

Von: Julia Anders

geboren am: 01.02.1985

in: Karl-Marx-Stadt

wurde der Fakultät Forst-, Geo- und Hydrowissenschaften der Technischen Universität
Dresden

zur
Erlangung des ersten akademischen Grades
Diplomforstwirt (Dipl.-Forstw.)

die Diplomarbeit mit dem Thema:

**Wuchsleistung der Edelkastanie (*Castanea sativa* Mill.) als klimaplastische Baumart
in ausgewählten Beständen Ostdeutschlands**

vorgelegt.

Tag der Einreichung: 17.03.2010

Verantwortlicher Hochschullehrer: Prof. Dr. rer. silv. habil. Heinz Röhle

Betreuer: Prof. Dr. rer. silv. habil. Heinz Röhle

Institut: Waldwachstum und Forstliche Informatik

Für die Ausleihe zugelassen/nicht zugelassen

Tharandt, den

.....
Vorsitzender des Prüfungsausschusses



Bäume

Ich liebe Bäume
Weil sie Mut haben
Unnütz gewordene Blätter abzulegen
Und
In der Zeit ihrer Trauer
Knospen gebären
Blut von Bäumen
Fühle ich
In mir
Nur
Mein Winter wird
Kürzer sein

H. Cibulka

Danksagung

Der größte Dank gehört meiner Familie die mich im gesamten Studium und besonders in der schwierigen letzten Phase meiner Ausbildung liebevoll und mit Verständnis begleitet hat. Für das Gelingen meiner Diplomarbeit möchte ich besonders meinem Vater danken, der keine Mühe gescheut hat und mir bei Wind und Wetter, Schnee und Eis, Hitze und Brandenburger Sand immer zur Hilfe stand und für seine Engelsgeduld mit mir und unseren „Bandmäßern“. Meiner Mutter danke ich besonders für die liebevolle Begleitung in dieser Zeit und für ihr kreatives Mitwirken zu dieser Arbeit.

Auch meinem Freund möchte ich an dieser Stelle besonders für sein Verständnis in dieser nicht sehr leichten, durch schlaflose Nächte und häufige Gemütsverstimnungen gezeichnete Zeit danken. Für seine Geduld, sein gedankliches Mitwirken und den vielen guten Ratschlägen die diese Diplomarbeit formten.

Für die große Unterstützung bei der häufig nicht leichten Literaturrecherche bedanke ich mich vor allem bei Rico Kniesel, Herrn Graeff, Volker A. Bouffier, Johannes Schwed und Herrn Mettendorf. Sowie allen anderen Edelkastanienfreunden, welche mich immer mit neuen Anregungen und interessanten Vorschlägen mit vollem Eifer an diesem Thema hielten.

Besonderer Dank gilt auch Johanna Helm, welche zu jederzeit bereit war meine Gedanken in Schrift und Form kritisch zu begutachten und mir immer mit gutem Rat zur Seite stand.

Ganz herzlich danke ich meinem Betreuer und Leiter des Lehrstuhls Herrn Prof. Dr. Heinz Röhle für die Überlassung des Themas und seine verständnisvolle und unkomplizierte Begleitung bei der Diplomarbeit. Besonders danke ich Ihnen für die schnelle Durchsicht meiner Arbeit, was die kurzfristige Fertigstellung erst ermöglichte. Auch Frau Dr. Gerold und Herrn Dr. Römisch möchte ich für Ihre Unterstützung und Hilfe danken.

Außerdem bedanke ich mich bei meinem Revierförster Herrn Peters, welcher mich gut durch die Brandenburger Wälder geführt hat und manche freie Stunde den Forschungen an der Edelkastanie widmete. Familie Krasse möchte ich für die sehr gute Bewirtung danken, sie gestalteten uns den Aufenthalt trotz häufig schlechtem Wetter sehr angenehm und man fühlte sich immer liebevoll umsorgt.

Ein letzter großer Dank geht an den kleinen Tasko, der es immer wieder geschafft hat mein Gemüt zu erheitern und mir neuen Mut und Kraft gegeben hat um die Dinge anzupacken.

Inhaltsverzeichnis

Danksagung.....	I
Inhaltsverzeichnis.....	II
Abkürzungsverzeichnis	V
1 Einleitung	1
2 Ziel- und Aufgabenstellung	2
3 Vorbetrachtungen	3
3.1 Stand des Wissens - Die Edelkastanie (<i>Castanea sativa</i> Mill.)	3
3.1.1 Botanische Beschreibung, Verbreitung und Ökologie.....	3
3.1.2 Holzeigenschaften.....	6
3.1.3 Pathologie	7
3.1.4 traditionelle Nutzung und neue Perspektive	9
3.1.5 waldbauliche Behandlung	11
3.1.6 Versuche zu Ertragsleistungen in Deutschland und in der Schweiz.....	12
3.1.6.1 Baden-Württemberg.....	12
3.1.6.2 Rheinland-Pfalz.....	13
3.1.6.3 Schweiz.....	15
3.1.7 Die Edelkastanie im Klimawandel	17
3.2 Untersuchungsgebiete	20
3.2.1 Brandenburg – Forstrevier Grubenmühle.....	20
3.2.1.1 Waldgeschichte	21
3.2.1.2 Klima, Geologie und Standortbeschreibung der Versuchsfelder	22
3.2.2 Sachsen – Forstrevier Tharandt	24
3.2.2.1 Klima und Standortbeschreibung der Versuchsfelder	25
4 Methodik.....	26
4.1 Aufnahmemethodik.....	26
4.1.1 Versuchsfelderanlage.....	26

4.1.2	Messung der Wachstumsgrößen und Ermittlung der Koordinaten.....	28
4.1.3	Rekonstruktion der Bestandesgeschichte	29
4.1.4	Durchforstungsplanung und Z-Baum-Auswahl.....	29
4.1.5	Bestimmung der Baumklassen und Qualität	30
4.2	Auswertemethodik.....	32
4.2.1	Aufbereitung der Flächendaten.....	32
4.2.1.1	Einzelbaumauswertung und Kronenparameter.....	32
4.2.1.2	Berechnung der Bestandeskennwerte	34
4.2.1.3	Analyse der Ertragsleistungen.....	35
4.2.2	Statistik	36
4.2.3	Wachstumssimulator BWINPro-S.....	38
4.2.4	Struktur und Konkurrenz.....	40
4.2.5	Qualitative Auswertung	42
5	Ergebnisse	44
5.1	Bestandesbeschreibung der Probeflächen.....	44
5.2	Ertragsdatenauswertung der Versuchsflächen.....	47
5.2.1	Höhen	48
5.2.2	Durchmesser	50
5.2.3	Durchforstungen der Probeflächen	51
5.2.4	Auswahl der Z-Bäume.....	54
5.3	Ertragsleistungsvergleich mit heimischen Laubbaumarten	54
5.4	Stabilität und soziale Struktur	57
5.4.1	Höhen-Durchmesser-Verhältnis.....	57
5.4.2	Kronenprozent.....	58
5.4.3	Kronenparameter.....	59
5.4.4	Auswertung der sozialen Struktur.....	63
5.5	Wuchsraum	66

5.6	Auswertung der Struktur und Konkurrenz mit BWINPro-S	69
5.6.1	Bestandesstruktur.....	69
5.6.2	Konkurrenzverhältnisse.....	70
5.6.3	Überschirmung.....	72
5.7	Qualitätsanalyse.....	73
5.7.1	Bestandesqualität.....	74
5.7.2	Sortierung der zukünftigen Wertträger.....	81
6	Diskussion.....	85
6.1	Einleitende Untersuchungen.....	85
6.2	Herausstellung der wichtigsten Ergebnisse.....	86
6.2.1	Auswertung der Wuchsleistungen und Ertragsdatenvergleich.....	86
6.2.2	Analyse der Durchforstungen.....	89
6.2.3	Auswertung der Stabilitätsweiser.....	90
6.2.4	Analyse der Kronenparameter.....	91
6.2.5	Auswertungen zum Wuchsraum und der Konkurrenz.....	92
6.2.6	Auswertung der Qualität.....	93
6.3	Methodenkritik.....	95
6.3.1	Die Versuchsflächen als Datengrundlage.....	95
6.3.2	Berechnung der Ertragsdaten.....	95
6.3.3	Rekonstruktion der Vornutzung.....	96
6.3.4	Auswertung der Qualitäten.....	96
6.4	Schlussfolgerung.....	97
7	Zusammenfassung	100
8	Verzeichnisse.....	102
8.1	Literaturverzeichnis.....	102
8.2	Abbildungsverzeichnis	111
8.3	Tabellenverzeichnis.....	114

Abkürzungsverzeichnis

a	Jahr
Abb.	Abbildung
Abt.	Abteilung
AGV	Allgemeines Grundvermögen
A/EWG	Güteklasse A/Europäische Wirtschaftsgemeinschaft
B	Bedränger
Bhd	Brusthöhendurchmesser ($d_{1,3}$)
Bkl	Baumklasse
BMVG	Bundesministerium der Verteidigung
Bon	Bonität
Bu	Buche
bzw.	beziehungsweise
B/EWG	Güteklasse B/Europäische Wirtschaftsgemeinschaft
B1	Probefläche eins in Brandenburg
B2	Probefläche zwei in Brandenburg
B°	Bestockungsgrad
C.	Castanea
ca.	circa (lateinisch für „ungefähr“)
cm	Zentimeter
ChB	Astnarbe (Chinesenbart)
C/EWG	Güteklasse C/Europäische Wirtschaftsgemeinschaft
°C	Grad Celsius
dg	Durchmesser des Grundflächenmittelstammes
dGZ	durchschnittlicher Gesamtzuwachs des Bestandes je Hektar
dm	Mittendurchmesser
$d_{0,1}$	Durchmesser des Baumes in 0,1 m Höhe über dem Mineralboden
$d_{1,3}$	Durchmesser des Baumes in 1,3 m Höhe über dem Mineralboden (= Bhd)
d_{100}	Oberdurchmesser
Ei	Eiche
EKA	Edelkastanie
ET	Ertragstafel
et al.	et alii (lateinisch für „und andere“)
faAst	Faulast
Fä	Fäll-Schaden
FFH-Gebiet	Flora – Fauna – Habitate – Gebiet
FrKg-6	Freitaler Konglomerat – Braunerde
fz	Formzahl

f _{1,3}	unechte Formzahl
F3	Probefläche drei in Freital (Sachsen)
G	Grundfläche des Bestandes je ha
GWL	Gesamtwuchsleistung des Bestandes je Hektar
g _{1,3}	Grundfläche in 1,3 m
h	Höhe
ha	Hektar
hg	Höhe des Grundflächenmittelstammes
HKS	Handelsklassensortierung
h/d	Schlankheitsgrad
hf _{1,3}	Formhöhe
h ₁₀₀	Oberhöhe
In	Insekten-Schaden
KA	Kronenansatz
Kap.	Kapitel
kcal	Kilokalorie
KG	Kronengrundfläche
KIR	Kirsche
km	Kilometer
Kü	Krümmung
KüSF	Krümmung am Stammfuß
IGZ	laufender Gesamtzuwachs des Bestandes je Hektar
Lin.	Lindenberg
m	Meter
max	Maximum
MB	Merkmale für die Sortierung der Stammabschnitte in Güteklasse B/EWG
MC	Merkmale für die Sortierung der Stammabschnitte in Güteklasse C/EWG
min	Minimum
Mill.	Miller, 1768
mm	Millimeter
mRM	mäßig frischer, rohhumusartiger Moder
m.R.	mit Rinde
m ²	Quadratmeter
m ³	Kubikmeter
M2	mäßig nährstoffhaltig
n	Stammzahl
N	Stammzahl des Bestandes je Hektar
NN	Normalnull
Nr.	Nummer

o.R.	ohne Rinde
pH-Wert	potentia Hydrogenii (lateinisch potentia = Kraft; hydrogenium = Wasserstoff)
Pi	Pilz-Schaden
Rü	Rückeschaden
S	Sand
SF	Standfläche
Sp	Specht-Schaden
St	Stück
stAst	Steilast
Sto	Storkowst
SV	Stammfußverdickung
Tab.	Tabelle
Tfl.	Teilfläche
TM3	terrestrisch, trocken, mittlere Nährkraft
TrAst	Trockenast
tRM	trockener, rohhumusartiger Moder
Tt	trockenes Tieflandsklima
Uabt.	Unterabteilung
Um	Untere Lagen, mäßig trocken
unv.	Unverändert
Ü	Überwallung
ü.	über
v	Volumen
V	Volumen des Bestandes je Hektar
V _{Ab}	Volumen-Abschnitt
V _{Dh}	Volumen-Derbholz
VEB	Volkseigener Betrieb
Vfm	Volumen-Festmeter
vgl.	Vergleich
VN	Volumen-Vornutzung
VNP	Vornutzungsprozent
V-IX	Mai – September (forstliche Vegetationszeit)
WR	Wasserreiser
WSL	Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft
Z-Baum	Zukunftsbaum (ZB)
z.B.	zum Beispiel
zit.	zitiert
ZW	Zwiesel
Z3	ziemlich arm nährstoffversorgt

1 Einleitung

Unser Wald im Klimastress!?

Gehäufte Sturmschadereignisse, extreme Witterungen und ein kontinuierlicher Anstieg der durchschnittlichen Jahrestemperatur in den letzten 20 Jahren werden von Wissenschaftlern als Anzeichen eines bevorstehenden Klimawandels gedeutet. Besonders der prognostizierte Temperaturanstieg und die damit einhergehende Zunahme der Trockenheit stellt für die Wälder und viele heimische Baumarten ein großes Problem dar. Sie können sich nicht mit gleicher Geschwindigkeit an die schnell ändernden Umweltbedingungen anpassen.

Vermehrt werden Anzeichen für die mangelnde Anpassungsfähigkeit der Baumarten deutlich. Als Beispiel kann man das „Sterben“ der Fichte durch zunehmenden Trockenstress nennen, da ihr Flachwurzelsystem bei sinkendem Grundwasserspiegel nicht mehr an verfügbare Ressourcen gelangt. Damit tritt eine Schwächung der Abwehrkräfte gegenüber verschiedenen Pathogenen von biotischer und abiotischer Natur auf. Kalamitäten wie Borkenkäferbefall und Pilzinfektionen können durch starke, sekundäre Schädigungen ganze Waldteile zum Absterben bringen. Eine naturgemäße Waldbewirtschaftung und der Waldumbau hin zu möglichst autochthonen Waldbeständen werden als mögliche Lösungen gesehen.

Hier schließt sich die Frage an, ob heimische Baumarten bei eintretendem Temperaturanstieg weiterhin hohe Ertragsleistungen erbringen können, oder ob zukünftig auch fremdländische Baumarten aus wärmeren Regionen eine Alternative für die Baumartenzusammensetzung in deutschen Wäldern darstellen.

2 Ziel- und Aufgabenstellung

Im Rahmen des Waldumbaus hin zu klimaplastischen Baumarten tritt die Edelkastanie (*Castanea sativa*) zunehmend in das Interesse von Waldbauern und Energieholzbereitstellern.

Aufgrund ihrer südlichen Heimat ist die Baumart in Bezug auf den prognostizierten Klimawandel prädestiniert. Um bestimmen zu können was die Edelkastanie in Ostdeutschland leisten kann, ist es sinnvoll, die Wuchsleistung der wenigen vorhandenen Bestände bei unterschiedlichen Durchforstungsarten aufzunehmen und zu vergleichen.

Die erzielten Resultate werden dann mit Wuchsleistungen heimischer Baumarten verglichen, um erste Angaben zu liefern, ob der Edelkastanie in Zukunft eine höhere Bedeutung als alternative Wald- und Wirtschaftsbaumart zugesprochen werden kann.

Im Rahmen dieser Diplomarbeit werden Untersuchungen zur Wuchsleistung der Edelkastanie in Brandenburg und Sachsen durchgeführt. Es sollen geeignete Bestände erfasst werden, um die Leistung im Ostdeutschen Klimabereich festzustellen. Zusätzlich werden Aussagen zur jeweiligen Qualität und Stabilität der Bestände getroffen.

Folgende Schwerpunkte sollen in dieser Arbeit genauer untersucht werden:

- (1) Wuchsleistungen von *Castanea sativa* in Brandenburg und Sachsen bei unterschiedlicher Durchforstungsstärke
- (2) Auswertung der Ertragskenndaten und Vergleich mit Ertragstafelwerten anderer Baumarten
- (3) Beurteilung der Einzelbaum- und Bestandesstabilität sowie der sozialen Struktur
- (4) Analyse der Konkurrenzbeziehungen auf den Probestflächen
- (5) Beurteilung der möglichen Wertholzproduktion

3 Vorbetrachtungen

3.1 Stand des Wissens - Die Edelkastanie (*Castanea sativa* Mill.)

3.1.1 Botanische Beschreibung, Verbreitung und Ökologie

Botanische Beschreibung

Die Edelkastanie (*Castanea sativa* Mill.), oder auch Esskastanie genannt, gehört zur botanischen Familie der Buchengewächse (Fagaceae). Alle Eichen- und Buchenarten zählen ebenso dazu. Das wichtigste Merkmal, das alle Baumarten der Familie vereint, ist ein verholzter, mit Schuppen oder Stacheln versehener Fruchtkelch (Cupula) mit Nüssen. Deshalb wird oft im Zusammenhang mit Buchengewächsen der Begriff „Becherfrüchtler“ gebraucht (vgl. ROLOFF, 2003).

Trotz ähnlichem Fruchtstand ist die Edelkastanie nicht mit der Rosskastanie (*Aesculus hippocastanum* L.) verwandt. Diese unterscheiden sich in der Blüte wie auch im Laub wesentlich voneinander. Die Rosskastanie gehört nach neuesten Forschungen zur Familie der Seifenbaumgewächse, *Sapindaceae* (ROLOFF, 2005).

Die bis zu 20 cm langen, lanzettlichen Blätter der Edelkastanie mit scharf gezähntem Blattrand besitzen eine tiefgrüne, ledrig glänzende Oberfläche (BOTTACCI, 1998). Diese ist mit einer Wachsschicht zur Selbstreinigung („Lotus Effekt“) überzogen. An einem Baum bildet



Abb.1: Blütenstände der Edelkastanie
(BUCHTER-WEISBROT, 1993)

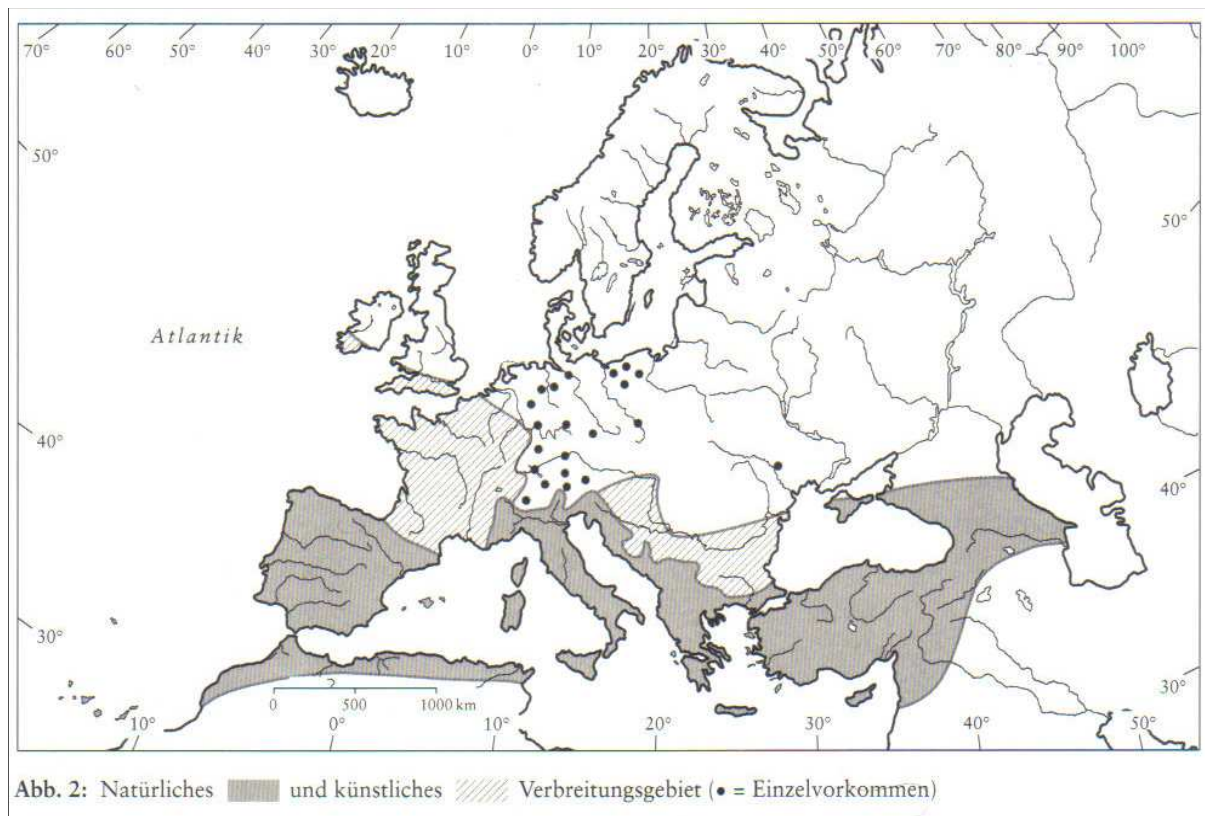
die Edelkastanie unterschiedliche Blattstellungen aus, an den beschatteten Seitenästen sind die Blätter zweizeilig und an den Wipfeltrieben im vollen Licht spiralförmig angeordnet. Der Blattflächenindex liegt zwischen 5 und 7, was keine genaue Abgrenzung zwischen Licht- und Schattbaumart zulässt. Mit diesen Anpassungsstrategien kann die Edelkastanie nach ROLOFF (2009) eine optimale Strahlungsausnutzung mit gleichzeitigem Verdunstungsschutz gewährleisten. Als Halbschattbaumart zeichnet sie sich in der Jugend durch eine hohe Schattentoleranz aus, welche mit zunehmender Zeit nachlässt. Im Alter wird sie eher als lichtliebend eingeordnet (ROLOFF, 2009).

Der Blattaustrieb erfolgt Ende April, Anfang Mai vor der Blütenbildung, die erst sehr spät im Juni einsetzt. Die männlichen Blüten werden wie bei der Buche schon im Frühsommer des Vorjahres angelegt (BOTTACCI, 1998, S.3). So bestimmen die Witterungsbedingungen im Sommer die Knospenanlage für das nächste Jahr und damit die Mächtigkeit der Fruchtbildung. Die männlichen Kastanienblüten sind monözisch (eingeschlechtlich) und stehen an aufrechten, 20 – 25 cm langen, gelben, kätzchenartigen Blütenständen (Abb. 1). Diese werden durch Wind und Insekten, vor allem von Käfern, bestäubt. In ROLOFF (2003) wird sie als „Insektenblume auf dem Weg zur Windblütigkeit“ bezeichnet.

Im Mittel erreichen Edelkastanien eine Höhe von 20-25 m, maximal sind 35 m möglich. Sie haben ein stark verzweigtes, kräftig ausgeprägtes Wurzelsystem, wodurch sie kaum anfällig für Windwurf sind. Nach BOTTACCI (1998) erreichen sie einen Stammdurchmesser von 1 - 2 m, sehr alte Bäume 4 m und Extreme 6 m. Edelkastanien können mit 500 - 600 Jahren sehr alt werden. Eines der ältesten Exemplare wird sogar auf 2000 Jahre geschätzt. Diese Kastanie steht am Nordrand des Ätna. Sie besteht durch Stockausschlag aus 5 Stämmen und ihr Kronenumfang erstreckt sich über 56 m. Sie wird auch „Kastanie der 100 Pferde“ genannt, da ihre Krone so groß ist, dass 100 Pferde darunter Schutz finden (BOTTACCI, 1998; SCHENK, 1939).

Verbreitung

Fossile Funde aus der Steiermark lassen darauf schließen, dass Vorfahren der europäischen Edelkastanie schon vor und während der Eiszeiten in Europa verbreitet waren (ECKER et al., 2006). Nach der letzten Eiszeit schritt nach ECKER et al. (2006) die neue Ausbreitung nur sehr langsam voran. Alte Aufzeichnungen lassen darauf schließen, dass sich zuerst die Griechen und bald danach die Römer mit der Veredelung und der intensiven Vermehrung dieser Baumart beschäftigten. Ihnen ist die Ausdehnung von Anbaugebieten in Kleinasien über Griechenland bis in den gesamten Mittelmeerraum zu verdanken. Dieses Gebiet wird heute als Heimat der Edelkastanie angesehen (BOUFFIER, 2009; BUCHTER-WEISBROT, 1993; ECKER et al., 2006; HAHN, 2004; BOTTACCI, 1998; SCHENK, 1939). Über die Römischen Feldzüge (vor 2000 Jahren) wurde die Edelkastanie mit dem Weinbau in Südtirol, Österreich, in der Schweiz, Frankreich und bis nach Deutschland verbreitet (AVANZATO und ENGEL, 2009; ECKER et al., 2006).



Weltweit sind heute 13 verschiedene Edelkastanienarten bekannt, welche sich vor allem in Größe und Form der Krone unterscheiden. Als bedeutendste Arten nennt ECKER et al. (2006) lediglich vier: die europäische (*Castanea sativa*), die chinesische (*C. mollissima*), die japanische (*C. crenata*) und die amerikanische Edelkastanie (*C. dentata*).

Castanea sativa ist die einzige, in Europa natürlich vorkommende Art. Pyrenäen und Alpen bilden ebenso wie der Kaukasus und die Bosnischen Gebirge die Nordgrenze ihres natürlichen Verbreitungsgebietes. Als sommergrüne Baumart konnte sie jedoch auch nördlich der Alpen kultiviert werden (Abb. 2: BOTTACCI, 1998).

In Deutschland befinden sich die größten Vorkommen der Edelkastanie vor allem in einstigen Weinbaugebieten im Südwesten des Landes. Häufig ist sie im Vordertaunus entlang der deutschen Weinstraße sowie in Ortenau (Schwarzwald) und als bekannter Kastaniengürtel, der sich am Haardgebrige (Vorderpfalz) ausdehnt, zu finden (vgl. AVANZATO und ENGEL, 2009; BOUFFIER, 2005 und 2009; SCHENK, 1939). Entlang des Elbtales zwischen Meißen und Dresden an der sächsischen Weinstraße, zum Beispiel in Miltitz, befinden sich die ältesten Vorkommen Sachsens (BOUFFIER, 2009). Mehrere 200 Jahre alte Edelkastanien sind im Forstbotanischen Garten Tharandt zu finden. Diese stammen noch aus dessen Gründungszeit, gepflanzt von Heinrich Cotta und Professor J. A. Reum (vgl. BOUFFIER, 2005 und 2009; SCHENK 1939). Die größten mit Edelkastanie bestockten Waldflächen befinden sich in Baden-Württemberg und Rheinland Pfalz. Bei der Bundeswaldinventur 2002 wurde hier laut AVANZATO und ENGEL (2009) eine absolute Waldfläche von 7.500 ha ermittelt.

Ökologie

Die wärmeliebende Edelkastanie gehört nach BOTTACCI (1998) zu den submontanen, mediterranen Baumarten. Sie ist sehr gut an temperat-humide, ozeanische Klimabedingungen angepasst. Lagen mit Jahresniederschlägen von 600 bis 1.600 mm/Jahr und Jahresmitteltemperaturen von +8 bis +15 °C sagen ihr besonders zu. Gemieden werden staunasse, kalkhaltige Böden und durch sehr lange Dürreperioden gezeichnete Standorte (HAHN, 2004; BOTTACCI, 1998; SCHENK, 1939). Bei Lagen, in denen es in den Wintermonaten zu einer Temperaturabsenkung unter -18 °C kommt, kann es zu Frostschäden im Stammbereich der Bäume kommen (vgl. HAHN, 2004; BOTTACCI, 1998).

Die Edelkastanie stellt keine besonderen Ansprüche an den Boden und gedeiht auf allen Expositionen. Sie wächst nach ECKER et al. 2006; HAHN, 2004; BOTTACCI, 1998 und SCHENK, 1939 besonders gut auf frischen, lockeren, tiefgründigen Böden mit relativ hohem Kalium- und Phosphorgehalt. Lockerer Verwitterungslehm auf Granit und Gneisstandorten sagt der Edelkastanie besonders zu und entspricht ihrem natürlichen Säurebedürfnis. Gut geeignet sind auch Böden vulkanischen Ursprungs. Auf gering kalkhaltigen, trockenen Standorten kann sie ebenfalls gedeihen (BOTTACCI, 1998). Bei einer höheren Lichtzufuhr kann sie diesen schlechteren Standorten trotzen und die Reduktion ihrer Wachstumsleistungen weitestgehend ausgleichen (HAHN, 2004). Durch ihre leicht zersetzliche Streu wird sie von WAMBSGANSS (2006) als bodenpflegliche Art gewertet.

Innerhalb ihres ausgedehnten Ausbreitungsgebietes beschreibt BOTTACCI (1998) je nach Klimabedingungen, drei ökologische Typen.

- Der *atlantische Typ* dominiert in Regionen mit ganzjährlich ausgeglichenem Klima mit kühlen Sommern und milden Wintern. Die Mitteltemperatur des kältesten Monats liegt $> +3^{\circ}\text{C}$.
- Der *kontinentale Typ* wächst in Gebirgen mit größeren, jährlichen Temperaturdifferenzen bei Mitteltemperaturen der kältesten Monate bis zu -4°C und mittleren Jahrestemperaturen von $> +10^{\circ}\text{C}$.
- Der *mediterrane Typ* kommt bei ausreichendem Niederschlag von Mai bis September im typischen Mittelmeerklima vor.

3.1.2 Holzeigenschaften

Das mittelschwere, ringporige Holz hat im lufttrockenen Zustand eine Rohdichte von $0,63 \text{ g/cm}^3$ (KOLLMANN, 1951; BOTTACCI, 1998). BUES et al. (2006) ordnet die Edelkastanie genau wie die Eiche den obligatorischen Kernbildnern zu, welche auch als Kernholzbäume bezeichnet werden. In Tab.1 sind ausgewählte physikalische Kennziffern der Edelkastanie im Vergleich zur Traubeneiche dargestellt.

Tab.1: physikalische Holzeigenschaften von Edelkastanie und Traubeneiche (KOLLMANN, 1951)

Holzeigenschaften	Edelkastanie (<i>Castanea sativa</i> Mill.)	Traubeneiche (<i>Quercus petraea</i> L.)
Rohdichte [g/cm^3] darrtrocken	0,59	0,65
Rohdichte [g/cm^3] lufttrocken	0,63	0,69
Schwindmaß längs β_l [%]	0,6	0,4
Schwindmaß radial β_r [%]	4,3	4,0
Schwindmaß tangential β_t [%]	6,4	7,8
Schwindmaß Volumen β_v [%]	11,3	12,2
Elastizitätsmodul [kg/cm^2]	90.000	130.000
Zugfestigkeit [kg/cm^2]	1350	900
Druckfestigkeit [kg/cm^2]	500	650
Biegefestigkeit [kg/cm^2]	770	1100
Bruchschlagbarkeit [kg/cm^2]	0,57	0,60

Der helle Splint setzt sich deutlich vom dunkel gestreiften braunen Kern ab. Durch die sehr großen Frühholzgefäße sind die Jahrringgrenzen besonders gut zu erkennen. Im Querschnitt lässt sich Kastanien- von Eichenholz gut unterscheiden, da die Holzstrahlen bei der Edelkastanie im Gegensatz zur Eiche mit bloßem Auge nicht erkennbar sind. Außerdem bilden die Späthholzgefäße eine regelmäßig geflammte Zeichnung aus (BUES et al., 2006; BOTTACCI, 1998).

Das Holz der Edelkastanie zeichnet sich durch einen bemerkenswert hohen Tanningehalt von bis zu 13 % des Trockengewichtes aus (BOTTACCI, 1998). Das Kernholz ist nach BUES et al. (2006), wie bei Eiche und Robinie, reichlich verthyllt. Da sehr dauerhafte Hölzer oft durch Thyllenbildung gekennzeichnet sind, vermutet BUES et al. (2006), dass sie einen erheblichen Schutz gegen das Eindringen von Pilzen und Luft bewirkt. Durch die Verthyllung wird die Imprägnierbarkeit des Holzes erheblich eingeschränkt, so ist der Splint nur mäßig und der Kern schlecht tränkbar. Das Holz hat eine hohe natürliche Resistenz gegen Witterungseinflüsse und ist auch bei ständigem Erd- oder Wasserkontakt stabil. Mit einer sehr hohen natürlichen Dauerhaftigkeit von 15 bis 20 Jahren verfügt die Edelkastanie nach BUES et al. (2006), ECKER et al (2006), HAHN (2004) und BOTTACCI (1998) über ebenbürtige Eigenschaften wie das Eichenholz. Die Dichte von Hölzern spielt bei der Dauerhaftigkeit nur eine untergeordnete Rolle. Die Einlagerung von Kerninhaltsstoffen und die Thyllenbildung haben hierbei einen größeren Einfluss (BUES et al., 2006).

Zu den häufigsten Holzfehlern gehören so genannte radiale Ringrisse, welche durch Schwankungen im Jahrringaufbau entstehen (vgl. ECKER et al., 2006; METTENDORF, 2007; BOTTACCI, 1998; ZINGG et al., 2006). Nach METTENDORF (2007) kann man ihnen jedoch mit der entsprechenden waldbaulichen Behandlung erheblich entgegenwirken. Weitere Informationen hierzu sind im Kapitel 3.1.5 zu finden.

3.1.3 Pathologie

Es gibt nach BOTTACCI (1998) und HEINIGER (2001) zwei pathogene Pilze, welche ganze Edelkastanienbestände innerhalb weniger Jahre ernsthaft gefährden können.

Der mit asiatischen Kastanienpflanzen nach Amerika und Europa eingeschleppte Rindenkrebs *Cryphonectria parasitica* befällt seit einigen Jahrzehnten auch die europäische Edelkastanie (ECKER et al, 2006). Zwischen 1948 und 1963 wurden Bestände im Tessin (Schweiz) vollkommen durchseucht und 1992 trat der erste Befall in Deutschland im Ortenaukreis (Schwarzwald) auf (HEINIGER, 2001 und METZLER, 2006). Dieser Pilz zeichnet sich durch eine besonders hohe Aggressivität aus. METZLER (2006) beschreibt, dass das Rindengewebe über Wunden infiziert wird und das Pathogen dort eine Krebsbildung auslöst. Durch orangefarbene Fruchtkörper (Pyknidien) tritt der Pilz in Erscheinung (Abb. 3). Mitunter entstehen unter der Befallstelle zahlreiche neue Triebe. Das wachsende Pilzmycel blockiert die Leitungsbahnen,



Abb.3: *Cryphonectria parasitica* (Ecker et al., 2006)

wodurch die Wasser- und Nährstoffzufuhr zur Baumkrone unterbunden wird. Es kann zum Absterben von Ästen führen, bis hin zum Tod des gesamten Baumes (vgl. ECKER et al., 2006 und BOTTACCI, 1998).

Bei dem Pathogen *Cryphonectria parasitica* wird eine sogenannte „Hypovirulenz“ durch das Hypovirus CHV 1 erzeugt (HEINIGER, 2001). Das bedeutet, dass das Pathogen selbst von einem Virus (Hypovirus) befallen wird. Dieses Phänomen wird ausgelöst durch bestimmte genetische Elemente, welche in diesen hypovirulenten Pilzstämmen vorkommen. Solche Erregerrassen prägen an befallenen Edelkastanien nur schwache Symptome aus, so dass der Baum selbständig alle Wunden durch Überwallung mit Rindengewebe ausheilen kann. In den meisten Fällen kann der Baum im gleichen Jahr, in dem er vom Hypovirus befallen wird auch noch den Krebs besiegen (HEINIGER, 2001). HEINIGER (2001) beschreibt außerdem, dass schon über 40 Typen des Hypovirus in Europa gefunden wurden. Relativ schnell wurde entdeckt, dass diese Hypovirulenz auch auf die virulenten Stämme übertragen werden kann. Aus diesen Erkenntnissen konnte nun ein neues Verfahren zur biologischen Bekämpfung des Rindenkrebsses entwickelt werden (vgl. ECKER et al., 2006; BOTTACCI, 1998; METZLER, 2006; RIGLING und HEINIGER, 1999).

Nach METTENDORF (2009) ist die Edelkastanie in Deutschland nicht mehr als gefährdete Baumart zu betrachten, da die Versuche zur Hypovirulenz erfolgreich sind und sich bei der Bekämpfung des Pathogens bewähren. Ähnliche Forschungen werden auch an der Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) in der Schweiz durchgeführt. Hier werden viele genetische Untersuchungen betrieben, beispielsweise über das Hypovirus und dessen Mitochondrientransfer auf das Pathogen, wodurch die DNA des Rindenkrebsses verändert wird (HEINIGER, 2001).

Das zweite, für die Edelkastanie sehr gefährliche Pathogen ist der Wurzelparasit und Erreger der sogenannten Tintenkrankheit *Phytophthora cambivora*. Er befällt vorwiegend Bäume auf feuchten, schlecht drainierten Böden (ECKER et al., 2006 und BOTTACCI, 1998). Diese Standorte bieten beste Bedingungen für das Pathogen, da es sich als begeißelte Zoospore im wässrigen Medium fortbewegt und über das Wurzelsystem die Pflanzen infiziert (HEINIGER, 2001).



Abb.4: *Phytophthora cambivora*
(ECKER et al., 2006)

Mit seinem Mycel zerstört der Pilz im Bereich des Wurzelhalses das Kambium und dringt bis zur Krone vor (BOTTACCI, 1998). Die Beschädigungen färben sich durch die Oxidation der Tannine zunächst braun, später schwarz, daher der Name „Tintenkrankheit“ (Abb. 4). Als häufige Symptome werden von ECKER et al. (2006) und BOTTACCI (1998) Blattwelke, fehlende Fruchtbildung und das Absterben der Krone von außen nach innen genannt. Versuche zur biologischen Bekämpfung brachten noch keine großen Erfolge und eine chemische Bekämpfung ist laut ECKER et al. (2006) bis jetzt noch nicht möglich. Mit der Meidung von Staunässe gefährdeten Standorten kann man dem Pathogen jedoch weitestgehend entgegenwirken.

Gemessen an den beiden vorherigen Pathogenen, gilt die Sprühfleckenkrankheit (*Mycosphaerella maculiformis*) als eher unbedeutender Pilz. Sie zeichnet sich durch dunkle Flecken mit hellem Rand aus und tritt gewöhnlich im unteren Bereich der Krone auf (ECKER et al., 2006).

Zu den tierischen Schädlingen zählen Kastanien-, Eichen- und Buchenwickler sowie Rüsselkäfer, deren Larven sich im Inneren der Früchte entwickeln. Durch Fraßschäden kann es zum Verlust von Saatgut kommen (BOTTACCI, 1998).

Als bedeutender Schädling ist hier noch die japanische Edelkastanien-Gallwespe (*Dryocosmus kuriphilus*) zu nennen. Die Larven überwintern in den Knospen. Bei Knospenaustrieb im Frühjahr produziert die Gallwespe große, grün oder leicht rosa gefärbte Gallen. Damit wird ein reduziertes Zweigwachstum verursacht und der Fruchtertrag gemindert. Bei starkem Befall kann es zu Ertragsausfällen von 50 - 70 % kommen. Kümmerwuchs und sogar das Absterben von einzelnen Bäumen ist möglich (WALTER, 2007).

3.1.4 traditionelle Nutzung und neue Perspektive

Die Edelkastanie ist ein Wald-, Zier- und Nutzbaum. Jahrhundertlang lag ihre waldbauliche Bedeutung in Deutschland wie auch im Mittelmeerraum im Niederwaldumtrieb (AVANZATO und ENGEL, 2009). Sie wurde ausschließlich zur Produktion von Brennholz, Rebpfählen und Gerbstoffen genutzt. Außerdem fand sie Verwendung beim Weinfassbau und bei der Streugewinnung (METTENDORF, 2007; BOTTACCI, 1998; ECKER et al., 2006 und HAHN, 2004). Das Holz der Edelkastanie ist weniger hart als das der Eiche, es ist leicht zu bearbeiten, zu schnitzen und zu spalten. Es handelt sich also um ein gutes Bau-, Werk- und Drechselholz (HAHN, 2004).

Die Edelkastanie gilt als Vielzweckbaumart, da sich nicht nur ihr Holz sondern auch die Früchte verwenden lassen. In lückigen Beständen wurde sie kultiviert, um die essbaren Maronen zu ernten (AVANZATO und ENGEL, 2009; BOTTACCI, 1998). In vielen südlichen Ländern dienen die frischen Samen der Edelkastanien mit einem Energiegehalt von 210 kcal je 100 g als vollwertiges Lebensmittel. In Südtirol werden die Früchte als „süßes Brot der Armen“ wie die Kartoffel zu Mehl, Fladen und Suppe verarbeitet. In Italien heißt es sogar, dass zwei alte Bäume ein gesamtes Jahr einen Menschen ernähren können. (vgl. BUCHTER-WEISBROT, 1993; BOTTACCI, 1998; BOUFFIER, 2009; ECKER et al., 2006; HAHN, 2004 und HEINIGER, 2001). Auch der aus Edelkastanien gewonnene, dunkle, aromatische Honig ist ein sehr begehrtes Nebenprodukt dieser Baumart (AVANZATO und ENGEL, 2009; BOUFFIER, 2007).

Seit der zunehmenden Internationalisierung des Holzmarktes wurden der Edelkastanie neue Wege als kurzumtriebige, ertragsstarke Wertholzbaumart eröffnet (METTENDORF, 2007).

Typisch für die Edelkastanie im Niederwald ist das Auftreten in nahezu Reinbeständen. Ihr vorwüchsiger Stockausschlag wird als Lode bezeichnet und ist mit Triebblängen von zwei bis drei Metern so konkurrenzstark, dass er alle anderen Baumarten sehr schnell überwächst (vgl. LANG, 2007). Durch ihre starke Regenerationskraft wird sie schon 1939 von SCHENK als: „[...] besser als irgendeine andere Holzart, wegen ihres nie versagenden Ausschlagsvermögens zum Niederwaldbetrieb geeignet [...]“ beschrieben. Aus diesem Grund wird sie als schnell nachwachsende Ressource zunehmend zur Energieholzgewinnung oder zum Lawinenverbau in Österreich, der Schweiz und Deutschland eingesetzt (BOUFFIER und WESTENBERGER.,2009).

Im langen Umtrieb bewirtschaftete Niederwälder und Hochwaldbestände erzeugen heute Möbel-, Bau- und Konstruktionsholz im Innen- wie im Außenbereich (BOUFFIER und WESTENBERGER., 2009). Nach BUES et al. (2006) ist das Edelkastanienholz durch seine hohe natürliche Dauerhaftigkeit und Querdruckfestigkeit gut als Schwellenholz geeignet. Durch die Abriebfestigkeit und dekorative Wirkung kommt es auch als Parkettholz und Furnier zum Einsatz. Als Gartenholz vermag es, das beliebte Teakholz durch seine ausgesprochene Wetterfestigkeit voll und ganz zu ersetzen. In Frankreich wurden sogar Schlosddächer mit Kastanienschindeln gedeckt und in England brauchte man es vor hundert Jahren vor allem zum Schiffbau (HAHN, 2004). Im Allgemeinen findet die Edelkastanie in Mitteleuropa eine vergleichbare Verwendung wie die Eiche (LANG, 2007).

METTENDORF (2007) beschreibt, dass dem Jahrhundertsturm „Lothar“ 1999 einige Edelkastanienbestände in Baden-Württemberg mit beachtlichem Stammholz zum Opfer vielen. Damals konnte man zum ersten Mal größere Holzmenen der Kastanie nach Dimension und Qualität sortieren und verkaufen. Überwiegend wurden die Rundhölzer von den Käufern nach Italien und Frankreich in Sägewerke weiterverkauft, da diese dort erhebliche Gewinne erzielten.

Dies gab Anstoß dazu, erstmals 2003 Edelkastanienholz auf regionale Laubholzversteigerungen zu bringen. Die erzielten Preise verdoppelten sich im Vergleich zum Freihandverkauf von 1999. Das ermutigte die Waldbesitzer zum weiteren Holzverkauf. 2007 wurden auf der Submission im Ortenaukreis mehr als 1.700 Festmeter Edelkastanienholz, über alle Qualitäten hinweg verkauft. Durchschnittlich wurde ein Erlös von 168 €/Vfm erzielt (METTENDORF, 2007).

