

**„Waldbauliche Analyse zirbenbeeinflusster
Wälder am Haselkogel/Stmk“**

Diplomarbeit

von

Herwig RUPRECHT

zur Erlangung des akademischen Grades
Diplomingenieur der Forstwirtschaft (Dipl.-Ing.)

Betreuer/ Beurteiler: tit. a.o. Univ. Prof. Univ. Doz. Dipl.-Ing Dr. Hans-Peter Lang
Mitbetreuer: Univ. Ass. Dipl.-Fw. Dr. Raphael Klumpp

eingereicht am
25. Juli 2003



Institut für Waldbau
der Universität für Bodenkultur, Wien



Danksagung

Die vorliegende Arbeit entstand auf Anregung und unter Anleitung von Herrn Univ.Ass. Dipl.-Fw. Dr. Raphael KLUMPP Universitätsassistent am Institut für Waldbau an der Universität für Bodenkultur in Wien. Ihm sei Dank für seine vielseitige Unterstützung.

Bei Herrn tit. a. o. Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Hans-Peter LANG bedanke ich mich herzlich für die prompte Durchsicht der Arbeit und für das Entgegenkommen bei der Terminvereinbarung. Allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Instituts für Waldbau danke ich dafür, dass sie immer ein offenes Ohr für meine Fragen hatten.

Großen Dank gebührt auch der Forstverwaltung Admont der steiermärkischen Landesforste in deren Gebiet die Aufnahmen durchgeführt wurden. Sie waren nicht nur so freundlich mir eine Unterkunft zur Verfügung zu stellen, sondern vor allem stand mir das gesamte Personal mit Rat und Tat zur Seite. In diesem Zusammenhang möchte ich mich besonders beim Forst- und Jagdpersonal des Reviers Hartelsgraben bedanken.

Schlußendlich gilt mein innigster Dank meiner Lebensgefährtin und meinen Eltern die mich in jeglicher Weise, nicht zuletzt auch sehr großzügig in finanzieller Hinsicht, während meiner Studienzzeit unterstützt haben. Besonders für die seelische Unterstützung und für die Hilfe bei den Außenaufnahmen möchte ich mich bei meiner Lebensgefährtin, meinen Eltern und meinen Geschwistern Bedanken.

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG	1
2	UNTERSUCHUNGSGEBIET	5
2.1	BESITZVERHÄLTNISSE UND LAGE	5
2.2	METEOROLOGIE	6
2.2.1	<i>Niederschlag</i>	7
2.2.2	<i>Temperatur</i>	11
2.2.3	<i>Phänologie</i>	13
2.2.4	<i>Zusammenfassung</i>	14
2.3	GEOLOGIE	14
2.4	WUCHSGEBIET	16
2.5	GESCHICHTLICHE ENTWICKLUNG DER WÄLDER IN DER GEGEND DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES	17
3	UNTERSUCHUNGSMETHODE	23
3.1	AUFNAHMEDESIGN	23
3.2	AUFNAHME- UND AUSWERTUNGSVERFAHREN	27
3.2.1	<i>Geländeform</i>	27
3.2.2	<i>Bodenanalyse</i>	27
3.2.3	<i>Vegetationsanalyse</i>	28
3.2.4	<i>Bestandesanalyse</i>	29
3.2.5	<i>Verjüngungsanalyse</i>	35
3.2.6	<i>Strukturindex nach FÜLDNER (1995)</i>	36
4	AUSWERTUNG	41
4.1	WALDBAULICHE BEURTEILUNG DER BAUMARTEN	41
4.2	GELÄNDEFORM	55
4.3	BODENANALYSE	60
4.4	VEGETATIONSAUFNAHME	71
4.5	NATÜRLICHE WALDGESELLSCHAFT (MAYER, 1974)	79
4.5.1	<i>Karbonat-Lärchen-Zirbenwald (Larici-Cembretum rhododendretosum hirsuti)</i>	79
4.5.2	<i>Karbonat-Lärchen-Blockwald (Laricetum asplenietosum)</i>	81

4.5.3 Subalpiner Karbonat-Block-Fichtenwald mit Strichfarn (<i>Adenostylo glabrae-Piceetum subalpinum asplenietosum</i>).....	81
4.6 WALDBAULICHE GRUNDDATEN.....	83
4.6.1 Vorrat.....	83
4.6.2 Grundfläche und Deckungsgrad.....	87
4.6.3 BHD-Verteilung.....	92
4.6.4 Baumhöhe.....	99
4.6.5 Bestandesaufrisse.....	108
4.6.6 Altersaufbau.....	116
4.6.7 Zuwachs.....	122
4.6.8 Zustand.....	124
4.6.9 Schäden.....	137
4.7 STRUKTURINDEX NACH FÜLDNER (1995).....	141
4.7.1 Durchmesser differenzierung (TD_i).....	141
4.7.2 Höhendifferenzierung (TH_i).....	144
4.7.3 Artendurchmischung (DM_i).....	147
4.7.4 Baum-Baum-Abstand (D_i).....	150
4.8 VERJÜNGUNGSANALYSE.....	156
5 DISKUSSION.....	171
5.1 STANDORTLICHE GRUNDLAGEN.....	171
5.1.1 Geländeform.....	171
5.1.2 Boden.....	171
5.1.3 Vegetation.....	176
5.1.4 Standortsmosaik.....	181
5.1.5 Anthropogene Einflüsse.....	182
5.2 WALDBAULICHE GRUNDLAGEN.....	185
5.2.1 Vorrat.....	185
5.2.2 Wuchsleistung der Strauchschicht.....	188
5.2.3 Grundfläche.....	191
5.2.4 Deckungsgrad.....	192
5.2.5 Brusthöhendurchmesser.....	195
5.2.6 Baumhöhe.....	198
5.2.7 Altersaufbau.....	200

5.2.8 Zuwachs.....	205
5.2.9 Zustand.....	209
5.2.10 Schäden.....	217
5.3 STRUKTURINDEX.....	219
5.4 VERJÜNGUNGSANALYSE.....	228
6 WALDBAULICHE SCHLUSSFOLGERUNG.....	241
7 ZUSAMMENFASSUNG.....	253
8 VERZEICHNISSE.....	257
8.1 LITERATURVERZEICHNIS.....	257
8.2 QUELLENVERZEICHNIS.....	266
8.3 SONSTIGE VERZEICHNISSE.....	267
8.3.1 Abbildungsverzeichnis.....	267
8.3.2 Tabellenverzeichnis.....	271
8.3.3 Abkürzungsverzeichnis.....	275
9 ANHANG.....	277

1 Einleitung und Problemstellung

In allen Gebirgsregionen auf der Welt wird versucht so viel wie möglich über die natürlichen alpinen Waldökosysteme in Erfahrung zu bringen. Einerseits weil man diese Wälder optimal nützen will, andererseits, was schon sehr bald entdeckt wurde, weil die alpinen Waldökosysteme einen wesentlichen Anteil am Schutz der hier lebenden Bevölkerung gegenüber Naturgefahren haben. Aus diesem Grund gibt es unzählige wissenschaftliche Publikationen über diese Ökosysteme. Das Problem bei all diesen Arbeiten ist, dass es zwar viele Detailuntersuchungen gibt, diese betrachten jedoch stets die Probleme aus unterschiedlichen Gesichtspunkten, sodass vergleichende Zusammenfassungen erschwert sind. Beispiele dafür sind die sehr ausführlichen waldbaulichen oder vegetationskundlichen Analysen, die meist die Waldökosysteme sehr genau beschreiben (z.B.: KLEINE, 1983; KAMMERLANDER, 1985; JONKPIGT, 1987; PITTERLE, 1987), aber hinsichtlich des genetischen Aufbaus dieser Umweltsysteme keine Daten enthalten. Andererseits fehlt bei den meisten genetischen Untersuchungen eine waldbauliche Analyse und sehr häufig wird überhaupt nur eine Baumart untersucht (z.B. LÖCHELT und FRANKE, 1993; STEFSKY, 2001). Interdisziplinäre Forschungsansätze, welche die Möglichkeit umfassender und vergleichender Auswertungen bieten, sind selten.

Um diese Problemstellung in Angriff zu nehmen wurde das EU-Projekt FAIR CT 96-1949 „Biodiversität in alpinen Waldökosystemen: Analyse, Schutz und Management“ ins Leben gerufen.

Das Projekt untersucht die Biodiversität in Bezug auf genetische Diversität innerhalb und zwischen den Hauptbaumarten der alpinen Waldökosysteme. Der Begriff Biodiversität wird so verstanden wie er beispielsweise in Deutschland im Gesetz zu dem Übereinkommen vom 5. Juni 1992 über die biologische Vielfalt in Deutscher Sprache wiedergegeben ist. Biodiversität bedeutet demnach die Variabilität unter lebenden Organismen jeglicher Herkunft, darunter unter anderem Land-, Meeres- und sonstige aquatische Ökosysteme und die ökologischen Komplexe, zu denen sie gehören; dies umfasst die Vielfalt innerhalb der Arten und zwischen den Arten und die Vielfalt der Ökosysteme (KOŁODZIECOK und RECKEN, 2002). Erstmals soll mit den gewonnenen Daten ein Datenpool eingerichtet werden, mit dem Ziel, die Funktionen und Dynamik von alpinen Waldökosystemen besser zu verstehen. Zusätzlich soll dieses Projekt Informationen bereitstellen, die eine Realisierung der

weltweiten Abkommen von Rio bzw. des Prozesses von Straßburg/Helsinki über die Erhaltung der Biodiversität in Waldökosystemen in der europäischen Praxis überhaupt ermöglichen.

Alpine Waldökosysteme sind zunehmend beeinflusst durch Umweltveränderungen und geprägt durch historische und aktuelle Bewirtschaftung und Landnutzung, wobei diese Umstände die Bedeutung des alpinen Raumes für die Alpenländer verdeutlicht. Ein Beispiel dafür ist die Alpenkonvention (HABLACHER, 2003) deren Durchführungsprotokolle seit 18.12.2002 in Kraft getreten sind. Diversität spielt dabei eine große Rolle in Bezug auf Sensibilität, Stabilität und Dynamik in Ökosystemen, da sie den Rahmen für das adaptive Potential der Arten gegenüber Umweltveränderungen bestimmen (z.B. HATTEMER, 1994; GREGORIUS, 1996). Das Projekt CT 96-1949 konzentriert sich auf die Hauptbaumarten der alpinen und montanen Stufe, und daher auch auf deren Lebensräume: *Abies alba*, *Picea abies*, *Larix decidua*, *Pinus cembra* und *Pinus mugo*. Alle fünf Arten sollen idealerweise gemeinsam an 11 ausgewählten Orten der Alpen in den Ländern Frankreich, Schweiz, Italien, Deutschland und Österreich jeweils entlang eines Höhentransektes bis an die aktuelle Baumgrenze untersucht werden.

In Österreich gibt es drei Flächen: AT1: Anlaufstal/Kötschachtal, ÖBF FV Schwarzach;
AT2: Dachsteinmassiv
AT3: Ennstaler Alpen, Steirische Landesforste, FV
Admont

Einen Beitrag für dieses Projekt soll die vorliegende Diplomarbeit darstellen. Aufgabe ist es eine waldbauliche Analyse der Probeflächen des Transektes AT3 im Gebiet der Steirischen Landesforste in den Ennstaler Alpen zu erstellen. Diese Analyse soll dazu dienen, neben Informationen aus den genetischen Untersuchungen auch ein Bild der waldbaulichen Bedingungen im Untersuchungsgebiet zu entwerfen und so die Grundlage für interdisziplinäre Ergebnisinterpretation zu schaffen. Aus diesem Grund ist die vorliegende waldbauliche Analyse in vielerlei Hinsicht unterschiedlich gegenüber herkömmlichen Analysen für den Waldbau. Den größten Unterschied stellen die relativ kleinen Untersuchungsbereiche dar, welche den Transekt mittels dieser Probeflächen an drei unterschiedlichen Höhenlagen zu beschreiben versuchen. Die Untersuchungsbereiche wurden sehr genau aufgenommen, um eine interdisziplinäre Arbeit überhaupt zu ermöglichen. Diese Grundstruktur in der

Datenerhebung war durch das genannte Projekt vorgegeben und musste durch die vorliegende Arbeit ausgefüllt werden.

Die Ziele der vorliegenden Arbeit können also wie folgt beschrieben werden:

- a) Beschreiben des aktuellen Zustandes der Waldökosysteme am Transekt AT 3 auf den jeweiligen Probeflächen mittels vegetationskundlicher und waldbaulicher Methoden.
- b) Vergleich der Höhenstufen abhängigen Ausprägungen der Waldökosysteme untereinander.
- c) Quantifizierung der Biodiversität der untersuchten Ökosysteme nach verfügbaren Methoden bezüglich Arten- und Strukturvielfalt.

2 Untersuchungsgebiet

2.1 Besitzverhältnisse und Lage

Die Untersuchungsflächen gehören zum Besitz der Steiermärkischen Landesforste, die an der nördlichen Grenze des Bundeslandes Steiermark, zwei Drittel im so genannten Ennsknie und ein Drittel südlich der Enns, liegen (siehe Anhang 1 und 2). Das Gesamtflächenausmaß beträgt 27.607 ha, wovon 80% des Waldbesitzes in und um das Gesäuse liegen, und zwar in den höheren und steileren Lagen, was ungünstige Bedingungen bei der Bewirtschaftung hervorruft.

Die Untersuchungsbereiche gehören zur Forstverwaltung Admont und liegen im Revier Hieflau (ehemalige Revier Hartelsgraben) (siehe Anhang 3). Näher betrachtet liegen die Gebiete im südlichen Ende des Revieres Hartelsgraben. Der untere Untersuchungsbereich (G I) liegt im Norden der Hüpflingermauer auf 1470-1545 m Seehöhe und hat ein Flächenausmaß von 3,43 ha. Der mittlere Untersuchungsbereich (G II) liegt im Kar zwischen Hüpflingermauer und Hüpflingerhals auf 1575-1610 m Seehöhe und hat ein Flächenausmaß von 0,50 ha. Der obere Untersuchungsbereich (G III) liegt am Westabfall des Haselkogels auf 1745-1820 m Seehöhe im so genannten „Zirbengarten“. (siehe Anhang 3)

Der untere Bestand stockt auf nach Nordosten geneigten Blocksteingraben. Im mittleren Untersuchungsbereich (G II) stockt der Bestand auf einen alten Schuttkegel, welcher Expositionen von Nordost bis Südost aufweist. Die Bestände im oberen Untersuchungsbereich (G III) liegen auf den leichten Rücken eines nach Westen gerichteten Block-Bergsturzhangs. (siehe Anhang 3 und 4)

Das ehemalige Revier Hartelsgraben hatte einen Flächenausmaß von 1730 ha und einen Jahreseinschlag von 1500 fm/Jahr.

Die Flächenaufteilung sah wie folgt aus:

257 ha	Wirtschaftswald
57 ha	Schutzwald m. beschr. Nutzung
312 ha	Schutzwald außer Ertrag
154 ha	Almen und Hutweiden
2 ha	Wiesen
948 ha	Unland

Diese Einteilung zeigt auch den ungefähren Trend der Waldeinteilung der gesamten Steiermärkischen Landesforste. Der wichtigste Grundsatz bei der Verwaltung und Bewirtschaftung des Besitzes ist daher die ungeschmälerete Erhaltung des Waldes und seiner Produktionskraft, damit er nicht nur heute, sondern auch zukünftig all seine Funktionen voll erfüllen kann. Auf Grund der Geländebedingungen in den Gesäusebergen hat die Schutz- und Erholungswirkung des Waldes eine große Bedeutung. Eine große Bedeutung in wirtschaftlicher Hinsicht, vor allem weil der Jahreseinschlag in diesem Revier sehr gering ist, haben die Nebennutzungen und hier im Besonderen die Jagd.

Die dazugehörigen Karten können dem Anhang 1-3 entnommen werden.

2.2 Meteorologie

Die Ennstaler Alpen gehören zum Klimagebiet der Nordalpen. Da die Nordalpen eine Randgebirgskette und damit ein Staugebiet für westliche bis nördliche Strömungen sind, weisen sie einen jahreszeitlich charakteristischen Witterungsverlauf auf. Die gebietsbezogene Beschreibung folgt weitgehend WAKONIGG (1978), die zwar schon recht alt ist, aber von neueren Werken (z.B. GREIMLER, 1997) noch als gültig angenommen wird.

Das **Winter**wetter in den Nordalpen ist gekennzeichnet durch Witterungsextreme, raschen und übergangslosen Wetterwechsel und tage- bis wochenlang anhaltende Perioden gleicher Witterung. Durch die horizontalen W-N-Strömungen wird ein stürmisch-kaltes Schnee- und Regenwetter mit temperaturbedingt niedriger Kondensationshöhe. Diese W-N-Strömungen (im Durchschnitt 21% der Wintertage) bringen über die Hälfte der Winterniederschläge.

Längere Perioden mit ruhigem, klarem, kaltem Hochdruckwetter bewirken in Kessellagen durch Strahlung und Inversion extrem tiefe Temperaturen. Südliche Strömungen bewirken Tauwetterperioden und teilweise heftige Föhnstürme (Windwurfgefahr). (WAKONIGG, 1978)

Im **Frühjahr** werden die Wetterwechsel noch häufiger und sprunghafter. Durch die zunehmende Ergiebigkeit der Tiefdrucklagen wird die Abnahme der Niederschläge aus Strömungswetterlagen ausgeglichen. Die kalten W-N-Strömungen haben noch immer hohe Niederschlagswirkung und verursachen, noch oft bis Anfang Mai, Schneefälle bis ins Tal. (WAKONIGG, 1978)

Im **Sommer** herrschen zu über 50% Tiefdruck- und W-N-Strömungswetterlagen vor. Daher sind die Hälfte der Sommertage Regentage, in welchen ca. 37% der

Jahresniederschlagsmenge fallen. In kleinräumigen Staugebieten und in den höheren Lagen kann dieser Wert noch um einiges höher sein. Da der Schauerregen auch noch bei Zwischenhocheinfluss tagelang anhält, erfolgt eine Wetterbesserung nur zögernd. In diesem Gebiet ist der langanhaltende und ergiebige „Landregen“, der Tagesmengen von 100 mm bringen kann, von größerer Bedeutung als die Gewitterregen. Diese Regentage, zwar nicht unbedingt kalten, verhindern aber dennoch eine stärkere sommerliche Erwärmung. Derartige Schlechtwetterlagen setzen sich stark von den Hochdruckwetterlagen mit warmer und trockener Witterung ab. (WAKONIGG, 1978)

Der **Herbst** in den Nordalpen ist im Gegensatz zu den Südalpen die trockenste und schönste Jahreszeit. Zu dieser Zeit herrschen hauptsächlich Hochdrucklagen und S-Strömungen und die sonst häufigen ozeanischen W-N-Strömungen kommen weniger vor, sodass von September bis in den November hinein lang anhaltende Schönwetterperioden auftreten können. (WAKONIGG, 1978)

2.2.1 Niederschlag

In dieser Region herrscht eine abnehmende Niederschlagstendenz vom N-Rand gegen die Zentralalpen. Trotzdem muss dabei beachtet werden, dass dieser Trend häufig von kleinräumigen Reliefeinflüssen überlagert wird. Aus diesem Grund sind die Werte der Messstation Hieflau, wegen der erhöhten Stauwirkung im unmittelbaren Lee des Tamischbachturmes, höher als in den umliegenden Gebieten. (THUM, 1978)

Die Niederschlagsmengen und deren monatsweise Verteilung wurde aus dem „Hydrographischen Jahrbüchern von Österreich“ (Quelle: HYROGRAPHISCHER DIENST, 1995-1999) für die Messstation „Hieflau“ entnommen (siehe Tab. 1).

Jahr/Monat	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Summe
1992	14	127	192	120	45	144	113	113	183	128	327	95	1601
1993	172	80	133	111	74	272	292	165	149	109	39	168	1734
1994	152	25	183	144	208	214	105	117	67	78	168	98	1559
1995	126	116	137	184	83	195	70	234	178	55	125	45	1548
1996	22	56	54	132	226	219	147	141	388	217	113	37	1752

Tab. 1: Monatliche Niederschlagsmenge in Millimeter über 5 Jahre der Messstation Hieflau (Seehöhe 492 m). (Quelle: HYROGRAPHISCHER DIENST, 1995-1999)

Die Tab. 1 zeigt, dass der Niederschlagsverlauf in den einzelnen Jahren sehr unterschiedlich ist. Die Niederschläge nach den Jahreszeiten betrachtet zeigt ein Bild, wo in der Vegetationszeit der meiste Niederschlag fällt, vor allem wenn man nicht einzelne Jahre getrennt betrachtet, sondern ein Mittel über mehrere Jahre nimmt. In den Sommermonaten fallen, bei der Betrachtung der zusammengefassten Daten aus der Tab. 1, im Durchschnitt des Beobachtungszeitraumes 30%, im Frühjahr 29%, im Herbst 22% und im Winter nur 19% des Jahresniederschlags. Bekannt trockene Sommer zeigen sich in Hieflau ebenfalls, was man im Jahr 1994 (nur 18,5% des Jahresniederschlags) sehen kann (Tab. 1). Die Jahresniederschläge sind zwar ebenfalls Schwankungen (bis 200 mm) unterlegen, sind aber in Tieflagen bei Hieflau fast immer über 1500 mm/Jahr.

Die größte maximale Niederschlagsmenge pro Tag von 192 mm (im Jahre 1899) wurde im Beobachtungszeitraum zwar nicht erreicht, aber die Werte liegen immerhin noch zwischen 54,3-69,4 mm/Tag. Diese maximalen Tagesniederschlagswerte werden fast ausschließlich in den Sommermonaten erreicht. Der maximale Monatsniederschlagswert im letztem Jahrhundert von 438 mm wurde ebenfalls im Sommer (07.1959) erreicht.

Nach der Niederschlagskarte im Steiermarkatlas und nach Ermittlungen der Ennskraftwerke AG hat THUM (1978) die ungefähre Niederschlagszunahme bei steigender Seehöhe wie folgend angenommen:

600 m Seehöhe	1500 mm
1200 m Seehöhe	1800-2000 mm Jahresniederschlag
2000 m Seehöhe	2500 mm

Diese Höhenstufendaten zeigen sehr deutlich, dass der Jahresniederschlag von tieferen Lagen zu den oberen zunimmt. Es ist aber zu bedenken, dass auf den höher gelegenen Flächen größere Anteile des Niederschlags in fester Form fallen und dieser daher nicht voll ausgenutzt werden können, da auf Grund der Bodensättigung ein beträchtlicher Teil der Schneeschmelze als Oberflächenabfluss entzogen wird.

Die vorstehenden Durchschnittswerte werden bekanntlich im Gebirge durch örtliche Abschirmung vermindert bzw. durch Kanalisierung der Luftmassen und Stau in Luv und Lee bedeutend erhöht. Daher kennt jede Gebirgsgegend ihre örtlichen Niederschlagszentren, im Falle des Untersuchungsgebietes der vorliegenden Diplomarbeit ist der Einfluss des Tamischbachturm augenfällig.

In den Ennstaler Alpen ist die erste Schneebedeckung in den Tallagen um den 15. November zu beobachten und die letzte rund um den 15. April. Der Beginn und das Ende der temporären

Schneedecke ist ausschließlich Ausdruck der Häufigkeit und Wirksamkeit von Kaltlufterbrüchen. Die geschlossene Schneedecke weist hingegen in dieser Gegend einen sehr unterschiedlichen Beginn (17.11-26.01) und auch ein sehr variables Ende (26.02-27.03) auf, dauert aber im Durchschnitt des Beobachtungszeitraumes (1992-1996) 93 Tage (Max. 126 Tage; Min 54 Tage). (Quelle: HYDROGRAPHISCHER DIENST, 1995-1999)

Jahr	Ohne Schnee	1 - 14 cm	15 - 29 cm	30 - 49 cm	50 - 99 cm	≥100 cm
1992	245	10	23	76	12	0
1993	269	42	19	15	20	0
1994	260	47	43	15	0	0
1995	275	44	27	11	8	0
1996	224	47	61	26	8	0

Tab. 2: Anzahl der Tage mit Schnee (Schneehöhenklassen in cm) über den Beobachtungszeitraum in Hieflau. (Quelle: HYDROGRAPHISCHER DIENST, 1995-1999)

Wenn die Dauer der geschlossenen Schneedecke mit jener verglichen wird wo Schnee gemessen wurde so zeigt sich, dass die Anzahl der Tage mit Schneebedeckung im Durchschnitt des Beobachtungszeitraumes um 26% größer ist. Die Tab. 2 zeigt, dass in Hieflau auf einer Seehöhe von 492 m Schneehöhen über 100 cm im Beobachtungszeitraum nicht erreicht wurden (sonst auch eher selten). In Hieflau gibt es durchschnittlich 30% im Jahr Schneebedeckung. Dieser Wert steigt im Gebirge doch um einiges an und kann in Schnee begünstigten Lagen (z.B. beschattete Mulden) Werte über 50% Jahresschneebedeckungszeit annehmen.

Die durchschnittliche Neuschneemenge (Summe des gefallen Neuschnee pro Jahr) im Beobachtungszeitraum von 1992-1996 (Tab. 3) betrug eine Schneehöhe von 223 cm (Max 306 cm, Min 151 cm). Die größten täglichen Neuschneehöhen und die größte Schneehöhe mit den jeweiligen Datum kann der folgenden Tabelle 3 entnommen werden.

Jahr	Summe der Neuschneehöhen	Größte Schneehöhe		Größte Neuschneehöhe	
	cm	cm	Datum	cm	Datum
1992	203	58	22.02	21	14.03
1993	218	80	08.03	43	27.01
1994	151	45	28.12	16	11.12
1995	306	86	14.01	34	21.02
1996	238	76	05.03	26	04.11

Tab. 3: Werte über die verschiedenen Schneehöhen in den 5 Beobachtungsjahren bei der Messstation Hieflau. (Quelle: HYDROGRAPHISCHER DIENST, 1995-1999)

Wie der Tab. 3 zu entnehmen ist, sind die größten Schneehöhen relativ hohen Schwankungen unterworfen, aber sie zeigen schon Werte von über 80 cm im Ort Hieflau auf einer Seehöhe von 492 m. In den höheren Lagen verwundert es dann weiter nicht, dass Schneehöhen über 2 m nicht selten sind. Bedingt durch die tieferen Temperaturen fällt schließlich der Schnee schon viel früher und auch wesentlich länger in den Frühling hinaus. Die Werte der größten täglichen Neuschneemenge der Tab. 3 zeigen ebenfalls über den Beobachtungszeitraum starke Schwankungen. Die täglichen Neuschneemengen weisen schon in den Tallagen teilweise recht beachtliche Werte auf. Beachtliche Schäden durch Schneebruch können im Untersuchungsgebiet bei ungünstigen Wetterlagen entstehen, wenn der Schnee auf Grund höheren Wassergehaltes schwer ist oder im Anschluss auf den Niederschlag eine Vereisung auftritt.

2.2.2 Temperatur

Die Temperaturwerte und deren monatsweise Verteilung wurde aus dem „Hydrographischen Jahrbüchern von Österreich“ (Quelle: HYDROGRAPHISCHER DIENST, 1995-1999) für die Messstation „Hieflau“ entnommen (Abb. 1).

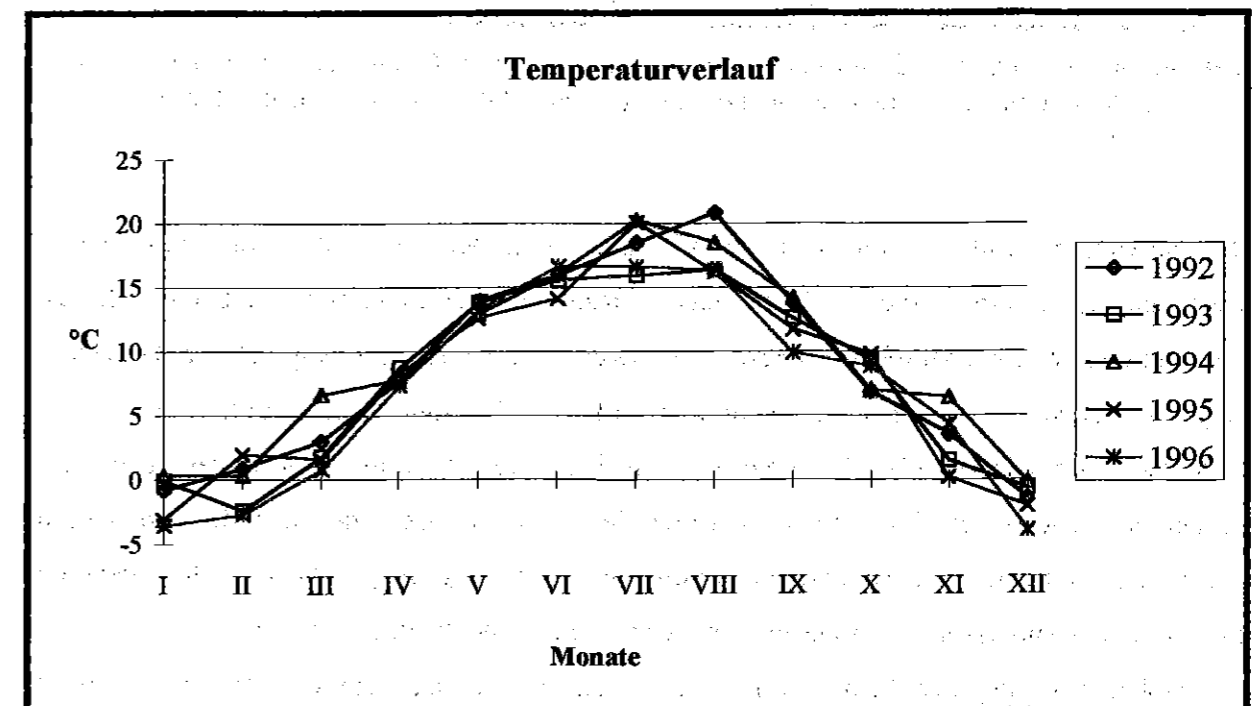


Abb. 1: Verlauf der mittleren monatlichen Temperatur in °C über 5 Jahre der Messstation Hieflau (Seehöhe 492 m). (Quelle: HYDROGRAPHISCHER DIENST, 1995-1999)

Die Abb. 1 zeigt, dass die Temperaturverläufe in dem dargestellten Zeitraum alle den gleichen Trend aufweisen. Die Unterschiede der einzelnen durchschnittlichen Monatswerte sind in den fünf gezeigten Jahren zum Teil beachtlich. Es treten Abweichungen in den Monatsdurchschnittswerten in den dargestellten Jahren bis 6,3°C auf (Monat November (XI) der Abb. 1). Die Monatswerte sind im Frühjahr über die Jahre gesehen am engsten beisammen, was auf stabilere Temperaturwerte (Wetterwerte) während dieser Jahreszeit in diesem Gebiet hinweist. Die Extremwerte der beobachteten Tagesmitteltemperaturen können der folgenden Tabelle 4 entnommen werden.

Jahr/Tagesmitteltemperatur	Maximum		Minimum	
	°C	Datum	°C	Datum
1992	26,1	09.08	-9,6	29.12
1993	22,8	05.07	-8,1	29.12
1994	25,4	10.08	-6,7	17.02
1995	26,1	22.07	-8,8	17.01
1996	23,4	08.06	-12,0	30.12

Tab. 4: Die maximalen und minimalen Tagestemperaturen in °C und deren Messdatum in den 5 Jahren bei der Messstation Hieflau. (Quelle: HYDROGRAPHISCHER DIENST, 1995-1999)

Die maximalen (30,1°C im Jahre 1950) und minimalen (-19,4°C im Jahre 1985) Tagestemperaturwerte in diesem Jahrhundert wurden nicht erreicht, aber diese Werte liegen rund um den üblichen Mittelwert. Diese Extremwerte der Tagesmitteltemperaturen der Tab. 4 zeigen nur annähernd welchen Temperaturextremen die Vegetation (z.B. wurden im Sommer 1996 Temperaturspitzen bis 34°C gemessen) in den jeweils ungünstigsten Lagen ausgesetzt ist, aber sie geben einen allgemeinen Überblick der Temperaturextreme. Nach der Tab. 4 kann mit hohen Temperaturen besonders im Juli und zu Beginn August gerechnet werden, während extrem tiefe Temperaturen von Dezember bis Mitte Feber beobachtet wurden.

Die Höhenabstufung der Temperatur wurde auch aus der Dissertation von THUM (1978) entnommen, sie kann aber trotzdem noch als gültig für die heutige Zeit angenommen werden.

Temperatur nach Höhenstufen:	600 m Seehöhe	7,1
	800 m Seehöhe	6,0
	1000 m Seehöhe	4,8
	1500 m Seehöhe	2,5

Die Werte zeigen, dass die Jahresmitteltemperatur, wie nicht anderes zu erwarten, von unten nach oben abnimmt. Wenn man die monatliche Verteilung der verschiedenen Höhenstufen betrachtet, so zeigt sich, dass die Verläufe aller Höhenstufen sehr ähnlich sind, was zeigt, dass diese Jahresmitteltemperaturabnahme ungefähr auf die Monatsmitteltemperaturen übertragen werden kann. Dies heißt, dass über das ganze Jahr ungefähr um den gleichen °C-Wert in den Höhenlagen kälter ist als in den Tallagen (THUM, 1978). Natürlich können auf den Extremstandorten wesentlich stärkere Abweichungen registriert werden, die darüber hinaus breit streuen.

Ob ein Gebiet eher einen kontinentalen oder einen ozeanischen Klimacharakter hat zeigt sich in den Niederschlagsmengen und in den Temperaturschwankungen. Das kontinentale Klima äußert sich durch geringere Niederschlagsmengen bei erhöhtem Sommergipfel und ausgeprägten Wintertief (hygrische Kontinentalität) und größere Temperaturschwankungen im Jahresverlauf (thermische Kontinentalität). Die Temperaturschwankung von 21,5°C weist eher auf kontinentales Klima hin. Wie der Tab.1 zu entnehmen ist, sind die Niederschlagsverläufe in den einzelnen Jahren so, dass sie eher ein kontinentales Klima anzeigen, obwohl, wie z.B. das Jahr 1994 eher auf einen ozeanischen Einschlag hinweist. Das Untersuchungsgebiet hat einen höheren Kontinentalitätsgrad als die nördlichen Nachbargebiete, aber weniger als z.B. in Admont und Trieben. (THUM, 1978)

2.2.3 Phänologie

Hinsichtlich der Phänologie konnten leider keine neueren Daten vorgefunden werden als die in der Dissertation von Herrn THUM (1978) angeführte zehnjährige Beobachtungsreihe von L. Schüssler (Manuskript)). Diese Aufzeichnungen sollten Anhaltspunkte für die Vegetationszeit in der unteren montanen Stufe geben.

Der Vorfrühling beginnt in dieser Gegend durchschnittlich am 8. März, wenn man ihn mit dem Blühbeginn der *Frühlingsknotenblume*, die hier das Schneeglöckchen vertritt, bestimmen will. Es zeigt sich aber schon bei einer zehnjährigen Periode eine große Schwankung (12. Feber bis 28. März), was durch den starken Einfluss der winterlichen Schneemenge sowie durch die Kälterückfälle, die die Frühjahrserwärmung verzögern, bedingt ist.

Die forstliche Vegetationszeit die mit *Lärchenaustrieb* (17. April) und *Buchenausschlag* (25. April) festgelegt werden kann, hat einen Schwankungsbereich von ungefähr 30 Tagen.

Das Ende der forstlichen Vegetationszeit, die mit der beginnenden *Buchenlaubverfärbung* festgesetzt wird, ist um den 10. September. Durch die gleichmäßigere Sommerfeuchtigkeit und das verlässlichere mildere Herbstwetter sind hier die Schwankungen wesentlich geringer (ca. 16 Tage). Vor Abschluss der *Buchenentlaubung* (10. November) kommt es auch in den Tallagen regelmäßig schon zu den ersten Schneefällen (um den 5. November).

Wie schon oben erwähnt sind diese Daten schon relativ alt, aber die Phänologie ist heute nach Aussagen von THUM (1978) und GREIMLER (1997) noch gleich.

2.2.4 Zusammenfassung

Der Stau an den Randgebirgsketten macht alle atlantischen Strömungen zu ausgesprochenen nordalpinen Niederschlagslagen und bewirkt zusammen mit den Tiefdrucklagen (gesamtalpine Niederschlagslagen) häufige Schlechtwetterperioden mit hohen Jahresniederschlägen (1300-2000 mm). Dabei erreichen lokale Staugebiete in Luv und Lee Extremwerte, die von den Stationen kaum erfasst werden.

Föhnbedingte Tauwetterperioden und niederschlagsreiche Kaltlufteinbrüche im Frühjahr bewirken jahresweise stark unterschiedlichen, im Vergleich mit den nördlichen und südlichen Nachbargebieten aber durchschnittlich verzögerten Vegetationsbeginn.

Stabile Schönwetterlagen sind am ehesten im Herbst zu erwarten.

2.3 Geologie

Geologisch betrachtet gehören die Gesäuseberge zu den Nördlichen Kalkalpen. Das Gebiet war im Tertiär noch ein welliges Hochland mit breiten Erosionstälern, was heute noch auf einigen Gipfelplateaus zu erkennen ist. Die heutige Gestalt hat diese Landschaft erst durch die jüngste alpine Bruchtektonik erhalten. Davon stammen die extremen Steilwände und die hohen Niveauunterschiede von bis 1000 m (einst geschlossen liegender Deckenteile) und die berühmten tiefen Einschnitte wie Gesäuse und Johnsbachdurchbruch.

Die Gesäuseberge lassen sich in vier große Stöcke unterteilen: die Haller Mauern im NW, den Buchstein-Tamischbachzug, die Reichensteingruppe und der Hochtorn-Lugauerstock.

Die Untersuchungsflächen liegen im Bereich des Hochtorn-Lugauerstock. Die nachstehenden geologischen Angaben wurden AMPFERER (1935) entnommen. (siehe Anhang 4)

<u>Untersuchungsbereich G I:</u>	Endmoräne der Schlussvereisung Hang- und Bachschuttkegel-Verhüllungen Bergsturz-Blockwerk (Erzführende Kalke und Dachsteinkalke)
<u>Untersuchungsbereich G II:</u>	Fleckenmergel Ältere Lehmlager Hang- und Bachschuttkegel-Verhüllungen
<u>Untersuchungsbereich G III:</u>	Dachsteinkalk Bergsturz-Blockwerk

Der rhätische *Dachsteinkalk* ist die mächtigste und letzte Sedimentationseinheit der Trias. Er ist fest, dickbankig und stürzt bei der Verwitterung in großen Blöcken zu Tal, sodass sich an den Wandfüßen oft ausgedehnte Blockkarre finden. Dadurch ist das heutige Bild (die vier großen Stöcke und viele kleine Türme) der Gesäuseberge entstanden. Auf den alten Plateauverebnungen ist er vom Niederschlagswasser rillen- und karrenförmig zersägt. In den Spalten die dadurch entstehen sind oft mit uralten Lehmresten gefüllt. Für die Kleinstandorte sind die Blockkarre (Bergsturz – Blockwerk) die wichtigste Karsterscheinung, die teilweise mit Kleindolinen gemischt sind. Karrenbildung erfolgt auf der geneigten Schichtfläche des gebankten Dachsteinkalkes oft unter der Vegetationsdecke (Rundkarre). Wenn diese Flächen freigelegt werden (Boden- bzw. Humusabtrag) bilden sich Firstrillen und scharfkantige, schmale Rippen, die später völlig zusammenbrechen können. Diese Erscheinungsformen führen zu einem ausgeprägten Standortsmosaik und beeinflusst wesentlich Entwicklung und Aufbau der Vegetation. Das Oberflächenwasser versickert in den Blockwerkhohlräumen bis sie auf eine wasserstauende Gesteinsschicht treffen und nach dieser dann austreten. Eine ausreichende Wasserversorgung der Vegetation, ist bei solchen geologischen Bedingungen, fast ausschließlich durch Niederschläge und das langsame Abschmelzen mächtiger Schneelagen gedeckt.

Der aus der unteren Jura stammende *Fleckenmergel* zeigt starke Schichtung und tiefgründige-feinblattige Aufwitterung und ergibt überaus wuchskräftige Böden. Die daraus entstehenden Böden haben eine gute Wasserversorgung.

Die *Endmoränen* bestehen aus dem Material der Umgebung die fast zur Gänze karbonatischen Ursprungs sind. Sie können bei überwiegen grobklastischen Kornanteile und hoher Aufschüttung relativ trocken sein oder aber durch Zerreibung, höhere Bindigkeit als die

Umgebung erreichen, wozu noch die Tiefgründigkeit sich weiter positiv auf die Bodenbildung auswirkt. Die geologische Karte von AMPFERER (1935) ist im Anhang 4 zu sehen.

2.4 Wuchsgebiet

Nach der Naturraumgliederung von KILIAN et al. (1994) befindet sich das Untersuchungsgebiet im westlichen Teil des Gebietes **4.2 Nördliche Randalpen - Ost** an der Grenze zu 3.1 Östliche Zwischenalpen - Nord. (siehe Anhang 1)

Gemeinsames Merkmal des Hauptwuchsgebietes ist das kühl-mitteuropäische Klima mit häufigen, langandauernden Stauregen, deren Intensität jedoch geringer ist als in den Südalpen. Das große Hauptwuchsgebiet umfasst einen beachtlichen klimatischen West-Ost-Gradienten, der eine Unterteilung nahe legt, ebenso wie zwei sehr unterschiedliche geomorphologische Zonen, die Flysch- und die Kalkalpen.

Die Bodenunterschiede sind markant und für die Baumartenverteilung maßgeblich, das Klimagefälle von West nach Ost hingegen kontinuierlich und eine Grenzziehung notwendigerweise willkürlich.

Klima: Im Untersuchungsgebiet der vorliegenden Arbeit herrscht humides Stauklima vor. Die Niederschläge sind zwar geringer als im westlichen Wuchsgebiet, aber gehört zu jenen Bereichen, auf Grund der West- und Gebirgsinnenlage, mit den höchsten Niederschlagsraten im Wuchsgebiet 4.2 Nördliche Randalpen - Ost. Die exponierten Hochlagen im Übergangsbereich zum Westteil erreichen Jahresniederschlagsmengen bis etwa 2200 mm.

Geomorphologie: Das Untersuchungsgebiet der vorliegenden Arbeit gehört zu geomorphologischen Zone der Kalkalpen. Das Hochgebirge besteht hauptsächlich aus Kalk und Dolomit. Die ausgedehnten Karsthochflächen weisen meist steile Felsflanken, tief eingeschnittene Täler und Schluchten auf. Die höchsten Erhebungen liegen knapp über 2000 m.

Böden: In den Kalkalpen, wo fast ausschließlich Kalkböden vorkommen, dominieren Rendsinen und Braunlehm-Rendsinen. Auf unreinem Kalk und Dolomit kommen auch Kalkbraunerden vor. Saure Braunerden und Semipodsole sind in geringen Maße auf Sonderstandorten auch vorhanden. Im Untersuchungsgebiet fehlen die in der Flyschzone dominierenden Bodentypen (Pseudogleye und Gleye) zur Gänze.

Höhenstufen: Nach der Höhenstufeneinteilung von KILIAN et al. (1994) für das Wuchsgebiet 4.2 Nördliche Randalpen - Ost liegt der untere Untersuchungsbereich (G I) im Übergangsbereich vom Hochmontan in das Tiefsubalpin, der mittlere Untersuchungsbereich (G II) im Tiefsubalpin und der obere Untersuchungsbereich (G III) im Hochsubalpin.

Natürliche Waldgesellschaften: In diesem Wuchsgebiet ist die typische Waldgesellschaft der *Fichten-Tannen-Buchenwald*. Auf Dolomit kommt es zu einem verstärktem Auftreten von *Rotföhrenwäldern*. In diesem Wuchsgebiet gibt es angefangen von *Stieleichen-Hainbuchenwäldern* in der submontanen Stufe, über *Buchen-*, *Fichten-Tannen-Buchen-*, *Fichten-Tannen-* und lokalen *Fichtenwäldern* in der montanen Stufe bis hin zu *Fichten-Lärchen-* und *Lärchenwäldern* in der subalpinen Stufe. Natürlich gibt es *Latschen-* und *Grünerlenwälder* in höheren Lagen und *Edellaubgesellschaften* auf Sonderstandorten (z.B. Schluchtwaldgesellschaften). Für das Untersuchungsgebiet der vorliegenden Arbeit sind von den Fichtenwäldern der Karbonat-Block-Fichtenwald mit Strichfarn (FBI) und von den Lärchenwäldern der Karbonat-Lärchen-Blockwald (LBI) und die typische Ausbildung (LZ I) und die Latschenausbildung (LZ II) des Karbonat-Lärchen-Zirbenwaldes maßgebend.

2.5 Geschichtliche Entwicklung der Wälder in der Gegend des Untersuchungsgebietes

Die Darstellung der geschichtlichen Entwicklung der Wälder in der Gegend der Untersuchungsbereiche folgt den geschichtlichen Beschreibungen der Veröffentlichungen von MÜHLBACHER und NICHOLS-SCHWEIGER (1989) und THUM (1978).

In diesem Gebiet (Radmer-Johnsbach) kann man an Hand der zahlreichen Funde von Kupferschmelzöfen bis in die Zeit von ca. 1800 v. Chr. eine bedeutende Nutzung von Kupfervorkommen feststellen. Die Kupfererzeugung benötigte Holzkohle wurde sicher in der näheren Umgebung gewonnen. Außerdem wurde Holz für Häuser und die Landwirtschaft gebraucht. Um 500 v. Chr. kam der Eisenabbau hinzu wodurch die Bedeutung dieses Gebietes weiter steigt. Sehr prägend für das Gebiet war die Angliederung an das Römische Reich (16 v. Chr.), da dadurch das Bergregal des Kaisers in Kraft getreten ist. Dies bedeutet, dass die Waldungen im Bereich von Bergwerken und Erzverhüttungen in erster Linie dem Kaiser

zur Nutzung vorbehalten waren. Diese Gesetzeslage wurde auch bei Änderung der Herrschaft beibehalten (Völkerwanderung, usw.). (MÜHLBACHER und NICHOLS-SCHWEIGER, 1989)

Kupfer-, Eisen- und Salzgewinnung, stärkere Besiedlung, Betonung der landesfürstlichen Rechte und besonders die Gründung des Stiftes Admont (1074) hat den Wald großräumig beeinflusst. Der Wald war der wichtigste Rohstofflieferant für die Verhüttung der Minerale und den Betrieb der Salinen, Holz für Bergbau, für Errichtung der Wohn- und Wirtschaftsgebäude, für Gerätschaft und für viele andere Zwecke gebraucht. Daher kam es bald zu einem Jahrhunderte dauernden Kräftespiel zwischen dem Stift Admont und dem Landesfürsten um die Nutzung der Wälder in dieser Gegend. Es wurde auf den Wald keine Rücksicht genommen, sondern alles für die Erhaltung und Ausbau der Industrie getan. Bis zur geschlossenen Verjüngung der damals üblichen großflächigen Kahlhiebe vergingen in der Regel „ein halbes Menschenalter“ (MÜHLBACHER und NICHOLS-SCHWEIGER, 1989), d.h. etwa 30 Jahre. Es ist alles andere als verwunderlich, dass Hochwässer und Lawinen die Folge waren.

Kaiser Maximilian hatte 1495 seine Waldordnung erlassen, aber sie diente in erster Linie der Rohstoffversorgung, brachte das kaiserliche Holzregal in deutliche Erinnerung und sorgte sich in zweiter Linie um den Schutz und die Erhaltung des Waldes. Daher wurde zu dieser Zeit die gezielte Schneesaat und die Erhaltung von Samenbäumen eingeführt. Später kam es zur Waldordnung von Leoben, die wieder hart auf das Regal des Landesfürsten verwies, wichtig war jedoch, dass der Ziegeneintrieb endgültig verboten wurde. Durch die Kriege entstand ein gewisser Finanzdruck auf die Adeligen und es kam zu einer strengen Auslegung des Regal und zu einer Übernutzung der Wälder. (MÜHLBACHER und NICHOLS-SCHWEIGER, 1989)

Durch den Bau des Hieflauer Rechens (1516) wurden stark in die Holzreserven beiderseits der Enns eingegriffen. Es kam sogar so weit, dass die „Hausnotdurft“ (Holzbedarf des Grundherrn und seiner Untertanen) bedroht war.

Durch innere Wirren, Religions- und Rechtsstreitigkeiten endete die Hochblüte des Bergwerks-, Hütten- und Hammerwesens in dieser Gegend. Durch den Druck den der Dreißigjährige Krieg auf den Kaiser ausübte, kam es zur Gründung der Innerberger Hauptgewerkschaft (1625/26). 1630 wurde mit dem Stift Admont ein Wäldervergleich abgeschlossen. Dieser Vergleich sicherte der Hauptgewerkschaft die vorwiegende Forstnutzung in „ewiger Erbpacht“, dem Stift dagegen Grundbesitz, Jagd und Fischerei sowie das Holz für den gesamten Hausbedarf. Von da an entwickelte sich im Wesentlichen die Besitzstruktur, die forstliche Einteilung und die Geschichte des Forstbetriebes der

Steiermärkische Landesforste bis zum Ende des Jahres 1888 und bis zum heutigen Tag. (MÜHLBACHER und NICHOLS-SCHWEIGER, 1989)

Als 1767 die Maria-Theresianischen Wald-Barain- und Barait.-Kommission eine Bestandesaufnahme durchführte wurde festgestellt, dass der Wald durch Schlägerungen (vor allem für die Erzeugung von Holzkohle), Waldweide und Streunutzung weit über Gebühr ausgebeutet war. Der Maria-Theresianische, aber noch mehr der Josefinische Kataster brachten damals immerhin eine gewisse räumliche und steuerliche Ordnung. Durch die weiteren Kriege sind die Ordnung im Forst kaum mehr eingehalten worden.

Durch die Gesetze der Jahre 1848/49 und das Servitutenregulierungspatent Kaiser Franz Josephs änderten sich die Rechtsverhältnisse wesentlich. Die erste Forsteinrichtung des Forsttaxators Wondrak beruhte auf alten Katasterkarten und war beispielhaft, sie brachte auch das Bekenntnis zum vorgeplanten Kahlschlag als Ablöse der ruinösen Faßlwirtschaft (das ist die flächenweise Vergabe von Schlägerungen für die Verkohlung, die die stärksten und besten Bäume zum Ziele hatte). (MÜHLBACHER und NICHOLS-SCHWEIGER, 1989)

Die k. k. Innerberger Hauptgewerkschaft ging 1868 in private Hände über und wurde eine Aktiengesellschaft, die 1872 mit dem Stift Admont einen Vertrag abschloss, der eine klare Trennung in Form eines Ablösungsvergleiches brachte. Die Innerberger AG übernahm den Großteil der Waldungen östlich des Gesäuseeinganges besitzrechtlich, verzichtete für das Gebiet westlich davon auf alle das Stift Admont belastenden Rechte.

1881 wurde die Österreichische Alpine Montan-Gesellschaft gegründet, in der hauptsächlich die k. k. Aktiengesellschaft der Innerberger Hauptgewerkschaft eingeflossen ist. Es gab schon in der Aktiengesellschaft eine vorbildliche Forstvermessung und Forsteinrichtung, die nun fortgesetzt werden. (MÜHLBACHER und NICHOLS-SCHWEIGER, 1989)

Als die Steinkohle mit Hilfe der Eisenbahn in dieses Gebiet gebracht wurde kam es zu einer vollkommenen Umstellung in der Land- und Forstwirtschaft. Die Alpine Montangesellschaft veräußerte darauf hin die Wälder, vor allem an die einzelnen Aktionäre und an dem Staat, die Religionsfonds und an das Kaiserhaus. Für die heutigen Landesforste fand sich kein seriöser Käufer und es bestand die Gefahr, dass dieser Besitzteil durch Spekulanten zertrümmert würde. Um diese Wälder zu erhalten, aber auch der bodenständigen Bevölkerung eine dauernde Verdienstmöglichkeit zu sichern, erwarb das Land Steiermark mit Kaufvertrag vom 16. Feber 1889 die heutigen Landesforste. (MÜHLBACHER und NICHOLS-SCHWEIGER, 1989)

Die wirtschaftliche Blüte der späten Franzisco-Josephinische Epoche strahlt auch auf die regionale Forstwirtschaft aus. Durch den Verkauf von Bauholz und Sägeblöcke, die mit Flosse bis nach Wien transportiert wurden, konnte der Schock nach der

Holzkohlenentwertung mühelos überwunden werden. Die Schwachhölzer und die beschädigten Sortimente wurden an die neuerrichtete Zellstofffabrik in Weißenbach verkauft. Der rasche Holzabbau in den bringungsgünstigen Lagen zwingt ab 1910 dazu den Hiebsatz um die Hälfte zu verringern. In den Kriegsjahren wurde dies wirklich eingehalten (Arbeitskräftemangel). Inzwischen beginnen sich auch die Folgen einer übersteigerten Jagdwirtschaft mit Verbiss und flächenweisen Schälungen, besonders in den jungen Fichtenreinbeständen, einzustellen. (THUM, 1978)

Wegen des Nachfragerückgangs nach Bauholz in der Zwischenkriegszeit wurden in den bringungsgünstigen Lagen der Vorrat aufgestockt und hauptsächlich in die Reserven der Betriebsklasse B (Plenterwald) eingegriffen.

Neu erstellte Revisionsoperare (1949/51) zeigten, dass die regelwidrigen Plenterungen ein Fehler waren und es wurden die ausgeplenterten Bestände, die auch noch übermäßig geschält waren, zur Bestandesumwandlung vorgeschlagen. Die Verjüngung soll mit Femel- und Saumschlagbetrieb erreicht werden. (THUM, 1978)

Durch die in den Jahren 1954/55 begonnene Forstaufschließung war die Abkehr von der Großkahlschlagwirtschaft allmählich möglich. Die Anwendung naturnäherer Wirtschaftsformen und -methoden, wie schmale Saumhiebe mit Vorlichtung in dem verbleibenden Bestand, Femelungen, Zielstärkennutzung und dergleichen mehr, sind heute die herrschenden Nutzungsformen. Trotz der bereits schönen Erfolge die durch diese Nutzungsformen zu verzeichnen sind, gibt es noch einige waldbauliche Probleme, wie Windwurfschäden und Schneebrüche oder der fortschreitende Rückgang der Tanne. (MÜHLBACHER und NICHOLS-SCHWEIGER, 1989)

Im Untersuchungsgebiet „Hartelsgraben“ finden sich zahlreiche Belege für den oben beschriebenen Geschichtsverlauf: Holzkohleböden im Gebiet der Hüpflingeralm/Schwarzlacke, sowie alte Ochsenkarren-Wege über den Hüpflingerhals. Im Talausgang sowie an den Steilhängen des Talausganges finden sich Relikte der ehemals ausgedehnten Weißtannen-Bestände.

In der heutigen Zeit sind die Aufgaben der Steiermärkischen Landesforste sehr umfangreich. Der wichtigste Grundsatz bei den wirtschaftlichen Überlegungen ist bei der Verwaltung und Bewirtschaftung des Besitzes die ungeschmälerte Erhaltung des Waldes und seiner Produktionskraft, um auch in Zukunft alle Funktionen voll erfüllen zu können.

Auf Grund des schlechten Verhältnisses der bewirtschafteten Waldfläche zur Gesamtfläche kann aus wirtschaftlichen Gründen auf die Einnahmen aus den Nebennutzungen nicht verzichtet werden. Daher ist eine ständige Kontrolle und Beobachtung der Wildstände im Interesse eines gesunden, ertragreichen Waldes oberstes Gebot. Unter Zugrundelegung des Lebensraumes für Rot- und Rehwild von etwa 20.000 ha und für Gamswild von 17.000 ha ergibt dies für den Gesamtbetrieb eine Wilddichte beim Rotwild von 3,7, beim Rehwild von 4,5 und beim Gamswild von 8,2 Stück auf 100 ha (MÜHLBACHER und NICHOLS-SCHWEIGER, 1989).

Neben den wirtschaftlichen Funktionen hat aber der Landesforstbesitz auch Dienstleistungsfunktionen zu erfüllen. Durch die Geländegegebenheiten hat die Bann- und Schutzfunktion eine große Bedeutung. Die Erholungsfunktion ist besonders in den Gesäusebergen ebenfalls von großer Bedeutung. Der Naturschutz hat im Landesforstbesitz einen hohen Stellenwert und so wundert es nicht, dass bereits 1954 hier das erste und bis heute größte Naturschutzgebiet der Steiermark (ca. 11.500 ha) errichtet wurde. Am 12. März 2002 wurde vom Steirischen Landtag das Nationalparkgesetz beschlossen, welches die rechtliche Grundlage des Nationalpark Gesäuse bildet (AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG, 2002). Der Nationalpark hat ein Flächenausmaß von 11.000 ha und liegt fast ausschließlich (98%) im Gebiet der Landesforste Steiermark (WOLF und HASITSCHKA, 2002). Das Untersuchungsgebiet der vorliegenden Arbeit liegt im südöstlichen Teil des Nationalparkgebietes.

Die Steiermärkischen Landesforste sind zum Großteil mit Servitutsrechte (ca. 90 Holz- und Weidebezugsrechte) zu Gunsten bäuerlicher Liegenschaften belastet, wobei die Weidebezugsrechte eine erhebliche, hingegen die Holzbezugsrechte eine untergeordnete Rolle spielen. (MÜHLBACHER und NICHOLS-SCHWEIGER, 1989)

3 Untersuchungsmethode

3.1 Aufnahmedesign

Bei der ersten Begehung mit dem örtlichen Forstpersonal und dem Betreuer der Diplomarbeit wurden jene Bestände ausgesucht, welche für das EU-Projekt geeignet sind. Die Bestände müssen zirbenbeeinflusst sein und sollen auch die anderen Baumarten die beim EU-Projekt untersucht werden aufweisen. Es wurde in drei unterschiedlichen Höhenstufen jeweils ein Bestand ausgeschieden und eine Abgrenzung vorgenommen (Anhang 3 und Abb. 2-4). Die Lagedaten der Untersuchungsbereiche können der Tab. 5 und den Anhang 1-3 entnommen werden.

Untersuchungsbereich	Unterer Untersuchungsbereich (G I)	Mittlerer Untersuchungsbereich (G II)	Oberer Untersuchungsbereich (G III)
Geographische Lage	47° 32' 50" N 14° 41' 15" O	47° 32' 40" N 14° 41' 10" O	47° 32' 20" N 14° 41' 50" O
Höhenlage	1470-1545 m	1575-1610 m	1745-1820 m
Waldort	118/f, 118/g	118/2	118/6
Exposition	Graben Richtung Ostnordost	Schuttkegel Richtung Ostnordost	Leichte Rücken auf einem Westhang
Aufnahmemethode	Vollaufnahme kombiniert mit Stichprobe	Vollaufnahme kombiniert mit Stichprobe	Stichprobe
Flächengröße	3,43 ha	0,50 ha	—

Tab. 5: Lagebezogene Daten der drei Untersuchungsbereiche.

Es wurden auf Grund der Ausdehnung und Form der Probebestände zwei verschiedene Aufnahmemethoden, nämlich die Vollaufnahme und die Stichprobe gewählt.

Vollaufnahme: Im unteren Untersuchungsbereich (G I) und mittleren Untersuchungsbereich (G II) wurden die baumbezogenen Daten (Baumart, BHD, Alter, Höhe, Kronenansatz usw.) durch eine Vollaufnahme erhoben. Dieses Design wurde gewählt, weil man von diesen Gebieten für das EU-Projekt sehr genaue Daten über die Bäume erhalten will, von denen für die genetische Analyse Proben gewonnen wurden. Die Probenflächengröße für die Vollaufnahme beträgt im G I 3,43 ha und im G II 0,50 ha (die geringe Fläche erklärt sich aus

dem sehr unwegsamen Gelände in diesem Gebiet; unüberwindbare Blockhalden und sehr dichtes Latschenfeld im Unterholz). Die jeweilige Form der Untersuchungsbereiche zeigt die Abb. 2 für den G I und Abb. 3 für den G II.

Stichproben: Im oberen Untersuchungsbereich (G III) wurden die baumbezogenen Daten auf einem regelmäßigen Raster von 105x40 m (Abb. 4) aufgenommen, der durch die Geländegegebenheiten (Abstand der einzelnen bewaldeten Rücken zueinander, Länge der Waldgebiete auf den Rücken) zu Stande gekommen ist. Die Stichprobenfläche beträgt 200 m² (10x20 m). Im G III werden alle Daten auf diesen Stichproben aufgenommen. Im G I und G II werden die Naturverjüngung, Vegetationsaufnahme und Bodenanalyse auf Linientransekten vorgenommen (Stichprobenflächengröße 200 m²). Im G I gehören zur Linienstichprobenreihe „Rücken“ die Stichprobenflächen I-IV (Abb. 2), zur Linienstichprobenreihe „Graben“ die Stichprobenflächen V-VIII (Abb. 2) und zur Linienstichprobenreihe „Hang“ die Stichprobenflächen IX-XII (Abb. 2). Der Abstand zwischen den Probenflächen auf der Linie beträgt im G II 20 m (Abb. 3) und im G I 30 m bzw. 40 m (Abb. 2).

Die Nullpunkte für den *Strukturdiversitätsindex* werden im G III nach einem Stichprobenraster (10x10 m) aufgenommen der sich an den anderen Stichprobenraster auf der jeweiligen Fläche anlehnt. Bei den beiden anderen Untersuchungsbereichen werden die Nullpunkte für den Strukturdiversitätsindex auf einen regelmäßigen Raster (10x10 m) vorgenommen der sich an den Linienstichprobenreihen orientiert.

Für die *Bestandesaufnahme (Ba)* wurde versucht eine typische Fläche für die einzelnen Untersuchungsbereiche zu finden (Lage siehe Abb. 2-4). Im unteren Untersuchungsbereich (G I) wurden zwei Bestandesaufnahme, einer in jeder Waldgesellschaft, aufgenommen. Im mittleren Untersuchungsbereich (G II) und im oberen Untersuchungsbereich (G III) hat der Bestandesaufnahme ein Ausmaß von 10x50 m, im G I ein Ausmaß von 10x25 m.

Vom Mittelpunkt der Fläche des Bestandesaufnahmestückes wurde eine 10x20 m große Stichprobenfläche für eine Vegetations-, Bodenproben und Verjüngungsaufnahme gebildet. Die Strukturanalyse wurde zusätzlich bei jedem Bestandesaufnahme durchgeführt, wobei ein Raster von 10x10 m zur Auffindung des Nullbaumes eingehalten wurde.

Die grafische Darstellung des Aufnahmedesigns kann den Abbildungen 2, 3 und 4 entnommen werden.

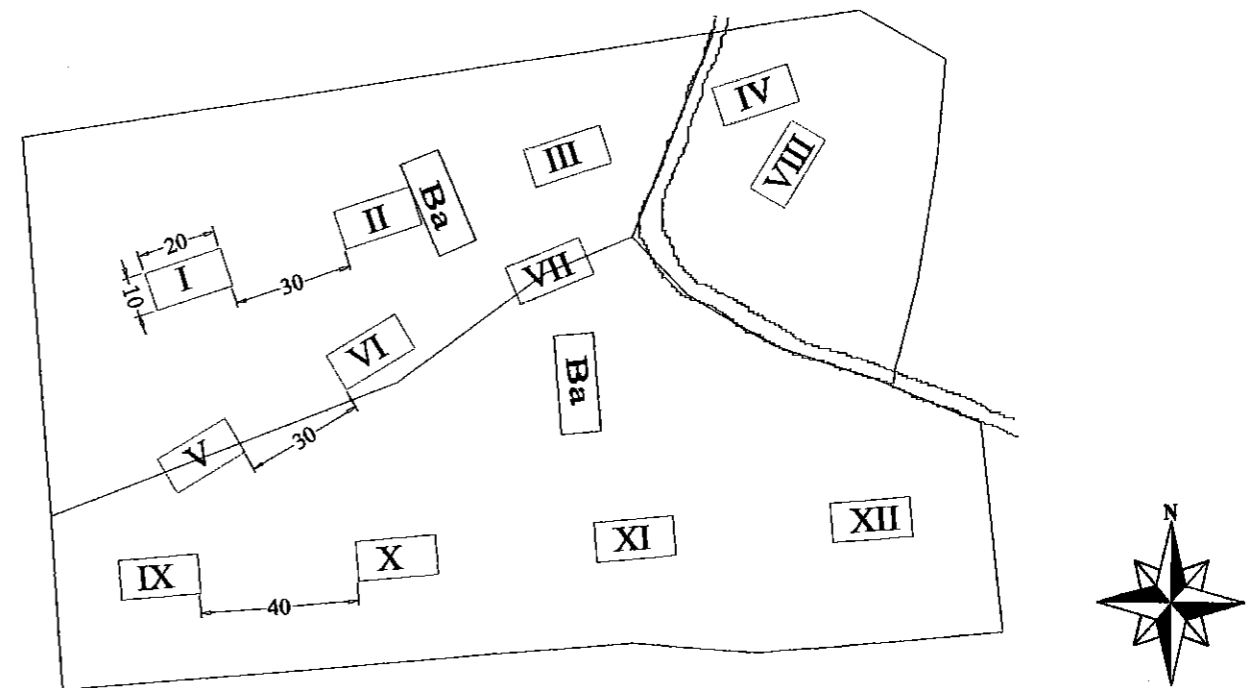


Abb. 2: Stichprobendesign im unteren Untersuchungsbereich (G I); (Angaben in m)

I, II, = Stichprobenflächennummer; Ba = Bestandesaufnahme

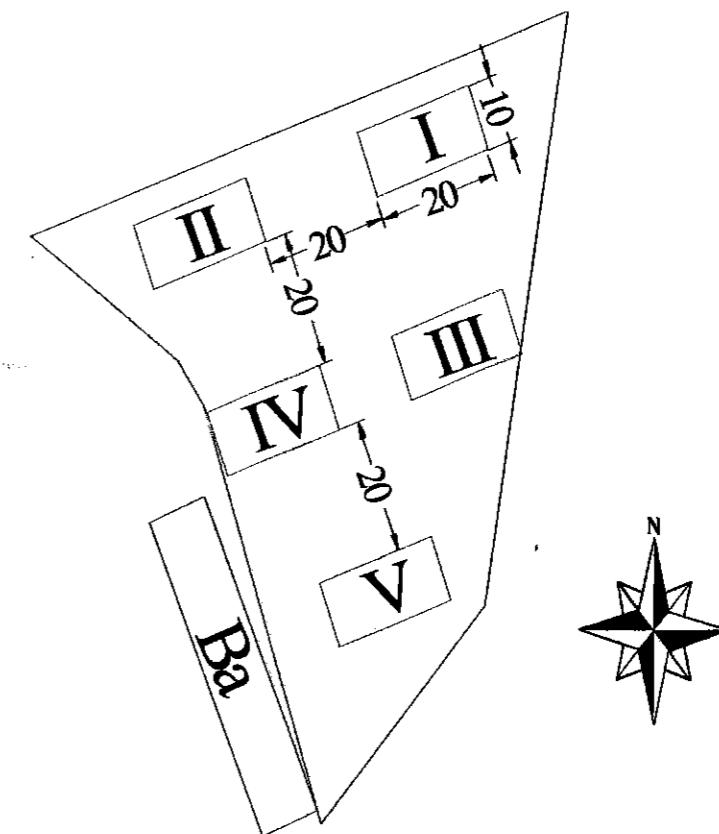


Abb. 3: Stichprobendesign im mittleren Untersuchungsbereich (G II); (Angaben in m)

I, II, ... = Stichprobenflächennummer; Ba = Bestandesaufnahme

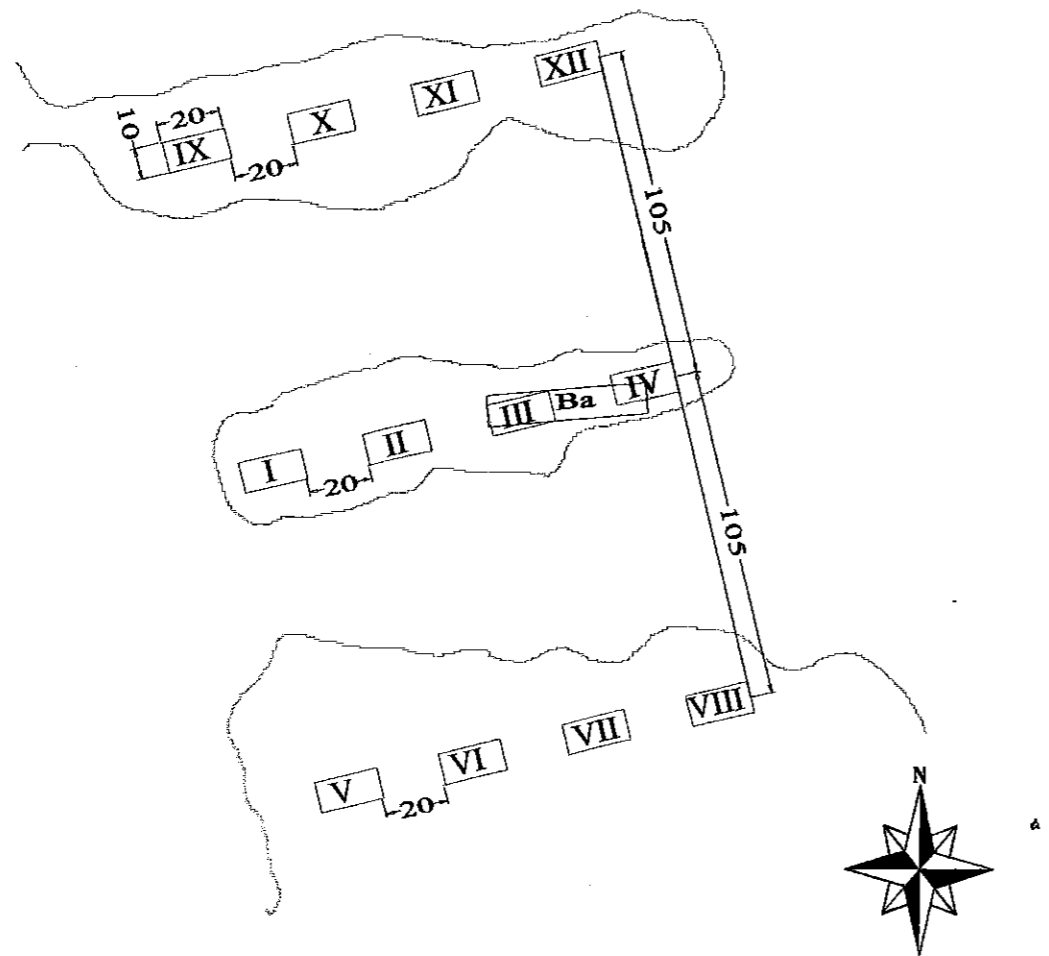


Abb. 4: Stichprobendesign im oberen Untersuchungsbereich (G III); (Angaben in m)

I, II, ... = Stichprobenflächennummer; Ba = Bestandesaufriß

Güne Linie = Grenze der Baumpopulation

3.2 Aufnahme- und Auswertungsverfahren

3.2.1 Geländeform

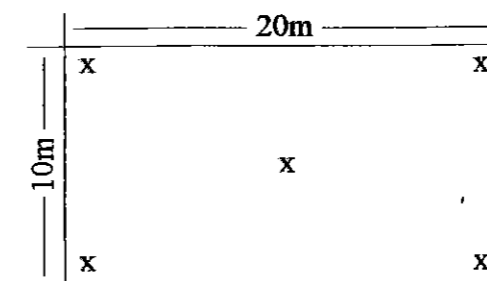
Um ein besseres Bild über die Untersuchungsbereiche zu bekommen wurden einige Daten, die die Geländebedingungen näher beschreiben aufgenommen. Bei jeder Stichprobenfläche wurden die folgenden Geländedaten erfasst.

- ◆ *Flächennummer*
- ◆ *Exposition*: in gon
- ◆ *Neigung*: in %
- ◆ *Geländeform*

Diese Geländedaten wurden gemeinsam mit der Bodenanalyse aufgenommen (siehe Anhang 5).

3.2.2 Bodenanalyse

Die Bodenaufnahmen wurden mit Bohrstock (Schlagbohrertiefe 120 cm) und Spaten und in Anlehnung an den Aufnahmeschlüssel für die Standortserkundung Forstverwaltung Lackenbach 1996 (ANONYMUS, 1996) eine Bodensprache auf den Stichprobenflächen vorgenommen. Pro Stichprobenfläche wurde nach folgendem Muster fünf mal eine Bodenprobe geworfen.



Auf jeder Stichprobenfläche wurden die folgenden Daten aufgenommen:

- ◆ *Bodenbeeinträchtigung*
- ◆ *Wassergehalt*
- ◆ *Auflage*: Mächtigkeit, Humustextur, Verpilzung, Schmierigkeit, Durchwurzelung, Spaltengründigkeit
- ◆ *Mineralboden*: Mächtigkeit, Bodenart, Skelettanteil, Struktur, Durchwurzelung, Gründigkeit

3.2.3 Vegetationsanalyse

Unter Vegetationsanalyse versteht man zunächst das Verfahren pflanzensoziologischer Datenerfassung in Pflanzenbeständen. Die Aufnahme bildet die wesentliche Grundlage pflanzensoziologischer Arbeit, weil von ihrer Qualität und ihrem Informationsgehalt das Ergebnis aller weiteren Auswertungen abhängt.

Nach der ersten Begehung wurde festgestellt, dass es sich hinsichtlich der Bodenvegetation um kleinräumige Mosaik handelt. Da das kleinräumige Vegetationsmosaik großräumig betrachtet wieder eine relativ gleichartige Vegetation ergibt und die Untersuchungsbereiche relativ kleinflächig sind, wurden die Probeflächen für die Vegetationsanalyse nach einem regelmäßigen Raster oder nach Linientransekten angeordnet. Im oberen Untersuchungsbereich (G III) wurde die Vegetationsanalyse auf einem regelmäßigen Raster durchgeführt. Im unteren Untersuchungsbereich (G I) und mittleren Untersuchungsbereich (G II) wurde die Aufnahme auf Linientransekten vorgenommen. Im G III und G II sind die Stichprobenpunkte in einem Abstand von 40 m angeordnet, im G I von 50 m.

Die Flächengröße wurde nach Erfahrungswerten für Pflanzengesellschaften in Mitteleuropa, die für die Krautschicht von Wäldern 100-200 m² vorschlägt, auf 200 m² festgelegt. Als Form für die Aufnahme wurde ein 10x20 m großes Rechteck gewählt. (DIERSCHKE, 1994)

Es wurden die Aufnahmezeiten, die von DIERSCHKE (1994) für Hochgebirgs-Vegetation ab Juli angegeben wird, eingehalten. Das Aufnahmeverfahren wurde durch eine von WILMANN (1989) modifizierte Methode der pflanzensoziologischen Vegetationskartierung nach BRAUN-BLANQUET (1964) durchgeführt (siehe Tab. 6).

R	ganz vereinzelt
+	spärlich (ca. 2-6 Ind.), geringer Deckungsgrad (<1%)
1	reichlich (bis 50 Ind.), aber mit geringem Deckungsgrad (1-5%)
2m	mehr als 50 Individuen, Deckung <5%
2a	Individuenzahl beliebig, Deckung 5-15%
2b	Individuenzahl beliebig, Deckung 16-25%
3	Deckung 26-50%
4	Deckung 51-75%
5	Deckung 76-100%
K	Keimling

Tab. 6: Beschreibung der Abkürzung der Bewertung nach Braun-Blanquet.

Die Pflanzen wurden mit Hilfe der Einteilung der Tab. 6 bewertet. Pflanzen die vor Ort nicht bestimmt werden konnten wurden mit eine Nummer versehen und herbarisiert. Die Bestimmung folgte zu späterer Zeit mit Hilfe von Bestimmungsbüchern (ADLER et al., 1994; AICHELE und SCHWEGLER, 1987; AMANN, 1994; ROTHMALER, 1995) und sowie mit Unterstützung von Frau Mag. A. Blab (Boku, Wien).

3.2.4 Bestandesanalyse

Um die Bestände in den Untersuchungsbereichen zu beschreiben sollen Aussagen über die folgenden Attribute und Parameter gemacht werden.

- ◆ Baumarten
- ◆ Höhen-Verteilung
- ◆ Zuwachs
- ◆ Strukturelle Verteilung
- ◆ Vorrat
- ◆ Bestandesaufriß
- ◆ Zustand
- ◆ Verjüngung
- ◆ BHD-Verteilung
- ◆ Alter
- ◆ Schäden

Baumarten

Bei allen Bäumen die in den Aufnahmeflächen liegen werden die Baumart mit den üblichen Abkürzungen angegeben. Außerdem werden auch alle liegenden Bäume, tot stehende und tot liegende aufgenommen die eine Höhe von 1,30 m (verholzte Teile) oder mehr aufweisen.

Vorrat

Der Vorrat wurde mit Hilfe der Volums- und Formzahlfunktion nach POLLANSCHÜTZ (1974) bestimmt (1). Um die Genauigkeit zu erhöhen wurde bei 50% der Bäume die Volumsfunktion der Österreichischen Forstinventur (BRAUN, 1969) verwendet (2). Bei der Zirbe wurde bei Individuen mit langem geradem Stamm ebenfalls die Volumsfunktion der Österreichischen Forstinventur verwendet und zusätzlich bei Zwieselbildung die Formzahlfunktion von LICK (1991) angewendet (3), die als dritte Eingangsgröße die Höhe des Zwieselansatzes berücksichtigt.

$$V_{SNR} = d^2 * \frac{\pi}{4} * h * \left(b_1 + b_2 \ln^2 d + b_3 \frac{1}{h} + b_4 \frac{1}{d} + b_5 \frac{1}{d^2} + b_6 \frac{1}{dh} + b_7 \frac{1}{d^2 h} \right) \quad (1)$$

$$V = \frac{\pi}{4} * h * \left[a * d^2 + b_1 (d_{03} * d) + b_2 * h * d + b_3 * d \right] \quad (2)$$

$$V_{Lick} = d^2 * \frac{\pi}{4} * h * \left(0,71131 - 0,03581 * \ln^2(d) - \frac{28,24844}{h} + \frac{13,70662}{d / HZA} \right) \quad (3)$$

d = Brusthöhendurchmesser (dm)

d_{03} = Durchmesser in 3/10 der Höhe (dm)

h = Baumhöhe (dm)

HZA = Höhe des Zwieselansatzes (dm)

Wie aus den Formeln zu sehen ist, werden für die Bestimmung des Vorrates folgende Parameter aufgenommen. Die Angaben über die Messgenauigkeit sind in Klammer beigefügt.

BHD (0,0 cm) Höhe (0,0 m)

D03 (0,0 cm) Zwieselansatz (0,0 m)

Mit Hilfe der Ergebnisse der einzelnen Vorratsberechnungen wurde eine Ausgleichskurve hergeleitet und mit dieser Formel das Volumen aller Bäume bestimmt.

BHD-Verteilung

Der Brusthöhendurchmesser wurde für alle Baumarten außer bei den Vollaufnahmeflächen mit dem PI-Band (Messgenauigkeit: 0,0 cm) gemessen. Bei der Vollaufnahme wurde die Fichte, wegen der Anteilung in BHD-Klassen, mit der Holzmesskluppe (Messgenauigkeit: 0 cm) gemessen.

Baumhöhen-Verteilung

Die Baumhöhen wurden für jedes einzelne Individuum, außer bei der Fichte auf den Vollaufnahmeflächen, mit Hilfe eines Maßbandes und dem Laserhöhenmessgerät LEM 50 proF aufgenommen (Messgenauigkeit: 0,00 m). Bei der Vollaufnahme wurde für die Fichte etwa 20 Höhen zufällig über den Bestand verteilt und zusätzlich die Höhen der stärksten Bäume aufgenommen, um die Höhenkurven berechnen zu können.

Bestandesaufriss

Es wurden sämtliche Individuen (lebende, tot stehende, tot liegende) auf der Bestandesaufrissfläche ab einer Höhe (Länge) von 1,30 m mit einer fortlaufenden Nummer versehen und nach Koordinaten lagerichtig im Grundriss erfasst, ihre Kronen abgelotet und ebenfalls aufgetragen, wodurch die Konkurrenz des Standraumes ersichtlich wurde.

Alter

Um einen Einblick zu bekommen, wie in der Vergangenheit der Wald aufgebaut war und wie es zu jenem Waldbild gekommen ist, wurde das Alter der Bäume untersucht.

Für die Baumarten Zirbe und Lärche wurde bei der Vollaufnahme bei jedem zweiten Baum, bei der Stichprobeninventur bei jedem Baum der Stichprobenfläche mit einem Zuwachsbohrer am Stammfuß eine Probe entnommen, sofern der Brusthöhendurchmesser ≥ 10 cm ist.

Für die Fichte wurde bei der Vollaufnahme jeder dritte Baum, bei der Stichprobenaufnahme jeder Baum der Stichprobenfläche der über ≥ 10 cm ist, gebohrt.

Zusätzlich wurden noch alle Bäume die in einem Bestandesaufriss liegen und einem BHD ≥ 10 cm aufweisen gebohrt.

Für die Auswertung wurden die Bohrspäne geschliffen und mit Hilfe eines Auflichtmikroskopes ausgewertet.

Zuwachs

Die Bohrspäne wurden auch herangezogen um festzustellen wie der Zuwachs der drei Hauptbaumarten in ihrem Leben und in den letzten zehn Jahren (1987-1997) war. Durch die Verwendung eines Auflichtmikroskopes konnten die Jahrringe bis in den hundertstel Millimeterbereich ausgewertet werden.

Zustand

Der Zustand der Baumschicht (>1,3 m Höhe) wurde mit Hilfe der IUFRO-Baumklassifizierung, dem H/D-Verhältnis, dem Kronenprozent und mit der verbalen Beschreibung der aufgenommenen Bäume beschrieben.

IUFRO-Baumklassifikation

Für die Analyse der Bestandesstruktur hat sich die IUFRO-Baumklassifikation (Internationaler Verband der Forstlichen Forschungsanstalten) bewährt. Sie kann auch für ungleichaltrige, gemischte und stärker geschichtete Bestände, sowie für Naturwälder angewendet werden und ermöglicht zwischen verschiedenen Baumarten und Individuen ausreichende Vergleiche. (MAYER, 1992)

Dieses Klassifikationsschema beurteilt in den ersten drei Stellen die gesellschaftliche Stellung und in den letzten drei Stellen wirtschaftliche Gesichtspunkte.

Übersicht: IUFRO-Baumklassifikation nach MAYER (1992)

A gesellschaftliche Stellung		B wirtschaftliche Gesichtspunkte	
Höhenklassen		Wertungsklassen	
Oberschicht	100	Auslesebaum	400
Mittelschicht	200	nützl. Nebenbaum	500
Unterschicht	300	schädl. Nebenbaum	600
Vitalitätsklassen		Schaftgüteklassen	
üppig	10	Wertholz	40
normal	20	Normalholz	50
kümmertlich	30	Fehlerholz	60
Gesellsch. Umsetzungstendenz		Kronenklassen	
vorwachsend	1	langkronig	4
mitwachsend	2	mittelkronig	5
zurückbleibend	3	kurzkronig	6

Höhenklassen (Bestandesschicht): Für ungleichaltrige, mehrschichtige Bestände sollte statt starrer Höhenklassen relative Höhenschichten mit etwa gleichem Lichtgenuss verwendet werden; Oberschicht über 80% der Oberhöhe, Mittelschicht 50-80% und Unterschicht bis 50% der Oberhöhe.

Vitalitätsklassen (Lebenskraft): Gesundheitszustand und Wuchsvermögen erfordern gutachtliche Ansprache; Kronenausbau, Farbe von Nadeln, Nadeljahrgänge, Größe und Form der Jahrestriebe.

Umsetzungstendenz (Entwicklungstendenz): Die gesellschaftliche Stellung im Vergleich zu Nachbarbäumen kennzeichnet die bestandessozioökologische Umsetzungstendenz. Vergleich von Höhenwachstum, Kronenausladungstendenz und Vitalität benachbarter Bäume liefert die Grundlagen für die Einstufung.

Wertungsklassen (Waldbauliche Stellung): Die waldbauliche Wertung bezieht sich auf Nachbarbäume innerhalb der Pflegezelle. Auslesebäume sind durch Qualität, Ertragsvermögen (Zuwachs), Vitalität, Standfestigkeit, Schaft- und Kronenausbildung usw. erkennbar; auch seltene Mischbaumarten trotz schlechter Qualität. Zu den nützlichen Nebenbäumen zählt das unentbehrliche, qualitativ mittlere Füllmaterial zur vollen Ausnützung der standörtlichen Ertragsfähigkeit. Schädliche Nebenbäume behindern die Werterzeugung von Auslesebäumen oder sind hiebsreife Bestandeglieder.

Schaftgüteklassen: Nicht der momentane Gebrauchswert, sondern die zur Erreichung einer bestimmten Güteklasse erforderlichen speziellen Qualitätsmerkmale sind von Belang.

Kronenklassen: langkronig $> \frac{1}{2}$ Baumlänge, mittelkronig $\frac{1}{2} - \frac{1}{4}$ Baumlänge, kurz-kronig bis $\frac{1}{4}$ Baumlänge; teilweise wird die Kronenform schon bei Vitalität, Entwicklungstendenz oder waldbaulicher Stellung berücksichtigt. (MAYER, 1992)

H/D-Verhältnis

Mit den H/D-Verhältnissen soll überprüft werden, welche H/D-Werte in Gebieten mit extremen Schneeanfall in einer natürlichen alpinen Waldgesellschaften vorherrschen.

Kronenprozent

Mit dem Kronenprozent soll beobachtet werden, wie die Kronenlängen sich in diesen alpinen Vegetationsgesellschaften entwickeln. Für die Berechnung des Kronenprozent werden die Baumdaten „Baumhöhe“ und „Kronenlänge“ benötigt. Die Kronenlänge wird mit Hilfe des Kronenansatzes bestimmt. Der Kronenansatz wurde mit dem ersten grünen Ast festgelegt und bei jeder Baumhöhenmessung ebenfalls durchgeführt (0,00 m).

Verbale Beschreibung

Bei der verbalen Beschreibung der Baumschicht (Höhe $> 1,30$ m) werden unter anderem Auskünfte über die Fruchtifikation, Zwieselung, Stammform und worauf sie stocken oder ob sie im Unterstand stehen gegeben.

Schäden

Die Schäden der Bäume über 1,3 m Höhe wurden, sofern sie äußerlich sichtbar waren, bei der Aufnahme mit bewertet und die inneren Fehler wurde durch die Werbung von Bohrspänen aufgenommen.

3.2.5 Verjüngungsanalyse

Bei der vorliegenden Arbeit werden alle Pflanzen die mindestens einen Baum dritter Ordnung bilden können und zwischen den Höhenklassen zwischen Keimling und 1,30 m Sproßlänge liegen bei der Verjüngungsanalyse aufgenommen. Die Verjüngung wird hinsichtlich ihrer Höhe, Vitalität, Schäden sowie besonderer Anmerkungen beurteilt.

Die Höhe der Verjüngung wird in fünf Klassen eingeteilt:

1. Höhenklasse 0,1-5 cm
2. Höhenklasse 6-20 cm
3. Höhenklasse 21-50 cm
4. Höhenklasse 51-100 cm
5. Höhenklasse 101-130 cm

Die Vitalität der Verjüngung wird in fünf Klassen unterteilt.

- 0.....abgestorben
- 1.....kümmerlich
- 2.....normal
- 3.....vital
- 4.....üppig

Am Beginn der Verjüngungsaufnahme wurden für die einzelnen Baumarten Fotos von den Vitalitätsklassen gemacht und mit Hilfe dieser die Einteilung vorgenommen (Anhang 7).

Die Schäden bei der Naturverjüngung wurden in Verbisschäden, Stammschäden (Fege-, Rücke-, Steinschlagschaden, usw.), forstliche Schädlinge und Pathogene unterteilt. Die Schäden wurden ebenfalls in fünf Klassen unterteilt.

- 1.....0% Schaden
- 2.....1-25%
- 3.....26-50%
- 4.....51-75%
- 5.....76-100%

Die Prozente beziehen sich bei den jeweiligen Schaden auf den Schädigungsgrad der entsprechenden Organe der Pflanzen.

Bei den Anmerkungen der Naturverjüngung wurde die Besonderheiten wie z.B. „auf Stein“, „Zwiesel“, „im Unterstand“ und „Kadaververjüngung“ aufgezeichnet.

Nach der ersten Begehung wurde festgestellt, dass die Verjüngung in den Stichprobenflächen nur sehr spärlich vorhanden ist. Darauf hin wurde der Einfachheit halber ebenfalls eine Flächengröße von 200 m² für die Verjüngungsaufnahmeflächen gewählt. Die Form der Stichprobenfläche ist wieder ein Rechteck mit den Ausmassen von 10x20 m. Das Aufnahmedesign der Verjüngungsanalyse in den drei Untersuchungsbereichen ist gleich wie bei der Vegetationsanalyse.

Um die Überlebenschancen der Verjüngung etwas einschätzen zu können wurde das Wind-Schneeökogramm nach AULITZKY (1963) angewendet.

3.2.6 Strukturindex nach FÜLDNER (1995)

Der Strukturdiversitätsindex wurde von Földner entwickelt um die in der forstlichen Praxis verwendete normierte Beschreibung durch messbare Variablen zu ersetzen. Dieser Strukturindex, der auch „Strukturelle Vierergruppe“ genannt wird, hat seinen optimalen Einsatzbereich in ungleichaltrigen und inhomogen aufgebauten Mischbeständen.

Das Inventurverfahren erfolgt auf Stichprobenbasis. Grundlage des Verfahrens ist der einem Stichprobenpunkt nächstgelegene Baum (=Nullbaum), welcher mit seinen drei nächsten Nachbarn zu einem Messobjekt zusammengefasst wird (Name! → Strukturelle Vierergruppe). Für die Diplomarbeit wurden zur Beschreibung der Struktur die Parameter *Durchmesser differenzierung*, *Höhendifferenzierung*, *Artendurchmischung* und *Baum-Baum-Abstand* (POMMERENING, 1997) berechnet.

Durchmesser differenzierung (TD_i)

Die Durchmesser differenzierung beschreibt die räumliche Verteilung von Baumdimensionen. Sie stellt eine Alternative zur Durchmesser verteilung dar, die Nachbarschaftsbeziehungen unberücksichtigt lässt.

Für den i-ten Baum (i=1..N) und seine n nächsten Nachbarn j (j=1..n) ist die Durchmesser differenzierung T_i definiert als

$$T_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n r_{ij} = 1 - \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \frac{\min(BHD_i, BHD_j)}{\max(BHD_j, BHD_i)}$$

$$r_{ij} = \begin{cases} 1 - \frac{BHD_i}{BHD_j} \Rightarrow BHD_i \leq BHD_j \\ 1 - \frac{BHD_j}{BHD_i} \Rightarrow BHD_i \geq BHD_j \end{cases}$$

n = Anzahl der beobachteten Nachbarn

Dabei kann die Durchmesser differenzierung folgende Werte annehmen: 0 < TD_i < 1

Eine Differenzierung von Null bedeutet, dass die benachbarten Bäume genau dieselben Dimensionen aufweisen

Der TD_i - Wert lässt sich sowohl als paarweiser Vergleich zwischen einem betrachteten Baum und dem n-ten Nachbarn ermitteln (= Verhinderung eines Nivelierungseffektes), als auch aus dem ersten bzw. dem zweiten Baum usw., oder aber als ein Mittel aus den n nächsten Nachbarn berechnen.

Für die Beurteilung von Bestandesstrukturen ist die Verteilung der TD_i - Werte von Interesse. Die Gliederung für das Ergebnis der Durchmesser differenzierung ist bei FÜLDNER (1995) wie folgt:

- **Schwache Differenzierung**

umfasst die Stufen 0,0 < TD_i < 0,3; der schwächere Baum weist eine Dimension von 70% oder mehr des stärkeren Baumes auf; beide dürfen in der Regel derselben Baumklasse angehören.

- **Mittlere Differenzierung**

umfasst die Stufen 0,3 ≤ TD_i < 0,5; der schwächere Baum weist eine Dimension von 50-70% des stärkeren Baumes auf; die Bäume fallen meist in dieselbe Baumklasse.

• **Starke Differenzierung**

umfasst die Stufen $0,5 \leq TD_i < 0,7$; der schwächere Baum weist eine Dimension von 30-50% des stärkeren Baumes auf; die Bäume fallen meist nicht in dieselbe Baumklasse.

• **Sehr starke Differenzierung**

umfasst die Stufen $0,7 \leq TD_i < 1,0$; der schwächere Baum weist eine Dimension von weniger als 30% des stärkeren Baumes auf; die Bäume fallen in der Regel in unterschiedliche Baumklassen.

Höhendifferenzierung (THi)

Die Höhendifferenzierung beschreibt die räumliche Verteilung der Baumhöhen. Die Berechnung erfolgt gleich wie bei der Durchmesserendifferenzierung.

$$T_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n r_{ij} = 1 - \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \frac{\min(\text{Höhe}_i, \text{Höhe}_j)}{\max(\text{Höhe}_j, \text{Höhe}_i)}$$

Die Grenzen der Ergebnisse und Gliederung für das Ergebnis der Höhendifferenzierung ist gleich wie bei der Durchmesserendifferenzierung.

Artendurchmischung (DMi)

Die Artendurchmischung beschreibt die räumliche Verteilung der Baumarten in einem Bestand. Die Durchmischung ist definiert als der Anteil artfremder Nachbarn. V_{ij} gibt an, ob Nachbar „j“ zur selben Art gehört (=0) oder zu einer anderen (=1).

$$M_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n V_{ij}$$

$V_{ij} \Rightarrow 0 = j$ 'ter Nachbar gehört zur selben Art

$1 = j$ 'ter Nachbar gehört zu einer anderen Art

$n =$ Anzahl der beobachteten Nachbarn

Für die strukturelle Vierergruppe ($n=3$) kann die Artendurchmischung, vier diskrete Werte annehmen

0,00 alle Bäume der Vierergruppe gehören derselben Art an

0,33 ein Nachbar des Nullbaumes gehört einer anderen Art an

0,67 zwei der drei Nachbarn gehören einer anderen Art an

1,00 alle Nachbarn des Nullbaumes gehören einer anderen Art an

Je größer der Wert ist, desto stärker sind die Baumarten einzelstammweise mit einander vermengt. Geringere Werte deuten auf eine Verteilung der Baumarten in artenreinen Gruppen oder Horsten hin.

Baum-Baum-Abstand (Di)

Beim Baum-Baum-Abstand nach POMMERENING (1997) handelt es sich um einen Parameter der räumlichen Verteilung. Er charakterisiert die Individualverteilung von Bäumen in einem Bestand. Auch hier werden die D_i -Werte im paarweisen Vergleich ermittelt, getrennt nach Nachbarn summiert und die Summe durch die Anzahl der Baumindividuen im Bestand dividiert.

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

$S_{ij} =$ Abstand des i 'ten Baumes zum j 'ten Nachbarn

$n =$ Anzahl der beobachteten Nachbarn

Der Abstand wird als Entfernung zwischen den Stammachsen zweier Bäume gemessen.

Wie den anderen Größen bietet auch hier eine Verteilung mehr Information als ein Lageparameter. Es erweist sich als praktikabel die im Bestand auftretenden Baum-Baum-Abstände ($D1_i, D2_i, D3_i, D_i$) in die nachfolgend definierten 10 Klassen einzuteilen:

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: $9 \text{ m} \leq D_i$

4 Auswertung

4.1 Waldbauliche Beurteilung der Baumarten

Die waldbauliche Beurteilung der auftretenden Baumarten wird deshalb angeführt um ausreichende Kenntnisse über die Eigenschaften der jeweiligen Baumarten zu erhalten. Dies ist die Grundlage um das Zusammenleben innerhalb der Baumarten und untereinander besser verstehen zu können. Daraus können dann Behandlungs-, Pflege- und Verjüngungsmaßnahmen abgeleitet werden. Bei naturnah aufgebauten Wäldern kann eine direkte Beurteilung der Baumarten auf soziologisch-ökologischer Basis (natürlicher Gesellschaftsanschluss) durch ungestörte Wechselbeziehungen von Standort und Bestand erfolgen. Durch anthropogene Beeinflussung wird der Beziehungskomplex in nicht genau bekanntem Ausmaß abgewandelt, sodass die waldbaulichen Folgerungen nur eingeschränkt gültig sind. Es müssen daher verstärkt die lokalen Eigenarten der Baumarten, deren standortsbedingten ökologischen und physiologischen Amplituden, die Wuchsleistung und der waldbauliche Charakter berücksichtigt werden.

