

***Bundesministerium für Landwirtschaft,
Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft***

Abschlussbericht zum Forschungsprojekt

Eichenwertholzproduktion im bäuerlichen
Kleinstprivatwald – eine Untersuchung zur Machbarkeit
von Bestandesumwandlungen im nördlichen
Alpenvorland unter Beachtung der lichtökologischen und
standörtlichen Besonderheiten -
(56.810/38-Va2b/1999)

durchgeführt von

Universität für Bodenkultur - Institut für Waldökologie

1. EINFÜHRUNG.....	7
2. VERSUCHSDESIGN.....	10
2.1.1. ALLGEMEINE VORGEHENSWEISE.....	10
2.1.1.1. Versuchsanlage.....	10
2.1.1.1.1. Auswahl der Herkünfte.....	10
2.1.1.1.1.1. Freilassing (Herkunftsbezeichnung: Aichet).....	10
2.1.1.1.1.2. Gadermair (Herkunftsbezeichnung: Geinberg).....	10
2.1.1.1.1.3. Landesforstgarten (Herkunftsbezeichnung: Taufkirchen bei Grieskirchen).....	10
2.1.1.1.1.4. Urnenhain (Herkunftsbezeichnung: Urnenhain).....	10
2.1.1.1.2. Pflanzanleitung.....	10
2.1.1.1.3. Geographische Lage der Probeflächen.....	11
2.1.1.1.4. Anlage der einzelnen Probeflächen.....	12
2.1.1.1.4.1. Meindl.....	12
2.1.1.1.4.2. Helmberger.....	13
2.1.1.1.4.3. Dechant.....	13
2.1.1.1.4.4. Pöttinger.....	14
2.1.1.1.4.5. Peterlechner.....	14
2.1.1.2. Flächengröße der Versuchsflächen.....	15
2.1.1.3. Abgrenzung der Licht/Schattenvarianten innerhalb der Probeflächen.....	15
2.1.1.4. Aufnahme/Probepunkte.....	15
2.1.1.5. Messungen, die je Probebaum durchgeführt wurden.....	16
2.1.1.5.1. Höhe.....	16
2.1.1.5.2. Terminaltrieb.....	16
2.1.1.5.2.1. Trieb a.....	16
2.1.1.5.2.2. Trieb b.....	16
2.1.1.5.2.3. Trieb c.....	16
2.1.1.5.2.4. Trieb d.....	16
2.1.1.5.3. Wurzelhalsdurchmesser.....	16
2.1.1.5.4. Wuchsform (siehe Anhang 5 Seite 64).....	16
2.1.1.5.5. Codierung der Aufnahmedaten.....	17
2.1.1.6. Messungen, die je Probefläche durchgeführt wurden.....	17
2.1.2. VORGABEN.....	18
2.1.2.1. Pflanzverbände.....	18
2.1.2.2. Bodenuntersuchung.....	18
2.1.2.2.1. Werbung der Bodenproben.....	18
2.1.2.2.2. Behandlung der Bodenproben.....	18
2.1.2.3. Pflanzenanalyse.....	19
2.1.2.3.1. Werbung der Blattproben.....	19
2.1.2.3.2. Behandlung der Blattproben.....	19
2.1.2.3.3. Zuwachsmessung.....	19
2.1.2.4. Lichtverhältnisse.....	19
2.1.2.4.1. Hemiviewaufnahmen.....	19
2.1.2.4.2. Hemiview Kamera.....	19
2.1.2.4.3. Film.....	20
2.1.2.4.4. Hemiview Software.....	20
2.1.2.4.5. Hemiview Beispielaufnahmen.....	20
3. DIE DURCHGEFÜHRTEN AUFNAHMEN.....	21

4. DIE VERSUCHSFLÄCHEN.....	21
4.1. STANDORTE - ERNÄHRUNG	21
4.1.1. LICHTVERHÄLTNISSE	21
4.1.2. BODENVEGETATION	21
4.1.3. SONSTIGE BESONDERHEITEN.....	22
4.1.4. WACHSTUM RELATIV	22
5. ERGEBNISSE.....	23
5.1. ANWUCHSERFOLG.....	23
5.2. MESSUNGEN PROBEFLÄCHEN	23
5.2.1. LICHT.....	23
5.2.2. BODEN.....	25
5.2.2.1. Auflage.....	25
5.2.2.2. Mineralboden.....	26
5.2.2.2.1. pH (H ₂ O, BaCl, CaCl ₂).....	26
5.2.2.2.2. Zusammenfassung: Al, Ca, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, P, S, Zn, C, N.....	28
5.2.2.2.2.1. Mineralboden – Aluminium.....	29
5.2.2.2.2.2. Mineralboden – Kalzium	29
5.2.2.2.2.3. Mineralboden – Kupfer.....	29
5.2.2.2.2.4. Mineralboden – Eisen.....	30
5.2.2.2.2.5. Mineralboden – Kalium.....	30
5.2.2.2.2.6. Mineralboden – Magnesium	30
5.2.2.2.2.7. Mineralboden – Mangan.....	31
5.2.2.2.2.8. Mineralboden – Natrium.....	31
5.2.2.2.2.9. Mineralboden - Phosphor.....	31
5.2.2.2.2.10. Mineralboden – Zink	32
5.2.2.2.2.11. Mineralboden – pH H ₂ O.....	32
5.2.2.2.2.12. Mineralboden – pH CaCl ₂	32
5.2.2.2.3. KAK und Anionenaustauschkapazität.....	33
5.2.2.2.4. Bodenskelett- und Porenvolumenanteile	34
5.2.2.2.4.1. Feinbodenanteile (Mittelwerte [%] - über gesamte Mineralbodentiefe).....	34
5.2.2.2.4.2. Grobbodenanteile (Mittelwert [%] - über gesamte Mineralbodentiefe)	35
5.2.2.2.4.3. Porenvolumina (Mittelwerte [%] - über gesamte Mineralbodentiefe).....	36
5.3. MESSUNGEN DER PROBEBÄUME.....	37
5.3.1. BIOMETRISCHE KENNGRÖßEN (Σ 170 PROBESTÄMME).....	37
5.3.1.1. Mittlere Höhe.....	37
5.3.1.2. Mittlerer Wurzelhalsdurchmesser	37
5.3.1.3. Wuchsform	38
5.3.1.4. Nährstoffgehalte in den Eichenblättern (Blattspiegelwerte).....	38
6. INTERPRETATION DER ERGEBNISSE.....	43
6.1. PFLANZENHÖHEN UND WUCHSFORM.....	43
6.2. VERTEILUNG DER PFLANZEN NACH LICHTANGEBOT	43
6.3. LICHTGRUPPE UND HERKUNFT	44
6.4. WUCHSFORM, HÖHE UND PROBEFLÄCHE (BESITZER)	46
6.5. EXKURS PÖTTINGER.....	47
6.5.1. NÄHRSTOFFVERSORGUNGSSITUATION DER PROBEPFLANZEN (BLATTSPIEGELWERTE)	47
6.5.2. BODENSKELETTANTEILE UND PORENVOLUMEN.....	48
6.5.3. SCHLUSSFOLGERUNGEN	52

6.6. ÖKONOMISCHE BEWERTUNG DER PFLANZMETHODEN	52
6.7. ABSCHLIEBENDE BEURTEILUNG UND EMPFEHLUNGEN	53
6.7.1. WACHSTUM	53
6.7.1.1. Licht	53
6.7.1.2. Herkunft.....	54
6.7.1.3. Ausfall.....	54
6.7.1.4. Entscheidender Faktor.....	54
6.7.2. WUCHSFORM	54
6.7.2.1. Licht	54
6.7.2.2. Herkunft.....	54
6.7.2.3. Entscheidende Faktoren	55
6.7.3. ÖKONOMIE - PFLANZMETHODE	55
6.7.3.1. Mortalität.....	55
6.7.3.2. Arbeitsaufwand - Bestandesbegründung	55
6.7.3.3. Pflanzenzahl.....	55
6.7.3.4. Pflegeintensität.....	55
6.7.4. EMPFEHLUNGEN UND RICHTLINIEN FÜR DIE VERJÜNGUNG VON STIELEICHE	55
6.7.4.1. Mindestgröße der Verjüngungslücke	55
6.7.4.2. Herkünfte.....	55
6.7.4.3. Pflanzmethode	56
6.7.4.4. Bodenbeschaffenheit	56
<u>ANHANG 1 – HERKUNFT GEINBERG</u>	<u>58</u>
<u>ANHANG 2 – HERKUNFT TAUFKIRCHEN</u>	<u>58</u>
<u>ANHANG 2 – HERKUNFT TAUFKIRCHEN</u>	<u>59</u>
<u>ANHANG 3 – HERKUNFT URNENHAIN</u>	<u>60</u>
<u>ANHANG 4 – SCHRIFTLICHE PFLANZANLEITUNG.....</u>	<u>61</u>
<u>ANHANG 5 - WUCHSFORMBONITIERUNG</u>	<u>63</u>
<u>ANHANG 6 – BIOMETRISCHE KENNGRÖßEN.....</u>	<u>65</u>
<u>8. ANHANG – 8: EICHEN BIOGRUPPEN.....</u>	<u>74</u>
VON GERHARD STROBEL, STUTTGART	74
8.1.1. EINFÜHRUNG	74
8.1.2. EICHE AUF STURMWURFFLÄCHEN	74
8.1.3. GESCHICHTE DER EICHEN-BIOGRUPPEN	74
8.1.4. METHODEN	74
8.1.5. VERSUCHE IN NORDWÜRTTEMBERG.....	74
8.1.6. ERFAHRUNGEN MIT NESTERPFLANZUNGEN	75
8.1.7. ABWEICHUNGEN VOM KLASSISCHEN PFLANZENKONZEPT.....	76
8.1.8. FAKTOREN BEI DER OPTIMIERUNG.....	77
8.1.9. FAZIT	77
8.1.10. LITERATURHINWEISE:	77

Herkunftsbezeichnungen

Im vorliegenden Bericht werden vier verschiedene Eichen-Herkünfte behandelt. Drei dieser Herkünfte stammen aus Österreich, eine Herkunft aus Deutschland (Bayern). Beide Länder haben proprietäre, ländereigene Herkunftsbezeichnungen die nicht miteinander vergleichbar sind. Aus diesem Grunde und aus der umgangssprachlichen Notwendigkeit heraus, mit den Probeflächeneigentümern (Landwirten) eine verständliche Sprachregelung zu verwenden, wurden während der gesamten Projektlaufzeit und auch während der Präsentation der Ergebnisse, nicht die exakten Herkunftsbezeichnungen der Eichen verwendet, sondern bekannte und lokal geläufige Namen (Ortsbezeichnungen bzw. Eigennamen).

Wichtig ist hierbei, festzuhalten, dass trotz der Verwendung dieser Eigennamen, hinter jedem dieser Namen eine national anerkannte Eichenherkunft steht. Die exakten Daten zu diesen Herkünften werden weiter unten im Text, sowie im Anhang bekannt gegeben.

Vorweg die Zuordnung der verwendeten Namen zu den tatsächlichen Herkunftsbezeichnungen:

Während des Projektes verwendeter Name der Herkunft	National anerkannte Herkunftsbezeichnung
Urnehain	A: Urnehain – Linz (Anhang 3)
Landesforstgarten	A: Taufkirchen bei Grieskirchen (Anhang 2)
Gadermair	A: Geinberg (Anhang 1)
Laufen	D: Aicht - Freilassing

Forschungsauftrag gemäß § 15 Forschungsorganisationsgesetz, BGBl. 341/1981 abgeschlossen zwischen

Auftraggeber

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft,
Stubenring 1, 1010 Wien

und dem

Auftragnehmer

Institut für Waldökologie,
Peter Jordanstraße 82, 1190 Wien

Titel:

Eichenwertholzproduktion im bäuerlichen Kleinprivatwald – eine Untersuchung zur Machbarkeit von Bestandesumwandlungen im nördlichen Alpenvorland unter Beachtung der lichtökologischen und standörtlichen Besonderheiten -

56.810/38-Va2b/1999

Wien, Juli 2004

1. Einführung

Rund 90% der 220.000 Waldeigentümer Österreichs haben weniger als 20 ha Waldfläche. Für diese Kleinwaldeigentümer stellt der Wald eine Nebeneinnahmequelle dar und rückt somit an den Rand ihrer Bewirtschaftungsinteressen. Die forstlichen Interessensvertretungen haben in Zusammenarbeit mit den staatlichen Förderungsstellen durch ihre konsequente Öffentlichkeitsarbeit der letzten Jahre die Waldgesinnung der Kleinwaldeigentümer gehoben und eine ökologisch verantwortungsvolle Bewirtschaftung des Waldes in das Bewusstsein der Kleinwaldeigentümer gerufen.

Die Fichtenborkenkäfer- und Windwurfkalamitäten der letzten Jahre sowie die Dauerproblematik „Fichtenblattwespe“ haben ebenfalls dazu beigetragen, dass im gesamten Bereich des nördlichen Alpenvorlandes nun auch von den Kleinwaldeigentümern über Alternativen bei der Baumartenwahl für die Wiederverjüngung nachgedacht wird. Auch die Möglichkeiten der forstlichen Förderung von Verjüngungen haben dazu beigetragen, dass vermehrt von den Kleinwaldeigentümern über das Einbringen standortsangepasster Baumarten nachgedacht wird. Last not least spielen auch die Momente des laufenden Klimawandels bei den Überlegungen zur Baumartenwahl eine entscheidende Rolle.

Da das gesamte nördliche Alpenvorland den Waldgesellschaften des Buchen- und Eichen-Hainbuchenwaldes zuzuordnen ist, werden die Baumarten dieser Waldgesellschaften vermehrt auch von den Kleinwaldeigentümern eingebracht. Dringender Forschungsbedarf bestand und besteht weiterhin hinsichtlich der Auswirkungen der speziellen Gegebenheiten im Klein- und Kleinstprivatwald auf die Verjüngungsökologie der angesprochenen Baumarten (Lichtökologie und Mikroklima).

Aufbauend auf bereits geleistete Vorarbeiten (Versuchsanlage und Forschungsarbeiten) wurden die Versuchsflächen des vorliegenden Projektes in einer Waldwirtschaftsgemeinschaft von Kleinwaldeigentümern im Bereich des Weilhartsforstes ausgewählt¹. Der Weilhartsforst ist auch deshalb interessant, weil ihm eine besondere Naturferne in der Studie „Hemerobie Österreichischer Waldökosysteme“² attestiert wurde, und der Zusammenhang zwischen Naturferne und besonderer Instabilität und Prädisposition der Waldökosysteme für Schädlingskalamitäten ein ursächlicher ist.

Gegründet 1998, umfasst die Waldwirtschaftsgemeinschaft Weilhart (WWGW) derzeit ca. 60 Mitglieder. Die Waldfläche beträgt ca. 670 ha. Die Mitglieder der WWGW haben sich zum Ziel gesetzt, langfristig eine Verbesserung der Hemerobie in ihrem gesamten Bereich zu erreichen und die Bestände resistenter gegen Kalamitäten zu machen.

¹ **Pichler 1994**, Institut für Waldbau

Hager 1995, Laubholzvoranbau in Nadelholzbeständen am eigenen Institut

Kazda, Wagner, Pichler, Hager 1998, Potentielle Lichtausnutzung von *Quercus petraea*, *Fagus sylvatica* und *Acer pseudoplatanus* im Jahr des Voranbaus

² **Grabherr G., Koch G., Kirchmeir H., Reiter K., 1998**: Hemerobie österreichischer Waldökosysteme. Österreichische Akademie der Wissenschaften.

Da die Waldwirtschaftsgemeinschaft hier völliges Neuland betritt und die Mitglieder eine geringe waldbauliche – ökologische Ausbildung aufweisen, ist es notwendig, im Rahmen dieses Projektes Richtlinien auszuarbeiten, die dann von bäuerlichen Kleinwaldeigentümern auch in die Praxis umgesetzt werden können.

Da wesentliche Vorarbeiten für die Versuchsanlage (Vereinbarungen mit den Waldeigentümern, Auswahl der Flächen, Wahl der Herkunft des Pflanzgutes, Durchführung der Pflanzung, Schutz der Flächen) bereits zu Beginn des Projektes abgeschlossen waren, konnte ohne wesentlichen Zeitverlust mit den Arbeiten begonnen werden.

Die Anregung und letztendlich auch die Entscheidung, Stieleiche zu verjüngen, kam von Waldeigentümern. Aus Beobachtungen letzter autochtoner Waldbestände im gesamten Bereich des oberen Innviertels kamen die Waldeigentümer zu der Überzeugung, dass die Stieleiche jene Baumart ist, die für einen Umbau der bestehenden sekundären Fichtenbeständen bzw. Kiefern-Fichtenbeständen am aussichtsreichsten ist.

Um zukünftig vermehrt mit eichenreichen Mischbeständen im Bereich des niederschlagsreicheren südlichen Teils des nördlichen Alpenvorlandes arbeiten zu können, müssen im Vorfeld einige wichtige Aspekte abgeklärt werden:

- welche Herkünfte sind zu verwenden;
- mit welchen Aufforstungsmethoden soll gearbeitet werden (Teilflächenkultur = Eichennesterpflanzung³ oder klassische Reihenkultur);
- welches Lichtregime für das optimale Anwachsen und Gedeihen der Kulturen bzw. für die verschiedenen Eichenherkünfte muss gegeben sein;
- welche Anforderungen an die Form und Größe der Aufforstungsfläche sind zu stellen (im Hinblick auf 3.);
- ob und in welcher Art wirkt sich die Behandlung der Schlagflächen mittels Stockfräse auf den Bodenwasserhaushalt, die Bodentemperatur, die Nährstoffversorgung und auf die verdämmende Schlagvegetation aus und
- ob die mit der kleinflächigen Besitzstruktur ermöglichten Freiflächengrößen ausreichen, um mit der Halblicht- bis Lichtbaumart Stieleiche arbeiten zu können (oft liegt ein großer Teil der Aufforstungsfläche im Einflussbereich von Waldsäumen, also in teilweise beschatteten Bereichen → hier soll an das Forschungsprojekt GZ.:56810/17-VA2b/95 angeknüpft werden).

Da sowohl Fördergelder des Bundes als auch der EU für derartige Waldverjüngungen in Anspruch genommen werden können, ist es notwendig, den

³ Siehe Anhang 8

Erfolg des Einsatzes dieser Gelder wissenschaftlich abzusichern und das Risiko durch entsprechende angewandte Forschung zu minimieren.

- Wahl des Herkunftsgebietes des Stieleichenvermehrungsgutes.
- Anzuwendende Aufforstungsmethode und Pflanzverband.
- Notwendige Flächengröße- Form und Lage.
- Notwendige anzuwendende Schutzmaßnahmen gegen Wildschäden.
- Erste Pflegeeingriffe bis zum Dickungsstadium.

2. Versuchsdesign

2.1.1. Allgemeine Vorgehensweise

2.1.1.1. Versuchsanlage

2.1.1.1.1. Auswahl der Herkünfte

Insgesamt handelt es sich um 4 Herkünfte von *Quercus robur*, deren Wuchsverhalten untersucht wird.

Der Auswahl der Herkünfte wurde durch das am Markt vorhandene Angebot an verfügbarem standortsangepassten Pflanzenmaterial stark eingeschränkt. Letztendlich konnten vier akzeptable Stieleichenherkünfte ausgemacht werden.

2.1.1.1.1.1. Freilassing (Herkunftsbezeichnung: Aichet)

Der Samenbestand befindet sich ca. 28 km südlich der Versuchsflächen, in der Nähe von Freilassing. Dieser Eichen-Samenbestand ist ein ca. 4 ha großer 220-jähriger Eichenreinbestand, dessen Individuen hervorragende phänotypische Merkmale besitzen. Der angesprochene Bestand ist ein Vorzeigebestand des bayerischen Staatforstdienstes und Ziel zahlreicher Forstexkursionen.

2.1.1.1.1.2. Gadermair (Herkunftsbezeichnung: Geinberg)

Der Samenbestand befindet sich ca. 34 km nord-nord-östlich der Versuchsflächen, in der Nähe von Gainberg (siehe Anhang 1).

2.1.1.1.1.3. Landesforstgarten (Herkunftsbezeichnung: Taufkirchen bei Grieskirchen)

Der Samenbestand befindet sich ca. 70 km nord-östlich der Versuchsflächen, in der Nähe von Grieskirchen (siehe Anhang 2).

2.1.1.1.1.4. Urnenhain (Herkunftsbezeichnung: Urnenhain)

Der Samenbestand befindet sich ca. 110 km nord-östlich der Versuchsflächen, in Linz (siehe Anhang 3).

2.1.1.1.2. Pflanzanleitung

Siehe Anhang 4

2.1.1.1.3. Geographische Lage der Probeflächen

Die Probeflächen liegen im politischen Bezirk Braunau/Inn, in den Gemeinden St. Radegund, Tarsdorf, Franking und Hochburg.

Die Flächen "Pöttinger" und "Winter" sind 500 m voneinander entfernt, die Flächen "Meindl" und "Helmberger" ebenfalls. Die Fläche "Dechant" liegt zwischen den beiden Flächenpaaren in Tarsdorf. Der Boden dieser 5 Flächen hat sich, wie ein großer Teil des Weilhartsforstes, aus Endmoränenwällen entwickelt.

Ein anderer Teil steht auf Hoch- bzw. Niederterrassenschotter. Die Fläche "Peterlechner" in Hochburg befindet sich nördlich des Weilharts auf Hochterrassenschotter. Die wesentlich geringere Gründigkeit und der hohe Grobskelettgehalt im Oberboden dieser Fläche sind besonders auffällig.

Auf jeder Probefläche wurden eine Licht- und eine Schattenteilfläche ausgeschieden (subplots). Die Herkünfte sind innerhalb dieser subplots gleichmäßig, d.h. wie bereits erwähnt, je zur Hälfte auf diesen Licht- und Schattenflächen aufgeteilt.

Die folgende Tabelle zeigt, dass die Herkunft Urnenhain auf jeder Fläche vertreten ist, Laufen hingegen nur auf einer einzigen. Die Herkunft Landesforstgarten wird bei 4 Waldbesitzern untersucht, Gadermair dreimal.

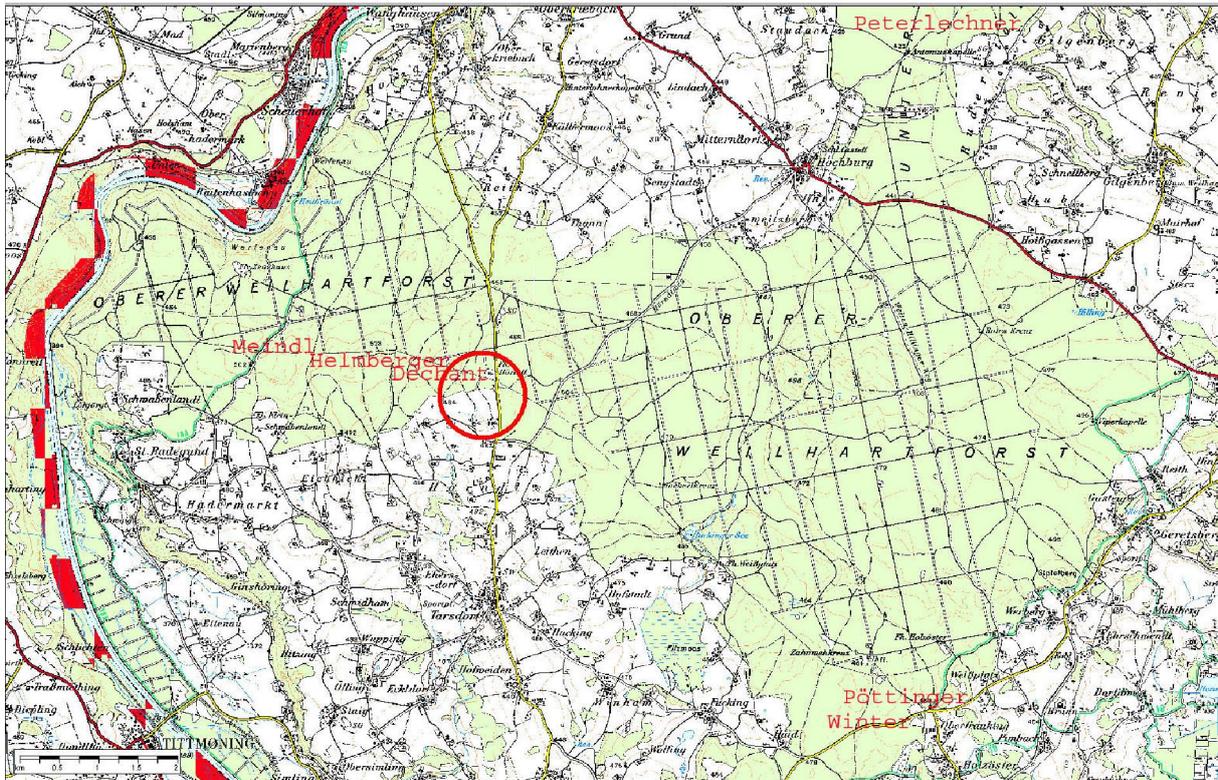
Für die Herkünfte Urnenhain, Landesforstgarten und Gadermair gilt, dass die Reihenpflanzung mit jeder Herkunft mindestens einmal wiederholt wurde. Ob sich Unterschiede zur Nesterpflanzung (Besitzer = Probefläche "Dechant") ergeben, wird untersucht.

	Urnenhain	Landesforstgarten	Gadermair	Laufen
Meindl	X	X		
Helmberger	X		X	
Dechant	X	X	X	X
Peterlechner	X	X		
Winter	X	X		
Pöttinger	X		X	

Tab. 1: Verteilung der Herkünfte auf die Waldbesitzer

X ... Reihenpflanzung

X ... Nesterpflanzung

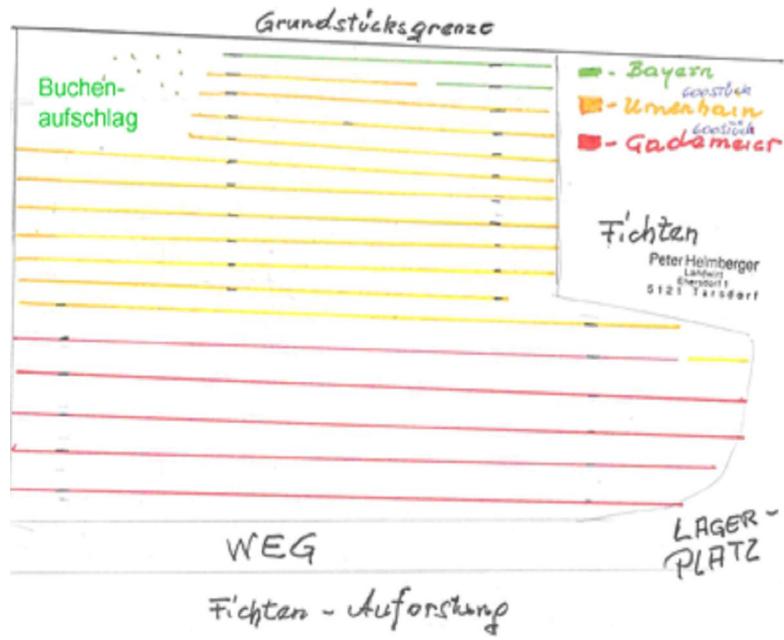


2.1.1.1.4. Anlage der einzelnen Probeflächen

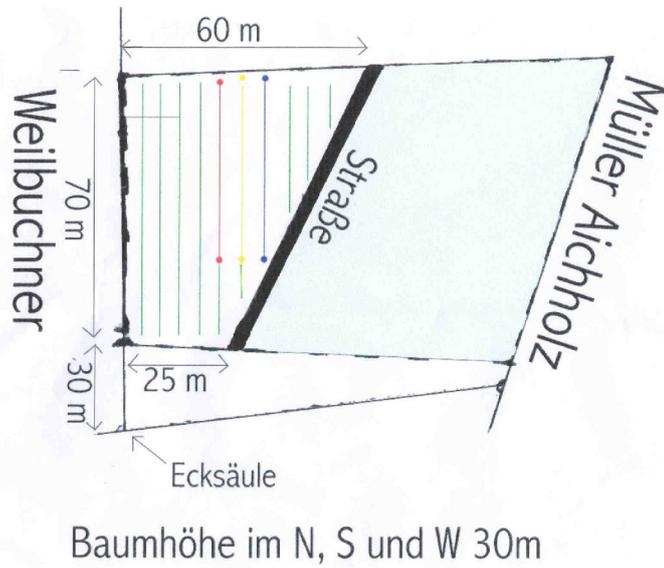
2.1.1.1.4.1. Meindl



2.1.1.1.4.2. Helmberger



2.1.1.1.4.3. Dechant



2.1.1.1.4.4. Pöttinger

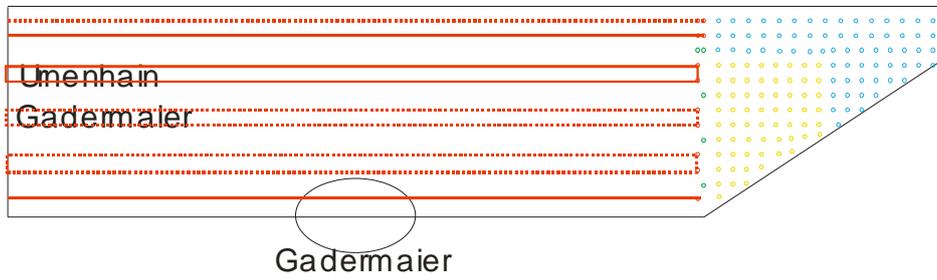
Hainbuche: Tanne: 70

$4 \cdot 93 / 1,5 = 250$ Kirsche: 70

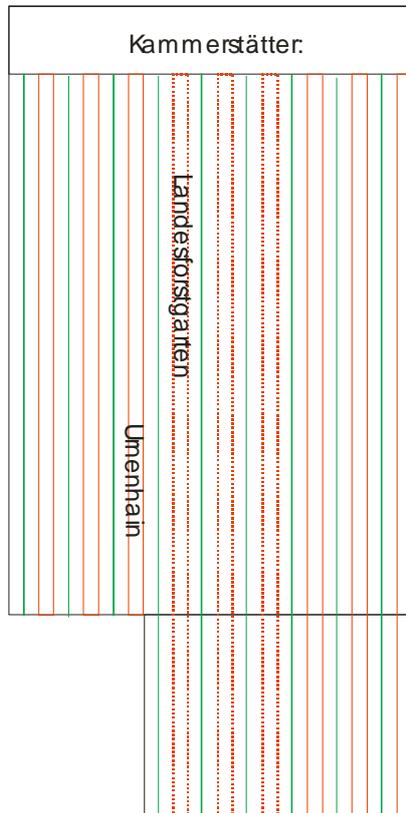
Stieleiche:

$9 \cdot 93 / 0,8 = 1050$

Pöttinger



2.1.1.1.4.5. Peterlechner



2.1.1.2. Flächengröße der Versuchsflächen

Eigentümer	Flächengröße in m ²
Meindl	5200
Helmberger	4900
Dechant	14000
Peterlechner	9300
Winter	4600
Pöttinger	4100

2.1.1.3. Abgrenzung der Licht/Schattenvarianten innerhalb der Probeflächen

Auf jeder der 6 Aufforstungsflächen wurden 2 Probeflächen ausgeschieden, eine repräsentative Lichtfläche mit einem Maximum an Sonneneinstrahlung oder einem Minimum an Horizonteinengung und eine repräsentative Schattenfläche mit möglichst langer Beschattung (d.h. starker Horizonteinengung) durch die anliegenden Altbestände.

Da die einzelnen Großflächen teils sehr heterogen sind, war die Abgrenzung der Licht- und Schattenflächen mit einigen Schwierigkeiten verbunden.