- Bauholz, B/C-Qualität: 80 – 150 €/Vfm
- Sägeholz, B-Qualität, 40 bis \geq 60cm Durchmesser: 230 – 350 €/Vfm
- (Teil-) Furnierstämme: 500 – 1.000 €/Vfm

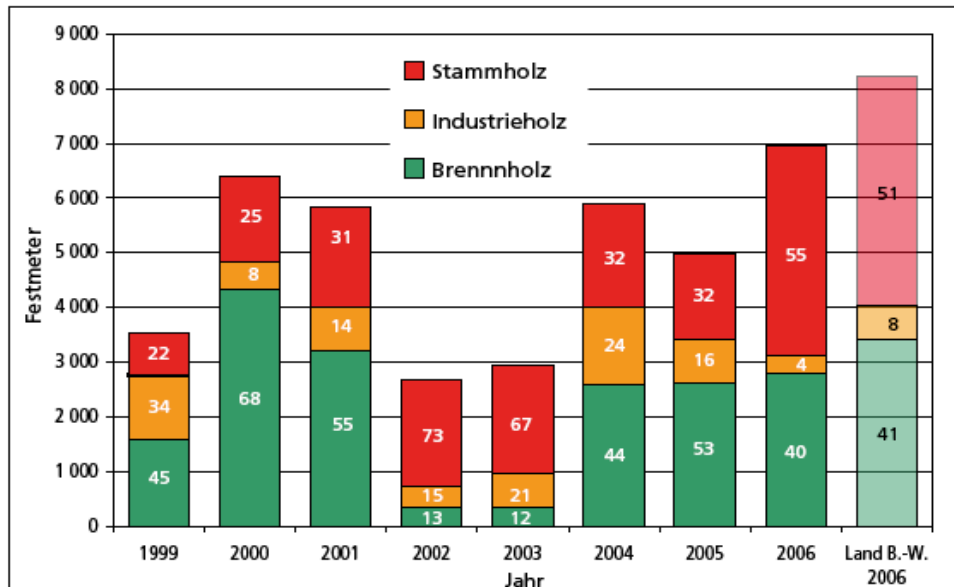


Abb.5: Einschlagsentwicklung bei der Edelkastanie nach Sortimenten getrennt (Angaben in %) im Ortenaukreis von 1999 bis 2006 (METTENDORF, 2007)

In der in Abb. 5 dargestellten Einschlagsentwicklung der Edelkastanie im Ortenaukreis ist auffällig, dass sich die Verkaufsmenge von 1999 bis 2006 von 3.500 Vfm auf fast 7.000 Vfm verdoppelt hat. Achtet man auf den Rückgang des über lange Zeit dominierenden Brenn- und Industrieholzes (15 - 35 €/Vfm), so wird die Rentabilität des Edelkastanienstammholzes deutlich. Massensortimente wie Palisaden- und Parketthölzer erzielen heute einen Erlös von 50 – 80 €/Vfm (METTENDORF, 2007).

3.1.5 waldbauliche Behandlung

Durch die steigende Nachfrage nach Stammholzsortimenten der Edelkastanie muss die bisher eher zufällige Produktion in Zukunft zu einer planmäßigen Erziehung von Wertholz umgewandelt werden (ZINGG und GIUDICI, 2005; METTENDORF, 2007).

Ein Hauptproblem ist dabei die häufig auftretende „Ringschäle“ des Holzes. So werden die Ringrisse bezeichnet, welche eine Folge von Spannungen im Holzkörper sind. Diese Spannungen entstehen durch einen unregelmäßigen oder zu engen Jahringaufbau im Holz und entladen sich beim Fällen der Bäume (ZINGG et al., 2006; METTENDORF, 2009). Diesen Ringrisen kann mit regelmäßigen und starken Durchforstungen der Bestände entgegen getreten werden. Durch die schnelle Erziehung großer Kronen und breiter Jahrringe wird die Gefährdung durch Ringschäle weitestgehend ausgeschlossen. Durch die extrem frühe Zuwachskulmination muss die Edelkastanie im Jugendalter schon stark freigestellt werden. So kann man sehr hohe Holzqualitäten in kurzen Umtriebszeiten erlangen. Für den Anbau erscheint außerdem besonders wichtig, dass man darauf achtet, die Edelkastanie nicht auf zu trockenen und frostgefährdeten Standorten anzubauen. Hier kann es zu vermehrten Zuwachssprüngen kommen, was wiederum eine erhöhte Gefahr der Ringschäle nach sich zieht (vgl. ZINGG et al., 2006 und METTENDORF, 2007).

Im folgenden werden die Eckpunkte eines Wertholzproduktionskonzepts nach METTENDORF (2007) aus dem Ortenaukreis in Baden-Württemberg zusammengefasst:

- In einer Umtriebszeit von 50 bis 70 Jahren soll spannungsfreies, weitringiges Stammholz von 40 bis ≥ 60 cm Durchmesser mit Jahringbreiten von bis zu 1 cm erzielt werden.
- Die Bestände bestehen zu wechselnden Anteilen aus Kernwüchsen und Stockausschlägen, welche aus Naturverjüngung hervorgegangen sind.
- Bei der Jungbestandspflege soll bis zu einer Oberhöhe von 12 m eine Vereinzlung von Stockausschlägen und der Aushieb von Protzen in ein bis zwei Eingriffen durchgeführt werden.
- Ab dem Alter 12 bis 15 Jahre nach Abschluss der Jungbestandspflege werden 60 bis 80 Z-Bäume pro Hektar ausgewählt. Diese werden bis ins Alter von 25 bis 30 Jahren in zwei bis drei Durchforstungen freigestellt.

In Versuchen der Schweizer Forschungsanstalt WSL werden ein Jahr nach der Freistellung der Krone die ausgebildeten Klebäste mittels Astung entfernt (ZINGG und GIUDICI, 2005). Nach METTENDORF (2009) wird dieses Verfahren auch in Ortenau im Schwarzwald angewandt.

3.1.6 Versuche zu Ertragsleistungen in Deutschland und in der Schweiz

Das neu erwachte Interesse an der Edelkastanie lässt sofort die Frage nach ihrer Ertragsleistung aufkommen. Da in Deutschland keine Ertragstafel für diese Baumart existiert, werden im folgenden Kapitel einige Versuchsflächenauswertungen dargestellt, um eine Vorstellung zu bekommen, welche Dimensions- und Leistungsgrößen die Edelkastanie auf einem entsprechenden Standort erbringen kann.

3.1.6.1 Baden-Württemberg

Der Forstbezirk Oberkirch im Amt für Waldwirtschaft Ortenaukreis ist mit 1.700 ha Edelkastanienfläche bestockt. Hier werden in Zusammenarbeit mit der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg seit mehreren Jahren wissenschaftliche Versuche zur Edelkastanie mit Anlage von entsprechenden Probeflächen durchgeführt. Die im folgenden beschriebene Weiserfläche (Tab. 2) wurde 2005 im Rahmen der Forsteinrichtungserneuerung laut METTENDORF und METZLER (2007): „[...] für die beispielhafte Erziehung von Kastanienwertholz im möglichst kurzen Umtrieb ausgewählt.“. Der Bestand wird als Schulungs- und Anschauungsobjekt nach dem in Kap. 3.1.5 vorgestellten Konzept der Wertholzproduktion bewirtschaftet.

Die Weiserfläche ist ein 15 jähriger Mischbestand, welcher zu 61 % (250 St/ha) aus Edelkastanie (EKA), zu 14 % aus Kirsche und zu 25 % aus Buche, Eiche und sonstigem

Laubholz besteht. Nach METTENDORF (2009) wird die Edelkastanie hier aus Stockausschlag bewirtschaftet. In Tab. 2 sind die Ertragskennzahlen für den Edelkastanienanteil des Bestandes dargestellt.

- Standort: Mäßig frischer Grundgebirgsmischlehmhang, 230 m ü. NN

Tab.2: Zustandserfassung des Edelkastanienanteils der Weiserfläche nach METTENDORF und METZLER 2007

Alter [Jahre]	N [St/ha]	d _{1,3} [cm]	h [m]	G [m ² /ha]	V [m ³ /St]	V [m ³ /ha]	dGZ [m ³ /a·ha]	IGZ [m ³ /a·ha]
15	410	15	14	7,02	0,12	48	9	15

Im Zuge der waldbaulichen Behandlung wurden 285 Bäume aus der Fläche entnommen. Bei der Z-Baum-Auslese wurden auch 25 Kirschen (KIR) ausgewählt. Diese sollen als Rückversicherung bei eventuellem Befall von Kastanienrindenkrebs gelten (Tab. 3).

Tab.3: ausgewählte Z-Bäume auf der Weiserfläche nach METTENDORF und METZLER 2007

Baumart	N [St/ha]	Anteil [%]	d _{1,3} [cm]	Bedränger/ Z-Baum [St]
EKA	62	77	17	3
KIR	25	23	14	3

3.1.6.2 Rheinland-Pfalz

Das Forstamt Haardt in Rheinland- Pfalz ist derzeit mit etwa 800 ha Edelkastanie bestockt. In dem dazugehörigen Stadtwald Edenkoben wurden mehrere Versuchsflächen zur waldbaulichen Behandlung der Edelkastanie angelegt (WAMBSGANSS, 2006). Zwei dieser Flächen, auch Projekt 1 und 2 genannt, werden im folgenden mit Blick auf die Ertragsleistungen bei gegebenem Standort vorgestellt.

Projekt 1: 30-jähriger Kastanienstockausschlag

- Standort: Südosthang, 350 m ü. NN, mäßig frischer Lehmsand.

Aus dem mit 2.400 Bäumen pro Hektar begründeten Bestand wurden beim ersten Eingriff im Alter von 25 Jahren 900 Bäume pro ha entnommen. Diese Stangen besaßen ein durchschnittliches Volumen von 0,10 Vfm. Der verbleibende Bestand wurde anschließend vermessen. Die entsprechenden Ergebnisse sind in Tab. 4 dargestellt.



Abb.6: Projekt 1 (W_{AMBSGANSS}, 2006)

Tab.4: Bestandeskenndaten vom Projekt 1 nach W_{AMBSGANSS} (2006)

Gesamt	ausscheidender Bestand				verbleibender Bestand				
	N [St/ha]	N [St/ha]	V [m ³ /St]	V [m ³ /ha]	G [m ² /ha]	N [St/ha]	V [m ³ /St]	V [m ³ /ha]	G [m ² /ha]
2400	900	0,1	90	7	1500	0,20	300	31	15,6

Laut W_{AMBSGANSS} (2006) erzielt die Edelkastanie in diesem Bestand eine hohe Wertleistung. Diese Aussage wird durch die Daten in Tabelle 2 bekräftigt.

Projekt 2: Frühe Z-Baum-Auswahl und –Freistellung

- Standort: Südhang, 370 m ü. NN, mäßig trockene bis mäßig frische und arme Sande des Buntsandsteins.

Bei Projekt 2 handelt es sich um eine heute 24 jährige Stockausschlagverjüngungsfläche aus dem Jahre 1986, welche als waldbauliche Trainingsfläche für Dimensionierung von Auslesebäumen behandelt wurde. Als Ziel galt die Produktion von starkem Holz möglichst unter Vermeidung von Ringschäle (W_{AMBSGANSS}, 2006).

Bei einer Baumhöhe von 32 m soll laut HETTESHEIMER (2009) eine astfreie Schaftlänge von 8 m erreicht werden (25 % der Baumhöhe). Der Bestand wurde im März 2003 auf 5 bis 6 m wertgeastet und erreicht nach Schätzung von HETTESHEIMER (2010) einen dGZ von 10 - 12 m³/a·ha. In Tab. 5 sind die Ertragsdaten der Z-Bäume mit den jeweiligen Eingriffen im Aufnahmejahr zusammengefasst.

Tab.5: Ertragskennndaten der Z-Bäume nach WAMBSGANSS (2006) und HETTESHEIMER (2009)

Aufnahmejahr	2001	2003	2005	2008
N [St/ha]	44	39	39	39
d _{1,3} [cm]	16	18,7	21,7	24,1
h [m]	14,3	15	16,1	17
V [Efm/St]	0,13	0,18	0,26	0,34
Kronenansatz [m]	5,69	5,7	9,12	Astung
d _{1,3} -Zuwachs/Jahr [cm]		1,33	1,41	1,34
h-Zuwachs/Jahr [m]		0,3	0,4	0,4
Bedränger/Z-Baum [St]	5,8	8,1	5,5	5,7
Entnahme [Efm/ha]	20	29	28	28



Abb.7: Projekt 2 (WAMBSGANSS, 2006)

Laut WAMBSGANSS (2006) ist durch diese starke Bewirtschaftung der Edelkastanie ein enormer Massenzuwachs pro Z-Baum von 0,13 Vfm im Jahre 2001 auf 0,26 Vfm pro Baum im Jahre 2005 zu verzeichnen.

3.1.6.3 Schweiz

Die Edelkastanie ist auf der Alpensüdseite mit mehr als 26.000 ha bis zu einer Höhe von 1.000 m ü. NN die dominierende Baumart (ZINGG und GIUDICI, 2005). Das 1997 gestartete Projekt „Produktion von Nutzholz im Kastanienniederwald“ wurde angelegt, um neue Methoden zur Produktion von Wertholz zu entwickeln. An diesem Versuch arbeiten nach ZINGG und GIUDICI (2005) die beiden Forschungsstationen „Sottostazione Sud delle Alpi“ und die „Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL“ in Birmensdorf zusammen. Mit diesem waldbaulich-ertragskundlichen Experiment sollen vor allem folgende Fragen geklärt werden:

- (1) Reicht die Ausschlagfähigkeit alter Niederwälder aus, um eine neue Generation Kastanienwald hervorzubringen?
- (2) Wie ist die Mortalität der Loden und Stöcke, das Höhen- und Durchmesserwachstum der Loden sowie einige Faktoren, welche die Ausschlagfähigkeit bestimmen, zu beurteilen?
- (3) Gibt es genug Stockausschläge mit entsprechender Qualität für eine spätere Wertholzerziehung?

Der im folgenden beschriebene Untersuchungsbestand ist nur eine Versuchsfläche des Projektes, welches als klassischer Blockversuch mit zwei Durchforstungsvarianten, einer Nullfläche und drei Wiederholungen pro Block angelegt wurde.

Ziel dieses Gesamtprojektes ist es, die beste Methode herauszufinden, mit der man in einer Umtriebszeit von 30 bis 40 Jahren Kastanienwertholz von 30 – 40 cm Durchmesser erzeugen kann (ZINGG et al., 2006).

Das Untersuchungsobjekt ist ein Bestand in Bedano im Tessin, der wahrscheinlich 1939 - 1946 begründet und schon ein- bis zweimal im Niederwaldbetrieb genutzt wurde. Die im Jahre 1997 aufgenommenen Bäume sind durch Niederwaldschlag entstanden und wurden auf ein Alter von 58 Jahren datiert. Der Holzvorrat des Bestandes betrug 373 m³/ha, was einen durchschnittlichen Gesamtzuwachs von 6,4 m³/ha·a ergibt (ZINGG und GIUDICI, 2005). Folgende Umweltfaktoren wirken laut ZINGG und GIUDICI (2005) auf diesen Bestand:

- Höhe: 530 m ü. NN ; Klima: 1.733 mm Niederschlag, 11,3 °C Jahresmitteltemperatur
- Boden: Braunerde mit geringer Basensättigung im mineralischen Oberboden und hohem Humusanteil bis in den mineralischen Unterboden auf Gneiss – Orthogneiss

Zu (1)

1998 wurde der Bestand erneut durch Kahlschlag abgetrieben. Erstaunlich war hier, dass auch schon über Jahre abgestorbene Stöcke nach einem neuen Schnitt wieder kräftig austrieben. Wurzelverwachsungen sind nach ZINGG und GIUDICI (2005) eine mögliche Erklärung dieses Phänomens. Vermutlich hat die Edelkastanie eine Überlebensstrategie, indem sie über Jahre hinweg in einer Schlafstellung mit minimaler Stoffwechselaktivität verharrt, dabei die Stöcke am Leben erhält und auf eine Verbesserung der Umweltbedingungen wartet. Dies könnte zum Beispiel wie hier ein Kahlschlag oder ein Waldbrand sein (ZINGG und GIUDICI, 2005). Die Ausschlagfähigkeit alter Niederwälder ist somit völlig ausreichend für die Neubegründung eines Kastanienwaldes.

Zu (2)

In den ersten Jahren beschreiben ZINGG und GIUDICI (2005) die Mortalitätsrate der Loden mit bis zu 48,7 % als sehr hoch. Ihre Kurve hat jedoch einen exponentiellen Trend und nimmt daher wieder rasch ab. Die Wissenschaftler konnten keinen Zusammenhang zwischen der

Stockgrundfläche und der Lodenmortalität finden. Die Anzahl der Loden pro Stock korreliert jedoch positiv mit der Stockgröße und damit mit der vorherigen sozialen Klasse des Baumes. Die höhere Lodenzahl an großen Stöcken ist sicher mit dem höheren Anteil schlafender Knospen am Stamm verbunden. Dies hat jedoch keinen Einfluss auf die Überlebensrate der Loden.

Das Dimensionswachstum der jungen Loden ist beachtlich hoch, auch hier korreliert die Grundfläche des Stockes mit den Wuchsleistungen der Loden. Es wurden Werte ermittelt von Durchmesserzuwachsen von 1,9 cm/a und Höhenwuchsleistungen von bis zu 1,85 m/a. Diese Wuchsleistungen sind enorm. Das kann einerseits damit begründet werden, dass die Loden ein perfekt ausgeprägtes Wurzelsystem zur Verfügung haben, welches große Mengen an Nährstoffen und Wasser mobilisieren kann. Andererseits haben die idealen Standort- und Klimabedingungen erheblichen Einfluss auf die Wuchsleistungen der Loden.

Zu (3)

Durch die rasch abnehmende Mortalitätsrate mit zunehmenden Alter der Loden wird angenommen, dass auch in Zukunft genügend qualitativ geeignete Stämme für eine Wertholzproduktion zu finden sind. Nach 8 – 10 Jahren sind in der Regel noch 7.000 – 10.000 Loden pro ha zu finden.

3.1.7 Die Edelkastanie im Klimawandel

Der in den letzten Jahren einsetzende Klimawandel macht sich unbestreitbar durch Erwärmung und vermehrte Sturmereignisse in den vergangenen 20 Jahren bemerkbar (ROLOFF und GRUNDMANN, 2008). Im Gegensatz zu anderen heimischen Baumarten, bei denen nach MÖSSMER (2008) immer wieder der Begriff „Waldsterben“ auftritt, haben bisherige Klimaveränderungen die Ausbreitung und Vitalität der Edelkastanie sehr gefördert.

Auf den nach Orkan „Lothar“ 1999 wiederbewaldeten Sturmflächen hat sich häufig eine invasive Ausbreitung der Edelkastanie per Naturverjüngung oder Stockausschlag eingestellt (LÖHNING, 2007; METTENDORF, 2007). Der Klimawandel kommt den Standortsansprüchen dieser Baumart sehr entgegen. Selbst die Kernwüchse sind durch steigende Temperaturen bei entsprechendem Niederschlag so wüchsig, dass sie nahezu alle Mischbaumarten überwachsen. METTENDORF (2007) beschreibt, dass die stark verbesserten Ertragsaussichten und Absatzchancen für Energieholz die Tendenz zur vermehrten Pflanzung der Edelkastanie erkennen lassen.

Mit der Erwärmung des Klimas wird davon ausgegangen, dass sich in Zukunft auch in Ostdeutschland immer mildere Winter einstellen werden. Diese geminderte Frost- und damit Ringschälegefahr kommt nach LANG (2007) der Edelkastanien-Wertholzproduktion ebenfalls sehr zu gute. Auch MÖSSMER (2008) beschreibt die Edelkastanie als klimaplastische Zukunftsbaumart: „Vom Klimawandel profitieren werden wärmeliebende Baumarten, [...] Arten mit submediterrane Verbreitungsschwerpunkt wie [...] Edelkastanie werden zu den Gewinnern zählen.“

Erwartete Klimaveränderungen in Deutschland



Abb.8: Szenario B1/Remo-Modell: Rückgang der Niederschläge im Sommer, Zunahme der Niederschläge im Winter, Anstieg der Sommermitteltemperaturen (von links, aus: (MÖSSMER, 2008)

Im letzten Jahrhundert ist die bodennahe Lufttemperatur in Deutschland um 0,9 °C angestiegen. Besonders rasant hat sich der Temperaturanstieg in den letzten drei Jahrzehnten beschleunigt (MÖSSMER, 2008). Mit Hilfe von Klimamodellen können bevorstehende Klimaveränderungen beschrieben werden. Das in Hamburg am Max-Planck-Institut entwickelte Remo-Modell zeigt nach MÖSSMER (2008), dass ab Mitte des Jahrhunderts gravierende Temperaturveränderungen zu erwarten sind. Bis 2100 ist mit einem Temperaturanstieg von 2,5 - 3,5 °C zu rechnen. Vor allem Süd- und Südwestdeutschland werden besonders stark betroffen sein. Für das gesamte Bundesgebiet beschreibt MÖSSMER (2008), dass Sommer- und Hitzetage mit Temperaturen über 25 und 30 °C gehäuft vorkommen werden. Frosttage und auch die Schneebedeckungsdauer nehmen im Gegensatz dazu eher ab.

Neue Forstliche Klimagliederung in Sachsen

Aufgrund des prognostizierten Klimawandels wurde von GEMBALLA und SCHLUTOW (2007) eine Überarbeitung der forstlichen Klimagliederung Sachsens vorgenommen. Die bisherigen forstlichen Klimastufen sind kombiniert aus Höhenstufen und Klimafeuchtestufen. Sie werden unterteilt in regionale Makroklimaformen, welche sich durch gleiche Klimamerkmale wie Lage, Temperatur, Feuchte und Vegetation auszeichnen. Auf dem Weg zur neuen Klimagliederung wurden Klimarasterdaten des deutschen Wetterdienstes von 1971 bis 2000 statistisch ausgewertet und in Zusammenarbeit mit dem Institut für Meteorologie der TU Dresden in Tharandt regionale Rahmenwerte erstellt. Der Vergleich zur bisherigen Klimagliederung zeigt vor allem im Tief- und Hügelland eine deutliche Erhöhung der aktuellen Jahrestemperaturen und abgesenkte Niederschlagsobergrenzen.

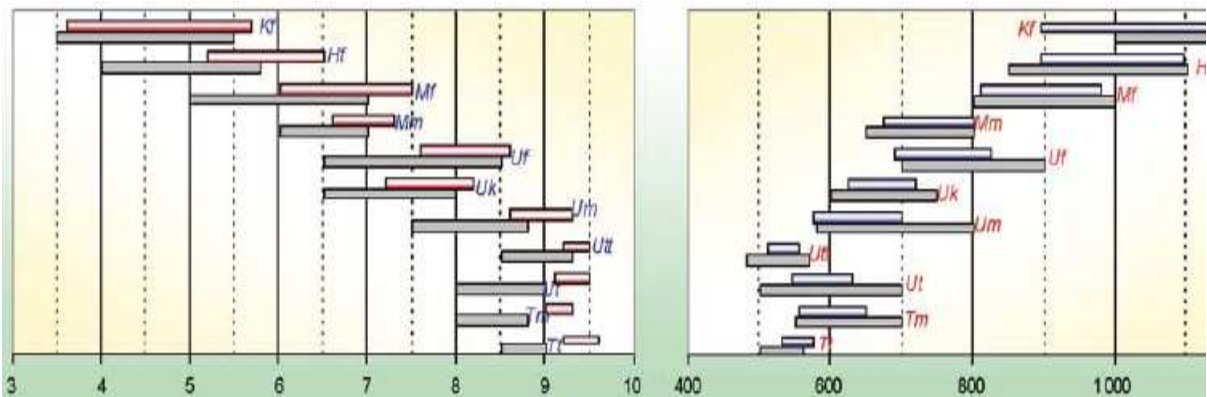


Abb.9: Klimawerte 1901 - 1950 - grau; Werte 1971- 2000 – farbig, für Jahrestemperatur (links) und Jahresniederschlag (rechts), nach:(GEMBALLA und SCHLUTOW, 2007)

GEMBALLA und SCHLUTOW (2007) beschreiben, dass in der neuen Klimagliederung als pflanzenphysiologisch relevante Parameter die Länge der Vegetationszeit, alle Tage mit einer Lufttemperatur $>10\text{ }^{\circ}\text{C}$ und die klimatische Wasserbilanz während dieser Zeit ausgewählt wurden. Mit Hilfe dieser Grunddaten konnte ein Gliederungsrahmen erstellt werden, an dem man sowohl das vorliegende Klima als auch prognostizierte Klimaszenarien klassifizieren kann. Um Verwechslungen mit der bisherigen Klimagliederung auszuschließen, wurden die klimatischen Klassen anders benannt. Die zukünftigen Einteilungen in Sachsen reichen von „stark subozeanisch und winterkalt“ (hoher Niederschlag und relativ geringe Temperaturen) bis hin zu „subkontinental und submediterran“ (geringer Niederschlag und relativ hohe Temperaturen) (GEMBALLA und SCHLUTOW, 2007).

Der Vergleich in Abb. 9 verdeutlicht, dass in den letzten 50 Jahren in Sachsen auf fast allen Standorten eine zunehmende Trockenheit zu verzeichnen war. Nach GEMBALLA und SCHLUTOW (2007) wird das Verdunstungspotenzial auch in Zukunft während der Vegetationszeit höher als die zur Verfügung stehenden Niederschläge sein. Zusätzlich wird mit einer verlängerten Vegetationszeit eine Temperaturverschiebung bis in die wärmsten Klimaklassen einhergehen.

Auf der Basis der neuen Forstlichen Klimagliederung Sachsens wurde von SCHLUTOW und GEMBALLA (2008) der Katalog der Leitwaldgesellschaften und ihrer verwendeten Baumarten erweitert. An den Klimawandel angepasst, werden die neuen Leitwaldgesellschaften nun ökosystematisch den neuen Klimastufen, Bodentypen und Standortsformengruppen zugeordnet.

Als Baumarten kommen nur angepasste Arten mit zu erwartender Vitalität und guten Ertragsleistungen in Frage. In Tab. 6 ist ersichtlich, dass die Edelkastanie in der zukünftigen Leitwaldgesellschaft „Castaneo-Fagetum“ als Mischbaumart aufgeführt wird. SCHLUTOW und GEMBALLA (2008) gehen davon aus, dass die Kastanie auf kräftigen, frostgeschützten Standorten natürlich einwandert und sich dort dauerhaft etabliert.

Tab.6: Beispiele für Leitwaldgesellschaften nach (SCHLUTOW und GEMBALLA, 2008)

wissenschaftlicher Name der Leitwaldgesellschaft	Hauptbaumart (HBA)	Deckungsgrad d. HBA [%]		Wuchshöhe [m]	Mischbaumarten (MBA) Nebenbaumarten	Deckungsgrad der MBA [%]	
		von	bis			von	bis
Asperulo-Fagetum (Lathyrus-Subass.)	Rot-Buche	51	75	32,5	Hänge-Birke	6	25
Castaneo-Fagetum	Rot-Buche	60	90	20,0	Ess-Kastanie	5	10
Cladonio-Pinetum sylvestris	Wald-Kiefer	51	75	12,0		0	0
Coronilla emeri-Quercetum pubescentis (Carex alba-Subass.)	Flaum-Eiche	30	50	10,0	Weißdom, Zerr-Eiche, Feld-Ahorn	20	30
Coronilla emeri-Quercetum pubescentis (typ. Subass.)	Flaum-Eiche	30	50	10,0	Trauben-Eiche, Weißdom	20	30
Eriophoro-Pinetum sylvestris	Wald-Kiefer	26	50	9,5	Moor-Birke	6	25
Potentillo albae-Quercetum petraeae-roboris	Stiel-Eiche	6	25	11,5	Trauben-Eiche, Wald-Kiefer	26	50
Stellario holostaeae-Carpinetum betuli	Hainbuche	26	50	15,0	Stieleiche, Eberesche, Spitz-Ahorn	26	50
Vaccinio uliginosi-Pinetum sylvestris	Wald-Kiefer	51	75	6,5	Moor-Birke	3	5

3.2 Untersuchungsgebiete

Die Untersuchungen der vorliegenden Arbeit wurden auf zwei Probeflächen in Brandenburg und auf einer Fläche in Sachsen durchgeführt. Schwierig gestaltete sich die Aufgabe, geeignete Bestände von Edelkastanie mit annähernd gleichem Alter, der gleichen Standortformengruppe und ausreichender Flächengröße im Reinbestand zu finden. Es gibt nur sehr wenig Bestände in Ostdeutschland. Überwiegend findet man solitäre Bäume in Park- und Schlossanlagen.

Es konnten jedoch geeignete Bestände gefunden werden, was der Experimentierfreudigkeit einiger Förster in den 1960er Jahren zu verdanken ist. In Brandenburg wurden zwei miteinander vergleichbare Bestände (B1 und B2) auf ähnlichem Standort messtechnisch erfasst. Als zusätzlicher Vergleich wurde eine dritte Probefläche (F3) in Sachsen aufgenommen.

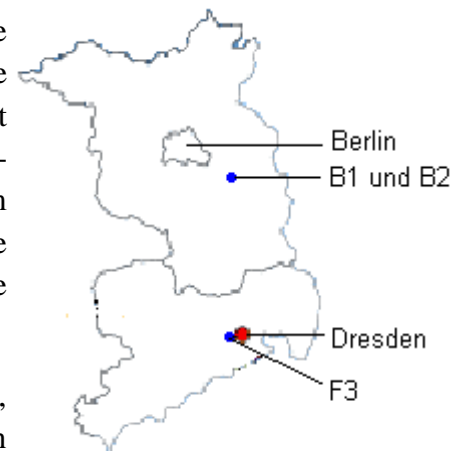


Abb.10: Lage der drei Probeflächen

3.2.1 Brandenburg – Forstrevier Grubenmühle

Die Probeflächen B1 und B2 befinden sich im Revier Grubenmühle des brandenburgischen Bundesforstamtes Neubrück. Dieses Bundesforstamt umfasst über 60 Liegenschaften in vier Landkreisen und erstreckt sich ca. 60 Kilometer süd-östlich von Berlin über eine Gesamtfläche von rund 15.800 Hektar (KÖCHER, 2003).

3.2.1.1 Waldgeschichte

Nach KÖCHER (2003) gehörte fast die gesamte Liegenschaft Storkow bis 1945 zum Eigentum des Königlich- Preußischen Staates und unterlag somit der Forstverwaltung. Nur 20 % des Waldes gehörten der Kommune und ca. 5 % befanden sich im Privateigentum. Bis 1934 wurde der Wald fast ausschließlich im Kahlschlagbetrieb genutzt, danach konzentrierte man sich mehr auf eine pflegliche Bewirtschaftung, erste Pflegehebe wurden durchgeführt (KÖCHER, 2003).

Durch Ankauf, Inanspruchnahme und Rechtsträgerwechsel änderten sich laut KÖCHER (2003) die Eigentumsverhältnisse in den Jahren 1956 bis etwa 1978. Private und kommunale Flächen wurden in die Rechtsträgerschaft des damaligen Ministeriums für Nationale Verteidigung übernommen. Die Bewirtschaftung des Waldes übernahm der damalige Militärforstbetrieb (VEB) Strausberg.

KÖCHER (2003) beschreibt, dass man im Revierteil Grubenmühle ab 1954 damit begann, die Kiefernforste umzubauen. Zu dieser Zeit schuf der damalige Förster BENNEWITZ sein Lebenswerk. Heute wird das Revier durch frühere Experimente mit fremdländischen Baumarten geprägt und so kam es zur Entstehung von neuen Waldstrukturen und wissenschaftlich interessanten Waldbildern. Bis 1995 wurden Bestände mit Küstentanne, Douglasie, Thuja, Coloradotanne, Hemmlocktanne, Scheinzypresse, Edelkastanie, Roteiche und Robinie angelegt (BENNEWITZ, 1993). Als sehr positiv beschreibt BENNEWITZ (1993) vor allem die geschaffene Abwechslung in der Zusammensetzung der Baumarten und die kleinflächige Ausnutzung von Standortunterschieden im Revier.

Infolge der deutschen Einigung und Fortführung der militärischen Nutzung ging die Liegenschaft Storkow 1990 in den Besitz der Bundesrepublik Deutschland über. Heute wird ein großer Teil des Reviers als Truppenübungsgelände durch die Pionierbrigade Storkow und als Messgelände des Pionierstützpunktes „Tarnen und Täuschen“ der Bundeswehr genutzt. Daher wird die Forstwirtschaft erheblich von der militärischen Nutzung geprägt. Beeinträchtigungen bestehen insbesondere durch stark eingeschränkte Begeh- und Befahrbarkeit des Gebietes.

Beide Versuchsflächen B1 und B2 liegen ebenfalls im Gebiet der „Sonderbetriebsklasse militärisch“. Zu Ihrer speziellen Bestandesgeschichte ist vor allem die Herkunft des Saatgutes von großer Bedeutung. Beide Bestände sind vom gleichen genetischen Material, da die Samen von sechs „Mutterbäumen“ aus dem Revier stammen, welche ebenfalls messtechnisch erfasst wurden. Diese Altbäume kommen laut BENNEWITZ (2008) aus Österreich. Sie wurden in den 1930er Jahren im Zuge der Reichsverbinding nach Grubenmühle gebracht.

3.2.1.2 Klima, Geologie und Standortsbeschreibung der Versuchsflächen

Klima

Im norddeutschen Tiefland sind im Gegensatz zum Hügelland und den Mittelgebirgen die Unterschiede in den Klimagrößen, bedingt durch das relativ einheitliche Relief, nur gering ausgebildet. Zur klimatischen Abgrenzung wird die mittlere Niederschlagssumme als wichtigste Kenngröße herangezogen. Das Untersuchungsgebiet befindet sich in der Klimastufe „trockenes Tieflandsklima“ (Tt), welches zum Frankfurter Klima gehört.

Aus KRONZ und MÖNKEMEYER (2001) liegen Klimadaten aus Messreihen der Stationen Lindenberg (Lin) und Storkow (Sto) über den Zeitraum von 1951 bis 1980 vor:

- mittlerer jährlicher Niederschlag 520 mm (Sto)
- mittlerer jährlicher Niederschlag in der Vegetationszeit (V-IX) 270 mm (Sto)
- mittlere Jahrestemperatur 8,5 °C (Lin)
- mittlere Temperatur im Monat Juli 17,9 °C (Lin)
- mittlere Temperatur in der Vegetationszeit (V-IX) 15,8 °C (Lin)

Laut KOTIRA (2000) ist im April mit Beginn der Vegetationsperiode ein stetiger Anstieg der Niederschläge zu verzeichnen. Die höchsten Niederschläge werden in den wärmsten Monaten gemessen. Die Wintervorbereitung der Pflanzen beginnt Ende September bis Oktober, wenn die Temperatur unter 10 °C sinkt. Knapp 60 % des Jahresniederschlages fallen in der Vegetationsperiode.

Geologie

Das Untersuchungsgebiet wurde vor ca. 90.000 - 30.000 Jahren im Pleistozän durch die Weichselkaltzeit geprägt und erstreckt sich als Grundmoränenlandschaft im Bereich des Brandenburger Stadiums. Laut JUSCHUS (2002) kam es durch das Vorrücken des Vergletscherungsschildes zu häufigen Stauchungen und Aufschiebungen der Bodenschichten. Dies erklärt heute den häufigen Wechsel der verschiedenen Ablagerungsschichten im Bodenprofil. Beim Rückschmelzen des Inlandeis entstanden zahlreiche, das Wuchsgebiet prägende Talsandflächen und durch die Schmelz-wasserabflussbahnen ein vielgliedriges Netz von glazifluviatilen Rinnen mit zahlreichen langgestreckten Seen. Heute wird das Revier auf sehr engem Raum von einer für das Norddeutsche Tiefland bedeutenden Reliefenergie geprägt. Die höchste Erhebung liegt bei 104 m ü. NN. Viele Becken, Kessel und Rinnen, die teilweise noch Seen enthalten oder schon vermoort sind, werden laut KOTIRA (2000) generell als charakteristisch für dieses Gebiet genannt.

Die Liegenschaft Storkow befindet sich im Wuchsgebiet Mittelbrandenburger Talsand- und Moränenland, welches in mehrere Wuchsbezirke untergliedert ist. Speziell über das Forstrevier Grubenmühle erstreckt sich nach KOTIRA (2000) der Wuchsbezirk „Beeskower Platte“.

Standortsbeschreibung der Versuchsfläche B1:

Die Untersuchungsfläche B1 (hellblaues Quadrat, Abb. 11) in Abteilung 241 a⁴ im Mittelbrandenburger Talsand und Moränenland auf der Beeskower Platte liegt an einer Mulde mit mäßig geneigtem Hang nördlicher Richtung in 60 – 75 m ü. NN. Überwiegend wird der Standort als ein mittelfrischer, mäßig nährstoffhaltiger Sand mit mäßig frischem, rohhumusartigem Moder ausgewiesen [M2(S),mRM] und nur ein geringer Teil wird als trockener, ziemlich armer Sand mit trockenem, rohhumusartigem Moder beschrieben [Z3(S),tRM] (Abb. 11) (FOWIS-BUNDESFORST, 2003) . Die Standortgruppe der mittelfrischen, mäßig nährstoffreichen Sande nehmen im Revier Grubenmühle die größten Flächen ein. KOTIRA (2000) beschreibt diese Böden als tiefgründig und anlehmig mit meist mittelkörnigem Substrat. Durch den relativ hohen Tongehalt wird er als bindemittelreich eingestuft. Meist sind im Unterboden Lehmänder oder -nester mit bis zu 16 cm Mächtigkeit vorhanden. Dadurch besitzt der Boden im Gegensatz zu den reinen Sanden ein höheres Wasserhaltevermögen (KOTIRA, 2000).



Abb.11: Lage B1 in Standortskarte (KOTIRA,2000) (nicht Maßstab getreu)

Die Standortgruppe „ziemlich arm“ kommt nach Beschreibungen von KOTIRA (2000) häufig auf Kuppen, Rücken oder exponierten Südhängen vor, wie auch zu geringem Teil auf dieser Probestfläche. Aufgrund des

meist mittelkörnigen Substrates mit bindemittelarmen Sanden und eingelagertem Geschiebe haben diese Böden im Gegensatz zum überwiegenden Substrat eine geringe Wasserspeicherkapazität (KOTIRA, 2000).

Bei beiden Standortgruppen gibt KOTIRA (2000) als Bodenform Sandbraunerde an und beschreibt den Standort als leicht sauer, worauf auch die Humusform (rohhumusartiger Moder) hindeutet.

Im Datenblatt des FOWIS-BUNDESFORST (2003) wird als Potentiell Natürliche Vegetation für dieses Gebiet ein Hainrispen - Winterlinden - [Winterlinden] – Traubeneichen - Wald (Spitzahorn, Hainbuche, Birke) ausgewiesen. Als Waldentwicklungstyp wird ein Buchen - Eichen Wald in der Planung angestrebt.

Standortsbeschreibung der Versuchsfläche B2:

Die Versuchsfläche in Abteilung 206 b¹ befindet sich ebenso im Mittelbrandenburger Talsand und Moränenland auf der Beeskower Platte an einer Mulde mit einem schwach geneigten Hang süd bis östlicher Richtung in 55 – 80 m ü. NN. Auch hier wird der Standort zum überwiegenden Teil als ein mittelfrischer, mäßig nährstoffhaltiger Sand mit mäßig frischen, rohhumusartigen Moder ausgewiesen [M2(S),mRM]. Im nördlichen Teil der Fläche befindet sich ein Ausläufer von mittelfrischen, ziemlich armen Sand auf mäßig frischem, rohhumusartigen Moder [Z2(S),mRM] (Abb. 12) (FOWIS-BUNDESFORST, 2003). Die Bodeneigenschaften sowie Bodenform sind nach KOTIRA (2000) analog zur Probestfläche B1.

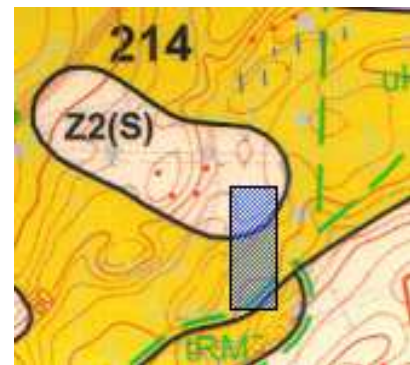


Abb.12: Lage B2 in Standortskarte (LUFTBILD BRANDENBURG GmbH, 1999) (nicht Maßstab getreu)

Im Datenblatt des FOWIS-BUNDESFORST (2003) wird als Potentiell Natürliche Vegetation ein Hainrispen - Winterlinden - [Winterlinden] – Traubeneichen - Wald (Spitzahorn, Hainbuche, Birke) ausgewiesen. Als Waldentwicklungstyp wird ein Eichen – Kiefern - Wald mit eingemischten Laubbäumen mit niedriger Umtriebszeit (Birke, Aspe, Weide) in der Planung angestrebt.

3.2.2 Sachsen – Forstrevier Tharandt

Die dritte Probestfläche befindet sich, wie schon im Punkt 3.2 erwähnt, in Sachsen. Genauer liegt die Versuchsfläche F3 im Forstbezirk Bärenfels, Revier Tharandt.

Der Forstbezirk befindet sich im mittleren Teil Sachsens. Er umfasst nach Angaben von STAATSBETRIEB SACHSENFORST (2008) 14 Reviere und erstreckt sich mit einer Waldfläche von 26.930 Hektar von Wilsdruff und Freital im Norden bis an die tschechische Grenze im Süden. Die aufgenommene Versuchsfläche im Revier Tharandt befindet sich in der Gemeinde Freital, im nur 300 m breiten „Weißiger Wald“, welcher auf einer südöstlich abfallenden Hochfläche liegt.

3.2.2.1 Klima und Standortbeschreibung der Versuchsfläche

Klima

Nach FIEDLER und HOFMANN (1978) befindet sich dieser Waldteil im forstlichen Wuchsgebiet „Nordabdachung des Erzgebirges“. Auf der Standortskarte wird für dieses Gebiet die Kreischeaer Makroklimaform ausgewiesen, welche nach STAATSBETRIEB SACHSENFORST (2004) durch folgende Klimadaten geprägt ist.

- mittlere Jahrestemperatur [°C] 8,2 bis 9,2
- mittlerer Jahresniederschlag [mm] 630 bis 720
- mittlerer Niederschlag Mai - Sept. [mm] 330 bis 380
- mittlere Wasserbilanz Mai – Sept. [mm] -90 bis -20
- Vegetationstage 160 bis 175

Standortsbeschreibung der Versuchsfläche F3

Die dritte Probestfläche F3 befindet sich in Abt. 169 a⁵ des heutigen Reviers Tharandt und wird im Wirtschaftsbuch (STAATSBETRIEB SACHSENFORST, 2006) als Nebenbestand (Bestand 2) von 0,5 ha Größe ausgewiesen. Die Versuchsfläche liegt an einem schwach bis mäßig geneigten,

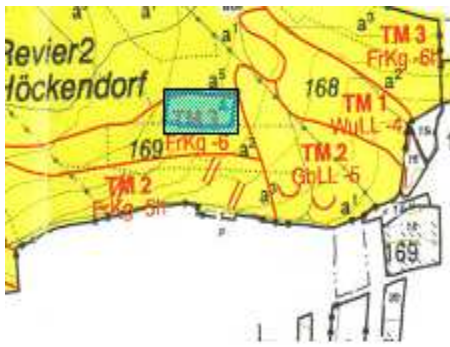


Abb.13: Lage F3 in Standortskarte
(STAATSBETRIEB SACHSENFORST, 2000)
(nicht Maßstab getreu)

ostexponierten Mittelhang, welcher als befahrbar ausgewiesen ist. Nach der Standortskarte wird das Gebiet klimatisch zur Höhenstufe der unteren, mäßig trockenen Lagen [Um] gezählt (180 – 350 m ü. NN), in denen die Kreischeaer Makroklimaform herrscht. Der Standort wird als terrestrisch und trocken mit mittlerer Nährkraftstufe [TM3] beschrieben. Als Lokalbodenform findet man hier nach SCHWANECKE (1993) die Freitaler Konglomerat – Braunerde [FrKg-6] vor (Abb. 13). Der Substrattyp setzt sich laut SCHWANECKE (1993) aus mittelgründigen Lockerdecken mit mittleren Skelettanteilen im Feinboden zusammen, was aus Konglomeratverwitterung aus der Zeit des Rotliegenden hervorgeht. SCHWANECKE (1993) bezeichnet das hier vorliegende Konglomerat aus Porphyry als Halbfestgestein.

Als Bestandeszieltyp wird hier nach STAATSBETRIEB SACHSENFORST (2006) der Buchen – Nadelbaumtyp ausgewiesen, was auf den guten Standort und das Fehlen von potentiellen Standortgefährden zurückzuführen ist. Dieses Gebiet ist weder Schneebruch oder Sturmwurf gefährdet, noch der Gefahr der Frostlage ausgesetzt (vgl. EISENHAEUER et al., 2005).

4 Methodik

4.1 Aufnahmemethodik

4.1.1 Versuchsflächenanlage

Die Edelkastanie kann man im Revier Grubenmühle relativ häufig in allen Entwicklungsstufen unter sämtlichen Mischungsformen zum Beispiel mit Robinie, Buche und Kiefer finden. Die Schwierigkeit der Versuchsflächenanlage bestand nun darin, zwei miteinander vergleichbare Bestände in diesem reich strukturierten Revier zu finden. Ein Jahr später wurde die dritte Versuchsfläche in Sachsen (F3) aufgenommen. Folgende Kriterien mussten alle Versuchsflächen erfüllen, um die Vergleichbarkeit der Untersuchungsergebnisse zu ermöglichen:

- Edelkastanienreinbestand
- möglichst ähnliche Standortverhältnisse
- gleiche Altersstufe, mindestens im Jungbestandalter

Tab.7: Bestandeskenndaten der Probeflächen

Versuchsfläche	Brandenburg B1	Brandenburg B2	Freital F3
Bundesland/ Revier	Brandenburg/Grubenmühle		Sachsen/Tharandt
Abt., Uabt., Tfl.	241 a ⁴	206 b ¹	169 a ⁵
Flächengröße [m ²]	3600	2728	2805
Alter ^(Aufnahmejahr) [Jahre]	40 ⁽²⁰⁰⁸⁾	47 ⁽²⁰⁰⁸⁾	44 ⁽²⁰⁰⁹⁾
Höhenlage [m ü. NN]	60 – 75	55 – 80	250 - 360
Exposition	Nord-Ost	Süd-Ost	Ost
Relief	Oberhang	Mittelhang	Mittelhang
Neigung	mäßig	schwach-mäßig	schwach-mäßig
Geologie	bindemittelarmer Sand und eingelagertes Geschiebe		Konglomerat aus Porphy
Bodentyp	Sandbraunerde		Konglomerat – Braunerde
Standort	[M2(S),mRM]90% [Z3(S),tRM] 10%	[M2 (S),mRM]90% [Z2(S),mRM]10%	[Um,TM3]
Mittlerer jährlicher Niederschlag [mm]	520	520	675
Jahresmitteltemperatur [°C]	8,5	8,5	7,2

Versuchsfläche B1 und B2

Die erste Probefläche in Abteilung 241 a⁴ wurde als Quadrat 60 m x 60 m angelegt, die zweite als Rechteck von 44 m x 62 m. Der Grundgedanke der Flächengrößenbestimmung beruht darauf, dass zum Erntealter der Bäume auf der Versuchsfläche 50 Altbäume stehen sollen. Es wird angenommen, dass die Edelkastanie im Umtriebsalter einen Kronendurchmesser von 8 m erreicht hat. Das entspricht einer Kronenüberschirmungsfläche von 64 m² pro Baum im Erntealter. Bei 50 Individuen im Endbestand erfordert das eine Probeflächengröße von 3.200 m². B1 wurde etwas größer mit 3.600 m² angelegt, damit die Kronen der Altbäume nicht zwangsläufig ineinander greifen und sich ein geschlossenes, bis lockeres Kronendach im Endbestand ausbilden kann. Die Ausdehnung der zweiten Versuchsfläche B2 wurde jedoch durch die geringe Größe des Edelkastanienbestandes auf nur 2.728 m² beschränkt. Bei Wahl einer größeren Fläche wäre durch das Einwirken zu vieler Mischbaumarten der angestrebte Reinbestandscharakter verloren gegangen und dies würde somit aufgrund interspezifischer Konkurrenz zur Verfälschung der Ergebnisse führen. Alle Bestandesdaten werden als Hektarwerte berechnet und sind somit trotz unterschiedlicher Probeflächengrößen vergleichbar.