Zirbe (Pinus cembra Linne)

Arealentstehung

Die europäische Variante dieser fünfnadeligen Kiefernart wanderte aus den hochglazialen Refugialgebieten des Wiener Beckens, der ungarischen Tiefebene und des Karpatenvorlandes in den Alpenraum zurück. Sie dürfte die letzte Eiszeit bereits in den Alpen überdauert haben (BORTENSCHLAGER, 1967) und findet sich während des Postglazials, der Zeit ihrer größten Verbreitung, auch in den nördlichen Randalpen (FRENZEL, 1964). Durch die zunehmende Fichtenkonkurrenz geht der Zirbenanteil zurück und bei geringer Gipfelhöhe erlöschen randalpine Zirbenvorkommen während des subborealen Höchststandes der Waldgrenze. Pollenanalytische Untersuchungen von DRESCHER-SCHNEIDER (2003) im Bereich des Sölkpasses bestätigen diese Beschreibung der Arealentstehung.

Verbreitung

Die Zirbe hat im hochsubalpin-kontinentalem Areal ihren Schwerpunkt in den Innentalen und den angrenzenden Zwischenalpen. In den Ostalpen ist sie trotz geringerer Massenerhebung

breiter als in den Westalpen. Durch den waldgeschichtlichen Rückgang und starken anthropogenen Einfluss (Alpenweidenrodung, Sudofenholz, Schnitzerei) ist das Areal stark aufgelöst worden und es sind sogar Zirben-Fehlgebiete entstanden. Da die Zirbe der höchststeigende Baum der Alpen ist und die untere Verbreitungsgrenze durch die Konkurrenz der wuchskräftigeren Fichtenwälder bedingt annähernd gleich bleibend ist, sinkt die Gürtelbreite von den Westalpen (800-1000 m) durch die höhere Massenerhebung zu den Ostalpen (im Osten 200-400 m). Die Grenzpunkte der Verbreitung des Zirbenareals in Österreich sind im Norden Karwendel, Warscheneck und Gesäuse, und im Osten der Zirbitzkogel.

Vergesellschaftung

Die Zirbe ist jene mitteleuropäische Baumart die die engste ökologische Amplitude aufweist. Ihr Maximum ist im Lärchen-Zirbenwald, das Optimum hingegen erreicht sie im angrenzenden subalpinen Fichtenwald. Durch die Möglichkeit der Arve hoch hinauf vorzukommen ist sie auch in Zwergstrauchgesellschaften oberhalb der Waldgrenze, meist zwar vereinzelt und als Krüppelwuchs, anzutreffen. Weiters kommt die Zirbe in initialen Bergkiefern- bzw. Latschengesellschaften und montan im bodensauren Schneeheide-Kiefernwald mit *Rhododendron ferrugineum* als Entwicklungsrest vor.

Ökologie

Die (Halb-) Lichtbaumart verträgt in der Jugend Halbschatten, kann daher lichte Lärchenbestände oder Fichten-Lärchenwälder unterwandern, wird aber auf Grund des geringeren Höhenwachstums speziell am unteren Rand des Verbreitungsgürtels von konkurrenzfähigeren Baumarten unterdrückt. Sie fällt hier, besonders in dichten Altbeständen, wegen höherer H/D-Werte häufig Schneebruchereignissen zum Opfer. In diesen Beständen finden sich daher oft Zirben mit einer oder mehreren Zwieselungen, als sichtbares Zeichen von Wipfelbrüchen durch Schneebruchereignisse.

Durch die sehr geringen Ansprüche an die Temperatur (mittlere Jahrestemperatur 0°C) genügt der Arve eine Vegetationszeit von 2-2½ Monaten über 10°C. Die Photosyntheseleistung der Zirbe beginnt bei -5°C und endet bei +36°C, funktioniert im Bereich von 10 bis 15°C optimal und nimmt erst bei Windgeschwindigkeiten >8m/s allmählich ab. (HÄSLER, 1992)

Die sehr winterfrostharte Zirbe kann im Winter bis -40°C ohne Schäden ertragen, während der Vegetationsperiode können Kälteeinbrüche bis -8°C kaum Schäden anrichten, sodass sie gut an Wetterveränderungen angepasst ist.

Wo die Zirbe vorkommt sind die Wachstumsbeschränkungen eher durch klimatische Bedingungen als durch Wasser- oder Nährstoffmangel im Boden verursacht. Die kutikuläre Transpiration der Arve ist im allgemeinen gering. Sie kann die Bodenfeuchtigkeit gut ausnutzen, weil sich ihre Stomata bei einem Bodenwasserpotential von -0,4 bar schließen. Im Winter ist die CO₂-Bilanz von Pflanzen an der Waldgrenze negativ, daher können in diesem Bereich die Pflanzen nur Überleben wenn ein entsprechender Nährstoffspeicher in der Pflanze selbst oder ein Symbiose (z.B. Mykorrhiza) vorhanden sind (HÄSLER, 1992). Unabhängig vom geologischen Substrat (Kalk, Silikat, usw.) liebt die Zirbe nachhaltig frische, gründige Rohhumusböden. Gemieden werden Standorte mit langandauernder Schneedecke und zur Vernässung neigende Böden. In zu dichten Beständen fördert sie durch ihre bodensaure Nadelstreu die Bildung von natürlichen, teilweise mächtigen Rohhumusaufgaben und unterstützt somit die podsolige Dynamik der Böden. Zur Erhaltung bzw. Schaffung bestmöglicher Nährstoff-, Wasser- und Luftaushalte des Bodens ist für eine ausreichende Belichtung der Waldbodens zu sorgen. Es kommt mehr Licht und Wärme auf die Bodenoberfläche, wodurch es zu einer Aktivierung des Bodenlebens kommt. Dadurch können die starken Nadelstreuauflagen rascher abgebaut und die freiwerdenden Nährstoffe wieder dem Nährstoffkreislauf zugeführt werden. Es wird die natürliche Verjüngung und die Strukturierung der Bestände, durch aufkommen anderer Pflanzen (Bodenvegetation, Sträucher, usw.) gefördert. Eine artenreiche Bodenvegetation dient wiederum als Pufferspeicher für Nährstoffe und Bodenfeuchtigkeit und ermöglicht die Entstehung einer Vielzahl ökologischer Nischen für diverse Mikro- und Makroorganismen, die ihrerseits auf verschiedenste Weise zur Bodenmelioration beitragen (STOSZEK, 1994).

Gefährdung

Die weitaus größte Gefahr für die heranwachsenden jungen Zirben ist der Befall durch die „Schneeschütte“ (*Phacidium infestans*), die vor allem an lang anhaltende und hohe Schneebedeckung angepasst ist (DONAUBAUER, 1996). Die immergrünen Holzpflanzen sind daher wo sich, sei es aus regionalklimatischen oder reliefbedingten Gründen eine Schneedecke von hoher Mächtigkeit und langer Dauer bildet. Schäden könnten, vor allem bei Hochlagenaufforstungen, durch geeignete Wahl der Pflanzorte, Vermeidung von Standorten mit langanhaltender Schneedecke (Gräben, Mulden), größere Pflanzenabstände und durch Verwendung höhenadaptierten Pflanzenmaterials verringert werden. (AULITZKY und TURNER, 1982)

Verjüngungsverfahren die den Bestand gleichmäßig auflichten bewirken, dass durch die schneefilternde Wirkung größere Schneehöhen und durch Beschattung die Ausaperungszeit verlängert wird. In gefährdeten Lagen scheinen daher bei künstlicher Bestandesbegründung flächenweise kleine Streifen-Kahlschläge oder zur natürlichen Verjüngung von Beständen große Femellöcher mit mehreren Baumlängen im Durchmesser geeignetere Verfahren zu sein (KAMMERLANDER, 1985; STOSZEK, 1994).

Eine weitere Ursache für Ausfälle bei der Zirbe ist das „Kiefertriebsterben“ (*Ascochyta abietina*). Bei SENN und SCHÖNENBERGER (2001) sind 60% der Zirbenverjüngung des Aufforstungsversuches Stillberg durch das Triebsterben ausgefallen. Dabei steigt die Ausfallwahrscheinlichkeit mit zunehmender Seehöhe und Dauer der Schneedecke. Standorte die am 10. Juni noch mit Schnee bedeckt sind weisen eine Mortalität von 90% auf (SENN et al., 1992). Das letzte größere Zirbentriebsterben in Österreich wurde in Tirol (Tuxer Alpen) 2000 beobachtet (TOMICZEK et al., 2001).

Probleme mit der Holzfäule spielen bei der Zirbe meist nur nach Stammverletzungen, Wipfelbrüchen oder im vorgeschrittenen Alter eine Rolle. Die Altersrotfäule tritt vermehrt bei Beständen mit sehr guter Bonität ab rund 230 Jahren auf. Gegenmaßnahmen sind z.B. die Vermeidung von zu dichten Beständen, Verhinderung von Stammverletzungen, Verschließen von Stöcken, Wahl einer kürzeren Umtriebszeit aber auch Überlegungen hinsichtlich alternativer Baumarten auf diesen Standorten. Eine untergeordnete Rolle bei der Zirbe spielen Insektenschäden. Lediglich die „Rote Kiefernbuschhornblattwespe“ (*Neodiprion sertifer*) verursacht manchmal auf trockenen Standorten Zuwachsverluste durch Nadelfraß. Gefährdung durch Borkenkäfer sind auf Grund der Höhenlage, aber auch durch große Harzkanäle der Zirbe zur Abwehr der Käfer gering und beschränken sich auf stark prädisponierte Individuen. (FUNCKE, 1998)

Obwohl die Zirbe an die extremen Bedingungen dieser Höhenlage gewöhnt ist, sind abiotische Schäden relativ häufig. Ein Beispiel dafür zeigt LICK (1991) bei der Entwicklung seiner Ertragstafel für die Zirbe von Murau, wo ein Zwieselprozent von 73% festgestellt wurde. Die winter- und spätfrostharte Baumart ist empfindlich gegen Frosttrocknis bei Isolation im Spätwinter und gefrorenem Boden. Sie ist relativ sturmfest und daher spielt der Windwurf bei der Zirbe kaum eine Rolle. Im Frühjahr kommt es durch Nassschnee häufig zu Kronenbrüchen. Dies führt, wegen des gutem Ausheilungsvermögens, zu den nicht seltenen Kandelaberbildungen. Das gute Ausheilungsvermögen zeigt sich auch bei Stamm- und Wurzelschäden durch Steinschlag und Lawinen. Die Jungpflanzen sind durch Schneeschub und -gleiten gefährdet. (AULITZKY und TURNER, 1982)

Die Zirbe ist gegen den direkten Einfluss von Luftschadstoffen wie SO₂ oder Ozon nicht besonders anfällig (GENYS und HEGGESTAD, 1978). Verschiedene Stäube, die die Stomataöffnungen verkleben, stellen für die Zirbe eine gewisse Gefährdung dar (MINARCIC und KUBICEK, 1991). Indirekte Einflüsse wie großflächige Rodungen, Waldweide und in jüngster Zeit auch die Sekundärfolgen des Waldsterbens hinterließen auf vielen Zirbenstandorten deutliche Spuren (FUNCKE, 1998). Einflüsse hervorgerufen durch die Ernte der Zirbenzapfen konnte im Untersuchungsgebiet sehr gut beobachtet werden.

Waldbauliche Beurteilung und Wuchsleistung

Da die Zirbe eine sehr langlebige Baumart ist wird sie regelmäßig 200-400 Jahre, örtlich auch 700-1000 Jahre alt (Spitzenwert -1200 Jahre). Die durchschnittliche Höhe liegt bei 20-23/25 m, die Höchstwerte liegen bei 30 m. Die beträchtlichsten Massenleistungen (Wiegenwald, Radurschltal) betragen 8-10 fm pro Baum. Die in der Jugend sehr langsamwüchsigen Zirben erzeugen Bestände mit geringer Massenleistung, die aber durch das vielseitig verwendbare und hoch bewerteten Holzes eine beachtliche Wertleistung erbringen. Die Zirbe ist sowohl eine Schlussbaumart in der hochsubalpinen Waldentwicklung, als auch eine Pionierbaumart bei Bergstürzen auf Rohhumus-Zwergstrauchstandorten. Wegen der guten Tauglichkeit bei Klimaextremen und der Möglichkeit weit ins Gebirge hinauf vorzukommen, ist sie die wichtigste zentralalpine Waldkronen-Baumart und eine unentbehrliche Schutzwaldbaumart für Hochlagenaufforstung, Lawinen- und Erosionsschutz und Wildbachvorbeugung. In der subalpinen Lage sind Wetterzirben und Kandelaberbäume charakteristisch und gilt auch deswegen als schönster alpiner Baum. Überalterte Zirbenbestände weisen nur mehr einen ungenügenden Schutz auf. (MAYER, 1992)

Lärche (*Larix decidua* Miller)

Arealentstehung

Die aus dem Refugialgebiet im östlichen und südöstlichen Alpen- und Karpatenvorland (Pannonisches Becken) eingewanderte Lärche war bis zum mittelalterlichen Klimaoptimum pollenanalytisch lediglich sporadisch im Waldgrenzenbereich nachweisbar (KRAL, 1970). Eine starke und ziemlich plötzliche Arealausweitung verursachten Alpenweiderodungen und Kahlschläge seit dem 17. Jahrhundert, wodurch eine breite Lärchen-Fichtenwaldzone

entstand, in der Lärchen dominiert (HOLZINGER, 1987). Die pollenanalytische Untersuchung von KRAL (1990) in den Berchtesgadener Alpen bestätigt diese Arealentstehung der Lärche.

Verbreitung

Das natürliche Areal ist nur mehr der Rest einer ehemals weiten und zusammenhängenden Verbreitung in der frühpostglazialen *Pinus*-Zeit. Das heutige Vorkommen ist nicht mit dem natürlichen Verbreitungsareal identisch, weil durch die anthropogene Arealausweitung ein 5-20 fach größeres Verbreitungsgebiet entstanden ist. Das Hauptverbreitungsgebiet der Lärche ist im subalpinen Inneralpengebiet mit Abnahme des Vorkommens gegen die Randalpen und bei tieferen montanen Lagen. Die Lärche ist in den subalpinen-montanen Schlusswaldgesellschaften ein typischer Kahlschlagszeiger. Bei den sehr weiten Höhenamplituden (250-2400 m) sinken die Ober- und Untergrenzen von den Innen- zu den Randalpen und von Westen nach Osten. (MAYER, 1992)

Gesellschaftsanschluss

Dabei ist zu bedenken, dass dem engbegrenzten Hauptareal ein stark zerstreutes Sekundärvorkommen gegenüber steht. Das Maximum der Lärche ist im Alpenrosen-Lärchenwald, Lärchen-Zirbenwald sowie im montanen Steilfels-Lärchenwald als natürliche Refugialstandorte. Mit geringeren Anteilen kommt sie im Bergkiefernwald und im weniger extremen Schneeheide-Kiefernwald vor. Nur sporadisch tritt sie im subalpinen und montanem Steilhangschlusswald auf. Da die Lärche eine extreme Lichtbaumart ist, tritt sie subalpin als primäre Pionierbaumart auf Initialstandorten, aber auch montan hängt der natürliche Lärchenanteil vom Wettbewerb der Schattbaumarten ab. Klimaxnahe Schlusswälder haben einen höheren Lärchenanteil als reife, fast lärchenfreie Schlusswälder. Extrem bodentrockene Dauergesellschaften werden vermieden. Die Lärche kann in tieferen Lagen als sekundäre Pionierbaumart nachhaltig den Lebensraum zwischen typischen Schlussbaumarten (Fichte, Tanne, Buche) und Pionierbäumen (Kiefer, Latsche) besiedeln. (MAYER, 1992)

Ökologie

Die Lärche als ausgesprochene Lichtbaumart hat Lichtminima von 10 bis 15 Prozent der Außenhelligkeit bei der Verjüngung und 20 Prozent für erwachsene Bäume. Die Keimfähigkeit nimmt bei ausreichender Bodenfeuchtigkeit proportional zum Lichtgenuss zu, auf allzu trockenen Böden vermag sie jedoch stärkeres Licht wegen zu hoher

Bodentemperaturen und entsprechender Atmungsverluste nicht mehr auszunützen. (AULITZKY und TURNER, 1982)

Die Lärche als Lichtbaumart ist sehr empfindlich gegen seitliche Kroneneinengung, was sich teilweise in fichtenreichen Beständen deformierte Kronen zeigt (herkunftsbedingte Unterschiede). Die randalpinen Tieflagenlärchen sind weniger lichtbedürftig und sind daher auch mit kleineren Kronen lebensfähig. (MAYER, 1992)

Durch die weite kollin-hochsubalpine Amplitude der Lärchen-Klimarassen sind die sehr stark streuenden Klimagrenzwerte wie Jahresmitteltemperatur von -1 bis 14°C , Jahresniederschlag von 450-2500 mm und Vegetationszeiten von 50-230 Tagen zu erklären (MAYER, 1992).

Die Lärche gedeiht am besten auf tiefgründigen, gut durchlüfteten, nachhaltig frischen Böden. Durch den Pioniercharakter kommt es zum reichlichen auftreten der Lärche auf Rendsina und Ranker. Nachhaltige Bodenfrische ist für die Lärche wesentlich, weil dadurch der hohe Transpirationsbedarf gedeckt werden kann. Zur Pseudovergleyung neigende Böden werden dagegen gemieden, da es bei diesen zu Luftmangel kommt. Trotz des höheren Wasserverbrauchs der Lärche (250-350 mm) kann sie auch in ziemlich trockenen Tieflagen der Inneralpen vital gedeihen. Die Ansprüche an den Basen- und Nährstoffhaushalt sind relativ gering. Trotzdem ist der Höhenwachstum auf Arven-Rohhumusböden relativ gering. Durch ungleichmäßige Auflichtung der Bestände und damit Förderung der Alpenrosen-Heidelbeere-Zwergstrauchheide wird die Lärche geradezu „hinausgeplentert und damit ausgeschaltet“ (AULITZKY und TURNER, 1982). Die Lärchenstreu kann sich wegen ihres weiten C/N-Verhältnis nur schwer zersetzen, was durch Lichtstellung und Mischung deutlich besser wird.

Das typische Wurzelsystem ist ein Herzwurzelsystem. Das Pfahlwurzelsystem in der Jugend und das intensive und kräftige Wurzelwachstum fördert das Jugendwachstum und dadurch wird auch die Rolle als Bodenfestiger geklärt. Durch die erhebliche mechanische Wurzelenergie eignet sich das Wurzelsystem für skelettreiche Böden und dichte Fließerdeböden. (MAYER, 1992)

Durch den relativ späten Nadelaustrieb und herbstliche Nadelverfärbung wird die Produktionszeit im Vergleich zur Arve beträchtlich verkürzt. Dies kann aber durch das mehr als doppelt so hohe Assimilationsvermögen der Lärchennadeln sogar überkompensiert werden (TRANQUILLINI, 1962). Die Lärche wächst daher die ersten 25 Jahren schneller als die Zirbe (AULITZKY und TURNER, 1982).

Gefährdungen

Da die Lärche in den natürlichen Arealen winterfrosthart ist, spielt nur der Spätfrost, vor allem der Pflanzung von Hochlagenherkünften in der Tieflage, eine gewisse Rolle. Die Gefahr durch Frosttrocknis spielt auch bei der Lärche eine gewisse Rolle, da die winterliche kutikuläre Transpiration der entnadelten Lärche teilweise größer ist als jene der benadelten Zirbe. (AULITZKY und TURNER, 1982)

Einerseits wäre die Lärche gut geeignet für Flächen mit hoher Schneedauer weil sie durch die winterliche Entnadelung die „Schneepilze“ wenig anhaben können, andererseits kommt es jedoch bei hohen Schneelagen und gewissen Geländeneigungen (schon bei 25° können über 72% Stammschäden auftreten) zu mechanischen Schneedruckschäden. Durch gleiten oder kriechen der Schneedecke kommt es zu Säbelwuchs oder sogar zum Bruch des Stammes. Um die mechanischen Schneeschäden in Grenzen zu halten, sollen die Lärchen nur auf Flächen verjüngt werden, die eine Hangneigung unter 35° haben und die Bodenrauigkeit relativ hoch ist. Sonst werden die Junglärchen umgebogen und es kann das Lärchentriebsterben (*Ascocalyx laricina*) auftreten, welcher seit den 80er Jahren des vorigen Jahrhunderts allerdings kaum mehr aufgetreten ist (DONAUBAUER, 1996). Durch nicht verborkte Rindenpartien und durch Frost aufgebrochenes Kambium kann es zu einer Infektion mit Lärchenkrebs (*Lachnellula = Dasycypha willkommii*) kommen. Auf geeigneten Standorten ist ein gutes Ausheilungsvermögen vorhanden. Umso feuchter der Standort umso gefährlicher kann die Krankheit werden (DONAUBAUER, 1996). 1998 und 1999 ist in den Tieflagen meist in jungen Beständen ein verstärktes Auftreten des Lärchenkrebses registriert worden (TOMICZEK et al., 1999; TOMICZEK et al., 2000). Neben diesen Pilzerkrankungen gibt es noch einige Nadelkrankheiten (z.B. Nadelbräune, Lärchenschütte) bei der Lärche, die die Nadeln braun werden lässt, aber im großen und ganzen keine große Bedeutung haben. Das letzte starke Auftreten der Lärchenschütte (*Hypodermella larici*) ist in den Seetaler Alpen (Steiermark) 2002 vorgekommen (TOMICZEK et al., 2003). Unter den tierischen Schädlingen ist der „Graue Lärchenwickler“ (*Zeiraphera griseana*) hervorzuheben, der in den letzten Jahrzehnten Lärchenbestände in den Ostalpen bis 2100 m befiel (AULITZKY und TURNER, 1982). Der Raupenfraß verursacht beträchtliche Zuwachseinbußen. Die Entwicklung des Grauen Lärchenwickler ist besonders gut unter dem lichten Schirm von Lärchengruppen, da dort die optimale Bodentemperatur (7 bis 28°C) für die Puppen vorherrscht. Auch Vitalitätsverluste die durch die Lärchenminiermotte (*Coleophora laricella*) verursacht wird erhöhen die Disposition für andere Schädlinge. Der „Lärchenblasenfuß“ (*Thaeniothrips laricivorus*) verursacht das die Lärchenwipfel absterben, was vor allem in fichtenreichen

Mischkulturen durch die Höhen- und sonstigen Konkurrenzkräfte dazu führt, dass die Lärche in diesen Beständen ausfällt. Durch die erhöhte Frostempfindlichkeit der befallenen Triebe wird auch der Lärchenkrebs begünstigt.

Winterliche Nageschäden werden durch Mäuse in vergrasten Kulturen und durch Schneehasen verursacht. Die Lärche wird gerne von Reh-, Rot- und Gamswild angenommen und vom Rehbock und Hirsch stark gefegt und geschlagen. Daher kann die Lärche oft nur unter Schutz aufgebracht werden. (MAYER, 1992)

Waldbauliche Beurteilung und Wuchsleistung

In den Hochlagen wird die Lärche 200-400 Jahre alt (Spitzenwerte –800 Jahre). Da die Lärche eine raschwüchsige Baumart ist kulminiert der Zuwachs schon bei 15-25 Jahren. Auf den besseren Standorten kann das Stärkenwachstum lang anhalten. Sie kann Höhen von 40-45/54 m und Durchmesser von 100-200 cm erreichen.

Die Lärche ist neben der Fichte die wichtigste Baumart der Alpen. Das Holz ist dauerhaft, widerstandsfähig und ist meist gut verkernt. Die engringigen, gut verkernten Steinlärchen können technologisch mit der Esche verglichen werden, aber die schlecht verkernten Graslärchen sind schlechter zu bewerten als die Fichte. Die Lärche ist in den Alpen eine wichtige Mischbaumart zur Anreicherung und Stabilisierung fichtenreicher Bergwälder, weiters zum Aufbau einer schutzwirksamen Waldkrone (Schutzwaldbaumart), als Pionierbaumart zur Wiederbestockung von Katastrophenflächen und als landschaftsprägender Baum (herbstliche Färbung) zur Landschaftspflege. In den künstlichen Anbaugebieten wertet sie meist nicht so leistungsfähige Wälder auf, vor allem auf den trockeneren Standorten. Dabei ist immer auf die richtige Herkunft zu achten. Da die Lärche für die Starkholzproduktion gut geeignet ist, stellt sie jene Baumart dar, die am besten für den Überhalt geeignet ist. Entscheidend für den Anbauerfolg ist primär ob die geeigneten Ökotypen oder Provenienzen gewählt wurden und ob die richtige Standortwahl getroffen wurde. Mischung mit Fichte ist wesentlich ungünstiger als mit Laubbaumarten, wobei aber durch gruppenweise Beimischung oder Zweischichtbetrieb die angespannte Wuchsrelation begegnet werden kann. Durch eine ausreichende Pflege in den Jungbeständen kann die erwünschte Wertleistung erzielt werden. (MAYER, 1992)

Fichte (*Picea abies* (L.) Karsten)

Arealentstehung

Die postglaziale Einwanderung erfolgte von den eiszeitlichen Refugien am Ostrand der Alpen und auf der Balkanhalbinsel über ihren Hauptwanderweg von Osten nach Westen entlang des Nordabfalles der Alpen. Im Subporeal wurde die Waldgrenze in vielen Gebieten (z.B. Dachstein-Massiv) von der Fichte gebildet. Später ist aber der Wald-Höchststand der Fichte durch klimatische und anthropogene Bedingungen gesunken. Im Mittelalter ist dann zeitweise das reichliche Fichtenvorkommen wieder mit der potenziellen Waldgrenze identisch. Während der Salinen-Großkahlschlägen und der Intensivierung der Almwirtschaft unterschreitet die Fichte die potenzielle Waldgrenze wieder. In tieferen Lagen hat die Fichte vor allem durch anthropogenen Einfluss das Areal jedoch stark ausgedehnt. Durch das Ende der Salinen-Großkahlschlägen, aber auch durch den Rückgang der Almbewirtschaftung dringen geschlossene Fichtenwälder in diese Gebiete zurück. Die Fichte besiedelt wieder die aufgelassenen Almen und unterwandert die lichten Hochlagenbestände, wodurch die Lärche zum Teil ausgeschaltet wird. (HOLZINGER, 1987)

Die Ergebnisse der pollenanalytische Untersuchung von KRAL (1990) in den Berchtesgadener Alpen bestätigen die oben beschriebene Arealentstehung.

Verbreitung

Durch den starken anthropogenen Einfluss ist es schwierig das natürliche Areal der Fichte abzugrenzen. Durch die Einwanderungsgeschichte gibt es drei Teilareale. Wobei das Untersuchungsgebiet zum alpin-dinarischen Gebirgsvorkommen der Fichte zählt.

Gesellschaftsanschluss

Durch die breite Gesellschaftsamplitude der Fichte kommt sie in vielen Standortseinheiten vor, hat aber das Maximum (ökologisches Optimum) in klimabedingten Schlusswaldgesellschaften (*Piceetum subalpinum et montanum*) oder in buchen- und tannenfreien Spezialgesellschaften auf montanen Extremstandorten. In diesen natürlichen Schlusswaldgesellschaften liegen aber nicht die optimalen Wachstumsbedingungen für die Fichte sondern häufiger im mäßig subkontinentalen Abietetum-Gebiet. Die Spitzenleistungen werden in buchen- und tannenreichen Mischwäldern mit optimaler Durchfeuchtung in den Rand- und Zwischenalpen erreicht. Die Fichte tritt am Arealrand in den laubbaumreichen

Klimaxwäldern bei fluktuierenden Kontakt zum Teil mit hohem Vorkommen auf. Bei physiologisch flachgründigen Standorten mit sauren, mächtigen Rohhumusaufgaben und trockenem bzw. zu nassem Wasserhaushalt entsteht der Block- bzw. Moorrand-Fichtenwald. Die Fichte ist subalpin eine typische Schlussbaumart, montan eine sekundäre Klimaxbaumart und sowohl in den Hoch- und Tieflagen, nach Katastrophen und Kahlschlägen, eine charakteristische Pionierbaumart und kann dadurch das Areal stark ausweiten. (MAYER, 1992)

Ökologie

Vom Lichtbedarf her wechselt die Fichte ihre Ansprüche je nach dem in welcher Höhenlage sie sich befindet und welche Klimaverhältnisse dort herrschen. Montan ist sie eine Halbschattbaumart, subalpin durch das größere Wärmebedürfnis wird sie zu einer Halblichtbaumart und in der kollinen Höhenlage wird sie immer schattenfester. Dies zeigt sich, dass in diesen Tieflagen vitale Fichtenverjüngungen auf nährstoffreichen Standorten unter mehrschichtigen Laubmischwäldern gedeihen. Weiters hängt das Lichtbedürfnis stark von der Nährstoff- und Feuchtigkeitsversorgung ab. Die Fichte kann als Humus- und Rohbodenkeimer auch bei vollem Lichtgenuss aufkommen. Die Lichtansprüche der Fichte liegen mit Lichtminima von 2,0 bis 2,6 Prozent der Außenhelligkeit für den Jungwuchs und 2,8 Prozent für erwachsene Bäume etwa bei jenen der Zirbe (AULITZKY und TURNER, 1982). Die Fichtengrenze in den wärmeren Gebieten ist nicht direkt durch fehlende Temperaturen unter 0°C bedingt (VOGEL-DANIELS, 1968). Die Klimagrenzen liegen bei der Fichte für die Temperatur bei -3/9°C Jahresmitteltemperatur. Die größte Amplitude hinsichtlich der Klimawerte hat die Fichte beim Jahresniederschlag der von 600-3000mm gehen kann. Am wichtigsten ist der Niederschlag in der Vegetationszeit, der entscheidend die Höhenwuchsleistung beeinflusst. Im alpinen Bereich ist die optimale Wuchsleistung bei 490-580 mm Vegetationszeit-Niederschlag und einer Jahresmitteltemperatur über 6°C gegeben. Mit zunehmender Kontinentalität des Klimas erzielt die Fichte bei vergleichbaren Vegetationszeitniederschlag bessere Wuchsleistungen. Ein begrenzter Ausgleich des Niederschlages während der Vegetationszeit kann die Unterbodenfeuchtigkeit bewirken.

Wie der Gesellschaftsanschluss zeigt hat die Fichte eine weite Standortsamplitude. Tiefgründige, bodenfrische, sandig-lehmige, braunerartige Böden mittlerer Basenversorgung (pH-Wert 4-5) liefern optimale Wuchsleistungen. Die Grenzvorkommen gibt es auf Rohhumuspodsole, Pseudogleye und Gleyböden, initiale Blockstandorte und auch auf typischen Karbonatböden. Der Nährstoffbedarf der Fichte ist relativ gering. Auf nassen und nährstoffreichen Böden ist die Fichte durch ihre Flachwurzeligkeit anfällig gegen Windwurf

und das Zurückfaulen der Wurzeln fördert die Wurzelfäule. Die Streu der Fichte ist schwer zersetzlich, aber besser Abbaubar als jene der Kiefer. Durch ihre Mykorrhiza-Symbionten ist die Fichte nicht ausschließlich ein Rohhumusbildner sondern auch ein Rohhumuszehrer. Daher entstehen bei stabilen Standorten und bei geringerem Mischungsanteil nur moderige Humusformen. Da die Fichte ein typisches Senkerwurzelwerk ausbildet, ist sie auf Böden wo sich die Senkerwurzeln nicht ausbilden können durch Windwurf und Fäule gefährdet (z.B. flachgründige Böden, vernässte Pseudogleye, dichtgelagerte Skelettböden). Durch Wurzelverwachsungen wird die Rotfäule auch auf gesunde Bäume übertragen. (MAYER, 1992)

Gefährdungen

Die winterfrostharte Fichte weist in den Tieflagen eine mäßige Gefährdung gegen Spätfrost. Durch Beerntung spätaustreibender Fichten und sekundäre Auslese im Pflanzgarten können spätfrostresistentere Biotypen gezogen werden. An exponierten Lagen sind Frosttrockenschäden häufig und auch die bekannte Windfahnenbildung ist für diese Standorte typisch (AULITZKY und TURNER, 1982). Forsttrocknisschäden sind in Österreich zuletzt überdurchschnittlichen Ausmaß bei der Fichte in der Winterzeit des Jahres 2000 aufgetreten (TOMICZEK et al., 2001) Die breitkronigen Tieflagenfichten sind häufig durch Schneebruch- und Rauhreifschäden gefährdet. Auf trocken, aber vor allem auf wechselfeuchten Böden ist die Fichte gefährdet durch Hitze und Dürre. Bei guter Nährelementversorgung ist die Trockenresistenz umso größer, je höher der genetisch bedingte Kaliumgehalt und je kleiner der Calcium- und Magnesium-Anteil in den einjährigen Nadeln zu Beginn der Trockenstressperiode ist (KLEIN, 1982). Bei zu rasch freigestellten, dünnborkigen Fichten sind häufig der so genannte „Rindenbrand“ und zum Teil Trockenrisse zu beobachten (Rindenerwärmung bis 55°C) (KLEIN, 1982).

Die Gefährdung durch den Wind ist wie oben schon erwähnt abhängig vom jeweiligen Standort. Durch eine standfeste Erziehung wie starke Jungdurchforstung, weitere Verbände, Beimischung sturmfester Baumarten, sorgfältige Traufbildung usw. kann die Gefährdung herabgesetzt werden. Aber auch standfeste Bestände können durch extreme Windereignisse zu Schaden kommen. (MAYER, 1992)

Der Hauptfeind der Fichte in schneereichen Lagen ist der „Schwarze Schneeschimmel“ (*Herpotricha juniperi*). Das Gesundschnelden hat keinen großen Erfolg, weil auch die Pflanzen der Bodenvegetation mit dem Myzel behaftet sind. Es ist besser durch waldbauliche Maßnahmen hohe und langanhaltende Schneelagen zu vermeiden. Sofern dies nicht möglich

ist, sollten diese Standorte gemieden werden. Eine weitere Krankheit, die zwar kaum zum Tod sondern meist ausschließlich zu Assimilationsverlusten (Zuwachsverlust) führt, ist der „Blasenrost“ (*Chrysomyxa rhododendri*). Der Befall ist zwar vom Standort unabhängig, aber an das Vorhandensein der „Rostroten Alpenrose“ (*Rhododendron ferrugineum*), die als Zwischenwirt des Pilzes dient, gebunden (AULITZKY und TURNER, 1982). Großflächige Vorkommen des Fichtennadel-Blasenrostes in der jüngeren Vergangenheit wurden 1999 in den Hochlagen aus Salzburg, Kärnten und Tirol gemeldet (TOMICZEK et al., 2000).

Von der Entwertung des Holzes her gesehen ist der bedeutendste Schadpilz die „Rotfäule“ (*Heterobasidion annosum*). Äußerliche erkennbare Zeichen sind der so genannte Flaschenhals und der Harzausfluss. Die Infektion erfolgt häufig über Stöcke und die Verbreitung über Wurzelverwachsungen führt dazu, dass die Stammfäule meist in Gruppen auftritt. Verstärkt wird die Gefährdung durch höheren Nährstoffgehalt, Kalkreichtum, basenreiche Feuchtigkeit auf wechselfeuchten Standorten, während die soziale Stellung des Baumes und Bonität keinen Einfluss haben. Durch Wunden aller Art (z.B. Rücke-, Schäl-, Steinschlagschäden) kann die Wundfäule in den Stamm eindringen. Grundsätzlich kann gesagt werden, je breiter die Jahrringe und je größer die Wunde umso rascher breitet sich die Fäule aus. Ein typischer Schwächeparasit nach Trockenjahren und bei Rauchschäden ist der Hallimasch (*Armillaria mellea*). Dieser Pilz tritt besonders häufig auf Laubholzstandorten die mit Fichte aufgepflanzt wurden auf. (MAYER, 1992)

Die Borkenkäfer haben auch in natürlichen Beständen einen „Eisernen Bestand“, wodurch es zu lokal begrenzten Gradationen kommen kann. Die durchaus größte Gefahr besteht aber standortsuntauglicher, flächiger Ausbildung von Altersphasen, wo der Sekundärschädling bei Schwächung zum Primärschädling übergehen kann. Eine ausreichende Prophylaxe ist nur durch nachhaltige ökologische Regelung mittels standortstauglicher Mischung und intensiver Pflege möglich (MAYER, 1992). Die Borkenkäfergefahr wird von TOMICZEK et al. (2003) wegen der Windwurfereignisse 2002-2003 so hoch eingeschätzt wie nach 1990. In künstlichen Anbaugebieten besteht auch die latente Gefahr der Massenvermehrung von der Nonne (*Lymantria monacha*). In standortswidrigen Fichtenmonokulturen warmer Tieflagen führt der Fraß der Fichtenblattwespe (*Pristiphora abietina*) an Maitrieben zu Wipfeldürre (MAYER, 1992). Die letzte auffällige Vermehrung der kleinen Fichtenblattwespe wurde 2002 in Oberösterreich beobachtet (TOMICZEK et al., 2003).

Kein standortspezifisches Auftreten haben die Fichtengallenläuse (*Sacchiphantes*). *Sacchiphantes abietis*, die einen vollständigen Entwicklungszyklus mit Wirtswechsel auf die Lärche durchmacht, kann Krüppelwuchs zur Folge haben. In den nicht kontinental getönten

Gebieten treten sie zwar auf, haben aber geringere Schäden zur Folge. (AULITZKY und TURNER, 1982)

Der Verbiss durch das Wild verursacht große Schäden an der Fichtenverjüngung. Neben den bedeutenden Zuwachsverlusten dürfen sekundäre Qualitätsminderung und im geringeren Maße auch der Todverbiss nicht unterschätzt werden. Schälschäden durch Rotwild in Fichtenjungbeständen bringen große Wertverluste durch rasch fortschreitende Wundfäule mit sich, entwerten das wertvolle Erdstammstück, erhöhen die Windwurf- und Schneebruchgefahr in Jungbeständen, zwingen zu Umtriebsverkürzung und stören empfindlich den nachhaltigen Forstbetrieb. (MAYER, 1992)

Viele Stressfaktoren die allein oder kombiniert zur Erkrankung führen werden als „Fichtensterben“ bezeichnet (SCHMIDT-VOGT, 1981). Direkte und indirekte Faktoren die zur Auslösung des Fichtensterbens führen, können eine starke Bodenaustrocknung, Wurzellaus-Übervermehrung, zu warme Winter mit Missverhältnis von Assimilation und Atmung usw. sein. Viele Rückgängigkeitserscheinungen bei der Fichte sind durch einen gestörten Wasserhaushalt verursacht, da bei Trockenheit in intensiv durchwurzelttem Oberboden Feinwurzeln absterben. (MAYER, 1992)

Waldbauliche Beurteilung und Wuchsleistung

In subalpiner und montaner Lage wird die Fichte 200-400/600 Jahre alt. Im Hochgebirge erreicht die Fichte die Spitzenwerte wie 40 m Höhe, 14,3 fm DGZ usw., durch verlangsamte Jugendentwicklung, erst mit 150 Jahren. Auf submontanen, sommerwarmen, aber noch niederschlagsreichen Buchenwaldstandorten stocken die wüchsigsten Fichtenbestände. Die Fichte erzielt ausgezeichnete Wuchsleistungen inner- und außerhalb des natürlichen Areals und wird lokal nur von der Tanne übertroffen.

Wegen der großen ökologischen Amplitude und des geringen Standortsanspruch hat sie eine weite Anbaufähigkeit, wodurch die Fichte eine standortsdifferenzierte Beurteilung erfordert. Die waldbaulichen Erfahrungen dürfen nicht ohne weiteres in die Anbaugebiete übertragen werden. Ein hoher Fichtenanteil ist nur im alpinen Hauptareal standortstauglich. Um untragbare Produktionsrisiken in den Tieflagen zu vermindern, muss ein der Anbau der Fichte sehr differenziert je nach Standortstauglichkeit bis Standortswidrigkeit betrachtet werden. Bei der Beimischung von bodenbiologischen und bestandesstrukturell stabilisierender Baumarten (z.B. Buche, Lärche, Kiefer) sollten die Wuchsrelationen berücksichtigt werden und daher ist es erforderlich, dass die Mischbaumart in Gruppen eingebracht wird. Großflächige fichtenreiche Bestände sind forstschutztechnisch zu konsolidieren (räumliche Ordnung,

Traufschutz, usw.). Das Ziel einer intensiven Bestandespflege sollte eine resistenz-optimale Bestandesverfassung zur Erhaltung und Verbesserung der Vitalität (Kronenpflege = Wurzelpflege) sein und nicht eine zuwachsoptimale Grundflächenhaltung. (MAYER, 1992)

4.2 Geländeform

Nachfolgend werden die Geländeformen beschrieben, welche in den einzelnen Untersuchungsbereichen des Transektes vorgefunden wurden. Die genau Position der Stichprobenflächen im jeweiligen Untersuchungsbereich kann den Abbildungen 2, 3 und 4 (s.o.) und die Beschreibung dazu dem Kap. 3.1 "Aufnahmedesign" entnommen werden.

Untersuchungsbereich G I

Flächennummer	Exposition (gon)	Neigung (Grad)	Geländeform (Makro-/ Meso-/ Kleinrelief)
I	75	0-5	Oberhang / Hangrücken, -verflachung / geringe Gräben und Buckel, 2/10 Fels, 1/10 Steine
II	50-110	18	Oberhang / Hangrücken / geringe Gräben und Buckel, 2/10 Fels, 2/10 Steine
III	75-110	20	Mittelhang / Hangrücken / geringe Gräben und Buckel, 4/10 Steine
IV	80	22	Unterhang / leichter Grabeneinhang / ausgeprägte Gräben, geringe Buckel, 3/10 Steine
V	65	3	Unterhang / Hanggraben / ausgeprägte Gräben und Buckel, 8/10 Fels, 2/10 Steine
VI	65 175 u. 370	0-3 23	Mittelhang / Hanggraben, Grabeneinhang / ausgeprägte Gräben und Buckel, 4/10 Fels, 3/10 Steine
VII	65 175 u. 0	0-3 15-24	Mittelhang / Hanggraben, Grabeneinhang / ausgeprägte Gräben und Buckel, 3/10 Fels, 2/10 Steine
VIII	50	15	Mittelhang / Hanggraben / ausgeprägte Gräben und Buckel, vereinzelt Windwurfteiler, 6/10 Fels, 1/10 Steine
IX	395	42	Mittelhang / Grabeneinhang / geringe Gräben und Buckel, 9/10 Steine
X	397	43	Mittelhang / leichter Grabeneinhang / ausgeprägte Gräben und Buckel, 3/10 Fels, 4/10 Steine
XI	15	39	Mittelhang / / geringe Gräben und Buckel, vereinzelt Windwurfteiler, 1/10 Fels, 6/10 Steine
XII	45	34	Mittelhang / Hangversteilung / geringe Gräben und Buckel, 2/10 Steine
Ba LBI	375	20	Unterhang / leichter Hangrücken / ausgeprägte Gräben und Buckel, 3/10 Fels, 3/10 Steine
Ba FBI	80 270 u. 10	10 0-30	Mittelhang / Hangrücken / geringe Gräben, ausgeprägte Buckel, 1/10 Fels, 2/10 Steine

Tab. 7: Geländeform der Stichprobenflächen im unteren Untersuchungsbereich (G I).

Ba...Bestandesaufriss, LBI...Karbonat-Lärchen-Blockwald
FBI...Karbonat-Block-Fichtenwald mit Strichfarn

Untersuchungsbereich G II

Flächennummer	Exposition (gon)	Neigung (Grad)	Geländeform (Makro-/ Meso-/ Kleinrelief)
I	80	0-10°	Unterhang / leichte Hangmulde / ausgeprägte Buckel (Höhendiff. >50cm), 5/10 Fels, 2/10 Steine
II	45	43	Mittelhang / Hangversteilung / ausgeprägte Buckel, vereinzelt Windwurfteiler, 2/10 Fels, 6/10 Steine
III	80	0-25	Unterhang / Hangmulde / ausgeprägtes Gräben (>50cm), geringe Buckel, 3/10 Fels, 1/10 Steine
IV	80	20-46	Mittelhang / Hangversteilung / ausgeprägte Buckel, vereinzelt Windwurfteiler, 7/10 Fels, 1/10 Steine
V	85	37	Mittel-Oberhang / Hangversteilung / ausgeprägte Buckel, 2/10 Fels, 2/10 Steine
Ba	160 u. 100	0-13	Mittelhang, Rücken / Hangverflachung / ausgeprägte Gräben und Buckel, vereinzelt Windwurfteiler, 6/10 Fels, 3/10 Steine

Tab. 8: Geländeform der Stichprobenflächen im mittleren Untersuchungsbereich (G II).

Ba...Bestandesaufriss

Untersuchungsbereich G III

Flächennummer	Exposition (gon)	Neigung (Grad)	Geländeform (Makro-/ Meso-/ Kleinrelief)
I	300	11-30	Unterhang / Hangversteilung, -verflachung / ausgeprägte Gräben und Buckel, 2/10 Fels, 2/10 Steine
II	300	31	Mittelhang / / ausgeprägte Gräben und Buckel, 4/10 Fels, 4/10 Steine
III	300	33	Mittelhang / / geringe Gräben, ausgeprägte Buckel, 2/10 Fels, 3/10 Steine
IV	288	28	Mittelhang / / geringe Buckel, 3/10 Steine
V	320	38	Unterhang / / ausgeprägte Gräben und Buckel, 2/10 Fels, 4/10 Steine
VI	310	36	Mittelhang / / geringe Gräben, ausgeprägte Buckel, 1/10 Fels, 1/10 Steine
VII	308	32	Mittelhang / / geringe Gräben, ausgeprägte Buckel, 1/10 Fels, 1/10 Steine
VIII	315	42	Mittelhang / / ausgeprägte Buckel, 1/10 Steine
IX	300	19	Unterhang / / ausgeprägte Gräben und Buckel, 3/10 Fels, 2/10 Steine
X	290	26	Mittelhang / / geringe Gräben, ausgeprägte Buckel, 1/10 Fels, 1/10 Steine
XI	300	37	Mittelhang / / ausgeprägte Gräben und Buckel, 1/10 Fels, 1/10 Steine
XII	290 380	17-26	Mittel-Oberhang / Hangrücken / ausgeprägte Gräben und Buckel, 1/10 Fels, 3/10 Steine
Ba	295	30	Mittelhang / / geringe Gräben und Buckel, 1/10 Fels, 2/10 Steine

Tab. 9: Geländeform der Stichprobenflächen im oberen Untersuchungsbereich (G III).

Ba...Bestandesaufriss

Erläuterungen zu den Tabellen 7-9:

Exposition

Die Gon-Einteilung geht im Uhrzeigersinn von Norden (0gon) aus.

Geländeform

Oberhang: Konvexe Geländeform, Materialabfuhr überwiegt Materialzufuhr

Mittelhang: Materialzufuhr und -abfuhr ausgeglichen

Unterhang: Konkave Geländeform, Materialzufuhr überwiegt Materialabfuhr

Hangrücken: Konvexe Form im geneigten Gelände

Hangmulde: Konkave Form im geneigten Gelände

Hanggraben: Am Grund eines Hanges im geneigten Gelände

Grabeneinhang: Flanken eines Grabens

Hangversteilung: ober- und unterhalb durch Flächen geringerer Neigung begrenzt

Hangverflachung: ober- und unterhalb durch Flächen größerer Neigung begrenzt

„gering“: Höhendifferenz < 50 cm

„ausgeprägt“: Höhendifferenz > 50 cm

Fels: Anstehender Fels oder Blöcke > 1 m Durchmesser; Angabe in n/10 der Oberfläche

Steine: < 1 m Durchmesser; Angabe in n/10 der Oberfläche

Grundsätzlich liegt der untere Untersuchungsbereich (G I) in einem nach Ostnordost gerichteten Graben der in die Hüpflingeralm mündet (siehe Anhang 3). Die unterschiedlichen Expositionen der einzelnen Stichprobenflächen ist durch die jeweilige Lage bedingt. Die Probenflächen I-IV (Linienstichprobenreihe „Rücken“) liegen auf einem mehr oder minder breiten Rücken der sich in diesem Graben befindet. Die Flächen V-VIII (Linienstichprobenreihe „Graben“) liegen in einem Graben der zu Hangunterseite hin breiter wird. Die restlichen Stichprobenflächen IX-XII (Linienstichprobenreihe „Hang“) liegen auf der südlichen Hangseite des Hauptgrabens.

Der mittlere Untersuchungsbereich (G II) befinden sich auf einem Schuttkegel der in einem leichten Kar liegt, welche beide in der Hauptrichtung nach Ostnordost weisen, wobei der Kegel eine Krümmung von Nordost bis Südost aufweist.

Der obere Untersuchungsbereich (G III) liegt auf einem Westhang. Die Stichprobenflächen befinden sich dabei nur auf den Rückenstandorten, da auch nur diese eine Vegetationsschicht aufweisen. Diese Rücken sind nicht sehr ausgeprägt und weisen Expositionen von Westsüdwest bis Westnordwest auf.

Zur leichteren optischen Vorstellung der Exposition der einzelnen Untersuchungsbereiche und Stichprobenflächen sollte der Anhang 3 in Zusammenhang mit den Abb. 2-4 betrachtet werden.

Durch das sehr ungleichmäßige Relief der Untersuchungsbereiche wechselt auch die Neigung in den einzelnen Stichprobenflächen oft sehr stark und abrupt. Daher sind die Angaben der Neigung in den Tab. 7-9 jene einer gedachten Linie über die Neigung der jeweilig gesamten Stichprobenflächen. Bei den „Von-Bis-Angaben“ weist die jeweilige Probenfläche Bereiche auf die eine abweichende durchschnittliche Neigung haben.

Die Tab. 7-9 zeigen in allen drei Höhenstufen hinsichtlich der Geländeform ein sehr unruhiges Profil. Auffällig bei allen Stichprobenflächen ist das Vorhandensein von anstehenden Grundgestein und mehr oder minder großen Gesteinsbrocken (Steine und Felsen).

Im unteren Untersuchungsbereich (G I) ist der Hauptunterschied zwischen den beiden Waldgesellschaften der größere Anteil an mächtigen Felsblöcken im Karbonat-Lärchen-Blockwald (LBI). Außerdem sind die Steinblöcke im LBI etwas häufiger und das gesamte Relief weist unruhigeres Profil auf als im Karbonat-Block-Fichtenwald (FBI). Wobei der Unterschied hin zum Grabenbereich und zur Hangunterseite (östlicher Bereich unterhalb der Forststraße) hinsichtlich des Reliefs zwischen FBI und LBI geringer wird.

Das unruhigste Relief über die gesamte Fläche betrachtet, weist der mittlere Untersuchungsbereich (G II) auf. Dieser Bereich hat die größten Felsblöcke, zwischen den teilweise zwar sehr kleine aber tiefe Mulden sind, was zu Extremstandorten führt, auf welchen außer bestimmten Vertretern der Moos- und Krautschicht keine Individuen anderer Vegetationsschichten gedeihen.

Obwohl der obere Untersuchungsbereich (G III) auf einem reinem Dachsteinblockfeld (siehe Anhang 4) liegt, geht der Anteil an Fels- und Steinblöcken zurück (Vergleiche Tab. 7-9). Extrem große Felsblöcke (über 3 m Höhe) wie bei den beiden anderen Untersuchungsbereichen kommen im Bereich des „Zirbengarten“ überhaupt nicht vor. Das

Relief ist ungefähr gleich unruhig wie im Karbonat-Lärchen-Blockwald (LBI) des unterem Untersuchungsbereiches (G I).

4.3 Bodenanalyse

Durch den reliefbedingten, kleinräumigen Wechsel von Standorten sind auf den 200 m² großen Stichprobenflächen schon verschieden Bodentypen mit unterschiedlichen Auflagearten anzutreffen. Daher werden die Ergebnisse der Bodenanalyse nur in Prozentanteilen in den einzelnen Untersuchungsbereichen und Waldgesellschaften oder durch verbale Beschreibung für die jeweiligen Bodendaten angegeben. Die Bodenbedingungen auf den einzelnen Stichprobenflächen kann dem Anhang 5 entnommen werden.

Mineralboden

Bodentyp	G I	FBI	LBI	G II	G III	LZ I	LZ II
Gesteinsrohboden	20%	15%	25%	28%	40%	30%	47%
Rendsina	25%	25%	25%	30%	30%	35%	27%
Rendsina mit Verbraunungsdynamik	—	—	—	—	20%	30%	10%
Tangelrendsina	2%	—	4%	2%	10%	5%	16%
Parabraunerde	10%	5%	15%	15%	—	—	—
Braunlehme	25%	30%	20%	10%	—	—	—
Kalkbraunerde	15%	25%	5%	—	—	—	—
Gebirgsschwarzerde	—	—	—	15%	—	—	—
Semipodsole	3%	—	6%	—	—	—	—

Tab. 10: Die Anteile in Prozent der einzelnen Bodentypen in den drei Untersuchungsbereichen und nach Waldgesellschaften.

Die neun im Untersuchungsgebiet vorkommenden Bodentypen (Tab. 10) werden nachfolgend unter Berücksichtigung der allgemeinen Bodengenese beschrieben.

Gesteinsrohböden

Sie gehören zu Gruppe der Rohböden und sind durch die erst geringe chemische Verwitterung und beginnende Besiedlung durch Pflanzen und Bodenorganismen gekennzeichnet. In der Regel sind in unserem Klimabereich die Rohböden nur ein kurzfristiges Stadium der Bodenentwicklung. Gesteinsrohböden sind der Anfang der Bodenbildung auf festem oder grobklastischen Material jeder Gesteinszusammensetzung, besonders auch auf frischen, groben Erosionssedimenten und auf Schutt, Frostschutt und Gesteinen der Hochgebirge. Durch Besiedlung mit niedriger Vegetation, Bäume bzw. Sträucher sollten diese Böden so schnell wie möglich in eine höhere Entwicklungsstufe umgewandelt werden. (ANONYMUS, 1994)

Die Gesteinsrohböden sind auf Fels und in Felsspalten oft nur wenige Millimeter, auf Kalkschutt eher etliche Zentimeter mächtig. Diese Böden sind meist stark steinig, feinerde-, ton- und humusarm. Man findet sie meist unter *Sesleria*- oder *Carex alba*-Trockensrasen, Dryas-Spalier oder anderen Pioniergesellschaften geringer Deckung. (REHFUESS, 1990)

In den Untersuchungsbereichen der vorliegenden Arbeit sind die Gesteinsrohböden hauptsächlich auf den groben Blöcken aus Dachsteinkalk, welcher bei der Verwitterung häufig in großen Blöcken zu Tale stürzt, aufgetreten.

Rendsina

Rendsinen sind flachgründige Verwitterungsböden auf Kalkgestein, Dolomit und Gips (festes oder grobklastisches Material) mit verschiedenen Humusbildungen. Die Bodengesellschaften der Kalkalpen werden von Rendsinen und Kalksteinbraunlehmen (*Terrae fuscae*) bestimmt. Dieser Bodentyp siedelt im Hauptverbreitungsgebiet regelmäßig in Erosionslagen wie z.B. Kuppen und Graten, an Hangkanten und Steilhängen, wo sie meist Durchgangs- oder Dauerstadien bilden, weil starke Massenverlagerung im Pleistozän (z.B. Solifluktion, Rutschungen, Gletscherschurf) ältere Böden ausräumte und Fels oder frischen Karbonatschutt hinterließ. Durch heutige Abtragungsvorgänge (Wassererosion, Schneeschurf, usw.) wird eine rasche Entwicklung zu stärker differenzierten, tiefgründigen Böden vielfach behindert. Die mächtigen (dystrophen) *Tangelrendsinen* sind in den Kalkalpen unter alpinen, zwergstrauchreichen Fichtenwäldern und dichten Latschengebüsch mit dicken, stark saurem Tangelhumus relativ häufig verbreitet. Die saure organische Decke kann auch unmittelbar dem Karbonatfels aufliegen. Bei den *Rendsinen mit Verbraunungsdynamik* wird der Anteil an Karbonaten und Steinen geringer, aber der Ah-Horizont ist wenigsten schwach karbonathaltig. Mit zunehmender Verbraunung steigen Solummächtigkeit, Feinerdeanteil,

Tongehalt und damit auch die nutzbare Wasserkapazität, wodurch diese Böden leistungsfähiger werden.

Auf den Aufnahmeflächen sind sowohl die *Mullrendsinen* und die *Moderrendsinen* aufgetreten. Wobei die Mullrendsinen, die einen höheren Gehalt an Ton und eine bessere Basenversorgung aufweisen als die Moderrendsinen, welche die besseren Waldböden liefern. *Pechrendsinen* sind sehr vereinzelt nur in den sehr kleinen, aber tiefen Schneetälchen anzutreffen. Die Polsterrendsinen sind in der subalpinen und alpinen Stufe der Kalkalpen unter polsterbildenden Pionierpflanzen (*Silene acaulis*, *Carex firma*, *Dryas octopetala*). Polsterrendsinen bilden mit Gebirgsrohböden und frischem Gestein charakteristische Bodenmosaiken auf Karbonatfels oder -schutt, dessen Besiedlung durch Vegetation eben beginnt, und wo fallweise die Sukzession durch Felsstürze, Steinschlag, Schuttschübe und Erosion unterbrochen wird. Die Rendsinen auf Schichtkalk, die leichter mechanisch zerfallen, sind gewöhnlich tiefgründiger und erlangen schneller einen höheren Tonanteil. (REHFUESS, 1990)

Braunlehme

Dieser Bodentyp wird vorwiegend aus reliktschen Lösungs- bzw. Verwitterungsrückständen von silikatischen oder kalkig-silikatischen Gesteinen oder Lockermaterialien gebildet. Bei karbonatischen Braunlehmen handelt es sich um schwere oder mittelschwere kalkfreie Böden ohne groben Skelettanteil mit scharfem Übergang in das Kalkgestein. Fallweise kann der unterste Teil mit Kalkgestein vermischt sein, zu dem aber keine unmittelbare bodengenetische Beziehung besteht. Diese in den Kalkalpen nicht seltenen Böden bilden wegen ihrer besseren Wasserhaushaltsverhältnissen verglichen mit den Rendsinen, mit denen sie verzahnt vorkommen, meist auch ertragreichere Standorte. Die erhöhte Strukturstabilität ist durch die bessere Basensättigung bedingt. (ANONYMUS, 1994)

Diese Böden werden vor allem wenn sie stärker entwickelt und verlehmt, tonreiche, karbonatreiche, meist verfestigte Sedimente aufweisen als *Kalksteinbraunlehme* (*Terrae fuscae*) bezeichnet. (REHFUESS, 1990)

Im Untersuchungsgebiet sind hauptsächlich Kalksteinbraunlehme bei diesem Bodentyp vorgekommen.

Parabraunerden

Die Parabraunerden haben viele Gemeinsamkeiten mit den Braunerden, sind zusätzlich aber durch Lessivierung (vertikale Verlagerung von Ton aus dem Ober- in den Unterboden)

gekennzeichnet, was auch im Untersuchungsgebiet gut beobachtbar ist. Dieser Bodentyp kommt vorwiegend auf karbonatisch-silikatischem oder basenreichem silikatischem Lockermaterial (Löß, Geschiebemergel, Moränen, usw.) vor. Parabraunerden sind, wenn die klimatischen Verhältnisse (Jahresniederschlag über 700mm) günstig sind, wegen dieser gewöhnlich guten physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften bei ausreichender Mächtigkeit des Solums und nicht zu hohem Skelettgehalt leistungsfähige Standorte für die forstliche Nutzung. (REHFUESS, 1990)

Kalkbraunerde

Braunerden sind die meist verbreitetsten Böden der Laub- und Laubnadelmischwälder, und können sich aus sehr verschiedenen Ausgangsmaterialien entwickeln. Braunerden unter reinen Nadelwäldern sind jedoch an basenreiches Grundgestein gebunden. Im Unterschied zur karbonatfreien typischen Braunerde ist die Kalkbraunerde durch das kalkreiche Ausgangsgestein und durch Einwehen oder Einspülen, Überschüttung oder Düngung meist bis in den Ah-Horizont sekundär aufgekalkt. (ANONYMUS, 1994)

Im Untersuchungsgebiet treten die oben beschriebenen Kalkbraunerden zahlreich auf.

Gebirgsschwarzerden

Das Ausgangsmaterial dieser Böden ist kalkig-silikatisches, feinklastisches Lockermaterial. Es kommt sogar im Bergland zur Bildung von dunklen, oft mächtigen A-Horizonten. Sie kommen meist in Beziehung mit Pararendsinen, Rendsinen und Rankern vor, was auch im Untersuchungsgebiet der vorliegenden Arbeit beobachtet wurde. Daher sind sie von ihrer forstlichen Nutzung her entsprechend der Höhenlage ähnlich einzustufen. Bei geringer Profilmächtigkeit neigen sie auf Grund des unterlagerten Materials zur Bildung von trockeneren Standorten. (ANONYMUS, 1994)

Semipodsole

Unter mächtigem, saurem Auflagehumus kommt es vereinzelt zu schwacher Podsolierung und Bleichung des oberen Mineralkörpers. Auf durchlässigen Substraten (z.B. Schottern, Blockhalden) kommt es bei Flächen mit hohem Wasserhaushalt durch Tondurchschlammung (schwache Podsolierung) zu Semipodsolon. Diese Entwicklung führt zum Auftreten von Rohhumus und flacher, gebleichter Eluvialhorizonte (Ahe \Rightarrow Semipodsole), zur Tonmineralzerstörung und Verlagerung von Zerfallsprodukten in den Unterboden. Die Semipodsole sind als intermediärer Bodentyp besser als die Podsole und schlechter als

Braunerden (Parabraunerden, podsolige Braunerden) für die Leistung der Wälder. (ANONYMUS, 1994)

Im Untersuchungsgebiet sind die Semipodsole hauptsächlich durch die Einwirkung von mächtigeren Rohhumus entstanden.

Pseudovergleyung

Mächtige Kalkböden, vor allem *Terrae fuscae* (Ah und T > 80-100cm) neigen zu schwacher Haftnässe-Pseudovergleyung im Unterboden. Dies gilt insbesondere für Böden mit dicht gelagerten Kalkmergeln, die wegen ihres höheren Ausgangstongehalts wasserstauend wirken und im verkarsteten Kalkgebirge gelegentlich sogar ergiebige Schichtquellen hervorbringen. Dies zeigt sich auch im unteren Untersuchungsbereich (G I) der vorliegenden Arbeit. In den Kalkalpen ist die Pseudovergleyung wegen des hohen Niederschlages nicht selten. Die Pseudovergleyung ist bei Waldböden nicht selten. Bei ausgeprägten Pseudogleyen kann das Produktionspotential nur bei standortsangepasster Bestockung und bei entsprechender Bewirtschaftung (keine Kahlstellung) voll ausgeschöpft werden. (REHFUESS, 1990)

Der Ablauf der Bodenentwicklung auf Karbonatgesteinen nach REHFUESS (1990) ist auch in den Untersuchungsbereichen gut zu beobachten.

Carbonatsyrosem (Gesteinsrohböden) → Syrosem-Rendsina → Mullartige Rendsina → Mullrendsina → *Terre fusca*-Rendsina (Lehmrendsina) → Rendsina-Terra fusca (R.-Braunlehm) → Terra fusca (Kalksteinbraunlehm) → Parabraunerde-Terra fusca oder Pseudogley-Terra fusca

Umso tiefer der Untersuchungsbereich liegt umso weiter ist die Bodenentwicklung fortgeschritten (höhere Prozentzahlen der besser entwickelten Böden). Die anderen Bodentypen sind durch extreme Bedingungen (Klima, Lage, Wasserhaushalt, frühere Bodenentwicklung, usw.) entstanden.

Im unteren Untersuchungsbereich (G I) treten, außer den Semipodsolen und Tangelrendsinen, die Bodentypen über die gesamte Fläche verteilt auf. Die Semipodsole treten in geringen Anteilen, wie der Tab. 10 zu entnehmen ist, nur am östlichen Ende der Linienstichprobenreihe „Hang“ (Stichprobenfläche XII) auf und die Tangelrendsinen im westlichen Teil der Linienstichprobenreihe „Graben“ (Stichprobenfläche V). Auf der Linienstichprobenreihe

„Rücken“ (Stichprobenflächen I-IV) sind überwiegend besser Bodentypen (Parabraunerde, Braunlehme, Kalkbraunerde) vorhanden. Die hier auftretenden Braunlehme und Kalkbraunerden weisen zum Teile eine geringe Pseudovergleyung auf. Bei der Linienstichprobenreihe „Graben“ (Stichprobenflächen V-VIII) sind die Bodentypen Gesteinsrohböden und Parabraunerde – Braunlehme zu ziemlich gleichen Teilen anzutreffen. Dies kommt daher, weil auf diesen Flächen die Steinblöcke ausschließlich Gesteinsrohböden aufweisen und zwischen den großen Blöcken sich Parabraunerden und Braunlehme befinden. Das lässt darauf schließen, dass die Gesteinsblöcke beim Abruch von der Hüpflingermauer im Graben auf den schon fortgeschrittenen Böden zu liegen gekommen sind. Bei der Linienstichprobenreihe „Hang“ (Stichprobenflächen IX-XII) steigt der Anteil der Bodentypen Gesteinsrohböden und Rendsinen, wobei zum östlichen Ende der Bodentyp zu Parabraunerde und, wie oben erwähnt, zu geringen Teilen auch zu Semipodsole übergeht. Schließlich liegen bei dieser Linienstichprobenreihe die westlichen Stichprobenflächen noch mehr im Einfluss des Gesteinsabbruches von der Hüpflingermauer und überdies herrschen auch schlechtere kleinklimatische Bedingungen.

Nach den beiden Waldgesellschaften betrachtet sind die Böden im Karbonat-Lärchen-Blockwald (LBl) gegenüber dem Karbonat-Block-Fichtenwald (FBl) etwas weniger weit entwickelt. Der höhere Anteil an Gesteinsrohböden im Lärchenwald ist durch den höheren Anteil von Gesteinsblöcken bedingt.

Im mittleren Untersuchungsbereich (G II) kommen die auftretenden Bodentypen (siehe Tab. 10) auf allen Teilflächen vor, wobei die Parabraunerde zum östlichen Rand des Untersuchungsbereiches, hin zu der Almfläche, vermehrt auftritt. Die Braunlehme sind mehr oder weniger über den unteren Teil des G II verteilt. Im südlichen und östlichen Rand des G II hin zur Weidefläche, welche zum Teil durch Fleckenmergel geprägt ist, treten auch teilweise Pseudovergleyungen im Unterboden auf. Die Gebirgsschwarzerden treten vor allem in den kleineren, aber dafür sehr ausgeprägten Mulden zwischen den Gesteinsblöcken auf. Ansonsten sind auf den Blöcken hauptsächlich die Gesteinsrohböden und die Rendsinen anzutreffen, was sich auch bei den Prozentwerten dieser beiden Bodentypen niederschlägt (Tab. 10). Die Gesteinsrohböden nehmen hin zu den umliegenden Latschen- und Grünerlenfeldern (westlicher und nördlicher Rand) an Häufigkeit zu.

Im oberen Untersuchungsbereich (G III) sind die Gesteinsrohböden ziemlich zu gleichen Teilen auf alle Stichprobenflächen verteilt, weil Felsblöcke auf allen Flächen anzutreffen sind.

Der Anteil der Gesteinsrohböden nimmt dabei aber im Bereich vom Übergang der bestockten Rücken hin zu den vegetationslosen Rinnen schlagartig zu. Zwischen den Felsblöcken ist hauptsächlich der Bodentyp Rendsina vorhanden. Die Rendsinen weisen auf der mittleren Stichprobenreihe (I-IV) und am westlichen Ende (Hangunterseits) der beiden anderen Stichprobenreihen (siehe Abb. 4) eine mehr oder weniger starke Verbraunungsdynamik auf. Bei der mittleren Stichprobenreihe nimmt ebenfalls die Verbraunungsdynamik von der Hangunterseite zur Hangoberseite hin ab. Die Tangelrendsinen treten ausschließlich auf jenen Flächen auf, wo das Latschengebüsch einen sehr hohen Deckungsgrad aufweist (siehe Tab. 16).

Die Betrachtung der Mineralböden in den beiden Ausbildungen des Lärchen-Zirben-Waldes zeigt, dass bei der typischen Ausbildung des Lärchen-Zirben-Waldes (LZ I) die besseren Böden einen etwas höheren Anteil ausmachen als bei der Latschenausbildung des Lärchen-Zirben-Waldes (LZ II). Durch den höheren Deckungsgrad der Latsche im LZ II nimmt die Tangelrendsina zu. Der höhere Anteil an Gesteinsrohböden lässt darauf schließen, dass die Bodenentwicklung im LZ II noch nicht so weit fortgeschritten ist als im LZ I. Entweder hat auf diesen Flächen die Besiedlung durch die Pflanzenwelt später begonnen oder es ist durch ein außergewöhnliches Ereignis die Bodenentwicklung zurückgeworfen worden. Zudem bewirkt die größere Bodenabdeckung durch das Latschengebüsch auch eine Verlangsamung der Bodenentwicklung auf Grund der geringeren Bodenerwärmung (langsameren Streuabbau).

Auflage

Da die Waldgesellschaften des unteren Untersuchungsbereiches (G I) und die beiden Ausbildungen des Lärchen-Zirbenwaldes im oberen Untersuchungsbereich (G III) sich hinsichtlich der Humustypenverteilung jeweils kaum voneinander unterscheiden wurden diese nicht extra in der Tab. 11 angeführt. Die wichtigste Humusform ist, wie die Tab. 11 zeigt, in den drei Untersuchungsbereichen der Moderhumus in seinen verschiedenen Varianten. Die häufigste Variante in den Gebieten ist der *Kalkmoder*, der vor allem auf tonarmen Kalksteinschutt vorkommt. Wenn der Feinmoder nicht wie in Spalten und Klüften zunimmt sondern, wegen der wachsenden Auflage, abnimmt, geht der Kalkmoder in Kalkrohhumus bzw. Tangelhumus über.

Humustyp	G I	G II	G III
Mull	15%	5%	—
Moder	65%	75%	80%
Rohhumus	20%	20%	20%

Tab. 11: Die Anteile in Prozent der einzelnen Humustypen in den drei Untersuchungsbereichen.

Von der Humusform Mull sind nur die Übergangsformen *moderartiger Mull*, in sehr geringen Massen im G I, und hauptsächlich *mullartiger Moder* anzutreffen.

Rendsinen auf basenreicheren Gestein, die häufig austrocknen oder einer kurzen, kühlen Vegetationsperiode ausgesetzt sind und vielfach Coniferen-Zwergstrauchgesellschaften tragen, sind nicht selten durch Moder oder Rohhumus gekennzeichnet.

Bei der Humusform Rohhumus sind vor allem die Untertypen *Aktiver Rohhumus*, der in klimabedingter Form in kühl-feuchten Gebieten, und *Tangelrohhumus*, der ebenfalls in kühlen und feuchten Gebirgslagen vorkommt, die häufigste Ausbildung. Natürlich treten auch die Übergangsformen zwischen Moder und Rohhumus (Rohhumusartiger Moder bis Moderartiger Rohhumus) auf den Untersuchungsflächen auf.

Auf den besseren Standorten geht die Humusform eher zu den besseren Moderformen und zu geringeren Anteilen zu den Übergangsformen zwischen Mull und Moder über.

Die **Humustextur** ist, je nach dem ob die Strauch- und Baumvegetation eher dicht oder mit großen Freiflächen versehen ist, weniger oder mehr durch Bodenvegetation aufgebaut. Umso lichter die Baum- und Strauchvegetation ist umso größer ist der Anteil der Bodenvegetation an der Humustextur. In manchen Stichprobenflächen kann diese bis zu 80% betragen, was natürlich auf die Waldverjüngung einen gewissen Einfluss hat (teilweise dichter Grasfilz). Umso dichter die Baum- und Strauchvegetation wird umso mehr wird die Humustextur von Nadeln, Ästen und anderen Baum- und Strauchmaterial geprägt, wobei der Anteil der Nadeln auf allen Flächen der Größte ist.

Bodenart

Grundsätzlich sind im *unteren Untersuchungsbereich (G I)* die Bodenarten über die gesamte Fläche verteilt, dennoch sind die Bodenarten am nördlichen Ende des Untersuchungsbereiches

(Oberhang) eher in Richtung der Sandvarianten und die zum Graben und südlichen Ende tendieren mehr zu den lehmigen Varianten. Bei der Linienstichprobenreihe „Hang“ ist dieser Trend auch gegeben, aber geht nicht so stark zu den lehmigen Varianten. Zwischen den beiden Waldgesellschaften des G I sind daher auch nur sehr geringe Unterschiede. Der Karbonat-Block-Fichtenwald (FBI) hat einen etwas größeren Anteil hin zu den lehmigen Anteilen und der Karbonat-Lärchen-Blockwald (LBI) hin zu den sandigen. Das G I weist von allen die größte Spreitung hinsichtlich der Bodenarten auf, wobei diese von Sand bis toniger Lehm reichen (Tab. 12).

Bodenart	G I	G II	G III
Sand	7%	—	—
schw. anlehmiger Sand	17%	—	8%
anlehmiger Sand	13%	13%	27%
schw. lehmiger Sand	13%	17%	27%
stark lehmiger Sand	18%	18%	15%
sandiger Lehm	17%	18%	15%
Lehm	10%	17%	8%
toniger Lehm	5%	17%	—
Ton	—	—	—
Schluff	—	—	—

Tab. 12: Die Anteile in Prozent der einzelnen Bodenarten in den drei Untersuchungsbereichen.

Beim *mittleren Untersuchungsbereich (G II)* ist die kleinräumige Durchmischung der Bodenarten besonders stark. Der G II weist dabei keine Bodenarten auf die hauptsächlich von Sand (Tab. 12) geprägt werden. Die auftretenden Bodenarten sind sonst zu ungefähr gleichen Teilen im Gebiet vertreten. Dies ist dadurch zu erklären, dass ein Blockwerk (wahrscheinlich Bergsturz von der Glaneggmauer) auf einem Lehmlager liegt (siehe Geologische Karte Anhang 4).

Der *obere Untersuchungsbereich (G III)* hat die Bodenarten ziemlich gleichmäßig über die Fläche verteilt, was durch die regelmäßige Blockwerkbildung bedingt sein dürfte. Trotzdem ist auf den drei Stichprobenreihen ein schwacher Trend zu erkennen und zwar, dass von der Hangoberseite (östliches Ende) zur Hangunterseite die lehmigeren Bodenarten etwas zunehmen. Zwischen den beiden Ausbildungen des Lärchen-Zirbenwaldes gibt es kaum

Unterschiede hinsichtlich der Bodenartenverteilung, wobei aber die Latschenausbildung des Lärchen-Zirbenwaldes (LZ II) etwas mehr zu den Böden mit dem höheren Anteilen an der Fraktion Sand neigt.

Die Spreitung der Bodenarten im G III ist gleich groß wie im G II, wobei aber, wie der Tab. 12 zu entnehmen ist, eine Verschiebung hin zu den sandigeren Böden erfolgt.

Die *Sandböden* weisen wegen ihrer Struktur einen ungünstigen Wasserhaushalt auf, dem ein günstiger Lufthaushalt gegenüber steht. Die beschleunigte Wasserversickerung bedingt schnelles Abtrocknen und schnelle Erwärmbarkeit im Frühjahr, jedoch auch starke Auswaschbarkeit von Pflanzennährstoffen und anderen Bodenstoffen. Weil die verwetterbare Oberfläche meist relativ klein und der Boden im Sommer zu trocken ist (geringere Verwitterung wird unterbrochen), ist die natürliche Nachlieferung von Nährstoffen durch Verwitterung gering. (MÜCKENHAUSEN, 1985)

Bei den *Tonböden* ist das Gesamtporenvolumen hoch, die Einzelporen sind jedoch relativ klein. Daraus ergibt sich eine hohe Wasserkapazität, wobei große Anteile von den Pflanzen nicht genützt werden können. Da diese Böden eine geringe Durchlässigkeit für Wasser und Luft haben, gibt es auch nur geringe Wasserbewegungen. Dadurch ist die Auswaschung von Nährstoffen gering und daher ist der natürliche Gehalt an Nährstoffen hoch. Die Pflanzen können dichte Tonböden nur schlecht durchwurzeln. Die Wurzeln folgen hauptsächlich den Gefügespalten, können aber kaum in die großen Gefügeaggregate eindringen. Dadurch können die Wasser- und Nährstoffpotentiale dieser Böden nur schlecht genutzt werden. (MÜCKENHAUSEN, 1985; ANONYMUS, 1994)

Die *Schluffböden* neigen zur Dichtlagerung und damit zum Wasserstau und zu schlechter Durchlüftung. Im Winter kommt es durch den Wasseraufstieg zu Eislinsenbildungen (Auffrieren) im Oberboden. Durch die geringe Gefügeaggreatbildung kommt es bei Regen zu einer leichten Verschlammung, Verkrustung und Verdichtung dieser Böden. In Hanglagen ist leichte Erodierbarkeit die Folge. Die natürlichen Nährstoffe sind mäßig. Sie werden zwar nur wenig ausgewaschen, werden aber auch nur langsam durch Verwitterung aufgeschlossen. Durch ungünstige Bodeneigenschaften können die mäßigen Nährstoffe nur schlecht von den Pflanzen aufgenommen werden. (MÜCKENHAUSEN, 1985)

Die *Lehmböden* nehmen eine Mittelstellung zwischen den drei anderen Bodenarten ein, sie weisen einen Tongehalt von 15% und 45% auf. Die Wasserleitung ist auf diesen Böden mittelmäßig, dafür aber ist die Wasserspeicherung sehr hoch. Die natürliche

Nährstoffnachlieferung wechselt je nach Mineralbestand sehr stark. Die Nährstoffe werden hingegen sehr gut gespeichert bei den Lehmböden. (MÜCKENHAUSEN, 1985)

Bei Zusammentreffen aller Hauptfraktionen sind durch die Mischung die physikalischen Bodeneigenschaften günstig. Besonders günstig ist die Mischung 25% Ton, 25% Schluff und 50% Sand, was der Bodenart sandiger Lehm entspricht. (MÜCKENHAUSEN, 1985; ANONYMUS, 1994)

Gründigkeit

Wegen des Bodenaufbaues in den Untersuchungsbereichen - Block- und Schutthalden in neuerer oder schon sehr alter Form sind geländeprägend - sind sowohl Gründigkeiten von Null Zentimeter bis über Schlagbohrertiefe auf jeder Teilfläche anzutreffen (siehe Anhang 5). Es konnte aber festgestellt werden, dass die Häufigkeit der tiefgründigeren Böden vom oberen zum unteren Untersuchungsbereich zunimmt. Die Tabellen vom Anhang 5 zeigen, dass die Gründigkeit im Durchschnitt im Karbonat-Block-Fichtenwald (FBI) etwas höher ist als im Karbonat-Lärchen-Blockwald (LBI). Aber auch die typische Ausbildung des Lärchen-Zirbenwaldes (LZ I) im oberen Untersuchungsbereich (G III) weist im Durchschnitt etwas tiefgründigere Böden auf als die Latschenausbildung des Lärchen-Zirbenwaldes (LZ II).

Durchwurzelung

Die Durchwurzelung des Unterbodens ist auf allen Stichprobenflächen meist zwischen „schwach“ bis „stark“ (siehe Anhang 5). Dies kommt daher, weil auf keiner Teilfläche kaum eine geschlossene Wald- und Strauchschicht vorkommt, und dort wo die Lücken auftreten natürlich weniger Wurzeln vorhanden sind. Wie den Tabellen des Anhang 5 zu entnehmen ist schwankt die Durchwurzelung des Oberbodens ebenfalls über eine sehr große Bandbreite (schwach bis sehr stark), weist aber meist eine höhere Durchwurzelung als der Unterboden auf. Der Unterschied zwischen der Durchwurzelung des Oberbodens und des Unterbodens ist vor allem jenen Flächen sehr groß, wo in den Lücken der Baum- und Strauchvegetation eine starke Bodenvegetation auftritt. Zwischen den einzelnen Untersuchungsbereichen gibt es kaum Unterschiede in der Durchwurzelung des Ober- und Unterbodens (siehe Anhang 5). Der Karbonat-Block-Fichtenwald (FBI) weist, wegen der etwas geringer auftretenden Bodenvegetation, einen etwas niedrigeren Anteil an Wurzeln im Oberboden auf als der Karbonat-Lärchen-Blockwald (LBI).

Bodenbeeinträchtigung

Bodenbeeinträchtigungen spielen in keinem Untersuchungsbereich eine bedeutende Rolle (siehe Anhang 5). Kleinräumige Beeinträchtigung des Bodens es gibt in allen Gebieten durch Wildwechsel und im mittleren Untersuchungsbereich (G II) und im unteren Untersuchungsbereich (G I) durch Viehtritt. Wie den Tabellen des Anhangs 5 entnommen werden kann gibt es im G I außerdem noch geringe Bodenbeeinträchtigungen durch einen Pirschsteig und durch die in den letzten Jahren durchgeführte Schlägerung sowie Rückung der entnommenen Bäume.

Skelettanteile

Der Skelettanteil ist auf den einzelnen Stichprobenflächen sehr unterschiedlich. Es gibt in jedem Untersuchungsbereich Skelettanteile von wenigen Prozenten bis hin zu 50% (siehe Anhang 5). Nur im oberen Untersuchungsbereich (G III) gibt es einige Flächen wo der Skelettanteil über 50% beträgt. Die Tabellen des Anhangs 5 zeigen, dass der durchschnittliche Skelettanteil mit abnehmender Seehöhe des Untersuchungsbereiches leicht zurückgehen. Im G III hat die typische Ausbildung des Lärchen-Zirbenwaldes (LZ I) einen etwas geringeren Skelettanteil als die Latschenausbildung des Lärchen-Zirbenwaldes (LZ II).

4.4 Vegetationsaufnahme

Bei der Vegetationsanalyse wurden mehr als 150 krautige Pflanzen und 10 verschiedene Moose bestimmt. Die Vegetationstabellen für die einzelnen Untersuchungsbereiche sind im Anhang 6 zu sehen.

Aus den Vegetationstabellen wurde versucht anhand von Zeigerwerten der Standortsanzeiger auf Boden- und Vegetationsbedingungen zu schließen. Die nachstehende Tabelle 13 gibt für die einzelnen Glieder der soziologisch-ökologischen Artengruppen einen zusammenfassenden Überblick über deren Vorkommen in den unterschiedlichen Untersuchungsbereichen.

Soziologisch-Ökologische Artengruppen	G I	G II	G III
Nadelwaldarten und Säurezeiger			
<i>Erica carnea</i>	—	✓	✓
<i>Galium rotundifolium</i>	✓	✓	✓
<i>Hieracium sylvaticum</i>	✓	✓	✓
<i>Homogyne alpina</i>	✓	✓	✓
<i>Luzula pilosa</i>	—	✓	✓
<i>Rhododendron hirsutum</i>	✓	✓	✓
<i>Vaccinium myrtillus</i>	✓	✓	✓
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	✓	✓	✓
Laub- und Nadelwaldbegleiter			
<i>Athyrium filix-femina</i>	✓	✓	✓
<i>Luzula albida</i>	✓	✓	✓
<i>Fragaria vesca</i>	✓	—	—
<i>Myosotis sylvatica</i>	✓	✓	✓
<i>Oxalis acetosella</i>	✓	✓	✓
<i>Petasites albus</i>	✓	✓	—
<i>Prenanthes purpurea</i>	✓	✓	✓
Laubwaldarten			
<i>Epilobium montanum</i>	✓	✓	✓
<i>Helleborus niger</i>	✓	—	✓
<i>Lamium galeobdolon</i>	✓	✓	✓
<i>Primula elatior</i>	✓	✓	✓
Fels- und Schuttbesiedler			
<i>Adenostyles glabra</i>	✓	✓	✓
<i>Asplenium viride</i>	✓	✓	✓
Bergrasen			
<i>Aster bellidiastrum</i>	✓	✓	✓
<i>Carex ferruginea</i>	✓	✓	✓
Feuchtigkeitszeiger und Hochstauden			
<i>Adenostyles alliariae</i>	✓	✓	✓
<i>Deschampsia caespitosa</i>	✓	✓	✓
<i>Equisetum sylvaticum</i>	✓	✓	—
Kalk-, Licht- und Trockenheitszeiger			
<i>Calamagrostis varia</i>	✓	✓	✓
<i>Scabiosa lucida</i>	✓	✓	✓
<i>Senecio abrotanifolius</i>	—	—	✓
Magerrasen, Verhagerungszeiger, Wiesenarten			
<i>Aster bellidiastrum</i>	—	✓	✓
<i>Gentiana asclepiadea</i>	✓	—	✓
<i>Nardus stricta</i>	✓	✓	✓
<i>Pteridium nardus</i>	✓	—	—
<i>Sesleria varia</i>	✓	✓	✓

Tab. 13: Vorkommen der soziologisch-ökologischen Artengruppen auf den drei Untersuchungsbereichen.

✓ = normale Anteile, ✓ = geringes Vorkommen, — = nicht vorhanden

Nadelwaldarten und Säurezeiger

Erica carnea: Leitpflanze der Kiefernwälder (Waldkiefer, Bergkiefer, z.T. Schwarzkiefer) auf basischem Grundgestein; montan-submontan, flachgründige Standorte mit extremen Wasserhaushalt bzw. warm-trockenes Allgmeinklima, vereinzelt im Latschenbuschwald; stockender Streuabbau.

Galium rotundifolium: Klassischer Nadel- (Laub-)holzbegleiter; Schwerpunkt in den intermediären bis basischen Fichten-Tannen Wäldern; in kleineren Mengen auch in den hochstaudenreichen Fichtenwäldern der gesamten Höhenverbreitung.

Hieracium sylvaticum: Arten die den Nadelwaldcharakter besonders in montanen Gesellschaften dokumentieren, wo sich *Vaccinium*-Gruppe anschließen; auch auf Rohhumuslagen über frischen bis trockenen Kalkstandorten; auch Kiefernwälder

Homogyne alpina: Arten fichtenreicher Wälder, tiefsubalpin-montan, sauer frisch Rohhumus-Moder, auch Lärchen-Zirbenwälder

Luzula pilosa: Charakterart des mäßig sauren Fichten-Tannen Waldes; auch bodenfrische, feuchte-kühle Blockstandorte

Rhododendron hirsutum: Arten von Latschenbestockung, subalpin, flachgründige Karbonatstandorte mit extremen Wasserhaushalt; mäßig frische Humusaufgabe; randalpine Zirben- und Lärchenwälder

Vaccinium myrtillus: Arten frischer, saurer Standorte, subalpin-submontan, Moder-Rohhumus, Schwerpunkt in Fichtenwäldern (Tanne, Kiefer)

Vaccinium vitis-idaea: Arten mäßig trockener, saurer Standorte; vorwiegend nadelbaumreiche Wälder (Kiefernwälder); relativ weite Wasserhaushaltsamplitude

Laub- und Nadelwaldbegleiter

Athyrium filix-femina: Arten frisch-feuchter, schwach saurer-alkalischer Standorte; montan-subalpine Laub- und Nadelwälder; keine ausgeprägten bodensauren Gesellschaften

Fragaria vesca: bevorzugt kalkigen Lehm und Licht; auch auf Hangschuttmilieu und Magerrasen; außerhalb der sauersten Standorte weit verbreitet

Luzula albida: Arten mäßig trockener, mäßig saurer Standorte; Nadel- und Laubwälder (Kiefernwälder); z.T. Verhagerungs- und Verlichtungszeiger

Myosotis sylvatica: Arten feuchter, schwach saurer-alkalischer Standorte; schwach sickernasse Laub- und Nadelwälder

Oxalis acetosella: arten frischer, mäßig saure Standorte; subalpine-montane Fichten und besonders tannenreiche Wälder, meist schwache Moderauflage; auch in Hochstaudenfluren

Petasites albus: Arten frisch-feuchter, schwach saurer-alkalischer Standorte; Tannen- und buchenreiche Wälder, z.T. mit Bergahorn; verarmte Hochstaudenflur

Prenanthes purpurea: Arten weitester Verbreitung; Schluchtwälder bis Hochstaudenfichtenwälder; teilweise hohes Lichtangebot

Laubwaldarten

Epilobium montanum: Schwache Differenzialartengruppe für hochmontane Abieti-Fageten mit annähernd hochstaudenartigem Charakter; auch in den Karbonatfichtenwäldern

Helleborus niger: unbedingter Basenbedarf; große Höhen- und Feuchtigkeitsamplitude; auch in Kiefernwäldern

Lamiastrum galeobdolon: mäßig frisch bis frische, schwach bodensaure bis alkalische Böden; Schwerpunkt in bodensauren buchenreichen Laubmischwäldern; auch in basenreichen Tannen- und Fichtenwäldern

Primula elatior: Laubwaldarten mit weiter Verbreitung; höherer Anspruch an Bodenfrische; auch Fichtenwälder

Fels- und Schuttbesiedler

Adenostyles glabra: Kalkschutt-Besiedler; basenreiche, frische, meist steile Hanglagen mit wenig gereiften Boden- und Vegetationsentwicklung; montan-subalpin; sekundärer Pioniercharakter (Blockwälder); nadel und buchenreiche Wälder

Asplenium viride: Blockbewohner und Felsspaltenbesiedler meist luftfeuchter Standorte; teilweise hoher Lichtbedarf; auch Lärchen- und Kiefernwälder

Berggrasen

Aster bellidiastrum: Arten montan-subalpiner frischer Rasen; Berggrasarten mit hoher Konkurrenzkraft; weite Verbreitung in verschiedenen Waldgesellschaften

Carex ferruginea: subalpine Magerrasenarten; aufgelockerte Hochlagenbestände, besonders Lärchen- und Zirbenwälder; Kontakt zum karbonatischen Grundgestein; wechselfeucht und Hangwasser; auch bei Klimaextremen (Wind, Rutschschnee)

Feuchtigkeitszeiger und Hochstauden

Adenostyles alliariae: Arten der Hochstaudenfluren; basenreiche, hangfeuchte Böden; niederschlags- und schneereiche Standorte; hochmon.-subalp. Hochstaudenfluren, Grünerlenbusch und Hochstauden-Gebirgswälder

Deschampsia caespitosa: Hochstauden im weiteren Sinn; Feuchtrasenarten und Standorte mit gutem Wasserhaushalt; auch in der tieferen Montanstufe

Equisetum sylvaticum: Arten stau- bis sickernasser mäßig saurer Standorte; weiden- und erlenreiche Wälder; auch im Hochstauden Fichtenwald

Kalk-, Licht- und Trockenheitszeiger

Calamagrostis varia: Arten der stärker besonnten Hanglagen auf flachgründigen Rendsinen, mit weiter Höhenamplitude; auch feinerdereiche Karbonatstandorte; Massenentfaltung in verlichteten Beständen

Scabiosa lucida: bevorzugt in Hochlagen (hoher Lichtanspruch); tiefmontan nur in Kiefernwäldern

Senecio abrotanifolius: Arten mit rein subalpin-hochmontaner Verbreitung

Magerrasenarten, Verhagerungszeiger, Wiesenarten

Aster bellidiastrum: Arten montan-subalpiner frischer Rasen; frische, basenreiche Böden; Laub-Nadelmischwälder

Gentiana asclepiadea: weite Amplitude auf saurem bis basischem Untergrund; durch Aufflichtung begünstigt

Nardus stricta: Arten montan-subalpiner Magerrasen (Borstgrasmatten); mäßig frische, saure und basenarme Böden; vor allem in Lärchen-Zirben- und Fichtenwäldern; auch in Kiefernwäldern und in Silikat-Latschenbuschwald

Pteridium nardus: Pflanzen verhagerter, verdichteter, beweideter, streugennutzter Standort; wechselfeuchte Böden

Sesleria varia: Arten montan-subalpiner Kalk-Magerrasen; trockene, basenreiche Böden; fichten-, tannen-, buchen- und kiefernreiche Wälder; auch Karbonat-Latschenbuschwälder

Die Tab. 13 zeigt, dass die *Nadelwaldarten und Säurezeiger* im unteren Untersuchungsbereich (G I) weniger häufig auftreten als bei den beiden anderen, dafür nehmen die Anteile der Laub- und Nadelwaldbegleiter und der Laubwaldarten im G I einen

höheren Wert an. Etwas merkwürdig ist, dass die *Laubwaldarten* im oberen Untersuchungsbereich (G III) einen größeren Anteil haben als beim mittleren Untersuchungsbereich (G II). Ein Grund dafür mag in den unterschiedlichen Expositionen (Oben: Westen; Mitte: Nordost-Südost) liegen und dass der G II in einem Kar liegt, wo der Schnee länger liegen bleibt, die Sonneneinstrahlung geringer ist und dadurch manchmal auch Kaltluftseen entstehen. Die soziologisch-ökologischen Artengruppen *Fels- und Schuttbesiedler* und die *Bergrasenarten* sind in allen Untersuchungsbereichen ziemlich gleichmäßig vertreten (Tab. 13), weil die Voraussetzungen dafür überall in ziemlich gleichen Massen gegeben sind. Im G III sind die Bergrasenarten etwas häufiger in der typischen Ausbildung des Lärchen-Zirbenwaldes (LZ I) vertreten als in der Latschenausbildung des Lärchen-Zirbenwaldes (LZ II). Bei den *Feuchtigkeitszeigern* und *Hochstauden* sind im G II die Anteile geringer als bei den anderen. Im G III sind nur die Hochstaudenarten vertreten, die Feuchtigkeitszeiger sind in diesem Untersuchungsbereich kaum vertreten. Im G I hingegen sind sowohl die Feuchtigkeitszeiger wie auch die Hochstauden vertreten. Der Karbonat-Block-Fichtenwald (FBI) hat dabei einen etwas höheren Anteil an Feuchtigkeitszeigern als der Karbonat-Lärchen-Blockwald (LBI). Umgekehrt verhält es sich bei den Hochstauden.

Die *Kalk-, Licht- und Trockenheitszeiger* sind, wie die Tab. 13 zeigt, im G III am häufigsten vertreten, was, wenn man die geologischen Daten und die Bodenaufnahmen (siehe Kap. 4.3 "Bodenanalyse") betrachtet, nicht anderes zu erwarten war. Die soziologisch-ökologische Artengruppe *Magerrasen, Verhagerungszeiger und Wiesenarten* sind ebenfalls im G III mit der höchsten Intensität vorhanden, knapp gefolgt vom G I. Dabei sind im G I die Verhagerungs- und Weidezeiger eher häufiger, wohingegen diese im G III kaum vorhanden sind. Warum der G II, welche zur Hälfte an eine Weide grenzt, die geringsten Anteile an Wiesenarten hat (siehe Tab. 13), konnte nicht plausibel geklärt werden.

In Tabelle 14 werden die Standortszeiger nicht in soziologisch-ökologische Artengruppen geordnet sondern nach ihren Zeigerwerten, was zu folgenden Ergebnis führt:

Zeiger	G I	G II	G III	Zeiger	G I	G II	G III
Licht	11	12	13	Schatten	11	8	7
Feucht	25	27	22	Trocken	4	3	5
Frisch	21	20	15	Wechselfeucht	5	5	3
Nährstoffreich	15	12	8	Nährstoffarm	1	1	2
Kalkliebend	33	30	44	Kalkmeidend	15	13	16
Sauer	12	12	13	Weidezeiger	4	3	7
Schutt- u. Blockhalden	11	16	15	Fels- u. Steinbesiedler	18	16	21
Hochstauden	22	23	17	Zwergstrauchheiden	7	7	9
Schneelage	3	3	6				

Tab. 14: Anteil der Pflanzen mit unterschiedlichen Zeigerwerten in Prozent in den drei Untersuchungsbereichen.