Die insgesamt 12 ausgewählten Probeflächen wurden von der übrigen Aufforstung mittels Pflöcken und Schnüren getrennt um ein Wiederauffinden der Probeflächen zu erleichtern.

Auf jeder Probefläche (Waldbesitzer) wurde jeweils eine Licht- und eine Schattenfläche verpflöckt. Weiters wurden auf jeder der insgesamt 12 Probeflächen Probebäume gewählt und mit Metallplättchen markiert. Die Anzahl der Eichen pro Fläche schwankt zwischen 12 und 16. Es wurde darauf geachtet, erstens von jeder Herkunft ausreichend viele Pflanzen und zweitens möglichst homogen wachsende Baumpopulationen zu wählen.

2.1.1.4. Aufnahme/Probepunkte

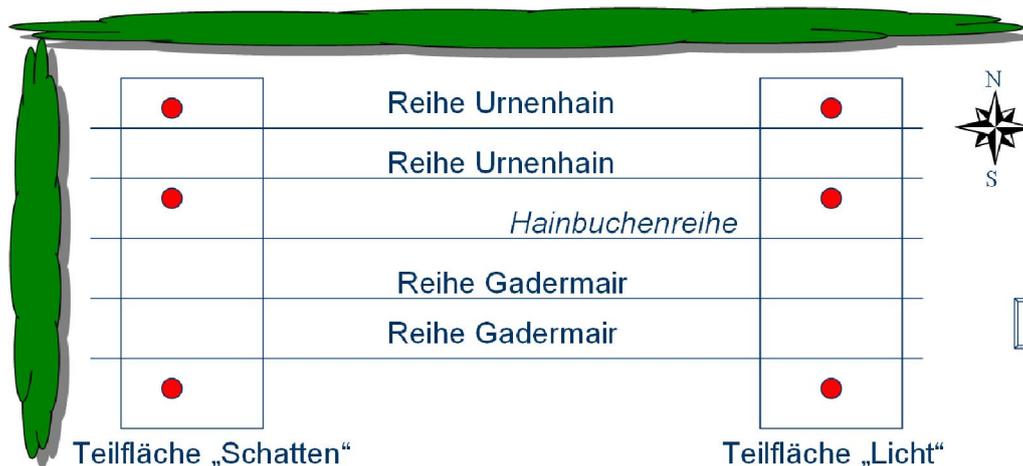
Für die Bodenproben und die Standpunkte des Fotostativs zur Erhebung der Horizontüberhöhung wurden in jeder Probefläche 3 Aufnahmepunkte gewählt.

Zur Veranschaulichung sei die folgende Grafik herangezogen.

Die grünen, kronenähnlichen Symbole am oberen, unteren und linken Rand der Grafik stellen den Altbestand dar und verdeutlichen die Lichtverhältnisse der Probefläche „Pöttinger“.

Die vier waagrechten Linien stellen 4 Eichenreihen dar, die jeweils der darüber stehenden Herkunft zugeordnet werden können.

Grafik: Versuchsdesign



2.1.1.5. Messungen, die je Probestaum durchgeführt wurden

Nach der Verpflockung wurde in den Jahren 2000, 2001, 2002, 2003 und 2004 jede Fläche aufgesucht und für jeden markierten Baum folgende Kennzahlen bzw. Wachstumsvariablen erhoben:

2.1.1.5.1. Höhe

2.1.1.5.2. Terminaltrieb

2.1.1.5.2.1. Trieb a

2.1.1.5.2.2. Trieb b

2.1.1.5.2.3. Trieb c

2.1.1.5.2.4. Trieb d

2.1.1.5.3. Wurzelhalsdurchmesser

Alle erhobenen Längen und Stärken wurden in Zentimeter gemessen.

2.1.1.5.4. Wuchsform (siehe Anhang 5 Seite 63)

Die Bewertung der Wuchsform ist nach der Ansprache der Pflanzengröße das wichtigste Beurteilungskriterium für alle weiteren Empfehlungen, die im Rahmen dieses Projektes ausgesprochen werden sollen.

Die Wuchsform ist auch deshalb von zentraler Bedeutung, da der Betriebserfolg bei der Eichenwertholzproduktion entscheidend vom Anteil der gut ausgeformten Pflanzen abhängig ist.

Ein weiterer wichtiger Faktor bei der Verwendung von Eiche zur Wertholzproduktion im bäuerlichen Kleinstprivatwald ist die zu erwartende Pflegeintensität durch den

Waldeigentümer. Da weder eine fundierte Ausbildung noch eine grundsätzliche, frühe und intensive Verjüngungspflege durch die Waldeigentümer zu erwarten ist, ist eine gute Ausbildung in der Wuchsform der einzelnen Pflanzen (mit nur geringer aktiver Einflussnahme durch den Waldeigentümer) von entscheidender Wichtigkeit.

2.1.1.5.5. Codierung der Aufnahmedaten

Mit Hilfe einer groben Feldskizze wurde jeder Probestamm eindeutig einer bestimmten Probefläche und einer Herkunft zugeordnet. Zum gleichen Zweck wurden den Baumnummer die Ziffern 1 bis 6 und anschließend 0 und 1 vorangestellt.

Codes:

1 Meindl;
2 Helmberger;
3 Dechant;
4 Peterlechner;
5 Winter;
6 Pöttinger

und

0 Schattenfläche;
1 Lichtfläche

1015 bedeutet demnach: Besitzer Meindl, Schattfläche, Baum 15

6104 : Besitzer Pöttinger, Lichtfläche, Baum 4

2.1.1.6. Messungen, die je Probefläche durchgeführt wurden

Nicht für jeden einzelnen Baum, sondern auf den 3 rot verpflockten Aufnahmepunkten pro Fläche wurde folgende Probenwerbung bzw. Messaufnahmen durchgeführt:

- Bodenbohrungen
- Humuswerbung samt Auflage
- Blattproben
- Hemiviewphotos

Das Stativ der Kamera für die Hemiviewaufnahmen wurde direkt über den roten Pflöcken positioniert.

Die Boden- und Humusproben wurden in unmittelbarer Nähe zum roten Aufnahme-pflock geworben.

Die Blattprobennahmen erfolgten getrennt nach Herkünften.

2.1.2. Vorgaben

2.1.2.1. Pflanzverbände

Die Aufforstung erfolgte 1999 mittels klassischer Reihenkultur (2 Reihen Stieleiche, 1 Reihe Hainbuche). Der Abstand zwischen den Reihen beträgt 2 m und innerhalb 80 cm (ca. 4.200 Eichen/ha).

Einzig die Kleinkahlschlagfläche "Dechant" wurde in Teilflächenkultur (Nesterpflanzung) aufgeforstet (20 Stieleichen je Nest, Nestdurchmesser max. 2 m, Nestabstand ca. 8 m (ca. 3.100 Eichen/ha).

2.1.2.2. Bodenuntersuchung

2.1.2.2.1. *Werbung der Bodenproben*

Auf jeder Probefläche wurden 3 Bodenproben in unmittelbarer Nähe zu den 3 Aufnahmeplätzen gemacht.

Dafür wurde zuerst in einem genormten 30 x 30 cm Rahmen die Vegetation und der Auflagehumus (L, F + H) entnommen und in Plastiksäcken verpackt und beschriftet.

Weiters wurde ein Bodenprofil mittels eines Hohlkernbohrers auf der vom Auflagehumus befreiten Stelle gewonnen und in einer Styroporhülle verpackt.

2.1.2.2.2. *Behandlung der Bodenproben*

Bis zur Aufarbeitung wurden die Proben im Kühlraum gelagert, um Austrocknung und/oder Verpilzung zu verhindern.

Die frischen Humusproben wurden abgewogen, und von lebenden Pflanzenteilen, Wurzeln, und Steinen getrennt, getrocknet und erneut abgewogen.

Der organische Teil wurde einzeln vermöhlt und dem Labor des Institutes für Waldökologie zur weiteren Analyse übergeben.

Bei den Bodenprofilen wurden Mischproben gemacht.

Dabei wurden die 3 Einzelproben einer Probefläche nach geometrischen Horizonten getrennt (0-5cm, 5-10 cm, 10-20 cm, 20-30cm, Rest). Das Bodenmaterial der Proben aus den Horizonten gleicher Tiefe wurde sodann gemischt und gesiebt. Dadurch entsteht eine Mischprobe pro Horizont. Dabei geht die Aussagekraft über die flächige Variabilität der jeweiligen Probefläche verloren, es werden aber bei knappem Budget teure Analysekosten gespart.

Steine und Wurzeln wurden entnommen und ebenso wie die verbliebene Erde gewogen (die Steine wurden vor dem Wiegen gewaschen und getrocknet).

Verschiedene Probemengen wurden abgefüllt und gewogen, zum einen um das Trockengewicht der lufttrockenen Erde zu bestimmen zum anderen für die weiteren Laboruntersuchungen.

2.1.2.3. Pflanzenanalyse

2.1.2.3.1. Werbung der Blattproben

Um Rückschlüsse auf die Pflanzenernährung zu bekommen wurden Ende August 2001 Blattproben von den einzelnen Herkünften der Probeflächen genommen.

Die Blattproben gliedern sich, wie alle Aufnahmen, in Proben von Licht- und Schattenflächen, getrennt nach Herkünften.

Dabei wurden etwa 100 Gramm Blattgewicht von den oberen Kronen entnommen.

Es wurde darauf geachtet, mehrere Bäume von jeder Herkunft zu beproben, damit die Stichprobe nicht durch Außergewöhnlichkeiten einzelner Bäume beeinträchtigt wird.

2.1.2.3.2. Behandlung der Blattproben

Die Blätter wurden bis zur Auswertung ebenso wie die Bodenproben gekühlt gelagert.

Erst wurden die Blätter gewogen, dann gescannt, getrocknet, erneut gewogen und wie der Auflagehumus vermöhlt und dem Labor übergeben.

2.1.2.3.3. Zuwachsmessung

Die Messung der Höhe, der Triebe a, b, c und d wurden mit einer Messlatte durchgeführt.

Der Wurzelhalsdurchmesser wurde mit einer Schublehre mit Noniuskala gemessen.

2.1.2.4. Lichtverhältnisse

2.1.2.4.1. Hemiviewaufnahmen

Auf jeder Probefläche wurden 3 Hemiviewaufnahmen direkt über den 3 Aufnahmeplöcken gemacht. Diese Photos dienen dazu, die Sonneneinstrahlungsverhältnisse für die jeweilige Aufnahmestelle zu ermitteln.

2.1.2.4.2. Hemiview Kamera

Hemisphärische Photos werden mit Fischaugen-Objektiven aufgenommen, die eine Abbildung der oberen Halbkugel, Hemisphäre, ermöglichen.

Verwendet wurde ein Fischaugenobjektiv der Firma Sigma mit Polarprojektion.

Das Objektiv hat einen Blickwinkel etwa 180°. Somit wird alles abgebildet, was größer als die Jungpflanzen ist und die Jungpflanzen beschattet.

Die Kamera wurde deshalb oberhalb der Jungpflanzen positioniert, um die tatsächliche Überschattung durch die Altbestände aufnehmen zu können.

2.1.2.4.3. Film

Die Aufnahmen wurden mit einem Schwarz/Weißfilm gemacht. Nachdem die Fotos eingescannt worden sind, kann dadurch jeder Pixel eindeutig als „Loch“ (Lichteinfall, Gap, Weiss) oder als „Bedeckung“ (Blatt, Ast, Schwarz) interpretiert werden.

Es wurde ein Film mit der Lichtempfindlichkeit 400 ASA verwendet, die Kamera jedoch auf 800 ASA (ISO) eingestellt. Dadurch wird ein höherer Kontrast erzielt.

Zur nachträglichen Identifizierung der Fotos wurde eine Kamera mit Dateback verwendet.

Bei der ersten Fotoserie wurde die Lichtempfindlichkeit des Films bei einem Teil der Fotos überschätzt. Erst beim Einscannen der Fotos mittels "NikoScan" und der darauffolgenden Übernahme der digitalen Bilder in des Auswerteprogramm "Hemiview" war ersichtlich, dass einige Fotos zu dunkel geraten waren. An diesen Probepunkten erfolgte ein zweiter Belichtungsdurchgang.

2.1.2.4.4. Hemiview Software

Ausgewertet wurden die Photographien mit einer eigens von Delta-T Devices Ltd. entwickelten Software – dem Programm „Hemiview“. Dieses Programm kann den Anteil direkter als auch indirekter Einstrahlung für den Aufnahmepunkt berechnen.

Hemiview teilt das kreisrunde Foto (Fischaugenobjektiv!) in Sektoren ein und legt Sonnenbahnen darüber. Voraussetzung um dieses Verfahren anwenden zu können ist allerdings, dass die Aufnahmen exakt Richtung Zenit (oben) erfolgt und die Filmebene exakt horizontal ist. Dazu wird die Kamera auf eine selbsthorizontalierende Aufhängung montiert und die Filmebene mit Hilfe von Libellen justiert. Die Oberkante der Kamera und des Films wurden dabei eingenordet.

2.1.2.4.5. Hemiview Beispielaufnahmen



Abbildung von links nach rechts auf den Flächen Peterlechner Licht 1, Meindl Licht 1, Pöttinger Schatten 1

3. Die durchgeführten Aufnahmen

Datum	durchgeführte Geländearbeiten			
26.2. – 28.2.2001	Verpflockung der Subplots		Wurzelhalsdurchmesser und Höhenmessung	
6.8. – 11.8.2001	Werbung der Boden- und Blattproben	Hemiview Aufnahmen		
19.11. – 21.11.2001			Wurzelhalsdurchmesser und Höhenmessung	
2.2002		Hemiview Aufnahmen – Wiederholung		
6.9. – 8.9.2002			Wurzelhalsdurchmesser und Höhenmessung	
9.2003			Wurzelhalsdurchmesser und Höhenmessung	
29.10.2003				Wuchsform- klassifizierung; Pflegeplan

Tabelle: Arbeitspläne

4. Die Versuchsflächen

4.1. Standorte - Ernährung

4.1.1. Lichtverhältnisse

Bei den Lichtverhältnissen sticht einerseits die Fläche **Pöttinger** heraus, die im Vergleich zu den anderen Kahlschlagflächen mit 0,3 ha die kleinste ist und am meisten vom Altbestand beschattet wird.

Die Wahl der Schattenfläche am Standort **Winter** gestaltete sich insofern schwierig, als die einzige mögliche Fläche mit einem genügend großen Lichtunterschied Ver-nässungserscheinungen aufweist.

Auf den Flächen **Meindl** und **Peterlechner** wurde der Schlagabraum mechanisch zerkleinert.

4.1.2. Bodenvegetation

Die Fläche **Meindl** hat sehr starken Brombeerbewuchs.

Die bis zu 1 Meter hohen Brombeeren haben allerdings zur Astreinigung im unteren Bereich der Bäume beigetragen.

Die ebenfalls gepflanzten Hainbuchen wurden teilweise überwuchert und leiden unter dem Brombeerbewuchs.

Die Fläche **Dechant** hat ebenfalls starken Brombeerbewuchs. Hier wurde allerdings der Brombeerbewuchs im Zuge der Jungwuchspflege vom Waldeigentümer beseitigt.

Die Fläche **Helmberger** weist starken Bewuchs durch Landreitgras (*Calamagrostis epigeios*) auf

4.1.3. Sonstige Besonderheiten

An den Probestämmen der Flächen Helmberger und Pöttinger wurde leider im Jahr 2001 ein Seitentriebschnitt vorgenommen. Offensichtlich wurde hier die Bedeutung der Probeflächen nicht genügend kommuniziert.

Auf der Fläche Helmberger wurde 2001 Verbiss festgestellt.

4.1.4. Wachstum relativ

Hier wird der Zuwachs aus der Differenz der Höhenmessungen errechnet.

$$\text{Zuwachs1} = H1 - H0$$

$$\text{Zuwachs2} = H2 - H1$$

Da Pflanzen mit größerer Ausgangshöhe auch größere Höhen in den Folgejahren erwarten lassen, muss der Zuwachs in Abhängigkeit von der Ausgangsgröße relativiert werden.

Ermittelt wurde der Relativzuwachs nach folgender Formel:

$$\text{RZ} = 100 / H0 * \text{Zuwachs}$$

$$\text{RZ1} = 100 / H0 * \text{Zuwachs1}$$

$$\text{RZ2} = 100 / H1 * \text{Zuwachs2}$$

wobei : RZ ... Relativzuwachs

RZ1 ... RZ3 Relativzuwächse 2001, 2002 und 2003

H0 ... Ausgangshöhe, die im Herbst 2000 gemessen wurde

H1 ... H3 Höhe der Pflanze, die im Herbst 2001, 2002 und 2003 gemessen wurde

Generell sind sowohl die absoluten Messungen der Höhen, aber auch die relativen Zuwächse auf den Lichtflächen höher als auf den Schattflächen. Bei den Folgeuntersuchungen der Fläche „Dechant“ wurden vor allem auf der Lichtfläche Schäden an den Terminaltrieben bemerkt. Die Ursache könnte Frost sein. Dies würde auch Zuwachseinbußen bei der Lichtfläche „Dechant“ erklären.

5. Ergebnisse

5.1. *Anwuchserfolg*

Über alle Probeflächen und über alle Herkünfte war ein Ausfall von ca. 2 % (4 von 187 Pflanzen) zu verzeichnen. Gepflanzt wurden die verschiedenen Herkünfte zur selben Zeit, da die Beschaffung des Pflanzmaterials gemeinschaftlich erfolgte. Die Pflanzung selbst wurde bis auf eine Ausnahme mittels Bodenbohrer vorgenommen, wobei die Pflanzlöcher schon vor dem Pflanzen vorbereitet waren.

Nicht mittels Bodenbohrer, sondern mittels maschineller Spaltpflanzung (hydraulische Anbauschaufel am Traktor) wurden jene Pflanzen gesetzt, welche bei der Eichennesterpflanzung zur Anwendung kamen (Fläche Dechant).

Da der Ausfall der 4 Pflanzen weder mehrheitlich einer Herkunft noch einer Probefläche zuzuordnen war, wurde der Faktor „Anwuchsverhalten“ aus allen weiteren Betrachtungen ausgeschlossen.

5.2. *Messungen Probeflächen*

5.2.1. Licht

Zur Bestimmung der Lichtverhältnisse innerhalb jeder Probefläche wurden so genannte Lichtfaktoren (site factors), wie sie die Auswerte-Software vorsieht, eingeführt. Dabei wurden drei verschiedene Faktoren unterschieden.

Der indirect site factor (ISF) ist die Verhältniszahl der indirekten (diffusen) Sonneneinstrahlung, die einen bestimmten Messpunkt erreicht, verglichen mit einem Messpunkt auf der Freifläche.

Der direct site factor (DSF) ist die Verhältniszahl der direkten Sonneneinstrahlung, die einen bestimmten Messpunkt erreicht, verglichen mit einem Messpunkt auf der Freifläche.

Der global site factor (GSF) ist die Verhältniszahl der globalen Sonneneinstrahlung (direkt plus diffus), die einen bestimmten Messpunkt erreicht, verglichen mit einem Messpunkt auf der Freifläche.

Zur Berechnung dieser Werte benötigt man auch die genaue Position des jeweiligen Messpunktes, da die Sonneneinstrahlung abhängig von der geographischer Breite und der Meereshöhe variiert.

Nachdem alle Messpunkte der Probeflächen ausgewertet waren, wurden die Probeflächen aufgrund ihres GSF gereiht. Dabei hat sich herausgestellt, dass die bisherige Einordnung der in Licht- und Schattenflächen auf den jeweiligen Probeflächen große Wertunterschiede im GSF aufweist. Dies ist darauf zurückzuführen, dass manche Probeflächen grundsätzlich einer starken Dauerbeschattung durch den angrenzenden Bestand ausgesetzt sind und somit die Aufteilung in Licht- und Schattensubplots

innerhalb dieser Probeflächen im absoluten Lichtranking aller Subplots nur geringe Auswirkung zeigt.

So z. B. weist die Fläche Meindl in der Lichtvariante einen nur unwesentlich höheren GSF (0.468) als die Schattenfläche (0.447) auf; andererseits weist die große Aufforstungsfläche Peterlechner nur geringe Unterschiede zwischen den Licht- und Schattenflächen auf (siehe nachstehende Tabelle).

		ISF	DSF	GSF	Lichtranking	Lichtgruppe
Licht	Meindl	0,657	0,43	0,468	3	1
	Helmberger	0,954	0,949	0,949	12	3
	Dechant	0,836	0,711	0,732	7	2
	P.Lechner	0,946	0,941	0,942	11	3
	Winter	0,892	0,924	0,919	10	3
	Pöttinger	0,647	0,797	0,772	8	2
	Meindl	0,566	0,422	0,447	2	1
	Helmberger	0,782	0,684	0,701	5	2
	Dechant	0,576	0,502	0,515	4	1
	P.Lechner	0,904	0,787	0,807	9	2
Schatten	Winter	0,687	0,37	0,424	1	1
	Pöttinger	0,626	0,731	0,713	6	2

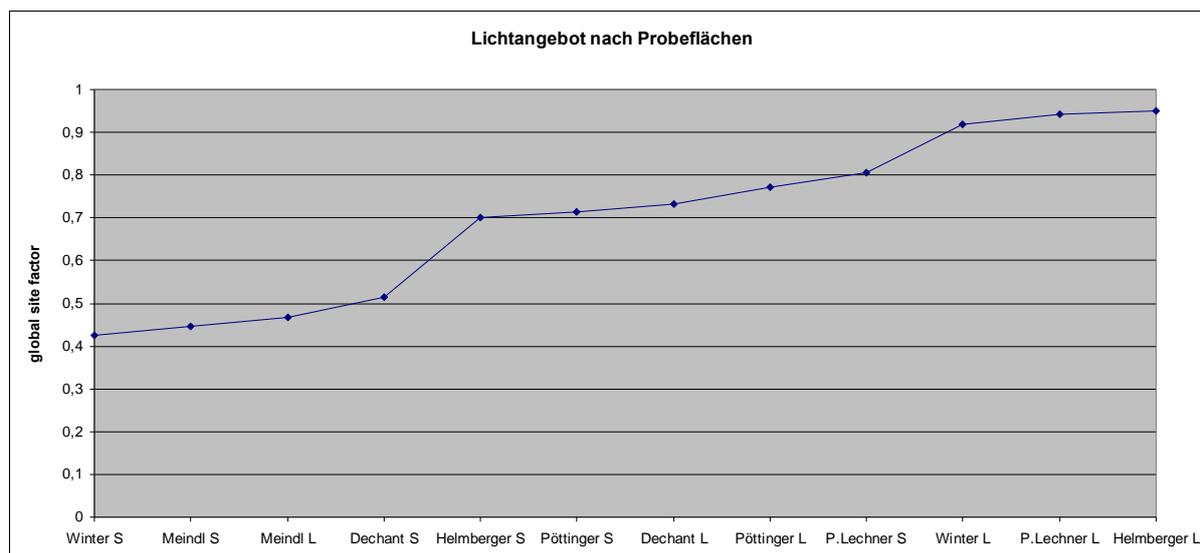
Tabelle: gemessene Lichtfaktoren der Probeflächen und deren Lichtranking

Die nach dem GSF gereihten Subplots wurden grafisch ausgewertet dabei stellte sich heraus, dass sich die 12 Subplots aufgrund markanter Sprünge im GSF in drei Lichtgruppen unterteilen lassen (siehe untenstehende Grafik).

Alle weiteren Auswertungen basieren entweder auf dem ermittelten GSF oder auf den neu geschaffenen Lichtgruppen.

	ISF	DSF	GSF	Lichtranking	Lichtgruppe
Winter S	0,687	0,37	0,424	1	1
Meindl S	0,566	0,422	0,447	2	1
Meindl L	0,657	0,43	0,468	3	1
Dechant S	0,576	0,502	0,515	4	1
Helmberger S	0,782	0,684	0,701	5	2
Pöttinger S	0,626	0,731	0,713	6	2
Dechant L	0,836	0,711	0,732	7	2
Pöttinger L	0,647	0,797	0,772	8	2
Peterlechner S	0,904	0,787	0,807	9	2
Winter L	0,892	0,924	0,919	10	3
Peterlechner L	0,946	0,941	0,942	11	3
Helmberger L	0,954	0,949	0,949	12	3

Tabelle: gemessene Lichtfaktoren der Probeflächen und deren Einteilung in Lichtgruppen



5.2.2. Boden

Die erhobenen Daten wurden, soweit möglich, mit Daten des Probepunktes **EU10 Hochburg 401/702** des "Waldzustandsmonitoring in Österreich. Ergebnisse der Intensivbeobachtungsflächen (Level 2)" der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Wien /Waldforschungszentrum (Mutsch,F.; weitere Autoren sind Neumann,M; Schnabel,G; Gärtner,M; Starlimger,F; Fürst,A; Englisch,M; Smidt,S; Jandl,R; und Gartner,K.) verglichen.

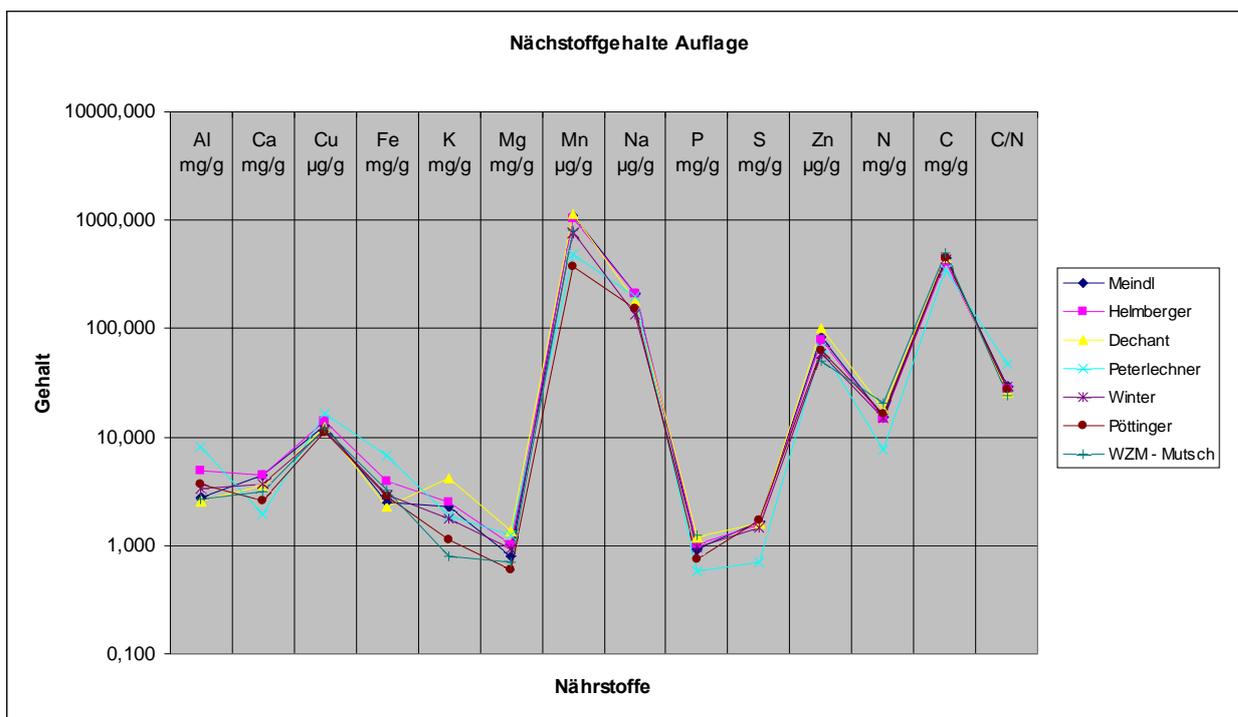
5.2.2.1. Auflage

Nähr- und Spurenelementgehalte in der Auflage

	Meindl	Helmberger	Dechant	Peterlechner	Winter	Pöttinger	WZM-Mutsch
Al mg/g	2,756	4,920	2,557	8,169	3,323	3,688	2,7
Ca mg/g	4,388	4,404	3,545	1,972	3,690	2,574	3,1
Cu µg/g	12,876	14,050	12,218	16,297	11,697	11,042	12
Fe mg/g	2,489	3,916	2,272	6,806	2,921	2,822	3,2
K mg/g	2,294	2,505	4,178	1,906	1,761	1,116	0,8
Mg mg/g	0,794	1,013	1,381	1,251	0,919	0,597	0,7
Mn µg/g	1111,112	1047,202	1143,801	485,496	783,660	373,391	803
Na µg/g	208,061	210,163	182,559	200,850	133,047	153,369	
P mg/g	0,925	1,018	1,209	0,581	0,959	0,743	1,23
S mg/g	1,653	1,552	1,581	0,692	1,461	1,724	
Zn µg/g	82,854	78,572	99,929	67,254	59,519	63,054	50
N mg/g	15,476	15,063	18,104	7,686	14,972	16,590	20,5
C mg/g	454,467	406,733	458,225	346,300	433,617	453,867	493
C/N	29,363	26,995	25,361	47,030	29,004	27,405	24

Tabelle: Nährstoffgehalte in der Auflage

Die niedrigen Schwefelwerte der Fläche Peterlechner könnten ein Hinweis darauf sein, dass ein erhöhter Schwefeleintrag durch die vorherrschende Nord – Nordwestwindlage aus dem benachbarten Bayern durchaus gegeben ist, da die Fläche Peterlechner nicht in der Hauptwindrichtung liegt.



5.2.2.2. Mineralboden

Der Mineralboden wurde in folgende fünf Tiefenhorizonte unterteilt:

- 0 – 5 cm
- 5 – 10 cm
- 10 – 20 cm
- 20 – 30 cm
- 30 cm +

Messergebnisse:

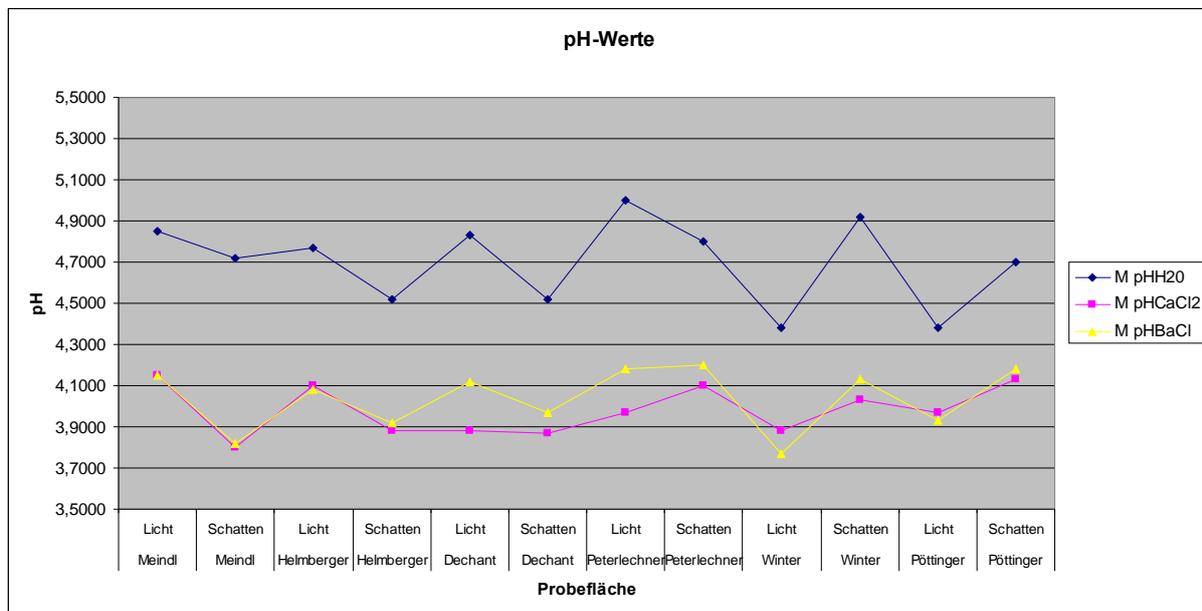
5.2.2.2.1. pH (H₂O, BaCl, CaCl₂)

		pH _{H2O}	pH _{CaCl2}	pH _{BaCl}
Meindl	Licht	4,8500	4,1500	4,1500
	Schatten	4,7167	3,8000	3,8167
Helmberger	Licht	4,7667	4,1000	4,0833
	Schatten	4,5167	3,8833	3,9167
Dechant	Licht	4,8333	3,8833	4,1167
	Schatten	4,5167	3,8667	3,9667
Peterlechner	Licht	5,0000	3,9667	4,1833
	Schatten	4,8000	4,1000	4,2000
Winter	Licht	4,3833	3,8833	3,7667
	Schatten	4,9167	4,0333	4,1333
Pöttinger	Licht	4,3833	3,9667	3,9333
	Schatten	4,7000	4,1333	4,1833

Ein erster Blick auf diese Tabelle lässt erkennen, dass die Lichtflächen mit Ausnahme von Winter und Pöttinger höhere pH-Werte aufweisen. Da Winter und Pöttinger die beiden Flächen sind, die zueinander am nächsten und geographisch von den anderen Probeflächen weiter entfernt liegen, lassen die Unterschiede in den pH-Werten einen breiten Interpretationsspielraum.

