

**Waldbauliche Analyse und Beschreibung von *Taxus baccata* L.
in Buchenmischwäldern des Eiben-Generhaltungswaldes
Losenstein in Oberösterreich**

Diplomarbeit

von

MATTHIAS RASCHKA

zur Erlangung des akademischen Grades

Diplomingenieur der Forstwirtschaft (Dipl.– Ing.)

Betreuer und Beurteiler:

Ao. Univ. Prof. Dipl.– Ing. Dr. Harald Vacik

Mitbetreuer:

Ass. Prof. Dipl.– FW Dr. Raphael T. Klumpp

Dipl.-Ing. Herwig Ruprecht

eingereicht am 25. März 2009

Institut für Waldbau

Department für Wald- und Bodenwissenschaften

der Universität für Bodenkultur, Wien

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre hiermit an Eides Statt, dass ich die vorliegende Diplomarbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet und die daraus wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Diese Arbeit wurde bisher weder in gleicher noch in ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.

Wien, am 25. März 2009

Matthias Raschka

*Meinen Eltern
gewidmet*

Danksagung

„Holzhacken ist deswegen so beliebt, weil der Erfolg unmittelbar sichtbar wird.“ Mit diesem Zitat von Albert Einstein danke ich allen voran meinen Eltern, die niemals mein Studium in Frage stellten und mir sowohl finanziell als auch emotional jahrelang Rückhalt boten.

Besonderer Dank gilt außerdem meiner bezaubernden Freundin Johanna, die mir während der gesamten Studienzeit immer liebevoll zur Seite stand.

Für die interessante Aufgabenstellung möchte ich mich bei Herrn Ass. Prof. Dipl.– FW Dr. R. Klumpp bedanken, der mich bei meiner Arbeit sehr unterstützte. Bei Herrn DI Herwig Ruprecht bedanke ich mich für die Hilfe bei der Datenausarbeitung. Ein besonderer Dank gilt Herrn Ao. Univ. Prof. DI Dr. H. Vacik für die rasche Durchsicht und Beurteilung der Diplomarbeit. Allen dreien danke ich recht herzlich dafür, dass sie sich trotz ihrer straffen Terminpläne immer Zeit für mich nahmen.

Ein großes Dankeschön gebührt des Weiterem den Herren des Oberösterreichischen Landesforstdienstes. Im Besonderen Herrn Hofrat DI C. Jasser, von dem der initiale Impuls meiner Diplomarbeit kam, Herrn Forstrat DI G. Aschauer, Herrn Bez.OFö. K. Heimpl und Herrn Bez.OFö. Ing. S. Köppl.

Nicht unerwähnt darf die große Hilfe bei den Außenaufnahmen bleiben. An dieser Stelle danke ich recht herzlich allen Freunden die mich dabei unterstützten.

Für die Erlaubnis ihre Bestände aufzunehmen, möchte ich den Waldbesitzern, der Familie Schmidthaler und der Familie Templ, meine Dankbarkeit ausdrücken.

Ebenso danke ich allen Freunden und Studienkollegen die mit mir diesen unvergesslichen Lebensabschnitt, des Studiums der Forstwirtschaft an der Universität für Bodenkultur in Wien, teilten.

Abschließend möchte ich an dieser Stelle noch meines Onkels und Paten RegR. Ing. D. Raschka gedenken, der als passionierter Forstmann mein Studium stets verfolgte, jedoch meinen Abschluss leider nicht mehr erleben konnte.

Matthias Raschka

Wien, im März 2009

Abstract

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die momentane Situation des Eibenvorkommens in Losenstein in Oberösterreich zu beschreiben und die Auswirkungen der bis dato getätigten Pflegeeingriffe festzustellen, um daraus waldbauliche Empfehlungen zum nachhaltigen Schutz von *Taxus baccata* L. in dem 39,6ha großen Eiben-Generhaltungswald Losenstein auszuarbeiten. Drei Waldparzellen mit unterschiedlichen Pflegezuständen wurden untersucht. Die Zustandserfassung erfolgte durch eine Vollaufnahme der Bestände und eine standardisierte Erhebung von Einzelbaummerkmalen an den Eiben. Zur Charakterisierung der Konkurrenzverhältnisse, der Standorts- und Bestandesparameter sowie der Verjüngungssituation der Eiben wurde ein Stichprobenverfahren mit einem Raster von 30x30m angewandt. Die durchschnittlichen Brusthöhendurchmesser und Höhen (Fläche 1: 14,0cm und 7,6m; Fläche 2: 14,2cm und 8,4m; Fläche 3: 17,4cm und 8,4m) heben sich von den bisher bekannten Eibenpopulationen Österreichs bezüglich des durchschnittlichen BHDs deutlich ab. Obwohl die Flächen mit durchschnittlich 96 Eiben /ha eine im europäischen Vergleich hohe Dichte an Altbäumen zeigen, fehlt eine entsprechende Eibenverjüngung. Der Pflegeeingriff hat sich positiv auf die Konkurrenzsituation der Eibe ausgewirkt. Die Durchführung eines modernen Pflegekonzeptes für die Buchenmischwälder wurde daher als prioritäre Maßnahme zur Erhaltung der Eibenpopulation in Losenstein identifiziert. Darüber hinaus zeigte sich, dass die Verjüngung der Eibe aktive Schutzmaßnahmen und die Einbindung aller Interessensgruppen (Waldbesitzer, Jägerschaft, Naturschutz) erfordert.

The main goal of this study was to describe the present situation of an English yew (*Taxus baccata* L.) population near “Losenstein” in Upper-Austria as well as to evaluate stand management measures targeting to maintain the threatened species. Three different study sites were chosen, exhibiting similar site conditions and comparable forest tree communities but managed in a different way. The survey was accomplished by a complete census of the stand and a supplementary survey of a standardized set of individual attributes of English yew. Permanently marked sample plots with a grid spacing of 30m to 30m were used to characterize the present status of stand structure, tree competition and natural regeneration. Although there is a high density of reproductive trees (average 96 trees /ha), seedlings and juvenile plants are missing. The average diameter at breast height and tree heights (site 1: 14,0cm and 7,6m; site 2: 14,2cm and 8,4m; site 3: 17,4cm and 8,4m) are different to the English yew populations currently described in Austria. The application of modern beech forest management concepts are urgently recommended to maintain the very vital yew of the forest gene reserve “Losenstein”. Conservation management activities are proposed targeting in an establishment of sustainable natural recruitment of *Taxus baccata* L. including all stakeholder groups (forest owner, hunters, nature conservation).

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	9
2	Problemstellung und Zielsetzung	11
3	Die Eibe – <i>Taxus baccata</i> L.	13
3.1	Systematik	13
3.2	Verbreitung der <i>Taxaceae</i>	17
3.3	Verbreitung von <i>Taxus baccata</i> Linnaeus	18
3.4	Standortsansprüche	19
3.5	Strategietypologie	21
3.5.1	Regenerationsfähigkeit	22
3.5.2	Konstitutionsmerkmale	23
3.5.3	Dürresistenz	24
3.5.4	Frosthärte	25
3.5.5	Schattenverträglichkeit	27
3.5.6	Toxizität	29
3.6	Diasporenökologie und Vermehrung	30
3.6.1	Blüte	30
3.6.2	Samen	32
3.6.3	Keimung	33
3.7	Morphologie von <i>Taxus baccata</i> L.	34
3.7.1	Wurzel	34
3.7.2	Stamm und Wuchsformen	34
3.7.3	Benadelung	37
3.7.4	Borke, Holz und seine Eigenschaften	38
3.7.5	Wachstum	40
3.7.6	Lebensdauer	41
3.8	Biotisch und abiotisch negative Faktoren	42
3.8.1	Schädlinge	42
3.8.2	Weitere reproduktionshemmende Faktoren	45
3.8.3	Nutzung	47

4	Datenerhebung	49
4.1	Flächenidentifikation	49
4.1.1	Stichprobenraster	49
4.1.2	Vermarkung und Einmessung der Eiben	50
4.2	Datenaufnahme	52
4.2.1	Standortsbeschreibung	52
4.2.2	Bestandesbeschreibung	53
4.2.3	Verjüngungsansprache	54
4.2.4	Baummerkmale der Eibe	55
4.2.5	Strukturelle Vierergruppe	58
4.2.6	Vollaufnahme	60
5	Erhebungsgebiet	61
5.1	Lage	61
5.2	Klima	63
5.2.1	Niederschlag	64
5.2.2	Temperatur	66
5.3	Standort	68
5.3.1	Relief	68
5.3.2	Geologie	68
5.3.3	Boden	69
5.3.4	Standortsanzeiger	71
5.3.5	Potentielle natürliche Waldgesellschaft (PNWG)	75
6	Datenverarbeitung	76
6.1	Verwendete Software	76
6.2	Vitalität	76
6.3	Höhenkurven, Volums- und Formzahlfunktion	77
6.4	Strukturelle Vierergruppe	79
6.4.1	Durchmischung (DM _i)	79
6.4.2	Durchmesser differenzierung (TD _i)	80
6.4.3	Höhendifferenzierung (HD _i)	82
6.4.4	Baum-Baum-Abstand (D _i)	84
6.5	Berechnung - Höhenkurven, Volums- und Formzahlfunktionen	85

7	Ergebnisse	89
7.1	Bestand	92
7.1.1	Allgemeine Bestandesparameter	92
7.1.2	Baumartenanteile und Baumartenmischung	98
7.1.3	Bestandesaufbau und Kronenschlussgrad	98
7.1.4	Waldbaulicher Pflegeeingriff	99
7.2	Demographie der Eibenpopulation	103
7.2.1	Geschlechterverhältnis	105
7.2.2	Brusthöhendurchmesser-Verteilung der Eibe	108
7.2.3	Höhenstruktur der Eiben	111
7.2.4	Entstehung, Wuchsform und Habitus	112
7.2.5	Kronenentwicklung	116
7.2.6	Vitalität	117
7.2.7	Abiotische und biotische Schäden	121
7.3	Inter- und Intraspezifische Konkurrenz	124
7.3.1	Durchmischung (DM_i)	124
7.3.2	Durchmesserdifferenzierung (TD_i)	125
7.3.3	Höhendifferenzierung (HD_i)	128
7.3.4	Baum-Baum-Abstand (D_i)	130
7.4	Verjüngungssituation der Eibe	132
8	Diskussion und waldbauliche Schlussfolgerung	137
9	Resümee	144
10	Verzeichnis	147
10.1	Abbildungsverzeichnis	147
10.2	Tabellenverzeichnis	150
10.3	Literaturverzeichnis	151
Anhang	- Aufnahmeformulare	156
1.	Analyse der Eiben	156
2.	Einmessen der Eiben	157
3.	Standorts- und Bestandesbeschreibung	158
4.	Verjüngungsanalyse Kreis 1-2	159
5.	Verjüngungsanalyse Kreis 3	160
6.	Strukturelle Vierergruppe	161
7.	Vollaufnahme	162
8.	Baumhöhen	163

1 Einleitung

Die Eibe (*Taxus baccata* L.) ist in Mitteleuropa selten geworden und zählt heute zu den wenigen europaweit gefährdeten und unter Schutz gestellten Baumarten (IUCN red list 2008: category LC). Ihre Gefährdung ist unter anderem in einer über die Jahrhunderte dauernden Übernutzung begründet, da sich das Holz der Eibe durch einen sehr dichten Wuchs und der daraus resultierenden Härte auszeichnet. In den 80er Jahren des vergangenen Jahrhunderts setzte sich die Erkenntnis durch, dass die in Österreich erhaltenen autochtonen Bestände von *Taxus baccata* es wert sind, geschützt und ihr Erhalt gesichert zu werden (GEBUREK & HEINZE 1998, S. 124). Das Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW) bildete in den achtziger Jahren eine Arbeitsgruppe, deren Aufgabe es war „Generhaltungsmaßnahmen“ auszuarbeiten. In den neunziger Jahren beauftragte das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft die Institute Waldbau und Forstgenetik mit dem Gemeinschaftsprojekt: „Beiträge zur Erhaltung der genetischen Vielfalt“, mit dem Ziel der Erhaltung der genetischen Vielfalt der heimischen Baum- und Strauchschicht (GEBUREK & HEINZE 1998, S. 124).

In Losenstein in Oberösterreich befindet sich eine der bedeutendsten Eiben-Generhaltungswälder Österreichs. Um die Größe dieser Eibenpopulation festzustellen erfolgte eine erste Beschreibung des Eibenvorkommens im Rahmen eines Themenbuches für die Staatsprüfung zum Forstdienst im Jahre 2002 (Köppl 2002). Um spezielle standortsbezogene Fragen bezüglich der Generhaltung ihrer Art zu klären ist es erforderlich, die aktuelle Situation der österreichischen Eibenpopulationen zu ermitteln (vgl. VACIK et al. 2001, DHAR et al. 2007, AIGNER 2007). Über die Auswirkungen unterschiedlicher waldbaulicher Maßnahmen auf die Eibenpopulation allgemein sowie auf die jeweiligen Einzelbäume gibt es bislang kaum Publikationen (vgl. DHAR et al. 2006). Nicht selten probieren Forstpraktiker das eine oder andere selbst aus, ohne daraus eine allgemeingültige Handlungsempfehlung ableiten zu können. Die wissenschaftliche Überprüfung des Erfolgs von waldbaulichen

Maßnahmen zur Förderung von Eibenpopulationen sowie die Ableitung von allgemeingültigen Empfehlungen ist jedoch die Voraussetzung für eine höchstmögliche Effizienz künftiger Maßnahmen in Losenstein.

Die Bezirksforstinspektion Steyr-Land (OFR DI Reitter, BOFö. Heimpl) hatten im Winter 2003/2004 in einer *Losensteiner* Waldparzelle eine erste Pflegemaßnahme zur Förderung der Eibe durchgeführt, eine weitere befand sich für den Winter 2007/2008 in Vorbereitung. Da es sich um unmittelbar benachbarte Parzellen handelt - mit unter Einschätzung des Forstpersonals vergleichbaren Ausgangsbeständen – boten sich beide Waldparzellen als Untersuchungsobjekte an. Darüber hinaus wurde in unmittelbarer Nähe eine weitgehend vergleichbare „Nullfläche“ gesucht, bei der die letzten Eingriffe ebenso länger zurücklagen, wie das für die übrigen Flächen vor deren Pflegeeingriffen der Fall war.

2 Problemstellung und Zielsetzung

Erste Einschätzungen über die Entwicklungsaussichten der Eibenpopulation durch das BFW ließen Gefährdungen der Eibenpopulation in Losenstein erkennen (KÖPPL 2002). Einerseits besteht die Gefahr des Ausdunkelns, andererseits spielen die schwache Reproduktivität, fehlende Verjüngungsstadien, sowie die Gefahr der Nutzung und Beschädigung durch den Menschen eine Rolle. Österreichweit besonders gravierend sind jedoch Probleme im Aufkommen der Eibenverjüngung im Bestand (HERZ et al. 2005, S.1). Ohne entsprechende Maßnahmen gegen diese Bedrohungen kommt es nicht nur zu einer Störung der Altersstruktur sondern wird langfristig der Fortbestand der Population möglicherweise gefährdet.

Mit dieser Arbeit wird erstmals eine Untersuchung der waldbaulichen Behandlung von Buchen-Mischbeständen zugunsten der Eibe vorgestellt, die in unmittelbar benachbarten Waldparzellen zu zwei unterschiedlichen Zeitpunkten durchgeführt worden sind. Das Ziel der Diplomarbeit ist es, die ausgewählten Flächen metrisch und qualitativ zu erfassen, sowie Unterschiede zwischen den behandelten und unbehandelten Flächen herauszufinden und die Konkurrenzsituation der Eibe darzustellen.

Anhand eines Vergleiches der ausgewählten Flächen, soll analysiert werden, ob sich die waldbaulichen Eingriffe zugunsten der Eiben auch tatsächlich positiv auf die Eibenpopulation ausgewirkt haben. In der Folge soll so ermöglicht werden, durch die Ergebnisse der Aufnahmen und den daraus resultierenden Erkenntnissen, Empfehlungen zu waldbaulichen Pflege- und Förderungsmaßnahmen von Mischbeständen mit Eiben zum Schutz derselben abzuleiten.

Die konkreten wissenschaftlichen Aufgabenstellungen dieser Diplomarbeit lauten somit:

- 1.) Wie ist die waldbauliche Struktur der ausgewählten Flächen zu beurteilen?
- 2.) Wie stellen sich die inter- und intraspezifischen Konkurrenzverhältnisse auf den einzelnen Flächen dar?
- 3.) Welche Auswirkungen haben waldbauliche Eingriffe, auf die Stabilität, Vitalität und Verjüngungssituation der Eibe?
- 4.) Gibt es Unterschiede zwischen den Ergebnissen mit jenen anderer österreichischer Eiben-Generhaltungswälder?

3 Die Eibe – *Taxus baccata* L.

3.1 Systematik

Die *Taxales* (Eibenartige) sind neben den *Coniferales* (Zapfenträger) eine eigene Ordnung mit den Gattungen *Taxus*, *Austrotaxus*, *Pseudotaxus*, *Torreya* und *Amentotaxus*. Wenn man jedoch die spezielle Form des Arillus (Samenmantel) und die einzeln stehende Samenanlage betrachtet, sind diese Merkmale der Familie der *Taxaceae* (Eibengewächse) sehr ähnlich der Familie der *Podocarpaceae* (Steineibengewächse) und *Cephalotaxaceae*. Die große Gruppe der *Podocarpaceae* befindet sich im Gegensatz zu den *Taxales* hauptsächlich in der Südhemisphäre und die kleine Gruppe der *Cephalotaxaceae* kommt vorwiegend in den USA und Ostasien vor. So könnte man diese drei Gruppen als die Unterordnung *Taxineae* neben der Unterordnung *Pineae* gruppieren, die dann gemeinsam in der Ordnung *Pinales* zusammengefasst werden können (HAGENEDER 2007, S.12).

Die Trennung zwischen *Cephalotaxaceae* und *Taxaceae* als separate Familien ist außerdem äußerst fragwürdig. Dies wird zum Beispiel damit begründet, dass die Gattung *Amentotaxus* einerseits zu den *Cephalotaxaceae* und andererseits zu den *Taxaceae* klassifiziert wird (WEILER et al. 2002, S. 791f).

Eindeutig können die *Taxidae* den *Gymnospermen* (Nacktsamern) zugeordnet werden. Dies aus dem Grund, dass der fleischige Arillus entweder aus dem Stiel der Samenanlage oder dem Blütenboden entsteht und nicht, wie oft angenommen, aus dem Integument (Deckhülle) entspringt. Auch bei *Cephalotaxaceae* und *Podocarpaceae* entsteht die Blüte aus einer in der Achsel einer Deckschuppe sitzenden Samenschuppe. Das enge Verwandtschaftsverhältnis von *Cephalotaxaceae* und *Taxaceae* wird damit begründet, dass früher Deck- und Samenschuppen verwachsen waren und diese dann im Laufe der Evolution getrennt wurden. Letztendlich werden die *Taxaceae* in der jetzigen Systematik zu der Klasse der *Pinatae* gezählt und gehören somit zu den Zapfentragenden, den Koniferen (HAGENEDER 2007, S.12).

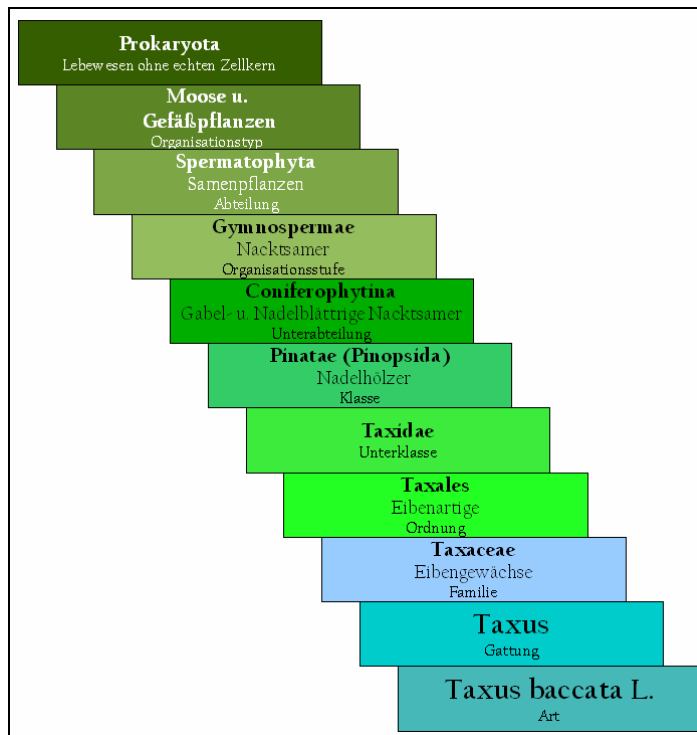


Abbildung 1: Systematischen Ordnung von *Taxus baccata* Linnaeus (Gliederung nach AICHELE 1991 und WEILER et al. 2002).

Die Zahl naher verwandter Arten der Eibe, welche von vielen Autoren als deren Unterarten angesehen werden, variiert zwischen sieben und zehn. Diese sind geographisch voneinander getrennt (EICHBERGER & HEISELMAYER 1995, S. 18). PIETZARKA etwa schreibt, dass die taxonomisch unterschiedlich betrachtete Familie der *Taxaceae* fünf Gattungen mit 23 Arten umfasst. *Taxus baccata* L. ist der einzige europäische Vertreter darunter (PIETZARKA 2005, S. 1).

Vergleicht man diverse Literaturquellen so wird offensichtlich, dass es unter Botanikern keine Übereinstimmung darüber gibt, ob es sich bei den unterschiedlichen Vertretern der Gattung *Taxus* um Arten, Unterarten oder aber auch nur um Varietäten der bei uns heimischen Gemeinen Eibe handelt. Einerseits weist *Taxus baccata* eine enorme morphologische Plastizität auf, andererseits gibt es nur sehr geringe Unterschiede zwischen den *Taxus*- Sippen. Weiters kann beobachtet werden, dass sich zwei „Arten“, deren Verbreitungsgebiete sich berühren, leicht miteinander hybridisieren (SPJUT 2007, S. 1f).

Dr. SPJUT sammelte, auf seiner Suche nach Taxol, weltweit Pflanzenproben von *Taxus* und präsentierte im August 2000 auf der Konferenz „Botany 2000“ seine von ihm überarbeitete und auf morphologischen Eigenschaften beruhende taxonomische Gliederung. Diese umfasst 24 Arten und 55 Unterarten. Die morphologischen Gliederungskriterien hierbei beruhen auf der Lage der Stomata und Stomatabänder (SPJUT 2003, S. 1f).

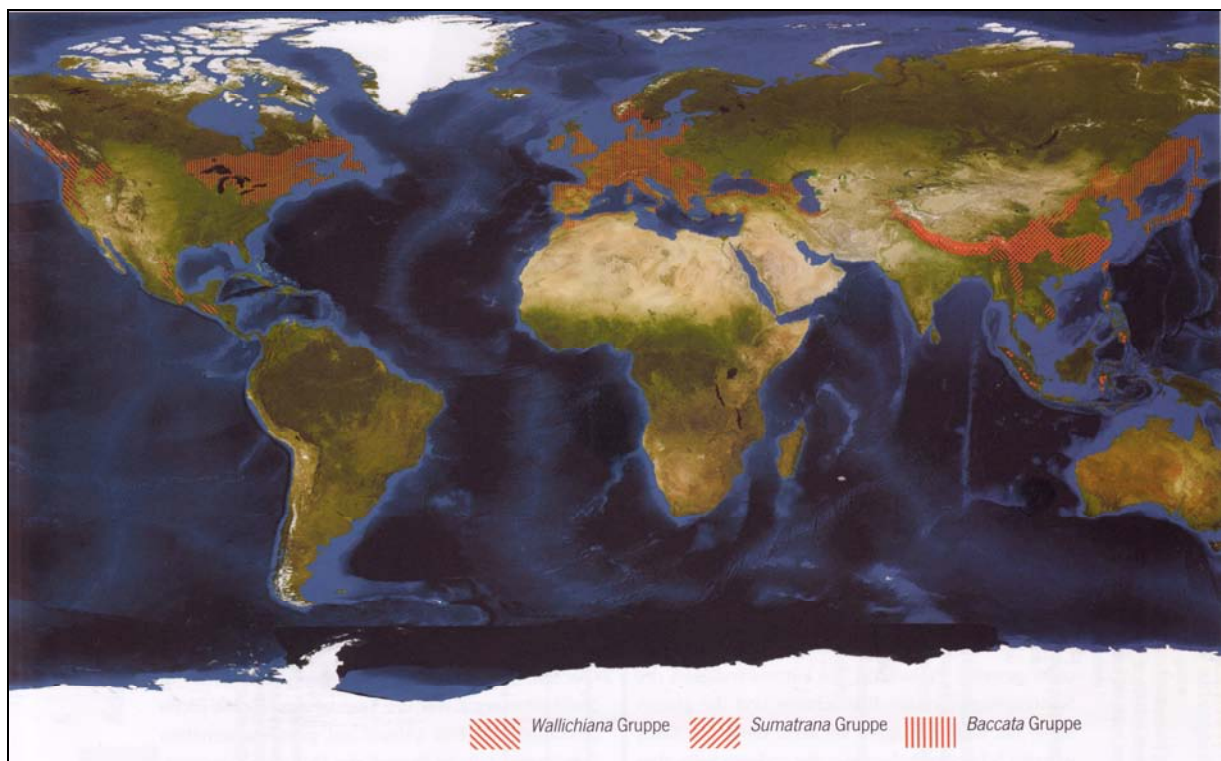


Abbildung 2: Verbreitungszone von *Taxus* weltweit (Quelle: HAGENEDER 2007).

Wie man in Abbildung 2 erkennen kann teilt Richard SPJUT die Gattung *Taxus* in die drei Großgruppen *Wallichiana*, *Sumatrana* und *Baccata* ein. Tabelle 1 zeigt die 24 Arten (ohne Subarten) der einzelnen Gruppen und ihr ungefähres Verbreitungsgebiet.

Tabelle 1: Großgruppen von *Taxus* mit den jeweiligen Arten und Verbreitungsgebieten (nach SPJUT 2003).

Wallichiana Gruppe	
<i>Taxus wallichiana</i>	von Nepal bis südwestliches China
<i>Taxus globosa</i>	von Florida bis El Salvador
<i>Taxus brevifolia</i>	nordöstliche Pazifikküste
<i>Taxus suffnessii</i>	Myanmar
<i>Taxus florinii</i>	China
<i>Taxus obscura</i>	Myanmar, China, Philippinen, Indonesien
<i>Taxus phytonii</i>	Nepal, Indien, Thailand, China, Philippinen
<i>Taxus rehderiana</i>	Vietnam, Taiwan, Sulawesi
<i>Taxus chinensis</i>	Vietnam, China
<i>Taxus ocreata</i>	China
<i>Taxus scutata</i>	China
Sumatrana Gruppe	
<i>Taxus sumatrana</i>	Thailand, China, Philippinen, Indonesien, Nepal, Indien
<i>Taxus celebica</i>	Bhutan, Indien, Vietnam, China, Indonesien
<i>Taxus kingstonii</i>	Indien, Myanmar, China
<i>Taxus mairei</i>	China, Indien
Baccata Gruppe	
<i>Taxus baccata</i>	Europa, südwestliches Asien
<i>Taxus canadensis</i>	Ostküste Nordamerikas, Europa
<i>Taxus cuspidata</i>	Korea, Japan
<i>Taxus contorta</i>	Afghanistan, Pakistan, Indien, Nepal, Bhutan, China
<i>Taxus fastigiata</i>	Europa
<i>Taxus recurvata</i>	Europa, Syrien, Türkei
<i>Taxus biternata</i>	Asien, China, Russland, Korea, Japan
<i>Taxus caespitosa</i>	Japan, Korea, südöstliches Russland, nordöstliches China
<i>Taxus umbraculifera</i>	Japan, Korea, China

3.2 Verbreitung der *Taxaceae*

Die heute vorkommenden Gattungen der Familie *Taxaceae* beschränken sich, wie man in Abbildung 3 gut erkennen kann, hauptsächlich auf die nördliche Hemisphäre.

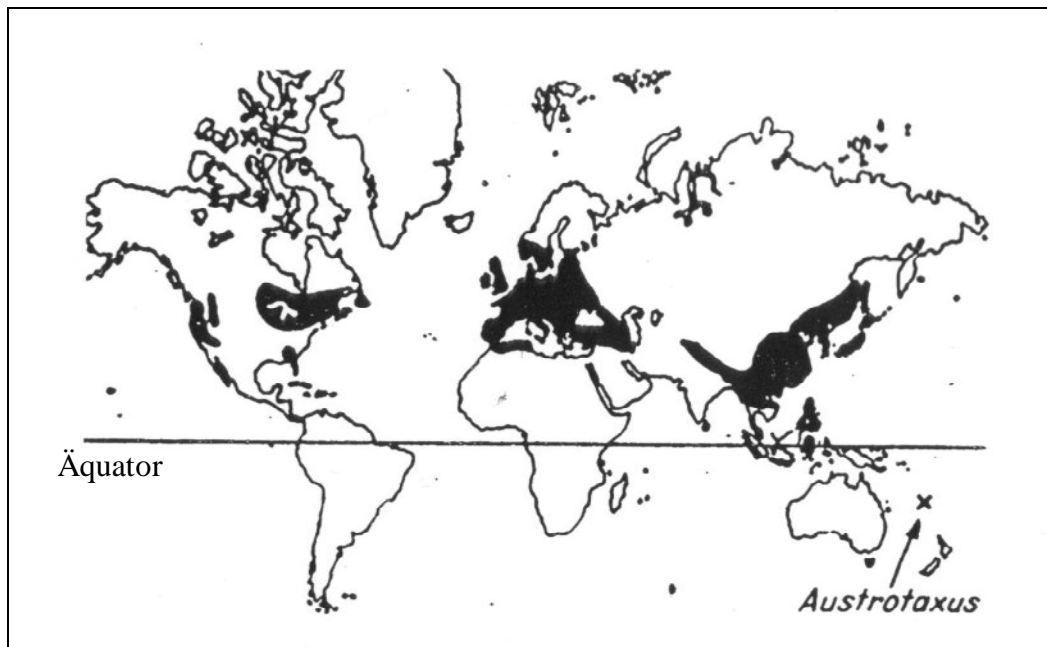


Abbildung 3: Das weltweite Areal der Familie *Taxaceae* (Quelle: EICHBERGER & HEISELMAYER 1995).

Die Familie *Taxaceae* umfasst fünf Gattungen:

Amenotaxus, die gemeinsam mit der Gattung *Pseudotaxus* hauptsächlich in China vorkommt, *Torreya* mit dem Vorkommen in Ostasien und dem südlichen Nordamerika, *Austrotaxus*, die als einzige auch in der Südhemisphäre vorkommt und *Taxus*, die der Pflanzenfamilie ihren Namen gegeben hat (EICHBERGER & HEISELMAYER 1995, S. 18).

3.3 Verbreitung von *Taxus baccata* Linnaeus

Das Vorkommen von *Taxus baccata* L., der Europäischen Eibe, beschränkt sich nicht nur auf Europa, sondern geht über die europäischen Grenzen hinaus (Abbildung 4). Nördlich stößt sie von den Britischen Inseln über Norwegen bis nach Schweden und Finnland vor. Die östliche Verbreitung reicht von Lettland, entlang der russisch-polnischen Grenze, bis zu den östlichen Karpaten und endet im Norden der Türkei. Im Süden verläuft die Ausbreitungsgrenze unterhalb Spaniens, entlang der europäischen Mittelmeeranrainerstaaten, bis zur Südtürkei und von dort bis ins Landesinnere des Nordirans. Innerhalb dieses Verbreitungsgebietes wurde festgestellt, dass sich die Europäische Eibe auf jene Regionen beschränkt, die im Einfluss des maritimen Klimas stehen. Deshalb fehlt die Eibe in Teilen Osteuropas, wie zum Beispiel der ungarischen Tiefebene, aber auch im anatolischen Hochland. Man findet sie auch nicht im Hochgebirge, wie den zentralen Alpen oder Karpaten (HAGENEDER 2007, S. 266).



Abbildung 4: Verbreitungsgebiet von *Taxus baccata* L. (Quelle: LEUTHOLD 1980).

In der Ökologie werden in diesem riesigen Areal elf Typen von Pflanzengesellschaften unterschieden (HAGENEDER 2007, S. 266):

1. Ungarische Eibenwälder
2. Karpatische Eibenwälder
3. Eibenwälder der deutschen und böhmischen Mittelgebirge
4. Eibenwälder an den Alpenrändern
5. Kroatische Eibenwälder
6. Eibenwälder Griechenlands
7. Eibenwälder der Türkei
8. Eibenwälder im Kaukasus
9. Iberische und italienische Eibenwälder
10. Algerische Eibenwälder
11. Eibenwälder des nordeuropäischen Tieflandes

Dass die Gattung *Taxus* schon vor 150 Millionen Jahren existierte (mittleres Jura) macht die Eibe zur ältesten europäischen Baumart (SCHEEDER 1994, S. 13).

3.4 Standortsansprüche

Bei der Eibe handelt es sich um eine extrem plastische Baumart mit einer weiten ökologischen Amplitude hinsichtlich Boden, Licht, Wasser und Wärme (LEUTHOLD 1980). Dies ist in Abbildung 5 im Vergleich mit *Fagus silvatica* und *Pinus sylvestris* besonders gut ersichtlich.

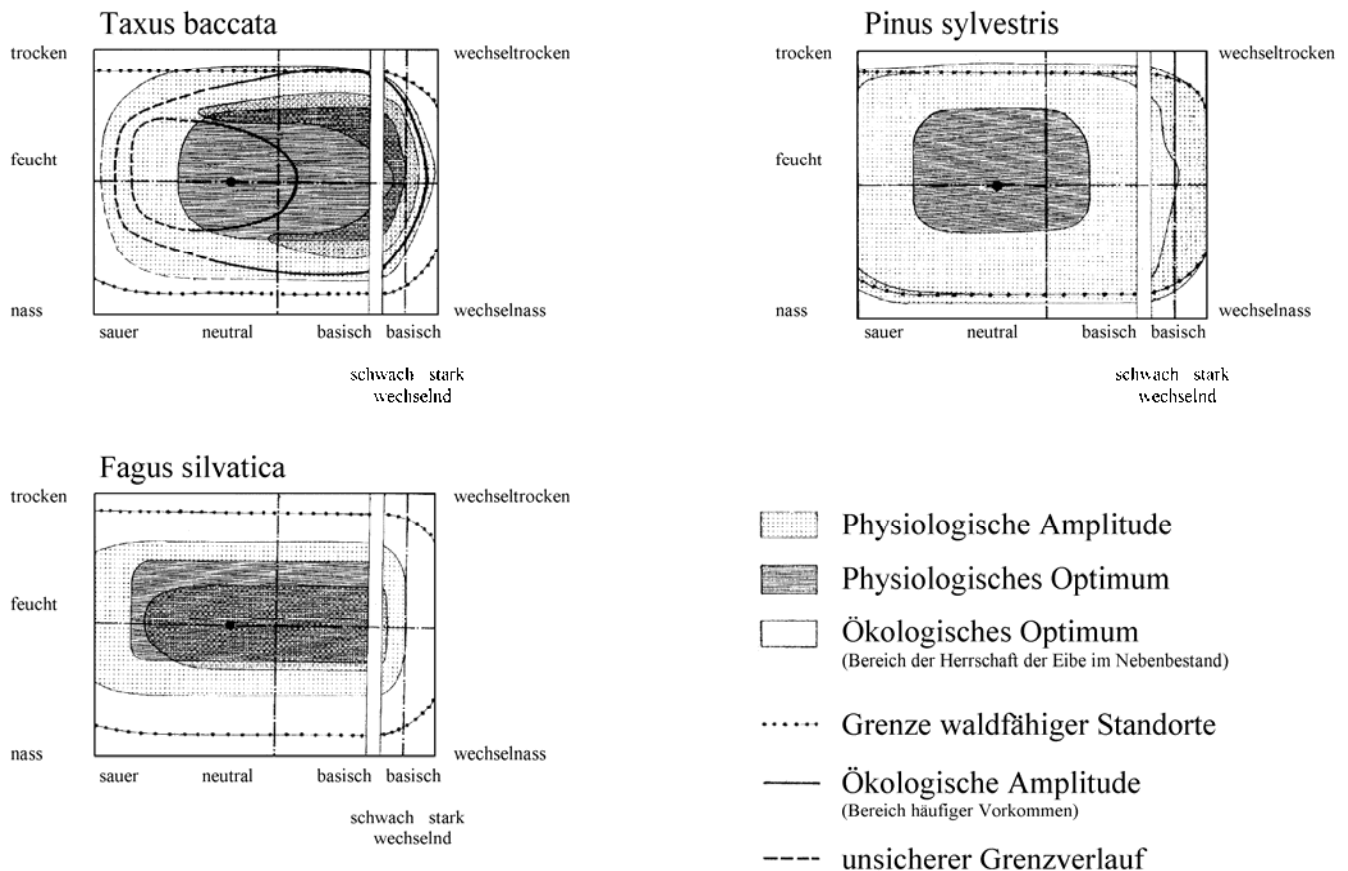


Abbildung 5: Edaphisches Ökogramm von Eibe, Buche und Weißkiefer (Quelle: LEUTHOLD 1980).

Taxus baccata L. kommt häufig auf trockenen Steilhängen vor, was auf eine hohe Trockenheitsverträglichkeit dieser Baumart hinweist. Die Eibe stockt zwar vermehrt auf frischem humosem oder lehmigem Sand, sie gedeiht jedoch ebenso auf wechselfeuchten und sogar sandigen Standorten. Wie bei allen anderen Baumarten ist jedoch das Wachstum der Eibe auch auf gut durchwurzelbaren und nährstoffreichen Böden begünstigt. Sie kommt auf kalkhaltigen Standorten, Silikatgesteinsböden sowie auf organischen Substraten gleichermaßen vor. Durch unterschiedliche ökophysiologische Eigenschaften ist *Taxus baccata* L. in der Lage, unterschiedlichste Lebensräume zu besiedeln und sich wie keine andere heimische Baumart in diverse Waldökosysteme einzugliedern. Oft kommt die Eibe in Schluchtwäldern mit feuchtem, wintermildem Klima vor und ist vergesellschaftet mit *Acero-Fraxinetum*, Fageten oder mit *Quercus-pubescens-Buxus* Wäldern (SCHEEDER 1994, S. 37ff).

3.5 Strategietypologie

Die physiologische Langlebigkeit der Eibe kann durchaus als Überlebensstrategie bezeichnet werden. So soll im russischen Naturschutzgebiet „Chosta“ im Westkaukasus eine 2.000 Jahre alte Eibe stehen. In der Literatur werden immer wieder Eiben dokumentiert, die mehrere hundert Jahre alt sind.

Eine Überlebensstrategie ist ihre Toxizität, die in Kapitel 3.5.6 noch behandelt wird. Durch ihre giftigen Inhaltsstoffe ist sie wesentlich weniger anfällig gegenüber Krankheiten (SCHEEDER 1994, S. 39).

Tabelle 2 gibt einen Überblick über die wichtigsten Strategiemerkmale der Eibe wieder.

Tabelle 2: Ökophysiologischen Strategie von *Taxus baccata* L. (Quelle: nach LEUTHOLD 1980, verändert).

Strategiemerkmal	Strategievorteile	Strategienachteile
Immergrün	<ul style="list-style-type: none"> ✘ Assimilationsapparat muss nicht jährlich neu aufgebaut werden → Energieeinsparung. ✘ „Allzeit-Bereit“-Prinzip ermöglicht Ausnutzung von Licht- und Wärmespitzen vor Laubausbruch, nach Laubfall (→ Verlängerung der Assimilationsperiode) und bei Abnahme der Überschirmung. ✘ Möglichkeit, durch frühe Bereitschaft im Frühling die im Winter akkumulierten Nährstoffe „wegzuschnappen“. 	<ul style="list-style-type: none"> ✘ Die Assimilationsorgane müssen den Winter schadlos überstehen und daher im Vergleich zum Saisonblatt relativ großen Aufwand für Kälte- und Transpirationsschutz leisten.
geringer Lichtbedarf	<ul style="list-style-type: none"> ✘ Die Assimilation setzt schon bei relativ tiefen Temperaturen und bei geringem Lichteinfall (300 Lux) ein → Möglichkeit, dank guter Lichtausnutzung auch in relativ dunklen Beständen zu überdauern. ✘ Diese Eigenschaft ermöglicht der Eibe, das lokal gemilderte Bestandesklima als weitere ökologische Nische auszunutzen. 	
weiche Nadeln	<ul style="list-style-type: none"> ✘ Im Vergleich zu skleromorphen Nadeln und Blättern ist der Energieaufwand für Transpirationsschutzeinrichtungen relativ gering → Möglichkeit, die wenige zur Verfügung stehende Energie vermehrt für Wachstum und Fruchtbildung einzusetzen. 	<ul style="list-style-type: none"> ✘ Weiche Nadeln besitzen eine geringe Kälteresistenz (Beschränkung auf ozeanisches Klima).
geringe Wuchshöhe	<ul style="list-style-type: none"> ✘ Ausnutzung des Stammraumes der Oberschicht als räumlich-vertikale ökologische Nische. ✘ Ausnutzung des Nährstoffkreislaufes der Oberschichtbäume. 	<ul style="list-style-type: none"> ✘ Kommt nie ans Tageslicht, muß mit ca. 7% des vollen Energie-einfalls auskommen → wesentlich geringere Produktion hinsichtlich Zuwachs und Blütenbildung.

3.5.1 Regenerationsfähigkeit

Die hohe Regenerationsfähigkeit der Eibe zeigt sich einerseits darin, dass sie als einzige Nadelbaumart die Fähigkeit besitzt aus dem Stock auszuschlagen. Andererseits schafft sie es durch ihre sehr gute Wundüberwallung auch große Schäden zu überstehen (SCHEEDER 1994, S. 39).

Eine weitere Überlebensstrategie der Eibe ist ihre vegetative Vermehrung. Durch die Bildung von Ast-Senkern können sowohl zusätzliche Nährstoffe aufgenommen werden, als auch eine vollständige Verjüngung eines einzelnen Eibenbaumes stattfinden. Das hohe vegetative Reproduktionsvermögen zeigt sich durch folgende Fähigkeiten: Am Stamm sitzen Advektivknospen („schlafende Augen“), die, sobald sie Licht bekommen, auszutreiben beginnen. Bei umgestürzten Bäumen treiben sofort senkrechte Äste aus. Astteile, die mit dem Boden in Berührung kommen, beginnen Wurzeln auszuschlagen. Die Eibe ist außerdem ihr ganzes Leben zur starken vegetativen Regeneration fähig. Das Alter spielt hier anscheinend keine Rolle (HAGENER 2007, S. 74ff).

Ferner kommt es zu Ummantelungen von absterbenden Stämmen, was einer Regeneration derselben entspricht (HAGENER 2007, S. 17).

Eine künstliche, vegetative Vermehrung durch Stecklinge ist problemlos möglich (KRÜSSMANN 1997).

3.5.2 Konstitutionsmerkmale

In Tabelle 3 wird die Eibe mit einer typischen Pionierbaumart, der Weißkiefer und einer Klimaxbaumart, der Rotbuche verglichen. Dabei ist deutlich zu erkennen, dass sie vor allem bezüglich der Spätfrost- und Trockenheitsempfindlichkeit der Pionierbaumart sehr ähnlich ist und somit relativ gut damit zurechtkommt. Gut erkennbar ist auch, dass *Taxus baccata* mit einem schlechten Entwicklungsgrad des Bodens und einem ungleichmäßigen Wasserhaushalt fertig wird.

Tabelle 3: Konstitutionsmerkmale von *Taxus baccata* L. (Quelle: HAGENEDER 2007).