Die schatten- und die lichtliebenden Arten treten, wie der Tab. 14 entnommen werden kann, im unteren Untersuchungsbereich (G I) zu gleichen Teilen auf. Bei den anderen Untersuchungsbereichen weisen die lichtliebenden Arten einen größeren Prozentsatz auf als die Schattenliebenden. Auffällig bei den Licht- und Schattenzeiger ist, dass auf allen Stichprobenflächen beide auftreten. Dies zeigt welches Wechselspiel bei der Lichtintensität auf den 200 m² großen Stichprobenflächen herrscht.

Bei den Zeigerwerten für den Wasserhaushalt, sind die Feuchte- und Frischezeiger bei weitem am häufigsten in allen Untersuchungsbereichen vertreten (Tab. 14). Es treten aber trotzdem fast auf allen Stichprobenflächen sowohl Feuchtezeiger als auch Trockenzeiger auf. Im G I herrscht die Tendenz, dass die Feuchtezeiger zu den tiefer liegenden Teilflächen zunehmen (am untersten Rand ist ein zeitweiliges Bächlein). Diese Tendenz ist auch im oberen Untersuchungsbereich (G III), wo die Feucht- und Frischezeiger hinsichtlich Intensität auf den tieferliegenden Teilflächen zunehmen, zu erkennen. Im diesen Gebiet ist auch zu beobachten, dass die nördlichste Stichprobenreihe (gehört zum LZ II) einen größeren Anteil an den Trockenheitszeigern aufweist. Im mittleren Untersuchungsbereich (G II) sind alle Zeiger des Wasserhaushaltes bei jeder Teilfläche anzutreffen, wobei der Anteil an

Feuchtigkeitszeigern, wie auch in den anderen Untersuchungsbereichen, auf den Rückenstandorten merklich zurückgeht.

Die Zeiger für den Nährstoffreichtum nehmen mit steigender Seehöhe des Untersuchungsbereiches ab. Ein Grund dafür ist, dass die Böden im G I reifer sind als beim G III. Die Standortzeiger für geringen Nährstoffanspruch sind auf den Teilflächen kaum anzutreffen (Tab. 14). Diese Zeiger sind fast ausschließlich auf den seichtgründigen, kargen Stein- und Felsblöcken zu finden.

Der Anteil der kalkliebenden Pflanzen ist nicht weiter verwunderlich, aber der Anteil der kalkmeidenden Pflanzen (Tab. 14) ist auf diesen geologischen Untergrund schwer zu erklären. Da die kalkmeidenden Pflanzen auch meist Zeiger für saure Verhältnisse sind ist nahe liegend, dass diese Pflanzen, trotz des basischen Grundgesteins, auf den teilweise auftretenden Rohhumusaufgaben die geeigneten Bedingungen vorfinden.

Im G III und G II sind die Zeiger für Schutt- und Blockhalden und auch die Fels- und Steinbesiedler auf den einzelnen Stichprobenflächen ziemlich gleichmäßig anzutreffen. Beim G I weist die Liniestichprobenreihe „Graben“ den größten Prozentsatz bei Fels- und Steinbesiedlern auf. Die Liniestichprobenreihe „Hang“ (Bereich des Karbonat-Lärchen-Blockwald (LBI)) weist nur einen etwas niedrigeren Wert auf, wohingegen die Liniestichprobenreihe „Rücken“ (Bereich des Karbonat-Block-Fichtenwald (FBI)) die Anteile der Fels- und Steinbesiedler um einiges geringer ist als bei der Liniestichprobenreihe „Graben“ (siehe Kap. 3.1 "Aufnahmedesign"). Die Zeiger für Schutt und Blockhalden sind auf dieser Liniestichprobenreihe ebenfalls etwas weniger häufig anzutreffen als auf den anderen beiden, aber nicht in jenem Ausmaß wie die Fels- und Steinbesiedler. Dies lässt den Schluss zu, dass der Bereich in der Liniestichprobenreihe „Rücken“ auch von einer Schutt- und Blockhalde entstanden ist, aber sich schon in einer fortgeschritteneren Entwicklungsstufe befindet.

Die Hochstaudenpflanzen und die Pflanzen der Strauchheiden sind auf allen Stichprobenflächen anzutreffen. Anzumerken ist bei diesen Pflanzen nur, dass die Deckungsanteile der einen Gruppe jeweils dann zunehmen wenn die andere abnimmt. Außerdem sind, wie der Tab. 14 zu entnehmen ist, die Einflüsse der Hochstauden um einiges höher als jene der Zwergstrauchheiden.

Die Zeiger für lange und hohe Schneelage sind in den Untersuchungsbereichen nur in geringen Prozentsätzen anzutreffen (Tab. 14). Im G I sind die Deckungsgrade in der Liniestichprobenreihe „Graben“ am größten. Auf den anderen Stichprobenflächen kommen diese Zeigerpflanzen ebenfalls vor, aber nur sehr kleinflächig und dadurch auch nur mit sehr

geringen Prozentsätzen. Beim G II kommen die Zeiger für lange und hohe Schneelage mit nennenswerten Deckungsanteilen nur in der Teilfläche des Bestandesaufrisses vor. Auf den anderen Stichprobenflächen sind sie nur vereinzelt, vor allem in kleinen Mulden und im Schattenbereich großer Steinblöcke anzutreffen. Im G III sind die Zeiger für lange und hohe Schneelage auf allen Stichprobenflächen anzutreffen, wobei die Deckungsgrade auf der nördlichsten Stichprobenreihe (siehe Abb. 4), auf welcher die Latschenausbildung des Lärchen-Zirbenwaldes (LZ II) stockt, abnehmen. Der Grund dafür mag der hohe Deckungsanteil der Latschen auf dieser Stichprobenreihe sein, wo der Schnee auf den Latschendach liegen bleibt und im Frühjahr wegen des dunklen Untergrunds schnell schmilzt. Die Deckungsgrade dieser Zeigerpflanzen nehmen bei jeder Stichprobenreihe zu der untersten Fläche hin zu. Dies ist damit zu erklären, dass auf diesen Flächen die Hangneigung zurückgeht und meist kleinere und größere Mulden vorhanden sind.

4.5 Natürliche Waldgesellschaft (MAYER, 1974)

Die natürliche Waldgesellschaft an einem bestimmten Standort wird bekanntlich mit Hilfe von geologischen, vegetationskundlichen, bodenkundlichen und klimatologischen Daten ermittelt. Nachfolgend werden die im Untersuchungsgebiet vorkommenden natürlichen Waldgesellschaften allgemein vorgestellt, bevor die Waldgesellschaften an den einzelnen Untersuchungsbereichen des Transektes beschrieben werden.

4.5.1 Karbonat-Lärchen-Zirbenwald (*Larici-Cembretum rhododendretosum hirsuti*)

Die Gesellschaftsgruppe ist charakterisiert durch die Bindung an kalkreiches Grundgestein, an das geologisch bedingte Schwerpunktaufreten im Rand-Zwischenalpenbereich, an eine tiefere schmälere Höhenstufen (1800-2000/2100 m) und durch ein ausgeprägtes Standorts- und Vegetationsmosaik als der Silikat-Lärchen-Zirbenwald.

Typische Ausbildung

Die typische Ausbildung des Karbonat-Lärchen-Zirbenwaldes weist meist eine aufgelockerte Bestandesstruktur mit wechselndem Anteil von Zirbe und Lärche auf, wobei nicht selten die

Lichtbaumart dominiert und Spitzfichten eingesprengt sind. Die nicht zusammenhängende moosreiche Zwergstrauchvegetation wird durch anstehenden Hartkalk stellenweise unterbrochen. *Rhododendron hirsutum* (Wimper Alpenrose) und *Rhododendron ferrugineum* (Rostrote Alpenrose) ist meist mit geringen Mengen beigemischt. Nicht selten wachsen diese Kennarten in deutlich getrennten Zonen im Kronenbereich von *Pinus cembra* und *Larix decidua*, die azidophile rostrote Alpenrose im Zentrum (mächtiger Tangelhumus) und die basiphile behaarte Alpenrose randlich (Kalk-Kontakt).

Der Karbonat-Lärchen-Zirbenwald ist im Rand- und Zwischenalpengebiet insbesondere auf Hartkalk-Hochflächen mit bewegtem Kleinrelief und typischen Karrenkomplexstandorten zwischen 1650-1700 und 1950-2000 m Höhe verbreitet. Randalpin kommen auch noch Ausbildungen bei 1500 m und auf Köpfen und Verebnungen in tieferer Lage vor. Weniger typisch ist die Gesellschaft in Hanglagen ausgebildet. Spaltengründige und frische dystrophe TangelRendsinen – Kalksteinbraunlehme mit sehr unterschiedlicher Mächtigkeit der Humusdecke sind charakteristisch. Durch jahrhundertelangen anthropogenen Einfluss sind typische Gesellschaftsausbildungen relativ selten. Im plenterartig aufgebauten Hochlagenwald erreichen in geschlossen Beständen Lärche und Zirbe 15-20/22 m Höhe (200 fm/ha Vorrat). Lärche und Zirbe können 300-500(700) Jahre alt werden. Überwiegend handelt es sich um ausgeprägte Waldkronen-Schutzbestockungen.

Abkürzung: LZ I

Hochstauden-Grünerlen-Ausbildung

Auf schneereichen, schattseitigen Hanglagen tritt auf Lias-Dogger-Gesteinen mit frischen Kalksteinbraunlehmböden eine *Alnus viridis*-Ausbildung auf mit *Acer pseudoplatanus*, *Salix waldsteiniana*, *Salix glabra* und *Sorbus aucuparia*.

Aufgelöste Bestände müssen teilweise als Dauergesellschaften angesprochen werden, die auf Schattseiten auch als regressives Stadium nach Flächennutzungen auftritt (z.B. Salinegebiete Berchtesgarden).

Latschen-Ausbildung

Auf sonnseitigen flachgründigen Rippen, Rücken und Köpfen, in blockreichen Mulden und zur Austrocknung neigenden flach- bis mittelgründigen Rendsinen bis Kalksteinbraunlehm dominiert bei mäßiger Wuchsleistung die Lärche (10-15/20 m). Die Lichtbaumart kommt umso häufiger vor, umso mehr die Bestände aufgelockert sind. Im Kontakt mit Latschenbestockungen ist diese Dauergesellschaft ein natürliches Pionierwaldstadium auf

extremen Standorten. Auf den flachgründigen Dachsteinkalkstandorten geht der Lärchen-Zirbenwald bei Kahlschlägerung in ein flächiges, latschenreiches Waldverwüstungsstadium über.

Abkürzung: LZ II

4.5.2 Karbonat-Lärchen-Blockwald (*Laricetum asplenietosum*)

Diese Dauergesellschaft kommt hochmontan-tiefsubalpin im Bereich schattseitiger grobblockiger Bergstürze der nördlichen Kalkalpen auf Wetterstein- und Dachsteinkalk vor. Die Lärche bildet auf dem Grobblockbergsturz die initiale Baumbestockung und leitet die Vegetationsentwicklung zum Fichtenschlusswald ein. Typisch für das Vegetationsmosaik ist der große Artenreichtum und ein ähnlich vielfältiges Artengruppengefüge wie im Karbonat-Lärchen-Zirbenwald. Die Zeigerpflanzen reichen von Fels- und Steinbesiedler bis Fichtenwaldzeiger. Während auf feinskelettreichen Halden bereits ein Hang-Fichtenschlusswald erreicht wird, ist im grobblockigen Teil erst das Lärchenpionierstadium gut entwickelt. Hohlraumreichtum, Kaltlufteinfluss durch sommerliches Bodeneis und Flachgründigkeit verzögern den Aufbau der Schlusswaldes.

Abkürzung: LBI

4.5.3 Subalpiner Karbonat-Block-Fichtenwald mit Strichfarn (*Adenostylo glabrae-Piceetum subalpinum asplenietosum*)

Subalpin (1400-1800 m) tritt kleinflächig als initiale Dauergesellschaft ein sehr lärchenreicher Fichtenwald auf grobblockigem Bergsturzgelände auf (Wetterstein-, Dachsteinkalk, usw.). Das Standorts- und Vegetationsmosaik ist sehr ausgeprägt, da sich aus initialen Entwicklungsstadien infolge des extremeren Rohbodens Kalkfelspioniere in größerer Menge erhalten. Mit zunehmender Boden- und Vegetationsentwicklung nehmen die Fichtenwaldarten immer stärker überhand. Reife lärchenarme Ausbildungen unterscheiden sich floristisch nur noch wenig vom Silikat-Block-Fichtenwald auf durchschnittlichen Standorten (30-33 m). Zwecks produktionsfördernder Beschleunigung der Vegetationsentwicklung ist nur einzelstammweise Nutzung in der Gesellschaft angebracht, die in tieferen Lagen rascher zur

fichtenreichen Schlusswaldgesellschaft tendiert, in höheren durch größeren Lärchen- und Zirbenanteil sowie auch stärker eindringende *Rhododendron ferrugineum et hirsutum* als typische Dauergesellschaft zu werten ist.

Abkürzung: FBI

Im oberen Untersuchungsbereich (G III) und im mittleren Untersuchungsbereich (G II) ist die natürliche Waldgesellschaft der Karbonat-Lärchen-Zirbenwald. Die typische Ausbildung ist auf beiden Untersuchungsbereichen anzutreffen. Im G III geht bei der nördlichen Stichprobenreihe (siehe Abb. 4) die typische Ausbildung in die Latschen-Ausbildung des Lärchen-Zirbenwald über. Am nördlichen Rand des G II wird die typische Ausbildung von der Hochstauden-Grünerlen-Ausbildung beeinflusst.

Der untere Untersuchungsbereich (G I) wird von den natürlichen Waldgesellschaften des Karbonat-Lärchen-Blockwaldes und des Subalpinen Karbonat-Block-Fichtenwaldes mit Strichfarn aufgebaut. Der Lärchen-Blockwald bildet südlich des Grabens und der Block-Fichtenwald mit Strichfarn nördlich des Grabens die Waldgesellschaft (siehe Abb. 2).

4.6 Waldbauliche Grunddaten

In den folgenden Kapiteln werden die Ergebnisse der Erhebung waldbaulicher Grunddaten (siehe Kap. 3.2.4 "Bestandesanalyse") mitgeteilt.

4.6.1 Vorrat

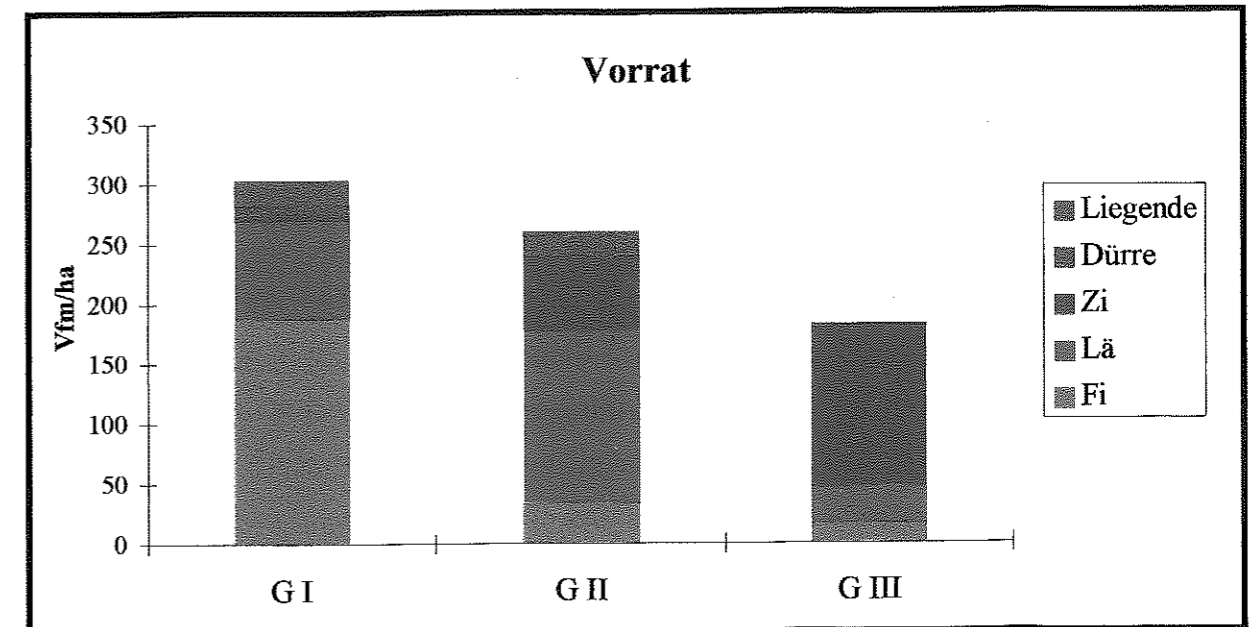


Abb. 5: Vorratsfestmeter/ha in den drei Untersuchungsbereichen aufgeteilt nach den Hauptbaumarten, Dürren und Liegenden.

Wie die Abb. 5 zeigt nimmt der Vorrat mit steigender Seehöhe des Untersuchungsbereiches ab, wobei die Abnahme vom mittleren (G II) zu oberen Untersuchungsbereich (G III) ungefähr doppelt so groß ist als die Abnahme vom unteren (G I) zum mittleren Untersuchungsbereich (303,04 Vfm/ha \Rightarrow 259,30 Vfm/ha \Rightarrow 182,19 \pm 33,57 Vfm/ha).

Im G I wird der Vorrat hauptsächlich von der Fichte (61,8%), im G II von der Lärche (57,3%) und im G III von der Zirbe (73,6%) getragen.

Der Anteil der Dürren ist in allen drei Untersuchungsbereichen relativ gering (bis 6,4%). Die Liegenden sind hauptsächlich durch Windwürfe bedingt, welche im Gebiet der Aufnahmen der vorliegenden Arbeit durch zeitweise auftretende Fallwind verursacht werden. Im G I sind (im Jahr 1997) 7,2% des Vorrats geworfen worden. Dieser Anteil wird zwar hauptsächlich von der Fichte getragen, aber es wurden auf der betroffenen Teilfläche auch die dort befindlichen Lärchen geworfen. Die „sonstigen“ Baumarten (wie Tanne, Bergahorn,

Vogelbeere, usw.) sind in dieser Grafik nicht angeführt, weil bei allen drei Untersuchungsbereichen der Vorrat dieser Baumarten zusammen weniger als 1 Vfm/ha beträgt.

		Fi	Lä	Zi	Sonstige	Liegende	Dürre	Gesamt
G I	LBI	115,62	118,96	6,58	0,45	16,15	7,16	264,92
	FBI	261,07	43,86	2,15	0,71	27,01	7,48	342,28
G III	LZ I	20,91	46,62	200,45	0,00	1,95	0,33	270,26
	LZ II	10,08	13,50	67,83	0,73	0,00	2,66	94,80

Tab. 15: Vorratsfestmeter über Baumarten, Liegende und Dürre bei den verschiedenen Waldgesellschaften im unteren Untersuchungsbereich (G I) und oberen Untersuchungsbereich (G III).

Im G I hat, wie in der Tab. 15 zu sehen ist, der Karbonat-Block-Fichtenwald (FBI) eine höhere Vorratsleistung als der Karbonat-Lärchen-Blockwald (LBI). Der größte Unterschied zwischen den Waldgesellschaften ist durch den Anteil der Baumarten bedingt, wobei bei jeder Waldgesellschaft jeweils die namensgebende Hauptbaumart einen wesentlich höheren Vorrat aufweist als in der jeweils anderen. Die Fichte und die Lärche machen zusammen in jeder Waldgesellschaft ca. 89% des Vorrates aus. Im LBI haben die beiden Baumarten ungefähr die selbe Vorratsleistung, wo hingegen im FBI die Fichte (76,2%) mit Abstand den Vorrat prägt (Tab. 15). Der Vorratsanteil der Zirbe ist im LBI ums vierfache größer als im FBI. Bei den restlichen Vorratskategorien sind die Anteile in den beiden Waldgesellschaften weitgehend gleich.

Im G III hat die typische Ausbildung des Lärchen-Zirbenwaldes (LZ I) einen wesentlich höheren Vorratsanteil als die Latschenausbildung des Lärchen-Zirbenwaldes (LZ II). Der Vorratsunterschied ist über alle Hauptbaumarten nahezu gleich. Die sonstigen Baumarten weisen nur im LZ II einen Vorratsanteil auf und umgekehrt gibt es „Liegende“ nur im LZ I. „Dürre“ treten in beiden Ausbildungen des Lärchen-Zirbenwaldes im G III auf, wobei der Anteil im LZ II um einiges höher ist als im LZ I. Hier hat im Bezug auf die gesamte Vorratsleistung keine andere Art eine große Bedeutung mit Ausnahme der drei Hauptbaumarten (Tab. 15).

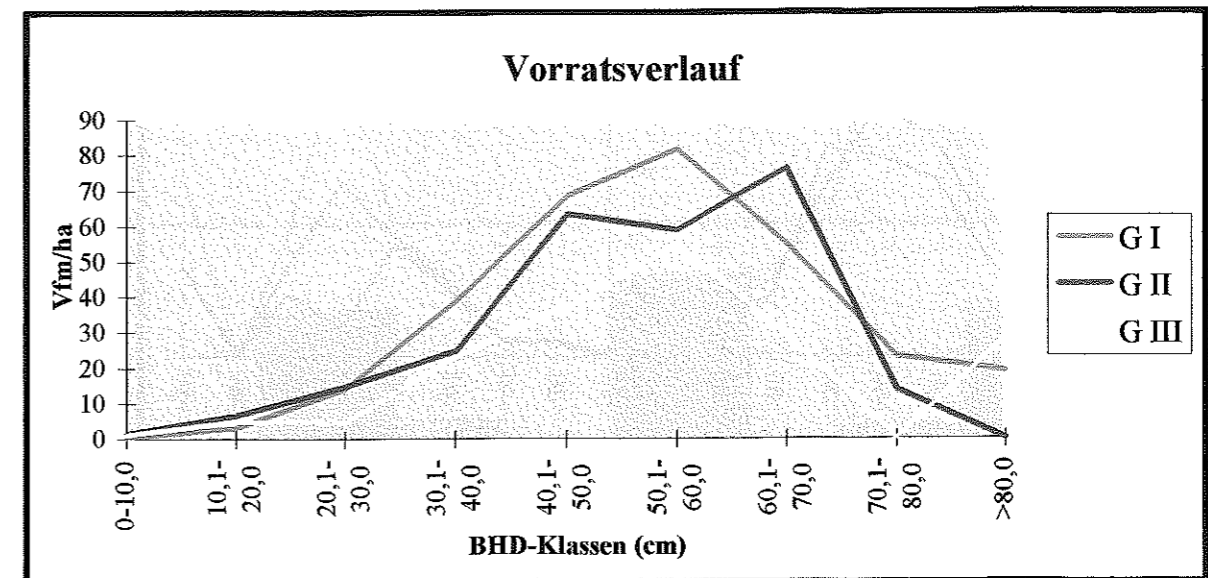


Abb. 6: Vorratsverlauf (Vfm) über BHD-Klassen (cm) in den Untersuchungsbereichen.

Den Vorrat über BHD-Klassen betrachtet zeigt zwischen den drei Untersuchungsbereichen nur geringe Unterschiede. Der Unterschied zwischen den Bereichen wird noch geringer, wenn man bei den einzelnen Untersuchungsbereichen den Vorrat prozentmäßig über die BHD-Klassen aufträgt. Wie der Abb. 6 zu entnehmen ist, haben der G I und G III in der selben BHD-Klasse, nämlich von 50,1-60,0 cm, den größten Vorrat. Bei diesen beiden Bereichen weist der Vorratsverlauf sehr ähnliche Pyramidenformen auf. Der Unterschied zwischen den beiden ist neben der geringeren Vorratsleistung, dass im G III in der Klasse von 70,1-80,0 cm keine Bestandesindividuen vertreten sind, dafür aber in der BHD-Klasse über 80,0 cm den höchste Vorrat von allen Gebieten aufweist (Abb. 6). Der G II hat gegenüber den beiden anderen eine abgeflachte Spitze und hat den höchsten Vorrat in der BHD-Klasse von 60,1-70,0 cm. Nach der Klasse mit der höchsten Vorratsleistung im G II nimmt der Vorrat stärker ab als bei den beiden anderen und hört mit der Klasse von 70,1-80,0 cm auf.

Ein optisch sehr leicht zu erkennender Unterschied in den Vorratsverläufen der einzelnen Untersuchungsbereiche ist, dass die beiden höher gelegenen Bereiche einen zweigipfeligen Verlauf haben (Abb. 6), wo hingegen der G I eher einer Normalverteilung gleicht (eingipfelig). Auf den ersten Blick sind die Stückzahlverläufe über die BHD-Klassen (Abb. 9-11) in den einzelnen Bereichen sehr unterschiedlich von den Vorratsverläufen (Abb. 6). Bei genauer Betrachtung kann man aber aus den Stückzahlenverlauf, unter Berücksichtigung der Durchmesser und Höhenverlaufes, auf den ungefähren Vorratsverlauf schließen.

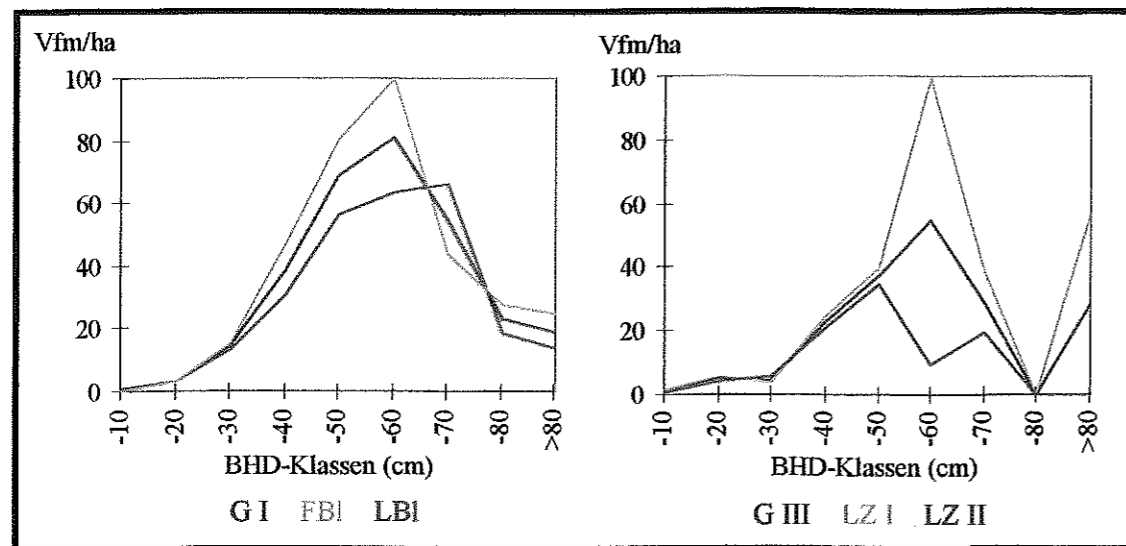


Abb. 7: Vorratsverläufe (Vfm/ha) nach den Waldgesellschaften im unteren (G I) und oberen Untersuchungsbereich (G III).

Die Abb. 7 zeigt die Vorratsverläufe im G I und G III „Gesamt“ und nach den einzelnen Waldgesellschaften aufgeteilt. Beim G I sind die Vorratsverläufe in den beiden Waldgesellschaften ziemlich ähnlich. Im Karbonat-Block-Fichtenwald (FBI) ist der größte Vorrat in der BHD-Klasse von 50-60 cm mit 29% vorhanden. Über 52% des Vorrates werden von Bäumen mit dem BHD von 40-60 cm gebildet. Im Karbonat-Lärchen-Blockwald (LBI) ist die Vorratsspitze über 3 BHD-Klassen (40-70 cm) aufgeteilt. Über 70 cm BHD hat dann der LBI einen geringere Vorratshaltung als der FBI (Abb. 7).

Im G III ist der Unterschied zwischen den einzelnen Vorratsverläufen sehr ausgeprägt (Abb. 7). Der typische Lärchen-Zirbenwald (LZ I) hat den größten Vorratsanteil in der BHD-Klasse von 50-60 cm (37%) und über 72% des Vorrates hat einen BHD >40 cm. Die Latschenausbildung des Lärchen-Zirbenwaldes (LZ II) weist bis zur BHD-Klasse 40-50 cm ziemlich den gleichen Vorratsverlauf auf wie die typische Ausbildung. Von dieser BHD-Klasse geht aber der Vorrat zurück und steigt nur mehr bei der BHD-Klasse von 60-70 cm leicht an. Außerdem kommen im LZ II keine Bestandesmitglieder vor die ein BHD über 80,0 cm aufweisen. Einen zweigipfeligen Vorratsverlauf weisen beide Ausbildungen des Lärchen-Zirbenwaldes auf, wobei dies im LZ II wesentlich geringer ausgeprägt ist (Abb. 7).

4.6.2 Grundfläche und Deckungsgrad

Grundfläche

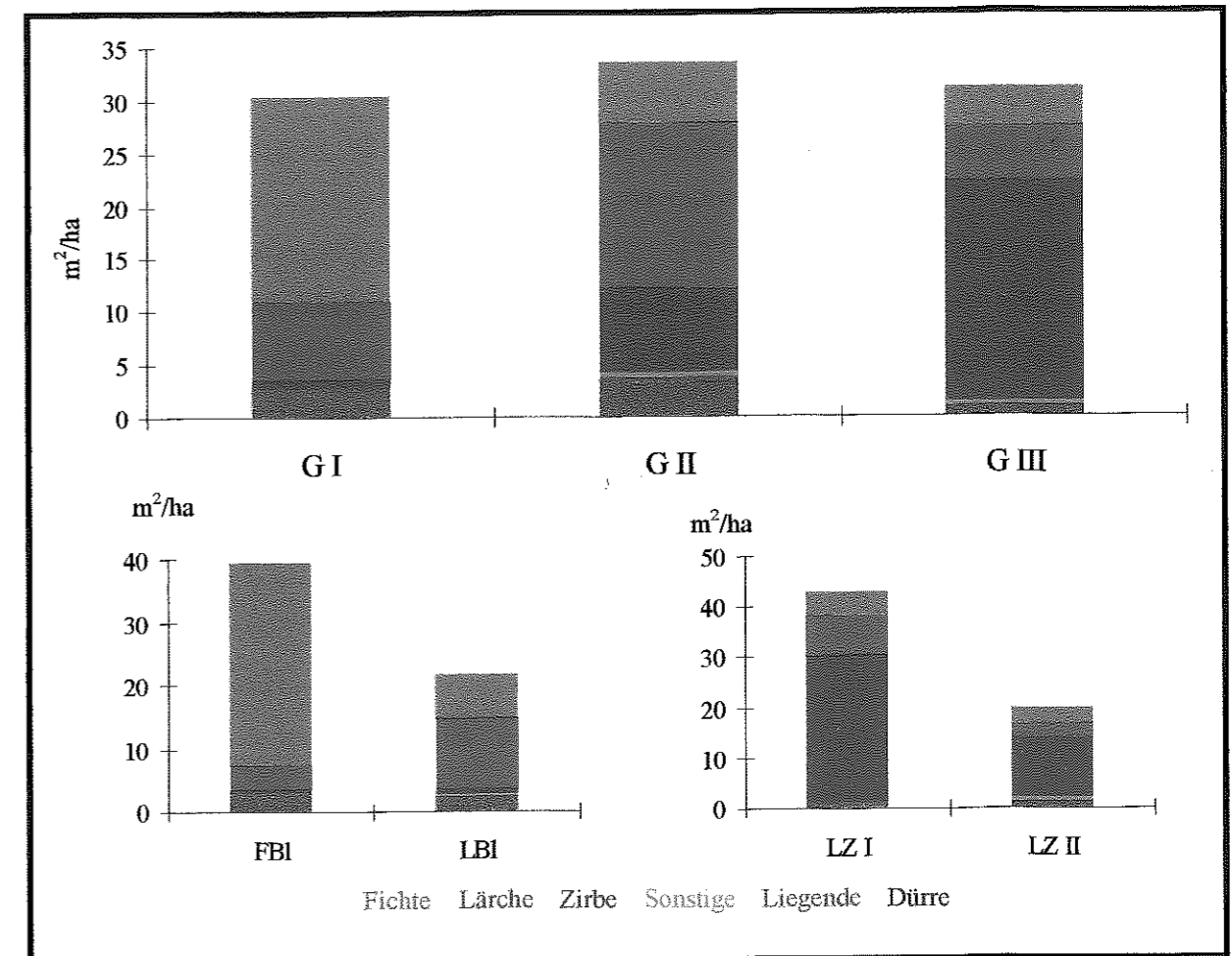


Abb. 8: Die Grundfläche in m^2/ha aufgeteilt nach den Baumarten auf den drei Untersuchungsbereichen und nach den Waldgesellschaften im unteren Untersuchungsbereich (G I) [Grafik unten links] und im oberen Untersuchungsbereich (G III) [Grafik unten rechts].

Die Grundfläche zeigt nach den Baumarten aufgeteilt ein ähnliches Bild wie der Vorrat. Im unteren Untersuchungsbereich (G I) wird, wie nicht anders zu erwarten, die Grundflächenhaltung von der Fichte, im mittleren Untersuchungsbereich (G II) von der Lärche und im oberen Untersuchungsbereich (G III) von der Zirbe getragen (Abb. 8). Der größte Unterschied zum Vorrat (Abb. 5) ist, dass die Bäume im G I mit $30,40 m^2/ha$ die geringste Grundfläche (Abb. 8) von den drei Untersuchungsbereichen aufweist. Die größte

Grundfläche weist der Bestand des G II mit 33,51 m²/ha auf. Der G III hat eine Grundflächenhaltung von 31,16+/-4,97 m²/ha.

Der G I nach den beiden Waldgesellschaften betrachtet zeigt, dass der Block-Fichtenwald (FBI) mit 39,52 m²/ha gegenüber dem Karbonat-Lärchen-Blockwald (LBI) mit 21,54 m²/ha eine wesentlich größere Grundfläche aufweist. Die Zirbe, Dürren und Liegenden weisen dabei in den beiden Waldgesellschaften annähernd die selbe Grundfläche auf. Der große Unterschied zwischen den beiden Waldgesellschaften bei den Baumarten zeigt sich bei der Fichte (Abb. 8). Die Fichte bildet beim FBI 81% der Grundfläche. Im Gegensatz dazu ist im LBI die Lärche mit 11,24 m²/ha die bestimmende Baumart für die Grundfläche und die Fichte hat nur mehr einen Anteil von 32%. Ein ähnliches Bild zwischen den beiden Waldgesellschaften hinsichtlich der Baumartenanteile zeigt schon die Vorratsaufnahme.

Die zwei Ausbildungen des Lärchen-Zirbenwaldes beim G III unterscheiden sich hinsichtlich der Grundflächenhaltung wie der Abb. 8 zu entnehmen ist um 23,03 m²/ha.

Den größten Anteil an der Grundfläche hat in beiden Ausbildungen die Zirbe, wobei prozentmäßig der Anteil bei der Latschenausbildung des Lärchen-Zirbenwaldes (LZ II) um ca. 9% geringer ist. Der Grundflächenanteil nimmt bei der Lärche im LZ II etwas ab und weist hier ungefähr den gleichen Anteil auf wie die Fichte. Ein weiterer Unterschied bei der Grundflächenhaltung der beiden Ausbildungen des Lärchen-Zirbenwaldes ist, dass die „Sonstigen Baumarten“ nur im LZ II und die „Liegenden“ nur bei der typischen Ausbildung (LZ I) auftreten (Abb. 8), alle aber in nur geringem Ausmaß (bis 3%). Der Anteil der Dürren ist mit 6,5% im LZ II um einiges höher als im LZ I (0,3%).

Deckungsgrad

Der Schlussgrad, der sich bei der Betrachtung des Deckungsgrades der Baumschicht in Zehntel ergibt, ist bei den drei Untersuchungsbereichen ziemlich gleich. Die Bestände sind alle mehr oder weniger lückig aufgebaut. Da der Schlussgrad in den Beständen sehr ungleichmäßig ist, wechselt er auf den einzelnen Stichprobenflächen von „dicht“ bis „räumdig“.

Bei der Vegetationsaufnahme wurden bei den Stichprobenflächen auch der Deckungsgrad (%) der Vegetationsglieder bestimmt.

G I	Mittelwert			Std.fehler			Min			Max		
Baumschicht	45	55	38	5	8	7	0	35	0	90	90	65
Strauchschicht	10	1	17	4	1	7	0	0	4	55	4	55
Krautschicht	68	63	71	5	6	7	35	35	40	95	75	95
Moosschicht	19	14	23	3	3	3	2	2	5	30	25	30
G II												
Baumschicht	43			13			8			85		
Strauchschicht	22			5			10			42		
Krautschicht	79			7			45			98		
Moosschicht	10			3			2			20		
G III												
Baumschicht	38	53	24	5	4	6	10	44	10	70	70	45
Strauchschicht	58	31	84	10	6	9	10	10	40	97	50	97
Krautschicht	70	83	58	5	2	5	35	75	35	90	90	70
Moosschicht	11	3	19	3	1	5	1	1	5	40	5	40

Tab. 16: Der Deckungsgrad in Prozent über die Baum-, Strauch-, Kraut- und Moosschicht auf den drei Untersuchungsbereichen und im unteren (G I) und oberem Untersuchungsbereich (G III) nach den Waldgesellschaften.

(1.Stelle = Gesamtbestand; 2.Stelle = FBI (G I) bzw. LZ I (G III); 3.Stelle = LBI (G I) bzw. LZ II (G III)).

Die Tab. 16 zeigt, dass der Deckungsgrad der Baumschicht im Durchschnitt mit steigender Seehöhe abnimmt. Nach den einzelnen Waldgesellschaften betrachtet hat der Karbonat-Block-Fichtenwald (FBI) den höchsten Schlussgrad, dicht gefolgt von der typischen Ausbildung des Lärchen-Zirbenwaldes (LZ I) des G III. Der Lärchen-Zirbenwald des mittleren Untersuchungsbereiches (G II) weist um 1/10 geringeren Schlussgrad auf als der LZ I im G III, aber um ca. 2/10 höheren als die Latschenausbildung des Lärchen-Zirbenwaldes (LZ II) des gleichen Bereiches. Der Karbonat-Lärchen-Blockwald (LBI) liegt ungefähr in der Mitte der Schlussgrade der beiden Ausbildungen der Waldgesellschaft des G III. Bei den Deckungsgraden der Strauchschicht ist es umgekehrt wie bei der Baumschicht, nur mit wesentlich stärkeren Prozentunterschieden (Tab. 16). Die Krautschicht hat den größten Deckungsgrad im G II, gefolgt vom G III. Der relativ große Deckungsgrad G III ist beachtlich weil die Baum- und Strauchschicht zusammen schon einen Deckungsgrad von 95% (Tab. 16) aufweisen. Wobei aber der LZ I, mit der geringeren Strauchschicht, einen wesentlich höheren Deckungsgrad in der Krautschicht aufweist als der LZ II. Der

Deckungsgrad der Mooschicht ist im G I am größten und bei den beiden anderen weitgehend gleich (Tab. 16). Die Mooschicht ist hauptsächlich auf den Gesteinsblöcken vertreten. Daher ist im G I in den Stichprobenflächen der Linienstichprobenreihe „Graben“ (siehe Kap. 3.1 "Aufnahmedesign") der Anteil der Mooschicht etwas höher als auf den anderen Linienstichprobenreihen. Bei der Linienstichprobenreihe „Rücken“ treten die minimalsten Deckungsgrade der Mooschicht auf. Im G III kommt die Mooschicht in höheren Deckungsgraden nur im LZ II vor und zwar oft an lichter Stellen im Latschengebüsch.

Die Minima- und Maximawerte der Tab. 16 zeigen, dass die Deckung der Baumschicht in allen drei Untersuchungsbereichen sehr schwankend sein kann. Die extremsten Werte treten im G I auf. Mit steigender Seehöhe nehmen die Extremwerte, wenn auch nur geringfügig, ab (Tab. 16). Die Aufteilung der Deckungsgrade nach den Waldgesellschaften des G I zeigt, dass der FBI in der Baumschicht wesentlich höhere Deckungsgrade aufweist als der LBI und dies nicht nur bei den maximalen sondern auch bei den minimalen Werten. Das selbe gilt für die beiden Ausbildungen des Lärchen-Zirbenwaldes im G III wobei hier der LZ I die höheren Deckungsgrade aufweist (Tab. 16).

Bei der Strauchschicht werden die höchsten Deckungsgrade im G III vorgefunden, wobei sie ausschließlich von der Latsche gebildet wird. Die Latschen-Ausbildung des Karbonat Lärchen-Zirbenwaldes (LZ II) weist hierbei mit Abstand die höchsten Werte auf. Wie der Tab. 16 zu entnehmen ist, unterscheiden sich der maximale Deckungsgrad im LZ I vom minimalen des LZ II gerade mal um 10%.

Beim G II sind die Sträucher etwas regelmäßiger über die Fläche verteilt, wobei die Erlengebüsche 60% des Deckungsgrad bedingen und nicht in größeren Deckungsgraden mit der Latsche gemeinsam vorkommen. Im G I nimmt der Deckungsgrad hin zum LBI stark zu. Der FBI weist einen Deckungsgrad der Strauchschicht von über 4% nur im Grabenbereich hin zum LBI auf. Hier weist die Latsche ungefähr den selben Anteil auf wie die Erle. Über den gesamten Untersuchungsbereich betrachtet wird die Strauchschicht zu 80% von der Erle geprägt. Andere Arten (z.B. Weidenarten, Heckenkirschen, Vogelbeere) haben in keinem Untersuchungsbereich eine größere Bedeutung (<1%) in der Strauchschicht, wobei der Anteil mit sinkender Seehöhe steigt.

Bei der Krautschicht sind die maximalen Deckungsgrade, wie nicht anders zu erwarten, auf jenen Flächen zu finden die einen geringeren Deckungsgrad bei der Baum- und vor allem bei der Strauchschicht aufweisen. Der FBI weist dabei etwas geringere Deckungsgrade in der Krautschicht auf als der LBI (Tab. 16), wobei der Deckungsgrad der Strauchschicht im LBI

insgesamt höher ist, aber dabei nie extrem hohe Werte erreicht (bis 55%). Im G III weist die Krautschicht im LZ I immer einen höheren Deckungsgrad auf als im LZ II. Der Grund dafür liegt sicher in den wesentlich größeren Deckungsgraden der Strauchschicht im LZ II. Wobei, wie in der Tab. 16 ersichtlich ist, der Anteil der Krautschicht trotz der großen Überschirmung der Strauchschicht im G III ungefähr jene Werte des G I erreicht und der LZ I mit Abstand den größten minimalen Deckungsgrad der Krautschicht von allen Teilgebieten aufweist (Tab. 16).

Im G I hat der LBI im Durchschnitt einen größeren Deckungsgrad in der Mooschicht als der FBI, wobei dies auch für die Extremwerte gilt. Bei den beiden Lärchen-Zirbenwaldausbildungen im „Zirbengarten“ (G III) hat der LZ I einen wesentlich geringeren Anteil an der Mooschicht (Tab. 16). Die geringe Bedeutung der Mooschicht ist vor allem beim maximalen Deckungsgrad ersichtlich, welcher mit 5% den deutlich niedrigsten Werte über alle Untersuchungsbestände aufweist.

4.6.3 BHD-Verteilung

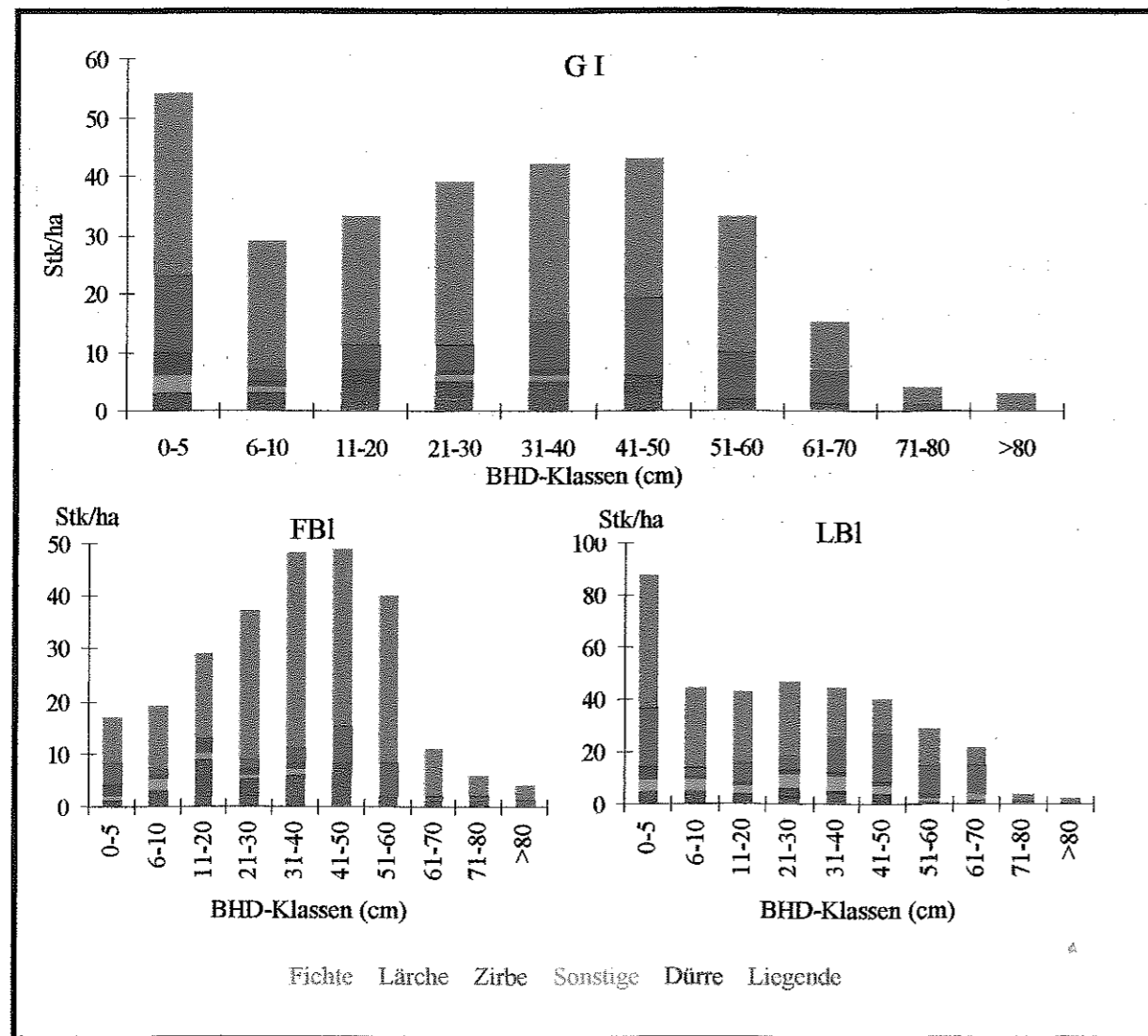


Abb. 9: Durchmesserverteilung nach BHD-Klassen (cm) in Stk/ha aufgliedert nach Baumarten im unteren Untersuchungsbereich (G I) und getrennt nach den dort vorhandenen Waldgesellschaften.

	Fichte	Lärche	Zirbe	Sonstige	Dürre	Liegende	Gesamt (Stk/ha)
G I	65%	20%	4%	2%	5%	4%	295
FBI	72%	10%	3%	2%	6%	7%	257
LBI	58%	27%	4%	2%	5%	4%	340

Tab. 17: Anteil der Baumarten in Prozent der BHD-Verteilung und die erfasste Stückzahl/ha im unteren Untersuchungsbereich (G I) und getrennt nach den dortigen Waldgesellschaften.

Die Durchmesserverteilung zeigt, wenn man die erste BHD-Klasse nicht berücksichtigt, eine sehr flache Normalverteilung, die ihr Maximum in den BHD-Klassen von 31-50 cm aufweist (Abb. 9). Die erste BHD-Klasse von 0-5 cm mit einem Prozentsatz von 19,1% wird zu überwiegenden Teil von den Bäumen zum Graben und der linken Hangseite (Karbonat-Lärchen-Blockwald) aufgebaut. Dies wird deutlich wenn man die BHD-Verteilung des Karbonat-Block-Fichtenwaldes (FBI) mit jenem des Karbonat-Lärchen-Blockwaldes (LBI) vergleicht (Abb. 9). Der LBI ist durch die stärkere Blockhaldenbildung ungleichförmiger (in jeder Hinsicht) aufgebaut (siehe Tab.7). Auf der rechten Seite des Grabens (FBI) sind die BHD-Klassen von 31-50 cm am dominantesten und weist insgesamt einen normalverteilten Verlauf über die BHD-Klassen auf (Abb. 9). Die niedrigeren BHD-Klassen sind hauptsächlich in den Lücken, welche forstlich aber auch natürlich bedingt sind, anzutreffen.

Die Fichte und die Lärche folgen der Verteilung wie sie der Gesamtbestand zeigt. Die Fichte ist, außer einer einzigen Lärche (daher unter 0,5 Stk/ha), die einzige Baumart die in diesem Gebiet einen BHD über 80 cm erreicht. Die Häufigkeit der stärkeren BHD-Klassen nimmt im Fichtenwald, vor allem durch die Fichte, zu. Die BHD-Verteilung bei der Fichte zeigt im FBI eine Normalverteilung und im LBI eine Exponentialverteilung. Die Lärche weist bei allen beiden Waldgesellschaften eine ähnliches Verteilungsbild auf, was daher auch annähernd der Gesamtverteilung entspricht. Dabei zeigt sich, dass die Lärche im LBI ab 40 cm BHD insgesamt den größten Anteil ausmacht, wohingegen die Fichte im FBI und bei der Gesamtverteilung des G I in jeder BHD-Klasse am häufigsten vertreten ist. Die Zirbe ist ungefähr gleichmäßig mit geringen Prozentsätzen bis zur BHD-Klasse 51-60 cm aufgetreten (Abb. 9). Die schwächeren Durchmesser der Zirbe sind eher im Grabenbereich anzutreffen. Die stärksten Zirben sind, bis zu einem BHD von 70 cm, im LBI anzutreffen. Die sonstigen Baumarten (Bergahorn, Vogelbeere und Weide) spielen prozentmäßig eine geringe Bedeutung und sind bei der Gesamtverteilung und im FBI bis zur BHD-Klasse 31-40 cm vorzufinden. Beim LBI haben die sonstigen Baumarten Brusthöhendurchmesser bis 70 cm (Abb. 9). Diese Baumarten sind im LBI ziemlich gleichmäßig, mit leichter Abnahme zu den höheren, über die BHD-Klassen verteilt. Die stärkeren Durchmesserklassen der sonstigen Baumarten werden fast ausschließlich vom Bergahorn gebildet, der wiederum kaum in den kleineren Klassen vertreten ist.

Der LBI weist um ca. 32% mehr Bestandesmitglieder auf als der FBI, wobei dies durch den wesentlich höheren Anteil in den niedrigeren BHD-Klassen bedingt ist. Wie der Tab. 17 zu entnehmen ist, hat die Fichte quantitativ den größten Anteil im G I und dies in allen beiden Waldgesellschaften. Der Anteil der Lärche nimmt zwar im LBI zu ist aber noch um einiges

geringer als jener der Fichte (Tab. 17). Die Zirbe hat im LBl einen etwas höheren Anteil, umgekehrt ist es bei den „Dürren“. Von den „Dürren“ sind ca. 8% Lärchen und der Rest gehört der Baumart Fichte an. Dies ist in beiden Waldgesellschaften annähernd gleich. Die „Liegenden“, welche im FBl einen höheren Anteil haben als im LBl (Tab. 17), werden zu 60% von Fichten gebildet und der Rest sind umgeworfene Lärchen.

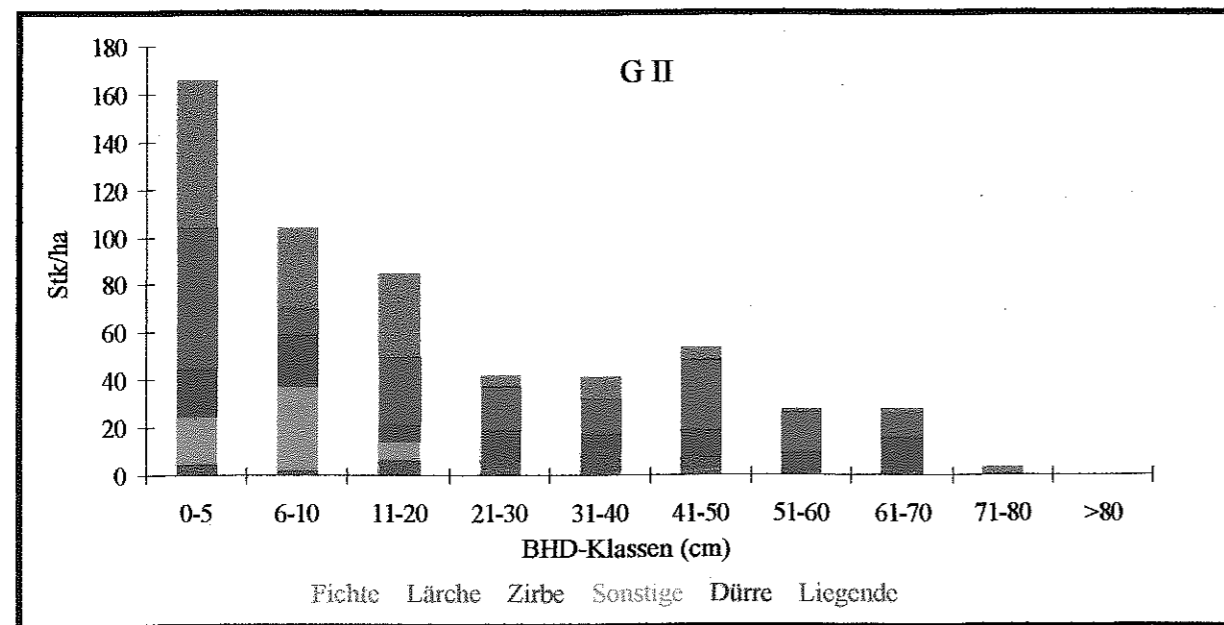


Abb. 10: Durchmesserverteilung nach BHD-Klassen (cm) in Stk/ha aufgliedert nach Baumarten im mittleren Untersuchungsbereich (G II).

	Fichte	Lärche	Zirbe	Sonstige	Dürre	Liegende	Gesamt (Stk/ha)
G II	29%	35%	18%	11%	6%	1%	552

Tab. 18: Anteil der Baumarten in Prozent der BHD-Verteilung und die erfasste Stückzahl/ha im mittleren Untersuchungsbereich (G II).

Im mittleren Untersuchungsbereich (G II) weist die Durchmesserverteilung, wie der Abb. 10 zu entnehmen ist, einen annähernd exponentiellen Verlauf auf. Diese BHD-Verteilung ist für einen nachhaltig plenterartig aufgebauten Bestand typisch (BACHOFEN, 1999). Durchmesser über 80 cm werden beim G II nicht erreicht.

Die Fichte weist einen stärkeren exponentiellen abnehmenden Verlauf auf als jener über alle Baumarten. Wie im G I ist auch hier die Fichte jene Baumart die die stärksten BHD erreicht. Die Verteilung der Stammzahl über die Durchmesserklassen ist bei der Lärche in der Abb. 10

eher unregelmäßig, wobei die geringste BHD-Klasse mit fast 32% den größten Anteil aufweist. Ansonst schwankt der Anteil der Lärche an den Klassen von 6-70 cm BHD zwischen 6-15%. Die Zirbe ist etwas regelmäßiger über die BHD-Klassen verteilt als die Lärche und weist einen Schwankungsbereich von 7-22% in den einzelnen Klassen auf. Die größten Anteile hat die Zirbe in den niedrigsten und in der höchsten BHD-Klasse in welchen sie vorkommt (Abb. 10). Die sonstigen Baumarten, die sich im G II aus der Vogelbeere und der Weide zusammensetzen, sind nur in den untersten drei Durchmesserklassen aufgetreten. Die Klasse von 6-10 cm wird zu 35,2% von den sonstigen Baumarten aufgebaut. Die „Dürren“ sind außer in der stärksten BHD-Klasse in allen vertreten, wobei die Anteile im mittleren BHD-Bereich etwas größer sind. Die „Liegenden“ sind nur in den BHD-Klassen von 21-50 cm vertreten, weisen hier aber eine gleichmäßige Verteilung auf (Abb. 10).

Wie der Tab. 18 zu entnehmen ist weist die Lärche mit 35% den größten quantitativen Anteil im G II auf, gefolgt von der Fichte und der Zirbe. Die sonstigen Baumarten, welche nur in den ersten drei BHD-Klassen vertreten sind (Abb. 10), weisen mit 11% anzahlmäßig einen relativ hohen Anteil auf (Tab. 18). Diese Gruppe wird zu 93% von der Vogelbeere gebildet und der Rest von der Weide. 6% der Bestandesindividuen des G II sind dürr (Tab. 18), wobei die Fichte mit 63% den größten Anteil hat. Den geringsten Anteil an den „Dürren“ hat die Zirbe mit 5%, die restlichen abgestorben Bestandesindividuen gehören der Baumart Lärche an. Die „Liegenden“ haben mit einem quantitativen Anteil von 1% kaum eine Bedeutung. Dabei handelt es sich ausschließlich um Fichten.

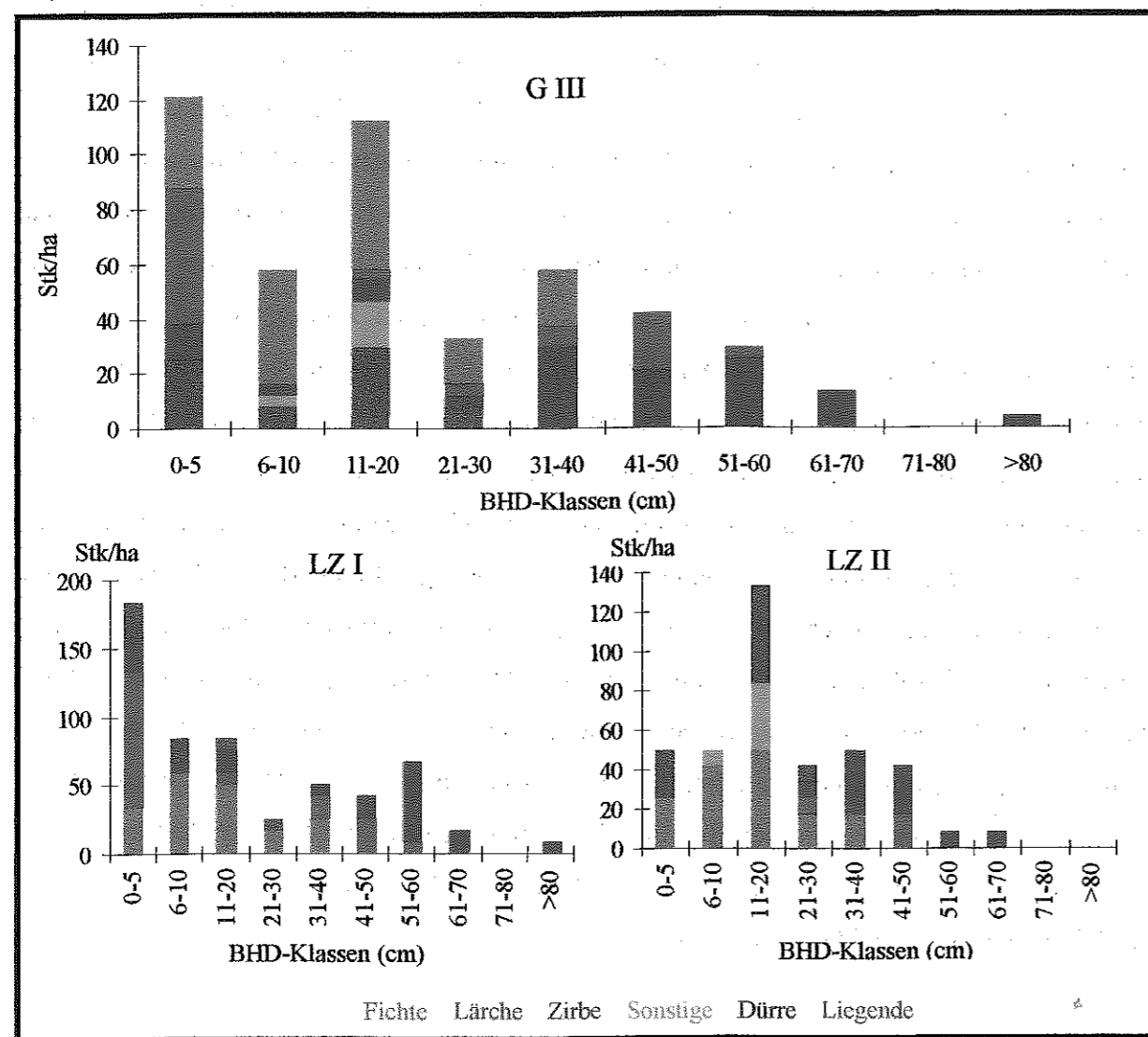


Abb. 11: Durchmesserverteilung nach BHD-Klassen (cm) in Stk/ha aufgliedert nach Baumarten im oberen Untersuchungsbereich (G III) und getrennt nach den dort vorhandenen Waldgesellschaften.

	Fichte	Lärche	Zirbe	Sonstige	Dürre	Liegende	Gesamt (Stk/ha)
G III	35%	19%	26%	5%	2%	13%	470 +/-85
LZ I	33%	28%	28%	0%	8%	3%	558 +/-157
LZ II	39%	7%	22%	11%	15%	6%	383 +/-60

Tab. 19: Anteil der Baumarten in Prozent der BHD-Verteilung und die erfasste Stückzahl/ha im oberen Untersuchungsbereich (G III) und getrennt nach den dortigen Waldgesellschaften.

Im oberen Untersuchungsbereich (G III) ist die Durchmesserverteilung, wenn man von den BHD-Klassen 6-10 und 21-30 cm absieht, eher gleichmäßig abnehmend. Solche Formen der BHD-Verteilung sind für den Bestandesaufbau (Rotten) in dieser Höhenlage durchaus normal. Wenn man sich jedoch die BHD-Verteilung der beiden unterschiedlichen Ausbildung des Karbonat-Lärchen-Zirbenwald (Abb. 11) betrachtet so sieht man, dass diese BHD-Verteilung durch die beiden unterschiedlich aufgebauten Bestände bedingt ist. Bei der typischen Ausbildung des Lärchen-Zirbenwaldes (LZ I) hat die niedrigste BHD-Klasse mit 33% den größten Anteil an der Baumzahl. Im Gegensatz dazu ist bei der Latschenausbildung des Lärchen-Zirbenwaldes (LZ II) mit 35% die BHD-Klasse 11-20 cm am stärksten vertreten. Die geringeren Anteile an der niedrigsten BHD-Klasse ist durch den sehr hohen Deckungsgrad der Latsche bedingt, welcher auch verantwortlich ist das die Hälfte dieser Klasse von Dürren getragen wird.

Die Verteilung der Fichte zeigt, dass sie nur bis zu einem BHD bis 40 cm im G III vertreten ist. Wie der Abb. 11 zu entnehmen ist, ist sie in den BHD-Klassen von 6-30 cm mit Abstand die klassenbestimmende Baumart. Das Auffälligste bei der Durchmesserverteilung der Lärche ist, dass 55% aller Lärchen der BHD-Klasse 0-5 cm angehören und dadurch auch den größten Teil dieser Klasse bildet, was ausschließlich von der typischen Ausbildung des Lärchen-Zirbenwaldes bedingt ist. Ansonsten ist die Lärche in diesem Untersuchungsbereich bis zu der BHD-Klasse von 51-60 cm anzutreffen (Abb. 11), wobei die Lärche in der Klasse von 41-50 cm wiederum einen etwas höheren Anteil besitzt, was dadurch bedingt ist, dass die Lärche in beiden Gesellschaftsausbildungen ziemlich stark vertreten ist. Die Zirbe ist im G III außer in der BHD-Klasse 71-80 cm in allen vertreten (Abb. 11). Auffällig ist bei der Zirbe, dass 76% der Zirben einen BHD von über 31 cm aufweisen. Daraus und dass die Zirbe in diesem Untersuchungsbereich BHD bis über 100 cm erreichen kann ist der Grund warum sie auch die größte Vorratshaltung aufweist. So wie bei der Lärche ist im LZ II die Zirbe erst ab der BHD-Klasse 21-30 cm vorhanden (Abb. 11). Die sonstigen Baumarten, die sich in diesem Untersuchungsbereich aus der Tanne und der Vogelbeere zusammensetzen, sind nur in den BHD-Klassen von 6-20 cm anzutreffen und dies auch nur in der Latschenausbildung des Lärchen-Zirbenwaldes.

Der LZ I weist um ca. 46% mehr Bestandesindividuen auf als der LZ II, wobei der LZ I außer in den BHD-Klassen von 11-30 cm immer mehr Bestandesindividuen aufweist als der LZ II. Wie der Tab. 19 zu entnehmen ist hat die Fichte den größten quantitativen Anteil und dies auch bei der einzelnen Betrachtung der beiden Ausbildungen des Lärchen-Zirbenwaldes des G III. Der Unterschied zu den beiden anderen Hauptbaumarten ist aber im LZ I geringer als

im LZ II (Tab. 19). Die Hauptbaumarten weisen im LZ I überhaupt eine wesentlich ausgeglichene Stückverteilung auf als im LZ II, wo vor allem die Lärche nur gering vertreten ist. Die Stammzahl der Zirbe nimmt ebenfalls hin zum LZ II ab, aber weniger stark als die Lärche. Die sonstigen Baumarten kommen im G III nur im Bereich des LZ II vor, wo sie quantitativ stärker vertreten sind als die Lärche (Tab. 19). Der größte Anteil an den sonstigen Baumarten, welche von der Tanne und Vogelbeere gebildet werden, hat mit 80% die Tanne. Die Bedeutung der „Dürren“ im LZ II gegenüber dem LZ I nimmt ungefähr im gleichen Ausmaß (verdoppelt sich) zu wie jene der „Liegenden“. Die Baumartenverteilung der „Dürren“ ist in den beiden Ausbildungen des Lärchen-Zirbenwaldes des G III ziemlich gleich, wobei die Fichte mit 53% einen etwas höheren Anteil aufweist als die Lärche mit 47%.

4.6.4 Baumhöhe

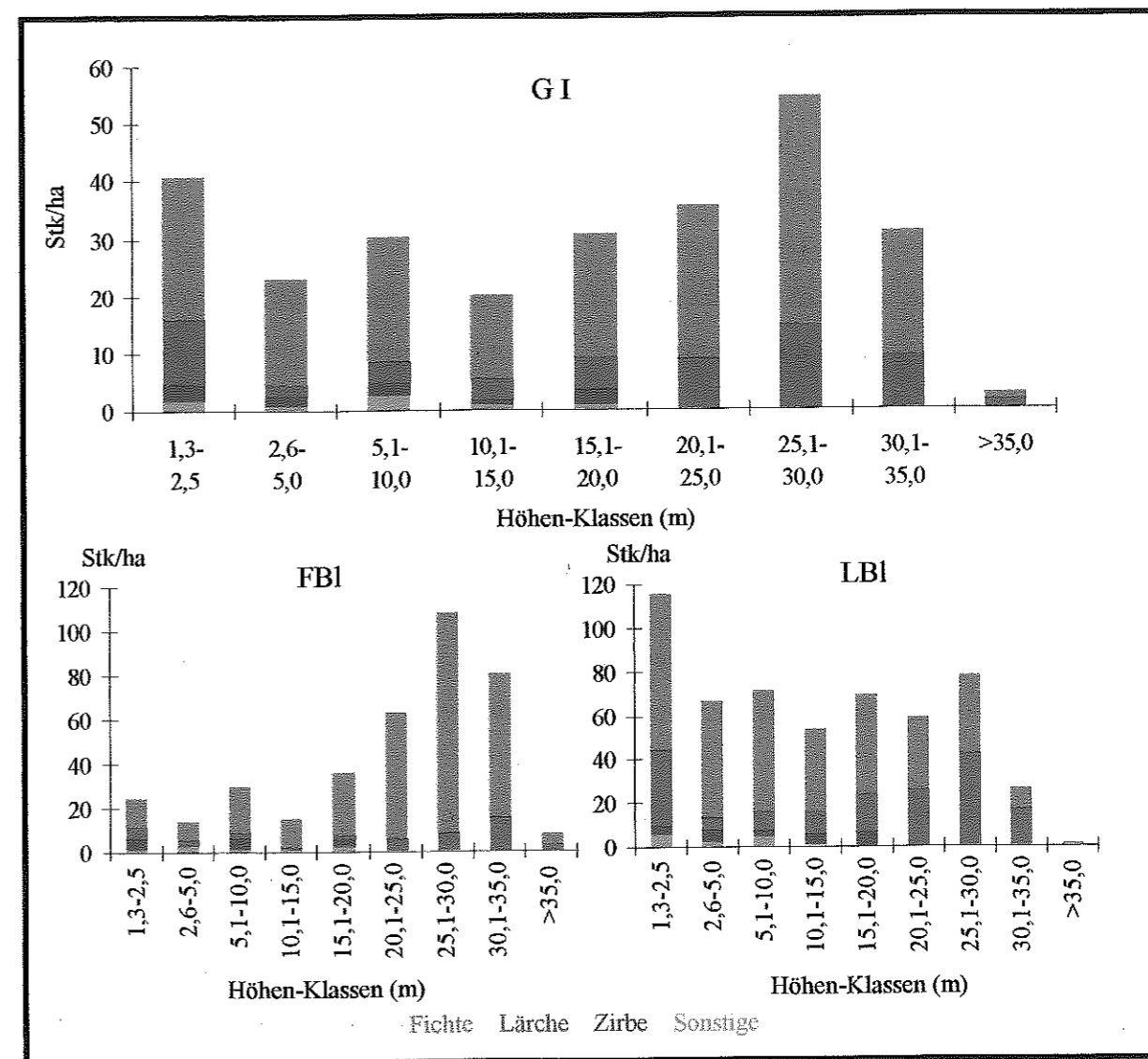


Abb. 12: Höhenverteilung in Stk/ha aufgeteilt nach den Baumarten im unteren Untersuchungsbereich (G I) und getrennt nach den dort vorhandenen Waldgesellschaften

	Fichte	Lärche	Zirbe	Sonstige	Gesamt (Stk/ha)
G I	71%	23%	4%	2%	268
FBI	83%	12%	3%	2%	224
LBI	63%	30%	5%	2%	310

Tab. 20: Anteil der Baumarten in Prozent der Höhenverteilung und die erfasste Stückzahl/ha im unteren Untersuchungsbereich (G I) und getrennt nach den dortigen Waldgesellschaften.

Die Klassen von 1,3-5,0 m mit 23,7% und die Klasse 25,1-30,0 m mit 20,3% sind jene Höhenklassen mit dem größtem Anteil im unteren Untersuchungsbereich (G I). Wenn man die Höhenverläufe der einzelnen Waldgesellschaften betrachtet so zeigt sich, dass die niedrigen Höhenklassen zum größten Teil vom Karbonat-Lärchen-Blockwald (LBI) und umgekehrt die Höheren vom Karbonat-Block-Fichtenwald (FBI) stammen (Abb. 12). Beim FBI stocken die Bäume mit Höhen bis zu 20 m hauptsächlich in natürlichen und durch den forstlichen Eingriff bedingten Lücken. Der Baumhöhenrahmen ist im FBI wesentlich enger als im LBI. Im FBI weisen ca. 70% der Bestandesmitglieder eine Höhe von mehr als 20,0 m auf und somit kommt es in diesem Bestand zu einem einheitlicheren Erscheinungsbild hinsichtlich der vertikalen Gliederung, umso mehr da die Vermischung der Höhenschichten im FBI auf weit größerer Fläche erfolgt ist als beim LBI.

Wie man bei der Abb. 12 sehen kann wird jede Höhenklasse beim Gesamthöhenverlauf und beim FBI noch deutlicher (über 55% bei jeder Höhen-Klasse) von der Fichte getragen. So ist es weiter nicht verwunderlich, dass die Fichte annähernd die selbe Höhenverteilung aufweist wie der Gesamtbestand. Die Lärche hat, zwar mit geringerem Anteil, ebenfalls eine sehr ähnliche Höhenverteilung. Beim LBI ist bei den niedrigen Höhenklassen ebenfalls die Fichte die dominierende Baumart, jedoch bei den höheren nimmt der Anteil der Lärche immer mehr zu. Die Zirbe ist im G I nur bis zu der Höhenklasse 15,1-20,0 m vertreten (Abb. 12). Die niedrigen Höhenklassen werden hauptsächlich von den Zirben im Bereich des Grabens, die höheren von den Zirben im Bestand des LBI getragen. Zu den sonstigen Baumarten auf dieser Fläche zählen der Bergahorn, die Vogelbeere und die Weide. Wie auf der Abb. 12 zu sehen ist gehen die Höhen bei den sonstigen Baumarten auch nur bis zur Höhenklasse 15,1-20,0 m, wobei die beiden höchsten nur vom Bergahorn getragen werden. Den größten Anteil an den anderen Klassen wird von der Vogelbeere gebildet.

Von den noch lebensfähigen Bestandesindividuen ist ebenfalls die Fichte mit Abstand die dominanteste Baumart im G I. Wie der Tab. 20 zu entnehmen ist sinkt aber natürlich die Bestandesindividuenzahl, die bei der Baumhöhenverteilung berücksichtigt werden, gegenüber jener, die bei der Brusthöhendurchmesserverteilung (alle Bestandesindividuen, die im Untersuchungsbereich vorhanden sind, auch „Dürre“ und „Liegende“) Eingang gefunden haben (siehe 4.6.3 "BHD-Verteilung"). Durch die Nichtberücksichtigung der „Dürren“ und „Liegenden“ steigt der prozentmäßige Anteil der lebensfähigen Bestandesindividuen, wobei die Individuen der höheren Baumklassen verhältnismäßig stärker zunehmen als die anderen Bäume.

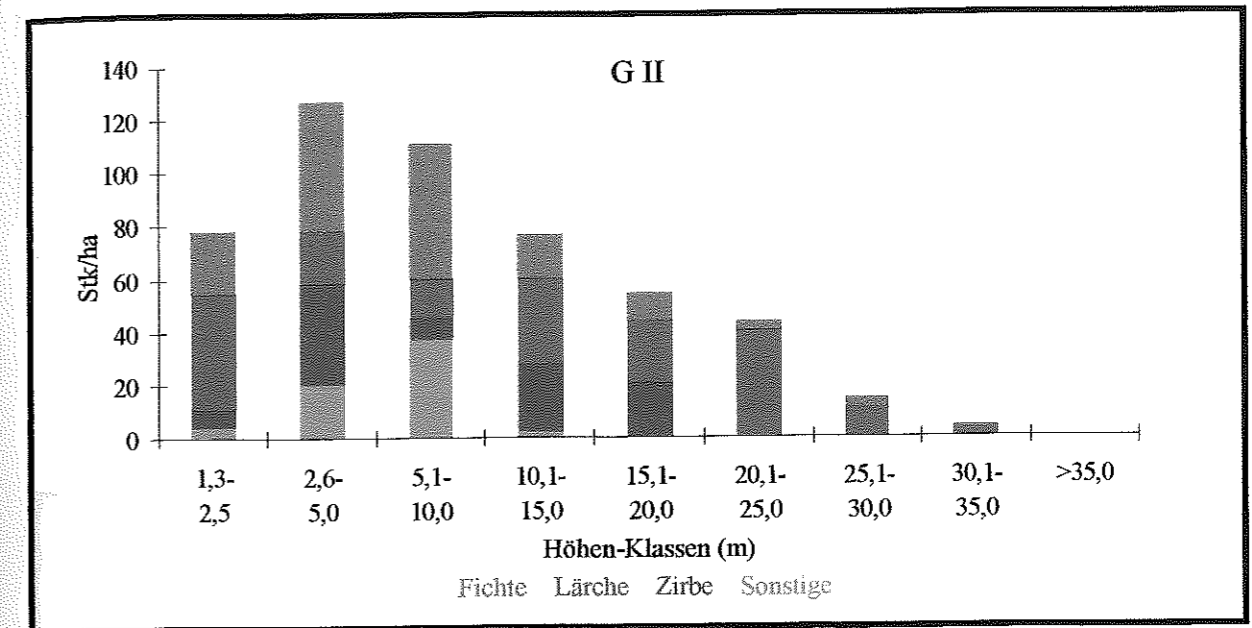


Abb. 13: Höhenverteilung in Stk/ha aufgeteilt nach den Baumarten im mittleren Untersuchungsbereich (G II).

	Fichte	Lärche	Zirbe	Sonstige	Gesamt (Stk/ha)
G II	31%	37%	20%	12%	509

Tab. 21: Anteil der Baumarten in Prozent der Höhenverteilung und die erfasste Stückzahl/ha im mittleren Untersuchungsbereich (G II).

Die Höhenverteilung im mittleren Untersuchungsbereich (G II) ist, wenn man sie in 5 m Klassen betrachtet, ungefähr exponentiell abnehmend (Abb. 13). Diese Verteilung weist auf einen plenterartig aufgebauten Bestand hin.

Wenn man die Höhenverteilung nach den Baumarten betrachtet so zeigt sich, dass die einzelnen Baumarten sehr unterschiedlich auf die Höhenklassen verteilt sind. Die Fichte hat große Anteile an den niedrigeren Klassen und nimmt bis zur Klasse 25,1-30,0 m immer mehr ab. Die Lärche ist in allen Höhenklassen vertreten und nimmt prozentmäßig bei den höheren mit Abstand den größten Anteil ein (Abb. 13). Die Zirbe ist wie im G I auch hier nur bis zur Höhenklasse 15,1-20,0 m vertreten, hier hat sie aber einen Anteil von 37%. 44% der Zirben haben eine Höhe unter 5,0 m.

Die sonstigen Baumarten, die im G II von Vogelbeere und Weide gebildet werden, sind nur bis zur Höhenklasse 10,1-15,0 m vertreten (Abb. 13), wobei mit Abstand die meisten (58%)

in die Klasse von 5,1-10 m fallen. Die Vogelbeere hat mit 98% aber mit Abstand den größten Anteil an den sonstigen Baumarten vorzuweisen.

Der quantitative Anteil der einzelnen Baumarten kann der Tab. 21 entnommen werden. Die Unterschiede zwischen den Angaben der Tab. 21 und der Tab. 18 hinsichtlich der prozentmäßigen Anteile ergeben sich aus dem selben Grund wie schon im G I erklärt wurde (s.o.).

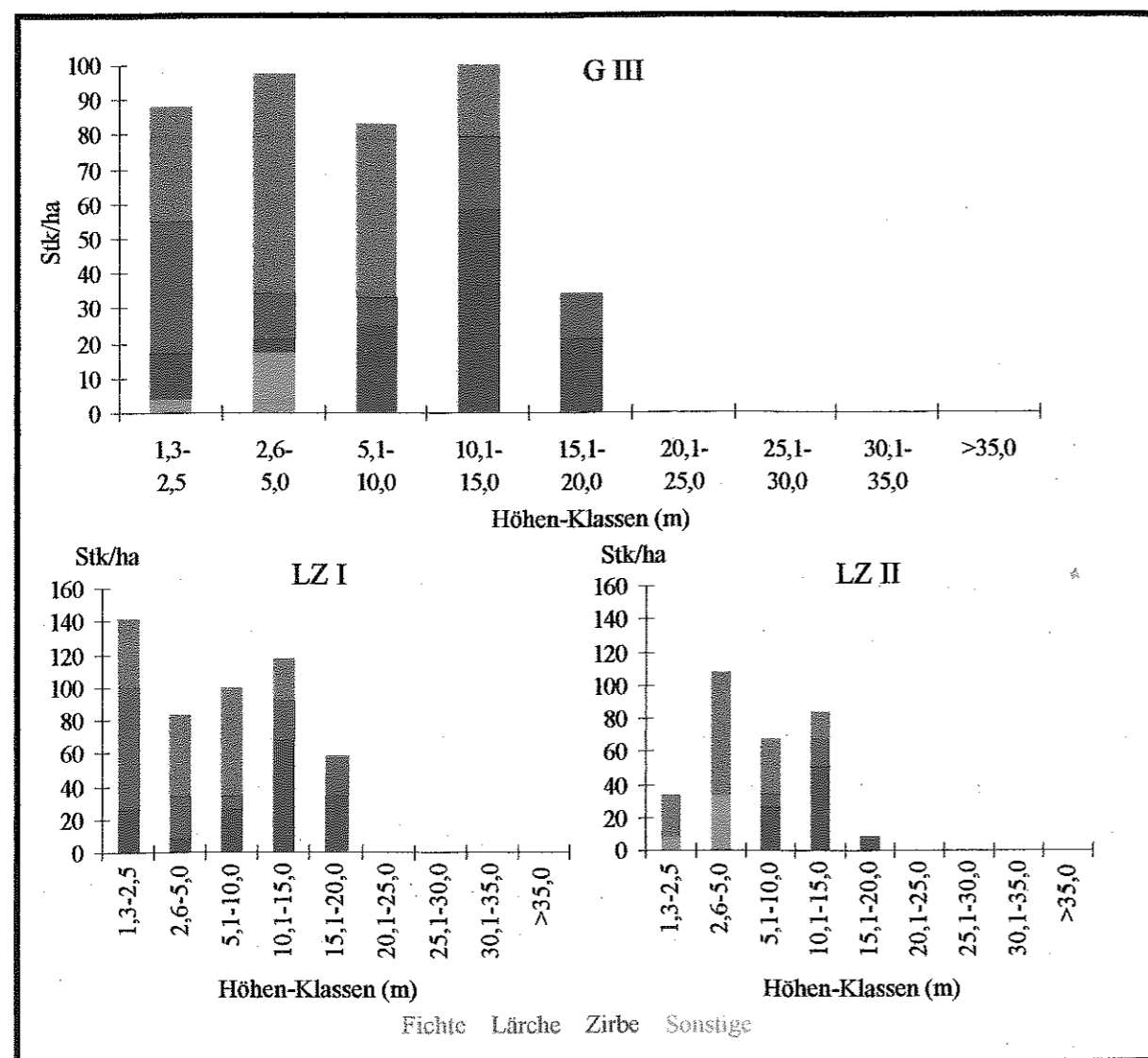


Abb. 14: Höhenverteilung in Stk/ha aufgeteilt nach den Baumarten im oberen Untersuchungsbereich (G III) und getrennt nach den dort vorhandenen Waldgesellschaften.

	Fichte	Lärche	Zirbe	Sonstige	Gesamt (Stk/ha)
G III	42%	23%	30%	5%	402 +/-68
LZ I	36%	32%	32%	0%	500 +/-119
LZ II	50%	8%	28%	14%	300 +/-48

Tab. 22: Anteil der Baumarten in Prozent der Höhenverteilung und die erfasste Stückzahl/ha im oberen Untersuchungsbereich (G III) und getrennt nach den dortigen Waldgesellschaften.

Das auffälligste im oberen Untersuchungsbereich (G III) gegenüber den anderen Untersuchungsbereichen bei der Betrachtung der Höhenverteilung ist, dass die Bäume nicht höher als 20,0 m werden. Die Verteilung auf den ersten vier Höhenklassen ist relativ gleichmäßig (20,6-24,8%), nur die höchste Klasse von 15,1-20,0 m ist mit 8,5% am geringsten vertreten (Abb. 14). Von den Baumarten sind nur die Zirbe und die Lärche in allen fünf Höhenklassen vertreten, außer bei der Latschenausbildung des Lärchen-Zirbenwaldes (LZ II), wo die zwei niedrigsten nur von der Fichte und den sonstigen Baumarten gebildet werden. Bei der Betrachtung der Höhenverteilung der Ausprägungen des Karbonat-Lärchen-Zirbenwaldes der Abb. 14 zeigt sich der große Unterschied zwischen den beiden. Bei der typischen Ausprägung des Lärchen-Zirbenwaldes (LZ I) hat die Baumhöhenverteilung eine gewisse Ähnlichkeit mit der Verteilung des Gesamtbestandes des G III. Bei der LZ II ist die niedrigste Höhenklasse mit einem geringeren Anteil vertreten und die untersten beiden Klassen werden nur von der Fichte und den sonstigen Baumarten gebildet (Abb. 14). Die anderen Höhenklassen weisen einen ähnlichen Aufbau auf wie der des gesamten Untersuchungsbereiches und des LZ I.

Die Zirbe ist die tragende Baumart in den zwei höchsten Klassen, wo 63% aller Zirben vorzufinden sind. Es zeigt, dass die Zirbe dadurch die tragende Baumart der Oberschicht ist, wo nur mehr die Lärche ebenfalls einen gewissen Anteil hat. Die Lärche hat den größten Anteil in der geringsten Höhenklasse, was aber ausschließlich durch die Flächen des LZ I bedingt ist (Abb. 14). Die Fichte ist maßgeblich an der Bildung der Höhenklassen zwischen 2,6-10,0 m beteiligt. Der Anteil der Fichte an der Oberschicht ist mit 15,7% relativ gering. An der untersten Höhenklasse ist die Fichte mit 37,5% als zweithäufigste Baumart klassenbildend. Die sonstigen Baumarten, im G III sind dies die Tanne und die Vogelbeere, sind nur in den ersten zwei Höhenklassen vertreten. Die sonstigen Baumarten sind zwar prozentmäßig gering vertreten, bilden aber in der Höhenklasse von 2,6-5,0 m einen Anteil von

4,2%. Die Prozentanteile sind, wenn man nur den LZ II betrachtet, höher, weil die sonstigen Baumarten nur auf diesen Flächen vorkommen.

Die quantitative Verteilung der lebensfähigen Bestandesmitglieder zeigt, dass die Fichte im oberen Aufnahmegebiet den größten Anteil aufweist, wobei der Anteil im LZ II um einiges höhere ist als im LZ I, was der Tab. 22 entnommen werden kann. Die Unterschiede in der prozentmäßigen Aufteilung der Baumarten im oberen Aufnahmegebiet sind dadurch bedingt, dass bei der Baumhöhenverteilung die „Dürren“ und „Liegenden“ nicht berücksichtigt sind, da diese keine sinnvolle Baumhöhe mehr aufweisen.

Oberhöhe

Zur Berechnung der Oberhöhe wurde der Oberhöhenstamm nach WEISE (1880) herangezogen, weil die mittlere Höhe der 20% stärksten Stämme für alle Baumarten in drei Untersuchungsbereichen zu berechnen ist.

Fläche	Fichte	Lärche	Zirbe	Gesamt
G I	31,17	30,07	16,57	30,71
<i>FBI</i>	32,85	32,64	19,14	32,77
<i>LBI</i>	27,83	29,31	16,39	28,25
G II	21,98	25,04	16,25	22,38
G III	12,60	14,66	14,92	14,53
<i>LZ I</i>	13,75	15,66	15,02	15,05
<i>LZ II</i>	10,16	11,88	14,15	12,86

Tab. 23: Oberhöhe nach Weise in Meter bei den drei Untersuchungsbereichen und in den jeweiligen Waldgesellschaften nach Hauptbaumarten und den jeweiligen gesamten Bestand.

Das Auffälligste an der Tabelle 23 ist, dass die Oberhöhe sowohl bei den einzelnen Hauptbaumarten als auch Gesamt vom unteren zum oberen Untersuchungsbereich abnimmt. Die Abnahme der Höhe ist bei der Fichte am stärksten und bei der Zirbe am geringsten. Die größte Oberhöhe wird im unteren Untersuchungsbereich (G I) von der Fichte, im mittleren Untersuchungsbereich (G II) von der Lärche und im oberen Untersuchungsbereich (G III) von der Zirbe erreicht und folgt somit den Vorrats- und Grundflächenverteilungen. Die beiden Waldgesellschaften im G I unterscheiden sich hinsichtlich der Oberhöhe um einige Meter,

wobei bei allen Baumarten die Oberhöhe im Karbonat-Block-Fichtenwald (FBI) höher ist als im Karbonat-Lärchen-Blockwald (LBI) und die Oberhöhenabnahme bei der Fichte zwischen den beiden am größten ist (Tab. 23). Bei der Zirbe sind dabei im FBI die 20% stärksten Bäume die absolut höchsten und die nächst größte Zirbe weist nur mehr eine halb so große Baumhöhe auf wie die Oberhöhe. Die beiden Ausbildungen des Lärchen-Zirbenwaldes des G III unterscheiden sich nicht nur durch die geringeren Oberhöhen bei allen Baumarten im LZ II, sondern auch, dass im LZ I die Lärche die größte Oberhöhe aufweist, wohingegen im LZ II und über den gesamten oberen Untersuchungsbereich die Zirbe die größte Oberhöhe aufweist (Tab. 23). Der geringste Unterschied bei der Oberhöhe zwischen den beiden Ausbildungen hat die Zirbe.

Höhenkurven

Um die Höhenkurven der einzelnen Baumarten festzustellen wurden die Baumhöhen über die jeweiligen BHD aufgetragen. Anschließend wurde mit Hilfe von Ausgleichsgeraden die Höhenkurven erstellt. Bei polynomischen Ausgleichsgeraden waren für alle Baumarten und bei allen drei Untersuchungsbereichen die Korrelationskoeffizienten immer über 0,92 (straffer Zusammenhang bei den einzelnen Höhenkurven zwischen den Baumhöhen und BHD).

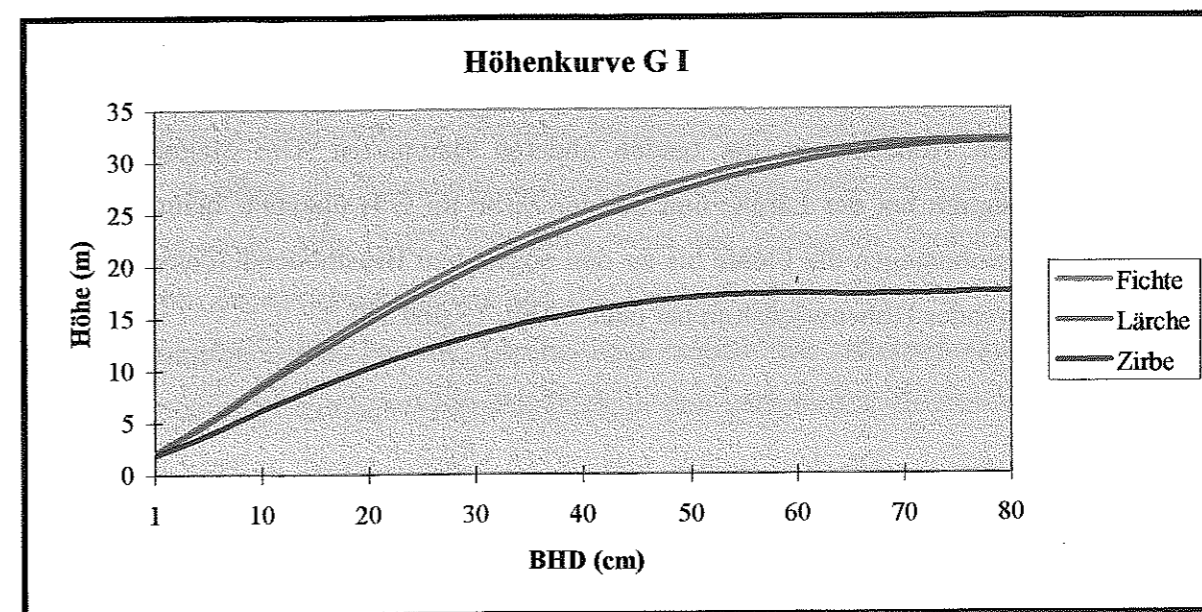


Abb. 15: Höhenkurven der Hauptbaumarten im unteren Untersuchungsbereich (G I).

Die Höhenkurven im G I zeigen, dass die Fichte und die Lärche fast die selbe Form aufweisen. Die Zirbe weist eine wesentlich flachere Höhenkurve im G I auf als die beiden anderen Hauptbaumarten. Ab einem BHD von 70 cm stagniert das Höhenwachstum bei den Lärchen und Fichten. Die Stagnation der Baumhöhe beginnt, wie der Abb. 15 zu entnehmen ist, bei der Zirbe schon bei einem BHD von ca. 55 cm.

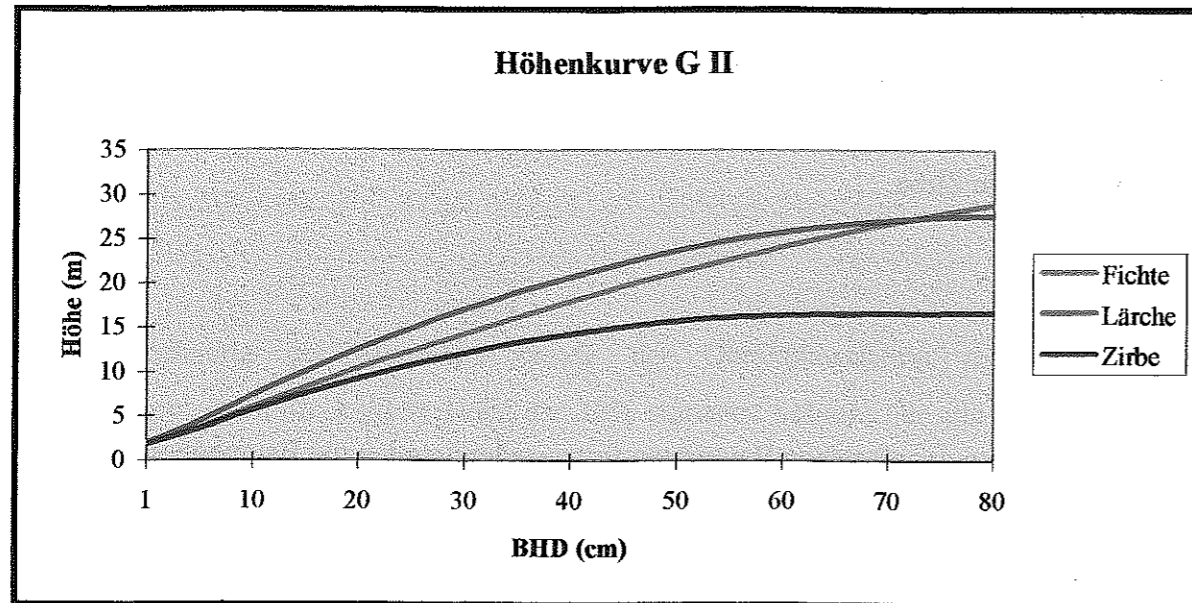


Abb. 16: Höhenkurven der Hauptbaumarten im mittleren Untersuchungsbereich (G II).

Die Höhenkurven des G II der Abb. 16 zeigen, dass die Lärche bis zu einem BHD von 70 cm den größten Höhenzuwachs aufweist. Die Höhenkurve der Fichte ist sehr gestreckt und dadurch wird die der Lärche bei einem BHD von ca. 70 cm geschnitten. Die Zirbe ist, wie im G I, weit unter den Höhenkurven der beiden anderen Baumarten. Die Stagnation des Höhenwachstum beginnt bei der Lärche und bei der Zirbe im G II ungefähr beim gleichen BHD wie im G I, wohingegen die Fichte bis zu den angegebenen Brusthöhendurchmesser von 80 cm kein stagnierendes Höhenwachstum hat (siehe Abb. 15 und 16).