So z. B. kann die Entfernung zu den nächsten landwirtschaftlichen Gehöften eine entscheidende Rolle spielen, wenn man weiß, dass die Streunutzung in früherer Zeit intensiv in der untersuchten Gegend betrieben wurde. Während die Probeflächen Meindl, Helmberger, Dechant und Peterlechner nahe an menschlichen Besiedelungen liegen, so waren sicherlich die Flächen Winter und Pöttinger in früherer Zeit schwer zugänglich und auch viel weiter von der nächsten menschlichen Besiedelung entfernt.

Ein Vergleich der rezenten Auflagentrockenmassen konnte allerdings eine höhere Umsetzungsrate der Lichtflächen nicht bestätigen und somit eine Erklärung für die höheren pH-Werte liefern.

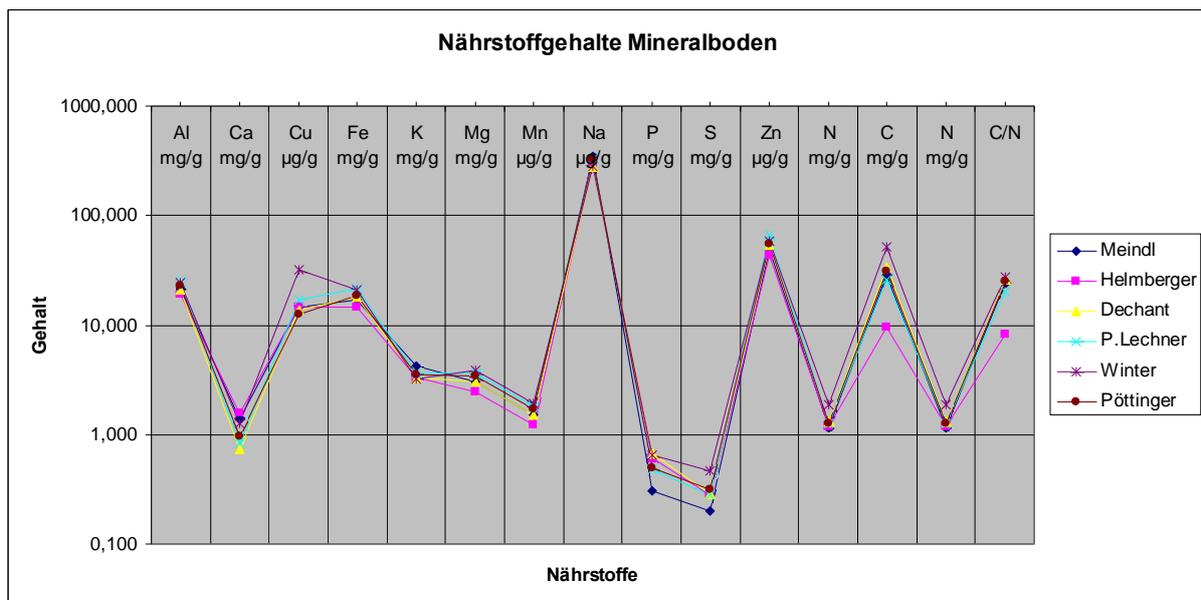


5.2.2.2. Zusammenfassung: Al, Ca, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, P, S, Zn, C, N

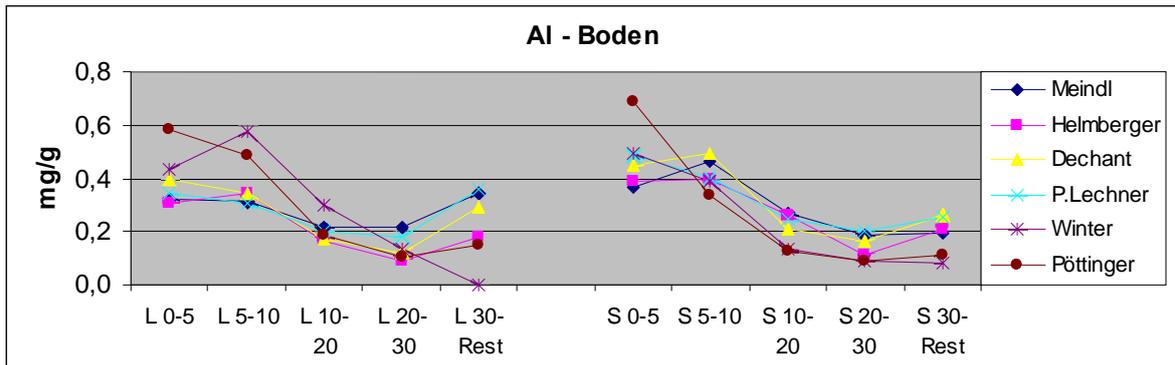
	Meindl	Helmberger	Dechant	P.Lechner	Winter	Pöttinger
Al mg/g	21,563	19,106	21,017	25,413	24,089	22,757
Ca mg/g	1,395	1,544	0,743	0,841	1,253	0,973
Cu µg/g	14,475	14,551	13,816	17,068	32,139	12,497
Fe mg/g	17,215	14,683	17,979	21,811	20,794	18,624
K mg/g	4,282	3,364	3,341	3,637	3,204	3,520
Mg mg/g	3,046	2,431	3,061	3,662	3,861	3,400
Mn µg/g	1,523	1,215	1,530	1,831	1,931	1,700
Na µg/g	348,904	295,773	278,532	324,242	279,087	328,818
P mg/g	0,308	0,608	0,671	0,476	0,653	0,498
S mg/g	0,199	0,278	0,289	0,281	0,461	0,316
Zn µg/g	49,073	43,107	53,524	65,360	58,595	55,090
C mg/g	28,290	9,680	33,864	25,892	51,682	31,495
N mg/g	1,145	1,192	1,317	1,258	1,898	1,252
C/N	24,708	8,121	25,715	20,589	27,226	25,152

Tabelle: BaCl-Auszug - Nähr- und Spurenelementgehalte Mineralboden; Mittelwerte über die angegebenen Tiefenstufen

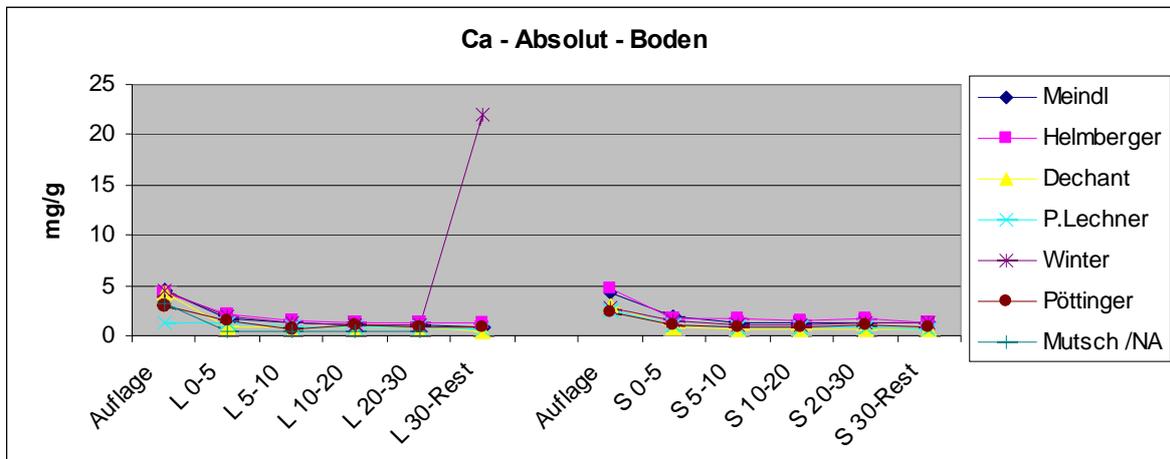
Der ärmere Hochterrassenstandort Peterlechner ist klar an der höheren Mobilität von Al, Fe und anderen Metallen zu erkennen. Obwohl nicht so klar erkennbar in den pH-Werten ist doch auch das ungünstigere C/N-Verhältnis ein klares Indiz dafür, dass zwischen Hochterrassen- und Moränenstandorten ein qualitativer Unterschied in der Nährstoffverfügbarkeit besteht.



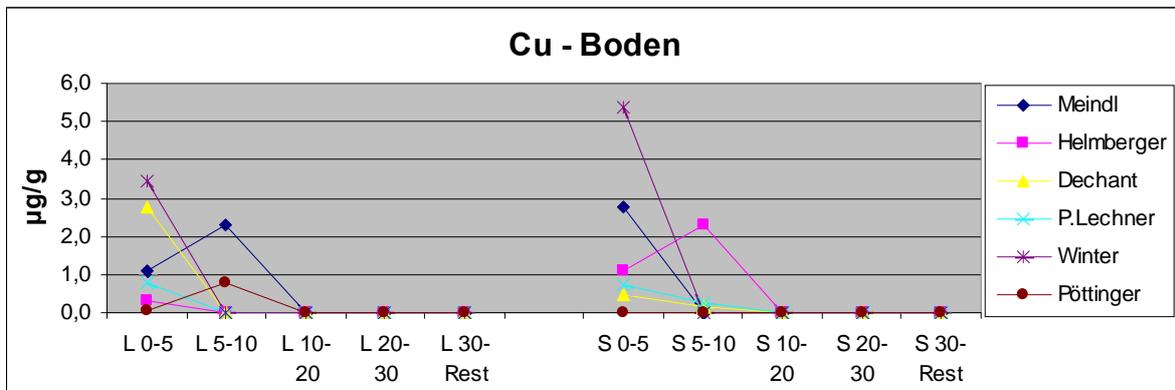
5.2.2.2.1. Mineralboden – Aluminium



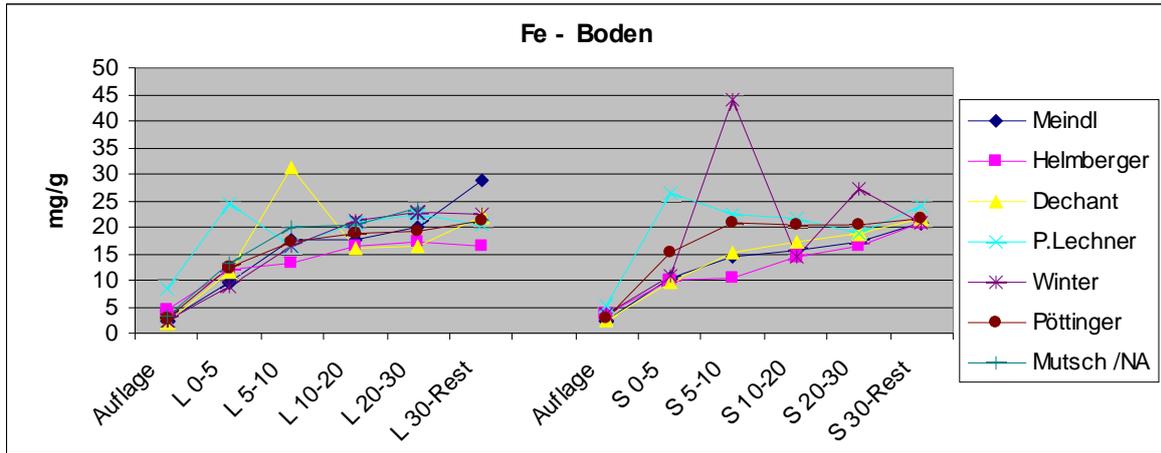
5.2.2.2.2. Mineralboden – Kalzium



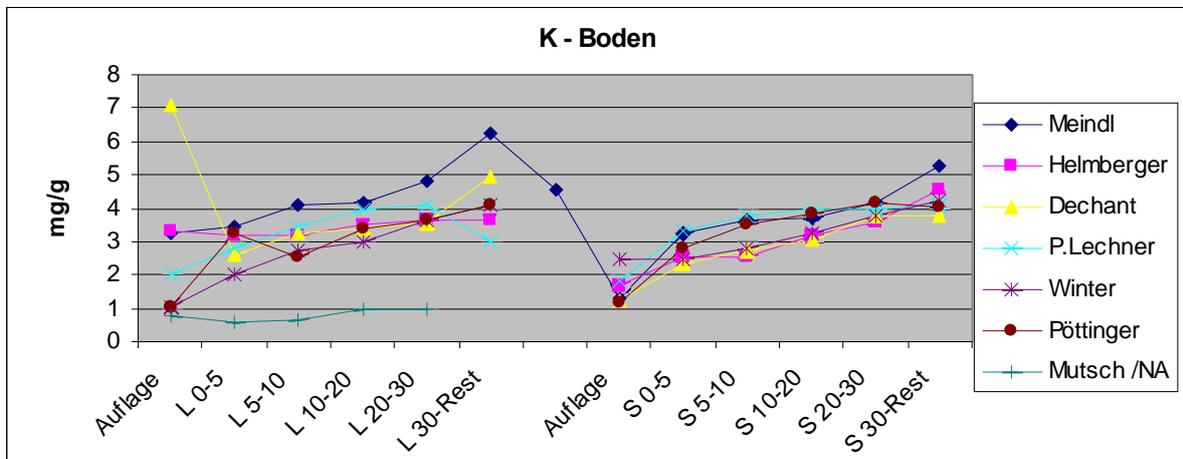
5.2.2.2.3. Mineralboden – Kupfer



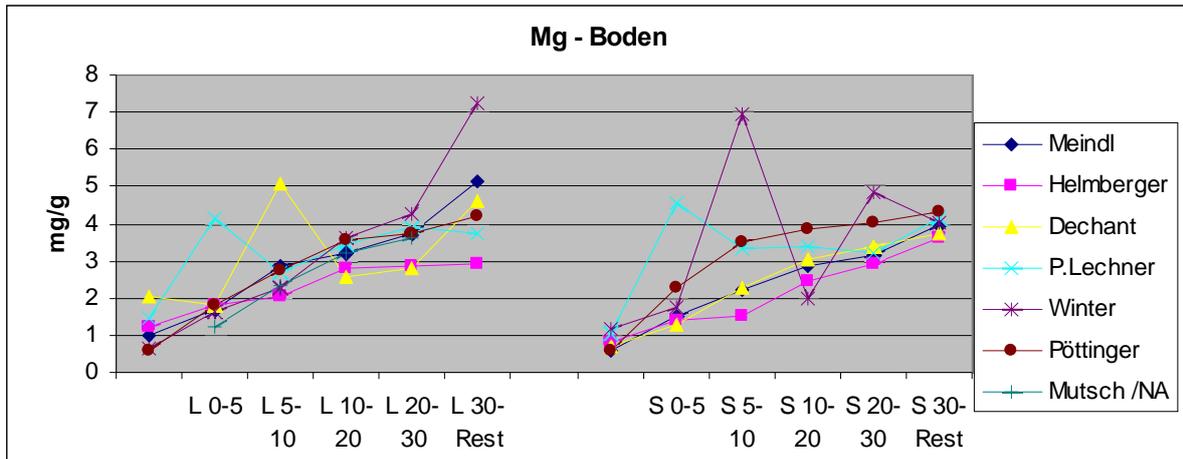
5.2.2.2.4. Mineralboden – Eisen



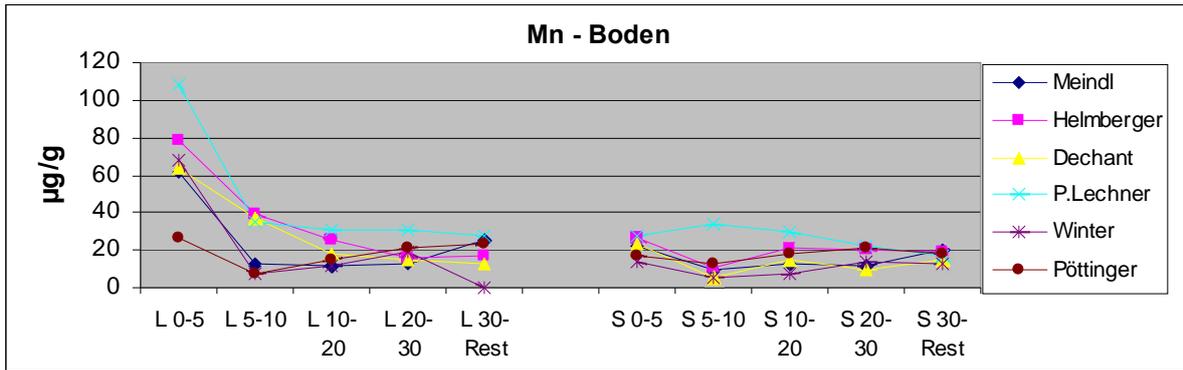
5.2.2.2.5. Mineralboden – Kalium



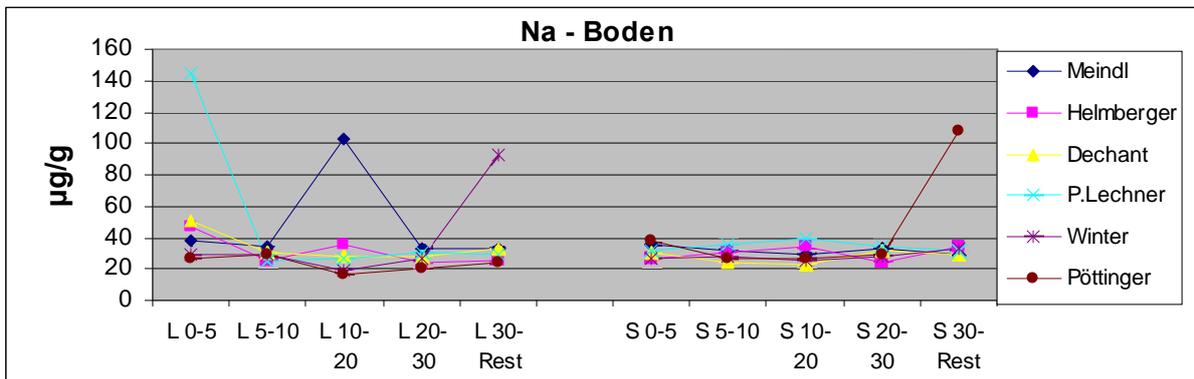
5.2.2.2.6. Mineralboden – Magnesium



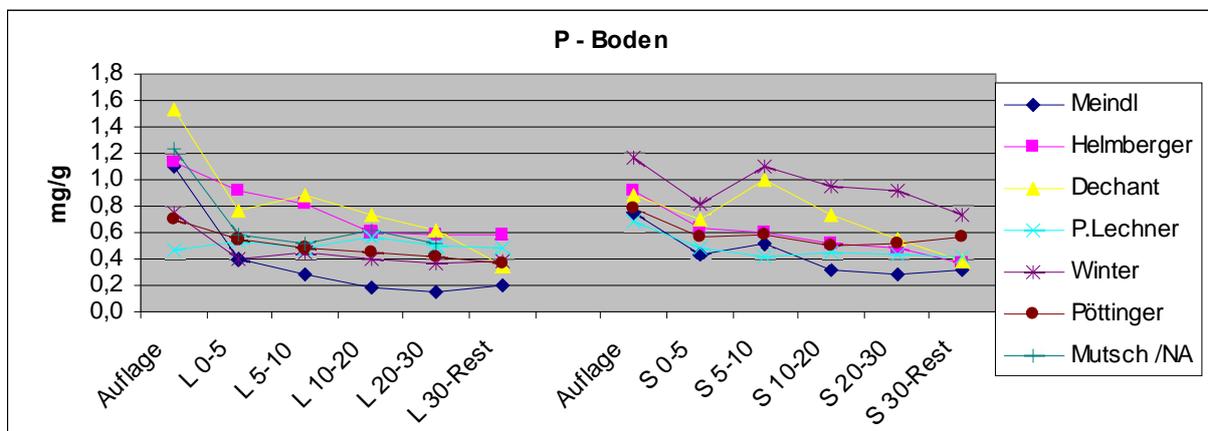
5.2.2.2.7. Mineralboden – Mangan



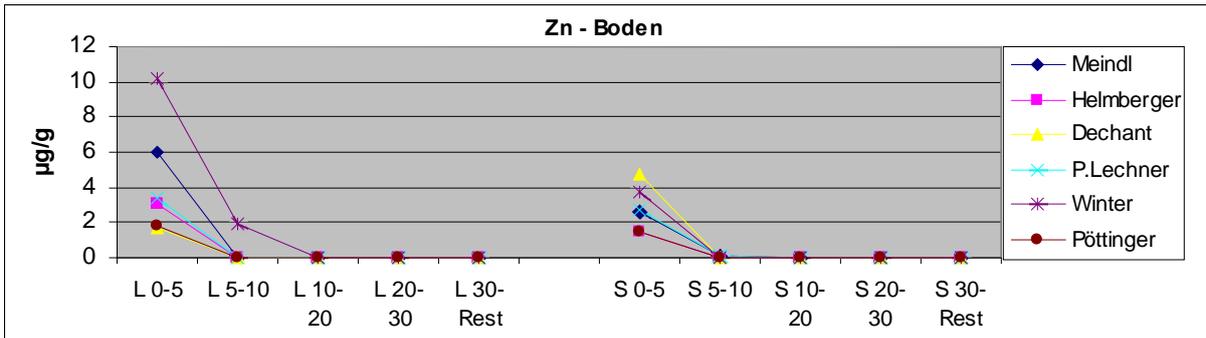
5.2.2.2.8. Mineralboden – Natrium



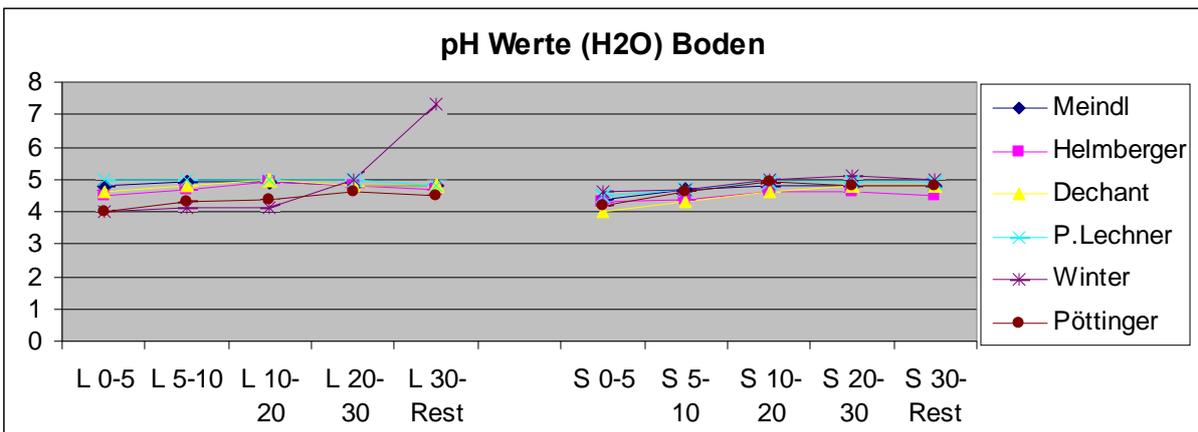
5.2.2.2.9. Mineralboden – Phosphor



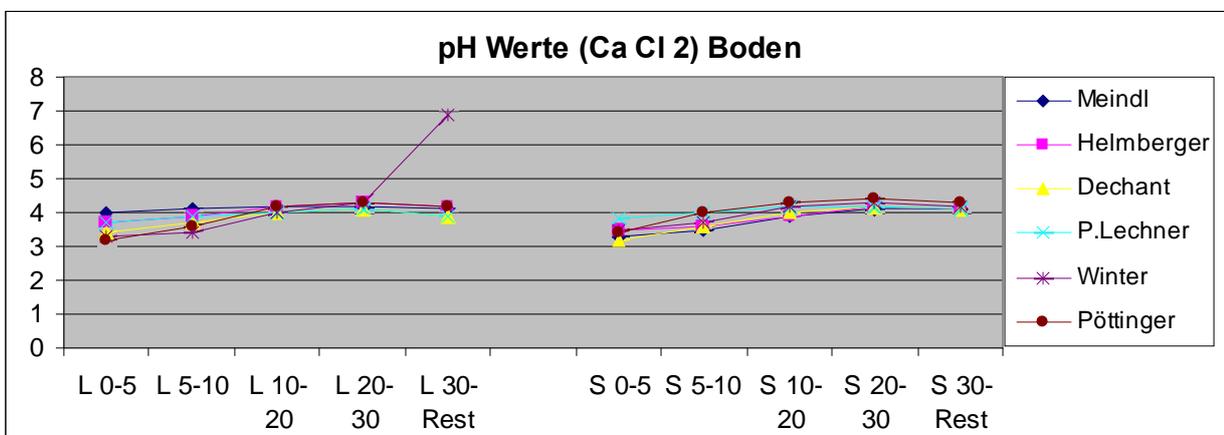
5.2.2.2.10. Mineralboden – Zink



5.2.2.2.11. Mineralboden – pH H₂O



5.2.2.2.12. Mineralboden – pH CaCl₂



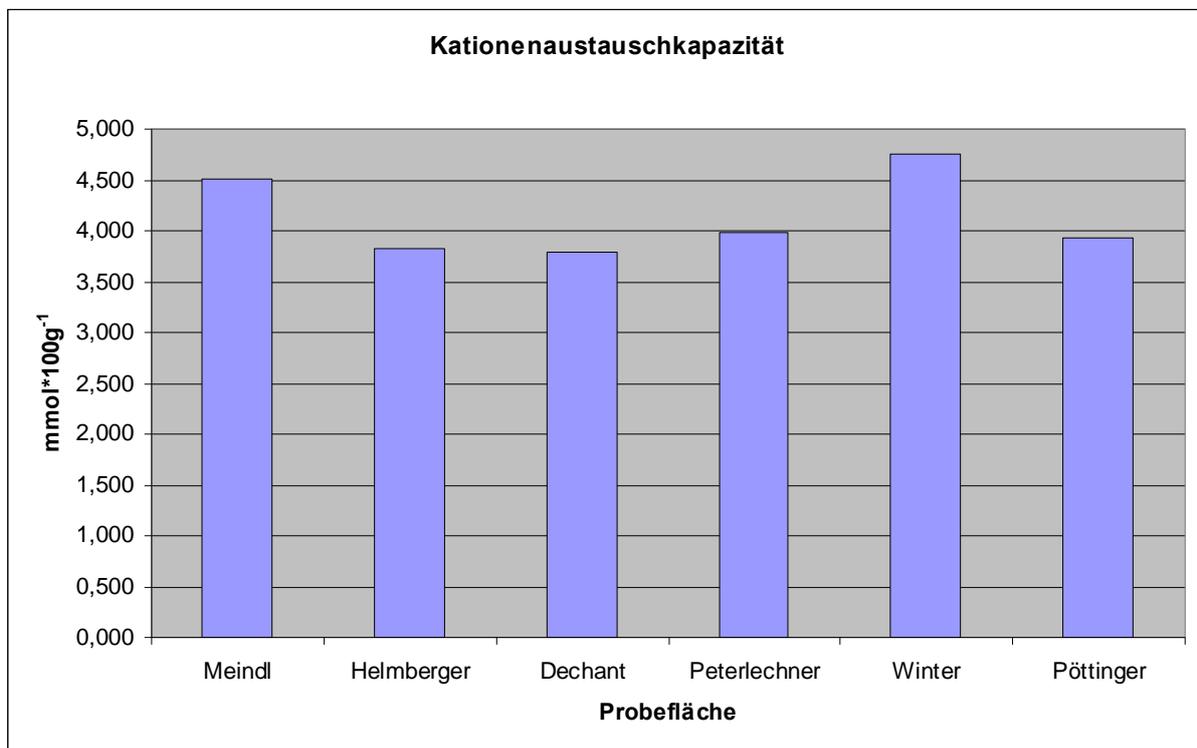
Es zeigt sich bei den Lichtsubflächen, dass bei den meisten Basen (Ca, Mg, K) und auch bei den Spurenstoffen ein regelmäßig höherer Gehalt in den obersten (0-5cm) Bodenhorizonten vorkommt. Dies ist in Hinweis auf eine bessere Umsetzung der

Streu. Und dies wiederum weist darauf hin, dass die Auswahl der Versuchsflächen (Licht- und Schattensubflächen) durchaus erfolgreich war.