Die Flächen wurden so angelegt, dass die Randwirkungen aufgrund sich ändernder Lichtverhältnisse von Nachbarbeständen oder Wegen möglichst gering sind, indem ein Abstand von einer halben Baumlänge nicht unterschritten wurde. Die Randbäume der Flächen wurden alle mit einem roten Punkt nach außen hin markiert, damit die Grenzen der Fläche eindeutig nach allen Seiten sichtbar sind. Alle vier Eckpunkte wurden mit Kompass und drei Maßbändern eingemessen, die Seitenflächen mit Schnüren abgespannt und eingewinkelt. Auf den robusten Eckpfählen aus Edelkastanienholz befindet sich jeweils ein Nagel, der den exakten Treffpunkt zweier Flächenseiten darstellt. Die Pfähle wurden mit roter Farbe dauerhaft markiert.

Alle Bäume sind fortlaufend und nicht nach Baumart getrennt nummeriert. Zudem wurden sie mit einem Strich am Bhd gemäß KRAMER und AKÇA (2008, S.46) in 1,3 m Höhe über dem Mineralboden durch weiße Holzfarbe dauerhaft markiert. Die Markierung wurde an der wetterabgewandten Seite im Osten angelegt, unabhängig davon, ob sie vom Weg aus sichtbar ist, da im militärischen Sperrgebiet nicht mit Vandalismus zu rechnen ist.

Probefläche F3

In Abt. 169 a⁵ des Forstreviers Tharandt befindet sich die als Rechteck von 85 m x 33 m angelegte, dritte Versuchsfläche F3. Diese 2.805 m² große Fläche konnte wie die Probefläche B2 nicht weiter ausgedehnt werden, da sonst der Reinbestandscharakter verloren gegangen wäre. F3 wurde nach dem gleichen Schema wie die Probeflächen B1 und B2 angelegt. Die Markierung der Bäume durch den Bhd-Strich erfolgte hier jedoch auf der vom Weg abgewandten Nordseite des Stammes. Die Baumnummern wurden am Stammfuß angelegt, da aufgrund einer hohen Besucherfrequenz hier mit Vandalismus zu rechnen ist.

Zusätzlich zu den drei Probeflächen wurden die sechs Mütterbäume der Bestände B1 und B2 in Abt. 234 a⁴ des Forstreviers Grubenmühle aufgenommen. Es wurden ebenfalls alle Dimensionsgrößen wie Höhe, Brusthöhendurchmesser, Umfang und die Kronenradien in vier Himmelsrichtungen der etwa 80 jährigen Bäume gemessen.

4.1.2 Messung der Wachstumsgrößen und Ermittlung der Koordinaten

Alle Bestände wurden einer Vollaufnahme unterzogen, um möglichst genaue Ergebnisse zu erzielen. Dabei konnten die jeweiligen Durchmesser in 1,3 m Höhe am Stamm, die Baumhöhen, Kronenansatzhöhen und vier Kronenradien aller 1.384 Bäume ermittelt werden.

Es sind alle Brusthöhendurchmesser der Bäume am Bhd- Strich mit Hilfe einer Kluppe auf den Millimeter genau bestimmt worden. Jeder Stamm erhielt durch das Kluppen über Kreuz (die zweite Messung zur ersten um 90° versetzt) zwei Durchmesserwerte, welche dann gemittelt und auf eine Kommastelle genau abgerundet wurden. Bei Stockausschlägen wurde jede Lode als Einzelbaum vermessen und besonders markiert. Bei Stammverletzungen in 1,3 m Höhe wurde jeweils in 1,1 m und 1,5 m Höhe am Stamm kreuzweise gekluppt und dann der Mittelwert aus den vier Einzelwerten gebildet. Die Zwischenhöhen konnten ebenfalls am Stamm dauerhaft markiert werden.

Baumhöhen und Kronenansätze konnten nach dem trigonometrischen Prinzip (vgl. PRETZSCH 2002, S.91) mit dem digitalen Ultraschall-Baumhöhenmessgerät *Forester Vertex 4.1* dezimetergenau gemessen werden. Stichprobenartige Nachmessungen erfolgten mit dem Höhenmesser *BLUME – LEISS*, um eventuelle witterungsbedingte Messfehler zu umgehen. Der Ansatz der Kronen wurde in der Höhe des untersten, grünen Primärastes definiert, wobei Klebäste, Wasserreiser und Zwieselbildung keinen Einfluss auf diese Festlegung haben und somit nicht als Kronenansatz gewertet wurden (vgl. PRETZSCH 2002, S.95).

Die Kronenradien wurden über die Tangential-Hochblickmethode in vier Himmelsrichtungen ermittelt und auf Dezimeter genau notiert. Da die Kronen überwiegend gleichmäßig geformt sind, war eine Beschränkung auf vier Messradien möglich (vgl. RÖHLE und HUBER, 1985). Von einer Ablotung mittels Dachlot oder Kronenspiegel wurde aus Zeitgründen abgesehen.

Mit Hilfe von einem 100 m langen Stahl-Maßband und mehreren 50 m langen Maßbändern konnte über die Flächen jeweils ein genaues Raster von 10 m x 10 m Größe gelegt werden. Jedem Baum wurde eine kartesische X und Y Koordinate zugeordnet und alle Stammfußpunkte genau bestimmt. Auf diese Weise war es möglich, die absolute Position der Bäume in einem Koordinatensystem nach *GAUSS-KRÜGER* darzustellen.

Die Aufnahme der Dimensionsgrößen auf den Flächen B1 und B2 erfolgte im Frühjahr 2008, während die Grunddaten von Versuchsfläche F3 im Frühjahr 2009 ermittelt wurden. Im Sommer 2009 wurden auf den drei Flächen die Stammfußkoordinaten von 1.385 Bäumen bestimmt.

4.1.3 Rekonstruktion der Bestandesgeschichte

Da keine genauen Angaben zu Vornutzungen oder zu Pflegeeingriffen auf den drei Probeflächen bekannt waren, wurden alle vorhandenen Stöcke auf den Flächen aufgenommen. Somit konnte der ausgeschiedene Bestand ermittelt und die jüngere Bestandesgeschichte rekonstruiert werden. Eine Altersansprache über Jahrringzählung war ohne Schwierigkeiten möglich, da das dauerhafte Holz, wie in Kap.3.1.2 beschrieben, erst nach 15 bis 20 Jahren zur Verrottung neigt und daher die Jahrringe gut erkennbar blieben. Durch das Kluppen über Kreuz an den Stöcken konnte der Durchmesser in 10 cm Höhe ($d_{0,1}$) auf den Millimeter genau bestimmt werden. Die Volumen und Grundflächenbestimmung des ausscheidenden Bestandes erforderten eine Rekonstruktion des Brusthöhendurchmessers in 1,3 m Höhe ($d_{1,3}$) aus dem Stockdurchmesser $d_{0,1}$. Um diesen zu ermitteln, wurden zusätzlich bei 40 Bäumen auf jeder Fläche der $d_{0,1}$ und $d_{1,3}$ in einem vergleichbarem Durchmesserpektrum gemessen. Weitere Ausführungen dazu sind im Kapitel 4.2.1.3 zu finden.

4.1.4 Durchforstungsplanung und Z-Baum-Auswahl

Der Bestand B2 konnte in Zusammenarbeit mit dem zuständigen Revierleiter Herrn Peters in Form einer Mischung aus Z-Baum- Auswahl und freier Durchforstung ausgezeichnet werden. Die Bestände B1 und F3 wurden im Rahmen der vorliegenden Arbeit nach dem gleichen Schema behandelt.

Auf den Flächen sind nur diejenigen Bäume als Zukunftsbäume mit rotem Band markiert worden, welche alle Kriterien für einen vitalen, qualitativ hochwertigen, gesunden und stabilen Endbestand erfüllen (vgl. DENGLER, 1990, S. 204 ff). Dies sind zum Beispiel Bäume mit bester Schaftform und -qualität aus dem vorherrschenden bzw. herrschenden Bestand mit großen, gleichmäßig ausgeprägten, vitalen Kronen. Auf diese Bäume sollen sich in Zukunft alle Behandlungen des Bestandes konzentrieren, da diese die Zuwachsträger sind und bis zum Erreichen ihres Zieldurchmessers erhalten und systematisch gefördert werden sollen (vgl. PRETZSCH, 2002, S.119).

Um diese Individuen langfristig zu fördern, wurden ein bis zwei Konkurrenten bzw. Bedränger pro Z-Baum mit einem gelben Band als ausscheidender Bestand markiert. Bei einer relativ hohen Anzahl von Ausleseebäumen und wenigen Individuen im Bestand, z.B. in B2 und F3, wurden in den geringen Zwischenräumen keine weiteren Pflegeeingriffe vorgesehen. Auf der Probefläche B1 wurden durch die relativ geringe Anzahl der Z-Bäume und den hohen Dichtstand des restlichen Bestandes Pflegemaßnahmen im Zuge einer Freien Durchforstung angezeichnet. Ohne direkt Z-Bäume auszuweisen und zu fördern, sollten hier systematisch die Bäume mit den besten Kronen- und Schaftqualitäten gegenüber schlechter veranlagten Bäumen bevorzugt werden (vgl. BURSCHEL und HUSS, 2003; S. 355).

4.1.5 Bestimmung der Baumklassen und Qualität

- *soziale Baumklassen*

Zur Bewertung der sozialen Struktur der Bestände wurden alle Individuen auf den Versuchsflächen anhand der Kronenausdehnung und der relativen Höhe in fünf Baumklassen nach KRAFT (KRAMER und AKÇA 2008, S. 168) eingeteilt.

Aus praktischen Gründen wurde lediglich die 5. Baumklasse abweichend von dem Wortlaut nach KRAFT wie folgt definiert:

- 5a: Ganz unterständige Stämme mit absterbenden Kronen und teilweise Reiserbildung im unteren Stammbereich.
- 5b: Ganz unterständige Stämme mit abgestorbenen Kronen.

Ziel war es, in einer Klasse alle von natürlicher Mortalität betroffenen Individuen darzustellen. Aus diesem Grund wurde die fünfte Baumklasse in leicht abgewandelter Form zu KRAFT definiert.

- *Qualitätsansprache*

Anschließend an die Einordnung in Baumklassen erfolgte bei 20 % aller Bäume auf den Flächen eine optische Qualitätsansprache. Bei dieser Beurteilung des Wertes der Stämme wurde der Baum ab Wurzelanlauf bis zum Kronenansatz in Güteklassenabschnitte nach HKS (Forst-Handelsklassensortierung) von CRAMER und SCHOLZ (1994) eingeteilt (Abb. 14) (Siehe Anhang A auf CD).

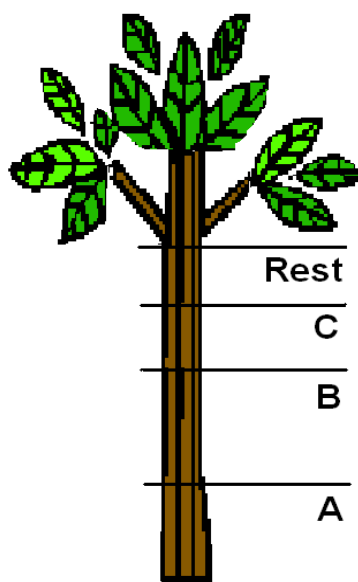


Abb.14: Sortierung in Güteklassen bis Kronenansatz

Über „stehend Sortierung“ wurden die Abschnitte nach den Qualitätskriterien von Buche und Eiche in die Güteklassen A/EWG, B/EWG oder C/EWG sortiert. Stammabschnitte, welche bis zum Kronenansatz aufgrund ihrer geringen Qualität nicht in die Güteklasse C/EWG sortiert werden konnten, wurden als nicht sägefähiger „Rest“ ausgewiesen.

Die Auswahl der Bäume erfolgte systematisch. Es wurden alle Bäume nach der Größe des Bhd und mit Hilfe des Tabellenkalkulationsprogramms von MICROSOFT EXCEL sortiert und jeder fünfte Baum in seiner Qualität angesprochen. So konnte sichergestellt werden, dass Bäume aller repräsentativen Durchmesserklassen berücksichtigt wurden, um später eine Aussage über die Bestandesqualität treffen und auch die Probeflächen miteinander vergleichen zu können. Zusätzlich wurde in allen Beständen eine qualitative Bewertung der markierten Z-Bäume vorgenommen, um eine erste Aussage über die Qualitätsunterschiede der zukünftigen Bestände treffen zu können.

Die Edelkastanie wurde nach den HKS Qualitätskriterien in verschiedene Güteklassen und Abschnittslängen sortiert. Zur besseren Längenschätzung der Abschnitte wurde, wenn nötig, mit einer 7 m langen Teleskopmessstange oder einem Zollstock (2 m) gearbeitet.

Das unter Tab. 8 aufgeführte Aufnahmeblatt wurde für jeden 5. Baum des Bestandes sowie zur qualitativen Beschreibung der Z-Bäume ausgefüllt. Die verschiedenen sortierentscheidenden Merkmale der einzelnen Güteklassen und die aufgenommenen Schadkriterien werden ausführlich in der Legende in Anhang B auf CD erläutert.

Tab.8: Aufnahmeblatt zur Qualitätsansprache der ausgewählten Bäume im den Probeflächen

Baum Nr.	Güteklasse HKS	sortierentscheidendes Merkmal	Abschnittlänge [m]	biotische Schäden	abiotische Schäden	Stamm-schäden
	A					
	B					
	C					
	Rest					

Um die Qualitätsmerkmale übersichtlich zu ordnen und in ein System zu bringen, wurde eine Matrix zur Auswertung entwickelt, welche im Kap. 4.2.5 näher beschrieben wird.

Zusätzlich wurden einzelne Probebaumfällungen in den Versuchsflächen in Brandenburg durchgeführt, um den Einfluss im Holz von Schadmerkmalen am Stamm zu untersuchen.

4.2 Auswertemethodik

4.2.1 Aufbereitung der Flächendaten

Die drei Probeflächen wurden neu als Dauerversuchsflächen angelegt und alle in Kap. 4.1 erläuterten Rohdaten mit Hilfe der Software MICROSOFT EXCEL 2000 in ein zur Auswertung geeignetes System gebracht und aufbereitet. Dabei wurden alle relevanten, ertragskundlichen Stabilitäts- und Strukturparameter berechnet und graphisch dargestellt.

Zur qualitativen Bewertung der Bestände und der Z-Bäume wurde eine geeignete Matrix entwickelt und ebenfalls mit MICROSOFT EXCEL 2000 ausgewertet.

4.2.1.1 Einzelbaumauswertung und Kronenparameter

- *Grundfläche* ($g_{1,3}$) Die Grundfläche des Baumes wird aus dem Brusthöhen-
durchmesser ($d_{1,3}$) in 1,3 m Höhe am Stamm ermittelt
und in cm^2 angegeben.

$$g_{1,3} = \frac{\pi}{4} \cdot d_{1,3}^2$$

- *Volumen* (v) Das Einzelbaumvolumen wird in m^3 angegeben. Zur
Berechnung benötigt man die Grundfläche ($g_{1,3}$), die
Baumhöhe und die unechte Formzahl ($f_{1,3}$).

$$v = g_{1,3} \cdot h \cdot f_{1,3}$$

- *unechte Formzahl* ($f_{1,3}$)

Die unechte Formzahl ist eine dimensionslose Verhältniszahl aus dem tatsächlichen Volumen (v) eines Baumes und demjenigen einer Bezugswalze (WENK, 1973). Zur Berechnung des Derbholzvolumens (V_{Dh}) für Edelkastanie wird die Derbholzformzahl (f_{ZDh}) der Buche nach WENK (1964) verwendet (aus: METTE und KORELL, 1986).

$$\text{Buche (WENK, 1964) : } f_{ZDh} = \frac{(0,482(h-1) + 0,1145 h \left(\frac{d_{1,3} - 12}{1,8 d_{1,3} - 10} \right)) \cdot 0,98}{h}$$

- *Standfläche*

Die Einzelbaumstandflächen wurden über das von RÖMISCH am Institut für Waldwachstum und Forstliche Informatik der TU Dresden im Jahr 1991 entwickelte Programm „[...] zur Berechnung von Baumstandflächen im Rasterverfahren nach dem Polygon- und dem Kreisbogenmodell [...]“ berechnet (RÖMISCH, 1993). Bei diesem Standflächenmodell wird jedem Baum eine spezifische Anteilsfläche im Bestand zugeordnet. Als wichtigste Bestimmungsgröße gilt der $d_{1,3}$ (Bhd) jedes Baumes, da dieser durch Potenzieren den größten Einfluss auf die errechnete Standfläche hat.

Zu den Berechnungen in dieser Arbeit wurde der Exponent 1,5 für das Kreisbogenmodell gewählt. Baumart, Baumnummer mit den jeweiligen Koordinaten und die Eckpunkte der Flächen waren als weitere Angaben zur Standflächenermittlung nötig. Die Randbäume wurden bei der Auswertung nicht mit beachtet, da ihre über die Probefläche hinausreichenden Standflächen nicht genau ermittelt werden konnten.

- *Kronenparameter (Breite, Länge, Kronengrundfläche)*

Die Kronenbreite ist der doppelte Kronenradius (KRAMER und AKÇA 2008, S.43). Mit der Berechnung des arithmetischen Mittels der vier gemessenen Kronenradien wird der mittlere Kronenradius eines Baumes bestimmt und verdoppelt.

Die Kronenlänge wird über die Differenz zwischen Baumhöhe und Kronenansatz dezimetergenau errechnet.

Die Berechnung der Kronengrundfläche erfolgte über die im Gelände gemessenen Kronenradien nach dem Teilkreismodell (RÖHLE und HUBER, 1985). Bei diesem Modell findet jeweils der arithmetische Mittelwert zweier benachbarter Radien Eingang in die Berechnung der Teilkreise. Der aufaddierte Summenwert der vier Teilkreisflächen stellt die Kronengrundfläche dar.

$$F_{\text{TKR}(1)} = \left(\frac{r_N + r_O}{2} \right)^2 \cdot \left(\frac{\pi}{4} \right)$$

$F_{\text{TKR}(1)}$: Teilkreisfläche 1

r_N : Nord – Radius

r_O : Ost – Radius

4.2.1.2 Berechnung der Bestandeskennwerte

- *Grundfläche, Volumen und Stammzahlen*

Die Bestandesgrundfläche (G) und das Bestandesvolumen (V) wird aus der dazugehörigen Summe der Einzelbaumwerte ($g_{1,3}$ und v) errechnet und ebenso wie die Stammzahlen (N) als Hektarwert angegeben.

- *Durchmesser*

Der Durchmesser des Grundflächenmittelstammes (d_g) wird aus der Bestandesgrundfläche (G) und der Anzahl der Bäume (N) ermittelt. Der Oberdurchmesser (d_{100}) hingegen wird aus der mittleren Grundfläche der 100 stärksten Bäume pro Hektar berechnet. Beide Durchmesserwerte werden in Zentimeter angegeben (PRETZSCH, 2002).

$$d_g = \sqrt{\frac{4 \cdot G}{\pi \cdot N}} \qquad d_{100} = 2 \cdot \sqrt{\frac{g_{100}}{\pi}}$$

- *Bestandeshöhenkurve*

Die Bestandeshöhenkurven wurden mit der nachfolgenden Funktionsgleichung nach MICHAÏLOW erstellt, da diese sich nach PRETZSCH (2002) für gleichaltrige und einschichtige Reinbestände bewährt hat und im Gegensatz zu anderen Funktionen die plausibelsten Kurven mit den höchsten Bestimmtheitsmaßen lieferte. Mit einem dafür ausgerichteten Programm (Solver in MICROSOFT EXCEL 2000) wurden diese graphisch dargestellt und gleichzeitig Ausreißer eliminiert.

$$h = A \cdot e^{\frac{B}{d_{1,3}}} + 1,3 \qquad A, B = \text{Regressionskoeffizienten}$$

- *Höhen (Mittel- und Oberhöhe)*

Die Höhe des Grundflächenmittelstammes (h_g) und die Oberhöhe (h_{100}) werden über dem jeweiligen Durchmesser (d_g und d_{100}) über der Bestandeshöhenkurve nach MICHAÏLOW abgetragen und in Meter angegeben.

- *Stabilitätsparameter (Schlankheitsgrad, Kronenprozent)*

Der Schlankheitsgrad, oder auch h/d-Verhältnis genannt, wird aus dem Quotient von Baumhöhe (h) und Brusthöhendurchmesser ($d_{1,3}$) ermittelt und mit 100 multipliziert. Vorrangig wird dieses Verhältnis genutzt, um Aussagen über die Stabilität von

Nadelbaumbeständen zu treffen. In der vorliegenden Arbeit wird der Schlankheitsgrad jedoch als Einzelbaum oder Bestandeskennwert verwendet, um Stabilitätsunterschiede zwischen den Edelkastanienbeständen besser charakterisieren zu können. „Für Laubbäume gilt grundsätzlich derselbe Zusammenhang zwischen Schlankheitsgrad und Festigkeit des Stammes. Durch die meist größere Holzdicke und infolge des Laubabwurfs im Winterhalbjahr sind Laubbäume bei gleichem h/d-Wert jedoch meist deutlich stabiler als Nadelbäume.“ (BURSCHEL und HUSS, 2003, S. 96). Aus diesem Grund wurde die herkömmliche h/d-Definition für Nadelbäume in Kap. 5.4.1 in leicht abgewandelter Form verwendet.

Das Kronenprozent gibt Auskunft über den Bekronungsgrad eines Baumes und wird gemäß KRAMER und AKÇA (2008, S. 43) als prozentualer Anteil der Kronenlänge an der Gesamtbaumhöhe errechnet.

4.2.1.3 Analyse der Ertragsleistungen

- *Vornutzung (VN)*

Wie in Kap. 4.1.3 beschrieben, wurden alle Durchmesser der in der Vornutzung ausgeschiedenen Bäume auf den Versuchsflächen in 0,1 m Höhe am Stock gemessen. Bei 40 Vergleichsbäumen des aktuellen Bestandes wurden die Durchmesser in 0,1 und 1,3 m Höhe am Stamm und die jeweilige Baumhöhe ermittelt. Mittels Regressionsgleichung konnten somit die Höhen- und Durchmesserwerte ($d_{1,3}$) der aus dem Bestand entnommenen Bäume zum Zeitpunkt ihrer Ernte rekonstruiert werden. Hierfür wurden die gemessenen Stockdurchmesser ($d_{0,1}$) in die jeweilige Regressionsfunktion, welche das höchste Bestimmtheitsmaß lieferte, eingesetzt. In Abb. 15 sind die Ausgleichsfunktionen des im Zuge der Vornutzung entnommenen Bestandes aus Probefläche B1 in Brandenburg dargestellt. Die linke Grafik zeigt die ermittelten Baumhöhen über dem Stockdurchmesser ($d_{0,1}$) und die rechte Grafik die Brusthöhendurchmesser ($d_{1,3}$). Im Anhang C befinden sich die Regressionsfunktionen zu den Probefläche B2 und F3 (auf CD).

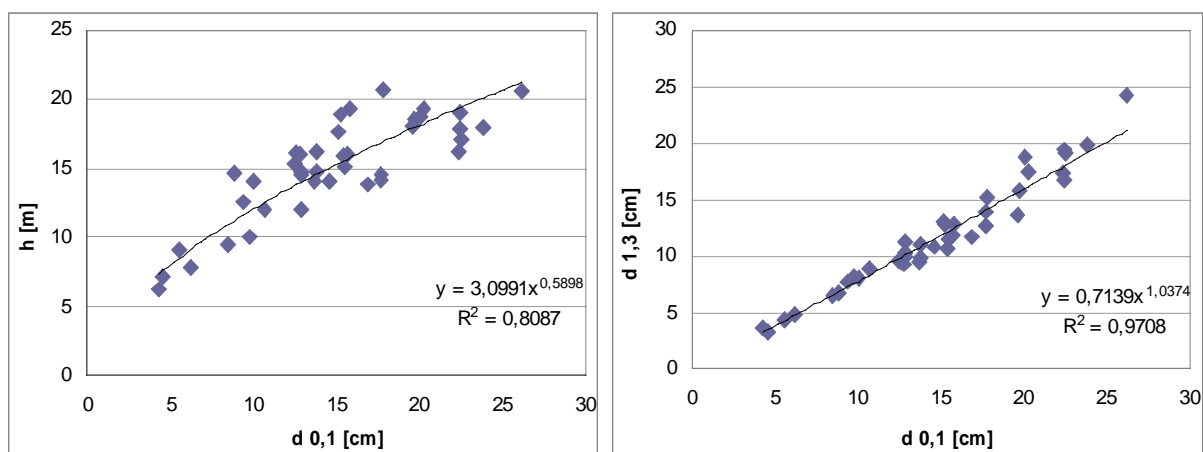


Abb.15: Regressionsfunktionen zur Berechnung der Höhen- und $d_{1,3}$ -Werte der entnommenen Bäume (B1)

- *Gesamtwuchsleistung (GWL)*

Die Gesamtwuchsleistung addiert den gesamten Volumenzuwachs des jeweiligen Bestandes bis zum Aufnahmezeitpunkt. Diese ergibt sich aus der Summe des aktuellen Bestandesvorrates (V) und dem Volumen des bisher ausgeschiedenen Bestandes (VN)

- *Durchschnittlicher Gesamtzuwachs (dGZ)*

Der durchschnittliche Gesamtzuwachs wird aus dem Quotient von Gesamtwuchsleistung und Alter ermittelt. Dieser sagt aus, was der Bestand von der Begründung bis zur Aufnahme pro Jahr durchschnittlich an Volumenzuwachs erbracht hat.

- *Vornutzungsprozent (VNP)*

Das Vornutzungsprozent errechnet sich aus der Summe der Vornutzungen in Relation zur gesamten Wuchsleistung des Bestandes multipliziert mit 100 (PRETZSCH, 2002, S.194).

- *Bonität und Bestockungsgrad (B°)*

Zur Beurteilung der Ertragskenndaten wird ein Vergleich mit heimischen Laubbaumarten durchgeführt. Hierbei werden geeignete Ertragstafeln aus Brandenburg und Sachsen verwendet (Siehe Kapitel 5.3).

4.2.2 Statistik

In diesem Kapitel wird kurz auf die zur Auswertung genutzten, statistischen Methoden eingegangen.

- *Das arithmetische Mittel (\bar{x})*

Dies ist ein geläufiger Mittelwert, der als Repräsentant für die zentrale Lage messbarer Werte einer Verteilung gilt. Alle Werte (x_i) der Stichprobe werden aufsummiert und durch ihre Anzahl (n) dividiert (vgl. KÖHL et al., 2005).

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

- *Varianz (S_x^2) und Standardabweichung (S_x)*

Varianz und Standardabweichung sind die wichtigsten Streuungskenngrößen und in der Statistik von sehr großer Bedeutung. Sie geben Auskunft über Gruppierung der Einzelwerte um die Lagestatistik. Die Varianz ist der Mittelwert der Abweichungsquadrate und wird daher auch oft als mittlere quadratische Abweichung bezeichnet. Die Wurzel aus der Varianz heißt Standardabweichung. Beide statistische Maßzahlen enthalten somit dieselbe Information. Daher werden in der vorliegenden Arbeit lediglich die Standardabweichungen (S_x) zur Beschreibung der Streuung von Durchmesser- und Höhenwerten angegeben (vgl. KÖHL et al., 2005).

$$S_x^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1} \quad S_x = \sqrt{S_x^2}$$

- *Der Variationskoeffizient (sx %)*

Der Variationskoeffizient wird auch relative Standardabweichung genannt. Er dient der Interpretation des Streuungsmaßes, um verschiedene Messreihen besser vergleichen zu können. Hierzu wird die Standardabweichung in Beziehung zum Stichprobenmittelwert gesetzt (vgl. KÖHL et al., 2005).

$$sx \% = \frac{S_x}{\bar{x}} \cdot 100$$

- *lineare Regressionsanalyse*

Eine Regression stellt den funktionalen Zusammenhang zwischen einer unabhängigen (x) (z.B.: Bhd) und einer abhängigen (y) Variablen (z.B.: Baumhöhe) dar. Die Aufgabe der einfachen linearen Regression besteht in der Repräsentation der Punktwolke des erhobenen Datenmaterials durch eine Gerade. Die Anpassung der Regressionsgeraden erfolgt nach dem Verfahren der kleinsten Quadrate. Ihre Funktionsgleichung lautet: $y = a + bx$ (vgl. PRETZSCH, 2002; KÖHL et al., 2005)

- *Bestimmtheitsmaß (R^2) und Korrelationskoeffizient (r)*

Das Bestimmtheitsmaß (R^2) beschreibt den Anteil erklärter Streuung und den Grad der Abhängigkeit zwischen den untersuchten Merkmalen. Je näher das Bestimmtheitsmaß am Wert eins liegt, desto besser repräsentiert die Regressionsgleichung den Zusammenhang der Variablen.

„Der Korrelationskoeffizient baut sich aus der Kovarianz von x und y im Zähler (S_{xy}) und dem Produkt der Standardabweichungen im Nenner [...] auf“ (PRETZSCH, 2002). Er liegt zwischen -1 und +1 und beschreibt die Stärke der Abhängigkeit des linearen Zusammenhangs.

$$r = \frac{S_{xy}}{S_x \cdot S_y}$$

Es wurden keine Signifikanztest der Probeflächen durchgeführt, da sich nach RÖMISCH (2009) alle Flächen signifikant voneinander unterscheiden.

4.2.3 Wachstumssimulator BWINPro-S

Im Zuge des Waldumbaus von strukturschwachen, einschichtigen Reinbeständen hin zu gesunden, stabilen Wäldern finden herkömmliche Ertragstafeln heute weniger Verwendung. Die Wuchsverläufe neuer, mehrschichtiger Waldbauformen weichen stark von den für Reinbestände konzipierten Tafelwerten ab (RÖHLE et al. 2004). Aus diesem Grund wurde seit dem Jahr 2000 am Lehrstuhl für Waldwachstum und Holzmesskunde an der TU Dresden von RÖHLE, GEROLD, SCHRÖDER und MÜNDE in Zusammenarbeit mit dem Landesforstpräsidium Graupa in Sachsen und dem Dendro-Institut in Tharandt ein Wachstumsmodell zur Bewirtschaftung von zweischichtigen Beständen geschaffen. Der Wachstumssimulator BWINPro-S, welcher speziell für die sächsischen Wuchsbedingungen parametrisiert wurde, gibt Auskunft über den Bestandeszustand, prognostiziert seine Entwicklung und informiert über strukturelle Veränderungen im Bestand (RÖHLE et al., 2004). Bei diesem Modell handelt es sich um die sächsische Fassung des an der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt schon ab 1994 entwickelten Programms BWINPro (NAGEL et al., 2002). Zur Anpassung dieses Programms an die sächsischen Wuchsbedingungen waren einige Veränderungen und Erweiterungen des Grundmodells nötig: Zum einen die neue Parametrisierung von Funktionen, um Wachstumsverhältnisse optimal abbilden zu können, und zum anderen die Integration eines abstandsabhängigen Konkurrenzquantifizierungsmodells (RÖHLE et al. 2004). Auch die Einbringung eines Jugendwachstumsmoduls und ein Modul zur zuwachs-basierten Mortalitätsschätzung zählen zu den neuen Elementen im Wuchssimulator BWINPro-S. Durch diese umfassenden Anpassungen wird eine Modellierung von Waldumbaumaßnahmen möglich und eine Entscheidungshilfe für waldbauliche Maßnahmen gegeben. Es lassen sich somit Planung, Bewirtschaftung und die Beurteilung von Waldbeständen natural wie auch ökonomisch durchführen (DÖBBELER et al., 2009).

Als Basiseinheit für BWINPro-S gilt der Einzelbaum. Alle Einzelbaumparameter von den Stammfußkoordinaten bis zum Bhd werden für die Analyse und Prognose des Gesamtbestandes verwendet. Unter dem Einfluss der jeweiligen Wuchskonstellation wird ihre individuelle Entwicklung modelliert (RÖHLE, 2009). Weiterhin können Aussagen zur Struktur

und Konkurrenzsituation sowie zur Bonität und zum Bestockungsgrad des Bestandes getroffen werden. Außerdem umfasst das Wachstumsmodell Schätzfunktionen zur Modellierung des Höhen- und Grundflächenzuwachses des Einzelbaumes, seiner Kronenbreite und der Kronenansatzhöhe (DÖBBELER et al., 2009). Mit diesem Programm können Auswirkungen von Durchforstungs- und Erntemaßnahmen in Kombination mit Zuwachsprognosen analysiert und abgeschätzt werden (NAGEL et al., 2002). Auch die Prognose der Bestandesentwicklung mit eingeleiteter Verjüngung wird durch das Jugendwachstumsmodul möglich (RÖHLE et al., 2009). Zusätzlich kann eine Holzsortierung und Monetarisierung im Bestand durchgeführt werden. In Abb. 16 sind die wichtigsten Komponenten des Wuchssimulators BWINPro-S dargestellt.

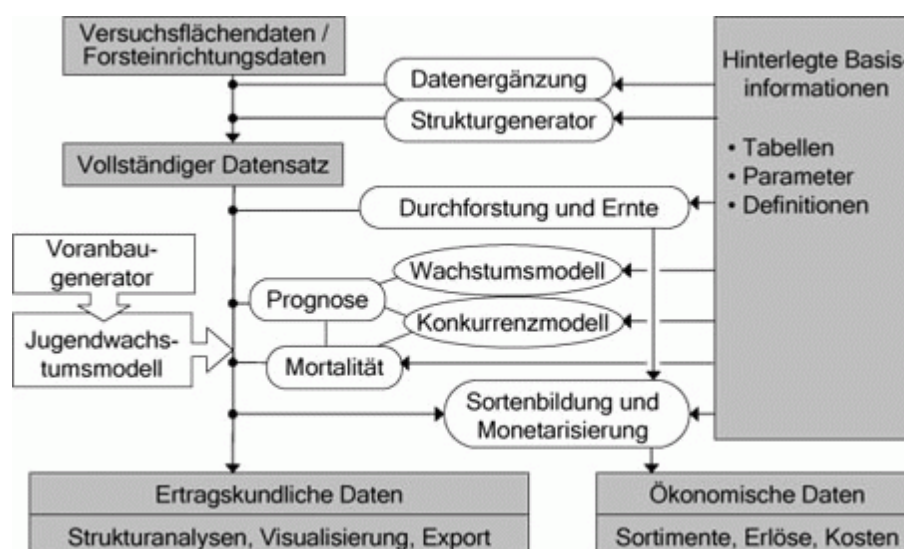


Abb. 16: Programmaufbau BWINPro-S (RÖHLE et al., 2009)

In der vorliegenden Arbeit wird BWINPro-S vorrangig zur Analyse der Ertragsleistungen und zur Visualisierung verwendet. Dazu finden alle im Gelände gemessenen Daten Eingang im Modell. Da alle Wachstumsgrößen der Bäume bestimmt wurden, ist die Simulation von Daten nicht nötig. Die Probeflächen werden durch Überschildungs- und Konkurrenzkarten visualisiert und mit Hilfe von Struktur- und Konkurrenzindizes charakterisiert.

Von einer Zuwachsprognose auf den Versuchsflächen wurde abgesehen, da BWINPro-S für Edelkastanie nicht parametrisiert ist.

4.2.4 Struktur und Konkurrenz

- *Aggregationsindex R nach CLARK und EVANS*

Der Aggregationsindex charakterisiert die räumliche Verteilung der Bäume auf der Fläche. In der vorliegenden Arbeit wird dieser mit Hilfe des Wachstumssimulators BWINPro-S errechnet. Der Index ist ein Maß für die Abweichung des beobachteten Verteilungsmusters von einer reinen Zufallsverteilung. Er beschreibt das Verhältnis zwischen mittlerem, beobachtetem Abstand (r_A) zum Nachbarbaum und dem erwarteten, mittleren Abstand (r_E) bei einer zufälligen Baumverteilung. Da dieser Strukturindex auf den Abständen zwischen den Bäumen aufbaut, müssen alle Baumpositionen im Bestand bekannt sein (PRETZSCH, 2001).

Der Index R gibt Auskunft darüber, ob die Bäume auf der Fläche regelmäßig, zufällig oder eher geklumpt verteilt sind. Er kann Werte von 0 (stärkste Klumpung) bis 2,1491 (strenges Hexagonalmuster) annehmen. Werte um 1 stellen eine zufällige Verteilung dar, Werte größer als 1 zeigen eine Tendenz zur gleichmäßigen Verteilung und Werte kleiner als 1 eine Tendenz zur Klumpung an (DÖBBELER et al., 2009).

$$\bar{r}_A = \frac{\sum_{i=1}^n r_i}{n} \quad \begin{array}{l} \bar{r}_A = \text{beobachteter mittlerer Abstand} \\ N = \text{Stammzahl} \\ r_i = \text{Abstand von Baum } i \text{ zum nächsten Nachbarn} \end{array}$$

$$\bar{r}_E = \frac{1}{\sqrt{2/p}} \quad \begin{array}{l} \bar{r}_E = \text{erwarteter mittlerer Abstand} \\ p = \text{Anzahl der Individuen pro m}^2 \end{array}$$

$$R = \frac{\bar{r}_A}{\bar{r}_E} \quad R = \text{Aggregationsindex nach CLARK und EVANS}$$

- *Index C66 (nach NAGEL)*

Der C66 Index ist ein positionsunabhängiges Konkurrenzquantifizierungsverfahren, indem die Entfernung zwischen den Bäumen nicht berücksichtigt wird. In der vorliegenden Arbeit wird er mit Hilfe von BWINPro-S in Form von Konkurrenzkarten der Probeflächen visualisiert.

Der Konkurrenzindex C66 kann als Kronenschlussgrad in einer bestimmten Höhe interpretiert werden. Er lässt sich nach GADOW (2003) aus der Summe der Kronenschirmflächen aller Bäume, welche bei 66 % der Kronenhöhe (von der Baumspitze aus gerechnet) eines Bezugsbaumes geschnitten werden, berechnen (Abb. 17). Ist ein Baum kleiner als die Schnitthöhe des Bezugsbaumes, so wird er nicht mit in die Berechnung einbezogen. Liegt der

Kronenansatz eines Baumes über der Schnitthöhe, so wird die gesamte Kronenschirmfläche des Baumes mit eingerechnet. Daraus ergibt sich die folgende Formel (DÖBBELER et al., 2009).

$$C66_i = \frac{\sum_{i=1}^N \cdot ks66_i}{A}$$

A = Flächengröße [m²]
 N = Stammzahl des Bestandes
 ks = Kronenschirmfläche
 i = Zentralbaum

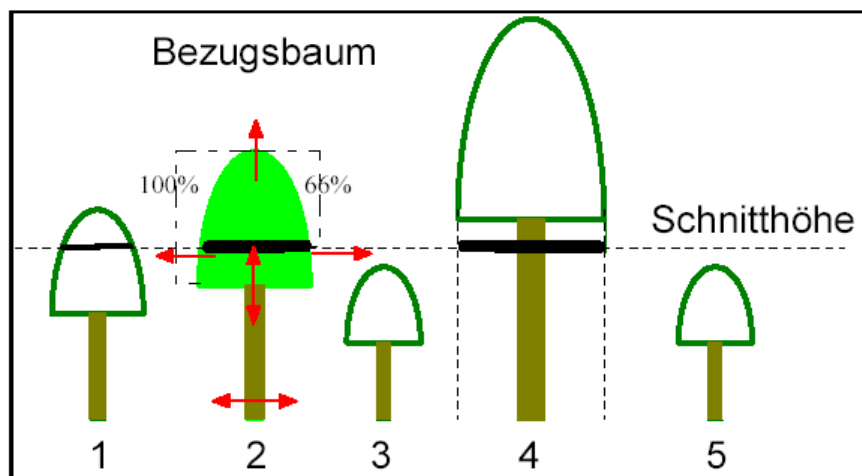


Abb.17: Berechnungsgrundlage des Konkurrenzindex C66 (DÖBBELER et al., 2009)

In BWINPro-S kann zusätzlich der positionsabhängige C66 errechnet werden. Dies erfolgt nicht für die gesamte Fläche, sondern auf den Einzelbaum bezogen (NAGEL, 2004). Dafür wird ein Einflussradius im Programm angegeben. Hier wurde ein Radius von 10 m gewählt, was in etwa eine halbe Baumlänge entspricht. Innerhalb von diesem Radius werden nach dem selben Prinzip, wie zuvor vorgestellt, die Kronenschirmflächen der Nachbarbäume berechnet (DÖBBELER et al., 2009). Es wird davon ausgegangen, dass die Konkurrenz auf einer Fläche umso stärker ist, je höher der Wert des Indexes ausfällt.

- *Überschirmung*

Die Überschirmung ist ein Maß der Bestandesdichte, welches sich auf die relative Konkurrenzsituationen einzelner Bäume im Bestand bezieht (GADOW, 2003). Angegeben in Überschirmungsprozent weist es aus, wieviel Prozent der Bestandesfläche von Kronen überdeckt sind (PRETZSCH, 2001). Um den Kronenschluss und die damit herrschende Konkurrenzsituation der einzelnen Bäume im Bestand darzustellen, wurden mit BWINPro-S Überschirmungskarten der Probeflächen visualisiert.

4.2.5 Qualitative Auswertung

In diesem Kapitel wird kurz die verwendete Auswertematrix zur qualitativen Bestimmung der ausgewählten Einzelbäume und der Zukunftsbäume vorgestellt. Es wurden 20 % der Bäume auf den Probeflächen aus allen repräsentativen Durchmesserklassen in ihrer Qualität nach HKS Buche/Eiche bestimmt. Das in Tab. 8 (Kap. 4.1.5) vorgestellte Aufnahmeblatt wurde in die in Kurzform abgebildete Auswertematrix (Tab. 9) übernommen und ihre Merkmale aufgliedert.

Tab.9. Kurzfassung der Auswertematrix zur Qualitätsanalyse

Nr.	d _{1,3} [cm]	h [m]	KA [m]	V [m ³]	A/-, B/-, C/EWG					MB/MC				
					Länge [m]	h _{dm} [m]	dm [cm]	Stärke- klasse	V _{Ab} [m ³]	dm	Kü	TrAst	stAst	faAst

MB/MC			Höhe Sorten- sprung B/C [m]	Rest		Schäden								
ChB	Zw	WR		Länge [m]	V [m ³]	biotisch			abiotisch		am Stamm			
			Pi			In	Sp	Frost	Fä/Rü	SV	Ü	Kü SF		

Um jeden aufgenommenen Baum bestmöglich hinsichtlich seiner Qualität zu analysieren, wurden zusätzlich seine Dimensionsgrößen zur Auswertung herangezogen. Bei der durchgeführten Aufnahme wurde der Stamm bis zum Kronenansatz in Güteklassen eingeteilt. Über die gemessenen bzw. geschätzten Abschnittslängen und deren Lage am Stamm wurde der Mittendurchmesser des jeweiligen Stammabschnittes mit Hilfe des von RÖMISCH entwickelten, doppelten Polygon 2. Grades der unechte Ausbauchungsreihe von Buche berechnet. Dies war für die weitere Auswertung der Daten essentiell, da besonders die Dimension der Abschnitte eine erhebliche Rolle für die Sortierung in die Güteklassen A/EWG, B/EWG oder C/EWG spielten (CRAMER und SCHOLZ, 1994). So konnte anschließend das Stammabschnittsvolumen (V_{Ab}) nach der Mittenflächenformel berechnet und in m³ angegeben werden (nach CRAMER und SCHOLZ, 1994).

$$V_{Ab} = \frac{\pi}{4} \cdot dm^2 \cdot l_{Ab}$$

V_{Ab} = Volumen des Abschnittes
 dm = Mittendurchmesser des Abschnittes
 l_{Ab} = Länge des Abschnittes

Anschließend wurde in der Matrix beschrieben, durch welche Merkmale die Stammabschnitte in eine bestimmte Güteklasse sortiert wurden. Zum Beispiel stellen alle Merkmale unter MB (siehe Tab. 9) die Gründe für die Sortierung des Stammes in Güteklasse B/EWG dar. Kriterien zur qualitativen Bewertung waren z.B. die Schaftform mit Krümmung und Zwieselbildung. Die Ausbildung von Steil-, Trocken- und Faulästen sowie Wasserreisern wurde aufgenommen und numerisch nach ihrer Intensität bewertet. Rindenmerkmale wie die Größe von Astnarben fanden außerdem Eingang in die Auswertematrix. Zusätzlich wurden Aussagen zu Stammfußverdickungen sowie zu biotischen und abiotischen Schäden getroffen. Die detaillierte Legende zum Formular ist in Anhang B auf CD zu finden.

