenform aufgenommen, weil dies von großer Bedeutung für die spätere Sortenmischung ist. Die Kronenform und Kronenbreite müssen bei einer Sortenmischung übereinstimmen. Bei einer Mischung von schmal- und breitkronigen Typen kann es zu ungleichen Konkurrenzbedingungen führen, die zur vorzeitigen Ernte der benachteiligten Bäume führen können (vgl. Hofmann, o.J., Département de la santé des Forêts (2006)). Es fällt auf, dass alle Sorten der ersten Gruppe eine mittelmäßige bis große Krone haben. Vermutlich ist die Kronengröße ein wichtiger Faktor für die Wüchsigkeit der Sorten. Sehr großkronig sind die Sorten ‚Kamabuchi‘ und ‚Flevo‘. Diese Sorten würden die anderen Sorten der zehn Vorwüchsigsten möglicherweise mit ihrer breiten Krone verdrängen.



Abbildung 6: Pappel mit schwache Wüchsstleistung
Quelle: eigenes Foto

Wie im Kapitel 4.2.3 beschrieben ist, haben die Sorten ‚Knoblochsau 34 Ki‘, ‚Floßgrün‘, ‚I 92/40 Casale‘, ‚Pannonia‘, ‚Ghoy‘ und ‚Ostia‘ wenige bis keine Wasserreiser, was eine positive Eigenschaft ist. Die Sorten mit einigen Wasserreisern sind ‚Kamabuchi‘, ‚Kopecky‘ und ‚Flevo‘. Diese haben jedoch jeweils nur bei einigen, geästeten Bäumen Wasserreiser und nicht bei allen Exemplaren. Ausgenommen ist die Sorte ‚Kamabuchi‘ die auf der Sortenschau bei beiden geästeten Bäumen Wasserreiser aufweist.

Im Jahr 2009 wurde die Fläche durch Herrn Weber optisch bewertet. Jeder Baum erhielt eine Note von 1 (sehr gut) bis 6 (sehr schlecht), wobei die Vergabe der Noten ausschließlich nach der Erscheinung des Baumes erfolgte. Zum Vergleich werden die Note genannt: ‚Kamabuchi‘ (2,8), ‚Ghoy‘ (2,4), ‚Flevo‘ (2,5), ‚Kopecky‘ (2,4), ‚Pannonia‘ (1,6), ‚Knoblochsau 34 Ki‘ (3), ‚I 92/40 Casale‘ (2,3), ‚Floßgrün‘ (3,5), ‚Blanquillos de Bucos‘ (5), ‚Ostia‘ (1,3), ‚Dorskamp‘ (2,9). Bei der Bewertung im Jahr 2009 erhielt ‚Knoblochsau 34 Ki‘ die Note 3, also ein mittelmäßiges Ergebnis. Bei der Bewertung im Jahr 2013, erzielte ‚Knoblochsau 34 Ki‘ jedoch ein deutlich besseres Ergebnis. ‚Blanquillos de Bucos‘ erhielt im Jahr 2009 die Note 5, also eine sehr schlechte Note. Bei den Messungen im Jahr 2013 wurden bessere Ergebnisse erzielt.

5.3 Ausfall und Risiken

Die Ausfallursachen sind bei den einzelnen Klonen weitgehend unbekannt. Wie oben erwähnt, sind vor allem entlang der größeren Gräben im Norden und in den süd-östlichen Bereichen der Sortenschau viele Bäume ausgefallen. Diese Stellen waren im Vergleich zu dem Rest der Sortenschau sehr nass. Eventuell kommt auch eine zu geringe Jugendvitalität für den Ausfall in Frage. Bei einigen Bäumen sind Seile eingewachsen, die nach dem Pflanzen benutzt wurden, um die Bäume am schräg Wachsen zu hindern. Bei einem Exemplar der Sorte ‚Flevo‘ auf Reihe 65 und Platz vier führte dieses zum Absterben des Baumes. Ein weiteres Risiko bei nassen Bereichen ist die Bildung eines krummen Stammfußes, eine Erscheinung die hier häufiger auftrat.

Ein erfolgreicher Pappelanbau ist nur dann möglich, wenn die nötigen Maßnahmen ergriffen werden, um Krankheiten aller Art ganz zu vermeiden oder weitgehend einzuschränken. Bereits bei der Sortenwahl muss man auf die Anfälligkeit gegenüber späteren Erkrankungen Rücksicht nehmen (vgl. Zycha, 1959). Daher wird in Tabelle 5. die Empfindlichkeit der Schwarzpappel-Hybriden der Sortenschau für die am häufigsten auftretenden Krankheiten wiedergegeben.