5.2.2.2.3. KAK und Anionenaustauschkapazität

(Kationen: Al, Ca, K, Na, Mg, Na, Fe, H9)

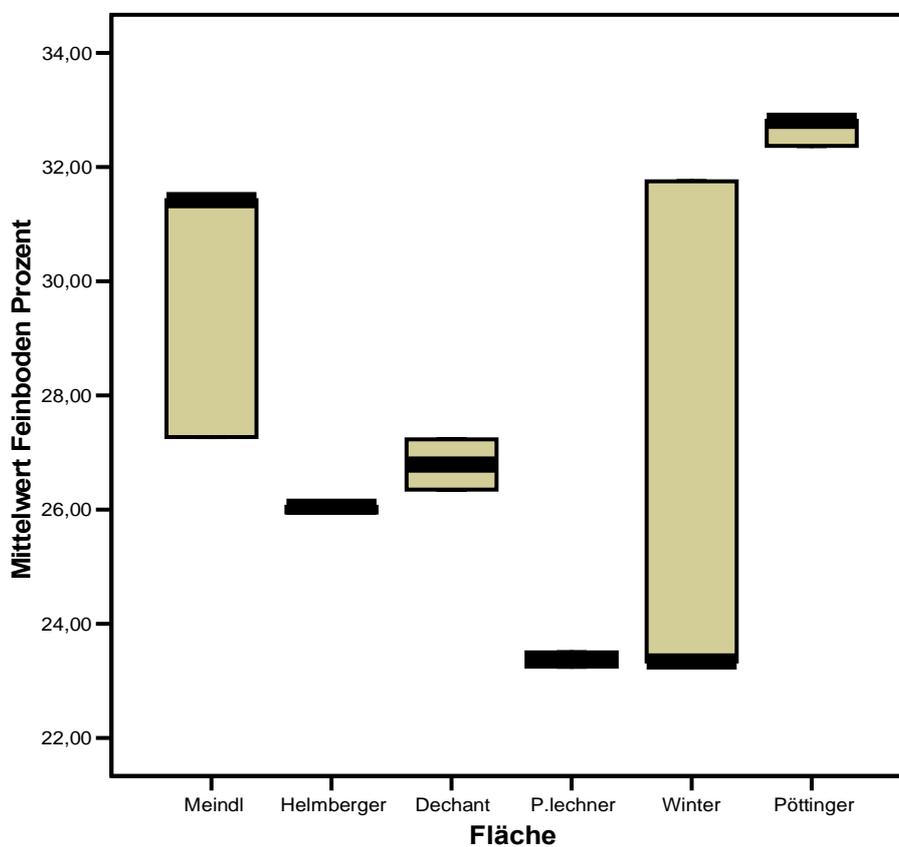
	KAK [mmol*100g ⁻¹]
Meindl	4,515
Helmberger	3,830
Dechant	3,792
Peterlechner	3,981
Winter	4,756
Pöttinger	3,933



5.2.2.2.4. Bodenskelett- und Porenvolumenanteile

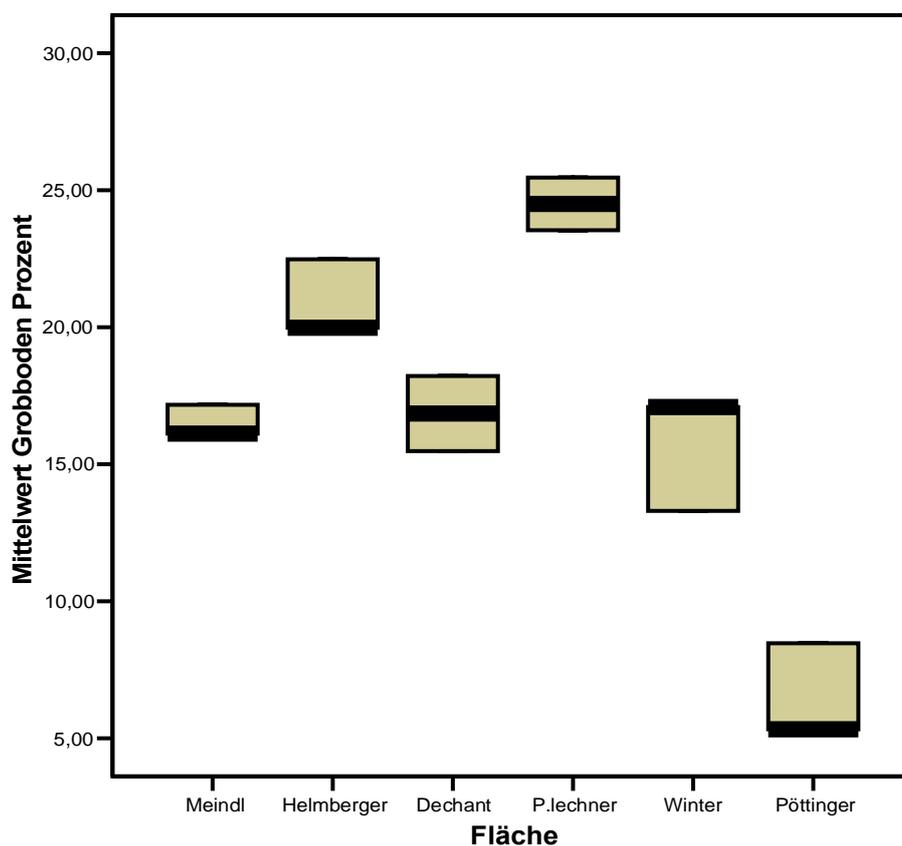
5.2.2.2.4.1. Feinbodenanteile (Mittelwerte [%] - über gesamte Mineralbodentiefe)

Fläche	Mittelwert	Anzahl	Standardabweichung
Meindl	29,4280	25	2,11609
Helmberger	26,0017	29	,05085
Dechant	26,7900	30	,44752
Peterlechner	23,3750	28	,12729
Winter	27,3893	27	4,28216
Pöttinger	32,5971	31	,22352
Total	27,6351	170	3,47796



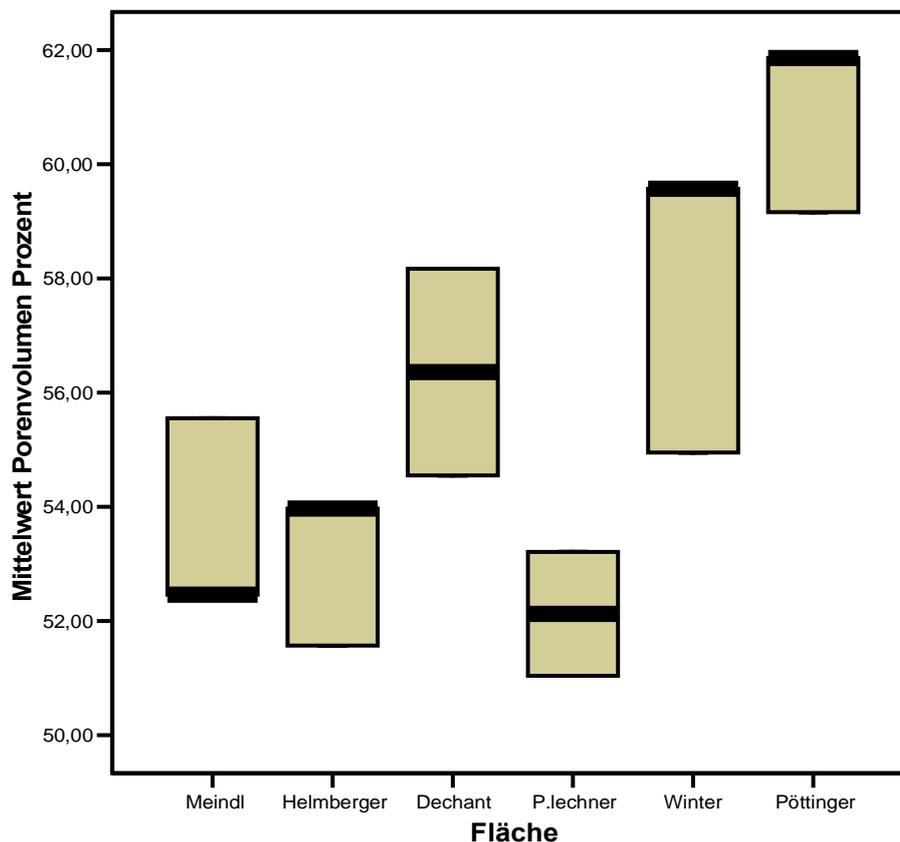
5.2.2.4.2. Grobbodenanteile (Mittelwert [%] - über gesamte Mineralbodentiefe)

Fläche	Mittelwert	Anzahl	Standardabweichung
Meindl	16,6240	25	,53540
Helmberger	21,1869	29	1,27137
Dechant	16,8500	30	1,39342
Peterlechner	24,5000	28	,97762
Winter	15,2652	27	1,92977
Pöttinger	6,8494	31	1,59512
Total	16,7412	170	5,78662



5.2.2.4.3. Porenvolumina (Mittelwerte [%] - über gesamte Mineralbodentiefe)

Fläche	Mittelwert	Anzahl	Standardabweichung
Meindl	53,9432	25	1,57560
Helmberger	52,8114	29	1,22051
Dechant	56,3600	30	1,84094
Peterlechner	52,1250	28	1,10491
Winter	57,3456	27	2,35239
Pöttinger	60,5535	31	1,37160
Total	55,6229	170	3,37523

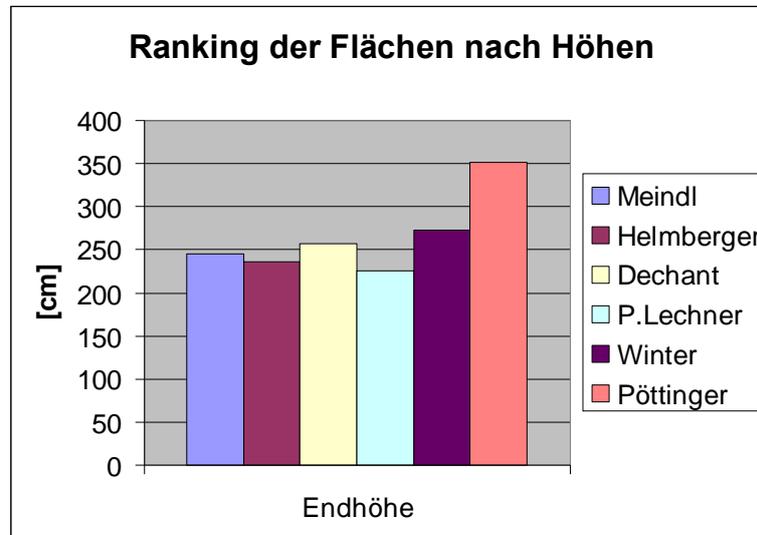


Die Auswertungen weisen auch klar darauf hin, dass trotz hohem Porenvolumens der Hauptanteil im Bereich der Fein- und Mittelporen liegt. Die vorkommenden ton- und schluffreichen Böden haben sich in der Nacheiszeit aus eingetragenen äolischen Sedimenten gebildet. Deshalb findet man auch in der Gegend des Untersuchungsgebietes immer wieder so genannte „Mösel“. Dabei handelt es sich um Flächen mit Größen von 50 – 1000 m², welche sich meist in Muldenlagen befinden und auf den Oberflächenwasser als permanenter Tagwasserstau auftritt.

5.3. Messungen der Probebäume

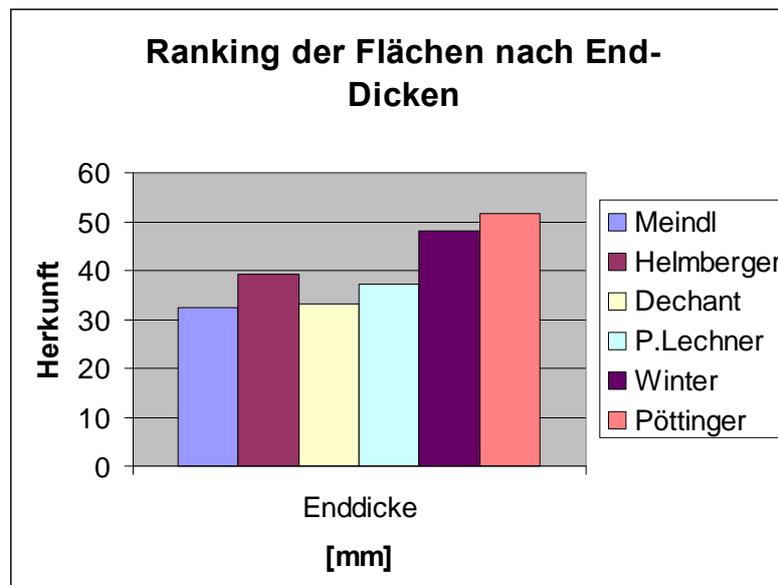
5.3.1. Biometrische Kenngrößen ($\Sigma 170$ Probestämme)

5.3.1.1. Mittlere Höhe

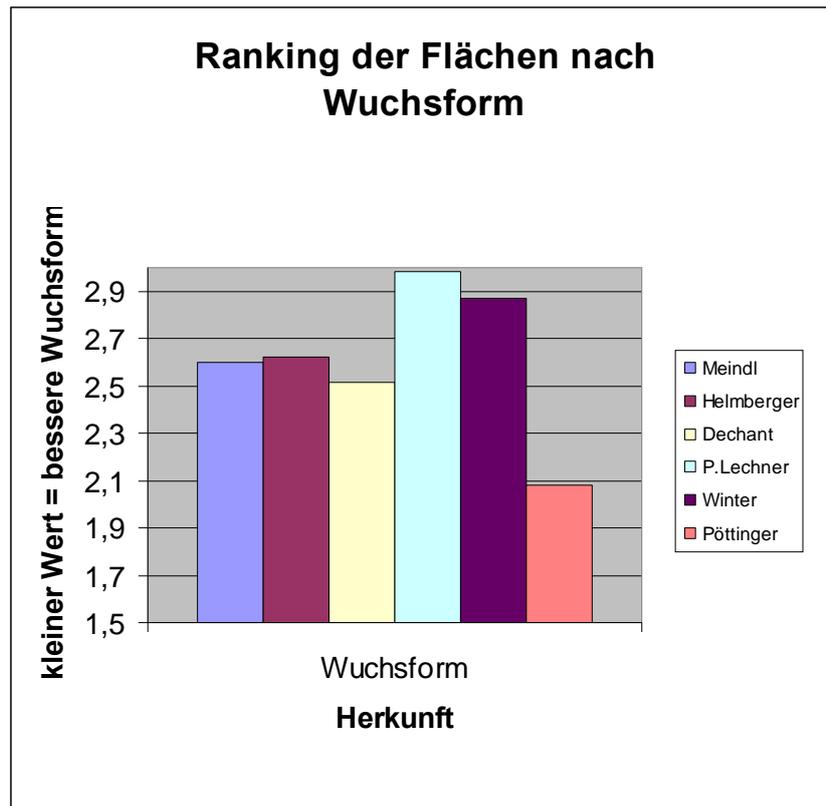


Eine erste Auswertung der Endhöhen erbrachte eine eindeutige Überlegenheit der Probestpflanzen der Versuchsfläche Pöttinger. Diese Überlegenheit in der Pflanzhöhe wie auch im Wurzelhalsdurchmesser zeichnete sich schon am Beginn der Messungen ab. Dieser Besonderheit der Probestfläche Pöttinger wurde bei allen weiteren Auswertungen Rechnung getragen.

5.3.1.2. Mittlerer Wurzelhalsdurchmesser



5.3.1.3. Wuchsform



Die Eigentümer der Flächen Helmberger und Pöttinger führten im Jahr 2001 einen Seitentriebschnitt durch. Dieser dürfte sich allerdings nicht gravierend auf die Wuchsform ausgewirkt haben, da einerseits die Fläche von Helmberger eine der ungünstigsten Wuchsformen aufwies während andererseits die Fläche Pöttinger mit Abstand die besten Wuchsformen zeigte.

Verdämmende Schlagvegetation wurde auf allen Flächen festgestellt, wobei vor allem die Brombeere (*rubus fruticosus*) zu erwähnen ist. Allerdings hatten alle Probestpflanzen aufgrund ihres raschen Höhenwachstums schon im Jahre 2002 die Gefährdungszone passiert. In den Jahren 2000 und 2001 führten alle Eigentümer im Sommer eine Kulturpflege mittels „Austreten“ der Pflanzen durch. Alle Eigentümer waren sich in der abschließenden Beurteilung der notwendigen Pflegeintensität einig, dass nur eine sehr geringe Pflege bezüglich verdämmender Schlagvegetation notwendig war. Es konnte auch kein signifikanter Unterschied zu den gemulchten Flächen ausgemacht werden.

5.3.1.4. Nährstoffgehalte in den Eichenblättern (Blattspiegelwerte)

Die Konzentrationen von (Nähr-)Elementen in Blattorganen, die so genannten Blattspiegelwerte, sind als sensitive Indikatorgröße im Stoffhaushalt von Pflanzen allgemein anerkannt und bestätigt. Mit Hilfe der Blattspiegelwerte kann die momentane Nährstoffversorgung einer Pflanze abgebildet werden. Weiß man darüber hinaus Grenzwerte wichtiger Nährelemente, so kann man mittels der ermittelten Blattspiegelwerte und der bekannten Grenzwerte, den aktuellen Ernährungszustand einer Pflanze darstellen.

Aus der Literatur sind solche Grenzwerte bekannt⁴.

Diese Grenzwerte für Eiche sind in untenstehender Tabelle angeführt.

	N mg/g	P mg/g	K mg/g	Ca mg/g	Mg mg/g	Mn µg/g
Bergmann von	20,0	1,5	10,0	3,0	1,5	35,0
Bergmann bis	30,0	3,0	15,0	15,0	3,0	150,0
Bergmann Mitte	25,0	2,3	12,5	9,0	2,3	92,5
Hartmann Mangel	16,0	0,6	4,0		0,7	41,0
Flückiger unterversorgt	16,0	1,2	8,0	2,4	1,2	28,0
Flückiger Mangel	12,0	0,9	6,0	1,8	0,9	21,0

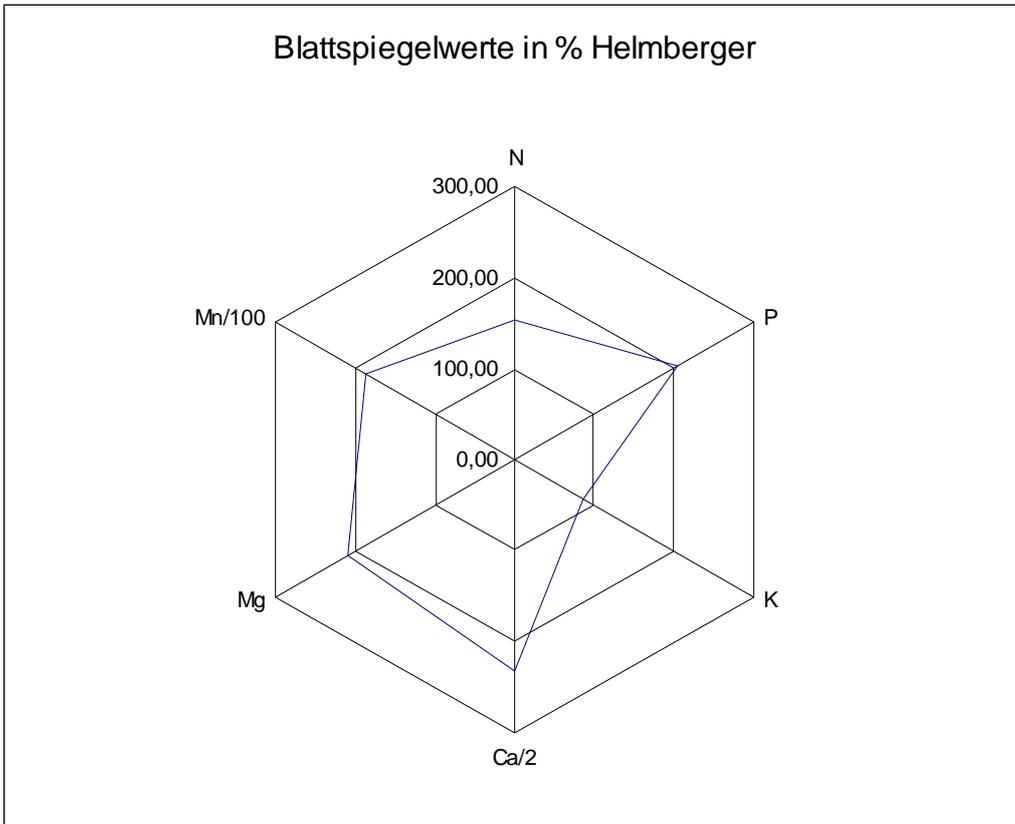
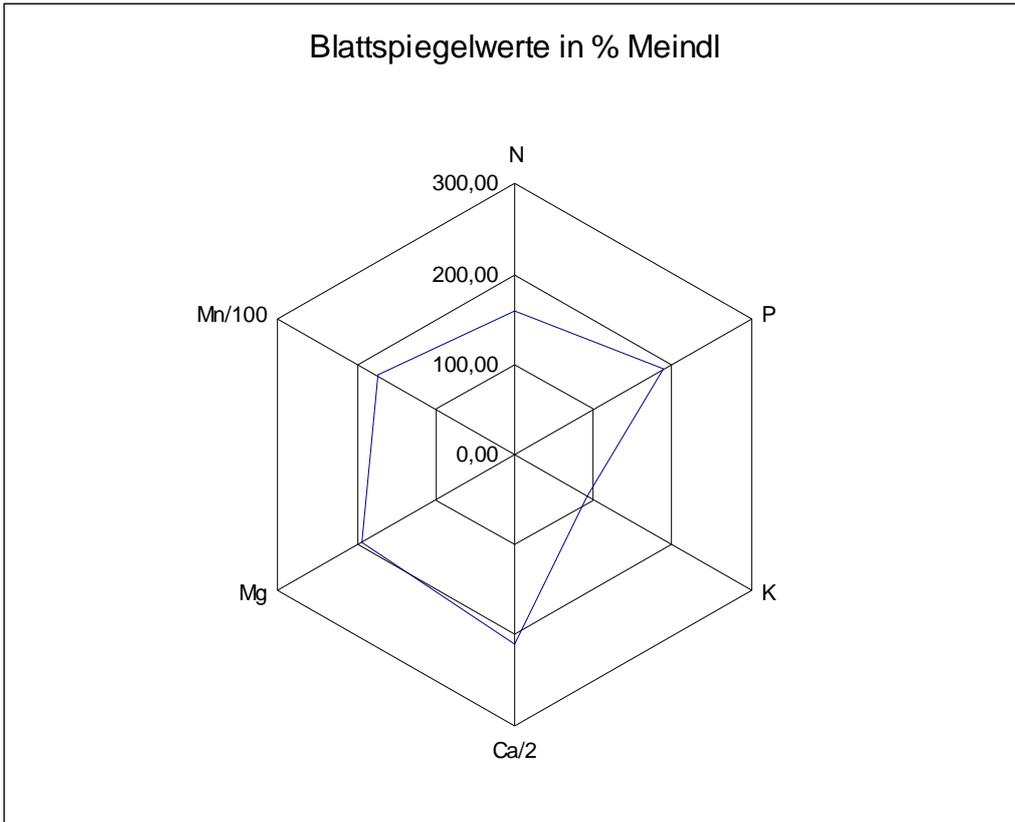
Die nächsten Grafiken stellen die gemessenen Blattspiegelwerte den Grenzwerten „Mangel“ bzw. „Unterversorgung“ (100% - Linie) gegenüber.

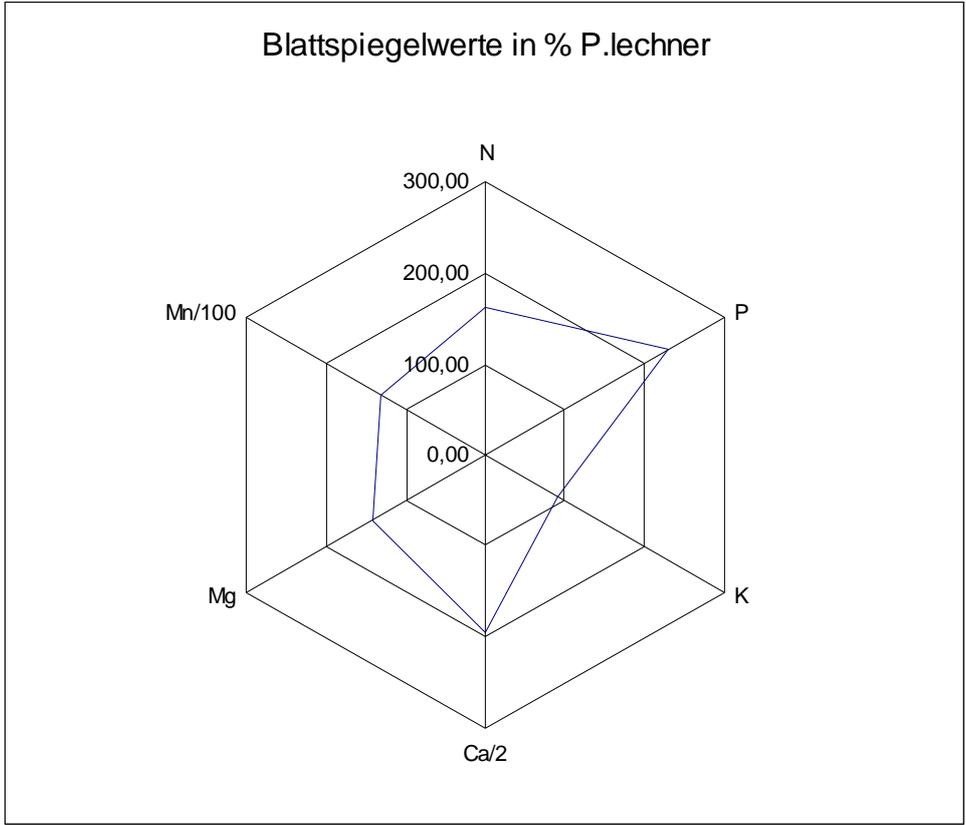
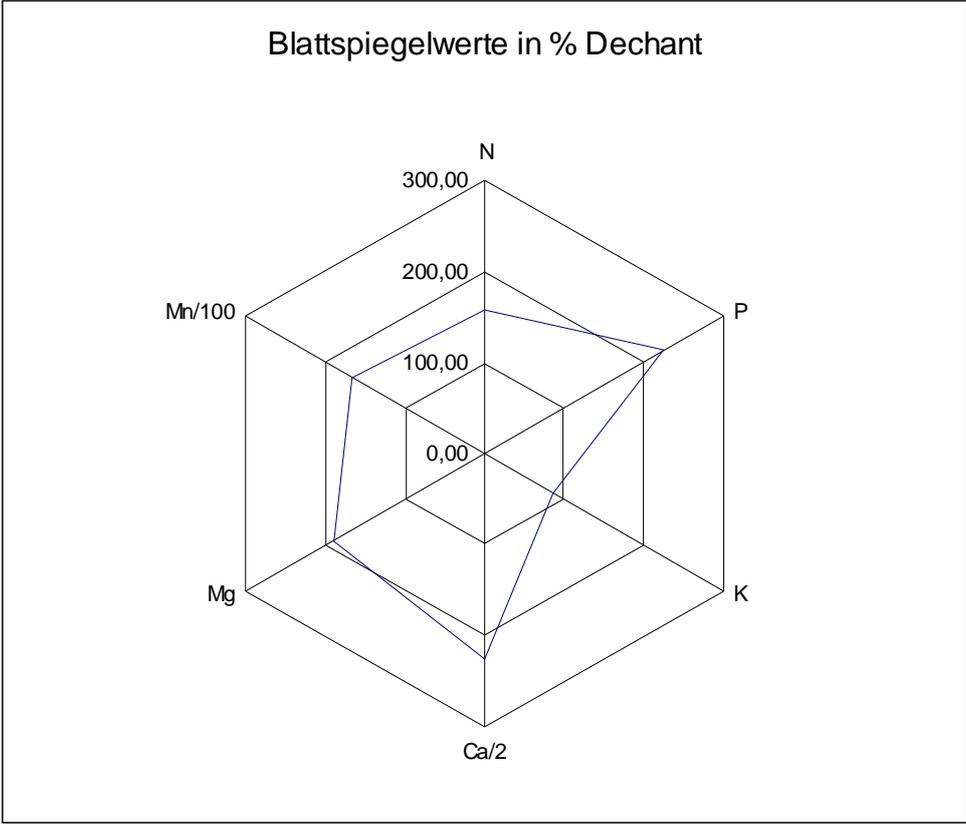
⁴ Bergmann,W. (1986)"Farbatlas - Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen", G.Fischer Verlag, Jena

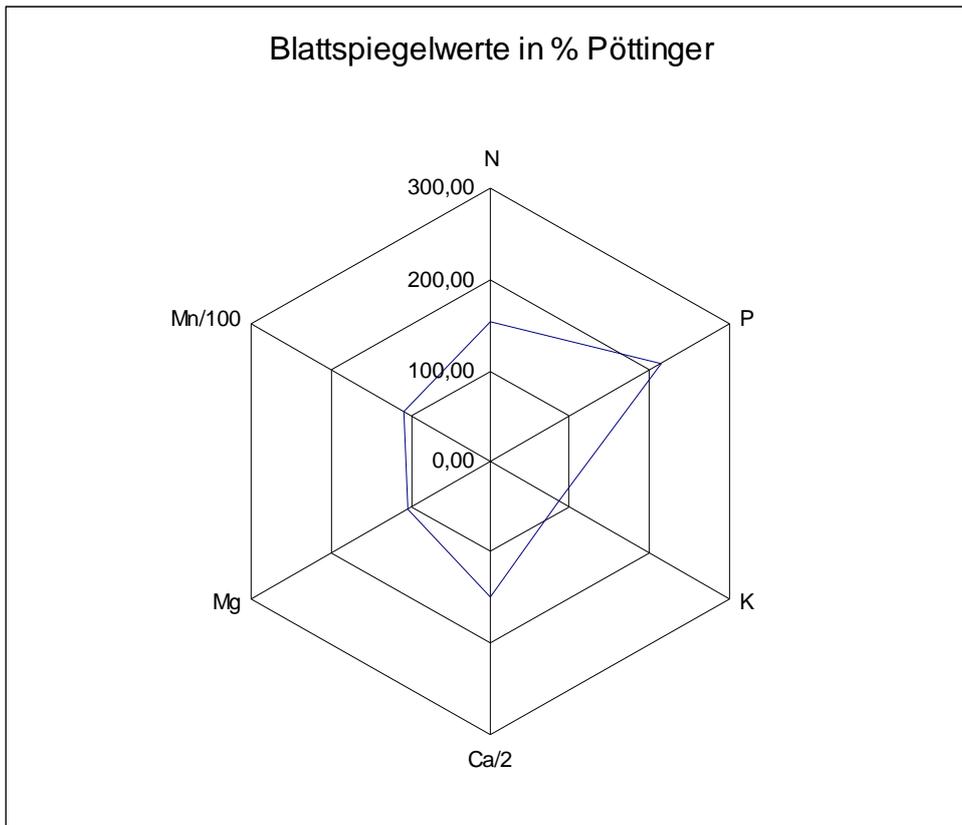
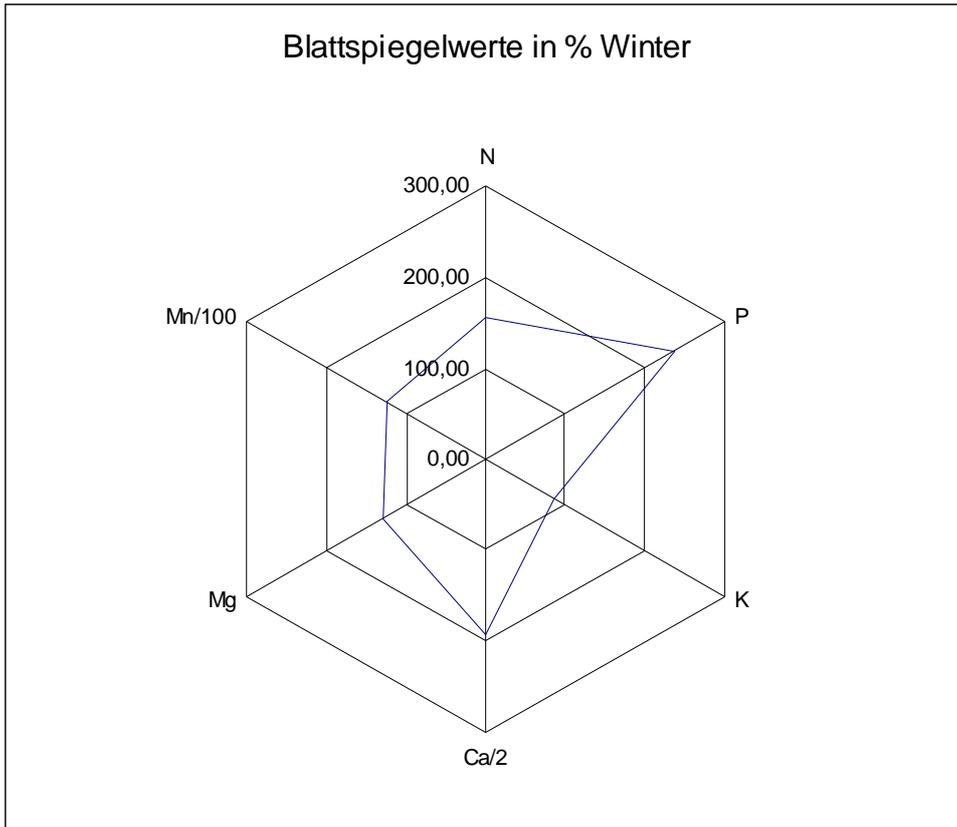
Hartmann,G. et al (1988)"Farbatlas Waldschäden - Diagnosen von Baumkrankheiten" Ulmer, Stuttgart, 256 Seiten

Flückiger,W (1987)"Untersuchungen Über Ernährungszustand von Buchen(*fagus sylvatica*) und Fichten(*picea abies*) und den Nährstoffgehalten im Boden in festen Beobachtungsflächen in der Schweiz." in Glatzel,G(Hrsg); Möglichkeiten und Grenzen der Sanierung immisionsgeschädigter Waldökosysteme, Univ. für Bodenkultur, Wien, S.65-81

Huber Sigbert(1993) "FIW-Forschungsbericht. Bodenmineralstoffhaushalt, Ernährungszustand und kronenverlichtung von Eichenwäldern im Nordöstlichen Österreich", Österreichische Gesellschaft für Walökosystemforschung und experimentelle Baumforschung; Offsetdruckerei Anton Riegelnik, Wien







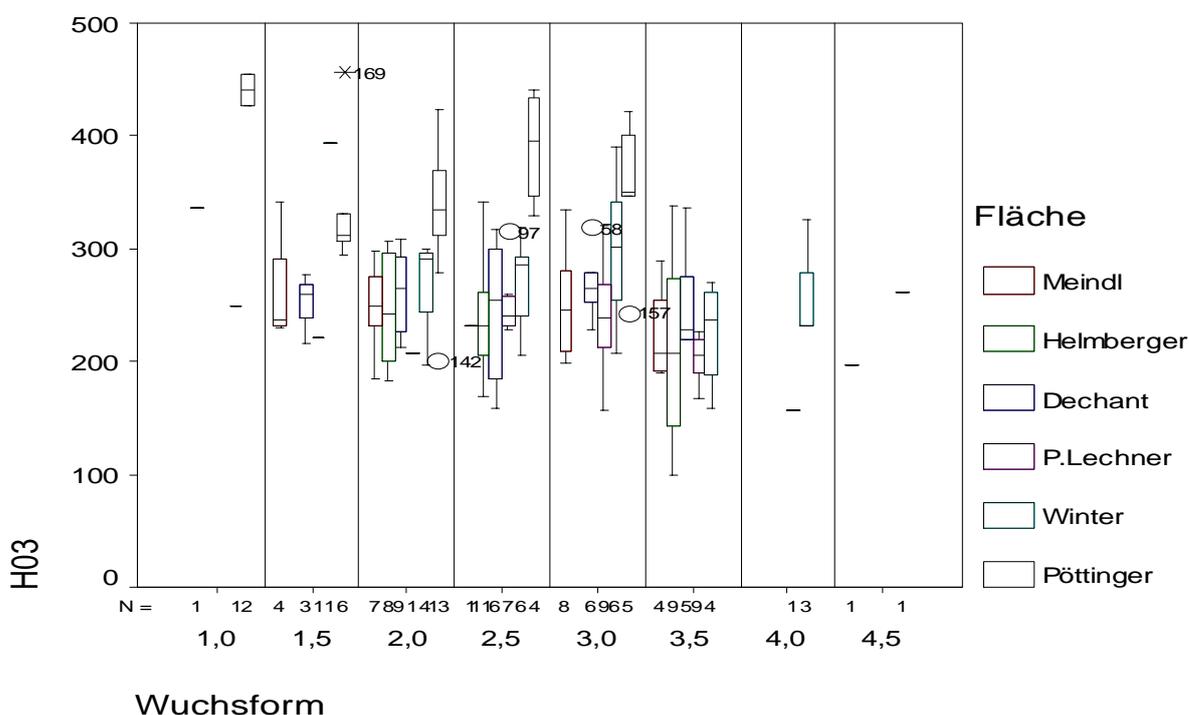
Die Blattspiegelwerte zeigen ein sehr einheitliches Ergebnis bezüglich einer durchgehenden Kalium-Unterversorgung, während die Magnesiumversorgung auf manchen Flächen (z. B. Pöttinger) als „gerade noch ausreichend“ beurteilt werden kann. Detaillierte Angaben auch bezüglich der Herkünfte sind im Anhang 7 angeführt.