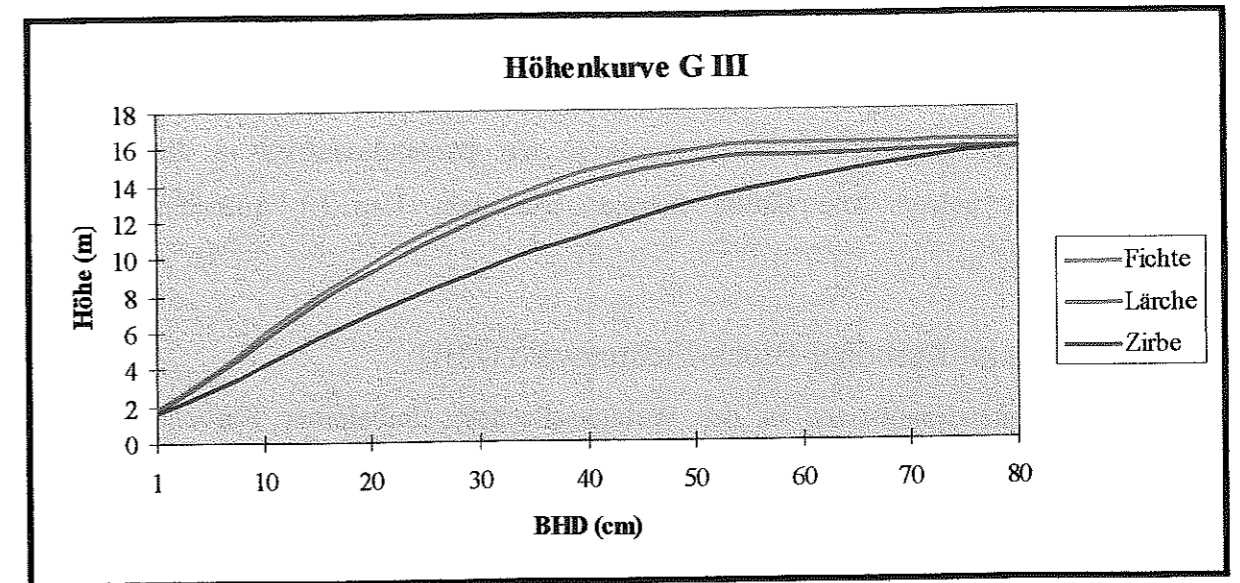


Abb. 17: Höhenkurven der Hauptbaumarten im oberen Untersuchungsbereich (G III).

Die Höhenkurven im G III der Abb. 17 zeigen, wie jene im G I (Abb. 15), dass die Fichte und die Lärche ziemlich den gleichen Verlauf aufweisen. Der große Unterschied zu den anderen beiden Untersuchungsbereichen ist, dass die Zirbe bei einem BHD von 80 cm die Höhenkurven der beiden anderen Baumarten erreicht. Die Stagnation des Höhenwachstum der Lärche und der Fichte liegt im G III ungefähr bei 55 cm BHD. Die Zirbe mit ihrem etwas gestreckteren Verlauf weist ein stagnierendes Höhenwachstum erst über einem BHD von 80 cm auf.

Wenn man die Höhenkurven der einzelnen Baumarten nach den drei Untersuchungsbereichen betrachtet, so haben alle Baumarten von unten nach oben einen weniger steilen Anstieg der Höhenkurve (siehe Abb. 15-17). Die Zirbe weist den geringsten Unterschied zwischen den Höhenkurven der einzelnen Gebiete auf. Der Unterschied der Höhenkurven in den einzelnen Untersuchungsbereichen bei der Lärche liegt, neben den unterschiedlichen erreichbaren Höchstwerten der Baumhöhe, hauptsächlich in den verschiedenen Krümmungen der Kurven. Die Fichte weist in dieser Hinsicht die größten Unterschiede auf, wobei die Fichte im G II hinsichtlich der Krümmung der Kurve den extremsten Wert aufweist und dadurch eine Stagnierung des Höhenwachstum rechnerisch erst bei einem BHD von ca. 100 cm einsetzt.

4.6.5 Bestandesaufrisse

Bestandesaufrisse des unteren Untersuchungsbereiches (G I)

Im unteren Untersuchungsbereich (G I) wurde je ein Bestandesaufriss in die beiden Waldgesellschaften gelegt. Die Größe beträgt, wie dem Kap. 3.1 "Aufnahmedesign" beschrieben, 10 x 25 m.

Bestandesaufriss im Karbonat-Block-Fichtenwald (FBI)

Das Bild des Bestandesaufrisses in der Waldgesellschaft „Subalpiner Karbonat-Block-Fichtenwald mit Strichfarn“ (FBI) zeigt die Abb. 19.

Merkmale	Fichte	Lärche	BAh	Vo	Dürre	Gesamt
Alter (Jahre)	96-162	167-176	—	—	—	96-176
Vorrat (Vfm/ha)	529,16	237,28	—	—	19,88	786,22
Kreisfläche (m ² /ha)	50,91	25,64	—	—	3,04	79,59
Jungwuchs pro ha (<1,3m)	—	—	400	150	—	550

Tab. 24: Bestandesaufbau des Bestandesaufrisses im Subalpinen Karbonat-Block-Fichtenwald mit Strichfarn (FBI) des unteren Untersuchungsbereich (G I).

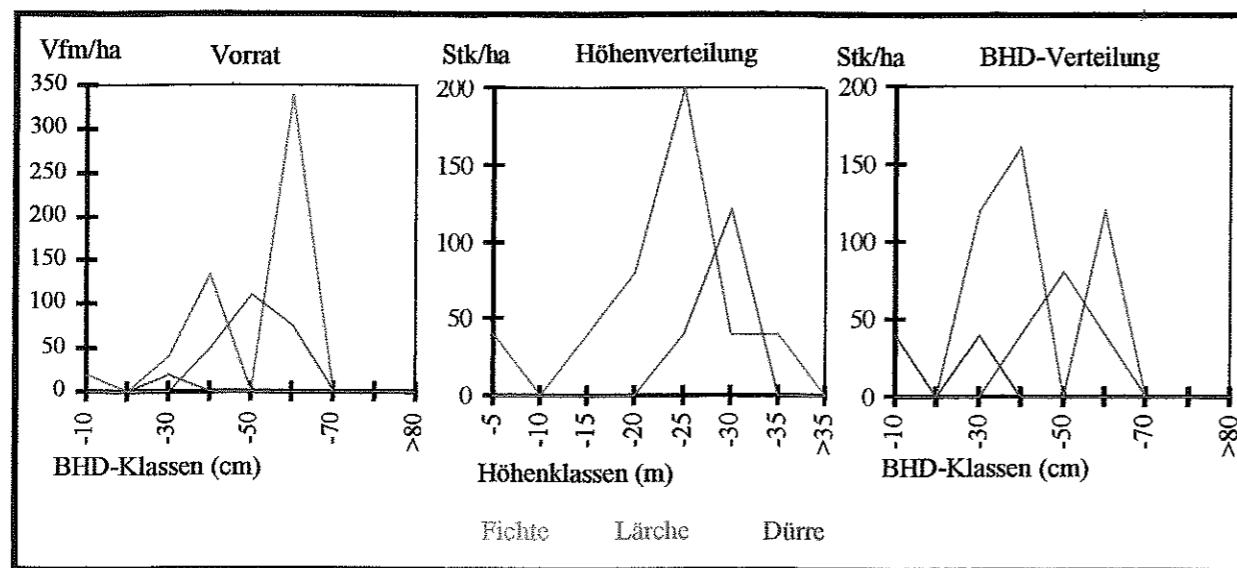


Abb. 18: Vorrats-, Höhen- und BHD-Verteilung des Bestandesaufrisses im unteren Untersuchungsbereich (G I) in der Waldgesellschaft „Subalpiner Karbonat-Block-Fichtenwald mit Strichfarn“ (FBI).

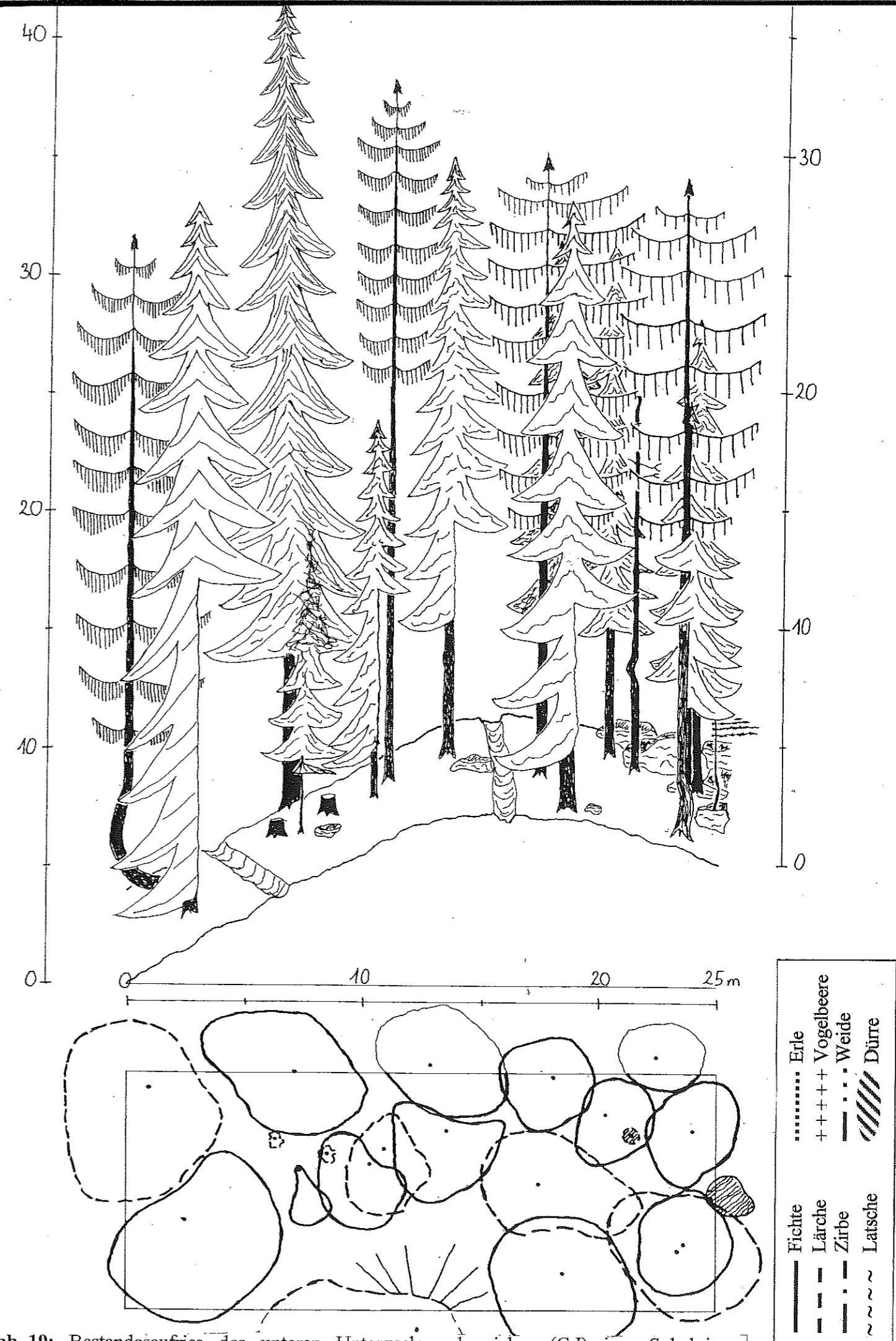


Abb. 19: Bestandesaufriss des unteren Untersuchungsbereiches (G I) im „Subalpinen Karbonat Fichten-Blockwald mit Strichfarn“ (FBI).

Bestandesaufriss des mittleren Untersuchungsbereiches (G II)

Das Bild des Bestandesaufrisses im mittleren Untersuchungsbereich (G II), welches einen „Karbonat-Lärchen-Zirbenwald“ zeigt, ist in der Abb. 23 dargestellt. Die Größe und Lage kann dem Kap. 3.1 "Aufnahmedesign" entnommen werden.

Merkmale	Fichte	Lärche	Zirbe	Vo	Wei	Dürre	Gesamt
Alter (Jahre)	83-129	77-236	56-208	—	—	—	56-236
Vorrat (Vfm/ha)	12,53	70,71	121,37	0,53	—	12,97	218,11
Kreisfläche (m ² /ha)	3,00	8,53	19,70	0,14	—	2,32	33,69
Jungwuchs pro ha (<1,3m)	60	300	120	1160	380	—	2020

Tab. 26: Bestandesaufbau des Bestandesaufrisses im Karbonat-Lärchen-Zirbenwald des mittleren Untersuchungsbereiches (G II).

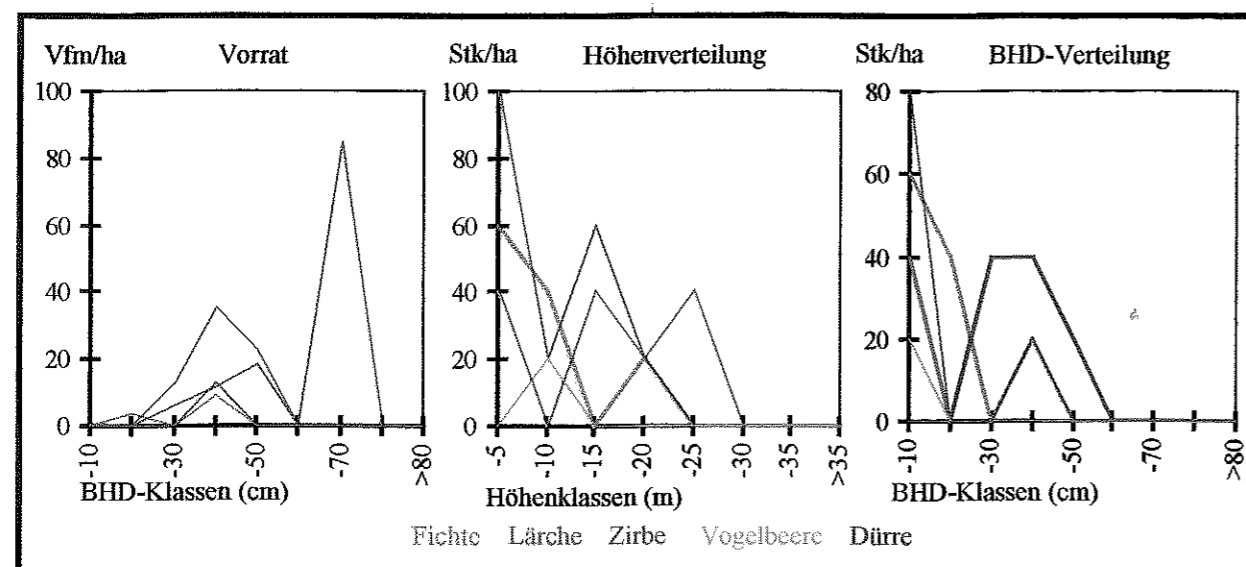


Abb. 22: Vorrats-, Höhen- und BHD-Verteilung des Bestandesaufrisses im mittleren Untersuchungsbereich (G II) in der Waldgesellschaft „Karbonat-Lärchen-Zirbenwald“.

elches einen
e und Lage

umt

36

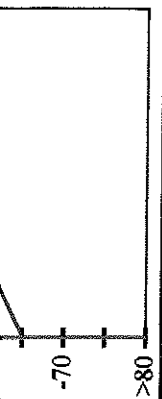
11

59

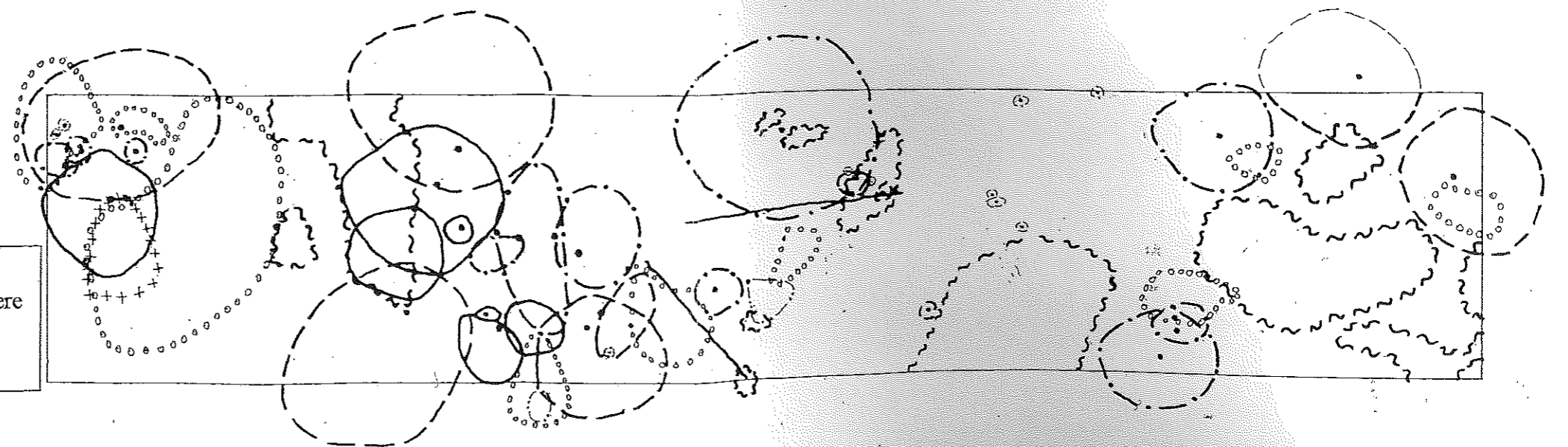
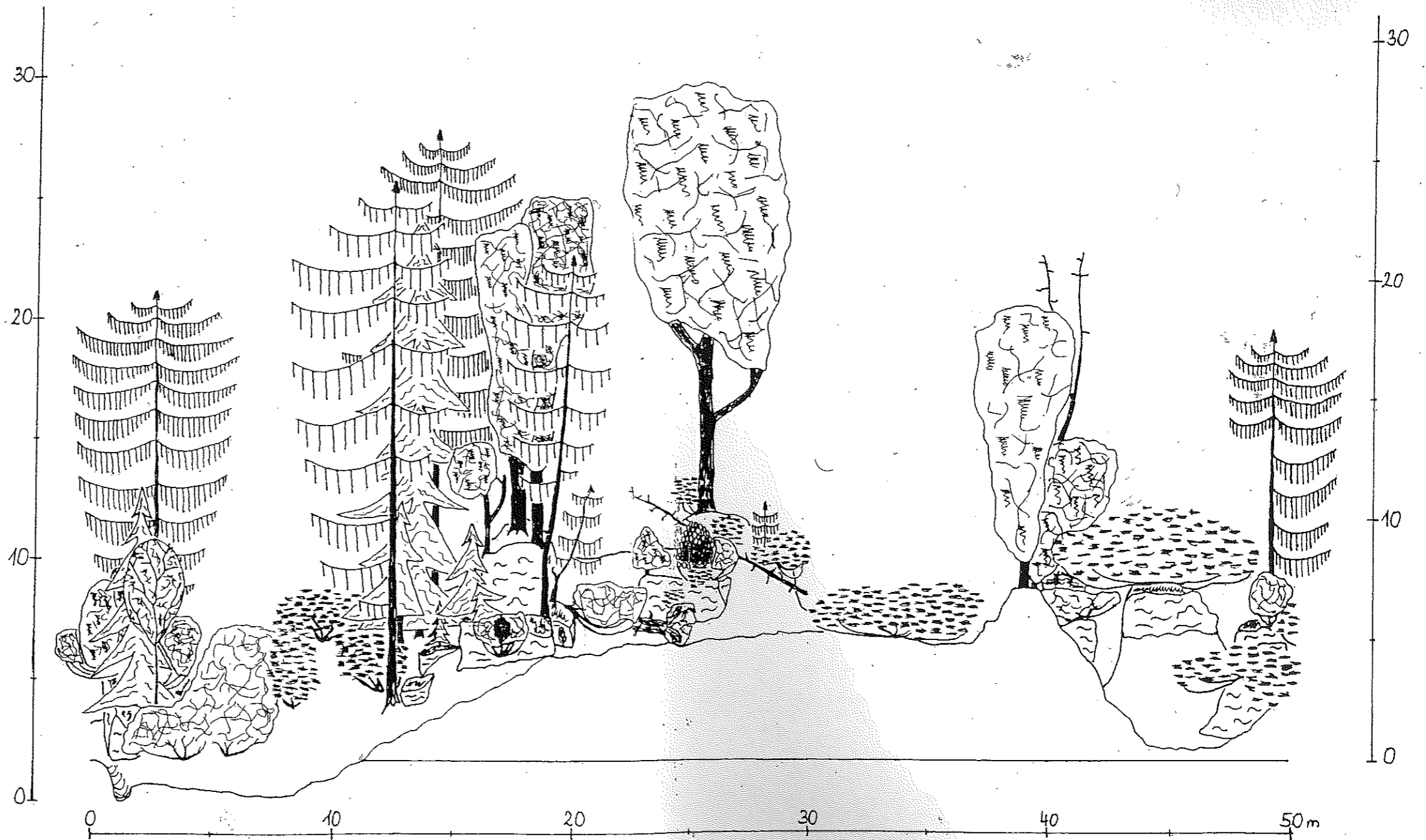
0

enwald des

erteilung



mittleren
t-Lärchen-



- | | | | |
|-----------|---------|---------|------------|
| ————— | Fichte | | Erl |
| - - - - - | Lärche | +++++ | Vogelbeere |
| | Zirbe | — · — · | Weide |
| ~~~~~ | Latsche | //// | Dürre |

Abb. 23: Bestandesaufriss des mittleren Untersuchungsbereiches (G II) im „Karbonat Lärchen-Zirbenwald“.

Bestandesaufriss des oberen Untersuchungsbereiches (G III)

Das Bild des Bestandesaufrisses im oberen Untersuchungsbereiches (G III), welches einen „Karbonat-Lärchen-Zirbenwald“ zeigt, ist in der Abb. 25 dargestellt. Die Größe und Lage kann dem Kap. 3.1 "Aufnahmedesign" entnommen werden.

Merkmale	Fichte	Lärche	Zirbe	Dürre	Gesamt
Alter (Jahre)	84-236	78-256	127-235	—	78-256
Vorrat (Vfm/ha)	12,86	74,59	96,17	0,27	183,62
Kreisfläche (m ² /ha)	3,85	13,68	15,44	0,14	32,97
Jungwuchs pro ha (<1,3m)	40	100	40	—	180

Tab. 27: Bestandesaufbau des Bestandesaufrisses im Karbonat-Lärchen-Zirbenwald des oberen Untersuchungsbereiches (G III).

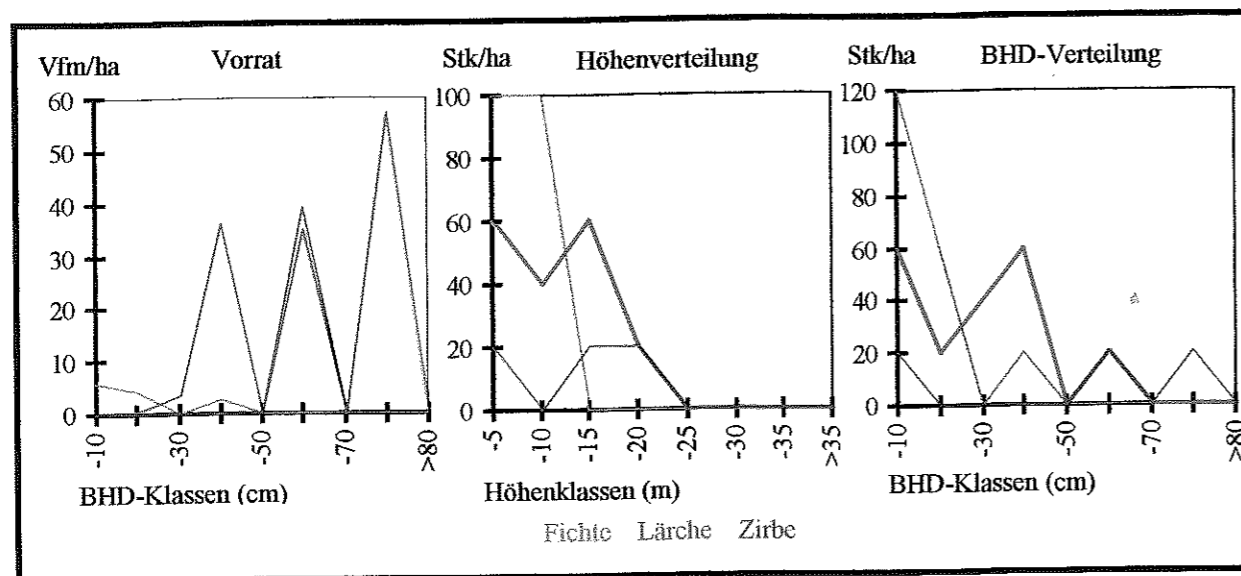


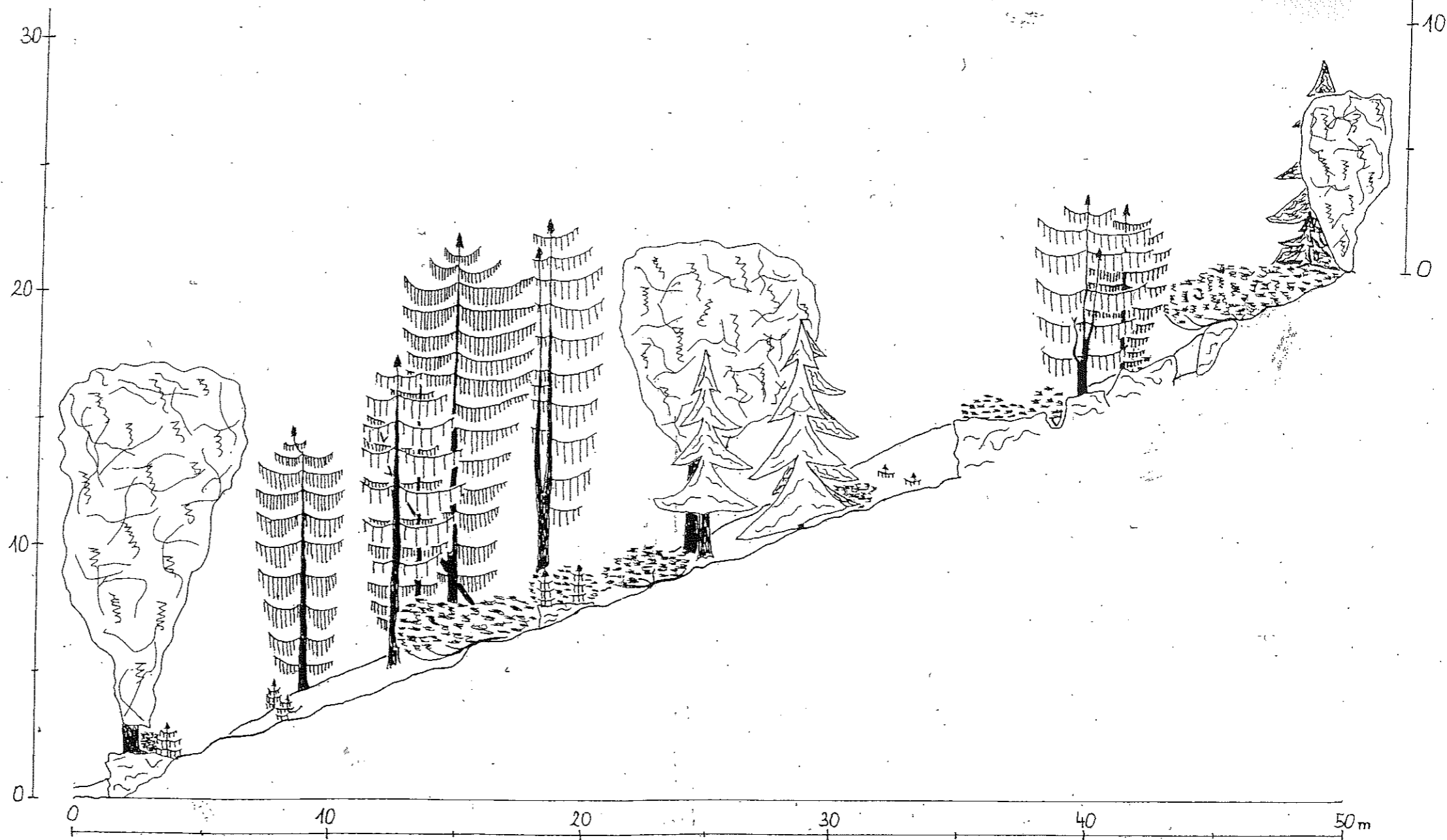
Abb. 24: Vorrats-, Höhen- und BHD-Verteilung des Bestandesaufrisses im oberen Untersuchungsbereich (G III) in der Waldgesellschaft „Karbonat-Lärchen-Zirbenwald“.

es einen
nd Lage

wald des

eilung

m oberen
at-Lärchen-



- | | |
|---------------|------------------|
| — Fichte | Erle |
| - - - Lärche | +++++ Vogelbeere |
| Zirbe | - . . . Weide |
| ~ ~ ~ Latsche | ////// Dürre |

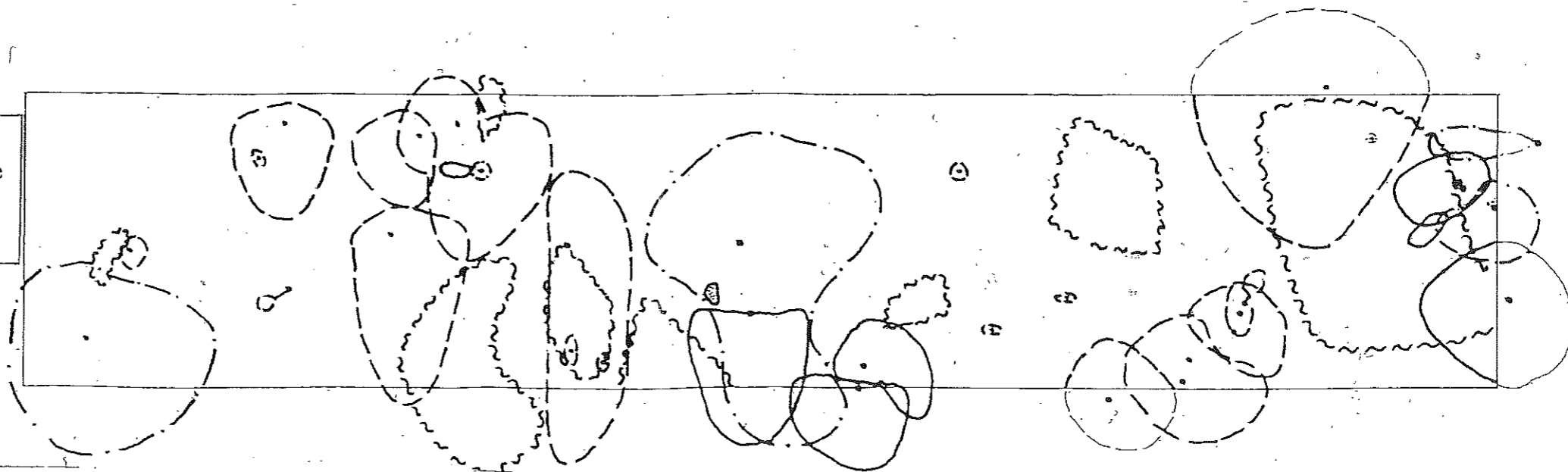


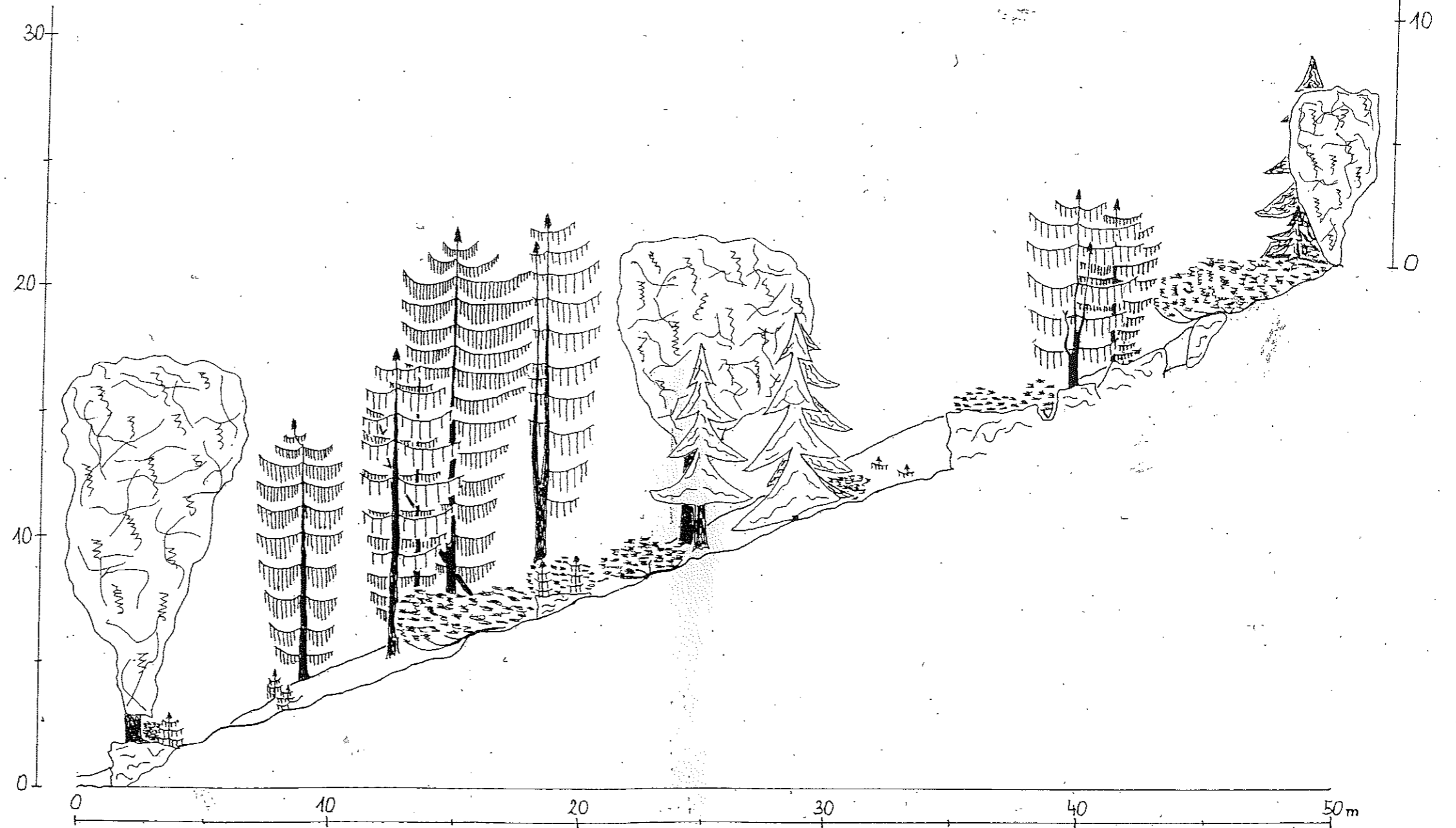
Abb. 25: Bestandesaufriss des oberen Untersuchungsbereiches (G III) im „Karbonat Lärchen-Zirbenwald“.

... einen
... Lage

... des

... ng

... oberen
... Lärchen-



— Fichte Erle
- - - Lärche	+++++ Vogelbeere
- . - Zirbe	- . . . Weide
~ ~ ~ Latsche	////// Dürre

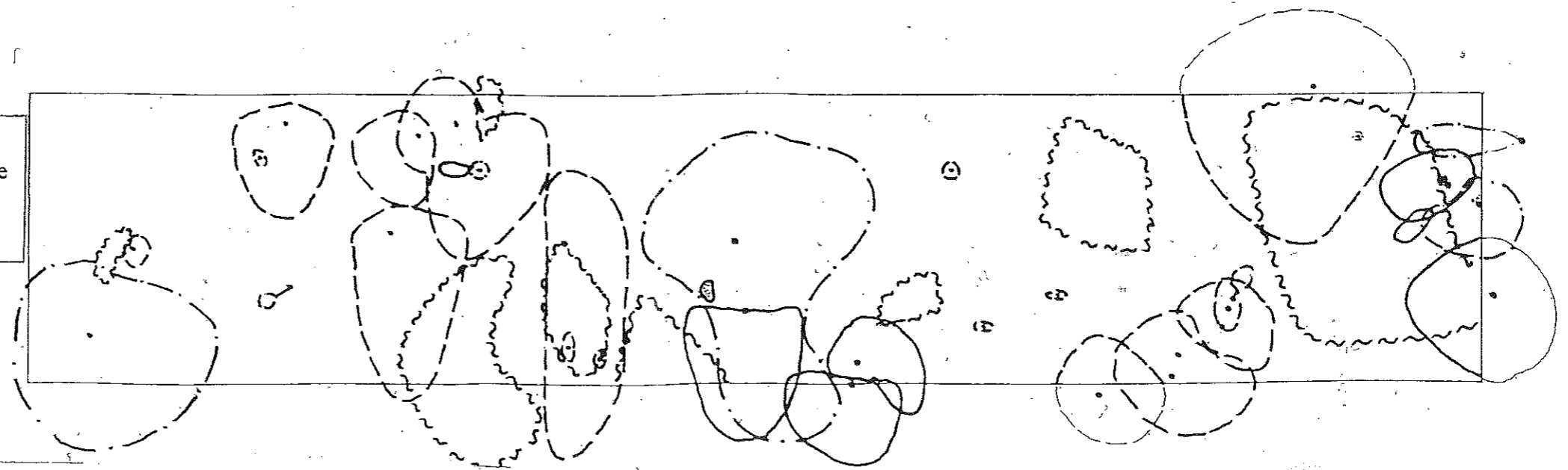


Abb. 25: Bestandesaufriss des oberen Untersuchungsbereiches (G III) im „Karbonat Lärchen-Zirbenwald“.

Die Ergebnisse der Vegetationsaufnahme der einzelnen Bestandesaufrisse können den Vegetationstabellen im Anhang 6 entnommen werden. Ebenso können die Ergebnisse der Bodenanalyse dem dazugehörigen Kapitel (Kap. 4.3) und dem Anhang 5 entnommen werden. Die Ergebnisse der Bestandesaufrisse (Abb. 18, 20, 22, 24 und Tab. 24-27) weichen zwar teilweise erheblich von den jeweiligen Ergebnissen der dazugehörigen Waldgesellschaft ab, aber der Bestandesaufriss soll auch nur die optische Unterstützung sein um sich den Bestandaufbau besser vorstellen zu können. Die erheblichen Abweichungen sind dadurch zu erklären, dass diese Untersuchungsbereiche sehr kleinräumig ihr Aussehen wechseln. Daher sind die 10x25 m Bestandesaufrissflächen weniger repräsentativ als die 10x50 m Bestandesaufrissflächen, die eine bessere Übereinstimmung mit den Ergebnissen des jeweiligen Gesamtbestandes aufweisen.

4.6.6 Altersaufbau

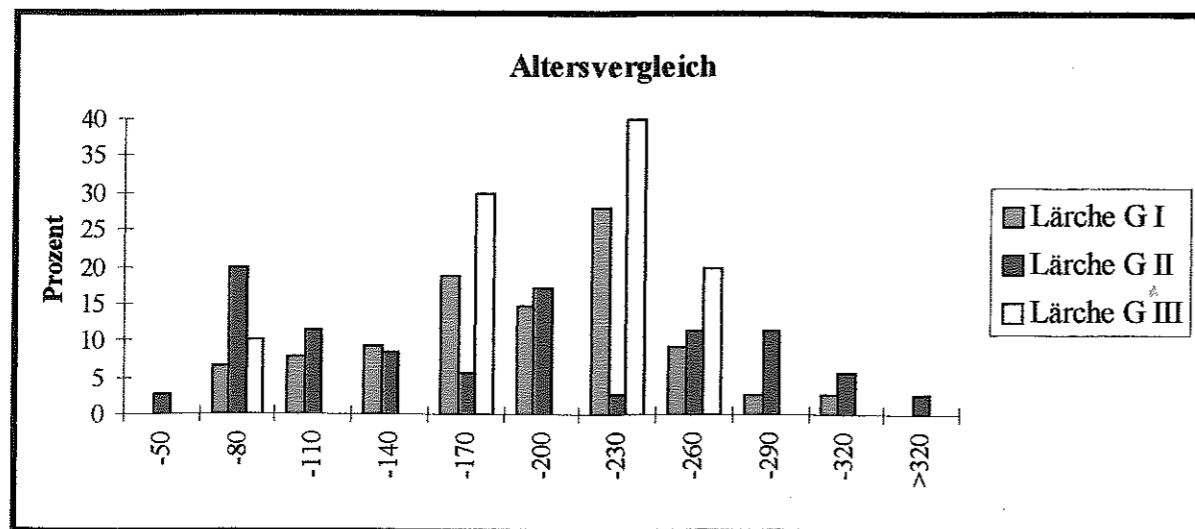


Abb. 26: Altersaufbau in Prozent der Lärche über mehrere Altersklassen in den drei Untersuchungsbereichen.

Im *unteren Untersuchungsbereich (G I)* weisen ca. 62% aller Lärchen ein Alter zwischen 141-230 Jahre auf, wobei der größte Anteil im Altersbereich von 201-230 Jahren liegt (Abb. 26). Von diesem mittleren Altersbereich nimmt der Anteil an den einzelnen Altersklassen in beide Richtungen kontinuierlich ab. Wie in der Abb. 26 ersichtlich ist, sind dabei die Anteile in den jüngeren Altersklassen etwas höher als bei den Älteren. Im Karbonat-Block-Fichtenwald (FBI) schwankt das Alter der beprobten Lärchenstämme nur zwischen 81-

230 Jahren. Die Altersverlauf gleicht einer Normalverteilung, welche ihren Zenit in der Altersklasse von 141-170 Jahren hat. Die höheren Altersklassen sind dabei etwas häufiger als die Niedrigeren. Die Altersverteilung der Lärche im Karbonat-Lärchen-Blockwald (LBI) hat annähernd den gleichen Verlauf wie über den gesamte untere Untersuchungsbereich, mit dem Unterschied, dass die höheren Altersklassen im LBI etwas größere Anteile aufweisen.

Im *mittleren Untersuchungsbereich (G II)* nimmt das Alter der Lärche von zwei Punkten aus etwa gleichmäßig ab. Die zwei Altersbereiche sind von 51-80 und von 171-200 Jahren. Außerdem sind nur im G II die Lärchenprobestämme über alle Altersklassen verteilt (Abb. 26).

Beim *oberen Untersuchungsbereich (G III)* ist auffällig, dass 60% der Probestämme über 201 Jahre alt sind und sie sich nur auf vier Altersbereiche aufteilen. Außer zwischen den beiden ältesten Klassen des Altersvergleiches der Lärche im G III bestehen Lücken zwischen den Altersbereichen mit Lärchenanteilen. So kommt die Lärche nur in drei Gruppen über den gesamten Altersbereich verteilt vor (Abb. 26). Im Gegensatz zu der typischen Ausbildung des Lärchen-Zirbenwaldes (LZ I), welcher ungefähr die selbe Altersverteilung wie der gesamte obere Untersuchungsbereich aufweist, sind bei der Latschenausbildung des Lärchen-Zirbenwaldes (LZ II) die gebohrten Lärchen nur auf zwei Altersklassen, und dies zu gleichen Teilen vertreten, nämlich in den Klassen von 141-170 und von 201-230 Jahren.

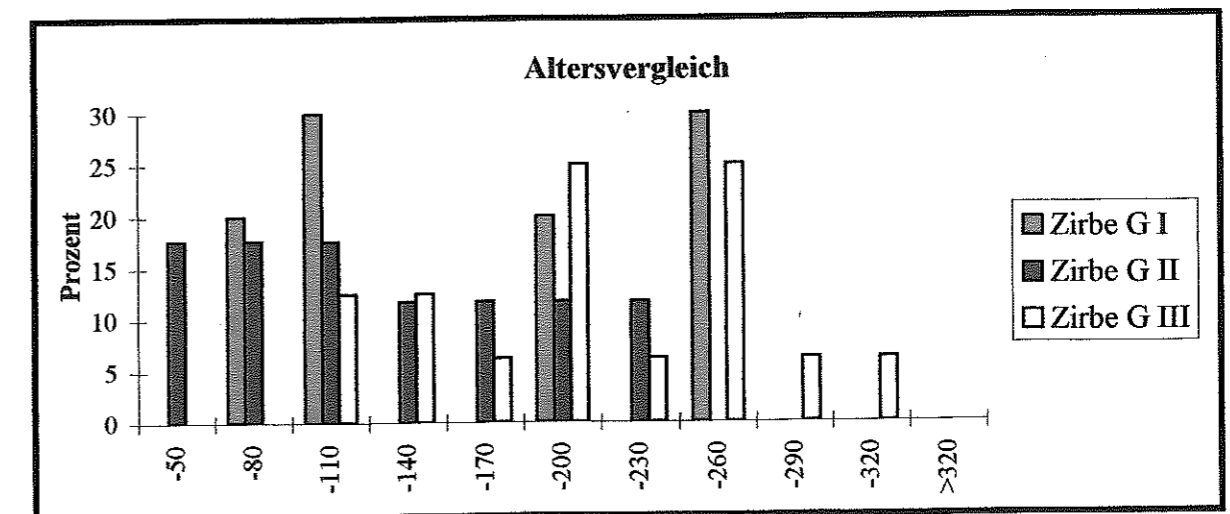


Abb. 27: Altersaufbau in Prozent der Zirbe über mehrere Altersklassen in den drei Untersuchungsbereichen.

Im *unteren Untersuchungsbereich (G I)* ist das Alter der Zirbe auf zwei Bereiche konzentriert, auf das Alter zwischen 51-110 und die zwei Altersbereiche von 171-200 und 231-260 Jahren

(Abb. 27). Dabei sind die jüngeren Zirben hauptsächlich im Bereich des Grabens, welcher die beiden Waldgesellschaften trennt, vorzufinden, wohingegen die Älteren überwiegend im Hangbereich des Karbonat-Lärchen-Blockwald (LBI) stocken. Daher sind 75% der Zirben im Karbonat-Block-Fichtenwald (FBI) jünger als 110 Jahre, wohingegen der Rest, überwiegend am unteren Ende des Untersuchungsbereiches, ein Alter zwischen 231-260 Jahre hat. Beim LBI zeigt die Altersverteilung eine gewisse Ähnlichkeit wie jene des gesamten G I, wobei sich die Zirben ausgeglichen auf die älteren und die jüngeren Klassen verteilen.

Das Alter der Zirbe im *mittleren Untersuchungsbereich (G II)* weist annähernd eine gleichmäßige Verteilung auf, wobei die höheren Altersklassen einen etwas geringeren Anteil aufweisen, was in der Abb. 27 gut ersichtlich ist. Weiters ist auffällig, dass das Alter nur bis 230 Jahre geht obwohl die Zirbe im oberen Untersuchungsbereich (G III) auch höheres Alter erreicht.

Im *oberen Untersuchungsbereich (G III)* sind 69% der gebohrten Zirben über 171 Jahre alt. Auffällig ist, dass es keine Zirbenprobestämme gibt die jünger als 81 Jahre sind. Die genaue Altersverteilung kann der Abb. 27 entnommen werden. Die beiden Ausbildungen des Lärchen-Zirbenwaldes sind hinsichtlich der Altersverteilung der Zirbe sehr unterschiedlich. 87,5% der Zirben bei der Latschenausbildung (LZ II) sind jünger als 200 Jahre, wohingegen bei der typischen Ausbildung (LZ I) alle gebohrten Zirbenstämme ein Alter über 171 Jahre aufweisen.

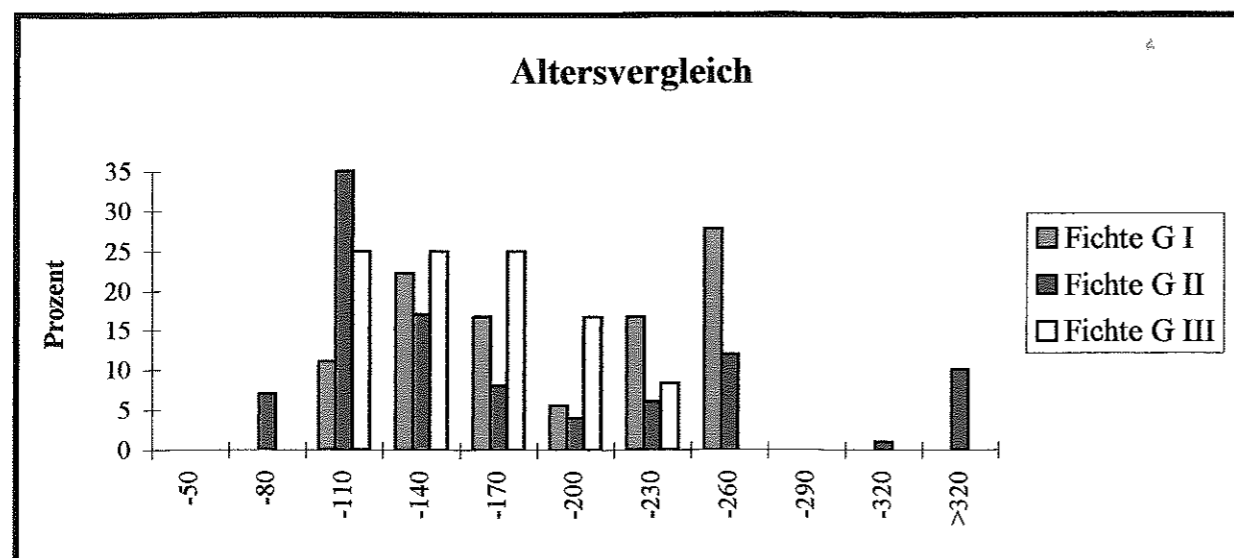


Abb. 28: Altersaufbau in Prozent der Fichte über mehrere Altersklassen in den drei Untersuchungsbereichen.

Im *unteren Untersuchungsbereich (G I)* ist die Altersverteilung der Fichte zweigipfelig, wobei der größte Anteil in der Altersklasse von 231-260 Jahren liegt (Abb. 28). Merkwürdig dabei ist, dass keiner der Probestämme aber älter ist als 260 Jahre und somit die Altersverteilung der Fichte abrupt mit der häufigsten (ca. 28%) und ältesten Klasse aufhört (Abb. 28). Die Verteilung des Alters in den beiden verschiedenen Waldgesellschaften des G I stellen einen ähnlichen Verlauf dar wie das Gesamtbild des G I.

Wie der Abb. 28 zu entnehmen ist, zeigt der Altersverlauf der Fichte im *mittleren Untersuchungsbereich (G II)* den höchsten Anteil an den jüngsten und ältesten Altersklassen von allen Untersuchungsbereichen. Dabei weisen über 50% der geprobten Fichten ein Alter zwischen 81-140 Jahren auf, wobei die Altersklasse von 81-110 Jahren mit 35% mit Abstand den höchsten Anteil über alle Klassen aufweist. Das Besondere an der Altersverteilung der Fichte im G II ist der Anteil an den Altersklassen über 260 Jahren, welche in keinen der beiden anderen Untersuchungsbereichen vorkommt (Abb. 28). Dieser Anteil wird fast ausschließlich von Fichten gebildet die über 320 Jahre alt sind. Ansonsten weist der G II einen ähnlichen zweigipfiligen Altersverlauf auf wie der G I, wobei im G II die jüngeren Altersklassen überwiegen.

Der *obere Untersuchungsbereich (G III)* zeigt einen ganz anderen Altersverlauf der Probefichten als bei den beiden anderen (Abb. 28). Eine ausgeglichene Altersverteilung über die Altersklassen von 81-170 Jahren nimmt ziemlich gleichmäßig bis zu einem Alter von 230 Jahren ab. Somit zeigt der G III bei den Fichten vom Alter her die geringste Streuung auf, wobei zu beachten ist, dass nur Individuen mit ≥ 10 cm BHD Probestämme werden konnten. Die Probefichten bei der Latschenausbildung des Lärchen-Zirbenwaldes (LZ II) haben ein Alter zwischen 81-200 Jahren, wobei 50% in die Altersklassen von 111-140 Jahre fallen. Die typische Ausbildung des Lärchen-Zirbenwaldes (LZ I) weist die selbe Altersklassenspreitung auf wie der gesamte G III, wobei aber 60% der Fichten über 141 Jahre alt sind.

Der G III ist hinsichtlich der Altersverteilung über die Hauptbaumarten gesamt betrachtet wesentlich gleichmäßiger als die beiden anderen, wobei die Fichte in den niedrigen Altersklassen dominiert. Die Lärchen und Zirben, wo 68% der gebohrten Individuen über 171 Jahre alt sind, prägen die höheren Altersklassen (Abb. 26-28). Von den beiden Ausbildungen des Lärchen-Zirbenwaldes des G III weist der LZ I einen etwas höheren Anteil in den älteren Klassen auf und umgekehrt haben die Probestämme des LZ II einen etwas höheren Anteil in den Jüngeren. Die Altersverteilung weist den G II als einzigen auf, bei

welchem Probestämme in jeder Altersklasse vertreten sind. Es zeigt sich zwar, dass in der Altersklasse 81-110 Jahre die meisten Probestämme fallen, aber ansonsten die beprobten Stämme mit leichter Abnahme über die Klassen relativ gleichmäßig verteilt sind (Abb. 26-28).

Im G I zeigt die Altersverteilung über alle Hauptbaumarten eine annähernd rechtsschiefe Normalverteilung mit der Kulmination in der Klasse 201-230 Jahren (Abb. 26-28). Der LBI weist dabei einen größeren Anteil in den höheren Altersklassen und den niedrigsten Altersklassen auf. Der FBI hat eine engere Altersverteilung, wobei die größten Anteile im Altersbereich von 111-170 Jahren liegt und sich sonst die Probestämme relativ regelmäßig mit leichter Abnahme hin zu den Peripheriewerten über die Altersklassen von 51-230 Jahren verteilen.

Um die Zeit zu bestimmen wie lange die Bäume durchschnittlich brauchen um den Brusthöhendurchmesser zu erreichen, wurde ein Bohrkern am Stammfuß und einer in BHD-Höhe gewonnen (ungefähr die Hälfte der gebohrten Bäume). Teilweise wurden kleinere dürre Individuen umgeschnitten und ausgewertet.

Gebiet	Baumart	Mittelwert	Median	Min	Max
G I	Fichte	24	23	11	51
	Lärche	28	20	15	86
	Zirbe	25	24	19	45
G II	Fichte	31	30	21	45
	Lärche	23	20	15	36
	Zirbe	28	25	19	43
G III	Fichte	35	36	15	55
	Lärche	27	28	17	38
	Zirbe	30	29	18	49

Tab. 28: Alter bis zum Erreichen der Höhe des BHD's (1,30 m) in Jahren bei den drei Untersuchungsbereichen nach den Hauptbaumarten getrennt.

Wie man der Tab. 28 entnehmen kann ist der Mittelwert bei der Fichte und Zirbe von unten nach oben zunehmend, bei der Lärche ist im unteren Untersuchungsbereich (G I) der größte Mittelwert vorhanden.

Bei den Minimalwerten sollte man bedenken, dass zwar so weit wie möglich am Stammfuß gebohrt wurde, aber das unter Umständen noch einige Jahre dazu gezählt werden müssten.

Wenn man die Mittelwert für die Zeit zum Erreichen der Höhe des BHD's betrachtet zeigt sich, dass dafür eigentlich wenig Zeit gebraucht wird. Es ist dabei zu bedenken, dass die gebohrten Bäume meist zu den vitaleren Individuen gehören.

Bei Latsche und Grünerle wurde die zwei dicksten pro Stichprobenfläche gesucht und am Stammfuß die Altersbohrung durchgeführt.

Bereich	Art	Mittelwert	Min	Max
G I	Latsche	92	58	130
	Erle	59	44	75
G II	Latsche	96	65	126
	Erle	82	71	92
G III	Latsche	96	53	137

Tab. 29: Alter von Latsche und Erle in Jahren in den drei Untersuchungsbereichen.

Die Tab. 29 zeigt, dass bei der Latsche das durchschnittliche Alter in den drei Untersuchungsbereichen annähernd gleich ist, wobei im unteren Untersuchungsbereich (G I) der Wert etwas geringer ist.

Bei der Erle sind nur Werte für den G I und den mittleren Untersuchungsbereich (G II) vorhanden, weil im oberen Untersuchungsbereich (G III) die Erle nicht vorgekommen ist. Aus der Tab. 29 ist zu entnehmen, dass die Erle im G II im Durchschnitt um ca. 20 Jahre älter ist als im G I.

Von großem Interesse sind die Maximalwerte, da man sieht, wenn man auch die Deckungsgrade berücksichtigt (siehe Kap. 4.6.2 "Grundfläche und Deckungsgrad"), wie lange der Baumbestand schon von den Latschen und Erlen beeinflusst werden (z.B. Verjüngungsverhältnisse, Konkurrenz). Die Betrachtung der minimalen und maximalen Alterswerten der Latschen- und Erlensträucher der Tab. 29 zeigt eine geringere Altersspreitung der dicksten Stämme der Stichprobenflächen im G II und dies bei beiden Arten. Der G III weist bei der Latsche die größte Streuung des Alters auf (Tab. 29).

4.6.7 Zuwachs

Die Bohrspäne wurden auch herangezogen um festzustellen wie der Zuwachs der drei Hauptbaumarten in den letzten zehn Jahren (1987-1997) war. Durch die Verwendung eines Auflichtmikroskop konnte die Jahrringe bis in den hundertstel Millimeterbereich ausgewertet werden.

Eine durchmesserabhängige, mathematisch definierte Entwicklung der Radialzuwächse konnte aus dem vorhandenen Datenmaterial nicht bestimmt werden. Das Alter und die soziologische Stellung des Baumes, sowie der mögliche kleinstflächige Standortwechsel überlagern sich in ihren Einflüssen auf den Radialzuwachs oft, sodass sehr starke Streuungen von der mittleren Jahrringbreite einer Durchmesserklasse auftreten.

Bereiche/Baumart	Fichte	Lärche	Zirbe
G I	1,08 +/-0,08	1,12 +/-0,06	1,19 +/-0,10
G II	1,04 +/-0,13	1,13 +/-0,09	0,93 +/-0,09
G III	0,81 +/-0,09	0,96 +/-0,12	1,26 +/-0,09

Tab. 30: Mittlere Jahrringbreite in mm mit Standardfehler für die Hauptbaumarten in den drei Untersuchungsbereichen.

Jede der drei Hauptbaumart hat in einem anderen Untersuchungsbereich seine größte durchschnittliche Jahrringbreite (Tab. 30). Die Fichte weist im unteren Untersuchungsbereich (G I) die größte mittlere Jahrringbreite auf, die Lärche im mittleren Untersuchungsbereich (G II) und die Zirbe im oberen Untersuchungsbereich (G III). Über alle Baumarten betrachtet hat der G I die größte durchschnittliche Jahrringbreite gefolgt vom G II und G III (Tab. 30).

Bereiche/Baumart	Fichte	Lärche	Zirbe
G I	0,87 +/-0,10	0,72 +/-0,05	1,22 +/-0,14
G II	0,98 +/-0,22	1,00 +/-0,10	0,93 +/-0,13
G III	1,21 +/-0,21	0,80 +/-0,15	0,85 +/-0,12

Tab. 31: Mittlere Jahrringbreite (1987-1997) in mm mit Standardfehler für die Hauptbaumarten in den drei Untersuchungsbereichen.

Der durchschnittliche Stärkenzuwachs der Zeitspanne von 1987-1997 ist bei den Hauptbaumarten relativ gering (Tab. 31). Die drei Hauptbaumarten haben jeweils in einem anderen Untersuchungsbereich ihren jeweils größten durchschnittlichen Jahrringbreitenzuwachs vorzuweisen. Bei der Fichte nimmt im Durchschnitt der Radialzuwachs vom unteren (G I) zum oberen Untersuchungsbereich (G III) zu. Die Lärche hat im mittleren Untersuchungsbereich (G II) den höchsten mittleren Breitenzuwachs gefolgt vom G III und dem G I. Die Zirbe zeigt hinsichtlich des mittleren Radialzuwachses eine Abnahme vom oberen zum unteren Untersuchungsbereich.

Bereiche/Baumart	Fichte		Lärche		Zirbe	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max
G I	0,27	1,96	0,18	1,88	0,62	1,97
G II	0,23	2,82	0,24	3,40	0,29	3,78
G III	0,22	2,71	0,26	2,10	0,32	2,29

Tab. 32: Minimale und Maximale mittlere Jahrringbreite in mm für die Hauptbaumarten in den drei Untersuchungsbereichen.

Die Tab. 32 zeigt, dass die Hauptbaumarten im mittleren Untersuchungsbereich (G II) den höchsten maximalen Zuwachs haben. Der untere Untersuchungsbereich (G I) weist hingegen bei allen drei Hauptbaumarten den geringsten maximalen Radialzuwachs in der Zeitspanne von 1987-1997 auf.

Bei der Fichte und der Zirbe sinkt der minimale Wert des Radialzuwachses vom unteren zum oberem Untersuchungsbereich (G III), nur bei der Lärche ist es genau umgekehrt.

Die Spreitung des Radialzuwachses in der Zeitspanne von 1987-1997 ist bei allen Hauptbaumarten im G I am geringsten. Umgekehrt weist der G II die größte Streuung des Stärkenzuwachses über die bestandesprägenden Baumarten auf.

4.6.8 Zustand

Der Zustand der Baumschicht (>1,3 m Höhe) wurde mit Hilfe der IUFRO-Baumklassifizierung und mit der verbalen Beschreibung der aufgenommenen Bäume versucht zu beschreiben.

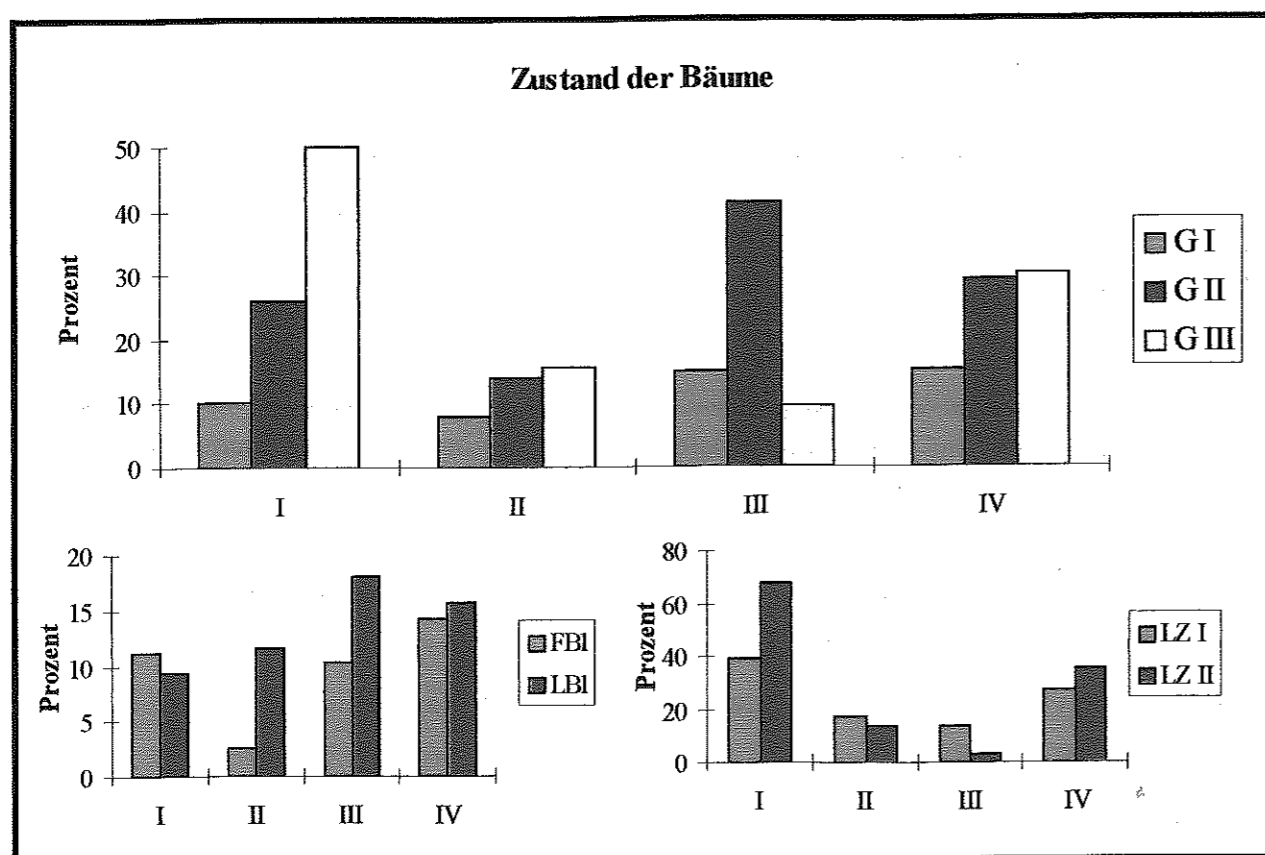


Abb. 29: Zustände der Bäume in Prozent in den drei Untersuchungsbereichen und nach den Waldgesellschaften im unteren Untersuchungsbereich (G I) [Grafik unten links] und im oberen Untersuchungsbereich (G III) [Grafik unten rechts].

I = Zwiesel, II = Säbelwuchs, III = auf Stein, IV = Unterstand

Wie bei der Abb. 29 zu sehen ist nimmt der Anteil an *Zwieseln* mit steigender Seehöhe enorm zu.

Hinsichtlich der Baumarten sind im oberen Untersuchungsbereich (G III) 69% aller Zirben, 36% aller Fichten und 19% aller Lärchen als Zwiesel ausgebildet. Von den beiden Ausbildungen des Lärchen-Zirbenwaldes ist die Zwieselbildung in der typischen Ausbildung (LZ II) größerer als bei der Latschenausbildung (LZ I), wie der Abb. 29 zu entnehmen ist. Auch im LZ II hat die Zirbe mit 80% den größten Anteil von den Hauptbaumarten, aber vor

allem die Fichte mit 60% weist eine wesentliche höhere Zwieselbildung auf als im LZ I. Die Lärchen, wo nur mehr die Hälfte monobodial sind, weist auch um 20% mehr Zwieselindividuen auf als im LZ I. Die sonstigen Baumarten, welche nur im LZ II vorkommen, sind ausschließlich Zwieseln.

Im unteren (G I) und mittleren Untersuchungsbereich (G II) sind die Zwieseln, wenn man sie baumartenweise betrachtet, prozentmäßig so verteilt, dass die Reihenfolge in aufsteigender Form wie folgt aussieht: Fichte – Lärche – Zirbe – Laubbaumarten. Die Prozentanteile sind im G II dabei etwas höher als im Unteren (Unten: 7,5 – 11,7 – 27,0 – 75,3; Mitte: 8,2 – 17,5 – 33,3 – 95,2). Die Laubbaumarten sind mengenmäßig gering vertreten, aber sie weisen wie z.B. im G I der Bergahorn 80% oder im G II die Vogelbeere 96,9% Zwieselbildung auf.

Zwischen den beiden Waldgesellschaften im G I ist der Unterschied der mengenmäßigen Anteil an Zwieseln nicht sehr groß. Wobei die Lärche den gleich prozentmäßigen Anteil und die Fichte im Karbonat-Block-Fichtenwald (FBI) einen etwas größeren Anteil an Zwieseln aufweist als im Karbonat-Lärchen-Blockwald (LBI). Im LBI sind doppelt so viele Zirben nicht einstämmig als im FBI und bei den sonstigen Baumarten ist es genau umgekehrt.

Der Anteil des *Säbelwuchses* nimmt ebenfalls vom unteren zum oberen Untersuchungsbereich zu (Abb. 29). Wie nicht anderes zu erwarten wird der größte Prozentsatz des Säbelwuchses in allen Untersuchungsbereichen hauptsächlich von der Lärche getragen. Merkwürdig ist, dass die Zirbe im G III keinen Säbelwuchs aufweist, aber auf den anderen beiden sehr wohl, umgekehrt ist die Fichte im G I und G II ohne Säbelwuchs und nur im G III tritt Säbelwuchs auf. Der Säbelwuchs wurde in zwei Kategorien aufgenommen, „Normal“ und „Stark“ (Abstand zwischen Bodenaustrittspunkt und Baumachse >1 m). Starker Säbelwuchs tritt bei der Lärche auf allen drei Flächen auf (unter 1/3 aller Säbelwüchse). Im G II tritt starker Säbelwuchs auch bei Zirbe auf, ansonst haben die anderen Baumarten nur normalem Säbelwuchs.

Der Anteil der säbelwüchsigen Bestandesindividuen ist im LZ I etwas größer als im LZ II, wobei die Differenzen bei allen Baumarten annähernd gleich sind. Im G I sind im LBI wesentlich mehr Säbelwüchse wie im FBI. Der Unterschied der einzelnen Baumartenanteile zwischen den beiden Waldgesellschaften gibt das Gesamtbild wieder, wobei „Starke Säbelwüchse“ nur im LBI vorgefunden wurden.

Die Bäume die *auf Steinblöcken* stocken sind, wie auf der Abb. 29 zu sehen, vor allem im G II (41,2%) häufig anzutreffen. Im G I zeigt sich bei baumartenweise Betrachtung, dass

70,3% aller Zirben auf Stein- oder Felsblöcken wachsen. Bei den anderen Baumarten sind die Prozentsätze wesentlich geringer (0-27%), wobei die Lärche den höchsten Wert aufweist und der Bergahorn den Niedrigsten. Die Zirbe gehört in allen Untersuchungsbereichen zu jenen Baumarten mit den höchsten Anteil die auf Felsblöcken angesiedelt sind. Die Fichte ist im Gegensatz dazu immer mit den geringsten Prozentsätzen vertreten. Die Lärche ist nur im G I deutlich von den Prozentsätzen der Zirbe abweichend. Bei den anderen Untersuchungsbereichen liegt die Lärche zwar anteilmäßig unter der Zirbe, aber nur knapp.

Im G I stocken im LBI um ungefähr 8% mehr Bestandesindividuen auf Stein- und Felsblöcken als im FBI. Der Anteil der Fichten die auf Stein- oder Felsblöcken stocken ist in den beiden Waldgesellschaften ziemlich gleich, wohingegen die Anteile bei der Lärche und der Zirbe im LBI fast ums Doppelte höher sind.

Im LZ II stocken außer 10% der Zirben keine anderen Bestandesindividuen auf Stein- oder Felsblöcken. Beim LZ I sind nur die Lärche und Zirbe mit jeweils ca. 22% auf den Gesteinsblöcken vertreten.

In der Abb. 29 ist unter „*Unterstand*“ zu verstehen, dass die Bäume im Kronenbereich eines anderen Baumes liegen und über kurz oder lang eingengt werden. Wie in der Abb. 29 zu sehen ist, nimmt der Prozentsatz vom unteren zu den beiden anderen Untersuchungsbereichen um ca. das Doppelte zu. Von den Baumarten her zeigt sich, dass die Lärche wie zu erwarten am geringstem im Unterstand vertreten ist. Bei der Fichte nimmt der Prozentsatz mit steigender Seehöhe des Untersuchungsgebietes um jeweils ungefähr 15% zu. Die Zirbe weist im G III den geringsten Prozentsatz auf und ist im G II mit dem höchsten Anteil, auch über alle Baumarten betrachtet, vertreten.

Die beiden Waldgesellschaften des G I unterscheiden sich hinsichtlich der Bäume die im Unterstand stehen nur gering, wobei, wie in der Abb. 29 ersichtlich ist, der Anteil im LBI etwas höher ist. Die Fichte (ca. 16%) und die sonstigen Baumarten (ca. 21%) weisen ziemlich den gleichen Anteil in beiden Waldgesellschaften auf. Bei den Zirben und Lärchen stehen um jeweils ungefähr 10% mehr Individuen im Unterstand beim LBI als im FBI.

Im LZ II des G III stehen mehr Bestandesindividuen im Unterstand als im LZ I. Im LZ II sind dabei nur die Fichte (44,4%) und die sonstigen Baumarten mit 100% im Unterstand vertreten. Beim LZ I gehören die Hälfte der Fichte zu den unterständigen Bestandesmitgliedern und im Gegensatz zum LZ II sind auch die Lärche (11,1%) und die Zirbe (15,8%) hier im Unterstand vertreten.

H/D-Verhältnis

Mit zunehmenden Schlankheitsgrad (Höhe/Durchmesser) nimmt die Schneebruchgefahr zu. Neben dem Schlankheitsgrad spielt auch die Kronenbreite (Kronentyp) eine Rolle, vor allem bei Kiefern. Das H/D-Verhältnis der folgenden Tabelle (Tab. 33) gibt Auskunft über die Werte für einen brauchbaren Stabilitätsindex. (MAYER, 1992)

Stabilität	sehr stabil	stabil	instabil	sehr instabil
H/D-Wert	<60	60-80	80-100	>100

Tab. 33: Stabilitätsindex nach H/D-Werten für Fichte

Die Werte sind mit gewissen Einschränkungen auch für andere Baumarten als Richtwerte brauchbar.

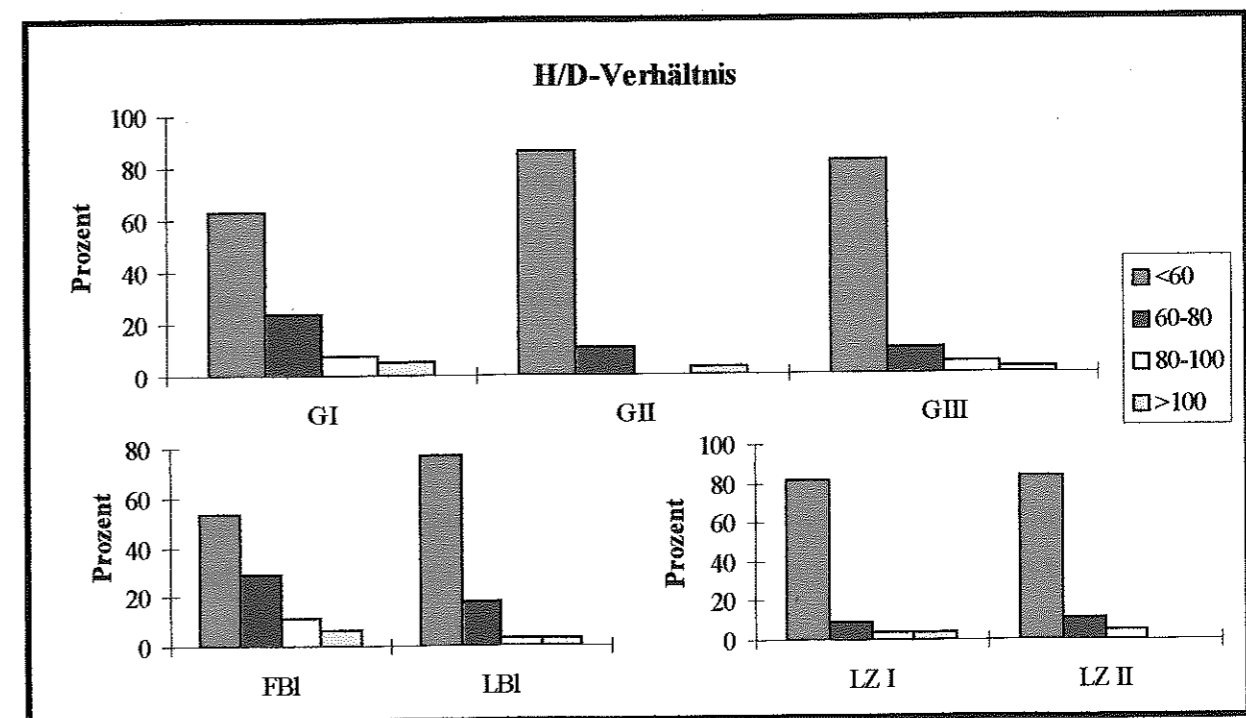


Abb. 30: Stabilitätsindex (H/D-Werte) der Fichte in Prozent bei den drei Untersuchungsbereichen, in den Waldgesellschaften des unteren Untersuchungsbereiches (G I) [Grafik unten links] und im oberen Untersuchungsbereich (G III) [Grafik unten rechts].

Wie die Abb. 30 zeigt, sind die H/D-Werte in jedem Untersuchungsbereich zum überwiegenden Anteil in jenen Bereichen des Stabilitätsindex, die eine gute Stabilität gegen

Schneebruch gewährleisten. In jedem Untersuchungsbereich sind über 87% der Fichten in den Stabilitätsklassen „sehr stabil“ und „stabil“. Die Fichten im Karbonat-Block-Fichtenwald (FBI) weist eine etwas geringere Abholzigkeit auf als im Karbonat-Lärchen-Blockwald (LBI). Im oberen Untersuchungsbereich (G III) gibt es kaum Unterschiede in der H/D-Verteilung der Fichte in den beiden Ausbildungen des Lärchen-Zirbenwaldes (Abb. 30). Ab einem BHD von 10 cm sind in allen Untersuchungsbereichen nur mehr Fichten vorhanden, die in die Stabilitätsklasse „stabil“ oder „sehr stabil“ fallen.

Für die Zirbe ist die Aufteilung der H/D-Werte ähnlich. Wie schon bemerkt ist bei der Zirbe die Kronenform von großer Bedeutung. Bei der Lärche ist das H/D-Verhältnis etwas anders zusammen gesetzt. Die Stabilitätsklasse „sehr instabil“ nimmt von 18% im unteren Untersuchungsbereich (G I) auf 45,5% im G III zu. Da bei der Lärche diese Stabilitätsklassen nur sehr bedingt angewendet werden können, ist die Gefahr von Schneebruch genau so gering als bei den anderen Baumarten. Da der H/D-Wert aber auch Auskunft über die Abholzigkeit der monobodialen Baumarten gibt, zeigt sich, dass die Lärche weit weniger abholzig ist als die Fichte. Der Unterschied zwischen den zwei Baumarten ist im G III am deutlichsten, da hier die Fichte zu 92,5% einen H/D-Wert unter 80 hat und die Lärche im Gegensatz dazu zu 45,5% einen H/D-Wert über 100 aufweist. Dabei gilt das Gleiche wie schon oben bei Fichte erwähnt wurde, dass über einem BHD von 10 cm nur mehr H/D-Werte unter 80 erreicht werden.

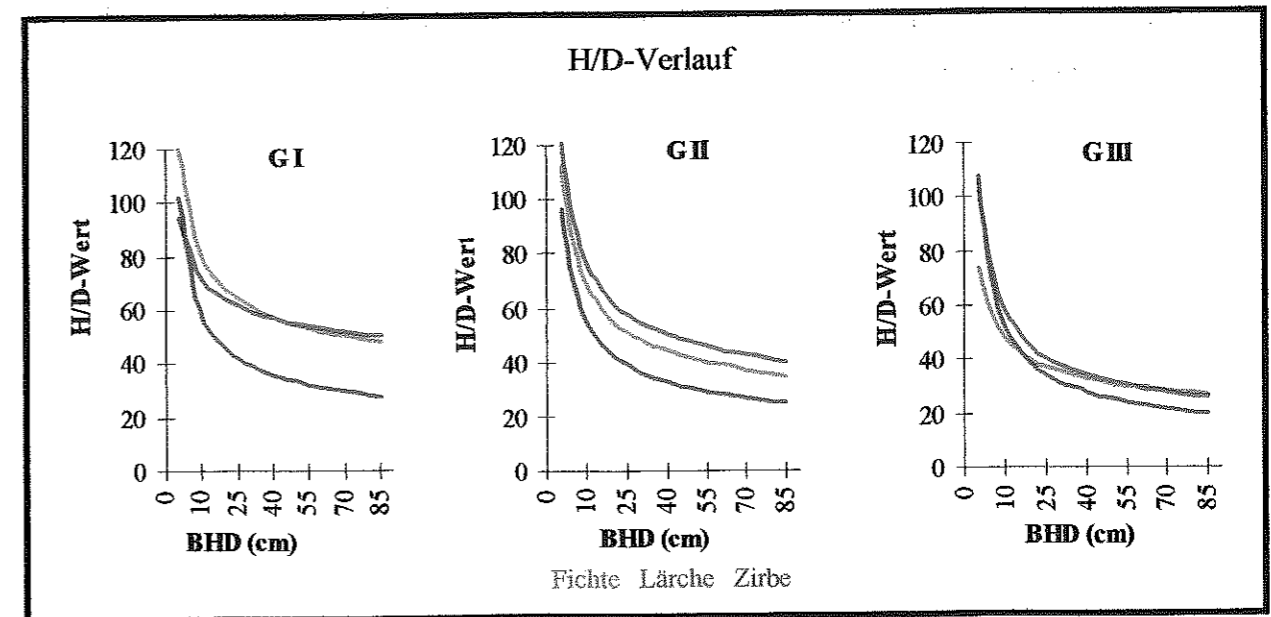


Abb. 31: H/D-Verteilung über den Brusthöhendurchmesser der Hauptbaumarten in den einzelnen Untersuchungsbereichen.

Wie der Abb. 31 zu entnehmen ist, weist die Zirbe in allen Untersuchungsbereichen die größte Abnahme des H/D-Wertes über die BHD-Verteilung auf. Die gleichmäßigsten Verlauf des H/D über die BHD-Klassen ist über die Hauptbaumarten im mittleren Untersuchungsbereich (G II) gegeben, wobei die Lärche die höheren H/D-Werte aufweist gefolgt von der Fichte und Zirbe. Im G III sind die H/D-Verläufe der Hauptbaumarten zwar unterschiedlicher als im G II, aber dafür sind die H/D-Werte der Hauptbaumarten in den einzelnen BHD-Klassen am ähnlichsten (Abb. 31). Im G I verringert sich der H/D mit zunehmenden BHD bei der Zirbe am schnellsten. Dies ist im G II mit etwas geringeren Unterschieden zu den beiden anderen Baumarten das Gleiche. Es zeigt sich auch, dass der H/D-Verlauf bei der Zirbe fast bei allen Untersuchungsbereichen die selbe Form aufweist. Bei der Lärche und Fichte sind im G III die H/D-Verläufe um einiges tiefer als bei den beiden anderen (Abb. 31). Im G I sind die H/D-Verläufe der Zirbe und der Fichte annähernd gleich, wobei die Zirbe einen geringeren H/D in den einzelnen BHD-Klassen hat als die Fichte. Die Lärche hat in diesem Gebiet die geringste Abnahme des H/D-Wertes mit steigendem BHD. Die Lärche weist in allen Untersuchungsbereichen bei den stärkeren Durchmessern die höchsten H/D-Werte auf.

Der Zusammenhang zwischen den H/D-Werten und dem Brusthöhendurchmesser ist bei der Zirbe auf allen Flächen ziemlich hoch (Bestimmtheitsmaß über 0,8). Im G II haben alle Baumarten ein Bestimmtheitsmaß über 0,8. Bei der Fichte im G III und bei der Lärche und

Fichte im G I ist der Zusammenhang zwischen dem BHD und den H/D-Werten nicht mehr so hoch (Bestimmtheitsmaß 0,5-0,7).

Kronenprozent

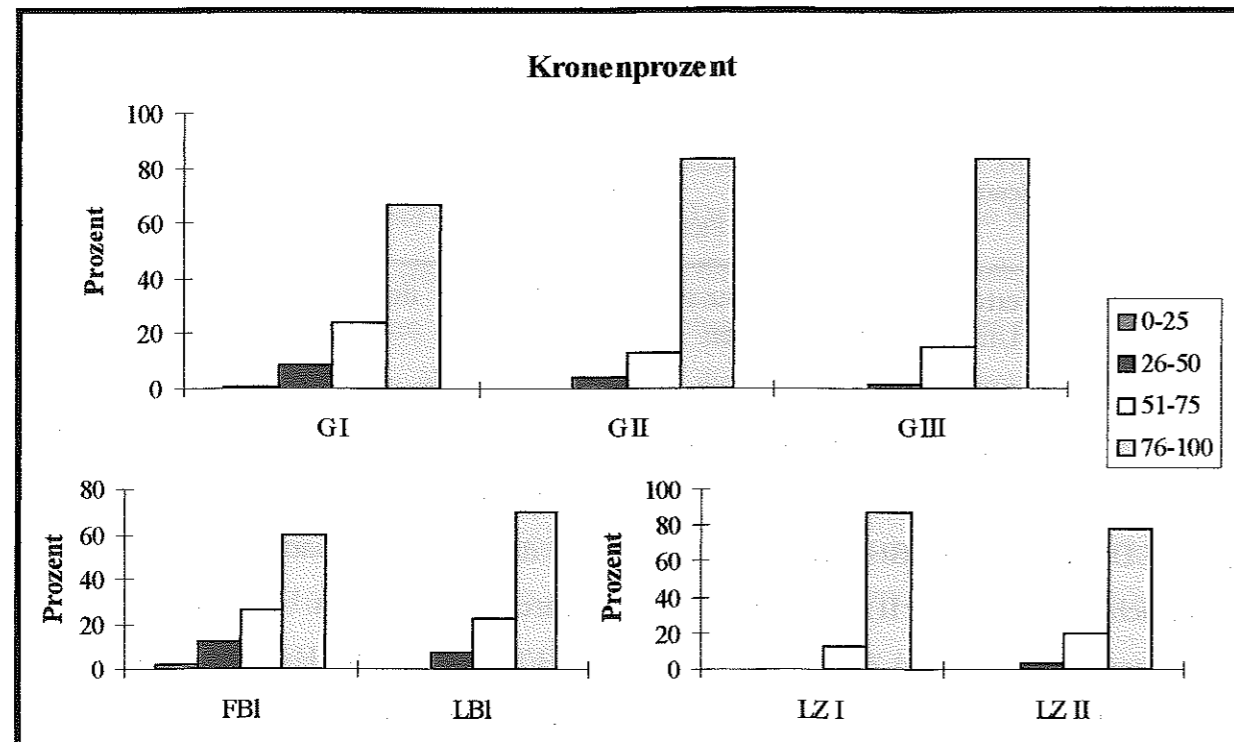


Abb. 32: Kronenprozent in vier Klassen in den Untersuchungsbereichen, in den Waldgesellschaften des unteren Untersuchungsbereiches (G I) [Grafik unten links] und im oberen Untersuchungsbereich (G III) [Grafik unten rechts].

Wie der Abb. 32 zu entnehmen ist haben in jedem Untersuchungsbereich die Bestandesmitglieder, welche über $\frac{3}{4}$ bekrönt sind, den größten Prozentanteil aufzuweisen.

Ein Prozent der Bäume im unteren Untersuchungsbereich (G I) haben ein Kronenprozent von bis zu 25%, wobei zu bemerken ist, dass dies ausschließlich im Karbonat-Block-Fichtenwald (FBI) vorkommt. Diese Bäume werden in nächster Zeit, wenn sie nicht durch Höhenwachstum die Krone verlängern können, wahrscheinlich Probleme mit Assimilationsprodukten bekommen. Auch sonst sind im G I die Kronenprozente bis 75% häufiger vertreten als in den anderen Untersuchungsbereichen. Mit steigender Seehöhe werden die Anteile an den hohen Kronenprozente immer größer (Abb. 32).

Nach den Baumarten weist im G I und im mittleren Untersuchungsbereich (G II) die Fichte die höchsten Kronenprozente mit über 92% in der Klasse von 76-100% auf, gefolgt von der Zirbe (G I: 83,8%; G II: 91,1%) und der Lärche (G I: 53,4%; G II: 73,25). Im oberen Untersuchungsbereich (G III) hat die Lärche mit 90,9% in der Klasse von 76-100% den größten Anteil an den höchsten Kronenprozente, gefolgt von der Zirbe (82,8%) und der Fichte (80,0%).

Wie der Abb. 32 zu entnehmen ist, sind die Kronenprozente der Bestandesindividuen im FBI etwas geringer als im Karbonat-Lärchen-Blockwald (LBI). Von den Baumarten her sind sie ungefähr gleich verteilt wie der gesamte untere Untersuchungsbereich. Das selbe gilt für die beiden Ausbildungen des Lärchen-Zirbenwaldes im G III, wobei hier die Latschenausbildung (LZ II) die etwas geringeren Kronenprozente gegenüber der typischen Ausbildung (LZ I) aufweist (Abb. 32).

IUFRO-Baumklassifikation

Für die Analyse der Bestandesstruktur hat sich die IUFRO-Baumklassifikation (Internationaler Verband der Forstlichen Forschungsanstalten) bewährt. Sie kann auch für ungleichaltrige, gemischte und stärker geschichtete Bestände, sowie für Naturwälder angewendet werden und ermöglicht zwischen verschiedenen Baumarten und Individuen ausreichende Vergleiche. (MAYER 1992)

Die IUFRO-Baumklassifikation (siehe Kap. 3.2.4 "Bestandesanalyse") wurde in jedem Untersuchungsbereich bei den Bäumen innerhalb der Stichprobenflächen und der Bestandesaufrisse aufgenommen (siehe Kap. 3.1 "Aufnahmedesign"). Diese Flächen wurden jeweils als eigener Bestand betrachtet hinsichtlich der IUFRO-Baumklassifikation.

	Höhen- klassen	Vitalitäts- klassen	Umsetzungs- tendenz	Wertungs- klassen	Schaftgüte- klassen	Kronen- klassen
G I						
1 oder 4	46,4 (52,2/41,2)	12,4 (6,5/17,6)	4,9 (1,3/8,5)	72,2 (78,3/66,7)	25,8 (21,7/29,4)	86,6 (76,1/96,1)
2 oder 5	32,0 (37,0/27,5)	79,4 (80,4/78,4)	89,2 (96,7/84,3)	23,7 (19,6/27,5)	68,0 (71,7/64,7)	12,4 (21,7/3,9)
3 oder 6	21,6 (10,9/31,4)	8,2 (13,0/3,9)	4,9 (2,1/7,2)	4,1 (2,2/5,9)	6,2 (6,5/5,9)	1,0 (2,2/0,0)
G II						
1 oder 4	34,4	17,2	14,7	59,4	20,3	93,8
2 oder 5	31,2	73,4	72,8	21,8	64,1	6,2
3 oder 6	34,4	9,4	12,5	18,8	15,6	0,0
G III						
1 oder 4	28,9 (33,3/20,0)	15,6 (6,7/33,3)	13,1 (20,1/6,3)	42,2 (33,3/60,0)	2,2 (3,3/0,0)	98,9 (100,0/96,7)
2 oder 5	20,0 (11,7/36,7)	60,0 (66,6/46,7)	64,0 (56,4/71,6)	35,6 (40,0/26,7)	44,4 (45,0/43,3)	1,1 (0,0/3,3)
3 oder 6	51,1 (55,0/43,3)	24,4 (26,7/20,0)	22,9 (23,5/22,1)	22,2 (26,7/13,3)	53,3 (51,7/56,7)	0,0 (0,0/0,0)

Tab. 34: IUFRO-Klassifikation über alle Baumarten gemeinsam in Prozent in den Untersuchungsbereichen und im unteren (G I) und oberen (G III) nach Waldgesellschaften.

{Zahl außerhalb der Klammer = Gesamter Untersuchungsbereich; In der Klammer erste Zahl je nach Untersuchungsbereich FBI oder LZ I, zweite Zahl LBI oder LZ II} weitere Erläuterungen im Text

In der Tab. 34 bedeutet 1 oder 4, dass für die gesellschaftliche Stellung auf der jeweiligen Position die 1 steht und für die wirtschaftlichen Gesichtspunkte auf der jeweiligen Position die 4 steht (dasselbe gilt für die anderen Wertepaare).

Die Prozente der **Höhenklassen** zeigen, dass im unteren Untersuchungsbereich (G I) die Höhenklasse Oberschicht mit 46,4% den größten Anteil vorzuweisen hat, gefolgt von der Mittel- und Unterschicht. Die Höhenverteilung in den beiden Waldgesellschaften des G I in der Tab. 34 zeigt, dass im Karbonat-Block-Fichtenwald (FBI) die Ober- und Mittelschicht jeweils einen um etwa 10% höheren Anteil aufweist als im Karbonat-Lärchen-Blockwald (LBI). Nach den Baumarten hat die Lärche im FBI den höchsten Anteil in der Oberschicht gefolgt von der Fichte und der Zirbe. Da die Höhenklassen nach dem relativen Lichtgenuss

beurteilt wurden hat die Zirbe den größten Anteil in der Klasse 1 im LBI gefolgt von der Lärche und der Fichte.

Im mittleren Untersuchungsbereich (G II) sind die einzelnen Höhenschichten ungefähr gleichmäßig verteilt (Tab. 34). Von den Baumarten her ist die Lärche am häufigsten in der Oberschicht vertreten. Die Fichte ist eher mehr in der Ober- und Unterschicht vertreten. Die Zirbe hingegen ist wieder etwas häufiger in der Mittel- und Unterschicht aufgetreten.

Im oberen Untersuchungsbereich (G III) ist die Unterschicht mit 51,1% am häufigsten vertreten. Die wenigsten Bestandesindividuen gehören zu der Mittelschicht (Tab. 34). Dieses Bild ist bei der typischen Ausbildung des Lärchen-Zirbenwaldes (LZ I) noch stärker ausgeprägt. Bei der Latschenausbildung des Lärchen-Zirbenwaldes (LZ II) hingegen nimmt mit der steigenden Bestandesschicht die Individuenzahl ab (Tab. 34). Im LZ I hat die Zirbe den größten Anteil in der Oberschicht, kommt in der Mittelschicht mit nur 5,3% selten vor und weist in der Unterschicht wieder 36,8% auf. Die Lärche ist nur in der Ober- und Unterschicht vertreten, wobei 68,4% der Lärchen im LZ I der niedrigsten Bestandesschicht angehören. Die Fichte ist in allen Höhenklassen vertreten, wobei der quantitative Anteil zur geringeren Bestandesschicht auf 59,1% zunimmt. Die Zusammensetzung der Höhenklassen ist im LZ II etwas anders. 66,7% der Lärchen gehören der Oberschicht an und in der Unterschicht ist sie gar nicht vertreten. Die Zirbe kommt auch nur in der Ober- und Mittelschicht vor, wobei jedoch der größere Teil (60%) zur Mittelschicht gehört. Die Fichte ist in der Oberschicht kaum mehr vertreten und hat mit Abstand (76,5%) den größten Anteil in der Unterschicht.

Bei den **Vitalitätsklassen** zeigen sich ähnliche Verteilungen in den Untersuchungsbereichen, wobei der G II den höchsten Anteil in der Klasse „üppig“ und der G III in der Klasse „kümmerlich“ aufweist (Tab. 34). Der Unterschied im G I zwischen den beiden Waldgesellschaften liegt in den Klassen „üppig“ und „kümmerlich“. Die Klasse „üppig“ ist im LBI häufiger vertreten als im FBI und umgekehrt verhält es sich mit der Klasse „kümmerlich“. Von den Baumartenanteilen her sind die beiden Waldgesellschaften ziemlich gleich. Die Zirbe ist nur in den Klassen „normal“ und „kümmerlich“ vertreten, die Lärche dagegen nur in „normal“ und „üppig“. Die Fichte weist annähernd die gleichen Prozentsatz in den einzelnen Vitalitätsklassen auf wie bei der Betrachtung über alle Baumarten.

Im G II weisen die Zirbe und die Lärche ähnliche Verteilungen, wie die Tab. 34 für den Gesamtbestand zeigt, auf. Die Fichte ist fast zu 100% in die Vitalitätsklasse „normal“ zugeordnet worden.

Im G III fallen beim LZ II mehr Bestandesindividuen in die Vitalitätsklasse „üppig“ als im LZ I, umgekehrt sind die Anteile in den beiden anderen Klassen im LZ I höher. Die Anteile der Baumarten ist bei den beiden Ausbildungen des Lärchen-Zirbenwaldes ziemlich gleich. Die Vitalitätsklasse „üppig“ hat etwas höhere Anteile an Lärche und Zirbe, wohingegen die Fichte in den der schlechtesten Klasse etwas häufiger vorkommt.

Die *gesellschaftliche Umsetzungsklasse* „gleichbleibend“ ist in den drei Untersuchungsbereichen mit Abstand am häufigsten aufgenommen worden (Tab. 34). Im G I werden 4,9% der Bäume von ihrer gesellschaftlichen Entwicklungsstufe absinken und genau gleichviele werden aufsteigen. Beim FBI werden über 96% der Bestandesindividuen in den nächsten Jahren ihre Entwicklungsstufe beibehalten, wobei von jenen die eine Umsetzungstendenz aufweisen mehr zurückbleiben als vorwachsen. Im LBI wechseln etwas mehr Bestandesindividuen ihre gesellschaftliche Stellung gegenüber ihren Nachbarn, mit einer etwas größeren Tendenz zur Umsetzungsklasse „vorwachsend“. Zwischen den Baumarten gibt es kaum Unterschiede hinsichtlich der gesellschaftlichen Umsetzungstendenz. Im G II zeigen die Prozentzahlen einen Bestand mit einer etwas regeren gesellschaftlichen Umsetzungstendenz (Tab. 34), wo Bäume in eine höhere Entwicklungsstufe einwachsen und andere durch Konkurrenz und durch Erreichen der natürlichen Altersgrenze in ihrer Entwicklung absinken. Die einzelnen Baumarten sind wieder zu ungefähr gleichen Teilen an diesem Prozess beteiligt.