Tabelle 5. Krankheitsempfindlichkeit

Sorte	<i>Melampsora</i>	<i>Dothichiza</i>	<i>Marssonina</i>	Bakterieller Krebs
<i>Kamabuchi</i>	+			+
<i>Ghoy</i>	+	+	+/-	+
<i>Flevo</i>	+		+	+/-
<i>Kopecky</i>	+/-	+	-	+
<i>Knoblochsau 34 Ki</i>	Sorte in der Literatur nicht bekannt			
<i>Pannonia</i>	+	+	-	+
<i>I 92/40 Casale</i>	+/-		-	-
<i>Ostia</i>	-	+	- Im Jahre von Höhe Niederslage	
<i>Floßgrün</i>	Sorte in der Literatur nicht bekannt			
<i>I 154</i>	+	+	-	
<i>Blanquillos de bucos</i>	Sorte in der Literatur nicht bekannt			

Tabelle 5: Krankheitsempfindlichkeit + = resistent, +/- = relativ resistent und - = Empfindlich; eigene Darstellung nach: Borovics, 2013; Hoffmann, 1976; Hofmann, 2000; Rassenlijst voor Bomen, 2013; Pico 2007a,b Österreichische forstliche Bundesversuchsanstalt, 2000; Souleres, 1992.

Wie im Kapitel 2 erwähnt, tritt die Pappelkrankheit *Melampsora* verstärkt bei hoher Luftfeuchtigkeit auf. Da im Oberrheingraben die Luftfeuchtigkeit im Sommer besonders hoch ist, ist die Gefahr für eine solche Erkrankung hoch. Bei allen Pappelsorten muss daher besonders auf die Empfindlichkeit für diesen Pilz geachtet werden.

In Tabelle 5 ist die Krankheitsempfindlichkeit der Sorten wiedergegeben. Über die Sorten ‚*Knoblochsau 34 KI*‘ und ‚*Floßgrün*‘ ist nichts über die Krankheitsempfindlichkeit bekannt. Die Sorten ‚*Flevo*‘ und ‚*Ghoy*‘ sind gegen die häufigsten Krankheitserreger resistent.

Die Sorten ‚*Kopecky*‘ und ‚*Pannonia*‘ sind gegen alle Krankheiten außer *Marssonina* resistent. Die Sorte ‚*Ostia*‘ ist nicht gegen *Melampsora* resistent, die eine häufig auftretende Krankheit ist. Aufgrund dessen ist der Anbau in dieser Region nicht günstig. Die Sorte ‚*I 92/40 Casale*‘ ist gegen die meisten Krankheiten empfindlich, weshalb sie auch nicht angebaut werden sollte, sofern es gute Alternativen gibt.

5.4 Wuchsverhalten und Qualität des Bestandes bis zum Erntealter

Die erste, im Jahr 1962 angelegte Sortenschau wurde im Jahr 1999 durch Herrn Jacob im Jahr 2001 ausgewertet. Auf der neuen Sortenschau aus dem Jahr 2004 gibt es 19 Sorten die mit der alten Sortenschau übereinstimmen. Von insgesamt 69 Sorten der alten Sortenschau, sind 20 Sorten übriggeblieben.

Pappelarten haben nicht alle das gleiche Jugend- und Alterswachstum. Zum Beispiel hat die Sorte ‚*Robusta*‘ ein sehr rasches Jugendwachstum, wohingegen die Sorten ‚*Serotina*‘ und ‚*Neupotz*‘ die überlegeneren Sorten im Alter, bei längeren Umtriebszeiten, sind (vgl. Zycha, 1959). Dies könnte auch bei der Sorte ‚*Dolomiten*‘ zutreffen, die auf der alten Sortenschau ein sehr gutes Gesamtergebnis erzielt und unter den fünf best- wachsenden Sorten ist. Auf der neuen Sortenschau befindet sich diese Sorte jedoch in der dritten Volumen- Gruppe. Möglicherweise würde ‚*Dolomiten*‘ in einer späteren Auswertung ein besseres Wachstums-Ergebnis erzielen.

In der neuen Sortenschau ergibt sich großer Höhen-Unterschied (11,67 m) zwischen den best-wachsenden und den schlecht-wachsenden Sorten. Bei der alten Sortenschau hingegen liegt der Höhenunterschied zwischen den best- und schlecht-wachsenden Sorten nach 37 Jahren bei 1,7 m. Im Alter mehr aussagekräftig als die Höhe ist der BHD, da sich dieser im Gegensatz zur Höhe noch im Alter erhöht. Bei der alten Sortenschau wurde ein Durchschnitts-BHD von 81 cm bei ‚*I 476*‘ der best-wachsenden Sorte und 45 cm bei ‚*Harff*‘ der am schlecht-wachsenden Sorte gemessen. Bei der neuen Sortenschau ist dieser Unterschied des Durchschnitts-BHD 24,5 cm (32,5 cm bei ‚*Kamabuchi*‘ 8 cm bei ‚*Clava*‘). Deutlich ist, dass das wichtigste Merkmal das unterschiedliche Volumen der Sorten ist. Dieses ändert sich bei einem älteren Bestand nur durch den BHD, bei einem jüngeren Bestand jedoch durch die Kombination zwischen BHD und Höhe.