6. Interpretation der Ergebnisse

Es wurden multiple statistische Ansätze verwendet, um die ernährungskundlichen Parameter in einem komplexen, möglichst umfassenden Korrelations- und Wirkungsgefüge von standortkundlichen Einflussfaktoren, Stoffhaushaltskenngößen, Vitalitäts- und Wachstumsmerkmalen zu analysieren.

6.1. Pflanzenhöhen und Wuchsform

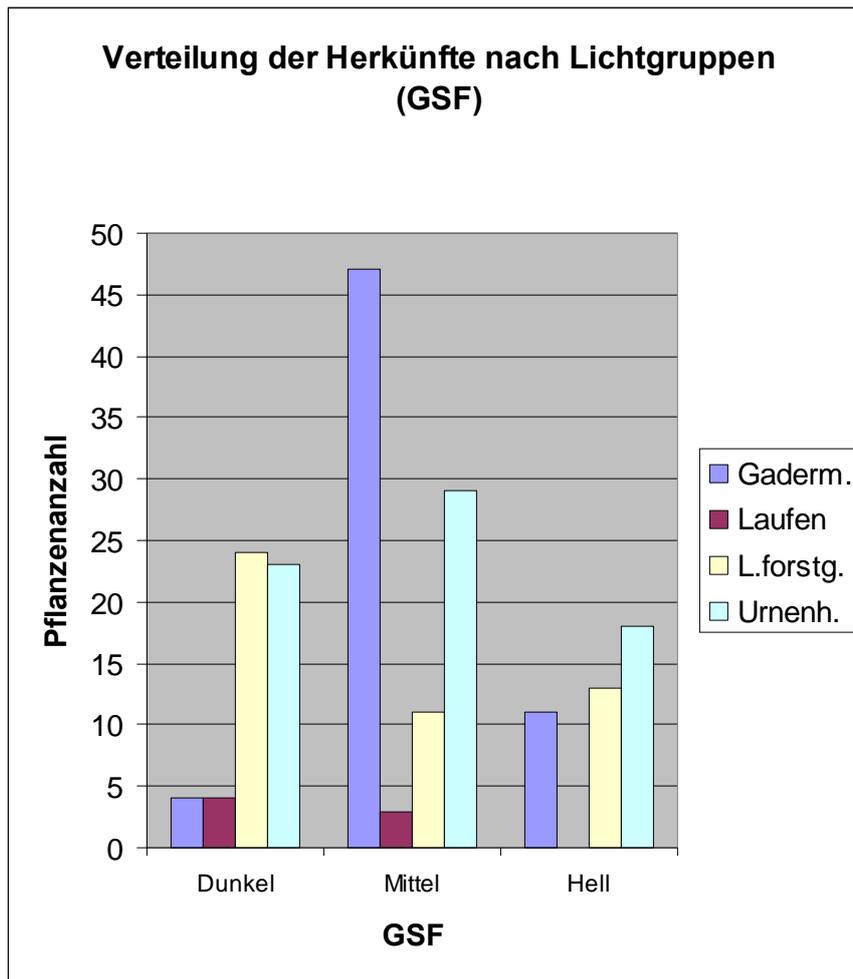
Die folgende Abbildung stellt gemessene Pflanzenhöhen und geschätzte Wuchsform auf den jeweiligen Probeflächen gegenüber.



Die Fläche Pöttinger stellt in dieser Abbildung einen klaren Ausreißer dar (H03 = Pflanzenhöhe). Innerhalb jeder Wuchsformklasse, in welcher Pflanzen der Probefläche Pöttinger angesprochen wurden, sind ausnahmslos die Höhen dieser Pflanzen die größten. Ein primärer Standortsunterschied, nämlich weniger Grobskelett und mehr Feinboden in der Versuchsfläche Pöttinger dürfte dafür verantwortlich sein.

6.2. Verteilung der Pflanzen nach Lichtangebot

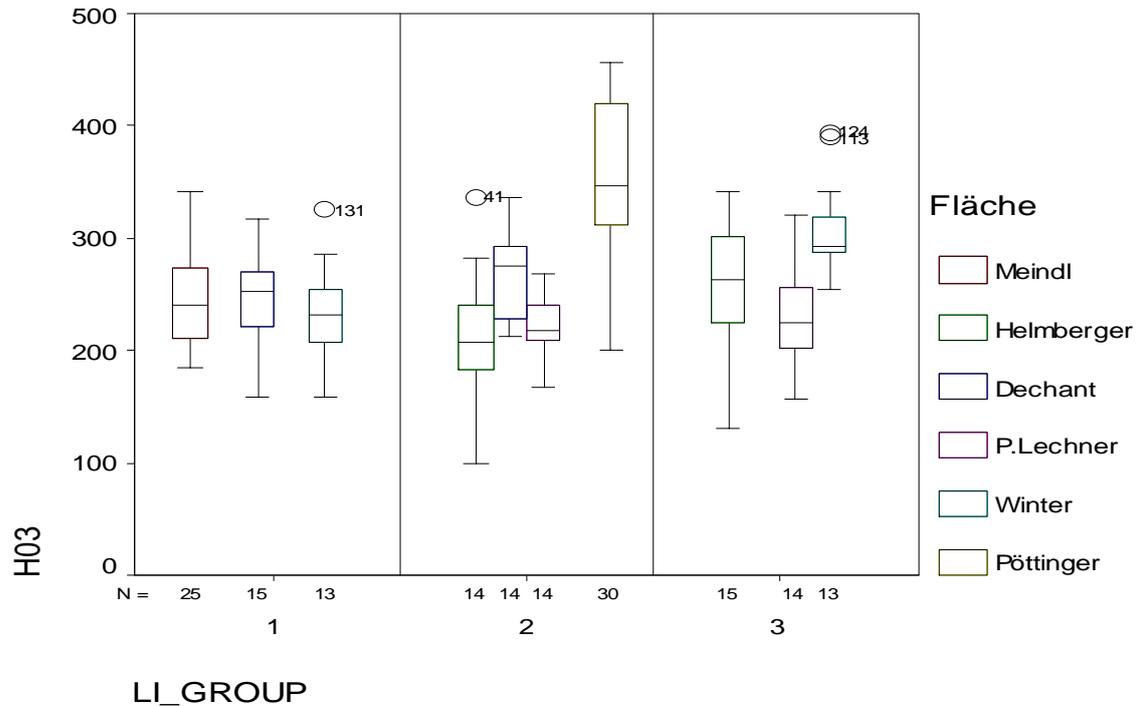
Verteilung der Probepflanzen auf die drei gefundenen Lichtregimes:



Die Probestpflanzen der Herkünfte Landesforstgarten und Laufen haben einen höheren Anteil an den „dunklen Flächen (Lichtklasse nach GSF - Wert)“ während die Herkünfte Urnenhain und Gadermair ausgeglichen bis leicht „heller“ verteilt sind.

6.3. *Lichtgruppe und Herkunft*

Auf den folgenden drei Abbildungen ist ersichtlich, dass Pöttinger weder aufgrund besonders positiver Lichtverhältnisse, noch aufgrund „überlegener“ Herkünfte den Höhenvorsprung erreicht hat. Die Fläche Pöttinger liegt in der Lichtgruppe 2 (=normal/durchschnittlich). Die auf der Fläche Pöttinger gepflanzten Herkünfte Gadermair und Urnenhain zeigen auf allen anderen Probestflächen keine besonderen Wachstumsleistungen.



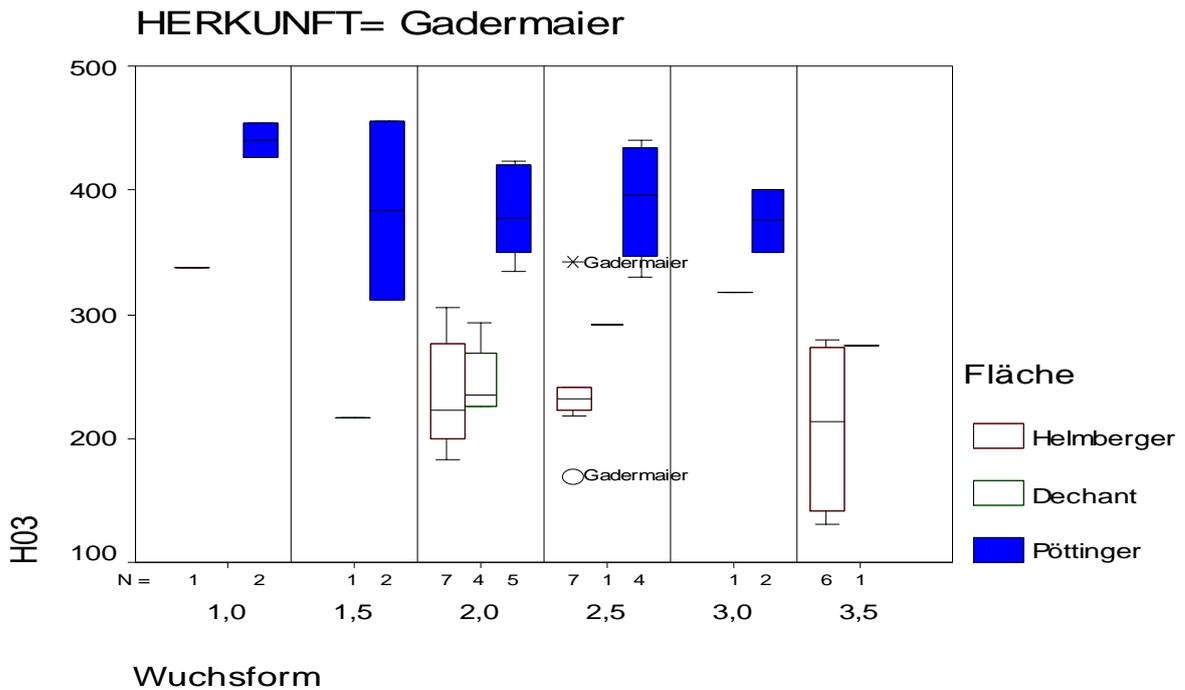
Grafik: Endhöhe der Probepflanzen (= Variable H03) in den festgelegten Lichtgruppen

LI_Group entspricht der Lichtgruppe nach dem Global Site Factor (GSF);

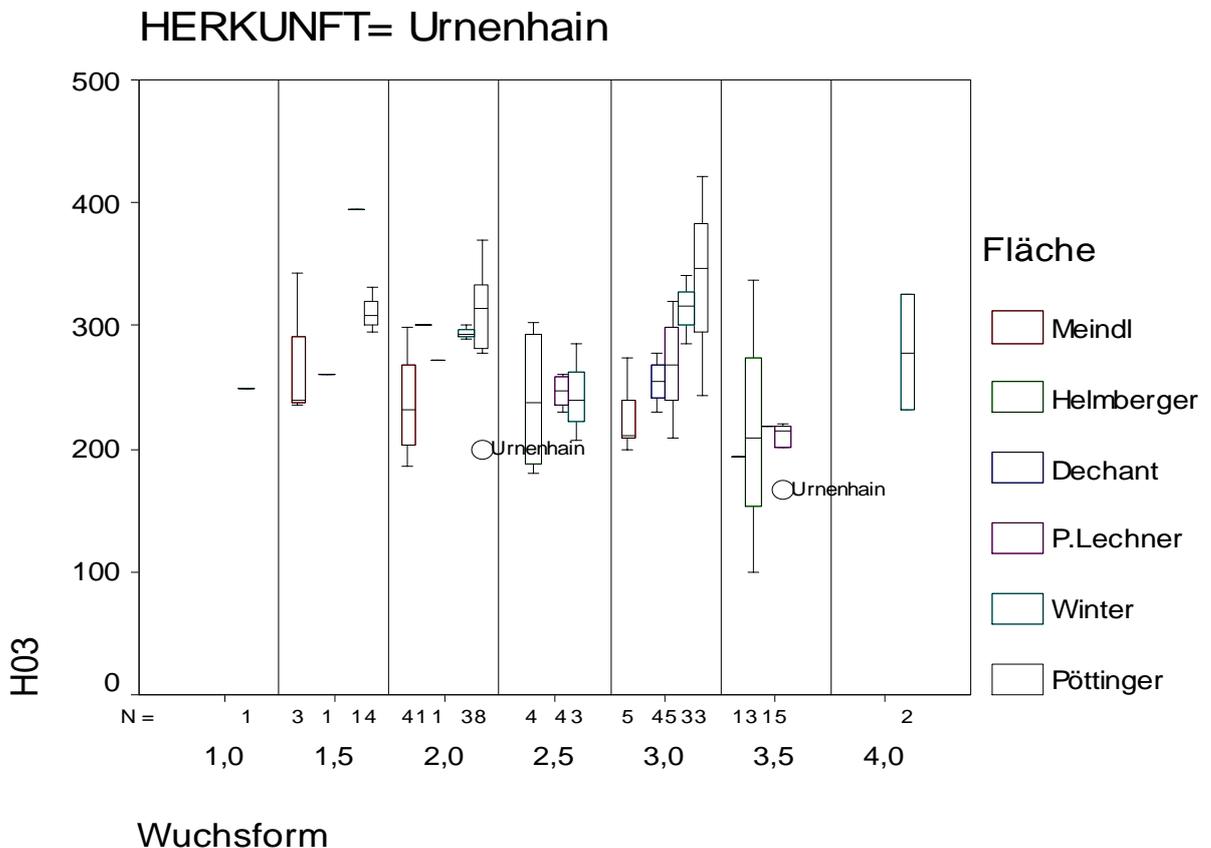
- 1 = dunkel (GSF < 0.6)
- 2 = normal (GSF >=0.6 < 0.8)
- 3 = hell (GSF >= 0.8).

Abgesehen vom Ausreißer „Pöttinger“ (diesem wir noch ein eigenes Kapitel weiter hinten gewidmet) ist doch ein leichter positiver Trend von links nach rechts (von dunkler zu heller) zu erkennen. Der Lichtfaktor spielt aber im Mittel aller Herkünfte für das Höhenwachstum der Eichen keine signifikante Rolle.

6.4. Wuchsform, Höhe und Probefläche (Besitzer)



Grafik: Endhöhe der Probestpflanzen (= Variable H03) nach Wuchsform der Herkunft Gadermaier



Grafik: Endhöhe der Probestpflanzen (= Variable H03) nach Wuchsform der Herkunft Urnenhain

Klar tritt in diesen Abbildungen zu Tage, dass die Probepflanzen der Probefläche Pöttinger in das Lichtregime 2 (=Mittel/Normal) einzuordnen sind und sowohl die Pflanzen der Herkunft Gadermair als auch die Pflanzen der Herkunft Urnehain auf der Probefläche Pöttinger überdurchschnittlich hoch sind (wobei dieser Effekt bei Gadermair stärker ausgeprägt ist).

Die Wuchsüberlegenheit der Probefläche Pöttinger wurde schon im zweiten Forschungsjahr festgestellt. Da die Probepflanzen für die Probefläche Pöttinger aus der selben Lieferung stammen, wie für alle anderen Probeflächen und die Pflanzung selbst unter den selben Bedingungen wie auf allen anderen Probeflächen statt gefunden hat, konnte von vornherein eine Differenzierung aufgrund verschiedenen Pflanzmaterials ausgeschlossen werden. Deshalb musste eine Erklärung für die Wuchsüberlegenheit der Pflanzen auf der Probefläche Pöttinger gefunden werden:

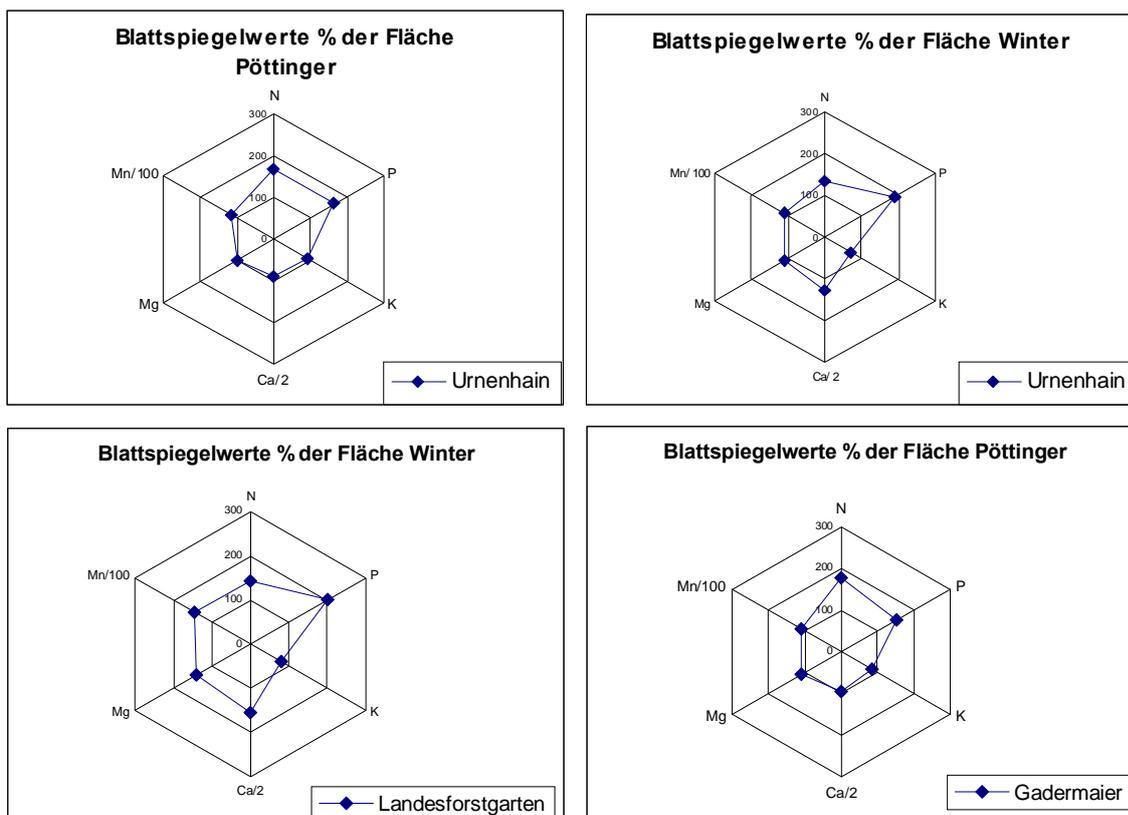
6.5. Exkurs Pöttinger

6.5.1. Nährstoffversorgungssituation der Probepflanzen (Blattspiegelwerte)

Als mögliche Ursache für den Wachstumsvorsprung kann eine bessere Nährstoffversorgung der Pflanzen verantwortlich sein. Um die Nährstoffversorgung der Pflanzen zu überprüfen, wurden im Jahr 2000 Blattproben geworben (in diesem Jahr wiesen die Pflanzen auf der Fläche Pöttinger bereits einen Wachstumsvorsprung gegenüber den übrigen Flächen auf).

Von diesen Blattproben wurden Blatt(Nährstoff-)spiegelwerte gemessen. Die nachfolgenden vier Abbildungen stellen die gemessenen Blattspiegelwerte dar. Aus der Literatur (siehe Fußnote Seite 39) sind Mangel- bzw. Unterversorgungsmengen bekannt. Diese Mengen sind als 100 %-Marke (innerstes Sechseck) dargestellt, wobei die Werte für Kalzium (zwecks besserer Lesbarkeit der Grafiken) halbiert und für Mangan durch Hundert dividiert wurden.

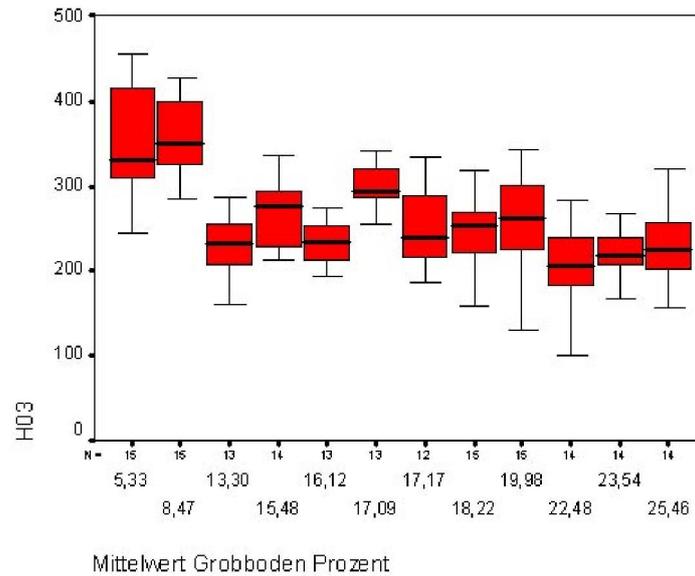
Gegenübergestellt sind in den folgenden Abbildungen für jeweils zwei Herkünfte (nämlich Gadermeier und Urnehain) die Nährstoffblattspiegelwerte der Probeflächen von Pöttinger und Winter, da sie geographisch und auch aufgrund ihrer Standortfaktoren am ehesten vergleichbar sind. Alle Flächen weisen leichte Kaliumdefizite auf. N, P, Mn, Mg als auch Kalzium bewegen sich auf allen Flächen zwischen der 100 % und der 200 %-Marke.



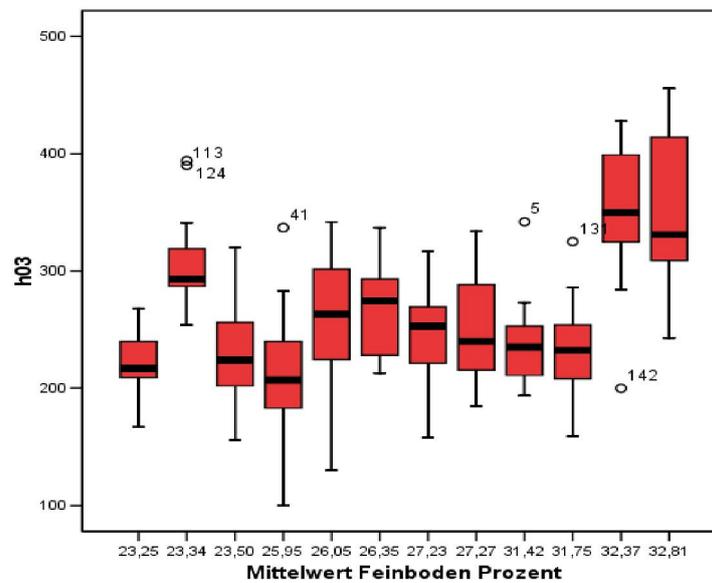
Wie aus den Tabellen ersichtlich, weisen die Probepflanzen der Fläche Pöttinger eine ähnliche Nährstoffversorgung wie die Probepflanzen der übrigen Flächen auf. Dies bedeutet jedoch bei überlegener Biomassenproduktion (Wachstum) eine höhere Gesamtnährstoffaufnahme und Verdünnung der Nährstoffe durch das Wachstum bis auch hier der im Minimum vorhandene Nährstoff (v.Liebig'sches Gesetz), in unserem Fall Kalium, das Wachstum begrenzt. Da auch die Nährstoffverhältnisse in Boden und Streu der Probefläche Pöttinger nicht wesentlich von den übrigen Probeflächen abweichen, muss die Gesamtnährstoffaufnahme auf der Probefläche Pöttinger besser sein. Aus diesem Grunde wurde noch der Skelettanteil der Böden einer näheren Betrachtung unterzogen.

6.5.2. Bodenskelettanteile und Porenvolumen

Porenvolumen und Grobboden/Feinbodenanteile sind auf der Probefläche Pöttinger signifikant unterschiedlich zu allen anderen Probeflächen, wie in den nachstehenden Grafiken leicht abzulesen ist.

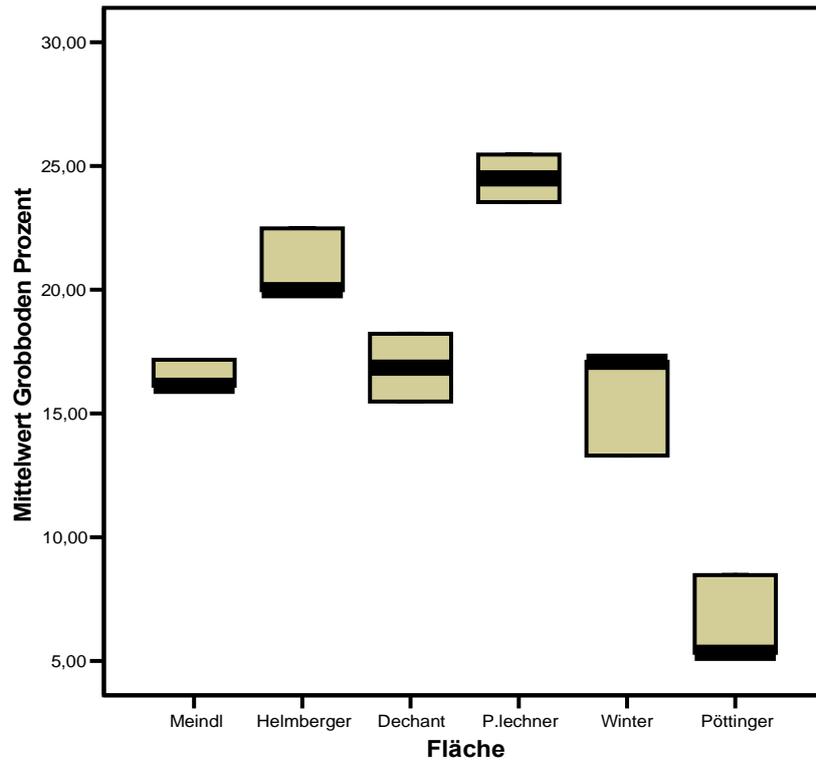


Grafik: Zusammenhang Endhöhe der Probestpflanzen (=H03) und Grobbodenanteil

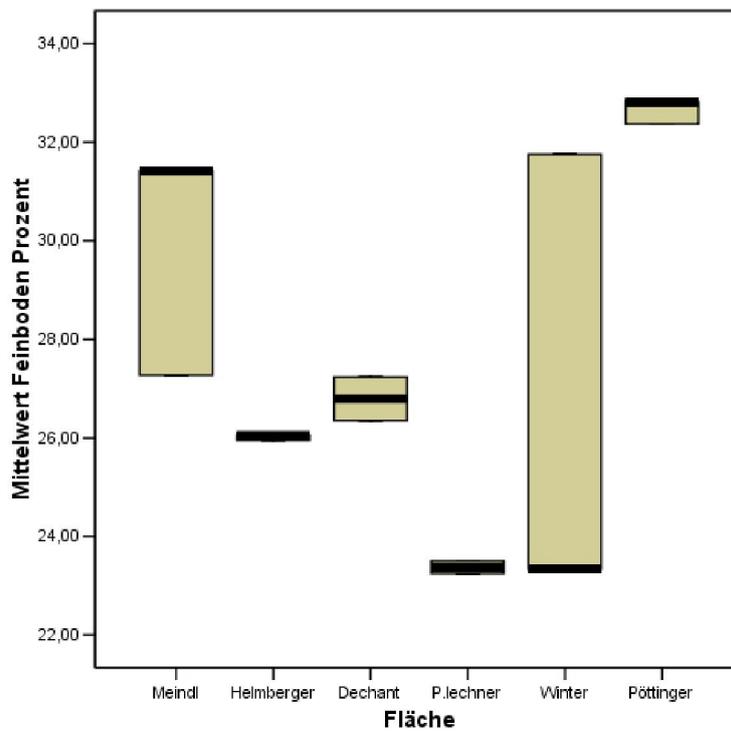


Grafik: Zusammenhang Endhöhe der Probestpflanzen (=H03) und Feinbodenanteil

Klar ersichtlich aus den beiden Grafiken ist, dass mit steigendem Grobbodenanteil die Endhöhen der Probestpflanzen sinken und im Gegenzug mit steigendem Feinbodenanteil die Probestpflanzen höher werden.



Grafik: Grobbodenanteile auf den Probeflächen



Grafik: Feinbodenanteile der Probeflächen

Aus diesen beiden Grafiken ist klar ersichtlich, dass die Probefläche Pöttinger den geringsten Grobbodenanteil und die höchsten Porenvolumina aufweist.

Aus den Auswertungen geht klar hervor, dass die Grob- und Feinbodenanteile ausschlaggebend für das Wachstum der Pflanzen waren. Mit sinkendem Grobbodenanteil und steigendem Feinbodenanteil verbessert sich das Wachstum signifikant.