Ökologischer Parameter (unabhängiger Standortsfaktor)	Pionier- strategie	←————→		Klimax- strategie	
Beziehung zum Klima					
allgemeine Charakteristik	extrem/ unsicher	▲		● ■	ausgeglichen / voraussagbar
Lichtbedarf	groß	▲		■ ●	gering
Frostempfindlichkeit	gering	▲		● ■	groß
Spätfrostempfindlichkeit	gering	▲ ●		■	groß
Trockenheitsempfindlichkeit	gering	▲ ●	●	■	groß
Beziehung zum Boden					
Entwicklungsgrad	gering	▲ ●		■	reif
Wasserhaushalt	extrem	▲ ●		■	ausgeglichen
Nährstoffangebot	schlecht	▲	●	■	gut
Beziehung zum Relief					
	oft extrem, z. B. Steilhänge	▲ ●		■	mäßig geneigt bis eben
Beziehung zur Vegetation					
inter- und intraspezifische »Konkurrenzkraft«	gering	▲	●	■	groß
Wuchshöhe	(gering)	●	▲	■	groß
Wachstumsgeschwindigkeit	groß	▲		■ ●	gering
Beziehung zur Zeit					
phylogenetisches Alter	alt	▲ ●		■	jung
biologische Alterung	schnell	▲		■ ●	langsam
▲ Kiefer ● Eibe ■ Buche					

3.5.3 Dürre-resistenz

Die Nadeln der Eibe sind weder mit sklerenchymatischen Verstärkungen ausgestattet, noch besitzen die Spaltöffnungen derselben einen schützenden Wachspflöpfen. Die hohe Dürre-resistenz der Eibe kann daher nicht auf die Morphologie ihrer Nadeln zurückgeführt werden. Eine Erklärung liefert aber die hohe physiologische Konstitution von *Taxus*, wobei sich gezeigt hat, dass die Eibe ähnlich hohe relative Wasserverluste vertragen kann wie zum Beispiel *Pinus sylvestris* oder *Rhododendron ferrugineum*.

Der Wert der Wasserkapazität, also der Wassergehalt bei Sättigung, ist bei der Eibe sehr gering. Im Vergleich zu saftreichen, krautigen Pflanzen verfügen diese, bezogen auf das gleiche Gewicht, über ähnlich hohe absolute Wasserreserven. Dadurch hat die Eibe in Relation zum Trockengewicht die Möglichkeit, weit höhere Wasserverluste, sogar bis zu 45% ihres Gewichtes, zu überstehen. Diese fast tödlich geringen Wassergehalte überlebt sie nur durch die große Unempfindlichkeit gegenüber Wasserverlusten in den Geweben (LEUTHOLD 1980, S. 27).

Das tiefreichende, feinverzweigte Wurzelwerk von *Taxus*, das nachfolgend noch genauer beschrieben wird, bietet ihr zusätzlich sehr gute Voraussetzungen gegen den Trockenstress.

Eine weitere, nicht minder wichtige Eigenschaft gegenüber der Gefährdung durch Dürre, ist die Fähigkeit der Eibe ihre Spaltöffnungen relativ schnell zu schließen. Laut ROTTENBURG & KÖPPNER 1972, S. 353ff, schafft sie dies sogar viermal schneller als die Tanne.

3.5.4 Frosthärte

Die Winterstrategie der Eibe und anderen Immergrünen wie *Abies*, *Picea*, *Ilex* usw. beruht auf zwei wesentlichen Komponenten:

1. Auf einem erhöhten Schutz vor Wasserverlust:

Dies geschieht durch Einschränkung der Transpiration auf ein Fünftel bis zu einem Zwanzigstel gegenüber jener im Sommer. Die Einschränkung ist umso höher, je kälter die Umgebungstemperatur.

2. Auf einer erhöhten Kälteresistenz:

Diese erhöhte Resistenz beruht hauptsächlich auf einem Anstieg der Zellsaftkonzentration bei gleich bleibendem Wassergehalt der Zellen. Dadurch kommt es zu einer Absenkung des Gefrierpunktes. Gemeinsam mit dem Gefrierpunkt verringert sich auch das Temperaturminimum für die Nettoassimilation von ca. -3°C auf ca. -8°C . Die Senkung des Gefrierpunktes im lebenden Gewebe der Eibe kann in sehr kalten Wintern deutlich größer sein als in milderem.

Solange der Baum ausreichend Vorbereitungszeit auf die Kälteeinwirkung hat um seine Zellsaftkonzentration entsprechend zu steigern, kommt es nur bei sehr tiefen Temperaturen von ca. unter -23°C zu Gefrierschäden.

Wesentlich häufiger kommt es zu Schäden durch Frosttrocknis, die unter anderem auf den relativ schlechten Transpirationsschutz der Eibennadeln zurückzuführen sind. Diese Vertrocknungsschäden kommen vor allem bei exponierten, freistehenden Bäumen vor. Hier ist jedoch anzumerken, dass diese oft zitierte Frostempfindlichkeit der Eibe an auffälligen, freistehenden Exemplaren welche in Gärten und Friedhöfen beobachtet wurden und ein zu allgemeines und einseitiges Bild über die Frostempfindlichkeit von *Taxus* entstehen lies.

Freilich gibt es auch Winter mit sehr lang anhaltenden tiefen Temperaturen, die in Verbindung mit einer fehlenden Schneedecke den Boden so tief frieren, dass die Aufnahme von Wasser durch die Wurzeln unmöglich wird. Unter diesen Voraussetzungen sind natürlich auch Eiben in geschützten Lagen mit geringer Transpiration gefährdet. Auch kürzere aber intensive Licht- beziehungsweise Wärmereize (zum Beispiel Föhne) können ein vermehrtes Assimilieren mitten im Winter auslösen und bei (noch) gefrorenen Böden in kürzester Zeit Vertrocknungsschäden nach sich ziehen (LARCHER 1972, S. 315ff).

Obwohl die Eibe in vielen Gebieten bereits im Februar/März austreibt und somit die Übergangsjahreszeiten produktiv nutzt, gehört sie zu den spätfrosthaften Arten (ELLENBERG 1996, S. 34). Um als frühtreibende Pflanze trotzdem spätfrosthart zu bleiben nützt die Eibe zwei physiologisch - morphologische Abwehrstrategien:

Die Eibe hält einen höheren osmotischen Wert ihres Zellsaftes aufrecht. Dadurch bleibt diese winterliche Abhärtung lange in die Vegetationszeit hinein bestehen. Die Normalwerte des Vorjahres werden erst im Juni wieder erreicht.

Durch die sehr eng um die Knospen liegenden vorderen Nadeln kommt den Knospen ein gewisser morphologischer Schutz zu. Außerdem haben die Knospenschuppen von *Taxus* Spaltöffnungen, was unter den Koniferen einzigartig ist. Die Knospenschuppen wachsen aktiv als weiße, membranöse Blättchen mit der austreibenden Knospe mit. Infolgedessen wird der neue Trieb noch einige Zeit geschützt, bis er ausreichend widerstandsfähig geworden ist (STEINER 1933, S. 564ff).

3.5.5 Schattenverträglichkeit

Eine der außergewöhnlichsten Eigenschaften der Eibe ist ihre große Schattenverträglichkeit mit der sie es schafft, auch völlig überschirmt im Nebenbestand zu überleben. Sie verträgt im Vergleich zu den klassischen Schattbaumarten wie Tanne und Buche bei weitem mehr Beschattung.

Eine Überlebensstrategie der Eibe ist die besondere Verwendung ihrer Spaltöffnungen. Sie assimiliert noch bis zu einer Temperatur von -8°C und demnach gehen ihre Spaltöffnungen verglichen mit jenen der Tanne wesentlich zögerlicher auf. Dies kommt daher, dass sich ihre Stomata erst nach Überschreitung des Lichtkompensationspunktes öffnen und sich bei eintretender Dunkelheit und Wasserdefizit sehr früh wieder schließen. Der Lichtkompensationspunkt, also jener Punkt bei dem gerade noch eine positive Nettoassimilation möglich ist, beträgt bei der Eibe bei einer Temperatur von 20°C etwa 300 Lux. Im Vergleich dazu kommen andere schattenertragenden Bäume wie die Buche auf 300-500 Lux und die Tanne auf 300-600 Lux. Eine typische Lichtbaumart wie die Weißkiefer benötigt hingegen Werte von 1000-5000 Lux zum Überschreiten des Lichtkompensationspunktes (ELLENBERG 1996, 34ff).

Auch beim Schließen der Spaltöffnungen reagiert die Eibe bei eintretender Dunkelheit oder Wasserdefizit wesentlich schneller um Atemverluste zu verringern (SCHEEDER 1994, S. 39).

MUHLE führte in den 70er Jahren an jungen, künstlich gezogenen Eibenpflanzen Beschattungsversuche durch und stellte in dieser Studie fest, dass die Länge der Eibentriebe mit dem Lichtgenuss korreliert. Die Triebblängen stiegen mit steigendem Lichtgenuss. Unter Vollbeschattung erreicht sie durchschnittlich 2,5cm, während sie bei einer relativen Lichtstärke von 10-20% 3cm und bei 60% relativer Lichtstärke 6cm erlangen. Auf Freiflächen kamen die Triebblängen merkwürdigerweise jedoch nicht

über 4,5cm hinaus. Daraus konnte geschlossen werden, dass Eiben in der Jugend im Halbschatten des Bestandes größere Triebblängen erreichen als bei vollem Lichtgenuss (MUHLE 1978, S.483ff).

Untersuchungen, bezogen auf die Fragestellung ob Lichtverhältnisse in einem Zusammenhang mit der vorhandenen Naturverjüngung stünden, ergaben allerdings keine aussagekräftigen Ergebnisse. Es wurde unter gleichen Lichtverhältnissen in manchen Beständen mehr und in manchen weniger bis keine Naturverjüngung festgestellt (SCHEEDER 1994, S. 35ff). KÖPP und CHUNG führten einen vierjährigen Beschattungsversuch über das Sprosswachstum von Eibensämlingen durch. Dabei sollten die Grenz- und Optimalwerte der Lichtzufuhr herausgefunden werden. Bei diesem Versuch der in sechs Helligkeitsstufen eingeteilt wurde, kamen die Wissenschaftler zu dem Ergebnis, dass die optimalen Lichtverhältnisse bei einer relativen Beleuchtungsstärke von 30% liegen (KÖPP & CHUNG 1997, S. 24ff).

Bei Untersuchungen, wie sich die Lichtverhältnisse auf die Eibe auswirken, konnte PIETZARKA (2005), eindrucksvoll belegen, dass auch bei sehr geringen Strahlungsstärken ein relativ konstantes Höhenwachstum erfolgt. Er stellte ebenfalls fest, dass Eiben auch bei Strahlungsstärken von unter 5% der Freilandstrahlung sowohl Blüten als auch Samen ausbilden können (PIETZARKA 2005, S. 115).

Grundsätzlich gilt zu sagen, dass Eiben auch bei stark verringerter Strahlungsintensität überleben. Will man jedoch ein hohes Dickenwachstum erreichen, ist eine entsprechende Auflichtung unverzichtbar. Die Eibe gedeiht also am besten im Mischwald mit lichtkronigen Baumarten, die einen für sie optimalen Halbschatten bieten (BURCKHARDT 1911, S. 457ff).

3.5.6 Toxizität

Alle Teile der Eibe sind mit einer einzigen Ausnahme, dem Arillus, giftig. Ihre Toxizität beruht auf einer Vielzahl von giftigen, chemischen Verbindungen. Das Hauptgift ist das Taxin, ein komplexes Gemisch von Alkaloiden. Die Wirkung betrifft vor allem die Herzmuskulatur und führt zum Herzversagen und Tod. Außerdem greift das Gift Nervensystem und Leber an und wirkt außerdem stark reizend auf die Verdauungsorgane.

Andere Verbindungen die in der Eibe vorkommen werden unter dem Begriff Taxane zusammengefasst. Sie sind nicht giftig und es kommt ihnen eine gewisse Bedeutung in der Krebsbekämpfung zu. Samen und Blätter weisen den höchsten Gehalt dieser Stoffe auf.

Wildtiere wie Kaninchen, Hasen und Rehe reagieren unempfindlich auf Eibengift. Besonders Rehe nehmen es gerne als Äsung auf. Dies ist auch darin begründet, dass Eibennadeln zarter sind als jene von Fichten. Außerdem kann angenommen werden, dass Eibenteile auch zur Bekämpfung von Parasiten im Verdauungstrakt von Rehwild aufgenommen werden. Für die Eibe ergibt sich daraus ein großes Problem bezüglich ihrer Bestandesverjüngung (HAGENEDER 2007, S. 47f).

Als ebenfalls relativ immun gegen die giftigen Inhaltsstoffe der Eibe gelten Meerschweinchen, Katzen und Ziegen. Für Pferde, Rinder, Hausschweine und Schafe, sowie für Hühner aber auch Hunde liegen die letalen Dosen an frischem Pflanzenmaterial hingegen zwischen 30g und max. 500g. Beim Menschen wird als Richtwert der tödlichen Menge an Eibennadeln für Erwachsene 50 – 100g angegeben, für Kinder ist sie entsprechend geringer (THOMAS & POLWART 2003, S. 489ff).

3.6 Diasporenökologie und Vermehrung

3.6.1 Blüte

Die Eibe ist grundsätzlich zweihäusig und ihre Geschlechterverteilung in Beständen häufig 50:50. Isolierte Eiben haben offensichtlich sogar die Fähigkeit das Geschlecht zu wechseln (THOMAS & POLWART 2003, S. 503). In Ungarn wurden im Bakony-Wald von Forstwissenschaftlern der Universität Sopron im Herbst 2002 weibliche Eiben mit auffallend hoher Arillenanzahl markiert. Im darauf folgenden Frühling 2003 entwickelten sich erstaunlicherweise an nahezu 100% dieser markierten weiblichen Bäume ausschließlich männliche Blüten (HAGENEDER 2007, S. 36f). Auch einhäusige Pflanzen sind möglich, jedoch sehr selten (1-2%) und meistens besitzen solche Bäume nur ein paar Äste vom anderen Geschlecht (THOMAS & POLWART 2003, S. 503). Solitärbäume fruktifizieren gewöhnlich ab einem Alter zwischen 30 und 35 Jahren, während Bäume in dichten Beständen erst ab einem Alter zwischen 70 und 120 Jahre dazu fähig sind. Männliche Eiben werden in der Regel früher geschlechtsreif als weibliche (KIRCHNER et al. 1908, S. 60).

Ab Mitte des Sommers entstehen in den Blattachsen kleine grüne Blütenknospen, die sich erst im kommenden Frühling öffnen. In wärmeren Gebieten tritt dies schon von Februar bis März, in kälteren Regionen erst von April bis Mai ein. Der große Vorteil dieser frühen Blütezeit ist, dass der Pollenflug der meist im Nebenbestand stehenden Bäume von den noch unbelaubten Laubbäumen wenig beeinflusst wird (PIETZARKA 2005, S. 90ff).

Relativ gleichmäßig in den Blattachsen angeordnet befinden sich die vielen männlichen Blüten. Sie sind nur etwa 2-3mm breit (Abbildung 6 und Abbildung 7). Meistens befinden sie sich geschützt vor Regen auf der Unterseite, im vorderen Bereich vorjähriger Triebe. Wie weit der Trieb mit Blüten besetzt ist, hängt von den örtlichen Lichtverhältnissen ab. Eine Blüte besteht aus 6-14 Mikrosporophyllen

(kurzgestielte Staubgefäße) bei denen jedes Staubgefäß etwa 4-9 Mikrosporangien (Pollensäcke) besitzt. Nach dem Öffnen der Pollensäcke durch Wärmereize, löst die kleinste Windbrise das Freisetzen von Unmengen an Pollenkörnern aus. Auch in der Anzahl der Pollen übertrifft die Eibe sämtliche Koniferen, deren Menge für eine 100%ige Windbestäubung ausreicht (PIETZARKA 2005, S. 136f).



Abbildung 6: Männliche Blütenstand mit verblühten und noch geschlossenen Blüten (Foto: RASCHKA 2007).



Abbildung 7: Blühende männliche Blüte (Foto: RASCHKA 2007).

Die weibliche Blüte besteht aus einem generativen Vegetationskegel mit dem Nucellus (der Samenanlage) an der Spitze. Das Integument (Deckhülle) bildet um den Nucellus einen Kanal dessen oberstes Ende, der Pollenmund, mit einem Tropfen zuckriger, klebriger Lösung verschlossen ist. Aus der Basis des Integuments entfaltet sich dann im Herbst der Arillus. Das Erstaunliche dabei ist, dass sich der Arillus nicht aus dem Integument sondern im Bereich der Basis entwickelt. Somit kann die Eibe eindeutig den gymnospermen Koniferen und nicht den angiospermen Laubbäumen zugeordnet werden. Die weibliche Blüte ist mit einer Länge von 1,5-2mm im Verhältnis zur männlichen noch kleiner. Sie sitzt ebenfalls an der Unterseite der Triebe paarweise oder einzeln in den Blattachsen. Die Blüte besteht aus mehreren sich überlappenden Schuppen. Die obersten fruchtbaren Schuppen besitzen eine Samenanlage (HAGENEDER 2007, S. 36f).

3.6.2 Samen

Der Samen wird von saftigem, rotem Fruchtfleisch, dem Arillus, umgeben (siehe Abbildung 8). Im Durchschnitt hat der Samen eine Größe von 7-9mm. Er besteht aus dem Embryo der von der Samenschale geschützt wird. Da die Eibe zu den Gymnospermen gehört, handelt es sich weder um eine Frucht noch um eine Beere. Die Arillen reifen in Europa im Herbst zwischen August und Oktober. Samenjahre können bei mildem Klima jährlich auftreten, sonst alle 2-3 Jahre (THOMAS & POLWART 2003, S. 503). Die hauptsächliche Funktion des Arillus besteht darin, Vögel zum Verbreiten der Samen anzulocken. Von einem Großteil der Vögel werden die Samen nachdem sie den Verdauungstrakt passiert haben, und dort der fleischige Arillus aufgelöst wurde, wieder mit dem Kot (einer Portion Dünger) ausgeschieden. Wenige Ausnahmen wie zum Beispiel die Misteldrossel kotet die meist große Anzahl an geschluckten Samen nicht aus, sondern würgt die rote halbverdaute Fleischmantelmasse mit den Samen wieder herauf. So ein Auswurf kann bis zu 23 Samen enthalten (HAGENEDER 2007, S. 54f).



Abbildung 8: Samen mit unreifen und reifen Arillen (Foto: RASCHKA 2007).

3.6.3 Keimung

Der Samen reift unabhängig vom Arillus normalerweise erst im zweiten oder dritten Jahr, selten schon im ersten. Dieses mehrjährige Überdauern des Samens im Boden erhöht seine Chancen erst bei idealen Bedingungen zu keimen. Die hohe Keimfähigkeit der Eibensamen liegt zwischen 50-70% (manchmal sogar bis zu 100%). Die Samen sind ohne weiteres auch im vierten Jahr noch keimfähig, allerdings nehmen Gefahren wie zum Beispiel Pilzinfektionen oder Mäusefraß jährlich zu (THOMAS & POLWART 2003, S. 503).

Die Samen der Koniferen brauchen in der gemäßigten Zone für ihre Keimung genügend Wasser, Wärme, Sauerstoff und Licht. Laut dem *United States Department of Agriculture* ist für die Eibe noch ein wesentlicher Faktor notwendig um die Keimung auszulösen. Die Aufnahme des Samens durch Vögel und das anschließende Durchlaufen des Darmtraktes entfernt nicht nur den Arillus, sondern es wird auch vermutet, dass dadurch die Samenschale chemisch stimuliert und somit der Keimungsprozess eingeleitet wird. Samen mit Arillus haben hingegen nur eine winzige Keimungschance von 2% (USDA - Miscellaneous Publication 1948, Nr. 654).

3.7 Morphologie von *Taxus baccata* L.

3.7.1 Wurzel

Die Eibe beginnt schon als Keimling vor allem in ihr Wurzelsystem zu investieren und die Stärkung dessen ist dem Höhen- und Dickenwachstum gegenüber vorrangig. (Pietzarka 2005, S. 123) Diese Tatsache befähigt den Baum zur Bildung von Stockausschlägen sowie zum Austreiben von Wurzelschößlingen. Darin begründet sich auch das außerordentliche Regenerationsvermögen von *Taxus* (PIETZARKA 2005, S. 138).

Das Wurzelsystem der Eibe ist sehr dicht und weitläufig und ermöglicht der Pflanze eine effiziente Durchdringung des Bodens. Durch die Ausprägung ihrer Wurzeln ist die Eibe im Stande sich selbst auf Steilhängen, auf schwierigen Böden wie Felsgestein oder sogar an senkrechten Felswänden zu etablieren.

Einer Beeinträchtigung der Dichte der Eibenwurzeln durch eventuelle Wurzelkonkurrenz anderer Baumarten scheint gegen herkömmliche Vermutungen keine Bedeutung zuzukommen und konnte auch bis heute nicht nachgewiesen werden (HAGENEDER 2007, S. 30).

3.7.2 Stamm und Wuchsformen

Charakteristische Merkmale, welche den Stamm von *Taxus* auszeichnen sind ein aufrechter Wuchs, Spannrückigkeit, häufige Drehwuchs und Abholzigkeit. Sowohl am gesamten Stamm als auch an den Zweigen befinden sich schlafende Knospen die, besonders nach Frostschäden, Stammbrüchen und anderen Verwundungen, austreiben und so neue Zweige bilden können. Einige dieser stammbürtigen Triebe wachsen vertikal den Hauptstamm empor und verwachsen nach einer gewissen Zeitspanne mit ihm zu einem Komplexstamm den man bei Eiben oft antrifft und der für diese Baumart typisch ist (OITZINGER 2000, S. 32).

Einzelne Eiben erreichen gerade in Gebieten mit ozeanischem Klima, wie Irland oder den Britischen Inseln, Stammdurchmesser von einigen Metern. Verschiedene Autoren berichten von Eibenvorkommen, bei welchen besonders bei den mächtigsten Exemplaren die Stämme beinahe ausnahmslos hohl waren. Schon bereits im letzten Jahrhundert wurde die Erkenntnis erlangt, solche großen Stammdurchmesser der Europäischen Eibe als Scheinstammbildungen zu betrachten. Hierbei verwachsen nach dem Absterben des Primärstammes mehrere jüngere Stämme miteinander. Dieses Phänomen führte zuvor häufig dazu, dass das Alter mächtiger Individuen von *Taxus* bei weitem überschätzt wurde (Eichberger & Heiselmayer 1995, S. 24).

Als Reaktion auf Veränderungen des individuellen Standortes einzelner Eibenexemplare, welche aus bestimmten Umweltereignissen wie zum Beispiel Hanggleiten oder Schneeschüben resultieren können, zeigt *Taxus* immer wieder alternative Stammwuchsformen. Die am häufigsten zu beobachtenden sind Bogen- und Säbelwuchs (Abbildung 9) sowie Kniewuchs (Abbildung 10).



Abbildung 9: Bogenwuchs (Foto: RASCHKA 2007).



Abbildung 10: Kniewuchs (Foto: RASCHKA 2007).

3.7.3 Benadelung

Die weichen Nadeln sind zwischen 1-3cm lang und zwischen 2-3mm breit, abgeflacht, fein zugespitzt, ganzrandig und spiralg angeordnet. Meist sind sie leicht sichelförmig gebogen, stets einzeln stehend, am Zweig herablaufend und am unteren Ende leicht gedreht. Die mit Ausnahme am Spross, wo sie spiralg angeordnet sind, dorsiventral (zygomorph) angeordneten Nadeln sind bei den Coniferophytina die einzigen ohne Sklerenchym (GODET 1994, S. 120).

Durch das Fehlen des Festigungsgewebes im Gegensatz zu anderen Gymnospermen in welchen die Zellwände meist durch nachträgliche Lignineinlagerungen sehr hart werden, gehören die Eibennadeln zu den am schwächsten gebauten der heimischen Koniferen (LEUTHOLD 1998, S. 25).

Oberseitig weisen die Nadeln eine glänzende dunkelgrüne Färbung und unterseits ein mattes Hell- oder Gelbgrün mit einer gut erkennbaren Mittelader auf (Abbildung 11). Auf der Nadelunterseite kann man die links und rechts neben der Mittelader verlaufenden, schwach sichtbaren Spaltöffnungsstreifen erkennen. Der Nadelstiel ist 2-3mm lang und grün (GODET 1994, S. 120).



Abbildung 11: Nadeln Unter- und Oberseits (Foto: RASCHKA 2007).

3.7.4 Borke, Holz und seine Eigenschaften

Die Eibe hat als einzige Nadelbaumart keine Harzkanäle. Auch Holzparenchymzellen fehlen. Bei Verletzungen können jedoch Harzkanäle gebildet werden. Eine weitere Besonderheit des Eibenholzes ist eine spiralenförmige Verdickung der Tracheiden. Dieses anatomische Merkmal verhilft dem Eibenholz zu der hervorragenden Elastizität (SCHEEDER 1994, S. 21).

Das meist rötliche Kernholz grenzt sich meist deutlich vom hellen Splintholz ab. Typisch für die Eibe ist der durch ihr sehr langsames Wachstum bedingte, relativ enge Jahrringsverlauf, der jedoch sehr stark vom Standort abhängig ist. Die Jahrringe von *Taxus* sind in tieferen Lagen wesentlich breiter als jene von Individuen in Bergland. Die oft sehr spannrückigen Stämme lassen auf einen welligen Jahrringsverlauf über den Querschnitt schließen (MOIR 1999, S. 479ff).

Ebenfalls auf die geringe Wachstumsrate der Eibe zurückzuführen sind die Eigenschaften Härte, hohe Dichte und daraus resultierendes hohes spezifisches Gewicht, sowie eine enorme Dauerhaftigkeit des Holzes (THOMAS & POLWART 2003, S. 500).

Das Farbspektrum der Borke geht von braun-grau bis rot. Die Rinde ist sehr dünn und schuppt in unregelmäßigen sehr flachen Schuppen (Abbildung 12 und Abbildung 13).

Die Eibe ist nicht nur ein ausgesprochener Todasterhalter, sie hat auch die Fähigkeit Adventivtriebe, also jederorts neue Triebe zu bilden. Deshalb kann man oft die von frischen Trieben bedeckten Stämme freigestellter Bäume sehen. Erfahrungsgemäß leben solche Adventivtriebe nicht lange. Wenn sie nicht vom Wild abgeäst werden, sterben sie meist wieder von selbst ab. Adventivtriebe hinterlassen im Holz typische dunkle Punkte. Diese werden im Furnierhandel sehr geschätzt und als Pfeffer bezeichnet. Durch das immer wiederkehrende Austreiben und Absterben bildet sich ein knorriges Holz mit einer unregelmäßigen Struktur (TABBUSH & WHITE 1996, S. 197ff).



Abbildung 12: Rinde eines schwachen Eibenstammes (Foto: RASCHKA 2007).



Abbildung 13: Rinde eines starken Eibenstammes (Foto:RASCHKA 2007).

3.7.5 Wachstum

Die Angaben zur maximal erreichbaren Höhe von Eiben sind sehr unterschiedlich. Diverse Autoren gehen davon aus, dass diese Baumart ein Höhenwachstum von bis zu 20m realisieren kann. Der Einfluss der beigemischten und überschirmenden Baumarten im Bestand ist unumstritten (SCHEEDER 1994, S. 74).

NIEMANN stellte bei der Beobachtung der natürlichen Verjüngung eines Eibenbestandes in Mitteldeutschland bei Sämlingen ein durchschnittliches Höhenwachstum von 3cm pro Jahr fest. Laut ihm bleibt der Höhenzuwachs der jungen Eibe bis zum Alter von 8 Jahren konstant und beträgt nur etwa 1-2cm pro Jahr. Erst später erreichen die Triebe im Normalfall und bei vollem Lichtgenuss einen jährlichen Zuwachs von 10-20cm Länge (NIEMANN 1992, S. 405ff).

Der Höhenzuwachs von *Taxus baccata* L. kulminiert erst, wenn der Baum ein Alter von 150-160 Jahren erreicht hat. Bei allen anderen Baumarten tritt die Kulmination des Höhenwachstums bei weitem früher ein (PIETZARKA 2005, S. 135).

In der Natur kommen große Stammdurchmesser vor, die auf ein anhaltendes Dickenwachstum dieser Baumart schließen lassen. Angaben, die sich auf die Breite der Jahrringe beziehen, reichen von 0,3mm bis 1,9mm. Die, auf den Baum wirkenden Vegetationsbedingungen, üben einen entscheidenden Einfluss auf diese Größe aus. Ähnlich wie die Buche, aber auch andere Baumarten, kann die Eibe selbst in fortgeschrittenem Alter noch auf günstigere Kronenbelichtungen, zum Beispiel als Folge von Durchforstungen, mit einer Zunahme der Jahrringsbreiten reagieren (SCHEEDER 1994, S. 74).

PIETZARKA gibt eine Kulmination der Dickenwachstumsrate von *Taxus baccata* L. nach einer Lebensdauer von 110-120 Jahren an (PIETZARKA 2005, S. 135).

Dass die Eibe, trotz des Umstandes zu den besonders langsam wüchsigen Baumarten zu zählen, stattliche Dimensionen erreicht, ist häufig auf die unter Kapitel 3.7.2 beschriebene Komplexstammbildung zurückzuführen (OITZINGER 2000, S. 35).

3.7.6 Lebensdauer

Obwohl Eibenstämme oft gewaltige Dimensionen heranwachsen können, stellte sich hingegen der langläufigen Vermutung, die Eibe könne bis zu 2000 Jahre überdauern, heraus, dass die Lebenserwartung von *Taxus baccata* L. in der Regel etwa ein Ausmaß von 500 bis 700 Jahren erreichen dürfte. Dass das Alter der Eibe in der Vergangenheit wiederholt um ein Vielfaches überschätzt wurde, begründet sich in der Scheinstammbildung, auf die in Kapitel 3.7.2 hingewiesen wird (EICHBERGER & HEISELMAYER 1995, S. 28).

Generell gestaltet sich die Schätzung der Lebensdauer einer alten Eibe als schwieriges Unterfangen. Zum einen kann eine Zählung der Jahrringe an einem Stamm, der von innen her hohl wird, kein brauchbares Ergebnis liefern, zum anderen ist auch die Altersschätzung des Baumes durch die Radiokarbon-Methode nicht zielführend, wenn kein Holz aus den frühesten Jahren mehr vorhanden ist. Außerdem erschweren die, sich während der verschiedenen Lebensphasen ändernden Wachstumsraten von *Taxus*, dendrochronologische Berechnungen. Um das Alter einer Eibe einigermaßen realistisch einzuschätzen, ohne das Pflanzdatum dieser zu kennen, bietet sich die Möglichkeit der Ermittlung der wahrscheinlichsten Wachstumsraten für das entsprechende Exemplar an. Bei dieser Methode werden sowohl die Jahrringe des Baumes, der von besonderen Interesse ist, gemessen, als auch, sofern dies möglich ist, jene der benachbarter Eiben. Entscheidend dabei ist, dass die Daten bezüglich Bodenbeschaffenheit, Mikroklima und Lichtverhältnisse am Standort gewissenhaft ausgewertet werden (HAGENEDER 2007, S. 80).

3.8 Biotisch und abiotisch negative Faktoren

3.8.1 Schädlinge

Aus der Vielzahl der Schädlinge an der Eibe wird im Folgenden nur auf einige bedeutende näher eingegangen.

Neben den Vögeln, die nur am Arillus interessiert sind und den Samen wieder ausscheiden, gibt es auch samenfressende Arten. Zu ihnen zählen unter anderem Grün- und Buntspecht, Kohlmeise, Grünfink und Kleiber. Betrachtet man die Verbreitung der Samen durch Vögel in Relation zum Verzehr derselben, hat dies auf die Eibenverjüngung vernachlässigbare Auswirkungen (HAGENEDER 2007, S.56).

Ein Schadbild, das sehr oft anzutreffen ist, ist die durch die Eibengallmücke (*Taxomyia taxi*) hervorgerufene artischockenförmige Galle (Abbildung 14). Die Artischockengalle besteht aus einer Vielzahl von Nadeln. Diese Missbildung tritt als Reaktion, auf die von der geschlüpften Larve ausgelöste Stimulation, auf. Die Larve ernährt sich vom Pflanzensaft und hat, bis auf das Wachstum einzelner Triebe, kaum Auswirkung auf den Wirtsbaum (REDFERN 1975, S. 530).



Abbildung 14: Artischockenartige Galle der Eibengallmücke (Foto: RASCHKA 2007).

Trotz der besonderen Eigenschaften des Eibenholzes wird es von verschiedenen Insekten befallen. Zu den wichtigsten Käfern, die das Splintholz der Eibe heimsuchen, zählen die Larve des Hausbocks (*Hylotrupes bajulus*) und die Larve des Gemeinen Nagekäfers (*Anobium punctatum*) (THOMAS & POLWART 2003, S. 508). Große Schäden verursacht auch der Gefurchte Dickmaulrüssler (*Otiorhynchus sulcatus*) der einjährige Triebe ringelt. Die, von ihm befallenen Triebe sterben ab, werden rot und verbleiben noch lange am Ast. An jungen Sämlingen frisst er sowohl an den Terminaltrieben als auch an den Wurzeln (HAGENEDER 2007, S. 62).

Auch viele Milbenarten befallen die Eibe, wie zum Beispiel die Taxusgallmilbe (*Cecidophyopsis psilaspis*). Auf befallenen Bäumen kommt es zu einem Verdicken und Ausdehnen der Knospenschuppen, welche ein Absterben der Knospen nach sich ziehen (HAGENEDER 2007, S. 65).

Ein Dauerhafter Befall von Pilzen kommt bei der Eibe, im Vergleich zu anderen Baumarten, relativ selten vor. Auf zwei interessante Beispiele zu diesem Thema wird wie folgt dennoch kurz Bezug nehmen:

1. In Polen verursacht der Pilz *Nectria radicularis* auf einigen Standorten das Absterben von Eibensämlingen. Er schafft im Boden ein derart feindliches mikrobiologisches Klima, welches das Aufkommen einer Eibenverjüngung unterbindet.
2. Im Fürstenwald nahe der Stadt Chur in der Schweiz wurde an jeder vierten Eibe ein großflächiger, auffallender Stammkrebs festgestellt. Es wird angenommen, dass diese Krebsbildung aufgrund einer Pilzinfektion an offenen Wunden erfolgte, da an manchen Stämmen Fruchtkörper des Kiefern-Feuerschwammes (*Phellinus pini*) auftraten (THOMAS & POLWART 2003, S. 508).

Für Kleinnagetiere, vor allem verschiedenen Mäusen, wie der Waldmaus oder Rötelmaus, ist der Eibensame eine gute Nahrungsquelle in den Herbst- und Wintermonaten. Sie öffnen die giftige Samenschale und fressen den ungiftigen Embryo (Abbildung 15). Manchmal werden auch Teile des Arillus verzehrt, jedoch wird dieser meist zurückgelassen. Auch der Fraß an jungen Eibenwurzeln durch Wühlmäuse ist noch zu erwähnen (THOMAS & POLWART 2003, S. 489ff).



Abbildung 15: Durch Kleinnagetiere ausgehöhlte Eibensamen und zurückgelassene Arillen
(Foto: RASCHKA 2007).

Das Wild und seine teilweise schädigende Wirkung auf die Eibe werden in Kapitel 3.8.2 thematisiert.

3.8.2 Weitere reproduktionshemmende Faktoren

Die Eibe kommt fast immer in Mischbeständen vor und verbleibt dort aufgrund ihrer Höhe meistens im Nebenbestand. In der Vergangenheit wurde bezüglich der waldbaulichen Behandlung von Beständen auf die Eibe eher wenig Rücksicht genommen. Wenn sie nicht sowieso entfernt wurde, verweilt sie meist unter dem dichten Kronendach von Buchenmischwäldern. Dieses Ausdunkeln bewirkt selten das Absterben der Eibe, da sie eine äußerst hohe Schattentoleranz besitzt. Doch trotz ihrer hohen Schattenverträglichkeit braucht auch *Taxus baccata* L. ausreichend Licht, um Blühen und Fruktifizieren zu können. Dieser Zusammenhang von Licht und Fruktifikation wird in nachfolgenden Kapiteln noch genauer behandelt.

Ein weiterer Faktor, der oft der Reproduktion der Eibe entgegenwirkt, ist das Wild. Verbissen werden Keimlinge und junge Pflanzen von Hasen, Rot- und Rehwild, aber auch von Schafen und Ziegen. In vielen Gebieten zählt besonders das Rehwild, als typischer Selektierer, zu den Hauptfaktoren gegen das Aufkommen einer Eibenverjüngung (HAGENEDER 2007, S. 50). Hier darf der Keimlingsverbiss, der so genannte „stille Verbiss“, nicht außer Acht gelassen werden. Durch den Keimlingsverbiss wird nicht selten (fälschlicherweise) angenommen, dass keine Verjüngung vorhanden wäre. Auch Fegeschäden am Stamm durch Rehböcke sind durchaus üblich (Abbildung 16).



Abbildung 16: Durch einen Rehbock verursachter Fegeschaden an einem Eibenstamm
(Foto: RASCHKA 2007).

Die schwache Reproduktionsfähigkeit überschatteter Eiben und der teilweise sehr starke Verbissdruck führen in vielen Regionen zum Fehlen eines entsprechenden Verjüngungsstadiums und zu einer negativen Populationsentwicklung. Durch den Verbiss und die ungünstigen Lichtverhältnisse kommt es zum überwiegenden Ausfall der nachfolgenden Eibengenerationen. Das Unter-Schutz-Stellen der Eibe hat die Bedrohung durch den Menschen weitgehend gestoppt. Außer der illegalen Nutzung einiger Eiben für Trophäenschilder und einzelner Schäden am Stamm durch die Holzernte, geht vom Menschen heutzutage keine Gefahr mehr aus.

3.8.3 Nutzung

Die älteste, nachgewiesene Verwendung des besonders harten, lange haltbaren und trotzdem sehr elastischen Holzes, ist ein Speer, der in Südengland (Clancton) gefunden wurde und ca. 150.000 Jahre alt ist. Ein zweiter Speer, der das beträchtliche Alter von ca. 90.000 Jahren aufweist, wurde in Deutschland (Niedersachsen) entdeckt (MILNER 1992, S. 42). Die Gletscherleiche Ötzi, die 1991 in den Ötztaler Alpen gefunden wurde und vor ca. 5.200 Jahren lebte, hatte einen Bogen aus Eibenholz bei sich. Der Stiel seiner Kupferhacke war ebenfalls aus Eibenholz (SCHEEDER 1994, S. 41). In der Bronzezeit (ca. 3000 v. Chr.) kam es zu den ersten intensiven Nutzungen des Holzes beim Errichten von Pfahlbauten (LEUTHOLD 1980, S. 143).

Der häufigste Verwendungszweck des Eibenholzes war die Herstellung der ersten Fernwaffe, der Langbögen. Zur Massenproduktion dieser Kriegsbögen kam es im Mittelalter in England, nachdem König Edward I (König von England von 1272 bis 1307) erlassen hatte, dass jedermann Pfeil und Bogen besitzen und das Schießen damit üben müsse. Zum Abdecken des dadurch entstandenen hohen Bedarfs an Eibenholz wurden die Britischen Inseln bald zu klein. Unter König Edward II (1307-1327) wurde das Holz zuerst aus Spanien importiert, dem bald ein internationaler Eibenholzhandel folgte (STRICKLAND & HARDY 2005, S. 42).

Mitte des 15. Jahrhunderts wurde bereits der Hauptteil der Eiben zur Produktion von Eibenlangbögen importiert. Die Hauptexporteure waren Bayern, Süddeutschland und Österreich. Das, in den europäischen Berglagen langsam gewachsene Holz, war jenem der Engländer bei weitem überlegen (CHETAN et al. 1994, S. 80).

Damit die Fürsten der nördlichen Alpenregion nicht leer ausgingen, führten sie ein Eibenmonopol ein. So nahmen auch die Fürstenhäuser teil am lebhaften Eibengeschäft. Das Monopol beinhaltete gewisse Auflagen, wie zum Beispiel das Schonen noch nicht hiebsreifer Eiben. Außerdem waren darin die Grenzen des Gebietes, die Bezahlung von Forstgeld, Zöllen und Mauten, sowie die Höhe des Kammerzinses und die Zahlung an die königliche Schatzkammer festgelegt. Die Händler mussten bei den Landesherren Anträge stellen und gegeneinander bieten, um den Zuschlag für das Monopol eines Gebietes zu bekommen. Die Handelsrouten erstreckten sich über ganz Europa, auf Landwegen ebenso, wie über binnenländische Flößerei und auf Schiffswegen nach London und in andere englische Häfen.

Dass diese Ausbeutung der Eibe auf lange Sicht nicht gut gehen konnte, erkannte bereits Kaiser Maximilian I, der 1507 mit den Herzögen Wilhelm und Ludwig von Bayern ein Verbot der Eibennutzung aushandeln wollte, das aber nie zustande kam. Nach vielen anderen fruchtlosen Schonungsversuchen mancher Herrscher kam es 1568 erstmals dazu, dass Herzog Albrecht von Bayern ein Ansuchen auf ein Monopol, wegen nahezu vollkommener Erschöpfung der Eibenbestände, ablehnen musste.

Im Jahre 1589, als keine Eibe mit erwähnenswerter Größe mehr vorhanden war, kam es endgültig zum Ende von Monopolvergaben und einem ausnahmslosen Nutzungsverbot dieser Baumart (SCHEEDER 1994, S. 45ff).

Die Ausbeutung der Wälder während der jahrhundertelangen Erzeugung von Langbögen führte zu einer Erschöpfung der Eibenbestände in ganz Europa, von denen sie sich bis dato noch nicht erholt haben.

4 Datenerhebung

Die umfangreichen Datenerhebungen wurden im Sommer 2008 durchgeführt. Dabei wurden sowohl zahlreiche baumspezifische Merkmale der Eiben, als auch komplexe Eigenschaften des Bestandes, des Standorts und der Verjüngung aufgenommen. Zur Datenerhebung wurden standardisierte Aufnahmeformulare (siehe Anhang) und ein speziell ausgearbeiteter Aufnahmeschlüssel verwendet. Der Aufnahmeschlüssel orientiert sich an RUPRECHT et al. (2007) und wurde ursprünglich von KOCH (1998) für die Forstliche Bundesversuchsanstalt zur Erhebung von Naturwaldreservaten ausgearbeitet und in Anlehnung an OITZINGER (2000) von RUPRECHT et al. (2007) unter anderem für die Fragestellungen meiner Arbeit modifiziert.

4.1 Flächenidentifikation

4.1.1 Stichprobenraster

Zur Beurteilung der Bestandes-, Standorts- und Verjüngungsmerkmale, wurden systematische Stichproben mit einer Rasterweite von 30 x 30m durchgeführt. Die einzelnen Rasterpunkte wurden auf jeder Fläche unter Berücksichtigung der Geländeneigung in Nord-Süd-Richtung angelegt (Abbildung 17). Um das Aufsuchen der Aufnahmepunkte zu erleichtern wurde das Raster mit laufend nummerierten Holzpflocken versehen. Das Einmessen der Stichprobenpunkte erfolgte im Gelände mit Hilfe eines *Suunto Tandem* (Bussole und Klinometer) mit dem sowohl der Azimut in Altgrad als auch die Geländeneigung gemessen wurden. Zur Distanzmessung wurde ein herkömmliches 50m-Forstmaßband in Kombination mit einem *Bushnell Yardage Pro* Laserentfernungsmessgerät verwendet.