5 Ergebnisse

5.1 Bestandesbeschreibung der Probestflächen

Probestfläche B1 [Brandenburg]



Abb.18: Bestockung B1 (Foto 2009)

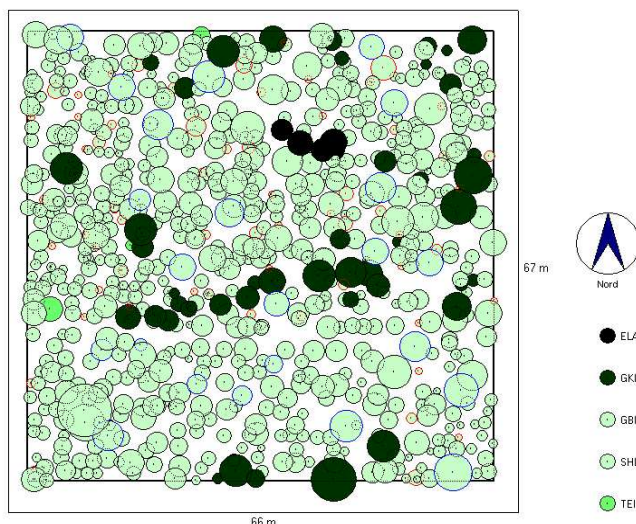


Abb.19: Kronenschirmkarte B1 (BWINPro-S)

Bei der Versuchsfläche B1 handelt es sich um einen gleichaltrigen, einschichtigen Edelkastanien-Reinbestand im Alter von 40 Jahren (2008). Der Bestand ist überwiegend im unterschiedlich starken Stangenholz dimensioniert. Einzelne Individuen können zum geringen



Abb.20: Kronenschluss B1
(Foto 2009)

Baumholz gezählt werden (Abb. 18). Einzelbaumweise eingemischt sind auf der gesamten Fläche Europäische Lärchen im gleichen Alter, 54-jährige Kiefern, Traubeneichen und eine Sandbirke. Das Kronendach zeigt sich geschlossen bis gedrängt und die Kronen greifen häufig ineinander (Abb. 20). Im Wirtschaftsbuch des Bundesforstamtes werden die Edelkastanien und die Europäischen Lärchen mit einer I. Bonität und die Kiefer als II. Bonität angegeben (FOWIS-BUNDESFORST, 2003).

Die Bodenvegetation ist hier vollkommen ausgedunkelt. Einzelne Jungpflanzen sind aus spontaner Naturverjüngung hervorgegangen, welche durch den sehr dichten Bestandesschirm jedoch kaum zur langfristigen Etablierung im Bestand fähig sind. Der Bestand ist mit einer Rückegasse, welche sich von Westen nach Osten durch die Probestfläche erstreckt, nur teilweise erschlossen. In Abb.19 wird die Lage dieser durch einen Kiefernstreifen im Bestand sichtbar. In Zukunft soll die gesamte Fläche erschlossen werden.

Probefläche B2 [Brandenburg]

Abb.21: Bestockung B2 (Foto 2009)

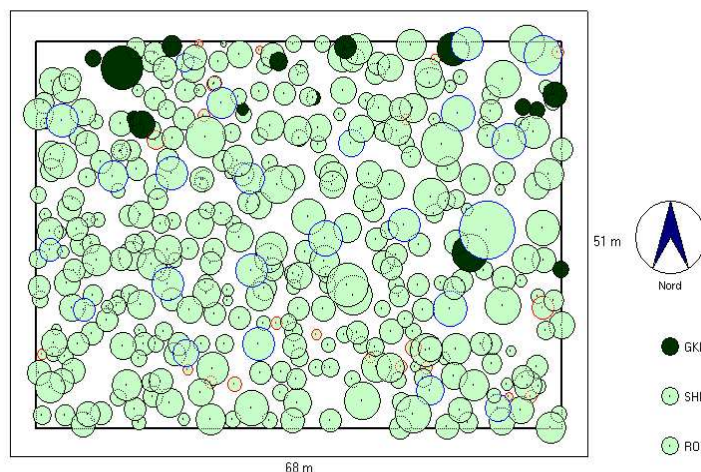


Abb.22: Kronenschirmkarte B2 (BWINPro-S)

In der Versuchsfläche B2 handelt es sich, wie auch in Abb. 21 zu sehen ist, um einen gleichaltrigen, einschichtigen Edelkastanien-Reinbestand im Alter von 47 Jahren (2008). Dieser Bestand ist einzelstammweise dem starken Stangenholz und zum überwiegenden Teil dem geringen bis mittleren Baumholz zu zuordnen. Eine einzelbaumweise Mischung von 50-jähriger Kiefer ist nur im süd-westlichen Teil der Fläche vorhanden. Als weitere Baumart können zwei Robinien aufgeführt werden. Das Kronendach zeigt sich überwiegend geschlossen, vereinzelt treten aber lückige Strukturen auf.

Die Bodenvegetation ist überwiegend ausgedunkelt. Unter dem aufgelockerten Kronendach konnten einzelne Standortszeiger wie Drahtschmiele (*Deschampsia flexuosa*) und Bürstenmoos (*Polytrichum formosum*) gefunden werden. Beide Arten weisen auf einen mäßig trockenen bis mäßig frischen Standort mit einer geringwertigen Moder-Humusform hin. Vereinzelt ist Naturverjüngung vorhanden. Der Bestand ist nicht erschlossen.

Probefläche F3 [Sachsen]



Abb.23: Bestockung F3 (Foto 2009)

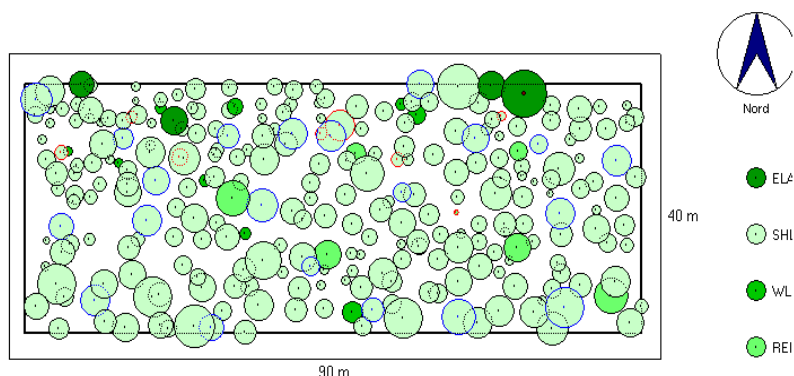


Abb.24: Kronenschirmkarte F3 (BWINPro-S)

Diese Versuchsfläche wird auch von einem einschichtigen, gleichaltrigen Edelkastanien-Reinbestand im Alter von 44 Jahren (2009) bestockt. Die Stammdimensionen bewegen sich im geringen bis mittleren Baumholz. Einzelbaumweise sind Winterlinden, Roteichen und Europäische Lärchen eingemischt. Das Kronendach ist überwiegend locker bis lückig strukturiert. Aus diesem Grund wird im Bestandesblatt erst in den nächsten 10 Jahren eine Altdurchforstung als Pflegeziel geplant (STAATSBETRIEB SACHSENFORST, 2006).

Bei der Bodenvegetation fällt auf, dass sich bereits eine nicht flächige Naturverjüngungsschicht im Bestand herausbildet. Natürlich verjüngen sich hier die Baumarten Edelkastanie, Berg- und Spitzahorn, Roteiche, Winterlinde und Rotbuche. Eine Kraut- und Strauchschicht etabliert sich sehr gut in einzelnen Bestandeslücken. Im Juni 2009 konnten hier einige Standortszeiger lokalisiert werden. Hain-Rispengras (*Poa nemoralis*), Echte Nelkwurz (*Geum urbanum*), Breitblättriger Dornfarn (*Dryopteris dilatata*) und das Kleinblütige Springkraut (*Impatiens parviflora*) weisen auf einen mäßig trockenen bis mäßig frischen Standort hin. Dieser bildet eine bessere, schwach saure Humusaufgabe von F- bis L-Mull aus, was die gute Nährstoffversorgung des Bodens bestätigt. Zudem wurde noch Schwarzer Holunder (*Sambucus nigra*), Brennesel (*Urtica dioica*) und eine Rosenart (*Rosa spec.*) auf der Fläche entdeckt. Diese Pflanzen weisen auf eine hohe Nitratversorgung im Boden hin. Der Bestand ist nicht erschlossen.

5.2 Ertragsdatenauswertung der Versuchsflächen

Um die unterschiedlichen Wuchsleistungen der Bestände zu charakterisieren, werden in Tab. 10 die errechneten Ertragsgrößen der einzelnen Flächen dem Aufnahmealter gegenüber gestellt. Die Edelkastanien-Reinbestände sind, wie in Kap. 5.1 beschrieben, jeweils mit einzelnen Bäumen anderer Arten durchmischt. Diese sonstigen Baumarten werden bei den zukünftigen Auswertungen nicht berücksichtigt, da sie mit weniger als 10 % nur einen geringen Anteil am Gesamtbestand einnehmen. Ausführliche Daten zu den restlichen Baumarten befinden sich im Anhang D auf CD.

Tab.10: Wachstumsgrößen der Probeflächen

Fläche	Alter	N [St/ha]	dg [cm]	hg [m]	d ₁₀₀ [cm]	h ₁₀₀ [m]	G [m ² /ha]	V _{Dh} [m ³ /ha]	hf _{1,3}
B1	40	1714	14,7	16,9	22,6	19,0	29,0	231	8,0
B2	47	1257	18,9	18,3	28,5	20,2	35,3	314	8,9
F3	44	866	24,6	20,6	33,6	22,0	41,2	420	10,2

Aus der Tabelle 10 wird ersichtlich, wie unterschiedlich die drei Probeflächen bei ähnlichem Alter sind. Auf der ersten Probefläche B1, welche zugleich die jüngste ist, stehen erheblich mehr lebende Bäume als auf den anderen beiden Flächen. Im Vergleich zu Probefläche F3 sind hier doppelt so viele Individuen auf gleichem Raum zu finden. Trotz dieser Baumzahlverteilung sind die Volumenleistungen auf den Flächen genau gegenläufig. Auf der Fläche mit der geringsten Anzahl an Bäumen wird der höchste Vorrat mit 420 m³/ha errechnet. Ebenso verhalten sich alle anderen Größen. Die Durchmesser der Grundflächenmittelstämme (dg) und auch ihre Höhenwerte (hg) nehmen von Bestand B1, über B2, bis zur Probefläche F3 zu. Beachtlich sind die Wuchsleistungen der 100 stärksten Bäume pro Hektar in F3. Der Oberdurchmesser liegt hier mit 33,6 cm etwa 18 % über dem Wert aus B2 und sogar 49 % über dem Oberdurchmesser in B1. Auch die Oberhöhe in F3 liegt mit 22,0 m deutlich über den Höhenwuchsleistungen der Bestände in Brandenburg. Obwohl Versuchsfläche F3 um drei Jahre jünger ist, zeigt sie deutlich bessere Wuchsleistungen als B2.

5.2.1 Höhen

Zur Darstellung des regressionsanalytischen Ausgleichs der gemessenen Höhenwerte wurde wie in Kap. 4.2.1.2 vorgestellt, die Funktion nach MICHAÏLOW gewählt.

Tab.11: Parameter der MICHAÏLOW-Funktion und Bestimmtheitsmaß (R^2)

Fläche	a	b	R^2
B1	3,104677061	-5,244406612	0,49570
B2	3,145953838	-5,887205614	0,37480
F3	3,215567550	-6,322651623	0,61624

In Tab. 11 sind die Parameter der Bestandeshöhenkurven mit dem jeweiligen Bestimmtheitsmaß (R^2) für die Probestflächen aufgezeigt. Da alle Bäume der Bestände in ihrer Höhe vermessen wurden liegen den jeweiligen Bestandeshöhenkurven sehr viele Einzelbaumwerte mit einer hohen Streuung um ihre Lagestatistik zu Grunde. Daher befinden sich die Bestimmtheitsmaße der Höhenkurven in Bereichen zwischen 0,62 und 0,38 (Tab. 12). Die Ausgleichsfunktionen nach MICHAÏLOW ergeben jedoch im Vergleich zu anderen Regressionsfunktionen die plausibelsten Werte und Kurven. Die Korrelationskoeffizienten (r) von 0,704 (B1), 0,612 (B2) und 0,785 (F3) zeigen einen deutlichen Zusammenhang.

Die in die Funktionsgleichung eingesetzten Parameter stellen die Bestandeshöhen über dem jeweiligen Durchmesser der Edelkastanien aus den Probestflächen dar (Abb. 25). Die höheren Ertragsleistungen in F3 spiegeln sich in der Höhenkurve wieder. In keiner der drei Höhenkurven ist ein Abflachen bemerkbar. Da diese Bestände fast das gleiche Alter haben, gibt es nur geringe Unterschiede zwischen den Kurven. Es ist ersichtlich, dass die Höhenwerte in Bestand F3 um etwa 2 m bis 3 m über jene von B2 und B1 liegen. Die brandenburgischen Versuchsflächen zeigen ein angeglichenes Höhenniveau mit einem Höhenunterschied von etwa 1 m bis 1,5 m und einen sehr ähnlichen Kurvenverlauf. B1 liegt somit hinter B2 gering zurück, was sicher dem Altersunterschied von 7 Jahren zu zuschreiben ist. Auffällig ist außerdem, dass die Kurve von B1 schon in sehr geringen Durchmesserklassen beginnt und als erste endet. Die einzelnen Höhenkurven der Bestände mit Punktwolken aller Baumarten sind im Anhang E auf CD dargestellt.

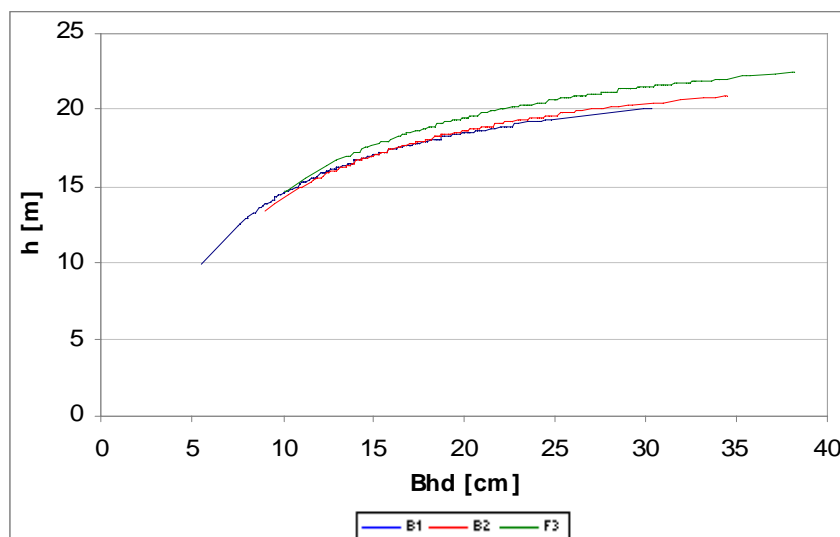


Abb.25: Bestandeshöhenkurven der Probeflächen

Aus Tab. 12 wird ersichtlich, dass sich die Höhen der Grundflächenmittelstämme auf den Probeflächen deutlich unterscheiden. In Probefläche B1 ist die mittlere Bestandeshöhe mit 16,9 m weitaus niedriger als in B2 und F3. Ein ähnlicher Trend ist auch bei den Oberhöhenwerten zwischen den Flächen zu erkennen. Innerhalb einer Fläche unterscheiden sich die mittleren Höhen der Z-Bäume (h_{ZB}) nur gering von den Bestandesoberhöhen h_{100} . Das heißt, dass die ausgewählten Z-Bäume sich in den Höhenklassen der 100 stärksten Bäume pro Hektar bewegen.

Tab.12: Vergleich der Höhenwerte aller drei Versuchsflächen und statistische Maßzahlen

Fläche	h_g	h_{min}	h_{max}	h_{100}	h_{ZB}	S_x	$sx \%$
B1	16,9	9,8	22,7	19,0	18,6	4,15	25,3
B2	18,3	11,5	25,1	20,2	19,8	4,19	23,3
F3	20,6	10,4	23,6	22,0	21,0	5,26	26,1

Versuchsfläche B1 weist die geringsten Höhen im Bestand auf. Beachtlich sind die gemessenen Höhenwerte von h_{min} und h_{max} , da sie nicht dem üblichen Trend der Flächenleistungen folgen. So liegen zum Beispiel die Werte von B2 über denen von F3, was sonst nicht der Fall ist. Die Standardabweichungen von B1 und B2 gleichen sich sehr, während in F3 eine etwas höhere Streuung der Höhenwerte um die Mittelhöhe zu verzeichnen ist. Der Variationskoeffizient zeigt, dass die Ausmaße der Streuung in den Probeflächen sehr ähnlich sind, in F3 streuen die Werte lediglich um etwa drei Prozent mehr als in B2.

5.2.2 Durchmesser

In Abb. 26 werden die Stammzahlen auf den Versuchsflächen über dem Durchmesser dargestellt, welcher in 1-cm Stufen angegeben wird. Um sie besser miteinander vergleichen zu können, werden die Daten für alle drei Probeflächen in dieser Grafik veranschaulicht.

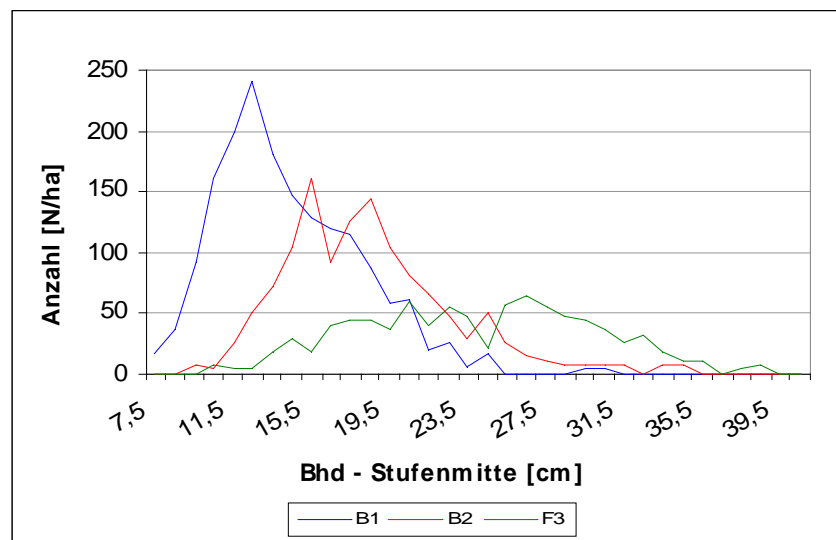


Abb.26: Stammzahl-Durchmesserverteilung auf den Probeflächen

In der durch eine linkssteile Kurve gekennzeichneten Fläche B1 ist die höchste Anzahl an Bäumen mit 1.714 St/ha zu finden. Diese bewegen sich jedoch überwiegend im geringen Durchmesserbereich. Daher wird der Bestand vorwiegend zu 63 % dem schwachen Stangenholz (<15 cm Bhd) und nur zu 33 % dem starken Stangenholz zugeordnet (≥ 20 cm Bhd). Die leicht abgeflachte, bimodale Kurve in B2 zeigt eine stärkere Spreitung der Durchmesserklassen bei geringerer Baumanzahl mit 1.257 St/ha. Hier können einige Individuen (23 %) zur Klasse des geringen Baumholzes (20 bis 35 cm Bhd) gezählt werden. F3 wird durch eine sehr flache Kurve, welche sich über alle Durchmesserklassen verteilt, charakterisiert. Die 866 Bäume pro Hektar werden überwiegend dem geringen Baumholz (21-35 cm Bhd) zu 64 % zugeordnet. Nur 1 % der Bäume fallen in den Durchmesserbereich des mittleren Baumholzes (36 bis 50 cm Bhd). Das Verschieben der Kurve von B1 zu F3 nach rechts bei gleichzeitigem Abflachen spiegelt somit die sinkenden Stammzahlen und den steigenden Anteil der Bäume an höheren Durchmesserklassen auf den Flächen wider.

Tab.13: Vergleich der Durchmesserwerte der Versuchsflächen und statistische Maßzahlen

Fläche	d_g	d_{\min}	d_{\max}	d_{100}	d_{ZB}	S_x	$s_x \%$
B1	14,7	5,5	30,3	22,6	20,5	7,36	51,7
B2	18,9	9,0	34,5	28,5	24,9	8,12	44,2
F3	24,6	10,1	38,3	33,6	29,7	8,21	34,4

Die Durchmesserwerte der Probeflächen korrelieren mit den Höhenwerten aus Tab. 12. Es lässt sich ein deutlicher Trend der Durchmesserzunahme von Probefläche B1 zu B2 und F3 feststellen (vgl. Tab. 13). Ähnlich dem Sachverhalt bei den Höhenwerten unterscheidet sich der mittlere Durchmesser der Z-Bäume (d_{ZB}) nur gering von dem mittleren Bhd der Oberdurchmesserbäume (d_{100}). Die Streuung der Durchmesserwerte um ihre Lagestatistik ist weitaus höher als die Streuung der Höhen aus Tab. 12. Probefläche F3 in Sachsen zeigt die geringste relative aber zugleich auch die höchste absolute Standardabweichung auf. Die Durchmesserwerte haben in B1 ein um über 17 % höheres Streumaß als die Werte in F3. Das symbolisiert wiederum die hohe Durchmesserspreite in Probefläche B1.

5.2.3 Durchforstungen der Probeflächen

Um die bisherigen Durchforstungsstrategien auf den Probeflächen nachvollziehen zu können, wurde die jeweilige Vornutzung auf den Flächen rekonstruiert. Wie schon in Kapitel 4.2.1.2 näher erläutert, konnten die Durchmesser und Höhenwerte der ausgeschiedenen Bäume über die vorhandenen Baumstämme ermittelt werden. In der Abb. 27 sind die Vornutzungen von vor etwa 15 Jahren [1993/1994] zusammen mit den aktuellen Vorräten und den geplanten Nutzungen in 5 Jahren [2013/2014] für die jeweiligen Flächen graphisch dargestellt. Über dem in 1- cm- Stufen angegebenen Baumdurchmesser wird das dazugehörige Bestandesvolumen in m^3/ha dargestellt.

Es wird deutlich, dass in der Fläche B1 der geringste Eingriff erfolgte. Es wurden hier vor allem Bäume aus den Durchmesserklassen von 7,5 bis 12,5 cm entnommen, aber auch einige stärkere Stämme. Das deutet darauf hin, dass der Bestand schwach niederdurchforstet wurde.

In B2 wurden mehr Individuen aus ähnlichen Durchmesserklassen zwischen 7,5 cm und 13,5 cm entnommen. Mit einem etwas stärkeren Eingriff als in B1 wurde der Bestand mäßig niederdurchforstet. In F3 wurde das höchste Volumen im Zuge der Vornutzung entnommen. Es ist anzunehmen, dass Bäume aller zum Zeitpunkt der Durchforstung vorhandenen Durchmesserklassen geerntet wurden. Dabei fand hier wahrscheinlich das Prinzip der Freien Durchforstung Anwendung, indem die besten Individuen im Bestand gefördert wurden.

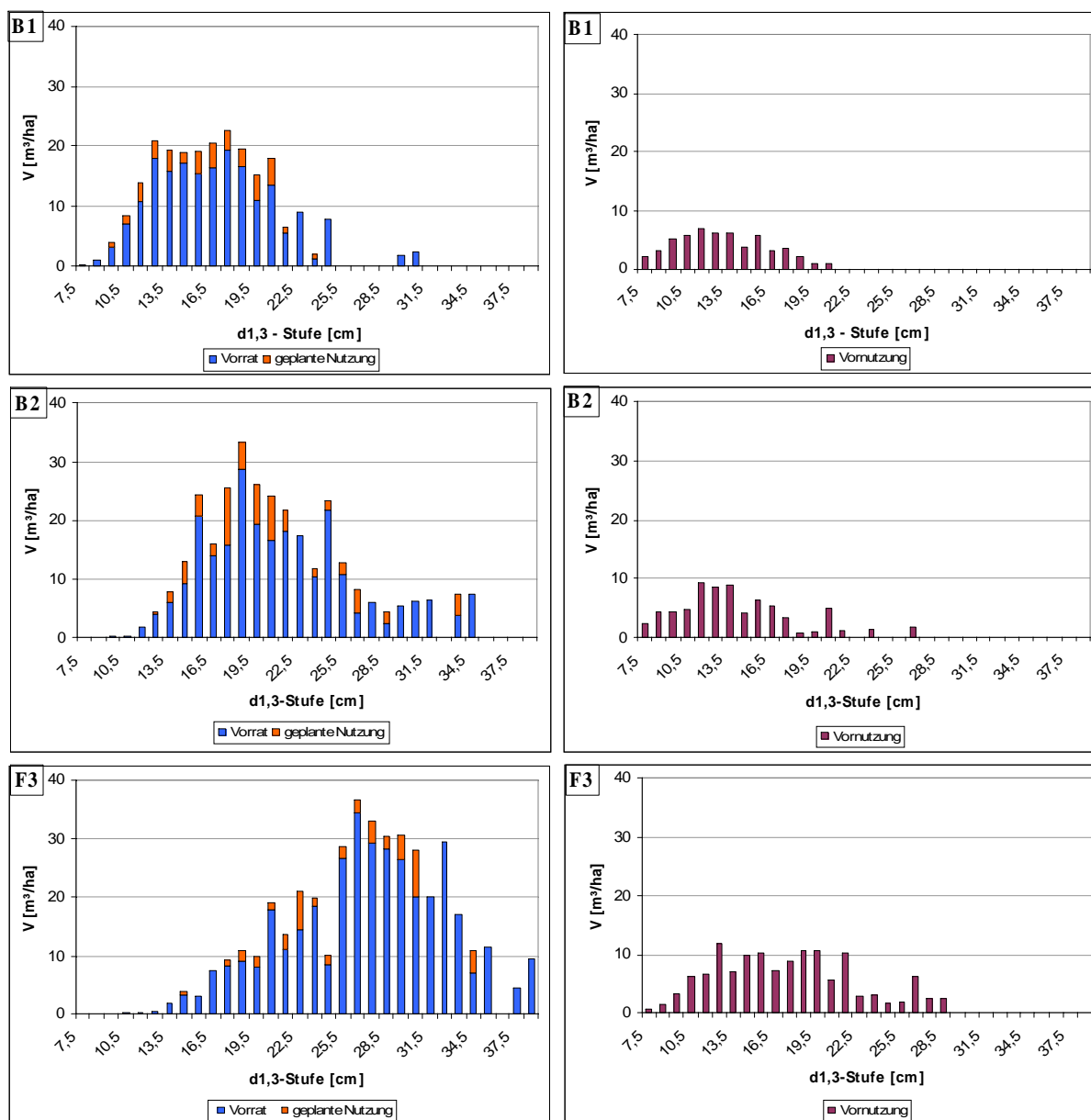


Abb.27: Volumenanteil des aktuellen Bestandesvorrates und der geplanten Nutzung (linke Seite) und des in der Vornutzung entnommenen Vorrates (rechte Seite) - getrennt nach den Flächen B1 (oben), B2 (Mitte) und F3 (unten)

In Tab. 14 wird der bisher ausgeschiedene Bestand und die geplante Nutzung [2013/2014] auf den Flächen dargestellt. In Probefläche B1 sind mit 169 Stück pro Hektar mehr als doppelt so viele Individuen als in B2 und fast siebenmal mehr als in F3 natürlich abgestorben.

Die Zahlen zu den jeweiligen Vornutzungen in Tab. 14 verstärken die Aussagen der Grafiken in Abb. 27. Bei den bisher angewandten Durchforstungsstrategien wird deutlich, dass in F3 der größte Vorrat entnommen wurde: 79 % mehr als in B2 und 139 % mehr als in B1. Die geringste Menge wurde in B1 entnommen. Trotz geringfügig höherer Anzahl an entnommenen Bäumen wurden nur 54,5 m³/ha geerntet. Der Durchmesser des entnommenen Grundflächenmittelstammes liegt in B1 bei 9,6 cm Bhd. Das entnommene Holz auf der Fläche konnte lediglich zur Brennholzgewinnung genutzt werden. Die Volumendifferenz zwischen B1 und B2 fällt mit 18,3 m³/ha viel geringer aus als die zwischen B2 und F3 mit über 57

m³/ha. In B2 hat der entnommenen Grundflächenmittelstamm einen Durchmesser von etwa 11 cm und in F3 hatten die im entnommenen Bäume mittlere Dimensionen von 13,6 cm erreicht.

Der ausscheidende Bestand in Tab. 14 zeigt, was zukünftig bei der Durchforstung in fünf Jahren geerntet werden soll. In den brandenburgischen Beständen soll zukünftig stärker eingegriffen und deutlich höhere Stammzahlen als in F3 entnommen werden, um einzelne Individuen stärker zu fördern. Hierbei soll der Zuwachs auf die stärksten und wirtschaftlich wertvollsten Bestandesglieder gelenkt werden. Durchschnittlich werden bei der Durchforstung Stämme von 15 cm in B1 bis zu 25 cm in F3 geerntet. In diesen Durchmesserbereichen befinden sich die jeweiligen Grundflächenmittelstämme des zukünftig ausscheidenden Bestandes.

Tab.14: Ausgeschiedener und Ausscheidender Bestand auf den Probeflächen

Fläche	Ausgeschiedener Bestand						Ausscheidender Bestand		
	Natürliche Mortalität			Vornutzung [1993/94]			geplante Nutzung [2013/14]		
	N [St/ha]	G [m ² /ha]	V _{Dh} [m ³ /ha]	N [St/ha]	G [m ² /ha]	V _{Dh} [m ³ /ha]	N [St/ha]	G [m ² /ha]	V _{Dh} [m ³ /ha]
B1	169	1,2	6,9	1253	9,1	54,5	275	4,7	37,1
B2	73	0,8	5,2	1342	12,6	72,8	242	6,6	58,7
F3	25	0,4	3,0	1241	17,9	130,3	96	4,4	44,4

Tab.15: Vorrat, Wuchsleistungen und ausgeschiedener Bestand auf den Probeflächen

Fläche	Aktueller Vorrat				dGZ [m ³ /a·ha]	GWL [m ³ /ha]	Ausgeschiedener Bestand		VNP [%]
	Alter	N [St/ha]	G [m ² /ha]	V _{Dh} [m ³ /ha]			N [St/ha]	V _{Dh} [m ³ /ha]	
B1	40	1714	29	231	7,31	292,4	1422	61,4	21
B2	47	1257	35,3	314	8,34	392,0	1415	78,0	20
F3	44	866	41,2	420	12,6	553,3	1266	133,3	24

Aus Tab. 15 wird ersichtlich, dass prozentual in Bezug auf die Gesamtwuchsleistungen (GWL) der Bestände auf den Flächen geringfügig mehr Holz aus B1 als aus B2 entnommen wurde. Dies wird durch das Vornutzungsprozent (VNP), welches in B1 etwa 1 % höher liegt als in B2, dargestellt. Bei den sehr unterschiedlich hohen Entnahmen zwischen den Beständen in Brandenburg und Sachsen ist es jedoch beachtlich, dass das Vornutzungsprozent aller drei Flächen relativ gleich groß ist. Durchschnittlich ist der Gesamtwuchs in B2 mit 8,34 m³ pro Jahr und Hektar um nur 1 m³ pro Jahr höher als in B1. F3 erreicht dagegen einen sehr viel höheren durchschnittlichen Gesamtwuchs von 12,6 m³ im Jahr auf einem Hektar.

5.2.4 Auswahl der Z-Bäume

Wie schon in Kap. 4.1.4 beschrieben, wurden alle Bestände im Zuge einer freien Durchforstung ausgezeichnet und Z-Bäume ausgewählt. In der jüngsten Fläche B1 in Brandenburg wurden 69 Z-Bäume/ha markiert, in B2 wurden 84 Z-Bäume/ha ausgezeichnet und in Freital (F3) nur 75 Z-Bäume/ha. Dies erscheint im Vergleich zu herkömmlichen Laubholz-Erziehungskonzepten z. B. für die Buche (100 bis 120 Z-Bäume/ha) und Eiche (150 bis 200 Z-Bäume/ha) nach BURSCHEL und HUSS (2003) sehr wenig. Bei der Betrachtung von Edellaubholz-Behandlungskonzepten hingegen entspricht die ausgewählte Menge an Z-Bäumen den Anforderungen zur Wertholzproduktion. Bei Esche werden nach LWF (2002) etwa 70 bis 80 Werträger pro ha ausgewählt.

Bei den folgenden Betrachtungen werden zusätzlich zu Bestandswerten auch Aussagen zu den ausgewählten Z-Bäumen getroffen.

5.3 Ertragsleistungsvergleich mit heimischen Laubbaumarten

In diesem Kapitel werden die Wuchsleistungen der Edelkastanien mit denen von heimischen Baumarten verglichen und ihre Bonität bestimmt. Die Bonitierung erfolgt über Alter und Mittelhöhe (hg) des Bestandes nach einem absoluten Höhenbonitätssystem. Für den Vergleich wurden folgende Baumarten mit den jeweiligen Ertragstafeln gewählt:

- Buche ET: Dittmar/Knapp/Lembcke 1986 optimale Grundflächenhaltung (B° 1,2)
- Eiche ET: Erteld 1961 Hochdurchforstung
- Esche ET: Wimmenauer 1919 schwache Durchforstung

Tab.16: Ertragsleistungsvergleich der Edelkastanienflächen mit Ertragsdaten heimischer Baumarten

Fläche	Aktueller Bestand				Ertragstafel Vergleich					
	Alter	hg [m]	G [m ² /ha]	V _{Dh} [m ³ /ha]	Buche		Eiche		Esche	
					Bon	B°	Bon	B°	Bon	B°
B1	40	16,9	29	231	M 36,5 _(-0,1)	1,2	M 29 _(0,3)	1,4	M 27,5 _(1,5)	1,4
B2	47	18,3	35,3	314	M 34 _(0,5)	1,4	M 28,5 _(0,6)	1,5	M 27 _(1,6)	1,6
F3	44	20,6	41,2	420	M 40 _(-1,0)	1,6	M 30 _(-0,3)	1,6	M 30 _(1,0)	1,7

Diese Ertragstafeln werden aktuell in der sächsischen Forstreinrichtung sowie in Brandenburg für die jeweiligen Baumarten genutzt und sind nach regional typischen Bewirtschaftungsverfahren aufgebaut. In Tab. 16 erfolgt die Leistungseinschätzung der Edelkastanien, in dem sie nach den genannten Tafelwerten bonitiert wird. Die Angaben der Wüchsigkeit der Bestände erfolgt absolut nach der Mittelhöhe im Alter 100 und auch relativ in Bonitätsstufen. Zudem werden Angaben zum berechneten Bestockungsgrad der Bestände gemacht.

Der Vergleich der tatsächlichen Ertragsdaten der Edelkastanie mit denen der Buchenertragstafel zeigt, dass die Wuchsleistungen aller drei Bestände die Werte der I. relativen Bonität deutlich übersteigen (Abb. 28). Dies wird nicht nur in den Mittelhöhenwerten und Oberhöhen, sondern besonders im Vergleich der Grundflächen und Vorratsleistungen in den Beständen deutlich. Die Oberhöhenwerte der Probefläche B1 überschreiten eine I. relative Buchenbonität um etwa 3 m und bei F3 sogar um 3,5 m. Im Vergleich zur 0. relativen Buchenbonität (36 m absolute Mittelhöhe im Alter 100) liegt die Oberhöhe der Probefläche F3 nur noch 1 m über dem Ertragstafelwert und die h_{100} von B1 nur 0,7 m darüber. Besonders deutlich werden die höheren Wuchsleistungen der Edelkastanien bei den Grundflächenwerten der Bestände. Die Grundfläche der sächsischen Probefläche F3 ist um über 17 m²/ha größer als die Ertragstafelgrundfläche der I. relativen Buchenbonität. Die Grundfläche von B1 übersteigt den Ertragstafelwert um 6,4 m²/ha und von B2 um 10,6 m²/ha.

Bei dem Ertragstafelvergleich mit Eiche (Abb. 28) liegen die Mittelhöhenwerte der Probeflächen über der I. relativen Bonität und sogar im negativen Bereich mit absoluten Mittelhöhen von 29 bis 30 m im Alter 100. Der Durchmesser des Grundflächenmittelstammes in B1 liegt fast 3 cm über dem Tafelwert, in B2 über 4,7 cm und in F3 liegt der dg um 11,5 cm über dem der I. Bonität der Eiche ($dg Ei_{1,(44)} = 13,16$ cm).

Bei der Bonitierung der Edelkastanien nach der Eschenertragstafel fällt auf, dass die Mittelhöhenwuchsleistungen der I. und II. Eschenbonität vergleichbar mit den Leistungen der Kastanien sind. Der Probefläche in Sachsen (F3) wird eine I. Bonität und den Beständen in Brandenburg eine I,5 bzw. I,6 Bonität zugewiesen. Zu bedenken sind hierbei die weitaus geringeren Stammzahlen in der Ertragstafel. In B1 stehen 802 Bäume/ha und in B2 797 Bäume/ha mehr im Bestand als in der Tafel für die I. Bonität angegeben ist. In Probefläche F3 ist die Individuenanzahl mit einem Überschuss von nur 60 Bäumen/ha mit dem Tafelwert vergleichbar.

Im Vergleich der Edelkastanienbestände nimmt die Probefläche F3 in Sachsen bei allen Ertragstafelvergleichen eine Vorreiterstellung ein. Sie erreicht immer die beste Bonität. Mit einem Vorsprung von einer 0,5 relativen Bonität bei ET-Esche bis zu einer ganzen relativen Bonität bei ET-Buche und ET-Eiche zeichnet sie sich durch höhere Wuchsleistungen im Vergleich zu den Probeflächen in Brandenburg aus. Der errechnete Bestockungsgrad (Tab. 16) liegt in allen drei Probeflächen über 1,0 aufgrund der weitaus höheren Grundflächenleistungen der Edelkastanie. Zudem lässt sich deutlich erkennen, dass B1 jeweils den geringsten Bestockungsgrad hat, gefolgt von B2 und F3, und im Vergleich zu allen Tafelwerten die höchste Anzahl an Bäumen auf der Fläche besitzt.

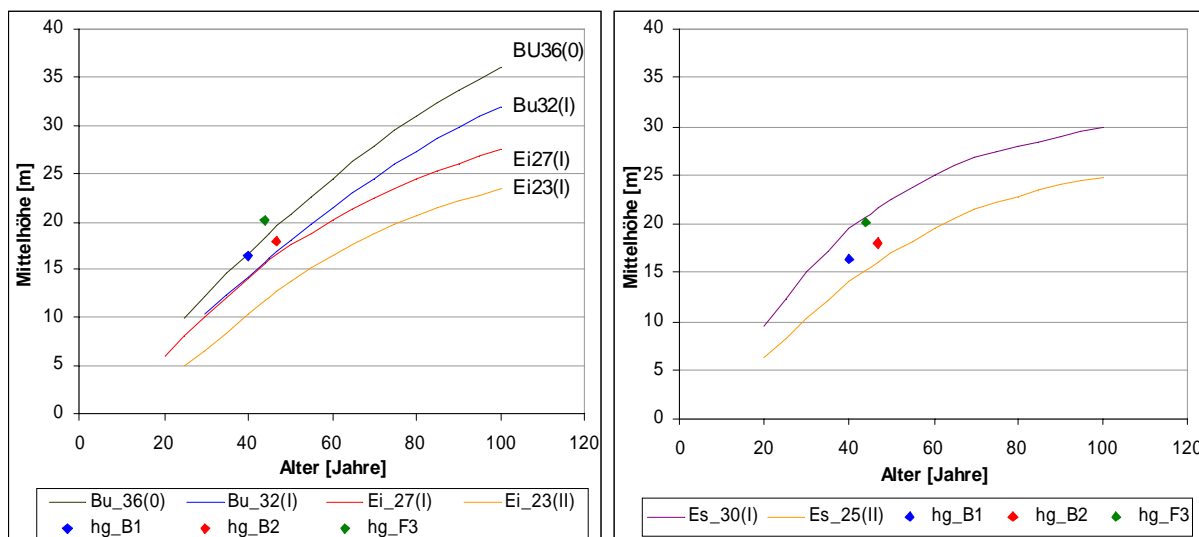


Abb.28: Mittelhöhenbonitätsfächer von Buche, Eiche (links) und Esche(rechts) im Vergleich zu den Flächen

In Abb. 28 werden die ermittelten Bonitäten der Edelkastanienprobeflächen mit ihren Positionen in den Bonitätsfächern der heimischen Laubbaumarten dargestellt. Über dem Alter sind hier die Mittelhöhenbonitäten von Eiche, Buche (linke Grafik) und Esche (rechte Grafik) dargestellt. Ein Vergleich mit Roteiche und Robinie als fremdländische Baumarten ist in Anhang F auf CD dargestellt.

Um die Wuchsleistungen der Edelkastanie charakterisieren zu können, ist die Einschätzung allein nach Höhenwerten der Bestände nicht ausreichend. Eine aussagekräftige Leistungsgröße ist der Vorrat des verbleibenden Bestandes auf den Probeflächen. Die Vorratsleistungen sind in Abb. 29 als Punkte dargestellt und werden mit Ertragstafelvorräten anderer Baumarten verglichen, welche nach regionalen Behandlungskonzepten aus Sachsen und Brandenburg bewirtschaftet wurden. Die Leistungskurven der Baumarten stellen jeweils die Vorratsentwicklungen des verbleibenden Bestandes der I. Bonität über dem Alter dar.

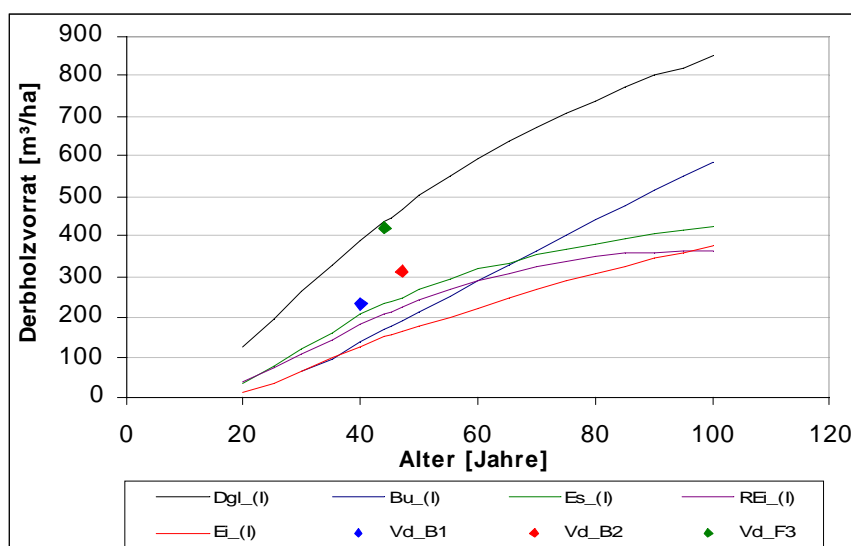


Abb.29: Derbholzvorräte anderer Baumarten (I.Bon) im Vergleich mit B1, B2 und F3

Die Vorratsleistungen der Edelkastanien liegen deutlich über denen unserer heimischen Laubbaumarten. Auch die sehr wüchsige und ebenso fremdländische Roteiche wird von den geringer bonitierten Probeflächen aus Brandenburg in B1 um 50 m³/ha und in B2 um 89 m³/ha in ihrer Wuchsleistung überschritten. Erst ein Derbholzvorrat der Douglasie I. Bonität (437,4 m³/ha) und gleichen Alters kann vergleichbare Werte mit den Vorratsleistungen der Edelkastanie auf der Probefläche F3 (420 m³/ha) liefern.

Für die Baumarten Roteiche und Douglasie wurden jeweils die Ertragstafeldaten gewählt, mit denen die sächsische Forsteinrichtung arbeitet.

- Roteiche ET: Bauer 1953 gestaffelte Durchforstung
- Douglasie ET: Bergel 1985 starke Durchforstung

5.4 Stabilität und soziale Struktur

5.4.1 Höhen-Durchmesser-Verhältnis

Zur Charakterisierung der Stabilitätsunterschiede zwischen den drei Edelkastanien-Probeflächen und der strukturellen Ausprägung der Bestände wurde das Höhen-Durchmesser-Verhältnis (Schlankheitsgrad) der Einzelbäume beziehungsweise für den Gesamtbestand berechnet. Alle Höhen, welche bei der Berechnung der Schlankheitsgrade Eingang fanden, wurden über dem jeweiligen Durchmesser (d_g , d_{\min} ...) aus der Bestandeshöhenkurve abgelesen.

Die Schlankheitsgrade des Grundflächenmittelstammes (h/d_g) und des Oberhöhenstammes (h/d_{100}) sowie andere bestandescharakterisierende Höhen-Durchmesser-Werte sind in Tab. 17 angegeben. Das Verhältnis des Grundflächenmittelstammes (d_g) ist in B1 am höchsten, gefolgt von B2 und F3. Ebenso verhält es sich mit den maximalen und minimalen Höhen-Durchmesser-Werten. Wie zu erwarten war, ist die Stabilität des Oberhöhenstammes in allen Flächen größer als die des Grundflächenmittelstammes. Das h/d -Verhältnis der Z-Bäume liegt jeweils über dem Oberhöhenverhältnis. Sie reichen von stabil in B1 bis sehr stabil in B2 und F3. Schlankheitsgrade unter 80 können als Indikator für sehr gute Einzelbaumstabilität interpretiert werden.