Die Kronenbasis ist im jungen Alter noch kein wichtiges Merkmal, mit dem Unterschiede zwischen Sorten festgestellt werden können. Das natürliche Astabsterben hat, wie oben erwähnt, bei der neuen Sortenschau noch nicht begonnen. Die Kronenbasis ist bei ca. 2,3 m. Einen richtig großen Unterschied gibt es zwischen den Sorten noch nicht. Bei der alten Sortenschau gibt es einen sehr großen Unterschied zwischen den Sorten: Bei der Sorte ‚*I 214*‘ beginnt die Kronenbasis auf einer Höhe von 8,7 m, bei der Sorte ‚*Neupotz*‘ hingegen bei 21,5 m.

Eine verlässlichere Einschätzung welche Pappelsorte am besten wächst, würde im Alter von 20 Jahren abgegeben werden, da die Pappel in diesem Alter schon „erwachsen“ ist (vgl. Kohán, 2006).

5.5 Material und Methodik

5.5.1 Material

Auf der Sortenschau wurden 61 verschiedene Sorten gepflanzt. Während der Literaturrecherche hat sich jedoch herausgestellt, dass die Sorten ‚*Serotina de Champagne*‘ und ‚*Tardif de Champagne*‘ die gleiche Sorte ist, (vgl. Souleres, 1992) sowie die Sorten ‚*Ostia*‘ und ‚*Pinseque*‘, die ebenfalls gleich sind (vgl. Hoffmann, 1976). Dies wurde bei den Ergebnissen durch das zusammenrechnen der Sorten berücksichtigt, weshalb nur 59 Sorten in die Ergebnisse aufgenommen wurden. Viele Pappelsorten haben mehrere Namen. Von jeder Sorte wurde der Name aus dem offiziellen deutschen Register der zugelassenen Klone und Klonmischungen übernommen. Wenn die Sorte nicht zugelassen wurde, wurde der in der Literatur am häufigsten auftretende Name genutzt. Da nicht von jeder Sorte die Herkunft bekannt ist, war es schwierig über einige Sorten Informationen zu sammeln.

In Reihe 21 (‚*Ostia*‘) wurde bei den Aufnahmen eine Pappel gefunden, die sich optisch deutlich von den Anderen unterscheidet. Vermutlich ist dies eine andere Sorte. Um sicher zu sein, dass jede Sorte gut markiert ist und keine Sorte miteinander verwechselt wurde sollte eine genetische Überprüfung der Sorten stattfinden.

Die statistische Überprüfung der Ergebnisse ergab, dass ein Großteil der Pappelsorten sich nicht signifikant mit einer 95% Sicherheitswahrscheinlichkeit von der Sorte ‚*Harff*‘ unterscheidet. Wichtig ist, dass beim Anlegen einer neuen Sortenschau mehr Sorten blockweise angepflanzt werden. Die optimale Stichprobengröße ist 163 Bäume pro Sorte (berechnet nach Monka, 2002). Dies ist wahrscheinlich nicht überall möglich, es wird empfohlen nicht unter 20 Stück pro Sorte anzupflanzen.

Pflanzung in Blöcken sorgt dafür, dass mehr Bäumen der gleichen Sorte gleiche Wachstumsbedingungen haben. Wenn eine sehr breitkronige, gut-wachsende Sorte neben einer mittelmäßig wachsenden Sorte mit schmaler Krone steht kann es sein, dass diese über einige Jahre durch die gut wachsende Sorte beengt wird (vgl. Département de la santé des Forêts, 2006). Dies hat Einfluss auf das Wachstum und würde einen falschen Eindruck von der tatsächlichen Wachstumsleistung des Baumes geben.

Die Sortenschau unterliegt einer normalen waldbaulichen Behandlung (vgl. Weber, 2013). Das macht es schwieriger, unbeeinflusste Daten zu erheben. Eine Versuchsfläche sollte, um unbeeinflusste Daten zu erhalten, nicht vor der letzten Messung waldbaulich behandelt werden (vgl. de Vries, 1989). Bei einer waldbaulichen Behandlung der Versuchsfläche werden demnach Daten erhoben, die zeigen wie der Baum unter waldbaulichen Einflüssen wachsen würde.

Im Bestand der Sortenschau stehen einige andere Baumarten, darunter z.B. Eiche und Walnuss. Diese beeinflussen das Wachstum der umstehenden Pappeln derzeit kaum. Vermutlich werden die Pappeln in den nächsten Jahren jedoch durch die anderen Bäume in ihrem Wachstum beeinträchtigt. Bei einer Versuchsfläche sollte die ganze Fläche geräumt werden, damit nur die zu untersuchenden Bäume auf der Fläche stehen und diese keine Konkurrenz von anderen Baumarten bekommen.

Beim Messen von Ästigkeit und Aststärke war es ein Problem, dass die Pappelsortenschau teilweise bis auf sieben Meter Höhe im Frühjahr 2012 geästet wurde. Die Astanzahl wurde in zwei Kategorien aufgenommen. Die noch lebenden Äste und die Wunden wurden aufgenommen und anschließend zusammengerechnet. Durch die sehr schnelle Überwallung der Wunden war es oft nicht eindeutig, ob ein Ast bei der Ästung entfernt wurde oder schon früher abgestorben war.