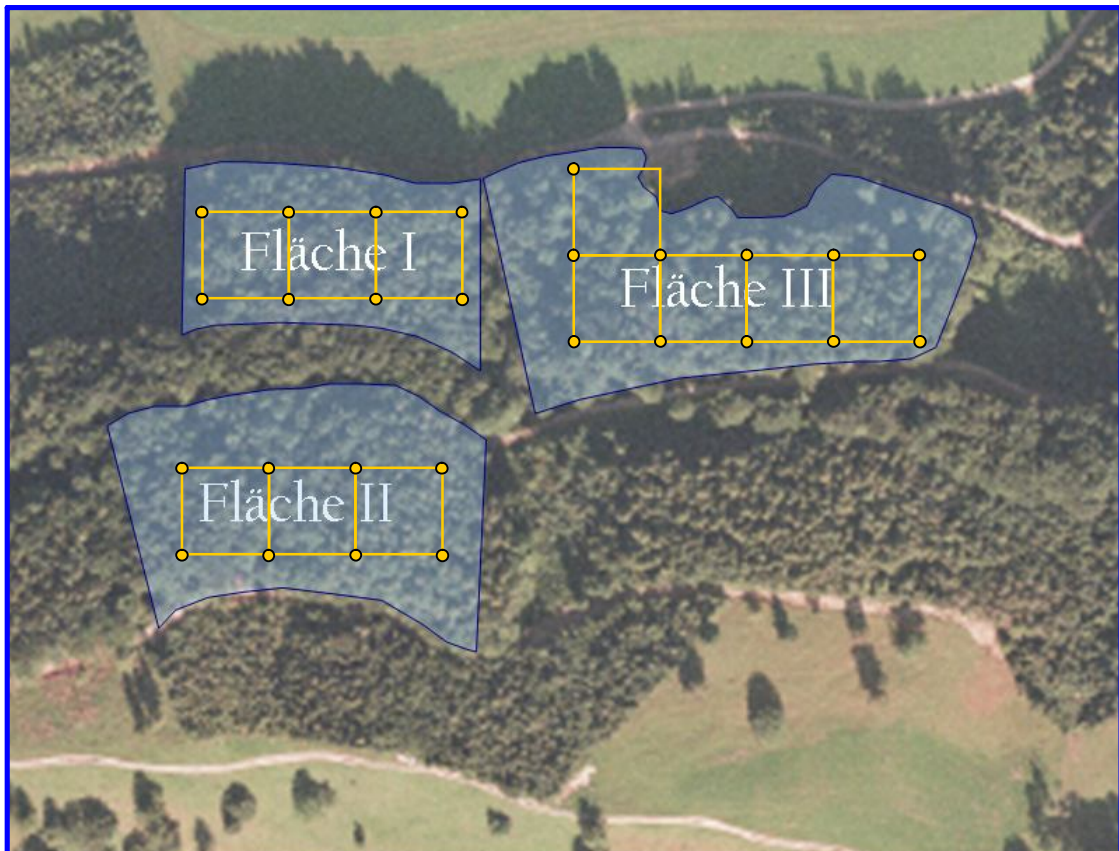


Abbildung 17: Die drei Flächen im Generhaltungswald Losenstein (Quelle: DORIS, Amt der Oberösterreichischen Landesregierung 2007).

4.1.2 Vermarkung und Einmessung der Eiben

Alle auf den Flächen befindlichen Individuen von *Taxus*, deren Brusthöhendurchmesser (BHD) fünf Zentimeter überschritt, sind mit Aluminiummarken, die fortlaufend nummeriert sind (Abbildung 18) permanent gekennzeichnet worden. Bei Exemplaren, die sich bereits unter 130cm Höhe verzweigt hatten, wurde jeder Zwiesel als eigenständige Pflanze markiert. Die Alumarken wurden mittels eines Stahlstiftes am Stammfuß der Eiben, Richtung Hang abwärts fixiert. Um bei eventuellen weiteren Aufnahmen des Bestandes Veränderungen bezüglich des BHDs einzelner Individuen eruieren zu können, wurden an den Eibenstämmen zusätzlich Pins, in einer Höhe von 130cm, angebracht.



Abbildung 18: Markierung mit Aluplättchen am Stammfuß jeder Eibe (Foto: RASCHKA 2007).

Zusätzlich zur Markierung der Eiben, wurde die Entfernung und der Azimut in Altgrad zwischen dem Probezentrum, also dem jeweils unmittelbarsten Stichprobenpunkt, und den einzelnen Bäumen mit Hilfe eines *Laser-Entfernungsmessgerät Jenoptik LEM 50* (automatische Horizontaldistanz) beziehungsweise mittels Bussole elektronisch festgestellt. Um die Abweichung vom Nordwinkel abzulesen, wurde dabei auf die Stammachse der einzelnen *Taxusexemplare* gezielt, beim Messen ihrer Entfernungen zum Kontrollpunkt hingegen, wurde der jeweilige Stammfuß anvisiert.

4.2 Datenaufnahme

4.2.1 Standortsbeschreibung

An jedem Stichprobenpunkt erfolgte eine standardisierte Erfassung von fünf Standortsparemtern. Die Tabelle 4 gibt hier eine Übersicht. Für weitere Details wird auf das Aufnahmemanual verwiesen (RUPRECHT et al. 2007).

Tabelle 4: Parameter zur Charakterisierung des Standorts

Standortsparemter	Anmerkungen
1) Exposition	für das Makrorelief
2) Neigung	Angabe der durchschnittlichen Neigung in der Falllinie
3) Relief	<p>Unterteilt in Makro-/Mesorelief und Mikrorelief bezogen auf den Geländeteil, der über die Fläche hinausgeht.</p> <p><i>Makro-/Mikrorelief:</i> Ebene, Verebnung, Talboden, Terrasse, Plateau, Mulde, Wanne, Graben, Oberhang, Unterhang, Mittelhang, Hangversteilung, Hangverflachung, Kuppe, Rücken, Riedel, Hangfuß, Schutfächer, Schuttkegel, Geländekante, Grabeneinhang, Rinne, Blockhalde</p> <p><i>Mikrorelief:</i> homogen, wellig, rinnig, buckelig, blockig</p>
4) Bodenbeeinträchtigung	keine, gering, ausgeprägt
5) Wasserhaushalt	trocken, mäßig trocken, mäßig frisch, frisch, sehr frisch, feucht

4.2.2 Bestandesbeschreibung

Ausgehend vom Stichprobenpunkt (Rasterpunkt), wurden in einem fixen Radius von 12,6m, was einer Fläche von 500m² entspricht, die Merkmale von Bestand und Standort aufgenommen (siehe Tabelle 5). Zusätzlich wurden die Horizontalabstände sowie der Azimut der benachbarten Eiben gemessen.




Tabelle 5: Parameter zur Charakterisierung des Bestandes

Bestandesbeschreibung	Anmerkungen
1) Bestandesklasse	Blöße, Jugend, Dickung, Stangenholz, Baumholz, Starkes Baumholz
2) Alter	
3) Beschirmungsgrad	der einzelnen Baumschichten in % (Maximalwert 100%)
4) Mischungsgrad	in 1/10 der Ober-, Mittel- und Unterschicht
5) Baumarten	
5) Bestandaufbau	einschichtig, zweischichtig, plentrige Struktur

4.2.3 Verjüngungsansprache

Zur Ansprache der Verjüngung wurde eine Satellitenstichprobe mit vier zusätzlichen Probepunkten je Rasterpunkt durchgeführt (Abbildung 19). Die zusätzlichen Probepunkte wurden in 5m Entfernung vom Rasterpunkt in allen vier Himmelsrichtungen platziert. Die Jungpflanzen wurden gestaffelt nach Höhenklassen in konzentrischen Probekreisen von jeweils unterschiedlicher Dimension erfasst, wie in Tabelle 6 näher beschrieben. Die ermittelten Daten wurden in Hektarwerte umgerechnet, um eine bessere Vergleichbarkeit zu gewährleisten.

Tabelle 6: Radien der Probekreise und die darin aufzunehmenden Höhenklassen.

Probekreis	Radius	Höhenklasse
1. Kreis	0,5m 	Keimlinge, 1jährige, 2jährige, 3jährige und >3jährige-30cm
2. Kreis	1,6m 	30-50cm und 50-150cm
3. Kreis	3,2m 	150cm-4,9cm BHD

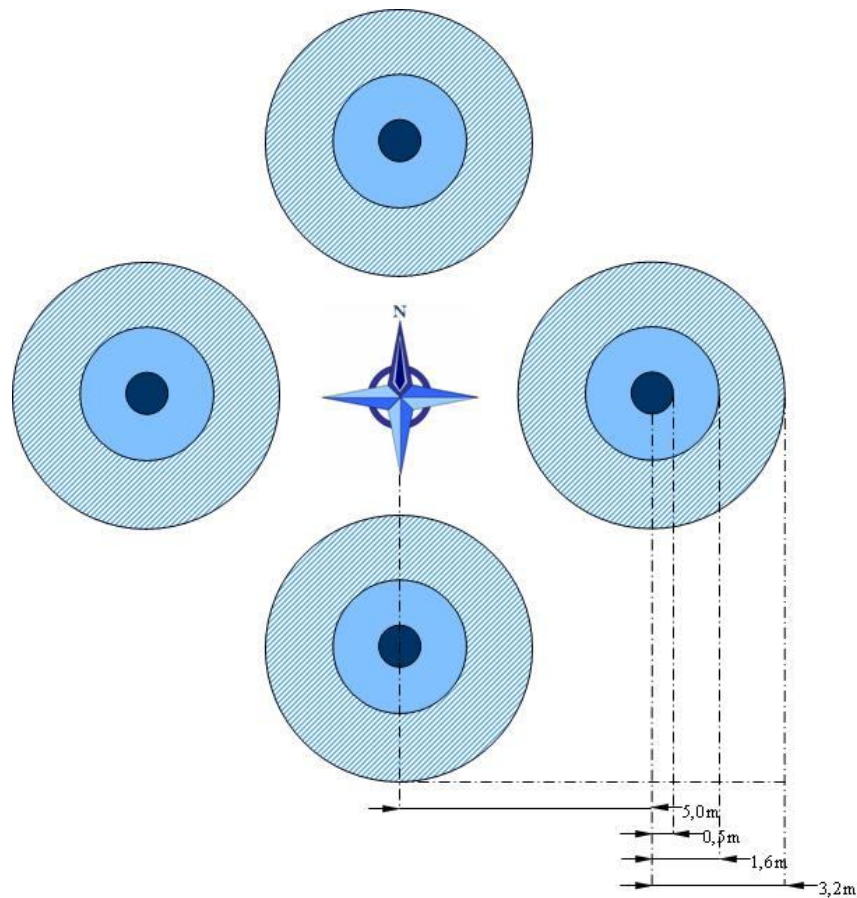


Abbildung 19: Satellitenförmige Anordnung der Probekreise in den Haupthimmelsrichtungen um den Rasterpunkt.

4.2.4 Baummerkmale der Eibe

Folgende Einzelbaummerkmale wurden an allen Eiben ab einer Kluppschwelle von 5cm eingemessen und entsprechend der Vorgaben des Aufnahmemanuals (RUPRECHT et al. 2007) angesprochen:

1. Baumnummer

2. Azimut [$^{\circ}$] und Entfernung [0,0m]

Gemessen vom Rasterpunkt zur Eibe in Altgrad mit einem *Suunto Tandem* und dem *Laser-Entfernungsmessgerät Jenoptik LEM 50*.

3. Geschlecht

Um die Geschlechter der einzelnen Eiben einfach und zweifelsfrei ermitteln zu können, wurde die Geschlechteransprache am 28. August 2007, zur Zeit der Bildung und Reife weiblicher Arillen, durchgeführt. Anfang April, während der vollen Blüte der männlichen *Taxusexemplare*, wurden dann die Angaben noch einmal kontrolliert.

4. Entstehung

Kernwuchs oder Stockausschlag.

5. Brusthöhendurchmesser [0,0cm]

Gemessen mit einem Pi-Band in 1,3m Höhe hangoberseits, senkrecht zur Stammachse und zusätzliche Markierung der Messstelle mit einem Pin.

6. Höhe [0,0m]

Gemessen mit dem *Laser-Entfernungsmessgerät Jenoptik LEM 50*.

7. Kronenansatz [0,0m]

Die Krone beginnt mit dem ersten grünen Ast mit einem Durchmesser über 2cm, wenn danach keine weitere Dürrastzone mehr folgt.

8. Schäden [0-4]

- a) Schältschäden
- b) Bringungs- u. Fällungsschäden
- c) Eibengallmückenbefall

9. Höhenklasse

- a) Oberschicht
- b) Mittelschicht
- c) Unterschicht

10. Kronenausformung

- a) allseitig, kräftig
- b) schwach entwickelt, eingeengt
- c) verkümmert, meist einseitig, eingeklemmt
- d) absterbende Krone
- e) abgestorbene Krone

11. Entwicklungsmöglichkeiten der Krone

- a) keine
- b) nach oben
- c) nach oben und horizontal
- d) horizontal

12. Überschildung [%]

Geschätzt als Prozentwert der überschilderten Fläche.

13. Wuchsform

- a) gerade
- b) Bogenwuchs
- c) Säbelwuchs
- d) Kniewuchs
- e) geschlängelt

14. Zwiesel [0,0m]

Anzahl der Zwiesel und deren Ansatzhöhe.

15. Benadelungsdichte der grünen Krone [%]

4.2.5 Strukturelle Vierergruppe

Zur quantitativen Charakterisierung von Strukturen der Mischbestände wurde die Methode der „Strukturellen Vierergruppe“ eingesetzt (vgl. FÜLDNER 1995). Diese Methode erfasst die Beziehung eines ausgewählten Baumes (Nullbaum) zu seinem nächsten Nachbarn (siehe Abbildung 20). Dabei wurden jeweils zwei Individuen von *Taxus*, ein männliches und ein weibliches, je Stichprobenpunkt als Nullbäume herangezogen. Auch hier galt die Kluppschwelle von mindestens 5cm.

Merkmale, welche für die *Strukturelle Vierergruppe* zu erheben sind, lauten:

- Bestimmen der Baumarten
- Horizontaldistanzen vom Nullbaum zu seinen drei nächsten Nachbarn
- BHD vom Nullbaum und jene, seiner drei nächsten Nachbarn
- Höhe vom Nullbaum und die seiner drei nächsten Nachbarn

Mithilfe der „Strukturellen Vierergruppe“ können die folgenden Horizontal- und Vertikalstrukturen bestimmt werden:

- Artendurchmischung (GADOW & FÜLDNER 1995)
- Durchmesserdifferenzierung (GADOW & FÜLDNER 1995)
- Höhendifferenzierung (FÜLDNER 1995)
- Baum- Baum- Abstand (POMMERING 1997)

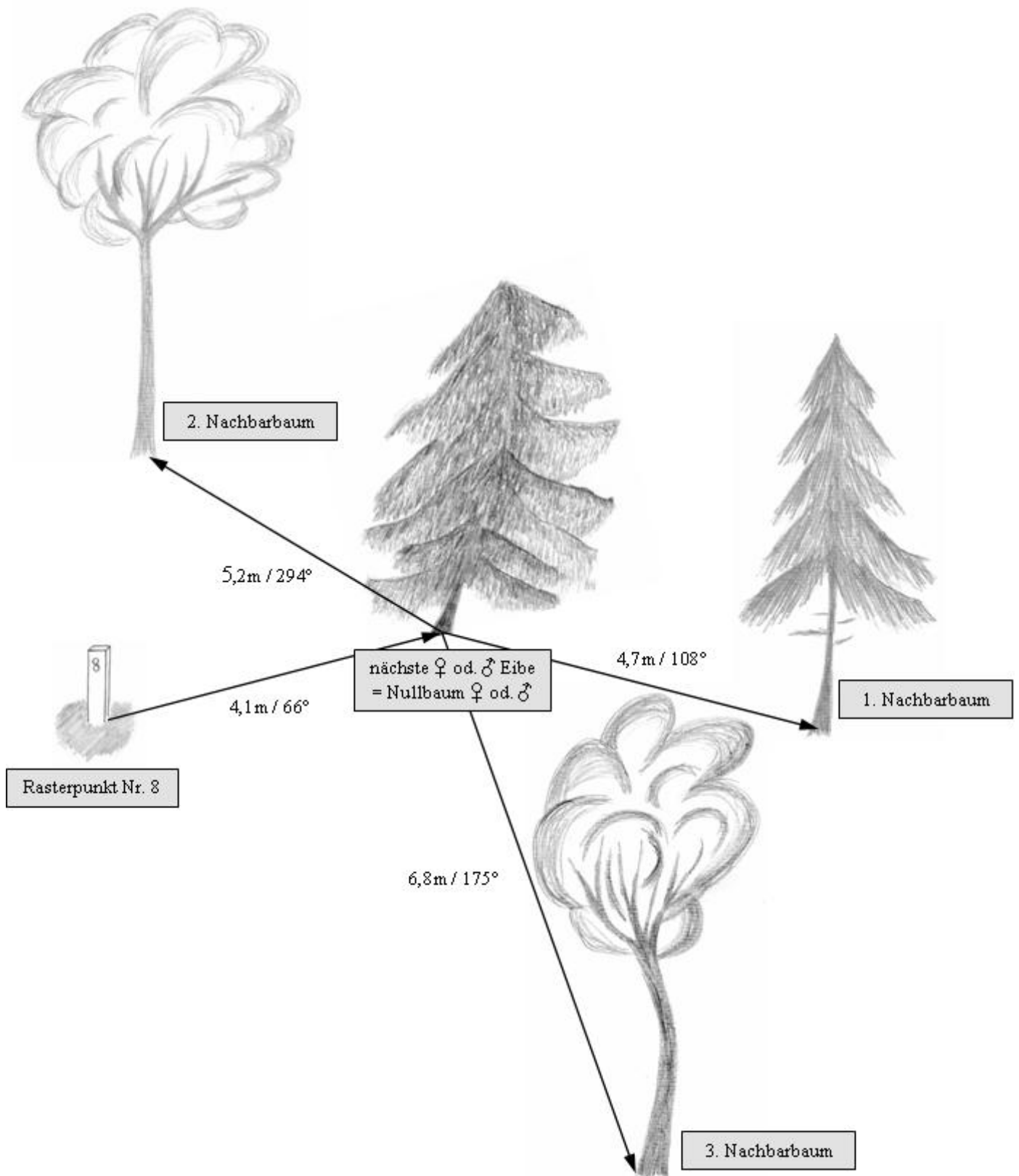


Abbildung 20: Strukturelle 4er-Gruppe. Einmessung vom Rasterpunkt zum weiblichen und männlichen Nullbaum und seinen jeweiligen drei nächsten Nachbarn (Zeichnung: BÄCKENBERGER 2008).

4.2.6 Vollaufnahme

Zusätzlich wurden **Vollaufnahmen** der Bestände, mit einer Kluppschwelle von 5cm, durchgeführt. Die Durchmesserermittlung erfolgte mittels Kluppe abgerundet auf ganze Zentimeter. Die Brusthöhendurchmesser der Eibe wurden separat ermittelt (siehe Kapitel 4.2.4). Für die Fläche 1 erfolgte zusätzlich eine Vollaufnahme vor dem Durchforstungseingriff. Hinreichend sollten nicht nur die in der Praxis üblichen Parameter *Stammzahl*, *Vorrat*, *Grundfläche* und *Durchmesserstruktur* erhoben werden, sondern auch die *Eingriffsstärke* und die *Standortsleistung* ermittelt werden. Ferner wurde durch umfangreiche Jahrringszählungen an Stöcken das *mittlere Flächenalter* der Bestände ermittelt.

5 Erhebungsgebiet

5.1 Lage

Die Flächen befinden sich in Oberösterreich im Bezirk Steyr-Land. Der gesamte Generhaltungswald *Losenstein* umschließt ein Areal von 39,6 ha und liegt zwischen den Gemeinden Laussa und Losenstein (Abbildung 21). Die Fläche 1 erstreckt sich über ein Areal von 0,8 ha. Die Flächen 2 und 3 haben jeweils eine Größe von 1,5 ha.

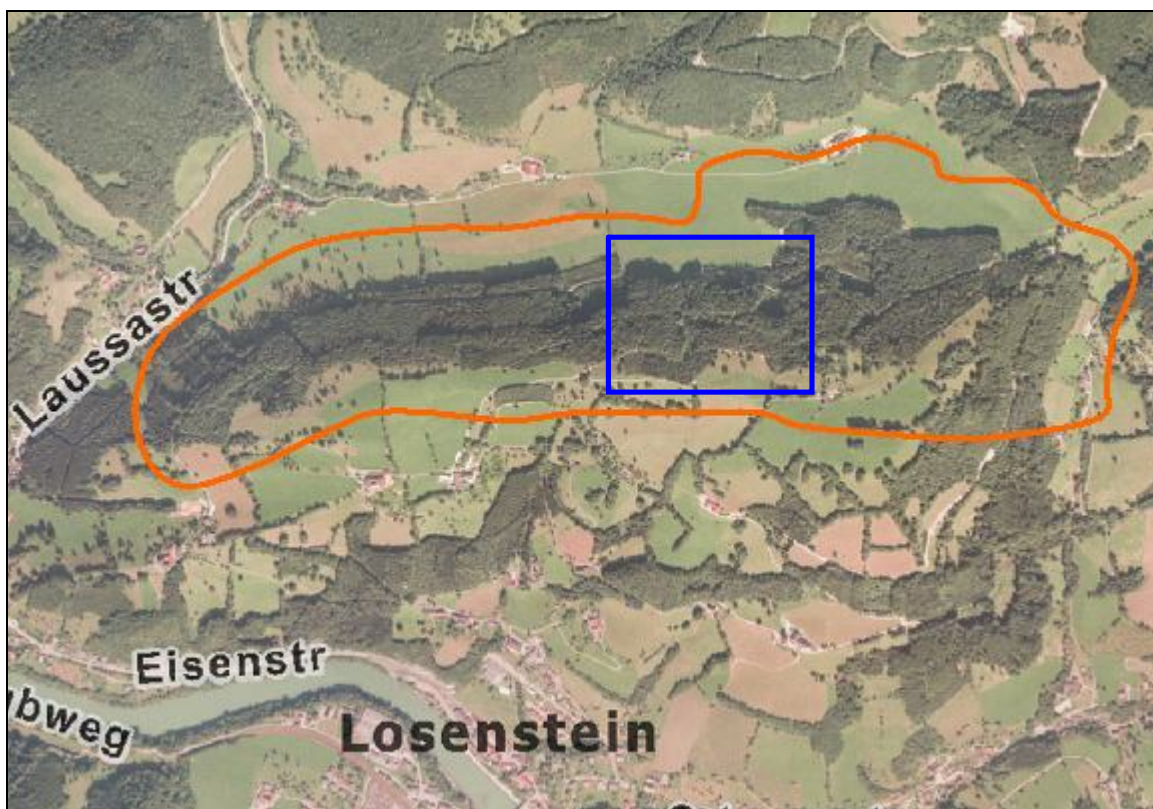


Abbildung 21: Generhaltungswald *Losenstein* (orange Umrahmung) und das Aufnahmegebiet (blaue Umrahmung) (Quelle: DORIS, Amt der Oberösterreichischen Landesregierung 2007).

Die Bezirksforstinspektion Steyr-Land (OFR DI Reitter, BOFö. Heimpl) hatten im Winter 2003/2004 in einer *Losensteiner* Waldparzelle eine erste Pflegemaßnahme zur Förderung der Eibe durchgeführt, eine weitere befand sich für den Winter 2007/2008 in Vorbereitung. Da es sich um unmittelbar benachbarte Parzellen handelt - mit unter

Einschätzung des Forstpersonals vergleichbaren Ausgangsbeständen – boten sich beide Waldparzellen als Untersuchungsobjekte an.

Darüber hinaus wurde in unmittelbarer Nähe eine weitgehend vergleichbare „Nullfläche“ gesucht, bei der die letzten Eingriffe ebenso länger zurücklagen, wie das für die übrigen Flächen vor deren Pflegeeingriffen der Fall war.

5.2 Klima

Das Wuchsgebiet Nördliche Randalpen- Ostteil (Wuchsgebiet 4.2) wird zwar von einem humiden Stauklima beherrscht, die Gesamtniederschläge pro Jahr fallen jedoch geringer aus, als im Westteil der Nördlichen Randalpen (Wuchsgebiet 4.1). Sie nehmen Richtung Osten ab, gegen das Gebirgsinnere jedoch zu. Im Vergleich zu westlichen Teilen der Nördlichen Randalpen sind die Winter im Osten ein wenig kälter, die Sommer dagegen geringfügig wärmer.

Die mittlere Jahrestemperatur am Standort der Flächen liegt bei 8,1°C. Das Temperaturmaximum wird während der Sommermonate Juli und August erreicht (Abbildung 22).

Der Durchschnittswert der Gesamtniederschläge im Jahresverlauf beträgt etwa 1360mm, auch dieser Parameter erzielt seine Maximalwerte im Zeitraum Juli/ August (Abbildung 22).

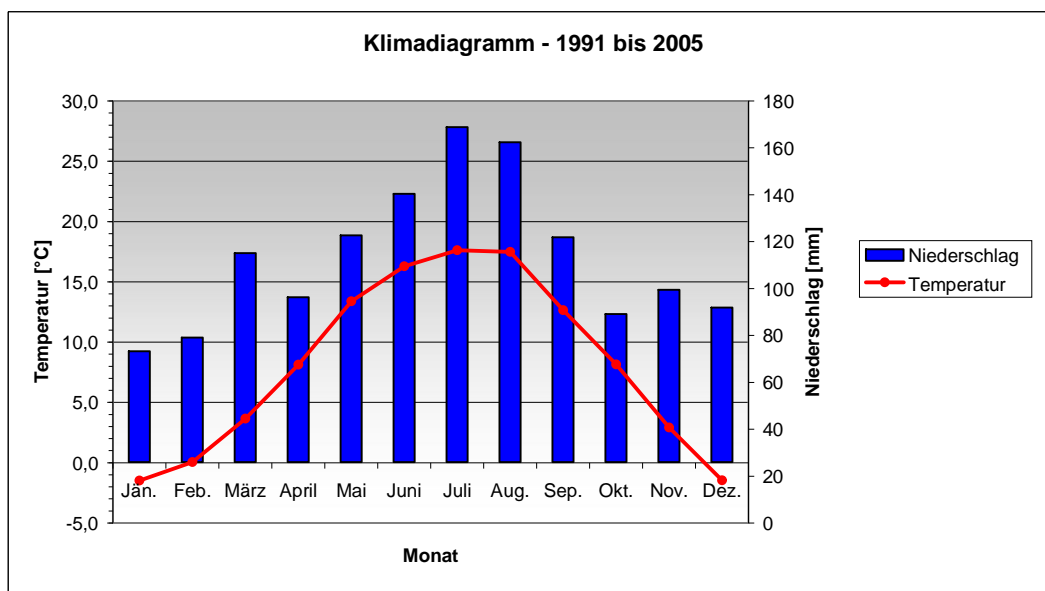


Abbildung 22: Klimadiagramm von 1991 bis 2005 für das Untersuchungsgebiet. Die Daten stammen von der nahegelegenen Klimastation *Losenstein/Enns* (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Abteilung VII/3a).

5.2.1 Niederschlag

Auf den Flächen, die sich in der sub- bis tiefmontanen Zone auf einer Seehöhe zwischen 530- 640m befinden, beträgt das Jahresniederschlagspensum etwa zwischen 1100 und 1700mm.

Die Gesamtniederschläge pro Jahr variieren von 1991 bis 2005 in vernachlässigbarem Ausmaß. Allerdings haben sich die Verläufe der Niederschläge im Laufe der Zeit deutlich verschoben. Während die Niederschlagskurve der Zeitspanne 1991- 1995 noch relativ flach verläuft, hebt sich in den Jahren 1996- 2000 bereits ein deutliches Niederschlagsmaximum Mitte Juli hervor. Dieses verschiebt sich in den darauf folgenden Jahren, von 2000- 2005, um ein Monat auf August (Abbildung 23).

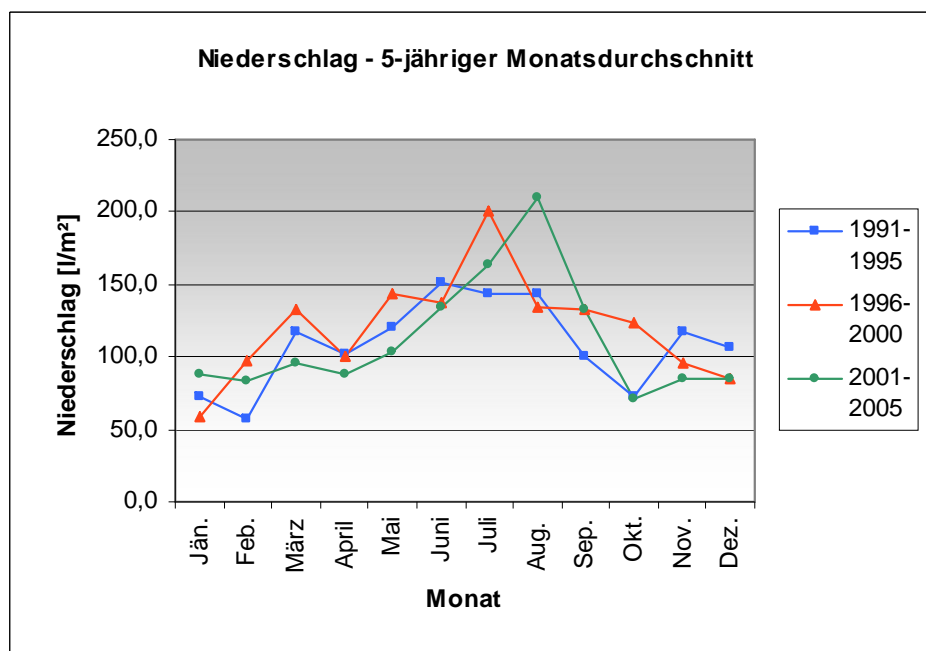


Abbildung 23: Niederschlag im 5jährigen Monatsdurchschnitt für die Perioden 1991-1995, 1996-2000 und 2001-2005 von Losenstein. Die Daten stammen von der nahegelegenen Klimastation *Losenstein/Enns* (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Abteilung VII/3a).

In der Zeitspanne von 1991 bis 2005 sank das monatliche Jahresmittel der Niederschläge im Jahr 1993 auf 98mm herunter, stieg in den Jahren darauf relativ kontinuierlich bis zum Jahr 1998 wieder auf 127mm an, sank 2000 nochmals geringfügig und erreichte schließlich den Maximalwert dieser Periode im Jahr 2002 mit 136mm. Unmittelbar darauf folgte 2003 das trockenste Jahr innerhalb des Zeitraumes 1991 bis 2005 mit einer mittleren Niederschlagsmenge von nur 83mm (Abbildung 24).

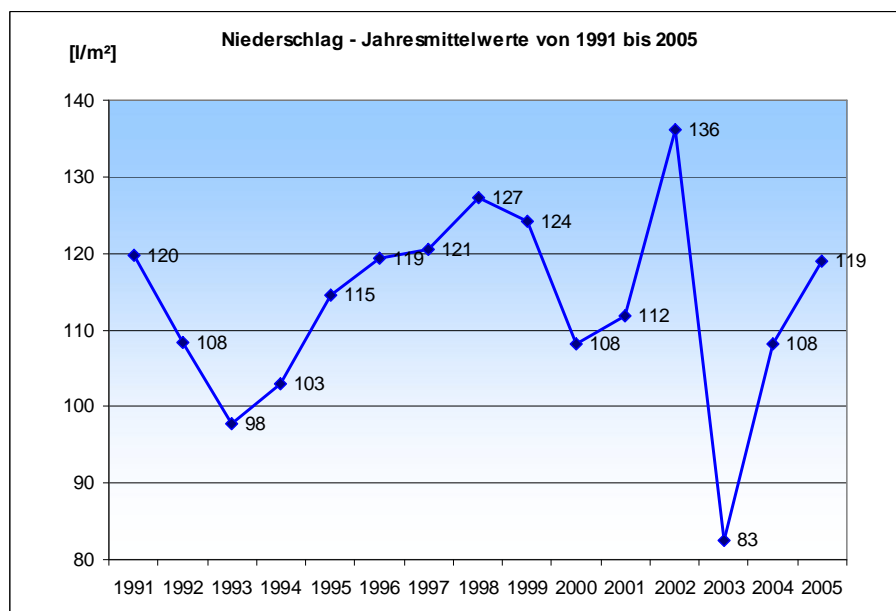


Abbildung 24: Niederschlagskurve der Jahresmittelwerte von 1991-2005 von Losenstein. Die Daten stammen von der nahegelegenen Klimastation *Losenstein/Enns* (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Abteilung VII/3a).

5.2.2 Temperatur

In der Zeit von 1991 bis 2005 variieren die Jahresmittelwerte der Temperatur zwischen 6,3°C (1996) und 9,6°C (1994). Das Gesamtmittel aller vorliegenden Temperaturdaten aus der Zeitspanne 1991 bis 2005 beträgt 8,1°C.

Höchstwerte der durchschnittlichen Jahrestemperatur dieser Periode wurden 1994 und 2003 erreicht, verhältnismäßig kühl gestaltete sich hingegen das Jahr 1996 (Abbildung 25).

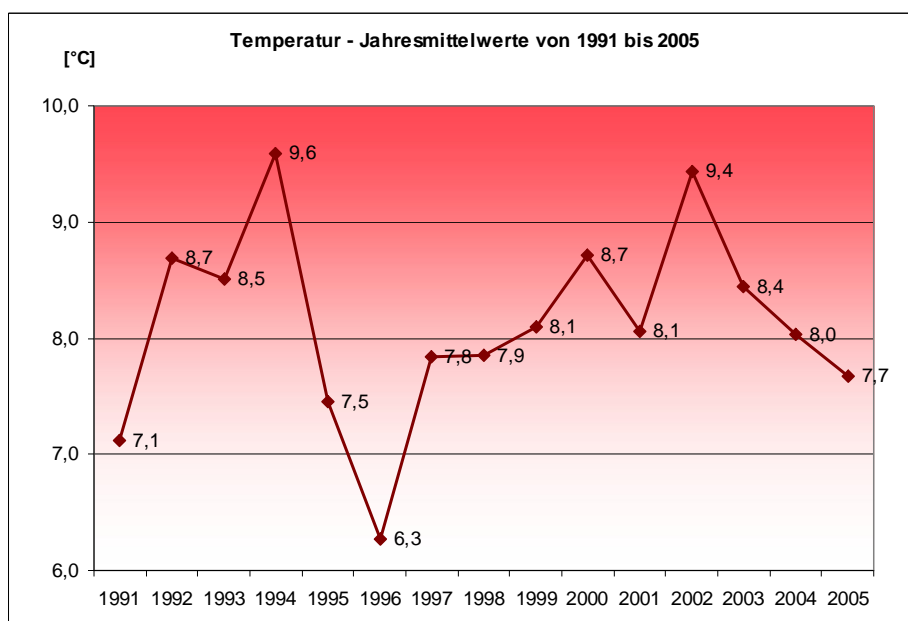


Abbildung 25: Temperaturkurve der Jahresmittelwerte von 1991-2005 von Losenstein. Die Daten stammen von der nahegelegenen Klimastation *Losenstein/Enns* (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Abteilung VII/3a).

In Abbildung 26 sind die Temperaturkurven der Jahrestemperaturmittelwerte von 1991- 2005, zu drei 5- Jahresperioden zusammengefasst, dargestellt. Bei genauerer Betrachtung wird sichtbar, dass sie nur wenig und zwar bei den durchschnittlichen Jahreshöchsttemperaturen von einander abweichen. Erstaunlich dabei ist, dass das Temperaturmaximum der Jahre 1991- 2005 im ersten Drittel der aufgezeichneten Daten, also zwischen 1991 und 1995, zu finden ist. Im Vergleich dazu steigt die Jahresdurchschnittstemperatur von 2001- 2005 etwas steiler an, erreicht schneller hohe

Werte und hält diese konstanter. Die geringsten Temperaturmaxima herrschten in der Zeitspanne zwischen 1996 und 2000.

In der Periode von 1991- 1995 überragten die Monatsdurchschnittswerte zu Jahresbeginn (Jänner, Februar) deutlich jene, der darauf folgenden zehn Jahre.

Abgesehen von den Jahresspitzen verlaufen die in der Grafik dargestellten Temperaturkurven aber beinahe deckungsgleich und divergieren nur in geringem Ausmaß.

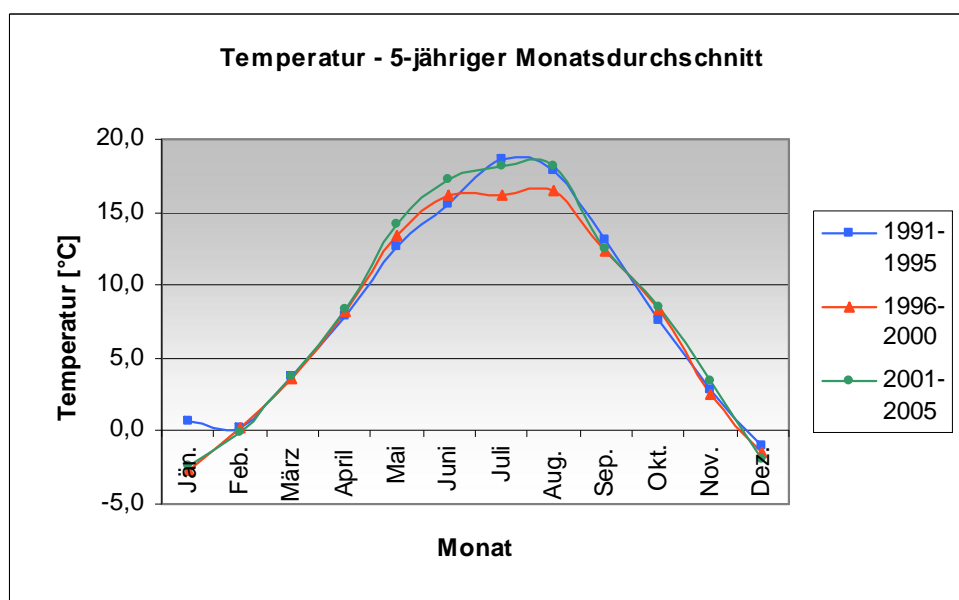


Abbildung 26: Temperatur im 5jährigen Monatsdurchschnitt für die Perioden 1991-1995, 1996-2000 und 2001-2005 von Losenstein. Die Daten stammen von der nahegelegenen Klimastation *Losenstein/Enns* (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Abteilung VII/3a).

5.3 Standort

5.3.1 Relief

Sowohl das Makro- als auch das Mikrorelief aller drei Flächen sind ausnahmslos von einem homogenen Mittelhang geprägt. Die Exposition des Untersuchungsgebietes ist vollständig nördlich orientiert.

Während Fläche 1 und Fläche 2 überwiegend eine Hangneigung von ca. 70% aufweisen, ist Fläche 3 mit einem Gefälle von 50-80% deutlich heterogener.

5.3.2 Geologie

Die Flächen liegen im *Kalkalpinen Bergland*, mit Hauptdolomit als Grundgestein (Abbildung 27). Dieses Gestein stammt aus der Zeit der Obertrias (entspricht einem Alter zwischen 228-199 Mio. Jahren). Der Hauptdolomit weist eine Färbung auf, die zwischen Mittel- und Dunkelgrautönen variieren kann. Auffallend ist der brekziöse Gesteinscharakter. Weitere typische Kennzeichen dieses Gesteines sind der scharfkantige Bruch und seine, sich sandig anführenden Flächen, sowie die würfelförmigen Formen von dessen Schutt (Abbildung 27). Meist kommt Hauptdolomit deutlich gebankt vor, was ihn unter anderem von dem, ihm sonst ähnlichen, Wettersteindolomit unterscheidet.

Das beschriebene Gestein ist charakteristisch für die geologische Zone *Kalkalpinen Bergland*, die in höheren Lagen zu fast 100% aus Kalk und Dolomit besteht. Typisch sind außerdem steile Felswände und langläufige Karsthochflächen. Auch ausgeprägte Schluchten und tief in das Grundgestein eingeschnittene Täler sind häufig anzutreffen.

Die Gipfel der Hochgebirge erreichen kaum mehr als 2000m Seehöhe und ihre Mächtigkeit nimmt nach Osten zu ab. Im Nordosten ist diesen die Bergkette der Kalkvoralpen vorgelagert, deren höchste Gipfel gar nur Seehöhen zwischen 1700m und (im Osten) 1300m erreichen (KILIAN et al. 1994, S. 32ff).



Abbildung 27: Direkt über dem Felsblock wurzelt der Bestand in einer dünnen Bodenschicht (Foto: RASCHKA 2007).

5.3.3 Boden

Die Flächen weisen als Bodentyp eine Kalklehm- Rendsina auf. Es handelt sich hierbei um dunkle, oft schwarze Auflagehumus- Böden, welche die vorherrschenden Waldböden der nördlichen und südlichen Kalkalpen sind. Kalklehm- Rendsinen sind klassische AC- Böden, das heißt, es existiert ein voll entwickelter Humushorizont, der direkt auf dem Ausgangsmaterial (C- Horizont) aufliegt (Abbildung 28).

Der Name Rendsina lässt sich ursprünglich aus dem Polnischen ableiten und bezeichnet das „Rauschen der vielen Steine im Pflug“. Dies deutet auf ein weiteres Kennzeichen der Rendsina, nämlich den hohen Skelettanteil, hin. Kalklehme sind durch den hohen Ton- Anteil meist sehr bindig.



Abbildung 28: Der geringe Humushorizont liegt unmittelbar auf dem Grundgestein auf (Foto: RASCHKA 2007).

Die Bonität dieses Bodentyps ist stark mit dessen Gründigkeit und Wasserhaushalt korreliert, welche wiederum vom Relief abhängen. Alle Rendsinen eint aber das Fehlen eines mineralischen Bodenhorizontes. Kalklehm- Rendsinen sind stark karbonathältige Böden, die einen durchschnittlichen pH- Wert von etwa 7 aufweisen. Dieser variiert mit dem Abstand zum kalkhaltigen Ausgangsmaterial (SCHIELER & HAUKE 2001, S. 179ff).

Auf allen drei Flächen herrschen mäßig frische Verhältnisse vor. Das heißt, mit Ausnahme extrem heißer und trockener Sommermonate, ist eine ausreichende Wasserversorgung ganzjährig gewährleistet.

5.3.4 Standortsanzeiger

Beim Waldtyp handelt es sich nach HUFNAGL (1970) auf allen drei Flächen um eine Mischung aus *WS-* (*Waldmeister- Sanikel-*) und *K-* (*Schattenkräuter-*) *Typ*, kleinräumig auch um den *SL-* (*Schneerosen- Leberblümchen-*)*Typ* (Tabelle 7). Im Letzteren spielt aber auf dem Standort der Flächen die Schneerose weniger als Leit-, sondern eher als Begleitpflanze eine Rolle. Sie zeigt eine gute Durchlüftung des Bodens an.

Die Zuordnung von Teilen des Standortes zum *Waldmeister- Sanikel- Typ* stimmt hingegen mit der guten Wasserversorgung des Bodens (wie bereits in Kapitel 5.3.3 „Boden“ erwähnt) überein. Für eine vollkommene Ausbildung des *WS- Typs* ist ein Buchenbestandes-Mikroklima Voraussetzung. Da diese auf den Flächen erfüllt ist, kann dieser Waldtyp sehr einfach bestimmt werden. Charakteristische Pflanzen des *WS- Typs* sind zum Beispiel der Gewöhnliche Seidelbast (Abbildung 29: *Daphne mezereum*) und das Gefleckte Lungenkraut (Abbildung 30: *Pulmonaria officinalis*). Beide sind auf allen drei Flächen anzutreffen.

Der *Schattenkräuter-Typs (K-Typ)* kommt auf den Flächen etwas häufiger vor als der *WS-Typ*. Zu seiner typischen Flora, zählen unter anderem das Buschwindröschen (*Anemone nemorosa*), die Neunblättrige Zahnwurz (*Dentaria enneaphyllos*), das Waldbingelkraut (Abbildung 31: *Mercurialis perennis*), sowie die Hohe Schlüsselblume (*Primula elatior*). Sie alle sind in den aufgenommenen Beständen zu finden. Bei diesem Waldtyp ist von besonders guten Wuchsbedingungen auszugehen mit einem ausgezeichneten Wasser-, Nährstoff- und Lufthaushalt.

Tabelle 7: An den einzelnen Rasterpunkten aufgenommene Bodenpflanzen.