Tab.17: Höhen-Durchmesser-Verhältnisse der Probeflächen

Fläche	h/d_g	h/d_{\min}	h/d_{\max}	h/d_{100}	h/d_{zB}
B1	115,2	65,9	200,0	84,0	91,2
B2	96,9	60,6	170,8	70,9	79,7
F3	83,6	58,2	145,6	65,3	70,8

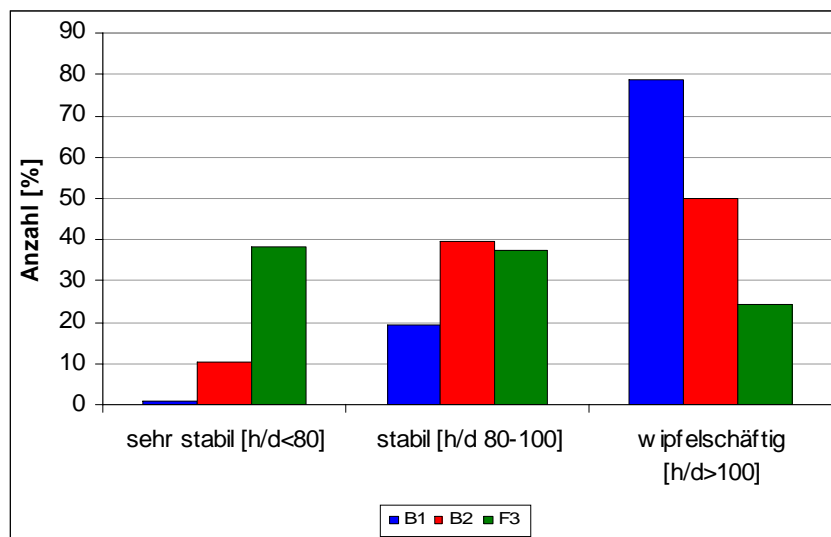


Abb.30: Schlankheitsgrad als Bestandes-Stabilitätsparameter

Deutlich wird hier, dass die Versuchsfläche B1 mit 79 % im Vergleich mit B2 und F3 den größten Anteil an wipfelschäftigen Bäumen enthält. Probefläche B2 zeugt von höherer Stabilität, hier gilt nur knapp die Hälfte der Bäume als wipfelschäftig. Die Versuchsfläche in Sachsen (F3) zeigt sich als sehr stabiler Bestand, denn über 75 % der Bäume haben ein stabiles bis sehr stabiles Verhältnis von Höhe zu Durchmesser.

5.4.2 Kronenprozent

Die Standfestigkeit von Bäumen gegenüber Belastungen, wie z. B. Sturm, äußert sich in ihrem Erscheinungsbild. Dieses wird nicht nur durch den Schaft über das h/d-Verhältnis geprägt, sondern auch durch die Krone bestimmt. Je großkroniger ein Baum ist, desto stabiler ist er als Einzelbaum und im Bestandesgefüge. Deshalb wird in diesem Kapitel das Verhältnis von Krone zu Baumlänge untersucht und über das Kronenprozent die Standfestigkeit und damit die Stabilität der Probeflächen analysiert.

Tab.18: Analyse der Kronenprozent-Kennwerte auf den Probeflächen

Fläche	Kronenprozent				prozentualer Anteil am Gesamtbestand		
	ZB	min	Mittel	max	sehr stabil KP > 50	stabil KP 30 - 50	geringe Stabilität KP < 30
B1	37,4	4,8	29,7	59,2	0,5	57,9	41,7
B2	34,9	8,6	28,6	44,5	0,0	56,0	44,0
F3	39,2	14,8	35,2	51,0	2,9	77,4	19,8

Probefläche B1 ist in Bezug auf die Kronenprozent der Bäume der am deutlichsten differenzierte Bestand. Hier sind die kleinsten und auch die größten Kronen aller drei Bestände zu finden. Das maximale Kronenprozent von B1 übersteigt sogar das von F3. Beachtlich ist außerdem, dass das mittlere und auch das Z-Baum-Kronenprozent von B1 über dem von B2 liegt. Wie zu erwarten war, haben die mittleren Bestandesbäume und die Z-Bäume aus F3 im Vergleich zu den brandenburger Beständen die größten Kronen.

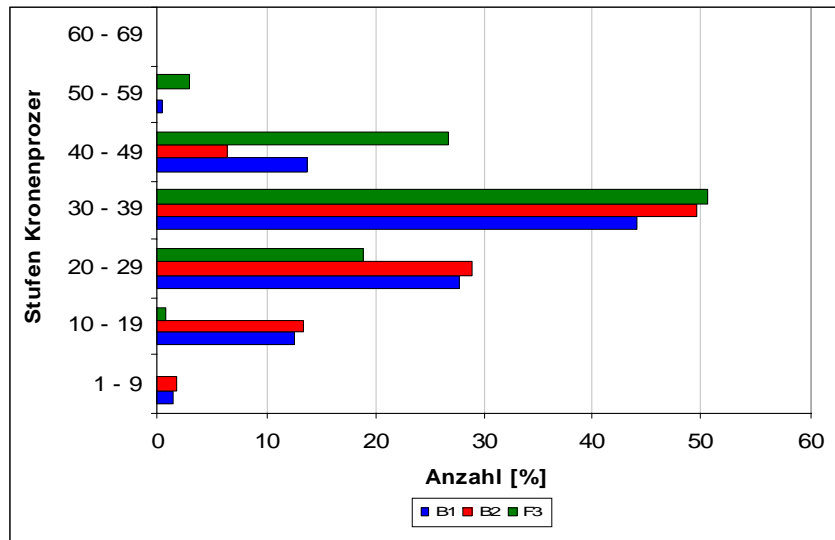


Abb.31: Verteilung der Kronenprozent als Bestandes-Stabilitätsparameter

Im Vergleich der Kronenprozent der drei Probeflächen zeigt sich B2 als Bestand mit der geringsten Stabilität (Abb. 31). Die Anzahl der Bäume, welche sich von B2 in den geringen Kronenprozentklassen (< 40) befinden, ist jeweils höher als in B1. Es gibt in B2 keinen einzigen Baum, der ein Kronenprozent > 50 aufweist. Die Fläche F1 zeigt sich trotz der geringen h/d-Verhältnisse in ihrem Kronenprozent als überwiegend stabiler Bestand, in dem einzelne Bäume vorkommen, welche bis zur halben Baumlänge bekront sind und somit sehr stabile Einzelbäume im Bestandesgefüge darstellen.

Als absolut stabil ist Bestand F3 in Sachsen einzuschätzen, denn 80 % der Bäume befinden sich hier im stabilen bis sehr stabilen Bereich.

5.4.3 Kronenparameter

Die Krone, welche auch als „Motor des Baumes“ bezeichnet wird, gilt als wichtiger Vitalitäts- und Stabilitätsfaktor für Bestand und Einzelbaum. In den folgenden Tabellen und Grafiken sind verschiedene Kronen-Kenngrößen der Probeflächen dargestellt.

Tab.19: Kronenradien-Werte der Flächen

Fläche	Kronenradius [m]			
	ZB	min	Mittel	max
B1	1,74	0,3	1,07	3,5
B2	1,82	0,4	1,30	3,3
F3	1,85	0,4	1,33	2,9

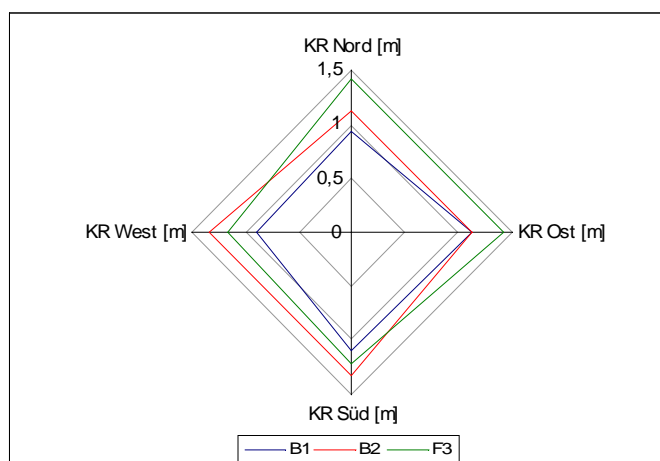


Abb.32: Mittlere Kronenradien aller drei Probenflächen

Durch die Analyse der Kronenradien ist eine Darstellung der durchschnittlichen Kronenausformung auf den Flächen möglich. Die kleinsten Kronen sind in B1 zu finden (Tab. 19). Die Probenflächen B2 und F3 unterscheiden sich in ihrer Kronenausprägung kaum voneinander. Die Kronenradien der Z-Bäume und die mittleren Kronenradien zeigen einen ähnlichen Trend. Bei den maximalen Kronenauslagen zeichnet sich jedoch ein ganz anderes Bild ab. Hier liegt Probenfläche B1 mit dem größten maximalen Radius vor B2 und F3. Die Abb. 32 zeigt, wie stark die mittleren Kronenradien der Flächen in die vier Haupthimmelsrichtungen ausgeprägt sind. Alle Kronen sind relativ gleichmäßig geformt. Die Kronen aus B1 sind lediglich in östlicher Richtung um durchschnittlich 14 cm länger als die West-Radien (0,89 m). In B2 wird eine südwestliche Auslage von 1,34 m deutlich und in F3 sind die mittleren Kronen in nordöstlicher Richtung mit 1,41 m um 25 cm stärker ausgeprägt als die Kronenradien in westlicher Richtung. Auffällig ist jedoch, dass die Kronen der Edelkastanien in allen drei Flächen für eine Laubbaumart sehr gering ausgeprägt sind.

Kronenlänge und Kronenansatzhöhe

Ein weiterer wichtiger Parameter für die Beschreibung der Kronenausformung ist zum einen die Kronenansatzhöhe am Stamm und zum anderen die Länge der Krone. In Tab. 20 sind wichtige Kenngrößen zur Analyse dieser beiden Kronenwerte in den Probenflächen dargestellt.

Tab.20: Kronenlängen und Kronenansatzhöhen in den Probenflächen

Fläche	Kronenlänge [m]				Kronenansatzhöhen [m]			
	ZB	min	Mittel	max	ZB	min	Mittel	max
B1	7,0	0,7	5,0	11,9	11,6	4,0	11,5	15,1
B2	7,0	1,3	5,2	10,6	12,9	9,5	12,7	16,2
F3	8,3	2,7	7,1	11,0	12,8	7,0	13,0	16,4

In Probefläche B1 sind im Mittel die kürzesten Kronen und die niedrigsten Kronenansätze am Stamm zu verzeichnen. Ein nur geringer Größenunterschied von 20 cm Kronenlänge besteht zu den Kronen in B2. Wesentlich deutlicher ist jedoch der Höhenunterschied der mittleren Kronenansätze am Stamm, diese liegen in B2 durchschnittlich um 1,2 m höher als in B1. Anders zeigt sich hingegen die Situation zwischen den Werten von B2 und F3. Hier weichen die mittleren Kronenansatzhöhen mit 30 cm nur minimal voneinander ab. Die Kronenlängen haben hingegen fast 2 m Unterschied. Die mittleren Z-Baum- und maximalen Kronenansatzhöhen zeigen einen sehr ähnlichen Trend. Die Kronen in B1 liegen jeweils über 1 m tiefer als die sich gleichenden Werte aus den Beständen B2 und F3. Bei den Kronenlängenwerten zeigt sich ein anderes Bild. Hier gleichen sich die Z-Baum-Werte der Bestände in Brandenburg und haben im Durchschnitt 1,3 m kürzere Z-Baum-Kronenlängen. Besonders auffällig sind die sich gleichenden Z-Baum- und mittleren Kronenansatzhöhen in den Beständen. Erstaunlich sind die Werte der maximalen Kronenlängen, da hier B1 die größten Kronen, gefolgt von F3 und B2 aufweist.

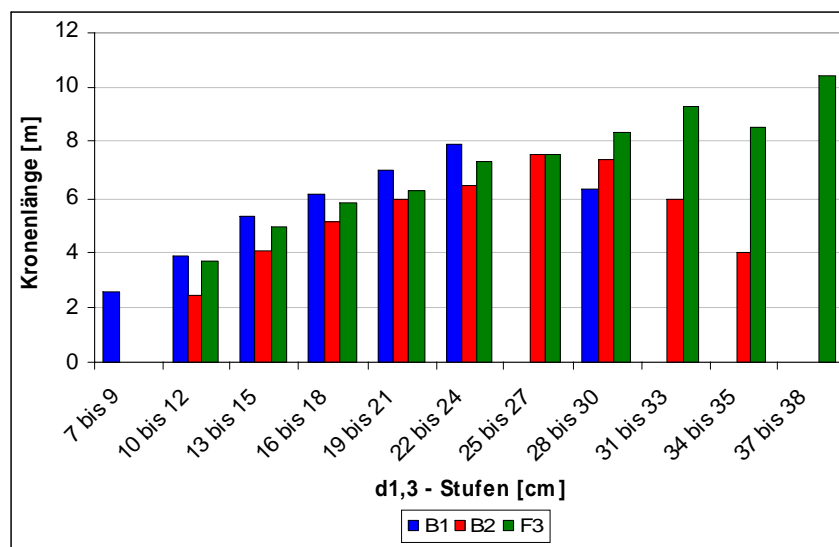


Abb.33: mittlere Kronenlängen über d1,3-Stufen auf allen Flächen

In Abb. 33 sind für alle drei Probeflächen die mittleren Kronenlängen über dem jeweiligen Durchmesserbereich in Zentimeter-Stufen dargestellt. Deutlich wird hier die Abhängigkeit der Kronenlänge vom Baumdurchmesser. Mit steigendem Bhd ist in allen Flächen eine Zunahme der Kronenlänge zu verzeichnen. Auffällig ist, dass B1 in fast allen auf der Probefläche vorhandenen Durchmesserstufen längere Kronen aufweist als B2 und F3. Im Vergleich zum zweiten Bestand in Brandenburg (B2) hat B1 meist um 0,5 bis 2 m längere Kronen in den geringeren Durchmesserbereichen. Das wird besonders in der Durchmesserstufe von 22 bis 24 cm Bhd auffällig. Dort haben die Bäume von B1 eine mittlere Kronenlänge von 8 m und in B2 von nur 6,3 m.

Auch der Vergleich von B1 mit F3 überrascht. Hier liegen die Größenunterschiede zwar nicht so weit auseinander, doch die Werte von B1 sind häufig größer als die von F3. Zum Beispiel sind die mittleren Kronen in F3 bei einem Bhd von 19 bis 21 cm um 80 cm kleiner als die Kronen der gleichen Durchmesserstufe in B1. Im Gesamtvergleich ist Probefläche B1 jedoch die Fläche mit den kleinsten, mittleren Kronenlängen, da durch die hohe Anzahl an geringen Durchmessern auf der Fläche der mittlere Wert der Kronenausdehnung nach unten korrigiert wird.

In Abb. 34 werden die gemessenen Kronenansatzhöhen mit der Bestandeshöhenkurve über dem Bhd dargestellt.

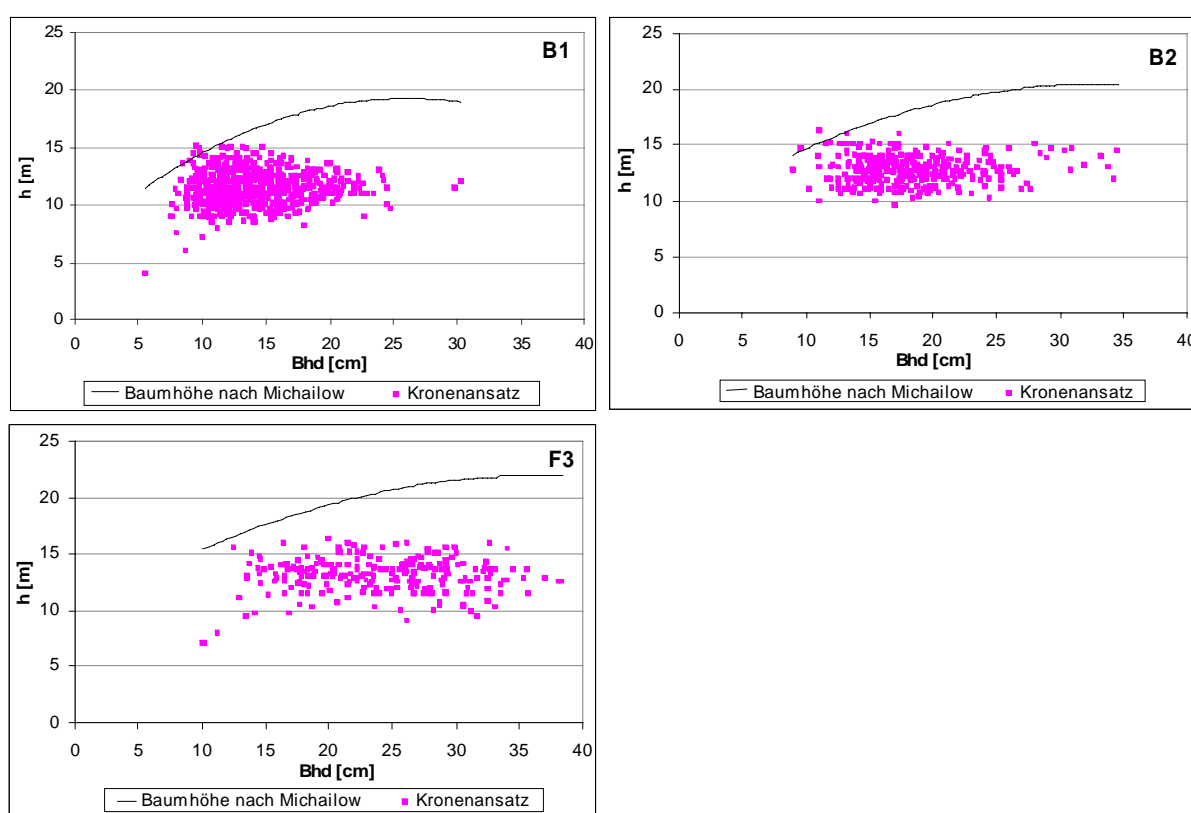


Abb.34: Bestandeshöhenkurven und Kronenansatzhöhen über dem Bhd für alle drei Probeflächen

Bei der Edelkastanie liegen die Kronenansätze in allen Probeflächen vorwiegend zwischen 10 und 15 m Höhe am Stamm. Einige Kronenansatzhöhen liegen sogar über der Bestandeshöhenkurve in B1 und B2 (Abb. 34). Das zeigt, dass eine erhebliche Spanne an Kronenansatzhöhen und auch Baumhöhen in einem Durchmesserbereich zu finden sind. Die Kronenansatzhöhen nehmen in allen Probeflächen im Gegensatz zu den Baumhöhen nicht deutlich zu sondern bewegen sich weitestgehend unabhängig vom Bhd im gleichen Höhenbereich zwischen 10 und 15 m.

5.4.4 Auswertung der sozialen Struktur

Jeder Baum auf den Probeflächen wurde einer sozialen Baumklasse zugeordnet. Somit konnte das Bestandesgefüge der Versuchsflächen analysiert werden. Die Verteilung der sozialen Struktur auf den drei Probeflächen stellt sich wie folgt dar (Abb. 35).

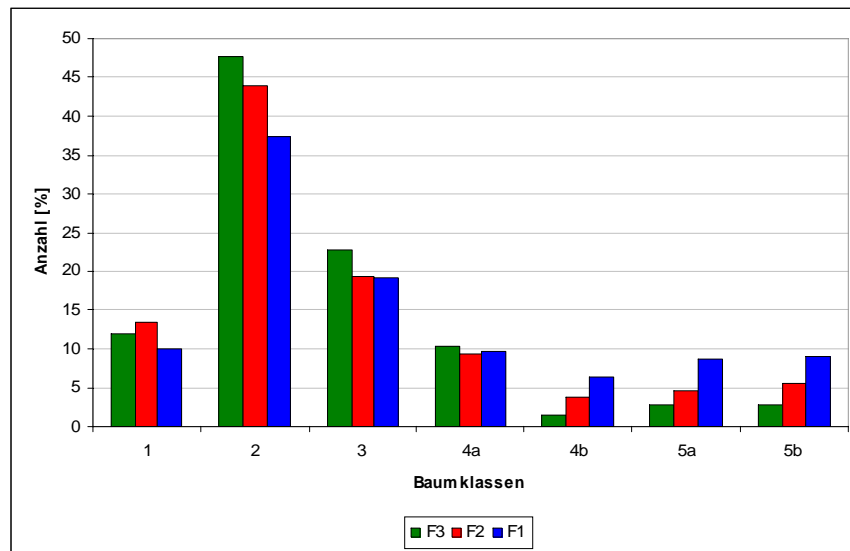


Abb.35: Prozentualer Anteil der sozialen Baumklassen in den Probeflächen

In Probefläche B1 gibt es mit einem Anteil von über einem Drittel die meisten Bäume, die zur beherrschten (Bkl 4) und ganz unterständigen (Bkl 5) Bestandesschicht gehören. Hier liegt zudem auch der Anteil an abgestorbenen Individuen (Bkl 5b) mit ca. 18 % sehr hoch.

In allen drei Beständen bildet, wie zu erwarten war, die herrschende Schicht (Bkl 2) den Hauptbestand. B1 hat im Vergleich zu B2 und F3 mit nur 37 % den geringsten Anteil herrschender Bäume. B2 folgt mit fast 44 % und den höchsten Anteil hat F3 in dem fast die Hälfte aller Bäume im Bestand als herrschend gelten. In Fläche B2 zählen um 1,5 % mehr Bäume zu den vorherrschenden Stämmen (Bkl 1) als in F3. Ansonsten zeigt sich ein sehr ausgeglichenes Verhältnis bei den Beständen in den Baumklassen 1, 3 und 4a. In Fläche F3 gibt es kaum Bäume der Klassen 4 und 5. Es dominieren mit über 80 % die Baumklassen 1 bis 3.

Es fällt auf, dass sich in allen Probeflächen die Bäume des vorherrschenden, herrschenden und gering mitherrschenden Bestandes (Bkl 1 bis 3) über alle Durchmesserklassen hinweg verteilen. Die beherrschten und ganz unterständigen oder abgestorbenen Stämme (Bkl 4 und 5) sind hingegen in allen Beständen in einem Durchmesserpektrum von 7 bis 20 cm $d_{1,3}$ zu finden.

Im Folgenden soll der Zusammenhang zwischen der sozialen Struktur und der Stabilität der Bestände dargestellt werden. Dabei werden die Stabilitätsparameter aus den vorherigen Kapiteln in Bezug auf die Baumklassen analysiert (Tab. 21).

Tab.21: Analyse von Stabilitätsgrößen, Kronengrund- und Standflächen nach sozialer Stellung im Bestand

	Soziale Baumklassen							
	Fläche	1	2	3	4a	4b	5a	5b
h/d	B1	94,1	110,8	129,4	133,1	142,0	140,4	149,5
	B2	79,4	96,0	110,7	112,7	130,8	127,6	120,8
	F3	68,3	80,2	99,2	116,7	108,5	107,2	105,1
KP [%]	B1	38,6	33,2	28,3	24,2	22,2	19,3	0,0
	B2	35,8	30,9	26,7	22,2	17,8	14,6	0,0
	F3	42,2	37,1	31,2	28,6	35,0	30,9	0,0
KR [m]	B1	1,7	1,2	0,9	0,8	0,8	0,7	0,0
	B2	1,9	1,4	1,0	1,0	0,8	0,8	0,0
	F3	2,0	1,5	1,1	0,8	0,8	0,6	0,0
KG [m ²]	B1	9,5	4,8	3,0	2,7	2,5	2,2	0,0
	B2	11,7	6,6	3,9	3,7	2,2	2,4	0,0
	F3	13,7	7,4	4,0	2,7	2,3	1,2	0,0
SF _(f1,5) [m ²]	B1	12,2	5,7	2,9	2,5	1,8	1,4	0,0
	B2	17,6	7,8	4,2	3,6	2,7	2,2	0,0
	F3	22,3	13,5	6,2	3,3	2,7	2,2	0,0

Aus Tab. 21 ist deutlich erkennbar, dass die soziologische Stellung des Baumes direkt mit der Stabilität korreliert. Die Höhen-Durchmesser-Verhältnisse werden von Baumklasse 1 bis 5 immer ungünstiger. In Probefläche B1 sind im Durchschnitt nur Bäume aus der sozialen Klasse 1 stabil, in allen anderen Klassen gelten die Bäume als wipfelschäftig. Etwas stabiler stellt sich Bestand B2 dar. Hier sind die stabilen Bäume in Baumklasse 1 und 2 verteilt und in F3 schon bis zur Baumklasse 3.

Für das Kronenprozent zeichnet sich ein ähnliches Bild ab. Hier sinkt die Stabilität mit der soziologischen Stellung des Baumes im Bestandesgefüge ebenso deutlich. Die Bäume der Klassen 4 und 5 werden in allen drei Beständen mit einer geringen Stabilität ausgewiesen. In den Flächen in Brandenburg gelten durchschnittlich auch noch die mitherrschenden Bäume (Bkl 3) als gering stabil.

Deutlich wird das Auswahlkriterium der Baumklassen bei dem Vergleich der Kronen. In allen drei Beständen besitzen die vorherrschenden Bäume (Bkl 1) durchschnittlich fast doppelt so große Kronengrundflächen (KG) wie die herrschenden (Bkl 2). Noch gravierender ist der

Vergleich der vom Durchmesser abhängigen, berechneten Standflächen (SF) mit den sozialen Baumklassen 1 und 2. Auffällig ist hier außerdem, dass die Bäume aus den herrschenden Baumschichten (Bkl 1 bis 3) in B1 und B2 höhere Standflächen erhalten als ihre Kronenausdehnung einnimmt und die beherrschten und unterständigen Bäume weitaus größere Kronengrundflächen als Standflächen besitzen. In der sächsischen Probefläche (F3) sind alle durchschnittlichen Standflächenwerte der sozialen Klassen größer als deren Kronengrundflächen.

Da Baumklasse 5b die abgestorbenen Individuen auf den Flächen repräsentiert, gibt es für diese Klasse keine Kronen- oder Standflächenwerte.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass die Stabilität mit der sozialen Stellung eines Baumes im Bestand direkt im Verhältnis steht. Wird einem Baum eine hohe soziologische Stellung zugewiesen, so gilt er als stabil. Je geringer diese ist, desto ungünstiger sind seine Stabilitätsverhältnisse und umso kleiner sind Kronenschirm- und Standfläche.

In Abb. 36 sind die durchschnittlichen Kronenausdehnungen von Bäumen aus den verschiedenen sozialen Klassen dargestellt.

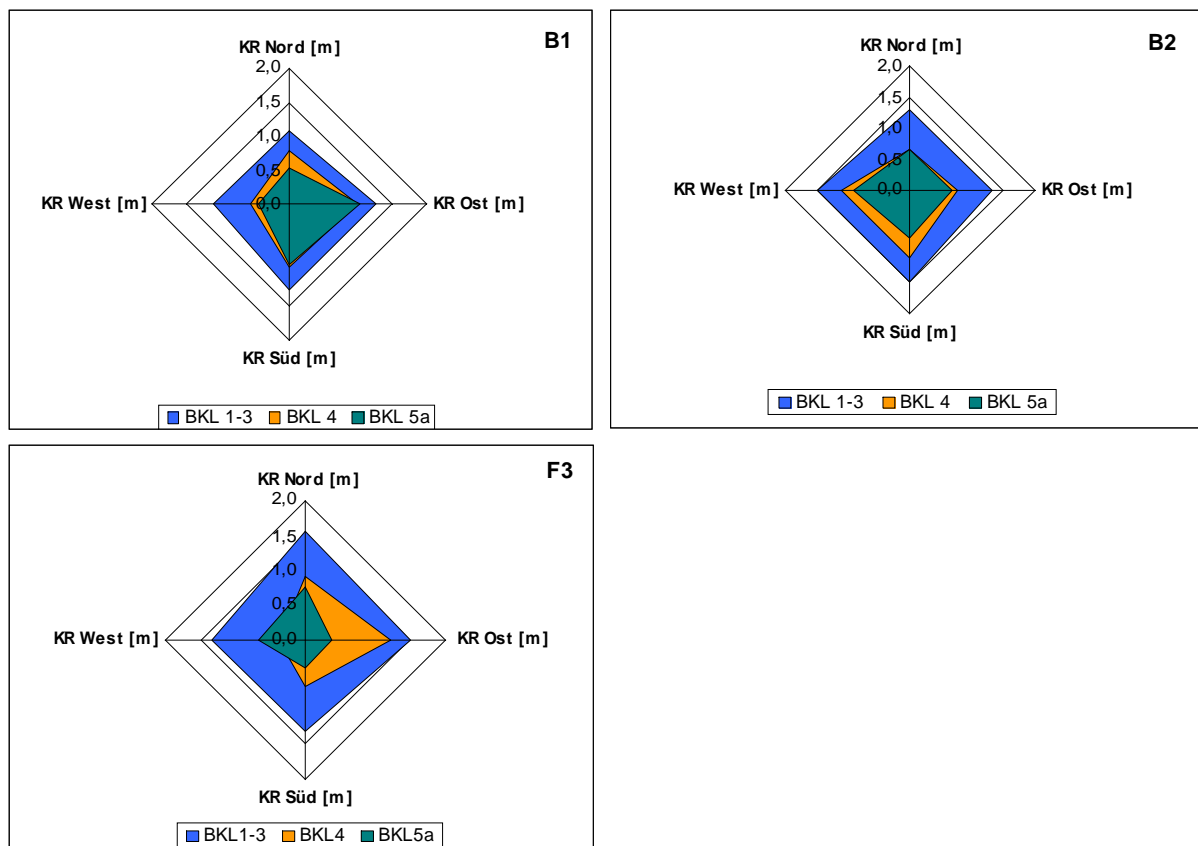


Abb.36: Auslage der Kronenradien in vier Himmelsrichtungen unterteilt nach Baumklassen

In Abb. 36 fällt besonders auf, dass die Baumkronen aus der herrschenden Schicht (Bkl 1 bis 3) in allen Probeflächen relativ gleichmäßig ausgeprägt sind. Die Kronen der beherrschten und ganz unterständigen Stämme in Fläche B1 sind deutlich größer in südöstlicher Richtung ausgeprägt und in B2 nach Südwest. In der dritten Probefläche F3 zeigen die beherrschten Stämme eine deutliche Fahnenform in östlicher Richtung. Baumkronen aus der Klasse 5a sind hingegen eher nach Westen geneigt.

5.5 Wuchsraum

5.5.1 Auswertung der Verhältnisse von Kronengrundfläche zu Standfläche

Die Kennzahlen aus Tab. 22 stellen den durchschnittlichen Wuchsraum der Z-Bäume, das Bestandesminimum, -mittel und -maximum dar. Hier wird deutlich, dass die Bäume in Probefläche B1 durchschnittlich den geringsten Wuchsraum haben. Dieser ist mit nur 4,8 m² um 55 % und bei B2 mit 7,5 m² um 30 % kleiner als der durchschnittliche Wuchsraum der Edelkastanien in Versuchsfläche F3. Ähnlich verhält es sich mit der durchschnittlichen Kronengrundfläche. Diese ist in B1 mit 4,3 m² ebenfalls am geringsten. Jedoch zeichnet sich der Unterschied zu den anderen Flächen weniger gravierend ab. Die durchschnittlichen Kronengrundflächen sind in F3 um 35 % größer als in B1 und um nur 8 % größer als in Probefläche B2.

Tab.22: Standflächen- und Kronengrundflächenwerte der Probeflächen

Fläche	Standfläche _(n,5) [m ²]						Kronengrundfläche [m ²]					
	ZB	min	Mittel	max	Sx	sx%	ZB	min	Mittel	max	Sx	sx%
B1	13,3	0,02	4,8	33,5	17,4	358,5	10,0	0,33	4,3	38,0	17,8	413,5
B2	16,2	0,06	7,5	47,0	20,5	273,2	11,1	0,55	6,1	35,7	19,1	312,4
F3	20,5	0,23	10,8	39,7	13,8	127,8	11,7	0,45	6,6	29,6	10,0	151,4

Im Vergleich wird deutlich, dass die Edelkastanien im Durchschnitt auf allen drei Probeflächen höhere Standflächen als Kronengrundflächen haben. Das gleiche Bild zeichnet sich auch für die Z-Bäume in den Beständen ab. Die Z-Bäume in F3 haben im Durchschnitt eine fast doppelt so große Standfläche wie Kronengrundfläche. Anders sieht dies bei den jeweiligen Minimumwerten aus. Hier sind die Standflächen auf allen Versuchsflächen bis zu 0,5 m² kleiner als die Kronengrundflächenwerte. Bei den Maxima aus B1 zeigt sich das gleiche Bild, hier ist die maximale Standfläche um 4,5 m² kleiner.

Des Weiteren wird der Zusammenhang zwischen Bhd und Standflächengröße der Edelkastanien untersucht. In Abb. 37 ist eine deutliche Abhängigkeit zwischen den beiden Größen zu erkennen. Mit steigendem Baumdurchmesser nimmt die Standflächengröße in allen drei Probeflächen ebenfalls zu.

In Bestand B1 haben 90 % aller Bäume (481 Stück) eine Standfläche von unter 10 m². Davon nehmen 340 Bäume (64 %) Standflächen von unter 5 m² Größe ein. Trotz dieser geringen Standflächen von unter 5 m² sind Bäume mit bis zu 20 cm Bhd in diesem Bereich zu finden. Bäume dieser Stärke erhalten ebenfalls Standflächen von 20 m². Es ist eine hohe Streuung an Standflächengrößen bei ähnlichen Durchmesserwerten zu beobachten (vgl. Tab. 22).

Auf Probefläche B2 zeigt sich ein ähnliches Bild. 78 % der Bäume (220 Stück) nehmen im Durchmesserbereich von 9 bis 25 cm, Standflächen von unter 10 m² ein. Doch auch hier gibt es Bäume mit geringeren Durchmessern, die Standflächen bis zu 20 m² einnehmen. Standflächen von über 30 m² setzen einen Bhd von mindestens 32 cm voraus.

In Versuchsfläche F3 hat fast jeder zweite Baum eine Standfläche von über 10 m². Dies setzt aber auch einen Bhd von über 20 cm voraus.

Ähnliche Zusammenhänge gelten für die Beziehung zwischen Bhd und Kronengrundfläche (vgl. Abb. 38).

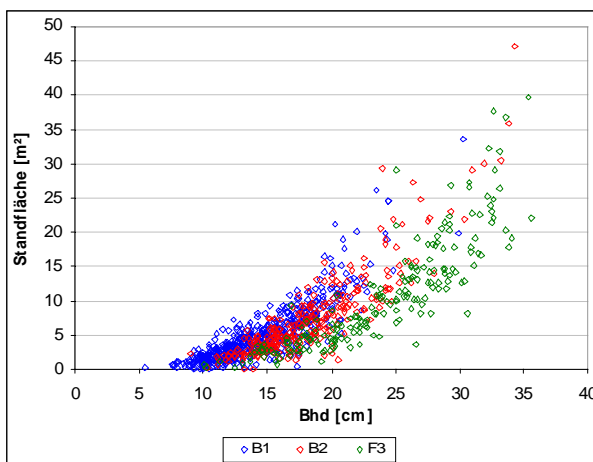


Abb.37: Standflächenwerte über dem Bhd

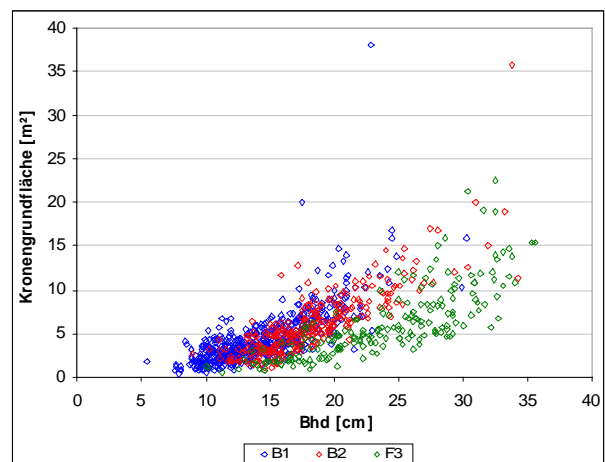


Abb.38: Kronengrundflächen über dem Bhd

Wie die Bäume den zur Verfügung stehenden Wuchsraum ausnutzen, wird in Abb. 39 deutlich. Hier wird das Verhältnis von Kronengrundfläche zu Standfläche über dem Bhd dargestellt.

Wenn der Quotient aus Kronengrundfläche und Standfläche kleiner als 1 ist, so können die Bäume ihren Wuchsraum nicht optimal ausnutzen. Die Kronenauslage ist geringer als die errechnete Standfläche. Bei einem Quotient über 1 stehen die Bäume gedrängt und die Kronen greifen ineinander. Die Kronen gehen über die errechnete Standflächen hinaus.

Auf der Probefläche B1 stehen etwa ein Drittel der Bäume gedrängt, indem ihre Kronen ineinander greifen. Etwa 6 % nutzen ihren Wuchsraum optimal aus, denn hier berühren sich die Kronen nur. Etwa 61 % aller Bäume können ihren Wuchsraum nicht optimal ausnutzen. Ein sehr ähnliches Bild zeigt sich in der zweiten Probefläche B2, hier ist lediglich der Anteil der bedrängten Bäume um 7 % geringer.

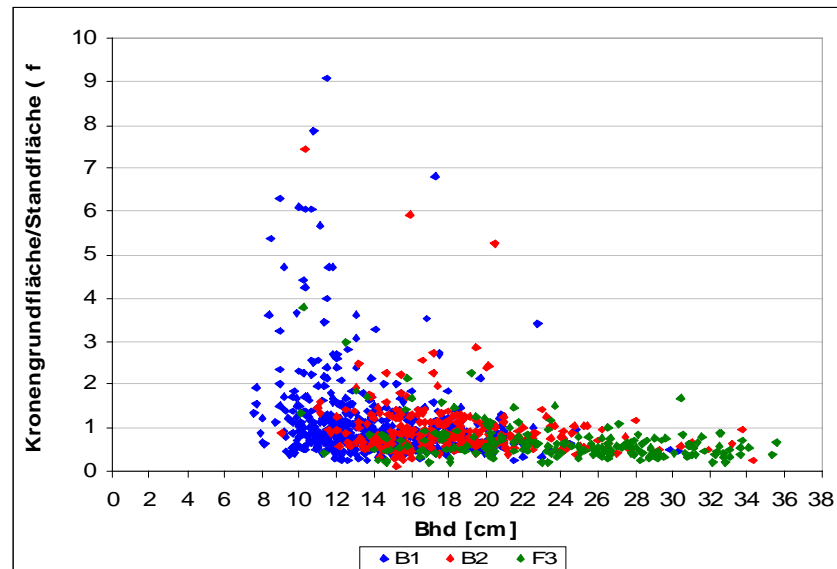


Abb.39: Verhältnis zwischen Kronengrundfläche und Standfläche bezogen auf den Bhd

F3 ist wie schon bei der Bestandesbeschreibung in Kapitel 5.1 erläutert wurde, ein eher lückiger Bestand. Hier zählen 88 % der Bäume zu den Individuen, die ihre Standfläche nicht optimal ausnutzen. Zwei Prozent haben ideale Kronenauslagen und nur 10 % der Bäume stehen gedrängt zueinander.

In Abb. 39 wird außerdem deutlich, dass Bäume mit einem hohen Durchmesser unabhängig von den Probeflächen ein ausgeglicheneres Verhältnis von Kronengrundfläche zu Standfläche haben. Hier bewegen sich die Werte mit steigendem Bhd kontinuierlich gegen eins und darunter. Diese Bäume können ihren Wuchsraum nicht optimal ausnutzen. Bei den geringeren Durchmessern wird deutlich, dass diese zumeist viel mehr tatsächliche Kronengrundfläche haben als ihnen Standfläche zugewiesen wird.

Zum Teil gibt es erhebliche Differenzen zwischen den realen Kronen- und errechneten Standflächenwerten. Die größte Spanne ist in B1 zu finden, hier wird einem Baum eine über 26 m² kleinere Standfläche berechnet. Die größte Spanne zwischen der Kronengrundfläche und der berechneten Standfläche eines Baumes ist in Probefläche B1 zu finden. Hier wird einem Baum mit 21,4 cm Durchmesser, bezogen auf seine Kronengrundfläche, eine über 26 m² kleinere Standfläche zugeordnet. Ein anderes Extrem stammt aus Bestand B2, hier gibt es einen 9,5 cm starken Baum der 35 m² seines errechneten Wuchsraumes durch seine Krone nicht ausnutzen kann.

5.6 Auswertung der Struktur und Konkurrenz mit BWINPro-S

5.6.1 Bestandesstruktur

Die Struktur eines Bestandes nimmt direkten Einfluss auf seine Wachstumsprozesse. Daher ist es sehr wichtig, eine Aussage zur Struktur innerhalb der Probeflächen treffen zu können. Zudem sind Strukturparameter gute Indikatoren für ökologische Vielfalt und Stabilität von Wäldern.

Zur Analyse der horizontalen Verteilung der Bäume auf der Fläche wurde der in Kap. 4.2.4 beschriebene Aggregationsindex von CLARK & EVANS gewählt. Dieses Verfahren beschreibt die räumliche Verteilung aller Individuen auf der Probefläche. In Abb. 40 sind die einzelnen Edelkastanien, die ausgewiesenen Z-Bäume (ZB) und auch die, in den vorherigen Kapiteln unberücksichtigten Nebenbaumarten auf den Probeflächen dargestellt. Die in Versuchsfläche B1 liegende Rückegasse ist mit einer schwarzen Linie im Bestand eingezeichnet.

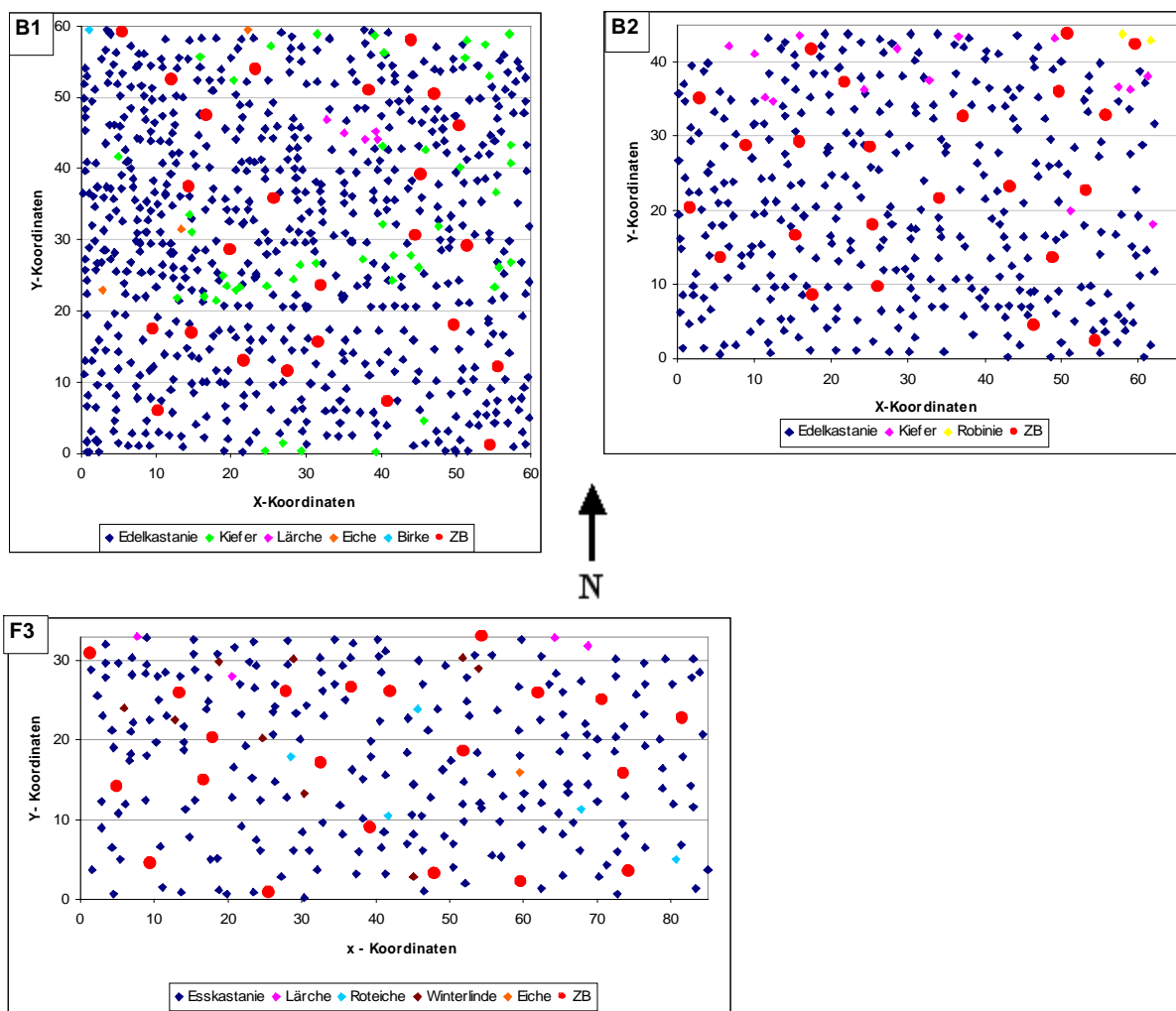


Abb.40: Räumliche Verteilung der Bäume auf den Probeflächen

Der Aggregationsindex beschreibt das Verteilungsmuster auf den zwei Probeflächen in Brandenburg (B1 und B2) mit sehr ähnlichen Werten. Die Verteilung der Bäume auf den Flächen lässt sich am besten mit zufällig, bzw. regelmäßig beschreiben (Tab. 23). In Versuchsfläche F3 wird die horizontale Bestandesstruktur durch einen um 0,05 höheren Index von CLARK & EVANS charakterisiert. Damit gelten die Bäume in F3 als geringfügig regelmäßiger oder gleichmäßiger auf der Fläche verteilt.