In der Pappelaue gibt es kleinflächige Unterschiede in den Faktoren Wasserhaushalt und Bodenart sowie kleinere Änderungen in der Höhenlage. Da die Sorten, bei der Begründung der Sortenschau im Jahr 2004, willkürlich angepflanzt wurden, wurde davon ausgegangen, dass die Unterschiede bei jeder Sorte ähnlich sind. Um die Auswirkungen der oben genannten Parameter zu überprüfen, wären eine kleinflächige Standortkartierung und ein anschließender Vergleich der Sorten, der die Ergebnisse der Kartierung mit einbezieht, sinnvoll.

5.4.2 Methodik

Wie in der Methodik beschrieben sollten die erhobenen Daten der Versuchsfläche mit anderen Versuchsflächen verglichen werden. Die Sorte ‚*Harff*‘ sollte zur Kontrolle dienen, um Aussage über die Standortbedingungen treffen zu können und so eine Grundlage für die Vergleichbarkeit der Daten zu legen. Durch das Kontaktieren vieler Institutionen und Pappelpexperten (siehe Liste in Anlage 5) hat sich heraus gestellt, dass die Daten von anderen Versuchsflächen nicht zu finden waren. Deswegen wurde die Vergleichssorte lediglich dafür genutzt, einen Vergleich der Ergebnisse darzustellen. Der BHD, das Volumen und die Höhe wurde so nicht in Prozent der Vergleichssorte ‚*Harff*‘ berechnet.

Die unteren Äste sind noch nicht abgestorben, wodurch alle Kronenlängen nahezu in der gleichen Höhe beginnen (ca. 2,3 m). Dürträste waren meistens Äste, die im letzten Jahr abgestorben waren. Die Aufnahme von Dürträsten und Kronenlänge ist erst ab einem höheren Alter der Bäume interessant.

Wasserreiser waren nur bei den geästeten Bäumen gut erkennbar. In der Literatur, ist hier wenig Information zu finden. In der Wiederholung der Auswertung der Sortenschau in einigen Jahren würde diese Aufnahme wahrscheinlich zu besseren Ergebnissen führen, wenn sich die Kronen der Pappeln nach oben geschoben haben.

Bei der statistischen Überprüfung der Ergebnisse kam heraus, dass man bei den Unterschieden der Sorte ‚*Harff*‘ und den sehr gut beziehungsweise sehr schlecht wachsenden Sorten mit einer Sicherheitswahrscheinlichkeit von 95% von einem signifikanten Unterschied ausgehen kann. Zwischen den Werten der Sorten mit mittlerem Wachstum und der Vergleichssorte ‚*Harff*‘, konnte durch die kleine Anzahl der Exemplare kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Durch das Anlegen einer neuen Sortenschau, in der pro Sorte die optimale Stichprobengröße gepflanzt wird, könnte die statistische Überprüfung der Ergebnisse mehr signifikante Unterschiede zwischen den Sorten ergeben.

6. Schlussfolgerung und Empfehlungen

In diesem Kapitel wird die Forschungsfrage: „*Welche Ergebnisse zeigt die Pappelsortenschau in Bezug auf Wachstum, Qualität, Ausfall und Risiken?*“ durch die Teilfragen nochmals zusammenfassend beantwortet. Außerdem werden Empfehlungen für die Praxis, die sich aus den Ergebnissen der Sortenschau ableiten und Empfehlungen für die Wissenschaft, sprich bei der Anlage einer neuen Sortenschau, gegeben.

6.1 Beantwortung der Teilfragen

Wachstum

1. Welche Pappeln der Sortenschau im Alter von neun Jahren haben die beste Wuchleistung (BHD, Kronenbasis, Kronenlänge, Wüchsigkeit, Höhe)?

In Tabelle 6 ist die durchschnittliche Höhe, der durchschnittliche BHD und das durchschnittliche Volumen der 10 best-wachsenden Sorten, zu sehen, zusätzlich zweier Sorten, die gutes Wachstum aufzeigen, jedoch nur wenige Exemplare aufweisen. Man sieht, dass die Werte der Höhe zwischen 20,67 m bei der Sorte ‚*Kamabuchi*‘ und 16,63 m bei der Sorte ‚*I 154*‘ liegen. Der BHD liegt zwischen ‚*Kamabuchi*‘ mit 32,50 cm und ‚*Blanquillos de Bucos*‘ mit 23,71 cm.

Tabelle 6. Durchschnittswerte der Sorten mit bester Wuchleistung im Alter von 9 Jahren

Sorte	Höhe m	BHD cm	Volumen fm
Kamabuchi	20,67	32,50	0,81
Ghoy	18,52	28,42	0,54
Flevo	18,29	27,25	0,54
Kopecky	18,27	27,86	0,54
Knoblochsau 34 Ki	19,25	25,50	0,44
Pannonia	20,07	24,59	0,44
I 92/40 Casale	17,72	25,00	0,43
Ostia	17,37	24,92	0,42
Floßgrün	17,22	24,22	0,39
I 154	16,63	25,50	0,39
Blanquillo de Bucos	16,64	23,71	0,38
Dorskamp	16,75	24,63	0,38

Die Kronenbasis wurde bei allen Sorten durch die Ästung die im Herbst 2012 durchgeführt wurde beeinflusst. Alle nicht geästeten Bäume haben im Durchschnitt eine Kronenbasis von 2,3 Meter.