Im G III nimmt die Umsetzungstendenzstufe „absinkend“ 22,9% an. Die Zersetzungstendenz nimmt dabei in beiden Ausbildungen des Lärchen-Zirbenwaldes ziemlich ähnliche Werte an, wie der Tab. 34 zu entnehmen ist. Der Unterschied ist, dass im LZ I wesentlich mehr Bestandesindividuen ihre gesellschaftliche Stellung gegenüber ihren Nachbarn verändern als im LZ II. Auch im G III sind die Baumarten zu ungefähr gleichen Teilen an der gesellschaftlichen Entwicklungstendenz beteiligt.

Die Beurteilung der *waldbaulichen Stellung* zeigt, dass im G I der Großteil der Bestandesindividuen in die Wertungsklasse „Auslesebaum“ fallen, dies ist einerseits durch die Entwicklungsphase der Waldgesellschaft, andererseits durch den forstlichen Einfluss bedingt. Von den beiden Waldgesellschaften her hat der FBI weniger Anteile in den Wertungsklassen „nützlicher Nebenbaum“ und „schädlicher Nebenbaum“ als der LBI (Tab. 34). Die Fichte hat in beiden Waldgesellschaften des G I die größten Anteile an schädlichen Nebenbäumen,

wohingegen die Lärche bei den Auslesebäumen dominant ist. Die Zirbe weist einen etwas höheren Anteil in der Wertungsklasse „nützliche Nebenbäume“ auf.

Im G II nimmt der Anteil der schädlichen Nebenbäume auf Kosten der Auslesebäume, gegenüber dem G I, zu (Tab. 34). 57% der Bestandesindividuen in den Stichprobenflächen des G II wurden als Auslesebäume deklariert, welche durch schädliche und nützliche Nebenbäume umgeben sind. Die Verteilung der Hauptbaumarten ist annähernd gleich wie über alle Bestandesmitglieder, wobei die Lärche etwas höhere Anteile in den Wertungsklassen „Auslesebaum“ und „schädliche Nebenbäume“ aufweist.

Im G III nimmt der Anteil der Auslesebäume noch mehr ab, wobei der Anteil der nützlichen Nebenbäume größer ist als jener der schädlichen (Tab. 34). Von den beiden Ausbildungen des Lärchen-Zirbenwaldes haben die Auslesebäume im LZ II einen wesentlichen höheren Anteil als im LZ I. Der LZ I hat um die Hälfte mehr schädliche Nebenbäume als der LZ II und auch die nützlichen kommen im LZ I häufiger vor (Tab. 34). Von den Baumarten her werden die Nebenbäume in beiden Ausbildungen zum größten Teil von der Fichte gebildet, wobei sie sich ziemlich zu gleichen Teilen auf die schädlichen und nützlichen verteilen. Die Lärche hat im LZ I ihren größten Teil in der Wertungsklasse „nützliche Nebenbäume“, wohingegen im LZ II die Klasse „Auslesebäume“ überwiegen. 57,9% der Zirben des LZ I sind Auslesebäume, aber sie ist auch in der Wertungsklasse „schädliche Nebenbäume“ vertreten (5,9%), wohingegen im LZ II die Zirbe als schädlicher Nebenbaum nicht vorgekommen ist. Der Anteil der Auslesebäume steigt, wie auch bei den beiden anderen Hauptbaumarten, im LZ II auch bei der Zirbe.

Die Beurteilung der *Schaftgüte* zeigt, dass durchaus auch in diesen Höhenlagen Wertholz, vor allem wenn man das Erdbloch betrachtet, produziert werden kann. Das Wertholz nimmt zwar hin zum G III stark ab (Tab. 34), aber dies ist nicht nur auf die Höhenlage zurückzuführen, sondern auch, dass bei den wertvollsten Zirben schon die natürliche Altersgrenze erreicht ist. Bei der Lärche und vor allem bei der Fichte ist in dieser Höhenlage kaum mehr ein Wertholz zu produzieren.

Der G I hat, wie nicht anders zu erwarten, den höchsten Anteil am Wertholz (Tab. 34). Die Lärche weist mit 58,3% einen hohen Anteil an Wertholz auf, die Zirbe mit 23,1% weist auch einen großen Prozentsatz auf. Die Fichte produziert in diesem Gebiet hauptsächlich „Normalqualität“ (teilweise sehr tiefe Kronenansätze). Von den Waldgesellschaften her ist der Anteil der Schaftgütekategorie „Wertholz“ im LBI etwas höher als im FBI. Dies liegt daran, dass im LBI die Lärche und Zirbe etwas häufiger dieser Kategorie zugeordnet wurde. Der größere

Prozentsatz des FBI an der Schaftgüte „Normalholz“ ist durch die höhere Quantität der Fichte in diesem Bestand bedingt. Der Anteil an Fehlerholz ist in beiden Waldgesellschaften des G I ziemlich gleich, wobei die Fichte die tragende Baumart dabei ist.

Das Wertholz im G II wird hauptsächlich von der Zirbe (28,6%) und der Lärche (17,2%) gebildet. In der Schaftgüteklasse „Fehlerholz“ sind diese beiden Baumarten mit ca. 17% vertreten. Die Fichte produziert in diesem Untersuchungsbereich hauptsächlich die Schaftgüte „Normalholz“ und ist zu geringen Prozenten (5%) auch in der Klasse „Fehlerholz“ vorgekommen.

Im G III überwiegt der Schaftgüteklasse „Fehlerholz“, wobei dies bei beiden Ausbildungen zutrifft (Tab. 34). Wertholz ist nur mehr im LZ I, und dies auch nur im geringem Ausmaß, vertreten. Dies Kategorie wird zu gleichen Teilen von der Lärche und Zirbe gebildet. In beiden Ausbildungen des Lärchen-Zirbenwaldes hat die Lärche den größten Anteil an der Schaftgüteklasse „Fehlerholz“ und die Zirbe ist zum überwiegenden Teil in der Kategorie „Normalholz“ vertreten.

Bei den **Kronenklassen** zeigt sich, dass die Bäume in allen Untersuchungsbereichen zu über 86% eine Kronenlänge $> \frac{1}{2}$ der Baumhöhe aufweisen, wobei der Prozentsatz mit steigender Seehöhe des Untersuchungsbereiches zunimmt (Tab. 34). Kronenlängen unter $\frac{1}{4}$ der Baumlänge sind nur im FBI bei der Fichte aufgetreten. Ansonsten sind im FBI die Fichten zu über 80% in der Kronenklasse „langkronig“ vertreten und die Lärche weist mit 38,5% den höchsten Anteil in der Klasse „mittelkronig“ auf. Im LBI weisen die Fichte und Lärche ungefähr die gleiche Verteilung der Kronenklassen auf wie das Gesamtbild bei der Tab. 34. Die Zirbe hat auf dieser Fläche nur Kronenlängen die über $\frac{1}{2}$ der Baumhöhe liegen.

Im G II ist die Fichte nur in der Kronenklasse „langkronig“ vertreten und die beiden anderen Hauptbaumarten weisen ungefähr die gleiche Verteilung wie der gesamte Untersuchungsbereich auf (Tab. 34).

Der LZ I im G III hat nur Bestandesindividuen bei denen mindesten die Hälfte der Baumlänge eine grüne Krone aufweisen. Im LZ II kommen auch Bäume vor die in die Kategorie „mittelkronig“ fallen (Tab. 34), wobei diese ausschließlich der Baumart Fichte angehören.

4.6.9 Schäden

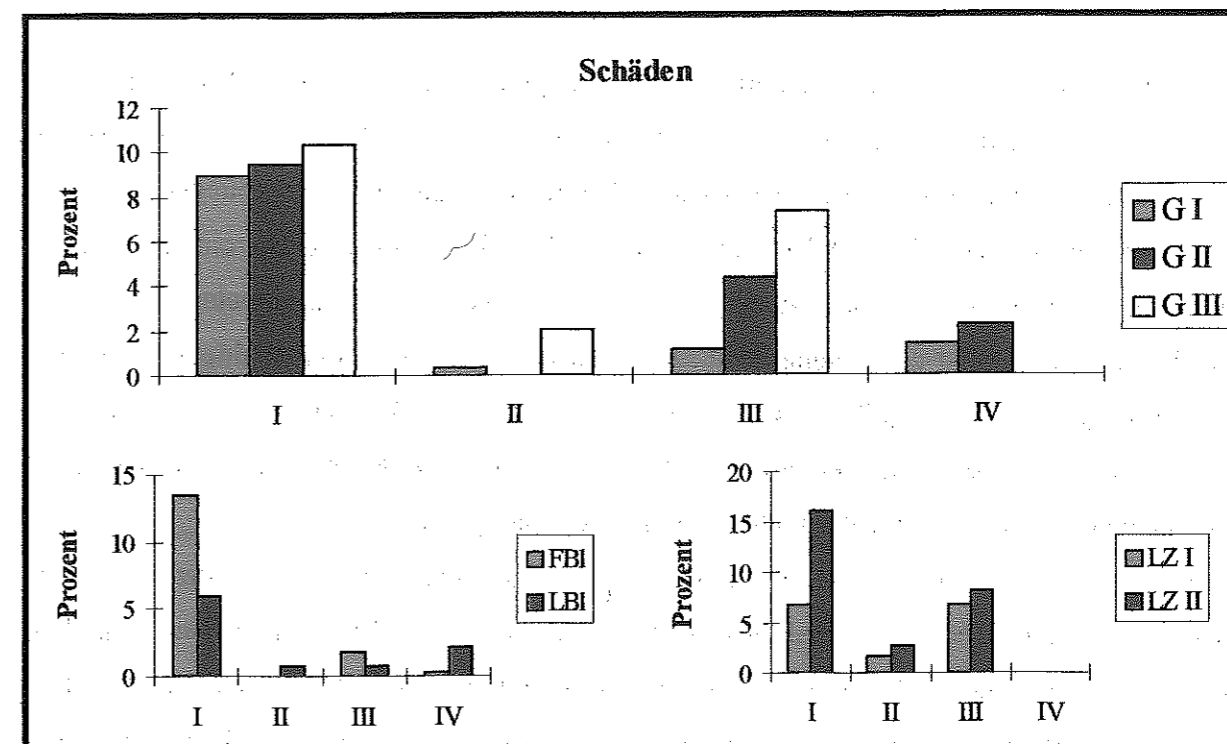


Abb. 33: Schäden in Prozent in den Untersuchungsbereichen, in den Waldgesellschaften des unteren Untersuchungsbereiches (G I) [Grafik unten links] und im oberen Untersuchungsbereich (G III) [Grafik unten rechts].

(I = Stammschäden, II = Fegeschäden, III = Wipfelbrüche, IV = Nadelschäden)

Wie der Abb. 33 zu entnehmen ist, sind **Stammschäden** in allen Untersuchungsbereichen am häufigsten. Bei den Stammschäden wurden Rücke-, Steinschlag-, Schäl- und Schäden die durch Überwallungen nicht mehr genau zu identifizieren waren zusammengefasst.

Im unteren Untersuchungsbereich (G I) werden die Stammschäden hauptsächlich von Rückeschäden getragen und nur in den kleinsten BHD-Klassen sind einige Schäl-schäden aufgetreten. Im mittleren Untersuchungsbereich (G II) und im oberem Untersuchungsbereich (G III) werden die Stammschäden hauptsächlich von Steinschlag (alt) und überwallte Stammschäden getragen. Bei den kleineren Stammdurchmessern treten wieder einige Schäl-schäden auf.

Nach der baumartenweisen Betrachtung ist im G I die Lärche mit 11,2% jene Baumart mit den meisten Stammschäden, gefolgt von der Zirbe (8,1%) und der Fichte (7,0%). Die sonstigen Baumarten weisen keine Stammschäden auf.

Im G II hat die Lärche mit 16,5% ebenfalls den größten Anteil an den Stammschäden, aber bei der Zirbe weisen nur mehr 2,2% einen Stammschaden auf. 8,2% der Fichte haben einen Schaden im Stammbereich und die sonstigen Baumarten weisen, wie im G I, keine Schäden auf.

Im G III weisen die drei Hauptbaumarten ungefähr den selben Prozentsatz an Stammschäden auf (Lärche 9,1%, Fichte 10,0%, Zirbe 10,1%) und die sonstigen Baumarten haben das selbe Stammschadensprozent wie in den beiden anderen Untersuchungsbereichen. An den Stammschäden des G I hat der Karbonat-Block-Fichtenwald (FBI) einen größeren Anteil als der Karbonat-Lärchen-Blockwald (LBI), wie der Abb. 33 zu entnehmen ist. Von den Baumarten her sind die Anteile der Lärche und Zirbe in den beiden Waldgesellschaften annähernd gleich. Der große Unterschied zwischen dem FBI und LBI ist durch die Stammschäden bei der Fichte bedingt. Im FBI weisen 13,1% aller Fichten Stammschäden auf, wohingegen im LBI nur 1,5% der Fichtenstämme geschädigt sind.

Im G III sind, wie der Abb. 33 zu entnehmen ist, die Stammschäden bei der typischen Ausbildung des Lärchen-Zirbenwaldes (LZ I) um mehr als die Hälfte weniger häufig als bei der Latschenausbildung des Lärchen-Zirbenwaldes (LZ II). Im LZ I weisen nur Fichten (9,1%) und Zirben (5,3%) Stammschäden auf, wohingegen im LZ II Stammschäden über alle drei Hauptbaumarten zu absolut gleichen Stückzahl (16 Stk/ha entspricht Fi 11%, Lä 50%, Zi 20%) aufgetreten sind.

Das *Verfegen* spielt anteilmäßig eine nicht sehr große Bedeutung (Abb. 33). Nur im G III machen die Fegeschäden ungefähr 2% aus und diese sind naturgemäß in den schwächeren BHD-Klassen aufgetreten. Auffällig ist nur, dass die Fegeschäden nur bei Fichte und Zirbe vorhanden waren und die sonst sehr begehrte Lärche nicht geschädigt wurde.

Die Fegeschäden im G I sind ausschließlich im Bereich des LBI aufgetreten. Im LZ II im G III sind verfegte Bestandesindividuen etwas häufiger anzutreffen als im LZ I (Abb. 33), wobei im LZ II nur Fichten und LZ I nur Zirben davon betroffen sind.

Der Anteil an *Wipfelschäden* nimmt mit steigender Seehöhe der Untersuchungsbereiches jeweils um ca. 3% zu (Abb. 33). Der etwas höhere Anteil von 7,3% an Wipfelschäden im G III ist durch den stärkeren Schneedruck bedingt. Die Lärche ist für den Prozentsatz beim G III hauptsächlich (18%) verantwortlich und die Zirbe ist mit 6,9% beteiligt. Bei den anderen Untersuchungsbereichen sind ebenfalls die Zirbe und die Lärche die Baumarten mit den größten Anteil an Wipfelschäden. Im G I sind die Wipfelschäden im FBI ums Doppelte

häufiger als im LBI (Abb. 33), wobei Wipfelschäden bei der Fichte nur im FBI aufgetreten sind und umgekehrt bei der Zirbe nur im LBI.

Nadelschäden sind bei Bestandesmitgliedern nur in Form von vergilbten Nadeln bei der Zirbe aufgetreten und dies auch nur im G I und G II. Die gelben Nadeln rühren wahrscheinlich von Nährstoffmangelscheinungen her, daher sind auch fast 100% der Bäume mit gelben Nadeln auf Steinblöcken zu finden. Wie die Abb. 33 zeigt, sind im G I die Nadelschäden hauptsächlich im LBI zu beobachten.

Die inneren Holzfehler wurden im Zuge der Werbung der Bohrspäne aufgenommen. Die Prozentsätze in der Abb. 34 geben Auskunft, wie viele der gebohrten Stämme innen von Holzfäulen befallen sind (von leichter Zersetzung bis hohl).

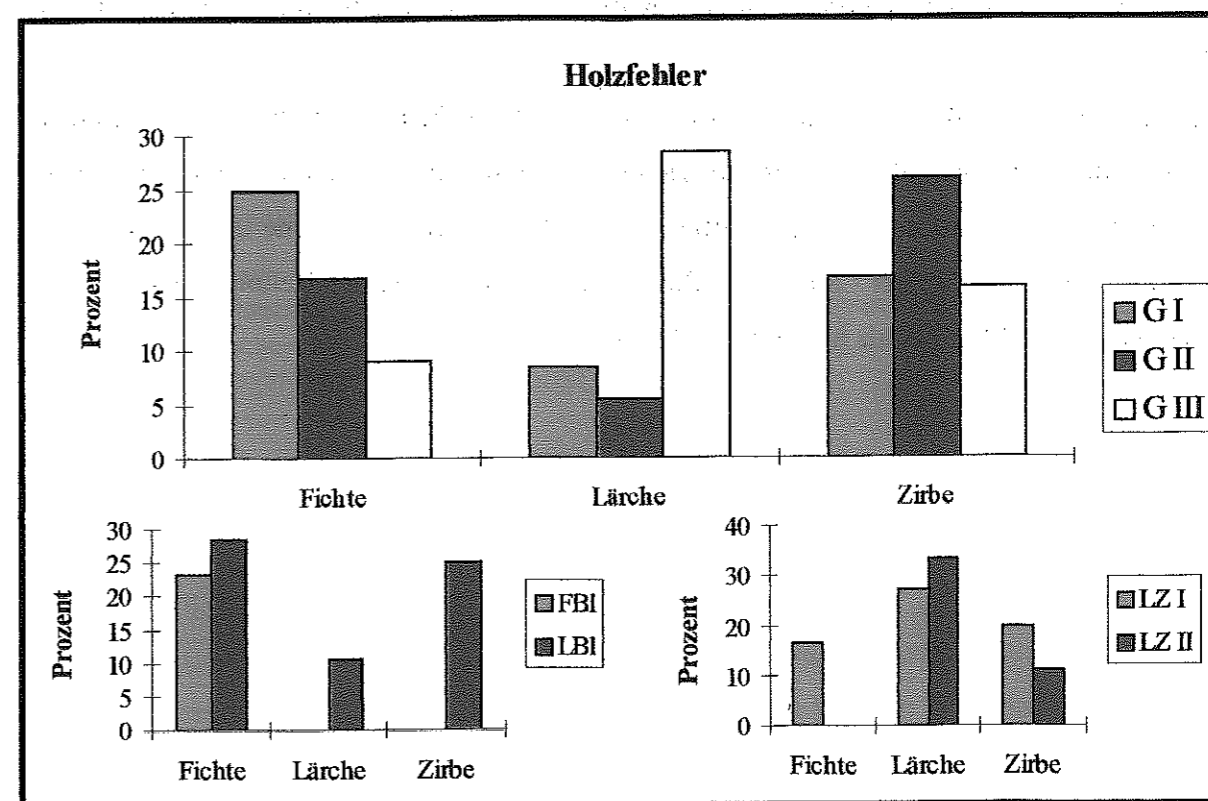


Abb. 34: Innere Holzfehler in Prozent der Hauptbaumarten in den Untersuchungsbereichen, in den Waldgesellschaften des unteren Untersuchungsbereiches (G I) [Grafik unten links] und im oberen Untersuchungsbereich (G III) [Grafik unten rechts].

Bei der Fichte in der Abb. 34 nimmt der Anteil an inneren Holzfehlern vom unteren (G I) zum oberen Untersuchungsbereich (G III) regelmäßig, um jeweils ca. 8%, ab. Auffällig bei der Lärche ist der hohe Prozentsatz der inneren Holzfehler im G III, der um über das Dreifache

höher ist als in den beiden anderen Untersuchungsbereichen. Die Zirbe weist im mittleren Untersuchungsbereich (G II) den höchsten Anteil an inneren Holzfehlern auf, wobei der Unterschied weit nicht so groß ist als bei der Lärche (Abb. 34).

In den beiden niedergelegeneren Untersuchungsbereichen hat die Lärche über alle Baumarten betrachtet mit Abstand die geringsten inneren Zersetzungserscheinungen. Genau umgekehrt ist es im G III wo die Lärche mit Abstand jene Baumart ist welche den größten Anteil an inneren Holzfehlern aufweist. Es ist in jeden Untersuchungsbereich eine Baumart wesentlich häufiger von Holzfehlern betroffen als die anderen, wobei in jeden Untersuchungsbereich jeweils eine andere Hauptbaumart davon betroffen ist (Abb. 34).

Die Betrachtung der Verteilung der inneren Holzfehler in den beiden Waldgesellschaften des G I zeigt, dass diese im Karbonat-Block-Fichtenwald (FBI) nur bei der Fichte aufgetreten sind. Im Karbonat-Lärchen-Blockwald (LBI) ist der Anteil der Holzfehler bei der Fichte höher als im FBI und bei den anderen Hauptbaumarten treten diese ausschließlich im LBI auf (Abb. 34).

Wie bei der Abb. 34 zu sehen ist, sind bei der typischen Ausbildung des Lärchen-Zirbenwaldes (LZ I) bei allen Hauptbaumarten innere Holzfehler aufgetreten, wohingegen bei der Latschenausbildung des Lärchen-Zirbenwaldes (LZ II) nur die Lärche und Zirbe davon betroffen sind. Außer bei der Lärche sind die Anteile bei den einzelnen Baumarten an inneren Holzfehlern im LZ I höher als im LZ II (Abb. 34).

4.7 Strukturindex nach FÜLDNER (1995)

4.7.1 Durchmesserdifferenzierung (TD_i)

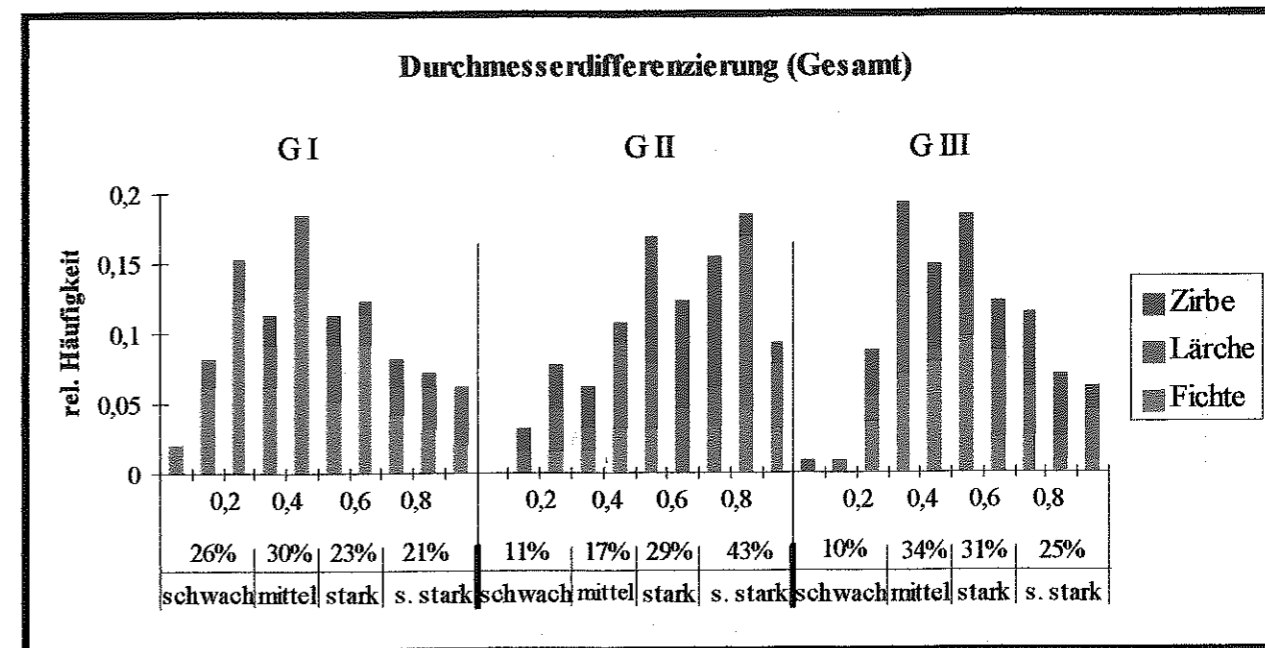


Abb. 35: Durchmesserdifferenzierung über 10 Stufen in relativer Häufigkeit und über die 4 Földnerischen Differenzierungsstufen in Prozent über die drei Untersuchungsbereiche in die Hauptbaumarten untergliedert.

Die Abb. 35 zeigt, dass die Durchmesserdifferenzierung im mittleren Untersuchungsbereich (G II) am stärksten ist, gefolgt vom oberen Untersuchungsbereich (G III) und dem unteren Untersuchungsbereich (G I).

Den größten Anteil im G I wird von der Differenzierungsstufe „mittel“ getragen, so wie im G III, nur das im G I die Stufe „schwach“ einen wesentlich höheren Anteil ausmacht wie im G III. Im G II hat die Differenzierungsstufe „sehr stark“ mit Abstand den größten Prozentanteil aufzuweisen (Abb. 35).

Im G I sind die Bäume so verteilt, dass die Nachbarn zu 56% ungefähr ähnliche Durchmesser aufweisen. Dies bedeutet, dass innerhalb der „Strukturellen Vierergruppe“ der schwächste Baum eine Dimension von 50% des stärksten Baumes aufweist. Im G III haben nur 44% der Nachbarn ungefähr den gleichen Durchmesser und im G II nur mehr 28% (Abb. 35). Dies deutet eindeutig auf eine starke räumliche Vermengung von dicken und dünnen Bäumen im

letzten genannten Bestand hin. Es handelt sich demnach dort um einen mehrschichtigen Bestandaufbau über den gesamten Untersuchungsbereich.

Die Anteile der Baumarten steht im Zusammenhang mit den absoluten Stückzahlen pro Hektar. Zwischen den einzelnen Baumarten gibt es bei keinem Untersuchungsbereich einen signifikanten Unterschied (Varianzanalyse: 95% Vertrauensbereich) hinsichtlich der Durchmesser differenzierung.

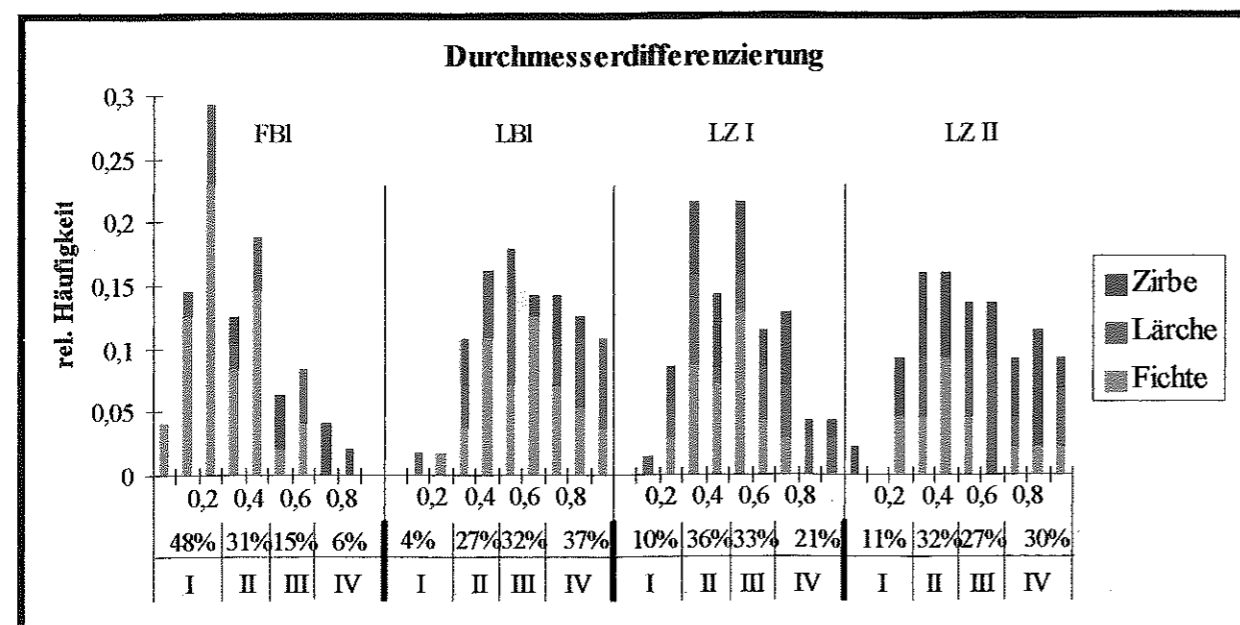


Abb. 36: Durchmesser differenzierung über 10 Stufen in relativer Häufigkeit und über die 4 Fuldnerischen Differenzierungsstufen in Prozent in den Waldgesellschaften des unteren Untersuchungsbereiches (G I) und oberen Untersuchungsbereiches (G III).

Die Durchmesser differenzierung nach Waldgesellschaften zeigt im G I, dass im Karbonat-Block-Fichtenwald (FBI) die Mischung der Durchmesser geringer ist als im Karbonat-Lärchen-Blockwald (LBI). Der Unterschied ist vor allem daran zu erkennen, dass 48% der Nullbäume im FBI der Kategorie „Schwache Differenzierung“ bei der Durchmesser verteilung angehören und im Gegensatz dazu im LBI nur 4% (Abb. 36). Fast genau umgekehrt verhält es sich in der Differenzierungskategorie „Sehr stark“ die im LBI einen Anteil von 37% und im FBI von nur 6% aufweist. Einerseits ist dies durch die forstwirtschaftlichen Eingriffe im FBI und andererseits durch die stärker strukturierten Gelände verhältnisse des LBI bedingt. Auf den großen Steinblöcken sind die Dimensionen (Durchmesser und Höhe) im ungefähr selben Alter geringer als auf den wesentlich besser Böden zwischen den Blöcken.

Die Unterschiede im G III zwischen den beiden Ausbildungen des Lärchen-Zirbenwaldes sind relativ gering, wie die Abb. 36 zeigt. Die typische Ausbildung des Lärchen-Zirbenwaldes

(LZ I) ist stärker in den mittleren Differenzierungsklassen vertreten und die Latschenausbildung des Lärchen-Zirbenwaldes (LZ II) hat einen größeren Anteil an den stark differenzierten Klassen. Auffällig bei der Durchmesser verteilung in den Waldgesellschaften des G III ist der Anteil der Differenzierungsstufe 0,0-0,1 die nur im LZ II vorhanden ist (Abb. 36). Es zeigt, dass die Durchmesser meist mittel bis sehr stark differenziert sind, es aber auch Baumgruppen gibt die fast den selben Durchmesser aufweisen. Dies sind meist die Reste der überalteten Rotten unter denen auf Grund der hohen Deckungsanteile der Latsche die Verjüngung zum Großteil ausgeblieben ist. Die sehr starke Differenzierung hingegen ist meist in den alten Rotten zu finden, bei welchen schon vor Jahren die Verjüngung eingesetzt hat. Die eigentlichen Rotten weisen bei diesen Flächen eine mittlere Differenzierung der Durchmesser auf. Dabei muss erklärt werden, dass die Rotten in den Flächen der vorliegenden Arbeit nicht so hohe Stückzahlen aufweisen und bei weitem nicht so dicht sind wie dies bei der allgemeinen Darstellung von Rotten (z.B. MATTERSBERGER, 1986; STROBEL, 1997; FILLBRANDT, 2000) der Fall ist. Daraus lässt sich schließen, dass der LZ I eher noch annähernd intakte Rotten aufweist als der LZ II. Dies kann auch optisch bestätigt werden.

Bereich	G I	FBI	LBI	G II	G III	LZ I	LZ II
Mittelwert	0,49	0,31	0,62	0,60	0,56	0,55	0,56
Std.abweichung	0,23	0,14	0,20	0,24	0,23	0,20	0,22
Std.fehler	0,02	0,02	0,03	0,04	0,02	0,03	0,03
Minimalwert	0,08	0,08	0,19	0,11	0,03	0,23	0,03
Maximalwert	0,99	0,66	0,99	0,96	0,98	0,98	0,95

Tab. 35: Statistische Daten der Durchmesser differenzierung in den drei Untersuchungsbereichen und nach Waldgesellschaften.

Die Daten der Tab. 35 zeigen zwischen den einzelnen Untersuchungsbereichen nur geringe Unterschiede. Daher können mit Hilfe der Varianzanalyse (95% Vertrauensbereich) nur der G I und der G II signifikant von einander verschieden werden. Bei den Waldgesellschaften sind der FBI und der LBI von einander verschieden. Im G III kann kein signifikanter Unterschied zwischen den Waldgesellschaften festgestellt werden.

4.7.2 Höhendifferenzierung (TH_i)

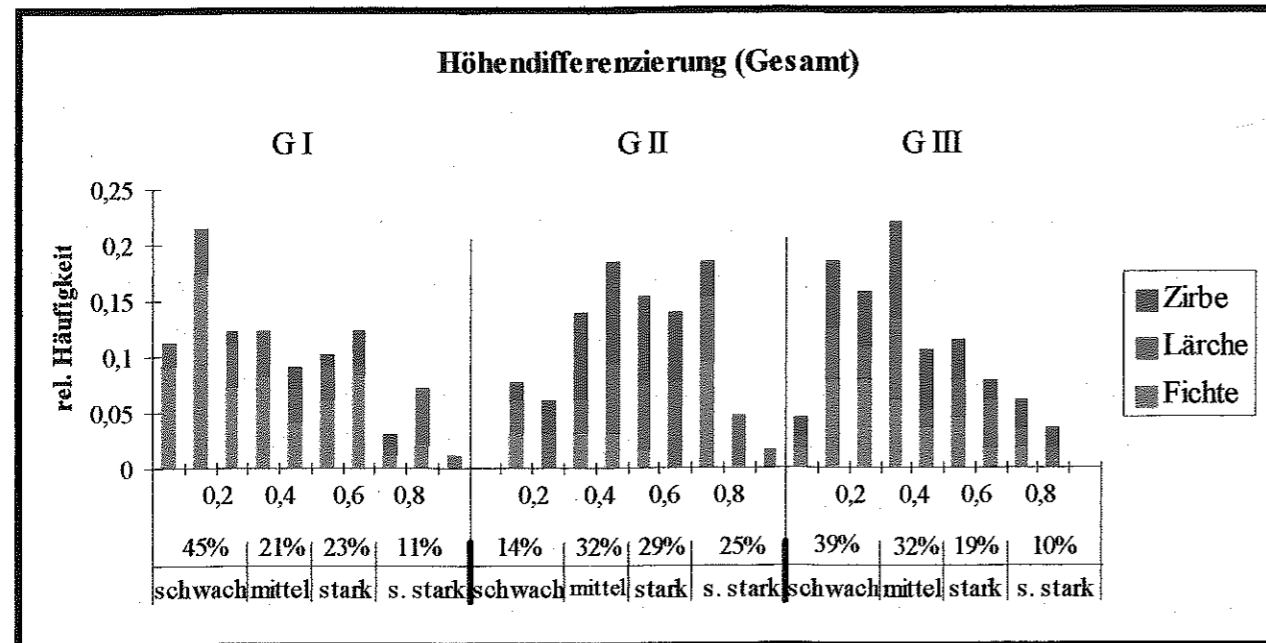


Abb. 37: Höhendifferenzierung über 10 Stufen in relativer Häufigkeit und über die 4 Fuldnerischen Differenzierungsstufen in Prozent über die drei Untersuchungsbereiche in die Hauptbaumarten untergliedert.

Die Höhendifferenzierung ist bei allen Untersuchungsbereichen geringer als die Durchmesserendifferenzierung, was aber durch den geringeren Höhenrahmen gegenüber dem Durchmesserumfang (BHD-Spreitung) erklärbar ist (siehe Abb. 35 und 37). Diese Hypothese zeigt sich sehr gut im oberen Untersuchungsbereich (G III), wo die Höhendifferenzierung zu 71% aus Bäumen bestehen bei welchen die Nachbarn höchstens um 50% von der Nullbaumhöhe abweichen (Abb. 37). Betrachtet man die Oberhöhe (Kap. 4.6.4 "Baumhöhe"), so überrascht dieser Befund keineswegs. Im unteren Untersuchungsbereich (G I) haben 45% der Nachbarn der Nullbäume im Mittel nur eine Höhenabweichung von unter 20%. Diese Werte weisen darauf hin, dass es in diesem Bereich Flächen gibt, die nur einschichtig aufgebaut sind.

Im mittleren Untersuchungsbereich (G II) haben 54% der Nullbäume Nachbarn die um wenigstens 50% und oft erheblich mehr von der Höhe des Nullbaumes abweichen (Abb. 37). Aus diesen Werten lässt sich schließen, dass der Bestand mehrere Höhenschichten über den kompletten Untersuchungsbereich aufweist und nur kleine einschichtige Gruppen existieren. Wie man der Abb. 37 entnehmen kann, ist die Höhendifferenzierung im G III nur etwas höher als im G I. Ein Grund dafür ist, wie bereits oben erwähnt, der geringe Höhenrahmen, ein

weiterer ist, dass bei der Rottenstruktur meist die nächsten drei Nachbarn nur gering von der Höhe des Nullbaumes abweichen. Die meisten Nullbäume die der Höhendifferenzierungsgruppe „sehr stark“ angehören, sind in den überalten aufgelockerten Rotten, unter denen die Verjüngung bereits begonnen hat, vertreten.

Bei der Betrachtung der Höhendifferenzierung nach Baumarten zeigt sich, dass die Differenzierung bei der Fichte, wenn man sie in 0,1-Schritten betrachtet, G III nur geringfügig eine größere Differenzierung aufweist als im G I (Abb. 37). Im G II hat die Fichte die größte Höhendifferenzierung, das heißt, dass die Fichte sich hinsichtlich der Höhendifferenzierung verhält wie die drei Bestände wenn man sie über alle Baumarten betrachtet. Aber auch bei der Höhendifferenzierung konnte in keinem Untersuchungsbereich mit Hilfe der Varianzanalyse ein signifikanter Unterschied bei 95% Vertrauensbereich zwischen den Hauptbaumarten festgestellt werden.

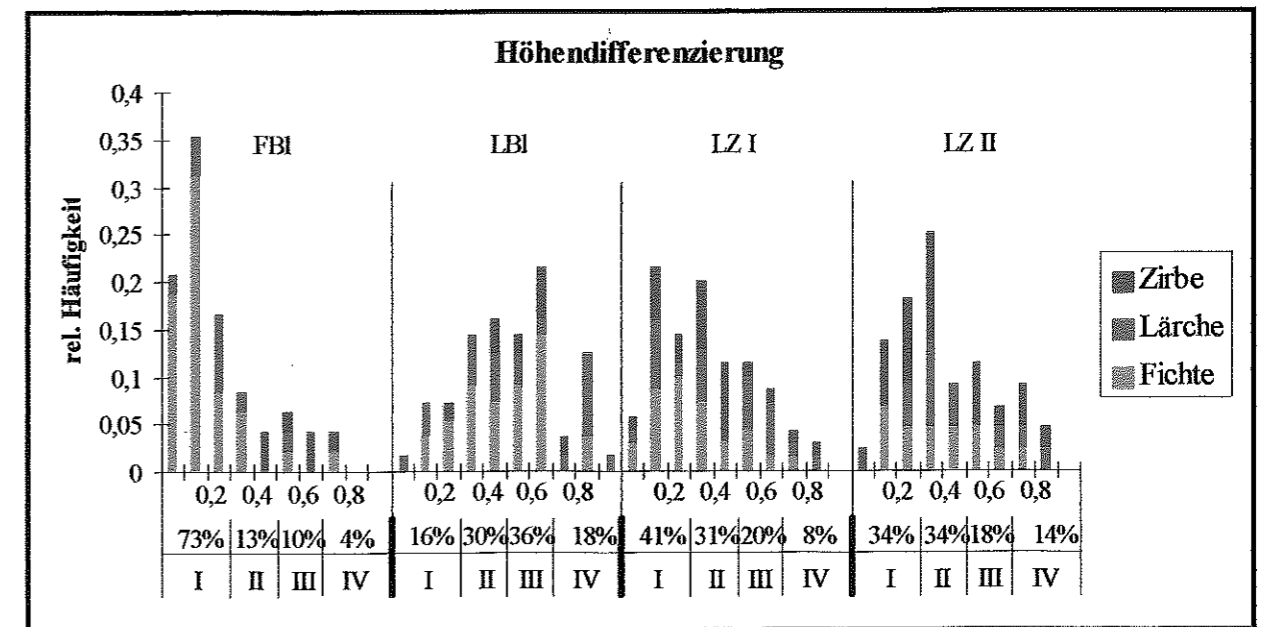


Abb. 38: Höhendifferenzierung über 10 Stufen in relativer Häufigkeit und über die 4 Fuldnerischen Differenzierungsstufen in Prozent in den Waldgesellschaften des unteren (G I) und oberen Untersuchungsbereiches (G III).

Die Höhen-Verteilung (Abb. 38) zeigt im G I hinsichtlich der Waldgesellschaften eine ähnliches Bild wie die BHD-Verteilung (Abb. 36). Die Differenzierungskategorie „Schwach“ im Karbonat-Block-Fichtenwald (FBI) weist mit 73% noch einen größeren Anteil auf als bei der BHD-Verteilung. Dies bedeutet, dass hinsichtlich der Höhe nur eine sehr geringere Differenzierung im FBI gegeben ist. Im Karbonat-Lärchen-Blockwald (LBI) ist die Höhen-

Verteilung wesentlich differenzierter (66% weisen eine „Mittlere“ oder „Starke“ Differenzierung auf), wie der Abb. 38 entnommen werden kann.

Im G III sind die Unterschiede bei der Höhen-Verteilung in den beiden Ausführungen des Lärchen-Zirbenwaldes relativ gering (Varianzanalyse ergab bei einem 95% Vertrauensbereich keinen signifikanten Unterschied). Die typische Ausbildung des Lärchen-Zirbenwaldes (LZ I) ist hinsichtlich der Höhenverteilung etwas weniger differenziert als die Latschenausbildung des Lärchen-Zirbenwaldes (LZ II). Dass bei den Varianten der Lärchen-Zirbenwaldes im G III die Differenzierungskategorien „Schwach“ und „Mittel“ rund um 70% betragen (Abb. 38), ist unter anderem dadurch zu erklären, dass die möglichen Baumhöhen wesentlich geringer sind als bei den beiden anderen Untersuchungsbereichen (siehe Kap. 4.6.4 "Baumhöhe") und daher die Höhendifferenzen geringer sind. Die geringste Höhendifferenzierung weisen die überalteten Rotten auf, welche keine Unterschicht haben, da der hohe Deckungsgrad der Latsche keine Verjüngung zulässt oder diese nicht aufkommen lässt. Bei den intakten Rotten ist die Höhendifferenzierung auch relativ gering, da die drei Nachbarn meist zur selben Bestandesschicht gehören wie der Nullbaum. Die größte Differenzierung im G III hinsichtlich der Baumhöhen weisen jene Flächen auf, die von aufgelösten Rotten bestockt sind. Die Oberschicht wird von den Resten der ehemaligen Rotten gebildet und durch die kontinuierliche Verjüngung über mehrere Jahre werden, meist in sehr lockerer Verteilung, die anderen Schichten gebildet. Dieses Bestandesbild kann im G III nur in jenen Bestandesteilen entstehen die einen geringeren Deckungsgrad der Latsche aufweisen.

Bereich	G I	FBI	LBI	G II	G III	LZ I	LZ II
Mittelwert	0,39	0,20	0,52	0,51	0,41	0,40	0,41
Std.abweichung	0,25	0,15	0,22	0,21	0,20	0,21	0,20
Std.fehler	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03
Minimalwert	0,04	0,04	0,05	0,13	0,02	0,05	0,02
Maximalwert	0,92	0,78	0,92	0,90	0,90	0,90	0,83

Tab. 36: Statistische Daten der Höhendifferenzierung in den drei Untersuchungsbereichen und nach Waldgesellschaften.

Bei der Höhendurchmischung (zu allen drei Nachbarn) kann der G II sowohl vom G I als auch vom G III signifikant unterschieden werden. Wie die Werte in der Tab. 36 schon vermuten lassen sind die Waldgesellschaften im G III mit Hilfe der Varianzanalyse bei einem

95% Vertrauensbereich nicht von einander zu unterscheiden. Beim G I hingegen können die beiden Waldgesellschaften hinsichtlich der Höhenverteilung von einander unterschieden werden.

4.7.3 Artendurchmischung (DM_i)

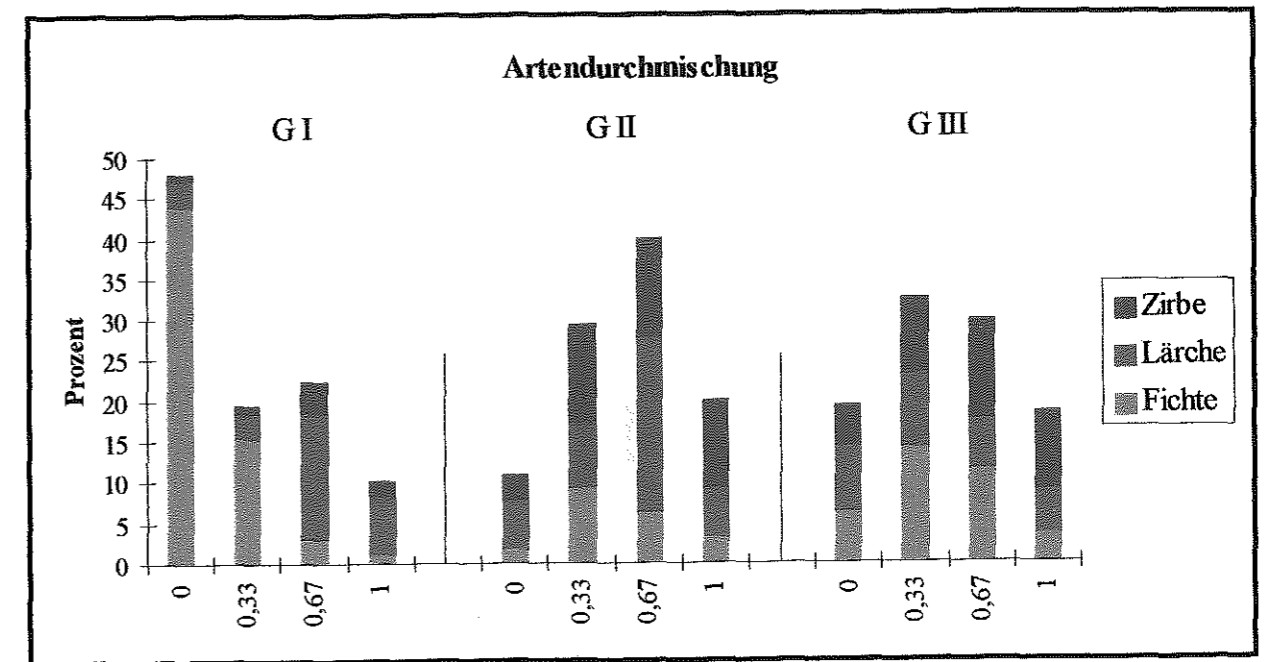


Abb. 39: Die vier diskreten Werte der Artendurchmischung in Prozent bei den Untersuchungsbereichen aufgeteilt in die Hauptbaumarten.

Die Abb. 39 weist bei der Artendurchmischung den unteren Untersuchungsbereich (G I) als jenen Bereich aus, welche die geringste Artendurchmischung hat. Dieser Bereich ist auch signifikant vom mittleren (G II) und oberen Untersuchungsbereich (G III) unterscheidbar, wohingegen der G II vom G III keinen signifikanten Unterschied aufweist (Varianzanalyse mit einem Vertrauensbereich von 95%). Dennoch kann man der Abb. 39 entnehmen, dass im G II die Artendurchmischung stärker ausgeprägt ist als im G III.

Wenn man die Artendurchmischung nach Baumarten betrachtet so zeigt sich, dass die Fichte im G I zu 69% in artenreinen Gruppen gemischt ist. Hingegen sind 79% der Lärchen so gemischt, das höchstens ein Nachbar auch eine Lärche ist. Die Zirbe weist ungefähr die selbe Artendurchmischung auf wie die Lärche (Abb. 39).

Im G II ist die Artendurchmischung der Fichte so, dass sie nicht mehr so häufig in reinen Artengruppen vorkommt. Die Lärche und die Zirbe sind nicht mehr so oft einzelstammweise vorhanden wie im G I (Abb. 39).

Im G III ist die Fichte noch weniger häufig in artenreinen Gruppen anzutreffen wie im G II. Die Lärche ist ungefähr gleichmäßig in allen Artendurchmischungsgruppen anzutreffen. Die Zirbe kommt in artenreiner Form kaum vor, bei den anderen Mischungsarten ist das Vorkommen ungefähr gleichmäßig (Abb. 39).

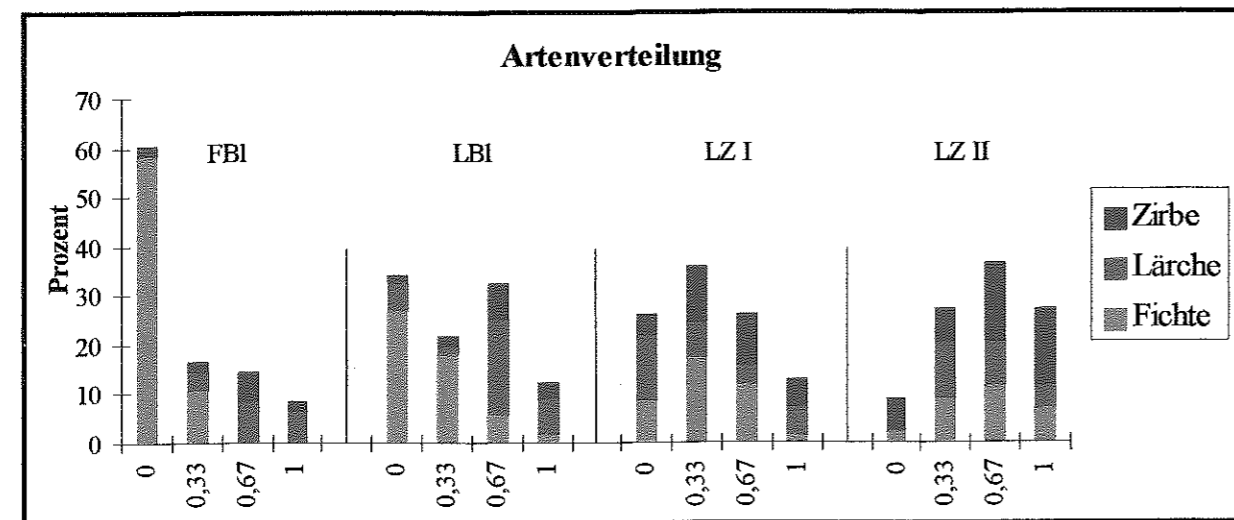


Abb. 40: Die vier diskreten Werte der Artendurchmischung in Prozent für die Waldgesellschaften im unteren (G I) und oberen Untersuchungsbereich (G III).

Die Artenverteilung zeigt im Karbonat-Block-Fichtenwald (FBI) einen hohen Anteil (61%) an artenreinen „Vierergruppen“ (Abb. 44). Die Fichte ist bei dieser Waldgesellschaft zu 85% in der Artenkategorie „0“ und der Rest in der Kategorie „0,33“ vertreten. Die Lärche ist eher das Gegenteil von der Fichte im FBI. Die Zirbe ist von der Artenmischung her in allen Kategorien vertreten. Die Artenverteilung des FBI in der Abb. 40 lässt folgenden Schluss zu: Die Fichte als Hauptbaumart des FBI, welche 83% des Baumartenanteiles ausmacht, ist die bestandesbildende Baumart. Die Lärche ist in diesem Bestand meist in Einzelmischung vorhanden, wobei auch zweier bis dreier Gruppen als Einzelmischung betrachtet werden müssen. Die Zirbe hingegen kommt im FBI sowohl einzelstammweise als auch gruppenweise vor.

Im Karbonat-Lärchen-Blockwald (LBI) ist ebenfalls die Kategorie „0“ jene Artenverteilung die am häufigsten bei der „Strukturellen Vierergruppe“ auftritt. Sie ist aber mit 34% wesentlich geringer als beim FBI und die Artenkategorie „0,67“ hat mit 32% fast den gleichen

Anteil. Die Fichte ist zu 86% in den Artengruppen „0“ und „0,33“ vertreten (Abb. 40). Im Gegensatz dazu sind 79% der Lärche in den Artenkategorien „0,67“ und „1“ vertreten. Die Zirbe hat den größten Anteil (50%), wie auch im FBI, in der Artengruppe „0,67“. Da die Fichte im LBI 63% der Stammzahl (siehe Tab. 20) aufweist, ist der große Anteil in den reinartigen Gruppen nicht sehr überraschend. Die Lärche ist wie im FBI eher einzelstammweise im Bestand gemischt, kommt aber auch in artenreinen Gruppen vor. Die Zirbe weist fast genau die selbe Artenverteilung wie im FBI auf. Sie tritt häufiger in Einzelmischung auf, kommt aber auch in mehr oder weniger großen Gruppen im Bestand vor. Im G III sind die Artenverteilungen der beiden vorkommenden Ausbildungen des Lärchen-Zirbenwaldes ungefähr spiegelverkehrt (Abb. 40). Die typische Ausbildung des Lärchen-Zirbenwaldes (LZ I) weist, mit 62% Anteil in den Artenkategorien „0“ und „0,33“, „Strukturelle Vierergruppen“ auf die eher von artenreinen Gruppen gebildet werden. Bei der Latschenausbildung des Lärchen-Zirbenwaldes (LZ II) ist es, wie oben schon erwähnt, umgekehrt, hier sind die Vierergruppen zu 64% einzelstammweise gemischt. Die reinartigen Gruppen im LZ II die von den Baumarten Zirbe und Fichten gebildet werden (Abb. 40), sind bei der Zirbe durch die überalteten Rotten die keine Unterschicht besitzen und die Oberschicht fast ausschließlich von der Zirbe bestimmt wird, bedingt. Die Fichte hingegen weist die artenreinen Vierergruppen in den jüngeren und teilweise sehr kleinen Rotten (5-6 Individuen) auf. Die anderen Artenkategorien können in jeder Form von Rotten auftreten. Die Lärche zeigt im LZ II, wie auch im FBI, dass sie nicht in artenreinen Vierergruppen vorkommt, tritt hier aber auch nicht sehr häufig (18%) als Einzelmischung auf (Abb. 40). Beim LZ I kommt auch die Lärche (43%) in artenreinen Vierergruppen vor (Abb. 40). Dies ist unter anderem auch dadurch bedingt, dass die Lärche auf diesen Teilflächen 32% der Stammzahl (siehe Tab. 21) bildet. Die artenreinen „Strukturellen Vierergruppen“ treten beim LZ I fast ausschließlich in den intakten Rotten auf. Die überalteten Rotten hingegen weisen kaum artenreine Gruppen auf, da die Schichten unter der ohnehin nicht artenreinen Oberschicht sehr artenreich aufgebaut sind. Grundsätzlich muss aber darauf hingewiesen werden, dass beim LZ I für jedes Bestandesbild alle Variationen der Artenkategorien gefunden wurden. Von den Baumarten her sind die Fichte und Zirbe eher in 2er bis 3er Trupps aufgebaut und die Lärche zeigt wie schon erwähnt stärkere Tendenzen zu artenreinen Vierergruppen. Wie aber auch die Abb. 39 zeigt sind bei jeder Baumarten alle Artenvariationen vorhanden.

Bereich	G I	FBI	LBI	G II	G III	LZI	LZII
Median	0,33	0,00	0,33	0,67	0,67	0,33	0,67
Mittelwert	0,32	0,19	0,41	0,58	0,51	0,43	0,61
Std.abweichung	0,35	0,32	0,35	0,29	0,34	0,33	0,32
Std.fehler	0,04	0,05	0,05	0,04	0,03	0,04	0,05

Tab. 37: Statistische Daten der Artendurchmischung in den drei Untersuchungsbereichen und nach Waldgesellschaften.

Die Tab. 37 zeigt neben dem Median auch den Mittelwert, damit die Unterschiede zwischen den einzelnen Untersuchungsbereichen besser zu erkennen sind.

Bei der Artendurchmischung können mit Hilfe der Varianzanalyse (Vertrauensbereich von 95%) der G I von den beiden anderen Untersuchungsbereichen signifikant unterschieden werden. Die Waldgesellschaften können sowohl im G I als auch im G III signifikant von einander unterschieden werden.

4.7.4 Baum-Baum-Abstand (D_i)

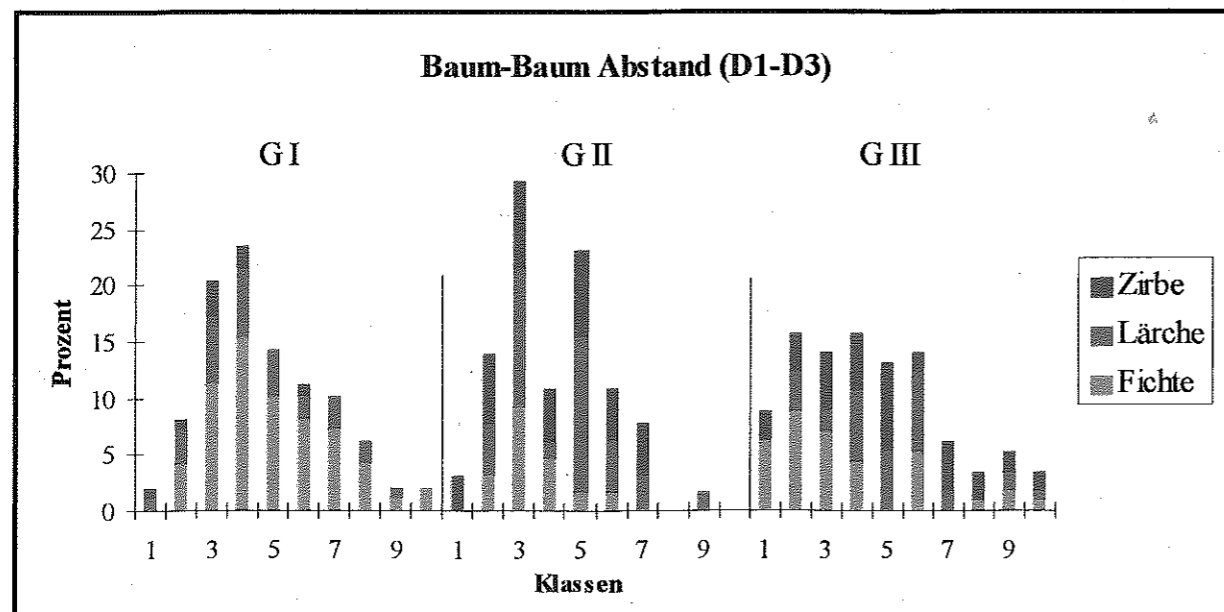


Abb. 41: Baum-Baum-Abstand (D_1 - D_3) in den 10 Klassen in Prozent über die drei Untersuchungsbereiche aufgeteilt auf die Hauptbaumarten.

Die Abb. 41 zeigt, dass die Baum-Baum-Abstände in der strukturellen Vierergruppe im Mittel der drei Nachbarn im mittleren Untersuchungsbereich (G II) am geringsten sind. Im oberen Untersuchungsbereich (G III) ist zwar die Klasse 1 am häufigsten in den drei Bereichen aufgetreten, aber das selbe gilt auch für die Klassen 9 und 10 (Abb. 41). Dies beschreibt einem Bestand, der Bestandesteile aufweist wo Bäume in engen Gruppen zusammen stehen (Rotten) und wo es zusätzlich Individuen gibt, die fast als Solitär existieren. Der Bestand im G III ist nicht geschlossen, sondern zeigt einen aufgelockerten Aufbau, wie es in der Kampfzone des Waldes üblich ist.

Im G II weisen ca. 80% der Nullbäume Nachbarn auf (Mittelwert der drei Nachbarn) die unter 5 m entfernt sind (Abb. 41). Dieses Bild zeigt einen Bestand der einen geschlossenen Aufbau hat, in dem nur sehr selten Bäume mit größeren Abständen zu den drei nächsten Nachbarn vorhanden sind. Dies heißt aber nicht, dass es in diesem Bestand keine Bestandeslücken gibt. Die Anteile der höheren Klassen wird zum größten Teil von Nullbäumen gebildet die auf großen Felsblöcken stocken.

Die Verteilung der Baum-Baum-Abstände im unteren Untersuchungsbereich (G I) gleicht annähernd einer linksschiefen Normalverteilung (Abb. 41). Normalverteilungen weisen auf einen, hinsichtlich der Abstände, gleichmäßig aufgebauten Bestand hin. Solche Verteilung sind in forstwirtschaftlich genutzten Beständen (Durchforstung) häufig anzutreffen. Die Anteile in höheren Klassen sind in diesem Untersuchungsbereich zum Teil durch die teilweise erfolgte Einzelstammentnahme entstanden.

Die Baum-Baum-Abstände nach den Baumarten betrachtet zeigt im G I für die Fichte annähernd das selbe Bild wie die Verteilung der Abstände über alle Baumarten (Abb. 41). Die Anteile an den größten Klassen wird zum größten Teil von der Fichte gebildet, was bedeutet, dass bei den forstlichen Eingriffen die Fichte jene Baumart war die im Bestand belassen wurde. Die Lärche als Lichtbaumart weist trotzdem gewisse Anteile in den niedrigsten Abstandsklassen auf. Dies kommt hauptsächlich dann zu stande, wenn unter einer Lärche der Oberschicht Bäume niedrigerer Bestandesschichten stehen. 88% der Zirben haben Nachbarn die, im Durchschnitt der drei nächsten Nachbarn, höchsten 4 m vom Nullbaum entfernt sind (Abb. 41). Dies zeigt, dass die Zirbe mehr im Dichtstand steht, was einerseits dadurch zu erklären ist, dass die Zirbe, vor allem die geringeren BHD-Klassen, im Unterstand stehen und andererseits, dass die Zirbe zum Teil in Form von Rotten auf Stein- und Felsblöcken stocken.

Im G II steht die Fichte eher im dichteren Bereich des Bestandes, wobei der mittlere Abstand der drei nächsten Nachbarn größer als 1 m ist (Abb. 41). Die Lärche steht teilweise im Dichtstand, aber ist auch die einzige Baumart in diesem Gebiet die fast als Solidär vorhanden

ist. Diese Lärchen stehen hauptsächlich auf den großen Felsblöcken die auf diesen Schuttkegel vorhanden sind. Die Zirbe ist die einzige Baumart im G II die in der Klasse 1 vorhanden ist. Dies ist dadurch bedingt, dass die Zirbe in der Jugend den Halbschatten verträgt und daher unter der Oberschicht gedeihen kann. Weiters können die Samen der Zirbe wegen ihres fehlenden Flugvermögens sich kaum vom Mutterbaum entfernen, sofern dies nicht durch Tiere (z.B. Zirbenhäher oder andere Samenfresser) bewerkstelligt wird (SCHWARZ, 1951; LANNER, 1996).

Im G III ist die Fichte zu 75% von Nachbarn umgeben die im Durchschnitt nicht weiter als 4 m entfernt sind (Abb. 41). Dies kommt daher, da die Fichte zum größten Teil in diesem Untersuchungsbereich in den Rotten vorhanden ist und dort die Abstände zu den drei nächsten Nachbarn sehr gering sind. Die Anteil der Fichte in den hohen Baumabstandsklassen ist durch die überalten Rotten, wo die Fichten auch in die Oberschicht durchgewachsen sind und die Verjüngung erst vor kurzer Zeit eingesetzt hat, bedingt. Die Lärche weist den größten Prozentsatz in den mittleren Klassen auf. Dies ist für die Lärche als eine Lichtbaumart nicht weiter verwunderlich. Die Anteile der Lärche in den höchsten und den niedrigsten Abstandsklassen sind meistens durch die überalten Rotten bedingt. Einerseits sind in den überalten Rotten, wo die Verjüngung schon vor länger Zeit eingesetzt hat, die Abstände zu nächsten drei Nachbarn relativ gering, andererseits sind, wie schon oben erklärt, die Abstände in diesen Rotten, wo die Verjüngung noch nicht oder erst vor kurzem begonnen hat, sehr groß. Die Zirbe ist in allen Baumabstandsklassen vertreten, wobei 70% der Zirben Nachbarn aufweisen die im Mittel der drei nächstgelegenen Nachbarn höchsten 5 m entfernt sind (Abb. 41). Dies zeigt, dass die Zirbe eher im Dichtstand steht, aber auch als Solitär im G III vorkommen kann.

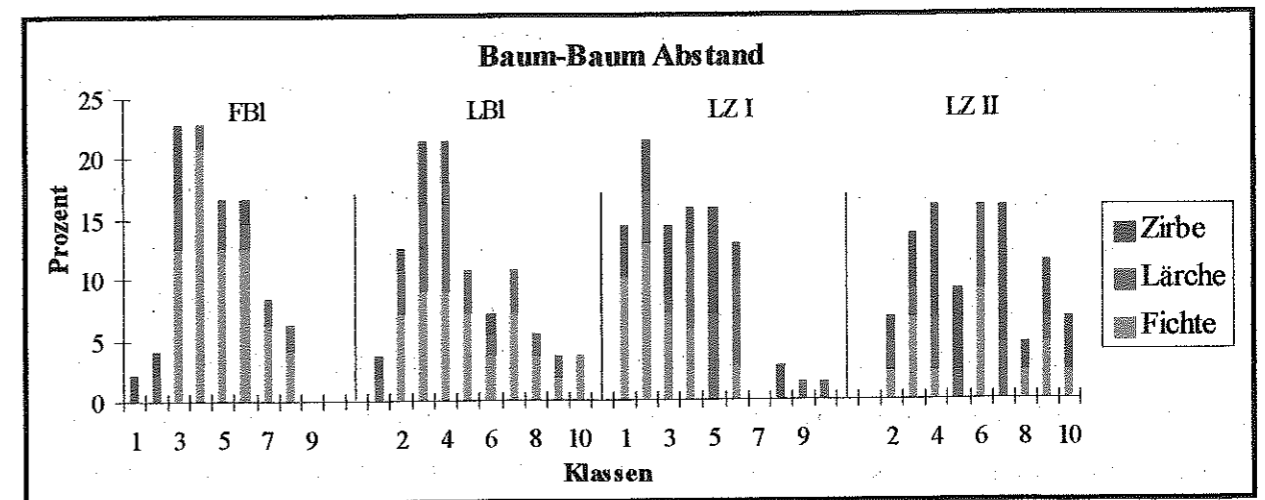


Abb. 42: Baum-Baum-Abstand (D1-D3) nach den 10 Klassen in Prozent für die Waldgesellschaften im unteren (G I) und oberen Untersuchungsbereich (G III).

Der mittlere Abstand in der „Strukturellen Vierergruppe“ liegt beim Karbonat-Block-Fichtenwald (FBI) zu 80% in den Klassen „3“ bis „6“ (Abb. 42). Es zeigt eine gewisse Regelmäßigkeit in den Baumabständen, was sicherlich auch durch den teilweise forstlichen Eingriff auf dieser Fläche herrührt. Die ersten beiden Abstandsklassen werden ausschließlich von der Zirbe und Lärche gebildet (Abb. 42), wobei diese Abstände ausschließlich im Grabeneinhang in der Nähe zum Karbonat-Lärchen-Blockwald (LBI) aufgetreten sind. Auffällig von den Baumarten her ist, dass die Zirbe zum überwiegenden Teil (89%) höchstens einen mittleren Abstand von 3 m zu den nächsten drei Nachbarn aufweist (Abb. 42). Gründe dafür sind einerseits, dass die Zirbe von den drei Hauptbaumarten den größten Schatteneinfluss verträgt und andererseits stocken die meisten Zirben im FBI auf großen Felsblöcken, wo schon Tendenzen von Rottenstrukturen zu erkennen sind. Der höchste mittlere Baumabstand in der Vierergruppe liegt im FBI bei 8 m. Diese treten fast ausschließlich in jenen Teilflächen auf, wo in den letzten Jahren forstliche Eingriffe vorgenommen wurden. Der LBI weist zwar in den selben beiden Abstandsklassen die höchsten Prozentsätze auf wie der FBI, ist aber in allen Baumabstandsklassen vertreten und hat auch größere Anteile in den beiden niedrigsten Klassen (Abb. 42). Der etwas größere Anteil in den niedrigsten Baumabstandsklassen sind hauptsächlich durch die kleinräumigen, mehrschichtigen Baumgruppen bedingt. Die großen mittleren Abstände in der „Strukturellen Vierergruppe“ in diesem Bestand zeigen, dass es aber auch einige Solitärbäume in dieser Waldgesellschaft gibt. Die großen Baumabstände sind zum Großteil durch die Einzelbäume (vor allem Fichte) bedingt, die im mittleren Teil dieses Gebietes auf einer sehr seichtgründigen Geröllhalde stocken. Gründe für die Solitärbäume sind sicher die

schlechteren Ansamungsbedingungen, die Seichtgründigkeit die zum frühen Absterben der doch ankommenden Verjüngung sorgt und die kleinflächig sehr dicht auftreten Strauchschicht.

Bei der typischen Ausbildung des Lärchen-Zirbenwaldes (LZ I) im G III haben 94% der „Strukturellen Vierergruppen“ höchstens einen mittleren Baumabstand von 6 m (Abb. 42). Der große Anteil an den niedrigsten Baumabstandsklassen ist, trotz des nicht geschlossenen Bestandes, dadurch bedingt, dass die Bäume meist in kleineren Gruppen zusammenstehen, auch wenn sie keine wirkliche Rottenstruktur aufweisen. Die geringsten Abstände bei der Fichte sind durch die wenigen intakten Rotten bedingt. Bei den beiden anderen Hauptbaumarten sind diese Abstände zum überwiegenden Teil von jenen Bestandteilen, wo unter den Altholzbäumen vor Jahrzehnten die Verjüngung eingesetzt hat. Die geringen Anteil der großen Baumabstandsklassen sind einerseits durch die überalteten Rotten ohne Verjüngung und andererseits durch Solitäreräume die in den anstehenden Gesteinsfeldern, die teilweise zwischen den Bestandesgruppen vorkommen, auf besseren Kleinflächen gedeihen konnten. Auffällig dabei ist auch, dass nur die Lärche und die Zirbe als so genannte Solitäreräume im LZ I vorkommen. Bei der Latschenausbildung des Lärchen-Zirbenwaldes (LZ II) sind außer der niedrigsten Abstandsklasse alle anderen aufgetreten (Abb. 42). Dieses Bild über die Verteilung der Baum-Baum-Abstände ist durch das Vorkommen fast aller Phasen zwischen, zwar sehr kleinflächigen, intakten Rotten und den überalteten Rotten mit kaum einer Verjüngung entstanden. Die niedrigen Abstände in der „Strukturellen Vierergruppe“ treten in den intakten Rotten auf. In den überalteten Rotten sind nur mehr vereinzelt Bäume in der Oberschicht vorhanden und durch den großen Deckungsgrad der Latsche konnte sich der Bestand kaum verjüngen und daher ist auch keine Unterschicht vorhanden.

Bereich	G I	FBI	LBI	G II	G III	LZ I	LZ II
Mittelwert	4,20	4,35	4,10	3,99	3,99	2,97	5,31
Std.abweichung	2,07	1,52	2,40	1,51	2,54	2,17	2,40
Std.fehler	0,21	0,24	0,32	0,23	0,25	0,29	0,36
Minimalwert	0,71	2,09	0,71	1,80	0,46	0,46	1,45
Maximalwert	11,41	7,56	11,41	8,09	10,73	10,73	10,60

Tab. 38: Statistische Daten des Baum-Baum-Abstandes in den drei Untersuchungsbereichen und nach Waldgesellschaften.

Die statistischen Daten der Tab. 38 zeigen bei näherer Betrachtung, dass die Streuung der Abstände in allen Untersuchungsbereichen sehr groß ist. Da die Signifikanz des Levene Testes unter der Faustzahl von 0,05 liegt (0,001) sollten keine Varianzanalysen durchgeführt werden. Dies bedeutet, dass die Streuung der Baumabstände innerhalb der Flächen größer ist als zwischen den Flächen.

4.8 Verjüngungsanalyse

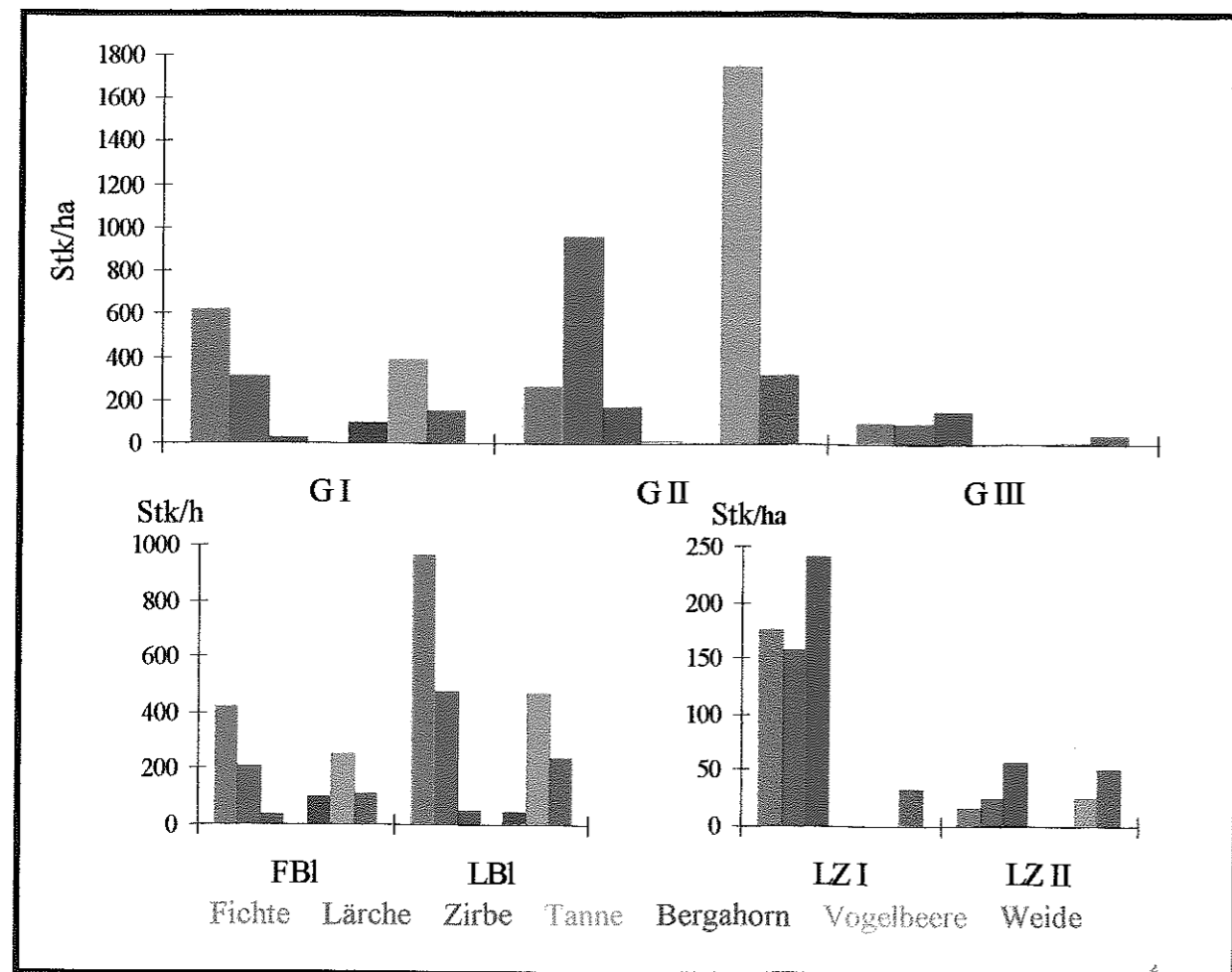


Abb. 43: Verjüngung in Stk/ha in den drei Untersuchungsbereichen nach Baumarten getrennt und im unteren Untersuchungsbereich (G I) [Grafik unten links] und oberen Untersuchungsbereich (G III) [Grafik unten rechts] nach Waldgesellschaften.

Der mittlere Untersuchungsbereich (G II) weist mit 3475 (+/-510) Stk/ha die zahlenreichste Verjüngung auf, gefolgt vom unteren Untersuchungsbereich (G I) mit 1589 (+/-326) Stk/ha und dem oberen Untersuchungsbereich (G III) mit 392 (+/-99) Stk/ha (Abb. 43).

Die einzelnen Untersuchungsbereiche genauer betrachtet zeigt, dass die Verjüngung im G I von der Fichte (618 Stk/ha) getragen wird, im G II von der Vogelbeere (1750 Stk/ha) und im G III von der Zirbe (150 Stk/ha). Wenn man nur die drei Hauptbaumarten betrachtet so ist im G II die Lärche mit 958 Stk/ha dominierend. Außer den drei Hauptbaumarten sind in der Verjüngung noch die Tanne, der Bergahorn, die Vogelbeere und die Weide aufgetreten, wobei der Bergahorn (5,8%) nur im G I und die Tanne (0,3%) nur im G II vorgekommen sind. Von diesen Baumarten hat die Weide (10,6%) im G III den größten Anteil und die Vogelbeere im

G I und G II, wobei die Vogelbeere, wie in Abb. 43 ersichtlich ist, mit 50% an der Gesamtverjüngung mit Abstand den höchsten Anteil vorzuweisen hat.

Die Verjüngung im G I und G II ist für den jeweiligen Entwicklungszustand des Bestandes ausreichend. Im G III ist die Verjüngung sehr gering. Ein Grund dafür ist der hohe Deckungsgrad der Latsche (siehe Kap. 4.6.2 "Grundfläche und Deckungsgrad": bis 97%), vor allem auf den Stichprobenflächen der linken und rechten oberen Stichprobenreihen (siehe Kap. 3.1 "Aufnahmedesign"). Dies spiegelt sich auch wieder, wenn man die Ausbildungstypen des Lärchen-Zirbenwaldes im G III getrennt betrachtet. So hat die typische Ausbildung des Lärchen-Zirbenwaldes (LZ I) mit 609 Stk/ha +/-154 Stk/ha 3,5 mal so viele Individuen in der Verjüngung als die Latschenausbildung des Lärchen-Zirbenwaldes (LZ II) mit 175 Stk/ha +/-43 Stk/ha, wobei dies für alle Hauptbaumarten zutrifft. Die Weide hat in beiden Lärchen-Zirbenwaldausbildungen ungefähr die gleiche Individuenzahl und die Vogelbeere ist in der Verjüngung nur im LZ II aufgetreten. Die Zirbe hat in beiden Ausbildungen des Lärchen-Zirbenwaldes im G III den größten Anteil an der Verjüngung, wie bereits erwähnt. Der größte Unterschied hinsichtlich der Baumarten zwischen LZ I und LZ II liegt in den Anteilen der Lärche, Fichte und Weide (Abb. 43), wobei die ersten beiden (Lärche 26,1%, Fichte 28,8%) im LZ I wesentlich höhere Anteile und die Weide (28,6%) im LZ II aufweisen.

Beim G I weist der Karbonat-Lärchen-Blockwald (LBI) mit 2245 Stk/ha +/-343 Stk/ha einen höheren Verjüngungsanteil auf als der Karbonat-Block-Fichtenwald (FBI) mit 1139 Stk/ha +/-376 Stk/ha (Abb. 43). Die Anteile der Baumarten bei den einzelnen Waldgesellschaften ist ziemlich gleich, nur die Zirbe, die bei den beiden Gesellschaften ziemlich die gleiche Stückzahl aufweist, und der Bergahorn der im FBI eine größere Verjüngung aufweist als im LBI, haben unterschiedliche Prozentsätze in den beiden Waldgesellschaften.

Die Verjüngung ist in allen Untersuchungsbereichen sehr kleinflächig. Es kommt hauptsächlich einzel-, gruppen- oder truppenweise Verjüngungen vor und sehr selten auch in den unteren Untersuchungsbereichen horstweise.

In den drei Untersuchungsbereichen weist die Verjüngung die folgenden Minimal- und Maximalwerte auf (Tab. 39).

	G I	FBI	LBI	G II	G III	LZ I	LZ II
Minimal	200	200	900	1650	100	350	100
Maximal	3750	1700	3350	4950	1350	1350	350

Tab. 39: Die Minimal- und Maximalwerte der Verjüngung in Stk/ha bei den drei Untersuchungsbereichen und beim unteren (G I) und oberen Untersuchungsbereich (G III) nach Waldgesellschaften.

Die Tab. 39 zeigt, dass auf den einzelnen Teilflächen der drei Untersuchungsbereiche sehr unterschiedliche Verjüngungszahlen herrschen. Durch die Extremwerte kann der zahlenmäßige Unterschied in der Verjüngung zwischen den drei Untersuchungsbereichen aufgezeigt werden. Auffällig ist, dass der Minimalwert im G II um einiges höher ist als die Minimalwerte bei den beiden anderen Untersuchungsbereichen und sogar den Maximalwert im G III übertrifft (Tab. 39).

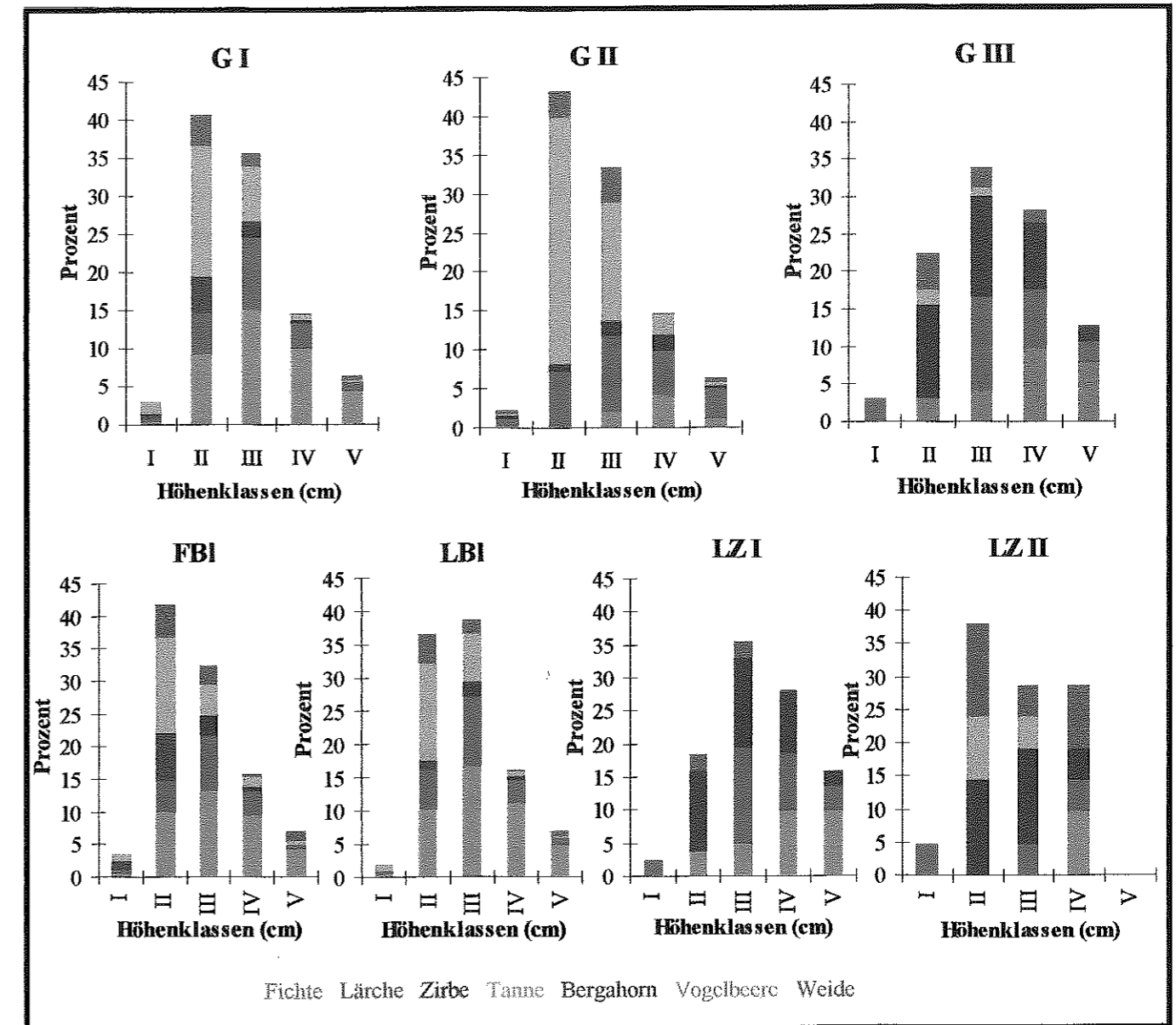


Abb. 44: Prozentanteile der Verjüngung für 5 Höhenklassen in den einzelnen Untersuchungsbereichen und im unteren (G I) und oberen Untersuchungsbereich (G III) getrennt nach den Waldgesellschaften.

I = 0-5 cm, II = 6-20 cm, III = 21-50 cm, IV = 51-100 cm, V = 101-130 cm

Die Verjüngung nach Höhenklassen betrachtet zeigt, dass im unteren Untersuchungsbereich (G I) und im mittleren Untersuchungsbereich (G II) die zweite Höhenklasse von 6-20 cm den größten Prozentsatz annimmt und im oberen Untersuchungsbereich (G III) die dritte Höhenklasse von 21-50 cm (Abb. 44). Die Abnahme zu den größeren Höhenklassen ist normal, doch sehr auffällig ist, dass die niedrigste Höhenklasse von 0-5 cm in allen drei Untersuchungsbereichen in einem sehr geringem Prozentsatz (unter 5%) vorhanden ist.

Nach der baumartenweise Betrachtung sind im G I die Fichte, Lärche und Vogelbeere in allen Höhenklassen der Verjüngung vertreten, wobei nur die Vogelbeere ungefähr die selbe Verteilung hat wie jene der gesamten Verjüngung. Der Bergahorn ist nur in den ersten drei Klassen, die Weide außer in der Niedrigsten in allen anderen und die Zirbe nur mehr in den Höhenklassen III-IV vertreten (Abb. 44). Die drei Hauptbaumarten haben mit steigender Höhenklasse größeren Anteil an der Verjüngung, wobei vor allem die Fichtenverjüngung dafür verantwortlich ist. Die beiden Waldgesellschaften des G I weisen untereinander eine ähnliche Verteilungen der Höhenklassen auf, wobei im Karbonat-Lärchen-Blockwald (LBI) die Klasse III und im Karbonat-Block-Fichtenwald (FBI) die Klasse II den größten Anteil an der Verjüngung hat. Die Baumarten haben in den beiden Waldgesellschaften ungefähr die gleiche Verteilung. Die Ausnahme dabei bildet der Bergahorn, welcher im FBI wesentlich höhere Anteile in den niedrigsten Höhenklassen aufweist als im LBI (Abb. 44).

Im G II sind außer der Tanne, welche nur in der Klasse III vorgekommen ist, alle anderen Arten der Verjüngung in allen Höhenklassen vertreten (Abb. 44). Dabei ist es nicht verwunderlich, dass nur die Vogelbeere ungefähr jene Verteilung aufweist wie die gesamte Verjüngung, da sie jene Baumart ist welche den größten quantitativen Anteil in diesen Gebiet hat. Die Anteile der Hauptbaumarten werden aber auch im G II mit steigender Verjüngungshöhe größer, wobei hier die Lärche die prägende Hauptbaumart ist.

Im G III ist, wie in der Abb. 44 zu sehen, keine Baumart der Verjüngung in allen Höhenklassen vertreten. Die Lärche bildet allein die niedrigste Höhenklasse und kommt dann erst wieder in der Klasse III vor und nimmt von dort, wo sie auch den höchsten Anteil hat, zu den höheren Klassen ab. Die Zirbe und Fichte sind in den Höhenklassen von II-V vertreten, wobei die Zirbe mehr Anteile in den niedrigeren Klassen hat und die Fichte (72% über 50 cm) eher bei den Höheren (Abb. 44). Die anderen beiden Baumarten der Verjüngung sind in den mittleren Höhenklassen vertreten, wobei die Vogelbeere nur bei der Latschenausbildung des Lärchen-Zirbenwaldes (LZ II) vorkommt. Die Unterschiede der beiden Ausbildungen des Lärchen-Zirbenwaldes im G III liegen sowohl im Bild der gesamten Verjüngung, als auch bei der Verteilung der einzelnen Baumarten. Während im LZ II Verjüngungsindividuen mit einer Höhe über 1 m gar nicht vorkommen, sind bei der typischen Ausbildung des Lärchen-Zirbenwaldes (LZ I) über 15% der Verjüngung über 1 m hoch (Abb. 44). Die Hauptbaumarten prägen im LZ I die Verjüngung wesentlich mehr als im LZ II, wo 43% der Verjüngung von der Vogelbeere und Weide gebildet werden. Die Fichte kommt im LZ II nur mehr in der Höhenklasse IV vor und die Lärche ist zu gleichen Teilen auf die Klassen I, III und IV verteilt. Hingegen ist die Fichte im LZ I über die Klassen II-V mit zunehmenden

Prozentsätzen verteilt und die Lärche ist auch in vier Klassen vertreten (Abb. 44). Vom Gesamtbild der Verjüngung her weist der LZ I in den größeren Höhenklassen wesentlich höhere Anteil auf als der LZ II. Die Höhenklasse von 51-100 cm ist bei der Fichte dominant (53%) und auch bei der Zirbe (40%). Für die Lärche sieht die Grafik für die Höhenverteilung aus wie die Gesamtverteilung im G III (Abb. 44).

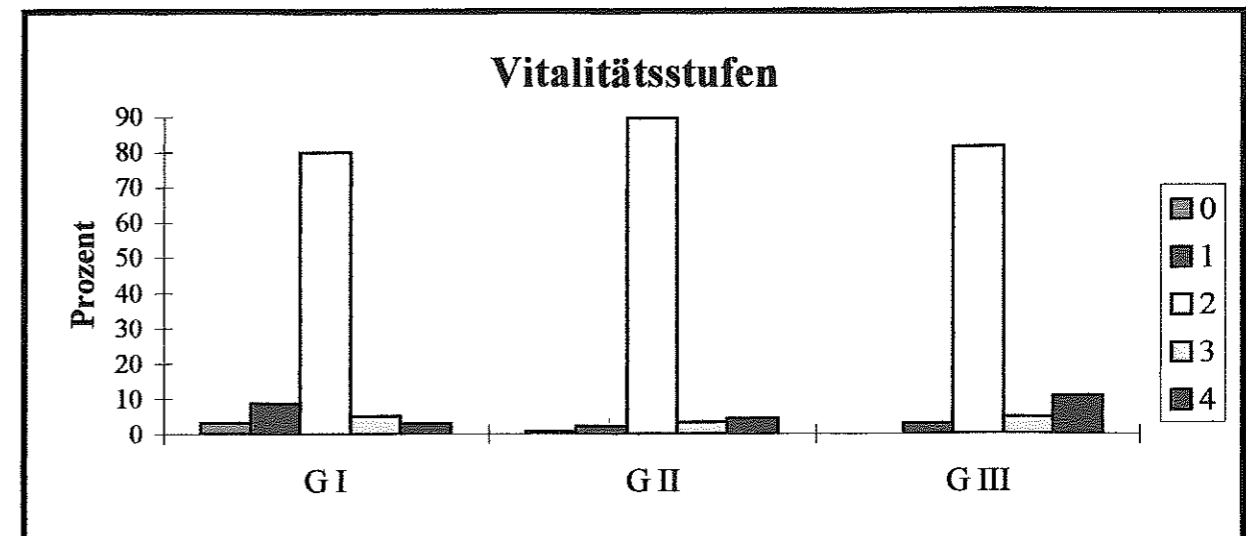


Abb. 45: Prozentanteile der Verjüngung für 5 Vitalitätsklassen in den einzelnen Untersuchungsbereichen.

0 = tod, 1 = kümmerlich, 2 = normal, 3 = vital, 4 = üppig

Um die Einteilung in die 5 Vitalitätsklassen zu treffen wurde für die Hauptbaumarten Fotos (Anhang 7) für die jeweilige Klasse gemacht.

Wie in der Abb. 45 zu sehen ist, nimmt die Vitalitätsklasse „normal“ in allen Untersuchungsbereichen (über 80%) den mit Abstand größten Prozentsatz an. Den größten Anteil an den Vitalitätsklassen 3 und 4 im oberen Untersuchungsbereich (G III) und im mittleren Untersuchungsbereich (G II) nimmt die Zirbe ein. Im unteren Untersuchungsbereich (G I) sind alle anderen Baumarten außer den Hauptbaumarten in diesen Klassen zu ungefähr gleichen Teilen vertreten. Wenn man die drei Hauptbaumarten betrachtet zeigt sich etwa das selbe Bild wie über die gesamte Verjüngung, nur dass die Vitalitätsklassen 3 und 4 um einige Prozentpunkte zu Gunsten der Klassen 0 und 1 abnehmen (1-5%). Bei der Klasse 1 ist die Fichte mit fast 50% Anteil in allen drei Untersuchungsbereichen am dominantesten.

Die Vitalitätsklassen der einzelnen Waldgesellschaften und Ausbildung beim G I und G III wurde hier nicht aufgetragen weil sie kaum voneinander abweichen und somit fast die selbe Verteilung aufweisen wie die jeweilige Gesamtbereich.

Bei den **sonstigen Anmerkungen** wurde aufgenommen ob die Verjüngung auf einen Steinblock wächst, einen Zwiesel aufweist, ob sie im Unterstand steht und ob es eine Kadaververjüngung ist.

	Auf Stein	Zwiesel	Unterstand	Kadaververjüngung
G I	73,9	24,3	15,2	3,1
<i>FBI</i>	76,5	21,6	3,4	1,5
<i>LBI</i>	72,7	24,4	16,7	3,4
G II	58,8	21,7	11,4	5,7
G III	35,9	35,0	40,8	0,0
<i>LZI</i>	42,3	38,4	37,2	0,0
<i>LZII</i>	23,8	28,5	57,1	0,0

Tab. 43: Besondere Anmerkungen in Prozent bei den drei Untersuchungsbereichen und im unteren (G I) und oberen Untersuchungsbereich (G III) nach den jeweiligen Waldgesellschaften.

Die Tab. 43 zeigt, dass die *Verjüngung auf Stein* in allen Untersuchungsbereichen einen relativ hohen Prozentsatz annimmt. Wenn man die Baumarten betrachtet so zeigt sich, dass die Weide im unteren Untersuchungsbereich (G I) und im mittleren Untersuchungsbereich (G II) den größten Prozentsatz ausmacht gefolgt mit ziemlich ausgeglichenen Prozentsätzen von den anderen Baumarten. Im oberen Untersuchungsbereich (G III) weist die Lärche den größten Anteil auf, wobei außer der Fichte auch die anderen Baumarten ähnliche Werte erreichen.

Wie der Tab. 43 zu entnehmen ist hat die Verjüngung in den drei Untersuchungsbereichen einen relativ hohen Anteil an *Zwieseln*. Die Lärche ist in allen Gebieten einer der Hauptträger dieses Prozentsatzes. Im G I weist die Zirbe ungefähr die gleichen Prozentsätze auf wie die Lärche und im G III die Fichte. Die anderen Baumarten haben meist nur einen Anteil unter 10%.

Betrachtet man die Verjüngung die *im Unterstand* erwächst, so zeigt sich folgendes Bild. Im G III ist mit knapp über 40% der größte Anteil zu verzeichnen (Abb. 42). Die Lärche ist, wie nicht anders zu erwarten, im Unterstand kaum vorhanden. Dagegen sind Zirbe, Fichte und Vogelbeere in allen Untersuchungsbereichen mit den höchsten Prozentsätzen im Unterstand vertreten.

Die *Kadaververjüngung* tritt nur im G I und G II auf. Die Lärche hat den größten Anteil an der Kadaververjüngung. Im G I kommen noch die Fichte und die Weide dazu, im G II die Zirbe und die Vogelbeere.

Untersuchungen mit dem Wind-Schnee-Ökogramm

Das Ökogramm dient zur standortgemäßen Wahl von Baumart, Aufforstungsmethode und zur Festlegung technischer Maßnahmen. Für die Diplomarbeit war die Überlegung folgende, und zwar ob man mit Hilfe der Zeigerpflanzen des Wind-Schnee-Ökogrammes nach AULITZKY (1963) die Bedingungen für die Verjüngung aufzeigen kann.