Tab.23: Strukturindex von CLARK & EVANS für die Probeflächen

Fläche	B1	B2	F3
Aggregation (CLARK/EVANS)	1,25	1,26	1,31

5.6.2 Konkurrenzverhältnisse

Konkurrenz wird als ein Maß für die Einschränkung des individuellen Wuchsräume eines Baumes durch seine ihn bedrängenden Nachbarn gesehen. Die Aussage zur Konkurrenzkraft eines Baumes gibt an, in welchem Maße er in der Lage ist, seinen Konkurrenten Ressourcen, wie Licht, Wasser und Nährstoffe zu entziehen. Im folgenden wird eine Aussage zu den Konkurrenzverhältnissen auf den Probeflächen über den C66 Index getroffen.

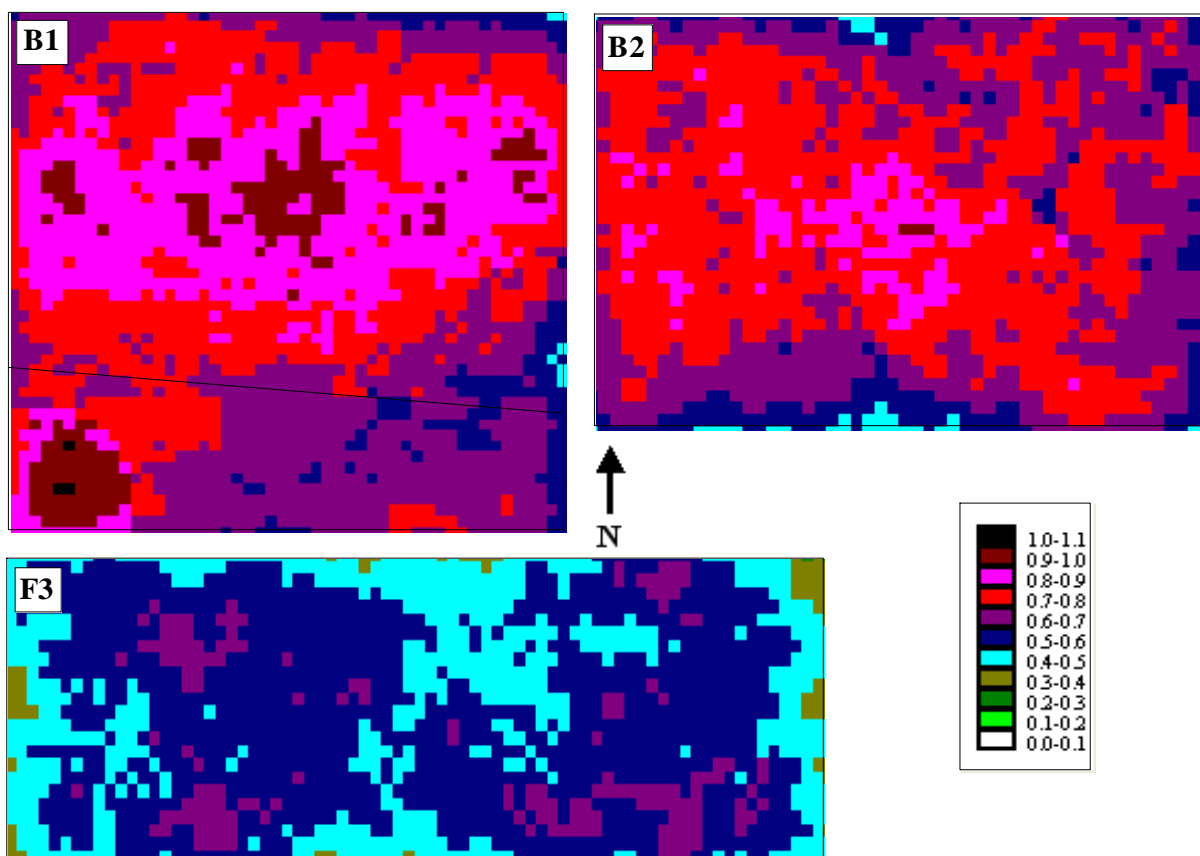


Abb.41: Konkurrenzkarten der drei Probeflächen (BWINPro-S)

Die mit Hilfe von BWINPro-S erstellten Konkurrenzkarten des Index C66 zeigen an, wo im Bestand erhöhte Konkurrenz herrscht (Abb. 41). Der Bezugsradius des Konkurrenzindex wurde, wie in Kapitel 4.2.4 beschrieben, auf 10 m festgelegt. Je höher der Wert des C66 ist, umso höher ist die Konkurrenz zwischen den Individuen auf der Fläche. Die Probeflächen in Abb. 41 sind proportional zu ihren realen Flächengrößen abgebildet. Die größte Konkurrenz wird durch schwarze und dunkelrote Flächen gekennzeichnet, gefolgt von rosa und rot. Violett- und Blautöne beschreiben eine mittlere Konkurrenzsituation. Geringe Konkurrenzverhältnisse werden über Grüntöne abgebildet. In allen Probeflächen wird deutlich, dass die Konkurrenzsituation im Zentrum des Bestandes am höchsten ist und nach außen hin abnimmt. Bäume am Flächenrand haben nur in eine Richtung ihres Bezugskreises Konkurrenten stehen, weil außerhalb der Fläche keine Bäume aufgenommen wurden. Diese Individuen stellen verfälschte Konkurrenzsituationen dar. Aus diesem Grund wurden alle Konkurrenzkarten um eine halbe Altbaumlänge vom Flächenrand aus verkleinert um die wirklich herrschende Konkurrenz auf den Flächen darzustellen.

In Versuchsfläche B1 herrscht im Vergleich zu den anderen Flächen die höchste Konkurrenz zwischen den Bäumen. Im Westen, südlich der Rückegasse, stellt sich die größte Konkurrenzsituation (schwarz – dunkelrot) auf der Fläche dar. In Bezug auf die Gesamtfläche, stehen südlich der Rückegasse die Bäume in geringerer Konkurrenz zueinander als nördlich von dieser. Im Bereich der Rückegasse bedrängen sich die Einzelbäume weniger stark, westlich etwas mehr als hangabwärts im Süden. Hier steht dem Einzelbaum ein größerer Wuchsraum zur Verfügung, da die Abstände zu Nachbarbäumen größer sind als in der Fläche. Nördlich der Rückegasse steigt die Konkurrenz in der Fläche. Im Zentrum werden über den C66 die höchsten Einschränkungen der Wuchsräume gemessen und dunkelrot bis rosa dargestellt.

Bestand B2 zeigt ein ähnliches Bild wie B1, hier sind nur die Einschränkungen der individuellen Wuchsräume der Bäume etwas geringer. Wieder befindet sich die stärkste Konkurrenzsituation im Zentrum der Fläche. Der östliche Teil des Bestandes wird durch den C66 Index über gehäufte Violettöne als weniger bedrängt charakterisiert als der West-Teil der Fläche.

In F3 herrschen gänzlich andere Konkurrenzverhältnisse als in den Probeflächen in Brandenburg. Die Bedrängung der Einzelbäume durch ihre Nachbarn ist weitaus geringer als in B1 und B2. Es sind kleine Kreise im Ost- und Westteil der Fläche zu sehen, die auf höhere Konkurrenz (violett) als im Zentrum des Bestandes hinweisen. Zum größten Teil herrschen relativ ausgeglichene Verhältnisse zwischen den individuellen Wuchsräumen der Bäume im Bestand und nur eine mittlere bis geringe Konkurrenzsituation auf der Gesamtfläche.

In Tab. 24 werden die mittleren Konkurrenzverhältnisse der einzelnen Baumarten auf den Probeflächen dargestellt. Diese wurden ebenfalls mit Hilfe von BWINPro-S über den Einzelbaum-Konkurrenzfaktor C66 errechnet. Die Zahlenwerte zeigen deutlich in welcher Konkurrenzsituation sich die Bäume befinden.

Tab. 24: mittlere Konkurrenz der einzelnen Baumarten und der Z-Bäume auf den Probeflächen

	Eka	Eka - ZB	Ki	Elä	Tei	Bi	Rob	Rei	Wli
B1	0,67	0,6	0,45	0,14	0,76	0,24			
B2	0,64	0,56	0,43				0,72		
F3	0,53	0,53		0,41				0,54	0,58

Die Edelkastanien in B1 stehen unter einem etwas höheren Konkurrenzeinfluss als die Bestandesmitglieder in B2. Die mittlere Konkurrenz der Zukunftsbäume ist jeweils etwas geringer einzuschätzen als die Einschränkung der restlichen Edelkastanien auf den Probeflächen. Die Kiefern in Brandenburg zeigen geringere Konkurrenzwerte, was in B1 mit dem höheren Alter um 14 Jahre zu begründen ist. Erstaunlich sind die C66 Werte der Europäischen Lärche in Probefläche B1. Diese werden in ihren Wuchsleistungen nur sehr gering von anderen Baumarten beeinflusst. Die Birke in B1 ist ein einzelner Baum mit Solitärcharakter im Bestand und bleibt daher weitestgehend unbeeinflusst.

In Probefläche F3 ist der Einfluss der Konkurrenz auf die Zukunftsbäume durchschnittlich genauso hoch wie die Konkurrenz auf die restlichen Edelkastanien im Bestand. Die einzelnen Roteichen werden von ihrer Umgebung in ähnlichem Maß eingeschränkt wie die Kastanien. Die Europäischen Lärchen bleiben durch ihre Vorwüchsigkeit von umgebenden Individuen gering beeinflusst. Bei den Winterlinden zeichnet sich eine etwas höhere Einschränkung des Wuchsraumes ab als bei den anderen Baumarten auf der Fläche.

5.6.3 Überschilderung

Um eine Vorstellung zu bekommen, wie intensiv die Überschilderung an einzelnen Stellen im Bestand ist, wurden mit BWINPro-S Überschilderungskarten für die drei Probeflächen gezeichnet (Abb. 42). Durch die verschiedenen Farben auf den Flächen wird der unterschiedlich starke Kronenschluss im Bestand dargestellt. Ähnlich den Konkurrenzkarten, stellen schwarze und dunkelrote bis rote Flächen eine sehr hohe Überschilderung im Bestand mit stark gedrängten Kronen dar. Violett und blau charakterisieren einen eher geschlossenen bis lockeren Kronenschluss und Grüntöne lichte Bestandesstrukturen.

Beim Vergleich der Überschilderungskarten zu den Konkurrenzkarten wird deutlich, wie stark diese beiden Faktoren voneinander abhängen. In Bestandesteilen mit einem hohen Überschilderungsgrad, wie in B1 nördlich der Rückegasse im Bestandeszentrum, ist auch die größte Konkurrenz zwischen den einzelnen Bäumen zu finden. Dieser Sachverhalt trifft auf alle drei Probeflächen zu.

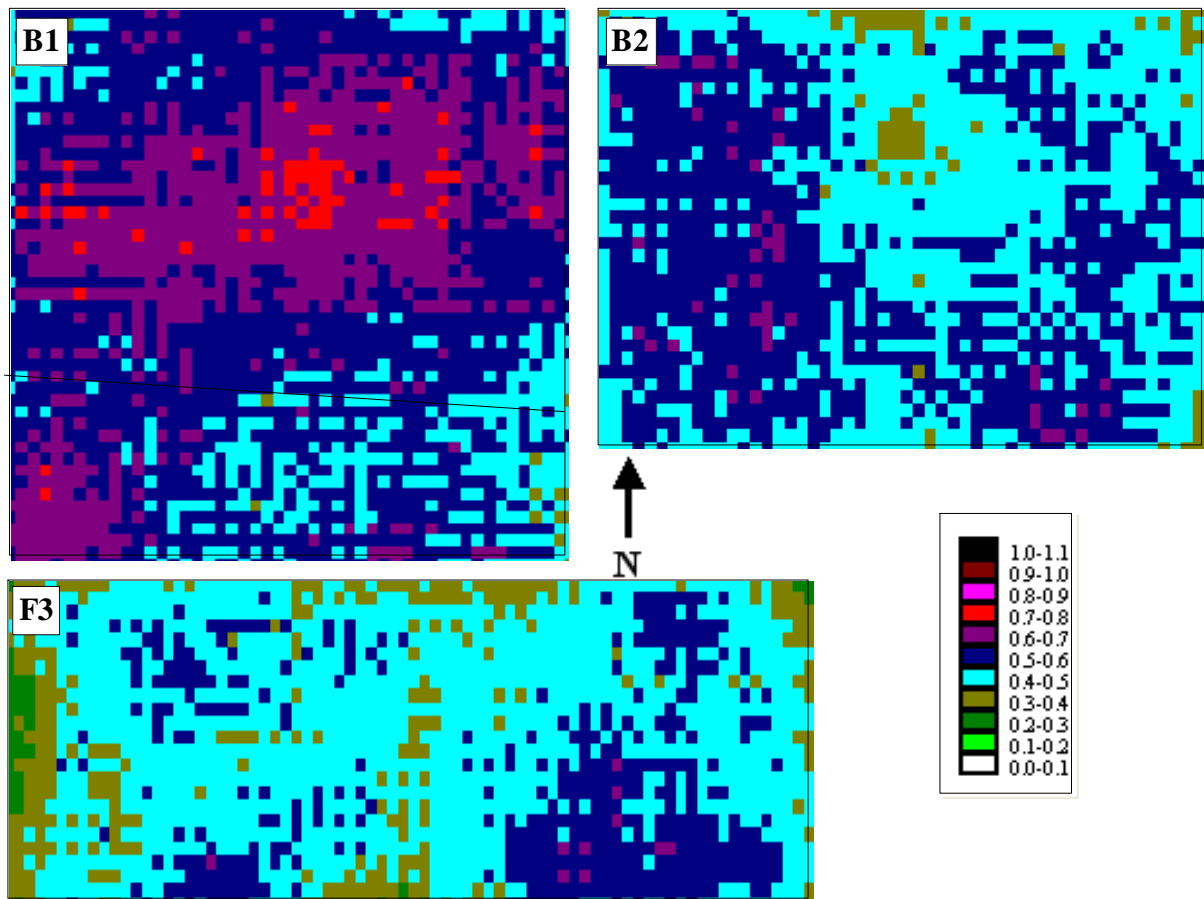


Abb.42: Übershirmungskarten der drei Probeflächen (BWINPro-S)

5.7 Qualitätsanalyse

Dieses Kapitel wird in zwei wichtige Untersuchungsschwerpunkte unterteilt. Zum einen werden die Qualitäten der Bäume auf den einzelnen Probeflächen zum Aufnahmezeitpunkt analysiert. Als zweiter wichtiger Aspekt werden die Z-Baum-Qualitäten ausgewertet um eine Aussage über zukünftig zu erwartende Bestandesqualitäten treffen zu können. Für beide Sachverhalte sollen folgende Fragestellungen analysiert werden:

- Wie sind die Stärkeklassen in Bezug auf die Qualitäten verteilt?
- Welche Merkmale sind entscheidend für die Sortierung der Stämme in Güteklasse C/EWG bzw. B/EWG?
- In welcher Höhe am Stamm ist der Sortensprung von Güteklasse B/EWG nach C/EWG zu verzeichnen?
- Welche Stammschäden treten an den Bäumen in den Probeflächen auf?

5.7.1 Bestandesqualität

In diesem Teil der Ergebnisdarstellung wird die Wertleistung der Bestände eingehend untersucht. Dafür wurden die relativen Anteile der Stammholzabschnitte nach Güteklassen unterteilt und in Bezug auf den jeweiligen Bhd des Baumes bestimmt (Abb. 43). Sortiert wurde bis zum jeweiligen Kronenansatz des Baumes, welcher sich durchschnittlich in einer Höhe zwischen 10 m bis 15 m am Stamm befindet (vgl. Kap. 5.4.3).

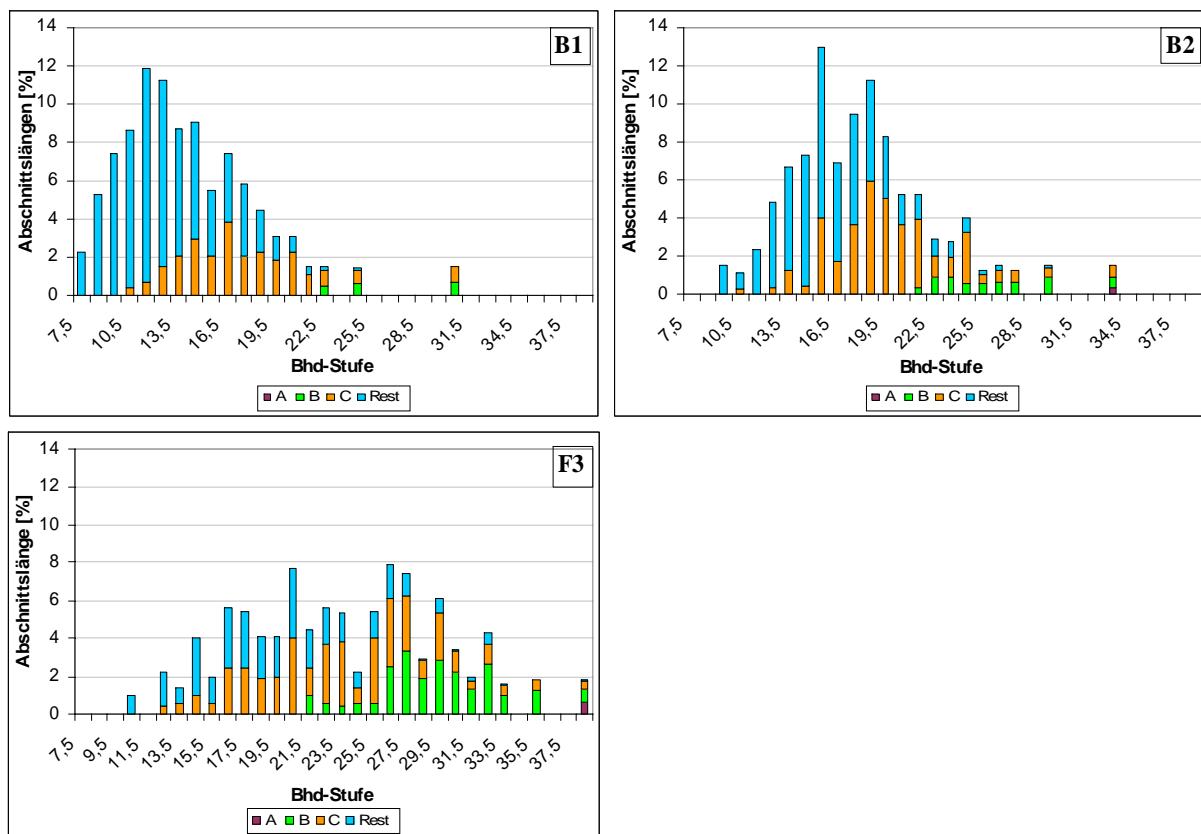


Abb.43: Verteilung der Stammabschnitte über dem Bhd, geordnet nach Güteklassen, für alle Probeflächen

Aus diesen Grafiken wird die Verteilung der Güteklassen-Abschnitte in den Probeflächen deutlich. Die Bäume in B1 werden zu 73 % in die Kategorie „Restholz“ sortiert. Dies ist vor allem darin zu begründen, dass Bäume der geringen Durchmesserklassen von 7 cm bis 10 cm nicht sägefähig sind und zumeist komplett in diese Einteilung fallen.

Ab der Durchmesserklasse von 10,5 cm bis 16,5 cm ist in B1 ein steigender Anteil an in Güteklasse C/EWG sortierte Stämme zu beobachten. In diesen Durchmesserbereichen befindet sich ein großer Teil der untersuchten Individuen. Etwa 26 % der Abschnitte werden dem C/EWG Holz auf dieser Fläche zugeordnet. Ab einer Durchmesserstufe von 22,5 cm Bhd werden einzelne Bäume in Stammabschnitte der Güteklasse B/EWG sortiert. Der Anteil liegt aber lediglich bei 2 % an der aufgenommenen Gesamtmasse.

In Probefläche B2 werden schon etwas mehr Abschnitte in Güteklasse C/EWG sortiert als in Bestand B1. Hier liegt der Anteil bei 37 %. 6 % aller Abschnittslängen in B2 sind der Qualitätsklasse B/EWG zugeordnet. Der höhere Anteil an besseren Qualitäten in B2 kann zum Teil auf einen Anstieg der Durchmesser auf der Fläche zurückgeführt werden.

Ein eher ausgewogenes Bild in Bezug auf die Güteklassenklassen-Verteilung bietet die Probefläche F3 in Sachsen. Hier werden über 23 % der Abschnitte zur Güteklasse B/EWG, knapp 42 % zu C/EWG und nur relativ geringe 35 % zu nicht sägefähigem Restholz gezählt. Beachtlich ist hier das Vorkommen von etwa 1 % relativem Anteil an in Güteklasse A/EWG sortierten Stammholzabschnitten auf der Fläche. Von Probefläche B1 zu B2 und F3 ist ein Anstieg der in Güteklasse B/EWG und C/EWG sortierten Stämme zu verzeichnen. Der Anteil des nicht sägefähigen Holzes sinkt hingegen. Den deutlichsten Unterschied zwischen den Versuchsflächen zeigt der Anteil des in B/EWG sortierten Holzes. In F3 wurde fast vier mal soviel Holz dieser Güteklasse zugeordnet als in B2.

Alle Abschnitte wurden, nach der in Sachsen verwendeten Mittenstärkesortierung von Stammholzabschnitten (LAS) einer Stärkeklasse zugewiesen. In Abb. 43 sind die in der jeweiligen Qualität vorhandenen Stärkeklassen zusammen mit dem aufsummierten Volumen pro Bestand dargestellt.

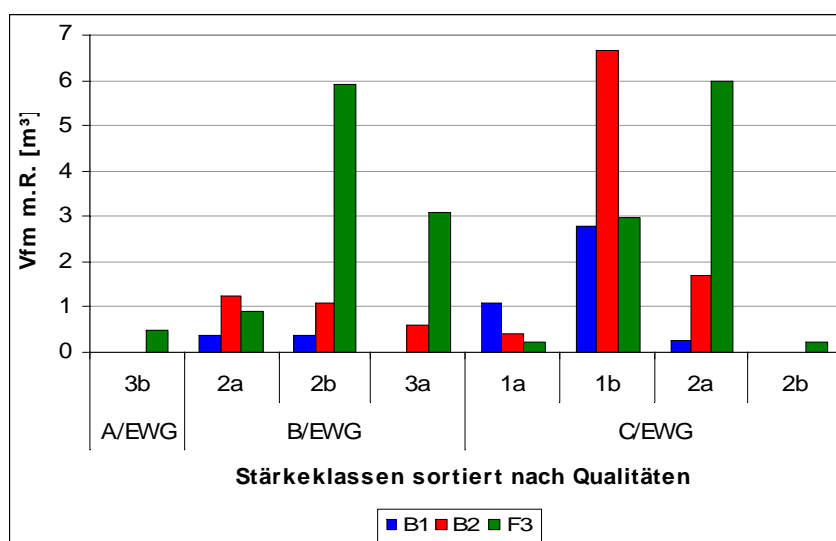


Abb.44: Volumen der Stärkeklassen in den Qualitäten, in allen drei Flächen

Bestand F3 ist die einzige Probefläche, welche einen Stammabschnitt von Güteklasse A/EWG hervorbringt. Dieser liegt in der Stärkeklasse 3b und hat demzufolge einen Mittendurchmesser von über 35 cm. Der Abschnitt hat ein Volumen von 0,51 Vfm m.R. und ist 4,5m lang.

Die Abschnitte in Güteklasse B/EWG sind über die Stärkeklassen 2a (20 - 24 cm), 2b (25 - 29 cm) und 3a (30 - 34cm) hinweg verteilt. Hier fällt auf, dass Probefläche B1 einen nur sehr geringen Anteil von jeweils unter 0,5 Vfm m.R. an den Stärkeklassen 2a und 2b hat und in 3a

nicht vertreten ist. Das liegt an den, wie zuvor erläutert (Abb. 43), geringen Brusthöhdurchmessern auf der Fläche. In B2 werden relativ geringe 3 Vfm m.R. der Güteklasse B/EWG zugeordnet. Diese sind zu 80 % Mittenstammstärken zwischen 20 und 29 cm zuzuordnen. Die in B/EWG sortierten 10 Vfm m.R. aus F3 kommen zu 31 % aus Abschnitten mit einer Mittenstärke von 30 bis 35 cm, zu 60 % haben diese Stammabschnitte Mittendurchmesser von 25 bis 29 cm und zu nur 9 % liegen die Stärken bei 20-24 cm.

Die Güteklasse C/EWG wird von Stammabschnitten mit einer Mittenstärke von 10 – 14 cm (1a), 15 -19 cm (1b) und 20 - 29 (2a/b) cm repräsentiert. B1 hat den größten Anteil an C/EWG in Stärkeklasse 1b mit 2,8 Vfm m.R. Weitere 33 % der Güteklasse sind in den Stärkeklassen 1b und 2a zu finden. Auffällig ist, dass alle Stämme, welche in Probefläche B1 der Stärkeklasse 2b angehören, in Güteklasse B/EWG sortiert werden konnten.

B2 hat wie B1 den größten Anteil seiner Stammabschnitte in Güteklasse C/EWG, dort werden knapp 7 Vfm m.R. der Stärkeklasse 1b zugeordnet. In F3 befinden sich 9,4 Vfm m.R. in der Güteklasse C/EWG, davon sind 64 % der Stammabschnitte der Stärkeklasse 2a zuzuordnen.

Anschließend stellt sich die Frage, welche Merkmale am Stamm sortierentscheidend für die Zuordnung der Qualitäten waren. In Abb. 45 und 46 sind dazu die Merkmale für die Absortierung der Stammabschnitte in die geringer wertige Güteklasse mit ihren absoluten Häufigkeiten dargestellt. Die Bildung von Faulästen am Stamm blieb bei der Auswertung unberücksichtigt, da dieses Merkmal auf den Flächen zu gering vertreten war.

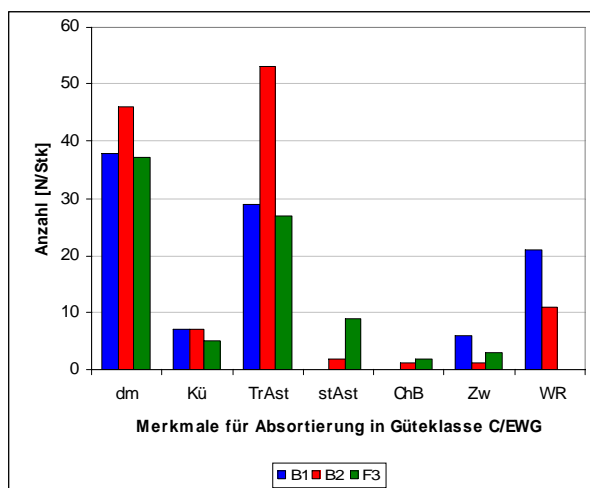


Abb.45: Merkmale für Absortierung in C/EWG

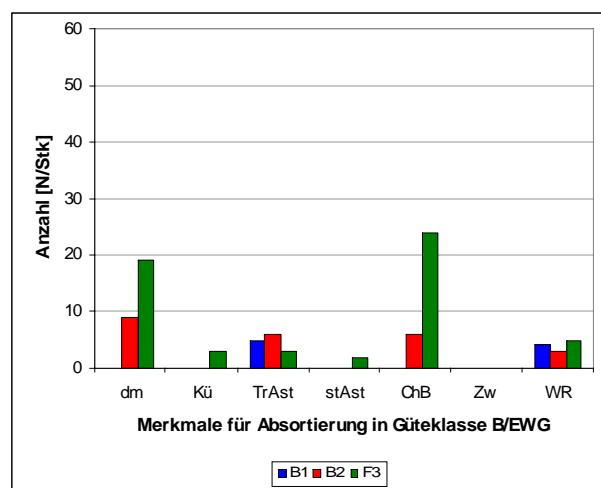


Abb.46: Merkmale für Absortierung in B/EWG

95 % der Bäume aus Güteklasse C/EWG in Probefläche B1 wurden aufgrund ihres zu geringen Mittendurchmessers (< 20 cm) dieser Qualität zugeordnet, weitere 73 % durch die häufige Bildung von Trockenästen und 53 % aufgrund erhöhtem Anteil an Wasserreisern am Stamm. Bei diesen Zahlen wird deutlich, dass ein Baum zum Teil mehrere Merkmale aufweist, die als Gründe für die Absortierung aus Güteklasse B/EWG in C/EWG gesehen werden können.

In Probefläche B2 wurden 93 % der Bäume der Güteklasse C/EWG zugeordnet, da eine vermehrte Trockenastbildung am Stamm zu verzeichnen war. Das sind 20 % mehr als in B1 und fast doppelt soviel wie in F3. 81 % der C/EWG Abschnitte aus B2 wurden aufgrund ihres zu geringen Durchmessers absortiert und 19 % wegen vermehrter Wasserreiserbildung am Stamm. Das sind über ein Drittel weniger als in B1.



Abb.47: Wasserreiser in B1

Der häufigste Grund für die Absortierung in F3 war der zu geringe Mittendurchmesser der Stammabschnitte. Jeder zweite in C/EWG sortierte Abschnitt hatte zu viele Trockenäste. Als auffällige Abweichungen zu den Probeflächen in Brandenburg ist hier jedoch eine vermehrte Steilastbildung zu verzeichnen, welche zu 17 % als sortierentscheidendes Merkmal für die Güteklasse C/EWG galt. Außerdem ist erstaunlich, dass bei keinem Baum auf der Fläche F3 die Wasserreiserbildung als Merkmal für die Sortierung der Bäume in C/EWG ausschlaggebend war.

Die Merkmale Krümmung, Steilastbildung, Ausprägung von Astnarben am Stamm und die Bildung von Zwiesel, spielen bei der Absortierung von B/EWG zu C/EWG - Stammholz in allen drei Probeflächen nur eine untergeordnete Rolle.

Von der Absortierung der Stammabschnitte von Güteklasse A/EWG zu B/EWG sind nur wenige Bäume betroffen. In Probefläche B1 sind nur die Merkmale von vermehrter Trockenast- und Wasserreiserbildung für eine Absortierung entscheidend, da es nur sehr wenige Individuen auf der Fläche gibt, welche einen geeigneten Durchmesser aufweisen. Bäume, welche Brusthöhendurchmesser von über 30 cm erreichen, sind jedoch überwiegend so genannte „Protzen“ im Bestand, welche von großen Dimensionen aber auch gleichzeitig von schlechten Qualitäten geprägt sind. Das Merkmal des zu geringen Durchmessers aber sonst ausreichend guter Qualität für Güteklasse A/EWG, tritt zu 82 % in B2 und zu 73 % in F3 auf. Außerdem gelten in B2 bei jedem zweiten Abschnitt die Ausbildung von Trockenästen und Astnarben als entscheidende Merkmale. In Bestand F3 sind überwiegend zu große oder in großer Anzahl auftretende Astnarben (92 %) die ausschließenden Kriterien für Güteklasse A/EWG. Beachtlich ist zudem, dass in F3 eine vermehrte Wasserreiserbildung (19 %) an starken Stämmen zu verzeichnen ist, da es als entscheidendes Merkmal für die Sortierung in Güteklasse B/EWG, jedoch nicht für C/EWG (vgl. Abb. 46), aufgeführt wird.

Aufgrund der häufigen Absortierung von Bäumen in die Güteklasse C/EWG wird in Abb. 48 die durchschnittliche Höhe des Sortensprunges am Stamm dargestellt. Hier ist deutlich erkennbar, dass es nur einen geringen Unterschied zwischen den Flächen in Brandenburg gibt. In B2 liegt der Sortensprung durchschnittlich nur 22 cm höher am Stamm als an den Bäumen aus Probefläche B1. Der Unterschied zu F3 ist jedoch viel deutlicher erkennbar, hier liegt der Sortensprung von Güteklasse B/EWG zu C/EWG über 2,6 m höher am Stamm als in B1.

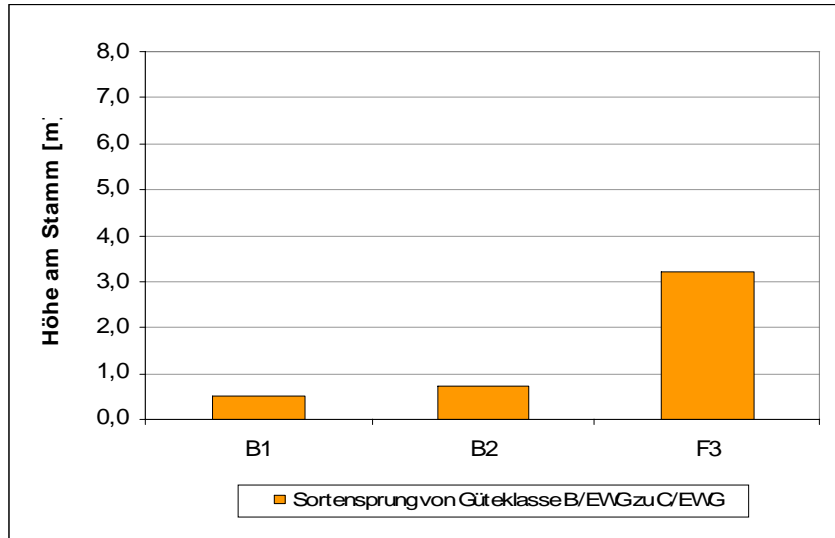


Abb.48.: Höhe des Sortensprungs von Güteklasse B/EWG zu C/EWG auf den Probeflächen

Für eine qualitative Einschätzung eines Bestandes reicht es nicht aus, nur die Rinden- und Stammm Merkmale der Bäume zu analysieren. Im folgenden wird besonders auf die Ausprägung von biotischen und abiotischen Schäden sowie auf Fäule hinweisende Schäden am Stamm auf den jeweiligen Probeflächen näher eingegangen. Dazu wurde eine Grafik erstellt, welche alle aufgetretenen Schäden mit ihrem relativen Anteil in den Versuchsflächen darstellt (Abb. 49). Da keine eindeutigen Rücke- oder Fällschäden auf den Probeflächen erkennbar waren, wurden diese unter dem Schadmerkmal „Überwallung“ (U) mit zusammengefasst. Bei diesem Rindenmerkmal konnte oft nicht genau ermittelt werden, ob es sich um Rücke- und Fällschäden, welche bei der Vornutzung entstanden sind, oder um verwachsene Astabbrüche, abgestorbene Loden oder Frostschäden handelt. In Abb. 49 sind die Anteile der geschädigten Bäume in Bezug auf die Gesamtanzahl im Bestand dargestellt.

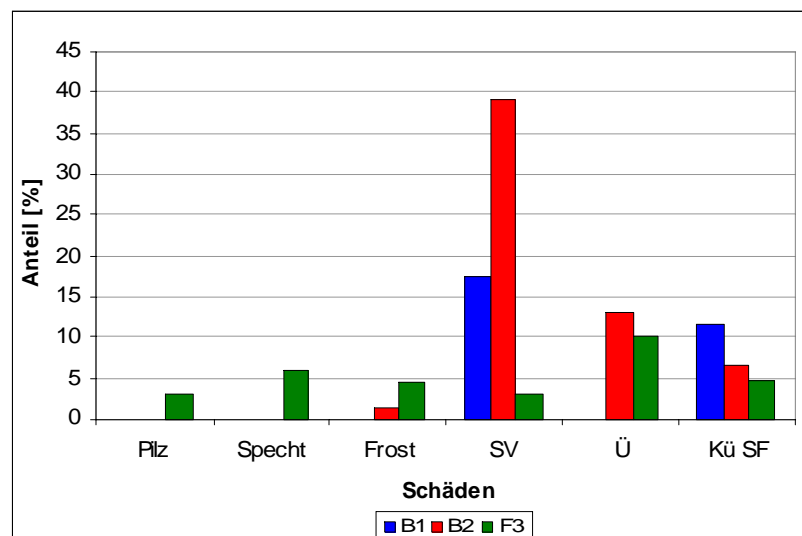


Abb.49: aufgetretene Stammschäden in den Probeflächen

In den Probestellen B1 und B2 treten gehäuft die Schäden „Stammfußverdickung“ (SV) sowie „Krümmungen am Stammfuß“ (Kü SF) auf. Die Verdickung des Stammfußes (Abb.



Abb.50: Stammfußverdickung

50) zeigt zumeist auch eine Fäule im Stamm, welche fast immer durch eine abgestorbene Lode am Stammfuß (roter Kreis) ausgelöst wird. Durch die hohe Stockausschlagfähigkeit dieser Baumart kommt dies bei 17 % der Bäume in Fläche B1 vor und zu fast 40 % in B2. Eigene Untersuchungen zur Ausbreitung der Fäule im Stamm haben ergeben, dass diese sich nicht weiter als 0,5 m über der Schadstelle im Stamm ausprägt und bei geringen Faulstellen nicht mehr als 30 cm im Stamm wandert. Im Radialschnitt ist zusehen, dass die Fäule im



Abb.51: Radialschnitt-Fäule im Holz

Holz schnell von dem nächsten neu gebildeten Jahring eingeschlossen und abgekapselt wird (Abb. 51). Die Fäule dehnt sich nur im befallenen Jahring aus und auch nur dort ist leicht zersetztes Holz zu finden. Das restliche Holz ist überaus fest und zeigt sich optisch unbeeinflusst. An den Bäumen aus Probestelle F3 in Sachsen tritt das Merkmal der Stammfußverdickung nur bei 3 % der aufgenommenen Individuen auf. Hier wird keine Fäule wie auf den Flächen in Brandenburg erwartet. Eine sichere Stammanalyse über Probebaumfällungen konnte jedoch nicht durchgeführt werden.

Ein weiterhin häufig auftretendes Schadmerkmal ist die „Überwallung“ (Ü) am Stamm. In Probestelle B1 wurde im Gegensatz zu den anderen beiden Probestellen kein solches Merkmal an den untersuchten Stämmen vorgefunden. In Fläche B2 hingegen haben 13 % der aufgenommenen Stämme Überwallungsschäden und in F3 wurden an 10 % der Individuen Überwallungen entdeckt. Bei einem solchen



Abb.52: Überwallung

Schadmerkmal kann nicht eindeutig geklärt werden, ob es sich hierbei um einen überwallten Fäll-, Rücke- oder Frostschaden oder einen abgestorbenen Steilast handelt. Um zu sehen, wie dieses Merkmal sich im Stamminneren ausprägen kann,



Abb.53: Schaden im Holz

wurden zwei Stammscheiben aus dem in Abb. 52 dargestellten Baum entnommen: Eine in Höhe von der überwallten Stelle (Abb. 53), um mögliche Ursachen dafür zu analysieren, und eine Stammscheibe in 0,5 m Höhe über dem Schaden, um zu sehen in wieweit sich dieser im Holzkörper ausprägt. Bei der entnommenen Stammscheibe an der überwallten Stelle (Abb. 53) wird deutlich, dass die Edelkastanie dazu fähig ist den Schaden

sukzessive auszuheilen ohne eine größere Fäule davon zu tragen. Nur im Jahrring an dem der Schaden auftrat ist eine beginnende Fäule zu sehen, welche schon nach 5cm im Jahrring abgegrenzt wird (roter Kreis). Die dunklen Flecken im Radialschnitt sind Nassstellen im Holz, die aufgrund der frisch gesägten Stammscheibe auftreten. In 0,5 m Höhe über dem Schaden sind keinerlei Beeinträchtigungen, welche auf Entwertung im Holz hinweisen, zu finden.

Die in Abb. 54 dargestellte Krümmung des Baumes am Stammfuß (Kü SF) ist ein Merkmal, welches in allen drei Probeflächen aufgenommen wurde. Relativ oft tritt es mit 13 % in Probefläche B1 auf in den Flächen B2 und F3 ist dieses Merkmal nur an halb sovielen Bäumen ausgeprägt wie in B1. Bäume, die eine Krümmung am Stammfuß aufweisen, können zumeist erst ab einer Höhe von 1,5 m am Stamm einer Qualität zugeordnet werden. Das Erdstammstück wurde dann in die Klasse „Rest-Holz“ als nicht sägefähiges Holz sortiert. Mit dem Merkmal ist kein Fäuleschaden am Stamm zu verzeichnen.



Abb.54: Krümmung am Stammfuß

Bei der Analyse des Schadeinflusses von Pilzen, Specht (Abb. 55 und 56) oder Frost (Abb. 57) wird deutlich, dass besonders Fläche F3 in Sachsen diese Schäden aufweist. Der Anteil an Bäumen auf der Fläche, welche so geschädigt sind, ist zwar mit 3 bis 6 % der Bäume gering, aber er ist im Vergleich zu den anderen Flächen, in denen diese Schäden nicht oder noch geringer auftreten, bedeutsam. Bei der Aufnahme von Pilzen am Stamm konnten nur konsolenförmige Basidiomyceten (Ständerpilze) (vgl. Abb. 55) festgestellt werden. Diese Saprophyten leben jedoch nur an natürlich absterbenden Stämmen und stellen somit keine Gefahr für vitale Bäume dar.

Die für die Edelkastanie besonders bedrohlichen Pathogene, wie Rindenkrebs und Tintenkrankheit (vgl. Kap. 3.1.3), wurden auf keiner Probefläche bestimmt.



Abb.55: Konsolenpilz



Abb.56: Spechtlöcher



Abb.57: Frostschaden

Es wurden drei Individuen des in Abb.58 dargestellten Käfer der Familie Tenebrionidae (Schwarzkäfer) auf der Probefläche B2 in Brandenburg gefunden. Nach näheren Bestimmungen von POHRIS (2009) stellte sich heraus, dass diese Käfer zur Art der *Cylindronotus dermestoides* (Fadenhornschwarzkäfer) zählen. Sie bevorzugen warme Lebensräume und sandige Gebiete, wie man sie in Brandenburg vorfindet. Sie ernähren sich von faulen oder morschen Pflanzenteilen und leben an toten Stämmen unter der Baumrinde. Demzufolge handelt es sich hier, wie auch bei den in F3 aufgenommenen Pilzen am Stamm, lediglich um Zersetzer, welche an Stämmen zu finden sind, die der natürlichen Mortalität im Bestand zum Opfer fielen. Das Auffinden dieser Arten an der Edelkastanie wird als zufällig angesehen.



Abb.58: Fam. Tenebrionidae
(de.wikipedia.org)

5.7.2 Sortierung der zukünftigen Wertträger

Im folgenden Abschnitt wird analysiert, in welche Güteklassen die ausgewählten Z-Bäume auf den Probeflächen mit Hilfe der Stehendsortierung eingeordnet wurden. Dies ist besonders interessant in Hinblick auf die aktuelle Wertleistung der zukünftigen Bestandesmitglieder. In Abb. 59 wird die Einordnung der Z-Baum-Abschnitte nach der üblichen Mittenstärke-sortierung in Sachsen ausgewertet. Hier ist das aufsummierte Volumen der Z-Baum-Abschnitte in der jeweiligen Stärke- und Güteklasse dargestellt.

Aus der Grafik wird deutlich, dass momentan nur die Z-Bäume in der Probefläche F3 in Sachsen Qualitäten der Güteklasse A/EWG hervorbringen. Der Volumenanteil ist jedoch mit knapp über 1 Vfm m.R. sehr gering.

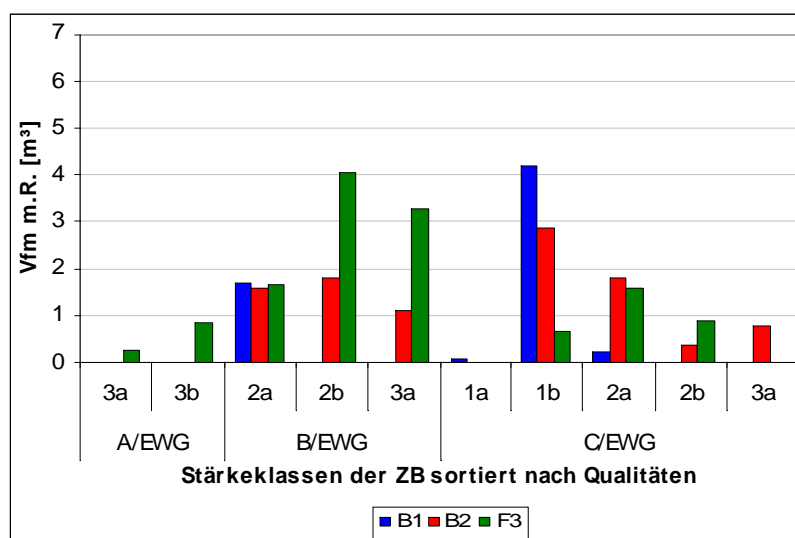


Abb.59: Stärkeklassenvolumina der Z-Bäume sortiert nach Güte und Probeflächen

In allen drei Probeflächen wurden Z-Bäume bestimmt, welche Stammabschnitte der Güteklasse B/EWG besitzen. Die Z-Bäume in B1 haben den geringsten Anteil an dieser Güteklasse, sie sind hier mit nur 1,7 Vfm m.R. in der Stärkeklasse 2a (20 - 24 cm Mittendurchmesser) vertreten. 44 % aller Z-Baum-Abschnitte aus Bestand B2 werden der Güteklasse B/EWG zugeordnet. Mit 3,4 Vfm m.R. liegen die Abschnitte vorwiegend in den Stärkeklassen 2b und 3a. Aus den Z-Baum-Abschnitten in Probefläche F3 befinden sich knapp 70 % ebenfalls in dieser Güteklasse. Davon liegen beachtliche 55 % der gesamten Abschnittvolumina (7,3 Vfm m.R.) in den Stärkeklassen 2b und 3a. Den höchsten Anteil der Abschnitte an Holz der Güteklasse C/EWG, hat Probefläche B2 mit 5,8 Vfm m.R. gefolgt von B1 mit 4,5 Vfm m.R.. Die Z-Bäume auf der sächsischen Versuchsfläche F3 haben den geringsten Anteil an C/EWG – Holz mit nur 3,1 Vfm (~24 %).