2. Welches Wachstum zeigen die hochwertigsten Pappelsorten der Pappelsortenschau auf anderen Flächen?

‚*Kamabuchi*‘ wurde in der Literatur als eine Sorte die bis zu 0,11 fm pro Jahr pro Baum produziert beschrieben. ‚*Ghoy*‘ und ‚*Flevo*‘ werden in der Literatur als Sorten mit überdurchschnittlicher Leistung beschrieben. ‚*Kopecky*‘ und ‚*Pannonia*‘, werden in der Literatur mit geringerer Leistung als die Exemplare auf der Sortenschau aufwiesen beschrieben. Auf anderen Versuchsflächen wächst ‚*Dorskamp*‘ besser als ‚*Flevo*‘. In der Sortenschau ist ‚*Flevo*‘ jedoch deutlich besser gewachsen als ‚*Dorskamp*‘. ‚*Ostia*‘ wurde in anderen Forschungen mit dem Durchschnitt von 16 Altstammsorten verglichen. Sie war im Vergleich wüchsiger. Über die Sorten ‚*Floßgrün*‘, ‚*Blanquillos de Bucos*‘, ‚*I 92/40 Casale*‘ und ‚*Knoblochsau 34 Ki*‘ gibt es in anderen Forschungen keine Ergebnisse bezüglich des Wachstums.

Qualität

3. Welche Qualität zeigen die Pappelsorten der Pappelsortenschau (Ästigkeit, Schaftform, Dürräste)?



Abbildung 7: Unterschiedliche Qualitäten der Pappel

Die Qualität der Pappelsorten der Sortenschau ist sehr unterschiedlich (siehe Abbildung 7). Im Allgemeinen sind die Pappeln ziemlich gerade, wie zum Beispiel ‚*Pannonia*‘ und ‚*Heidemij*‘. Sorten mit sehr schiefem oder krummen Schaft sind zum Beispiel: ‚*Karolina*‘ und ‚*Marilandica*‘. Auffällig ist, dass die weniger wüchsigen Pappelsorten häufig auch krumm oder schief sind. Neben dieser, wahrscheinlich genetisch bedingten Krumm- und Schiefheit, war auch zu beobachten, dass die Pappeln, welche im nasseren Bereich stehen, im Durchschnitt insgesamt eine schlechtere Qualität aufweisen (krummer Stammfuß).

Alle vorwüchsigen Sorten haben deutlich stärkere Äste, meistens eine hohe Astanzahl und eine große, breite Krone. Vermutlich ist die Kronengröße ein wichtiger Faktor für die Wüchsigkeit der Sorten.

Vorwüchsige Sorten, die unterdurchschnittlich wenig Äste haben, sind zum Beispiel ‚*Pannonia*‘ und ‚*I 92/40 Casale*‘.

Die in der Sortenschau vorwüchsigstem Pappeln haben im Durchschnitt wenige bis keine Wasserreiser, was eine gute Eigenschaft für die Holzqualität ist. Die Sorten mit einigen Wasserreisern sind ‚*Kamabuchi*‘, ‚*Kopecky*‘ und ‚*Flevo*‘.

4. Welche Qualität zeigen die hochwertigsten Pappelsorten der Pappelsortenschau auf anderen Flächen?

Da es sich bei Hybridpappeln um Klone handelt und diese damit die gleiche Wuchsform zeigen sollten, wird von den meisten Sorten die Schaftform in der Literatur ähnlich beschrieben, die Ergebnisse werden also bestätigt.

Für die Sorten ‚Floßgrün‘, ‚Blanquillos de Bucos‘, ‚I 92/40 Casale‘ und ‚Knoblochsau 34 Ki‘ ist über die Qualität nichts bekannt.

Ausfall und Risiken

5. Welche Risiken treten in der Sortenschau bis zur Ernte als Wertholz auf?

Es gibt die Krankheiten *Melampsora*, *Dothichiza*, *Marsonnia* und bakterielle Krebse welche die Pappeln gefährden können. Der Pilz *Melampsora* ist vermutlich die bedeutendste Krankheit im Oberrheingraben, bedingt durch die im Sommer hohe Luftfeuchtigkeit.

In jungem Alter stellt der Pappelbock auch ein Risiko da. Er befällt den Baum im Bereich des Stammfußes, maximal jedoch bis zu 15 cm dicke Bäume. Die Pappeln auf der Sortenschau sind zum jetzigen Zeitpunkt also nicht mehr „gefährdet“.

Zusätzlich ist das nicht frühzeitige Ästen der vorwüchsigen Pappeln ein Risiko für die Erziehung von Wertholz.

6. Wie hoch ist der Ausfall in der Pappelsortenschau nach neun Jahren?

Insgesamt sind 27% aller Pappeln ausgefallen. Zwei Sorten sind komplett ausgefallen: ‚*Deltoides 2/56*‘ und ‚*Lingenfeld*‘. Der Grund für die Ausfälle konnte durch den kurzen Beobachtungszeitraum der Arbeit nicht festgestellt werden. Auffällig ist, dass die schlechter wachsenden Sorten im Durchschnitt einen höheren Ausfall aufweisen.