Standortsanzeiger	Typ	Fläche 1								Fläche 2								Fläche 3										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
		Buschwindröschen <i>Anemone nemorosa</i>	Leitpflanze K	X		X			X	X	X	X									X	X	X			X		
Christophskraut <i>Actaea spicata</i>	K																		X									
Einbeere <i>Paris quadrifolia</i>	K, SS															X												
Fuchs-Greiskraut <i>Senecio nemorensis</i> subsp. <i>Fuchsii</i>	SS	X			X			X				X							X				X					X
Geflecktes Lungenkraut <i>Pulmonaria officinalis</i>	K, WS					X					X												X					
Gewöhnliche Goldrute <i>Solidago virgaurea</i>	-																		X									
Gewöhnliche Waldrebe <i>Clematis vitalba</i>	-				X		X	X													X			X				
Hänge-Segge <i>Carex pendula</i>	K																		X									
Haselwurz <i>Asarum europaeum</i>	WS, K																		X									
Hasenlattich <i>Prenanthes purpurea</i>	SS	X			X								X															
Himbeere <i>Rubus idaeus</i>	-			X					X			X									X						X	
Hohe Schlüsselblume <i>Primula elatior</i>	K						X		X																			
Leberblümchen <i>Hepatica nobilis</i>	Leitpflanze SL			X			X	X																				X
Neunblättrige Zahnwurz <i>Dentaria enneaphyllos</i>	Leitpflanze K					X		X																				
Schneerose <i>Helleborus niger</i>	Leitpflanze SL	X			X			X	X		X								X									
Seidelbast <i>Daphne mezereum</i>	WS	X		X				X				X													X			X
Süße Wolfsmilch <i>Euphorbia dulcis</i>	K																							X				X
Waldingelkraut <i>Mercurialis perennis</i>	Leitpflanze K	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Waldgelbhart <i>Aruncus vulgaris</i>	-				X																							
Waldmeister <i>Galium odoratum</i>	Leitpflanze WS		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Waldreitgras <i>Calamagrostis arundinacea</i>	-																									X		
Waldzwenke <i>Brachypodium silvaticum</i>	K				X																							
Wasserdost <i>Eupatorium cannabinum</i>	-	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Weißer Pestwurz <i>Petasites albus</i>	-		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X



Abbildung 29: Seidelbast (Foto: RASCHKA 2008).



Abbildung 30: Geflecktes Lungenkraut (Foto: RASCHKA 2008).



Abbildung 31: Waldbingelkraut (Foto: RASCHKA 2008).



Abbildung 32: Weiße Pestwurz (Foto: RASCHKA 2008).

5.3.5 Potentielle natürliche Waldgesellschaft (PNWG)

Der Teil des Generhaltungswaldes, der untersucht wurde, zählt zum Wuchsgebiet Nördliche Randalpen- Ostteil (Wuchsgebiet 4.2; KILIAN et al. 1993). Die Flächen sind nord exponiert und stocken auf der Schattenseite des Bergzuges.

Die vorherrschende Baumart ist die Rotbuche (*Fagus sylvatica L.*). Sie nimmt, bezogen auf die Grundfläche, einen Mischungsanteil von 50-80% ein. Auf der Fläche sind weiters die Baumarten Gemeine Esche (*Fraxinus excelsior L.*) und Bergahorn (*Acer pseudoplatanus L.*) mit geringeren Anteilen vertreten. Vereinzelt kommen im Bestand auch Vogelkirsche (*Prunus avium L.*), Mehlbeere (*Sorbus aria (L.) Crantz*), Bergulme (*Ulmus glabra Huds.*) und Spitzahorn (*Acer platanoides L.*) vor. Von den Nadelbaumarten finden sich vereinzelt Tanne (*Abies alba Mill.*), Fichte (*Picea abies (L.) Karst*), und Lärche (*Larix decidua Mill.*). *Taxus baccata L.* befindet sich im Unterstand und trägt hier zu einer positiven vertikalen Gliederung der Bestände bei. Damit kann der stockende Bestand als ein submontaner Laubmischwald mit Eibe im Unterstand bezeichnet werden.

Fasst man die Hinweise aus der Bewertung der Standortsanzeiger (siehe oben), des Bodens (siehe oben) sowie Lage und Exposition zusammen, so ist die *potentielle natürliche Waldgesellschaft* als ein Schneerosen-Buchenwald (*Heleboro nigri-Fagetum*), nach WILLNER & GRABHERR (2007, S. 150) zu bezeichnen.

Damit entspricht die aktuell auf den Standorten bei Losenstein auftretende Waldvegetation, der *potentielle natürliche Waldgesellschaft*.

6 Datenverarbeitung

6.1 Verwendete Software

Die bei den Außenaufnahmen erhobenen Daten wurden mit dem Tabellenkalkulationsprogramm *Microsoft Office Excel 2003* ausgewertet und grafisch aufbereitet. Für die statistische Analyse wurde das Statistikprogramm *SPSS 11.5 (Superior Performing Software System)* verwendet. Zur Herstellung der Stichprobenrasterkarten und der Darstellung als dreidimensionales Modell diente das vektororientierte Zeichenprogramm *AutoCAD Civil 3D 2007 (Automatic Computer Aided Design)*.

6.2 Vitalität

Die Vitalität eines Baumes bezeichnet seine Lebenskraft und gibt Auskunft darüber, wie konkurrenzfähig dieser gegenüber anderen Individuen ist. Sie wird mit Hilfe ausgesuchter Parameter bestimmt. Um die Vitalität der Eiben möglichst realitätsnah beurteilen zu können wurden als Indikatoren dafür die Einzelbaummerkmale *Kronenprozent*, *Benadelungsdichte* und *Kronenausformung* herangezogen, wobei eine Gewichtung dieser Merkmale nach RUPRECHT (2007) erfolgte (Tabelle 8).

Tabelle 8: Gliederung der Eiben in Vitalitätsklassen und diesen zugrundeliegende Einzelbaummerkmale (RUPRECHT 2007).

Vitalitätsklassen	Bedingungen		
	Kronenprozent	Benadelungsdichte	Kronenausformung
I (sehr vital)	> 70 %	> 75 %	1, 2 oder 6
II (vital)	> 50 – 70 %	> oder < 75 %	1, 2 oder 6
III (wenig vital)	> 30 – 50 %	> oder < 75 %	1, 2, 3 oder 6
IV (kümmernd)	< 30 %	> oder < 75 %	1, 2, 3, 4 oder 6

Kronenausformung:

1 = allseitig, kräftig entwickelte Krone	4 = absterbende Krone
2 = schwach entwickelte, eingeeengte Krone	5 = abgestorbene Krone
3 = verkümmerte, meiste einseitig, eingeklemmte Krone	6 = allseitig, schwach entwickelte Krone

6.3 Höhenkurven, Volums- und Formzahlfunktion

Der Holzvorrat der Bestände der Flächen wurde nach der Volumsformel (POLLANSCHÜTZ 1974):

$$V = \frac{BHD^2[m]}{4} * \pi * h * f$$

unter Verwendung von Höhen (h) aus den berechneten Höhenkurven und Formzahlen (f) aus Formzahlfunktionen ermittelt.

Zur Ermittlung der Höhenkurven wurde für Nadelhölzer der Höhenkurventyp nach POLLANSCHÜTZ (1974) angewendet

$$h = e^{a_0 + a_1 / d} + 1,3$$

Lineartransformation:

$$\ln(h - 1,3) = a_0 + a_1 / d$$

und für Laubhölzer der Höhenkurventyp nach PETERSON (1955):

$$h = 1 / (a_0 + a_1 / d)^2 + 1,3$$

Lineartransformation:

$$1 / \sqrt{h - 1,3} = a_0 + a_1 / d$$

Als Formzahlfunktion wurde die Schaftholzformzahlfunktion von POLLANSCHÜTZ (1974), eine kombinierte arithmetisch-logarithmische Kubierungsfunktion verwendet. Die baumartenspezifischen Koeffizienten und die jeweilige Genauigkeit (Standardfehler) der Funktionen wurden nachfolgender Tabelle 9 entnommen:

Tabelle 9: Die baumartenspezifischen Koeffizienten und Genauigkeiten der österreichischen Schaftholzformzahlfunktion nach POLLANSCHÜTZ (1974).

Baumart	Koeffizienten							Standardfehler [%]
	b1	b2	b3	b4	b5	b6	b7	
Fichte	0,4682	-0,0139	-28,2130	0,3747	-0,2887	28,2700	0,0000	8,8
Tanne	0,5802	-0,0307	-17,1500	0,0899	-0,0806	19,6600	-2,4580	8,7
Lärche	0,6094	-0,0456	-18,6630	-0,2487	0,1266	36,9800	-14,2040	9,5
Kiefer	0,4359	-0,0149	5,2109	0,0000	0,2870	0,0000	0,0000	9,5
Buche	0,6863	-0,0372	-31,0670	-0,3863	0,2195	49,6100	-22,3720	10,4
Eiche	0,1156	0,0000	65,9960	1,2032	-0,9304	-215,7300	168,4770	9,4

Schaftholzformzahlfunktion nach POLLANSCHÜTZ (1974):

$$f_{SmR} = b_1 + b_2 \ln^2 d + b_3 \frac{1}{h} + b_4 \frac{1}{d} + b_5 \frac{1}{d^2} + b_6 \frac{1}{dh} + b_7 \frac{1}{d^2 h}$$

f_{SmR} = Schaftholz mit Rinde

d = BHD

h = Baumhöhe

Für die Eibe wurden ersatzweise die Koeffizienten der Kiefer herangezogen. Für alle Laubbaumarten außer der Eiche wurden die Koeffizienten der Buche verwendet.

6.4 Strukturelle Vierergruppe

6.4.1 Durchmischung (DM_i)

Um die Verteilung der verschiedenen Baumarten in einem Bestand zu beschreiben dient der Parameter der *Durchmischung* DM_i nach FÜLDNER (1995). Hierbei kann durch einen kleinräumigen Baumartenvergleich mit den n nächsten Nachbarn die Durchmischung des i -ten Baumes dargelegt werden. Sie ist folgendermaßen definiert:

$$DM_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n v_{ij}$$

wobei $v_{ij} = 0$: j -te Nachbar gehört zur gleichen Art wie i
 $v_{ij} = 1$: j -te Nachbar gehört zu einer anderen Art als i
 n = Anzahl der beobachteten Nachbarn ($n = 3$)

Die jeweilige *Durchmischung* DM_i kann bei der strukturellen Vierergruppe mit $n=3$ einen der folgende vier Werte annehmen:

0,00 alle Bäume der Vierergruppe gehören derselben Art an
0,33 ein Nachbar des Nullbaumes gehört einer anderen Art an
0,66 zwei der drei Nachbarn des Nullbaumes gehören einer anderen Art an
1,00 alle Nachbarn des Nullbaumes gehören einer anderen Art an

Beispiel: Ein Nachbar des Nullbaumes gehört einer anderen Baumart an. Die Berechnung sieht dann folgendermaßen aus:

$$DM_i = \frac{0+0+1}{3} = 0,33$$

Die Eibe ist umso stärker einzelstammweise mit anderen Baumarten im Bestand gemischt, je größer der Wert für die artspezifische Variabel DM_i ist. Bei kleinen Werten für die *Durchmischung* lässt sich auf eine Verteilung einer bestimmten Art in artenreinen Gruppen oder Horsten schließen.

6.4.2 Durchmesserdifferenzierung (TD_i)

Ein weiteres wichtiges Merkmal zur Beschreibung der Struktur eines Bestandes ist die *Durchmesserdifferenzierung* TD_i nach Fuldner (1995). Dieser Parameter drückt Dimensionsunterschiede, bezogen auf die Brusthöhendurchmesser, von benachbarten Bäumen aus und ist definiert als:

$$TD_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (1 - r_{ij})$$

wobei r_{ij} = (geringerer BHD)/(stärkeren BHD) zweier
benachbarter Bäume
 n = Anzahl der beobachteten Nachbarn

In der vorliegenden Arbeit wurde die *Durchmesserdifferenzierung* als paarweiser Vergleich zwischen dem Nullbaum (Eibe) und dessen nächstem Nachbarn, beziehungsweise zwischen Nullbaum und mittlerem Durchmesser seiner nächsten drei Nachbarn berechnet. Unter der Berücksichtigung ob die Eibe im paarweisen Vergleich den größeren oder den geringeren BHD aufwies als der n - nächste Nachbar, wurde dem Wert TD_i entweder ein positives oder ein negatives Vorzeichen vorangestellt. Folgendes Rechenbeispiel soll der Veranschaulichung dienen:

Der Brusthöhendurchmesser des Nullbaumes, der Eibe, beträgt 25cm. Der BHD des ersten Nachbarn beträgt 41cm, des zweiten 65cm und der des dritten Nachbarn 24cm. Unter dieser Annahme sieht die Berechnung folgendermaßen aus:

Durchmesserdifferenzierung zum ersten Nachbarn:

$$TD_i = -\left(1 - \frac{25}{41}\right) = -0,39$$

Durchmesserdifferenzierung über alle drei Nachbarn gemittelt:

$$TD_i = \frac{-\left(1 - \frac{25}{41}\right) - \left(1 - \frac{25}{65}\right) + \left(1 - \frac{24}{25}\right)}{3} = -0,32$$

Steigt die durchschnittliche Differenz zwischen den Durchmessern benachbarter Bäume an, so nimmt auch der Wert der *Durchmesserdifferenzierung* zu. Ist $TD_i = 0$, so weisen die beiden miteinander verglichenen Individuen exakt den gleichen Brusthöhendurchmesser auf. Daher ist der Parameter *Durchmesserdifferenzierung* für die quantitative Beschreibung horizontaler Strukturen von Baumgruppen mit Eibenvorkommen geeignet.

Die Ergebnisse wurden zu Einheiten mit einer regelmäßigen Abstufung der Werte für die Differenzierung von 0,1 zusammengefasst. Diese wurden wiederum in vier Klassen, die nach FÜLDNER (1995) wie folgt gekennzeichnet sind, unterteilt:

1) schwache Differenzierung: umfasst die Stufen von 0,0 – 0,3; der schwächere Baum weist eine Dimension von 70 % oder mehr des stärkeren Baumes auf; beide dürften in der Regel derselben Baumklasse angehören.

2) mittlere positive oder negative Differenzierung: umfasst die Stufen 0,3 – 0,5; der schwächere Baum weist eine Dimension von 50-70 % des stärkeren Baumes auf; die Bäume fallen meist in dieselbe Baumklasse.

3) starke positive oder negative Differenzierung: umfasst die Stufen 0,5 – 0,7; der schwächere Baum weist eine Dimension von 30-50% des stärkeren Baumes auf; die Bäume fallen meist nicht in dieselbe Baumklasse.

4) sehr starke positive oder negative Differenzierung: umfasst die Stufen 0,7 – 1,0; der schwächere Baum weist eine Dimension von weniger als 30 % des stärkeren Baumes auf; die Bäume fallen in der Regel in unterschiedliche Baumklassen.

6.4.3 Höhendifferenzierung (HD_i)

Der Differenzierung der Baumhöhen zwischen den Eiben und ihren nächsten Nachbarn dient die Variabel der *Höhendifferenzierung* HD_i . FÜLDNER (1995) schlägt zu ihrer Berechnung folgende Durchmesserformel vor:

$$HD_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (1 - r_{ij})$$

wobei r_{ij} = (kleinere Höhe)/(größere Höhe) zweier benachbarter Bäume

n = Anzahl der beobachteten Nachbarn

Die *Höhendifferenzierung* erfolgte wiederum durch paarweisen Vergleich zwischen dem Nullbaum (Eibe) und dem ersten Nachbarn, sowie dem Nullbaum und dem Mittelwert der Baumhöhen seiner nächsten drei Nachbarn. Ebenfalls fand hierbei wieder Berücksichtigung, ob das benachbarte Exemplar größer oder kleiner war als der Nullbaum.

Beispiel:

Die Höhe des Nullbaumes, der Eibe, beträgt 8m. Der erste Nachbar ist 20m hoch, der zweite 7m und der dritte Nachbar hat eine Baumhöhe von 32m. Die Berechnung gestaltet sich wie folgt:

Höhendifferenzierung zum ersten Nachbarn:

$$HD_i = -\left(1 - \frac{8}{20}\right) = -0,6$$

Höhendifferenzierung über alle drei Nachbarn gemittelt:

$$HD_i = \frac{-\left(1 - \frac{8}{20}\right) - \left(1 - \frac{7}{8}\right) - \left(1 - \frac{8}{32}\right)}{3} = -0,41$$

Den Parameter der *Höhendifferenzierung* wurde in der vorliegenden Arbeit zum Zwecke der Veranschaulichung vertikaler Strukturen in den Beständen, in welchen die aufgenommenen Eiben stehen, eingesetzt. Die Klassifizierung der Werte für die HD_i erfolgt analog zu jener der *Durchmesserendifferenzierung* TD_i (siehe Kapitel 6.4.2).

6.4.4 Baum-Baum-Abstand (D_i)

Um einen Parameter der räumlichen Verteilung handelt es sich beim *Baum- Baum- Abstand* D_i nach POMMERENING (1997). Er ist ein Maß dafür, wie einzelne Bäume in einem beliebigen Bestand verteilt sind.

$$D_i = \frac{1}{n} \times \sum_{j=1}^n s_{ij}$$

wobei s_{ij} = Abstand der i-ten Eibe zum j-ten Nachbarn
 n = Anzahl der beobachteten Nachbarn

Zur Bewertung des *Baum- Baum- Abstandes* dient in dieser Arbeit, analog zur Ermittlung der Durchmesser- und Höhendifferenzierung, erneut ein paarweiser Vergleich der Abstände zwischen dem Nullbaum (Eibe) und seinem ersten Nachbarn und dem Abstand zwischen der Eibe und den gemittelten Abständen ihrer nächsten drei Nachbarn.

Die Erläuterung der Verteilung folgt einer Klasseneinteilung nach POMMERENING (1997):

Klasse 1:	$0 \text{ m} \leq D_i < 1 \text{ m}$	Klasse 6:	$5 \text{ m} \leq D_i < 6 \text{ m}$
Klasse 2:	$1 \text{ m} \leq D_i < 2 \text{ m}$	Klasse 7:	$6 \text{ m} \leq D_i < 7 \text{ m}$
Klasse 3:	$2 \text{ m} \leq D_i < 3 \text{ m}$	Klasse 8:	$7 \text{ m} \leq D_i < 8 \text{ m}$
Klasse 4:	$3 \text{ m} \leq D_i < 4 \text{ m}$	Klasse 9:	$8 \text{ m} \leq D_i < 9 \text{ m}$
Klasse 5:	$4 \text{ m} \leq D_i < 5 \text{ m}$	Klasse 10:	$9 \text{ m} \leq D_i$

Beispiel:

Die Abstände der drei Nachbarn betragen 2,1m, 5,3m und 3,8m:

$$D_i = \frac{2,1 \text{ m} + 5,3 \text{ m} + 3,8 \text{ m}}{3} = 3,7 \text{ m}$$

6.5 Berechnung - Höhenkurven, Volums- und Formzahlfunktionen

Zu Beginn meiner Berechnungen war es notwendig herauszufinden, ob sich die einzelnen Flächen in ihrer Wuchsleistung soweit voneinander unterscheiden, dass die Auswertung der Daten mit bestandesspezifischen Höhenkurven sinnvoll wäre. Um dies festzustellen wurden zunächst logarithmische Regressionen für die einzelnen Flächen und Baumarten getrennt berechnet. Die so gewonnenen Regressionskurven wurden baumartenweise verglichen.

Nachfolgend wird am Beispiel von Buche und Tanne das Vorgehen im Einzelnen erläutert.

Die ermittelten Höhenkurven für die Buche sind in Abbildung 33 und Tabelle 10 dargestellt. Deutlich sichtbar ist die hohe Konvergenz der verschiedenen Kurven.

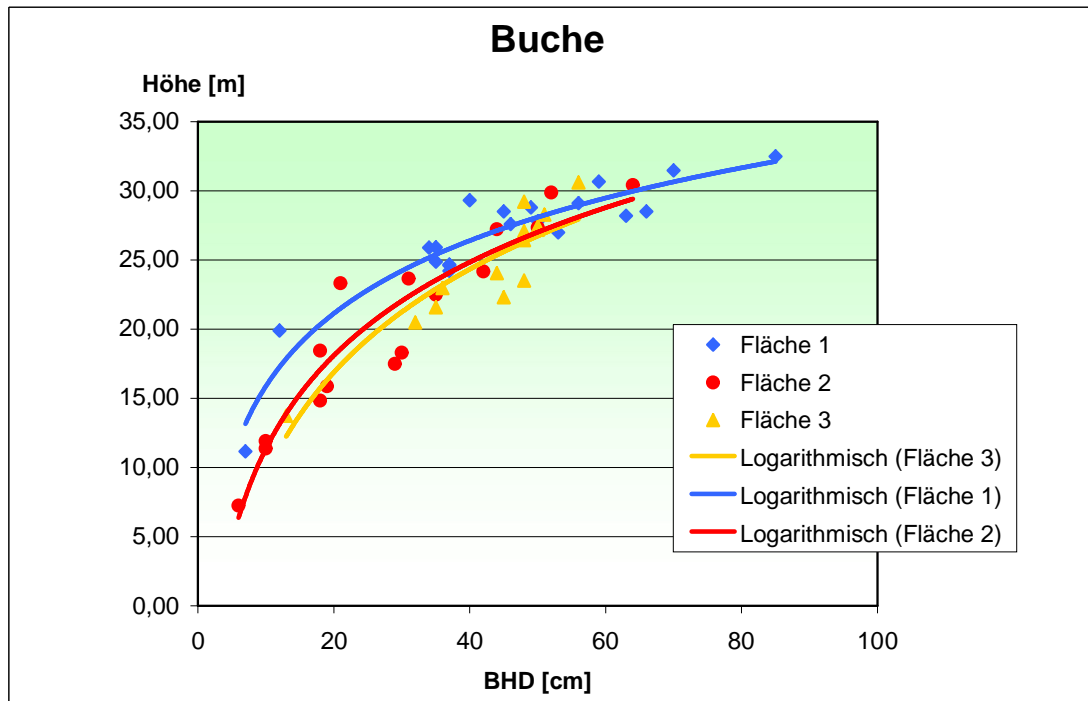


Abbildung 33: Höhenkurven von Buche der einzelnen Flächen mittels logarithmischer Regression.

Tabelle 10: Parameter der Buche für die logarithmische Regression der einzelnen Flächen.

Buche			
Fläche	Parameter	$h = a_0 * \ln d - a_1$	R ²
1	a ₀	7,5954	0,9048
	a ₁	-1,6174	
2	a ₀	9,7319	0,8904
	a ₁	-11,059	
3	a ₀	10,757	0,8189
	a ₁	-15,345	

Die ermittelten Höhenkurven für die Tanne sind in Abbildung 34 und Tabelle 11 dargestellt. Deutlich sichtbar ist auch hier die hohe Konvergenz der verschiedenen Kurven.

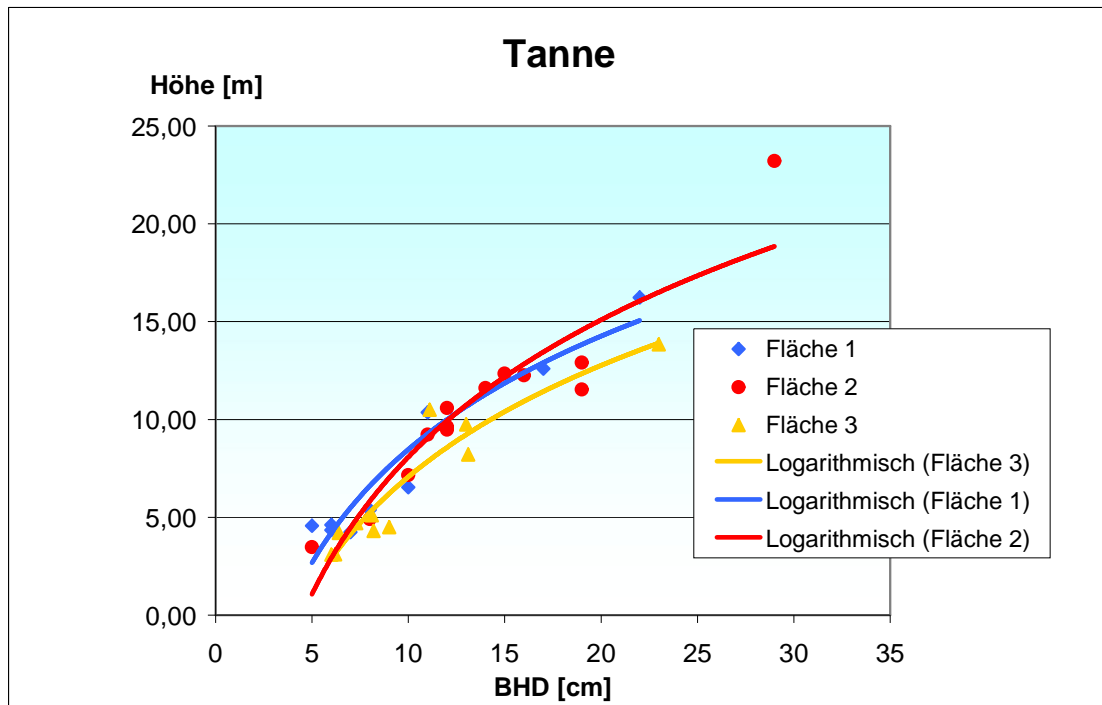


Abbildung 34: Höhenkurven von Tanne der einzelnen Flächen mittels logarithmischer Regression.

Tabelle 11: Parameter der Tanne für die logarithmische Regression der einzelnen Flächen.

Tanne			
Fläche	Parameter	$h = a_0 * \ln d - a_1$	R ²
1	a ₀	10,113	0,8539
	a ₁	-15,205	
2	a ₀	8,3535	0,9134
	a ₁	-10,763	
3	a ₀	8,2117	0,8961
	a ₁	-11,836	

Wie für Buche und Tanne gezeigt, zeigten auch die flächenspezifischen Regressionskurven für die anderen Baumarten eine hohe Konvergenz, so dass, für die weiteren Volumsberechnungen auf jeweils eine baumartenspezifische Höhenkurve zurückgegriffen werden konnte, für deren Erstellung jeweils die Daten aus allen drei Flächen zusammengefasst wurden. Mit diesen Daten wurden für die unterschiedlichen Baumarten folgende Parameter und ihre entsprechende Genauigkeit (Bestimmtheitsmaß R^2) berechnet (Tabelle 12):

Tabelle 12: Regressionsparameter für die baumartenspezifischen Höhenkurven.

Baumart	Parameter	$h = e^{a_0+a_1/d} + 1,3$	$h=1/(a_0+a_1/d)^2+1,3$	R^2
Buche	a_0	0,166200763		0,85623
	a_1	1,476125221		
Esche	a_0	0,169296772		0,18155
	a_1	1,183727664		
Bergahorn	a_0	0,178557517		0,84838
	a_1	1,21777231		
Bergulme	a_0	0,181373512		0,07926
	a_1	0,989616682		
Tanne	a_0	3,426824482		0,89837
	a_1	-16,24301276		
Fichte	a_0	3,777442467		0,79185
	a_1	-18,50312045		

7 Ergebnisse

Die Untersuchung von drei Waldparzellen des Eiben-Generhaltungswaldes *Losenstein* erlaubt eine umfassende Beschreibung der dortigen Buchenmischwälder. Die nachfolgenden Ergebnisse basieren auf 27 Stichproben auf einer Fläche von 3,8ha. Tabelle 13 bietet eine Übersicht über die Eckdaten der drei Flächen. Die Zahl der Rasterpunkte beträgt 8 beziehungsweise 11 pro Fläche. Die Anzahl der Eiben ist in den Flächen 2 und 3 deutlich über 100 Stück, während Sie in der Fläche 3 mit 42 Stück verhältnismäßig gering ist.

Tabelle 13: Eckdaten der drei Flächen.

	Fläche 1	Fläche 2	Fläche 3
Rasterpunkte	8	8	11
Größe [ha]	0,8	1,5	1,5
Eiben	125	156	42
Durchforstung	Nov. 2006	keine (Nullfläche)	Dez. 2003
zusätzliche Nutzung	Jän. 2007	keine (Nullfläche)	Jän. 2007

Die nachfolgenden Grafiken (siehe Abbildung 35, Abbildung 36 und Abbildung 37) wurden mit dem Computer- Programm *AutoCAD* erstellt. Die Anordnung der Bäume entspricht den realen Verhältnissen, die Geschlechterverteilung (blau=männlich, rot=weiblich, grün=nicht bestimmbar) ist dargestellt. Der Azimut und die Distanz der Eiben zu den Rasterpunkten sind maßstabsgetreu. Die Höhenschichtlinien verlaufen in 5m Höhenabständen. Die Rasterpunkte sind, um sie sichtbar zu machen, unverhältnismäßig groß dargestellt.

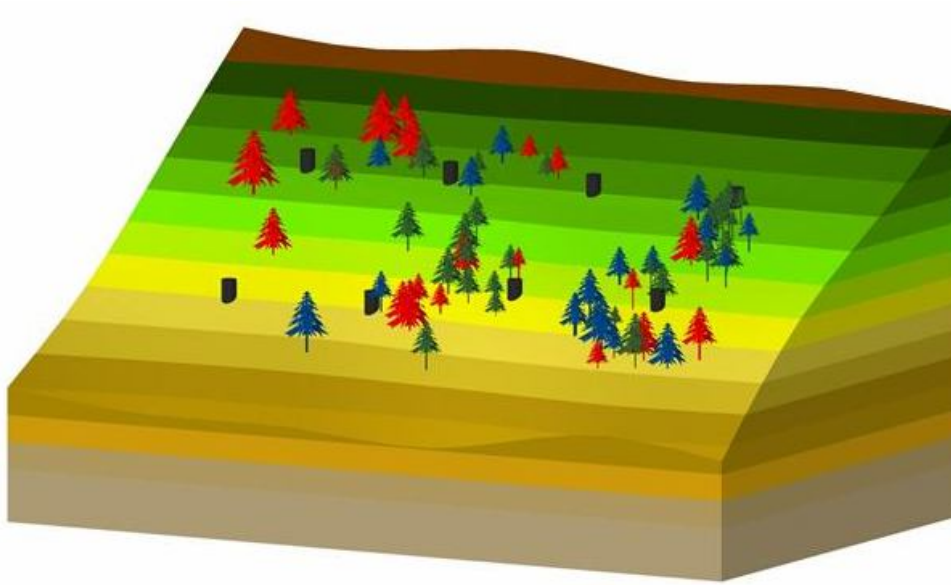


Abbildung 35: Dreidimensionales Modell der Fläche 1 (weitere Erörterung im Text).

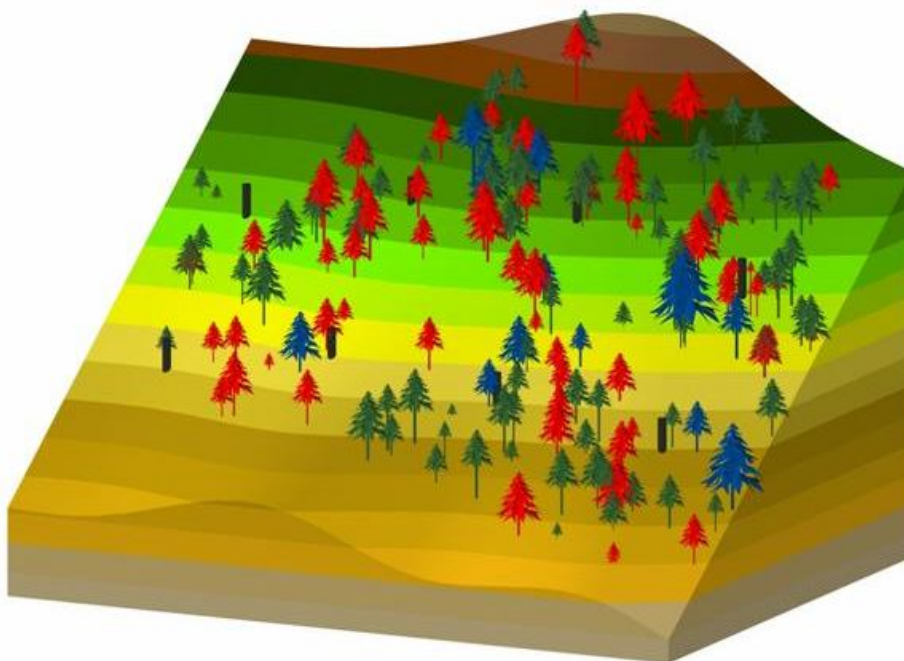


Abbildung 36: Dreidimensionales Modell der Fläche 2 (weitere Erörterung im Text).

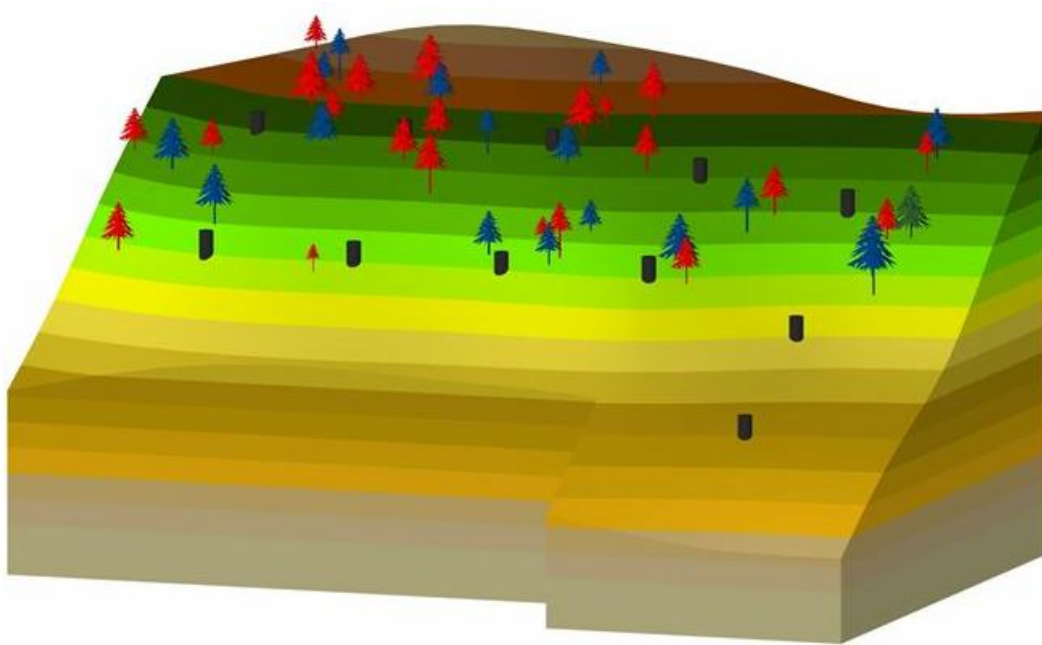


Abbildung 37: Dreidimensionales Modell der Fläche 3 (weitere Erörterung im Text).

7.1 Bestand

7.1.1 Allgemeine Bestandesparameter

Aus den Vollaufnahmen wurden allgemeine Bestandesparameter für die jeweiligen Flächen ermittelt. Der Holzvorrat (V) wird nachfolgend in Vorratsfestmetern Schaftholz (VfmS) angegeben, die Kreisflächendichte (G) in m^2 . Darüber hinaus wurde die Stammzahl (N) ermittelt. Für Vergleichszwecke wurden die Bestandesparameter in Hektarwerte umgerechnet.

Tabelle 14: Gegenüberstellung der hektarbezogenen Bestandesparameter der jeweiligen Flächen.

	Fläche 1	Fläche 2	Fläche 3
Bemerkung	nach Eingriff	Nullfläche	4 J. nach Eingriff
Größe [ha]	0,8	1,5	1,5
Anzahl Eiben	123	156	42
N/ha	495	690	143
G/ha [m^2]	21,5	33,0	16,2
V/ha [VfmS]	216	343	186

Tabelle 14 gibt einen Überblick über die Flächen. Die Fläche 2 (Nullfläche) weist tendenziell höhere Bestandesparameter auf als die Fläche 1 nach dem Pflegeeingriff (Tabelle 14: 1B) und die Fläche 3 vier Jahre nach dem Pflegeeingriff. Allerdings haben die Bestandesparameter für die Fläche 2 nicht die gleiche Höhe, wie sie für die Fläche 1 vor dem Pflegeeingriff (Tabelle 14: 1A) ermittelt wurde.

Aufgrund von Extremwetterereignissen kam es 2007 auf Fläche 1 zu einem starken Schneebruch wobei auch zwei Eiben betroffen waren. An den Stöcken wurden Stammscheiben gewonnen, um das Baumalter und die Wachstumsleistung der Eiben zu ermitteln. Die auf den Abbildung 38 und Abbildung 39 erkennbaren Pins kennzeichnen jeweils die Wachstumsleistung innerhalb von 20 Jahren. Bei der Eibe Nr. 89 (Abbildung 38) konnte ein durchschnittlicher Durchmesserzuwachs von 0,487mm pro Jahr festgestellt werden.



Abbildung 38: Stammscheibe der Eibe Nr. 89. Sie erreichte ein Alter von 118 Jahren (Foto: RASCHKA 2007).

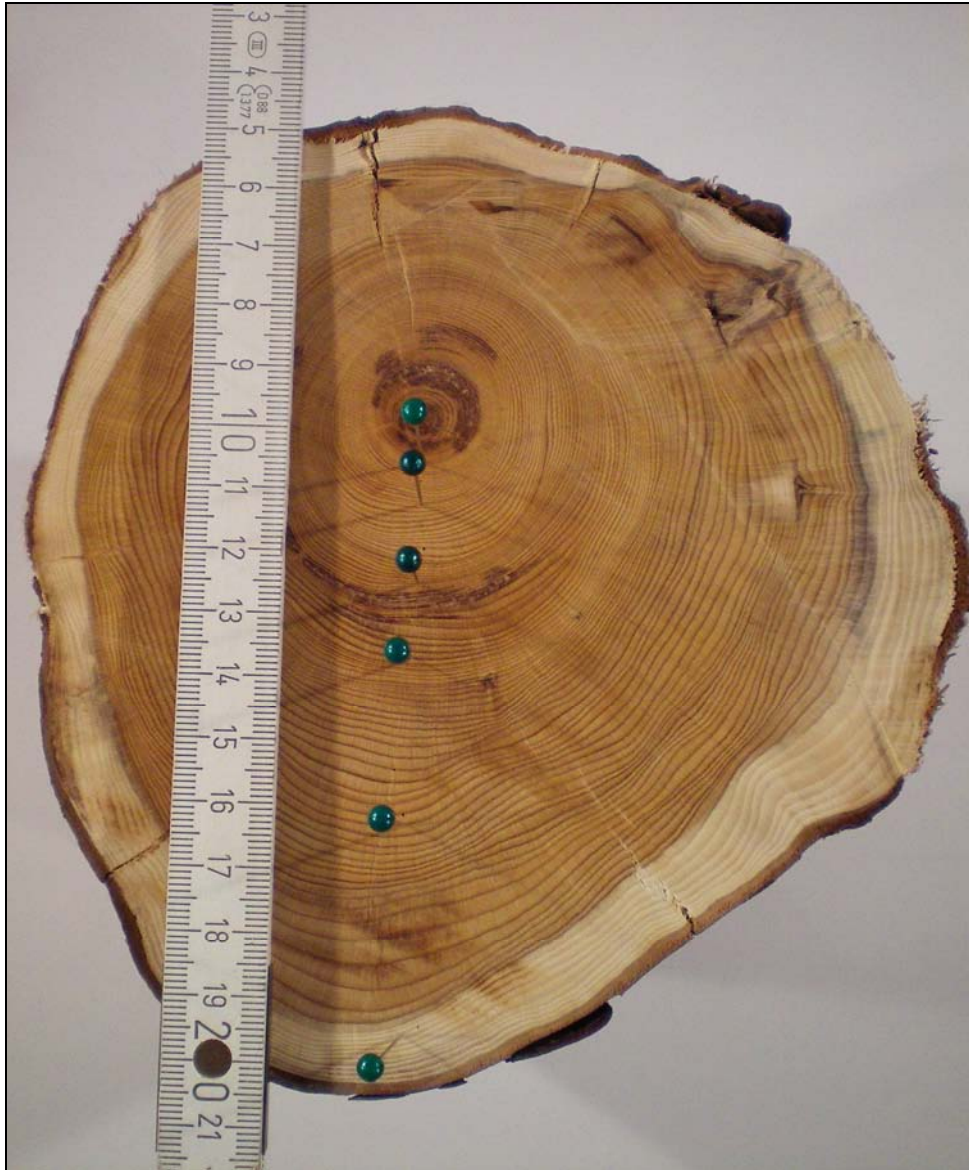


Abbildung 39: Stammscheibe der Eibe Nr. 106. Sie erreichte ein Alter von 129 Jahren (Foto: RASCHKA 2007).

Tabelle 15 zeigt, wie sich die Holzvorräte in VfmS je Hektar auf die einzelnen Baumarten und Flächen verteilen. Mit deutlicher Dominanz gegenüber allen anderen Baumarten nimmt die Buche bezüglich des Volumens (V) den ersten Platz ein. Daneben finden sich bei Esche, Bergahorn sowie ausnahmsweise bei Lärche (nur auf Fläche 2) nennenswerte Vorräte. Alle weiteren, auf den Flächen vorkommenden, Arten haben bezogen auf den Holzvorrat geringere Bedeutung. Bergulme, Spitzahorn, Vogelkirsche und Mehlbeere sind in der nachstehenden Tabelle unter „Sonstige Laubhölzer“ (sonst. LH) zusammengefasst und erreichen auf den einzelnen Flächen nur einen Gesamtwert von 0,5 bis 9,86 VfmS/ha.

Tabelle 15: Vorratsverteilung pro Hektar getrennt nach Flächen und Baumarten.

	Bu	Es	Bah	Ta	Fi	Lä	sonst.LH	Eibe	Summe
Fläche 1	141	27	20	3			10	14	216
Fläche 2	141	81	23	17	13	54	3	11	343
Fläche 3	160	11	6	1	2	1	1	4	186

Betrachtet man die prozentuale Vorratsverteilung auf den unterschiedlichen Flächen (siehe Abbildung 40, Abbildung 41 und Abbildung 42), so kommt der Buche unter allen Baumarten im Bestand die größte Bedeutung zu.

Auf Fläche 1 hält die Buche auch nach den Eingriffen einen relativ hohen prozentualen Vorratsanteil von über 60% (Abbildung 40). Auch bei Fläche 3 liegt der Buchenanteil bei weit über 60% (Abbildung 42). Nur die Nullfläche (Fläche 2), bei der keine Eingriffe stattfanden, hat einen geringeren Buchenanteil von „nur“ 40% (Abbildung 41).

Gereicht nach dem größten Anteil am Gesamtvorrat je Hektar nimmt die Eibe auf Fläche 1 und Fläche 3 den vierten, auf Fläche 2 jedoch nur den siebenten Platz ein. Unter Sonstige Laubhölzer (sonst. LH) sind wiederum die Baumarten Bergulme, Spitzahorn, Vogelkirsche und Mehlbeere zusammengefasst. Ihr prozentueller Anteil am gesamten Volumen/ Hektar beträgt nur zwischen 0,27- 4,58%.

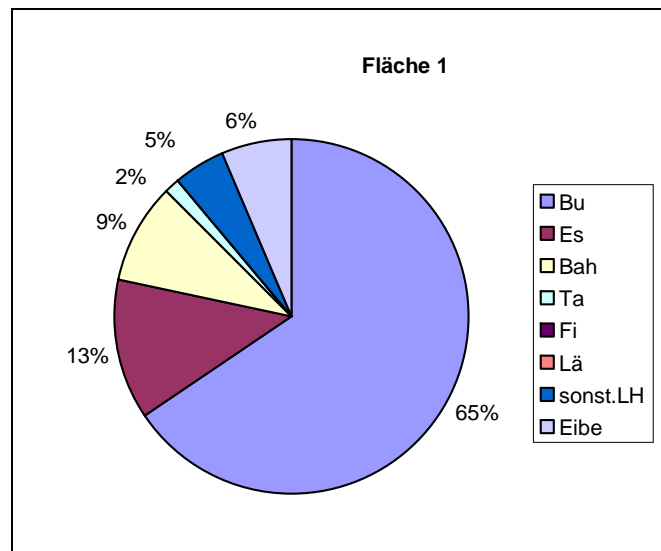


Abbildung 40: Gerundete prozentuelle Vorratsverteilung der Fläche 1B getrennt nach Baumarten.