Zusammenfassend kann man sagen, dass die Z-Bäume in B1 die geringsten Durchmesser aufweisen und daher ihre Güteklasse vorwiegend im Bereich der C/EWG Qualität bis zu einer Mittenstärkeklasse 2a zu finden ist. Z-Baum-Abschnitte, die einen Mittendurchmesser von 20 bis 24 cm aufweisen, werden in Bestand B1 zu über 87 % in die Güteklasse B/EWG sortiert. Das zeigt, dass diese Bäume eine gute Qualität aufweisen. Der Mittendurchmesser der Abschnitte tritt jedoch zumeist als limitierender Faktor der Z-Bäume auf.

Die durchschnittliche Höhe der Z-Baum-Sortensprünge in den Versuchsflächen (Abb. 60) bestätigt das gewonnene Bild ersichtlich in Abb. 59. Es wird deutlich, dass die Z-Bäume aus B1 aufgrund ihrer geringen Durchmesser auch die niedrigsten Sortensprünge aufweisen. Die Höhe des durchschnittlichen Sortensprunges verdoppelt sich von B1 zu Probefläche B2 mit 3,5 m über dem Erdboden. Dieser ist jedoch nur halb so hoch wie der durchschnittliche Wechsel von Güteklasse B/EWG zu C/EWG in F3, welcher bei 7,3 m liegt.

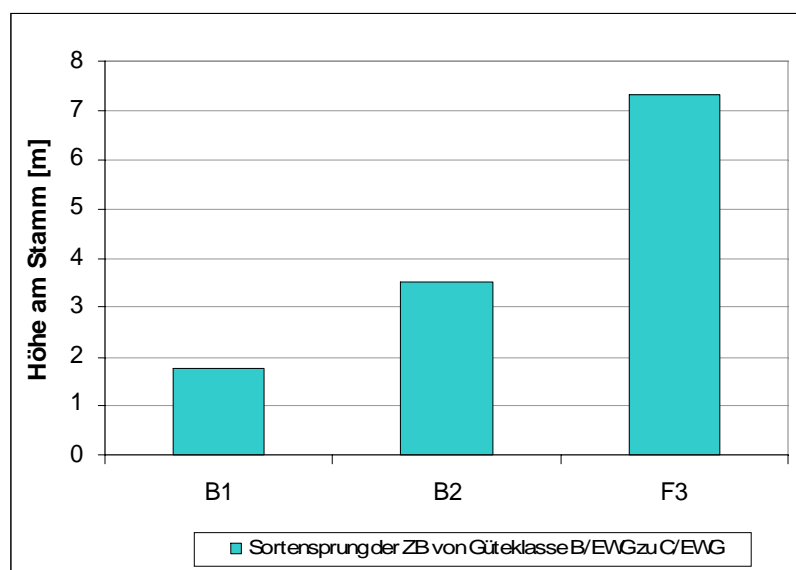


Abb.60.: Höhe des Z-Baum-Sortensprungs von Güteklasse B/EWG zu C/EWG auf den Flächen

Die Gründe für die Sortierung der Stammabschnitte in die jeweilige Güteklasse, werden in Abb. 61 aufgezeigt. Hier ist dargestellt, wie oft ein sortierentscheidendes Merkmal aufgetreten ist. Bei der Sortierung der Z-Baum-Abschnitte in Güteklasse C/EWG fällt auf, dass vor allem zwei Merkmale auf allen drei Flächen den größten Einfluss auf die Sortierung haben. Zum einen wirkt der Durchmesser als stark limitierender Faktor und zum anderen das häufige Auftreten von Trockenästen am Stamm. In beiden Probestellen in Brandenburg wurden 80 % der Z-Baum-Abschnitte aufgrund des unter 20 cm starken Mittendurchmessers in C/EWG sortiert. Über 60 % in B2 und 50 % der Abschnitte in B1 wurden ebenfalls dieser Güteklasse zugeordnet, da eine vermehrte Trockenastbildung festgestellt wurde. In Versuchsfläche F3 wirkt der Durchmesser bei weitaus weniger Stämmen (15 %) sortierentscheidend, jedoch wurden auch hier 30 % aller C/EWG-Abschnitte aufgrund häufig auftretender Trockenäste dieser Güteklasse zugeordnet. Das ist mit der Höhe des Sortensprunges zu begründen, da häufig oberhalb von 7 m am Stamm keine Astreinigung eingetreten ist.

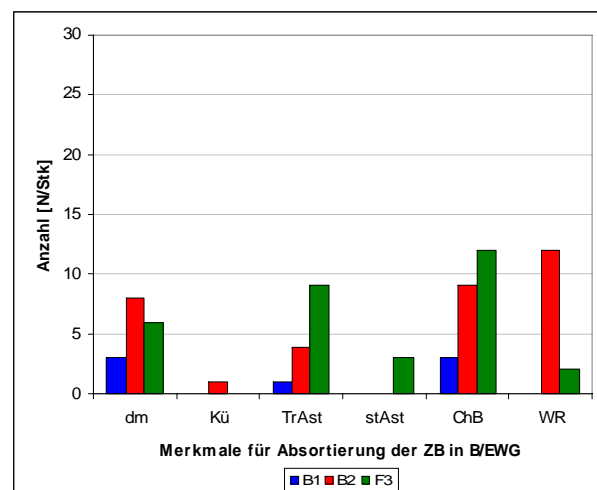
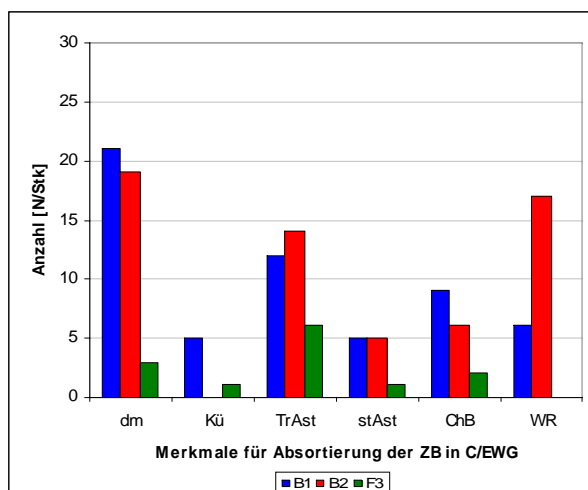


Abb.61: ZB-Merkmale für die Sortierung in C/EWG

Abb.62: ZB-Merkmale für die Sortierung in B/EWG

Auffällig ist zudem noch die hohe Ausbildungsrate der Astnarben (ChB), welche eine Pfeilhöhe von über 16 cm aufweisen und der Stamm daher nicht mehr in B/EWG sortiert werden konnte. Dies trifft bei jedem dritten, sortierten Stammabschnitt in B1, bei 26 % in B2 und 10 % in F3 zu. Auch die Ausprägung von Wasserreisern ist in den Probestellen in Brandenburg sehr hoch. In B2 war dieses Merkmal zu 74 % sortierentscheidend und in B1 wurde jeder vierte Abschnitt aus diesem Grund in C/EWG sortiert. In F3 hingegen traten Wasserreiser nicht als limitierender Faktor für die Sortierung der B/EWG-Stämme auf.

Bei den ausschlaggebenden Merkmalen für die Absortierung von Stammabschnitten in B/EWG (Abb. 62) fällt auf, dass wieder der Mittendurchmesser und die Trockenastausbildung diese Statistik vor allem prägen. Zudem gewinnt hier die Astnarbengröße besonders in B2 und F3 an Bedeutung. Alle Stammabschnitte, welche Astnarben mit einer Größe über 8 cm Pfeilhöhe aufweisen, können nicht in A/EWG sortiert werden. Dies betrifft in B1 jeden

vierten in B/EWG sortierten Abschnitt, in B2 über 50 % und in F3 wurden 60 % der B/EWG-Abschnitte aus diesem Grund der Güteklasse zugewiesen. Auffällig ist auch hier wieder die hohe Anzahl aufgrund von Wasserreiserbildung ausscheidenden Stammabschnitten in B2 (75 %). In F3 sind die einzigen Stämme zu finden (15 %), welche durch Steilastbildung nicht in Güteklasse A/EWG sortiert wurden.

Zur Auswertung der Schadsituation ist zu sagen, dass an den Zukunftsbäumen der Versuchsfläche F3 keine ersichtlichen abiotischen oder biotischen Schäden gefunden wurden. Die Z-Bäume der brandenburger Probeflächen weisen hingegen zu geringen 5 % Stammfußverdickungen und zu 6 % Überwallungen am Stamm auf. Diese Individuen wurden trotz sichtlicher Schäden als Z-Bäume gewählt, da sich aus Probebaumfällungen ergab, dass im Holzkörper nur unmittelbar an der außen sichtbaren Schadstelle eine Entwertung eintritt. Diese Z-Bäume zeigten sich, abgesehen von den meist geringen Schäden, als sonst gut veranlagte, stabile Stämme im Bestandesgefüge, was die Auswahl begründet.

6 Diskussion

Im folgenden Kapitel werden die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit kritisch diskutiert und mit Ertragsdaten aus anderen Untersuchungen verglichen. Aufgrund fehlender Versuche zur Edelkastanie in Deutschland werden vermehrt Vergleiche zu heimischen Baumarten gezogen. Dies soll Aufschluss über ihre Wuchsdynamik geben, um diese besser einordnen zu können. Die Schlussfolgerung soll anschließend eine Empfehlung für die Behandlung der Edelkastanien in der Praxis geben.

6.1 Einleitende Untersuchungen

Eine äußerst treffende Darstellung der aktuellen Situation unserer Wälder findet sich im Waldzustandsbericht 2009. Die Ergebnisse dieser Erhebung von 2009 in Sachsen besagen, dass 18 % der Waldfläche als deutlich geschädigt und 40 % des Waldes als schwach geschädigt eingestuft wird. Bei der Betrachtung von Baumartengruppen fällt das Augenmerk besonders auf die Baumarten Fichte und Kiefer. Diese erleiden hohe Nadelverluste. Bei einer durchschnittlichen Kronenverlichtung von 14,6 % (Kiefer) und 17,1 % (Fichte) wird von einem zunehmenden Stress in warmen und trockenen Lagen gesprochen (SMUL 2009). Auch der Kronenzustand der Eiche hat sich deutlich verschlechtert. Dies wird mit der erheblichen Fruktifikation erklärt und mit zunehmenden Schäden durch Insekten- und Pilzbefall (Eichenmehltau). Die Buche erreicht mit einem mittleren Blattverlust von fast 30 % einen neuen Maximalwert. Begründet wird dieser als auftretender Folgeschaden aus den Trockenperioden von 2003 und 2006. Weiterhin ist die Gefährdung der Wälder durch verschiedene Borkenkäferarten und Kulturschädlinge als hoch einzuschätzen (SMUL 2009). Dieses von KUPFER (2007) als „Waldsterben“ beschriebene Phänomen der natürlichen Selektion zeigt, wie wenig angepasst unsere sächsischen Baumarten an den erwarteten Klimawandel sind (vgl. Kap. 3.1.7).

Drei Viertel der sächsischen Waldfläche werden von instabilen Nadelholzreinbeständen geprägt, welche eine hohe Anfälligkeit gegenüber Sturm, Schneebruch, Insekten, Immissionen und Feuer besitzen. Aus diesem Grund wird seit 1992 ein langfristiger Umbau der sächsischen Wälder in leistungsfähige und ökologisch stabile Mischwälder angestrebt (SMUL, 1999).

Nach SCHLUTOW und GEMBALLA (2008) kann hier auch die Edelkastanie als eingewanderte Mischbaumart im sogenannten „Castaneo - Fagetum“ zum Einsatz kommen. Sie wird in diesem Zusammenhang als zukünftig angepasste Baumart in den neuen Leitwaldgesellschaften Sachsens aufgeführt (Abb. 9 - Kap. 3.1.7). HAHN (2004) beschreibt, dass durch die sich abzeichnenden Klimaänderungen große Teile Südeuropas, besonders in den Sommermonaten sehr arid werden können. So wird sich ein gewisser Anteil des Produktionsvolumens der Edelkastanien nach Norden verschieben (HAHN, 2004). Die Edelkastanie bevorzugt höhere Luftfeuchte und Niederschlagsmengen, aber im Vergleich zur Rotbuche sind ihre Feuchtigkeitsansprüche geringer. Sie kann vorübergehende Sommertrockenheiten durch tiefe Wurzelerschlüßung und ledrige, vor Verdunstung

geschützte Blätter kompensieren. In diesem Zusammenhang kann sie auch im Ostdeutschen Raum als zukünftige klimaplastische Baumart angesehen werden und eine Alternative zu unangepassten heimischen Baumarten darstellen. In den alten Bundesländern, besonders in Rheinland-Pfalz, Baden-Württemberg und Hessen, ist die Edelkastanie häufig im Waldbild vertreten und wird dort aktiv bewirtschaftet.

6.2 Herausstellung der wichtigsten Ergebnisse

Die drei neu angelegten Edelkastanien-Dauerversuchsflächen in Brandenburg (B1 und B2) und Sachsen (F3) haben mit einem Mischungsanteil an anderen Baumarten von unter 10 %, Reinbestandescharakter. Die Flächen wurden zwischen 1961 und 1968 über Pflanzung ohne Schirm begründet. Die eingemischten Baumarten sind überwiegend als Anflug oder als Eichelhäfersaat zu werten. In der Probefläche B1 wurden die Edelkastanien zwischen einige 14 Jahre alte Kiefern gepflanzt und in F3 sind einzelne Roteichen und Winterlinden mit in den Pflanzverband eingebracht worden. Alle Individuen auf den Flächen sind Kernwüchse, da bis zum heutigen Alter die Bestände nicht im Niederwaldumtrieb genutzt wurden.

6.2.1 Auswertung der Wuchsleistungen und Ertragsdatenvergleich

Bei der zusammenfassenden Auswertung der Ertragsdaten der Versuchsflächen soll zu Beginn aufgezeigt werden, wie unterschiedlich sich die Ausgangssituationen auf den Flächen darstellten. Aus Tab. 25 wird ersichtlich, dass die Probeflächen in Brandenburg mit weitaus mehr Pflanzen begründet wurden als die sächsische Versuchsfläche. In Brandenburg wurde die Edelkastanie angelehnt an Bewirtschaftungskriterien von Buche begründet und in Sachsen mit über 2.000 Pflanzen pro Hektar weniger eher nach Behandlungsverfahren von Edellaubhölzern.

Tab.25: Zusammenfassung der wichtigsten Ertragsdaten der Versuchsflächen

Fläche	Pflanzverband		Verbleibender Bestand						Gesamtbestand	
	Abstand [m x m]	N [St/ha]	Alter	N [St/ha]	d ₁₀₀ [cm]	h ₁₀₀ [m]	G [m ² /ha]	V _{Dh} [m ³ /ha]	dGZ [m ³ /a·ha]	GWL [m ³ /ha]
B1	1,2 x 1,5	5550	40	1714	22,6	19,0	29,0	231	7,5	301,6
B2	1,0 x 1,7	5880	47	1257	28,5	20,2	35,3	314	8,4	393,6
F3	1,3 x 2,0	3850	44	866	33,6	22,0	41,2	420	12,8	563,1

Die spätere Durchforstung in B1 ist sehr gering ausgefallen (vgl. Kap. 5.2.3), da hier nach dem Konzept der Wertholzerziehung ein möglichst hoher Dichtstand erzeugt wurde um die gewünschte Astreinigung voran zu treiben. Dass dieser lange Dichtstand bei der Edelkastanie nicht zum entsprechenden Erfolg führt, zeigen die Ergebnisse aus Kap. 5.7.1. Laut WAMBSGANSS (2006) wird die Edelkastanie in Rheinland-Pfalz mit Stammzahlen von 2.500 Pflanzen pro Hektar bewirtschaftet.

Die Höhe der Pflanzenzahlen sowie die Art und Menge der Entnahmen im Zuge der Vornutzungen hatten erheblichen Einfluss auf die Ertragsleistungen des Bestandes. Dies zeigen deutlich die Zahlenwerte aus Tab. 25.

In B1 ist der Durchmesser des Grundflächenmittelstammes (14,7 cm) und der Oberdurchmesser (22,6 cm) im Vergleich zu den anderen Probeflächen am geringsten. B2 nimmt eine Mittelstellung in den Wuchsleistungen ein. F3 erzielt mit seiner Wuchsdynamik Spitzenleistungen von 33,6 cm Oberdurchmesser und 22 m Oberhöhe. Diese Werte sind vergleichbar mit einem 49 jährigen Altbestand im Tessin (Schweiz) nach ZINGG und GIUDICI (2005). Für diesen später im Niederwaldumtrieb genutzten Bestand wird eine Oberhöhe von 17,3 m und ein Oberdurchmesser von 32,8 cm ausgewiesen. Hier wird deutlich, wie wüchsig der um 5 Jahre jüngere Bestand in Sachsen ist. Trotz guter Standortbedingungen (Braunerde auf Gneis-Ortogneis) und Wasserversorgung (1.545 mm/a) in der Schweiz zeigt F3 eine um 4,7 m höhere Bestandesoberhöhe und um 0,8 cm höher dimensionierte Oberhöhenstämme. Auch beim Vergleich der Grundflächen- und Vorratsleistungen zeigt Probefläche F3 in Sachsen einen deutlichen Vorsprung. Im Vergleich zu den von ZINGG und GIUDICI (2005) beschriebenen 49 Jahre alten Bestand hat F3 einen um 161 m³ pro Hektar höheren Vorrat und fast 5 m² mehr Grundfläche auf einem Hektar. Die höheren Vorratsleistungen in F3 können mit den um knapp 5 m höheren Bäumen im Bestand begründet werden und die höhere Grundfläche aufgrund der stärkeren Durchmesser. Beachtlich ist zudem, dass in Sachsen in Bestand F3 75 Edelkastanien weniger auf einem Hektar stocken.

Die Bestände in Brandenburg unterscheiden sich in ihren Oberhöhenwerten um etwa einen Meter. Im Vergleich zu F3 zeigen sie jedoch eine deutlich geringere Wuchsleistung.

Die Untersuchungen in den Beständen hinsichtlich der Z-Bäume haben ergeben, dass die mittleren Durchmesser und Höhen geringer sind als die Dimensionen der 100 stärksten Bäume pro Hektar. Das kann damit begründet werden, dass diese hoch dimensionierten Bäume meist von schlechter Qualität sind und daher nicht in die Auswahl der qualitativ besten Zukunftsbäume übernommen wurden.

Auf den ersten Blick scheint Probefläche B1 mit den höchsten Pflanzenzahlen im verbleibenden Bestand und den geringsten Ertragswerten als weniger wüchsig. Im Ertragstafelvergleich zeigt B1 jedoch eine höhere Wuchsdynamik als Bestand B2 im Bezug auf das Alter. Es kann davon ausgegangen werden, dass die besseren Höhenwuchsleistungen in B1 ein Ausdruck für das „länger-dicht-Halten“ des Bestandes sind. Die Bäume in B1 haben daher zuerst in ihr Höhenwachstum investiert, bevor sie den Durchmesser des Stammes förderten. Die deutlichsten Unterschiede in den Wuchsleistungen der Flächen zeigt der Vergleich mit der Buchenertragstafel (vgl. Kap. 5.3). Hierbei wird der jüngste Edelkastanien-

Bestand B1 auf eine absolute Mittelhöhe im Alter 100 von 36,5 m bonitiert. B2 erreicht nach DITTMAR et al. (1986) im Alter 100 eine Bestandesmittelhöhe von 34 m und F3 sogar von 40 m. Diese bonitierten Höhenwerte, zeigen die gänzlich andere Wuchsdynamik der Buche im Gegensatz zur Edelkastanie. Auch die Ertragswerte der Eiche zeigen sich als wenig vergleichbar. Die Tafelwerte der Esche nach WIMMENAUER (1919) sind bei ähnlichen Stammzahlen gut mit denen der Edelkastanie vergleichbar.

Als weitaus aussagekräftiger kann die Bonitierung der Edelkastanie nach ihren Vorratsleistungen angesehen werden. Hier liegen die Leistungen aller drei Probeflächen über denen von Buche, Eiche, Esche und Roteiche. Erst ein Vergleich mit der I. Bonität der Douglasie nach BERGEL (1985) bringt ähnliche Werte wie die auf der Probefläche F3 (420 m³/ha).

Wertvolle Hinweise auf die Wuchsleistung der Edelkastanie finden sich in der englischen und französischen Fachliteratur. In Frankreich gibt es ein Bonitierungssystem für die Edelkastanie (BOURGEOIS, 1992). Die Maßeinheit ist dabei Vorratsfestmeter in Schaftholz mit Rinde ab einem Durchmesser von 4 cm. Jedoch wird dieses System für die Messung der Leistungsfähigkeit von Niederwäldern verwendet. Die Anwendung auf die Probeflächenwerte ist fraglich, da der Vorrat der Versuchsflächen abweichend zu diesem System in Derbholz ab 7 cm Durchmesser berechnet wurde und diese bekanntlichermaßen nicht im Niederwaldbetrieb bewirtschaftet wurden, sondern Kernwüchse sind. Trotz dieser Anmerkungen ist beachtlich, wie hoch die Probeflächen nach französischen Maßstäben bonitiert werden. Die Flächen in Brandenburg werden als II. Bonität mit einem durchschnittlichen Gesamtzuwachs zwischen 7-10 m³/a·ha ausgewiesen und F3 als I. Bonität mit über 10 m³/a·ha. Dies zeigt die hohe Leistungsfähigkeit dieser Baumart auch in der ostdeutschen Region. SPRUTE (1987) beschreibt einen 123-jährigen Bestand im Moseltal, welcher einen durchschnittlichen jährlichen Zuwachs von 11,4 m³/ha erbringt. Im Vergleich dazu liegt der dGZ in F3 um 1,4 m³/a·ha höher.

Im Stadtwald Edenkoben, Forstamt Haardt in Rheinland-Pfalz, stockt an einem Südhang auf 350 m über NN auf mäßig frischem Lehmsand eine 30-jährige Edelkastanien-Stockausschlagfläche. Diese erbringt nach WAMBSGANSS (2006) einen dGZ von 15,6 m³ pro Hektar und Jahr. Diese Werte sind beachtlich und weitaus höher als die gemessenen Leistungen auf den Versuchsflächen dieser Arbeit. Hier wird deutlich, welche enormen Wuchsleistungen die Edelkastanie auf geeignetem Standort erbringen kann.

6.2.2 Analyse der Durchforstungen

Die Rekonstruktion des bisher ausgeschiedenen Bestandes auf den Probeflächen ergab, dass in B1 die geringste Menge an Holz mit 54,5 m³ pro Hektar entnommen wurde, gefolgt von B2 mit 72,8 m³ pro Hektar und der größte Vorrat schied auf der Probefläche F3 mit 130,3 m³ pro Hektar aus. Nach welcher Durchforstungsart in den Beständen vorgegangen wurde, konnte zum einen gut über die gekluppten Stubben rekonstruiert werden und zum anderen über die noch heute im Bestand vorhandenen Bäume und deren Einordnung in soziale Baumklassen nachvollzogen werden. In B1 zeigt sich ein leicht widersprüchliches Bild auf der Probefläche. Mit über einem Drittel gibt es hier mehr Bäume, die zur beherrschten (Bkl 4) und ganz unterständigen (Bkl 5) Bestandesschicht gehören, als in den anderen beiden Flächen. Dies erweckt den Eindruck, dass in B1 nicht, wie im Kap. 5.2.3 angenommen, eine schwache Niederdurchforstung auf der Fläche erfolgte, sondern nach dem Prinzip der Hochdurchforstung Individuen entnommen wurden.

Dies ist jedoch nicht der Fall. Die hohe Anzahl ist mit der sehr dichten Bestandesstruktur zu begründen. Da die einzelnen Wuchsräume sehr klein ausfallen, können sich nur wenige Individuen wirklich stark im Bestandesgefüge etablieren. Ein Großteil bleibt aufgrund hoher herrschender Konkurrenz auf der Fläche in den niederen sozialen Bestandesschichten zurück.

In B2 wird aus der Anzahl der Individuen in den sozialen Baumklassen sowie über Rekonstruktion der Stubben deutlich, dass die Probefläche mäßig bis stärker niederdurchforstet wurde. In F3 wurden im Zuge einer mäßig bis starken freien Durchforstung die qualitativ besten und vitalsten Bäume gefördert. Aus diesem Grund befinden sich über 80 % der Individuen auf der Probefläche in der herrschenden Bestandesschicht.

Erstaunlich ist bei den verschiedenen Bestandesbildern, dass sich die Vornutzungsprozente in den Flächen sehr ähneln. In B1 wurden 21 % des Vorrates genutzt, in B2 20 % und in F3 24 %. Das ist zum einen damit zu begründen, dass in B1 über 169 Bäume pro Hektar natürlich abgestorben sind und diese Zahlen mit in die Berechnung einfließen. Zum anderen haben die sehr unterschiedlichen Vorratsleistungen der Flächen erheblichen Einfluss auf diesen Wert. Da aufgrund vieler gering dimensionierter Individuen in B1 und B2 die niedrigsten Vorratsleistungen auf diesen Flächen zu verzeichnen sind, ist der Anteil an genutzten Stämmen entsprechend hoch. In F3 wurden erheblich weniger Bäume genutzt, welche jedoch ein weitaus höheres Einzelbaumvolumen aufwiesen. Aus diesem Grund ähneln sich die relativen Anteile der Vornutzungen auf den Flächen. An den in Tab. 15 aufgeführten Gesamtwuchsleistungen kann man das über die Durchforstungen gesteuerte Leistungspotenzial der Versuchsflächenstandorte ablesen.

6.2.3 Auswertung der Stabilitätsweiser

Die Untersuchungen zur Stabilität der Bestände haben ergeben, dass knapp 80 % der Bäume aus B1 als wipfelschäftig ($h/d > 100$) einzustufen sind. Probefläche B2 zeigt ein stabileres Bestandesgefüge, hier befinden sich etwa 50 % im stabilen (h/d 80 -100) bis sehr stabilen ($h/d < 80$) Bereich und in F3 haben über drei Viertel der Bäume ein stabiles bis sehr stabiles Verhältnis von Höhe zu Durchmesser. Die hohen Schlankheitsgrade in B1 zeigen eine Verstärkung des Höhenwachstums gegenüber dem Durchmesserwachstum, was als Überlebenstrategie auf den Flächen beurteilt werden kann. Geringe Schlankheitsgrade, wie sie vorwiegend in F3 aber auch in B2 zu finden sind, zeigen eine relative Überlegenheit des Durchmesserwachstums gegenüber dem Höhenwachstum.

Laut AMMANN (2004) ist im Laubholz eine weitaus andere Entwicklung der Schlankheitsgrade in Jungbeständen festzustellen als in Nadelholzbeständen. Von AMMANN (2004) durchgeführte Versuche an jungen Mischbeständen aus Esche, Bergahorn und Buche zeigen auch, dass die Schlankheitsgrade mit zunehmendem Alter schnell abnehmen. Er betrachtet die Wipfelschäftigkeit von Laubbäumen als weniger relevant, da er zum Beispiel Eschen mit einem h/d -Verhältnis von 130 oder 110 als gleichermaßen stabil ansieht. Er beschreibt, dass auch weitaus schlankere Eschen mit h/d -Verhältnissen von bis zu 281 in sehr dichten Beständen vorkommen. Trotzdem vermitteln diese nach AMMANN (2004) im Gesamten einen stabilen Eindruck.

Demzufolge kann die Verteilung der Schlankheitsgrade auf den Edelkastanienversuchsflächen als normal betrachtet werden. Trotz sehr hoher Schlankheitsgrade von bis zu 200 h/d in B1 zeigt sich die Edelkastanie zwar als wipfelschäftig, aufgrund ihres, laut HAHN (2004) tief ausgebauten Herzwurzelsystems ist sie jedoch, wie die Esche als stabil einzuschätzen (AMMANN 2004).

Das h/d -Verhältnis der Z-Bäume liegt in allen Probeflächen jeweils über dem Oberhöhenverhältnis. So haben zum Beispiel die Wertträger in F3 ein durchschnittliches Verhältnis von Baumhöhe zu Durchmesser von 71 und die Oberhöhenbäume erreichen h/d -Werte von 65. Das ist damit zu erklären, dass sehr stabile Bäume mit großem Durchmesser meistens tiefe Kronen und viele Stark- und Steiläste am Stamm ausbilden. Diese sogenannten „Protzen“ wurden daher nicht als Zukunftsbäume ausgewählt.

Das Kronenprozent als weiterer Stabilitätsweiser (PRETZSCH, 2002) zeigt ein ähnliches Bild. Es ist eine deutliche Abhängigkeit des Kronenprozentes von der früheren Behandlung auf den Flächen zu erkennen. Die Probefläche F3 mit den geringsten Stammzahlen und damit den größten Wuchsräumen im Bestandesgefüge bildet im Vergleich zu B1 und B2 die größten relativen Kronenlängen aus. Die meisten Bäume in F3 besitzen einen beachtlichen Grad an individueller Stabilität, was sich zum einen im h/d -Wert äußert und zum anderen an dem guten Bekronungsgrad erkennbar ist. Es bewegen sich jedoch alle Versuchsflächen überwiegend im stabilen Bereich mit Kronenprozenten von 30 - 50 %.

6.2.4 Analyse der Kronenparameter

Die Krone ist eine wichtige Kenngröße zur Beschreibung der Vitalität und Wuchsdynamik im Bestand und für den Einzelbaum. Die Kronenbreiten der Edelkastanien unterscheiden sich zwischen den Probeflächen durchschnittlich nur geringfügig um etwa 60 cm. Die kleinsten mittleren Kronenbreiten sind in Probefläche B1 zu finden mit 2,1 m. Die mittleren Kronendimensionen in Probeflächen B2 unterscheiden sich mit 2,6 m Kronenbreite nur gering von F3 mit 2,7 m. Die mittleren Kronenradien auf den Flächen sind relativ gleichmäßig in die vier Haupthimmelsrichtungen ausgeprägt. Eine einseitige Bekronung, wie sie laut KRAMER (1988) für Hangneigungen typisch ist, wurde in der herrschenden Baumschicht (Bkl 1 bis 3) nicht festgestellt, da alle Flächen nur schwach bis mäßig geneigt sind. Die Kronen aus den beherrschten bis ganz unterständigen sozialen Baumklassen (Bkl 4 und 5a) zeigen eine deutlichere Unregelmäßigkeit in ihrer Kronenform. Diese können ihre Kronen aufgrund starker herrschender Konkurrenzverhältnisse zumeist nur einseitig ausbauen.

Bei diesen Dimensionen fällt auf, dass die Kronen der Edelkastanie in allen drei Flächen für eine Laubbaumart sehr klein ausfallen. Die Esche bildet zum Vergleich nach HEIN (2004) bei einer Höhenbonität von 30 m eine Kronenbreite von 4,3 m aus. Bestand F3, welcher nach der Ertragstafel für Esche nach WIMMENAUER (1919) ebenfalls auf eine Höhe von 30 m im Alter 100 bonitiert wurde, prägt im Durchschnitt 1,6 m kleinere Kronen aus. Dies wird besonders deutlich, wenn man die Kronenkarte aus Bestand F3 betrachtet (vgl. Kap. 5.1). Die Bestandesstruktur zeigt sich überwiegend lückig, was auf eine eher schlechte Kronenplastizität der Edelkastanie hinweist. Seit dem letzten Eingriff in den Bestand konnte die Edelkastanie den neu gewonnenen Wuchsraum nicht mit ihrer Krone ausbauen. Dies zeigt, dass die Dimensionierungsphase dieser Baumart schon sehr zeitig einsetzt. Nach METTENDORF (2009) und HETTESHEIMER (2010) sollte die Krone der Edelkastanie bis zu einem Alter von 20 Jahren freigestellt werden. Somit können optimale Dimensionierungen von Krone und Stamm gewährleistet werden. Da die Durchforstung in F3 erst ab einem Bestandesalter von 30 Jahren durchgeführt wurde, konnten die Kronen auf ihre Freistellung nicht mehr plastisch genug reagieren.

Hier können Parallelen zur Wuchsdynamik der Esche gezogen werden. Laut LWF (2002) erreicht die Eschenkrone rasch ihre maximale Reaktionsfähigkeit in der Jugendphase, erlebt eine intensive aber kurze Hochphase und fällt schnell wieder ab. Auch hier empfiehlt sich eine Freistellung der Krone ab einem Alter von 20 Jahren (LWF, 2002).

Weitere wichtige Parameter für die Beschreibung der Kronenform sind die Kronenlänge und die Kronenansatzhöhe. Die Kronen in den Brandenburger Probeflächen sind im Mittel 5 m lang, wobei die Z-Bäume in den Beständen Kronen von 7 m Länge haben. In F3 liegt die mittlere Kronenlänge bei etwa 7 m und die Z-Bäume haben im Durchschnitt 1,2 m längere Kronen. Mit steigendem Baumdurchmesser nimmt die Länge der Krone in allen Flächen zu. Beachtlich sind einige Ausreißer-Werte, welche häufig bei Bäumen festgestellt wurden, die den geringeren sozialen Baumklassen (4a und 4b) zuzuordnen waren. Hier wurden maximale Kronenlängen in B1 von etwa 12 m gemessen. Dabei wird deutlich, dass die Kronen sich bei

stärkerer individueller Konkurrenz der Bäume, auch nach unten ausdehnen. Diese Sekundärkrone wird gebildet, um die kaum ausladende Krone im oberen Stammbereich zu kompensieren. Die Kronenlänge kann daher als abhängig vom Lichtgenuss im Bestand betrachtet werden.

Die Kronenansatzhöhen variieren im Mittel zwischen den Probeflächen von 11,5 m (B1) bis 13 m (F3). Erstaunlich ist, dass kein Unterschied in der Kronenansatzhöhe zwischen Z-Baum und Bestandesmittelwert innerhalb einer Fläche besteht. Das zeigt, dass die Z-Bäume im Bestand ähnlichen Konkurrenz- und Lichtverhältnissen ausgesetzt sind wie den durchschnittlichen Individuen auf der Fläche.

Nach WAMBSGANSS (2006) haben die Wertbäume aus einer Versuchsfläche zur Erziehung von Edelkastanienwertholz im Forstamt Haardt (Rheinland-Pfalz) ihren mittleren Kronenansatz in 9 m Höhe am Stamm. Es muss dabei darauf hingewiesen werden, dass dieser Bestand zum Zeitpunkt der Aufnahme nur 19 Jahre alt war und sich die Baum- und Kronenansatzhöhen noch weiter entwickeln.

6.2.5 Auswertungen zum Wuchsraum und der Konkurrenz

Nach RÖHLE und HUBER (1985) ist die Kronengrundfläche eine wichtige Kenngröße zur Charakterisierung der Standraumökonomie von Einzelbäumen und zur Bewertung von Konkurrenzbeziehungen in Waldbeständen. Die Größe der Standfläche beschreibt den potentiell zur Verfügung stehenden Wuchsraum eines Baumes. Aus diesem Grund werden im folgenden Kapitel stets Rückschlüsse zur Kronen- und Standflächenausprägung der Bäume auf den Versuchsflächen gezogen.

Bei dem Vergleich der individuellen Wuchsräume der Bäume auf den Probeflächen zeigt sich ein ähnliches Bild wie bei den meisten bestandesbeschreibenden Parametern. Versuchsfläche B1 bildet im Mittel die kleinsten Kronengrund- und Standflächen aus. Durchschnittlich überschirmen die Kronen in B1 eine Fläche von 4,3 m². Die mittleren Standflächenwerte zeigen nur eine geringfügige Abweichung dazu mit durchschnittlich 0,5 m² mehr Fläche. Die Bäume in B2 und F3 erreichen ähnliche Kronengrundflächenmittelwerte von 6,1 m² (B2) und 6,6 m² (F3). Hier ist aber ein deutlicherer Unterschied zu den errechneten Standflächenwerten auf den Flächen zu verzeichnen. In B2 sind die durchschnittlichen Standflächen um 1,4 m² größer als die Kronenschirmflächen und in F3 steht den Kronen im Durchschnitt ein über 4 m² größerer Wuchsraum zur Verfügung. In allen Versuchsflächen fällt besonders der Unterschied der Kronengrundflächengrößen zwischen den Bäumen aus der vorherrschenden Bestandesschicht (Bkl 1) und der herrschenden Schicht (Bkl 2) auf. Durchschnittlich sind die Kronenschirmflächen in Bkl 1 um 44 bis 49 % größer als in Bkl 2. Noch deutlicher wird der Unterschied in den errechneten Standflächen, hier werden für die Individuen aus Bkl 1 in Brandenburg (B1 und B2) über 50 % größere Standflächen errechnet. Auf allen Versuchsflächen ist eine deutliche Zunahme der Kronengrund- und Standflächengrößen von den niederen sozialen Baumklassen hin zur herrschenden Schicht zu verzeichnen. Den engen

Zusammenhang zwischen Kronenausdehnung und sozialer Stellung des Baumes im Bestand beschreibt auch RÖHLE (1982) bei Untersuchungen von Stieleichen-Mischbeständen in Auwaldgebieten.

Bei der Analyse der Abhängigkeit des Bhd von der Kronengrund- und Standfläche wurde deutlich, dass mit größeren Wuchsräumen auch größere Durchmesser erzielt werden. Beachtlich ist jedoch die Tatsache, dass in F3 trotz relativ kleiner Z-Baum-Kronengrundflächen von durchschnittlich 11,7 m² sehr große Z-Baum-Durchmesser von durchschnittlich fast 30 cm erreicht werden. Dies zeigt, welche Dimensionsleistungen die Edelkastanie trotz geringer Kronen, erbringen kann.

Die Analyse der Konkurrenzsituation auf den Probeflächen hat ergeben, dass die Individuen in B1 den höchsten Konkurrenzdruck im Vergleich zu den anderen Versuchsflächen erleiden. In B2 zeigt sich ein ähnliches Bild, hier sind die einzelnen Wuchsräume jedoch etwas weniger eingeschränkt. In F3 herrschen weitaus geringere Konkurrenzverhältnisse, was besonders am lückigen Kronenraum (vgl. Abb. 24) und an den Wuchsleistungen der Einzelbäume zu erkennen ist.

In Probefläche B1 wurden mit 169 Stück pro Hektar, mehr als doppelt so viele, natürlich abgestorbene Individuen als in B2 und fast sieben mal mehr als in F3 erfasst. Diese hohe Konkurrenzsituation ist mit den sehr erhöhten Stammzahlen auf der Fläche B1 zu begründen. Die geringen Durchmesserleistungen auf der Fläche B1 werden als Folge des stark eingeschränkten Wuchsräumtes gewertet.

6.2.6 Auswertung der Qualität

Die Qualitäten der Bäume in B1 werden als eher mäßig bis schlecht eingeschätzt, was besonders durch Rindenschäden, ausgeprägte Stark- und Steilastbildung, häufige Bildung von Wasserreisern, einzelnen Schaftkrümmungen sowie gehäuften Astnarben und Rindennekrosen verursacht wird. Außerdem ist eine vermehrte Lodenbildung am Stammfuß zu verzeichnen, was auf die enorm hohe Stockausschlagsfähigkeit dieser Baumart hinweist und zumeist von einer Stockfäule über Stammfußverdickung begleitet wird, welche sich nur gering im Holzkörper ausprägt (vgl. 5.7.1).

An den Bäumen in B1 verbleiben häufig Trockenäste am Stamm, da keine Selbstreinigung eintritt. Es wurde eine erhöhte Anzahl an Reisern beobachtet. Hierbei handelt es sich, wie auch von SPIECKER (1991) beschrieben, um sogenannte Angstreiser, welche sich aufgrund des erheblichen Dichtstandes und der hohen wirkenden Konkurrenz im Kronenraum ausbilden.

In Probefläche B2 treten ähnliche Schäden an den einzelnen Bäumen auf. Besonders die Ausbildung von Trockenästen am Stamm wurde hier häufig festgestellt. Der Bestand zeigt eine mäßige Qualität.

Die Qualität in Versuchsfläche F3 wird als gut bis sehr gut eingeschätzt. Nur selten sind Rindenschäden oder Nekrosen an den Stämmen zu finden. An einzelnen Bäumen ist die Bildung von Trockenästen und Wasserreisern zu verzeichnen. Nach HETTESHEIMER (2010) ist die Bildung von Wasserreisern am Stamm ein Merkmal, das an der Edelkastanie sehr unterschiedlich ausgeprägt ist. Je nachdem wie stark dieses Merkmal im Genpool der einzelnen Bäume verankert ist, wird es unterschiedlich stark am Stamm ausgeprägt. Dies wurde auch auf den Probeflächen festgestellt.

Auf keiner Fläche konnten Anzeichen von Erkrankungen durch Edelkastanienrindenkrebs (*Cryphonectria parasitica*) oder der Tintenkrankheit (*Phytophthora cambivora*) beobachtet werden. Diese Pathogene verursachen in anderen Ländern und Bundesländern erhebliche Schäden an der Edelkastanie (vgl. 3.1.3).

Bei der Sortierung von 20 % der Bäume auf den Flächen sowie der ausgewählten Z-Bäume wurden die Stämme bis zu ihrem Kronenansatz in 10 - 15 m Höhe in Abschnitte unterteilt und deren jeweilige Güteklasse nach HKS-Qualitätskriterien der Eiche und Buche bestimmt.

Besonders die Sortierung der Z-Bäume ist in Hinblick auf die aktuelle Wertschätzung der zukünftigen Bestandesmitglieder interessant. Im folgenden werden kurz die Volumina der Stammabschnitte der Z-Bäume auf den Flächen vorgestellt. Die Untersuchungen haben ergeben, dass nur die Probefläche F3 in Sachsen Qualitäten der Güteklasse A/EWG hervorbringt. Die 21 ausgewählten Z-Bäume auf der Fläche, haben jedoch nur einen geringen Volumenanteil von 1 Vfm m.R. Fast 9 Vfm m.R. werden der Güteklasse B/EWG zugeordnet und 3 Vfm m.R. der Z-Baum-Abschnitte werden als C/EWG-Holz sortiert.

Die Z-Bäume in den Probeflächen B1 und B2 haben hingegen einen geringeren Anteil an B/EWG-Holz. Hier werden 4,5 Vfm m.R. der 23 Wertträger aus B2 dem B/EWG-Holz zugeordnet und 5,8 Vfm m.R. der Güteklasse C/EWG. Noch geringer wird der Anteil der in B/EWG sortierten Abschnitte in B1 (vgl.5.7.2).

Die geringen Durchmesser der Bäume auf den brandenburger Probeflächen, waren hauptsächlich sortierentscheidend für die Zuordnung der Z-Baum-Abschnitte in die Güteklasse C/EWG. Häufig wurden die Stämme auch aufgrund erhöhter Trockenast- und Wasserreiserbildung nicht in Güteklasse B/EWG sortiert.

Für die Sortierung der Z-Baum-Abschnitte in die Güteklasse B/EWG ist in F3 vorwiegend die Ausbildung von Trockenästen und Astnarben entscheidend. Auch die Absortierung aufgrund des zu geringen Mittendurchmessers und einzeln auftretender Steiläste haben hier einen Einfluss. In B2 sind die sortierentscheidenden Merkmale vor allem Wasserreiserbildung, zu große Astnarben und zu geringe Durchmesser.

6.3 Methodenkritik

6.3.1 Die Versuchsflächen als Datengrundlage

Die Daten dieser Diplomarbeit basieren auf der Anlage von drei neuen Versuchsflächen. Mit Hilfe des zuständigen Revierförsters Herrn Peters konnten in Brandenburg zwei Edelkastanien-Reinbestände auf vergleichbarem Standort und im annähernd gleichen Alter gefunden und messtechnisch erfasst werden (vgl. Tab. 7). Später wurde die Dritte Versuchsfläche in Freital in Sachsen (F3) angelegt. Dieser Bestand stockt jedoch zum einen auf einem etwas anderen Standort und zum anderen ist F3 um über 150 mm pro Jahr besser wasserversorgt als B1 und B2 in Brandenburg (vgl. Tab. 7). Aus diesem Grund soll darauf hingewiesen werden, dass die höheren Wuchsleistungen somit nicht nur mit der stärkeren Durchforstung des Bestandes zu begründen sind, sondern auch mit den anderen Standortbedingungen. Zudem spielt der Pflanzverband für die Etablierung der Einzelbäume im Bestand eine wichtige Rolle. Dieser weicht auch von den Versuchsflächen in Brandenburg ab (vgl. Tab. 25).

Weiterhin soll darauf hingewiesen werden, dass eine genaue Herkunftsanalyse nicht möglich war, da keine genauen Aufzeichnungen über das Saatgut existieren. Lediglich die sechs solitären „Mutterbäume“ der Bestände B1 und B2, welche in den 1930er Jahren aus Österreich nach Brandenburg eingebracht wurden, konnten messtechnisch erfasst werden (Anhang G auf CD). Eine genaue Analyse der Herkunft war auch hier nicht möglich. Es wird davon ausgegangen, dass es sich bei den ökologisch relativ gut angepassten Bäumen um Pflanzen des kontinentalen Typs handelt, wie von BOTTACCI (1998) beschrieben (vgl. Kap. 3.1.1).

6.3.2 Berechnung der Ertragsdaten

Bei der Berechnung der Ertragsdaten muss darauf hingewiesen werden, dass aufgrund fehlender Untersuchungen in Deutschland keine Formzahl für die Edelkastanie bekannt ist. Laut ZINGG (2009) tritt das gleiche Problem auch in der Schweiz auf.