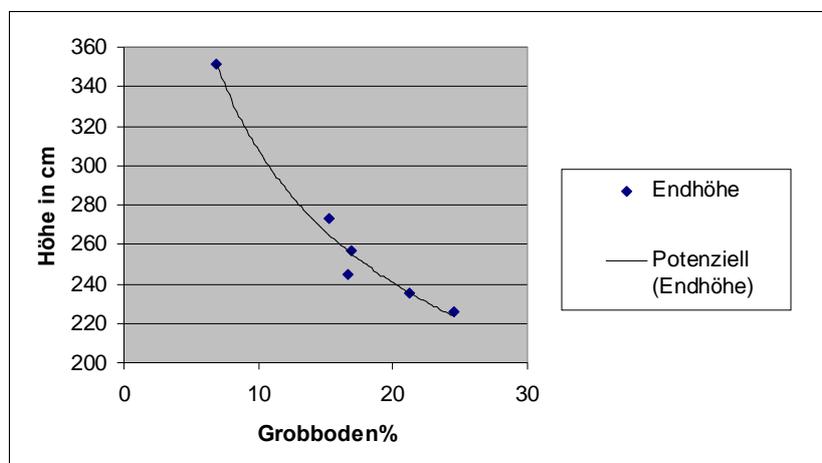
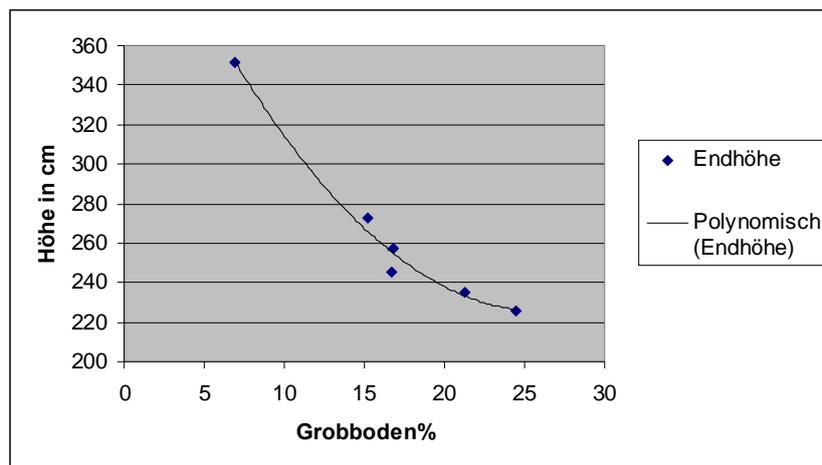
Es konnte ein hochsignifikanter Zusammenhang zwischen Grobbodenanteil und Endhöhe der Probepflanzen nachgewiesen werden:

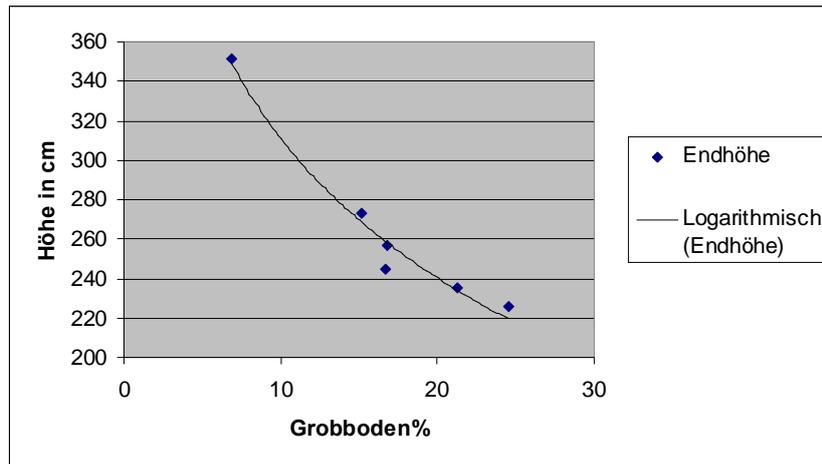
Polynomisch: Endhöhe = $0,3459x^2 - 18,003x + 459,71$; $R^2 = 0,9827$

Ex-Potentiell: Endhöhe = $698,15x^{-0,3558}$; $R^2 = 0,9747$

Logarithmisch: Endhöhe = $-102,13\ln(x) + 546,27$; $R^2 = 0,9741$

x.... Grobbodenanteil in %





6.5.3. Schlussfolgerungen

Die Bodenart, die sich aus der Korngröße der einzelnen Bodenpartikel definiert, bestimmt direkt die verfügbare Sorptions-Oberfläche, von der einerseits Nährstoffe in die Wurzel übergehen können und auf der andererseits Kapillar- oder Matrixwasser gebunden werden kann. Je kleiner die Korngröße (=höherer Feinbodenanteil), um so größer ist die verfügbare Oberfläche je Volumen Boden.

Gleichermaßen bedeutet eine Verringerung der Korngröße des Bodens (etwa bis zum Texturgrenzwert „Lehm“) eine Erhöhung der Anzahl kleiner Bodenporen, die das Haftwasser noch gut pflanzenverfügbar halten können. Diese Bodenporen haben aufgrund ihrer geringen Größe den Vorteil gegenüber großen Poren, dass sie durch Adsorptionskräfte Wasser gegen das Absickern aus dem Wurzelraum halten können und dieses daher Pflanzenverfügbar bleibt. Erst in sehr schweren Böden dominieren die Feinstporenradien so sehr, dass große Bodenwasseranteile so stark zurückgehalten werden, dass sie nicht mehr Pflanzen verfügbar sind.

Somit erhöht sich die Wasserspeicherfähigkeit (= Feldkapazität) des Bodens. Ferner bedeutet eine höherer Feinbodenanteil (=geringerer Grobbodenanteil) einen höheren Prozentsatz wurzelnutzbaren Bodenvolumens.

Wie aus den oben stehenden Tabellen ersichtlich, ist das Zusammenspiel zwischen der Bodenart und Feinbodenanteil, der Horizontierung, dem Gefüge und dem Bodenskelett (Grobboden) für das Wachstum der Probepflanzen von eminenter Bedeutung. Die genannten Faktoren Grob- und Feinbodenanteil sowie das Porenvolumen führen im Falle der Versuchflächen Pöttinger zu entscheidendem Wachstumsvorsprung und zeigen dass im Vergleich mit den anderen Versuchflächen wirksamer sind als Herkünfte oder Lichtangebot.

6.6. Ökonomische Bewertung der Pflanzmethoden

Klar zu Tage getreten ist, dass die Mortalität nach der Pflanzung bei beiden Methoden vergleichbar gering war. In Summe sind von den ca. 180 Probepflanzen während des vierjährigen Beobachtungszeitraumes 4 Probepflanzen ausgefallen. Wobei dieser Ausfall weder auf eine Probefläche, auf eine Herkunft, noch auf eine

Pflanzmethode zurückzuführen ist. Somit sind die angewendeten Pflanzmethoden bezüglich des Anwuchserfolges als gleichwertig zu beurteilen.

Betrachtet man hingegen die aufgewendeten Kosten der beiden Pflanzmethoden, so tritt hier ein klarer Unterschied zu Tage.

Während bei der Reihenpflanzung ein traktorbetriebener Anbaubodenbohrer zur Anwendung kam, wurde bei der Nesterpflanzung eine traktorbetriebene Hydraulikschaufel verwendet. Die Gesamtarbeitskosten für das Setzen einer Pflanze in der jeweiligen Pflanzmethode ist in untenstehender Tabelle angeführt (Mittelwert aus benötigter Zeit und gesetzten Pflanzen je Probefläche):

	Reihenpflanzung	Nesterpflanzung
Arbeitsminuten je Pflanze	0,36	0,22
Arbeitskostendifferenz	-	~ -40%
Pflanzenzahl/ha	4200	3100
Kostendifferenz Pflanzen	-	~ -26%

Die Berechnung der Werte erfolgte aufgrund der benötigten Zeit je Fläche und Arbeiter. Die Maschinenkosten werden bei beiden Methoden als identisch angesehen. Anzumerken ist auch, dass die Reihenpflanzung besonders aufwendig war, da die Vorgabe gegeben war, dass alle Pflanzlöcher zum Liefertermin der Pflanzen bereits angelegt sein mussten. Aufgrund der zu diesem Zeitpunkt herrschenden Trockenheit musste sodann das vom Pflanzbohrer ausgeworfene Erdmaterial befeuchtet werden, bevor es zum Setzen der Pflanzen verwendet werden durfte. Dieser zusätzliche Arbeitsschritt entfiel bei der Nesterpflanzung.

Obwohl die notwendige Befeuchtung des Erdmaterials nicht in die Kostenberechnung Eingang fand, ist klar ersichtlich, dass die Pflanzkosten bei der Nesterpflanzung ca. 30% geringer ausfallen als bei der Reihenpflanzung.

6.7. Abschließende Beurteilung und Empfehlungen

6.7.1. Wachstum

6.7.1.1. Licht

Die gegebenen Schlaggrößen von 0,3 ha aufwärts, auch mit starker Horizontüberhöhung, scheinen ausreichend zu sein. Auch bei einem global site factor (GSF) von 0,424 konnten keine gravierende, lichtbedingten Wachstumsbeeinträchtigungen nachgewiesen werden.

6.7.1.2. Herkunft

Sowohl im Höhen- als auch im Dickenwachstum konnte keine signifikanten Unterschiede zwischen den Herkünften festgestellt werden. Ein leichter Trend zu dickstämmigeren Pflanzen konnte bei Urnehain beobachtet werden. (sind Urnehain Pflanzen nicht auf durchwegs besser beleuchteten Flächen—GSF überprüfen)

6.7.1.3. Ausfall

Gute Planung der Pflanzung und sofortiges Setzen der Pflanzen bringen annähernd 0% Ausfall. Es konnten weder Beeinträchtigungen durch Mäusefraß an den Wurzeln noch durch Eichenmehltau festgestellt werden.

6.7.1.4. Entscheidender Faktor

Bodenskelettanteil und scheinen einen maßgeblichen Einfluss auf das Höhenwachstum zu haben. Je grösser der Feinbodenanteil und je geringer der Grobskelettanteil im Boden, desto besser ist das Höhenwachstum, unabhängig vom Lichtangebot.

Die geomorphologische Ausbildung des Untersuchungsgebietes hat den besonderen Einfluss des Standortfaktors „Bodenskelettanteil“ herausgestrichen: Fluvioglaziale Ab- und Umlagerungsprozesse haben in den Nach- und Zwischeneiszeiten zur Umgestaltung der Endmoränenwälle und zur Gestaltung der sehr heterogenen Standortsverhältnisse auf den Terrassen und in den Abflussmulden geführt. Die rezenten Böden und Standorte sind dadurch dass sie sich aus außerordentlich heterogenen Ablagerungen von feinen Sedimenten in Mulden und Resten grobskelettreicher Moränenwälle sehr unterschiedlich und können sich auf kleinstem Raum ändern. Bei der Fläche Pöttinger scheint es sich um eine derartige Feinsedimentablagerung zu handeln. Aus diesem Grunde ist es auch nicht weiter verwunderlich, dass die etwa 400 Meter entfernte Probefläche Winter einen viel höheren Grobskelettanteil aufweist.

6.7.2. Wuchsform

6.7.2.1. Licht

Es hat sich gezeigt, dass die Wuchsform unter besserem Lichtangebot leidet, d.h. dass vermehrt zwieselige oder verbuschende Kronen und knickig oder bogige Stammformen mit zunehmendem GSF zu beobachten waren. Dieser Trend hat sich auch auf der Probefläche Pöttinger bestätigt. Diese Aussage ist grundsätzlich gültig, Einflüsse durch Standortgradienten konnten allerdings nicht zur Gänze ausgeschlossen werden.

6.7.2.2. Herkunft

In den Herkünften konnten deutliche Unterschiede in der Wuchsform festgestellt werden. Dabei hat sich folgende klare Reihung zwischen den Herkünften ergeben (links ausgezeichnet – rechts zufrieden stellend):

Laufen – Gadermair – Urnehain – Landesforstgarten

6.7.2.3. Entscheidende Faktoren

Sowohl Lichtangebot als auch die Herkunft spielen bei der Ausbildung der Wuchsform eine entscheidende Rolle.

6.7.3. Ökonomie - Pflanzmethode

6.7.3.1. Mortalität

Es konnte kein Unterschied bezüglich der Mortalität bei den beiden untersuchten Pflanzmethoden gefunden werden.

6.7.3.2. Arbeitsaufwand - Bestandesbegründung

Der Arbeitsaufwand bei der Nesterpflanzung ist ca. 30% geringer als bei der herkömmlichen Reihenpflanzung

6.7.3.3. Pflanzenzahl

Bei einem eher „dichten“ Netz der Eiche-Nester (8 m Abstand) werden ca. 25 % weniger Pflanzen benötigt als bei einer herkömmlichen Reihenpflanzung.

6.7.3.4. Pflegeintensität

Grundsätzlich ist zu erwarten, dass die Pflegeintensität bei der Nesterpflanzung geringer ausfallen wird als in der Reihenpflanzung. Dies deshalb, da bei der Nesterpflanzung weniger Pflanzen/ha vorhanden sind und die Pflanzen innerhalb jedes Nestes sich gegenseitig positiv beeinflussen, bzw. in den Nestern aufgrund der höheren Pflanzedichte rascher eine Ausdunkelung der Bodenvegetation stattfindet.

6.7.4. Empfehlungen und Richtlinien für die Verjüngung von Stieleiche

6.7.4.1. Mindestgröße der Verjüngungslücke

0,3 ha auch bei vollständig umschließender Horizontüberhöhung durch angrenzende Bestände ermöglichen ausreichendes Lichtangebot für die untersuchten Herkünfte von Stieleiche.

6.7.4.2. Herkünfte

Um die genetische Variabilität der Verjüngungen zu erhöhen sollten zwei Herkünfte verwendet werden. Die einzelnen Nester sollen aber herkunftsrein gehalten werden. Herkunftsaufteilung: 20 – 30 % Gadermair und 20 – 80 % Laufen. Die Herkunft Laufen ist aufgrund der vorhandenen Aufzeichnungen über den Samenbestand eine Herkunft aus autochtonen Stieleichen der Region rund um Freilassing. Sowohl in Wuchsform als auch in ihrer Wuchsleistung ist diese Herkunft positiv aus den Untersuchungen hervorgegangen. Als annähernd gleichwertig in der Wuchsleistung ist die Herkunft Gadermair anzusehen. In der Wuchsform hat die Herkunft Gadermaier in ihrer Stammformausbildung einen etwas höheren knickigen Anteil.

6.7.4.3. Pflanzmethode

Eichen-Nesterpflanzung, 8 – 10 m Nestabstand, 20 – 25 Eichen je Nest, 2 m Nestdurchmesser

6.7.4.4. Bodenbeschaffenheit

Mit steigendem Grobskelettanteil lässt die Wuchsleistung der Pflanzen nach. Dies konnte zumindest für den Untersuchungszeitraum von fünf Jahren nach der Pflanzung festgestellt werden. Trotz allem ist auch die Wuchsleistung auf dem grobskelettreichsten Standort (Kammerstätter, Terrassenschotter) zufriedenstellend. Vermieden werden sollten aufgrund der gefundenen Ergebnisse auf jeden Fall reine Schotterstandorte.

Im vorliegenden abgeschlossenen Forschungsprojekt wurde ein kurzer Abschnitt der Entwicklung mehrerer Eichenaufforstungen beobachtet. Schon aus der Beobachtung dieses kleinen Zeitabschnittes lassen sich viele Ergebnisse ableiten.

Trotzdem ist es von großer Wichtigkeit, dass in einem nachfolgenden Projekt die Bestandesentwicklung weiter beobachtet wird und parallel dazu die Waldeigentümer in ihren Pflegebemühungen begleitet und unterstützt werden.

Die Phase der Bestandesbegründung war zweifellos eine kritische Phase und bedurfte daher einer intensiveren Beobachtung und wissenschaftlichen Datenerhebung. Die nächsten Phasen der Bestandesentwicklung sollten weiter im Rahmen eines Forschungsprojektes beobachtet werden, wobei die Intensität der Tätigkeiten durchaus geringer als bisher ausfallen kann.

Da gerade wissenschaftliche Langzeitbeobachtungen von forstlichen Beständen fehlen, empfiehlt es sich, diese Flächen in ein Langzeitmonitoring zu übernehmen.

Anhänge

ANHANG 1 – Herkunft Geinberg

Pos	Menge	Bezeichnung		
		Übertrag		
1	1.750	Quercus robur	0(VI/3-5)	
		Steinleite	Geinberg	
<u>Steuerzahl:</u>	10%	<u>Netto:</u>	9.975,00	<u>MinSt:</u>
	20%		0,00	

ANHANG 2 – Herkunft Taufkirchen

Forstgärten O.Ö. A-4020 LINZ
 002 Frankenmarkt abgeholt
 gerodet im Nadelort.
 Anzengruberstraße 21
 Telefon : 073265844665
 DVR-Nummer: 069264
 Datum : 26/04/99
 Kunden-Nr.:
 Komm. -Nr.: 1999-1068
 Lfs. -Nr.: 8330
 Weilhart-Waldwirtschaftsgem.
 Seeleiten 9
 5120 St. Pantaleon
 Währung : ATS

RECHNUNG Nr.: 1068 vom: 26/04/99 Lieferdat: 08/04/99 Seite: 1
 Buch-III-012002000106895

Pos	Menge	ME	Bezeichnung / Abmessung	Preis	NL	Betrag	St
01)	2250.00	STK	Stieleiche Quercus robur 7 (V/1/3-6) 3/0 3j.S. 80+	9.10		20475.00	0!

ANHANG 3 – Herkunft Urnenhain

GEHÖLZ
SAMEN  PFLANZEN
E. HERZOG

A-4810 GMUNDEN
Koaserbauerstr. 10
Tel. 076 12/71 244-0
Fax 076 12/71 244-4
Mobil 0664/2631 932
UID-NR. ATU 30184207

Erika Herzog, A-4810 Koaserbauerstr. 10
Waldwirtschafts-
gemeinschaft Weilhart
Seeleiten 9
A -5120 St. Pantaleon

Datum 11.04.99

Rechnung Nr.: 990282

Holzart	Herkunft	Menge	Preis	Gesamt
Positionen aus Lieferschein 990234 vom 7.04.99				
Quercus robur (Stieleiche)	Linz/Donau, ÖÖ.	5450,00 STK	5,60	30.520,00
14 (V/3/-3)	Alter: 2+0 Sortierung: 40/60			

ANHANG 4 – schriftliche Pflanzanleitung

An die Mitglieder der WWG Weilhart

Betrifft: Eichenpflanzung 1999

Diese Information richtet sich an jene Mitglieder, die planen, Eichen zu setzen.

Folgende Vorgangsweise wird geraten:

Die Pflanzlöcher müssen mittels Pflanzbohrer unbedingt schon vor der Anlieferung der Pflanzen gebohrt sein. Da die Pflanzen sofort nach Anlieferung gesetzt werden müssen, kann nicht darauf gewartet werden, daß der Bohrer von Mitglied zu Mitglied weitergegeben wird und erst dann die Pflanzen gesetzt werden. Deshalb müssen die Pflanzlöcher spätestens bis zum 31. März 1999 gebohrt sein.

Nach dem Bohren der Pflanzlöcher muß der Zaun errichtet werden. Der Zaun muß ebenfalls noch vor der Pflanzung fertiggestellt sein!

Gepflanzt wird folgendermaßen:

Die Löcher müssen mindestens 35 cm tief sein; die einzusetzende Pflanze darf aber nicht versenkt werden! Das heißt, daß eventuell vor dem Setzen der Pflanze wieder Erdreich in das Pflanzloch gegeben werden muß, wenn sonst die Pflanze zu tief gesetzt werden würde!

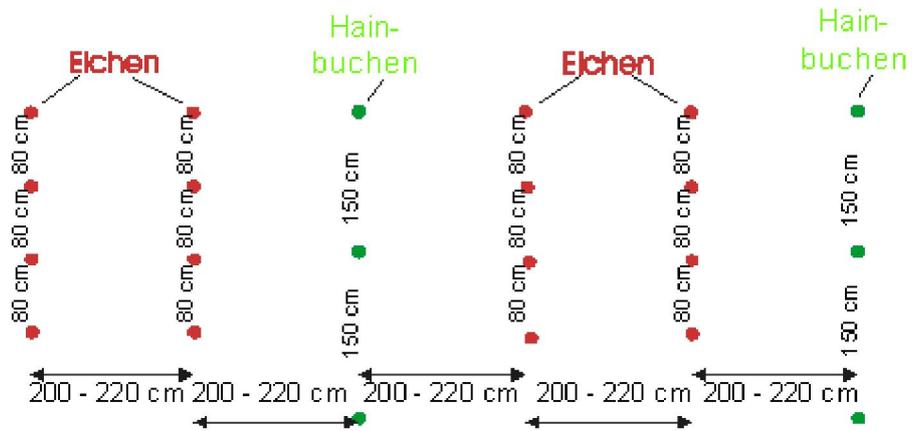
Die Eichen werden mit einem Reihenabstand von 2,00 Meter bis 2,20 Meter (je enger desto besser) gesetzt.

Innerhalb der Reihe darf der Abstand der Eichenpflanzen 0,8 Meter nicht übersteigen.

Jede 3. Reihe wird eine Hainbuchenreihe. Hainbuchen werden nicht gebohrt, sondern mit der Pflanzhaue innerhalb der Reihe in einem Abstand von 1,5 Metern gesetzt.

Wenn die Eichenbündel aufgeschnürt worden sind, dann müssen die Pflanzen genommen werden wie sie im Bündel liegen. Es darf auf keinen Fall passieren, daß man zuerst die größeren Pflanzen aus dem Bündel nimmt und dann gegen das Ende des Bündels die kleineren Pflanzen setzt. Sonst bekommen wir in der Reihe eine Abstufung der Höhen bzw. eine fallende Höhenentwicklung. Also: die Pflanzen aus dem Bündel nehmen wie sie liegen!!

Bitte darauf achten, wenn die Pflanzen in das gebohrte Loch eingesetzt werden, daß kein Humus zu den Wurzeln kommt! Die Wurzeln sollen möglichst mit dem ausgebohrten Erdmaterial (=braun) zugedeckt werden.



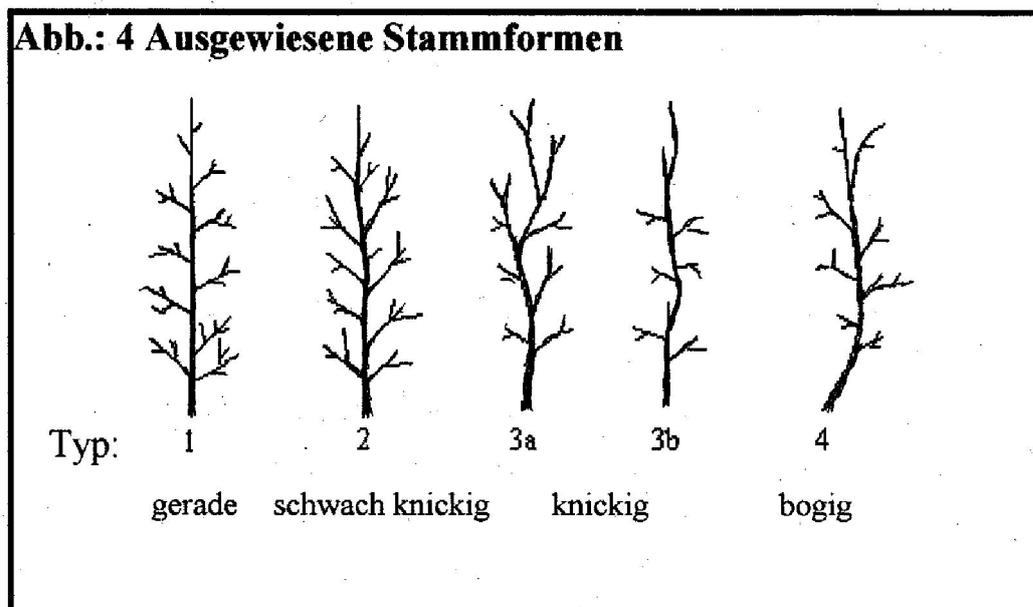
ANHANG 5 - Wuchsformbonitierung

Zur abschließenden Bewertung der Wuchsform der verwendeten Herkünfte innerhalb jeder Probefläche, wird eine okulare Anschätzung vorgenommen.

Die Anschätzung erfolgt nach folgenden drei Kriterien:

- a) Kronentypen
- b) Stammformen
- c) Blattflächenindex

Ad a)



Ad b)

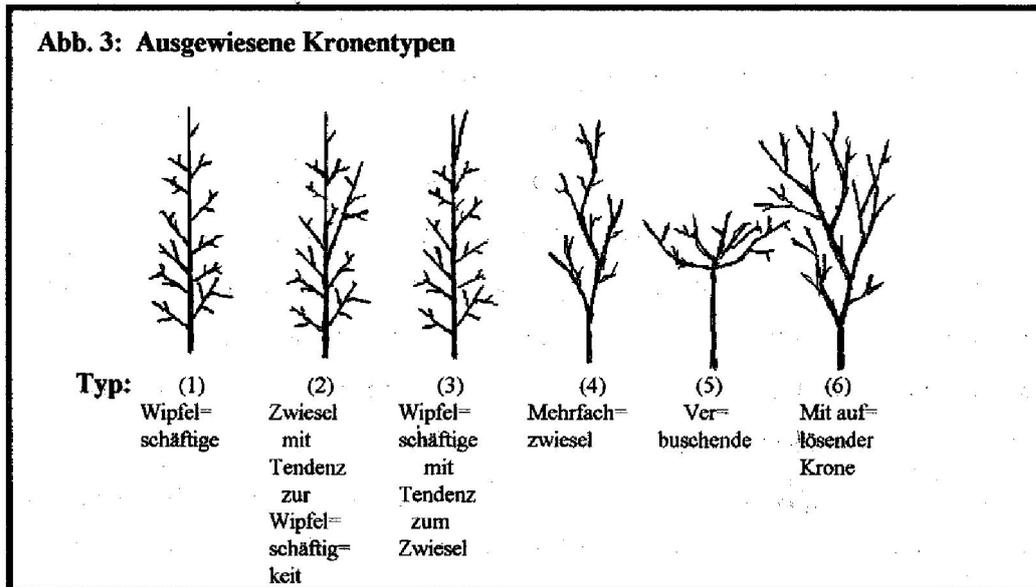


Abb.3: Kronentypen, die bei der vorliegenden Untersuchung differenziert wurden

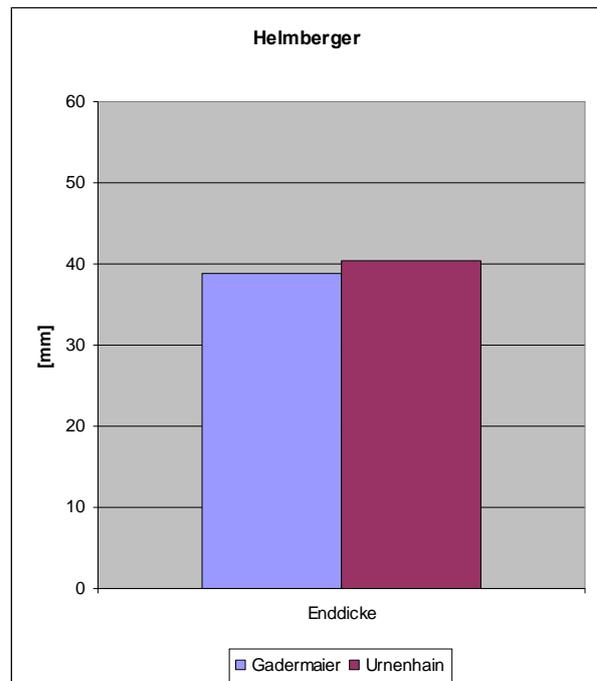
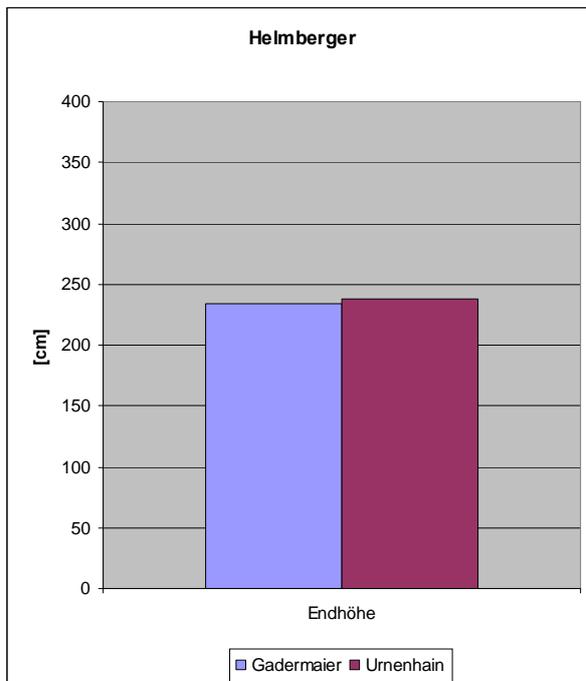
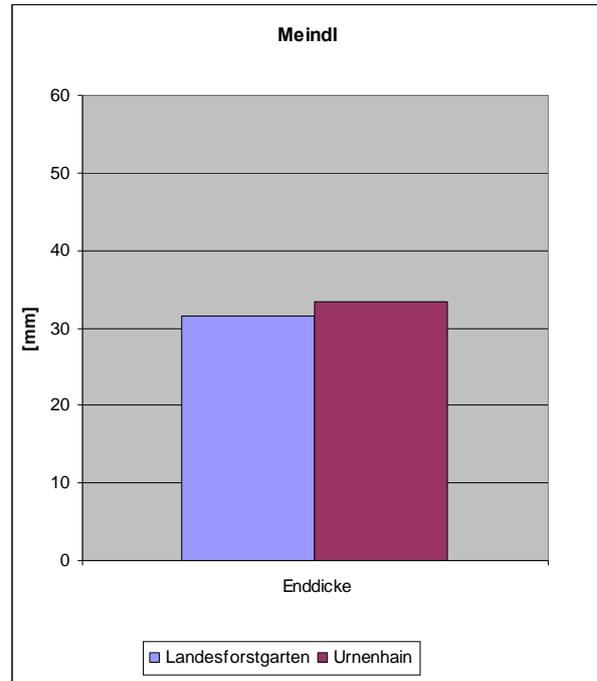
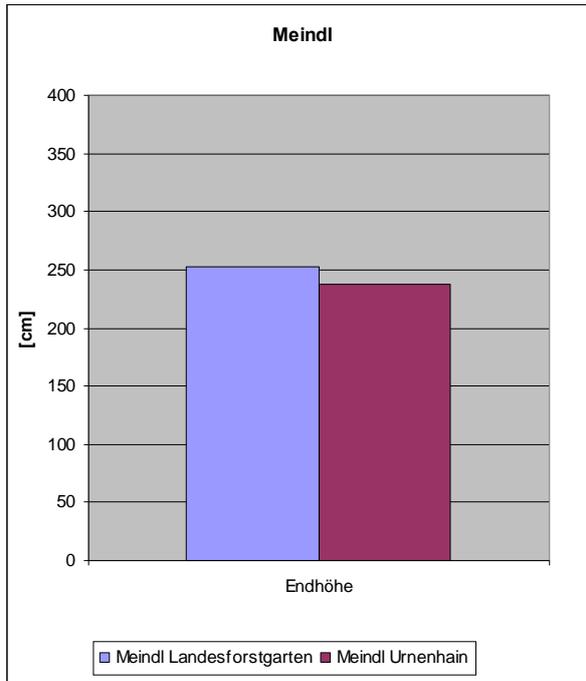
Die sechs, in Abb. 3 ausgewiesenen Kronentypen beruhen allein auf der Art der Beurteilung der Verzweigung.