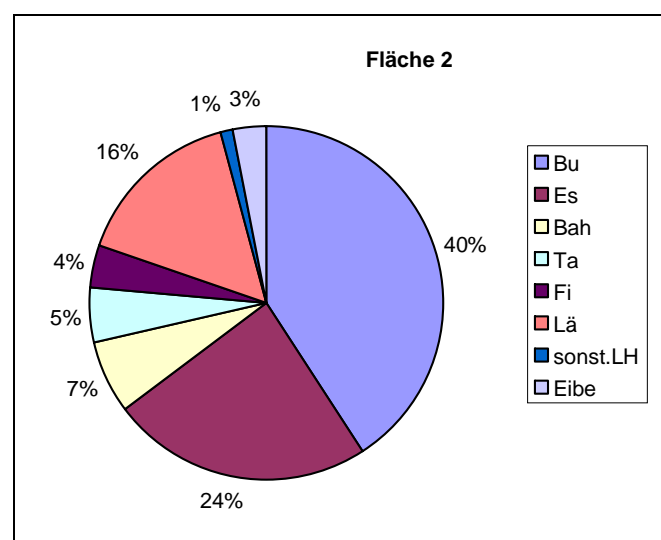


Abbildung 41: Gerundete prozentuelle Vorratsverteilung der Fläche 2 getrennt nach Baumarten.

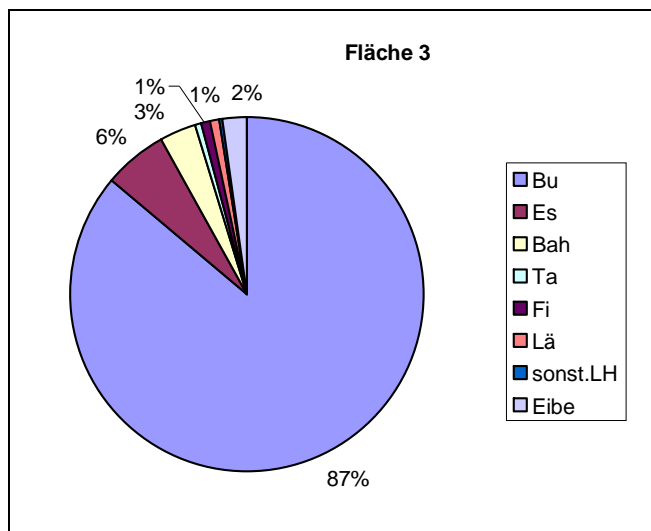


Abbildung 42: Gerundete prozentuelle Vorratsverteilung der Fläche 3 getrennt nach Baumarten.

Betrachtet man die Durchmesserverteilung (Abbildung 43) auf den drei Flächen, so fällt auf, dass die schwächeren BHD-Klassen auf den Flächen 1 und 2 überwiegen, nicht jedoch auf Fläche 3, wo offensichtlich zahlreiche Altbäume in den BHD-Klassen 44cm und stärker zu finden sind. Ferner wird deutlich, dass auf Fläche 2 (Null-Fläche) die schwachen Stämme zahlreicher vertreten sind, als dies auf Fläche 1 und vor allem auf Fläche 3 der Fall ist (Abbildung 43).

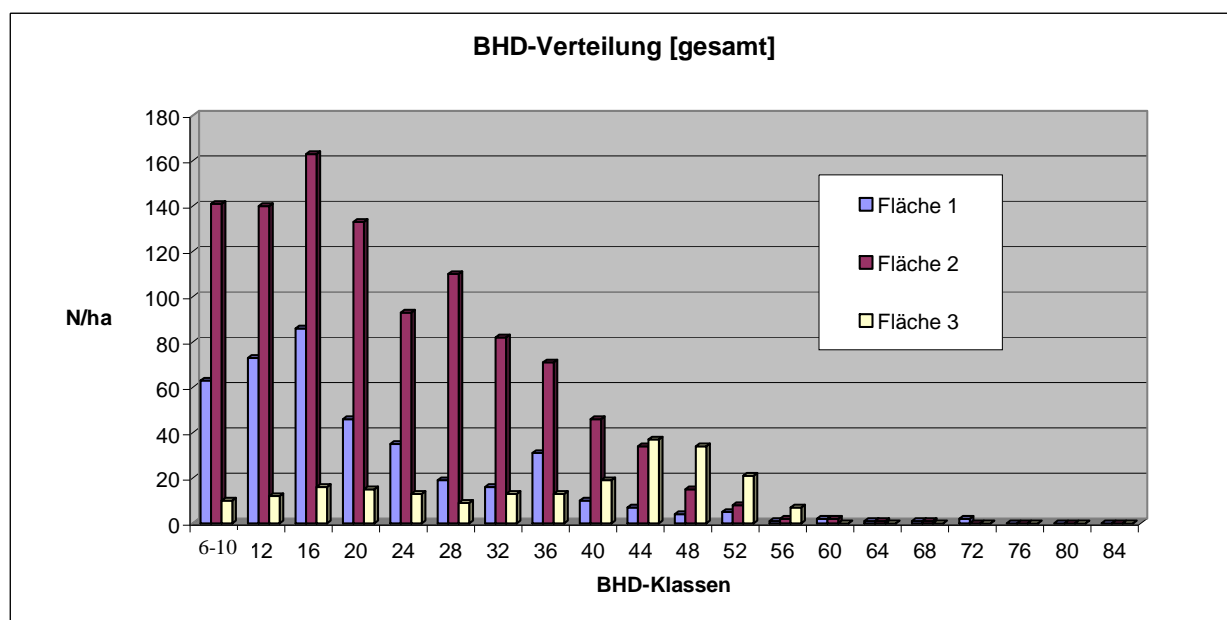


Abbildung 43: Verteilung der gesamten Stammzahlen der einzelnen Flächen.

7.1.2 Baumartenanteile und Baumartenmischung

Die Buche weist mit einem Prozentanteil zwischen 40,2-83,1% an der Kreisflächendichte (G) pro Hektar auf den drei untersuchten Flächen den größten Anteil aller vorkommenden Baumarten auf (Abbildung 44). Auf dem untersuchten Standort tritt sie horstweise auf. Die Tanne ist stellenweise in kleinen Gruppen anzutreffen, alle übrigen Baumarten sind größtenteils in Einzelmischung. Der Eibe kommt in Bezug auf die Kreisflächendichte (G)/ha in Prozent eine relativ hohe Bedeutung zu (Abbildung 44).

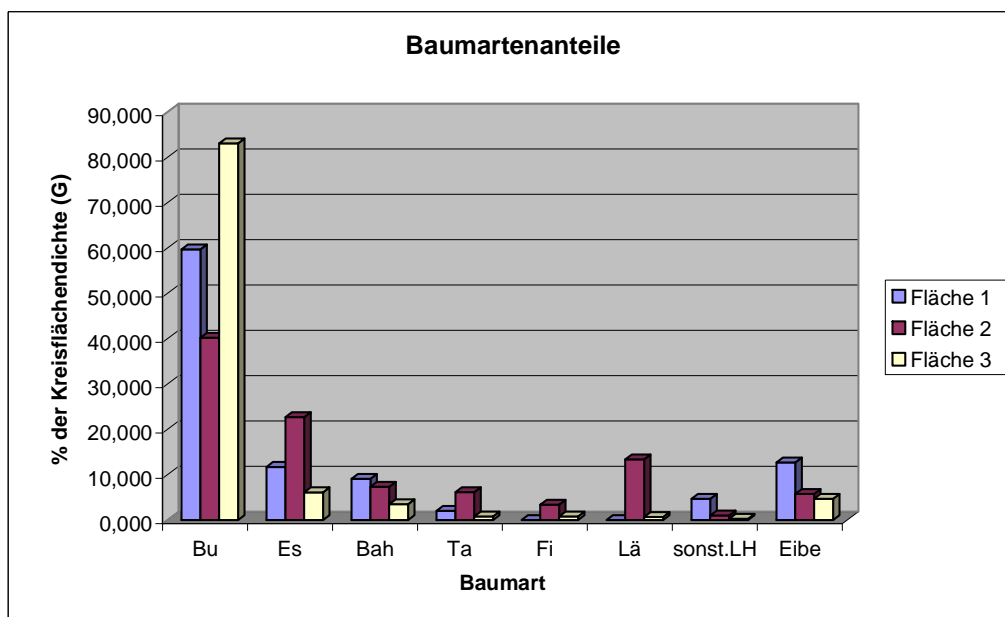


Abbildung 44: Baumartenanteile in Prozent der Kreisflächendichte (G) auf den jeweiligen Flächen.

7.1.3 Bestandesaufbau und Kronenschlussgrad

Der Bestand ist auf allen drei Flächen zweischichtig aufgebaut. Die Eibe bildet hierbei in erster Linie die Mittelschicht.

Auf Fläche 2 beträgt der Kronenschlussgrad im Durchschnitt 89%. Der Eibe kommt ihre Schattenverträglichkeit unter den daraus resultierenden mäßigen Lichtverhältnissen sehr zu Gute. Der mittlere Kronenschlussgrad ist, verglichen mit

jenem auf Fläche 2, auf Fläche 3 mit 70% nur geringfügig, auf Fläche 1 mit 47% jedoch wesentlich geringer.

7.1.4 Waldbaulicher Pflegeeingriff

Im Dezember 2003 wurden auf Fläche 3, anhand einer Auszeige der BFI Steyr-Land, das erste Mal Durchforstungseingriffe zugunsten der Eiben durchgeführt. Weitere Pflegemaßnahmen zur Förderung der Eiben wurden im November 2006 auf Fläche 1 getätigt.

Dabei wurde die Grundflächenhaltung der Fläche 3 auf 16 m²/ha abgesenkt, was deutlich unter den üblichen Werten für Buchenbestände bis zu einem Alter von 140 Jahren liegt. Nach UTSCHIG & KÜSTERS (2003) kann im Allgemeinen und unabhängig von den unterschiedlichen Behandlungsmodellen von einer Grundflächenhaltung zwischen 20 und 25 m²/ha ausgegangen werden.

Auf Fläche 1 wurde durch die Durchforstung die Grundflächenhaltung von 52,5 auf 21,5 m²/ha dezimiert (siehe Tabelle 16). Laut den Behandlungsmodellen nach UTSCHIG & KÜSTERS (2003) liegt dieser Wert zumindest noch im unteren Bereich der empfohlenen Grundfläche.

Im Vergleich dazu weist die Nullfläche (Fläche 2) momentan eine Grundflächendichte von 33,0m² auf und ist somit wie die Ausgangsbestände der Flächen 1 und 3 ebenfalls überbestockt.

Tabelle 16: Gegenüberstellung der hektarbezogenen Bestandesparameter der Fläche 1 vor und nach den Eingriffen.

	Fläche 1A	Fläche 1B
Bemerkung	vor Eingriff	nach Eingriff
Größe [ha]	0,8	0,8
Anzahl Eiben	125	123
N/ha	840	495
G/ha [m²]	52,5	21,5
V/ha [VfmS]	565	216

Interessant ist der Vergleich der Vorratsverteilung auf Fläche 1 vor, beziehungsweise nach dem Pflegeeingriff (siehe Tabelle 17). Durch diesen Eingriff und die nachfolgende zufällige Nutzung (Sturm, Schnee) nivelliert sich die absolute Vorratshaltung bei der Buche auf allen drei Flächen auf annähernd gleiche Höhe (Buche auf Fläche 2: 141 VfmS/ha und Fläche 3: 160 VfmS/ha).

Tabelle 17: Vorratsverteilung pro Hektar für Fläche 1 vor und nach den Eingriffen getrennt nach Baumarten.

	Bu	Es	Bah	Ta	Fi	Lä	sonst.LH	Eibe	Summe
Fläche 1A	394	85	50	4	1		17	14	565
Fläche 1B	141	27	20	3			10	14	216

Betrachtet man die Fläche 1 vor und nach der Durchforstung, so zeigt sich ein vergleichbarer Prozentsatz sowohl für die Buche als auch für die Mischbaumarten Esche und Bergahorn, was auf ausgewogene Eingriffe für alle Mischbaumarten schließen lässt. Der Anteil der Eibe wird allerdings rechnerisch durch die Eingriffe auf Fläche 1 von 2,45% (vor der Durchforstung) auf 6,43% (nach der Durchforstung) erhöht (Abbildung 45, Abbildung 46).

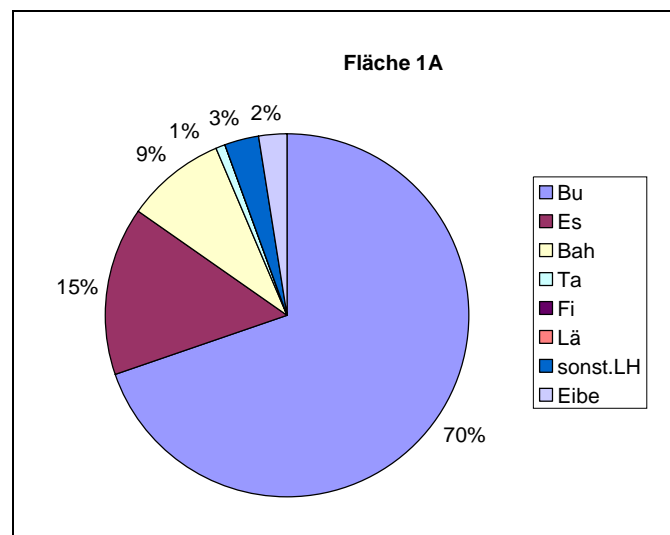


Abbildung 45: Gerundete prozentuelle Vorratsverteilung der Fläche 1A getrennt nach Baumarten.

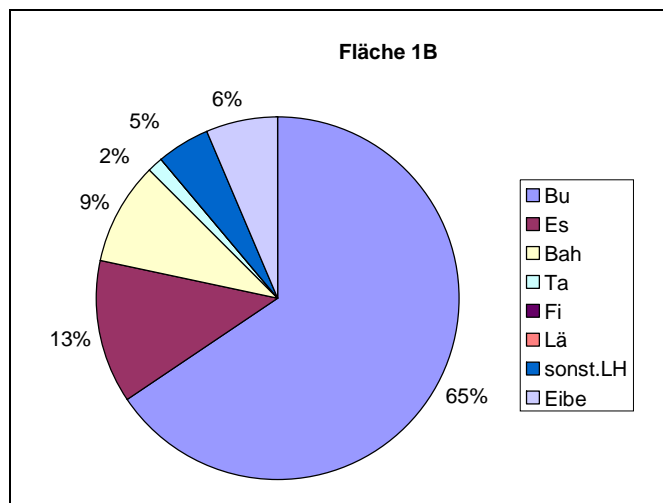


Abbildung 46: Gerundete prozentuelle Vorratsverteilung der Fläche 1B getrennt nach Baumarten.

Betrachtet man die Durchmesserverteilung der Fläche 1 vor und nach den Eingriffen (Abbildung 47) so fällt auf, dass die durch die Eingriffe erfolgte Stammzahlreduktion in allen BHD-Klassen relativ gleichmäßig erfolgte.

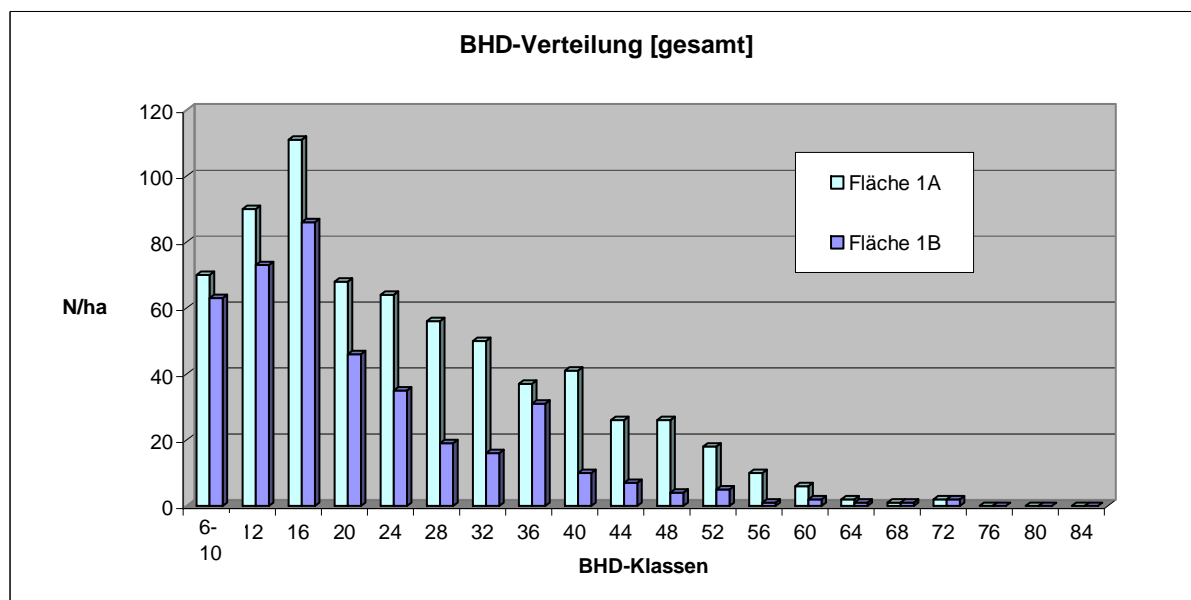


Abbildung 47: Verteilung der gesamten Stammzahlen der Fläche 1 vor und nach den Eingriffen.

Vergleicht man die Eiben der jeweiligen Flächen anhand einer Höhenkurve (siehe Abbildung 48) ist zu erkennen, dass Fläche 1 und 3 gegenüber der Nullfläche 2 stärkere Durchmesser bei geringeren Höhen haben. In dieser grafischen Darstellung wird vor allem im Vergleich der Fläche 3 mit Fläche 2 deutlich, dass sich die Pflegeeingriffe zugunsten der Eibe bereits positiv ausgewirkt haben. Die höheren Brusthöhendurchmesser, auf der zugunsten der Eibe durchforsteten Fläche 3, zeigen hier eindeutig die Umsetzungsfähigkeit der Eibe, verbesserte Standraumbedingungen relativ rasch nutzen zu können.

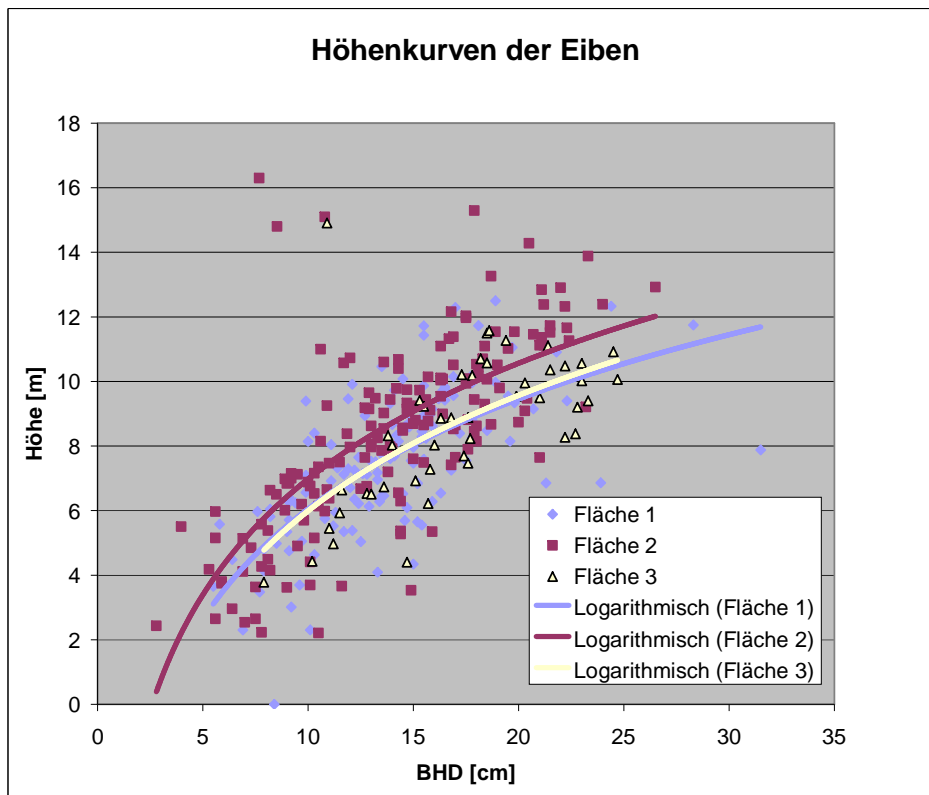


Abbildung 48: Logarithmisch ausgeglichene Höhenkurven der Eiben der jeweiligen Flächen.

7.2 Demographie der Eibenpopulation

Derzeit (2008) umfasst die Eibenpopulation auf den drei Flächen, die sich insgesamt über ein Areal von 3,8ha erstrecken, eine Individuenzahl von 323 Exemplaren. Eine Übersicht der Geschlechterverteilung gibt Tabelle 18 wieder. Abbildung 49, Abbildung 50 und Abbildung 51 zeigen die horizontale Verteilung und Ausrichtung der Eiben auf den jeweiligen Flächen.

Tabelle 18: Geschlechterverteilung der Eiben.

	Größe [ha]	Anzahl der Eiben			
		männlich	weiblich	nicht bestimmbar	Summe
Fläche 1	0,8	32	40	53	125
Fläche 2	1,5	14	61	81	156
Fläche 3	1,5	17	23	2	42

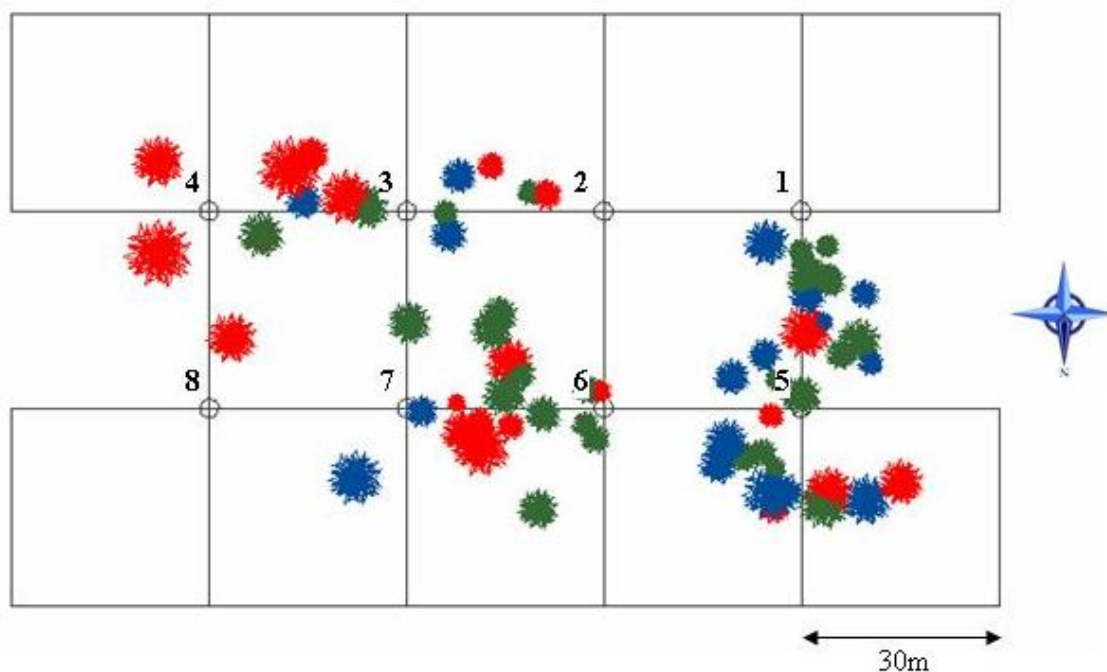


Abbildung 49: Fläche 1 mit den Stichprobenrasterpunkten 1-8 und darauf stockenden Eiben: rot = weiblich, blau = männlich, grün = Geschlecht nicht erkennbar.

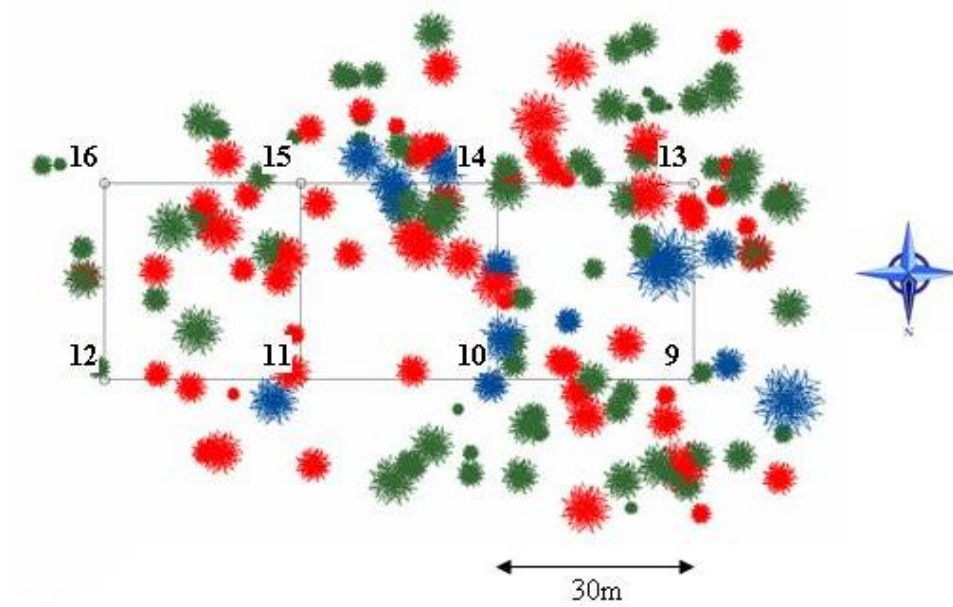


Abbildung 50: Fläche 2 mit den Stichprobenrasterpunkten 9-16 und darauf stockenden Eiben: rot = weiblich, blau = männlich, grün = Geschlecht nicht erkennbar.

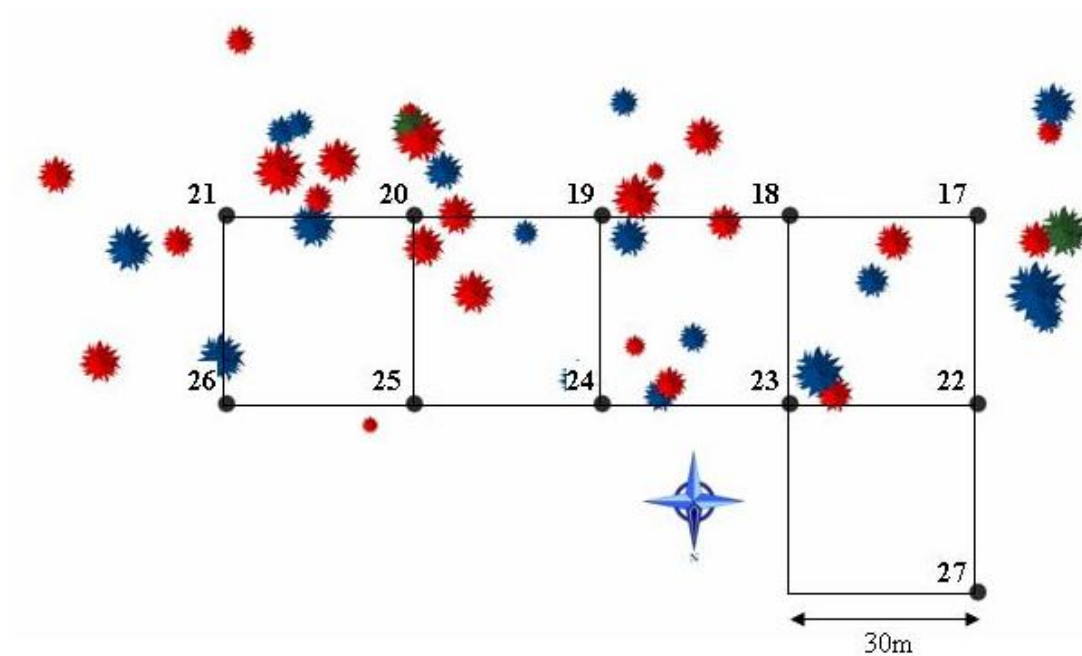


Abbildung 51: Fläche 3 mit den Stichprobenrasterpunkten 17-27 und darauf stockenden Eiben: rot = weiblich, blau = männlich, grün = Geschlecht nicht erkennbar.

7.2.1 Geschlechterverhältnis

Am 28. August 2007 wurde die Ansprache der Geschlechter der Eiben auf dem Untersuchungsstandort durchgeführt. Zu diesem Zeitpunkt war die Bildung und Reife der weiblichen Arillen in vollem Gange. Daher konnten die Geschlechter der weiblichen Pflanzen sehr einfach und eindeutig festgestellt werden. Anfang April des darauf folgenden Jahres (2008), zur Zeit der Vollblüte der männlichen Individuen von *Taxus*, wurden die Aufzeichnungen der Geschlechterverteilung noch einmal kontrolliert.

Auf Fläche 1 des Untersuchungsgebietes konnten 53 Exemplare, was einem Anteil am Gesamtvorkommen der Eiben von 42% entspricht, aufgrund fehlender Blütenknospen keinem Geschlecht zugeordnet werden (Abbildung 52). Mit 1:1,25 entspricht das Geschlechterverhältnis (männlich zu weiblich) trotzdem der erwarteten 1:1 Verteilung (Chi-Quadrat-Test).

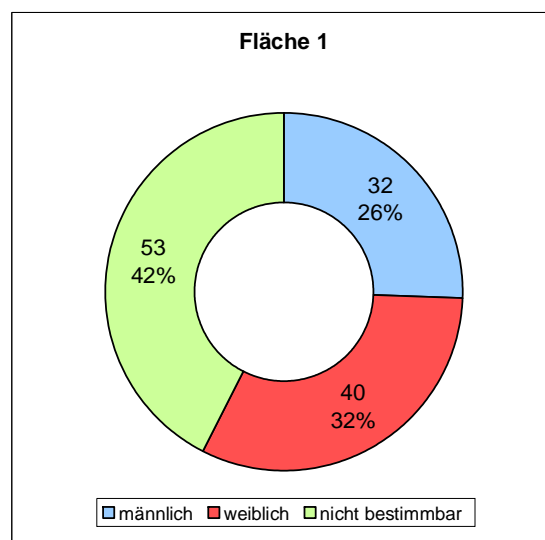


Abbildung 52: Geschlechterverhältnis auf der Fläche 1.

Von den insgesamt 156 auf Fläche 2 stockenden Individuen konnten gar nur 75 Eiben dem männlichen oder weiblichen Geschlecht zugeteilt werden. Dies entspricht einem Anteil von 48% (Abbildung 53). Daraus ergibt sich, dass das Geschlecht von über der Hälfte aller auf Fläche 2 vorkommenden Eiben zum Zeitpunkt der Außenaufnahmen (2007/2008) nicht bestimmbar war. Der Hauptgrund dafür dürfte in den, auf der Fläche 2 für *Taxus* recht bescheidenen Lichtverhältnissen zu finden sein, die ihr ein Fruktifizieren nicht ermöglichen.

Das Geschlechterverhältnis aller, im Zuge der Geschlechteransprache bestimmten Eiben, ist mit 1:4,36 eindeutig in Richtung der weiblichen Individuen verschoben. Der Chi-Quadrat-Test zeigt eine höchst signifikante Abweichung von der erwarteten Gleichverteilung der Geschlechter.

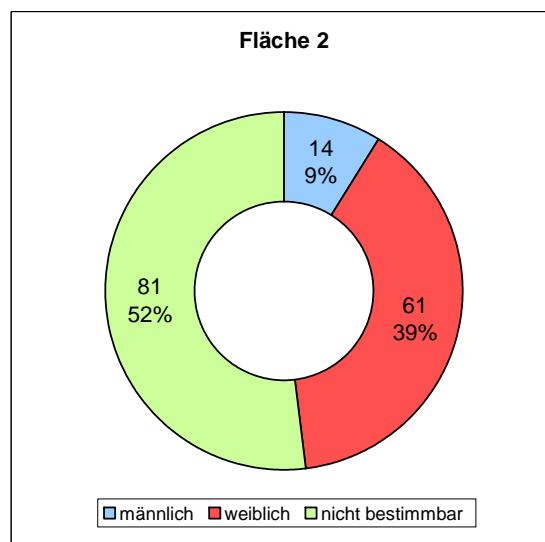


Abbildung 53: Geschlechterverhältnis auf der Fläche 2.

Besonders in Hinblick auf die Kategorie „unbestimmbar“ gestaltete sich die Auswertung der Daten für Fläche 3 sehr konträr zu jener für Fläche 2. Konnte das Geschlecht der Eiben auf letzterer für 52% aller Individuen nicht explizit festgestellt werden, so war dies auf Fläche 3 für nur 5% der gesamt gezählten Exemplare nicht möglich (Abbildung 54). Erklärbar ist das durch den Umstand, dass auf der Fläche 3 vor dem Zeitpunkt der Geschlechterbestimmung (2007/2008) bereits waldbauliche Maßnahmen zugunsten der darauf stockenden Individuen von *Taxus* vorgenommen worden waren, worauf diese sofort mit der Ausbildung von Blüten reagierten. Der Schwerpunkt des aus den erhobenen Daten errechneten Geschlechterverhältnisses, liegt mit 1:1,35 wieder knapp auf der weiblichen Seite und weicht auch nicht signifikant (Chi-Quadrat-Test) von der erwarteten 1:1 Verteilung ab.

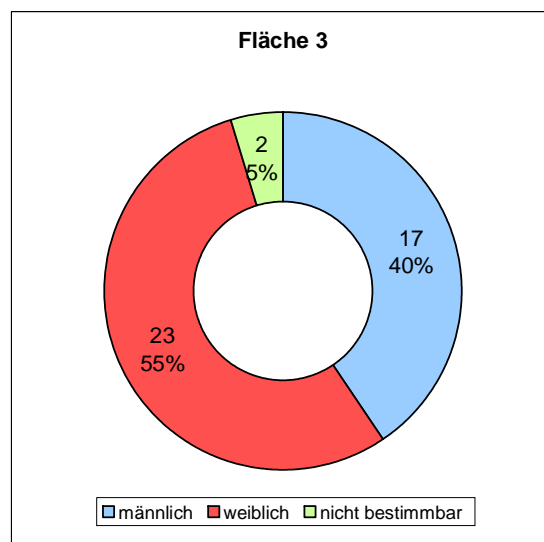


Abbildung 54: Geschlechterverhältnis auf der Fläche 3.

7.2.2 Brusthöhendurchmesser-Verteilung der Eibe

Abbildung 55 zeigt einen Überblick über die aktuelle (2007) Struktur der Brusthöhendurchmesser der Eibenpopulation. Generell ist eine große Spreitung der Brusthöhendurchmesser-Klassen zwischen 6cm und 32cm auf allen drei Flächen feststellbar.

Die durchschnittlichen BHD entsprechen auf Fläche 1 einem Wert von 14,0cm und auf Fläche 2 einem Wert von 14,2cm. Sie können in Hinblick auf den mittleren BHD als annähernd identisch betrachtet werden. Auf Fläche 3 hingegen beträgt der durchschnittliche Brusthöhendurchmesser 17,4cm und ist daher deutlich größer als auf den anderen zwei Flächen. Auf Fläche 3 hingegen ist die Verteilung auf die Durchmesser-Klassen deutlich zu den stärkeren Klassen verschoben. Dies findet seinen Ausdruck auch in den mit 17,4cm deutlich größeren durchschnittlichen Brusthöhendurchmessern.

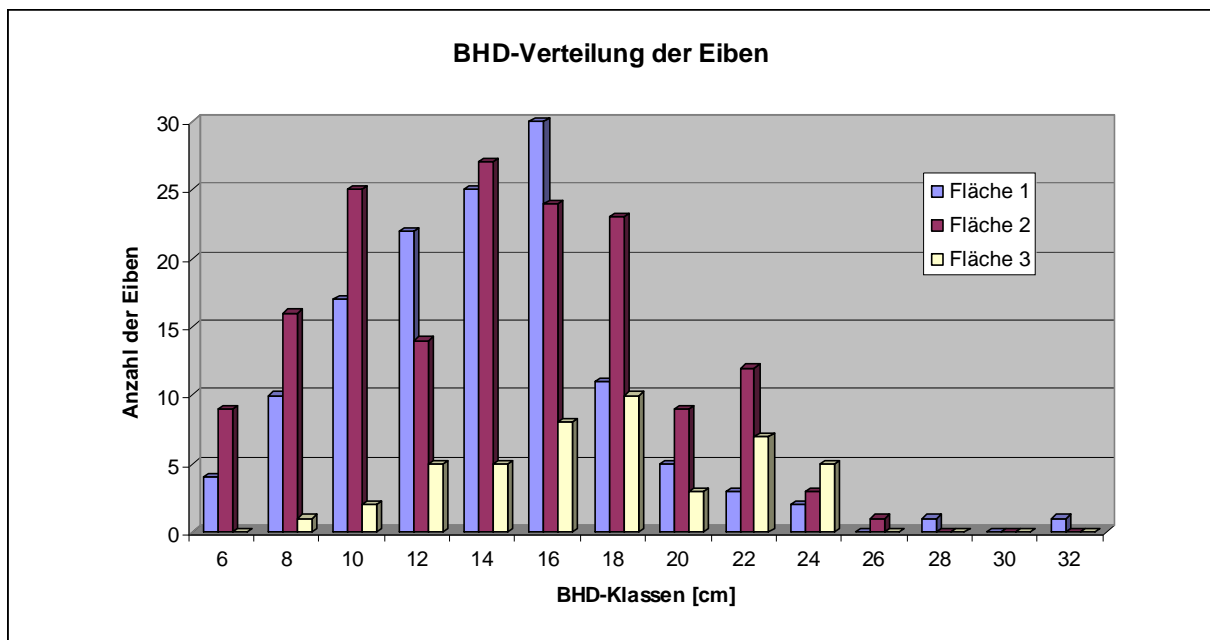


Abbildung 55: Durchmesser-Verteilung getrennt nach Flächen.

Die Verteilung von männlichen und weiblichen *Taxusexemplaren* über die Durchmesser-Klassen auf der Fläche 1 veranschaulicht Abbildung 56. Weiters fällt auf,

dass die nicht bestimmbaren Individuen in den BHD-Klassen 18 und kleiner zu finden sind.

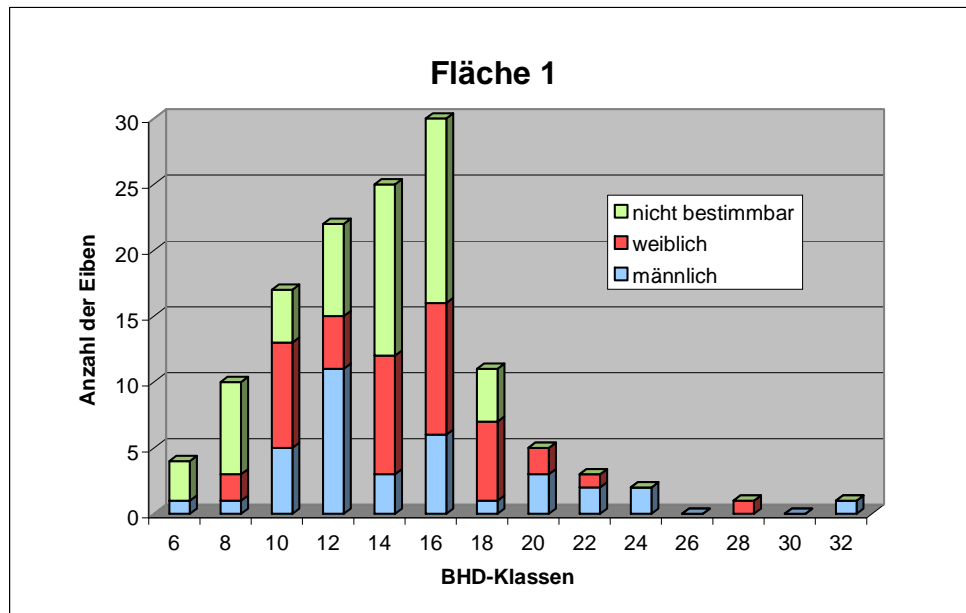


Abbildung 56: Geschlechterspezifische Durchmesserverteilung der Fläche 1.

Den insgesamt stärksten Durchmesser aller aufgenommen Exemplare der Eibe weist eine männliche Pflanze mit einem BHD von 32cm auf. Sie stockt auf Fläche 1. Der höchste Durchmesser der weiblichen Eiben konnte ebenfalls auf Fläche 1 ermittelt werden und beträgt 28cm. Der mittlere BHD über alle drei Flächen ermittelt getrennt nach Geschlechtern ergab einen Wert von 16,5cm für die männlichen, 14,7cm für die weiblichen und 13,5cm für die Gruppe der nicht bestimmbaren Eiben.

Anders als auf Fläche 1 finden sich nicht bestimmbare Individuen in nahezu allen Durchmesserklassen (Abbildung 56). Den größten gemessenen BHD auf Fläche 2 erreicht eine männliche Eibe mit einem Wert von 26cm, der maximale BHD bei den weiblichen Eiben liegt am selben Standort bei 22cm. Allerdings sind es vier der weiblichen Individuen, bei welchen diese Dimension festgestellt werden konnte (Abbildung 57).

Im Vergleich zu den Durchmesserverteilungen nach Geschlechtern der Eiben auf den Flächen 1 und 2 gestaltet sich die Grafik für Fläche 3 (Abbildung 58) offensichtlich ausgeglichener. Überraschenderweise sind die nicht bestimmbaren Individuen in den

Durchmesserklassen 20 und 22 zu finden. Der mittlere Brusthöhendurchmesser von männlichen und weiblichen Eiben unterscheidet sich auf Fläche 3 nur in vernachlässigbarem Maße, was eben mit der guten Bestimmbarkeit der Geschlechter auf diesem Standort zusammenhängen könnte.

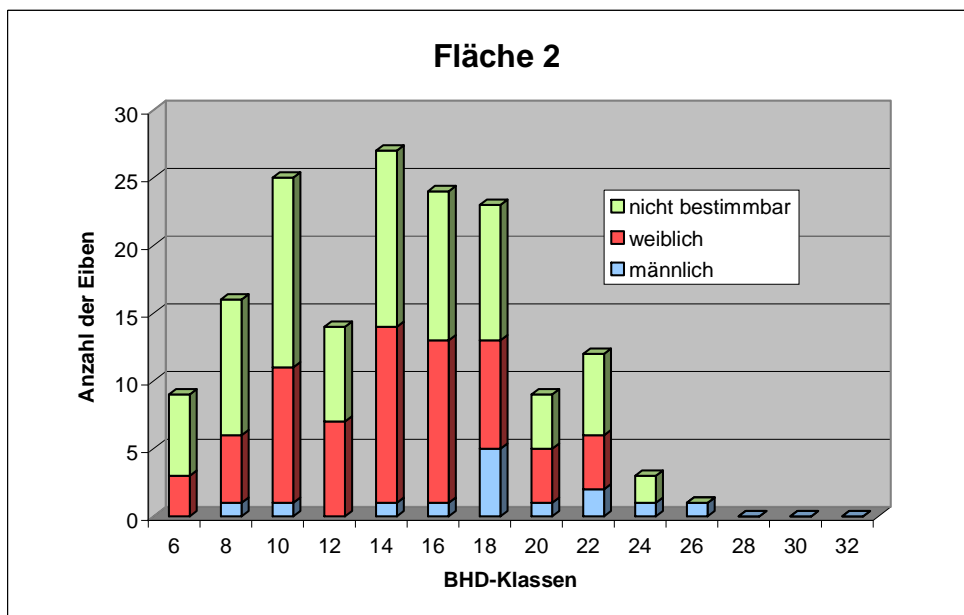


Abbildung 57: Geschlechterspezifische Durchmesserverteilung der Fläche 2.