7. Kann bei einem neunjährigen Bestand vorausgesagt werden, wie sich Wachstum und Wuchsverhalten des Bestandes zum Erntealter hin verhalten?

Die Pappelsorten haben nicht alle das gleiche Jugend- und Alterswachstum. Das Höhenwachstum ist nur in der Jugend unterschiedlich, da ältere Pappeln alle ungefähr die gleiche Höhe erreichen und sich nur noch der BHD ändert. Bei einem jüngeren Bestand ist jedoch die Kombination zwischen BHD und Höhe interessant. Hier sind Unterschiede festzustellen.

Man kann bei einem neun jährigen Bestand auf Grund der Forschungsergebnisse und Sorteneigenschaften aus der Literatur zwar eine Vorhersage treffen wie sich die Sorten zum Erntealter hin verhalten, aber das genaue Wuchsverhalten kann nicht festgestellt werden und müsste in der Praxis weiter beobachtet werden. Eine genauere Aussage sollte im Alter von 20 Jahren getroffen werden, da die Pappeln in diesem Alter den Höhepunkt des Zuwachses erreicht haben und damit „erwachsen“ ist.

Hypothese

Die am Anfang dieser Forschung gestellte Hypothese, dass die neue Zuchtformen der Hybridpappeln eine bessere Wuchsleistung haben und hochwertiger sind als die Altstammsorten, wird bestätigt, da die zehn best-wachsenden Sorten alle neue Züchtungen sind. Es gibt jedoch einige Sorten die schlechter als die Altstammsorten wachsen.

6.2 Für die Praxis

In Tabelle 7 sind die Eigenschaften der best-wachsenden Sorten zusammengefasst. Die Tabelle ist nach der Qualitätseinstufung absteigend sortiert.

Tabelle 7. Eigenschaften der best-wachsenden Sorten

Pappel-Sortenschau 2004 Fbez. Philippsburg								
Eigenschaften ausgewählter Sorten								
Sorte	Herkunft	Vitalität	Volumenleistung	Schaftform	Ästigkeit	Qualität	Kronenform	Besonderheiten
<i>Kamabuchi</i>	?	+	++	+	-	+	++	<i>P. nigra</i> x <i>P. maximowiczii</i>
<i>Ghoy</i>	Neuzucht aus Belgien	+	+	+	-	+	+	
<i>Kopecky</i>	Neuzucht aus Ungarn	+	+	++	0	++	0	
<i>Pannonia</i>	Neuzucht aus Ungarn	+	+	++	+	+	0	
<i>Flevo</i>	Neuzucht aus die Niederlanden	+	+	0	0	0	++	
<i>Ostia</i>	Sorte aus Italien	-	+	+	-	++	+	
<i>Blanquillos de Bucos</i>	?	?	+	+	+	+	+	
<i>I92/42 Casale</i>	Sorte aus Italien	-	+	0	+	-	0	
<i>Floßgrun</i>	Lokalsorte	?	+	-	0	-	+	
<i>Dorskamp</i>	Neuzucht aus die Niederlanden	0	+	-	+	-	+	
<i>I 154*</i>	Neuzucht aus Italien	0	+	-	--	0	+	nur 2 Exemplare
<i>Knoblochsau 34 Ki*</i>	Lokalsorte	?	+	++	+	++	0	nur 1 Exemplar

In Tabelle 6 sind die Eigenschaften der best-wachsenden Sorten zu sehen. Bei den Kategorien Vitalität, Volumenleistung, Schaftform, Ästigkeit und Qualität bedeutet -- sehr schlecht bis ++ sehr gut. Bei der Kategorie Kronenform bedeutet -- eine sehr kleine Krone bis ++ eine sehr große Krone. Bei den mit * gekennzeichneten Sorten stehen nur ein bzw. zwei Exemplare auf.

Die Sorte ‚*Kamabuchi*‘ hat eine sehr hohe Volumenleistung und eine gute Stammform. Die Sorte ist sehr ästig, weshalb auf rechtzeitige Ästung geachtet werden muss. Die Krone ist sehr groß, weshalb sie nicht zusammen mit anderen Sorten aus dieser Sortenschau angepflanzt werden sollte. Ein weiterer Versuch mit anderen, raschwüchsigen Sorten wäre sinnvoll, da diese Sorte sehr gute Ergebnisse erzielte.

Eine zu empfehlende Sortenmischung ist die Mischung ‚*Ghoy*‘, ‚*Kopecky*‘ (siehe abbildung 8) und ‚*Pannonia*‘. Diese Sorten haben eine gute Volumenleistung, und eine gute Schaftform, sind nicht empfindlich für Wasserreiser und haben alle eine mittelmäßige bis breite Krone. Für die häufigsten Krankheiten sind diese Sorten nicht empfindlich. Alle sehr rasch wüchsigen Sorten sind relativ grobstig und haben ein hohe Astanzahl, deswegen muss auf frühzeitige Ästung geachtet werden.