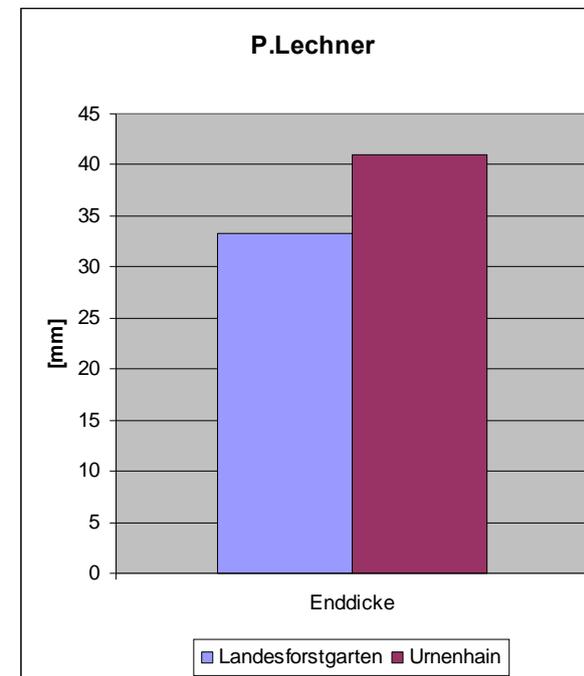
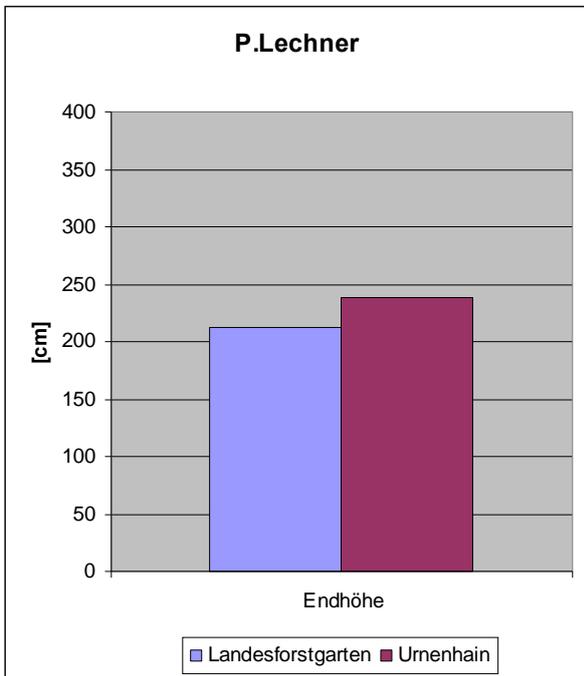
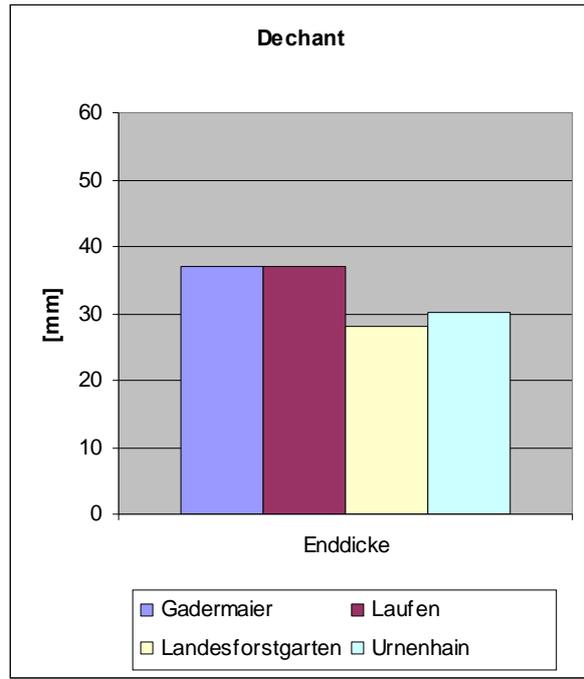
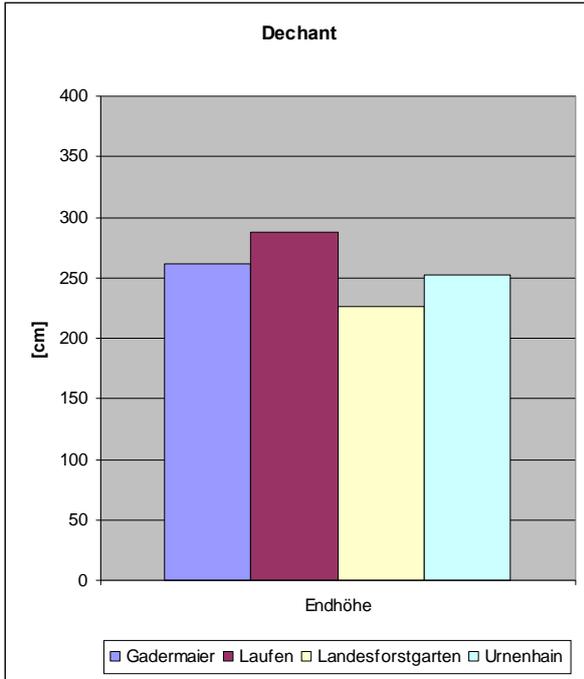
Ad c)

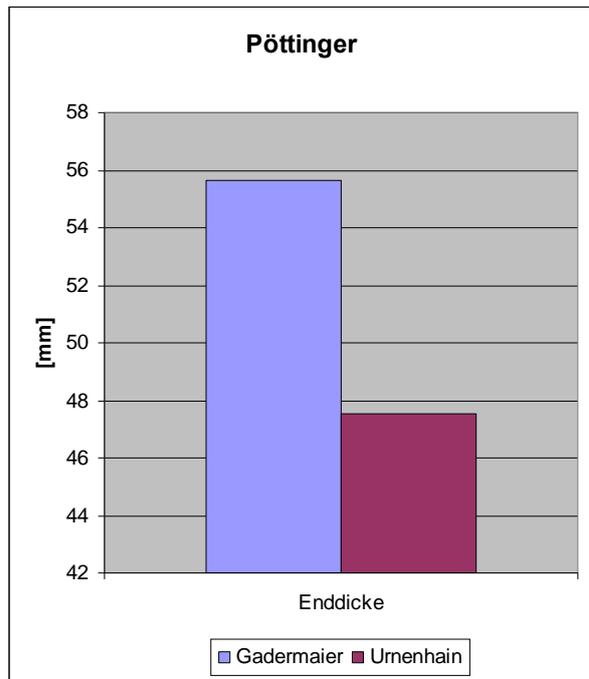
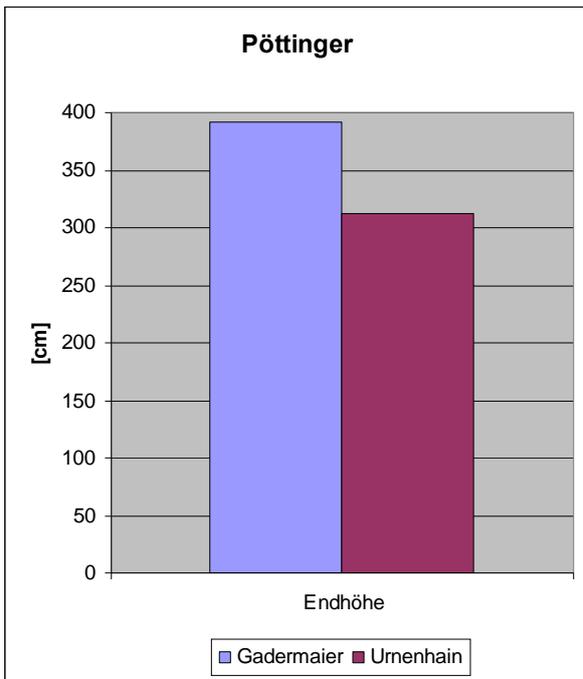
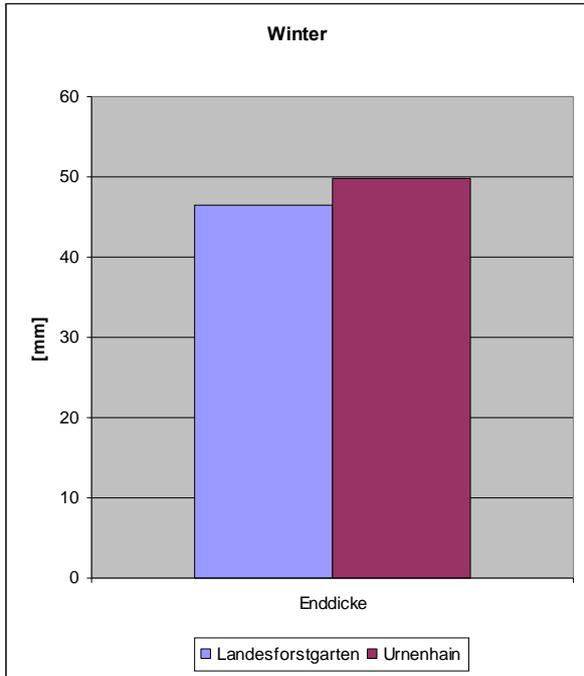
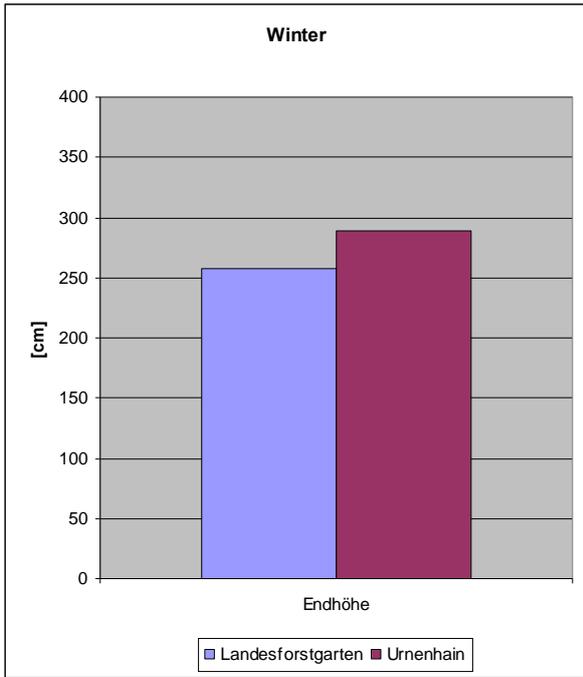
Die Ansprache eines simplifizierten Blattflächenindex je Individuum erfolgt in drei Stufen:

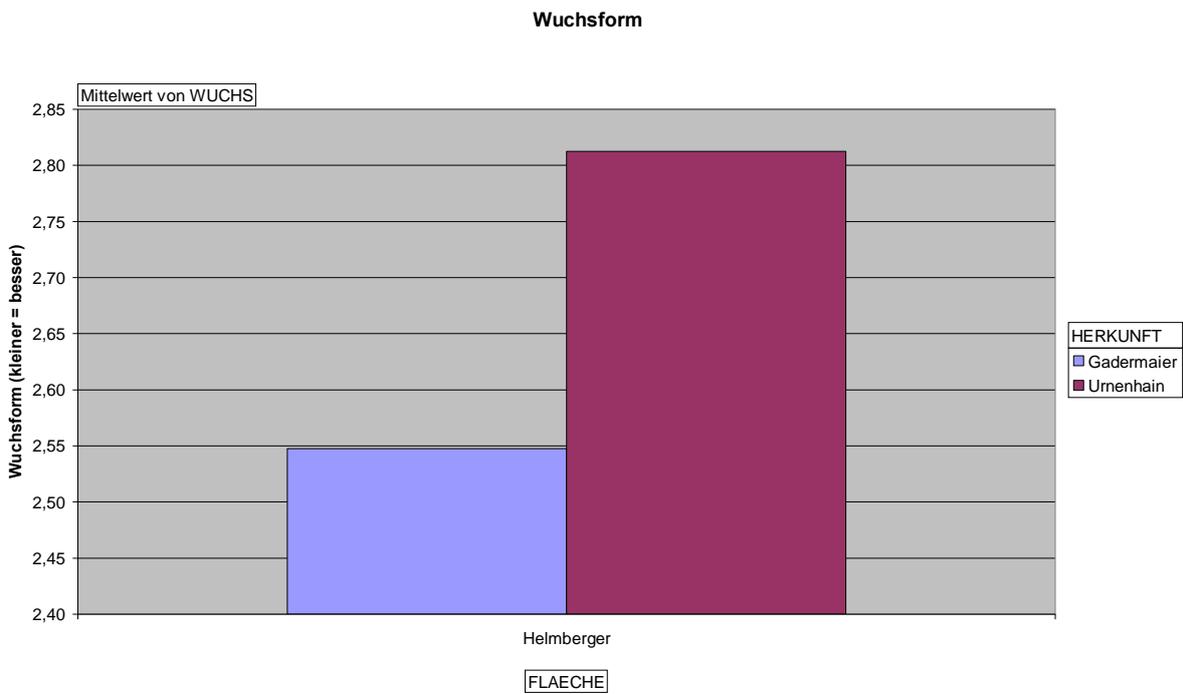
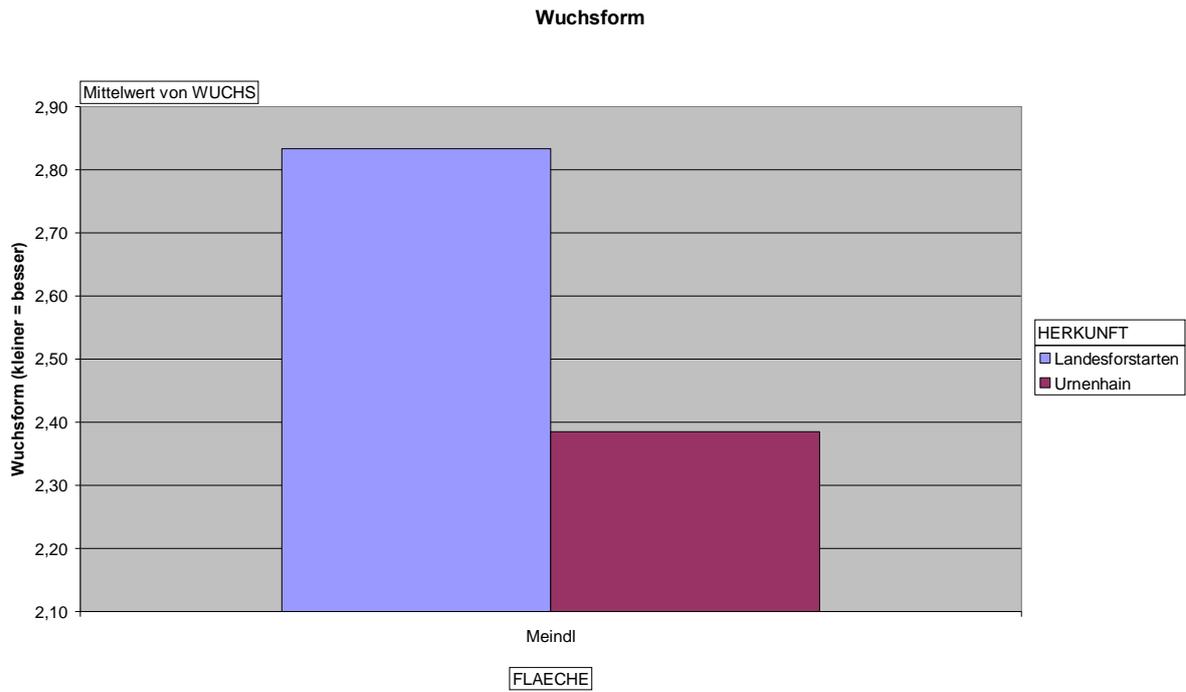
1 = überdurchschnittlich belaubt, 2 = durchschnittlich belaubt, 3 = unterdurchschnittlich belaubt

ANHANG 6 – biometrische Kenngrößen

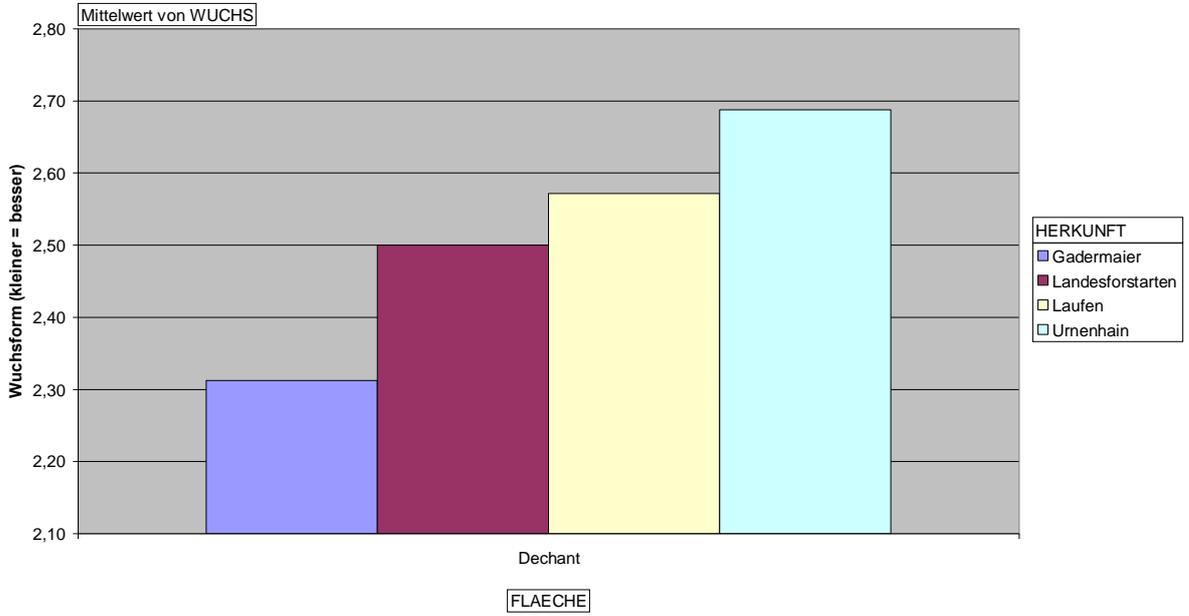




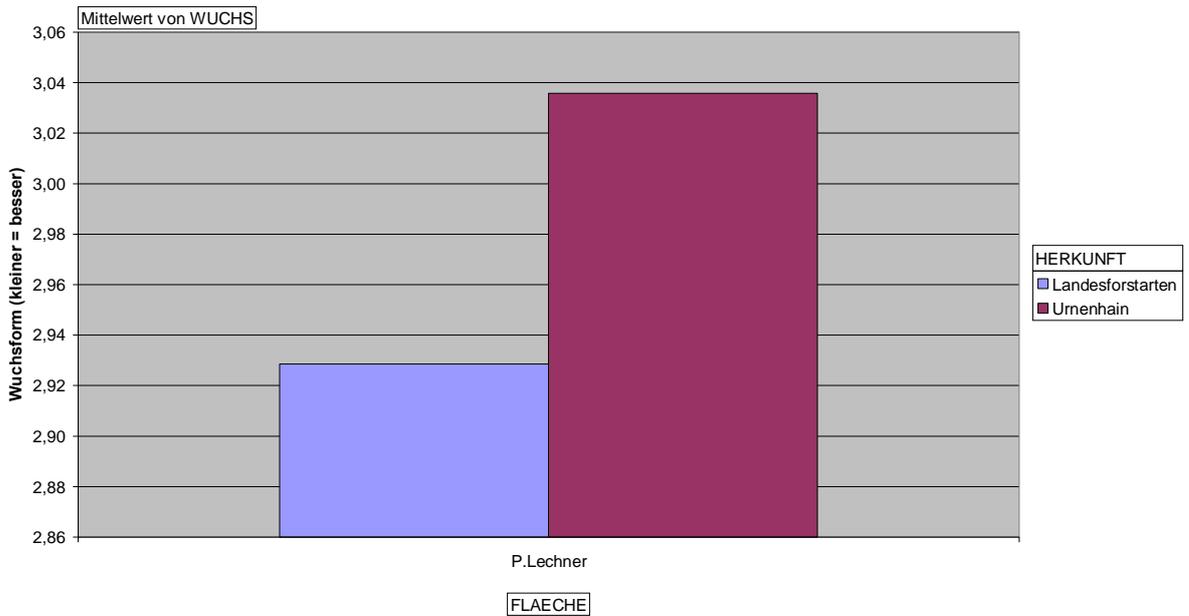


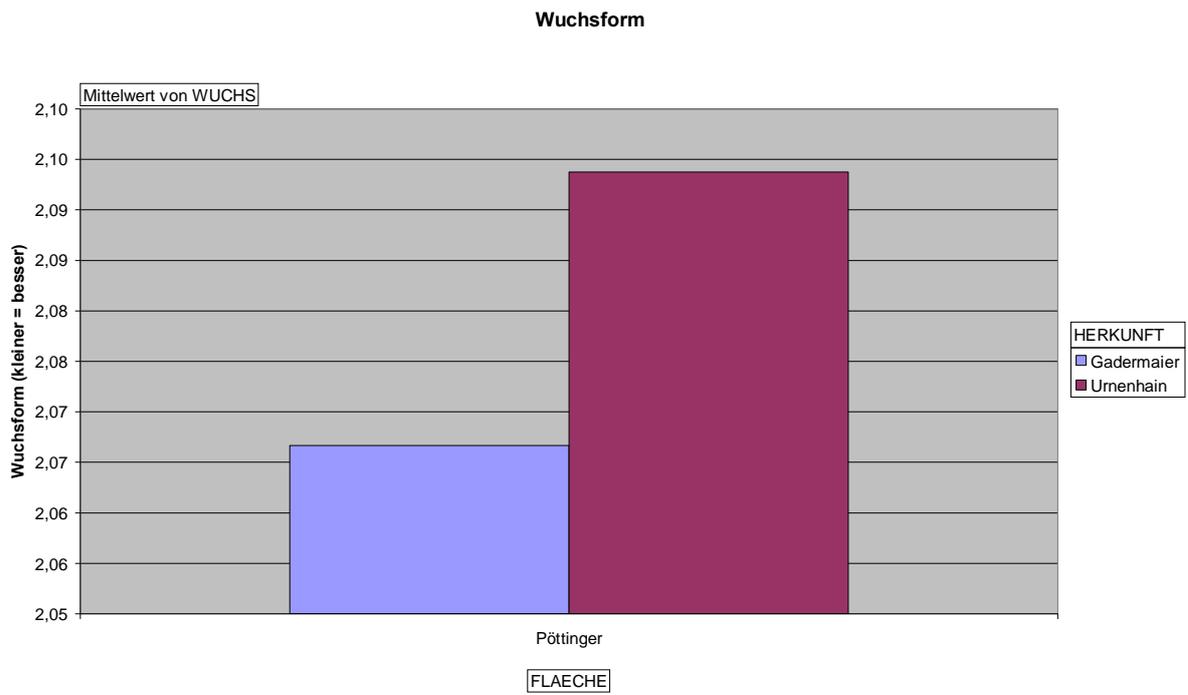
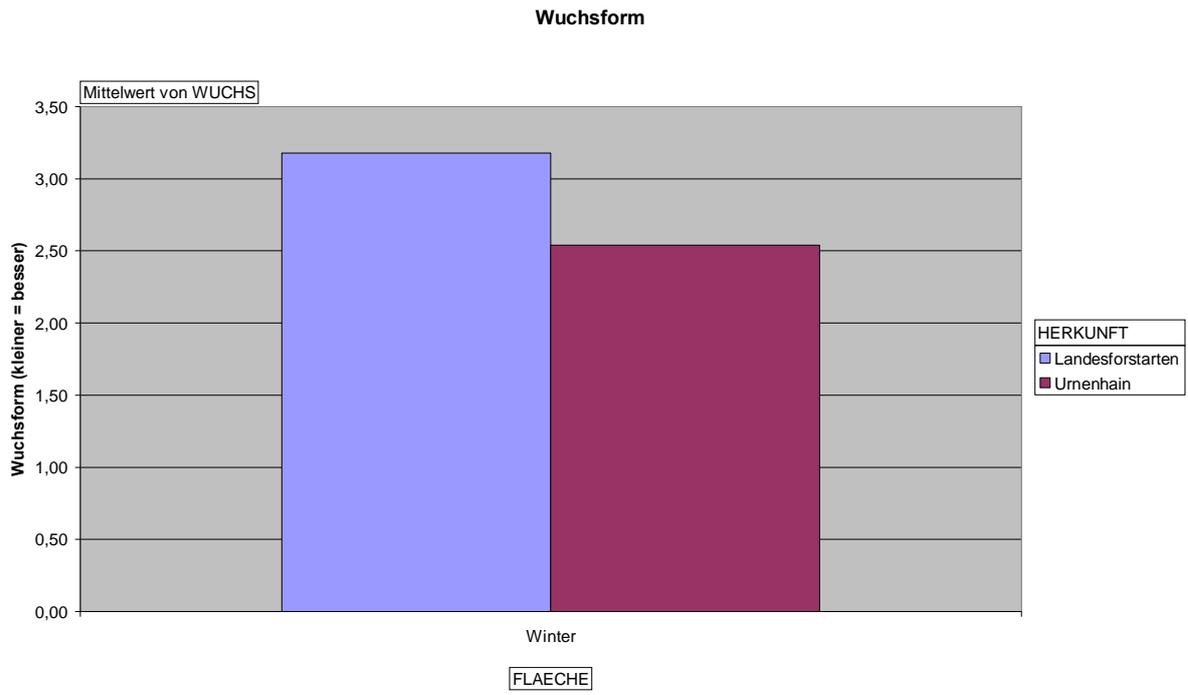


Wuchsform

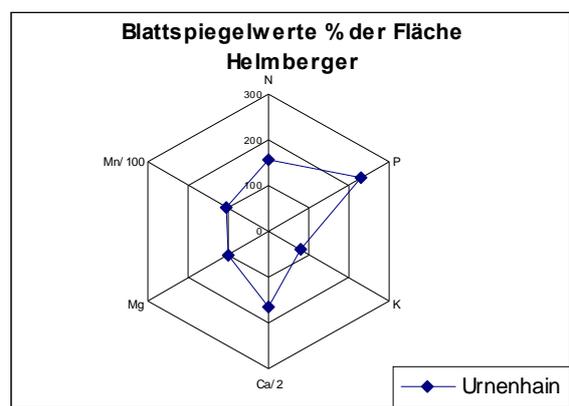
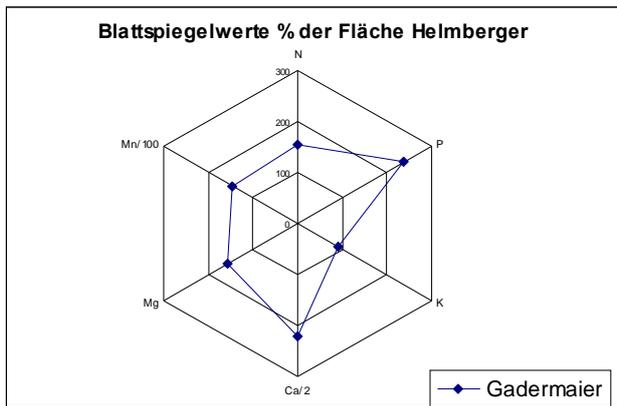
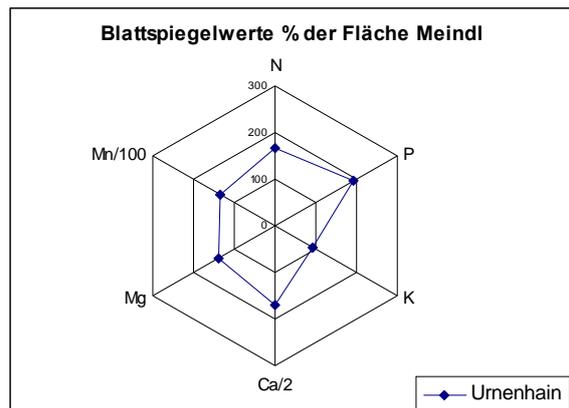
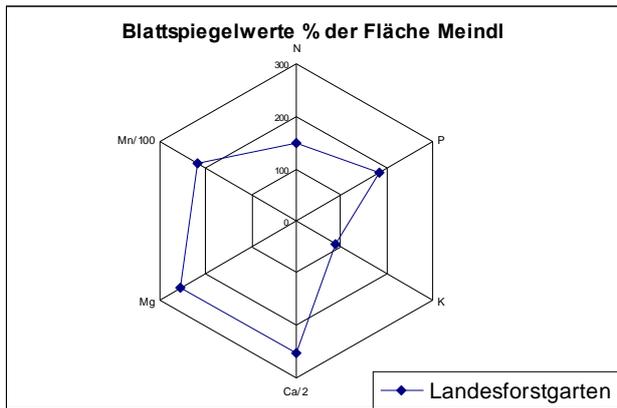


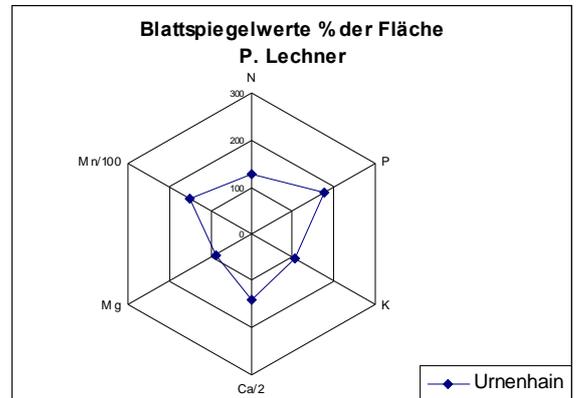
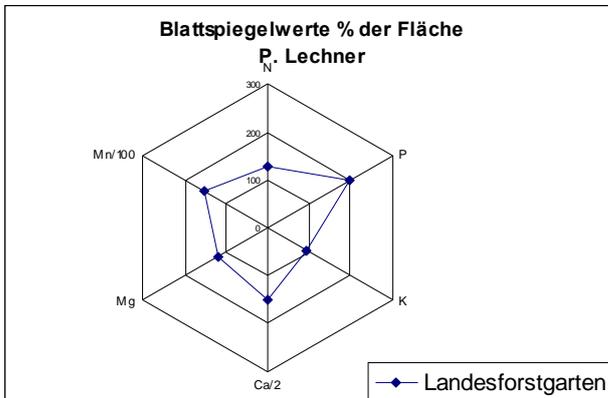
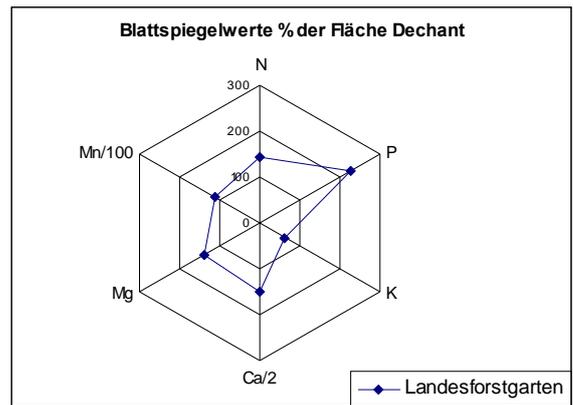
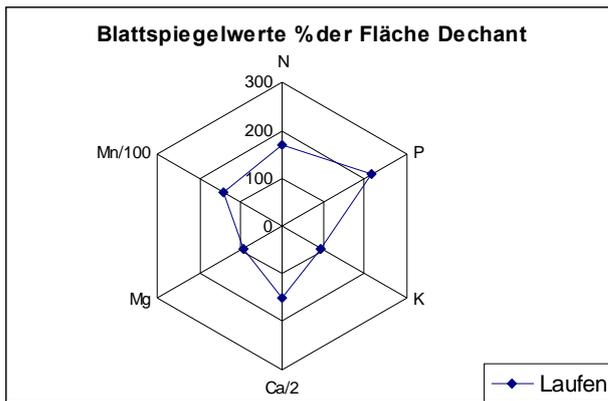
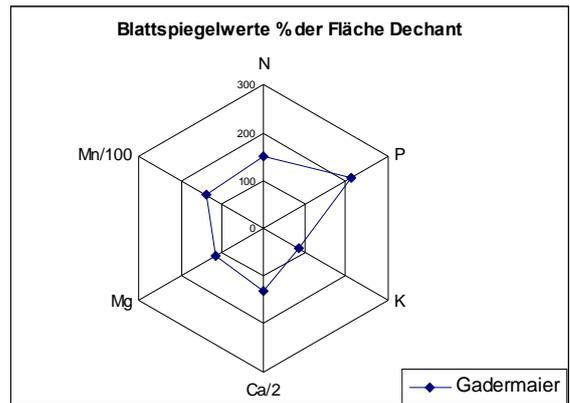
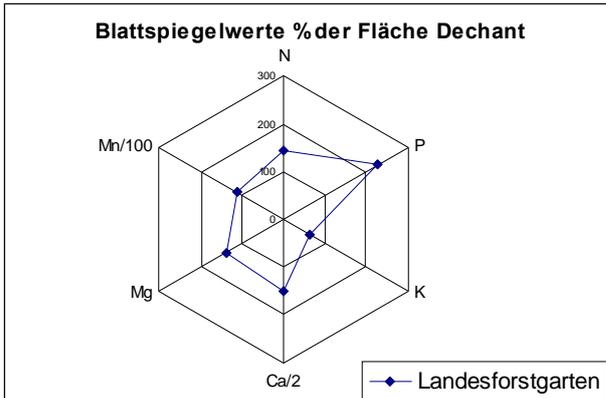
Wuchsform