Ausgegangen wird von dominierenden Testpflanzen mit charakteristischem, ökologischem Zeigerwert an typischen Relief-Kleinstandorten bei einer durch Mulden begrenzten Rippe. Für andere Standorte ist das Ökogramm zu differenzieren.

Geltungsbereich: In der Kampfzone der subalpinen Stufe der Innenalpen (Wuchsgebiet I nach TSCHERMAK (1950)), vorwiegend in Nord-Südtälern, jedoch nicht in Gebieten stark gestörter Vegetationsentwicklung (abgebrannte, gemähte, gedüngte, stark beweidete und erodierte Flächen) und nicht im Bereich von Hochmooren und Quellfluren. Für die einzelnen Baumarten gilt die nachfolgende Höhenbegrenzung:

Fichte -2000 m Seehöhe
Lärche -2100 m Seehöhe
Zirbe -2200 m Seehöhe

An Hand des Ökogrammes sieht man, in wie weit mit für Holzarten ungünstigen Standorten und Schäden zu rechnen ist. Zur Testung des einzelnen Standortes geht man von den obersten Abschnitt des Ökogrammes angeführten Zeigerpflanzen aus, deren Geländeverteilung von Relief, Kleinklima und Boden abhängt. Die beiden obersten Diagramme erklären die Ursachen des jeweiligen Pflanzenvorkommens (z.B. viel oder wenig Wind und Schnee). Das dritte Diagramm von oben zeigt sowohl Ausmaß und Art der Schäden als auch die natürliche Holzartenverteilung. Auf Grund dieser Voraussetzungen werden im vierten und fünften Teilbild die passenden forstlichen und technischen Maßnahmen zugeordnet. Den verschiedenen Testpflanzenbereichen werden also unter Erläuterung von Ursache und Wirkung am Standort die entsprechenden forstlichen und technischen Maßnahmen der Hochlagenaufforstung zugeteilt. (AULITZKY, 1963)

Wind-Schnee-Ökogramm	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Ba LBI	Ba FBI	
Heidelbeere	1	-	1	2m	2a	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2a	1	<i>Vaccinium myrtillus</i>
Preiselbeere	-	-	-	-	2m	2m	1	2m	2m	2m	2m	1	2m	-	<i>Vaccinium vitis-idaea</i>
Rostrote Alpenrose	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2m	-	-	2m	-	<i>Rhododendron ferrugineum</i>
Gewöhnliches Bürstenmoos	-	-	-	-	1	2m	2m	-	-	-	1	2m	2m	-	<i>Polytrichum commune</i>
Kammmoos	2m	2m	2m	2m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2m	<i>Ctenidium molluscum</i>
Katharinenmoos	2m	2m	2a	2a	-	-	1	-	2m	-	2m	-	2m	2m	<i>Atrichum undulatum</i>
Kräuselmoos	-	-	-	-	2a	2m	2m	2m	-	2a	2m	2m	2n	-	<i>Tortella tortuosa</i>
Muschelmoos	-	-	-	-	2m	2m	2m	2m	2m	2m	1	1	1	-	<i>Plagiochila asplenioides</i>
Rotstengelmoos	1	1	2m	2m	-	2m	2m	2m	1	-	-	-	2m	2m	<i>Pleurozium schreberi</i>
Sichelmoos	2m	2n	2m	1	2m	2m	1	2m	2m	2m	2m	1	2m	2m	<i>Dicranum scoparium</i>
Stockwerkmoos	2m	1	1	1	2a	2a	2a	2a	2a	2a	2a	2a	2a	-	<i>Hylocomium splendens</i>
Waldhaarmützenmoos	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2a	2a	-	1	1	2m	2m	1	<i>Polytrichum formosum</i>

Tab. 44: Klassifizierung der für das Wind-Schnee-Ökogramm wichtigen Standortsanzeiger im unteren Untersuchungsbereich (G I).

Wind-Schnee-Ökogramm	I	II	III	IV	V	Ba	
Heidelbeere	2m	2a	2m	2a	2a	2a	<i>Vaccinium myrtillus</i>
Preiselbeere	2m	2a	2m	2a	2a	2a	<i>Vaccinium vitis-idaea</i>
Rostrote Alpenrose	-	2a	+	-	-	2a	<i>Rhododendron ferrugineum</i>
Berggabelzahnmoos	-	-	-	-	-	2m	<i>Orthodicranum montanum</i>
Gewöhnliches Bürstenmoos	2m	2m	2m	2m	2m	2m	<i>Polytrichum commune</i>
Kammmoos	2m	2m	2m	2m	2m	2m	<i>Ctenidium molluscum</i>
Katharinenmoos	2m	2m	2m	2m	2m	2a	<i>Atrichum undulatum</i>
Kranzmoos	2m	2m	2m	2a	2m	2m	<i>Rhytidiadelphus trigvetrus</i>
Muschelmoos	2m	2m	2m	2m	2m	2m	<i>Plagiochila asplenioides</i>
Rotstengelmoos	2m	-	2m	-	-	-	<i>Pleurozium schreberi</i>

Tab. 45: Klassifizierung der für das Wind-Schnee-Ökogramm wichtigen Standortsanzeiger im mittleren Untersuchungsbereich (G II).

Wind -Schnee-Ökogramm	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Ba	
Besenheide	2m	2m	2m	-	-	-	-	-	-	-	2m	-	1	<i>Calluna vulgaris</i>
Heidelbeere	2a	2a	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2a	2a	2a	2a	2m	<i>Vaccinium myrtillus</i>
Krähenbeere	2a	2a	2m	1	-	-	-	-	2m	2m	2m	2m	1	<i>Empetrum sp.</i>
Preiselbeere	2m	2a	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2a	2a	2a	2a	2m	<i>Vaccinium vitis-idaea</i>
Rostrote Alpenrose	-	2a	-	-	1	-	-	-	-	-	-	2a	-	<i>Rhododendron ferrugineum</i>
Berggabelzahnmoos	-	-	-	-	2m	1	2m	2m	-	-	-	-	-	<i>Orthodicranum montanum</i>
Gewöhnliches Bürstenmoos	-	-	-	-	2m	-	2a	1	-	-	-	-	-	<i>Polytrichum commune</i>
Kammmoos	-	-	2m	2m	-	-	-	-	2a	2m	2a	2a	2m	<i>Ctenidium molluscum</i>
Kräuselmoos	2m	2m	2m	2m	2m	1	2m	2m	2a	2a	2a	2a	2m	<i>Tortella tortuosa</i>
Muschelmoos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2m	1	2m	-	<i>Plagiochila asplenioides</i>
Sichelmoos	-	-	2m	2m	2m	1	2a	1	2a	2a	2a	2a	2m	<i>Dicranum scoparium</i>
Stockwerkmoos	-	-	-	-	2m	2m	2m	2m	-	-	-	-	-	<i>Hylocomium splendens</i>
Waldhaarmützenmoos	-	-	2m	2m	-	-	-	-	-	-	2a	2a	2m	<i>Polytrichum formosum</i>

Tab. 46: Klassifizierung der für das Wind-Schnee-Ökogramm wichtigen Standortsanzeiger im oberen Untersuchungsbereich (G III).

Erläuterung zu den Tab. 44-46:

Die Abkürzungen für die Häufigkeit können der Tab. 6 und die Lage der einzelnen Stichprobenflächen den Abb. 2-4 entnommen werden.

Rostrote Alpenrosen mit Moosen

Sehr hohe und langanhaltende Schneebedeckung, daher sehr große Schneedruck- und Schneepilzschäden neben Bodengefahren (Vernässung, dichte Humusauflagen). Aufforstung mit Zirbe und Lärche erst nach Schneeausgleich bzw. Bodendurchmischung (bei Torfmoosen nur Latschen).

Rostrote Alpenrose mit Heidelbeere

Hohe und langanhaltende Schneebedeckung mit beträchtlicher Schneepilz- und Schneedruckgefährdung, mitunter dichte Rohhumusauflagen; geringes bis gutes natürliches Zirbenvorkommen je nach Schneehöhe und Boden; Lärche nur bei erfolgreicher Bodendurchmischung in nicht zu steilen Lagen;

Krähenbeere

Windige und schneearme Standorte an Sonnseiten mit Forsttrocknisschäden. Sofortige dichte Zirbenaufforstung;

Besenheide

Schneearme bis schneereiche Standorte hoher Bodenoberflächenüberhitzung, daher Schneedruck-, Schneepilz- und Strahlungsschäden möglich. Bei geringen Schneehöhen sofortige Aufforstung mit Zirbe, Fichte und Lärche, ansonsten erst später nach Schneeausgleich. Lärche nur auf mineralischem Boden und Geländeneigung unter 35-40°;

Preiselbeere

Schneearme bis schneereiche Standorte mit zeitweiliger starker Bodenoberflächenerwärmung, daher Schneedruck-, Schneepilz- und Strahlungsschäden möglich. Nur bei geringen Schneehöhen sofortige Zirbenaufforstung, bei etwas mehr Schnee mit Zirbe, Fichte und Lärche. Bei höherer Schneelage erst später mit Fichte und Lärche nach erfolgtem Schneeausgleich aufforsten (Lärche nur bei mineralischem Boden und Geländeneigung unter 35-40°)

Wie man in den Tab. 44-46 sieht, zeigen die Standortsanzeiger die für das Wind-Schnee-Ökogramm relevant sind, dass die Verjüngungsbedingungen auf den einzelnen Stichprobenpunkten nicht so schlecht sind. Die Anzahl der Verjüngung nimmt zwar auf den, durch das Wind-Schnee-Ökogramm bestimmten, schlechteren Standorten ab, aber für den Verjüngungserfolg (Anzahl, Gesundheit, Art usw.), aber vor allem für die Anzahl sind andere Bedingungen (z.B. Überschildung, Lichtverhältnisse, Samenjahr, klimatische Bedingungen) wesentlich mehr von Bedeutung. Trotzdem zeigt das Ökogramm auf, warum auf gewissen Stichprobenflächen trotz guter Verjüngungsbedingungen, wie Samenjahr, genügend Licht usw., weder eine Verjüngung vorhanden war – noch irgendwelche Sämlinge vorgefunden worden sind. So zeigt sich zum Beispiel bei Stichprobenflächen II und XII im G III (Tab. 45), dass in jenen Bereichen der Stichprobenflächen mit stärkerem Anteil an Rostroter Alpenrose, Moosen und Heidelbeeren keine Verjüngung vorhanden war. Hingegen stellt sich in den Bereichen der Stichprobenflächen, welche von der Krähenbeere mehr beeinflusst wurden, die Verjüngung ein.

Die von Wind-Schnee-Ökogramm dargestellten Schäden sind bei der Verjüngung kaum vorhanden gewesen. Die Schäden (z.B. *Phacidium infestans* Karst., *Herportrichia juniperi* [DUBY] Petr.) waren aber auch nicht auf anderen Baumarten, sonstiger Vegetation oder auf anderen Flächen in diesem Gebiet in nennenswerte Häufigkeit zum Zeitpunkt der Aufnahmen anzutreffen.

5 Diskussion

5.1 Standortliche Grundlagen

5.1.1 Geländeform

Der Hauptgrund der sehr unruhigen Geländeformen bei den beiden unteren

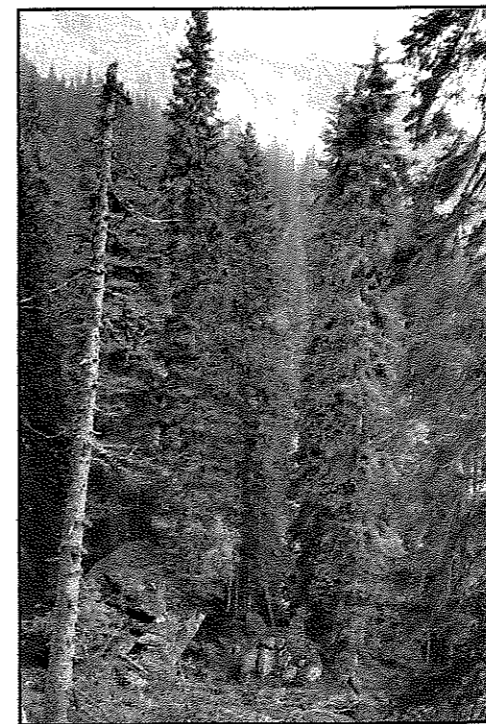


Abb. 46: Geländeform auf Grund von älteren Felsstürzen im FBI

Untersuchungsbereichen (Tab. 7 und 8) liegt sicher in den Felsabbrüchen welche in schon ältere Bodenstadien gefallen sind (Abb. 46). Die rezenten Böden sind dabei Produkt der letzten Eiszeit. Im oberen Untersuchungsbereich (G III) hingegen ist das Blockfeld hauptverantwortlich für das unruhige Relief (Tab. 9). Die Verkarstungserscheinungen tragen ebenfalls das Ihrige zu der unrythmischen Geländeform bei. Die Felsblöcke im G III sind hauptsächlich durch die unterschiedlichen Verwitterungsbedingungen entstanden und nicht, wie bei den beiden anderen Untersuchungsbereichen, durch Felsstürze. Da die Besiedlung in diesen Höhenlagen eher auf den etwas ausgeglicheneren Geländeformen, auf Grund der extremen

klimatischen Verhältnissen, beginnen (ECKMÜLLNER, 1972; AULITZKY und TURNER, 1982; OTT et al., 1997) sind Felsblöcke größeren Ausmasses meist nicht von einer Vegetationsdecke besiedelt.

5.1.2 Boden

Grundsätzlich nimmt der Anteil an leistungsfähigeren Böden mit steigender Seehöhe des Untersuchungsbereiches ab. Dies ist aber nicht nur durch die weiter fortgeschrittene Bodenentwicklung in den tieferliegenden Untersuchungsbereichen bedingt, sondern auch dadurch, dass im mittleren (G II) und unteren Untersuchungsbereich (G I) schon rezente

Böden vorhanden waren, in welche die Fels- und Steinblöcke gestürzt sind. Im oberen Untersuchungsbereich (G III) hingegen wird aus klimatischen Gründen nicht die gesamte

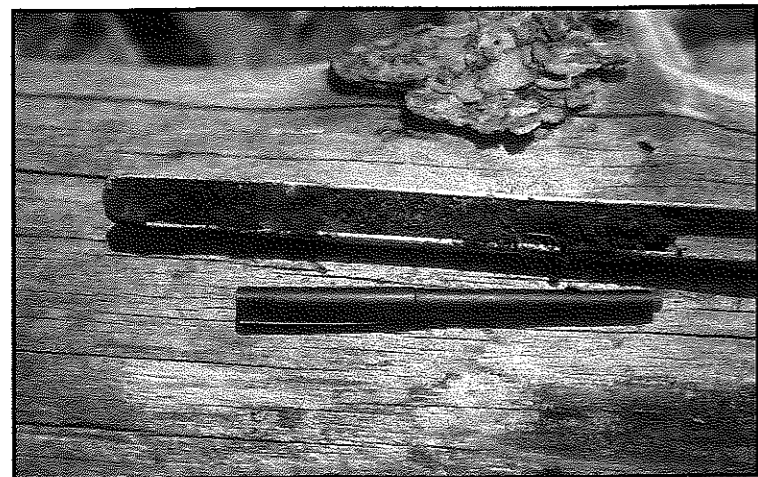


Abb. 47: Verbraunte Rendzina im G III
Foto: Klumpp

Abfolge der Bodenentwicklung auf Karbonatgestein nach REHFUESS (1990) erreicht werden. Die Bodenentwicklung erreichte im G III, wie der Tab. 10 zu entnehmen ist, das Stadium der verbraunten Rendzinen (Abb. 47), was angesichts der Höhenlage und der extremen klimatischen Bedingungen nicht unbedingt zu

erwarten war. Eine wichtige Rolle dabei spielt die Westlage (teilweise sogar Südwest) und die regelmäßigen Regenschauer auch in den Sommermonaten. Andere Arbeiten (z.B. HOLZINGER, 1987; KLEINE, 1983) weisen bei zirbenbeeinflussten Wäldern in dieser Höhenlage ähnliche Bodenentwicklungen auf, wobei die verbraunten Rendzinen nicht oder in wesentlich geringeren Anteilen vorkommen.

Die Bodenentwicklung geht im G II wegen der extremeren Klimaverhältnissen gegenüber dem G I sicher etwas langsamer vor sich. Wobei die härteren Bedingungen weniger durch den Höhenunterschied oder unterschiedlichen Expositionen (Tab. 5) bedingt sind, als viel mehr durch die Geländeform (ausgeprägtes Kar), welche zu einem zeitweiligen auftretenden Kaltluftsee führt.

Der Anteil an Gesteinsrohböden (Tab. 10) gibt trotz der klimatischen Unterschiede und der dadurch bedingten längeren Bodenentwicklungszeit in den verschiedenen Untersuchungsbereichen Auskunft über den Beginn der Bodenbildung. Die Bodenentwicklung hat im G III, auch abgesehen von den rezenten Böden der anderen beiden Untersuchungsbereichen, später begonnen als im G I und G II. Die Störung der Bodenentwicklung durch Felsabbrüche ist im Karbonat-Lärchen-Blockwald (LBI) jüngeren Datums und stärker als im Karbonat-Block-Fichtenwald (FBI). Die Bodenentwicklung im G II könnte ziemlich zur selben Zeit begonnen haben als im LBI des G I.

Die besseren *Humustypen* nehmen zwar mit fortgeschrittener Bodenentwicklung zu, aber die Vegetation und das Kleinklima bestimmen mit, welche der möglichen Variationen des

Auflagehumus bei den einzelnen Bodentypen auftritt. Dies wird auch durch den ausgeglichenen Anteil des Humustypes Rohhumus (Tab. 11) in den einzelnen Untersuchungsbereichen bestätigt. Der Rohhumus tritt meist unter einer dichteren Strauchschicht auf oder in Mulden, wo auf Grund des extremen Kleinklimas eine gebremster Streuabbau erfolgt. Erschwerend kommt noch hinzu, dass in diese Mulden meist auch noch Streue eingeweht wird.

Die Verteilung der Humusformen ist bei den Waldgesellschaften in dieser Höhenlage typisch (REHFUESS, 1990; ANONYMUS, 1994), da der Streuabbau wegen der klimatischen Verhältnisse und auch wegen ihrer Zusammensetzung (Vorwiegend Nadelstreue, zum Teil schwer zersetzbar Bodenvegetation) langsamer von statten geht.

Wie der Tab. 12 zu entnehmen ist, weist das G I die größte Streuung hinsichtlich der *Bodenart* auf. Die jüngeren Böden mit geringer Mächtigkeit neigen, wie teilweise die Böden auf den Rücken, zu höheren Anteil der Komponente Sand und die rezenten Böden im unteren Bereich des G I neigen eher in die Richtung der Tonböden. Diese Verteilung führt auch dazu, dass im diesem Gebiet des G I entlang der wasserstauenden Schichten zeitweise zu einem Wasseraustritt kommt (siehe Abb. 49).

Der G II weist auf Grund der auftretenden Bodenarten (Tab. 12) eine bessere Wasserspeicherung auf als die beiden anderen Untersuchungsbereichen. Dies führte auch dazu, dass, vor allem am unteren Ende des Untersuchungsbereiches, wegen der teilweise wasserstauenden Schichten zu einer Pseudovergleyung der Böden kam.

Da im G III die Bodenarten (Tab. 12) zwischen schwach anlehmiger Sand bis Lehm schwanken ist die Wasserleitung relativ gut, dafür aber die Wasserspeicherung nur mittelmäßig. Durch die relativ häufigen Niederschläge im Untersuchungsgebiet, auch in den Sommermonaten, kommt es aber kaum zu Austrocknung, vor allem in tieferliegenden Bodenschichten nicht.

Bei den vorliegenden Gelände- und Bodenbeschaffenheiten schwankt, wie nicht anders zu erwarten, die *Mächtigkeit des Humusboden* beträchtlich (siehe Anhang 5). Auf allen Stichprobenflächen schwankt die Gründigkeit der Böden zwischen Null bis über Schlagbohrertiefe (100 cm), wobei natürlich die weiter fortgeschritten und die rezenten Böden kaum eine geringere Mächtigkeit als 40 cm aufweisen. Die Gründigkeit ist neben der Bodenform natürlich auch ein entscheidender Faktor für die Leistungsstärke und Stabilität der darauf stockenden Vegetationsschichten. Bei den flachgründigen Felsbrocken, die in allen

drei Untersuchungsbereichen vorkommen, kann es in exponierten Lagen und bei extremen Witterungsverhältnissen dazu kommen, dass der gesamte Bestand durch den Wind umgeworfen wird, wobei meist die gesamte Bodendecke mit abgezogen wird.

Die *Durchwurzelung* des Ober- und Unterbodens weist teilweise ein umgekehrtes Verhältnis auf. Weist der Oberboden eine sehr starke Durchwurzelung auf so ist der Unterboden meist weniger stark mit Wurzeln durchzogen (siehe Anhang 5). Dieses Bild wird umso ausgeprägter mit der zunehmenden Seehöhe der Stichprobenfläche. Diese Erscheinung hängt weniger von der Nährstoffkonkurrenz ab, als viel mehr vom Lichthaushalt. Die stärkste Oberbodendurchwurzelung tritt in den mehr oder minder großen Lücken der Baum- und Strauchschicht auf, da dort die Krautschicht den absolut größten Deckungsgrad aufweist (POLOMSKI und KUHN, 1998). Der Unterboden weist auch in den größten Lücken der Baum- und Strauchschicht eine gewissen Grad an Durchwurzelung auf, der aber mit dem zunehmenden Abstand zu den Bäumen und Sträuchern immer mehr abnimmt (bis Schlagbohrertiefe). Außerdem spielt die Wurzelkonkurrenz zwischen den einzelnen Vegetationsarten eine gewisse Bedeutung bei der Durchwurzelung der Bodenschichten. So zeigt sich bei RYSIN und RYSINA (1987), dass *Calamagrostis epigejos* die Feinwurzeln von Kiefern fast vollständig verdrängen können.

Bei den ganz extremen Standorten kann die Durchwurzelung des Oberbodens so weit führen, dass das dichte Wurzelgeflecht (Wurzelfilz) von z.B. dichten Rasen-, Moos- und Zwergstrauchgesellschaften, die Verjüngung fast unmöglich (AULITZKY und TURNER, 1982; OTT et al., 1997).

Die *Bodenbeeinträchtigung* hat in den aufgenommen Bereichen eine sehr geringe Bedeutung (siehe Anhang 5), sollte aber trotzdem nicht ganz außer acht gelassen werden, da die Auswirkungen solcher Beeinträchtigungen in angrenzten Flächen im größeren Ausmaß beobachtet werden konnte.



Abb. 48: Erosionserscheinungen

Auf der anderen Seite sind aber geringe Bodenverwundungen für das Aufkommen der Lärche von großem Vorteil.

Der *Skelettanteil im Boden* ist vor allem durch die Einwirkung der Felsabbrüche bedingt. Dadurch kam es zu einer Bodendurchmischung in den beiden unteren Untersuchungsbereichen und so weisen auch die rezenten Böden einen höheren Skelettanteil auf (siehe Anhang 5). Der höhere Skelettanteil im G III gegenüber den beiden anderen ist dadurch bedingt, dass der G III ein reines Gesteinsfeld ist und die klimatischen Bedingungen die Bodenentwicklung sehr erschweren.

Grundsätzlich gilt aber für alle Untersuchungsbereiche, dass der Skelettanteil mit steigender Bodenentwicklung sinkt und dass die Rückenstandorte einen höheren Skelettanteil aufweisen als die übrigen Geländeverhältnisse.

Geringe Erosionserscheinungen zeigen sich bei den Wildwechseln und beim Prischsteig, wenn die Vegetationsnarbe nicht vorhanden ist und je nach Bodenbeschaffenheit eine gewisse Neigung überschritten wird. Ausgeprägter fallen die Erosionserscheinungen aus, wenn durch Windeinwirkung die Vegetation samt des Humusboden von den Felsblöcken abgezogen wird. Durch die teilweise sehr heftigen Niederschläge im Untersuchungsgebiet wird über kurze Zeit der restliche Boden vom Fels gespült (Abb. 48). Auf dem so entstanden blanken Gestein, kann wenn überhaupt erst nach sehr langer Zeit wieder eine Vegetationsdecke gebildet werden.

5.1.3 Vegetation

Das Ergebnis der Vegetationsaufnahme spiegelt im großen und ganzen die mosaikartige Verteilung der verschiedenen Bodenarten in den einzelnen Untersuchungsbereichen wieder. Die Vegetationsdecke ist noch kontrastreicher als der Boden aufgebaut, weil die Krautschicht sehr fein auf die verschiedensten Bedingungen reagiert.

Dies zeigen schon die Anteile der einzelnen Soziologisch-Ökologischen Artengruppen in den Untersuchungsbereichen (Tab. 13), welche die unterschiedlichsten Standortverhältnisse, teilweise auf sehr engen Raum, beschreiben. Noch deutlicher werden die unterschiedlichen Verhältnisse in den einzelnen Bereichen wenn die einzelnen Standortszeiger nach ihren Zeigerwerten beurteilt werden (siehe Tab. 14 und Anhang 6).

Die Einteilung der **Soziologisch-Ökologische Artengruppen** (Tab. 13) beschreibt sehr gut die Waldgesellschaften der einzelnen Untersuchungsbereiche. Die soziologisch-ökologischen Artengruppen zeigen für den unteren Untersuchungsbereich (G I) eher fichtenreiche Waldgesellschaften mit sehr unterschiedlichen Standortbedingungen, wobei auch geringe Anteile an Lärchen-Zirbenwaldgesellschaften auftreten. Diese Standortszeiger sind im Karbonat-Block-Fichtenwald (FBI) nur gering vertreten und die Anteile nehmen im Karbonat-Lärchen-Blockwald (LBI) zu. Im mittleren Untersuchungsbereich (G II) und im oberen Untersuchungsbereich (G III) nehmen die Anteile jener Artengruppen welche Lärchen-Zirbenwald- und Latschengesellschaften beschreiben auf Kosten der fichtenreichen Waldgesellschaften zu.

Wenn man die Tab. 13 betrachtet so zeigt der G I einen geringeren Anteil an jenen soziologisch-ökologischen Artengruppen die Wälder anzeigen welche von der Latsche mitbestimmt werden. Dies ist nicht weiter verwunderlich, da der Einfluß der Latsche in diesem Untersuchungsbereich geringer ist als bei den anderen (siehe Kap. 4.6.2 "Grundfläche und Deckungsgrad"). Der Einfluß der Latsche ist im G III am größten und dort besonders bei der Latschenausbildung des Lärchen-Zirbenwaldes (LZ II). Dies spiegelt sich natürlich auch bei den Standortszeigern wieder (siehe Kap 4.4 Vegetationsaufnahme und Anhang 6).

Die Standortanzeiger welche häufig in Blockwäldern vorkommen sind auf allen Stichprobenflächen vertreten. Sie weisen alle samt auch den Zeigerwert für karbonatisches Grundgestein auf. Dies ist nicht weiter verwunderlich, weil die Blöcke ausschließlich aus

Dachsteinkalk bestehen und mehr oder minder regelmäßig über alle Gebieten verteilt sind (siehe Kap. 4.2 "Geländeform").

Die Säurezeiger und kalkmeidenden Standortanzeiger sind in allen Untersuchungsbereichen fast ausschließlich durch die vorkommenden Rohhumusschichten bedingt. Vor allem im Bereich des Latschengebüsches nimmt die Rohhumusaufgabe stark zu.

Die Waldartenbegleiter der soziologisch-ökologischen Artengruppen weisen einen höheren Anteil des G I an Laub-Nadelwaldbegleitern und Laubwaldbegleitern auf als bei den höher gelegenen Gebieten (siehe Tab. 13 und Anhang 6) auf. Dabei muss aber bemerkt werden, dass die Zeigerpflanzen dieser Laub-Nadelwald- und Laubwaldbegleiter auch in basenreichen, frischen Fichten- und auch Kiefernwäldern vorkommen. Dafür gehen im G I die Anteile an den Nadelwaldarten etwas zurück. Vor allem die Artengruppen für die Kiefernwäldern (Bergkiefer) und Blockstandorte sind dabei weniger häufig vertreten (Tab. 13).

Der Unterschied an den Anteilen an den Laub-Nadelwald- und an den Laubwaldbegleitern ist zwischen dem G II und dem G III gering. Der höchstgelegene Untersuchungsbereich weist sogar einen höheren Anteil an Laubwaldbegleitern auf als der G II (Tab. 13). Aufgrund der Exposition (Mitte: Nordost-Südost) und das der Schuttkegel, auf dem der G II stockt, in einem Kar liegt (leichter Kaltluftsee), sind die Bedingung für die Laubwaldarten, trotz der geringeren Höhenlage, schlechter als im G III.

Die ziemlich regelmäßige Verteilung der soziologisch-ökologischen Artengruppen Fels- und Schuttbesiedler bei den drei Untersuchungsbereichen (Tab. 13) ist ein Indiz für das vorhanden sein an Fels- und Steinblöcken auf allen Stichprobenflächen. Die Bergrasenarten sind von den Anteilen her auf den verschiedenen Stichprobenflächen geringer vertreten als die Fels- und Schuttbesiedler, aber weisen eine ähnliche Regelmäßigkeit hinsichtlich der Verteilung auf wie diese.

Die Feuchtigkeitszeiger und Hochstauden sind im G I am häufigsten vertreten (Tab. 13), wobei der größte Deckungsanteil in der Linienstichprobenreihe „Graben“ vorkommt. Teilweise treten im unteren Teil dieses Untersuchungsbereiches, im Bereich des zeitweiligen hervortretenden Baches, auch Nässezeiger auf. Beim G II weist diese Artengruppen einen etwas geringeren Anteil auf als beim G I. Die Verteilung ist etwas regelmäßiger über das gesamte Gebiet, treten aber verstärkt in den kleineren und größeren Mulden zwischen den Stein- und Felsblöcken auf. Diese Mulden sind zum Teil durch sehr mächtige

Gebirgsschwarzerden geprägt. Der G III weist nur mehr sehr wenige Feuchtigkeitszeiger auf, dafür nehmen die Kalk-, Licht- und Trockenheitszeiger an Bedeutung zu (Tab. 13). Ein Grund dafür sind die fehlenden stauenden Bodenschichten in diesem Untersuchungsbereich. Die Trockenheitszeiger sind sehr regelmäßig über den gesamten Untersuchungsbereich verteilt. Bei den beiden anderen Untersuchungsbereichen weisen die Trockenheitszeiger einen geringeren Anteil auf und sind regional auf die seichtgründigen Fels- und Steinblöcke und die Rückenstandorte begrenzt.

Der hohe Anteil der Wiesenzeiger hin zu Waldgrenze ist durch die Bestandeslücken bedingt, in welchen keine Straucharten aufkommen. Auf diesen Flächen kommen, vor allem bei der mittleren Stichprobenreihe (siehe Abb. 4), zum Großteil Wiesenarten vor. Diese Flächen werden außerdem gerne vom Wild als Äsungsflächen genutzt (Wildwiese).

Im Gegensatz dazu weist der G I kaum Wiesenzeiger auf, dafür aber einen hohen Anteil an Weide- und Verhagerungszeiger (Tab. 13). Das G I liegt im Einzugsgebiet der Hüpflingeralm, welche bestossen ist. Der Untersuchungsbereich wird vom Weidevieh nur selten genützt, aber sicherlich mit einer gewissen Regelmäßigkeit.

Die Einteilung der einzelnen **Standortszeiger nach ihren Zeigerwerten** (Tab. 14) gibt ein genaueres Bild über die Standortbedingungen als nach den soziologisch-ökologischen Artengruppen.

Von den Lichtverhältnissen her weist der G I in der Bodenschicht mehr Beschattung auf als bei den anderen Untersuchungsbereichen. Der höhere Anteil an Schattenzeiger ist auch dadurch bedingt, dass in diesem Bereich die Bestandesmitglieder aber den Boden meist nicht so sehr beschatten, dass es keine Bodenvegetation mehr gibt. Dies kommt in den beiden anderen Untersuchungsbereichen wesentlich häufiger vor, vor allem wenn die Strauchschicht einen hohen Deckungsgrad aufweist. Trotzdem gibt es in allen Stichprobenflächen sowohl Schatten- als auch Lichtzeiger. Daraus ist ersichtlich, dass es in keinem Untersuchungsbereich geschlossene Bestände auf den 200 m² großen Stichprobenflächen gibt.

Bei den Wasserhaushaltszeigern gibt es eine ähnlich Durchmischung auf engstem Raum (200 m²) wie bei den Zeigern für die Lichtintensität. Die Trockenheitszeiger sind in allen Untersuchungsbereichen am häufigsten auf den seichtgründigen Stein- und Felsblöcken vertreten, wohingegen die Feuchtigkeitszeiger meist in den Mulden zwischen den Blöcken an Bedeutung zunehmen. Bei weiträumiger Betrachtung gehen die Feuchtigkeitszeiger auf den Rückenstandorten auch zurück, was aber nicht unbedingt gleich den Anteil der Trockenheitszeiger ansteigen lässt. Die Überschildung durch den Bestand hat dabei auch eine

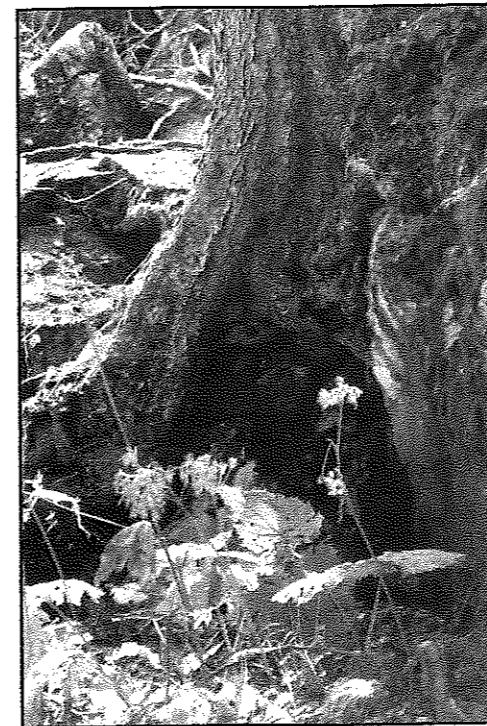


Abb. 49: Zeitweiser Quellenaustritt

gewisse Bedeutung. Einerseits nimmt durch die Überschildung die Intensität der direkten Sonneneinstrahlung ab, andererseits kommt es bei sehr dichten Bestandesgruppen kaum zu einer Benetzung des Bodens bei nicht sehr ausgiebigen Regenschauern. Meist kommt aber bei solchen extremen Verhältnissen keine Bodenvegetation mehr auf. Im G I kommen bei den Feuchtezeiger (Tab. 14) auch zum Teil Nässezeiger vor und zwar im unteren Teil des FBI wo zeitweise ein Bach unter einem Fichtenstamm hervortritt (Abb. 49). Die wechselfeuchten Standortszeiger treten meistens in seichtgründigen Mulden zwischen den Stein- und Felsblöcken auf welche einer relativ starken Sonnenbestrahlung ausgesetzt sind.

Wie der Tab. 14 zu entnehmen ist kommen in allen Untersuchungsbereichen kaum Standortszeiger vor die Nährstoffarmut anzeigen. Meist sind diese Zeiger nur auf Steinböcken zu finden, auf welchen außer einer sehr kargen Moos- und Krautschicht keine anderen Vegetationsmitglieder gedeihen. Diese Blöcke weisen zwischen dem anstehenden Grundgestein nur kleine Flecken mit geringmächtigen Gesteinsrohböden auf. Ein Grund für die durchaus zufriedenstellende Nährstoffversorgung auch auf den Stein- und Felsblöcken ist die Verwitterung des Grundgesteins, welche bei etwas höherer Mächtigkeit des Bodens und den vorherrschenden Klimabedingungen auch die Gesteinsrohböden ausreichend mit Nährstoffen versorgen. Eine gute Nährstoffversorgung ist meist in Mulden gegeben in den teilweise sogar Streue eingeblasen wird und es trotzdem zu keinem verzögernden Abbau des Materials kommt. Weiters sind Flächen bei welchen durch Änderung der kleinklimatischen Verhältnisse (z.B. Änderung der Lichtverhältnisse wegen des Zusammenbruches höherer Bestandesmitglieder) es zum Abbau einer mächtigeren Humusschicht kommt besser mit Nährstoffen versorgt.

Der relativ hohe Anteil an kalkmeidenden Standortsanzeiger (Tab. 14) trotz des rein basischen Grundgesteins ist durch die teilweise mächtigen Rohhumusaufgaben in den einzelnen Untersuchungsbereichen bedingt. Dies wird vor allem im G III sehr deutlich, welches sowohl an den kalkliebenden als auch an den kalkmeidenden Standortsanzeigern den größten Anteil von allen Untersuchungsbereichen aufweist. In diesem Bereich treten die kalkmeidenden

Pflanzen vorwiegend in jenen Bestandteilen auf, wo durch die Latschenstreu teilweise sehr mächtige Rohhumusschichten entstanden sind. Aus diesem Grund sind die Anteile an jenen Standortsanzeigern im LZ II größer als im Bereich der typischen Ausbildung des Lärchen-Zirbenwaldes (LZ I). Die kalkliebenden Pflanzen sind auf den beiden unterschiedlichen Ausbildungen des Lärchen-Zirbenwaldes hingegen zu gleichen Teilen vertreten. In den beiden anderen Untersuchungsbereichen zeigen die kalkliebenden Standortsanzeiger eine gewisse Vorliebe für die Stein- und Felsblockstandorte.

Der größte Anteil an Schutt- und Blockhaldenzeigern im G II und der gleichzeitig geringste Anteil an Fels- und Steinbesiedlern (Tab. 14) ist dadurch bedingt, dass dieses Gebiet sehr stark durch einen Felsabbruch beeinflusst wurde. Dies liegt aber schon einige Zeit zurück und dadurch sind auf den Felsblöcken zum größten Teil schon sehr tiefgründige Böden entstanden auf welchen keine Stein- und Felsbesiedler mehr vorzufinden sind.

Die Hochstauden sind bei allen Untersuchungsbereichen vorwiegend in den frischeren Standorten zwischen den Stein- und Felsblöcken aufgetreten. Dies ist mitunter auch der Grund warum sie im G III weniger häufig vorkommen als in den beiden anderen Untersuchungsbereichen.

Die Zwergstrauchheiden hingegen kommen mit Vorliebe auf den etwas kargerem Stein- und Felsblöcken vor, was auch der Grund für die regelmäßige Verteilung über die Untersuchungsbereiche ist.

Die relativ geringen Anteile an Pflanzen welche eine lange und hohe Schneelage (Tab. 14) anzeigen sind wegen der extremen Wetterlage in den Untersuchungsbereichen nur schwer zu erklären. Ein Grund dafür ist sicher, dass die extremen Schneelöcher in den Untersuchungsbereichen meist von der Vegetation ausgespart sind. Mit zunehmender Seehöhe wird dies immer deutlicher. Im G III weisen nur mehr die Rückenstandorte eine geschlossene Vegetationsdecke auf und in den Rinnen steht meist das blanke Grundgestein an.

Ähnliche Beobachtungen hinsichtlich der auftretenden Standortszeiger und ihrer Gesellschaftsbildung zeigen auch andere Aufnahmen in vergleichbaren Gebieten (MAYER, 1966; ZUKRIGL, 1973; MÜLLER, 1977; OTT et al., 1997).

5.1.4 Standortsmosaik

Ein grundsätzliches Problem, welches in allen drei Untersuchungsbereichen auftritt, ist das extrem kleinflächige Standortsmosaik. Ein sehr ausgeprägtes Standortsmosaik mit einer sehr heterogenen Artenzusammensetzung wurde auch von SAUTTER (2003) in den hochsubalpinen Lärchen-Zirbenwäldern im Gebiet der Bayrischen Kalkalpen festgestellt. Aber auch die Waldgesellschaften in dieser Seehöhe auf Blockwaldstandorten weisen ein ebensolches Standortsmosaik auf (OTT et al., 1997; SAUTTER, 2003). Durch das Wechseln der Standortbedingungen auf kleinstem Raum, treten fast bei allen Stichprobenflächen sämtliche Bedingungen auf, allerdings in unterschiedlichen Anteilen. Dies führt meist dazu, dass zwar gewisse Trends ersichtlich sind, diese aber oft nicht durch die Statistik abgesichert werden können.

Das ständige Wechseln der Kleinstandorte ist aus den Vegetationstabellen (Anhang 6) gut ersichtlich. Diese Tabellen zeigen, dass es keine Stichprobenfläche gibt, bei welcher nicht Standortsanzeiger mit genau konträren Zeigerwerten vorkommen. Daher kann den Stichprobenflächen auf Grund der Zeigerpflanzen nicht eindeutig gewisse Bedingungen zugeordnet werden. Da die Vegetation, bis zu einem gewissen Ausmaß, Ausdruck der darunter liegenden Böden ist, zeigen auch die Böden ein starke Verzahnung auf kleinster Fläche.

Das Standortsmosaik ist zum größten Teil dadurch bedingt, dass alle drei Untersuchungsbereiche durch Steinblockfelder und Geröllhalden beeinflusst sind (siehe Kap. 4.2 "Geländeform"). Teilweise sind die Felsblöcke bei Bergstürzen in ältere Lehmlager (mittlerer Untersuchungsbereich (G II)) oder in Endmoränen (unterer Untersuchungsbereich (G I)) gefallen (siehe Anhang 4). Aus diesem Grund sind auf allen Teilflächen Böden mit unterschiedlichem Entwicklungszustand eng nebeneinander vorhanden (Gesteinsrohboden – Braunlehme).

Der Ablauf der Bodenentwicklung folgt grundsätzlich wie von REHFUESS (1990) beschrieben wurde (siehe Kap. 4.3 "Bodenanalyse"), wobei die Entwicklung der Böden bei den tieferliegenden Untersuchungsbereichen weiter vorgeschritten ist. Darüber hinaus sind noch die rezenten Böden in welche die Kalkblöcke gefallen sind im G II und G I vorhanden. Die Bodenentwicklung im oberen Untersuchungsbereich (G III) wird aus klimatischen Gründen nicht die gesamte Abfolge erreichen können. Die Bodenentwicklung erreichte im G III, wie

der Tab. 10 zu entnehmen ist, das Stadium der verbrauchten Rendsinen, was angesichts der Höhenlage und der extremen klimatischen Bedingungen nicht unbedingt zu erwarten war.

Im G III ist das Mosaik hinsichtlich des Mineralbodens etwas geringer als bei den beiden anderen Untersuchungsbereichen, zeigt aber vor allem auf jenen Stichprobenflächen wo auch verbrauchte Rendsinen anzutreffen sind, dass die unterschiedlichen Mineralböden auf kleinsten Raum sehr stark wechseln. Der weniger starke Wechsel der Böden im G III hängt einerseits mit der geringeren Bodenentwicklung (geringere Anzahl der Möglichkeiten) zusammen und andererseits, dass dieser Bereich ein reines Blockfeld ist und keine rezente Böden aufweist. Die unterschiedlichen Mineralböden in den Stichprobenflächen in diesem Untersuchungsbereich sind durch das schnell wechselnde Kleinrelief und dem teilweise dadurch bedingten Kleinklima entstanden.

Durch die unruhige Geländeoberfläche sind das Kleinklima und die Bodenbedingungen auf kleinem Raume ebenfalls sehr unterschiedlich (Wasserhaushalt, Temperatur, usw.).

Dies führt dazu, dass Standortsanzeiger mit unterschiedlichen Zeigerwerten im unmittelbaren Nahbereich zu einander vorkommen. So kommt es auf allen Stichprobenflächen (200 m²) zu einem ausgeprägten Standortmosaik in Bezug auf die Krautschicht.

Ähnliche Beobachtungen hinsichtlich eines sehr kleinflächigen Standortmosaik wurden in der Näheren Umgebung bei den gleichen Waldgesellschaften auch von THUM (1978) und KLEINE (1983) beschrieben.

5.1.5 Anthropogene Einflüsse

Der Einfluß durch *forstliche Nutzungen* kann auf Grund der geschichtlichen Bedeutung der Gegend im Bergbau in keinem Untersuchungsbereich ausgeschlossen werden (siehe Kap. 2.5: "Geschichtliche Entwicklung der Wälder in der Gegend des Untersuchungsgebietes"). In den letzten beiden Jahrhunderten kann eine forstwirtschaftliche Nutzung im oberen Untersuchungsbereich (G III) und im mittleren Untersuchungsbereich (G II) weitgehend ausgeschlossen werden. Der forstwirtschaftliche Einfluß im unteren Untersuchungsbereich (G I) beschränkt sich hauptsächlich auf die Bestandesteile des Karbonat-Block-Fichtenwald (FBI). Im Bereich des FBI wurde in den letzten Jahrzehnten laut der Operate aber auch nur einige Einzelstammentnahmen vorgenommen. Darüber hinaus war für die erfolgte Seilkrandrückung die Schlägerung einer Rückegasse nötig (Abb. 50). Außer diesen Eingriffen



Abb. 50: Seiltrasse

wurden die Windwurfschäden die im Jahre 1997 auftraten natürlich aufgearbeitet. Dies war aber für den Untersuchungsbereich nur am Rande von Bedeutung und spiegelt sich in den Anteil der „Liegenden“ wieder.

Einflüsse durch ältere forstliche Nutzungen (vor über 200 Jahren) sind in allen Untersuchungsbereichen möglich.

Es ist gut möglich, dass die Bestände der vorliegenden Arbeit zur Erzeugung der für die Verhütung der Erze benötigten Holzkohle verwendet wurden. Auch im G III könnte dies, wegen der Verkohlungs vor Ort, erfolgt sein. Dies wird umso wahrscheinlicher, da die Entfernung zu den alten Karrenwegen über den Hüpfingerhals nur sehr gering sind.

Der G II ist auf der südlichen und östlichen Seite von noch bestossenen Almflächen umgeben. Der Untersuchungsbereich wird nur leicht von der *Viehhaltung* beeinflusst und dies auch nur im leichter zugänglichen Ostrand der Fläche. Im G I sind keine direkten Anzeichen von Viehhaltung zu sehen. Es kann aber nicht ganz ausgeschlossen werden, dass die Flächen in der Vergangenheit (im Nahbereich der „Hüpfingeralm“) und in der Gegenwart (Weidezeiger) nicht von der Almwirtschaft beeinflusst wurde. Ein Einfluß der Wälder im G III durch Weidevieh kann, wegen der Unzugänglichkeit (Verkarstung, Dolinen, usw.) für Vieh, weitgehend ausgeschlossen werden.

Der Einfluß von *Wild* ist bei allen Untersuchungsbereichen möglich, wobei der G III mit Abstand den geringsten Einfluß durch den Menschen aufweist und dadurch diese Flächen vom Wild als Rückzugs- und Einstandsgebiet genützt wird.

Die Tab. 40 (Kap. 4.8 "Verjüngungsanalyse") und die Abb. 33 (Kap. 4.6.9 "Schäden") zeigen, dass die Wildschäden in allen drei Untersuchungsbereichen sehr gering sind. Bei allen Stichprobenflächen weisen mindestens 86 % der Verjüngung keine Verbisschäden auf. Die Schäl- und Fegeschäden sind noch geringer als die Verbisschäden. Warum in den Untersuchungsbereichen die Wildschäden relativ gering sind wird vom Jagdpersonal einerseits durch die sehr intensive Betreuung des Wildstandes und andererseits durch die

Geländebeschaffenheit erklärt. Das Revier wird mit einem Wintergatter geführt, was natürlich die Winterschälung beim Großteil der Waldbestände durch das Rotwild verhindert. Ein großer Pulspunkt des Reviers hinsichtlich der Vermeidung von Wildschäden sind sicher auch die ausgedehnten Almen und Latschenfelder. Die bestossenen Almen geben im Frühjahr nach dem Ausapern durch ihr frisches Grün eine gute Äsung die gerne vom Wild angenommen wird. Im Herbst nach dem Almatrieb werden die Weideflächen wieder zu guten Äsungsflächen. Während des Almauftriebes sind die Almflächen für das Wild nur beschränkt als Lebensraum vorhanden, aber vor dem Auftrieb und nach dem Abtrieb werden diese Flächen dafür gern vom Wild genützt. Die teilweise sehr ausgeprägten Latschenfelder in diesem Gebiet dienen dem Wild als Einstands- und Rückzugsgebiet. Zwischen diesen Feldern, aber vor allem über diesen Feldern, sind teilweise ausgedehnte Rasenflächen, welche natürlich auch als Äsungsflächen genützt werden. Da diese Latschenfelder kaum von Menschen genützt werden, sind es wirklich optimale Ruhegebiete für das Wild, auch wenn in diesen Gebieten der Bergtourismus eine große Rolle spielt.

Die sonstigen Einflüsse durch den Jagdbetrieb sind in den Untersuchungsbereichen durch jagdliche Einrichtungen bedingt. Im konkreten Fall sind es im G I ein Hochstand und der dazugehörige Prischsteig und im G II eine auf einem Baum montierte Salzlecke.

Der Einfluß des *Bergtourismus* auf die jeweiligen Untersuchungsbereiche ist sehr gering und kann vernachlässigt werden.

Ein weit aus größerer Einfluß stellt sicher die illegale *Beerntung der Zirbenzapfen* dar. Nicht nur durch das Entfernen der Zapfen, was sehr stark die Verjüngung beeinflusst, sondern auch durch die Schäden (Scheuerschäden, Astbruch, usw.) beim Besteigen, was sich auf die Vitalität der jeweiligen Bäume auswirken kann. Die Bestände werden dadurch nachhaltig beeinflusst.

5.2 Waldbauliche Grundlagen

5.2.1 Vorrat

Die Vorräte der einzelnen Untersuchungsbereiche (Abb. 5) bei der vorliegenden Arbeit scheinen im ersten Blick relativ gering zu sein. Es gibt ähnliche Gebiete die eine wesentlich höhere Vorratshaltung aufweisen (z.B. HOLZINGER, 1987; MAYER, 1991) und vor allem im Vergleich zu den Silikat-Lärchen-Zirbenwäldern (KAMMERLANDER, 1987; SCHIECHTL und STERN, 1979, usw.) weisen diese Bestände einen wesentlich geringeren Vorrat auf. Bei genauerer Betrachtung, vor allem bei der Berücksichtigung der teilweise sehr hohen Blockbildung, liegen der Karbonat-Block-Fichtenwald (FBI) und der Karbonat-Lärchen-Blockwald (LBI) im unteren Untersuchungsbereich (G I) durchaus im Bereich der Vorratshaltung wie bei vergleichbaren Beständen (z.B. PITTERLE, 1987; MAYER, 1991).

Die relativ geringen Vorräte in den Lärchen-Zirbenwäldern der vorliegenden Arbeit entsprechen den Untersuchungsergebnissen anderer Autoren (KLEINE, 1983: 76-238 Vfm/ha; MAYER, 1991: 100-200 Vfm/ha; HOLZINGER, 1987: 290 Vfm/ha) oder leisten sogar mehr als die dort erwähnten Karbonat-Lärchen-Zirbenwälder. Der Lärchen-Zirbenbestand des mittleren Untersuchungsbereiches (G II) liegt somit im oberen Bereich der Vorratshaltung dieser Waldgesellschaft. Auch im oberen Untersuchungsbereich (G III) liegt der Vorrat mit ca. 183 Vfm/ha (Abb. 5) durchaus in jenem Bereich wie sie auch bei anderen Arbeiten festgestellt wurden. Der Vorrat der einzelnen Stichprobenflächen im G III hat einen Schwankungsbereich von 32-410 Vfm/ha. Der minimale Wert wurde bei einer Stichprobenfläche gemessen auf der eine überaltete Rotte stockt, bei welcher nur mehr vereinzelt oder in kleinen Gruppen (bis 4 Stk) die Bestandesmitglieder (150 Stk/ha) über die Fläche verteilt sind und auch wegen der hohen Dichte der Strauchschicht (über 95%) eine geringe Verjüngung aufweist. Dem gegenüber stammt der Höchstwert von einer Stichprobenfläche der typischen Ausbildung des Lärchen-Zirbenwaldes (LZ I), welche von einer großen, alten aber noch intakten Rotte geprägt ist. Das Innere der Rotte wird von starken Bestandesindividuen aufgebaut, welche von einem Bestandesrand umfassen sind, die von immer schwächer und niedriger werdenden Bestandesmitgliedern gebildet werden. Diese Rotte weist eine für den G III durchschnittliche Verjüngung (500 Stk/ha) auf, wobei die Strauchschicht (35% Deckungsgrad) eine geringere Bedeutung für den Verjüngungserfolg hat als der Einfluss durch die Bestandesmitglieder.

Ein Grund für die jeweiligen Vorräte in den einzelnen Untersuchungsbereichen der vorliegenden Arbeit findet sich darin, dass die Bestände in allen drei Untersuchungsbereichen vom Schlussgrad her sehr unterschiedlich aufgebaut sind und immer wieder kleinere und größere Lücken die teilweise vielschichtigen Bestände prägen. Mit zunehmender Höhenlage nimmt der Schlussgrad in den Bestandesgruppen immer mehr zu, dafür werden die Lücken zwischen den einzelnen Gruppen immer häufiger. Das Bild des Bestandaufbaues ändert sich schon sehr stark zwischen den beiden Waldgesellschaften des G I. Durch die regelmäßigeren Abstände zwischen den einzelnen Bestandesmitgliedern im FBI, was auch durch den Baum-Baum-Abstand nach Fuldner bestätigt wird (Abb. 41 und 42), ist die Streuung des Schlussgrades geringer als auf allen anderen Flächen. Die Gründe dafür sind im forstlichen Eingriff zu finden, aber auch die Waldgesellschaft und das etwas ausgeglichener Bodenrelief tragen einen gewissen Anteil dazu bei. Der Großteil der Lücken, die Ausmasse bis zu 0,5 ha erreichen, sind teilweise durch den menschlichen Eingriff bedingt (Entnahme von Einzelstämmen, Rückegasse (siehe Abb. 50 und Abb. 61)). Das Bestandesbild im LBI ist wesentlich uneinheitlicher und der Schlussgrad schwankt sehr stark. Die plenterartig aufgebauten Bestandesteile, aber im Besonderen die teilweise auftretenden Rottenstrukturen, weisen einen sehr hohen Schlussgrad auf (meist „dicht (gedrängt)“). Der Schlussgrad im Bereich der Gröllfelder hingegen ist, vor allem wenn nur die Baumschicht betrachtet wird, sehr gering („locker“ bis „räumdig“).

Ein weiteres Merkmal bei der Vorratsleistung stellen sicher die Stein- und Felsblöcke dar, welche in allen Gebieten mehr oder weniger häufig vorkommen (siehe Kapitel 4.2 Geländeform). Die Wuchsleistung wechselt auf engstem Raum wegen der unterschiedlichen Bodenbedingungen sehr stark. Dies drückt sich unter anderem auch dadurch aus, dass der Zusammenhang zwischen BHD und Alter in keinem Untersuchungsbereich sehr straff ist (Korrelationskoeffizient $r: 0,4 - 0,7$), wobei die Korrelation vom G I zum G III abnimmt. Hauptverantwortlich dafür sind die Bestandesmitglieder, welche auf den Stein- oder Felsblöcken stocken. Diese weisen eine geringere Wuchsleistung auf als die gleichaltrigen Bestandesmitglieder in den selben Untersuchungsbereichen. Derartige Beobachtungen machte auch KAMMERLANDER (1985) bei Lärchen-Zirbenwäldern im Oberhauser Zirbenschutzwald.

Der Vorrat über die BHD-Klassen in den drei Untersuchungsbereichen zeigt hinsichtlich der Verteilung gewisse Unterschiede. Im G I weist der Vorratsverlauf annähernd eine

Normalverteilung auf. Hingegen haben die Vorratsverteilungen bei den anderen Untersuchungsbereichen der vorliegenden Studie immer eine Art zweigipfeligen Verlauf (siehe Abb. 6 und 7).

Im G I zeigen die Vorratsverläufe der beiden Waldgesellschaften nur geringe Abweichungen zum Gesamtverlauf. Der LBI weist einen geringeren Vorrat auf und die annähernde Normalverteilung ist etwas rechtsschiefer als jener vom FBI. Dies bedeutet, dass der LBI in den größeren BHD-Klassen einen etwas höheren Vorrat aufweist als der FBI.

Im G III weisen die beiden verschiedenen Ausbildungen des Lärchen-Zirbenwaldes auf den ersten Blick einen größeren Unterschied in der Vorratsverteilung auf. Beide Verläufe sind zweigipfelig, wobei die Latschenausbildung des Lärchen-Zirbenwaldes (LZ II) eine wesentlich geringere Vorratshaltung aufweist und seine Vorratsgipfel bei geringeren BHD-Klassen aufweist, aber sonst vom Verlauf her schon ähnlich wie beim LZ I ist (Abb. 7).

Die Vorratsverläufe über die BHD-Klassen betrachtet weisen bei anderen Arbeiten (z.B. KLEINE, 1983; HOLZINGER, 1987; MAYER, 1991) mit vergleichbaren Waldgesellschaften meist eine eingipfelige Kurve auf. Obwohl es verschiedene Gründe für einen zweigipfeligen Vorratsverlauf geben kann, zeigt sich bereits KLEINE (1983), dass Karbonat-Lärchen-Zirbenbestände auf Felsspaltstandorten oder mit hohem Stein- und Felsblockbildungen zu so einem Verlauf neigen.

Das die Vorratsleistung zwischen dem G I und dem G III unter Umständen nicht sehr voneinander verschieden ist, zeigt die Tab. 15. So weist der LBI im G I sogar eine etwas geringere Vorratshaltung auf als der LZ I des G III, bei ungefähr gleichem Altersaufbau der beiden Beständen. Die geringeren Baumhöhen die im LZ I gegenüber den LBI erreicht werden (Abb. 15-17), können durch die etwas höheren Anteile in den größeren BHD-Klassen und vor allem durch die größere Stammzahl pro Hektar wettgemacht werden. Es zeigt sich also, dass trotz des extremeren Klimas im G III durchaus beachtliche Vorratsleistungen erbracht werden können. Wobei jene Stichprobenflächen des LZ I höhere Vorratsleistungen aufweisen, wo die Böden teilweise eine Verbraunungsdynamik aufweisen und der Einfluss der restlichen Vegetation (Moos-, Kraut- und Strauchschicht) etwas geringer ist.

Es muß an dieser Stelle betont werden, dass die Betrachtungen der Vorratsleistung im Untersuchungsgebiet den unterschiedlichen Grad menschlichen Einflusses zu berücksichtigen haben. Durch die anthropogenen Eingriffe im FBI, müßte zu einem umfassenden Vergleich der Vorratsleistungen der Waldgesellschaften untereinander die bisher entnommen

Holzmassen hinzugerechnet werden. Schließlich wurden bei den anderen beiden Untersuchungsbereichen keine forstlichen Eingriffe in jüngster Zeit getätigt. Allerdings muss darauf hingewiesen werden, dass ein menschlicher Einfluss, nicht nur durch die Almwirtschaft oder des Tourismus, sondern auch durch historische forstwirtschaftliche Nutzungen seit mehreren Jahrhunderten belegt ist (siehe Kap. 2.5: "Geschichtliche Entwicklung der Wälder in der Gegend des Untersuchungsgebietes"). Dieser lang zurückliegende anthropogene Einfluss kann bei jedem der drei Untersuchungsbereiche vorgekommen sein.

5.2.2 Wuchsleistung der Strauchschicht

Beim forstlichen Parameter Vorrat ist natürlich die Strauchschicht nicht berücksichtigt. Dass die Wuchsleistung der einzelnen Flächen wesentlich höher ist als der Vorrat, zeigt sich schon allein, wenn der Deckungsgrad der Strauchschicht berücksichtigt wird (Tab. 16). KREUZER (2002) zeigt, dass der Biomassenproduktion in Waldgesellschaften wesentlich höher ist als der forstliche Parameter Vorrat ausdrückt. Vor allem im oberen Untersuchungsbereich (G III) hat die Strauchschicht einen erheblichen Anteil an der Gesamtwuchsleistung. Die durchschnittlichen Deckungsgrade können der Tab. 16 entnommen werden. Die Strauchschicht ist nicht nur für die Gesamtwuchsleistung von Bedeutung sondern beeinflusst je nach ihrem Anteil die Lebensbedingungen des Bestandes enorm und prägt damit entscheidend das Bestandesbild.

Bei der Strauchschicht ist nicht nur der Deckungsgrad von Bedeutung sondern für einige Betrachtungen auch die Höhe, Stärke, das Alter usw.. Die Bedeutung der Strauchschicht nimmt vom unteren zum oberen Untersuchungsbereich zu, was auch durch die Mittelwerte des Deckungsgrades der Tab. 16 zum Ausdruck gebracht wird.



Abb. 51: Jüngerer Gröllfeld im LBI

Im *unteren Untersuchungsbereich (G I)* ist die Latsche mit mehr als 1-2% Deckungsgrad nur im Bereich der Linienstichprobenreihe „Graben“ (bis 25%) vorzufinden. Die Weide kommt ebenfalls fast ausschließlich in der Nähe der Linienstichprobenreihe „Graben“ vor, hat aber mit höchsten 5% einen wesentlich geringeren Deckungsanteil als die Latsche. Die Grünerle (Abb. 51) ist nur im Einflussbereich des jüngeren Geröllfeldes (Stichprobenflächen V und IX) von größerer Bedeutung (bis 40% Deckungsanteil). Sonst kommt die Grünerle nur vereinzelt vor. Die Erlenbüsche die im Geröllfeld vorkommen sind bis zu 80 Jahren alt. Die stärksten Stämme weisen einen Durchmesser am Stammfuß von 9-12 cm auf

und erreichen auch teilweise einen BHD von bis zu 5 cm. Die Höhe des Erlengebüsches liegt bei diesen Flächen zwischen 4-5 m. Die einzelnen Erlenbüsche weisen bis zu 25 Grundäste auf und erreichen dadurch eine Flächenausdehnung bis 40 m².

Die Latschen erreichen auf den Stichprobenflächen im Grabentransekt ein Alter bis 130 Jahren. Das Latschengebüsch erreicht im Durchschnitt eine Höhe von 1,5 m, kann aber bis zu 2,4 m Gebüschhöhe betragen. Durch die geringere Höhe werden trotz der annähernd gleichen Stammfußbreite von 7-11 cm wie bei den Grünerlen höchstens BHD von 2,3 cm erreicht. Die Verzweigung der Latsche mit bis zu 35 Grundästen ermöglicht, dass ein Steinblock von nur wenigen Latschen, die von einer Stelle mit besseren Bodenbedingungen ausgehen, vollständig bewachsen werden kann. Solche einzelne Latschenbüsche können ein Ausmaß bis zu 36 m² erreichen. Aus diesen Ausführungen wird ersichtlich, dass der Einfluss der Strauchschicht im Karbonat-Lärchen-Blockwald (LBI) wesentlich höher ist als im Karbonat-Block-Fichtenwald (FBI). Aus diesem Grund ist die Gesamtwuchsleistung des LBI gegenüber dem FBI nicht umso viel geringer als der Vorrat vermuten lässt.

Im *mittleren Untersuchungsbereich (G II)* sind die Anteile des Deckungsgrades der Strauchschicht fast zu gleichen Teilen auf die Latsche und Grünerle verteilt. Es zeigt sich dabei aber, dass wenn eine der beiden Straucharten vorkommt, die andere nicht auftritt oder nur in einem Deckungsausmaß unter 3%. Die Weide kommt nur vereinzelt im G II vor.

Das Grünerlengebüsch, welches häufiger im nördlichen Teil des G II auftritt, erreicht ein Alter bis ungefähr 92 Jahre. Die Erlengruppen reichen meist eine Höhe von 2,5-2,9 m und am Stammfuß eine Breite von 7-11 cm. Der BHD bei den stärksten Individuen erreicht 2,3 cm. Die größten Einzelsträucher haben bis zu 9 Grundäste und eine Flächenausdehnung von 25 m².

Die Latsche, die in größeren Gruppen fast ausschließlich im südlichen Teil des Untersuchungsgebietes vorkommt, kann bis zu ca. 126 Jahren alt sein. Die Höhe in der Strauchschicht, die von der Latsche dominiert wird, schwankt zwischen 1,2 bis 3,2 m. Die stärksten Individuen weisen eine Breite am Stammfuß von 10-17 cm auf, wobei aber der BHD höchstens 3,3 cm erreicht. Die zu erkennenden größten Einzelsträucher erstrecken sich über 64 m², was durch bis zu 30 Grundästen erreicht wird.

Im oberen Untersuchungsbereich (G III) ist die Strauchschicht fast ausschließlich mit der Latsche aufgebaut und nur sehr vereinzelt kommen Grünerle und Weide (unter 1%) vor.

Die Latschengruppen die im Bereich der typischen Ausbildung des Lärchen-Zirbenwaldes (LZ I) vorkommen erreichen ein Alter bis zu ungefähr 130 Jahren. Bei diesen kleinen Latschenfeldern liegen die Treibspitzen 2-3 m über dem Boden und die Breite am Stammfuß bei den stärksten Individuen beträgt 11-15 cm. Der größte BHD wurde mit 3,4 cm gemessen. Die einzelnen Latschen erreichen eine Flächenausdehnung bis 38 m² und weisen bis zu



Abb. 52: Bestandesbild LZ II

kommt es wegen der Konkurrenz, hauptsächlich um das Licht, zu keiner Verjüngung und

21 Stämmchen auf.

Im Bereich der Latschenausbildung des Lärchen-Zirbenwaldes (LZ II) sind die ältesten mit 137 Jahren nur geringfügig älter als die Latschen im LZ I. Die Höhe der Latschenfelder liegen zwischen 2,5-3,5 m. Die Breiten am Stammfuß der ältesten Latschen sind zwischen 13-18 cm, wobei aber der BHD nicht mehr als 4,1 cm erreicht. Bei der größten Einzellatsche wurde eine Flächenausdehnung von 88 m² festgestellt. Diese enorme Flächenausdehnung wurde durch 30, teilweise sehr ausladende, Grundäste ermöglicht. Diese Grundäste streichen bis zu 12 m entlang des Bodens und stellen sich erst am Ende auf. In diesen meist sehr dichten Einzellatschen

auch die Bodenvegetation hat nur auf erhöhten Steinblöcken in den Latschenfeldern eine Chance zu gedeihen. (Abb. 52)

Die Ergebnisse der Strauchschicht der vorliegenden Arbeit liegt im Bereich der Ergebnisse für Latschenbestände von HAFENSCHERER (1985 und 1987) und KUNTNER (2001) und für Grünerlenbestände von RUBLI (1976).

Diese Beschreibung der Strauchschicht unter Berücksichtigung der Deckungsgrade in den einzelnen Gebieten gibt Aufschluss darüber, dass die Wuchsleistung der Strauchschicht einiges zum gesamten Wuchspotential auf den einzelnen Flächen beiträgt. Wobei die Bedeutung der Strauchschicht hinsichtlich des Wuchspotential vom unteren zum oberen Untersuchungsbereich um einiges zunimmt.

5.2.3 Grundfläche

Der untere Untersuchungsbereich (G I) weist die geringste Grundfläche auf, gefolgt vom oberen Untersuchungsbereich (G III) und mittleren Untersuchungsbereich (G II) (Abb. 8). Dieses Ergebnisse konnte nach der Betrachtung des Vorrates (Abb. 5 und Tab. 14) nicht erwartet werden. Es zeigt, dass die höheren Vorräte im G I durch die Baumhöhen (siehe Kap. 4.6.4 "Baumhöhe") und die geringere Abholzigkeit bedingt ist. Besonders ausgeprägt ist der Unterschied zwischen Vorrat und Grundfläche im G I und G III zu sehen. Der große Unterschied des Vorrates zwischen diesen beiden Bereichen von 145,03 Vfm/ha (Kap. 4.6.1 "Vorrat") lässt nicht erwarten, dass die Grundfläche der Bäume des G III größer sind als jene des G I. Wenn die Baumhöhen (Abb. 12 und 14) der beiden Untersuchungsbereiche betrachtet werden, zeigt sich warum der G I einen wesentlich größeren Vorrat, trotz der geringeren Grundfläche, aufweist als der G III.

Ein weiterer Grund, zwar mit geringerem Ausmaß als die Baumhöhe, stellt die unterschiedliche Schafform in den einzelnen Untersuchungsbereichen dar. Die Abholzigkeit der Bäume nimmt mit steigender Seehöhe immer mehr zu (siehe Kap. 4.6.8 "Zustand"). Es ist natürlich dabei zu bedenken, dass die Abholzigkeit in Zusammenhang mit der Baumhöhe steht.

Die Grundflächenverteilung zeigt, dass in allen Untersuchungsbereichen der Anteil der „sonstigen Baumarten“, der „Dürren“ und der „Liegenden“ gegenüber jenen Anteilen bei der Vorratsverteilung zunehmen. Dies zeigt nur an, dass diese Individuen in den jeweiligen Beständen mit der vorhandenen BHD-Verteilung einen größeren Vorrat aufweisen würden, wenn sie nicht hinsichtlich der Höhe hinter den Hauptbaumarten liegen würden.

Die Grundflächenhaltung bei anderen zirbenbeeinflussten Wäldern (z.B. KLEINE, 1983; HOLZINGER, 1987; RALL, 1990) liegt durchaus im Bereich jener der vorliegenden Arbeit. Meist nimmt aber bei diesen Arbeiten die Grundflächenhaltung mit steigender Seehöhe ab. Wobei diese bei RALL (1990) sehr ausgeprägt ist, da die Grundflächenhaltung der Lärchen-Zirbenwälder in seinen Aufnahmegebieten mit $12,6 \text{ m}^2/\text{ha}$ sehr niedrig sind.

Bei diesem forstwirtschaftlichen Parameter wurde, wie bei der Vorratsbestimmung, die Mitglieder der Strauchschicht nicht berücksichtigt, wobei die Auswirkungen bei der Grundfläche stärker sind als beim Vorrat. Dies ist mitunter auch ein Grund warum jene Flächen die einen relativ großen Anteil an der Strauchschicht haben eine geringere Grundflächenhaltung aufweisen. Wenn die Strauchschicht berücksichtigt würde, wäre der Unterschied in der Grundflächenhaltung zwischen den beiden Ausbildungen des Lärchen-Zirbenwaldes im G III wesentlich geringerer. In den Berchtesgadener Alpen liegt die Grundfläche von Latschen bei bis zu $10 \text{ m}^2/\text{ha}$ (RALL, 1990). Der Karbonat-Lärchen-Blockwald (LBI) hätte auch eine größere Grundfläche und der Unterschied zum Karbonat-Block-Fichtenwald (FBI) wäre um einiges geringer, da der LBI wesentlich mehr von der Strauchschicht beeinflusst wird als der FBI (siehe Kap. 4.6.2 Grundfläche und Deckungsgrad).

5.2.4 Deckungsgrad

Der Deckungsgrad der *Baumschicht* ergibt in Zehntel betrachtet Auskunft über den Schlussgrad in den einzelnen Untersuchungsbereichen. Wie man den Werten der Tab. 16 entnehmen kann weisen alle Untersuchungsbereiche gesamt betrachtet höchstens einen Deckungsgrad von etwas über 50% auf, wobei mit steigender Seehöhe des Untersuchungsbereiches der Schlussgrad geringfügig abnimmt. Betrachtet man die einzelnen

Waldgesellschaften so ist der Unterschied beim Deckungsgrad zwischen dem oberen Untersuchungsbereich (G III) und unteren Untersuchungsbereich (G I) sehr minimal (Vergleich FBI – LZ I in der Tab. 16). Die minimalen und maximalen Werte zeigen gut, dass bei allen Untersuchungsbereichen der Schlussgrad sehr stark in den einzelnen Stichprobenflächen schwankt, wobei die Schwankungen im G III am geringsten sind. Im G I muss in dieser Hinsicht aber berücksichtigt werden, dass vor allem im Karbonat-Block-Fichtenwald (FBI) durch den forstwirtschaftlichen Einfluß der Schlussgrad herabgesetzt wurde.

Ähnliche Ergebnisse hinsichtlich des Schlußgrades zeigen sich auch bei anderen Untersuchungen in zirbenbeeinflussten Wäldern (PITTERLE, 1987; HOLZINGER, 1987).

Gleiche durchschnittliche Deckungsgrade müssen aber nicht unbedingt auch durch eine gleiche dichte im Kronenraum gekennzeichnet sein.

So sind die Mitglieder der Bestandesschicht im FBI des G I wesentlich regelmäßiger über den Bestand verteilt, was auch durch den Baum-Baum-Abstand von Fuldner (Kap. 4.7.4 "Baum-Baum-Abstand") bestätigt wird. Der mittlere Abstand in der „Strukturellen Vierergruppe“ konzentriert sich im FBI auf die Gruppen 3-6 (ca. 80%), wohingegen bei der typischen Ausbildung des Lärchen-Zirbenwaldes (LZ I) im G III fast jede Baumabstandsklasse auftritt (Abb. 42), wobei die geringeren Abstandsklassen einen höheren Anteil aufweisen. Es zeigt, dass die Struktur im G III mehr einer Rottenstruktur ähnelt, wohingegen im G I die Gruppenstruktur auf Kosten einer einheitlichen Baumverteilung zurückgeht. Der mittlere Untersuchungsbereich (G II) steht zwischen den Bestandesausbildungen der beiden anderen Untersuchungsbereichen, wobei die Struktur etwas mehr zu einer Gruppenstruktur wie im G I tendiert.

Die Bedeutung der *Strauchschicht* nimmt mit steigender Seehöhe des Untersuchungsbereiches zu. Vor allem der Deckungsgrad der Sträucher ist im G III mit Abstand am Größten, was der Tab. 16 zu entnehmen ist. Die Überschirmung durch die Strauchschicht steigt um jeweils über das Doppelte mit steigender Seehöhe des Untersuchungsbereiches. Die Unterschiede zwischen den einzelnen Untersuchungsbereichen sind im G I und G III, wie den minimalen und maximalen Werte der Tab. 16 zu entnehmen ist, vorwiegend durch die unterschiedlichen Deckungsgrade der Strauchschicht in den einzelnen Waldgesellschaften und Ausbildungen bedingt. Der FBI wird durch die Strauchschicht (4% Deckungsgrad) kaum beeinflusst, wohingegen der Karbonat-Lärchen-

Blockwald (LBI) im G I, der G II und der LZ I des G III ungefähr den selben Einfluß durch die Strauchschicht ausgesetzt sind. Die absolut größte Strauchschicht weist die Latschenausbildung des Lärchen-Zirbenwaldes (LZ II) des G III auf (Tab. 16).

Die unterschiedlichen Anteile der Strauchschicht bei den einzelnen Stichprobenflächen ist oft weniger durch die Deckungsgrade der anderen Schichten, vor allem jener der Baumschicht, bedingt, als vielmehr durch die spezifischen Gesellschaftsbedingungen in den einzelnen Waldgesellschaften und deren jeweiligen Ausbildungen. So zum Beispiel weisen der FBI und der LZ I ungefähr den gleichen Deckungsgrad der Baumschicht auf, aber im LZ I beim G III ist der Deckungsgrad der Strauchschicht wesentlich höher als im FBI.

Die Konkurrenzfähigkeit der Sträucher, vor allem jene der Latsche, scheint mit steigender Seehöhe zuzunehmen. Jene Fläche welche Bodenbedingungen aufweisen, welche für die Latsche von Vorteil sind (z.B.: trockene, durchlässige Skelettböden, nährstoffarme Böden), nehmen anteilmäßig mit der steigenden Seehöhe des Untersuchungsbereiches um einiges zu (siehe Kap. 4.3 "Bodenanalyse").

Die teilweise sehr ausgedehnten Latschenflächen im G III stellen zwar für die anderen Baumarten eine starke Konkurrenz in der Verjüngungsphase dar (KEIDEL, 1976), aber diese Latschensträucher ermöglichen zum Teil erst, dass diese Flächen von einer waldähnlichen Vegetationsgesellschaft besiedelt werden können. Jene Latschenflächen stellen somit den Beginn dieser Sukzession da (SCHWARZ, 1951).

Der Deckungsgrad der *Krautschicht* schwankt zwischen den einzelnen Untersuchungsbereichen nur um ca. 10%, wobei der G I und G III ungefähr den gleichen Deckungsgrad aufweisen und der G II die größte Deckung durch die Krautschicht hat (Tab. 16). Wobei die Überschildung der Krautschicht im G III am größten von allen Bereichen ist. Es gibt in diesem Bereich kaum Flächen wo keine Bodenvegetation vorhanden ist. Nur unter sehr dichter Latschenstrauchschicht treten Fehlstellen in der Bodenvegetation auf.

Beim Deckungsgrad der *Moosschicht* ist die Überschildung durch eine andere Schicht von geringerer Bedeutung als das vorhanden sein von bestimmten Standortverhältnissen, wie z.B. Feuchtigkeitsbedingungen, Nährstoffverhältnisse oder anstehendes Grundgestein.

5.2.5 Brusthöhendurchmesser

Die BHD-Verteilung im Karbonat-Block-Fichtenwald (FBI) im *unteren Untersuchungsbereich (G I)* ist zu einem gewissen Teil durch die vorgenommenen forstlichen Eingriffe bedingt. Solche Stammzahlverteilungen sind im Altersklassenwald nicht unüblich (BÜHLER, 1927; MAYER, 1991; BURSCHEL UND HUSS, 1997). Umgekehrt können aber auch natürliche subalpine Fichten-Blockwälder ein Stadium einschichtiger Aufbauformen haben (MAYER, 1991). Dass der Einfluss der Forstwirtschaft nicht all zu groß ist, zeigen die Anteile der Dürren, welche nicht nur in den niedrigen BHD-Klassen vorkommen (Abb. 9). Die in den letzten Jahrzehnten vorgenommenen forstwirtschaftlichen Eingriffe dienten, laut Auskunft des Forstpersonales, vorwiegend der Einleitung der Naturverjüngung.

Die BHD-Verteilung des Karbonat-Lärchen-Blockwaldes (LBI) zeigt einen Bestand, wo unter einer Oberschicht mit ziemlich gleichmäßiger BHD-Spreitung vor einigen Jahrzehnten eine verstärkte Verjüngung eingesetzt hat (Abb. 9). Dies drückt sich in der doppelt so hohen Stückzahl der niedrigsten BHD-Klasse aus. Die BHD-Durchmischung ist im LBI dabei sehr hoch, was der Durchmesserdifferenzierung nach Földner entnommen werden kann. Im Gegensatz dazu ist die Durchmesserdifferenzierung im FBI sehr gering. (siehe Kap. 4.7.1 "Durchmesserdifferenzierung")

Die BHD-Verteilung im *mittleren Untersuchungsbereich (G II)* kommt jenen für den Plenterwald typischen exponentiellen Verlauf sehr nahe. Die Durchmischung der Brusthöhendurchmesser ist ebenfalls sehr hoch, was dem Kap. 4.7.1 "Durchmesserdifferenzierung" nach Földner entnommen werden kann. Außer der Fichte weisen alle anderen Baumarten keine exponentielle BHD-Verteilung auf (Abb. 10). Dies zeigt sich aber durchaus auch bei anderen plenterartig aufgebauten Bestände (z.B. BÜHLER, 1927; BACHOFEN, 1999), dass nicht jede einzelne Baumart eine exponentielle BHD-Verteilung aufweist, sondern nur der ganz Bestand über alle Baumarten.

Die BHD-Verteilung im *oberen Untersuchungsbereich (G III)* zeigt durchaus Ähnlichkeit mit anderen Beständen in solcher Höhenlage (z.B. AULITZKY und TURNER, 1982; KLEINE, 1983). Diese Bestände sind meist durch mehr oder minder große Rotten geprägt. Bei der typischen Ausbildung des Lärchen-Zirbenwaldes (LZ I) ist die Verteilung für Rotten typisch, wobei hier

die Rottenstruktur schon etwas fortgeschritten ist und sich schon größere zusammenhängende Bestandesteile ausgebildet haben. Im Gegensatz dazu sind bei der Latschenausbildung des Lärchen-Zirbenwaldes (LZ II) die Bestandesgruppen teilweise sehr klein (4-5 Stk/Gruppe) und die Durchmesser differenzierung ist weiter gestreut ist als im LZ I.

Bei der Durchmesser verteilung im G III zeigt sich der typische Charakter des Karbonat-Lärchen-Zirbenwaldes, wo die schwachen und mittleren Durchmesser klassen von der Lärche und Fichte dominiert werden und die stärksten von der Zirbe (siehe KLEINE, 1983). Die „Sonstigen Baumarten“ sind ebenfalls typisch in den niedrigeren BHD-Klassen zu finden. Das Dürre und Liegende nur in den niedrigeren BHD-Klassen vertreten sind, zeigt an, dass in den Stichprobenflächen in letzter Zeit zu keinem Zusammenbruch von überalterten Bestandesmitglieder kam und dies, obwohl der Anteil jener Bestandesindividuen, die die physiologische Altersgrenze schon erreicht haben, ziemlich hoch ist (siehe Kap. 4.6.9 "Schäden" [Holzfehler]). Solche Bestandesbilder zeigen sich oft am Beginn einer Plenterphase (siehe BÜHLER, 1927; MAYER, 1991; MAYER, 1992).

Die quantitativen Anteile der einzelnen Baumarten weisen in den verschiedenen Untersuchungsbereichen oft ziemlich stark von den Vorratsanteilen ab. Dies ist einerseits durch die unterschiedliche Verteilung auf die BHD-Klassen bedingt und andererseits durch unterschiedlichen Höhenleistungen der einzelnen Baumarten. Im FBI sind die beiden Anteile der einzelnen Baumarten ziemlich gleich, wobei der Vorratsanteil bei der Fichte und Lärche etwas höher ist als der quantitative Anteil an der Stückzahl. Im Gegensatz dazu ist der Anteil am Vorrat bei der Lärche im LBI fast doppelt so hoch wie der Stückmäßige und alle anderen, außer den Liegenden, sind quantitativ stärker vertreten als beim Vorrat. (siehe Tab. 15 und Tab. 17)

Im G II haben die Lärche und Zirbe einen höheren Vorratsanteil als bei der stückmäßigen Verteilung, wobei dies bei der Lärche etwas stärker ist (siehe Abb. 5 und Abb. 10). Bei der Fichte ist der quantitative Anteil doppelt so hoch als jener am Vorrat. Ganz extrem ist der Unterschied bei den sonstigen Baumarten. 11% der Bestandesmitglieder gehören der Baumart Vogelbeere oder Weide an, haben aber nur eine Vorratsleistung von 0,3%. Dies weist darauf hin, dass die sonstigen Baumarten durchaus mit gewissen Prozentsätzen an der Verjüngung beteiligt sind und in den ersten Jahren einigermaßen mit den Hauptbaumarten mithalten können, aber dann bei diesen Klimaten keine dickeren Dimensionen mehr ausbilden können, unter anderem wegen fehlender Konkurrenzkraft.

Bei beiden Ausbildungen des Lärchen-Zirbenwaldes des G III haben die Zirben mit über 70% den größten Anteil am Vorrat (Tab. 15). Der quantitative Anteil der Zirbe an der Stückzahl ist in beiden Gebieten aber nicht höher als 28% (Tab. 19). Dies kommt einerseits von den wesentliche höheren Anteilen der Zirben in den starken BHD-Klassen und andererseits hat sie in diesem Gebiet ungefähr die selbe Höhenwuchsleistung wie die anderen Hauptbaumarten (siehe Abb. 17 und Tab. 23). Die Lärche hat im LZ II einen doppelt so hohen Anteil beim Vorrat als bei der stückmäßigen Verteilung. Beim LZ I ist es umgekehrt, da ist der quantitative Anteil wesentlich höher als jener am Vorrat. Bei der Betrachtung der BHD-Verteilung wird dieser Unterschied ersichtlich. Hat die Lärche im LZ I ihren größten Anteil in der niedrigsten BHD-Klasse, gibt es im LZ II keine Lärche die einen BHD unter 21 cm aufweist. Die Fichte hat einen viermal höheren quantitativen Anteil (Stückzahl) als einen vorratsmäßigen, was ebenso auf die zusätzlich vorhanden Baumarten dieser Höhenlage zutrifft. Dies zeigt, dass die Fichte bei den derzeit herrschenden Klima- und Bodenbedingungen des G III keine stärkeren Dimensionen ausbilden kann.

Es zeigt sich, dass bei allen Untersuchungsbereichen die sonstigen Baumarten, hinsichtlich der Gesamtwuchsleistung, nicht mit den drei Hauptbaumarten mithalten können. Mit zunehmender Höhenlage werden die Anwuchsbedingungen für die „Sonstigen Baumarten“ immer wichtiger, was dazu führt, dass sie sich über längere Zeiträume kaum reproduzieren oder durch den Konkurrenzdruck bzw. auf Grund der extremen Klimaverhältnisse wieder ausfallen.

Die Fichte verliert mit zunehmender Höhe an Wuchskraft gegenüber den anderen Hauptbaumarten. Genau umgekehrt verhält es sich mit der Zirbe. Die Lärche gewinnt schon im LBI des G I an Bedeutung gegenüber der Fichte und ist im G II die dominierende Baumart. Auch bei KEIDEL (1976) zeigt sich, dass die Zirbe mit steigender Seehöhenlage die konkurrenzfähigste Baumart wird und den anderen Hauptbaumarten dieser Waldgesellschaften, aber vor allem der Fichte hinsichtlich Wuchsform, -kraft, Vitalität, usw. überlegen ist.

5.2.6 Baumhöhe

Im *unteren Untersuchungsbereich (G I)* zeigt die Baumhöhenverteilung (Abb. 12) einen ähnlichen Verlauf in den beiden Waldgesellschaften auf wie bei der Durchmesserverteilung (Abb. 9). Die einzelnen Baumarten weisen ebenfalls eine sehr ähnliche Verteilung auf wie beim Brusthöhendurchmesser. Der Zusammenhang zwischen BHD und Baumhöhe ist relativ hoch (Korrelationskoeffizienten über 0,92). Die Zirbe hat den Nachteil, im unteren und mittleren Untersuchungsbereich die Baumhöhen von der Lärche und Fichte nicht erreicht zu können. Aber auch die sonstigen Baumarten sind nur in den niedrigeren Baumhöhenklassen vorzufinden (Abb. 12). Die Höhen-Verteilung zeigt zwar nicht die Mischung der Baumhöhen auf engeren Raum an, aber es lässt sich trotzdem schon über die horizontale Schichtung der Bestände eine Aussage treffen. So kann die horizontale Mischung im Karbonat-Block-Fichtenwald (FBI) des G I, wo 50% der Bestandesmitglieder in der Höhenschicht von 25,1-35,0 m liegen, nicht den selben Wert erreichen wie im Karbonat-Lärchen-Blockwald (LBI), und noch weniger jenen der beiden anderen Untersuchungsbereiche. Bei der Betrachtung der Höhendifferenzierung nach Fuldner (Kap. 4.7.2 "Höhendifferenzierung") bestätigt sich dies.

Der *mittlere Untersuchungsbereich (G II)* stellt auch bei der Baumhöhenverteilung einen plenterartigen Bestandaufbau dar (Abb. 13). Das die Durchmischung der Baumhöhen eher auf engen Raum erfolgt kann der Höhendifferenzierung nach Fuldner (siehe Kap. 4.7.2 "Höhendifferenzierung") entnommen werden. Hier hat die Fichte nicht mehr einen so großen Anteil in den höheren Klassen wie im G I (siehe Abb. 12 und Abb. 13), obwohl sie die gleiche Baumhöhen erreichen kann wie die Lärche (Abb. 16).

Die Baumhöhenverteilungen (Abb. 14) im oberen *Untersuchungsbereich (G III)* zeigen einen Bestand wie er schon bei der BHD-Verteilung beschrieben wurde. Die Baumhöhendurchmischung ist dabei wesentlich geringer als die Durchmesserendifferenzierung. Dies bedeutet, dass das Höhenwachstum in der „Strukturellen Vierergruppe“ ausgeglichener verläuft als das Durchmesserwachstum (siehe Kap. 4.7 "Strukturindex nach FÜLDNER (1995)").

Beim Vergleich der *Höhenkurve* zeigt sich der Unterschied zwischen dem Höhenwachstum der drei Hauptbaumarten in den einzelnen Untersuchungsbereichen sehr deutlich. Die Zirbe

bleibt im G I und G II hinter der Lärche und Fichte zurück und zeigt ab 50 cm BHD einen sehr flachen Kurvenverlauf (Abb. 15 und Abb. 16). Die Fichte und die Lärche haben außer im G II (Abb. 16) annähernd den gleich Kurvenverlauf, wobei mit zunehmender Höhenlage die Baumhöhen abnehmen. Im G II weist die Fichte eine wesentlich gestrecktere Kurve auf als die anderen Baumarten (Abb. 16). Es scheint als ob die Fichte auf dieser Fläche ein eher kontinuierliches Höhenwachstum aufweist, welches erst ab einem BHD von 80 cm abnimmt. Ansonsten weist die Fichte, wie die Lärche, eine wesentlich gestauchtere Höhenkurve als die Zirbe auf. Die Verflachung des Höhenverlaufes geht jedoch mit zunehmender Seehöhe von ungefähr 70 cm BHD auf ca. 50 cm zurück (siehe Abb. 15 bis 17). Ähnliche Höhenkurven weisen die Bestände bei KLEINE (1983) auf und allein für die Zirbe die Aufnahmen von LICK (1991).

Die Lärche und Fichte weisen in allen Untersuchungsbereichen ein schnelleres Jugendwachstum hinsichtlich der Höhe auf als die Zirbe. Da aber mit zunehmender Seehöhe das Gesamthöhenwachstum dieser beiden Baumarten stärker nachlässt als bei der Zirbe, werden im G III von allen drei Hauptbaumarten ungefähr die selben Gesamthöhen erreicht (Abb. 17).

Die *Oberhöhe* zeigt ebenfalls, dass die Zirbe im G I mit den beiden anderen Hauptbaumarten hinsichtlich des Höhenwachstum nicht mithalten kann (Tab. 23), auch wenn man berücksichtigt, dass die Zirbe auf dieser Fläche eher schwächere BHD aufweist. Im Gegensatz dazu scheint die Zirbe mit den klimatischen Verhältnissen im G III am besten zurecht zu kommen. Die Lärche, die im G III mit der Zirbe mithalten kann, scheint wiederum im G II am besten mit den dort herrschenden Verhältnissen zurecht zu kommen. Im G I weist die Fichte die größte Oberhöhe auf. Betrachtet man die beiden Waldgesellschaften getrennt, so weisen im FBI die Fichte und die Lärche ungefähr die selbe Oberhöhe auf. Im LBI hat sogar die Lärche die größte Oberhöhe (Tab. 23). Der Unterschied zwischen den Ergebnissen des gesamten G I und jenen der Waldgesellschaften im G I dürfte im Aufnahmeverfahren der Oberhöhe nach WEISE (1880) liegen. Die stärkere Abnahme der Oberhöhe bei der Fichte mit steigender Höhenlage (Abb. 15 bis 17) zeigt an, dass die Fichte im G I gerade noch die wuchskräftigste Baumart hinsichtlich des Höhenwachstums ist und schon bei geringen Veränderung der Verhältnisse an Konkurrenzkraft einbüßt. Ähnliche Beobachtungen machte auch KEIDEL (1976).

5.2.7 Altersaufbau

An Hand des BHD kann keine genau Altersansprache vorgenommen werden, da bei allen drei Untersuchungsbereichen eine starke Altersschwankung in den einzelnen BHD-Klassen auftritt. Die Ursachen dafür liegen hauptsächlich in den stark und sehr kleinflächigen wechselnden Standortsunterschieden, wobei die extremen Umwelteinflüsse der Hochlage dies noch verstärken.

Obwohl die BHD-Verteilung im mittleren Untersuchungsbereich (G II) und im oberen Untersuchungsbereich (G III) ähnlich sind (annähernd exponentieller Verlauf), sind im G III die jüngeren Altersklassen wesentlich weniger häufig vertreten. Trotzdem ist der Zusammenhang zwischen BHD und Alter im G III (Korrelationskoeffizient $r=0,64$) etwas straffer ist als im G II ($r=0,55$). Der untere Untersuchungsbereich (G I) weist ungefähr die gleiche Straffung ($r=0,51$) auf wie der G II. Wobei der Zusammenhang zwischen Alter und BHD im Karbonat-Block-Fichtenwald (FBI) etwas straffer ist als im Karbonat-Lärchen-Blockwald (LBI).

Eine gewisse Schwierigkeit bei der Altersbestimmung bei einigen Proben stellt die Auszählung der extrem engen Jahrringen dar, die oft kaum voneinander zu unterscheiden sind (Jahrringausfall). Teilweise treten auch Zeitabschnitte mit geringen Zuwächsen auf. Die Ursachen dafür können sehr unterschiedlich sein und geht von lokalen Klimaschwankungen, ungünstigen Kleinstandorten bis hin zu Zuwachsverlusten wegen Übershirmung oder Schäden wie Pilzbefall oder Deformationen (SCHMIDT-VOGT, 1989).

Über alle Baumarten zusammen betrachtet weist der G III die geringste und gleichmäßigste Altersverteilung auf und der G II die weitgestreuteste und unregelmäßigste (Abb. 26 bis 28). Wobei natürlich zu bedenken ist, dass viele der dicksten Probestämme im G III innen hohl sind und somit nicht in die Altersverteilung eingegangen sind. Daher sind die höchsten Altersklassen nicht oder zu gering vertreten.

Die Altersverteilung der Zirben und Lärchen zeigt, dass der G I und G II größere Anteile in den jüngeren Altersklassen aufweist als der G III (Abb. 26 und 27). Obwohl es keinen straffen Zusammenhang zwischen BHD und Alter in den Untersuchungsbereichen gibt, zeigt sich eine gewisse Tendenz, dass mit zunehmender Seehöhe für das Erreichen bestimmter BHD im

Durchschnitt eine etwas länger Zeit benötigt wird. Weil aber die Bohrspäne erst bei Probestämme mit einem BHD von ≥ 10 cm gewonnen wurden, sind die niedrigen Altersklassen in den geringeren BHD-Klassen nicht berücksichtigt. Da 28% der Bestandesindividuen einen BHD unter 10 cm aufweisen (Abb. 11) ist im G III die Überalterung geringer als dies die Altersvergleiche (Abb. 26-28) wiedergeben.

Wegen des sehr ausgeprägten Standortsmosaik in allen Untersuchungsbereichen ist aber bei den Extremwerten der Unterschied zwischen Alter und BHD innerhalb der Untersuchungsbereiche größer als zwischen diesen. Bei KAMMERLANDER (1985) ist der Korrelation zwischen Alter und BHD ebenfalls sehr gering, vor allem auf den Blockstandorten.

In den geschlossenen Beständen sind im Durchschnitt geringere Altersdifferenzen zwischen den Nachbarn als in den aufgelockerten Bestandteilen. Im G I sind die Altersdifferenzen zwischen den nächsten Nachbarn über die gesamte Fläche betrachtet geringerer als beim G II und G III. Sie ist im LBI schon etwas höher als im FBI, wobei dort wo der Anteil der Stein- und Felsblöcke höher wird und dort wo, in den natürlichen und vor allem in dem durch den forstlichen Eingriff bedingten Löchern, die Verjüngung vor einiger Zeit begonnen hat, die Altersdifferenz schlagartig ansteigt. Die Altersdifferenz zwischen den Nachbarbäumen ist, trotz der größeren Unterschiede, im G II und G III wesentlich ausgeglichener über den ganze Untersuchungsbereich betrachtet. Nur im G III kommt es auf jenen Stichprobenflächen, die in alte Rotten-Reste ohne Verjüngung fallen, zu sehr geringen Altersdifferenzen zwischen den Nachbarbäumen.

Bei den Aufnahmen für die Altersbestimmung zeigte sich, dass im Inneren der Rotten das Alter der unmittelbaren Nachbarbäume eine sehr geringe Altersschwankung (-20 Jahre) aufweist. Hingegen ist der Altersunterschied der unmittelbaren Nachbarn bei plenterartig aufgebauten Beständen meist wesentlich größer. Aber auch der relativ gleichmäßig aufgebaute FBI im G I weist im Durchschnitt eine etwas höhere Altersschwankung zwischen den direkten Nachbarbäumen auf als bei den Rotten in allen drei Untersuchungsbereichen. Hingegen ist die Altersschwankung zwischen den inneren Bestandesindividuen und denen am Rand der Rotte relativ hoch und weist ähnliche Werte auf, wie sie auch die plenterartige Struktur hat. Am größten ist der Altersunterschied bei jenen in der Auflösung befindenden Rotten, bei welchen unter den einzelnen noch verblieben sehr alten Individuen sich eine

Verjüngung eingestellt hat. Ein ähnliches Bild weisen die Verjüngungslöcher im FBI des G I auf.