Abbildung 8: Beispiel vorwüchsige Pappel ‚*Kopecky*‘
Quelle: Eigenen Foto

Die Ästung bis 7 m sollte am besten in mehreren Durchgängen, sprich mit einer dynamischen Ästung, erfolgen, bevor die Äste stärker als 4 cm sind. Maximal ein Drittel der Baumlänge soll geastet werden damit sich keine Wasserreiser bilden.

Die Sorte ‚*Knoblocksau 34 Ki*‘ wächst gut, hat eine gute Schaftform und eine gute Volumenleistung. Die Ergebnisse beziehen sich jedoch nur auf ein einziges Exemplar. Um diese zu überprüfen, und in Hinblick auf eine spätere Zulassung, sollten einige Versuchsflächen von dieser Sorte angelegt werden, um das Verhalten der Sorte weiter zu testen.

6.3 Für die Wissenschaft

Bei der Anlage einer neuen Sortenschau sollte auf die im folgenden beschriebenen Punkte geachtet werden, um die Auswertung der Sorten zu vereinfachen und mit größerer statistischer Sicherheit überprüfen zu können.

Die verschiedenen Sorten sollten blockweise über die Fläche verteilt werden, wobei die Größe der Pflanzung eine optimale Stichprobengröße von 163 Bäume pro Sorte umfassen sollte. Bei dieser Größendimension müsste dies allerdings in einem anderen Rahmen als in einer Sortenschau geschehen. Für eine Sortenschau wird empfohlen nicht unter 20 Stück pro Sorte zu pflanzen. Zusätzlich sollte eine Reihe an Bäumen an der Außenseite gepflanzt werden, die bei der Datenaufnahme nicht berücksichtigt wird, da diese unter anderen Bedingungen wächst als die Bäume in der Mitte. Eine noch bessere Möglichkeit ist, mehrere Blöcke zu pflanzen, bei denen die Anzahl der Pflanzen (ohne Randbäume) zusammen auch wieder die optimale Stichprobengröße haben (Blockexperiment), damit die kleinstandörtliche Unterschiede der Versuchsfläche ausgeglichen werden.

Die vor der Anpflanzung auf der Fläche wachsenden Bäume, sollten bei der Pflanzung der Sortenschau beseitigt werden, damit später keine Konkurrenz zwischen den Versuchsorten und den anderen Bäumen entsteht, die die Ergebnisse verfälschen kann. Nach der Anpflanzung sollten die Fläche nicht waldbaulich behandelt werden, damit alle Bäume unter der gleichen Bedingung wachsen, es sei denn, es soll das Verhalten der Sorten unter waldbaulichem Einfluss bewertet werden.

Um sicher zu sein, dass die ausgewerteten Pappelsorten wirklich die auf dem Plan der Sortenschau angegebenen Sorten sind, ist eine genetische Kontrolle erforderlich. Bei mehreren Sorten (zum Beispiel ‚*Ostia*‘) ist der Unterschied zwischen den Pappeln so erheblich, dass ein Tausch der Sorten nicht auszuschließen ist.

Um die Ursache von Ausfällen heraus zu finden, müssen die Sorten über einen längeren Zeitraum regelmäßig kontrolliert werden, sodass die Krankheitserreger erkannt werden können

Um zu kontrollieren, ob die Sorten, die jetzt die besten Ergebnisse erzielten auch in Zukunft ein ähnliches Wachstum aufweisen, wird empfohlen, dass die Sortenschau in 11 Jahren, bei einem Alter von 20 Jahren, nochmals ausgewertet wird. Eventuell wäre jedoch auch eine Messung zum früheren Zeitpunkt interessant.

Quellenangaben

Literaturverzeichnis

Altenkirch, W., C. Majunke, B. Ohnesorge (2002), *Waldschutz auf ökologischer Grundlage*, Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart.

Dagenbach, H. (1996), *Zur Erhaltung der Pappel entlang des Neckars*, Wüstenrot

Département de la santé des Forêts (2006), *Information Sante des Forets*, Ministère de L'Agriculture et de la Pêche, Paris.

Ebert, H.P. (2006), *Die Behandlung nicht häufig vorkommender Baumarten (Nebenbaumarten)*, Hochschule für Forstwirtschaft, Rottenburg am Neckar.

Forstliche Bundesversuchsanstalt (2000), *Jahresbericht 1999 der Forstlichen Bundesversuchsanstalt*, Waldforschungszentrum, Wien.

Franke, A., H.G. Jaeschke, C. Seyd, *Erfassung letzter Schwarzpappel-Vorkommen (Populus nigra L.) im baden-württembergischen Teil der Oberrheinischen Tiefebene*, Jahrgang 51 Seite 1-15, Förderverein für nachwachsende Rohstoffe e.V., Die Holzzucht (06.1997a)

Franke, A., *Überlegungen und Maßnahmen zur Erhaltung genetischer Ressourcen der Schwarzpappel (Populus Nigra L.) in Badenwürttemberg*, Jahrgang 51 Seite 1-15, Förderverein für nachwachsende Rohstoffe e.V., Die Holzzucht (06.1997b)

Hao Pei, M., A.R. McCracken (2005), *Rust Diseases of Willow and Poplar*, CABI Publishing, Oxfordshire.