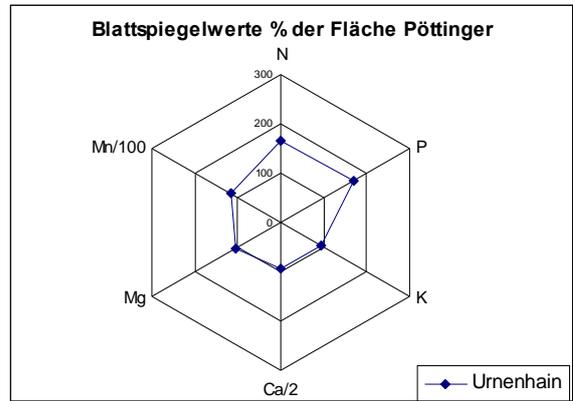
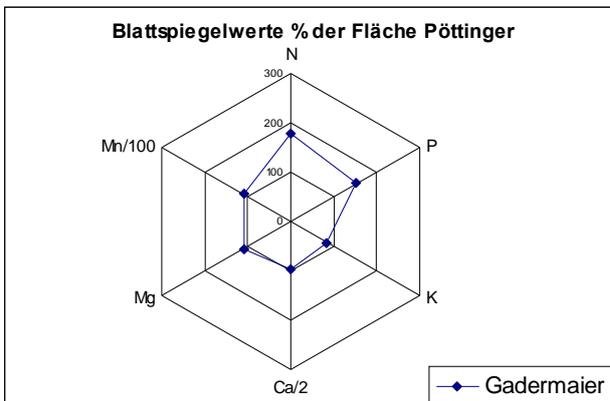
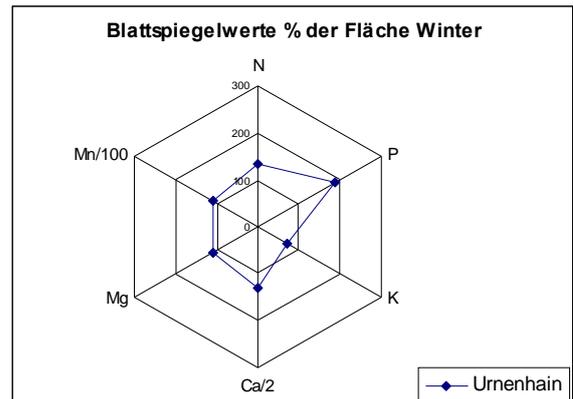
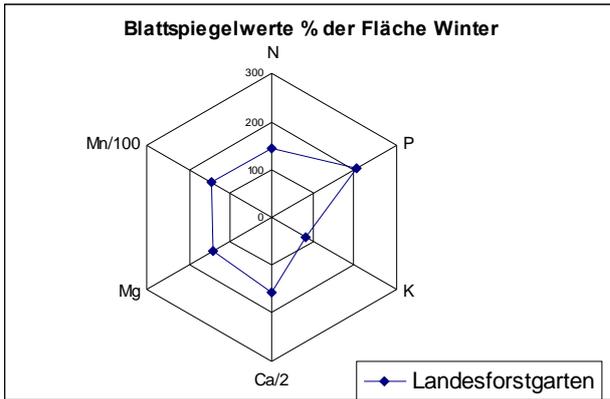




ANHANG 7 – Blattspiegelwerte







Eichen-Biogruppen: OFR Dr. G. Strobel: Quelle: AFZ - Der Wald, 8/2000, S. 396ff.
 OFR Dr. G. Strobel ist Referent an der Abteilung Forstliche Produktion, Jagd und Fischerei der Forstdirektion Stuttgart

8. Anhang – 8: Eichen Biogruppen

Von Gerhard Strobel, Stuttgart

8.1.1. Einführung

Im Frühjahr 1990 sind in den Wäldern im Bereich der Forstdirektion Stuttgart infolge des Sturmereignisses "Vivian" und "Wiebke" und dessen Folgewirkungen bis 1994 insgesamt annähernd 7 Mio Fm Holz außerplanmäßig angefallen. Der Orkan "Lothar" hat in der selben Region am 26. Dezember 1999 nachmittags weitere 5 bis 6 Mio Fm Holz geworfen oder gebrochen und dem folgenden Thema unvermutet wieder Aktualität verschafft.

8.1.2. Eiche auf Sturmwurfflächen

Es stellte sich damals wie heute die Herausforderung, große vom Sturm kahlfegte Flächen rasch mit standortgerechten, stabilen Baumarten in Bestockung zu bringen. Auf den 1990 bevorzugt vom Sturmwurf betroffenen wechselfeuchten bis staunassen Problemstandorten versprach die Eiche den standörtlichen Erfordernissen gerecht zu werden. Angesichts drohender Begrünungskosten von bis zu 30.000 DM/ha für eine gesicherte flächige Eichenkultur sah man sich gezwungen, zeit- und kostensparende Alternativen zu testen. Man besann sich polnischer Versuche mit Eichen-Nesterpflanzungen.

8.1.3. Geschichte der Eichen-Biogruppen

Der Gedanke der Eichen-Nesterpflanzung geht auf **Ogijewski** zurück, der 1911 erste Versuche mit Gruppenpflanzungen unternommen hatte. **Szymanski** (1952) in Polen griff diese Idee auf und entwickelte sie seither weiter.

Das Verfahren nahm sich die Natur zum Vorbild: In natürlichen Eichenwäldern wird der Oberboden plätzweise von Wildschweinen gebrochen. Dadurch entstehen ideale Keimbedingungen für den Eichen-Aufschlag. Der örtlich konzentriert dicht aufwachsende Jungwuchs beschattet den Boden innerhalb der Gruppe so stark, dass Konkurrenzvegetation zurückgehalten wird. Gleichzeitig entstehen auch die Eichen miteinander in so intensiver Konkurrenz, dass ein günstiges Mikroklima innerhalb des Nestes entsteht und eine frühzeitige Ausdifferenzierung und Astreinigung erfolgt.

Neben Einsparungen durch konzentrierte Pflanzung und geringere Kultursicherungskosten versprach man sich von der Nesterpflanzung einen Schutz der qualitativ besten Bäumchen in Nestmitte vor Wildverbiss.

8.1.4. Methoden

Szymanski [9] empfiehlt (nach Erfahrungen aus einer Versuchsdauer von über 20 Jahren) v.a. auf nährstoffreichen, wüchsigen Standorten kreisförmige, 1-m-breite Nester mit je 21 einjährigen Eichen-Pflanzen im 25 x 25 cm-Pflanzverband bei einem beliebigen Abstand zwischen den Nestern (**Szymanski**: 4 x 4 oder von 5 x 8 m). Im Alter von 30 Jahren soll nach seinem Modell eine gutgeformte Eiche übrig bleiben.

Weiterentwickelt wurde die Nester-Pflanzung durch **Gockel** [1] mit der "Trupp-Pflanzung". Diese sieht innerhalb der Biogruppe auf 1 m vergrößerte Pflanzabstände vor. Um eine zentrale Eiche werden zwei (bzw. drei) konzentrische Kreise im radialen Abstand von jeweils 1 m gesogen. Auf diesen Kreisen werden insgesamt 19 (bzw. 27) Eichen im 1 m-Abstand gepflanzt. Im Gegensatz zu **Szymanski** legt **Gockel** einen zusätzlichen äußeren Kreis dienender Baumarten fest. Ausgehend von einer Z-Baum-Zahl im Endbestand von 100 Eichen liegen die Mittelpunkte der Trupps jeweils 10 m auseinander.

8.1.5. Versuche in Nordwürttemberg

In Anlehnung an **Szymanski** wurden auf den Sturmwurfflächen Nordwürttembergs in den Folgejahren nach den Stürmen "Vivian" & "Wiebke" in mehreren Forstämtern Versuche mit der Eichen-Nesterpflanzung angestellt. Eine Erhebung der Anbauflächen nach dem Standort, dem Abstand innerhalb und zwischen den

Nestern, der verwendeten Pflanzzahl, den Pflanzensortimenten und den verschiedenen Pflanzmethoden zeigte, dass die ersten Erfahrungen nur schwer vergleichbar waren.

Die Gruppengrößen entsprachen zwar in den meisten Fällen etwa der von **Szymanski** vorgeschlagen; die Pflanzabstände innerhalb der Biogruppen aber variierten bei Pflanzanzahlen von 6 bis 35 Stück zwischen 0,17 und 1 m. Das Pflanzensortiment reichte von 2/0- bis 1/2- (2/1)-Pflanzen zwischen 50 und 120 cm Höhe (Tab.1).

Forstamt	Waldort	Begründung	Standort	Biogruppen-Verband	Abstd. innerhalb der Biogruppen	Ei/Bio-gruppe	Sortiment	Pflanzung
Neuenstadt	SW Abt. 2/14	1990	vnDL	10 x 5 m	25 x 25 cm	25	Sei 2+0, 30-50	Hohlspaten
Neuenstadt	SW Abt. 2/12	1991	wf bis vn DL	10 x 5 m	20 x 20 cm	25	Sei 1/2, 80/120	Hacke
Neuenstadt	GW Mockmühl Abt. 1/9	1990	staunasser StO	10 x 10 m	17 x 17 cm	35	Tei 2+0, 30-50	Hohlspaten
Tauberbischofsheim	SW Abt. 1/8	1990	wfT, wfLKM	7 x 7 m	25 x 25 cm	21		
Tauberbischofsheim	SW Abt. 1/10	1990	mKVL, mSL	7 x 7 (bis 10)	25 x 25 cm	21	2/0, 30-50	Winkel
Tauberbischofsheim	GW Königheim Abt. 22/5	1990	LKM	7 x 7 (bis 9)	25 x 25 cm	21	2/0, 30-50	Winkel
Leonberg	SW Abt. 3/1	1990	SK+, hS+, hTL	8 x 8 m	30 x 30 cm	25	Sei 1/2, 2/1, 50-80	
ehem. BFA Heilbronn	BW Abt. 7 b1	1989	Lk?, S	6 x 6 m	20 x 20 cm	21	Sei 2/0	
Schrozberg	SW Distr. 6	1991/92	vnSK, vnT	10 x 10 m	50 x 50 cm bis 1 x 1 m	10	Sei 1/2, 2/1, 50-80, 30-50	Hohlspaten
Schrozberg	SW Abt. 13/10	1991	vnLk	8 x 8 m	1 x 1 m	6 - 10		Hohlspaten, Winkel
Schrozberg	SW Abt. 14/5	1989	uL über LKM	10 x 10 m	1 x 1 m	7		

Abkürzungen: SW = Staatswald, GW = Gemeindefeld, BW = Bundeswald, Sei = Stieleiche, Tei = Traubeneiche, wf = wechselfeucht, vn = vernässend, S = Sand, SK/LK = Sandkerf / Lehmkerf (25 - 60 cm Sand / Lehm über Ton), DL = Decklehm, LKM = Lettenkeupe-Mischlehm, T = Ton, uL = schluffiger Lehm

Tabelle 1: Begründungsstrategien von Eichen-Biogruppen in verschiedenen Forstämtern der Forstdirektion Stuttgart

Seit wenigen Jahren werden auch Biogruppen-Pflanzungen nach dem Trupp-Verfahren von Gockel [1] angelegt. Aufgrund der kurzen Beobachtungszeit können sie in diesem Beitrag nicht Gegenstand der Betrachtung sein.

8.1.6. Erfahrungen mit Nesterpflanzungen

Dem Nester-Ansatz von Szymanski am nächsten kommen mehrere Flächen in den Forstbezirken Neuenstadt, Tauberbischofsheim und Leonberg (Tab. 1). Im Rahmen der Sturmwurfflächen-Wiederbewaldung 1990/1991 wurden hier im Pflanzverband 25 x 25 cm (bzw. 30 x 30 cm) Eichen-Nester mit 21 bzw. 25 Eichen je Nest gepflanzt. In keinem Fall wurde eine Flächenräumung vorgenommen. Nachbesserungen sind nicht erfolgt. Bei intensiver Jagdausübung wurden die Flächen gegen Wildeinfluss

nicht geschützt. Die aufgelaufenen Kosten in Neuenstedt und Leonberg beziffern sich auf jeweils 12.500 DM/ha.

- Probleme bereiteten in **Neuenstedt** die starke Brombeer-Konkurrenz, die in etlichen Fällen die Nester zu überwachsen drohte, sowie eine in den ersten fünf Jahren starke Verbissbelastung von 85 % der Eichen. In 1996 wurde versuchsweise jedes zweite Nest ausgeschnitten, um den Effekt der Kultursicherungsmaßnahme zu erproben. Das Ausschneiden der Brombeeren erwies sich nicht unbedingt als Vorteil, da die eng aufgewachsenen Eichen einerseits einen Teil ihres Stützgerüsts, andererseits ihren "natürlichen Stacheldraht" gegen Wildverbiss verloren. Heute machen die Eichen-Nester einen vitalen und qualitativ guten Eindruck.

1997 wurden in den damals durchschnittlich 2,2 m hohen Nestern Individuenzahlen von 6 bis 24 Eichen gezählt. In jedem Nest konnten sich einige gut entwickelte und qualitativ befriedigende Eichen durchsetzen. Positiv wirkte die Unterfütterung der Nester mit natürlich verjüngter Esche, Hainbuche und Weichlaubhölzern, insbesondere der Birke. Eindeutige Wachstums- oder Qualitätsunterschiede zwischen gepflegten und ungepflegten Nestern konnten nicht festgestellt werden.

- Im Gegensatz zu dieser im Ergebnis günstigen Entwicklung musste im **Stadtwald Möckmühl** in einer sehr eng gepflanzten und individuenreichen Nesterfläche nach starken Verbiss- und Dürreschäden (möglicherweise auch durch Verdichtungsschäden durch das Antreten der Pflanzen und durch die Verwendung der Trauben- statt der vermutlich geeigneteren Stieleiche) 1993 ein Totalausfall der Kultur vermerkt werden.
- In den Zwischenräumen zweier Nesterflächen im Forstbezirk **Tauberbischofsheim** kam sehr wenig Naturverjüngung an. Die Qualitätsentwicklung verlief aufgrund des geringen Seitendrucks durch dienende Baumarten bislang nicht optimal. Messungen 1998 ergaben, dass 95 % der Nester bei durchschnittlich fünf Eichen/Nest mit Höhen zwischen 1,5 bis 2,5 m vorhanden waren. In nahezu jedem Nest waren 1 bis 2 vitale Eichen zu finden.
- Überaus positiv entwickelten sich die Eichen-Nester im Forstbezirk **Leonberg**. Auf dem bodenphysikalisch relativ günstigen Standort wachsen vitale und gut geformte Nester mit geringen Ausfällen. Mit Ausnahme einer Startdüngung und einem einmaligen Auskesseln der Nester wurden seit der Pflanzung keinerlei Maßnahmen durchgeführt. Zwischen den Nestern ermöglichten einige übrig gebliebene Samenbäume reiche Buchen-, Lärchen- und Weichlaubholzverjüngung. Die gute Qualität selbst einzelner freistehender Nester drängt die Vermutung auf, dass das Pflanzgut (Sortiment 81706) besonders geeignet gewesen sein muss.

8.1.7. Abweichungen vom klassischen Pflanzenkonzept

Im Unterschied zu den oben beschriebenen wichen die nachfolgend beschriebenen Eichenflächen mehr oder weniger deutlich vom klassischen Nesterkonzept ab:

- Im ehem. Bundesforstamt **Heilbronn** war die Grundkonzeption der Bestandesbegrünung zwar ähnlich. Allerdings wurde die Fläche von 1,2 ha gegen Wildeinfluss gezäunt. 1992 wurden die Nester mit einem Aufwand von ca. 20 Std./ha freigeschnitten. 1997 erfolgte bereits eine Negativauslese innerhalb der Nester mit einem Aufwand von 25 Std./ha; dabei wurden die Mischbaumarten zwischen den Nestern gefördert. Die Eichen dieser Flächen waren im Durchschnitt vital, jedoch deutlich schlechtförmiger. Sie wölbten sich mit ihren Kronen "blumentopfartig" über die Nester hinaus.
- Auf fast 40 ha Sturmfläche wurde im Forstbezirk **Schozberg** Erfahrung mit Eichen-Biogruppen gesammelt. Die größte Fläche mit 36 ha (in Distr. 6 und 13) wurde mit nur (6 bis) 10 Eichen je Biogruppe im Abstand zwischen 0,5 x 0,5 m bis 1,0 x 1,0 m begründet. Durch Schwerpunktpflicht auf dieser Fläche konnte die Wildverbissbelastung von Anfang an gering gehalten werden. Probleme bereitete die hohe Verjüngungsfreudigkeit der Birke bei gleichzeitig ausbleibender Verjüngung anderer Begleitbaumarten. So wurden die Eichen 1996 unter 4 m hohem Birkenschirm ausgekesselt. Im Jahr 1997 waren auf dieser Fläche immerhin noch 3/4 der damals 1,5 bis 2,0 m hohen Eichen vorhanden. Angesichts der äußerst schwierigen Standortbedingungen ist die Entwicklung der Eichen-Biogruppen hinsichtlich ihrer Vitalität positiv zu werten.
- Unsicher ist die Entwicklungsprognose in **Abt. 14/15** auf einer standörtlich günstigeren Fläche im selben Forstbezirk **Schroberg**. Auf einer 2,3 ha großen Fläche, die 1980 mit Kirsche und Linde im Weitverband begründet wurde, kam es durch Vergrasung und Mäuseschäden zu einem hohen Ausfall. Gleichzeitig samte sich die Birke flächig an. Sie wurde mehrfach zurückgehauen, wodurch

es zu starken Stockausschlägen der Birke kam. Als Alternative zu einer Kulturwiederholung sah die Forsteinrichtung 1988 Löcherhiebe vor, in die kleine Eichen-Biogruppen mit je sieben Eichen gepflanzt wurden. Idee war, die Eichen in den Lichtschächten hochwachsen zu lassen. 1995 wurden neben den verbliebenen Kirschen die Eichen-Biogruppen im Rahmen einer Jungbestandspflege gefördert.

8.1.8. Faktoren bei der Optimierung

Wichtige Faktoren bei der Optimierung der Eichen-Biogruppen-Entwicklung sind neben Pflanzenqualität, Pflanzenherkunft und schonenden Pflanzverfahren die Regelgrößen **Pflanzabstände** und **Pflanzanzahlen** innerhalb der Biogruppe. Für enge Pflanzabstände spricht die rasche Unterdrückung der Konkurrenzvegetation. Die Ansammlung von Konkurrenzbaumarten innerhalb der Biogruppe ist erschwert, die Notwendigkeit einer Mischwuchsregulierung geringer. Bei engen Pflanzverbänden nimmt der Einfluss durch Wildverbiss ab, da v.a. die inneren Eichen dem Wild rascher nicht mehr zugänglich sind. Die innerartliche Konkurrenz ist so hoch, dass es zu einer raschen Astreinigung und meist auch schnell zu einer Selbstdifferenzierung kommt.

Den positiven Aspekten enger Pflanzverbände steht die tendenziell ungünstigere h/d-Wert-Entwicklung und damit die beeinträchtigte Stabilität des Einzelbaums entgegen. Spielen Konkurrenzvegetation und Wildverbiss eine untergeordnete Rolle, sind weitere Pflanzverbände in der Biogruppe erwägenswert. Die Anzahl der Biogruppen orientiert sich zweckmäßigerweise an der gewünschten Anzahl an Z-Bäumen je Hektar im Endbestand, die nach der Waldentwicklungstypen-(WER) Richtlinie Baden-Württemberg 1999 im WET Stieleichen-Mischwald bei 70 bis 90 Bäumen liegt, entsprechend einem Biogruppen-Abstand von 10 bis 12 m.

Ein weiterer entscheidender Faktor der Qualitätsentwicklung ist der **Konkurrenzdruck durch dienende Baumarten** (Füllbestand) um die Biogruppen. Die Konkurrenzbaumarten verhindern v.a. in der frühen Phase (die Gegenstand dieser Betrachtung ist) Grobastigkeit und protziges Erwachsen von Randbäumen. Dies mindert den Zwang, den zukünftigen Z-Baum nur aus der Gruppenmitte rekrutieren zu müssen. Negative Auswirkungen einer zu frühen Mischwuchsregulierung im Füllbestand können massive Stockausschläge sein, die im Zweifelsfall die Entwicklung der ganzen Biogruppe beeinträchtigen.

Dritter und grundlegender Faktor ist die **Kontrolle des Schalenwildbestandes**, insbesondere in der kritischen Anfangsphase, durch Schwerpunktjagd auf diesen Flächen.

8.1.9. Fazit

Ziel der Begründung von Eichen-Biogruppen auf Sturmflächen ist eine rationelle, kostengünstige Bestandesbegründung bei geringen Folgekosten. Die auf dem Standort mögliche Weiterentwicklung des künftigen Bestandes soll nicht geschmälert werden.

Nach den ersten Erfahrungen ist dieser waldbauliche Ansatz dann geeignet, wenn die Fehler (ungeeignetes Pflanzenmaterial / Pflanzmethode, zu weite / zu enge Verbände in den Biogruppen, keine ausreichende Umfütterung mit Konkurrenzbaumarten, Unterbrechung der Qualifizierung durch zu frühe Eingriffe in die Biogruppe, hoher Wildverbiss) ausgeschaltet und die Verfahren den standörtlichen Verhältnissen angepasst worden sind.

Die von der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg angestrebte, naturnahe Waldwirtschaft ist gekennzeichnet durch das Bemühen, standortgerechte, kleinflächige Mischungen in Trupp- bis Gruppengröße zu entwickeln und zu fördern. Der Ansatz, die Eiche in Biogruppen anstatt auf der traditionell großen Fläche in standortgerechte Buchen-Eichen-Mischwälder einzubringen, passt in dieses Konzept und erweitert dessen Bedeutung weit über die rationelle Sturmflächen-Wiederbewaldung hinaus.

Quelle: AFZ - Der Wald, 8/2000, S. 396ff.

OFR Dr. G. Strobel ist Referent an der Abteilung Forstliche Produktion, Jagd und Fischerei der Forstdirektion Stuttgart.

8.1.10. Literaturhinweise:

[1] Gockel, H.A., 1995: Die Trupp-Bepflanzung - ein neues Pflanzschema zur Begründung von Eichenbeständen, Forst und Holz 50 (18): 570

- [2] Guericke, M., 1996: Versuche zur Begründung von Eichenbeständen durch Nesterverpflanzung, forst und Holz (51): 577-583.
- [3] Gussone, H.A. u. Richter, A., 1994: Eichen-Nester - Zweiter Bericht der Versuche mit Nesterpflanzungen in Norddeutschland, Forst und Holz 49 (11): 300-304.
- [4] Kenk, G., 1980: Pflegeprogramm Werteiche. Überlegungen zu einem Betriebszieltyp. in: MLR Ba-Wü: Begründung und Pflege von Werteichenbeständen, Stuttgart: 89-116.
- [5] Leder, B., 1996: Pflanzenverbände bei der Begründung von Eichen-Kulturen, BDF-Aktuell 9: 6-10.
- [6] Lüpke, B. v., 1991: Einfluss der Konkurrenz von Weichlaubhölzern auf das Wachstum junger Traubeneichen, Forst und Holz 46 (7): 166-171.
- [7] Mangold, S., 1988: Versuche mit Eichen-Nesterpflanzungen, Forst und Holz 43 (18): 460-461.
- [8] Schölch, M; Eh, M; Kenk, G., 1994: Natürliche Wiederbewaldung von Sturmflächen, AFZ Nr. 2/1994: 92ff.
- [9] Szymansky, S., 1986: Die Begründung von Eichen-Beständen in "Nest-Kulturen", Forst und Holz 41 (1): 3-7.

Anhang 9 – Literaturverzeichnis

AUER, I.; BÖHM, R.; DOBESCH, H.; HAMMER, N., KOCH; E.; LIPA, W.; MOHNL, H.; POTZMANN, R.; RETITZKY C.; RUDEL, E.; SVABIK (1998a): Klimatographie und Klimaatlas von Oberösterreich, Bd.2: Klimatographie. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik. OÖ Musealverein - Gesellschaft für Landeskunde. Linz/Wien, 599 S.

AUER, I.; BÖHM, R.; DOBESCH, H.; HAMMER, N., KOCH; E.; LIPA, W.; MOHNL, H.; POTZMANN, R.; RETITZKY C.; RUDEL, E.; SVABIK (1998b): Klimatographie und Klimaatlas von Oberösterreich, Bd.3: Klimaatlas. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik. OÖ Musealverein - Gesellschaft für Landeskunde. Linz/Wien, Karten 1-46

BERGMANN, J-H (2001) : Die natürliche und künstliche Verjüngung der Eichenarten *Quercus robur* und *Quercus petraea* (MATTUSCHKA) LIEBL.. (Berichte aus der Holz- und Forstwirtschaft) Shaker Verlag, Aachen 131 S.

BERGMANN,W. (1986)"Farbatlas - Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen", G.Fischerverlag, Jena

BRUNNER, A. (1994): Ökologische Lichtmessung im Wald. Forstarchiv 65 (1994), S. 133-138

FEICHTNER, C. (1999) Eichennester und Läuterung, ÖFZ 6/99, S.14-15

FLÜCKIGER,W (1987)"Untersuchungen Über Ernährungszustand von Buchen(*fagus sylvatica*) und Fichten(*picea abies*) und den Nährstoffgehalten im Boden in festen Beobachtungsflächen in der Schweiz." in Glatzel,G(Hrsg); Möglichkeiten und Grenzen der Sanierung immisionsgeschädigter Waldökosysteme, Univ. für Bodenkultur, Wien, S.65-81

GOCKEL, H.A, (1994) Soziale und qualitative Entwicklungen sowie Z-Baumhäufigkeiten in Eichenjungbeständen – Die Entwicklung eines neuen Pflanzschemas „Die Truppplantzung“. Dissertation der Georg – August-Universität, Göttingen, 168 S.

GUERICKE, M. (1996): Versuche zur Begründung von Eichenbeständen durch Nesterpflanzung. Forst und Holz Jg51, Nr.17: S.577-582

GUSSONE, H.-A. (1996): Apropos Eichennester. Forst und Holz Jg51, Nr.17, S.582-583

HAGER, H; KAZDA, M.; PICHLER, M,; KRAUS T.; SCHMID I.; WAGNER C. (1998): Wachstum von Laubholzvoranbau in sekundären Nadelbeständen, Forschungsbericht des Instituts für Waldökologie an der Universität für Bodenkultur, Wien 97 S.

HAGER, H.; PICHLER, M.; KAZDA, M. (2001): Beitrag zur Lichtökologie und zum Wachstum junger Voranbaupflanzen (*Quercus petraea*, *Fagus sylvatica* und *Acer pseudoplatanus*), Centralblatt für das gesamte Forstwesen Jg 48, Heft 4, S.175-192

HARTMANN, G. et al (1988) "Farbatlas Waldschäden - Diagnosen von Baumkrankheiten" Ulmer, Stuttgart, 256 Seiten

HAUSKELLER-BULLERJAHN, K. (1997): Wachstum junger Eichen unter Schirm. Dissertation an der Georg-August-Universität, Göttingen, 142 S.

HUBER, S (1993) "FIW-Forschungsbericht. Bodenmineralstoffhaushalt, Ernährungszustand und Kronenverlichtung von Eichenwäldern im Nordöstlichen Österreich", Österreichische Gesellschaft für Walökosystemforschung und experimentelle Baumborschung; Offsetdruckerei Anton Riegelnik, Wien

JARVIS, P. G. (1963). The effects of acorn size and provenance on the growth of seedlings of sessile oak. Quart. J. For., 57, S.11-19 IN: ZIEGENHAGEN und KAUSCH (1993)

JARVIS, P.G. (1964): The adaptability to light intensity of seedlings of *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. J. of. Ecol. 52, S. 545-571 IN: ZIEGENHAGEN und KAUSCH (1993)

KAZDA, M. (1997): Lichtverteilung in Waldbeständen – Konsequenzen für den Waldbau. ÖFZ 4/1997 S. 11-13

Krapfenbauer, A. (1961): Standortsuntersuchungen als Grundlage für die Planung forstlicher Düngungsmaßnahmen, Habilitationsschrift Universität für Bodenkultur, Wien

Mutsch, F. (2003); Waldzustandsmonitoring in Österreich. Ergebnisse der Intensivbeobachtungsflächen (Level 2), Forstlichen Bundesversuchsanstalt Wien /Waldforschungszentrum

MANGOLD, S. (1988): Versuche mit Eichen-Nesterpflanzung. Forst und Holz, Jg 43, Nr.18, S.460-461

NUTTO, L. (1998): Neue Perspektiven für die Begründung und Pflege von jungen Eichenbeständen: Schriftenreihe Freiburger Forstliche Forschung. Bd 5, Dissertation, 190 S.

PICHLER M. (1994): Baumartenempfehlungen aus der Standortkartierung unter Verwendung von GIS – am Beispiel des Reviers Holzöster der Castell-Castell'schen Forstverwaltung. Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur; Wien. 88 S.

RICH M. P. et al (1999): Hemiview User Manual, Version 2.1, Delta-T Devices Ltd., U.K. 77 S.

RUHM, W. (1999): Versuche zur Teilflächenkultur als Maßnahme zum Umbau sekundärer Nadelwälder, FBVA Berichte 111, Bundesamt und Forschungszentrum für Wald, Wien 2 S.

SZYMANSKI, S. (1986): Die Begründung von Eichen in „Nest-Kulturen“. Forst und Holz 41: S. 3-7

WEINREICH, A. (2000): Qualitätsentwicklung junger Eichen in Bestandeslücken. Dissertation an der Albert-Ludwigs-Universität, Freiburg im Breisgau.

ZIEGENHAGEN, B: (1989). Die Reaktionen ein- und zweijähriger Stiel- und Traubeneichen auf unterschiedliche Strahlungsverhältnisse.- Untersuchungen im Schattierungsexperiment und am Waldstandort als Beitrag zur Klärung der Bedingung zur Eichenverjüngung. Inaugural-Dissertation an der Rheinischen Friedrich-Willhelms-Universität, Bonn 207 S.

ZIEGENHAGEN, B; KAUSCH, W (1993): Zur Reaktion junger Eichen auf Licht und Schatten. Forst und Holz Jg 48, Nr 7 S. 198 - 201