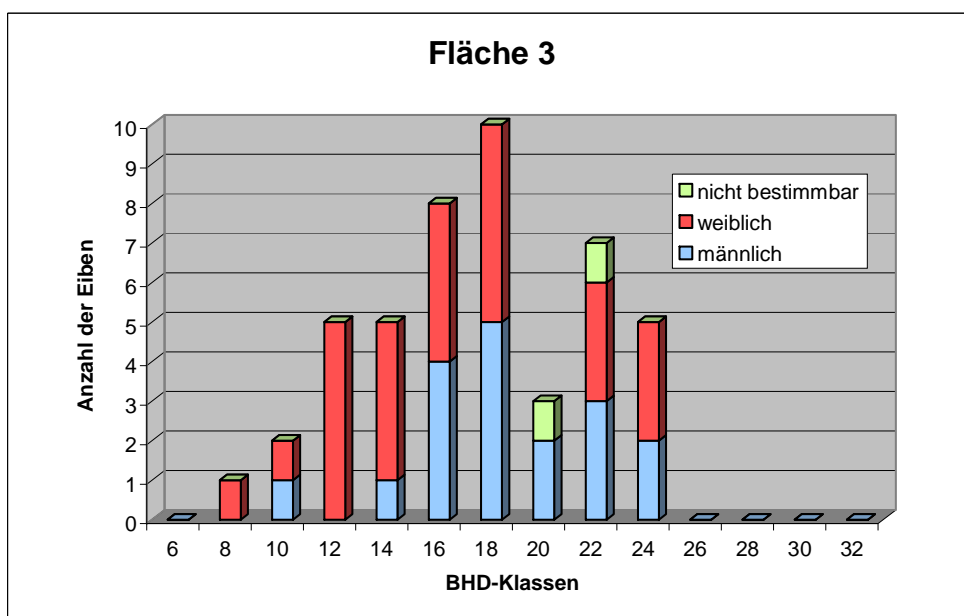


Abbildung 58: Geschlechterspezifische Durchmesserverteilung der Fläche 3.

7.2.3 Höhenstruktur der Eiben

In Abbildung 59 ist ersichtlich, wie sich die gemessenen Höhen über die einzelnen Flächen verteilen. Der niedrigste Wert beträgt hierbei 2m, der höchste 16m. Die durchschnittlich erreichten Höhen auf den drei aufgenommenen Flächen betragen auf Fläche 1: 7,55m; auf Fläche 2: 8,41m und auf Fläche 3: 8,61m. Bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5% unterscheiden sich die Mittelwert im Vergleich von Fläche 1 mit 2 und Fläche 1 mit 3 signifikant voneinander. Beim Vergleich der Mittelwerte von Fläche 2 mit 3 konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden (t-Test).

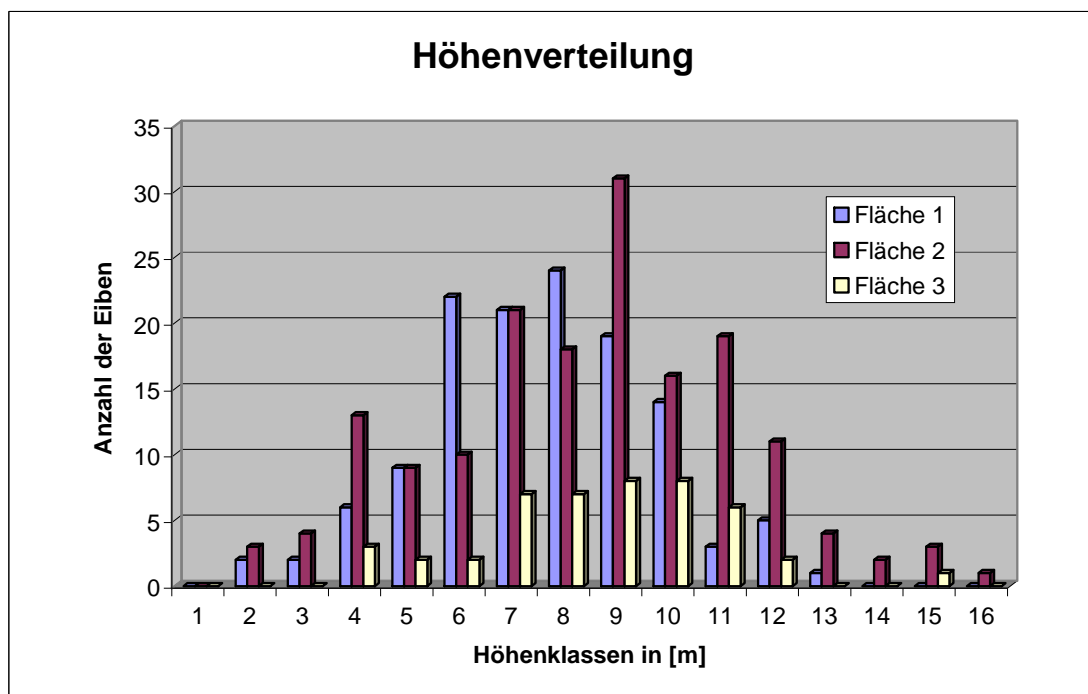


Abbildung 59: Höhenverteilung getrennt nach den Flächen.

7.2.4 Entstehung, Wuchsform und Habitus

Zum Zeitpunkt der Durchführung der Außenaufnahmen (2007) hatten die wenigen aus Stockausschlägen stammenden Eiben noch nicht mehr als 50cm Höhenwachstum erreicht und wurden daher bei den Erhebungen nicht weiter berücksichtigt. Alle markierten Individuen entwickelten sich durch Kernwuchs.

Der überwiegende Anteil der Eiben auf den untersuchten Flächen weist einen geraden Wuchs auf (Abbildung 62). Es sind auf dem Standort jedoch auch Exemplare zu finden, die Ausprägungen von Bogen-, Säbel- oder Kniewuchs zeigen (Abbildung 61), beziehungsweise deren Stämme geschlängelt wachsen (Abbildung 60).

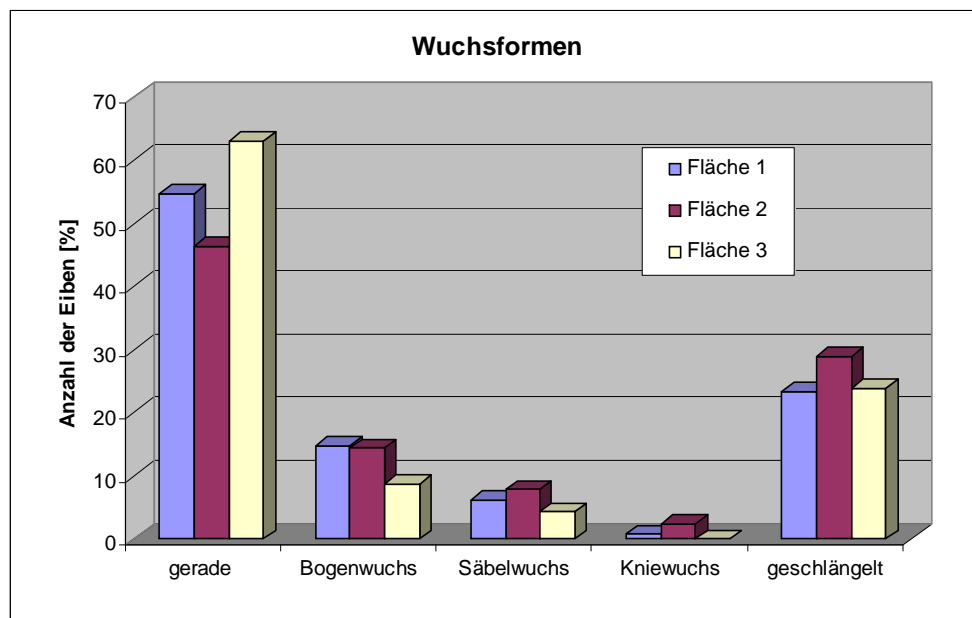


Abbildung 60: Überblick der Wuchsformen getrennt nach den Flächen.



Abbildung 61: Ausgeprägter Säbelwuchs einer Eibe auf Fläche 1 (Foto: RASCHKA 2007).



Abbildung 62: Geradwüchsige Eibe auf Fläche 3 (Foto: RASCHKA 2007).

Von insgesamt 156 Eiben auf der Fläche 1 ist bei 70% eine monopodial entwickelte Sprossachse erkennbar. Die restlichen 30% weisen mindestens einen, oftmals jedoch mehrere Zwiesel auf. Auf Fläche 2 zeigen 41% aller *Taxusexemplare* eine einfach oder mehrfach verzweigte Stammachse, auf Fläche 3 sind es immerhin 28% (Abbildung 63).

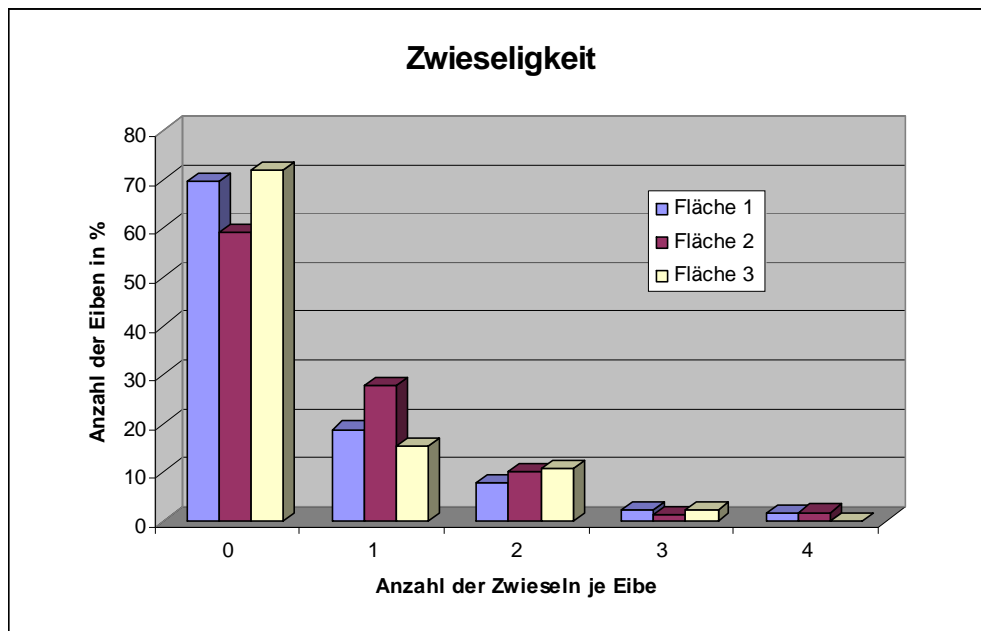


Abbildung 63: Zwieseligkeit der Eiben getrennt nach den Flächen.

Bei den Kronenausformungen der Eiben (Abbildung 64) fällt auf, dass sich die kräftigsten Kronen auf der Fläche 3 befinden. Im Gegensatz dazu zeigt sich bei Betrachtung von Fläche 1 und der Nullfläche (2), dass hier auf beiden Flächen ein deutlicher Anteil an „verkümmerten“ und „allseits schwachen“ Kronen vorhanden ist. Da die Fläche 1 unmittelbar nach dem Pflegeeingriff beurteilt wurde, war dieses Ergebnis zu erwarten.

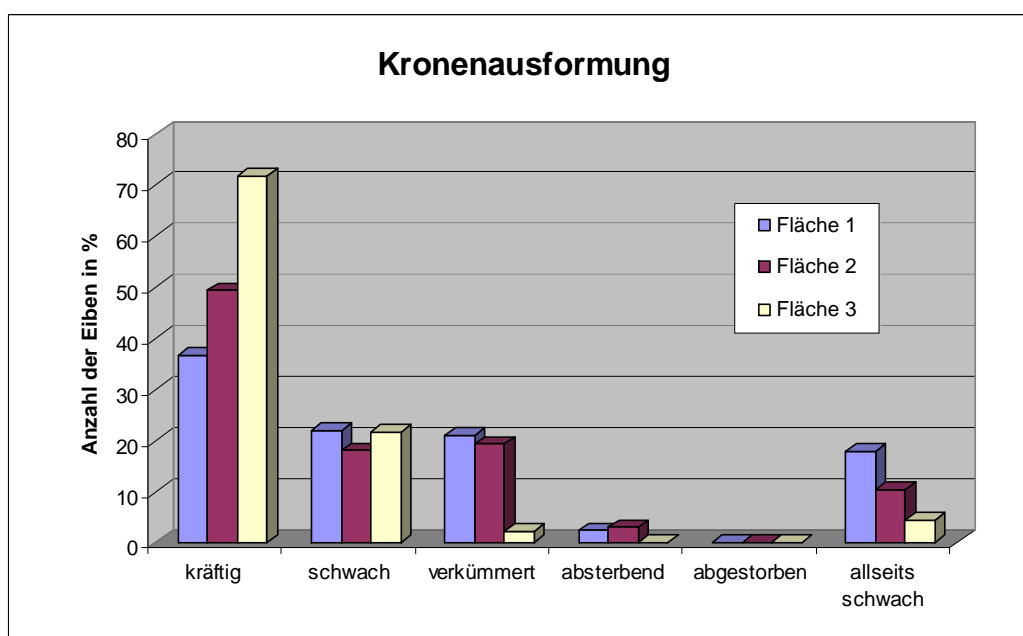


Abbildung 64: Kronenausformungen der Eiben getrennt nach den Flächen.

7.2.5 Kronenentwicklung

Im Rahmen der Außenaufnahmen wurde jede Eibe auf die möglichen Richtungen, in die sie ihre Krone entwickeln kann, untersucht. Auf Fläche 1 haben lediglich 4% und auf Fläche 2 nur 6% der Eiben keine Entwicklungsmöglichkeiten der Kronen. Nach oben und horizontal können auf Fläche 1: 75%, auf Fläche 2: 62% und auf Fläche 3: 89% der Eiben wachsen. Der geringe Anteil an Entwicklungsmöglichkeiten „nur nach oben“ oder „nur horizontal“ teilt sich wie folgt auf den drei Flächen auf: 3% „nach oben“ und 18% „horizontal“ für Fläche 1, 0,6% „nach oben“ und 32% „horizontal“ für Fläche 2 und für Fläche 3: 0% „nach oben“ und 11% „horizontal“. Somit haben auf allen drei Flächen über 90% der Eiben die Möglichkeit sich zumindest horizontal entwickeln zu können (Abbildung 65).

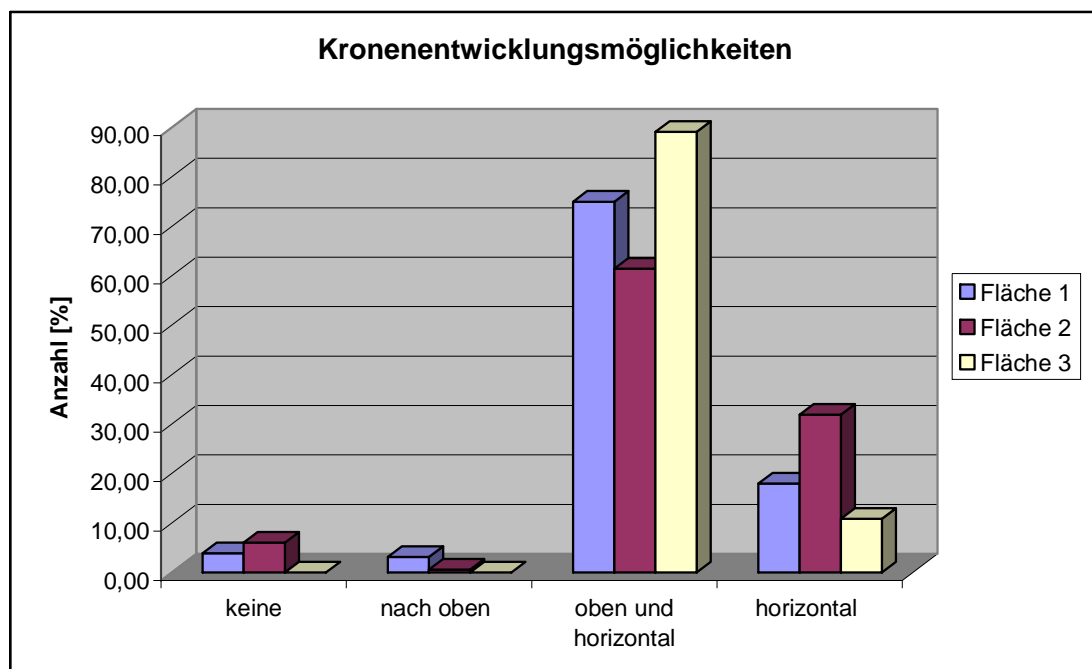


Abbildung 65: Entwicklungsmöglichkeiten der Eiben getrennt nach den drei Flächen.

7.2.6 Vitalität

Eine Aussage über die Vitalität der einzelnen Eiben kam über die gutachtliche Ansprache der *Benadelungsdichte* und *Kronenausformung*, unter Einbeziehung des errechneten *Kronenprozentes* zustande, wobei letzteres in diesem Fall die größte Rolle spielte (siehe Kapitel 6.2. „Vitalität“).

Wie in Abbildung 66, Abbildung 67 und Abbildung 68 erkennbar ist, kann die Vitalität der aufgenommenen *Taxusexemplare* mehrheitlich als sehr gut beurteilt werden.

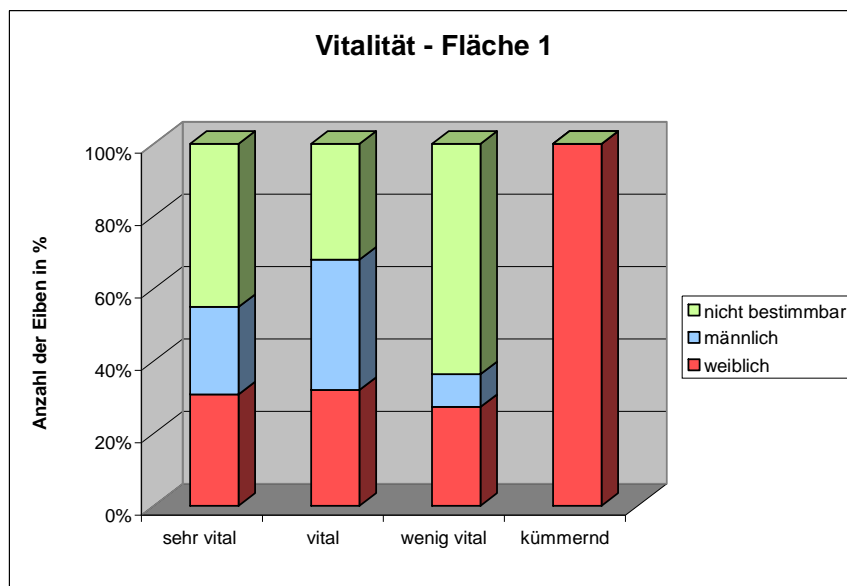


Abbildung 66: Vitalitätsbeurteilung der Eiben auf Fläche 1.

Auf Fläche 1 (Abbildung 66) finden sich unmittelbar nach dem Pflegeeingriff mit 91 Eiben bereits 71% aller Individuen in einem sehr vitalen Zustand. Umgerechnet 20% der Individuen sind vital und nur 9% der Eiben weniger vital bis kümmernd.

Die Eiben der Fläche 2 (Abbildung 67) sind mit umgerechnet insgesamt 89% „sehr vital“ bis „vital“. Nur umgerechnete 11% der Eiben gehören der Klasse „wenig vital“ bis „kümmernd“ an.

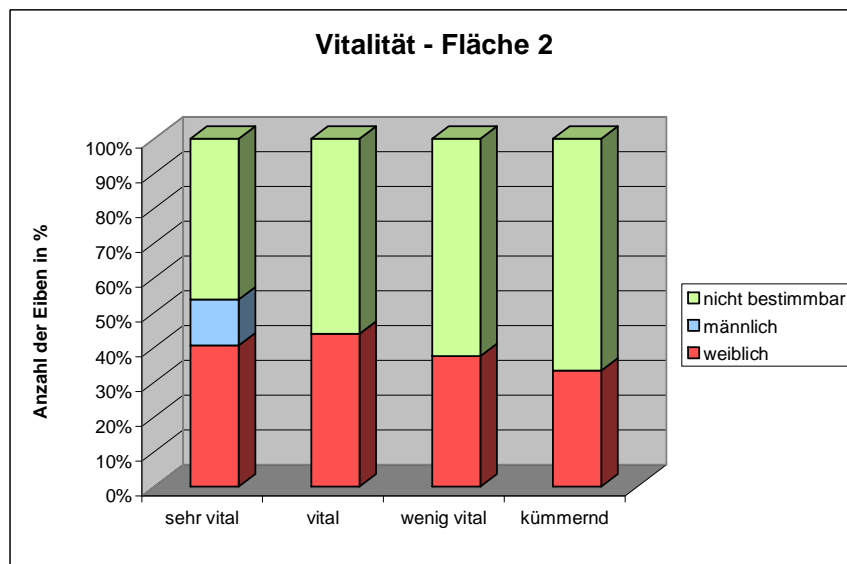


Abbildung 67: Vitalitätsbeurteilung der Eiben auf Fläche 2.

Eine besonders gute Vitalität weisen die Eiben auf Fläche 3 (Abbildung 68) auf (umgerechnet 76% sehr vital und 24% vital). Eine Tatsache, die sehr wahrscheinlich ebenfalls auf den, gegenüber den beiden anderen Flächen erhöhten Lichtgenuss, beziehungsweise dem dort insgesamt schwächeren Konkurrenzdruck, zurückzuführen ist.

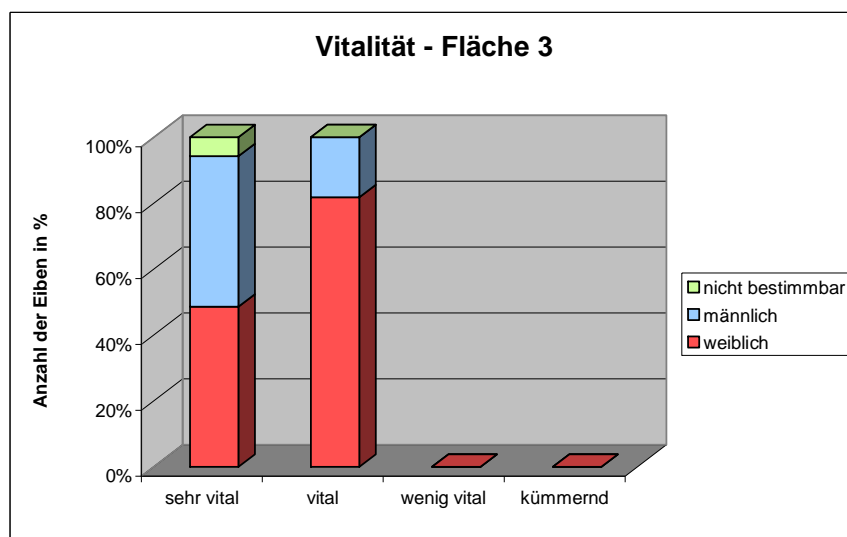


Abbildung 68: Vitalitätsbeurteilung der Eiben auf Fläche 3.

Die nächsten drei Abbildungen geben einen Überblick darüber, wie sich die Vitalität der Eiben auf allen drei Flächen mit zunehmendem Brusthöhendurchmesser verbessert.

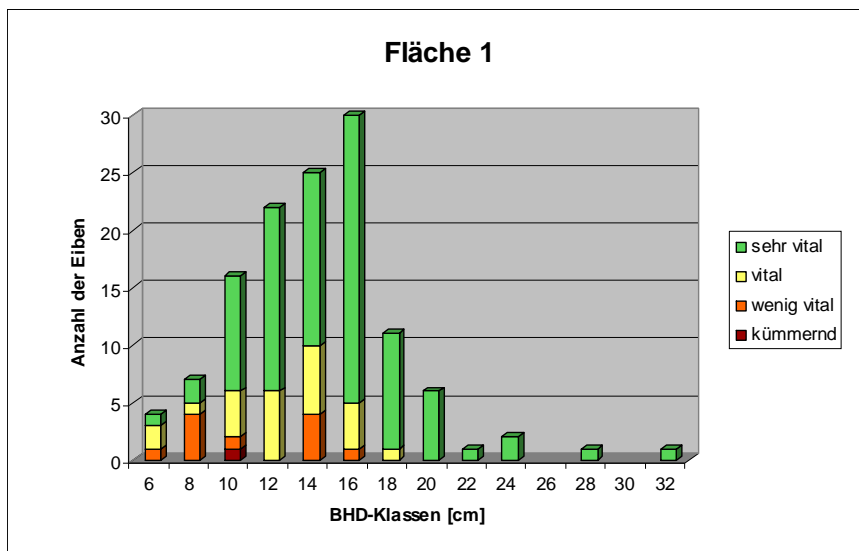


Abbildung 69: Verteilung der Vitalitätsstufen in den BHD-Klassen der Fläche 1.

Auf den Flächen 1 und 2 kann erst nach einem Auswachsen der *Taxus*pflanzen aus den unteren BHD- Klassen 5-15cm ein sprunghafter Anstieg der Vitalität verzeichnet werden (Abbildung 69, Abbildung 70).

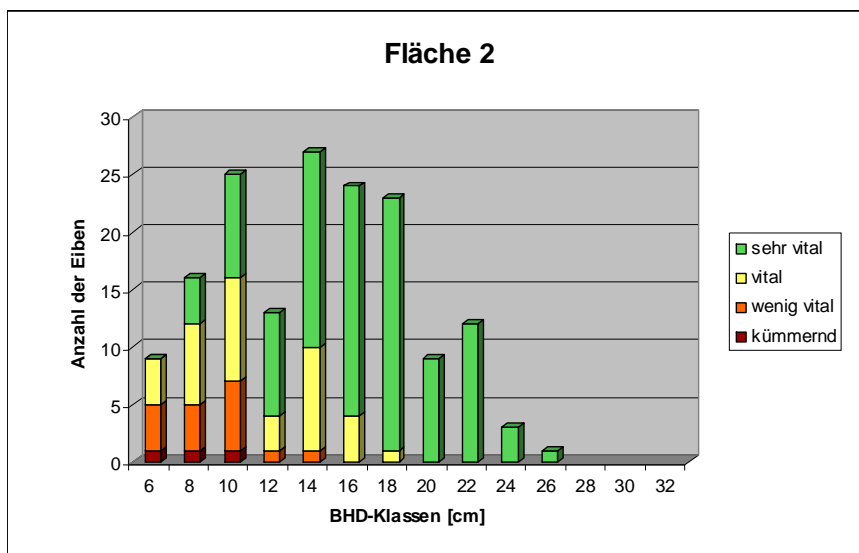


Abbildung 70: Verteilung der Vitalitätsstufen in den BHD-Klassen der Fläche 2.

Auf der Fläche 3 (Abbildung 71) finden sich vier Jahre nach den begünstigenden Pflegeeingriff die Individuen der Klasse „vital“ ausschließlich in den BHD-Klassen 18cm und kleiner. Es zeigt sich ein gemeinsamer Trend für alle drei Flächen für die BHD-Klassen 20cm und stärker, da hier ausschließlich sehr vitale Individuen gefunden wurden (Abbildung 69, Abbildung 70, Abbildung 71).

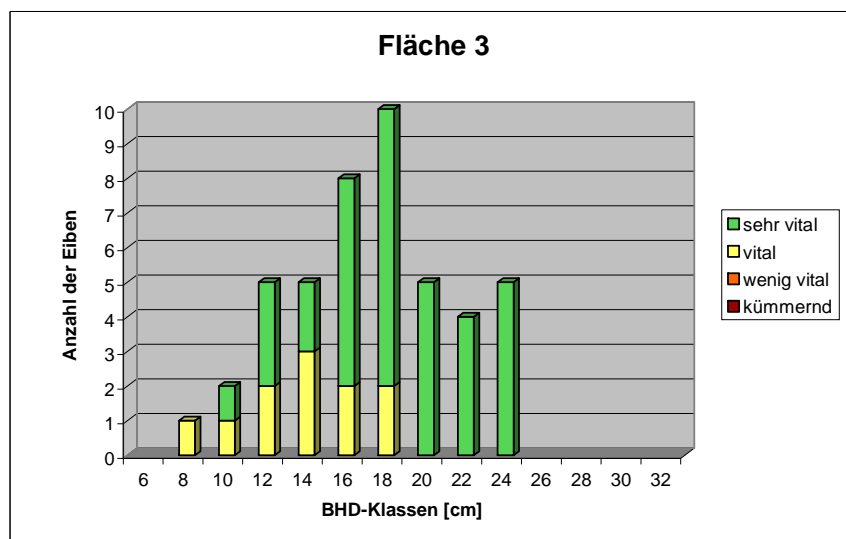


Abbildung 71: Verteilung der Vitalitätsstufen in den BHD-Klassen der Fläche 3.

7.2.7 Abiotische und biotische Schäden

Die geringsten, im Zuge von Bringungsmaßnahmen entstandenen **Rückeschäden** (Abbildung 73 und Abbildung 74), weisen die erhobenen Eiben auf Fläche 2 auf, die meisten hingegen jene, die auf Fläche 3 stocken. Besonders hervorzuheben ist, dass mehr als 45% der Eiben auf Fläche 3 starke Bringungsschäden aufweisen. Es besteht hierbei offensichtlich ein direkter Zusammenhang zu den unterschiedlichen Bewirtschaftungsintensitäten auf den beiden Flächen. Frische Schäden finden sich auf allen Flächen nur in geringem Ausmaß, auf der Fläche 3 erwartungsgemäß keine. Die frischen Schäden in Fläche 2 rühren von Nutzungen infolge des Extremwetterereignisses (Abbildung 72).

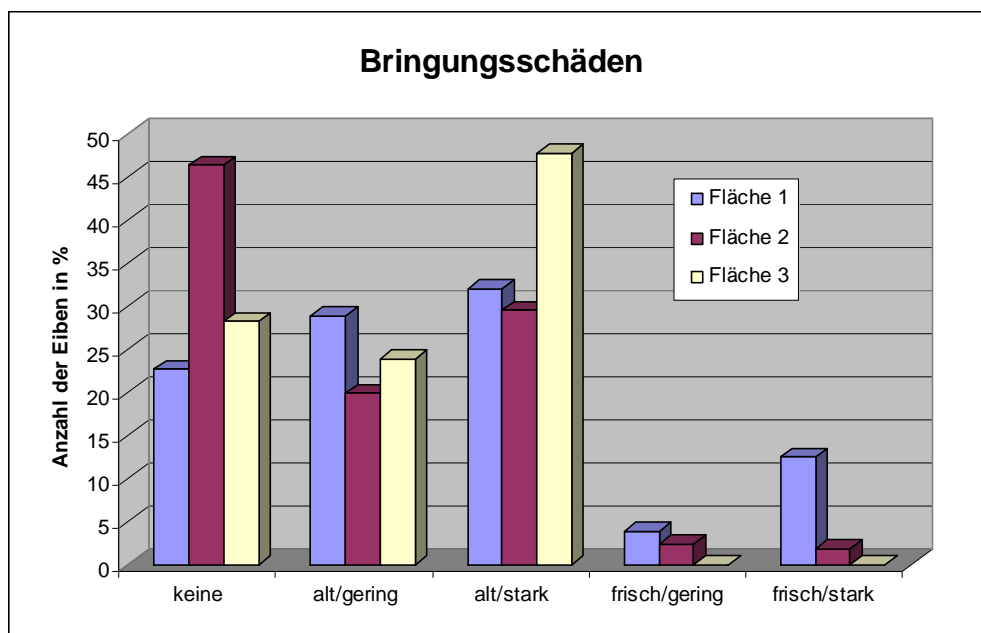


Abbildung 72: Der durch Holzbringung geschädigte prozentuale Eibenanteil getrennt nach Fläche und Schädigungsgrad.



Abbildung 73: Alter Bringungsschaden an Eibe nahe des Wurzelanlaufes (Foto: RASCHKA 2007).



Abbildung 74: Geringer Bringungsschaden am Eibenstamm (Foto: RASCHKA 2007).

Von allen insgesamt markierten und aufgenommenen Eiben aller drei Flächen konnten nur 5 Exemplare mit keinerlei Anzeichen auf einen Befall durch die *Eibengallmücke* (*Taxomyia taxi*) festgestellt werden. Zwei Individuen wiesen hingegen einen starken Befall durch den Pflanzensauger auf. Alle übrigen *Taxus*pflanzen zeigten schwache Symptome eines Befalls durch den Schädling, der in der vorliegenden Intensität seines Vorkommens für die Eibenpopulation am untersuchten Standort jedoch keine existentielle Bedrohung darstellt.

Weiters wurden auch durch Rehböcke verursachte *Fegeschäden* an einzelnen Stämmen von *Taxus*exemplaren festgestellt.

Auf Fläche 1 wurde ein Anteil von Bäumen mit durch Fegen kausalisierten Wunden von etwa 2%, auf Fläche 2 einer von rund 5% und auf Fläche 3 immerhin ein Fegeschaden von 9% ermittelt.

7.3 Inter- und Intraspezifische Konkurrenz

Die Inter- und intraspezifische Konkurrenz wurde auf Basis der Ergebnisse der *Strukturellen Vierergruppe* nach FÜLDNER (1995) analysiert. Man kann auf diese Weise die räumliche Bestandesstruktur der Flächen veranschaulichen. Zur quantitativen Veranschaulichung der räumlichen Struktur wurden die Parameter *Durchmischung (DM)*, *Durchmesserdifferenzierung (TD)*, *Höhendifferenzierung (HD)* und der *Baum-Baum-Abstand (D)* verwendet. Bei den Rasterpunkten 8 (Fläche 1) und 27 (Fläche 3) konnte aufgrund fehlender naher Eiben keine *Strukturelle Vierergruppen*-Untersuchung durchgeführt werden. Somit erfolgte die Analyse der Bestandesstruktur auf 25 von insgesamt 27 Stichprobenrasterpunkten.

7.3.1 Durchmischung (DM_j)

Mit dem Parameter der *Durchmischung* wird angegeben, in welchem Maße die Eibe mit anderen Baumarten auf den jeweiligen Flächen durchmischt ist. Je höher die artenspezifische Durchmischung ist, umso mehr ist die Eibe einzelstammweise im Bestand mit anderen Baumarten durchmengt. Je kleiner der Wert ist, desto schwächer ist die Mischung (Abbildung 75) in der strukturellen Vierergruppe.

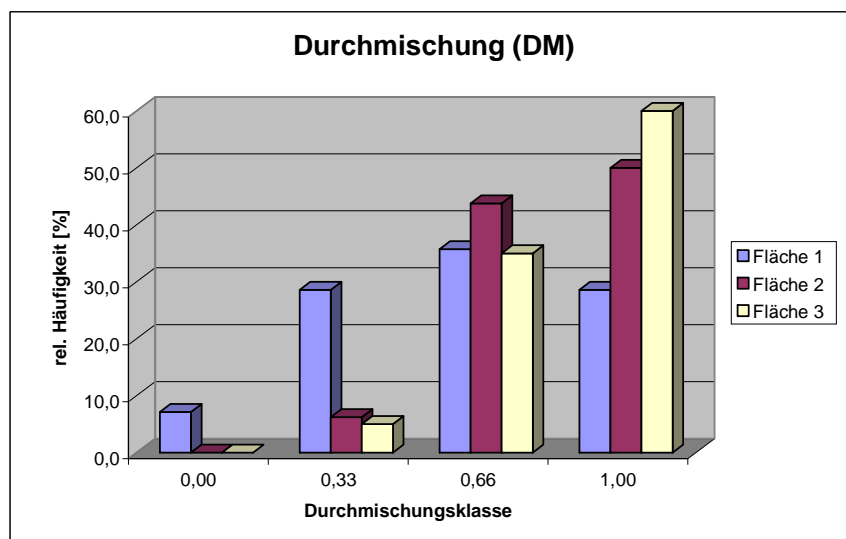


Abbildung 75: Durchmischung der Eibe auf den drei Flächen.

Es ist deutlich zu erkennen, dass die Durchmischungsverhältnisse auf den Flächen 2 und 3 sehr ähnlich sind. Bei 60% auf Fläche 3 und bei 50% auf Fläche 2 sind die drei nächsten Nachbarn des Nullbaumes (Eibe) keine Eiben. Ähnlich ist auch das Verhältnis der zwei Flächen beim Durchmischungsgrad 0,66, wenn zwei der drei Nachbarn der Eibe einer anderen Art angehören. Bei Fläche 2 trifft dies auf 44% und bei Fläche 3 auf 35% des Bestandes zu. Auch der Anteil mit nur einem artfremden Nachbarn unterscheidet sich zwischen Fläche 2 mit 6% und Fläche 3 mit 5% nur sehr gering. Artenreine Eibengruppen, die keinen anderen Nachbarn haben, wurden auf diesen beiden Flächen nicht festgestellt (Abbildung 75).

Anders gestaltet sich jedoch die Situation auf Fläche 1. Hier ist der Anteil der Fläche mit drei unterschiedlichen Nachbarn mit 29% deutlich niedriger. Die Durchmischungsgruppe 0,66 mit zwei artfremden Nachbarn ist mit 36% den zwei anderen Flächen sehr ähnlich. Nur einen artfremden Nachbarn besitzen auf der Fläche 29%, was einen relativ großen Anteil ausmacht. In 7% der Fälle waren alle Bäume der *Strukturellen Vierergruppe* Eiben.

7.3.2 Durchmesser differenzierung (TD_i)

Bei der *Durchmesser differenzierung* (TD_i) wird der Unterschied der Brusthöhendurchmesser zwischen den Nullbäumen (Eiben) und ihren drei Nachbarn verglichen. Der Wert TD_i wird umso größer, je höher die durchschnittliche Differenz zwischen den Durchmessern der Eiben und ihren benachbarten Bäume ist. Die Durchmesser differenzierung wird getrennt nach Nachbarn, deren Durchmesser größer (positive Differenzierung) oder kleiner (negative Differenzierung) ist als der Nullbaum (Eibe), dargestellt. In Abbildung 76 und Abbildung 77 wird die Durchmesser differenzierung über alle drei Nachbarn und das Mittel zum ersten Nachbarn veranschaulicht.

Auf Fläche 1 sind 50% der Eiben schwach negativ differenziert und 50% der Eiben weisen auf Fläche 2 eine mittlere negative Differenzierung zu allen drei Nachbarn auf. Positive Differenzierungen erreichen auf der Fläche 1 nur 6% der Eiben und 7 % auf der Fläche 2. Dies zeigt, dass die Eiben nur selten einen stärkeren BHD aufweisen als ihre nächsten Nachbarn. Anders sieht dies auf der Fläche 3 aus. Hier ist die Eibe zumindest mit einem Anteil von 25%, wenn auch nur schwach differenziert, stärker als ihre Nachbarbäume (Abbildung 76).

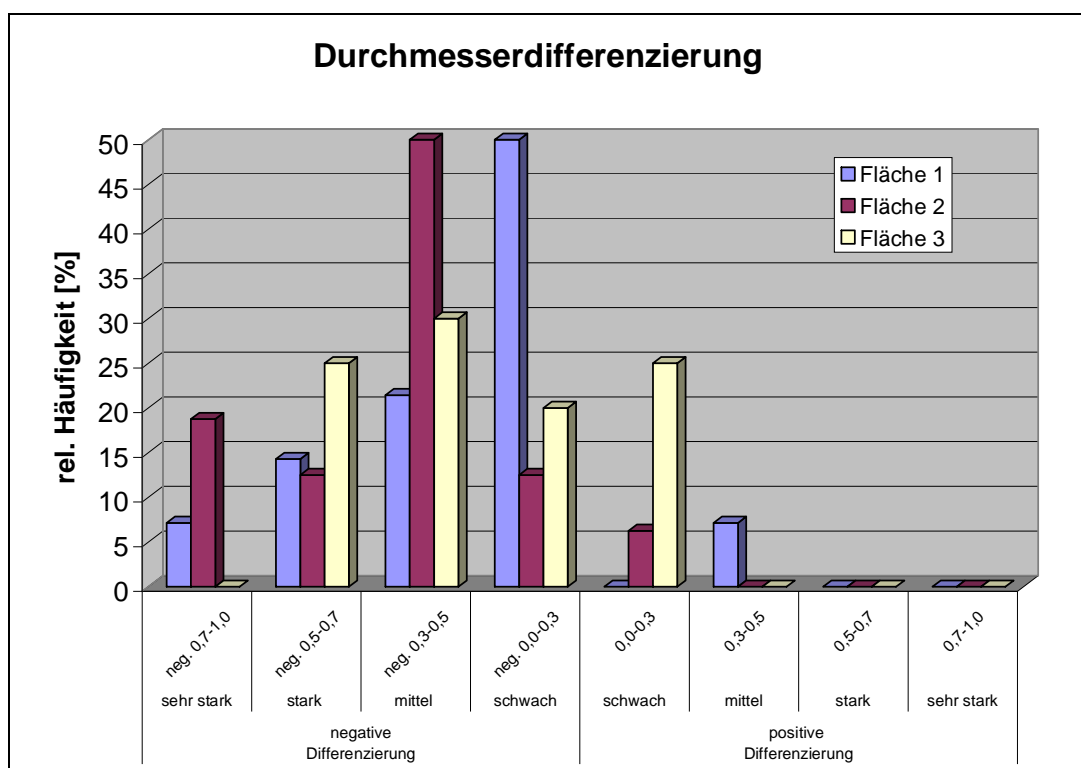


Abbildung 76: Durchmesser differenzierung über alle drei Nachbarn getrennt nach den drei Flächen.

Betrachtet man die Durchmesserdifferenzierung zum 1. Nachbarn (TD1), wie in Abbildung 77 dargestellt, so ist auch hier die Differenzierung der Eibe positiv als auch negativ. Eindeutig ist zu erkennen, dass auf Fläche 3: 50% der ersten Nachbarn der Eiben zwischen 50-70% stärker als die Eiben sind. Auffallend ist, dass auf Fläche 2 die Eiben, bis auf 6%, ausschließlich negativ zu ihrem 1. Nachbarn differenziert sind.

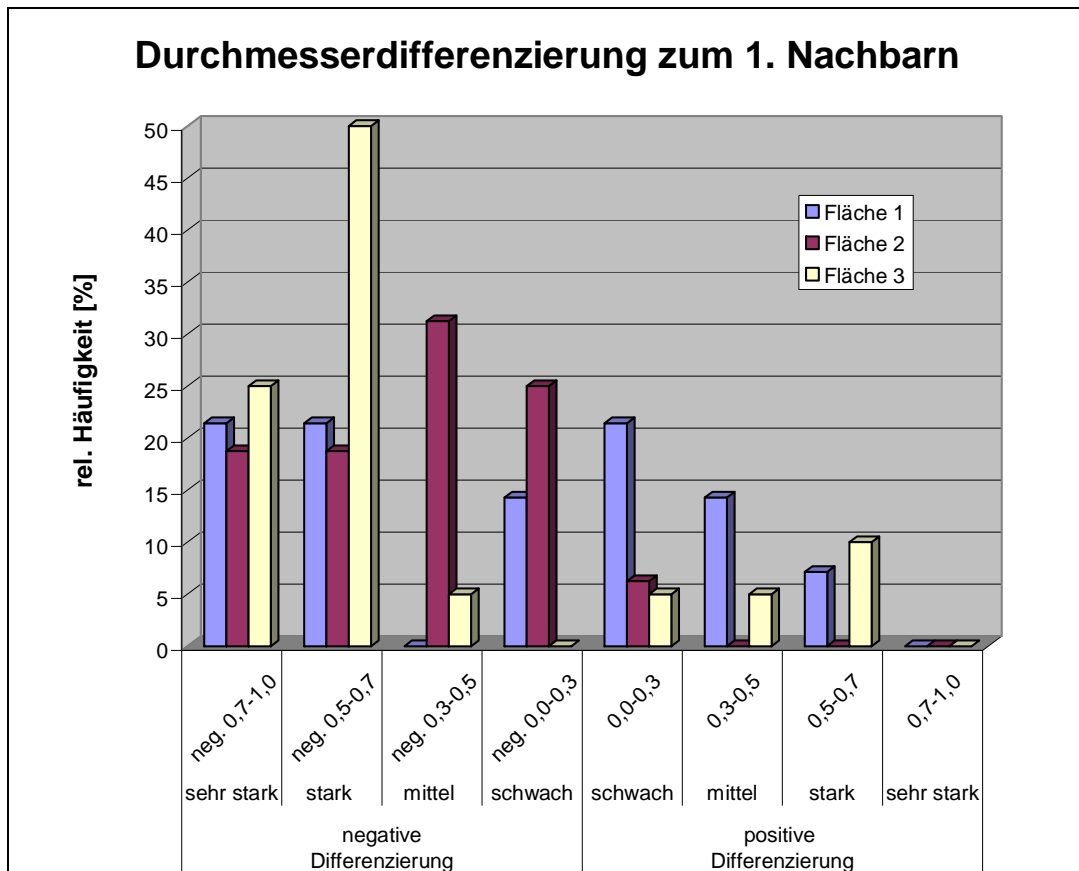


Abbildung 77: Durchmesserdifferenzierung zwischen Nullbaum und 1. Nachbarbaum getrennt nach den drei Flächen.