Hartmann, G., e.a. (2007), *Waldschäden, Diagnose von Baumkrankheiten*, Eugen Ulmer KG, Stuttgart.

Hesmer, H., e.a. (1951), *Das Pappelbuch*, Verlag des Deutschen Pappelvereins, Bonn.

Hoffmann, E., e.a. (1976), *Die zum Handel zugelassenen Schwarzpappelklone*, Forschungsinstitut für Pappelwirtschaft, Hann. Münden.

Hofmann, M. (2000), *Pappelklone zur Erweiterung der Sortenschau Philippsburg: Klonbeschreibung*, Forschungsinstitut für schnellwachsende Baumarten, Hann. Münden.

Hofmann, M. (o.J.), *Schwarzpappelhybriden für den Anbau am Oberrhein, unter besonderer Berücksichtigung lokal bewährter Sorten*, Forschungsinstitut für schnellwachsende Baumarten, Hann. Münden.

Jacob, A. (2001), *Begangsführer zur Pappel- Sortenschau im Forstbezirk Philippsburg*, ForstBW: Freiburg.

Kramer H., A. Akça (1995), *Leitfaden zur Waldmesslehre, 3. Auflage*, Sauerländer, Frankfurt am Main.

Kohán, S.: Hodnotenie rastu a objemovej produkcie a zdravotného stavu topol,ových klonov na alúviách Laborca vo Východoslovenskej nížine. *Lens. Cas.- Forestry Journal*, 52 (3), 2006, Povodná práca.

Monka, M., W. Voß (2002), *Statistik am PC; Lösungen mit Excel, 3. Auflage*, Carl Hanser Verlag, München.

Picco, F. e.a. (2007a) *Chiave Dicotomica per il Riconoscimento in Vivaio die Principali Cloni di Pioppo Coltivati Nell ,Unione Europea, volume 1, Unità di Ricerca per Legnosa Fuori Foresta*, Casale Monferrato.

Picco, F. e.a. (2007b) *Chiave Dicotomica per il Riconoscimento in Vivaio die Principali Cloni di Pioppo Coltivati Nell ,Unione Europea, volume 2, scheda clonali, Unità di Ricerca per Legnosa Fuori Foresta*, Casale Monferrato.

Registerstelle für geprüftes Vermehrungsgut (2012), *Die Pappel, Klone, Klonmischungen und Familieneltern*, Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, Bonn.

Rittershof, F. (2009), *Waldpflege und Waldbau; für Studium und Praxis, zweite Auflage*, Vonroth & Bode KG, Freising.

Schulzke, R, e.a. (1990), *Pappelanbau*, Auswertungs- und Informationsdienst für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten e.V., Bonn.

Seemann, D. (2010), *Kurzbericht zu der Standortkartierung RHR Elisabethenwörth*, Verein für Forstliche Standortkunde und Forstpflanzenzüchtung e.V., Freiburg.

Souleres, G. (1992), *Les Milieux de la Populiculture*, Institut pur le Développement Forestief, Paris.

Stinglwagner, G.K.F., I.E. Haseder, R. Erlbeck (2009), *Das Kosmos Wald- und Forst- Lexikon*, Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co. KG, Stuttgart.

H. Marsman, (1936), *Herrinering aan Holland*

Meiden, H.A. van der (1976), *Handboek voor de Populierenteelt, 4. Auflage*, Heidemaatschappij, Arnhem.

Vries, S.M.G. de (1989), *Results of 50 years of selection and breeding of poplars in the Netherlands*, Wageningen.

Zöhler, S. (1980): *Forstinventur; ein Leitfaden für Studium und Praxis*, Paul Parey Verlag, Hamburg/Berlin.

Zycha, H., e.a. (1959), *Die Pappel*, Paul Parey Verlag, Hamburg/Berlin.

Internetquellen

www.fao.org/forestry/ipc, 20.05.2013.

www.populierenland.com, 05.05.2013.

www.rassenlijstbomen.nl, 05.05.2013.

Interviews

Dr. A. Borovics, E-Mail Kontakt zwischen dem 8.5.2013 und dem 30.5.2013.
Generaldirektor bei Erdészeti Tudományos Intézet Sárvár (Ungarn)

Dr. T. Eichkorn, mehrere Interviews zwischen dem 11.12.2012 und dem 6.6.2013.
Leiter des Forstbezirks West, Landratsamt Karlsruhe

J. Hauck, Interview am 25.3.2013.
Leitender Forstdirektor, Fachbereich Waldbau, Waldschutz, Klimawandel

C. Fedrau, Interview am 26.4.2013.
Büroleiter Forstamt Pfälzer Rheinauen

Ir. S.M.G de Vries, E-Mailkontakt 18.3.2013.
Centre for Genetic Resources the Netherlands Wageningen University and Research c/o

P. Weber, mehrere Interviews zwischen dem 11.12.2012 und dem 11.6.2013.
Revierförster bei ForstBW Forstbezirk Philippsburg