Die maximalen Alterswerte bei der Fichte und Lärche werden mit Abstand im G II erreicht (Abb. 26 und 28), jene bei den Zirben im G III (Abb. 27). Die Fichten erreichen mit bis 260 Jahren im G I und G III ähnliche maximale Alterswerte wie bei anderen Untersuchungen in zirbenbeeinflussten Wäldern (z.B.: PITTERLE, 1987; KLEINE, 1983). Sie liegen im unteren Bereich der Zeitspanne von 200-400/600 Jahren, die MAYER (1992) für solche Wälder angibt. Nach MAYER (1974) erreichen Lärchen und Zirben in den Hochlagen 300-500 Jahre. Dies konnte bei den stärksten Stämmen wegen des auftretenden Faulkernes nicht festgestellt werden. Die zählbaren Bohrspannabschnitte jener Stämme welche einen Faulkern haben, weisen oft noch über 200 Jahrringe auf, wobei diese meist nur eine Länge von unter $\frac{1}{2}$ des BHD ausmachen. Wenn man dies berücksichtigt so erreichen die ältesten Lärchen und Zirben jene Altersbereiche die bei MAYER (1974) angegeben werden.

Wie lange diese Bäume den Beständen noch erhalten bleiben ist schwer zu sagen, aber es ist bekannt, dass, vor allem die sogenannten „Wetterzirben“, trotz der auftreten Schäden noch mehrere Jahrzehnte als halbwegs stabile Bestandesindividuen erhalten bleiben bis es zum völligen Absterben oder Zusammenbruch kommt.

Dabei werden die Bedingungen unter den absterbenden Zirben für die Verjüngung (mehr Licht, weniger Trockenheit, usw.) für kürzere Zeit besser und es kann noch unter dem Schutz dieser alten Wetterzirben eine Verjüngungszelle entstehen, was für die Stabilität des Bestandes von enormer Bedeutung ist.

Die *durchschnittliche Zeit bis zum Erreichen der Höhe des BHD* zeigt, wenn auch in unterschiedlichem Ausmaß, bei Betrachtung des Median für die drei Hauptbaumarten dasselbe Bild und zwar, dass von unten nach oben die Zeit zunimmt (Tab. 28). Die stärkste Zunahme ist bei der Fichte gegeben. Die Fichte zeigt auch durch andere Werte (BHD, Baumhöhe, usw.), dass sie mit den extremeren Klimabedingungen mit zunehmender Höhenlage weniger zurechtkommt wie die beiden anderen Hauptbaumarten. Diese Behauptung wird durch die Betrachtung der benötigten Zeit bis zum Erlangen einer Höhe von 1,30 m bei den Hauptbaumarten in den drei Untersuchungsbereichen bestätigt. Die Fichte benötigt im Durchschnitt im G II und G III am längsten um die Höhe des BHD zu erreichen.

Die Minimalwerte (Tab. 28) sind etwas mit Vorsicht zu betrachten, aber es sind sicher gute Anhaltspunkte in welchem Bereich von Jahren bei den einzelnen Untersuchungsbereichen die Höhe des BHD frühestens erreicht werden kann. Die Bäume welche diese Minimalwerte ergeben stocken bei allen drei Hauptbaumarten ausnahmslos auf tiefgründigen und wuchskräftigen Standorten. Über die sonstigen Aufwuchsbedingungen, wie Überschirmung, Konkurrenzdruck usw. kann bei der erfolgten Art der Bestimmung der Zeit zum Erreichen der Höhe des BHD, keine Aussage mehr getroffen werden.

Jene Individuen die den Maximalwert in den einzelnen Untersuchungsbereichen (Tab. 28) erreicht haben, stocken ausschließlich auf Felsblöcken, die nur eine sehr geringmächtige Gründigkeit des Boden aufweisen. Der Großteil dieser Böden gehören der Gruppe der Gesteinsrohböden an. Der Maximalwert bei der Lärche von 86 Jahren im G I ist von einer Lärche, die auf einem Felsblock stockt, der einen Gesteinsrohboden mit 10-20 cm Mächtigkeit aufweist. Außerdem steht der Baum im Unterstand einer Zirbe und anderen Lärchen. Von dieser Lärche abgesehen liegen auch im G I die Zeiten zum Erreichen der Höhe des BHD ähnlich wie bei den Maximalwerten der anderen Gebiete.

Das bei allen Hauptbaumarten die maximale Zeit zum Erreichen der Höhe des BHD im G II am geringsten ist liegt an den etwas ausgeglicheneren Bodenbedingungen in diesem Gebiet.

Die Minimal- und Maximalwerte der Tab. 28 zeigen, dass die Zeit bis die Höhe von 1,30 m erreicht werden kann in allen Untersuchungsbereichen ungefähr gleich ist. Daraus ist ersichtlich, dass die kleinstandörtlichen Bedingungen (Kleinklima, Bodenbeschaffenheit, Konkurrenz, usw.) bei der vorliegenden Arbeit wesentlich mehr die Geschwindigkeit des Wachstum beeinflussen als die Änderungen durch die steigende Höhenlage.

Die Zeit zum Erreichen der Höhe von 1,30 m in den Untersuchungsbereichen der vorliegenden Arbeit liegt im annähernd gleichen Bereich wie bei Untersuchungen zirbenbeeinflusster Wälder anderer Arbeiten (z.B.: KAMMERLANDER, 1985: 18-57 Jahre; PITTERLE, 1987: 20-80 Jahre).

Das mittlere *Alter der stärksten Latschenbüsche* ist bei allen drei Untersuchungsbereichen fast gleich (Tab. 29). Diese Werte bekommen erst in Zusammenhang mit dem Überschirmungsgrad (Tab. 16) eine größere Aussagekraft. Diese Werte geben Aufschluss darüber wie lange und in welchem Ausmaß die jeweilige Strauchschicht das Bestandesbild mitgeprägt hat. Der Einfluss der jetzigen Erlengebüsche hat im G II vom Alter her im Durchschnitt etwas früher begonnen als im G I (Tab. 29).

Die Grünerlen sind im G I zwar jünger, weisen aber eine besser Wuchskraft auf als jene im G II, sowohl hinsichtlich der Höhe und der Flächenausdehnung. Die BHD-Werte sind in beiden Untersuchungsbereichen ziemlich gleich, wobei die Erlenbüsche im G I auch hinsichtlich des Maximalalterswertes jünger sind als im G II. Die Sträucher haben im FBI auf Grund des geringen Deckungsgrades kaum Bedeutung (Tab. 16). Im LBI hat, vor allem die Erle, in gewissen Teilbereichen einen größeren Einfluß als im G II.

Beim Erlengebüsch weisen die stärksten Stämme ein geringeres Alter auf als die Latschengebüsche in den jeweiligen Untersuchungsbereichen (Tab. 29). Da die Erle sich optimal auf hangfeuchten-sickerfrischen, nährstoff- bis basenreichen, biologisch hochaktiven Böden entwickelt, ist sie bei diesem Untersuchungsgebiet von den Latschen abgegrenzt. Laut MAYER (1974) tendieren diese Flächen am Arealrand der Zirbe zum Fichtenwald. Dies zeigt sich auch bei der vorliegenden Arbeit.

Die maximalen Alterswerte bei der Latsche weisen in allen Untersuchungsbereichen ungefähr die gleichen Werte auf (Tab. 29). Die Besiedlung der Flächen durch die jetzt ältesten Gebüschgruppen ist somit bei allen Teilgebieten ziemlich zur selben Zeit (ungefähr vor 95 Jahren) erfolgt. Die unterschiedliche Entwicklung der Strauchschichten (siehe Kap. 5.2.2 "Wuchsleistung der Strauchschicht") bei den einzelnen Untersuchungsbereichen sind daher durch die verschiedenen Wuchsverhältnisse für die einzelnen Straucharten auf den Standorten bedingt. Die Konkurrenzkraft der Latsche gegenüber anderen Strauch- und Baumarten ist im G III wesentlich größer als bei den beiden anderen Untersuchungsbereichen. Mit fallender Seehöhe geht dann die Konkurrenzkraft der Latsche sehr schnell gegenüber den Hauptbaumarten zurück und wird dort auf Sonderstandorte verdrängt. Dies zeigt sich in gewissen Masse auch schon im G III, wo bei der typischen Ausbildung des Lärchen-Zirbenwald (LZ I) auf den besseren Böden der Anteil der Latschen sehr stark zurückgeht (Tab. 16).

Die Latsche hat durch das Ausbreitungsvermögen (siehe Kap. 5.2.2 "Wuchsleistung der Strauchschicht") vor allem auf trockenen, durchlässigen Skelettböden, wo die Bodentrockenheit durch regelmäßige Niederschläge ausgeglichen wird, gegenüber anderen Baum- und Straucharten eine gewisse Konkurrenzkraft. Wie dem Kap. 5.2.2 "Wuchsleistung der Strauchschicht" entnommen werden kann, erreichen einzelne Latschen in den Untersuchungsbereichen eine sehr große Flächenausdehnung. Die Flächenausdehnung einzelner Latschensträucher wird oft unterschätzt, da durch Übersättigung oder Absenker weitere Herzwurzelsysteme mit spaltengründigen Senkern entwickelt werden und dann kaum

mehr von außen die wirkliche Größe der Einzelsträucher festzustellen ist. Durch diese Anpassung an die Bodendynamik im Gebirge gewinnt die Latsche noch mehr an Konkurrenzkraft gegenüber anderen Arten.

Bei zu flachgründigen Standorten tritt dann an Stelle des Lärchen-Zirbenwaldes der Latschen-Buschwald. Im Kontakt mit Latschenbestockung ist diese Dauergesellschaft ein natürliches Pionierwaldstadium auf extremen Standorten (MAYER, 1974). Der Latschen-Buschwald tritt teilweise im Anschluß an den G II und G III auf.

5.2.8 Zuwachs

Die Zunahme des durchschnittlichen Radialzuwachses bei der Fichte mit steigender Seehöhe des Untersuchungsbereiches (Tab. 30 und 31) ist nur dadurch zu erklären, obwohl es, wie schon erwähnt, kein statistischen Zusammenhang zwischen Zuwachs und Alter gibt, dass die beprobten Fichten im oberen Untersuchungsbereich (G III) im Durchschnitt etwas jünger sind als jene der beiden anderen Untersuchungsbereichen (Abb. 28).

Ähnlich verhält es sich mit der Zirbe. Im unteren Untersuchungsbereich (G I) ist die mittlere Jahrringbreite (1987-1997) der Zirbe um einiges höher als in den beiden anderen Untersuchungsbereichen (Tab 31), weil die Zirben vor allem im Grabenbereich in einem wuchskräftigen Alter sind (Abb. 27).

Da die Verteilung der beprobten Lärchen hinsichtlich Alter und BHD in allen drei Untersuchungsbereichen annähernd gleich sind, dürften im mittleren Untersuchungsbereich (G II) die besten Wuchsbedingungen für die Lärche herrschen.

Diese Überlegungen werden durch den Vergleich des durchschnittlichen Jahrringbreitenzuwachses über das Lebensalter (Tab. 30) mit jenem in den zehn Jahren von 1987-1997 untermauert. Dabei zeigt sich bei der Fichte im G III, dass im Durchschnitt der Jahrringbreitenzuwachs in mm in den zehn Jahren größer ist als über das gesamte Alter. Im G II ist dieser Wert ziemlich ausgeglichen. Im G I hingegen ist er um einiges niedriger. Etwa umgekehrt verhält es sich bei der Zirbe. Die Lärche weist in allen Untersuchungsbereichen ziemlich ähnliche Wert auf, wobei bei die mittlere Jahrringbreite in mm in den zehn Jahren von 1987-1997 geringer ist als über das gesamte Lebensalter betrachtet.

Bei der Fichte zeigen im G III Individuen über 180 Jahren einen wesentlich geringeren Jahrringzuwachs auf als gleichaltrige Fichten in den beiden anderen Untersuchungsbereichen.

Bei den anderen beiden Hauptbaumarten konnte dies nicht festgestellt werden. Dies scheint auch durch die BHD-Verteilung bestätigt zu werden, wo die Fichte im G III nur bis zu der BHD-Klasse 31-40 cm anzutreffen ist, obwohl vom Alter her auch die Werte der beiden anderen Untersuchungsbereiche erreicht werden können (siehe z.B. Kap. 4.6.5 "Bestandesaufrisse"). Die dickste Fichte im G III hat einen BHD von 39,3 cm und ein Alter von 209 Jahren.

Grundsätzlich sind aber die Jahrringbreitenzuwächse in den drei Untersuchungsbereichen nicht sehr unterschiedlich (siehe Tab. 30 und 31), was darauf hinweist, dass in den unterschiedlichen Untersuchungsbereichen der selbe Stärkenzuwachs produziert werden kann. Grundsätzlich hängt das Stärkenwachstum eines Gebietes in großem Masse von der Länge der Vegetationszeit ab. Bei OBERHUBER und KOFLER (2003) zeigt sich aber auch eine gewisse Abhängigkeit von der Exposition. Vor allem reagieren die verschiedenen Expositionen unterschiedlich auf die jeweiligen Witterungsverhältnisse eines Jahres. Nordhänge haben einen wesentlich strafferen Zusammenhang zwischen Klima und Stärkenzuwachs als West und Südhänge (OBERHUBER und KOFLER, 2003). So gesehen wird der Höhenunterschied zwischen den einzelnen Untersuchungsbereichen (siehe Tab. 5) durch die unterschiedliche Exposition (siehe Tab. 5) hinsichtlich der Länge der Vegetationszeit ausgeglichen. Die Unterschiede bei den Stärkezuwächsen innerhalb der Untersuchungsbereiche ist wesentlich stärker als zwischen den Untersuchungsbereichen (Signifikanz des Levene Testes unter der Faustzahl von 0,05 (0,04)). Die starken Zuwachsunterschiede in den einzelnen Flächen sind hauptsächlich durch das kleinräumige Standortsmosaik bedingt.

Bei der Betrachtung der maximalen Radialzuwächse (Tab. 32) scheint es, dass derzeit der G II die wuchskräftigsten Bestandesindividuen hinsichtlich des Radialzuwachses aufweist, gefolgt vom G III und G I. Bei den minimalen Breitenzuwächsen (Tab. 32) ist dies fast umgekehrt. Es zeigt sich also, dass derzeit im G I die Wuchsbedingungen etwas ausgeglichener sind als in den beiden anderen Untersuchungsbereichen. Dabei muß aber erwähnt werden, dass es zwischen den einzelnen Untersuchungsbereichen bei einem Vertrauensbereich von 95% (Varianzanalyse) keinen signifikanten Unterschied gibt.

Die großen Unterschiede zwischen den minimalen und maximalen Jahrringbreiten sind hauptsächlich durch die kleinräumig rasch wechselnden Standortverhältnissen bedingt. Die maximalen Werte sind zum Großteil auf den besseren Böden zwischen den Steinblöcken und

die minimalen Radialzuwächse bei den seichtgründigen Standorten auf den Steinblöcken anzutreffen. Natürlich spielt auch der Entwicklungszustand und die Konkurrenzbedingungen des Baumes eine gewisse Rolle. Mit zunehmenden Brusthöhendurchmesser und damit auch im gewissen Masse mit zunehmenden Alter nimmt der Radialzuwachs im mm ebenfalls ab, dies ist aber bei weitem nicht so stark als durch die unterschiedlichen Bodenbedingungen. Das unterschiedliche Vitalitätsklassen und Standortsbedingungen für die Unterschiede der Radialzuwächse bei derselben Bestandesentwicklungsphase verantwortliche sind, wurde auch von KAMMERLANDER (1985) beschrieben.

Zwischen den einzelnen Mineralböden konnte hinsichtlich des Stärkenzuwachses kein gesicherter statistischer Unterschied festgestellt werden. Nur die Gesteinsrohböden sind wesentlich schwächer im Stärkenzuwachs als die anderen Mineralböden (statistisch abgesichert).

Die Radialzuwächse die KAMMERLANDER (1985) angibt (Vitalität: üppig-normal), liegen annähernd im Bereich wie sie auch bei der vorliegenden Arbeit ausgewertet wurden.

Bei den maximalen Radialzuwächsen sind nur bei der Fichte die Werte ungefähr im gleichem Bereich wie bei KAMMERLANDER (1985) angegeben. Bei der Zirbe sind die maximalen Radialzuwächse geringer und bei der Lärche um einiges höher als bei den Flächen bei KAMMERLANDER. Diese Abweichungen mögen daher rühren, dass die Bedingungen für die einzelnen Baumarten in diesen Untersuchungsgebiet anders sind und daher auch die unterschiedlichen maximalen Radialzuwächse entstehen. Die Bedingungen für die Bestände von KAMMERLANDER (1985) sind denen von dieser Diplomarbeit weitgehend ähnlich, mit dem Unterschied, dass das geologische Ausgangssubstrat in der Studie von KAMMERLANDER (1985) überwiegend aus altkristallinen phyllitischen Muskovit-Glimmerschiefer besteht.

Die Zeit die von den einzelnen Bäumen benötigt wird um eine Höhe von 1,30 m zu erreichen zeigt die Abhängigkeit für das Wachstum von den jeweiligen Standortbedingungen. Die Unterschiede zwischen der minimalen und der maximalen Zeit zum Erreichen der BHD-Höhe kann der Tab. 28 entnommen werden. Die maximalen Werte stammen ausschließlich von Bäumen die auf einem flachgründigen Felsblock stocken und einer mehr oder minder großen Überschildung ausgesetzt sind. Die geringste Zeit zum Erreichen der Höhe des BHD weisen, vor allem im G III, jene Stämme auf, welche in der Mitte einer Altholzgruppe stehen. Wie

dicht die Rotte in der Jugend war, und somit wie stark die Konkurrenz auf diese Bäume, kann natürlich nicht mehr genau festgestellt werden, aber sie werden wohl eine ähnliche Struktur aufweisen wie die jüngeren Rotten, welche jetzt im G III beobachtet werden können. Aber auch bei den beiden anderen Untersuchungsbereichen weisen jene Probestämme welche in einer Baumgruppe stehen die minimalen Zeiten zum Erreichen von einer Höhe von 1,30 m auf. Es zeigt sich also, dass für das schnelle Höhenwachstum in der Jugend, neben guten Umweltbedingungen (Boden, Kleinklima, äußere Einflüsse, usw.), je nach Baumart ein mehr oder weniger starker Konkurrenzdruck der unmittelbaren Nachbarn bei diesen Untersuchungsbereichen mitverantwortlich ist. Diese Theorie wird auch dadurch bestätigt, dass jene Probestämme, welche jetzt als „Solitärbaum“ (keine direkte Kronenberührung) bezeichnet werden können, über dem Mittelwert der Zeit zum Erreichen der Höhe des BHD auf dem jeweiligen Gebiet liegen. Natürlich kann nicht unbedingt vom jetzigen Erscheinungsbild auf die Konkurrenzbedingungen in der Jugend geschlossen werden.

Umgekehrt weisen aber auch Bäume welche im Unterstand gedeihen oder einen sehr starken Konkurrenzdruck (z.B. sehr dichte Kraut-, Moos- oder Strauchschicht) ausgesetzt sind einen längeren Zeitraum auf, bis eine Höhe von 1,30 cm erreicht ist.

Bei diesen Werten darf man nicht außer Acht lassen, dass der Großteil dieser so gebohrten Stämme sicherlich zu den vitaleren Individuen auf den jeweiligen Flächen zählen.

5.2.9 Zustand

Das der Prozentsatz der *Zwieselbildung* vom unteren Untersuchungsbereich (G I) zum oberen Untersuchungsbereich (G III) zunimmt (Abb. 29) ist durch die extremeren



Abb. 53: Kandelaber

Witterungsverhältnisse (stärker Schneedruck) und andererseits durch den höheren Anteil an der Zirbe bedingt, welche für Schneebruch sehr anfällig ist. Der hohe Anteil von Schneebrüchen bei der Zirbe wird auch von OTT et al. (1997) beobachtet, wobei die Stabilität der Bäume dadurch nicht wesentlich beeinträchtigt wird, sondern die Kronen erhalten dadurch ihre typische, abgerundete Form. Der stärkere Schneedruck der mit steigender Seehöhe auftritt hat dabei einen größeren Einfluss auf die höhere *Zwieselbildung* als der zahlenmäßig höhere Anteil der Zirbe. Die Zirbe ist zwar von den drei Hauptbaumarten, in allen Untersuchungsbereichen jene mit den höchsten Anteil an *Zwiesel*, sie weist aber im G III einen doppelt so hohen *Zwieselanteil*

auf als in den beiden anderen Untersuchungsbereichen (siehe Kap. 4.6.8 "Zustand"). Dabei ist nicht nur die größeren Schneemengen mit steigender Seehöhe von Bedeutung sondern vor allem Schneefälle in der Vegetationszeit führen zu häufigen Wipfelbrüchen (Kandelaberbildung (Abb. 53)) und somit zu höherer *Zwieselbildung*.

Die Anteile der *Säbelwüchse* (Abb. 29) ist den gegebenen Hangneigungen (siehe Tab. 7 bis 9) entsprechend und liegt unter den Werten in vergleichbaren Gebieten (z.B. KLEINE, 1983; HOLZINGER, 1987). Normal ist auch, dass die Lärche den größten Anteil an den *Säbelwüchsen* bei allen drei Untersuchungsbereichen aufweist. Ein „starker“ *Säbelwuchs* (Abstand zwischen Bodenaustrittspunkt und Baumachse >1m) tritt außer bei der Lärche nur mehr bei der Zirbe im mittleren Untersuchungsbereich (G II) auf (siehe Kap. 4.6.8 "Zustand"). Diese Zirben stocken alle samt auf Fels- oder Steinblöcken. Auch die Lärchen mit starkem *Säbelwuchs*, welche bei allen Gebieten ziemlich den gleichen Prozentsatz einnehmen (bei ca. 35% der Bäume die *Säbelwuchs* aufweisen), stocken zum

überwiegenden Teil auf Fels- oder Steinblöcken. Ansonsten sind die starken Säbelwüchse an den Lagen mit höherer Hangneigung aufgetreten.

Es zeigt sich auch, dass die Säbelwüchsigkeit mit zunehmenden Dichtstand abnimmt. Dies ist vor allem im G III gut zu beobachten, wo der Großteil der Säbelwüchse bei Bäumen auftritt die nicht im Schutz einer Rottenstruktur aufgewachsen sind. Ähnlich verhält es sich wenn die Bäume in oder unterhalb von dichten Latschengebüschen aufgewachsen sind.

Dass die Zirbe den größten Anteil der auf *Stein stockenden Bäume* einnimmt, ist zum Teil durch ihre Vorliebe für bestimmte Bodeneigenschaften bedingt. Der große Anteil von ca. 70% der Zirben im G I welche auf Stein- und Felsblöcken stocken ist dadurch bedingt, dass die Zirbe bei dieser Höhenlage und diesen Geländegegebenheiten auf Grund der Konkurrenzkraft der anderen Baumarten auf jene Standorte verdrängt wird (ökologische Nische).

Der geringere Anteil von Bäumen die auf einen Stein- oder Felsblock stocken im G III ist durch die klimatischen Verhältnisse bedingt. Der Großteil der Stein- und Felsblöcke sind wenn überhaupt nur sehr spärlich mit einer Vegetationsdecke versehen, so dass die Besiedlung durch Arten der Strauch- oder Baumschicht noch nicht von Erfolg gekrönt sein kann.

Das Gegenteil zu den Stein- und Felsblöcken im G III sind jene des G II, welche zum überwiegenden Teil Böden aufweisen die eine Mächtigkeit von mehr als einen halben Meter ausgebildet haben. Daher weisen die Stein- und Felsblöcke, die größeren ohne Ausnahme, eine Strauch- und Baumschicht auf. Aus diesem Grund und wegen des Anteiles an Fels- und Steinblöcken (Tab. 8) hat der G II einen wesentlichen größeren Anteil an Bestandesmitgliedern die auf Stein- oder Felsblöcken stocken als bei den beiden anderen Untersuchungsbereiche (Abb. 29).

Der geringere Anteil an Bäumen im G I die im *Unterstand* von anderen stehen (Abb. 29) ist vor allem durch den forstlichen Eingriff hervorgerufen. Dies zeigt sich im starkem Masse beim Bestand des Karbonat-Block-Fichtenwald (FBI), wo die unterständigen Bäume einen Prozentsatz von weniger als 5% ausmachen. Denn gegenüber sind im Karbonat-Lärchen-Blockwald (LBI), der teilweise schon eine gewisse Rottenstruktur erkennen lässt, die Bäume die im Unterstand stehen mit einem Prozentsatz von rund 20% vorhanden.

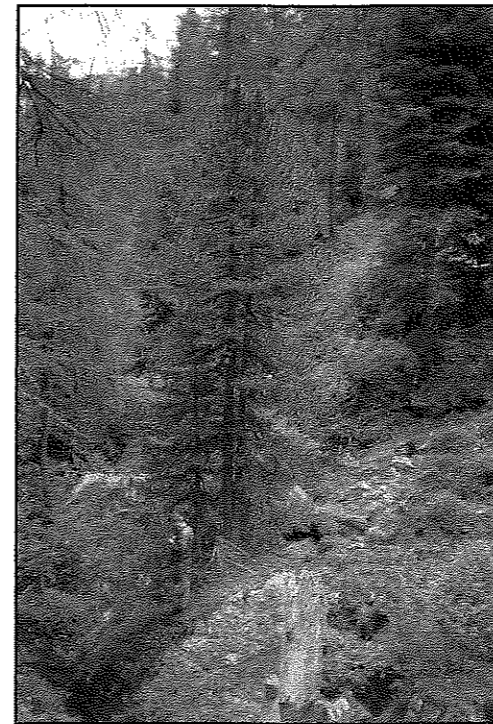


Abb. 54: Zirbentrupp im GI

Die Zirbe ist jene Baumart, welche sowohl im FBI als auch im LBI am häufigsten im Unterstand auftritt. Einerseits kommt dies daher, dass die Zirben im Grabenbereich überwiegend auf den Felsblöcken kleinere Gruppen (Abb. 54) bilden (Rottenstruktur) und andererseits, dass sie mit den anderen Baumarten hinsichtlich des Höhenwachstums nicht mithalten können (Abb. 12). Die Fichte weist nur einen geringen Unterschied zwischen FBI und LBI hinsichtlich der im Unterstand befindlichen Individuen auf. Die Anzahl der unterständigen Lärchen nimmt vom FBI zum LBI um 10% zu. Beim FBI kommen die Lärchen fast ausschließlich nur in der Oberschicht vor, im LBI sind die Lärchen in allen Schichten vertreten.

Der Anteil an unterständigen Bäumen ist im G II und G III annähernd gleich. Der Unterschied zwischen den beiden Gebieten liegt in den unterschiedlichen Anteilen der Baumarten an den im Unterstand befindlichen Bäumen. Der Anteil der unterständigen Lärchen liegt bei beiden Gebieten um die 5%. Die Zirbe hat im G II den größten Anteil an den Individuen die im Unterstand stehen. Einerseits kommt dies von der geringeren Baumhöhe die in diesem Untersuchungsbereich von der Zirbe gegenüber den anderen Hauptbaumarten erreicht werden kann (Abb. 13), und andererseits daran, dass die Zirbe nicht mehr hauptsächlich in die im G I beschriebene ökologische Nische verdrängt wird, sondern wesentlich gleichmäßiger über den gesamten Untersuchungsbereich verteilt ist.

Im G III geht der Anteil der unterständiger Zirben zurück, dafür nimmt der Anteil der unterständigen Fichten zu. Die Zirbe kommt mit den klimatischen Bedingungen in dieser Höhenlage von den drei Hauptbaumarten am besten zu recht und kann daher besser in die Oberschicht vordringen. Die Fichte kommt hingegen mit diesen Klimabedingungen nicht mehr so gut zurecht und verliert offensichtlich an Konkurrenzkraft. Sie bildet auch zum größten Teil den Rand der intakten Rotten, die natürlich im Unterstand der anderen Rottenmitgliedern stehen. Aus diesem Grund sind fast 50% der Fichten im G III im Unterstand.

Die H/D-Werte der Abb. 30 zeigt, dass die Gefährdung durch Schneebruch relativ gering ist. Die gefährdeten Fichten stehen bei allen drei Untersuchungsbereichen fast ausschließlich im Unterstand und haben meist mit einem sehr starken Konkurrenzdruck zu kämpfen. Die hohen H/D-Werte werden fast ausschließlich in den BHD-Klassen bis 10 cm angetroffen, wobei mit zunehmender Seehöhe die H/D-Werte schneller abnehmen. Die Lärche weist dabei die größten H/D-Werte auf, welche bis zu 5 cm BHD Werte über 100 erreicht werden können.

Es zeigt sich bei allen Baumarten, dass der H/D-Wert mit steigendem BHD abnimmt und dass Stämme mit einem BHD über 40 cm bei allen Untersuchungsbereichen einen Wert unter 60 aufweisen (Abb. 31). Weiters sinken im Durchschnitt die H/D-Werte mit zunehmender Höhenlage, was sicher mit dem wesentlich geringeren Höhenwachstum (siehe Höhenkurven Abb. 15 bis 17) zu erklären ist. Diese Ergebnisse sind bei den meisten Untersuchungen in diesen Waldgesellschaften sehr ähnlich (z.B. KLEINE, 1983; HOLZINGER, 1985; KAMMERLANDER, 1985; RALL, 1990).

Von den Baumarten her scheint bei der Lärche in allen Untersuchungsbereichen der Höhenzuwachs länger anzuhalten als bei den beiden anderen Hauptbaumarten. Der niedrigere H/D-Verlauf der Zirbe gegenüber den anderen Baumarten in den einzelnen Untersuchungsbereichen (Abb. 31) ist einerseits, vor allem in den unteren Gebieten, durch die geringeren Gesamtbaumhöhen bedingt und andererseits zeigt schon die Zwieselbildung, dass die Zirbe in allen Untersuchungsbereichen mehr zur Kronenauflösung neigt als die anderen Hauptbaumarten. Bei der Fichte scheint mit steigender Seehöhe nicht nur der Höhenzuwachs deutlich geringer zu werden, sondern auch das Dickenwachstum wesentlich langsamer vor sich zu gehen. Dabei scheint die Fichte bei der Baumhöhe weniger hinter den anderen Baumarten zurück zu liegen als beim BHD, was bei der Betrachtung der Abb. 11 und 14 deutlich wird und auch der H/D-Verlauf zum Ausdruck bringt (Abb. 31).



Abb. 55: Zirbenstamm im LZ I

Die geringen H/D-Werte können nicht unbedingt sofort mit extremer Abholzigkeit gleichgesetzt werden. Vor allem im G III sind die geringen H/D-Werte bei den sehr starken Bäumen, besonders bei den Zirben, durch eine aufgelöste Krone und Wipfelbrüche bedingt. Die ersten paar Meter der Stämme bis zum Kronenansatz weisen dabei meist eine sehr geringe Abholzigkeit auf (Abb. 55).

Vom **Kronenprozent** her zeigt sich, dass in allen Untersuchungsbereichen der überwiegende Teil der Bäume hinsichtlich der Kronenlänge eine gute Vitalität aufweisen (Abb. 32). Dies ist bei diesen Verhältnissen für die Konkurrenzkraft von großer

Bedeutung, andererseits sind diese großen Kronenlängen in Hinblick auf die wirtschaftliche Betrachtung teilweise von enormen Nachteil.

Ein bemerkenswerte Umstand zeigt sich bei Mitgliedern der einzelnen Rotten, welche trotz des teilweise sehr dichten Aufwachsens enorme Kronenlängen aufweisen. Dementsprechend geht die natürliche Astreinigung nur verzögert vor sich.

Dabei ist zu bemerken, dass es kaum Bestandesindividuen gibt die keinen unterschiedlichen Kronenansatz aufweisen. Gründe dafür sind nicht nur die Kroneneinengung bei zu dichtem Baumabstand, sondern auch die Hangneigung, wobei der Kronenansatz an der Hangunterseite zum überwiegenden Teil tiefer liegt als auf der hangoberen Stammseite.

Die Fichte hat außer im G III jeweils den größten Anteil an der Kronenprozentklasse „76-100“. Der Anteil geht um ungefähr 10% gegenüber den beiden anderen Untersuchungsbereichen zurück (siehe Kap. 4.6.8 "Zustand" [Kronenprozent]). Dies liegt daran, dass bei den Fichten, welche im Einflussgebiet von dichteren Latschengebüschen aufgekommen sind, durch die Lichtkonkurrenz zum Teil nach längerer Beschattungsdauer die natürliche Astreinigung einsetzt. Da die Fichte meist den Außensaum der Rotten bildet kommt es dann, wenn dichteres Latschengebüsch dies umgibt, wegen des allseitigen Lichtmangels am Stammfuß zu einem höheren Kronenansatz.

Umgekehrt verhält sich bei der Lärche, nur mit dem Unterschied, dass der Anteil der Kronenprozentklasse „76-100“ vom G III zum G I jeweils um ca. 20% abnimmt. Bei der Lärche wird die natürliche Astreinigung anscheinend mit fallender Höhenlage immer besser

ausgenutzt und so nimmt das Kronenprozent hin zum G I mehr ab. Dies zeigt auch die qualitativ besser Ausbildung der Lärchenstämme (siehe Kap. 4.6.8 "Zustand" [„IUFRO-Baumklassifikation“]) in den tiefer gelegenen Untersuchungsbereichen.

Die Zirbe hat bei allen drei Untersuchungsbereichen annähernd die selbe Prozentverteilung über Kronenprozentklassen, wobei mit über 83% die Kronenprozentklasse „76-100“ immer am häufigsten vorkommt.

Die **IUFRO-Baumklassifikation** nach Mayer wurde durchgeführt um eine Auskunft über wirtschaftliche Wertungskriterien der Bestandesmitglieder zu erhalten und ähnliche Klassifikationsmerkmale zu erhalten, wie sie auch bei anderen Arbeiten in solchen Waldgesellschaften aufgenommen wurden, um eventuell Vergleiche herstellen zu können.

Zum Teil können gewisse Bewertungskriterien der IUFRO-Baumklassifikation auch durch andere waldbauliche Aufnahmen der vorliegenden Arbeit beurteilt werden.

Die *Höhenklassenverteilung* der Baumklassifikation nach MAYER (1992) zeigt das selbe Ergebnis wie dies durch die Baumhöhenverteilung angenommen werden kann (siehe Kap. 5.2.6 "Baumhöhe").

Die *Vitalitätsstufen* zeigen für den G I eine eher einheitliche Bestandesstruktur auf (Tab. 34). Dies ist vor allem im FBI sehr ausgeprägt wo über 90% der Bestandesmitglieder der Vitalitätsklasse „normal“ zugeordnet wurden (Tab. 34). Die kümmerlichen Individuen des Bestandes wurden zum überwiegenden Teil bei den forstlichen Eingriffen entnommen und durch den teilweise sehr gleichmäßigen Aufbau gibt es auch kaum üppige Bestandesmitglieder.

Trotz der extremeren klimatischen Bedingungen nimmt mit der steigenden Höhenlage neben der Vitalitätsklasse „kümmerlich“ auch die Vitalitätsstufe „üppig“ zu. An der Steigerung der kümmerlichen Bestandesindividuen mit der zunehmenden Höhenlage sind sicher die extremeren Bedingungen mit schuld, aber der stärkere Konkurrenzdruck, vor allem bei den sehr dichten Bestandesteilen, trägt ebenfalls entscheidend dazu bei. Die Rottenstruktur ist überdies der Grund weshalb die Vitalitätsklasse „üppig“ trotz der schlechteren Bedingungen mit steigender Seehöhe zunimmt (Tab. 34). Die in der Mitte der Rotte befindlichen Bestandesmitglieder können durch den Schutz der anderen Rottenmitglieder eine für diese Bedingungen enorme Vitalität erreichen.

Die *Umsetzungstendenz* für den G I lässt auf einen Bestand schließen, der eher einheitlich aufgebaut ist. Der Großteil der Bestandesmitglieder wird gegenüber seinen Nachbarn die gesellschaftliche Stellung beibehalten und nur ein geringer Teil wird sich verändern (Tab. 34). Umso einheitlicher der Bestandaufbau ist, umso geringer wird die gesellschaftliche Stellung verändert. Dies zeigt sich auch bei der vorliegenden Arbeit wo im einheitlich aufgebauteren FBI die Veränderung der gesellschaftlichen Stellung der einzelnen Bestandesmitglieder seltener vorkommt als im LBI desselben Untersuchungsbereiches.

Die Veränderung der gesellschaftlichen Stellung nimmt mit dem auftreten strukturierter Bestandesteile zu. Trotz des strukturierten Bestandaufbaues des G II werden die meisten Bäume in nächster Zeit ihre gesellschaftliche Stellung nicht verändern (Tab. 34). Dies kommt daher, dass trotz des mehrstufigen Aufbaues die unmittelbaren Nachbarn meist der selben gesellschaftlichen Schicht angehören.

Im G III zeigt sich, dass die den Rand der Rotte bildeten Bäume gegenüber der inneren Nachbarbäumen meist ihre gesellschaftliche Stellung verlieren. Umgekehrt verhält es sich bei den inneren Rottenmitgliedern, welche durch den Schutz der umgebenen Bäume ihre gesellschaftliche Stellung im Sinne der IUFRO-Baumklassifikation nach MAYER (1992) verbessern können.

Bei den Bäumen die in der gesellschaftlichen Stellung abnehmen sind in allen Untersuchungsbereichen natürliche alle jene Bäume enthalten die ihre physische Altersgrenze erreicht haben. Dies ist mit unter auch ein Grund warum die Entwicklungstendenz „zurückbleibend“ vom G I zum G III immer mehr zunimmt (Tab. 34), da auch der Anteil der Bestandesglieder die ihre physische Altersgrenze erreicht haben von unten nach oben zunimmt.

Ein Problem das sich bei der *waldbaulichen Stellung* ergibt ist die Feststellung der hiebsreifen Bestandesmitgliedern. Schließlich unterliegen die Bestände, von wenigen Ausnahmen im G I abgesehen, keiner forstlichen Nutzung und daher wurden die einzelnen Individuen jener Wertungsklasse zugewiesen, sofern neben der Hiebsreife auch die anderen Kriterien für einen Auslesebaum sprachen.

Es zeigt sich, dass die Anzahl der Auslesebäume mit der steigenden Höhenlage abnimmt (Tab. 34). Dies liegt einerseits an den zunehmenden extremeren Klimabedingungen mit steigender Seehöhe, aber auch andererseits, dass im G I zum Teil im Bestand durch die forstliche Beeinflussung die Auslesebäume gefördert wurden und deshalb besonders der Anteil der „schädlichen Nebenbäume“ um einiges niedriger ist als er ohne dem forstlichen

Eingriff wäre. So ist beispielsweise der Anteil der schädlichen Nebenbäume im LBl, welcher kaum eine forstliche Beeinflussung aufweist, höher als im FBl (Tab. 34).

Bei den Rotten, welche mit steigender Seehöhe zunehmen, ist es teilweise sehr schwierig zwischen den nützlichen und schädlichen Nebenbäumen zu unterscheiden. Einerseits sind die Rottenmitgliedern hinsichtlich ihrer Schutzwirkung für die anderen Gruppenindividuen ein nützlicher Nebenbaum und andererseits stellen sie durch den engen Standraum starke Konkurrenten dar und dadurch müssten sie den schädlichen Nebenbäumen zugeordnet werden. Es wurde gutachtlich festgestellt ob der Nutzen oder Schaden beim jeweiligen Bestandesmitglied überwiegt und dann der entsprechenden Kategorie zugeteilt.

Die Beurteilung der *Schaftgüteklasse* hat gezeigt, dass auch bei den vorliegenden Bedingungen durchaus noch ein beachtlicher Teil der Bestandesmitglieder Wertholz erzeugen kann (Tab. 34). Der Anteil an Wertholz könnte noch größer sein, wenn nicht schon einige dieser Schaftgüteklasse angehörigen Bäume durch Erreichen ihrer physischen Altersgrenze vor allem durch innere Holzfehler entwertet worden wären. Dies spielt eine gewisse Rolle bei den Lärchen im G III und den Zirben im G II. Ein anderer Grund für die sinkenden Anteil der Schaftgüteklasse „Wertholz“ mit steigender Seehöhe stellen die tieferreichenden grünen Kronen dar. Die Fichten weisen nicht nur einen tiefen Kronenansatz auf, sondern können durch die klimatischen Verhältnisse bedingt kaum mehr eine ansprechende Stammform erreichen.

Die IUFRO-Baumklassifikation zeigt durch die Verteilung der *Kronenklassen* (Tab. 34) das selbe Bild wie sie durch das Kronenprozent gegeben wurde (Abb. 32). Diese Kronenklasseverteilung hat natürlich schon die Beurteilung der Vitalitätsklassen, Umsetzungstendenz und die Wertungsklassenbeurteilung beeinflusst.

Die Ergebnisse der IUFRO-Baumklassifikation der vorliegenden Arbeit kann durchaus mit ähnlichen Aufnahmen anderer Arbeiten (AULITZKY und TURNER, 1982; KLEINE, 1983; KAMMERLANDER, 1985; HOLZINGER, 1987) verglichen werden, wobei die Abweichungen sicherlich auch durch die teilweise subjektiven Einschätzungen bedingt sind.

5.2.10 Schäden

Die Schäden an den Bestandesmitgliedern in den drei Untersuchungsbereichen sind eigentlich sehr gering. Die einzigen Schäden die einen Prozentsatz von fünf überschreiten sind die Stammschäden und im oberen Untersuchungsbereich (G III) auch die Wipfelschäden (Abb. 33). Mit Ausnahme der Holzfehler weisen die Schäden am Bestand bei vergleichbaren Arbeiten meist in einem höheren Wert auf als bei der vorliegenden Arbeit (z.B. KLEINE, 1983; HOLZINGER, 1987; PITTERLE, 1987; WILDAUER, 1988). Die Holzfehler hingegen sind doppelt so hoch wie bei den Untersuchungen in subalpinen Fichten- und Lärchen-Zirbenwäldern von PITTERLE (1987).

Die *Stammschäden* sind außer im unteren Untersuchungsbereich (G I) hauptsächlich durch Steinschlag oder durch Schneebewegung (Steine, Äste, etc. werden verfrachtet) bedingt. Im G I sind der Großteil der Stammschäden durch den forstlichen Eingriff bedingt, wobei der Prozentsatz des Rückeschadens vom Karbonat-Block-Fichtenwald (FBl) zum Karbonat-Lärchen-Blockwald (LBl) stark abnimmt und dafür aber die Stammschäden durch Steinschlag zunehmen.

Die Zunahme der *Wipfelschäden* von G I zum G III ist durch die härteren klimatischen Verhältnissen mit steigender Seehöhe bedingt. Dabei scheint es, dass die Fichte, bei welcher zwar mit zunehmender Seehöhe die Wuchsleistung am stärksten von den drei Hauptbaumarten abnimmt, nicht davon betroffen ist. Wipfelschäden treten bei der Fichte nur im FBl auf und diese sind im Zuge des forstlichen Eingriffes entstanden. Die Fichte verliert zwar bei extremeren Klimaverhältnissen schneller an Wuchskraft, ist aber widerstandsfähiger gegen Wipfelschäden als die anderen Hauptbaumarten.

Der *Zusammenhang* zwischen den *äußerlich sichtbaren Schäden* und den *inneren Holzfehlern* ist am häufigsten bei den Stammschäden gegeben und hier vor allem bei Schäden die schon eine Überwallung aufgewiesen haben. Das die inneren Holzfehler zum überwiegenden Teil bei Bäumen mit einem BHD von über 50 cm aufgetreten sind ist nicht weiter verwunderlich. Daraus lässt sich schließen, dass die Holzzersetzung erst mit zunehmenden Alter einsetzt, wobei es auch Stämme sein können die von außen keine sichtbaren Schäden aufweisen. Die

Holzfehler werden zwar auch durch Schäden verursacht, treten aber ebenso beim beginnenden Zerfall der Individuen auf (SCHMIDT-VOGT, 1989).

Bei der Untersuchung der *Holzfehler* zeigte sich auch eine Zunahme der innen hohlen Stämme mit zunehmender Höhenlage (Abb. 34). Im G I sind nur rund 1% der Stämme mit Holzfehlern innen hohl, im mittleren Untersuchungsbereich (G II) weisen 25% der Probestämme Holzersetzungstendenzen auf und im G III ca. 40%. Von der Baumartenverteilung her sind die Lärche und die Zirbe ungefähr zu gleichen Teilen davon betroffen, wohingegen bei den Fichtenprobestämmen keine Stammersetzung festgestellt werden konnte.

Die Abnahme der „Rotfäule“ (*Heterobasidion annosum*) bei der Fichte vom G I zum G III ist (Abb. 34), da die Stammschäden annähernd gleich sind und sogar mit steigender Seehöhe noch etwas zunehmen (Abb. 33), dadurch bedingt, dass der Anteil in den höheren Altersklassen bei der Fichte mit steigender Seehöhe des Untersuchungsbereiches abnimmt (Abb. 28). Es kommt bei der Fichte in diesem Untersuchungsgebiet zu einem vermehrten Auftreten von Rotfäule, ohne dass äußerlich Schäden erkennbar sind, ab einem Alter von 230 Jahren.

Eine Theorie für die hohen inneren Holzfehler im G III ist, dass in diesem Gebiet der natürliche Zerfall bei ungefähr 260 Jahren stark zunimmt. Wenn man sich nämlich die Abb. 26 betrachtet sieht man, dass die Lärche im G III zwar den höchsten Prozentsatz an den älteren Altersklassen aufweist, aber an den drei ältesten Klassen nicht beteiligt ist. Da die Stämme mit Holzfehlern überwiegend zu den Bäumen mit starkem BHD zählen und die noch zählbaren Bohrkernabschnitte oft über 200 Jahre alt sind, lässt sich die Theorie untermauern.

Bei der Zirbe zeigt sich, zwar nicht so stark, ein ähnliches Bild nur mit dem Unterschied, dass in diesem Fall der G II davon betroffen ist.

So kann also gesagt werden, dass bei der Lärche in diesem Gebiet ein vermehrtes Auftreten von Holzfehlern bei ungefähr 260 Jahren und bei der Zirbe bei ca. 230 Jahren zu beobachten ist. Bei der Fichte ist dies bei weitem nicht so eindeutig zu sehen, aber es zeigt sich ebenfalls ein vermehrtes Auftreten von inneren Holzfehlern (Rotfäule) im ungefähr selben Altersbereich wie bei den beiden anderen Hauptbaumarten.

5.3 Strukturindex

Bei den Strukturmerkmalen nach Fuldner wurden nur Individuen beachtet, die eine Baumschicht bilden können. Insofern liegt eine Beschränkung in der Beschreibung der Pflanzengesellschaften mit hohem Anteil an Straucharten (z.B. Latsche, Grünerle) vor, wie z.B. jene des oberen Untersuchungsbereiches (G III). Allerdings sollte die vorliegende Arbeit auf Waldgesellschaften beschränkt sein. Überdies ergibt sich bei Straucharten das Problem, dass sehr schwer zu unterscheiden ist, ob ein Stamm demselben Strauch angehört oder dem Nachbarstrauch, weil die einzelnen Sträucher sehr weitverzweigt sind (siehe Kap. 5.2.2 "Wuchsleistung der Strauchschicht"). Das Verfahren nach Fuldner ist somit für Strauchgesellschaften mit mehrstämmigen Arten nicht geeignet.

Die *Durchmesserendifferenzierung* dieser Arbeit zeigt, dass die forstlich nicht oder kaum beeinflussten Flächen eine wesentlich höhere Differenzierung aufweisen. Diese Schlussfolgerung ergibt sich, wenn der untere Untersuchungsbereich (G I) nach den Waldgesellschaften getrennt betrachtet wird. Es zeigt sich, dass der Karbonat-Block-Fichtenwald (FBI) hinsichtlich der Durchmesserverteilung bei einem 95% Vertrauensbereich signifikant von den anderen Waldgesellschaften unterscheiden (siehe Kap. 4.7.1 "Durchmesserendifferenzierung"). Ein weiterer Grund für die größere Durchmesserendifferenzierung im Karbonat-Lärchen-Blockwald (LBI) gegenüber dem FBI sind die stärker strukturierten Geländebeziehungen des LBI. Auf den großen Steinblöcken sind die Dimensionen (Durchmesser und Höhe) im ungefähr selben Alter geringer als auf den wesentlich besser Böden zwischen den Blöcken.

Es zeigt aber auch, dass Flächen in höheren Lagen eine geringere Durchmesserendifferenzierung aufweisen wenn Rottenstrukturen dominieren und vor allem dann, wenn diese sich in der beginnenden Zerfallsphase befinden, wo noch keine gesicherte Verjüngung im Schutze der Altbäume entstanden ist oder durch den enormen Konkurrenzdruck der sehr dichten Latschenfelder erst gar nicht entstehen kann. Diese Bestandesbilder weisen fast die gleiche Differenzierung des Durchmessers auf wie die zum Teil durch den forstlichen Eingriff geprägten Flächen des FBI im G I.

Aber auch im mittleren Untersuchungsbereich (G II) können, obwohl dieser Bereich von allen die größte Struktur aufweist, in der strukturellen Vierergruppe sehr geringe Durchmesserstrukturierung auftreten (Abb. 35). Dies kommt daher, dass natürlich auch in

einem sehr stark strukturierten Bestandesgefüge vier Bäume die sich in unmittelbarer Nachbarschaft zu einander befinden die annähernd gleichen Durchmesser aufweisen können (z.B. Verjüngungszelle, Altholzgruppe).

Hinsichtlich der Durchmesser differenzierung konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den Baumarten bei den einzelnen Untersuchungsbereichen festgestellt werden. Das einzige was sich zeigte ist der Umstand, dass die Fichte im G II und G III in den zwei niedrigsten Differenzierungsklassen nicht anzutreffen ist (Abb. 35) Da die Bestandesglieder mit der geringsten Höhe (verholzt in 1,30 cm Höhe) meist nicht sehr dicht stehen, sind die geringsten Differenzierungsklassen meist durch stärkere Bestandesmitglieder, die in mehr oder minder unmittelbarer Nachbarschaft zu einander stocken, bedingt. Im G III kann die Fichte mit den beiden anderen Hauptbaumarten im Konkurrenzkampf nicht mithalten und daher kommt sie kaum in der oberen Bestandesschicht vor. Wenn die Rotten sich zum Auflösen beginnen, scheiden als erstes die Fichtenbestandesmitglieder aus.

Es gibt keinen statistischen Zusammenhang zwischen der *BHD-Verteilung* und der *Durchmesser differenzierung* nach Földner. Es findet sich jedoch die Tendenz, dass die Bestände mit stärkerer Durchmischung des BHD einen Mindestanteil von 25% in den BHD-Klassen bis 10 cm aufweisen. Im FBI ist die Differenzierung innerhalb der Strukturellen Vierergruppe um einiges geringer als bei den anderen Flächen. Auf dieser Fläche zeigt die BHD-Verteilung in den niedrigsten Klassen einen wesentlichen geringeren Anteil, dafür sind die stärkeren Klassen häufiger vertreten.

Bei der *Höhendifferenzierung* nach Földner (Abb. 37 und 38) zeigt sich ein ähnliches Bild wie bei der Durchmesser differenzierung und zwar, dass im FBI der stufige Bestandaufbau nur geringfügig vorhanden ist. Ein wesentlichen Anteil an den Klassen der stärkeren Höhendifferenzierung im G I weisen jene Vierergruppen auf bei welchen Zirben beteiligt sind. Dieser Trend verstärkt sich noch, wenn man nur den FBI allein betrachtet (Abb. 38). Die Erklärung hierfür wird ersichtlich wenn man die Höhenkurven der einzelnen Baumarten betrachtet (siehe Abb. 15). Da die Zirbe hinsichtlich des Höhenwachstums mit den beiden anderen Hauptbaumarten nicht mithalten kann, entsteht auch bei sehr einheitlichen Bestandaufbau eine zweite Höhenschicht.

Es zeigt sich, schon wie bei der Durchmesser verteilung, dass der LBI des G I eine Differenzierung hinsichtlich der Höhenverteilung aufweist wie die bei den beiden anderen Untersuchungsbereiche (Abb. 37 und 38).

Im G II ist die Baumhöhendurchmischung am stärksten und ist auch wesentlich einheitlicher über die gesamte Fläche verteilt als bei den anderen Gebieten. Die stärkste Höhendurchmischung in der strukturellen Vierergruppe in diesem Gebiet wird ausschließlich bei Lärchennullbäumen beobachtet (Abb. 37). Dies Ergebnis ist meist durch eine Lärche der Oberschicht bedingt, welche von jungen Bestandesmitgliedern umgeben ist.

Der Unterschied der Höhendifferenzierung zur Durchmesser differenzierung liegt im G III darin, dass die Differenzierung der Baumhöhen um einiges geringer als die Differenzierung der Baumdurchmesser ist. Ein Grund dafür sind die annähernd gleich verlaufenden Höhenkurven der drei Hauptbaumarten und die geringeren maximalen Baumhöhen die erreicht werden können. Es zeigt sich aber auch bei der Höhendifferenzierung, dass die nächsten Nachbarn auch bei intakten Rotten keine großen Baumhöhenunterschiede aufweisen. Umso größer die Individuenzahl pro Rotte ist, umso geringer wird meist die Höhendifferenz zu den nächsten drei Nachbarn.

Bei der *Höhendifferenzierung* in der Strukturellen Vierergruppe und der Einteilung in *Baumhöhenklassen* kann ebenfalls kein statistischer Zusammenhang festgestellt werden. Es zeigt sich aber wie bei der Durchmesser verteilung, dass jene Flächen, bei welchen der Hauptanteil der Bäume in den größeren Höhenklassen liegen, eine geringere Höhendifferenzierung aufweisen.

Die *Artendurchmischung* in der „Strukturellen Vierergruppe“ weist, wie bei den anderen Differenzierungsparameter nach Földner, den G I als jenen Bereich aus, welcher die geringste Durchmischung hat (Abb. 39). Die geringste Artendurchmischung weist der FBI auf, aber auch im LBI ist die Artendurchmischung geringer als bei den beiden anderen Untersuchungsbereichen (Abb. 39 und 40).

Das G II weist, wie auch bei den anderen Parametern nach Földner, die größte Differenzierung hinsichtlich der Durchmischung auf (Abb. 39).

Auffällig im G III ist, dass bei der Artendurchmischung zum ersten Mal die beiden Ausbildungen des Lärchen-Zirben-Waldes signifikant voneinander unterschieden werden können (Abb. 40 und Tab. 37). Ein Grund für den Unterschied zwischen den beiden Ausbildungen liegt darin, dass intakte Rotten zwar in diesem Untersuchungsbereich auch

nicht artenrein sind hinsichtlich der Baumschicht, aber innerhalb der Rotte die einzelnen Baumarten kaum in Einzelmischung auftreten. Im Vergleich dazu weisen überaltete Rotten, bei welchen unter den Überhaltern bereits die Verjüngung von statten gegangen ist, meist eine höhere Artendurchmischung innerhalb der „Strukturellen Vierergruppe“ auf.

Grundsätzlich spielt bei der Ausprägung der Artendurchmischung die Waldgesellschaft und damit die Synökologie eine Rolle.

Die *Artendurchmischung* der Strukturellen Vierergruppe wird nur bedingt von den *Baumartenanteilen* beeinflusst. Natürlich kommt in den Beständen mit hohem Anteil einer Baumart die Artenkategorie „0“ häufiger vor, aber die Mischungsform der anderen Baumarten gibt den Ausschlag, ob die Artendurchmischung niedrig bleibt oder größer wird.

Da die Streuung der *Baum-Baum-Abstände* bei der „Strukturellen Vierergruppe“ bei der vorliegenden Dipl.-Arb. innerhalb der Flächen größer ist als zwischen den Flächen sind gesicherte statistische Aussagen nur schwer möglich.

Bei der Betrachtung der Grafiken sind jedoch gewisse Unterschiede zu erkennen (Abb. 41 und 42). So verfügt das G II nicht nur über die größte Differenzierung bei der Durchmesser- bzw. Baumhöhenverteilung und den höchsten Grad der Artendurchmischung sondern weist auch den geringsten Anteil an den höchsten Abstandsklassen von allen Untersuchungsbereichen auf. Es sind also, außer einigen Lärchen, keine Solitärbäume vorhanden. Andererseits sind durchschnittliche Abstände von unter 1 m innerhalb von vier Nachbarbäumen auch sehr selten und kamen nur vor, wenn der Nullbaum eine Zirbe war. Dasselbe Bild zeigt sich auch im G I bei der alleinigen Betrachtung des FBI. Gründe dafür sind, zu einem dass die Zirbe in der Jugend den größten Schatteneinfluss von den drei Hauptbaumarten verträgt und zum anderem die zoochore Art der Samenverbreitung. Eine wichtige Stellung bei der Samenverbreitung der Zirbe nimmt der Zirbenhäher ein. Nicht genützte Vorratslager des Hähers bedingen Verjüngungen die, vor allem in den ersten Jahrzehnten, sehr dichte artenreine Gruppen von mehreren Einzelbäumen bilden (siehe Abb. 58). Mit zunehmenden Alter steigt aber auch die Konkurrenz der Nachbarn untereinander und es kommt zum Absterben zahlreicher Zirben innerhalb dieser Gruppe.

Die Baum-Baum-Abstände sind im G I am regelmäßigsten (Abb. 41), sehr deutlich ist es vor allem wenn nur der FBI betrachtet wird (Abb. 42). Ein Grund dafür sind sicher auch die forstlichen Eingriffe die im mäßigen Rahmen durchgeführt wurden. Die größeren

Baumabstände im FBI sind meist durch die in den letzten Jahren erfolgten Einzelstammentnahmen bedingt. Im LBI sind die großen Abstände durch eine sehr seichtgründige Gröllhalde bedingt, die zum größten Teil von einem sehr lichten Fichtenbewuchs bestockt wird, welcher durch eine teilweise sehr dichten Grünerlenstrauchschicht geprägt wird. Die größere Differenzierung in den Baum-Baum-Abständen im LBI gegenüber dem FBI sind nicht nur durch den fehlenden forstlichen Eingriff bedingt, sondern sicher auch durch die Geländegegebenheiten. Vor allem die ausgeprägteren Fels- und Steinblöcke bedingen oft größere Abstände zu den nächsten Nachbarbäumen.

Den größten Anteil an den niedrigsten Baumabstandsklassen im G III sind hauptsächlich durch intakte Rotten bedingt. Vor allem am Rand der Rotten sind die Abstände zwischen den Bäumen sehr gering. Da diese Ränder oft von der Fichte gebildet werden, ist der Anteil der Fichte in diesen Klassen maßgebend. Die großen Baumabstände im G III sind einerseits durch die überalten Rotten ohne Verjüngung und andererseits durch Solitärbäume bedingt die in den zwischen den Rotten liegenden Gesteinsfeldern, auf besseren Kleinflächen gedeihen konnten. Da bei der typischen Ausbildung des Lärchen-Zirbenwaldes (LZ I) wesentlich mehr intakte Rotten vorhanden sind und auch der Einfluss der Latschenfelder, welche für die Verjüngung eine große Konkurrenz darstellen, geringer ist als bei der Latschenausbildung der Lärchen-Zirbenwaldes (LZ II), sind die mittleren Baumabstände der „Strukturellen Vierergruppe“ im LZ I geringer als im LZ II (Abb. 42).

Die *Strukturparameter nach Fuldner* haben gezeigt, dass die Bestände des G II die höchste Struktur aufweisen. Die Bestände des G I sind am geringsten strukturiert. Ein Grund dafür stellt nicht nur der forstliche Eingriff dar. Dass die Waldgesellschaft auch einen gewissen Beitrag leistet zeigen jene Teilbereiche im FBI wo die Forstwirtschaft keinen Einfluss genommen hat. Diese weisen zwar teilweise eine etwas höhere Durchmesser- und Baumhöhendifferenzierung auf als jene die von der Forstwirtschaft beeinflusst wurden, sind aber geringer differenziert als die Flächen im LBI. Dass der anthropogene Einfluß und die Waldgesellschaft die Differenzierung beeinflusst zeigen die Untersuchungen von GRUBER (2002) in der Wattener Lizum. Die zirbenreichen Bestände (Baumartenanteil: Zirbe 10) des *Larici-Cembretum cembrae* (GRUBER, 2002), wo die teilweise Weidefreistellung erst vor 10 Jahren erfolgte, weisen eine wesentlich geringere Differenzierung auf als die Lärchen-Zirbenwälder der vorliegenden Arbeit. Vor allem die Artenarmut und die fehlende Verjüngung der Bestände über mehrere Jahrzehnte (Weideeinfluss) sind für die niedrigen Werte der Strukturindices nach Fuldner verantwortlich. Neben der Waldgesellschaft ist auch

das Relief von gewisser Bedeutung. Bei stärker strukturierten Geländeverhältnissen sind auf den großen Steinblöcken die Dimensionen (Durchmesser und Höhe) im ungefähr selben Alter geringer als auf den wesentlich besser Böden zwischen den Blöcken.

Die Aufnahmen der „Strukturellen Vierergruppe“ zeigen auch, dass mit zunehmender Seehöhe in diesem Gebiet die Differenzierung der Bestände abnimmt, wenn auch zum Teil nur geringfügig. Die Gründe sind sicherlich auch in den extremeren Klimabedingungen (Geringere Wuchsleistung, erschwerte Ansamlungsbedingungen, schlechtere Bodenentwicklung, usw.) und den dadurch bevorzugten Bestandesaufbau (Rottenstruktur) zu sehen. Die Abnahme der Differenzierung mit steigender Seehöhe zeigt sich auch bei DED (2000). Wobei die Abnahme der Differenzierung in den zirbenbeeinflussten Wälder im Bereich des Stoderzinken/Steiermark (DED, 2000) mit steigender Seehöhe um einiges stärker ist und der oberste Untersuchungsbestand sogar geringer differenziert ist als der unterste. Die Werte für den Strukturindex nach Földner sind bei den Lärchen-Zirbenwäldern in den Aufnahmen von DED (2000) durchaus im Bereich der Lärchen-Zirbenwälder der vorliegenden Arbeit.

Die mit den Strukturindex nach Földner analysierten Zirbenwälder des Lizumer Alpswaldes von Gruber (2002) hingegen weisen eine wesentlich geringere Differenzierung auf als jene Bestände der vorliegenden Arbeit. Die Bestände werden ausschließlich von der Zirbe geprägt und weisen

Dabei lässt die optische Betrachtung der Grafiken des Strukturindex nach Földner⁴ einen wesentlich größeren Unterschied zwischen den einzelnen Untersuchungsbereichen und den Waldgesellschaften vermuten als es das statistische Ergebnis darstellt. Nur selten findet sich ein signifikanter Unterschied zwischen den einzelnen Untersuchungsbereichen und zwischen den Waldgesellschaften bei einem Vertrauensbereich von 95%.

Durch die **Einführung einer Stärkegrenze von 10 cm** (Untergrenze) beim Strukturindex nach Földner soll ein Einblick über die strukturelle Zusammensetzung der einzelnen Bestandsschichten gegeben werden. Nachfolgend werden die Analyseergebnisse (Tab. 47) vergleichend diskutiert.

Das die Durchmesser differenzierung und die Höhendifferenzierung bei Einführung einer BHD-Untergrenze sinkt ist zu erwarten gewesen. In der folgenden Tabelle (Tab. 47) kann der

Unterschied bei Durchmesser- und Höhendifferenzierung zwischen der Strukturellen Vierergruppe ohne und mit Durchmesser grenze entnommen werden.

Bereich	Durchmesser differenzierung				Höhendifferenzierung			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
G I	26	30	23	21	45	21	23	11
G I	46	39	12	3	67	24	8	1
<i>FBI</i>	48	31	15	6	73	13	10	4
<i>FBI</i>	63	32	5	0	84	16	0	0
<i>LBI</i>	4	27	32	37	16	30	36	18
<i>LBI</i>	33	44	18	5	55	29	14	2
G II	11	17	29	43	14	32	29	25
G II	28	34	23	15	38	39	15	8
G III	10	34	31	25	39	32	19	10
G III	21	54	22	3	72	22	6	0
<i>LZI</i>	10	36	33	21	41	31	20	8
<i>LZI</i>	16	57	25	2	72	23	5	0
<i>LZ II</i>	11	32	27	30	34	34	18	14
<i>LZ II</i>	27	50	18	5	73	20	7	0

Tab. 47: Durchmesser- und Höhendifferenzierung mit und ohne Durchmesser grenze nach den Földnerschen Klassen in Prozent in den einzelnen Untersuchungsbereichen und im unteren Untersuchungsbereich (G I) und im oberen Untersuchungsbereich (G III) nach den Waldgesellschaften getrennt.

I = schwache, II = mittlere, III = starke, IV = sehr starke Differenzierung;

 = mit BHD-Grenze (≥10m)

Die Tab. 47 zeigt, dass im G II bei jeder Durchmesser- und Höhendurchmischung die Differenzierung auch bei Einführung einer BHD-Grenze am höchsten ist. Wie weiters der Tab. 47 zu entnehmen ist, steigt bei der Höhendifferenzierung der Anteil der Differenzierungsstufe I im G III in beiden Ausbildungen der Waldgesellschaft auf über 70% an. Bei diesem Bereich weist somit der schwächste Baum der Strukturellen Vierergruppe bei über 90% der Aufnahmen mindestens 50% der Höhe des stärksten Baumes auf. Die Individuen der einzelnen Vierergruppen gehören, bei Einführung einer BHD-Grenze von 10 cm, zum überwiegenden Teil der selben Baumklasse an. Die Höhendifferenzierung „Sehr stark“ kommt bei Einführung einer Durchmesser grenze im G III nicht mehr vor. Dies heißt, dass der schwächste Stamm der Vierergruppe mindestens 30% der Höhendimensionen des Stärksten aufweist. Die Tab. 47 bringt zum Ausdruck, dass im FBI die Bäume fast ausschließlich der selben Baumklasse angehören. Dieses Ergebnis weist auf einen einschichtig aufgebauten Bestand hin. Die Durchmesser differenzierung weist ungefähr

dasselbe Ergebnis auf, aber, wie nicht anders zu erwarten, ist die Durchmischung in der Vierergruppe hinsichtlich des BHD größer als bei der Höhe. Die Bestände verlieren bei der Einführung einer BHD-Grenze an Differenzierung, wobei in allen Untersuchungsbereichen die Durchmesser differenzierung sich in der Baumschicht geringer ändert als die Höhendifferenzierung. Sehr auffällig ist dies im G III. Es zeigt, dass die größeren Höhendifferenzierungen im G III hauptsächlich durch jene Rotten bedingt waren, wo unter den Altbäumen schon vor längerer Zeit die Verjüngung eingesetzt hat. Aber auch bei den intakten Rotten weisen die Individuen am Rottenrand oft einen BHD unter 10 cm auf. Diese haben, wegen der für die Rotten typischen Kegelform, aber wesentliche geringere Baumhöhen als die inneren Rottenmitglieder. Die beiden Ausbildungen des Lärchen-Zirbenwaldes im G III kommen bei Einführung einer BHD-Grenze hinsichtlich der Höhendifferenzierung dem FBI wesentlich näher als ohne. Dies heißt, dass die Baumschicht im G III und FBI fast die gleiche Stufigkeit aufweisen.

Beim Fuldner mit BHD-Grenze sind auf allen drei Untersuchungsbereichen die *Baum-Baum-Abstände*, wenn auch nicht so stark wie zu erwarten, die Prozentsätze der niedrigeren Abstandsklassen zu Gunsten der Größeren zurückgegangen. Da die Streuung der Abstände bei den zwei unterschiedlichen Aufnahmen größerer ist als zwischen den beiden sollte keine Varianzanalyse durchgeführt werden. Die Einführung einer Stärkegrenze beim Strukturindex nach Fuldner wirkt sich hinsichtlich der Baumabstände im FBI weit weniger aus als bei allen anderen Flächen und Waldgesellschaften. Dies ist aber auch schon ersichtlich wenn man sich die BHD-Verteilung (Abb. 9) und die Durchmesser differenzierung (Abb. 36) genauer betrachtet. Interessant ist dabei auch, dass der Abstand zum ersten Nachbarn wesentlich geringer auf allen Teilflächen steigt als der Abstand zum dritten Nachbarn. Der Unterschied ist vor allem im LBI und im LZ II sehr groß. Im LBI kommt dies davon, dass die Gruppen mit stärkeren Bäumen oft nur 2-3 Individuen umfassen. Im G III sind in den Bestandesgruppen oft nur wenige Stämme über 10 cm BHD vorhanden und der Abstand zu den nächsten Rotten ist meist relativ groß. Beim LZ II sind die großen Abstände bei Einführung einer Stärkestufe fast ausschließlich durch die großen Abstände zwischen den einzelnen noch lebensfähigen Bäume in den überalteten Rotten bedingt.

Bei der *Artendurchmischung* konnten bei einem 95% Vertrauensbereich in keinem Bereich ein Unterschied zwischen dem Strukturparameter mit einer BHD-Grenze und ohne festgestellt werden. Die Durchmischung der Arten in der Strukturellen Vierergruppe nimmt mit

Ausnahme im G II bei Einführung einer BHD-Grenze geringfügig zu. Dies weist darauf hin, dass im G I und G III die Unterschichten eher dieselbe Baumart aufweist, wie die Oberschicht. Im G II zeigt sich das Gegenteil.

Die Werte der *Durchmesser differenzierung* nach Fuldner mit einer BHD-Grenze sind von der Durchmesser differenzierung ohne Grenze auf allen Flächen zu unterscheiden, mit Ausnahme im FBI (Varianzanalyse mit 95% Vertrauensbereich). Wobei der Unterschied im LBI und im LZ II am größten ist (Tab. 47). Dies heißt, dass in der unmittelbaren Umgebung der Nullbäume nicht jede BHD-Stufe vertreten ist, sondern dass oft bei sehr starkem Durchmesser die nächsten Nachbarn einen BHD unter 10 cm aufweisen. Auf jeder Teilfläche wird die Durchmesser verteilung bei der Strukturellen Vierergruppe mit BHD-Grenze erwartungsgemäß geringer als ohne Grenze.

Durch die Einführung einer Durchmesser grenze bei der Strukturellen Vierergruppe sinkt, wie nicht anders zu erwarten, die *Höhendurchmischung*. Im Unterschied zu der Durchmesser differenzierung sind die Werte von der Höhendifferenzierung mit und ohne BHD-Grenze auch im FBI von einander zu unterscheiden. Die größten Unterschiede sind im LBI, LZ I und LZ II aufgetreten (Tab. 47).

5.4 Verjüngungsanalyse

Die geringeren Stückzahlen in der Verjüngung gegenüber anderer zirbenbeeinflussten Wäldern (z.B. HOLZINGER, 1987: 12.700 – 28.600 Ind/ha) liegt auch daran, dass reine Verjüngungsphasen in keinem Untersuchungsbereich vorkommen. Außer dem Karbonat-Block-Fichtenwald (FBI) des unteren Untersuchungsbereiches (G I) weisen die restlichen Bestände einen plenterartigen Aufbau auf. Die Verjüngung geht mehr oder weniger stetig über den gesamte Untersuchungsbereich vor sich. Dies hängt natürlich wesentlich von den ansamungsökologischen Faktoren und speziellen Hemmfaktoren der einzelnen Baumarten ab, was aber durch das sehr kleinflächige Standortmosaik etwas an Bedeutung verliert. So treten fast auf allen Stichprobenflächen die für die verschiedenen Baumarten jeweilig günstigen Ansamungsfaktoren auf.

Mit zunehmender Höhe werden durch die extremeren klimatischen Verhältnissen die Bedingungen für die Verjüngung immer härter und dadurch nimmt sie auch von der Quantität her stark ab. Die geringe durchschnittliche Verjüngungsmenge von 392 Ind/ha sind für den Karbonat Lärchen-Zirbenwald im oberen Untersuchungsbereich (G III) nichts außergewöhnliches. Gleiche durchschnittliche Verjüngungsmengen in Karbonat-Lärchen-Zirbenwälder (rund 400 Ind/ha) wurden auch von KLEINE (1983) im Gebiet des Warscheneck und Toten Gebirge aufgenommen.

Zu ähnlichen Ergebnissen kommen auch AULITZKY und TURNER (1982) welche mehrere Arbeiten in Lärchen-Zirbenwälder untersucht haben. Je nach Entwicklungsphasen der Wälder treten Verjüngungszahlen zwischen 67 Stk/ha und 5460 Stk/ha auf. Wobei die höchsten Verjüngungszahlen in der frühen Terminalphase vorgekommen sind. In der Optimalphase weist die Verjüngung 67-1070 Stk/ha auf, wobei die Lärchenausbildung des Lärchen-Zirbenwaldes höhere Verjüngungszahlen aufweist als die Zirbenausbildung. Dies zeigt die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit ebenfalls sehr deutlich. Der lärchenreiche Lärchen-Zirbenwald im mittleren Untersuchungsbereich (G II) hat eine wesentlich höhere Verjüngungsrate als der zirbenreiche des G III. So gesehen liegen die Verjüngungszahlen der vorliegenden Arbeit durchaus im Bereich jener anderer Aufnahmen in zirbenbeeinflussten Wäldern.

Die Verteilung der Verjüngung nach Baumarten zeigt im G I für die beiden Waldgesellschaften fast das selbe Bild, wobei die Stückzahl im Karbonat-Lärchen-Blockwald

(LBI) um einiges höher ist als im FBI. Die Verteilung der Verjüngung ist dabei im LBI etwas regelmäßiger ist als im FBI, was aus den Extremwerten der Verjüngung (Tab. 39) zu sehen ist.

Die Lärche weist im Bereich der Latschenausbildung des Lärchen-Zirbenwaldes (LZ II) im G III trotz der dichten Strauchschicht einen etwas höheren Verjüngungsanteil auf als die Fichte, wobei natürlich die Verjüngungszahlen im LZ II sehr gering sind (Abb. 43). Die Lärche tritt in jenen Flächen stärker in Erscheinung wo die Dichte der Strauchschicht zurückgeht und durch zusammengebrochene Bestandesmitglieder zu einer Lücke in den Vegetationsschichten gekommen ist. Der Zusammenbruch einzelner Bestandesindividuen



Abb. 56: Kadaververjüngung

trägt bei der Verjüngung in diesen Untersuchungsbereichen nicht nur zu einer höheren Lichtintensität im Bestand bei, sondern fördert durch die auftretende Bodenverwundung (beim Umfallen, durch Schneeschub) auch die Lärchenverjüngung. Weiters dient der vermodernde Stamm in den beiden unteren Untersuchungsbereichen als Nährbeet (Kadaververjüngung (Abb. 56)) für die Verjüngung. Außerdem zeigt sich bei JÄGER (2003), dass die Individuen der Moderholzverjüngung eine längere Vegetationszeit, auf Grund des früheren Ausaperns des Moderholzes, aufweisen als die Verjüngungsindividuen am Boden.

Bei der Verjüngungsanalyse sind in den einzelnen Untersuchungsbereichen jene Hauptbaumart dominant die auch an der Bestandesstruktur den größten Anteil hat. Außer im G II weist die jeweilige Hauptbaumart in der Verjüngung den zahlenmäßig höchsten Anteil über alle Baumarten auf. Im G II weist die Vogelbeere die höchste Stückzahl auf. Dies ist vor allem durch die zahlreich auftreten Altbäume, die am Rand des Untersuchungsbereiches und in den angrenzenden Almflächen und Latschengebüschflächen vorhanden sind, bedingt. Die Baumartenzusammensetzung des Hauptbestandes ist aber weit weniger entscheidend für das Ankommen der Verjüngung, sondern Boden, Humusform, Relief und Kleinklima.

Die Verteilung der Höhenklassen bei der Verjüngung zeigt in allen Untersuchungsbereichen, dass die Höhenklasse I (0-5 cm) mit Abstand den geringsten Anteil hat (Abb. 44). Ein Grund

dafür ist darin zu sehen, dass in den letzten Jahren bei den einzelnen Baumarten keine oder nur Samenjahre mit höchstens einer Halbmast waren. Der Verlauf der einzelnen Baumarten hinsichtlich ihrer Höhenklassen in der Verjüngung wird auch zum Teil von den Ansamungsbedingungen für die jeweilige Baumart bestimmt. Aber nicht nur die artenspezifischen Ansamungsbedingungen sondern auch die Wachstumsbedingungen der einzelnen Baumarten sind von großer Bedeutung. Auffällig dabei ist, dass die Hauptbaumarten mit zunehmender Höhenklasse der Verjüngung an Bedeutung in allen drei Untersuchungsbereichen zunehmen (Abb. 44). Es scheint so als ob die anderen Baumarten in der Verjüngung mit zunehmenden Höhenwachstum eher ausfallen als die drei Hauptbaumarten.

Die Quantität der Verjüngung nimmt mit steigender Seehöhe des Untersuchungsbereiches stark ab, dafür nimmt die Vitalität zu (Abb. 45). Die Zunahme der Vitalität mit steigender Seehöhe ist nur sehr gering und liegt hauptsächlich an der Zirbe. Es scheint als ob die Zirbe auf den bessern Standorte bei der vorliegenden Arbeit mit zunehmender Seehöhe eher konkurrenzfähig ist, oder dies besser ausnützen kann. Der große Anteil der Fichte an der Vitalitätsklasse 1 (kümmerlich) liegt an dem Befall von *Chrysomyxa rhododendri*. Im großem und ganzen zeigt die Vitalitätsaufnahme aber, dass die Verjüngung im gutem Zustand ist.

Die **Verbisschäden** in der Verjüngung sind in allen Untersuchungsbereichen gering (Tab. 40), wobei im G III, auf Grund der geringeren Quantität, der Schaden stärker ins Gewicht fällt als in den beiden anderen Untersuchungsbereichen. Vom Verbiss sind hauptsächlich jene Verjüngungsmitglieder betroffen, welche nicht im Schutz von anderen Bestandesmitgliedern gedeihen. Dies zeigte sich vor allem im LZ II, wo nur Verjüngungsmitglieder verbissen wurden die ausserhalb der Latschenfelder waren.

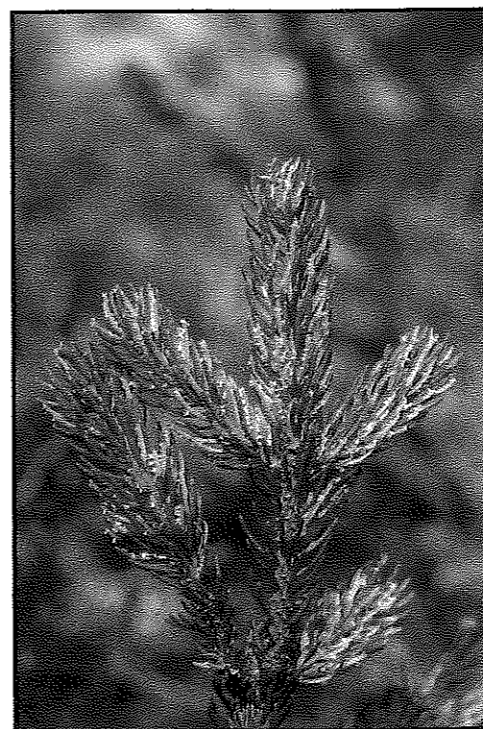


Abb. 57: *Chrysomyxa rhododendri*
Foto: Klumpp

Der Anteil der Fichtenverjüngung welche von *Chrysomyxa rhododendri* (Abb. 57) befallen ist ist zwar relativ groß (Tab. 41) und dadurch sehr augenscheinlich, aber es scheint als ob es bis jetzt dadurch noch zu keinem Ausfall von Verjüngungsindividuen gekommen sei. Es kommt durch den Befall von *Chrysomyxa rhododendri*, vor allem wenn dieser über mehrere Jahre erfolgt, sicher zu Zuwachsverlusten. Dies wirkte sich vorerst nur auf die Vitalität der Verjüngung aus. Nach ECKMÜLLNER. (1972) ist der *Chrysomyxa rhododendri* eine typisches Schädigungsbild in dieser Seehöhenlage.

Die **Stammschäden** spielen, ausser im Bereich der typischen Ausbildung des Lärchen-Zirbenwaldes (LZ I) im G III, nur eine sehr untergeordnete Rolle bei der Verjüngung (Tab. 42). Die Flächen des LZ I sind weniger stark strukturiert und weisen weniger Latschenfelder auf als jene des LZ II. Dadurch kommt es eher zu Stammschäden durch Schneeschub (Schnee befördert Äste und Steine). Dass im LZ II keine Stammschäden in der Verjüngung aufgetreten sind liegt am hohen Anteil der Latsche. Einerseits schützen diese die Verjüngung, wegen der Unzugänglichkeit, vor dem Verfegen und andererseits kommt es wegen ihrer schneestabilisierenden Wirkung zu keinem Schneeschub. Da die Verjüngung nur in den Lücken zwischen den Latschen oder auf Stein- oder Felsblöcken vorkommt kam es auch zu keinen Stammschäden durch Reiben anderer Stämme. Ein Grund für den hohen Anteil der Lärche an den Stammschäden liegt an der geringeren Widerstandsfähigkeit der Rinde in der Jugend gegenüber äusseren Einwirkungen und daran, dass von Geweihträgern die Lärche bevorzugt verfegt wird.

Auffällig bei der Schadensaufnahme der Verjüngung ist, dass in keinem Untersuchungsbereich **Schneepilze** (z.B.: *Phacidium infestans* Karst., *Herpotrichia juniperi* [DUBY] Petr., *Lophodermium pinastri* [Schar.] Chev.) aufgetreten sind. Ein Grund dafür mag sein, dass die Vegetation im G III nur auf den breiten Rücken auftritt und das in den Mulden noch das blanke Grundgestein (Dachsteinkalk) ansteht. Durch die starke Zerklüftung wird

durch die Schneeschmelze und durch den Regen der entstehende Humus ausgewaschen. Es wird über die Jahrhunderte vielleicht durch die Sukzession auch dort möglich sein, dass waldähnliche Vegetationsgesellschaften entstehen können. Beim Übergang von den Beständen auf den Rücken zu den vegetationslosen Mulden treten bei dem vorkommenden Latschengebüsche geringe Schneepilzschäden auf. Diese Flächen sind aber nicht mehr in die Stichprobenflächen gefallen.

Aber auch bei den beiden anderen Untersuchungsbereichen sind extreme Mulden, welche eine überdimensionale Schneelage aufweisen, von einer Strauch- oder Baumvegetationsgesellschaft ausgespart.

Die Abnahme der **Verjüngung** welche auf **Stein** stockt mit zunehmender Seehöhe des Untersuchungsbereiches (Tab. 43) kommt daher, dass die Böden über den Steinen eine wesentlich geringere Mächtigkeit aufweisen mit steigender Seehöhe. Dadurch wird das Aufkommen der Verjüngung erschwert oder sie ist auf Grund des Nährstoff und Wassermangels nur für kürzere Zeit lebensfähig.

Die etwas höheren Anteile an **Zwieseln** bei der Verjüngung mit steigender Seehöhe (Tab. 43) steht im Zusammenhang mit dem größeren Auftreten von Verbisschäden und dem extremeren Witterungsverhältnissen mit zunehmender Höhenlage.

Der wesentlich höhere Prozentsatz an **Verjüngungsmitgliedern im Unterstand im G III** (Tab. 43) ist dadurch zu erklären, dass die Verjüngung zum Teil unter anderen Bäumen das beste Verjüngungsklima vorfindet (Rottenstruktur). Auf der Freifläche ist der Schneedruck (Schnees Schub und -höhe) extremer und auch der Deckungsgrad der Latsche nimmt zu. In den Kleinblößen zwischen den Rotten führt die längere Schneebedeckung zu stärkeren Pilzschäden und zu einer zunehmenden Konkurrenz der Alpenrosen-Heidelbeereheide.

Die Tab. 43 zeigt, dass rund 40% der Verjüngung im G III unter Schirm aufwächst. Den selben Überschildungsgrad bei der Verjüngung wurde auch von KLEINE (1983) festgestellt. In anderen Arbeiten über zirbenbeeinflusste Wälder (z.B.: HOLZINGER, 1987; AULITZKY und TURNER, 1982) ist der Überschildungsgrad der Verjüngung dagegen wesentlich geringer.

Ein Aspekt sollte bei der Verjüngung von Zirbe nicht außer acht gelassen werden und zwar, dass die Verjüngung unter einem Altbestand im Bereich der Waldgrenze wesentlich geringer

ist als am Rand der Altbestände (STERN, 1956; OSWALD, 1963). Unter alten, dicht ausladenden Zirben ist die Verjüngung meist wegen der Trockenheit und dem Lichtmangel nur im geringen Ausmaß lebensfähig. Untersuchungen von MARKART (2000) zeigen, dass im Überschildungsbereich schon von kleineren Zirben (Baumhöhe 6,10 m) nur ein geringer Teil des Niederschlages den Boden erreicht. Im Gegensatz dazu sind die Entwicklungsbedingungen unter Lärche wesentlich besser. Trotzdem ist der Altbestand in diesen Regionen von großer Bedeutung für die Entwicklungsbedingungen der Naturverjüngung (Kleinklima, unterschiedliche Schneelage, Windschutz, usw.). Dies zeigt sich auch dadurch, dass die Verjüngung am Rande von Altbeständen am stärksten ist, aber mit der Entfernung davon sehr schnell abnimmt. Wobei die Verjüngung am Außenrand der Bestände langsamer vor sich geht als an Altbestandsrändern im Bestandesinneren. (AULITZKY und TURNER, 1982)

Die optimale **Größe der Löcher** in den Altbeständen für gute Bedingungen hinsichtlich Verjüngung wird von PITTERLE (1987), bei fehlendem anthropogenem Einfluss und bei Höhenlagen um und über 1700 m, mit ca. 1½ facher Baumlänge angegeben. Diese Angabe scheint auch bei der vorliegenden Arbeit Gültigkeit zu haben, da bei dieser Flächengröße die Verjüngung, bei auch sonst guten Bedingungen, zugenommen hat. Wesentlich größere Freiflächen, vor allem wenn sie in der Falllinie länger sind, aber auch sehr kleine Lücken weisen kaum eine Verjüngung auf. Die Ausdehnung der Bestandesöffnung in der Falllinie sollte auf Grund schneemechanischer Anforderungen auf max. 40 m beschränkt bleiben (PITTERLE, 1987). Außerdem kommt es auf zu großen Freiflächen, wegen der Möglichkeit des raschen Ausaperns, zur Gefahr der Frosttrocknis. Dies kommt daher, weil sich die Klimaverhältnisse in den Lücken gegenüber den Bestand extrem ändern. Die Lufttemperatur steigt nach GEIGER (1961) bis zu einem Lücken-Durchmesser der ein- bis zweifachen Baumhöhe gegenüber der Temperatur im Altholz bis zu 5°C, bei einer halben Baumhöhe nur bis 0,7°C. Mit der Lückengröße nimmt auch die Bewindung und deren Einfluss auf Oberflächentemperatur, Verdunstung und Niederschlag zu. So sinkt der Niederschlag bei einer Lückengröße von einer ½ Baumlänge um 13%, wohingegen bei einer Lückengröße von 1½ Baumlänge der Niederschlag um 5% steigt gegenüber dem Freiland (PITTERLE, 1987). Bei kleineren Löchern (unter ½ facher Baumlänge) kann es zu einer überdimensionalen Schneeanhäufung (Schneelöcher) gegenüber der unmittelbaren Umgebung kommen, welche wiederum zu schlechten Verjüngungsaussichten führt (AULITZKY und TURNER, 1982).

Dies trifft für die Bestände im G III nur bedingt zu, da dieser Untersuchungsbereich auf einen Westhang liegt. Auf der Sonnseite (Süd bis West exponierte Hänge) können die Löcher im Bestand kleiner sein und trotzdem die schädlichen Einwirkung der Schneelochbildung entgehen. Untersuchungen von MARKART (2000) bei Hochlagenaufforstungen in südwest Exposition zeigt sich, dass besonnte Bestandesränder und der Kronenraum unter dicht stehenden Gruppen bereits im Februar bis März schneefrei sein kann.

Auf der Sonnseite weisen diese Lücken in aufgelockerten Beständen mit reichlichem Seitenlicht dann auch noch die ausreichende Lichtintensität für die Verjüngung auf. Bei diesen Gegebenheiten ist eher darauf zu achten, dass die Lücken nicht zu groß sind, um eine schädliche Strahleneinwirkung zu verhindern. Denn ein zu hohes Lichtangebot, vor allem um die Mittagszeit führt bei direkter Sonnenbestrahlung in den Sommermonaten sehr schnell zum Absterben von Keimlingen (AULITZKY und TURNER, 1982). Für etwas ältere Verjüngungsindividuen stellen hingegen etwas größeren Freiflächen zwischen den Bestandesgruppen, trotz der sonnigen Lage des G III, hinsichtlich der Trockenheit für die Verjüngung kaum ein größeres Problem dar, weil im Bereich des Untersuchungsgebietes auch im Sommer ausreichender und regelmäßiger Niederschlag auftritt.

Die kleinflächigen Lücken führen zu einer einzel- bis truppenweisen Verjüngung. Der Windeinfluss, welcher bei einer solchen Verjüngung eine gewisse Rolle spielt, hat in den Untersuchungsbereichen weniger Bedeutung, da durch das unruhige Relief die Stärke des Windes in Bodennähe auch auf den windexponierteren Rückenlagen stark verringert wird.

Aus verjüngungsökologischen Aspekten benötigt die Lärche als Lichtbaumart (höheres Lichtbedürfnis der Hochlagenlärche, Rohbodenverhältnisse, Ausschalten des Seitendruckes der Nachbarbestände, usw.) laut AULITZKY und TURNER (1982) eine gruppen- bis horstweise Verjüngungsfläche (etwa 0,1 – 0,3 ha). Für die Halbschattbaumart Zirbe hingegen genügt eine trupp- bis gruppenweise Verjüngung (bis 0,1 ha).

Bei der vorliegenden Arbeit zeigt sich zwar auch, dass die Lärche größere Verjüngungsflächen bevorzugt, aber bei Löchern mit einer Größe von 0,1 ha nur mehr vereinzelt vorkommt. Bei größeren Löchern kommt eine Verjüngung nur mehr im oder am Rand von nicht zu dichten Latschengebüsch vor, welche vereinzelt in diesen Freiflächen auftreten. Bei solchen einzelnen Latschensträuchern kann auch die Zirbe und die Fichte zur Verjüngung kommen.

Die Fichte zeigt bei der vorliegenden Arbeit, vor allem im G III, die Neigung jene Verjüngungsflächen zu bevorzugen, welche auch günstig für die Zirbe sind. Dies zeigt sich

auch daran, dass die Fichte in der Bestandesstruktur immer mit der Zirbe vorkommt. Wobei die Fichte meist den Rand der Rotte bildet und die Zirbe im inneren der Bestandesgruppe dominant ist (siehe Kap. 4.6.5 "Bestandesaufrisse"). Solche Rottenzusammensetzungen finden sich zum Teil auch bei Untersuchungen in vergleichbaren Gebieten von KLEINE (1983) und PITTERLE (1987). Mit abnehmender Höhenlage nimmt die Rottenstruktur immer mehr ab. Aber auch im G I kommt es bei extremen Verhältnissen, wie zum Beispiel auf größeren Felsblöcken (mehrere Quadratmeter groß und über 5 m Höhe), rottenähnlichen Bestandesausbildungen. Auch bei diesen Rotten kann die selbe Zusammensetzung wie im G III beobachtet werden, wobei aber die Fichte im inneren der Rotte immer mehr bestandesbildend wird. Dies hängt mit der stärkeren Konkurrenzkraft (vor allem Höhenwachstum) der Fichte mit abnehmender Höhenlage gegenüber der Zirbe zusammen.

Durch das kleinflächige Vegetationsmosaik welches bei allen drei Untersuchungsbereichen sehr ausgeprägt vorhanden ist, sind die unterschiedlichen Verjüngungszahlen auf den einzelnen Probeflächen kaum zu erklären, da auf allen Stichprobenflächen sowohl für die Naturverjüngung gut als auch schlechte Vegetationseinheiten vorkommen. So kommt es fast auf allen Probeflächen dazu, dass Trockenheitszeiger und Feuchtigkeitszeiger im unmittelbaren Nahbereich zu einander auftreten, was hauptsächlich durch die auftreten Steinblockbildung bedingt ist. Es zeigt sich zwar, vor allem im G III, dass die Verjüngung dort geringerer ist, wo die Vegetationstypen zunehmen die beim **Wind-Schneeökogramm** als schlechte Verjüngungsflächen ausgeschieden werden (siehe Kap. 4.8 "Verjüngungsanalyse"). Dieser Befund konnte statistisch nicht abgesichert werden.

Durch die kleinflächig sehr stark wechselnden **Standortsbedingungen** konnte zwar kein eindeutig durch die Statistik abgesichertes Ergebnis hinsichtlich der Häufigkeit des Aufkommens der Verjüngung bei bestimmten Vegetationstypen festgestellt werden, trotzdem zeichneten sich bei der Verjüngungsanalyse einige Präferenzen ab.

Die drei Hauptbaumarten zeigen hinsichtlich der Häufigkeit der Verjüngung auf verschiedenen Vegetationstypen folgende Präferenz:

Zirbe: Vaccinium-, Rhododendron-, Erica-, Rhododendron/Vaccinium und Nudum-Typ

Lärche: Rhododendron-, Spaltenbesiedler-, Kraut-, Vaccinium- und Gras-Typ

Fichte: Vaccinium-, Erica-, Gras- und Spaltenbesiedler-Typ

Dies heißt aber nicht, dass bei den anderen Vegetationstypen keine Verjüngung der Hauptbaumarten auftritt, sondern nur, dass bei diesen die Zahl der Individuen in der Verjüngung merklich zurück geht und die Qualität meist abnimmt.

Dieses Ergebnis hinsichtlich der Bevorzugung von Vegetationstypen bei der Verjüngung der einzelnen Baumarten ist ähnlich wie bei anderen Untersuchungen in zirbenbeeinflussten Wäldern (AUER, 1947; KLEINE, 1983; AULITZKY und TURNER, 1982; HOLZINGER, 1987).

AICHINGER (1956) kommt ebenfalls zu ähnlichen Ergebnissen, wobei er auch den Rostalpenrosen-Heidelbeerheiden und der Preiselbeere und Heidelbeere gute Ansamlungsbedingungen prognostiziert. Auf diesen Flächen kommt es später meist zu großen Verlusten bei der Verjüngung da sie meist stark durch Schneedruck und Schneepilze heimgesucht werden.

So wie bei den meisten anderen Arbeiten in dieser Höhenlage zeigt sich auch bei der vorliegenden Arbeit, dass durch die extremen Klimaverhältnissen in dieser Höhenlage die Verteilung der Bodenvegetation hauptsächlich von der Bestockung bestimmt wird und nur in größeren, sonnenoffeneren Blößen sowie bei überhöhten Geländerippen wird die Verteilung von den Reliefeinflüssen geprägt. Dies heißt, dass durch die Bestockung die Ansamlungsbedingungen beeinflusst werden und damit wiederum die Bestockung.

Zwischen den teilweise sehr mächtigen **Felsblöcken** kommt es bei ausgeprägter Muldenbildung zu sehr extremen Standortverhältnissen. In solchen kleinen Mulden, welche bei allen drei Untersuchungsbereichen auftreten, kann vor allem auf Grund der enormen Schneehöhen und der langen Ausaperungszeit (bis in die Sommermonate hinein) keine Strauch- und noch weniger eine Baumschicht gedeihen. Die einzige Bestandesbildung bei solchen Flächen ist auf den erhöhten Fels- und Steinblöcken möglich (siehe Abb. 23). Bei extremer Muldenbildung und sehr flachen Gelände wird wohl niemals eine Besiedlung mit einer strauch- oder baumähnlichen Vegetationstypen möglich sein.