Vergleicht man die Durchmesserdifferenzierung (TD_i) über alle drei Nachbarn (siehe Abbildung 76) mit der TD_i zum 1. Nachbarn (siehe Abbildung 77) ist die Differenzierung der Eiben zum Ersten leicht positiver als über alle drei Nachbarn.

7.3.3 Höhendifferenzierung (HD_i)

Die Abbildung 78 zeigt die Höhendifferenzierung aller drei Nachbarn zu den jeweiligen Eiben.

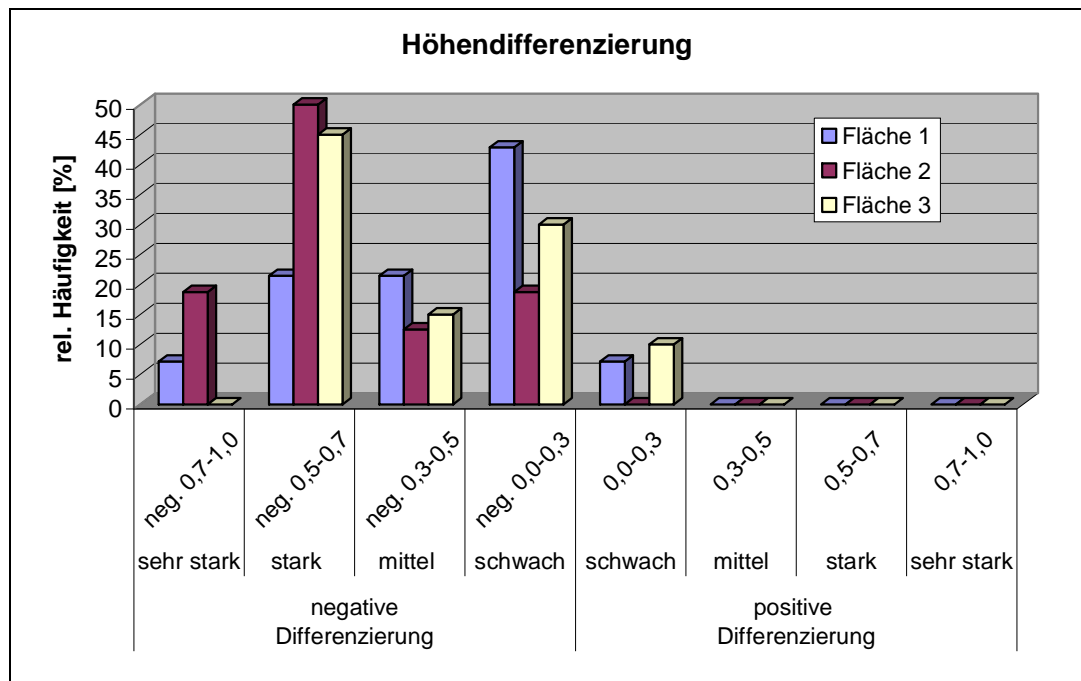


Abbildung 78: Höhendifferenzierung aller drei Nachbarn getrennt nach den drei Flächen.

Es ist deutlich zu erkennen, dass die Eiben über das gesamte Projektgebiet meist eine geringere Höhe als ihre nächsten Nachbarn aufweisen. Die Baumhöhenunterschiede sind auf Fläche 1 mit einer schwach negativen Differenzierung von 43% in Relation zu den anderen Flächen am geringsten. Nur 7% der Eiben auf Fläche 1 und 10% der Eiben auf Fläche 3 sind höher als ihre Nachbarbäume. Auffällig ist auch, dass 50% der Eiben von Fläche 2 und 45% der Eiben von Fläche 3 im stark negativ differenzierten Bereich liegen (siehe Abbildung 78).

Abbildung 79 zeigt, dass 43% aller Nachbarn auf Fläche 1 mindestens doppelt so groß wie die Eibe sind. Auf Fläche 2 erreichen 75% der Nachbarbäume eine Baumhöhe von mehr als dem Doppelten und auf Fläche 3 sind sogar 80% der Nachbarn um das Doppelte größer als die Nullbäume. Auffällig ist hier die sehr starke negative Differenzierung aller drei Flächen mit 29% auf Fläche 1, 38% auf Fläche 2 und 45% auf Fläche 3.

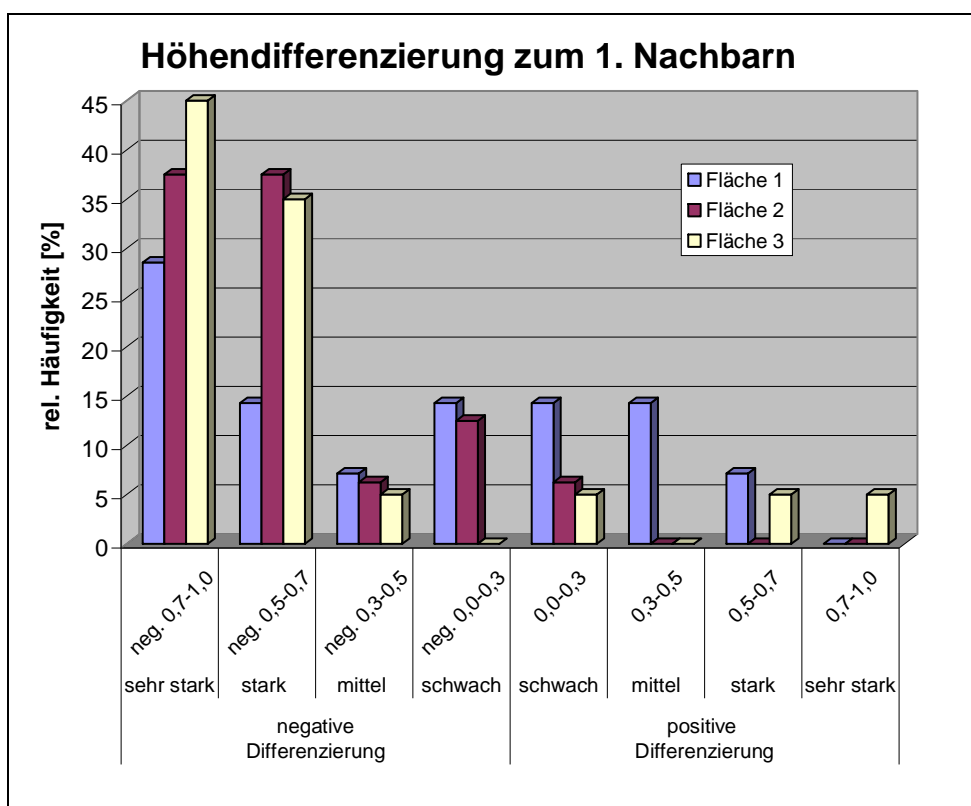


Abbildung 79: Höhendifferenzierung zwischen Nullbaum und 1. Nachbarbaum getrennt nach den drei Flächen.

7.3.4 Baum-Baum-Abstand (D_i)

Der *Baum-Baum-Abstand* charakterisiert die räumliche Individualverteilung von Bäumen in einem Bestand. Bei kürzeren Abständen, also kleineren Werten, kennzeichnet dies, dass die entsprechende Eibe in relativ engen Baumkollektiven vorzufinden ist. Andererseits kann bei größeren Werten von einer aufgelockerten Bestandesstruktur ausgegangen werden. In Abbildung 80 sind die gemittelten Abstände der Eiben zu ihren nächsten drei Nachbarn dargestellt. Für Fläche 1 wurde eine mittlere Distanz über alle drei Nachbarn von 3,3m, auf Fläche 2 eine Entfernung von 2,3m und ein mittlerer Abstand von 4,2m auf Fläche 3 festgestellt. Durchschnittlich am engsten stehen die Baumkollektive der 2. Fläche (siehe Abbildung 80).

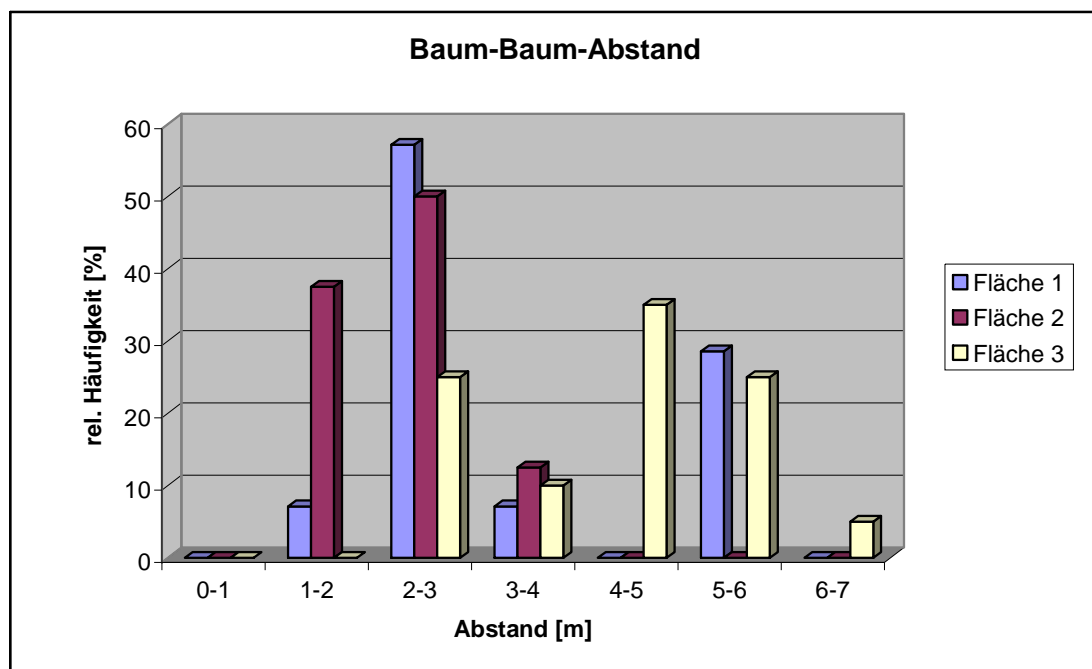


Abbildung 80: Mittlere Baumabstände zu den drei Nachbarn getrennt nach der Fläche.

Betrachtet man den Abstand der Eibe zum ersten Nachbarn, wie in Abbildung 81 dargestellt, zeigt sich, dass auf allen drei Flächen bei 25% der Fälle nur ein Abstand von weniger als 1m auftritt.

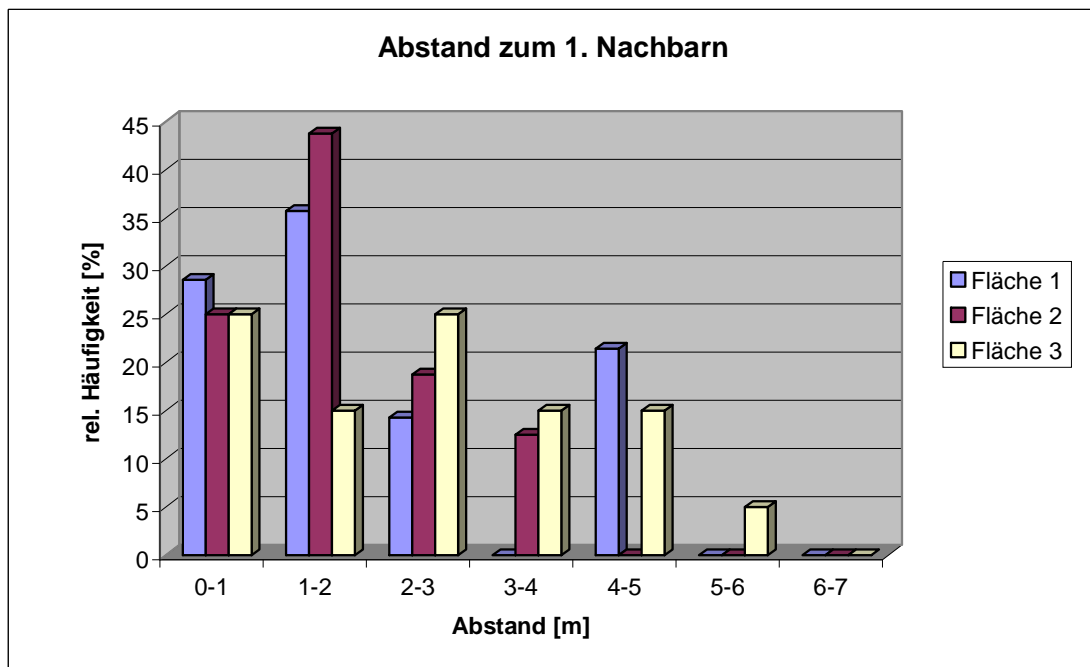


Abbildung 81: Abstand zwischen Nullbaum und 1. Nachbarbaum getrennt nach den drei Flächen.

Bei weiteren 44% der Fläche 2 und 36% der Fläche 1 haben die Nullbäume zum ersten Nachbarn nur einen Abstand von 1-2m. Nur in 21% der Fälle war der 1. Nachbar auf Fläche 1 weiter entfernt als 4m. Die Fläche 3 hat, mit einem Anteil von 20%, größere Entfernungen als 4m und als einzige Fläche in 5% der Fälle einen, zum ersten Nachbarbaum, weiteren Abstand als 5m.

7.4 Verjüngungssituation der Eibe

Im gesamten Projektgebiet wurden insgesamt 108 Satellitenpunkte aufgenommen, die sich mit je 32 Punkten auf Fläche 1 und 2 und mit 44 Satellitenpunkten auf Fläche 3 aufteilen. Die Ergebnisse der aufgenommenen Stichproben wurden in Stückzahlen pro Hektar hochgerechnet und in Abbildung 82, Abbildung 83, Abbildung 84, Abbildung 85 und Abbildung 88 dargestellt.

Abbildung 82 zeigen die Verjüngungssituation von Keimlingen und Abbildung 83 von Jungpflanzen bis zu einer Höhe von 30cm. Dabei wurde für Fläche 1 eine Stückzahl von insgesamt 179.000 Pflanzen pro Hektar errechnet. Auf Fläche 2: 89.000 und auf der Fläche 3: 536.000 Stück pro Hektar. Wobei auf Fläche 1 und 2 keine einzige Eibe unter 30cm aufgenommen werden konnte und auf Fläche 3 lediglich 2 Eiben. Hochgerechnet macht das eine Stückzahl von über 600 Eiben aus, dies ist jedoch in Relation zur gesamten Verjüngung unter 30cm nur 0,1%.

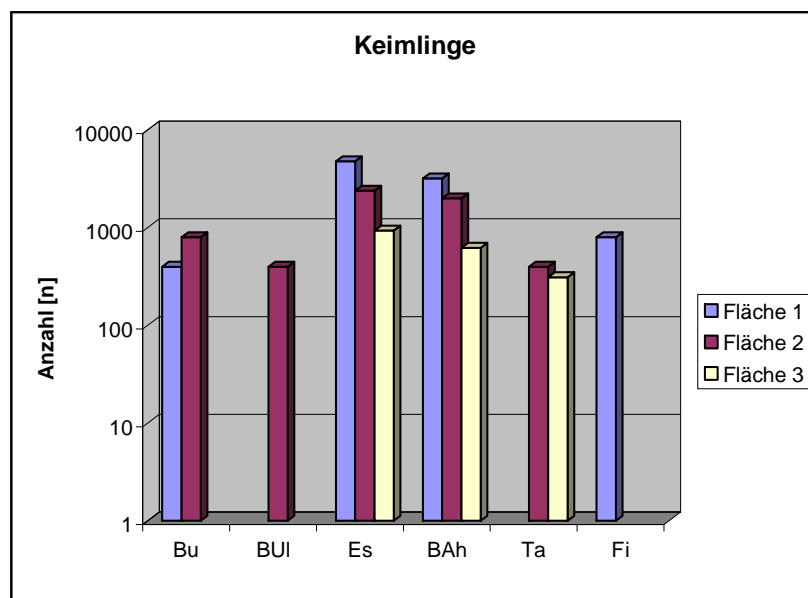


Abbildung 82: Anzahl der Keimlinge getrennt nach Fläche und Baumart logarithmisch skaliert.

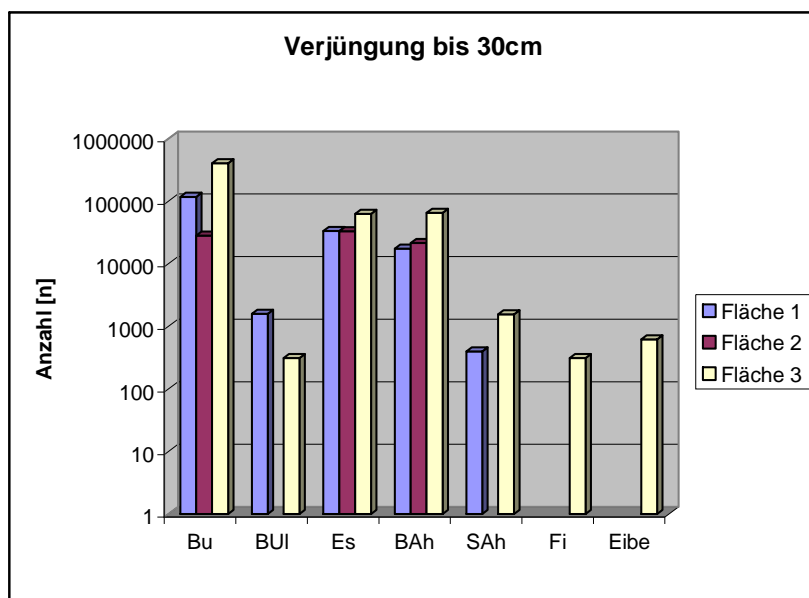


Abbildung 83: Anzahl der Verjüngung bis 30cm getrennt nach Fläche und Baumart logarithmisch skaliert.

Die Verjüngung mit Pflanzen von 30-50cm Höhe ist in Abbildung 84 dargestellt. Dabei beläuft sich die Stückzahl bei Fläche 1 auf 2180 und bei Fläche 2 auf 4160 Pflanzen pro Hektar. Dagegen weist Fläche 3 in dieser Höhenklasse mit 67.000 Stück pro Hektar ein Vielfaches an jungen Pflanzen auf.

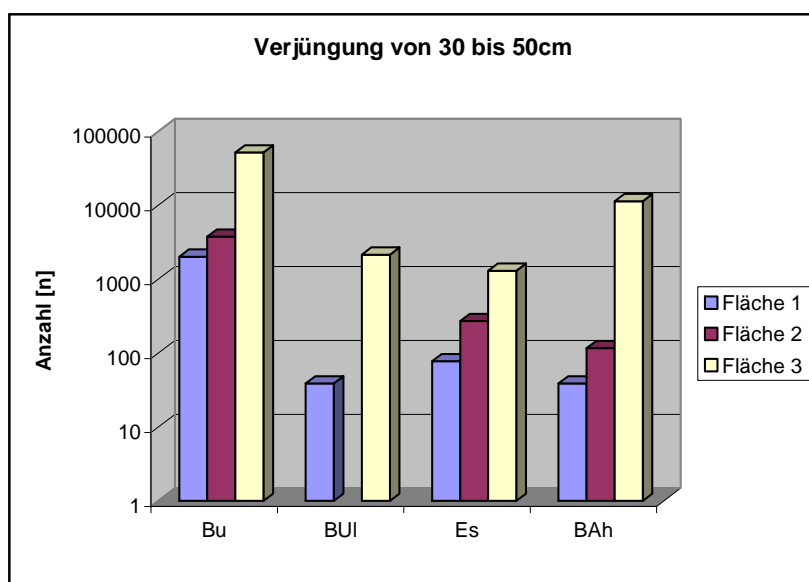


Abbildung 84: Anzahl der Verjüngung von 30 bis 50cm getrennt nach Fläche und Baumart logarithmisch skaliert.

Bei der Verjüngungssituation der Höhenklasse „50 bis 150cm“ (siehe Abbildung 85) weist auf Fläche 1 die Buche eine Stammzahl von 194 Pflanzen pro Hektar und auf Fläche 2: 389 Pflanzen pro Hektar ein. Bis auf die Buchen konnten in dieser Höhenklasse im Rahmen der Stichprobe keine anderen jungen Pflanzen aufgenommen werden. Die Verjüngung auf Fläche 3 ist mit einer Gesamtstückzahl von 8.160 wiederum deutlich stärker, als auf den beiden anderen Flächen. Hier liegt die Verteilung nicht nur zugunsten der Buche sondern auch des Bergahorns, der eine Stückzahl/ha von 7.500 aufweist (siehe Abbildung 86 und Abbildung 87).

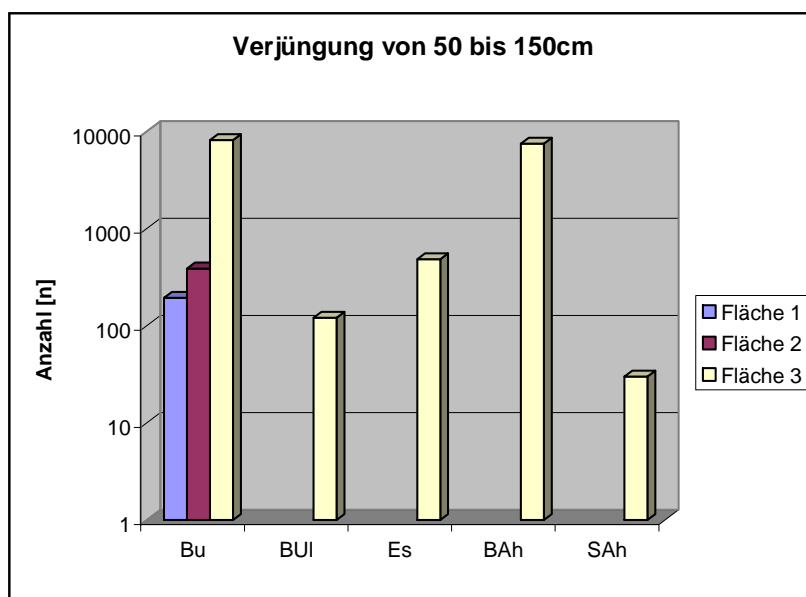


Abbildung 85: Anzahl der Verjüngung von 50 bis 150cm getrennt nach Fläche und Baumart logarithmisch skaliert.



Abbildung 86: Dichte Buchen- und Bergahornverjüngung auf Fläche 3 (Foto: RASCHKA 2007).

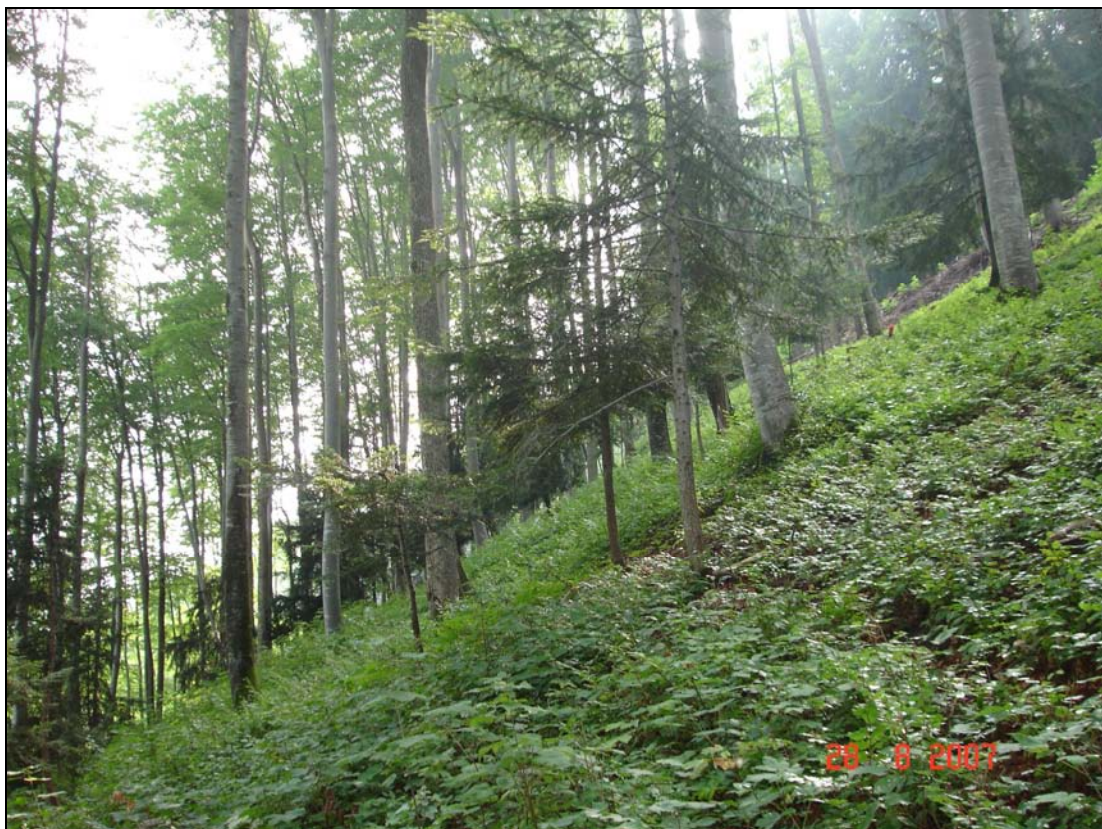


Abbildung 87: Buchenverjüngung der Fläche 3 (Foto: RASCHKA 2007).

In der Höhenklasse über 150cm bis zu einer Kluppschwelle von 5cm konnten bei dem Aufnahmeverfahren auf Fläche 1 keine und auf Fläche 2 nur zwei Tannen und eine Eibe festgestellt werden (siehe Abbildung 88). Dies ergibt hochgerechnet auf Fläche 2 die sehr geringe Hektaranzahl von 19 Tannen und 10 Eiben. In Relation dazu hat der Bergahorn auf Fläche 3 eine Stammzahl von 1.150 Stück pro Hektar.

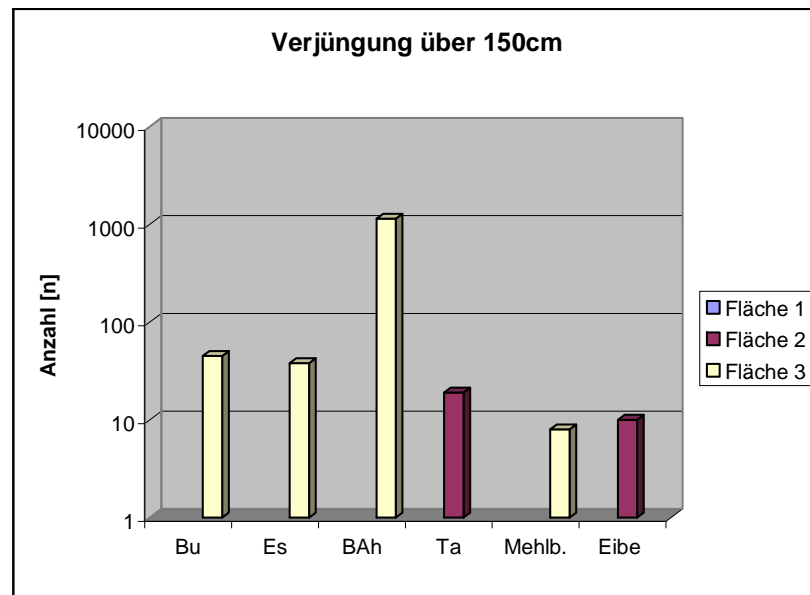


Abbildung 88: Anzahl der Verjüngung über 150cm getrennt nach Fläche und Baumart logarithmisch skaliert.

8 Diskussion und waldbauliche Schlussfolgerung

Auf dem insgesamt 39,6ha großen Eiben-Generhaltungswald „Losenstein“ wurden im Jahr 2002 eine Individuenzahl von 1815 Eiben mit einem BHD über 5cm ermittelt (KÖPPL 2002). Die **Populationsdichte** beläuft sich somit auf 46 Individuen/ha und entspricht damit einem Wert, wie er für den Eiben-Generhaltungswald in Bad Bleiberg (Kärnten: 45 N/ha) beschrieben wurde (OITZINGER 2000). Andere Analysen von österreichischen Kernvorkommen der Eibe auf kleinem Raum zeigen hingegen höhere Werte mit 75 N/ha (Mondsee: AIGNER 2007) oder gar extrem hohe Werte 492 N/ha (Stiwoll /Stmk: DHAR et al. 2006). Eine nähere Betrachtung der Eibendichte der Flächen 1 (156 N/ha) und 2 (104 N/ha) ergibt Werte, wie Sie für Eibekernvorkommen erwartet werden (vgl. AIGNER 2007, DHAR et al. 2006). Tatsächlich liegen die Flächen der vorliegenden Arbeit räumlich in Bereichen, in welchen die Erstinventur einzelne Konzentrationen der Eibe beschreibt (KÖPPL 2002). Im Durchschnitt stocken auf dem Bereich der drei Flächen der vorliegenden Arbeit 96 Eiben/ha. Damit weist die Eibenpopulation „Losenstein“ in ihren Kernbereichen, für den europäischen Vergleich, relativ hohe Individuenzahlen auf, die nur von wenigen Reservats- beziehungsweise Urwaldpopulationen übertroffen wird: Harmanec, Slowakei mit 300 N/ha (KORPEL 1981), Wasserberg, Bayern mit 186 N/ha (KÖLBL 1996) und Khosta, Kaukasus mit 94 N/ha (PRIDNYA 1998). Der Eibenpopulation in Losenstein kommt somit für die Eiben-Generhaltungswälder eine hohe Bedeutung zu, nicht nur durch die beachtliche Größe des Gebietes sondern auch auf Grund der lokalen Konzentrationen der Eiben, wie auf den Flächen nachgewiesen wurden.

Der **durchschnittliche Brusthöhendurchmesser** (BHD) und die **Höhe** der Eiben mit 14,0cm und 7,6m auf der 1. Fläche, 14,2cm und 8,4m auf der 2. Fläche und 17,4cm und 8,4m auf der 3. Fläche heben sich von den bisher bekannten Eibenpopulationen Österreichs in Anbetracht der durchschnittlichen Baumhöhe deutlich ab: sowohl für das Mondsee–Streuvorkommen (BHD 14cm, h 5,7m) als auch das dortige Kernvorkommen (BHD 17cm, h 7,5m) werden bei vergleichbaren BHD-Dimensionen

um bis zu 2,1m geringere durchschnittliche Höhen ermittelt (AIGNER 2007). Auch für die Eibenpopulation von Bad Bleiberg: (BHD 16,3cm, h 7,6m) liegt die durchschnittliche Baumhöhe um 0,8m unter den Vergleichswerten von Losenstein OITZINGER (2000). Direkte Vergleiche mit der allgemein schwächer dimensionierten Eibenpopulation in Stiwoll (BHD 8,8cm, h 6,3m) sind nicht möglich (DHAR et al. 2006). Die stärkste, auf den drei Flächen der vorliegenden Arbeit aufgenommene Eibe hat einen BHD von 31,5cm. Die größte Eibe erreichte eine Baumhöhe von 16,3m. Im Vergleich dazu hat am Mondsee die stärkste Eibe einen BHD von 36,8cm und einer Baumhöhe von 16,4m (AIGNER 2007). OITZINGER (2000) erhob in Bleiberg Maximalwerte für den BHD von 40,9cm und für die Höhe von 14,4m. Betrachtet man die Durchschnittswerte sowie die Maximalwerte so liegt der Schluß nahe, dass die Eibe in Oberösterreich größere Dimensionen zumindest bezüglich der Höhe erreicht. Hier sind dringend dendrochronologische und ertragskundliche Untersuchungen angezeigt, um diese Vermutung zu überprüfen.

Auch beim **Geschlechterverhältnis** ist der direkte Vergleich mit anderen untersuchten Eibenpopulationen interessant. Laut INSINNA & AMMER (2000) werden in der Literatur unterschiedliche Angaben über Geschlechterverhältnisse gemacht. OITZINGER (2000) konnte im Generhaltungswald Bleiberg eine gleiche Verteilung von männlichen zu weiblichen Eiben feststellen, wobei er an nahezu allen Individuen das Geschlecht bestimmen konnte. Bei der Eibenpopulation am Mondsee wurde ebenfalls ein ausgewogenes Geschlechterverhältnis gefunden (AIGNER 2007), wohingegen der unbestimmte Anteil der Individuen 23% betrug. In der vorliegenden Arbeit konnte auf zwei von drei Flächen ein ausgewogenes Geschlechterverhältnis nachgewiesen werden, wobei der Anteil unbestimmbarer Individuen bei 5% bzw. bei 42% lag. Nur auf Fläche 2 bei der an 52% der Eiben das Geschlecht nicht bestimmt werden konnte zeigt der Chi-Quadrat-Test eine höchst signifikante Abweichung von der erwarteten Gleichverteilung zugunsten des weiblichen Geschlechtes. Auch DHAR stellte in Stiwoll (Steiermark) eine signifikante Abweichung der Gleichverteilung der Geschlechter fest von (1 ♂:1,56 ♀), wobei der unbestimmbare Individuenanteil mit 39% sehr hoch war (DHAR et al. 2007, DHAR 2008). Auch wenn nicht auszuschließen ist, dass im

niederschlagsreichen Alpenraum einzelne Populationen einen Überhang an weiblichen Individuen aufweisen (HILFIKER 2002), so ist doch auffallend, dass, zumindest im Fall der österreichischen Untersuchungen, eine solche Abweichung immer dann auftritt, wenn von mehr als einem Drittel der Populationsglieder das Geschlecht nicht bestimmt werden kann.

Die Ergebnisse zeigten eine positive Beurteilung der **Vitalität** der Eiben, auch dort wo ihr Stand sehr dicht ist. Auf Fläche 1 wurden 91%, auf Fläche 2: 89% und auf Fläche 3: 100% der Eiben als sehr vital bis vital beurteilt. Erwartungsgemäß verteilt sich der Prozentsatz der wenig vitalen Eiben mit rund 10% auf die Nullfläche und auf Fläche 2, also jenen ohne, beziehungsweise erst erfolgten, Pflegeeingriffen. Dass sich auf Fläche 3, jene die nach 4 Jahren nach dem Eingriff beurteilt wurde, keine vital schwächere Eibe befindet, lässt darauf schließen, dass sich die Absenkung der Grundflächenhaltung auf 16,2m²/ha, auf die Vitalität positiv ausgewirkt hat.

Auch bei der **Kronenausformungen** der Eiben (Abbildung 64) fällt auf, dass sich die kräftigsten Kronen auf Fläche 3 befinden. Im Gegensatz dazu zeigt sich bei Betrachtung von Fläche 1 und der Nullfläche (2), dass hier auf beiden Flächen ein deutlicher Anteil an „verkümmerten“ und „allseits schwachen“ Kronen vorhanden ist. Da die Fläche 1 unmittelbar nach dem Pflegeeingriff beurteilt wurde, war dieses Ergebnis zu erwarten.

Die vorliegende Arbeit analysiert auf der Fläche 3 den Effekt eines **waldbaulichen Pflegeeingriffes** zu Gunsten der Eibe, der zum Zeitpunkt der Untersuchung bereits 4 Jahre zurück lag. Die Grundflächenhaltung des Hauptbestandes liegt mit 16 m²/ha (siehe oben: Tabelle 14) allerdings deutlich unter den üblichen Werten für Buchenbestände bis zu einem Alter von 140 Jahren, wo, allgemein und unabhängig von den unterschiedlichen Behandlungsmodellen, von einer Grundflächenhaltung zwischen 20 und 25 m²/ha ausgegangen werden kann (UTSCHIG & KÜSTERS 2003). Der Eingriff auf der Fläche 1 hingegen resultiert zumindest in einer Grundflächenhaltung von 21,5 m²/ha und liegt damit zumindest im unteren Bereich der Behandlungsmodelle.

Nach Angaben des örtlichen Forstpersonals war der Zustand der Fläche 3 vor dem Eingriff vergleichbar mit dem der benachbarten Bestände, der in der vorliegenden Arbeit für die Nullfläche mit 33,0 (Fläche 2; Tabelle 14) bzw. mit 52,5 m²/ha vor dem Eingriff auf Fläche 1 (Tabelle 14) ermittelt wurde. Hierzu ist zu bemerken, dass ein Wert von 33 m²/ha für „klassische“ Buchenbehandlungsmodelle nicht vorgesehen ist (UTSCHIG & KÜSTERS 2003), mit Ausnahme der „mäßigen Durchforstung“ nach SCHOBER (1967), und ein Wert von 52,5 m²/ha selbst in historischen Versuchsanlagen mit schwächsten Durchforstungseingriffen nicht erreicht wurde (vgl. UTSCHIG & KÜSTERS 2003). Die Ausgangsbestände am „Losenstein“ müssen daher grundsätzlich als überbestockt angesehen werden, ein Umstand der u. a. mit der erst kürzlich erfolgten Wegeerschließung erklärt werden kann.

Aus den **Strukturen** der Flächen, konnte auf die inter- und intraspezifischen Konkurrenz der Eiben, geschlossen werden: Auf den drei Flächen sind 77,3% der Nachbarn der Nullbäume (Eiben) keine Eiben. Ähnliche Verhältnisse konnte auch OITZINGER (2000) in Bad Bleiberg feststellen, wo 72,7% der Nachbarbäume anderen Baumarten zuzuordnen waren als der Eibe. Einen markanten Unterschied dazu beobachtete AIGNER (2007) im Kernvorkommen am Mondsee, wo nur in 45,7% der untersuchten Fälle die drei nächsten Nachbarn keine Eiben waren.

Die Analyse der direkten Bedrängung der Eiben durch ihre nächsten drei Nachbarn ergab auf allen drei Flächen der vorliegenden Arbeit eine mittlere Distanz von 3,33m. AIGNER (2007) kam am Mondsee auf einen Vergleichswert von 3,02m und OITZINGER (2000) in Bad Bleiberg auf 2,46m. Damit liegen die Flächen der vorliegenden Arbeit im oberen Bereich dessen, was bisher für Österreich diesbezüglich ermittelt wurde. Hiermit erklärt sich gleichzeitig der hohe Prozentsatz „**sehr vitaler**“ und „**vitaler**“ Individuen (Fläche 1: 91%; Fläche 2: 89%; Fläche 3:100%) im Vergleich zu anderen Arbeiten (vgl. AIGNER 2007, OITZINGER 2000). Betrachtet man den mittleren Abstand über alle drei Nachbarn für die Flächen der vorliegenden Arbeit, so ist der Wert der Nullfläche mit 2,3m durchaus mit dem Ergebnis der ebenfalls unbehandelten Beständen in Bad Bleiberg vergleichbar. Der mittlere Abstandswert aus der Fläche 3 von 4,2m ist auf Grund der niedrigen Grundflächenhaltung nach dem Pflegeeingriff zu

erwarten, während der entsprechende Wert für die Fläche 1 mit 3,3m überraschend deutlich niedriger liegt. Hier ist die räumliche Konzentration der Eiben im Westteil der Fläche 1 als Erklärung anzuführen, die auch in deren vergleichsweise hohen Anteil „niedriger“ Durchmischungsklassen (vgl. Abbildung 75) deutlich wird.

Wie in anderen Eibenbeständen Österreichs ist auch im Generhaltungswald Losenstein die Situation der **Eibenverjüngung** als sehr negativ zu beurteilen. Auf allen drei Flächen konnten insgesamt nur 2 Eiben unter 30cm und 1 Eibe in der Höhenklasse „über 150cm bis BHD < 5cm“ aufgenommen werden. Somit fehlen auf dem Aufnahmegebiet sowohl Keimlinge als auch mehrjährige Jungpflanzen.

Eine erfreulichere Verjüngungssituationen konnte OITZINGER (2000) in Bad Bleiberg feststellen: Es konnten insgesamt 2805 Eiben pro Hektar festgestellt werden. Wobei 75% davon Keimlinge, ein- und zweijährige Pflanzen waren. 24% der juvenilen Eiben wurden der Klasse dreijährig und älter (> 150cm) zugeordnet. 1% der Eiben waren in der Klasse „Höhe > 150cm bis BHD < 5cm“. Eine noch bessere Verjüngung der Eibe konnte DHAR et al. (2006) in „Stiwoll“ aufnehmen: 15608 Jungeiben /ha mit 94% Keimlinge, 1- und 2-jährigen Pflanzen und jeweils 3% in der Klasse „3-jährig und ältere (> 150cm) und „> 150cm bis BHD < 5cm“.

Hauptverantwortlich für das Fehlen der Verjüngung im Eibenwald „Losenstein“ dürfte die mangelnde Bewirtschaftung der Bestände und das Fehlen von aktiven Schutzmaßnahmen sein. Ohne Durchführung entsprechender Pflegeeingriffe wird ein langfristiger Erhalt der Eibenpopulation in „Losenstein“ wahrscheinlich nicht möglich sein.

Die Grundflächenhaltung auf Fläche 1A, war vor dem Pflegeeingriff mit 33,0m² deutlich zu hoch, um eine Verjüngung zu ermöglichen (vgl. FREIST 1962). Auf der Nullfläche zeigt sich mit 33,0m² ein ähnliches Bild. Die plötzliche Absenkung der Grundflächenhaltung auf 16,2m² auf Fläche 3 hatte durch das rasche Öffnen des Kronendaches die Folge, dass die Buchenverjüngung nahezu explodierte (siehe Abbildung 84). Nur der Ahorn, der annähernd gleich schattenertragend als die Buche ist, konnte sich durch sein schnelleres Höhenwachstum mit der Buche behaupten (siehe Abbildung 86 und Abbildung 87). Keine Chance aber hat unter diesen

Bedingungen die Eibenverjüngung, wenn nicht der Buchenjungwuchs rigoros durch Freischneiden entfernt wird. Grundsätzlich jedoch ist für die Förderung der Eibe eine Vorausverjüngung zu empfehlen, ähnlich wie das für die Tanne erfolgreich praktiziert wird (vgl. KWASNITSCHKA 1955, MAYER 1992). Ein zu starkes Auflichten, wie dies auf Fläche 3 erfolgt ist, muss unbedingt vermieden werden. Die Auflichtung des Kronendaches ist sowohl für die Verjüngung als auch für die Fruktifikation entscheidend. Die Eibe kann im Gegensatz zu anderen einheimischen Baumarten schon bei geringem Lichtgenuss blühen. Durch gesteigerte Lichtverhältnisse wird einerseits die Samenausbildung überproportional angeregt (PIETZARKA & ROLOFF 2006), andererseits reagieren die Eiben auf plötzliche Freistellungen nicht immer positiv.

Aufgrund des raschen Reaktionsvermögens der Buche (vgl. NICKEL et al. 2007) ist es notwendig mehrere dieser Pflegeeingriffe über einen für die Eibe notwendigen Verjüngungszeitraum von 15-20 Jahren durchzuführen. Nach HAUPT (2000) sollte diese Zeitspanne ausreichen, um einige Jungeiben mit einer Höhe von mehr als 1m zu erhalten.

Um die Eibenverjüngung noch mehr zu begünstigen, wären Flächenzäunungen zum Schutz vor Rehverbiss empfehlenswert. Vor allem in aufgelockerten Bestandteilen könnten kleinflächige Zäunungen unter Einschluss von Alteiben zielführend sein. Zusätzlich müssten in den Zäunen aufgrund der starken Verjüngung anderer Baumarten Läuterungen oder Freistellungen der Eiben erfolgen.

Neben dem Verbissdruck können auch andere biotische Faktoren zum Fehlen der Eibenverjüngung beitragen. Neben Vögel, die nur am Arillus interessiert sind, und durch Ausscheidung des Samens positiv zur Verbreitung beitragen (Drosseln), gibt es auch viele samenfressende Arten (Buntspecht, Kohlmeise, Kleiber,...). Ebenso können Kleinnagetiere, für die die Eibensamen gute Nahrungsquellen sind, das Aufkommen der Eibenverjüngung dezimieren.