BOURGEOIS (1992) beschreibt für Frankreich: „[...] aus Mangel an anderen Werten, erscheint es uns im Moment, dass:

$$V_0 = 0,443 \cdot G \cdot H_0 - 2,62$$

V_0 = Gesamtvolumen des Bestandes [m³/ha]

G = Bestandesgrundfläche [m²/ha]

H_0 = Die bestimmende Höhe des Bestandes [m] (Oberhöhe)

für ganz Frankreich gültig ist, bis auf die Mittelmeer Region [...]“ (FÜGNER, 2009).

Aufgrund der geringen Kenntnis über die methodischen Ansätze, welche zu dieser Formel geführt haben, und eine fehlende Aussage zum Einzelbaumvolumen wurde diese Formel als Grundlage für die Berechnungen der Versuchsflächenvolumina verworfen. Aus diesem Grund wurde für die Berechnung der Vorratsleistungen die Derbholzformzahl der Buche nach WENK (1964) verwendet (vgl. Kap. 4.2.1.1).

Bei dem Ertragsdatenvergleich mit heimischen Laubbaumarten ist anzumerken, dass eine Bonitierung nach der Oberhöhe als behandlungsunabhängiger Leistungsweiser der Bestände, aussagekräftiger gewesen wäre. Da die Ertrags tafeln nach ERTELD (1961) und WIMMENAUER (1919) jedoch keine Oberhöhenwerte ausweisen, wurde einheitlich für alle Baumarten die Bestandesmittelhöhe zum Vergleich gewählt.

6.3.3 Rekonstruktion der Vornutzung

Es wurden alle auf den Flächen vorhandenen Stöcke mittels Kluppung über Kreuz aufgenommen, um das im Zuge der Vornutzung entnommene Bestandesvolumen zu rekonstruieren. Hierbei muss beachtet werden, dass nicht mehr alle Stöcke vorhanden waren, da über den Pflanzverband eine andere Ausgangspflanzenzahl ermittelt wurde. Außerdem waren schon trotz starker Verwitterungsresistenz der Baumart anfängliche Zersetzungsprozesse im Gange. Während das Holz noch vorhanden war, war die Rinde meist schon zersetzt. Ein Rindenabzugsfaktor wurde für die Edelkastanie jedoch nicht ermittelt. Daher ist das Verfahren der Messung von Vergleichsbäumen im Bestand etwas ungenau, da diese mit Rinde gemessen wurden, um das Volumen zu ermitteln. Es kann davon ausgegangen werden, dass aufgrund nicht aufgefundener Stöcke und durch fehlende Korrektur des Stockdurchmessers mittels Rindenabzugsfaktor, das wirklich ausgeschiedene Bestandesvolumen geringfügig höher ist als das errechnete. Daher sind die Gesamtwuchsleistung und der durchschnittlicher Gesamtwuchs der Bestände als Annäherungswerte des wirklichen Leistungsvermögens zu betrachten.

6.3.4 Auswertung der Qualitäten

Die Aufnahme jeder fünften Edelkastanie im Bestand sowie die Ansprache der Z-Bäume mittels Stehendsortierung sollte dazu dienen, die aktuelle Qualität auf den Versuchsflächen und die Qualität der zukünftig im Bestand verbleibenden Individuen genau zu bestimmen. Eine optische Ansprache am stehenden Stamm birgt jedoch die Schwierigkeit, dass qualitätsweisende Rindenmerkmale in höheren Lagen am Schaft nicht oder nur sehr schwer erkennbar sind. Häufig bleiben Schäden unerkannt. Auch das Schätzen der Sortensprunghöhe am Stamm mittels Teleskopmessstange ist ein relativ ungenaues Verfahren. Besser geeignet wäre hier die Verwendung eines Spiegelrelaskopes nach BITTERLICH gewesen, bei dem man in beliebiger Höhe am Schaft den Stammdurchmesser ermitteln kann. In der vorliegenden Arbeit

wurden die Durchmesser am Stamm über die unechte Ausbauchungsreihe der Buche errechnet, da, wie bereits erwähnt, keine Formwerte zur Edelkastanie bekannt sind.

Zudem stellt sich bei der qualitativen Ansprache von Einzelbäumen auch die Frage nach ihrer Güte im Stamminneren. Diese Ansprache kann nur über Probebaumfällungen geschehen. Einzelne Probebaumfällungen konnten in B1 und B2 durchgeführt werden. Dabei wurden einige entwertende Schäden im Stamm festgestellt. Da über 90 % aller aufgenommenen Bäume jedoch nur stehend sortiert wurden, ist eine absolute Aussage über die Qualitäten der Stämme nicht möglich. In F3 konnten keine Probebaumfällung durchgeführt werden. Hier waren auch weitaus weniger Rindenmerkmale an den Bäumen zu erkennen, sodass auf ein weitestgehend schadfreies Holz geschlossen werden kann.

Bei der Mittenstärkesortierung der Stammabschnitte wurde nicht wie in Sachsen üblich das Volumen ohne Rinde ermittelt sondern mit Rinde. Der Grund liegt hier wie bei der Rekonstruktion der Vornutzung bei dem nicht bekannten Rindenabzugsfaktor. Eine Monetarisierung wurde nicht durchgeführt, da aufgrund fehlender Bestände im ostdeutschen Raum kein Absatzmarkt für die Edelkastanie erschlossen ist und deshalb keine Marktpreise vorliegen.

6.4 Schlussfolgerung

Um die Wachstleistungen der Edelkastanie optimal ausnutzen zu können, bedarf es nicht nur eines geeigneten Behandlungsprogramms sondern auch günstiger Bodenbedingungen und einem guten Wasserhaushalt. Ein geeigneter Standort ist essentiell, um das Potential der Edelkastanie auszuschöpfen. Wie die Untersuchungen bestätigen, zeigt diese Baumart gute Wachstleistungen auf den Versuchsflächen in Brandenburg (B1 und B2). Aufgrund der Grundmoränenlandschaft haben hier die für Brandenburg guten Standortbedingungen einen hohen Einfluss auf das Leistungspotential der Edelkastanie. Die Böden sind auf den Versuchsflächen tiefgründig und anlehmig mit meist mittelkörnigem Substrat. Im Unterboden sind laut KOTIRA (2000) häufig Lehmblätter oder -nester zu finden, wodurch der Boden im Gegensatz zu den reinen Sanden ein höheres Wasserhaltevermögen besitzt. Für den Anbau der Edelkastanie in Brandenburg sind somit besonders solche tiefgründigen Grundmoränenstandorte ohne Staunäseeinfluss geeignet. Eine Aussage zu Wachstleistungen der Edelkastanie auf reinen Sandstandorten, wie sie für Brandenburg typisch sind, kann im Zuge dieser Diplomarbeit nicht getroffen werden. Es ist jedoch laut HAHN (2004) anzunehmen, dass diese Baumart mit ihrem tiefreichenden Wurzelsystem und ihrer relativ dicken Rinde gut an den Verdunstungsstress in Trockenlagen angepasst ist. In der Rangliste der Waldbaumarten für mäßig frische bis sehr trockene Böden (nach ROLOFF und GRUNDMANN 2008) wird die Edelkastanie für beide Bodensituationen als „gut geeignet“ ausgewiesen.

Die Böden in Sachsen besonders im Bereich des Erzgebirgsvorlandes sind aufgrund ihrer zumeist lockeren und tiefgründigen Struktur auf Granit- und Gneisstandorten als relativ gut geeignet für den Anbau von Edelkastanie anzusehen. Hier sollte darauf geachtet werden, dass spätfrostgefährdete Lagen gemieden und geeignete Provenienzen verwendet werden, welche an höhere Lagen angepasst sind (kontinentaler Typ) (vgl. Kap. 3.1.1-Ökologie).

Die Untersuchungen haben ergeben, dass die Wuchsleistungen der Edelkastanie besonders von der Durchforstungsstärke und dem Ausgangspflanzverband abhängig sind. Bei Pflanzenzahlen von etwa 3.500 St/ha und einer mäßigen bis starken Durchforstung werden hohe Wuchsleistungen erreicht, was die Ertragsdaten aus der Versuchsfläche F3 in Sachsen bestätigen. Bei der Analyse der individuellen Wuchsräume der Edelkastanien in F3 ist deutlich zu erkennen, dass den Bäumen weitaus größere Standflächen zur Verfügung stehen als sie an Kronengrundfläche ausbilden können. Im Mittel stehen den Bäumen in F3 4,1 m² mehr Wuchsraum zur Verfügung und den Z-Bäumen im Durchschnitt 9 m² mehr als sie mittels Kronenausprägung nutzen können. Wie schon erwähnt, weist dies auf eine eingeschränkte Kronenplastizität hin.

Nach Aussagen von METTENDORF (2009) und HETTESHEIMER (2009) steigt bei der Edelkastanie in der Jugend die Reaktionsfähigkeit der Krone rasch auf ein Maximum an, erlebt eine intensive aber kurze Hochphase und sinkt dann wieder schnell ab. Laut WAMBSGANSS (2006) empfiehlt es sich daher, erste Eingriffe in den Wuchsraum im Alter von 15 – 20 Jahren vorzunehmen. Auch METTENDORF (2007) beschreibt in seinem Wertholzproduktionskonzept der Edelkastanie, dass nach Abschluss der Jungbestandespflege die ausgewiesenen Wertträger in zwei bis drei Durchforstungen bis zu einem Alter von 25 – 30 Jahren freigestellt werden sollen.

Demzufolge kann davon ausgegangen werden, dass in der Versuchsfläche F3 wie auch in B1 und B2 das Potenzial der frühen Kronenplastizität durch damaligen Dichtstand verschenkt wurde. Eine erhebliche Einschränkung in der Dimensionsleistung ist in F3 bei einem Oberdurchmesser von 33,6 cm und einem Alter von 44 Jahren hingegen nicht zu verzeichnen.

Ausgehend von diesen Erkenntnissen liegt es nahe, die Wuchsdynamik der Edelkastanie mit unserer heimischen Esche (*Fraxinus excelsior*) zu vergleichen. Auch diese zeigt eine enorme Dynamik im Jugendwachstum mit zeitig einsetzender Zuwachskulmination, was nach FISCHER (2008) rasch für den Kronenausbau und das Durchmesserwachstum genutzt werden muss. Laut LWF (2002) sollte bei der Esche nach der im Bestandesschluss eingesetzten Astreinigung und Selbstdifferenzierung ab einem Alter von 20 Jahren in ein bis zwei Eingriffen die Krone der 70 bis 80 Z-Bäume/ha freigestellt werden. Dies zeigt wie sehr sich die beiden Baumarten hinsichtlich ihrer Wuchsdynamiken ähneln.

Auch bei dem Vergleich der Ertragsdaten von Probefläche F3 mit der Eschen-Ertragstafel von WIMMENAUER (1919) wird deutlich, dass die Wuchsleistungen dieser Baumarten bei ähnlichen Pflanzenzahlen vergleichbar sind (vgl. Kap. 5.3).

Aus diesen Erkenntnissen heraus wird für die Bewirtschaftung der Edelkastanie in den ostdeutschen Wäldern eine Behandlung nach dem waldbaulichen Behandlungskonzept der Esche empfohlen.

Die Frage nach der Wertholzproduktion mit Edelkastanie in ostdeutschen Beständen kann im Rahmen dieser Diplomarbeit nicht ausreichend geklärt werden. Die Probeflächen in Brandenburg erzeugen keine ausreichenden Qualitäten und Dimensionen. Zudem ist die Ausbildung der Schäden am Stamm eindeutig zu hoch, um von einer zukünftigen Wertholzproduktion sprechen zu können. Der Bestand in Sachsen (F3) zeugt von deutlich besserer Qualität, doch auch hier kann keine absolute Aussage zu Wertproduktion getroffen werden, da keine Probebaumfällungen durchgeführt wurden. Um diesen Sachverhalt zukünftig klären zu können, sollten Bestände untersucht werden, welche angepasst an die Wuchsdynamik der Edelkastanie bewirtschaftet wurden.

Um weitere Aussagen über die Wuchsleistung der Edelkastanie im ostdeutschen Raum treffen zu können, sollten in Sachsen wie auch in Brandenburg neue Versuchsflächen mit Pflanzen gleicher Herkunft auf gleichem Standort im gleichen Pflanzverband angelegt werden. Hier sollte ein Durchforstungsversuch durchgeführt werden, um den genauen Zusammenhang zwischen Eingriffsstärke und Bestandeswachstum analysieren zu können und ein aussagekräftiges Behandlungsprogramm für die Edelkastanie im ostdeutschen Raum zu erstellen.

7 Zusammenfassung

Die Edelkastanie tritt in Bezug auf den prognostizierten Klimawandel und der geringen Anpassungsfähigkeit heimischer Baumarten an sich schnell ändernde Umweltbedingungen als klimaplastische Baumart zunehmend in das Interesse des Waldbaus. Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurden die Wuchsleistungen der Edelkastanien auf drei, neu angelegten Versuchsflächen in Brandenburg (Flächen B1 und B2) und Sachsen (F3) untersucht. Alle Flächen haben mit einem Mischungsanteil an anderen Baumarten von unter 10 % Reinbestandescharakter und gehören der gleichen Altersstufe an.

Alle Flächen wurden einer Vollaufnahme unterzogen, dabei wurde bei jedem Baum der Bhd, die Höhe, der Kronenansatz, die Stammfußkoordinaten und die Krone in vier Himmelsrichtungen gemessen. Des Weiteren wurden alle Individuen im Bestand einer sozialen Baumklasse nach KRAFT zugeordnet. Bei 20 % der Bäume sowie den ausgewiesenen Z-Bäumen wurde eine Qualitätsansprache über Stehendsortierung nach HKS Buche/Eiche durchgeführt. Zudem wurden alle vorhandenen Stöcke auf den Flächen gekluppt, um die Vornutzungen der Bestände aufgrund fehlender Daten zu rekonstruieren.

Daraufhin wurden alle Ertrags- und Bestandesdaten wie Mittel- und Oberhöhe, Mittel- und Oberdurchmesser, Grundfläche, Vorrat, Volumen der Vornutzung, Gesamtwuchsleistung und durchschnittlicher Gesamtzuwachs ermittelt. Weiterhin wurden die h/d-Verhältnisse, Kronenprozent, Kronenlängen, -breiten und -grundflächen bestimmt und in Bezug auf die soziologische Stellung des Baumes im Bestandesgefüge analysiert. Mit Hilfe des Wachstumssimulators BWINPro-S wurden alle Bestände visualisiert sowie Kronen-, Konkurrenz- und Überschirmungskarten gezeichnet. Über ein Programm konnte für jeden Einzelbaum eine Standfläche errechnet werden.

- Die Untersuchungen zu den Wuchsleistungen der Edelkastanie in Brandenburg und Sachsen bei unterschiedlicher Durchforstungsstärke haben folgendes ergeben:

In der Probefläche mit dem stärksten Durchforstungseingriff (F3) wurden auch die höchsten Wuchsleistungen erreicht. Die gering durchforsteten Flächen in Brandenburg erzielen durchschnittliche Gesamtwuchsleistungen von 7,3 m³/a·ha (B1) und 8,3 m³/a·ha (B2). Die stark durchforstete Fläche in Sachsen hat einen dGZ von 12,6 m³/a·ha. Die Wuchsleistungen dieser Fläche mit 33,6 cm Oberdurchmesser und 22 m Oberhöhe sind zudem beachtlich.

- Bei der Auswertung der Ertragsdaten im Vergleich mit Ertragstafelwerten anderer Baumarten wurde folgendes analysiert:

Die Edelkastanie zeigt im Vergleich mit den Ertragstafelwerten von Buche und Eiche deutlich höhere Wuchsleistungen. Bei der Mittelhöhenbonitierung nach den Ertragsdaten von Esche werden für die Bestände in Brandenburg absolute Bonitäten von M 27,5 (B1)

und M 27 (B2) sowie M 30 in F3 in Sachsen ausgewiesen. Bei dem Vergleich der Ertragstafelvorräte der I. relativen Bonitäten von Buche, Eiche, Esche und Roteiche übersteigen die Vorräte auf allen drei Probeflächen die Ertragsleistungen dieser Baumarten deutlich. Erst ein Derbholzvorrat der Douglasie I. relativer Bonität liefert vergleichbare Werte im gleichen Alter mit denen der Edelkastanie in der sächsischen Probefläche F3.

- Bei der Beurteilung der Einzelbaum- und Bestandesstabilität sowie der sozialen Struktur wurde folgendes festgestellt:

Die Auswertungen der Stabilitätsweiser zeigt, dass die Bäume auf den Brandenburger Probeflächen eine geringere Einzelstabilität aufweisen als diese in Sachsen. In B1 ist der Anteil an wipfelschäftigen Bäumen ($h/d > 100$) mit fast 80 % sehr hoch. Bei der Analyse der Kronenprozente auf den Probeflächen haben die Bestände in Brandenburg (B1 und B2) mit jeweils über 40 % einen hohen Anteil an Bäumen mit geringer Stabilität ($KP < 30$). Versuchsfläche F3 zeigt sich als sehr stabiler Bestand, hier weisen über 75 % der Bäume ein stabiles bis sehr stabiles Verhältnis von Höhe zu Durchmesser. Aufgrund des tiefreichenden Wurzelsystems werden die Edelkastanien in allen drei Probeflächen jedoch als stabil eingeschätzt.

Bei der Beurteilung der sozialen Struktur in den Flächen fällt auf, dass in B1 im Vergleich mit den anderen Probeflächen der höchste Anteil an Individuen der Bkl 4 und 5 zu finden ist. In den Probeflächen B2 und F3 findet sich der dominierende Baumbestand in der herrschenden Schicht. In F3 werden über 80 % der Bäume den sozialen Baumklassen 1 bis 3 zugeordnet.

- Zur Analyse der Konkurrenzbeziehungen auf den Flächen konnte folgendes beobachtet werden:

Die höchsten Konkurrenzverhältnisse herrschen in Probefläche B1, gefolgt von B2. Auf der sächsischen Versuchsfläche F3 sind nur geringe Einschränkungen im Wuchsraum der Bäume festzustellen.

- Die mögliche Wertholzproduktion auf den Probeflächen wurde folgendermaßen eingeschätzt:

Die Versuchsflächen in Brandenburg werden von Bäumen mit mäßigen Qualitäten dominiert. Hier werden oft die Stämme aufgrund ihrer geringen Durchmesser in eine niedrigere Güteklasse sortiert. Zudem wurden zum Teil hohe Schäden am Stamm mit begleitender Fäulebildung im Holz aufgenommen. Die Stämme in Probefläche F3 zeigen gute bis sehr gute Qualitäten. Bei der Sortierung der Z-Bäume in F3 wurden 24 % der Güteklasse C/EWG, 68 % B/EWG und 8 % der Stammabschnitte dem A/EWG-Holz zugeordnet.

8 Verzeichnisse

8.1 Literaturverzeichnis

AMMANN, P. (2004):

Untersuchungen der natürlichen Entwicklungsdynamik in Jungbeständen - Biologische Rationalisierung der waldbaulichen Produktion bei Fichte, Esche, Bergahorn und Buche. Berichte aus der Holz- und Forstwirtschaft. Shaker Verlag. Aachen 2005. 343 S.

AVANZATO, D. und ENGEL, P.(2009):

Following Chestnut Footprints (*Castanea* spp.): Cultivation and Culture, Folklore and History, Traditions and Uses. [Auf den Spuren der Edelkastanie: Anbau und Aufzucht, Volkstum und Geschichte, Tradition und Nutzung]. International Society for Horticultural Science. Scripta Horticulturae N.9: 174S.

BAUER, F. (1953):

Die Roteiche. Institut für Forsteinrichtung und Ertragskunde der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen. J.D.Sauerländer's Verlag. Frankfurt am Main. 108 S.

BENNEWITZ, D. (1993):

Das Kleinbestands-Arboretum im Forstrevier Grubenmühle. In: GANDERT, K.-D., Hrsg. (1993). In: Beiträge zur Gehölkunde. Verlag Gartenbild Heinz Hansmann, Rinteln, S. 73-77.

BENNEWITZ, D. (2008):

mündliche Mitteilung. Mai 2008.

BERGEL (1985):

Ertragstafel Douglasie. In: Ertragstafeln wichtiger Baumarten. 3. Auflage. neubearbeitet von R. Schober. J.D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt am Main. 1987

BOUFFIER, V.A. (2005):

Die Dannenfelser Edelkastanien. Baumzeitung 1/2005: S.27-29

BOUFFIER, V.A. (2007):

Kastanienkultur im Vordertaunus. In: Jahrbuch Hochtaunuskreis 2007. Bad Homburg. S.23-36

BOUFFIER, V.A. (2009):

Auf den Spuren der Edel-Kastanie. Baumzeitung 05/09: S.14-16

- BOUFFIER, V.A. und WESTENBERGER, M. (2009):
Nutzung der Edelkastanie. IG-Edelkastanie. URL:http://www.ig-edelkastanie.de/kastanie_nutzung.php (30.05.2009)
- BOURGEOIS, C. (1992):
Le châtaigner: un arbre, un bois. [Die Edelkastanie: als Baum und Wald] IDF (Institut pour le Développement Forestier). Paris. 367 S.
- BOTTACCI, A. (1998):
Castanea sativa; MILLER 1768. übersetzt von P.Schütt. In: Enzyklopädie der Holzgewächse. Handbuch und Atlas der Dendrologie. Band 3. Weinheim: Wiley-VCH. 12/98: III-2: S.1-9
- BUCHTER-WEISBROT, H. (1993):
Kennen und Pflegen: Obst – Die besten Sorten für den Garten. Stuttgart. Ulmer Verlag. S.119-120
- BUES, C. T., RICHTER, C., BÄUCKER, E., KÖNIG, J. (2006):
Skript zur Vorlesung Forstnutzung: Holzkunde, Holzverwertung und Verwendung. TU Dresden. Tharandt. S.29-161
- BURSCHEL, P. und HUSS, J.(2003):
Grundriss des Waldbaus.3. unv. Auflage. Eugen Ulmer GmbH & Co. 465 S.
- CRAMER, A. und SCHOLZ, H. (1994):
Messung und Sortierung von Rohholz in den sächsischen Staatsforsten. Sächsisches Staatsministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Forsten. 93 S.
- DENGLER, A.(1990):
Waldbau auf ökologischer Grundlage. Band2, 6. Aufl., Paul Parey, Hamburg, Berlin,314 S.
- DITTMAR, O.; KNAPP, E.; LEMBCKE, G. (1986):
IFE-Berichte aus Forschung und Entwicklung-4 1986. DDR-Buchenertragstafel 1983. Institut für Forstwissenschaften Eberswalde. Eberswalde-Finow1. 57 S.
- DÖBBELER, H., ALBERT, M., SCHMIDT, M., NAGEL, J., SCHRÖDER, J.(2009):
BWINPro: Programm zur Bestandesanalyse und Prognose. Handbuch zur gemeinsamen Version von BWINPro und BWINPro-S. Version 6.3

- ECKER, GERHOLD, KLEMENT, KLUG, RÜHMER, SCHANTL UND STRALLHOFER, P. (Hrsg.) (2006):
Edelkastanie Waldbaum und Obstgehölz. Ehrenhausen. Zoppelberg Buchverlag. 112 S.
- EISENHAUER, D., ROCH, T., IRRGANG, S., SONNEMANN, S., GEMBALLA, R.(2005):
Bestandeszieltypen-Richtlinie für den Staatswald des Freistaates Sachsen. Graupa:
Landesforstpräsidium. 69 S.
- ERTELD, W (1962):
Ertragstafelauszüge. Für den Gebrauch in der Praxis. Neumann Verlag, Eberswalde und
Weißwasser im September 1962
- FIEDLER, H. J. und HOFMANN, W. (1978):
Standortkundlicher Exkursionsführer, Tharandt-Grillenburger Wald. TU Dresden,
Sektion Forstwirtschaft. 80 S.
- FOWIS-BUNDESFORST (2003):
Datenblatt – Wirtschaftsbuch. Forsteinrichtung der Bundesforstverwaltung. 2003
- FÜGNER, H. (2009):
übersetzt aus BOURGEOIS,1992. Dessau. September 2009.
- GADOW, K. (2003):
Waldstruktur und Wachstum. Beiträge zur Vorlesung im Wintersemester 2003/2004.
Institut für Waldinventur und Waldwachstum. Universitätsdrucke Göttingen. 241 S.
- GEMBALLA, R. und SCHLUTOW, A. (2007):
Klimawandel und Forstwirtschaft: Überarbeitung der Forstlichen Klimagliederung
Sachsens. AFZ-DerWald 15: S.822-826
- HAHN, S.(2004):
Die Edelkastanien Nahrungsquelle und bedrohte Naturressource. Books on Demand
GmbH. Norderstedt. 263S.
- HEIN, S. (2004):
Zur Steuerung von Astreinigung und Dickenwachstum bei Esche (*Fraxinus excelsior*
L.) und Ahorn (*Acer pseudoplatanus* L.). Freiburg (Breisgau): Albert-Ludwigs-
Universität und Forstliche Versuchs-und Forschungsanstalt. Baden-Württemberg, 2004.
263S.

HEINIGER, U.(2001):

Castanea sativa: pathology, genetic resources, ecology and silviculture. [Die Edelkastanie: Pathologie, genetische Ressource, Ökologie und Waldbau]. In: Forest Snow and Landscape Research Swiss Federal Research Institute WSL. Birmensdorf. Switzerland. S.329-517

HETTESHEIMER, B. (2009):

Waldbauliche Trainingsfläche. Forstamt Haardt. Forstrevier Edenkoben. Edelkastanie November 2001. unveröffentlicht. 8S.

HETTESHEIMER, B. (2010):

mündliche Mitteilung. Februar 2010.

HUSS, J. (1989):

Leitfaden für die Anfertigung von Diplomarbeiten und Dissertationen in der Forstwirtschaft und verwandten Fachgebieten. Waldbau-Institut der Universität Freiburg. Zweite, überarbeitete und erweiterte Auflage. J.D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt am Main. 138 S.

JUSCHUS, DR. O.(2002):

Gewässer im Dahmeland: Zur eiszeitlichen Entstehung der Landschaft im Naturpark Dahme-Heideseen.. Jahrbuch NABU Dahmeland und Landesanstalt für Großschutzgebiete.

KOLLMANN, F. (1951)

Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe. erster Band. 2.Auflage. Springer Verlag/ Berlin- Göttingen – Heidelberg J.F. Bergmann / München

KOTIRA (2000):

Erläuterungsbericht zur Standortserkundung Bundesforstamt Neubrück 1255559 Storkow. Ostdeutsche Gesellschaft für Forstplanung GbR. 209S.

KÖCHER, R. (2003):

Erläuterungsbericht zur Forsteinrichtung im Bundesforstamt Neubrück Liegenschaft 1255559 Storkow. S.6-58

KÖHL, M., RÖMISCH, K., SCHEUBER, M. (2005):

Beschreibende Statistik, Tests und Varianzanalyse. In: SKRIPT BIOMETRIE I. TU Dresden Fakultät Forst-, Geo- und Hydrowissenschaften. Lehrstuhl Biometrie und Forstliche Informatik. 163 S.

KRAMER, H. (1988):

Waldwachstumslehre-Ökologische und anthropogene Einflüsse auf das Wachstum des Waldes, seine Massen- und Wertleistungen und die Bestandessicherheit. Verlag Paul Parey. Hamburg und Berlin. 319 S.

KRAMER, H. und AKÇA, A. (2008):

Leitfaden zur Waldmesslehre. 5.Auflage. Frankfurt am Main: J.D. Sauerländer's Verlag. 226S.

KRONZ, S. und MÖNKEMEYER, R.(2001):

Erläuterungsbericht zur Waldbiotopinventur und Pflegeplanung im Bundesforstamt Neubrück (Liegenschaft 1255559 Storkow). 90S.

KUPFER, F. (2007):

Der sächsische Wald im Klimawandel - Gefährdungen und Handlungsnotwendigkeiten. Reden des stellvertretenden Fraktionsvorsitzenden Frank Kupfer. 82. Sitzung des Sächsischen Landtages am 08. Juni 2007. <http://www.cdu-fraktion-sachsen.de/themen.asp>

LANG, W. (2007):

Die Edelkastanie – wiederentdeckt im Zeitalter des Klimawandels. AFZ-DerWald 17: S.923-925

LÖHNING, W. (2007):

Kastanien-Hochburg Oberkirch als Tagungsort gewählt. Mittelbadische Presse. 24./25.März

LUFTBILD BRANDENBURG GMBH (1999):

Standortskarte. Bundesforstamt Neubrück. Forstreviere Grubermühle, Hubertushöhe, Storkow. Maßstab 1: 10.000

LWF (BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR WALD UND FORSTWIRTSCHAFT)(2002):

Beiträge zur Esche – Fachtagung zum Baum des Jahres 2001. In: Berichte aus der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. Nummer 34 Bayerische Staatsforstverwaltung. 84 S.

METTE, H. -J. und KORELL, U.(1986):

Richtzahlen und Tabellen für die Forstwirtschaft. Band 2. Deutscher Landwirtschaftsverlag. Berlin. S 117.

METTENDORF, B. und METZLER, B.(2007):

Ortenauer Edelkastanie. Exkursionsführer: 63. Tagung des Deutschen Forstvereins e.V.; Baden-Baden. 8 S.

METTENDORF, B. (2007):

Neue Perspektiven bei Produktion und Vermarktung: Edelkastanien-Wertholz aus Baden. AFZ-DerWald 17: S. 920-922

METTENDORF, B. (2009):

Mündliche Mitteilung. September 2009.

METZLER, B. (2006):

Der Edelkastanien – Rindenkrebs *Cryphonectria parasitica* (Murrill) Barr, Waldschutz Info 5/2004. Neuauflage. Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden – Württemberg. Abteilung Waldschutz

MÖSSMER, E- M. (2008):

Wald im Klimastress – Fakten, Folgen, Strategien. Stiftung Wald in Not. Band 16. 1.Auflage.36S.

NAGEL, J, ALBERT, M., SCHMIDT, M. (2002):

Das waldbauliche Prognose- und Entscheidungsmodell BWINPro 6.1. NeuParametertrisiert und Modellerweiterungen. Forst und Holz, 57/2002, S. 486-493.

NAGEL, J.(2004):

Einsatz des Waldwachstumssimulators BWINPro in der Forsteinrichtung. In: HANEWINKEL,M./TEUFFEL,K.: Waldwachstumsmodelle für Prognosen in der Forsteinrichtung. Berichte Freiburger Forstliche Forschung, Heft 50, S.85-94

POHRIS, V. (2009):

Mitteilung per E-mail. 03.06.2009.

PRETZSCH, H.(2001):

Modellierung des Waldwachstums. Wien: Verlag von Paul Parey. Berlin. Wien. 341S.

PRETZSCH, H.(2002):

Grundlagen der Waldwachstumsforschung. Wien: Verlag von Paul Parey. Berlin. Wien. 414S.

RIGLING, D. und HEINIGER, U. (1999):

Der Kastanienrindenkrebs - ein Dauerproblem der Edelkastanie? Schweiz. Birmensdorf: WSL Informationsblatt Forschungsbereich Wald 1-1999: 4S.

RÖHLE, H. (1982):

Struktur und Wachstum von Stieleichen-Mischbeständen auf grundwasserbeeinflussten Standorten in den Auewaldgebieten Südbayerns. Forstliche Forschungsberichte München. Band 51. München. 178 S.

RÖHLE, H. und HUBER, W. (1985):

Untersuchungen zur Methode der Ablotung von Kronenradien und der Berechnung von Kronengrundflächen. Forstarchiv,6, S. 238–243.

RÖHLE, H., MÜNDER, K., SCHRÖDER, J. (2004):

Waldwachstumsmodell für zweischichtige Bestände in der Umbauphase. AFZ-Der Wald, 22/2004 S.1227-1229

RÖHLE, H. (2009):

Der Wachstumssimulator BWINPro-S: Kurzdarstellung und Anwendungsmöglichkeiten. TU Dresden, Tharandt. URL:http://www.forst.tu-dresden.de/Waldwachstum/Simulator_ww.htm (17.02.2009)

RÖMISCH, K. (1993):

Programm zur Berechnung von Baumstandflächen im Rasterverfahren nach dem Polygon- und dem Kreisbogenmodell

RÖMISCH, K. (2009):

mündliche Mitteilung. Dezember 2009.

ROLOFF, A. (2003):

Skript zur Vorlesung Botanik: Angewandte Forstbotanik. Teil1. 9.Auflage. TU Dresden. Tharandt. S.36-56

ROLOFF, A. (2005):

Die Rosskastanie: Baum des Jahres 2005. Kuratorium Baum des Jahres

ROLOFF, A. und GRUNDMANN, B. (2008):

Klimawandel und Baumarten - Verwendung für Waldökosysteme. TU Dresden. Tharandt. Stiftung Wald in Not. 46 S.

ROLOFF, A. (2009):

Anpassungs- und Optimierungsstrategien bei Bäumen - am Beispiel der Edelkastanie. Referat (mündliche Mitteilung). Jahrestagung der IG Edelkastanie. Juni 2009. Tharandt.

- SÄCHSISCHE LANDESANSTALT FÜR FORSTEN (2000):
Hilfstafeln zur Sächsischen Forsteinrichtungsdienstanweisung. Zusammenstellung für den Gebrauch in der Forsteinrichtung. Freistaat Sachsen. Graupa. April 2000
- SCHENK, C. A. (1939):
Castanea sativa. In: Fremdländische Wald- und Parkbäume: Die Laubhölzer. 3ter Band. Verlag von Paul Parey in Berlin. S.172-176
- SCHLUTOW, A. und GEMBALLA, R.(2008):
Anpassung in Bezug auf den prognostizierten Klimawandel: Sachsens Leitwaldgesellschaften. AFZ-DerWald 1: S.28-31
- SCHWANECKE, W.(1993):
Merkmalstabellen für Haupt- und Lokalbodenformen der forstlichen Standortserkundung (Bodenformenkatalog). Sächsische Landesanstalt für Forsten Graupa. S.75
- SMUL (SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT)(1999):
Verwaltungsvorschrift des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft über die Waldbaugrundsätze für den Staatswald des Freistaates Sachsen (Landeswald). Dresden. 01.01.1999
- SMUL (SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT)(2009):
Waldzustandsbericht Sachsen 2009. URL:<http://www.forsten.sachsen.de/wald/140.htm> (23.02.2010)
- SPIECKER, H. (1991):
Zur Steuerung des Dickenwachstums und der Astreinigung von Trauben- und Stieleichen (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl. und *Quercus robur* L.). Schriftreihe der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg. Band 72. Stuttgart 1991. Selbstverlag der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg. S.105-123
- SPRUTE, F. J. (1987):
Über einen Edelkastanienbestand im Moseltal. Forst- und Holz 42: S.408-411
- STAATSBETRIEB SACHSENFORST (2000):
Standortskarte Forstamt Tharandt. Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft

STAATBETRIEB SACHSENFORST (2004):

Makroklimaformen Sachsens. Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft

STAATBETRIEB SACHSENFORST (2006):

Datenblatt – Wirtschaftsbuch. Forsteinrichtung Staatsbetrieb Sachsenforst. Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft

STAATBETRIEB SACHSENFORST (2008):

Forstbezirk Bärenfels. Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft. Faltblatt

FISCHER, H. (2008):

Waldbau-Praktikum „Edellaubbäume“. Gersdorfer Wald. Institut für Waldbau und Forstschutz. Professur für Waldbau. TU Dresden. Tharandt

WALTER, C. (2007):

Die Edelkastanien-Gallwespe *Dryocosmus kuriphilus*, ein neuer Schädling an Edelkastanien in Europa. Informationen der Hauptstelle für Waldschutz 15/2007. Landesforstanstalt Eberswalde: Land Brandenburg. S.4

WAMBSGANSS, W. (2006):

Edelkastanienwirtschaft im Forstamt Haardt. Tagungs- und Exkursionsführer zur Jahrestagung der IG Edelkastanie. Edenkoben / Pfalz. S.10-18

ZINGG, A. und GIUDICI, F. (2005):

Wertholzproduktion mit Kastanien-Niederwald. Versuchsanlage und erste Ergebnisse. In: Nagel J. (ed) Deutscher Verband Forstlicher Forschungsanstalten. Sektion Ertragskunde. Jahrestagung 2005. Freising: S.168-179

ZINGG, A., GIUDICI, F., CONEDERA, M. (2006):

Qualitätsholz aus Kastanienniederwald. Forschungsarbeit der WSL. Holzforschung Schweiz 1: S.9-10

ZINGG, A.(2009):

Mitteilung per E-mail. 18.08.2009

8.2 Abbildungsverzeichnis

Abb.1: Blütenstände der Edelkastanie (BUCHTER-WEISBROT, 1993).....	3
Abb.2: Natürliches und künstliches Verbreitungsgebiet der Edelkastanie (BOTTACCI, 1998)....	4
Abb.3: Cryphonectria parasitica (ECKER et al., 2006).....	7
Abb.4: Phytophthora cambivora (ECKER et al., 2006).....	8
Abb.5: Einschlagsentwicklung bei der Edelkastanie nach Sortimenten getrennt (Angaben in %) im Ortenaukreis von 1999 bis 2006 (METTENDORF, 2007).....	11
Abb.6: Projekt 1 (WAMBSGANSS, 2006).....	14
Abb.7: Projekt 2 (WAMBSGANSS, 2006).....	15
Abb.8: Szenario B1/Remo-Modell: Rückgang der Niederschläge im Sommer, Zunahme der Niederschläge im Winter, Anstieg der Sommermitteltemperaturen (von links), aus: (MÖSSMER, 2008).....	18
Abb.9: Klimawerte 1901 - 1950 - grau; Werte 1971- 2000 – farbig, für Jahrestemperatur und Jahresniederschlag, nach:(GEMBALLA UND SCHLUTOW, 2007).....	19
Abb.10: Lage der drei Probeflächen.....	20
Abb.11: Lage B1 in Standortskarte (KOTIRA, 2000).....	23
Abb.12: Lage B2 in Standortskarte (LUFTBILD BRANDENBURG GMBH, 1999).....	24
Abb.13: Lage F3 in Standortskarte (STAATSBETRIEB SACHSENFORST, 2000)	25
Abb.14: Sortierung in Güteklassen bis Kronenansatz	30
Abb.15: Regressionsfunktionen zur Berechnung der Höhen- und d1,3-Werte der entnommenen Bäume (B1).....	35
Abb.16: Programmaufbau BWINPro-S (RÖHLE et al., 2009).....	39
Abb.17: Berechnungsgrundlage des Konkurrenzindex C66 (DÖBBELER et al., 2009).....	41
Abb.18: Bestockung B1 (Foto 2009).....	44
Abb.19: Kronenschirmkarte B1 (BWINPro-S).....	44
Abb.20: Kronenschluss B1 (Foto 2009).....	44
Abb.21: Bestockung B2 (Foto 2009).....	45

Abb.22: Kronenschirmkarte B2 (BWINPro-S).....	45
Abb.23: Bestockung F3 (Foto 2009).....	46
Abb.24: Kronenschirmkarte F3 (BWINPro-S).....	46
Abb.25: Bestandeshöhenkurven der Probeflächen.....	49
Abb.26: Stammzahl-Durchmesserverteilung auf den Probeflächen	50
Abb.27: Volumenanteil des aktuellen Bestandesvorrates und der geplanten Nutzung (linke Seite) und des in der Vornutzung entnommenen Vorrates (rechte Seite) – getrennt nach den Flächen B1 (oben), B2 (Mitte) und F3 (unten).....	52
Abb.28: Mittelhöhenbonitätsfächer von Buche, Eiche (links) und Esche(rechts) im Vergleich zu den Flächen.....	56
Abb.29: Derbholzvorräte anderer Baumarten (I.Bon) im Vergleich mit B1, B2 und F3.....	56
Abb.30: Schlankheitsgrad als Bestandes-Stabilitätsparameter.....	58
Abb.31: Verteilung der Kronenprozente als Bestandes-Stabilitätsparameter.....	59
Abb.32: Mittlere Kronenradien aller drei Probeflächen	60
Abb.33: mittlere Kronenlängen über d1,3-Stufen auf allen Flächen	61
Abb.34: Bestandeshöhenkurven und Kronenansatzhöhen über dem Bhd für alle drei Probeflächen	62
Abb.35: Prozentualer Anteil der sozialen Baumklassen in den Probeflächen.....	63
Abb.36: Auslage der Kronenradien in vier Himmelsrichtungen unterteilt nach Baumklassen	65
Abb.37: Standflächenwerte über dem Bhd.....	67
Abb.38: Kronengrundflächen über dem Bhd	67
Abb.39: Verhältnis zwischen Kronengrundfläche und Standfläche bezogen auf den Bhd.....	68
Abb.40: Räumliche Verteilung der Bäume auf den Probeflächen.....	69
Abb.41: Konkurrenzkarten der drei Probeflächen (BWINPro-S)	70
Abb.42: Überschildungskarten der drei Probeflächen (BWINPro-S).....	73
Abb.43: Verteilung der Stammabschnitte über dem Bhd, geordnet nach Güteklassen, für alle Probeflächen.....	74
Abb.44: Volumen der Stärkeklassen in den Qualitäten, in allen drei Flächen.....	75

Abb.45: Merkmale für Absortierung in C/EWG.....	76
Abb.46: Merkmale für Absortierung in B/EWG.....	76
Abb.47: Wasserreiser in B1.....	77
Abb.48: Höhe des Sortensprungs von Güteklasse B/EWG zu C/EWG auf den Probeflächen.	78
Abb.49: aufgetretene Stammschäden in den Probeflächen.....	78
Abb.50: Stammfußverdickung.....	79
Abb.51: Radialschnitt-Fäule im Holz.....	79
Abb.52: Überwallung.....	79
Abb.53: Schaden im Holz.....	79
Abb.54: Krümmung am Stammfuß.....	80
Abb.55: Konsolenpilz.....	80
Abb.56: Spechtlöcher.....	80
Abb.57: Frostschaden.....	80
Abb.58: Fam. Tenebrionidae (de.wikipedia.org).....	81
Abb.59: Stärkeklassenvolumina der Z-Bäume sortiert nach Güte und Probeflächen.....	81
Abb.60: Höhe des Z-Baum-Sortensprungs von Güteklasse B/EWG zu C/EWG auf den Flächen.....	82
Abb.61: ZB-Merkmale für die Sortierung in C/EWG.....	83
Abb.62: ZB-Merkmale für die Sortierung in B/EWG.....	83

8.3 Tabellenverzeichnis

Tab.1: physikalische Holzeigenschaften von Edelkastanie und Traubeneiche (KOLLMANN, 1951).....	6
Tab.2: Zustandserfassung des Edelkastanienanteils der Weiserfläche nach METTENDORF UND METZLER 2007.....	13
Tab.3: ausgewählte Z-Bäume auf der Weiserfläche nach METTENDORF UND METZLER 2007.....	13
Tab.4: Bestandeskenndaten vom Projekt 1 nach WAMBSGANSS (2006).....	14
Tab.5: Ertragskenndaten der Z-Bäume nach WAMBSGANSS (2006) und HETTESHEIMER (2009)....	15
Tab.6: Beispiele für Leitwaldgesellschaften nach (SCHLUTOW UND GEMBALLA, 2008).....	20
Tab.7: Bestandeskenndaten der Probeflächen.....	26
Tab.8: Aufnahmeblatt zur Qualitätsansprache der ausgewählten Bäume im den Probeflächen.....	31
Tab.9: Kurzfassung der Auswertematrix zur Qualitätsanalyse	42
Tab.10: Wachstumsgrößen der Probeflächen.....	47
Tab.11: Parameter der MICHAÏLOW-Funktion und Bestimmtheitsmaß (R^2).....	48
Tab.12: Vergleich der Höhenwerte aller drei Versuchsflächen und statistische Maßzahlen ...	49
Tab.13: Vergleich der Durchmesserwerte der Versuchsflächen und statistische Maßzahlen. .	51
Tab.14: Ausgeschiedener und Ausscheidender Bestand auf den Probeflächen.....	53
Tab.15: Vorrat, Wuchsleistungen und ausgeschiedener Bestand auf den Probeflächen.....	53
Tab.16: Ertragsleistungsvergleich der Edelkastanienflächen mit Ertragsdaten heimischer Baumarten.....	54
Tab.17: Höhen-Durchmesser-Verhältnisse der Probeflächen.....	57
Tab.18: Analyse der Kronenprozent-Kennwerte auf den Probeflächen.....	58
Tab.19: Kronenradien-Werte der Flächen	60
Tab.20: Kronenlängen und Kronenansatzhöhen in den Probeflächen.....	60
Tab.21: Analyse von Stabilitätsgrößen, Kronengrund- und Standflächen nach sozialer Stellung im Bestand	64

Tab.22: Standflächen- und Kronengrundflächenwerte der Probeflächen.....	66
Tab.23: Strukturindex von CLARK & EVANS für die Probeflächen.....	70
Tab. 24: mittlere Konkurrenz der einzelnen Baumarten und der Z-Bäume auf den Probeflächen.....	72
Tab.25: Zusammenfassung der wichtigsten Ertragsdaten der Versuchsflächen	86

Hiermit erkläre ich, dass ich die von mir am heutigen Tage eingereichte Diplomarbeit zum Thema:

Wuchsleistung der Edelkastanie (*Castanea sativa* Mill.) als klimaplastische Baumart
in ausgewählten Beständen Ostdeutschlands

vollkommen selbständig und nur unter Benutzung der in der Arbeit angegebenen Literatur angefertigt habe.

Die Verbindung mit Betrieben, staatlichen Organen oder Einrichtungen usw. wurde nur in den in der Arbeit genannten Fällen im Einverständnis mit dem Betreuer aufgenommen.

Tharandt, den

.....
Unterschrift: Julia Anders

Hiermit erteile ich der Sächsischen Landesbibliothek – Staats- und Universitätsbibliothek Dresden, Zweigbibliothek Forstwesen, das Recht, meine Diplomarbeit in ihren Räumlichkeiten für jegliche Bibliotheksbenutzung - einschließlich der Präsenznutzung – bereitzustellen.

.....
Datum

.....
Unterschrift: Julia Anders