Buchenmischwälder stellen aufgrund des raschen Reaktionsvermögens der Buche (NICKEL et al. 2007, UTSCHIG & KÜSTERS 2003) eine Herausforderung dar. Die Pflege der Eibe in Buchenmischwäldern bildet eine zusätzliche Herausforderung. Wie das

Beispiel der Fläche 3 der vorliegenden Arbeit zeigt, hatte die extreme Absenkung der Grundfläche auf 16,2 m²/ha zwar negative Auswirkung auf die Verjüngung, die adulten Eiben jedoch zeigen eine bessere Vitalität als auf den Vergleichsflächen. Die ausgeprägte Blühaktivität und die großen Baumdimensionen sind Reaktionen auf den Pflegeeingriff. Als Konsequenz aus diesem Befund und unter Beachtung der jüngeren Literatur zur Pflege von Buchenbeständen (KLÄDTKE & ABETZ 2004, NICKEL et al. 2007, UTSCHIG & KÜSTERS 2003) werden vorläufig bei einer gedrängten Grundflächenhaltung von über 35m²/ha Eingriffe bis maximal 1/3 der Grundfläche sowie für einen Bereich von 25-35m² eine Eingriffstärke von 20% der Grundfläche empfohlen, um nicht eine zu starke Auflichtung mit explodierender Buchenverjüngung zu bewirken. In Folge können nach Etablierung der Eibenverjüngung weitere Pflegeeingriffe durchgeführt werden. Hier sind dringend weitere Forschungsarbeiten nötig, um wirksame Durchforstungshilfen zur Pflege der Eibe zu entwickeln.

9 Resümee

Die Eibe (*Taxus baccata* L.) ist eine, trotz ihres starken Ausschlagsvermögens in Mitteleuropa selten gewordene und beinahe flächendeckend unter Schutz stehende Baumart. Ihre Gefährdung ist unter anderem in einer über die Jahrhunderte dauernden Übernutzung und einer starken Konkurrenzsituation, vor allem durch die Buche, begründet. In den 80er Jahren des vergangenen Jahrhunderts setzte sich die Erkenntnis durch, dass die in Österreich erhaltenen autochtonen Bestände von *Taxus baccata* es wert sind, geschützt und ihr Erhalt gesichert zu werden (GEBUREK & HEINZE 1998, S. 124).

In Losenstein im Bezirk Steyr befindet sich einer von insgesamt 13 Eiben-Generhaltungswäldern Österreichs. Mit dieser Arbeit wird erstmals eine Untersuchung der waldbaulichen Behandlung von Buchen-Mischbeständen zugunsten der Eibe vorgestellt. Dafür wurden im Eiben-Generhaltungswald drei unmittelbar benachbarte Waldparzellen ausgewählt, deren Pflegeeingriffe zugunsten der Eibe an zwei unterschiedlichen Zeitpunkten durchgeführt wurden. Fläche 1, die im November 2006 durchforstet wurde, Fläche 2 als Nullfläche, da hier die letzten Eingriffe schon Jahrzehnte lang zurücklagen, und Fläche 3, bei der die letzten Durchforstungseingriffe im Dezember 2003 erfolgten.

Auf den drei Teilflächen bei denen schon, beziehungsweise noch keine, Pflegeeingriffe durchgeführt wurden, konnten hohe Grundflächenhaltungen vorgefunden werden. Dies ist unter anderem auch dadurch begründet, dass diese Flächen erst vor wenigen Jahren mit Forststraßen erschlossen wurden und bis zur Erschließung jegliche Eingriffe mit einem sehr hohen Aufwand verbunden waren.

Auf dem insgesamt 39,6 ha großen Eiben-Generhaltungswald Losenstein wurden im Jahr 2002 eine Individuenzahl von 1815 Eiben, mit einem BHD über 5cm, aufgenommen (BFI Steyr-Land). Die Populationsdichte beläuft sich somit auf 46 Individuen/ha. Auf den drei Flächen wurde eine Stückzahl von 96 Eiben/ha

festgestellt. Eine hohe Bedeutung kommt der Eibenpopulation in Losenstein vor allem durch die beachtliche Größe des Gebietes und den lokalen Konzentrationen der Eiben, wie dies auch auf den Flächen der Fall ist, zu. Die durchschnittlichen Brusthöhendurchmesser der Eiben betragen 14,0cm auf der 1. Fläche, 14,2cm auf der 2. Fläche und 17,4cm auf der 3. Fläche.

Die Vitalität der Eiben konnte, auch dort wo ihr Stand sehr dicht war, positiv beurteilt werden. Eine Tatsache, die sehr wahrscheinlich ebenfalls auf den, gegenüber den beiden anderen Flächen erhöhten Lichtgenuss, beziehungsweise dem dort insgesamt schwächeren Konkurrenzdruck, zurückzuführen ist. Diesbezüglich sind die Pflegeeingriffe auf Fläche 3 zugunsten der Eibe zielführend gewesen. Auch in anbetracht der Kronenausformung fällt auf, dass sich die kräftigsten Kronen in der Fläche 3 befinden.

Nicht ganz so erfreulich zeigt sich aktuell die Situation der Verjüngung der Eiben. Da auf allen drei Flächen die Altbäume ausreichend fruktifizieren, wird das Fehlen an Eibenkeimlingen und Jungpflanzen unter anderem auf einen zu hohen Verbiss durch das Rehwild und einen zu starken Konkurrenzdruck der Buche zurückgeführt.

Abschließend werden an dieser Stelle die momentan bedeutendsten Gefährdungsfaktoren der Eiben im Generhaltungswald Losenstein genannt:

- Schirmbedürftigkeit (keine zu starke Öffnung des Kronendachs)
- Komplexe Reproduktionsbiologie
- Wildverbiss
- Mangel an älteren Verjüngungsstadien

Nach den vorliegenden Untersuchungen ist wesentlich, dass Buchenwälder mit Eibe nach den Regeln der Buchenwirtschaft erfolgen sollte, bei der die Grundflächenhaltung dauernd im Bereich zwischen 15 - 30m²/ha liegt. Darüber hinaus erfordert die Verjüngung der Population aktive Maßnahmen unter Einbindung aller Interessensgruppen.

Abschießend können die empfohlenen waldbaulichen Pflege- und Förderungsmaßnahmen wie folgt zusammengefasst werden:

1. Die Buchenbestände müssen nach modernen Pflegekonzepten wie zum Beispiel nach KLÄDTKE & ABETZ (2004) durchforstet werden. Die Grundflächenhaltung bietet dabei eine hilfreiche Orientierung.

2. Die Förderung der Vitalität und Fruktifikation der Eiben soll durch punktuelle Freistellung und Entfernung direkter Bedränger erfolgen.

3. Das permanente Herabsetzen des Kronenschlussgrades, und Vorlichtungshiebe im Altbestand erlauben der Eibe eine Vorausverjüngung.

4. Bei der Verjüngung und im Jungwuchs- und Dickungsstadium muss eine wiederholte Mischwuchsregulierung zur Förderung der Eibe erfolgen.

5. Der Schutz der Eibenverjüngung soll durch die Regulierung der Wildbestände und Zäunungen an den dafür geeigneten Zonen sichergestellt werden.

6. Alle Interessensgruppen (Waldbesitzer, Jägerschaft, Naturschutz) müssen aktiv in die Entwicklung von Managementkonzepten eingebunden werden.

10 Verzeichnis

10.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Systematischen Ordnung von <i>Taxus baccata</i> Linnaeus (Gliederung nach AICHELE 1991 und WEILER et al. 2002).....	14
Abbildung 2: Verbreitzungszone von <i>Taxus</i> weltweit (Quelle: HAGENEDER 2007).	15
Abbildung 3: Das weltweite Areal der Familie <i>Taxaceae</i> (Quelle: EICHBERGER & HEISELMAYER 1995).	17
Abbildung 4: Verbreitzungsgebiet von <i>Taxus baccata</i> L. (Quelle: LEUTHOLD 1980).....	18
Abbildung 5: Edaphisches Ökogramm von Eibe, Buche und Weißkiefer (Quelle: LEUTHOLD 1980).	20
Abbildung 6: Männliche Blütenstand mit verblühten und noch geschlossenen Blüten (Foto: RASCHKA 2007).	31
Abbildung 7: Blühende männliche Blüte (Foto: RASCHKA 2007).	31
Abbildung 8: Samen mit unreifen und reifen Arillen (Foto: RASCHKA 2007).....	33
Abbildung 9: Bogenwuchs (Foto: RASCHKA 2007).....	36
Abbildung 10: Kniewuchs (Foto: RASCHKA 2007).	36
Abbildung 11: Nadeln Unter- und Oberseits (Foto: RASCHKA 2007).	37
Abbildung 12: Rinde eines schwachen Eibenstammes (Foto: RASCHKA 2007).	39
Abbildung 13: Rinde eines starken Eibenstammes (Foto: RASCHKA 2007).	39
Abbildung 14: Artischockenartige Galle der Eibengallmücke (Foto: RASCHKA 2007).	42
Abbildung 15: Durch Kleinnagetiere ausgehöhlte Eibensamen und zurückgelassene Arillen (Foto: RASCHKA 2007).	44
Abbildung 16: Durch einen Rehbock verursachter Fegeschaden an einem Eibenstamm (Foto: RASCHKA 2007).	46
Abbildung 17: Die drei Flächen im Generhaltungswald Losenstein (Quelle: DORIS, Amt der Oberösterreichischen Landesregierung 2007).	50
Abbildung 18: Markierung mit Aluplättchen am Stammfuß jeder Eibe (Foto: RASCHKA 2007).	51
Abbildung 19: Satellitenförmige Anordnung der Probekreise in den Haupthimmelsrichtungen um den Rasterpunkt.	55
Abbildung 20: Strukturelle 4er-Gruppe. Einmessung vom Rasterpunkt zum weiblichen und männlichen Nullbaum und seinen jeweiligen drei nächsten Nachbarn (Zeichnung: BÄCKENBERGER 2008).	59
Abbildung 21: Generhaltungswald <i>Losenstein</i> (orange Umrahmung) und das Aufnahmegebiet (blaue Umrahmung) (Quelle: DORIS, Amt der Oberösterreichischen Landesregierung 2007).	61
Abbildung 22: Klimadiagramm von 1991 bis 2005 für das Untersuchungsgebiet. Die Daten stammen von der nahegelegenen Klimastation <i>Losenstein/Enns</i> (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Abteilung VII/3a).....	63
Abbildung 23: Niederschlag im 5jährigen Monatsdurchschnitt für die Perioden 1991-1995, 1996-2000 und 2001-2005 von Losenstein. Die Daten stammen von der nahegelegenen Klimastation <i>Losenstein/Enns</i> (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Abteilung VII/3a).....	64
Abbildung 24: Niederschlagskurve der Jahresmittelwerte von 1991-2005 von Losenstein. Die Daten stammen von der nahegelegenen Klimastation <i>Losenstein/Enns</i> (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Abteilung VII/3a).....	65

Abbildung 25: Temperaturkurve der Jahresmittelwerte von 1991-2005 von Losenstein. Die Daten stammen von der nahegelegenen Klimastation <i>Losenstein/Enns</i> (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Abteilung VII/3a).....	66
Abbildung 26: Temperatur im 5jährigen Monatsdurchschnitt für die Perioden 1991-1995, 1996-2000 und 2001-2005 von Losenstein. Die Daten stammen von der nahegelegenen Klimastation <i>Losenstein/Enns</i> (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Abteilung VII/3a).....	67
Abbildung 27: Direkt über dem Felsblock wurzelt der Bestand in einer dünnen Bodenschicht (Foto: RASCHKA 2007).....	69
Abbildung 28: Der geringe Humushorizont liegt unmittelbar auf dem Grundgestein auf (Foto: RASCHKA 2007).....	70
Abbildung 29: Seidelbast (Foto: RASCHKA 2008).	73
Abbildung 30: Geflecktes Lungenkraut (Foto: RASCHKA 2008).	73
Abbildung 31: Waldbingelkraut (Foto: RASCHKA 2008).	74
Abbildung 32: Weiße Pestwurz (Foto: RASCHKA 2008).	74
Abbildung 33: Höhenkurven von Buche der einzelnen Flächen mittels logarithmischer Regression.	86
Abbildung 34: Höhenkurven von Tanne der einzelnen Flächen mittels logarithmischer Regression.	87
Abbildung 35: Dreidimensionales Modell der Fläche 1 (weitere Erörterung im Text).	90
Abbildung 36: Dreidimensionales Modell der Fläche 2 (weitere Erörterung im Text).	90
Abbildung 37: Dreidimensionales Modell der Fläche 3 (weitere Erörterung im Text).	91
Abbildung 38: Stammscheibe der Eibe Nr. 89. Sie erreichte ein Alter von 118 Jahren (Foto: RASCHKA 2007).	93
Abbildung 39: Stammscheibe der Eibe Nr. 106. Sie erreichte ein Alter von 129 Jahren (Foto: RASCHKA 2007).	94
Abbildung 40: Gerundete prozentuelle Vorratsverteilung der Fläche 1B getrennt nach Baumarten.	96
Abbildung 41: Gerundete prozentuelle Vorratsverteilung der Fläche 2 getrennt nach Baumarten.	96
Abbildung 42: Gerundete prozentuelle Vorratsverteilung der Fläche 3 getrennt nach Baumarten.	97
Abbildung 43: Verteilung der gesamten Stammzahlen der einzelnen Flächen.	97
Abbildung 44: Baumartenanteile in Prozent der Kreisflächendichte (G) auf den jeweiligen Flächen.	98
Abbildung 45: Gerundete prozentuelle Vorratsverteilung der Fläche 1A getrennt nach Baumarten.	100
Abbildung 46: Gerundete prozentuelle Vorratsverteilung der Fläche 1B getrennt nach Baumarten.	101
Abbildung 47: Verteilung der gesamten Stammzahlen der Fläche 1 vor und nach den Eingriffen.	101
Abbildung 48: Logarithmisch ausgeglichene Höhenkurven der Eiben der jeweiligen Flächen.	102
Abbildung 49: Fläche 1 mit den Stichprobenrasterpunkten 1-8 und darauf stockenden Eiben: rot = weiblich, blau = männlich, grün = Geschlecht nicht erkennbar.....	103
Abbildung 50: Fläche 2 mit den Stichprobenrasterpunkten 9-16 und darauf stockenden Eiben: rot = weiblich, blau = männlich, grün = Geschlecht nicht erkennbar.....	104
Abbildung 51: Fläche 3 mit den Stichprobenrasterpunkten 17-27 und darauf stockenden Eiben: rot = weiblich, blau = männlich, grün = Geschlecht nicht erkennbar.	104

Abbildung 52: Geschlechterverhältnis auf der Fläche 1.....	105
Abbildung 53: Geschlechterverhältnis auf der Fläche 2.....	106
Abbildung 54: Geschlechterverhältnis auf der Fläche 3.....	107
Abbildung 55: Durchmesservertelung getrennt nach Flächen.....	108
Abbildung 56: Geschlechterspezifische Durchmesservertelung der Fläche 1.....	109
Abbildung 57: Geschlechterspezifische Durchmesservertelung der Fläche 2.....	110
Abbildung 58: Geschlechterspezifische Durchmesservertelung der Fläche 3.....	110
Abbildung 59: Höhenvertelung getrennt nach den Flächen.	111
Abbildung 60: Überblick der Wuchsformen getrennt nach den Flächen.	112
Abbildung 61: Ausgeprägter Säbelwuchs einer Eibe auf Fläche 1 (Foto: RASCHKA 2007)...	113
Abbildung 62: Geradwüchsige Eibe auf Fläche 3 (Foto: RASCHKA 2007).	113
Abbildung 63: Zwieseligkeit der Eiben getrennt nach den Flächen.	114
Abbildung 64: Kronenausformungen der Eiben getrennt nach den Flächen.....	115
Abbildung 65: Entwicklungsmöglichkeiten der Eiben getrennt nach den drei Flächen.	116
Abbildung 66: Vitalitätsbeurteilung der Eiben auf Fläche 1.	117
Abbildung 67: Vitalitätsbeurteilung der Eiben auf Fläche 2.	118
Abbildung 68: Vitalitätsbeurteilung der Eiben auf Fläche 3.	118
Abbildung 69: Verteilung der Vitalitätsstufen in den BHD-Klassen der Fläche 1.....	119
Abbildung 70: Verteilung der Vitalitätsstufen in den BHD-Klassen der Fläche 2.....	119
Abbildung 71: Verteilung der Vitalitätsstufen in den BHD-Klassen der Fläche 3.....	120
Abbildung 72: Der durch Holzbringung geschädigte prozentuale Eibenanteil getrennt nach Fläche und Schädigungsgrad.....	121
Abbildung 73: Alter Bringungsschaden an Eibe nahe des Wurzelanlaufes (Foto: RASCHKA 2007).	122
Abbildung 74: Geringer Bringungsschaden am Eibenstamm (Foto: RASCHKA 2007).	122
Abbildung 75: Durchmischung der Eibe auf den drei Flächen.....	124
Abbildung 76: Durchmesserdifferenzierung über alle drei Nachbarn getrennt nach den drei Flächen.....	126
Abbildung 77: Durchmesserdifferenzierung zwischen Nullbaum und 1. Nachbarbaum getrennt nach den drei Flächen.....	127
Abbildung 78: Höhendifferenzierung aller drei Nachbarn getrennt nach den drei Flächen... 128	128
Abbildung 79: Höhendifferenzierung zwischen Nullbaum und 1. Nachbarbaum getrennt nach den drei Flächen.....	129
Abbildung 80: Mittlere Baumabstände zu den drei Nachbarn getrennt nach der Fläche.	130
Abbildung 81: Abstand zwischen Nullbaum und 1. Nachbarbaum getrennt nach den drei Flächen.	131
Abbildung 82: Anzahl der Keimlinge getrennt nach Fläche und Baumart logarithmisch skaliert.....	132
Abbildung 83: Anzahl der Verjüngung bis 30cm getrennt nach Fläche und Baumart logarithmisch skaliert.....	133
Abbildung 84: Anzahl der Verjüngung von 30 bis 50cm getrennt nach Fläche und Baumart logarithmisch skaliert.....	133
Abbildung 85: Anzahl der Verjüngung von 50 bis 150cm getrennt nach Fläche und Baumart logarithmisch skaliert.....	134
Abbildung 86: Dichte Buchen- und Bergahornverjüngung auf Fläche 3 (Foto: RASCHKA 2007).	135
Abbildung 87: Buchenverjüngung der Fläche 3 (Foto: RASCHKA 2007).	135
Abbildung 88: Anzahl der Verjüngung über 150cm getrennt nach Fläche und Baumart logarithmisch skaliert.....	136

10.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Großgruppen von <i>Taxus</i> mit den jeweiligen Arten und Verbreitungsgebieten (nach SPJUT 2003).....	16
Tabelle 2: Ökophysiologischen Strategie von <i>Taxus baccata L.</i> (Quelle: nach LEUTHOLD 1980, verändert).....	21
Tabelle 3: Konstitutionsmerkmale von <i>Taxus baccata L.</i> (Quelle: HAGENEDER 2007).....	23
Tabelle 4: Parameter zur Charakterisierung des Standorts.....	52
Tabelle 5: Parameter zur Charakterisierung des Bestandes.....	53
Tabelle 6: Radien der Probekreise und die darin aufzunehmenden Höhenklassen.....	54
Tabelle 7: An den einzelnen Rasterpunkten aufgenommene Bodenpflanzen.	72
Tabelle 8: Gliederung der Eiben in Vitalitätsklassen und diesen zugrundeliegende Einzelbaummerkmale (RUPRECHT 2007).....	76
Tabelle 9: Die baumartenspezifischen Koeffizienten und Genauigkeiten der österreichischen Schaftholzformzahlfunktion nach POLLANSCHÜTZ (1974).	78
Tabelle 10: Parameter der Buche für die logarithmische Regression der einzelnen Flächen...86	
Tabelle 11: Parameter der Tanne für die logarithmische Regression der einzelnen Flächen...87	
Tabelle 12: Regressionsparameter für die baumartenspezifischen Höhenkurven.	88
Tabelle 13: Eckdaten der drei Flächen.	89
Tabelle 14: Gegenüberstellung der hektarbezogenen Bestandesparameter der jeweiligen Flächen.	92
Tabelle 15: Vorratsverteilung pro Hektar getrennt nach Flächen und Baumarten.	95
Tabelle 16: Gegenüberstellung der hektarbezogenen Bestandesparameter der Fläche 1 vor und nach den Eingriffen.....	99
Tabelle 17: Vorratsverteilung pro Hektar für Fläche 1 vor und nach den Eingriffen getrennt nach Baumarten.	100
Tabelle 18: Geschlechterverteilung der Eiben.	103

10.3 Literaturverzeichnis

- ABETZ, P. (1974): Zur Standraumregulierung in Mischbeständen und Auswahl von Zukunftsbäumen. Allg. Forstzeitschr. 871-3.
- AICHELE, D. (1991): Was blüht denn da? - Wildwachsende Blütenpflanzen Mitteleuropas. Stuttgart: Franckh-Kosmos Verlag.
- AIGNER, B. (2007): Waldbauliche Analyse und Beschreibung von Kern- und Streuvorkommen einer Eibenpopulation am Mondsee. Diplomarbeit Universität für Bodenkultur. Wien.
- ALTHERR, E. (1971): Wege zur Buchenstarkholzproduktion. Festschr. z. 15. Hauptvers. des Bad.-Württ. Forstvereins und 100-Jahr-Feier der Bad.-Württ. Forstl. Vers.-Anst. Freiburg. 123-7.
- BURCKHARDT, H. (1911): Anbauversuche mit der Eibe. Forstwissenschaftliches Centralblatt.
- CHETAN, A.; BRUETON D. & MEREDITH A. (1994): The Sacred Yew – Rediscovering the Ancient Tree of Life Through the Work of Allen Meredith. Arkana Verlag.
- DHAR, A.; RUPRECHT, H.; KLUMPP, R. & VACIK, H. (2007): Comparison of ecological condition and conservation status of English yew population in two Austrian gene conservation forests. Journal of Forestry research, 18 (3): S. 181- 186.
- DHAR, A.; RUPRECHT, H.; KLUMPP, R. & VACIK, H. (2006): Stand structure and natural regeneration of *Taxus baccata* at “Stiwollgraben” in Austria. Dendrobiology, vol. 56, 19-26.
- DHAR, A. (2008): Biodiversity of English yew (*Taxus baccata* L.) populations in Austria. Diss. Universität für Bodenkultur. Wien.
- EICHBERGER, C. & HEISELMAYER, P. (1995): Die Eibe (*Taxus baccata* L.) in Salzburg – Versuch einer Monographie. Bd. 7 - Schriftenreihe für systematische Botanik, Floristik und Geobotanik. Salzburg: WUV-Verlag.
- ELLENBERG, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. 5. Auflage. Stuttgart: Eugen Ulmer Verlag.
- FREIST, H. (1962): Untersuchungen über den Lichtungszuwachs der Rotbuche und seine Ausnutzung im Forstbetrieb. Forstwiss. Forschungen. 17.
- FÜLDNER, K. (1995): Strukturbeschreibung von Buchen-Edellaubholz-Mischwäldern. Diss. Universität Göttingen. Cuvillier Verlag, Göttingen.

- GADOW, K. & FÜLDNER, K. (1995): Zur Beschreibung forstlicher Eingriffe. Forstwirtschaftliches Zentralblatt 114. Institut für Forsteinrichtung und Ertragskunde an der Universität Göttingen / Deutschland. S.151-159.
- GEBUREK, T. & HEINZE, B. (1998): Erhaltung genetischer Ressourcen im Wald, Normen – Programme - Maßnahmen. Landsberg: Hüthig Jehle Rehm – Verlag.
- GODET, J.-D. (1994): Bäume und Sträucher – Einheimische und eingeführte Baum- und Straucharten. Augsburg: Naturbuch – Verlag.
- HAGENEDER, F. (2007): Die Eibe in neuem Licht. 1. Auflage. Deutschland, Saarbrücken: Neue Erde – Verlag.
- HAUPT, R. (2000): Neuere Ergebnisse zur Verjüngungsökologie der Eibe (*Taxus baccata L.*) und Empfehlungen zur waldbaulichen Behandlung. Der Eibenfreund 6: S. 31-41.
- HERZ, H.; BERNHARD A.; NEBENFUEHR, W.; SLUNSKY, R.; LITSCHAUER, R. & HEINZE, B. (2005): Das Eibenvorkommen in den österreichischen Generhaltungswälder S. 72-77 in „Der Eibenfreund 12/2005“.
- HILFIKER, K. (2002): Untersuchungen zur genetischen Struktur der Eibe in der Schweiz. Diplomarbeit ETHZ / WSL Zürich / Birminsdorf.
- HUFNAGL, H. (1970): Der Waldtyp – ein Behelf für die Waldbaudiagnose mit Waldpflanzenatlas. 2. unveränderte Auflage. Innviertler Presseverein. Ried im Innkreis.
- INSINNA, P. & AMMER, C. (2000): Untersuchungen zur Verjüngungsökologie der Eibe (*Taxus baccata L.*) im Naturschutzgebiet „Eibenwald bei Paterzell“. Forst und Holz, 55. Jahrgang. S.136- 140.
- IUCN red list (2008): The IUCN Red List of Threatened Species 2008, auf: <http://www.iucnredlist.org/details/42546>
- KILIAN, W.; MÜLLER, F.; & STARLINGER, F. (1994): Die forstlichen Wuchsgebiete Österreichs. Eine Naturraumgliederung nach waldökologischen Gesichtspunkten. Forstliche Bundesversuchsanstalt Wien. Bericht Nr. 82.
- KIRCHNER, O.; LOEW, E. & SCHRÖTER, C. (1908): Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas. Band 1. Stuttgart: Eugen Ulmer Verlag.
- KLÄDTKE, J. & ABETZ, P. (2004): Durchforstungshilfen 2004. Institut für Forstbenutzung und Forstliche Arbeitswissenschaft, Universität Freiburg.
- KOCH, G. (1998): Aufnahmeschlüssel für die Erhebung von Naturwaldreservaten. Forstliche Bundesversuchsanstalt. Institut für Waldbau.

- KÖLBEL, M. (1996): Waldkundliche Aufnahmen im Naturwaldreservat Wasserberg. In: Beiträge zur Eibe. Berichte aus der Bayer. Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, Nr. 10, S. 56-61.
- KÖPP, R. & CHUNG, D. (1997): Entwicklung von Eibenjungpflanzen (*Taxus baccata* L.) in einem Beschattungsversuch. Forstarchiv 68.
- KÖPPL, F. (2002): Themenbuch für die Staatsprüfung – 4. Thema: Generhaltungsprojekt Losenstein – Schwerpunkt Eibenerhaltung. LFD Oberösterreich, Linz, unveröffentlicht.
- KORPEL, S. (1981): Das größte Eibenvorkommen in Europa. AFZ 36, 9/10, S. 218-221.
- KRÜSSMANN, G. (1997): Die Baumschule – Ein praktisches Handbuch für Anzucht, Vermehrung, Kultur und Absatz der Baumschulpflanzen. 6. Auflage. Berlin: Parey Buchverlag.
- KWASNITSCHKA, K. (1955): Nutzungsgang und Nutzungsplanung bei der Wiederverjüngung der Mischbestände im Ostschwarzwald. Allgemeine Forstzeitschrift. 12. Jahrgang. Nr. 11. 1957. S. 145-146.
- LARCHER, W. (1972): Der Wasserhaushalt immergrüner Pflanzen im Winter. Ber. Deutsch. Bot. Ges. 85: S. 315-327.
- LEUTHOLD, C. (1980): Die ökologische und pflanzliche Stellung der Eibe (*Taxus baccata*) in der Schweiz. Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der ETH, Stiftung Rübel, Zürich, 67. Heft.
- OITZINGER, G. (2000): Anwendung der qualitativen PVA (Population Viability Analysis) für die Evaluierung von Erhaltungsstrategien für ein Eibenvorkommen bei Bad Bleiberg/Kärnten. Diplomarbeit Universität für Bodenkultur. Wien.
- MAYER, H. (1992): Waldbau auf soziologisch-ökologischer Grundlage. 4. Auflage. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart.
- MILNER, J. (1992): The Tree Book – The Indispensable Guide to Tree Facts, Crafts and Lore. London: Collins & Brown Verlag.
- MOIR, A. (1999): The dendrochronological potential of modern yew (*Taxus baccata*) with special reference to yew from Hampton Court Palace, UK. New Phytol. 144: 479-488.
- MUHLE, O. (1978): Rückgang von Eiben-Waldgesellschaften und Möglichkeiten ihrer Erhaltung. Bericht des Symposiums des Internationalen Vereins für Vegetationskunde in Rinteln.

- NICKEL, M.; KLEMMT, H. & PRETZSCH, H. (2007): Durchforstungsreaktionen der Buche – unter optimalen Wuchsbedingungen in Bayern. AFZ – Der Wald 62 (13). S. 676-679.
- NIEMANN, H. (1992): Erhalt natürlicher Eibenvorkommen. Allgemeine Forstzeitschrift 8. S. 405-407.
- PETTERSON, H. (1955): Die Massenproduktion des Nadelwaldes. Mitteilung der Forstlichen Forschungsanstalten Schwedens. Band 45. Nummer 1B.
- PIETZARKA, U. (2005): Zur ökologischen Strategie der Eibe (*Taxus baccata L.*) – Wachstums- und Verjüngungsdynamik. Stuttgart: Ulmer Verlag.
- PIETZARKA, U. & ROLOFF, A. (2006): Die Anpassungs-Strategie der Eibe. AFZ- Der Wald, Nr. 5, S. 237-239.
- POLLANSCHÜTZ, J. (1974): Formzahlfunktionen der Hauptbaumarten Österreichs. Informationsdienst der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Wien. 153. Folge, in der Allgemeinen Forstzeitung, 85. Jg., Folge 12, S. 341-343.
- POMMERENING, A. (1997): Eine Analyse neuer Ansätze zur Bestandesinventur in strukturreichen Wäldern. Diss. Universität Göttingen.
- POMMERENING, A. (2006): Evaluating structural indices by reversing forest structural analysis. Forest Ecology and Management 224. Wales, UK. S. 266-277.
- PRIDNYA, M. (1998): Pflanzensoziologische Stellung und Struktur des Khosta-Eibenvorkommens im Kaukasus-Biosphärenreservat. Schweiz. z. Forstwes., 149, S. 387-396.
- REDFERN, M. (1975): The life history and morphology of the early stages of the yew gall midge *Taxomyia taxi* (Inchbald) (Diptera: Cecidomyiidae), Journal of Natural History, 9.
- ROTTENBURG, W. & KÖPPNER, T. (1972): Die Wirkung der Faktoren Licht und Wasser auf den Spaltöffnungszustand bei Koniferen. Ber. Deutsch. Bot. Ges. 85: S. 353-362.
- RUPRECHT, H.; VACIK, H. & SCHUSTER, T. (2006): Generhaltungswald „Stiwollgraben“ – Führer zur Exkursion des Institutes für Waldbau, Department für Wald- und Bodenwissenschaften, Universität für Bodenkultur, Wien und der Bezirksforstinspektion Graz Umgebung.
- RUPRECHT, H.; VACIK, H. & KLUMPP, R. (2007): Aufnahmemanual für einen Eibenbestand in Losenstein / Oberösterreich. Institutes für Waldbau, Department für Wald- und Bodenwissenschaften, Universität für Bodenkultur, Wien.
- SCHEEDER, T. (1994): Die Eibe (*Taxus baccata L.*) – Hoffnung für ein fast verschwundenes Waldvolk. Eiching: IHW-Verlag.

-
- SCHIELER, K. & HAUKE, E. (2001): Instruktionen für die Feldarbeit – Österreichische Waldinventur 2000/2002. Fassung 2001. Dienstanweisung der Forstlichen Bundesversuchsanstalt, Wien.
- SCHÖBER, R. (1967): Ertragstafel wichtiger Baumarten. J.D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt a. Main.
- SPJUT, R. (2003): Key to Species Groups and Subgroups of *Taxus*. Published by The World Botanical Associates, Bakersfield, auf: <http://www.worldbotanical.com/key%20species%20groups.htm#species%20grps>.
- SPJUT, R. (2007): Overview of Study of *Taxus*. Published by The World Botanical Associates, Bakersfield, auf: <http://www.worldbotanical.com/TAXNA.HTM>.
- STEINER, M. (1933): Zum Chemismus der osmotischen Jahresschwankungen einiger immergrüner Holzgewächse. Jahrb. wiss. Bot. 78.
- STRICKLAND, M. & HARDY, R. (2005): The Great Warbow – From Hastings to the Mary Rose. UK, Stroud: Sutton Verlag.
- TABBUSH, P. & WHITE, J. (1996): Estimation of tree age in ancient yew woodland at Kingley Vale. Quarterly Journal of Forestry, 90: 197-206.
- THOMAS, P. & POLWART, A. (2003): Biological Flora of the British Isles. *Taxus baccata* L. Journal of Ecology 91: S. 489-524.
- USDA (1948): United States Department of Agriculture. Woody-Plant Seed Manual, Miscellaneous Publication No. 654. Washington DC, Forest Service.
- UTSCHIG, H. & KÜSTERS, E. (2003): Wachstumsreaktionen der Buche (*Fagus sylvatica* (L.)) auf Durchforstungen – 130-jährige Beobachtung des Durchforstungsversuches Elmstein 20. Forstw. Cbl. 122, S. 389-409. Springer-Verlag.
- WEILER, E.; KADEREIT, J.; BRESISKY A. & KÖRNER C. (2002): Strasburger – Lehrbuch der Botanik für Hochschulen. 35. Aufl., Spektrum – Akademischer Verlag.
- WILLNER, W. & GRABHERR, G. (2007): Die Wälder und Gebüsch Österreichs. 1. Textband. Elsevier GmbH, München.

3. Standorts- und Bestandesbeschreibung

Pkt. Nr.:

Datum:

Lageskizze	Anmerkungen
-------------------	--------------------

<p>Makrorelief</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Ebene</td><td>1</td><td>Hangverflachung</td><td>13</td></tr> <tr><td>Verebnung</td><td>2</td><td>Kuppe</td><td>14</td></tr> <tr><td>Talboden, Talsohle</td><td>3</td><td>Rücken</td><td>15</td></tr> <tr><td>Terrasse</td><td>4</td><td>Riedel</td><td>16</td></tr> <tr><td>Plateau, Platte</td><td>5</td><td>Hangfuß</td><td>17</td></tr> <tr><td>Mulde, Kessel</td><td>6</td><td>Schwemm-, Schuttfächer</td><td>18</td></tr> <tr><td>Wanne</td><td>7</td><td>Schwemm-, Schuttkegel</td><td>19</td></tr> <tr><td>Graben</td><td>8</td><td>Geländekante</td><td>20</td></tr> <tr><td>Oberhang</td><td>9</td><td>Grabeneinhang</td><td>21</td></tr> <tr><td>Unterhang</td><td>10</td><td>Rinne</td><td>22</td></tr> <tr><td>Mittelhang</td><td>11</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Hangversteilung</td><td>12</td><td></td><td></td></tr> </table>	Ebene	1	Hangverflachung	13	Verebnung	2	Kuppe	14	Talboden, Talsohle	3	Rücken	15	Terrasse	4	Riedel	16	Plateau, Platte	5	Hangfuß	17	Mulde, Kessel	6	Schwemm-, Schuttfächer	18	Wanne	7	Schwemm-, Schuttkegel	19	Graben	8	Geländekante	20	Oberhang	9	Grabeneinhang	21	Unterhang	10	Rinne	22	Mittelhang	11			Hangversteilung	12			<table style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;"> <p>Mikrorelief</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>homogen</td><td>1</td></tr> <tr><td>wellig</td><td>2</td></tr> <tr><td>rinnig</td><td>3</td></tr> <tr><td>buckelig</td><td>4</td></tr> <tr><td>blockig</td><td>5</td></tr> </table> <p>Exposition: <input style="width: 100%;" type="text"/></p> <p>Neigung: <input style="width: 100%;" type="text"/></p> <p>Seehöhe: <input style="width: 100%;" type="text"/></p> </td> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;"> <p>Hangkriechen</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>kein</td><td>0</td></tr> <tr><td>gering</td><td>1</td></tr> <tr><td>ausgeprägt</td><td>2</td></tr> </table> <p>Wasserhaushalt</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>trocken</td><td>1</td></tr> <tr><td>mäßig trocken</td><td>2</td></tr> <tr><td>mäßig frisch</td><td>3</td></tr> <tr><td>frisch</td><td>4</td></tr> <tr><td>sehr frisch</td><td>5</td></tr> <tr><td>feucht</td><td>6</td></tr> </table> </td> </tr> </table>	<p>Mikrorelief</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>homogen</td><td>1</td></tr> <tr><td>wellig</td><td>2</td></tr> <tr><td>rinnig</td><td>3</td></tr> <tr><td>buckelig</td><td>4</td></tr> <tr><td>blockig</td><td>5</td></tr> </table> <p>Exposition: <input style="width: 100%;" type="text"/></p> <p>Neigung: <input style="width: 100%;" type="text"/></p> <p>Seehöhe: <input style="width: 100%;" type="text"/></p>	homogen	1	wellig	2	rinnig	3	buckelig	4	blockig	5	<p>Hangkriechen</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>kein</td><td>0</td></tr> <tr><td>gering</td><td>1</td></tr> <tr><td>ausgeprägt</td><td>2</td></tr> </table> <p>Wasserhaushalt</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>trocken</td><td>1</td></tr> <tr><td>mäßig trocken</td><td>2</td></tr> <tr><td>mäßig frisch</td><td>3</td></tr> <tr><td>frisch</td><td>4</td></tr> <tr><td>sehr frisch</td><td>5</td></tr> <tr><td>feucht</td><td>6</td></tr> </table>	kein	0	gering	1	ausgeprägt	2	trocken	1	mäßig trocken	2	mäßig frisch	3	frisch	4	sehr frisch	5	feucht	6
Ebene	1	Hangverflachung	13																																																																												
Verebnung	2	Kuppe	14																																																																												
Talboden, Talsohle	3	Rücken	15																																																																												
Terrasse	4	Riedel	16																																																																												
Plateau, Platte	5	Hangfuß	17																																																																												
Mulde, Kessel	6	Schwemm-, Schuttfächer	18																																																																												
Wanne	7	Schwemm-, Schuttkegel	19																																																																												
Graben	8	Geländekante	20																																																																												
Oberhang	9	Grabeneinhang	21																																																																												
Unterhang	10	Rinne	22																																																																												
Mittelhang	11																																																																														
Hangversteilung	12																																																																														
<p>Mikrorelief</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>homogen</td><td>1</td></tr> <tr><td>wellig</td><td>2</td></tr> <tr><td>rinnig</td><td>3</td></tr> <tr><td>buckelig</td><td>4</td></tr> <tr><td>blockig</td><td>5</td></tr> </table> <p>Exposition: <input style="width: 100%;" type="text"/></p> <p>Neigung: <input style="width: 100%;" type="text"/></p> <p>Seehöhe: <input style="width: 100%;" type="text"/></p>	homogen	1	wellig	2	rinnig	3	buckelig	4	blockig	5	<p>Hangkriechen</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>kein</td><td>0</td></tr> <tr><td>gering</td><td>1</td></tr> <tr><td>ausgeprägt</td><td>2</td></tr> </table> <p>Wasserhaushalt</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>trocken</td><td>1</td></tr> <tr><td>mäßig trocken</td><td>2</td></tr> <tr><td>mäßig frisch</td><td>3</td></tr> <tr><td>frisch</td><td>4</td></tr> <tr><td>sehr frisch</td><td>5</td></tr> <tr><td>feucht</td><td>6</td></tr> </table>	kein	0	gering	1	ausgeprägt	2	trocken	1	mäßig trocken	2	mäßig frisch	3	frisch	4	sehr frisch	5	feucht	6																																																		
homogen	1																																																																														
wellig	2																																																																														
rinnig	3																																																																														
buckelig	4																																																																														
blockig	5																																																																														
kein	0																																																																														
gering	1																																																																														
ausgeprägt	2																																																																														
trocken	1																																																																														
mäßig trocken	2																																																																														
mäßig frisch	3																																																																														
frisch	4																																																																														
sehr frisch	5																																																																														
feucht	6																																																																														

<p>Bestandesklasse</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Blöße</td><td>0</td></tr> <tr><td>Jugend</td><td>1</td></tr> <tr><td>Dickung</td><td>2</td></tr> <tr><td>Stangenholz</td><td>3</td></tr> <tr><td>Baumholz</td><td>4</td></tr> <tr><td>Starkes Baumholz</td><td>5</td></tr> </table>	Blöße	0	Jugend	1	Dickung	2	Stangenholz	3	Baumholz	4	Starkes Baumholz	5	<p>Bestandesaufbau</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>einschichtig</td><td>1</td></tr> <tr><td>zweischichtig</td><td>2</td></tr> <tr><td>plentrige Struktur</td><td>3</td></tr> </table> <p>Beschirmungsgrad: <input style="width: 100%;" type="text"/></p>	einschichtig	1	zweischichtig	2	plentrige Struktur	3	<p>Mischungsgrad</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Baumschicht</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>B1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>B2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>B3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	Baumschicht								B1								B2								B3							
Blöße	0																																																			
Jugend	1																																																			
Dickung	2																																																			
Stangenholz	3																																																			
Baumholz	4																																																			
Starkes Baumholz	5																																																			
einschichtig	1																																																			
zweischichtig	2																																																			
plentrige Struktur	3																																																			
Baumschicht																																																				
B1																																																				
B2																																																				
B3																																																				
<p><u>Anmerkungen:</u></p>																																																				

5. Verjüngungsanalyse Kreis 3

Probenfl. Nr.:		Verjüngungskreis:	Datum:
Überschirmung:			
BA	BHD [0,0cm]	Baumhöhe [0,0m]	Anmerkungen

6. Strukturelle Vierergruppe

Probenfl. Nr.	Nullbaum		1. Nachbar			2. Nachbar				3. Nachbar			
	Baum Nr.	Baumart	Abstand [0,0m]	BHD [0,0cm]	Höhe [0,0m]	Baumart	Abstand [0,0m]	BHD [0,0cm]	Höhe [0,0m]	Baumart	Abstand [0,0m]	BHD [0,0cm]	Höhe [0,0m]

7. Vollaufnahme

Ø BA:		Ø BA:		Ø BA:		Ø BA:		Ø BA:		BA	Ø	Höhe
5	6	5	6	5	6	5	6	5	6			
7	8	7	8	7	8	7	8	7	8			
9	10	9	10	9	10	9	10	9	10			
11	12	11	12	11	12	11	12	11	12			
13	14	13	14	13	14	13	14	13	14			
15	16	15	16	15	16	15	16	15	16			
17	18	17	18	17	18	17	18	17	18			
19	20	19	20	19	20	19	20	19	20			
21	22	21	22	21	22	21	22	21	22			
23	24	23	24	23	24	23	24	23	24			
25	26	25	26	25	26	25	26	25	26			
27	28	27	28	27	28	27	28	27	28			
29	30	29	30	29	30	29	30	29	30			
31		31		31		31		31				
32		32		32		32		32				
33		33		33		33		33				
34		34		34		34		34				
35		35		35		35		35				
36		36		36		36		36				
37		37		37		37		37				
38		38		38		38		38				
39		39		39		39		39				
40		40		40		40		40				
41		41		41		41		41				
42		42		42		42		42				
43		43		43		43		43				
44		44		44		44		44				
45		45		45		45		45				
46		46		46		46		46				
47		47		47		47		47				
48		48		48		48		48				
49		49		49		49		49				
50		50		50		50		50				
51		51		51		51		51				
52		52		52		52		52				
53		53		53		53		53				
54		54		54		54		54				
55		55		55		55		55				
56		56		56		56		56				
57		57		57		57		57				
58		58		58		58		58				
59		59		59		59		59				
60	61	60	61	60	61	60	61	60	61			
62	63	62	63	62	63	62	63	62	63			
64	65	64	65	64	65	64	65	64	65			
66	67	66	67	66	67	66	67	66	67			
68	69	68	69	68	69	68	69	68	69			
70	71	70	71	70	71	70	71	70	71			
72	73	72	73	72	73	72	73	72	73			
74	75	74	75	74	75	74	75	74	75			
76	77	76	77	76	77	76	77	76	77			
78	79	78	79	78	79	78	79	78	79			
80	81	80	81	80	81	80	81	80	81			
82	83	82	83	82	83	82	83	82	83			
84	85	84	85	84	85	84	85	84	85			

8. Baumhöhen

BA	Ø	Höhe	BA	Ø	Höhe	BA	Ø	Höhe	BA	Ø	Höhe	BA	Ø	Höhe

BA	Ø	Höhe	BA	Ø	Höhe	BA	Ø	Höhe	BA	Ø	Höhe	BA	Ø	Höhe