Andererseits treten zwischen den Fels- und Steinblöcken, wenn diese nicht große Ausmaße erreichen, bei günstigen Bedingungen die besten Bestandesbedingungen auf. Im G I und G II sind diese Bestandesflächen durch rezente Bodentypen geprägt und im G III kommt es teilweise zur Ausbildung von verbräunten Rendsinen (Kap. 4.3 "Bodenanalyse"). Diese Bestandeseinheiten weisen in jeder Hinsicht die besten Bedingungen im jeweiligen Untersuchungsbereich auf.

Diese Fels- und Steinblöcke sind nicht nur für die Besiedlung bei extremen Bedingungen, wie oben beschrieben, von großer Bedeutung, sondern auch für die Stabilisation der Schneedecke, vor allem bei zunehmender Geländeneigung. Die unruhige Geländebeschaffenheit kommt besonders dann als Schneestabilisation zum Tragen, wenn diese nicht durch die Bestandesmitglieder übernommen werden kann (z.B. Größere Bestandeslücken). Wie oben schon erwähnt kann es je nach Geländeneigung schon bei Bestandeslücken welche in der Falllinie eine Länge von 40 m überschreiten zu Waldlawinen kommen. Diese Erscheinungen kann auch beim G I im Grabeneinhang des FBI beobachtet werden. Diese Bestandeslücke wird von Hochstauden geprägt, welche das Gleiten und Abrutschen des Schnee unterstützt und außerdem für die Naturverjüngung eine Konkurrenzvegetation darstellt. Die wenigen Baumstämme auf dieser Fläche können die Schneedecke auch nicht ausreichend stabilisieren. Diese stellen aber sich einen möglichen Ausgangspunkt für eine Verjüngung dar (geringere Vegetationsdruck, im Nahbereich kein Schneegleiten).

Das selbe Bild zeigen größere Bestandeslücken im G II, aber vor allem im G III. Diese Freiflächen sind meist durch einen großen Anteil an Gras- und Hochstaudenarten in der Krautschicht charakterisiert.

Durch die ausgeprägte Gliederung des **Kleinreliefs** auf den Rücken im G III wechseln die guten und schlechten Bedingungen für die natürliche Verjüngung in den einzelnen Probeflächen sehr rasch. Dadurch kommt es bei keiner Stichprobenfläche zu einem Auftreten einer flächenhaften Naturverjüngung, aber auch umgekehrt gibt es bei den 200 m² großen Stichprobenflächen keine, die nicht für die Naturverjüngung günstige Klein- und Kleinstflächen aufweist. Dies ist laut AULITZKY und TURNER (1982) für die rasche Bestandesbildung in den extremen Bedingungen dieser Höhenlage oft wesentlich besser als Gebiete wo eine ausgeprägte Gliederung des Kleinreliefs fehlt, wo natürlich die Bestandesbildung auf den besser geschützten Kleinstandorten sehr gut ist, aber wo es unmöglich ist oder sehr lange dauert bis die teilweise sehr großen ungünstigen Kleinstandorten besiedelt werden können. Dies hängt damit zusammen, dass, wie der Verjüngungsaufnahme (siehe Tab. 43) zu entnehmen ist, die Verjüngung in diesen Höhenlage die Bereiche schützender Bestandeseinheiten bevorzugt, wobei dies mit zunehmender Entfernung zu den Bestandsgruppen stark abnimmt.

Für die zahlenmäßig sehr unterschiedliche Naturverjüngung auf den einzelnen Probeflächen haben die **Deckungsgrade** eine gewisse Auswirkung. Die größte Auswirkung hat der Deckungsgrad der Strauchschicht auf die Naturverjüngung. Im G III ist die Auswirkung der Strauchschicht am größten, was aber durch die teilweise sehr großen Deckungsgrade (bis 97%) erklärt werden kann (Tab. 16). Bei diesen Deckungsgraden der Strauchschicht kommt die Verjüngung nur mehr an Stellen vor wo die Dichte der Strauchschicht wesentlich geringer wird, wie im Nahbereich des Altbestandes und auf bewuchsfähigen Steinen, auf welchen die Strauchschicht meist nicht so dicht ist und der Höhenwuchs der Sträucher auch wesentlich geringer ist.

Im G II ist kein direkter Zusammenhang zwischen Verjüngungsanzahl und den Deckungsgraden der Schichten gegeben, wobei aber in diesen Gebiet auch keine sehr hohen Deckungsgrade der einzelnen Schichten vorkommen.

Im G I sind zwar die Deckungsgrade der Baumschicht zum Zeitpunkt der Aufnahme nicht sehr hoch, aber es wurden auch auf gewissen Teilflächen in den letzten Jahren Bäume entnommen. Vor allem im FBI wäre der Deckungsgrad der Baumschicht wesentlich höher, wenn man die vorhanden Stöcke der genutzten Bäume berücksichtigt. Dies zeigt sich auch daran, dass über 45% der Verjüngung eine Höhe unter 20 cm aufweist und die höhenmäßig größere Verjüngung meist in den älteren Löchern des Bestandes vorhanden ist.

Hinsichtlich der Stabilisation der Schneedecke kommt den hier sehr ausgeprägten Latschengebüschen, wobei das Höhenwachstum eine wichtige Rolle spielt, eine gewisse Bedeutung zu. Dies wird auch daraus ersichtlich, dass die Verjüngung im Bereich von Latschengebüschen, welche zwar stark mit dem steigendem Deckungsgrad abnimmt, höher ist als auf den teilweise großen Freiflächen zwischen den Bestandesgruppen. Die Säbelwüchsigkeit nimmt ebenfalls auf diesen, meist mit Grasarten bedeckten, Bestandeslücken zu. Der Schutz vor der Bewegung der Schneedecke kann teilweise auch durch die unruhigen Reliefbedingungen übernommen werden. Bei SCHWARZ (1951) zeigt sich, dass das Latschengebüsch bei nicht zu dichtem Vorkommen sich positiv auf die Verjüngung, vor allem bei der Zirbe, auswirkt.

Neben der unterschiedlichen Standortsansprüchen der Baumarten spielt bei der Verjüngung die **Samenverbreitung** eine gewisse Rolle. Während die leichten Fichten- und Lärchensamen vom Wind vertragen werden oder mittels Schneedrift verbreitet, wird der Samen der Zirbe nahezu ausschließlich vom Tannenhäher (*Nucifraga caryocatactes*) verbreitet. Sein Instinkt für Standorte mit nicht zu langer und zu hoher Schneebedeckung, welcher nötig ist um im

Winter leichter an die Vorratsverstecke heranzukommen, begünstigt die Überlebenschance der Zirbenverjüngung die aus den nicht genutzten Samenlagern entsteht. Für das Anlegen dieser Vorratsdepot muss eine Aufbaumöglichkeit vorhanden sein. (AULITZKY und TURNER, 1982; MATTES, 1992; LANNER, 1996)

Bei der zoochore Verjüngung ist dabei der Nachteil, dass oft nur ein Individuum von den

vielen Stämmchen die aus einem vergessenen Samenlager gedeihen übrig bleibt, da sich, wie z.B. in Abb. 58 zu sehen ist, von den 5 Zirbenstämmchen auf ca. 20 cm² auf Grund des bald auftretenden Flächenmangels nur ein Bäumchen durchsetzen kann.

Die Häufigkeit der Samenjahre und die Intensität der Mast ist ein weiterer wichtiger Punkt für die



Abb. 58: Zoochore Verjüngung

Beschaffenheit der Verjüngung. Nach Auskunft des ortsansässigen Forstpersonal sind in den letzten Jahrzehnten im Untersuchungsgebiet der vorliegenden Arbeit für die Hauptbaumarten nur selten Samenjahre aufgetreten. Darunter waren noch dazu kaum Vollmasten. Wobei die Zeiträume bei Zirbe größer sind als bei der Lärche und Fichte. Dies führt zu einer phasenweise Verjüngung für die einzelnen Baumarten. Ähnliches wird auch von AULITZKY und TURNER (1982) beschrieben.

Ein weiterer Aspekt der Verjüngungsbedingungen bei der Zirbe stellt die **Beerntung der Samenbäume** dar. Dies Zapfenernte wird zum Erzeugen von Zirbenschnaps vorgenommen. Dies führt sogar soweit, dass nicht nur die Bäume bestiegen werden um an die Zapfen zu kommen sondern auch ganze Wipfel einfach abgeschnitten werden.

Dies illegalen Zapfenernten führen nicht nur zu einer wesentlich geringeren Samenmenge für die natürliche Verjüngung sondern auch dazu, dass die genetische Vielfalt des Bestandes beeinträchtigt werden kann. Für die Zapfenernte werden vor allem jene Bäume herangezogen welche eine gute Ausbeute erwarten lassen und einigermaßen leicht zu besteigen sind. So werden hauptsächlich die stärksten Bäume des Bestandes beerntet. Wenn man nun annimmt, dass die stärksten Bäume einen ähnlich genetischen Aufbau aufweisen, so kommt diese in

Samenjahre kaum zur Verbreitung, weil sie vor dem Zapfenfall fast vollständig beerntet werden und dies mitunter in jedem Samenjahr über mehrere Jahrzehnte.

Bei der Verjüngungsanalyse wurde neben den verholzten Verjüngungsanteilen natürlich auch die **Keimlinge** der einzelnen Baumarten aufgenommen. Im G I sind 386 Stk/ha (+/-155 Stk) und im G II 1559 Stk/ha (+/-717 Stk) Keimlinge aufgenommen worden. Im G III wurde auf den Stichprobenflächen keine Keimlinge gefunden. In den beiden Untersuchungsbereichen, wo Keimlinge aufgetreten sind, sind diese sehr unregelmäßig über die einzelnen Stichprobenflächen verteilt. Die Keimlinge die nur aus den Baumarten Fichte und Vogelbeere gebildet werden, sind meist im Unterstand, wo die Bodenvegetation eine geringe Deckung aufweist, vorzufinden. Bei den Stichprobenflächen im G I werden 59% der Keimlinge von der Vogelbeere gebildet und im G II steigt der Anteil der Vogelbeerkeimlinge auf 75% an.

Die Keimlinge sind bei der übrigen Verjüngungsanalyse nicht mit berücksichtigt worden, weil die Keimlinge eine sehr große und vor allem sehr unterschiedliche Ausfallsrate aufweisen. Hohe Keimlingszahlen sind nicht unbedingt ein Garant dafür, dass die Verjüngung sehr üppig und kräftig ist. Die große Anfälligkeit der Keimlinge gegenüber verschiedenster Einflussfaktoren (z.B. Temperatur, Wasserhaushalt, anthropogene Einflüsse) führt dazu, dass schon bei geringfügigen Änderungen die Sterbensrate bei den Keimlingen sehr hoch sein kann (AUER, 1947; LEIBUNDGUT, 1984; MÜLLER, 1988; OTT et al., 1997; LANGVALL, 2000; STRANZINGER, 2001). Mit steigender Wuchshöhe der Verjüngung (gesicherte Verjüngung) wird die Gefahr des flächenhaften Absterben immer geringer. So sind bei WINDING (1984) alle ausgefallenen Verjüngungsmitglieder unter 2 m Höhe und die größte Ausfallsrate (55%) liegt im Bereich der Höhenklasse 51-100 cm.

6 Waldbauliche Schlussfolgerung

Die Flächen in den Untersuchungsbereichen sind durch ein kleinräumig sehr schnell wechselndes Standortsmosaik gekennzeichnet. Dieses Mosaik ist primär durch die ebenfalls sehr kleinflächig variierenden Bodenverhältnisse bedingt und wird durch das Vegetationsmosaik, welches durch den Einfluss der unterschiedlichen Bödenverhältnisse und des sehr stark variierenden Kleinklimas noch weit rascher wechselt, noch verstärkt. Ausserdem sind durch die relativ leichte Erodierbarkeit der Rendsinen, aber auch reiferer Kalksteinbraunlehme, in diesen Gebieten initiale Bodenverhältnisse weit verbreitet und entstehen nach Tangelhumus-Zerstörung immer wieder neu (Spaltenstandorten auf Hängen). Auf Grund der hohen Anfälligkeit des Bodens gegen Abtragung soll die Vegetationsdecke nicht zerstört werden. Schon relativ geringe anthropogene Einflüsse, aber auch natürliche Katastrophen können standortszerstörende Wirkungen in größerem Ausmaß nach sich ziehen. Wobei die Anfälligkeit und die Auswirkungen der Abtragung der Böden mit zunehmender Seehöhe steigen. Kommt dies in den unteren Untersuchungsbereichen nur vereinzelt vor, wird es hin zu Waldgrenze immer mehr zum flächenprägenden Bild.

Darum können sich größere geschlossene Bestandeseinheiten nur sehr schwer ausbilden. Wobei sich die einigermaßen geschlossenen Bestände auf größerer Fläche, welche der Fichtenblockwald noch aufweist, mit steigender Seehöhe immer mehr auflösen und zu kleinflächigeren Rottenstrukturen übergehen. Dabei treten von der Rotte bis hin zum einigermaßen geschlossen Bestand in den Gebieten der vorliegenden Arbeit alle Übergangsformen als Klein-, Mittel- oder Großkollektiv und im obersten Untersuchungsbereich (G III), vor allem in der Latschenausbildung des Lärchen-Zirbenwaldes (LZ II), sogar einzelstammweise Strukturen auf.

In den obersten Hochlagenbeständen wechseln progressive Bewaldungstendenzen im Bereich von Geländerippen und -rücken sich mit unterdurchschnittlicher Entwicklung in muldigen Standorten ab. Umso steiler sich die jeweilige Rippe aus dem umgebenden Gelände erhebt, desto schmaler und spitzer sind diese progressiven Waldkeile. Wenn hingegen die Geländeerhebung mehr die Form eines flachen Rücken besitzt so werden die darauf stockenden Bestände von der Form her breiter und abgerundeter (AULITZKY und TURNER, 1982).

Das Fehlen der Bestockung in den Mulden ist auf die extremen Schadeinwirkungen zurückzuführen. Lawinen, Kriechen und Gleiten der Schneeablagerungen, Schneepilzschäden, Konkurrenzwirkung der Vegetation, Erosion usw. erreichen hier ein bedrohliches Ausmaß. Nur Zwergstrauch- und Grasheiden haben vor allem unter hoher Schneeanammlung bei diesen Bedingungen eine Entwicklungsmöglichkeit. In diesen Rinnen können waldähnliche Bestockungen nur auftreten wenn die negativen Einflüsse zurücktreten oder wenn es durch einen dichteren Bewuchs der Rippen zu einem besseren Schneeausgleich in den Rinnen kommt und damit ein langsames Schließen des Waldes in den Mulden vor allem in den Unterhangpartien ermöglicht.

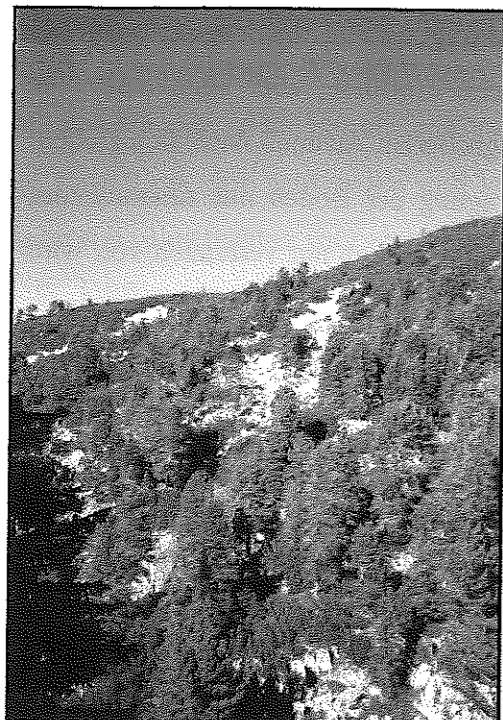


Abb. 59: Lärchen-Zirbenwald im G III

Diese vom Relief bedingte mehr oder weniger streifige Bewaldungsverteilung ist die typische Gliederung des subalpinen Waldes vor allem im natürlichen Grenzbereich. (Abb. 59)

Diese strenge Auswirkung vom Relief auf die Bestockung geht in tiefer gelegenen, gleichförmigeren und geschlosseneren subalpinen Wäldern sowie in der tiefsubalpinen und in der oberen montanen Stufe immer mehr zurück. Statt der kleinstandörtlichen bedingten Rottenstruktur findet sich dann auch eine gleichförmigere Baumverteilung auf größerer Fläche. Diese Abfolge kann bei der vorliegenden Arbeit beobachtet werden. Im oberen

Untersuchungsbereich (G III) sind nur die Rücken

in mehr oder weniger ausgeprägten Rottenstruktur bestockt. Die Mulden weisen zum Großteil überhaupt keine Vegetationsbedeckung auf. Im Lärchen-Zirbenwald des mittleren Untersuchungsbereich (G II) (Abb. 60) sind die Bestände plenterartig aufgebaut und eine echte Rottenstruktur ist nur mehr selten zu erkennen. Die Mulden sind zwar schon bestockt, aber nur von Latschen- und Erlengebüsch. Wobei kleinere, aber sehr tiefe Mulden zwischen großen Felsblöcken, bei welchem der Schnee bis in den Sommer hinein liegen bleiben kann, außer einer Moos- und Krautschicht keine andere Vegetationsschicht mehr aufweisen (siehe Abb. 23). Die plenterartige Struktur ist ohne forstlichen Eingriff auch im unteren Untersuchungsbereich (G I) bestandesprägend, vor allem im Bereich des Karbonat-Lärchen-

Blockwaldes (LBI) (Abb. 60) und teilweise auch im Karbonat-Block-Fichtenwald (FBI). Wobei der teilweise einschichtige Bestandesaufbau im Bereich des FBI (Abb. 61) nicht nur durch den forstlichen Eingriff bedingt ist sondern laut MAYER (1991) im naturnahen subalpinen Fichtenwald dem vielschichtigen Bestandesaufbau während der Jugend und Reife ein Stadium einschichtiger Aufbauformen folgt (Absterben und Umsetzen unterer Schichten), welches zur Auflösung der Bestände überleitet.

Im G I können fast in allen Muldenlagen jene Individuen, welche auch die sonstige Strauch- und Baumschicht prägen, angetroffen werden.

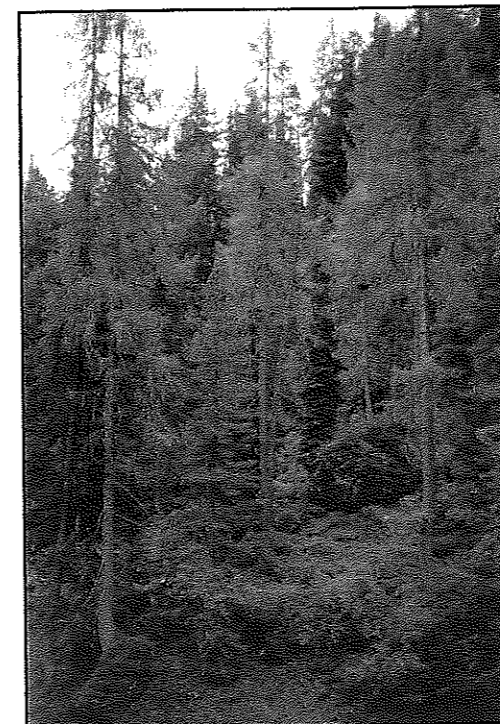


Abb. 60: Lärchen-Blockwald

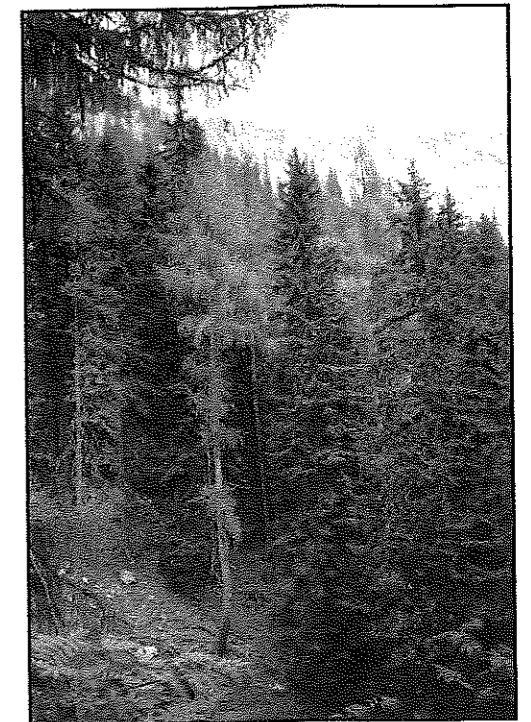


Abb. 61: Fichten-Blockwald



Abb. 62: Lärchen-Zirbenwald im G II

Die Lärchen-Zirbenbestände in den Untersuchungsbereichen der vorliegenden Arbeit weisen nach der Bestandesbeschreibung von anderen Arbeiten (KAMMERLANDER, 1985; MAYER, 1991; WILDAUER, 1988) die meiste Ähnlichkeit mit den dort auftretenden „Plenterphasen“ und mit den „Rottenstrukturen“ auf. Wobei in den höhergelegenen Lärchen-Zirbenwäldern fast ausschließlich Rottenstrukturen dominieren, tendieren die tiefergelegenen hauptsächlich zu einem plenterartigen Bestandaufbau. Im G III weisen kleine Bereiche aber auch Zerfallsphasen auf. Unter den einzelnen Altbäumen die von den zerfallenen überalten Rotten übrig sind kommt auf Grund der sehr dichten Strauchschicht kaum eine Verjüngung auf. Andererseits verhindert die Strauchschicht durch ihre bodenstabilisierende Wirkung die Abtragung des Humusboden und ist auch bei der Bodenbildung in diesen Gebieten von großer Bedeutung. Diese Bestände, bei welchen es sich um die Latschenausbildung des Lärchen-Zirbenwaldes handelt, sind Dauergesellschaften die als natürliches Pionierwaldstadium betrachtet werden.

Im G I tendiert der Bereich des LBI ebenfalls zu einer Plenterphase. Der Bereich des FBI befindet sich in der Optimal- bis Terminalphase, wobei auf kleineren Flächen, vor allem im Grabenbereich und bei stärkerem Vorkommen von ausgeprägten Stein- und Felsblöcken, plenterartige Strukturen und zum Teil auch Rottenstrukturen vorkommen.

Durch die vorherrschenden Bedingungen (klimatisch, edaphisch, usw.) gehen aber fast ausschließlich vom Kleinstandort abhängige einzelbaum- bis trupp- und gruppenweise Entwicklungen vor sich die keine deutlichen Entwicklungsphasen, wie sie z.B. bei ERHARD (1975) für den Lärchen-Zirbenwald auf silikatischen Grundgestein beschrieben werden, erkennen lassen. Das Bestandesgefüge hat insgesamt einen plenterartigen, lockeren Waldkronen-Charakter. Hin zum tiefsubalpinen Fichtenwald werden die Bestände auf größeren Flächen geschlossener und es lassen sich im Fichtenblockwald auch deutlichere Entwicklungsphasen erkennen.

Die zwar kleinflächig geschlossenen aber sonst lockere, räumige Bestockung der höheren Lagen kann mit der Vorratshaltung der über größere Flächen geschlossenen Beständen in den tieferen Lagen natürlich nicht mithalten. Bei der alleinigen Betrachtung der kleinräumigen in sich geschlossenen Bestandeseinheiten des Lärchen-Zirbenwaldes des G III ist der Unterschied von der Vorratsleistung her schon wesentlich geringer und liegt im Bereich der tiefergelegenen, über größere Flächen in sich auch nicht geschlossenen, lärchenreicheren Lärchen-Zirbenwäldern und des Karbonat-Lärchen-Blockwaldes. Ein Grund für die geringere Vorratsleistung der höhergelegenen Bestände liegt also in deren wesentlich geringeren

Bestandesschluss über größere Flächen hinweg. Nach PITTERLE (1987) sind die in sich dichte Bestandeseinheiten (Rotten) und die teilweise großen nicht bestockte Zwischenräume ein typisches Bild für die Waldgesellschaften dieser Höhenlage. Der andere Grund sind die schnell sinkenden Baumhöhen mit zunehmender Seehöhe.

Die unterschiedlichen Vorratshaltungen der einzelnen Bestände dürfen dabei aber nicht deren Wuchsleistung (siehe Kap. 5.2.2 "Wuchsleistung der Strauchschicht") gleichgesetzt werden. So liegt zwar die Latschenausbildung des Lärchen-Zirbenwaldes hinsichtlich des forstlichen Parameters Vorrat weit hinter den anderen Gesellschaften der vorliegenden Arbeit, aber unter Berücksichtigung der Strauchschicht, welche einem um einiges höheren Deckungsgrad aufweist als bei den anderen Waldgesellschaften, ist der Unterschied hinsichtlich der Wuchsleistung wesentlich geringer. Es zeigt sich also, dass die Bestände hinsichtlich der forstlichen Leistungsfähigkeit wesentlich größere Unterschiede aufweisen als in ihrer Biomassenleistung.

Die Konkurrenzfähigkeit der drei Hauptbaumarten ist in den Waldgesellschaften der vorliegenden Arbeit sehr unterschiedlich. Dies drückt sich nicht unbedingt in der Quantität aus als vielmehr durch Leistungsfähigkeit und Qualität. Die Fichte ist im G I am konkurrenzfähigsten gegenüber den beiden anderen, wobei die Konkurrenzfähigkeit vom FBI, wo sie noch dominiert, hin zum LBI abnimmt, in welchen die Fichte die ungefähr gleich Leistungsfähigkeit aufweist wie die Lärche. Beim Lärchen-Zirbenwald des G II, welcher zu der Lärchenausbildung der vorliegenden Waldgesellschaft neigt, verliert die Fichte immer mehr an Konkurrenzfähigkeit, vor allem gegenüber der Lärche. In den Beständen des G III kommt die Fichte, trotz steigender Quantität, am schlechtesten mit den herrschen Bedingungen zurecht. Die hier vorherrschende Spitzfichte kann hinsichtlich der Wuchsleistung mit den beiden anderen Hauptbaumarten nicht mithalten und wird meist an den Aussenrand der Bestandeseinheiten verdrängt. Im wesentlich ziemlich umgekehrt verhält es sich mit der Zirbe. Die Zirbe welche im zirbenreicheren Lärchen-Zirbenwald des G III dominiert verliert sehr schnell an Konkurrenzfähigkeit gegenüber den anderen Hauptbaumarten und wird im G I hauptsächlich in ökologische Nischen zurückgedrängt. Die Lärche ist von den Hauptbaumarten jene, welche am besten mit den Bedingungen in allen Untersuchungsbereichen der vorliegenden Arbeit zurecht kommt. Sie dominiert im Lärchen-Zirbenwald mit höherem Anteil an Lärche und hält hinsichtlich der Konkurrenzfähigkeit gegenüber den anderen Baumarten in allen anderen Waldgesellschaften mit.

Dabei ist Konkurrenzfähigkeit der einzelnen Baumarten weniger von der Seehöhe abhängig als von den in den jeweilig Waldgesellschaften vorherrschenden Bedingungen. Die Extremwerte der verschiedenen Aufnahmen, welche oft in den drei Untersuchungsbereichen teilweise sehr ähnlich sind, zeigen, dass die kleinstandörtlichen Bedingungen (Kleinklima, Bodenbeschaffenheit, Konkurrenz, usw.) bei der vorliegenden Arbeit wichtiger sind als die Höhenlage. So zeigen zum Beispiel die Minimal- und Maximalwerte der Tab. 28, dass die Zeit bis die Höhe von 1,30 m erreicht werden kann in allen Untersuchungsgebieten ungefähr gleich ist. Für die meisten Parameter (Zuwachs, BHD, Zustand, Schäden usw.) sind die kleinstandörtlichen Bedingungen ausschlaggebender als die Höhenlage. Ein Ausnahme ist die Baumhöhe, welche zwar auch mit den kleinstandörtlichen Verhältnissen schwankt aber wesentlich mehr durch die Seehöhe beeinflusst wird. Ähnliche Beobachtungen machte KAMMERLANDER (1985) in Silikat-Lärchen-Zirbenwälder. Hinsichtlich des Höhenwachstums ist im Anwuchsstadium der Kleinstandort entscheidender als die klimatischen Unterschiede auf Grund der unterschiedlichen Höhenlage (KRONFUSS, 1983). Mit Zunahme der Pflanzenhöhe ändert sich dies und die Seehöhe wird immer entscheidender für das Höhenwachstum (KAMMERLANDER, 1985).

Die drei Untersuchungsbereiche der vorliegenden Arbeit werden hinsichtlich des Vorrats jeweils von einer anderen der drei Hauptbaumarten dominiert. Die Zirbe, welche mit zunehmender Seehöhe an Bedeutung gewinnt, hat den größten Anteil in Lärchen-Zirbenwäldern des G III, die Lärche, welche auch über alle Gebiete gesehen den größten Anteil aufweist, dominiert in den Lärchen-Zirbenwäldern des G II, und im G I hat die Fichte den größten Anteil. Wobei die Dominanz der Fichte vom FBI zum LBI extrem abnimmt und dort ungefähr den gleichen Anteil wie die Lärche aufweist.

Die Bestände weisen bei einem ausgeglichen Verhältnis der Anteile von den drei Hauptbaumarten vor allem mit steigender Seehöhe eine höhere Stabilität auf. Bei PITTERLE (1987) wird empfohlen die Stabilität der Lärchen-Zirbenwälder über 1800 m Seehöhe mit hohem Anteil an Lärche durch Erhöhung des Zirbenanteiles zu verbessern. Dies zeigt auch die weitgehend natürlich entstanden Bestände der vorliegenden Arbeit. Mit zunehmender Höhenlage nimmt der Anteil der Zirbe zu und es zeigt sich auch, dass die Zirbe jene Baumart ist, welche auch mit teilweise erheblichen Schäden die größte Stabilität bis ins hohe Alter aufweist. Die sogenannten Wetterzirben erhalten, auch wenn sie schon abgestorben sind, noch für längere Zeit eine stabilisierende Wirkung für die

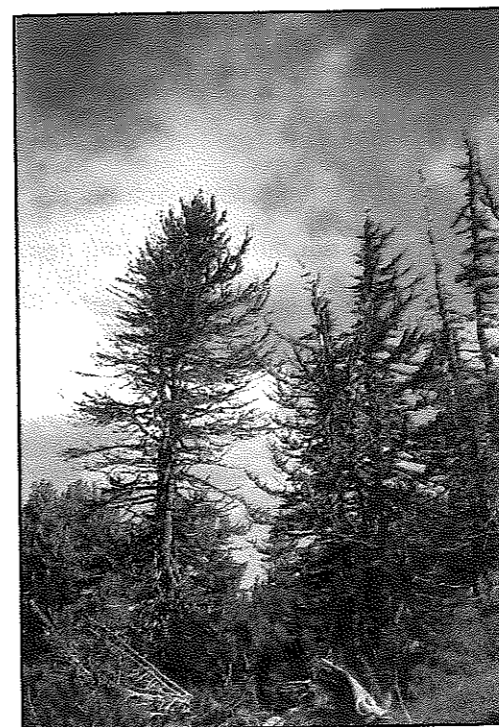


Abb. 63: Wetterzirbe

Bestandesgruppen (Abb. 61). Dadurch wird nicht nur der Boden vor Erosion geschützt, sondern es kommt unter solchen Bestandesteilen auch meist zu, für diese Gegebenheiten, gute Verjüngungsansätzen. Beim Zusammenbruch werden diese dann meist nicht sehr stark beschädigt, es kommt vielmehr dazu, dass die zusammenbrechende Bestandesmitglieder meist wieder positiv auf die Verjüngung auswirken (größeres Lichtangebot, aufreißen dichter Strauchschichten, spezielle Bodenbedingungen, usw.).

Die Vielfalt der Bestandesstruktur nimmt zu einer gewissen Höhenlage hin zu und beginnt dann bis zu der Waldgrenze hin wieder zu sinken, wobei die

Struktur in den Beständen nahe der Waldgrenze ausgeprägter ist als in jenen im untersten Untersuchungsbereich der vorliegenden Arbeit. Dabei ist der Lärchenblockwald wesentlich mehr differenziert als der Fichtenblockwald und erreicht annähernd jene Werte der Bestände in der Nähe der Waldgrenze. Ein Grund für die geringere Strukturierung der Bestände des G I stellt sicher der forstliche Eingriff dar. Das die Waldgesellschaft auch einen gewissen Beitrag dazu leistet zeigen jene Stichprobenpunkte im subalpinen Karbonat-Block-Fichtenwald wo die Forstwirtschaft keinen Einfluss genommen hat. Diese weisen zwar teilweise eine etwas höhere Durchmesser- und Baumhöhendifferenzierung auf als jene die von der Forstwirtschaft beeinflusst wurden, sind aber geringer differenziert als die Flächen des Karbonat-Lärchen-Blockwaldes. Neben der Waldgesellschaft ist auch das Relief von gewisser Bedeutung. Bei stärker strukturierten Geländebeziehungen sind auf den großen Steinblöcken die Dimensionen (Durchmesser und Höhe) im ungefähr selben Alter geringer als auf den wesentlich besser Böden zwischen den Blöcken.

Der eher lärchenreichere Lärchen-Zirbenwald im G II weist die größte Vielfalt in der Struktur auf. Auffällig bei den Aufnahmen der „Strukturellen Vierergruppe“ ist, dass mit zunehmender Höhe in diesem Gebiet die Differenzierung der Bestände des Lärchen-Zirbenwaldes, wenn auch zum Teil nur geringfügig, abnimmt. Die Gründe sind neben dem Relief hauptsächlich in den extremeren Klimabedingungen (Geringere Wachstumsleistung, erschwerte

Ansamungsbedingungen, schlechtere Bodenentwicklung, usw.) und den dadurch bevorzugten Bestandesaufbau (Rottenstruktur) zu sehen.

Die Auswirkung der klimatischen Veränderungen mit steigender Höhenlage zeigt sich bei der Verjüngung am deutlichsten. Dies ist ein Grund warum die Verjüngungszahlen zwischen den Lärchen-Zirbenwaldbeständen des G II und des G III so unterschiedlich sind. Außerdem sind die Lärchenausbildung des Lärchen-Zirbenwaldes meist nicht nur vorratsreicher als die Zirbenausbildungen sondern weisen auch meist wesentlich höhere Verjüngungszahlen auf.

Generell spielen mit zunehmender Seehöhe bei der Verjüngung die ansamlungsökologischen Faktoren eine immer größere Rolle, da Wald immer nur dort natürlich aufkommt, wo sich die Baumarten noch erfolgreich gegen die Konkurrenz der Gras-, Zwergstrauchheiden oder einer ausgeprägten Strauchschicht durchzusetzen vermögen. Dabei ist für das Aufkommen der Verjüngung die Baumartenzusammensetzung des Hauptbestandes weit weniger entscheidend, als Boden, Humusform und Relief.

Für den Verjüngungserfolg ist in den vorliegenden Untersuchungsbereichen der unmittelbare Kontakt zu den Bestandeseinheiten von großer Bedeutung. Dabei wird der Schutz durch ältere Bestandesteile für die Verjüngung mit steigender Seehöhe immer bedeutender. Sind in den tiefergelegenen Untersuchungsbereichen teilweise noch Verjüngungsindividuen auf größeren Freiflächen anzutreffen sind diese im obersten Untersuchungsbereich meist von der Verjüngung ausgespart. Andererseits ist der Verjüngungserfolg im Inneren einer Bestandeseinheit auch sehr gering. Die Verjüngung beginnt meist am Aussenrand der Rotte und setzt sich dann, wenn einzelne Individuen im Inneren ausfallen dort fort. Den Rottenmitgliedern kommt somit nicht nur hinsichtlich ihres gegenseitigen Schutzes eine große Bedeutung zu sondern auch hinsichtlich des Verjüngungserfolges. Dabei muß dieser Schutz nicht unbedingt durch Rottenmitgliedern erfolgen, sondern kann auch durch eine Strauchschicht übernommen werden. Dies zeigt sich bei der Latschenausbildung des Lärchenzirbenwaldes, welche wesentlich geringere Zahl von Bestandesmitgliedern in der Baumschicht aufweist. Die Rotten weisen meist nur wenige Individuen auf und es kommen auch wesentlich häufiger sogenannte Solitärbäume vor. Bei solchen Bestandesbedingungen erfolgt die Verjüngung meist in der Nähe der Bestandesmitglieder oder in nicht zu großen Lücken in der Strauchschicht, welche in beiden Fällen teilweise für die optimalen Bedingungen verantwortlich ist. Später übernimmt die Strauchschicht zu einem gewissen Masse die Aufgaben, welche sonst der Aussenrand von intakten Rotten hat.

Die Strauchschicht stellt somit einerseits wegen ihrer Konkurrenzkraft, vor allem bei einem sehr hohen Deckungsgrad, eine gewisse Behinderung in der Verjüngung der Bestände dar, andererseits aber ermöglichen erst die Latschen- und Grünerlenfelder eine Ausbreitung jener Flächen auf den später einmal waldähnliche Vegetationstypen entstehen können.

Wie bei AULITZKY und TURNER (1982) beschrieben wird soll eine Einzelstammnutzung aber auch kleinflächige (horst- bis gruppenweise) Nutzung im Lärchen-Zirbenwald zu einer baldigen Degradierung zum Heidelbeerwald (Regressionsstadium des subalpinen Waldes) hervorrufen. Vor allem die Lärche würde so in verhältnismäßig kurzer Zeit aus den subalpinen Lärchen-Zirbenbeständen „hinausgeplentert“. Die kaum anthropogen beeinflussten Bestände der vorliegenden Arbeit zeigen jedoch gerade das Gegenteil. Hauptsächlich kommt dies daher, dass diese Lärchen-Zirbenwälder keine geschlossenen Bestände ausbilden. In den räumigen Beständen spielt der Lichtfaktor, auch bei der Lichtbaumart Lärche, innerhalb der einzelnen kleinflächigen Bestandesteilen, wegen des meist ausreichenden Seitenlichtes, kaum eine Rolle. Für das Aufkommen der Verjüngung spielt vielmehr das kleinflächig sehr schnell wechselnde Standortsmosaik eine bedeutende Rolle. Die Verjüngung ist daher nur sehr kleinräumig mit geringen Stückzahlen in der Umgebung von schützenden Bestandesteilen erfolgreich. Aus diesem Grund würde ein flächenhaftere Schlagführung, wie er dem schweizerischen Femelschlag nach LEIBUNDGUT (1945) entspricht, zu großen Problem bis hin zu Erodierung der Böden führen. Dabei muß aber bedacht werden, dass sich die vorgeschlagenen Schlagführungen im Lärchen-Zirbenwald wie bei AULITZKY und TURNER (1982) beschrieben fast ausschließlich auf silikatischen Untergrund beziehen. Die schädlichen Einwirkungen des zu großflächigen Zusammenbruches von Bestandesteilen nimmt mit sinkender Seehöhe der Bestände ab. Im Übergang zum subalpinen Fichtenwald und Lärchenwald sollte dann die Lochgröße im Bestand durchaus größer gewählt werden, wenn der Lärche als Lichtbaum einen gewissen Anteil im Bestand beibehalten soll. Dies Tendenz zeigt sich auch schon im G II wo eher die Lärchenausbildung des Lärchen-Zirbenwaldes vorherrscht, welcher wesentlich geschlossener Bestände ausbildet und die Rottenstruktur zu Gunsten einer plenterartigen zurückgeht.

Die waldbauliche Behandlung des Lärchen-Zirbenwaldes beschränkt sich daher nicht auf eine bestimmte schematische Methode, sondern nur die ständig verbesserte Anpassung der Behandlungsgrundsätze an die orographischen, biologischen, ökologischen und strukturellen Gegebenheiten zur Erreichung der Zielsetzung wird bei wechselnden Gegebenheiten den besten Erfolg erbringen.

Für die zeitgerechte Regeneration der Bestände stellt die natürliche Verjüngung in diesen Untersuchungsbereichen einen gewissen Unsicherheitsfaktor dar, da die Samenjahre sehr unregelmäßig vorkommen. Vor allem bei der Zirbe kann es schon vorkommen, daß 10 Jahre oder länger keine Masten erfolgt. Aber nicht nur die Abstände zwischen den Samenjahren spielt eine große Rolle bei der Verjüngung sondern auch die Intensität. Diese hat in den letzten Jahren im Bereich des Untersuchungsgebietes bei allen Baumarten nachgelassen. Bei der Zirbe kommt noch erschwerend hinzu, dass die Bestände von illegalen Zapfenpflückern beerntet werden. Dabei schädigt nicht nur der direkte Verlust von Samen das Verjüngungspotential, sondern auch das geringe Nahrungsangebot für den Zirbenhäher führt dazu, dass seine Populationen im betroffenen Gebiet geringer wird. Die Zirbenhäher sind aber von großer Bedeutung für die Zirbenverjüngung. Dies ist neben der begrenzten ansamungökologischen Amplitude und den teilweise sehr langsamen Wachstum einer der Gründe warum die natürliche Regeneration der Bestände lange Zeiträume benötigt.

Die Bestände die auf den Flächen der vorliegenden Arbeit stocken sind meist sehr sensibel. Vorteilhaft für die Gesamtstabilität ist der baum- und truppweise bis plenterartige Aufbau, der keinen flächigen Zerfall erwarten läßt. Durch den Ausfall größerer Baumgruppen (Rotten) auf einmal können sich kleinere Freiflächen bilden, die erosionsgefährdet sind und sich nur schwer natürlich wiederbewalden. Bei natürlichen Katastrophen und bei starkem anthropogenem Einfluß (Weide, Nutzung, großer Wilddruck) wird die natürliche Wiederbewaldung rasch unterbrochen. Eine extrem rationelle Waldverjüngung mit gerade ausreichenden Individuenzahlen prägt entscheidend dieses vom Standort her labile Waldökosystem (KLEINE, 1983; HOLZINGER, 1987).

Mit zunehmender Seehöhe gehen plenterartige Bestandesstrukturen in Rottenstrukturen über um die gleiche Stabilität für die Bestandeseinheiten und Schutzwirkung für einzelne Bestandesmitglieder zu erhalten (OTT et al., 1997). Diese in sich geschlossen und in der Anfangsphase sehr stammzahlreichen Rotten bieten den bestmöglichen Schutz für deren Mitglieder in den Region hin zur Waldgrenze und sind dadurch der mögliche Ausgangspunkt für größere in sich geschlossene Bestandesflächen. Die größeren Bestandeseinheiten verlieren im Inneren immer mehr die typische Rottenstruktur und gehen in plenterartige Strukturen über (ECKMÜLLNER, 1972).

Der optimale wirksame Schutzwald sollte daher bei maximaler Einzelbaumstabilität möglichst nach heimischen, standortstauglichen Baumarten (Herkunft) gemischt, in

geländeangepaßten Kollektiven geschlossen, mehrschichtig aufgebaut und auf kleinem Raum ungleichaltrig sein sowie natürliche Verjüngung gewährleisten.

Eine zentrale Bedeutung hinsichtlich nachhaltiger Stabilität und Verjüngungsmöglichkeit ohne Schwächung des Gesamtbestandes kommt dem Kollektiv bzw. der Rotte zu. Von der Rotte als kleinster Einheit bis hin zum einigermaßen geschlossen Bestand treten bei der vorliegenden Arbeit alle Übergangsformen als Klein-, Mittel- oder Großkollektiv auf.

Dabei zeigen die weitgehend natürlich entstanden Wälder im Untersuchungsgebiet jene Bestandesverteilungsstrukturen, nämlich keine lineare Formen sondern gegliederte bis gerundete Formen, welche günstig für die Entwicklung und Stabilität der Waldbestände in solchen Regionen angesehen werden (vgl. AULITZKY und TURNER, 1982; MAYER 1991).

Vergleich Silikat und Karbonat-Lärchen-Zirbenwald

Der Vergleich zwischen den Silikat und Karbonat-Lärchen-Zirbenwäldern wurde anhand der bei MAYER (1991), AULITZKY und TURNER (1982) und SCHIECHTL und STERN (1975, 1979 und 1983) angeführten Bestände auf silikatischen und karbonatischen Grundgestein und den Ergebnissen dieser Arbeit vorgenommen.

Vom Klima her sind die Karbonat-Lärchen-Zirbenwälder wegen ihrer Lage am Arealrand trotz der teilweise geringeren Höhenlagen extremeren Bedingungen ausgesetzt. So ist meist der Niederschlag doppelt so hoch als in den Lärchen-Zirbenwaldgebieten in den Zentralalpen. Die unterschiedlichen Ausgangssubstrate führen zu großen Differenzen hinsichtlich der Bodenentwicklung, des Kleinstandortes und des Reliefs. Den auf karbonatischen Grundgestein in diesen Lagen gebildeten Rendsinen und auch reifere Kalksteinbraunlehmen, welche leicht erodierbar sind, stehen auf Silikat tiefgründige, reife A-B-C-Böden, welche mit dem Grundgestein verzahnt und dadurch wenig erosionsgefährdet sind, gegenüber. Aus diesem Grund sind in den Gebieten der Karbonat-Lärchen-Zirbenwälder initiale Bodenverhältnisse weit verbreitet, welche nach Tangelhumus-Zerstörungen immer wieder neu entstehen und so Spaltenstandorte bilden. Diese sind durch ein extremes Kleinstandortmosaik mit teilweise anstehenden Kalkgestein geprägt. Dadurch können meist nur sehr kleinflächige geschlossene, klimaxnahe Schlusswaldgesellschaften entstehen. Im Gegensatz dazu werden auf Grund der fortgeschritteneren Bodenentwicklung auf Silikat großflächige, reife und meist sehr zirbenreiche Klimaxwälder ausgebildet. Es stehen somit flächigen Bestandesstrukturen mit den verschiedenen Entwicklungsphasen auf silikatischen Grundgestein einer baum- bis

horstweisen Struktur (plenterartige bis rottenartige Strukturen) auf Karbonat ohne deutlichen Entwicklungsphasen gegenüber. Aus diesem Grund sind direkte Vergleiche hinsichtlich Stammzahl und Vorrat nur schwer möglich. Grundsätzlich sind aber Silikat-Lärchen-Zirbenwälder stammzahl- und vorratsreicher, wobei in allen Lärchen-Zirbenbeständen der Vorratsanteil von Schwach- zum Starkholz zunimmt.

Die Verjüngung erfolgt auf Kalk wegen des Vegetationsmosaik kleinstandörtlich differenzierter, so dass keine stammzahlreichen Initialphasen wie auf Silikat entstehen. Wobei nicht unbedingt der Lichtgenuss (wegen der räumigen Bestände meist gegeben), sondern die kleinflächig sehr schnell wechselnden Standortbedingungen entscheidend sind. Aus diesem Grund sind kaum größere Verjüngungseinheiten zu finden, aber dafür erfolgt die Verjüngung stetig (Plenterwaldcharakter). Im Gegensatz dazu verjüngen sich die Bestände auf Silikat phasenweise und flächig.

Auf Grund der verschiedenen Entwicklungsdynamik, Bestandesstrukturen und Standorten sind die Lärchen-Zirbenwaldgesellschaften auf den beiden angeführten Ausgangssubstraten unterschiedlich ökologisch belastbar. Dabei wirkt sich der anthropogene Einfluss, vor allem wegen der stark erodierbaren Böden, auf Karbonat weit stärker aus als auf Silikat. Wirtschaftswaldcharakter erreichen aber auch nur Silikat-Lärchen-Zirbenwälder die auf reifen Standorten stocken und nicht zum Waldgrenzen-Schutzwald zugerechnet werden. Die Nutzung sollte dabei aber nur kleinflächig (Gruppe-Horst) erfolgen. Im Gegensatz dazu ist eine forstwirtschaftliche Nutzung im Karbonat-Lärchen-Zirbenwald nur im Übergang zum subalpinen Fichtenwald vertretbar, welche aber ausschließlich baum- bis truppweise erfolgen sollte. Grundsätzlich weist aber der Lärchen-Zirbenwald auf Kalk das wesentlich empfindlichere Ökosystem gegenüber jenen im zentralalpinen Gebiet auf und hat als Waldkronenbestockung ausschließlich Schutzwaldcharakter.

7 Zusammenfassung

Im Rahmen des EU-Projektes FAIR CT 96-1949 „Biodiversität in alpinen Waldökosystemen: Analyse, Schutz und Management“ wurde für die drei Untersuchungsbereiche des Transektes AT 3 (Ennstaler Alpen, Steirische Landesforste) eine detaillierte waldbauliche Analyse durchgeführt. Ziel dieser Arbeit war es, die vorhandenen Waldgesellschaften in ihrer Entstehung und Dynamik zu charakterisieren sowie ihre aktuellen Strukturen zu erfassen um eine interdisziplinäre Analyse der Biodiversität zu ermöglichen. Andere Projektteilnehmer haben an den gleichen Bestandesgliedern Analysen zur genetischen Vielfalt vorgenommen.

Die einzelnen Untersuchungsbereiche befinden sich auf 1470-1545 m Meereshöhe (G I), auf 1575-1610 m Meereshöhe (G II) sowie 1745-1820 m Meereshöhe (G III) der Südseite des Gsäusetales zwischen Haselkogel und Hüpflinger Mauer. Sie sind durch sehr kleinflächiges Standortmosaik geprägt, bei welchen auf engstem Raum alle Bestandestypen vorzufinden sind. In diesem kleinflächigen Standortunterschieden liegt auch der Grund für die geringe Zahl statistisch absicherbarer Unterschiede der Ergebnisse bei den einzelnen Untersuchungsbereichen. Die Unterschiede in den einzelnen Untersuchungsbereichen sind hinsichtlich der waldbaulichen Grunddaten beträchtlich und hängen stark vom Kleinrelief ab.

Der aktuelle anthropogene Einfluss ist relativ gering und bezieht sich auf die teilweise forstliche Nutzung im Karbonat-Block-Fichtenwald und der teilweise Einfluss durch Weidevieh im G I und G II. Die Bestände vor allem im G III zeigen somit weitgehend natürlich Entwicklungen. Wobei ein anthropogener Einfluss in den zurückliegenden Jahrhunderten nicht ausgeschlossen werden kann. Für die Verhüttung der Erze in der näheren Umgebung wurde Holzkohle benötigt. Die Verkohlung geschah vor Ort und ist in unmittelbarer Nähe von G II nachweisbar.

Die vorliegende Arbeit zeigt die Abfolge der zirbenbeeinflussten Wälder der nördlichen Kalkalpen auf Wetter- und Dachsteinkalk. Im tiefsubalpinen Bereich bildet auf schattseitigen, grobblockigen Bergstürzen die Lärche als initiale Baumbestockung aus. Während sich auf feinskelettreichen Halden bei fortschreitender Vegetationsentwicklung bereits ein Hang-Fichtenschlusswald entwickeln kann (Karbonat-Block-Fichtenwald im G I), ist im grobblockigen Teil erst das Lärchenpionierstadium gut entwickelt. Hohlraumreichtum,

Kaltfluteneinfluss durch sommerliches Bodeneis und Flachgründigkeit verzögern den Aufbau des Schlusswaldes und es bildet der Lärchenblockwald eine Dauergesellschaft aus, wie der Karbonat-Lärchen-Blockwald im G I zeigt. Typisch für diese Waldgesellschaften sind ein Vegetationsmosaik mit großem Artenreichtum und ein ähnlich vielfältiges Artengruppengefüge wie im Karbonat-Lärchen-Zirbenwald.

Im tiefergelegenen Karbonat-Lärchen-Zirbenwald (mittlerer Untersuchungsbereich) dominiert eher die Lärche und der Bestand ist über eine größere Fläche betrachtet wesentlich geschlossener und hat einen plenterartigen Bestandaufbau. Im Gegensatz dazu sind die höhergelegenen Lärchen-Zirbenwälder (oberer Untersuchungsbereich) über größere Flächen gesehen wesentlich aufgelöster, wobei die Bestandeseinheiten innerhalb der vorherrschenden Rottenstruktur wesentlich dichter sind als jene des Tiefergelegenen. Mit zunehmender Seehöhe wird die Zirbe immer mehr bestandesdominierender und die Qualität der Fichte nimmt zusehendes ab (Spitzfichten), wobei die Quantität steigt. Das Bestandesbild wird in allen Lärchen-Zirbenwäldern durch ein extremes Standorts- und Vegetationsmosaik geprägt, wobei mit steigender Höhenlage anstehendes Grundgestein immer häufiger wird. Dadurch wird mit zunehmender Seehöhe der Schutzwaldcharakter des Karbonat-Lärchen-Zirbenwaldes immer ausgeprägter.

Auf den sonnseitigen flachgründigen Rippen, Rücken und Köpfen und teilweise in blockreichen Mulden welche zur Austrocknung neigen bildet im Kontakt mit Latschenbestockungen die Latschenausbildung des Lärchen-Zirbenwaldes als Dauergesellschaft ein Pionierwaldstadium. Diese Ausbildung des Lärchen-Zirbenwaldes ist stückzahlarm, sowohl hinsichtlich der Bestandes- (383 Ind./ha) und Verjüngungsindividuen (175 Ind./ha), und sehr stark von der Latsche dominiert.

Der Vorrat nimmt über die Untersuchungsbereiche gesehen mit steigender Seehöhe ab (G I: 303 Vfm/ha; G II: 259 Vfm/ha; G III: 182 Vfm/ha). Betrachtet man den forstwirtschaftlichen Parameter Vorrat in den einzelnen Waldgesellschaften so zeigt sich, dass die typische Ausbildung des Lärchen-Zirbenwaldes (LZ I) des G III mit 270 Vfm/ha über den Vorrat des Lärchen-Zirbenwaldes im G II liegt und sogar leicht über jenen des Karbonat-Lärchen-Blockwald (LBI) im G I (264 Vfm/ha). Von den Baumarten her wird der G I von der Fichte (62% des Vorrates), der G II von der Lärche (57% des Vorrates) und der G III von der Zirbe (73% des Vorrates) dominiert. Ist die Dominanz der Fichte im Karbonat-Block-Fichtenwald (FBI) im G I noch recht deutlich (76%), so der Anteil am Vorrat im LBI zwischen Fichte und Lärche ausgeglichen. Ähnliche Ergebnisse hinsichtlich der Dominanz

der Baumarten in den einzelnen Bereichen zeigt auch die Grundfläche, welche über die drei Untersuchungsbereiche ziemlich ausgeglichen ist (G I: 30,40 m²/ha; G II: 33,51 m²/ha; G III: 31,16 m²/ha). Die unterschiedliche Konkurrenzkraft der einzelnen Baumarten gegenüber den anderen Hauptbaumarten in den Untersuchungsbereichen zeigt auch die Oberhöhe, wo jeweils die dominante Baumart jedes Untersuchungsbereiches die größte Oberhöhe aufweist (G I: Fi = 31,17 m; G II: LÄ = 25,04 m; G III: Zi = 14,92 m).

Die Altersspanne ist im G I etwas geringer als bei den beiden anderen Untersuchungsbereichen und auch das Höchstalter der beprobten Individuen ist geringer (G II: LÄ = 343 Jahre, Fi = 365 Jahre; G III: Zi = 313 Jahre).

Bei den meisten waldbaulichen Aufnahmedaten spielen die Änderungen durch die kleinräumigen Standortbedingungen eine größere Bedeutung als durch die unterschiedliche Seehöhe der einzelnen Untersuchungsbereiche. Eine Ausnahme im Untersuchungsgebiet der vorliegenden Arbeit ist die Baumhöhe die wesentlich stärker durch die Seehöhenzunahme abnimmt als durch die kleinräumigen Standortunterschiede.

Nach dem Strukturindex nach FÜLDNER (1995) weist der Bestand des mittleren Untersuchungsbereiches (G II) die größte Vielfalt hinsichtlich der Struktur auf. Hin zu den Beständen des oberen Untersuchungsbereiches (G III) und des unteren Untersuchungsbereiches (G I) nimmt die Strukturiertheit, wenn auch teilweise nur gering, ab. Die wesentlich geringere Vielfalt in der Struktur im G I ist zum größten Teil durch den anthropogenen Einfluss, im vorliegenden Fall die forstliche Nutzung in den Beständen, bedingt. Darüber hinaus hat die jeweilige Waldgesellschaft mit ihren teilweise spezifischen Bestandesstrukturen einen Einfluss auf die Ergebnisse des Strukturindex nach Földner. So weisen auch die nicht anthropogen beeinflussten Bestandesteile des Karbonat-Block-Fichtenwald im G I eine geringere Vielfalt hinsichtlich der Struktur auf als der Karbonat-Lärchen-Blockwald des selben Untersuchungsbereiches.

Die natürliche Regeneration der Bestände benötigt lange Zeiträume und eine extrem rationelle Waldverjüngung mit gerade ausreichenden Individuenzahlen prägen entscheidend diese vom Standort her labilen Waldökosysteme. Die einzelbaum- bis trupp- und gruppenweise Entwicklung ist ausschließlich vom Kleinstandort abhängig. Dabei treten von der Rotte als kleinster Einheit bis hin zum einigermaßen geschlossen Bestand im Gebiet der vorliegenden Arbeit alle Übergangsformen als Klein-, Mittel- oder Großkollektiv auf, wobei in Sonderfällen auch einzelstammweise Strukturen vorkommen. Diese vom Standort her labilen

zirbenbeeinflussten Wälder des Untersuchungsgebietes haben ausschließlich Schutzwaldcharakter, wenngleich eine baumweise Nutzung im Übergang zum subalpinen Fichtenwald stellenweise möglich ist. Die untersuchten Bestände sind im Bereich des neu eingerichteten Nationalpark Gesäuse und unterliegen seit dem 12. März 2002 dem steiermärkischen Nationalparkgesetz.

8 Verzeichnisse

8.1 Literaturverzeichnis

- ADLER W., OSWALD K., FISCHER R., 1994: Exkursionsflora von Österreich. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart-Wien, 1180 S.
- AICHINGER E., 1956: Die Zwergstrauchheiden als Vegetationsentwicklungstypen. Angew. Pflanzen-Soziologie, Wien, Heft XII, 125 S.
- AICHLELE D. und R., SCHWEGLER H.-W. und A., 1987: Blumen der Alpen. Franckh'sche Verlag, Stuttgart, 191 S.
- AMANN G., 1994: Bodenpflanzen der Wälder. Weltbild Verlag, Augsburg, 419 S.
- AMPFERER O., 1935: Geologischer Führer für die Gesäuseberge - mit geologischer Karte im M 1:25000, Kartenerläuterung und Beschreibung von 16 Wanderungen. Geologische Bundesanstalt, Wien, 177 S.
- AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG, 2002: Steiermark: Landesgesetzblatt 2002. Nr. 61. Gesetz vom 12. März 2002 über den Nationalpark Gesäuse (Nationalparkgebiet Gesäuse, Stmk. NPG). Medienfabrik Graz/Steiermärkische Landesdruckerei GmbH, 311-315.
- ANONYMUS, 1994: Proseminar zu Waldbodenkunde und Waldernährung. Institut für Waldbodenkunde und Waldernährung, Wien, 46 S.
- ANONYMUS, 1994: Proseminar zu Waldbodenkunde und Waldernährung. Institut für Waldbodenkunde und Waldernährung, Wien, 46 S.
- ANONYMUS, 1996: Aufnahmeschlüssel für die Standortserkundung; Forstverwaltung Lackenbach. 11 S.
- AUER Ch., 1947: Untersuchungen über die natürliche Verjüngung der Lärche im Arven-Lärchenwald des Oberengadins. Diss./Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich, 140 S.
- AULITZKY H., 1963: Grundlagen und Anwendung des vorläufigen Wind-Schnee-Ökogrammes. Mitteilungen der FBVA Mariabrunn, Heft 60, 763-834.
- AULITZKY H., TURNER H., 1982: Bioklimatische Grundlagen einer standortsgemäßen Bewirtschaftung des subalpinen Lärchen-Arvenwaldes. Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen-Mitteilungen, Bd./Vol. 58 Heft/Fasc. 4, 327-580.

- BACHOFEN H., 1999: Gleichgewicht, Struktur und Wachstum in Plenterbeständen. Schweiz. Z. Forstwes., 150-5, S 157-170.
- BORTENSCHLAGER S., 1967: Pollenanalytische Untersuchung des Seemooses in Lungau (Sbg.). Vhdlg. Zool.-Bot. Ges., Wien. Bd. 107. 196 S.
- BRAUN R., 1969: Österreichische Forstinventur: Methodik und Auswertung und Standardfehlerberechnung. Mitteilungen der FBVA Wien 84, 60 S.
- BÜHLER A., 1927: Der Waldbau. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, 679 S.
- BURSCHEL P., HUSS J., 1997: Grundriß des Waldbaues - ein Leitfaden für Studium und Praxis. Paul Parey Verlag, Berlin, 487 S.
- DED Ch., 2000: „On the biodiversity in forest communities rich in/influenced by *Pinus cembra*: A silvicultural analysis of stands in different altitudes at Mt. Stoderzinken/Dachstein (Styria)“. Dipl.-Arb./Univ. f. BOKU, Wien, 139 S.
- DIERSCHKE H., 1994: Pflanzensoziologie. Wilhelm Fink Verlag, München, 683 S.
- DONAUBAUER E., 1996: Forstliche Phytopathologie. Vorlesungsunterlagen 2. Auflage, Institut für Forstentomologie, Forstpathologie & Forstschutz der Univ. f. BOKU, Wien, 115 S.
- DRESCHER-SCHNEIDER R., 2003: Pollenanalytische Untersuchung an einem Bodenprofil im Zusammenhang mit dem urgeschichtlichen Brandopferplatz auf dem Sölkpass (1780 m NN, Niedere Tauern, Steiermark). S 89-112. In MANDL F. (2003): Sölkpass / ein 6000 Jahre alter Saumpfad über die Alpen. Verein ANISA, Mitteilungen 23/24, 112 S.
- ECKMÜLLNER O. (Hrsg.), 1972: Schutzwaldsanierung und Hochlagenaufforstung – Eine Anleitung für die Praxis. Buchdruckerei Wilhelm Götz, Wien, 128 S.
- ERHARD H., 1975: Strukturanalyse eines Lärchen-Zirbenwaldes als Grundlage für die Behandlungsplanung. Dipl.-Arb./Univ. f. BOKU, Wien, 47 S.
- FILLBRANDT T., 2000: Strukturentwicklung gepflanzter Fichtenkollektive (Rotten) in der hochmontanen und subalpinen Stufe. Beiheft zur Schweiz. Z. Forstwes., Zürich, Nr. 87, 124 S.
- FRENZEL B., 1964: Über die offene Vegetation der letzten Eiszeit am Ostrand der Alpen. Vhdlg. Zool.-Bot. Ges., Wien. Bd. 103/104. 124 S.
- FÜLDNER K., 1995: Zur Strukturbeschreibung in Mischbeständen. Forstarchiv, 66, 235-240.
- FUNCKE B., 1998: Modell für Zirbe zur Analyse von Beständen und Entwicklung von Behandlungskonzepten. Dipl.-Arb./Univ. f. BOKU, Wien, 101 S.

- GEIGER R., 1961: Das Klima der bodennahen Luftschicht. Vieweg-Verlag, Braunschweig, 646 S.
- GENYS J.B., HEGGESTAD H.E., 1978: Susceptibility of different species, clones and strains of pines to acute injury caused by ozone and sulfur dioxide. Plant disease Reporter, 62(8), 687-691.
- GREGORIUS H.-R., 1996: The Contribution of Populations to Ecosystem Stability. Silvae Genetica 45,5-6, 267-271.
- GREIMLER J., 1997: Pflanzengesellschaften und Vegetationsstruktur in den südlichen Gesäusebergen (nordöstliche Kalkalpen, Steiermark). Mitteilungen Botanik/Landesmuseum-Joanneum, Nr. 25/26, 238 S.
- GRUBER F., 2002: Untersuchungen zur Biodiversität von Zirben beeinflussten Waldgesellschaften: Waldbauliche Analyse des Lizumer Alpswaldes nach Weidfreistellung. Dipl.-Arb./Univ. f. BOKU, Wien, 156 S.
- HAFENSCHERER J., 1985: Standort, Aufbau und Entwicklungsdynamik von Latschenbeständen im Karwendeltal. Dipl.-Arb./Univ. f. BOKU, Wien, 134 S.
- HAFENSCHERER J., 1987: Verjüngungsdynamik und Grundlagen zur waldbaulichen Behandlung von Latschenbeständen auf Kalk in Nord- und Südtirol. Diss./Univ. f. BOKU, Wien, 271 S.
- HÄSLER R., 1992: Ecophysiological investigations on cembra pine at timberline in the alps, an overview. In SCHMIDT W.C., HOLTMEIER F.-K. (eds). Proceedings-International workshop on subalpine stone pines and their environment-the status of our knowledge. USDA Forest Service, Intermountain Research Station, Oregon, GTR INT-GTR-309, 61-65.
- HASSLACHER P., 2003: Vademecum Alpenkonvention. Fachbeiträge des Österreichischen Alpenvereins: Serie Alpine Raumordnung, 122 S.
- HATTEMER H., 1994: Die genetische Variation und ihre Bedeutung für Wald und Waldbäume. Schweiz. Z. Forstwes. 145-12, 953-975.
- HOLZINGER A., 1987: Struktur und Entwicklungsdynamik von subalpinen Karbonat-Fichten-Wäldern mit Verkarstungsgefahr im Gebiet „Eibl Alm – Prechtlesboden – Ladenwald“ (Dachstein-Ostmassiv). Dipl.-Arb./Univ. f. BOKU, Wien, 159 S.
- JÄGER D., 2003: Die Verjüngung auf Moderholz im Fichten-Tannen-Buchen-Urwald Rothwald in den niederösterreichischen Kalkalpen. . Dipl.-Arb./Univ. f. BOKU, Wien, 146 S.

- KAMMERLANDER H., 1985: Waldbauliche Analyse der Oberhauser Zirbenschutzwaldes. Diss./Univ. f. BOKU, Wien, 128 S.
- KEIDEL B., 1976: Die Zirbe im Lungau und ihre Bedeutung für die Hochlagenbewaldung. Festungsverlag Salzburg, Salzburg, 101 S.
- KILIAN W., MÜLLER F., STARLINGER F., 1994: Die forstlichen Wuchsgebiete Österreichs. FBVA-Bericht, Nr. 82, 60 S.
- KLEIN B., 1982: Die Trockenresistenz und ihre Auswirkung auf die Immissionshärte bei Fichte. AFZ-M 37, 124.
- KLEINE M., 1983: Waldbauliche Untersuchungen im Karbonat-Lärchen-Zirbenwald Warscheneck/Totes Gebirge mit Verkarstungsgefahr. Diss./Univ. f. BOKU, Wien, 162 S.
- KOLODZIEJCOK K., RECKEN J., 2002: Naturschutz, Landschaftspflege und einschlägige Regelungen des Jagd- und Forstrechts. Erich Schmidt Verlag, Berlin, lose Blattsammlung, 2 Bände, 45. Lieferung, 1. Lieferung 1993.
- KORNFUSS H., 1983: Das Höhenwachstum einer Zirbenaufforstung auf einem Südhang in klimatologischer Sicht. AFZ-Wien, 94. Jahrgang, S 330-332.
- KRAL F., 1970: Pollenanalytische Untersuchungen zur Waldgeschichte des Dachsteinmassivs. Habilitation/Univ. f. BOKU, Wien, 107 S.
- KRAL F., 1990: Ein pollenanalytischer Beitrag zur natürlichen und anthropogenen Waldentwicklung in den Berchtesgadener Alpen. S 7-20. In NATIONALPARKVERWALTUNG BERCHTESGADEN, 1990: Wälder - Geschichte, Zustand, Planung. Druckerei Plenk, Berchtesgaden. Forschungsbericht 20, 107 S.
- KREUTZER K., 2002: Historische Aspekte von Biomassenerhebungen und Bioelementinventuren. S 9-18. In DIETRICH H.-P., RASPE ST., PREUHLER T., 2002: Inventur von Biomasse- und Nährstoffvorräten in Waldbeständen. Forstlicher Forschungsbericht München, Nr. 186, 201 S.
- KUNTNER L. K., 2001: Waldbauliches Behandlungskonzept der Waldbrandflächen im Nationalpark Stilfser Joch, Provinz Sondrio - Italien. Dipl.-Arb./Univ. f. BOKU, Wien, 109 S.
- LANGVALL O., 2000: Interactions between near-ground temperatur and radiation, silvicultural treatments and forst damage to Norway spruce seedlings. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae: Silvestria; 140, getr. Zählung.

- LANNER R. M., 1996: Made for EACH OTHER; A Symbiosis of Birds and Pines. Oxford University Press, New York, 160 S.
- LEIBUNDGUT H., 1945: Waldbauliche Untersuchungen über den Aufbau von Plenterwäldern. Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen-Mitteilungen, Bd./Vol. 24 Heft/Fasc. 1, 219-296.
- LEIBUNDGUT H., 1984: Die natürliche Waldverjüngung. Paul Haupt Verlag, Bern-Stuttgart, 115 S.
- LICK H., 1991: Das Wachstum der Zirbe bei Murau. Dipl.-Arb./Univ. f. BOKU, Wien, 74 S.
- LÖCHELT S., FRANKE A., 1993: Bestimmung der genetischen Konstitution von Waldbäumen mit unterschiedlich ausgeprägten Schadsymptomen auf baden-württembergischen Dauerbeobachtungsflächen zur Walderkrankung. Forschungszentrum, Karlsruhe, 115 S.
- MARKART G., 2000: Der Wasserhaushalt von Hochlagenaufforstungen. FBVA-Bericht, Nr. 117, 126 S.
- MATTERSBERGER G., 1986: Waldbauliche Analyse von Rottenstrukturen im subalpinen Fichtenwald Schloßberg/Lienz. Dipl.-Arb./Univ. f. BOKU, Wien, 206 S.
- MATTES H., 1992: Coevolutional Aspects of Stone Pines and Nutcrackers. S 31-25. In SCHMIDT W.C., HOLTMEIER F.-K., 1994: Proceedings-International Workshop on Subalpine Stone Pines and Their Environment: the Status of Our Knowledge. St. Moritz, Switzerland, Sep. 5-11, 1992. General Technical Report INT-GTR-309, 321 S.
- MAYER H., 1966: Analyse eines urwaldnahen, subalpinen Lärchen-Fichtenwaldes (*Piceetum subalpinum*) im Lungau. Cbl. f. d. ges. Forstwesen, 83 Jahrgang, S 129-151.
- MAYER H., 1974: Wälder des Ostalpenraumes. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart-Jena-New York, 344 S.
- MAYER H., 1991: Gebirgswaldbau - Schutzwaldpflege. Gustav Fischer, Stuttgart-Jena-New York, 587 S.
- MAYER H., 1992: Waldbau auf soziologisch-ökologischer Grundlage. Gustav Fischer, Stuttgart-Jena-New York, 522 S.
- MINARCIC P., KUBICEK F., 1991: Localization of emissions on needle surface. 1. Methodologie, morphological characterisation of the stomata (*Picea abies*, *Pinus cembra*) Ekologia, CSFR, 10(4), 405-413.
- MÜCKENHAUSEN E., 1985: Die Bodenkunde. DLG-Verlag, Frankfurt, 579 S.

- MÜHLBACHER J., NICHOLS-SCHWEIGER H., 1989: Hundert Jahre Steiermärkische Landesforste. Steiermärkische Landesdruckerei, Graz, 106 S.
- MÜLLER F., 1977: Die Waldgesellschaften und Standorte des Sengengebirges und der Mollner Voralpen (Oberösterreich). Mitteilungen der FBVA Wien, Heft 121, 242 S.
- MÜLLER F., 1988: Entwicklung von Fichtensämlingen (*Picea abies* (L.) Karst.) in Abhängigkeit von Ernährung und seehöhenangepaßter Wachstumsdauer im Versuchsgarten Mariabrunn. Mitteilungen der FBVA Wien, Heft 160, 252 S.
- OBERHUBER W., KOFLER W., 2003: Effects of climate and slope aspect on radial growth of Cembra Pine (*Pinus cembra* L.) at the alpine timberline ecotone on Mt. Patscherkofel (Tyrol, Austria). Cbl. f. d. ges. Forstwesen, 120 Jahrgang, S 39-50.
- OSWALD H., 1963: Verteilung und Zuwachs der Zirbe (*Pinus cembra* L.) der subalpinen Stufe an einem zentralalpinen Standort. Mitteilungen der FBVA Mariabrunn, Heft 60, 437-499.
- OTT E., FREHNER M., FREY H.-U., LÜSCHER P., 1997: Gebirgsnadelwälder – Ein praxisorientierter Leitfaden für eine standortgerechte Waldbehandlung. Paul Haupt Verlag, Bern-Stuttgart-Wien, 287 S.
- PITTERLE A., 1987: Waldbauliche Analyse und Behandlungsmassnahmen von anthropogen beeinflussten subalpinen Fichten- sowie Lärchen-Zirbenwäldern im Villgratental/Osttirol. Diss./Univ. f. BOKU, Wien, 243 S.
- POLLANSCHÜTZ J., 1974: Formzahlfunktionen der Hauptbaumarten Österreichs. Informationsdienst der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Wien, 153. Folge, 341-343.
- POLOMSKI J., KUHN N., 1998: Wurzelsysteme. Paul Haupt Verlag, Bern-Stuttgart-Wien, 290 S.
- POMMERENING A., 1997: Eine Analyse neuer Ansätze zur Bestandesinventur in strukturreichen Wäldern. Diss./Univ. Göttingen, 149 S.
- RALL H., 1990: Waldinventur und Waldpflegeplanung im Nationalpark Berchtesgaden 1983-1986. S 21-107. In NATIONALPARKVERWALTUNG BERCHTESGADEN, 1990: Wälder - Geschichte, Zustand, Planung. Druckerei Plenk, Berchtesgaden. Forschungsbericht 20, 107 S.
- ROTHMALER W., 1995: Exkursionsflora Deutschlands. Gustav Fischer Verlag, Jena-Stuttgart, 753 S.

- REHFUESS K. E., 1990: Waldböden – Entwicklung, Eigenschaften und Nutzung. Paul Parey Verlag, Hamburg-Berlin, 294 S.
- RUBLI D., 1976: Waldbauliche Untersuchungen von Grünerlenbeständen. Beiheft zur Schweiz. Z. Forstvereins, Zürich, Nr. 56, 80 S.
- RYSIN L. P., RYSINA G. P., 1987: Morphologie von unterirdischen Organen krautiger Waldpflanzen (russ.). Akademie Nauk, Nauka, Moskwa, 207 S.
- SAUTTER R., 2003: Waldgesellschaften in Bayern. Vegetationskundliche und forstgeschichtliche Darstellung der natürlichen und naturnahen Waldgesellschaften. Ecomed Verlagsgesellschaft AG & Co.KG, Landsberg, 224 S.
- SCHIECHTL H. M., STERN R., 1975: Die Zirbe (*Pinus cembra* L.) in den Ostalpen I. Teil. Österreichischer Agrarverlag, Wien, Angewandte Pflanzensoziologie (Herausgeber FBVA) Heft 22, 84 S.
- SCHIECHTL H. M., STERN R., 1979: Die Zirbe (*Pinus cembra* L.) in den Ostalpen II. Teil. Österreichischer Agrarverlag, Wien, Angewandte Pflanzensoziologie (Herausgeber FBVA) Heft 24, 79 S.
- SCHIECHTL H. M., STERN R., 1983: Die Zirbe (*Pinus cembra* L.) in den Ostalpen III. Teil. Österreichischer Agrarverlag, Wien, Angewandte Pflanzensoziologie (Herausgeber FBVA) Heft 27, 110 S.
- SCHMIDT-VOGT H., 1981: Beurteilung der morphologischen und physiologischen Eigenschaften von Forstpflanzen. AFZ-M 36, 187-189.
- SCHMIDT-VOGT H., 1989: Die Fichte - Krankheiten • Schäden • Fichtensterben. Band II/2. Paul Parey Verlag, Hamburg-Berlin, 607 S.
- SCHWARZ W., 1951: Die Zirbe Österreichs mit besonderer Berücksichtigung der Schwierigkeit ihrer Nachzucht. Diss./Univ. f. BOKU, Wien, 138 S.
- SCHWERDTFEGER F., 1981: Die Waldkrankheiten - Ein Lehrbuch der Forstpathologie und des Forstschutzes. Paul Parey Verlag, Hamburg-Berlin, 486 S.
- SENN J., SCHÖNENBERGER W., WASEM U., 1992: Survival and growth of planted cembra pines at the alpine timberline. S 105-109. In SCHMIDT W.C., HOLTMEIER F.-K. (eds). Proceedings-International workshop on subalpine stone pines and their environment-the status of our knowledge. USDA Forest Service, Intermountain Research Station, Oregon, GTR INT-GTR-309, 321 S.

- SENN J., SCHÖNENBERGER W., 2001: Zwanzig Jahre Versuchsaufforstung Stillberg: Überleben und Wachstum einer subalpinen Aufforstung in Abhängigkeit vom Standort. Schweiz. Z. Forstwes. 152-6, 226-245.
- STEFESKY M., 2001: Untersuchungen zur genetischen Variation der Zirbe (*Pinus cembra*) entlang eines Höhentransektes im Kötschachtal, Salzburg. Dipl.-Arb./Univ. f. BOKU, Wien, 66 S.
- STERN R., 1956: Untersuchung über die Eignung der Zirbe für Hochlagenaufforstungen. Diss./Univ. f. BOKU, Wien, 95 S.
- STOSZEK K., 1994: Vorlesungsunterlagen Waldbau. lose Blättersammlung.
- STRANZINGER V., 2001: Keimlingsetablierung in nährstoffreichen Wiesen des Lainzer Tiergartens. Dipl.-Arb./Univ. f. BOKU, Wien, 96 S.
- STROBEL G., 1997: Rottenstruktur und Konkurrenz im subalpinen Fichtenwald. Beiheft zur Schweiz. Z. Forstwes., Zürich, Nr. 81, 203 S.
- THUM J., 1978: Analyse und waldbauliche Beurteilung der Waldgesellschaften in den Ennstaler Alpen. Diss./Univ. f. BOKU, Wien, 163 S.
- TOMICZEK CH., CECH TH., KREHAN H. L., PERNY B., 1999: Forstschadenssituation 1998 in Österreich. AFZ-Der Wald, München, Jahrgang 54, 352-353.
- TOMICZEK CH., CECH TH., KREHAN H. L., PERNY B., 2000: Forstschadenssituation 1999 in Österreich. AFZ-Der Wald, München, Jahrgang 55, 362-363.
- TOMICZEK CH., CECH TH., KREHAN H. L., PERNY B., 2001: Forstschadenssituation 2000 in Österreich. AFZ-Der Wald, München, Jahrgang 56, 360-361.
- TOMICZEK CH., CECH TH., KREHAN H. L., PERNY B., 2003: Forstschadenssituation 2002 in Österreich. AFZ-Der Wald, München, Jahrgang 58, 367-368.
- TRANQUILLINI W., 1962: Beitrag zur Kausalanalyse des Wettbewerbes ökologisch verschiedener Holzarten. Ber. d. Dt. Bot. Ges. LXXV, 353-364.
- TSCHERMAK L., 1950: Waldbau - Auf Pflanzengeographischer-ökologischer Grundlage. Springer-Verlag, Wien, 722 S.
- VOGEL-DANIELS A., 1968: Die begrenzenden Standortsfaktoren für die Verbreitung der Fichte (*Picea abies* (L.) Karst.) im Westen Europas. AFJZ 139, 263-275.
- WAKONIGG H., 1978: Witterung und Klima in der Steiermark. Verlag für die Technische Universität, Graz, 473 S.
- WEISE W., 1880: Ertragstafel für Kiefer. (zitiert nach PRODAN M., 1951: Messung der Waldbestände. J. D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt am Main, 260 S.)

- WILDAUER A., 1988: Bestandesstrukturanalyse des Zirben-Naturwaldreservates Radurschl/Oberinntal. Dipl.-Arb./Univ. f. BOKU, Wien, 144 S.
- WINDING K., 1984: Natürliche Wiederbewaldung an der Waldgrenze durch Zirbe (Lärche) an der Fanninghöhe/Mauterndorf. Dipl.-Arb./Univ. f. BOKU, Wien, 69 S.
- WOLF H., HASITSCHKA J., 2002: Nationalpark Gesäuse. Styria Verlag, Graz-Wien-Köln, 119 S.
- ZUKRIGL K., 1973: Montane und subalpine Waldgesellschaften am Alpenostrand. Mitteilungen der FBVA Wien, Heft 101, 387 S.

8.2 Quellenverzeichnis

- HYDROGRAPHISCHER DIENST, 1995: Hydrographisches Jahrbuch von Österreich 1992.
Hydrographisches Zentralbüro im Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien, Band 100.
- HYDROGRAPHISCHER DIENST, 1996: Hydrographisches Jahrbuch von Österreich 1993.
Hydrographisches Zentralbüro im Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien, Band 101.
- HYDROGRAPHISCHER DIENST, 1997: Hydrographisches Jahrbuch von Österreich 1994.
Hydrographisches Zentralbüro im Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien, Band 102.
- HYDROGRAPHISCHER DIENST, 1998: Hydrographisches Jahrbuch von Österreich 1995.
Hydrographisches Zentralbüro im Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien, Band 103.
- HYDROGRAPHISCHER DIENST, 1999: Hydrographisches Jahrbuch von Österreich 1996.
Hydrographisches Zentralbüro im Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien, Band 104.

8.3 Sonstige Verzeichnisse

8.3.1 Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1:** Verlauf der mittleren monatlichen Temperatur in °C über 5 Jahre der Messstation Hieflau (Seehöhe 492 m). (Quelle: HYDROGRAPHISCHER DIENST, 1995-1999) 11
- Abb. 2:** Stichprobendesign im unteren Untersuchungsbereich (G I).....23
- Abb. 3:** Stichprobendesign im mittleren Untersuchungsbereich (G II).....23
- Abb. 4:** Stichprobendesign im oberen Untersuchungsbereich (G III).....24
- Abb. 5:** Vorratsfestmeter/ha in den drei Untersuchungsbereichen aufgeteilt nach den Hauptbaumarten, Dürren und Liegenden. 83
- Abb. 6:** Vorratsverlauf (Vfm) über BHD-Klassen (cm) in den Untersuchungsbereichen. 85
- Abb. 7:** Vorratsverläufe (Vfm/ha) nach den Waldgesellschaften im unteren (G I) und oberen Untersuchungsbereich (G III)..... 86
- Abb. 8:** Die Grundfläche in m²/ha aufgeteilt nach den Baumarten auf den drei Untersuchungsbereichen und nach den Waldgesellschaften im unteren Untersuchungsbereich (G I) [Grafik unten links] und im oberen Untersuchungsbereich (G III) [Grafik unten rechts]..... 87
- Abb. 9:** Durchmesserverteilung nach BHD-Klassen (cm) in Stk/ha aufgliedert nach Baumarten im unteren Untersuchungsbereich (G I) und getrennt nach den dort vorhandenen Waldgesellschaften. 92
- Abb. 10:** Durchmesserverteilung nach BHD-Klassen (cm) in Stk/ha aufgliedert nach Baumarten im mittleren Untersuchungsbereich (G II)..... 94
- Abb. 11:** Durchmesserverteilung nach BHD-Klassen (cm) in Stk/ha aufgliedert nach Baumarten im oberen Untersuchungsbereich (G III) und getrennt nach den dort vorhandenen Waldgesellschaften. 96
- Abb. 12:** Höhenverteilung in Stk/ha aufgeteilt nach den Baumarten im unteren Untersuchungsbereich (G I) und getrennt nach den dort vorhandenen Waldgesellschaften 99
- Abb. 13:** Höhenverteilung in Stk/ha aufgeteilt nach den Baumarten im mittleren Untersuchungsbereich (G II)..... 101
- Abb. 14:** Höhenverteilung in Stk/ha aufgeteilt nach den Baumarten im oberen Untersuchungsbereich (G III) und getrennt nach den dort vorhandenen Waldgesellschaften..... 102

Abb. 15: Höhenkurven der Hauptbaumarten im unteren Untersuchungsbereich (G I).....	105
Abb. 16: Höhenkurven der Hauptbaumarten im mittleren Untersuchungsbereich (G II).....	106
Abb. 17: Höhenkurven der Hauptbaumarten im oberen Untersuchungsbereich (G III).....	107
Abb. 18: Vorrats-, Höhen- und BHD-Verteilung des Bestandesaufrisses im unteren Untersuchungsbereich (G I) in der Waldgesellschaft „Subalpiner Karbonat-Block-Fichtenwald mit Strichfarn“ (FBI).....	108
Abb. 19: Bestandesaufriss des unteren Untersuchungsbereiches (G I) im „Subalpinen Karbonat Fichten-Blockwald mit Strichfarn“ (FBI).....	109
Abb. 20: Vorrats-, Höhen- und BHD-Verteilung des Bestandesaufrisses im unteren Untersuchungsbereich (G I) in der Waldgesellschaft „Karbonat-Lärchen-Blockwald“ (LBI).....	110
Abb. 21: Bestandesaufriss des unteren Untersuchungsbereiches (G I) im „Karbonat-Lärchen-Blockwald“ (LBI).....	111
Abb. 22: Vorrats-, Höhen- und BHD-Verteilung des Bestandesaufrisses im mittleren Untersuchungsbereich (G II) in der Waldgesellschaft „Karbonat-Lärchen-Zirbenwald“.....	112
Abb. 23: Bestandesaufriss des mittleren Untersuchungsbereiches (G II) im „Karbonat-Lärchen-Zirbenwald“.....	113
Abb. 24: Vorrats-, Höhen- und BHD-Verteilung des Bestandesaufrisses im oberen Untersuchungsbereich (G III) in der Waldgesellschaft „Karbonat-Lärchen-Zirbenwald“.....	114
Abb. 25: Bestandesaufriss des oberen Untersuchungsbereiches (G III) im „Karbonat-Lärchen-Zirbenwald“.....	115
Abb. 26: Altersaufbau in Prozent der Lärche über mehrere Altersklassen in den drei Untersuchungsbereichen.....	116
Abb. 27: Altersaufbau in Prozent der Zirbe über mehrere Altersklassen in den drei Untersuchungsbereichen.....	117
Abb. 28: Altersaufbau in Prozent der Fichte über mehrere Altersklassen in den drei Untersuchungsbereichen.....	118
Abb. 29: Zustände der Bäume in Prozent in den drei Untersuchungsbereichen und nach den Waldgesellschaften im unteren Untersuchungsbereich (G I) [Grafik unten links] und im oberen Untersuchungsbereich (G III) [Grafik unten rechts].....	124

Abb. 30: Stabilitätsindex (H/D-Werte) der Fichte in Prozent bei den drei Untersuchungsbereichen, in den Waldgesellschaften des unteren Untersuchungsbereiches (G I) [Grafik unten links] und im oberen Untersuchungsbereich (G III) [Grafik unten rechts].....	127
Abb. 31: H/D-Verteilung über den Bursthöhendurchmesser der Hauptbaumarten in den einzelnen Untersuchungsbereichen.....	129
Abb. 32: Kronenprozent in vier Klassen in den Untersuchungsbereichen, in den Waldgesellschaften des unteren Untersuchungsbereiches (G I) [Grafik unten links] und im oberen Untersuchungsbereich (G III) [Grafik unten rechts].....	130
Abb. 33: Schäden in Prozent in den Untersuchungsbereichen, in den Waldgesellschaften des unteren Untersuchungsbereiches (G I) [Grafik unten links] und im oberen Untersuchungsbereich (G III) [Grafik unten rechts].....	137
Abb. 34: Innere Holzfehler in Prozent der Hauptbaumarten in den Untersuchungsbereichen, in den Waldgesellschaften des unteren Untersuchungsbereiches (G I) [Grafik unten links] und im oberen Untersuchungsbereich (G III) [Grafik unten rechts].....	139
Abb. 35: Durchmesser differenzierung über 10 Stufen in relativer Häufigkeit und über die 4 Földnerischen Differenzierungsstufen in Prozent über die drei Untersuchungsbereiche in die Hauptbaumarten untergliedert.....	141
Abb. 36: Durchmesser differenzierung über 10 Stufen in relativer Häufigkeit und über die 4 Földnerischen Differenzierungsstufen in Prozent in den Waldgesellschaften des unteren Untersuchungsbereiches (G I) und oberen Untersuchungsbereiches (G III).....	142
Abb. 37: Höhendifferenzierung über 10 Stufen in relativer Häufigkeit und über die 4 Földnerischen Differenzierungsstufen in Prozent über die drei Untersuchungsbereiche in die Hauptbaumarten untergliedert.....	144
Abb. 38: Höhendifferenzierung über 10 Stufen in relativer Häufigkeit und über die 4 Földnerischen Differenzierungsstufen in Prozent in den Waldgesellschaften des unteren (G I) und oberen Untersuchungsbereiches (G III).....	145
Abb. 39: Die vier diskreten Werte der Artendurchmischung in Prozent bei den Untersuchungsbereichen aufgeteilt in die Hauptbaumarten.....	147
Abb. 40: Die vier diskreten Werte der Artendurchmischung in Prozent für die Waldgesellschaften im unteren (G I) und oberen Untersuchungsbereich (G III).....	148
Abb. 41: Baum-Baum-Abstand (D1-D3) in den 10 Klassen in Prozent über die drei Untersuchungsbereiche aufgeteilt auf die Hauptbaumarten.....	150

Abb. 42: Baum-Baum-Abstand (D1-D3) nach den 10 Klassen in Prozent für die Waldgesellschaften im unteren (G I) und oberen Untersuchungsbereich (G III).	153
Abb. 43: Verjüngung in Stk/ha in den drei Untersuchungsbereichen nach Baumarten getrennt und im unteren Untersuchungsbereich (G I) [Grafik unten links] und oberen Untersuchungsbereich (G III) [Grafik unten rechts] nach Waldgesellschaften.	156
Abb. 44: Prozentanteile der Verjüngung für 5 Höhenklassen in den einzelnen Untersuchungsbereichen und im unteren (G I) und oberen Untersuchungsbereich (G III) getrennt nach den Waldgesellschaften.	159
Abb. 45: Prozentanteile der Verjüngung für 5 Vitalitätsklassen in den einzelnen Untersuchungsbereichen.	161
Abb. 46: Geländeform auf Grund von älteren Felsstürzen im FBI.....	167
Abb. 47: Verbraunte Rendsina im G III.....	168
Abb. 48: Erosionserscheinungen.....	171
Abb. 49: Zeitweiser Quellenaustritt.....	175
Abb. 50: Seiltrasse.....	179
Abb. 51: Jüngerer Gröllfeld im LBI.....	185
Abb. 52: Bestandesbild LZ II.....	186
Abb. 53: Kandelaber.....	205
Abb. 54: Zirbengruppe im GI.....	207
Abb. 55: Zirbenstamm im LZ I.....	209
Abb. 56: Kadaververjüngung.....	225
Abb. 57: <i>Chrysoomyxa rhododendri</i>	227
Abb. 58: Zoochore Verjüngung.....	235
Abb. 59: Lärchen-Zirbenwald im G III.....	238
Abb. 60: Lärchen-Blockwald.....	239
Abb. 61: Fichten-Blockwald.....	239
Abb. 62: Lärchen-Zirbenwald im G II.....	239
Abb. 63: Wetterzirbe.....	243

8.3.2 Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Monatliche Niederschlagsmenge in Millimeter über 5 Jahre der Messstation Hieflau (Seehöhe 492 m). (Quelle: HYDROGRAPHISCHER DIENST, 1995-1999).....	7
Tab. 2: Anzahl der Tage mit Schnee (Schneehöhenklassen in cm) über den Beobachtungszeitraum in Hieflau. (Quelle: HYDROGRAPHISCHER DIENST, 1995-1999)....	9
Tab. 3: Werte über die verschiedenen Schneehöhen in den 5 Beobachtungsjahren bei der Messstation Hieflau. (Quelle: HYDROGRAPHISCHER DIENST, 1995-1999).....	10
Tab. 4: Die maximalen und minimalen Tagestemperaturen in °C und deren Messdatum in den 5 Jahren bei der Messstation Hieflau. (Quelle: HYDROGRAPHISCHER DIENST, 1995-1999)	12
Tab. 5: Lagebezogene Daten der drei Untersuchungsbereiche.	23
Tab. 6: Beschreibung der Abkürzung der Bewertung nach Braun-Blanquet.....	29
Tab. 7: Geländeform der Stichprobenflächen im unteren Untersuchungsbereich (G I).....	56
Tab. 8: Geländeform der Stichprobenflächen im mittleren Untersuchungsbereich (G II).....	57
Tab. 9: Geländeform der Stichprobenflächen im oberen Untersuchungsbereich (G III).	57
Tab. 10: Die Anteile in Prozent der einzelnen Bodentypen in den drei Untersuchungsbereichen und nach Waldgesellschaften.....	60
Tab. 11: Die Anteile in Prozent der einzelnen Humustypen in den drei Untersuchungsbereichen.....	67
Tab. 12: Die Anteile in Prozent der einzelnen Bodenarten in den drei Untersuchungsbereichen.....	68
Tab. 13: Vorkommen der soziologisch-ökologischen Artengruppen auf den drei Untersuchungsbereichen.....	72
Tab. 14: Anteil der Pflanzen mit unterschiedlichen Zeigerwerten in Prozent in den drei Untersuchungsbereichen.....	77
Tab. 15: Vorratsfestmeter über Baumarten, Liegende und Dürre bei den verschiedenen Waldgesellschaften im unteren Untersuchungsbereich (G I) und oberen Untersuchungsbereich (G III).....	84
Tab. 16: Der Deckungsgrad in Prozent über die Baum-, Strauch-, Kraut- und Moosschicht auf den drei Untersuchungsbereichen und im unteren (G I) und oberem Untersuchungsbereich (G III) nach den Waldgesellschaften.	89

Tab. 17: Anteil der Baumarten in Prozent der BHD-Verteilung und die erfasste Stückzahl/ha im unteren Untersuchungsbereich (G I) und getrennt nach den dortigen Waldgesellschaften.....	92
Tab. 18: Anteil der Baumarten in Prozent der BHD-Verteilung und die erfasste Stückzahl/ha im mittleren Untersuchungsbereich (G II).....	94
Tab. 19: Anteil der Baumarten in Prozent der BHD-Verteilung und die erfasste Stückzahl/ha im oberen Untersuchungsbereich (G III) und getrennt nach den dortigen Waldgesellschaften.....	96
Tab. 20: Anteil der Baumarten in Prozent der Höhenverteilung und die erfasste Stückzahl/ha im unteren Untersuchungsbereich (G I) und getrennt nach den dortigen Waldgesellschaften.....	99
Tab. 21: Anteil der Baumarten in Prozent der Höhenverteilung und die erfasste Stückzahl/ha im mittleren Untersuchungsbereich (G II).....	101
Tab. 22: Anteil der Baumarten in Prozent der Höhenverteilung und die erfasste Stückzahl/ha im oberen Untersuchungsbereich (G III) und getrennt nach den dortigen Waldgesellschaften.....	103
Tab. 23: Oberhöhe nach Weise in Meter bei den drei Untersuchungsbereichen und in den jeweiligen Waldgesellschaften nach Hauptbaumarten und den jeweiligen gesamten Bestand.....	104
Tab. 24: Bestandesaufbau des Bestandesaufrisses im Subalpinen Karbonat-Block-Fichtenwald mit Strichfarn (FBI) des unteren Untersuchungsbereich (G I).....	108
Tab. 25: Bestandesaufbau des Bestandesaufrisses im Karbonat-Lärchen-Blockwald (LBI) des unteren Untersuchungsbereiches (G I).....	110
Tab. 26: Bestandesaufbau des Bestandesaufrisses im Karbonat-Lärchen-Zirbenwald des mittleren Untersuchungsbereiches (G II).....	112
Tab. 27: Bestandesaufbau des Bestandesaufrisses im Karbonat-Lärchen-Zirbenwald des oberen Untersuchungsbereiches (G III).....	114
Tab. 28: Alter bis zum Erreichen der Höhe des BHD's (1,30 m) in Jahren bei den drei Untersuchungsbereichen nach den Hauptbaumarten getrennt.....	120
Tab. 29: Alter von Latsche und Erle in Jahren in den drei Untersuchungsbereichen.....	121
Tab. 30: Mittlere Jahrringbreite in mm mit Standardfehler für die Hauptbaumarten in den drei Untersuchungsbereichen.....	122
Tab. 31: Mittlere Jahrringbreite (1987-1997) in mm mit Standardfehler für die Hauptbaumarten in den drei Untersuchungsbereichen.....	122

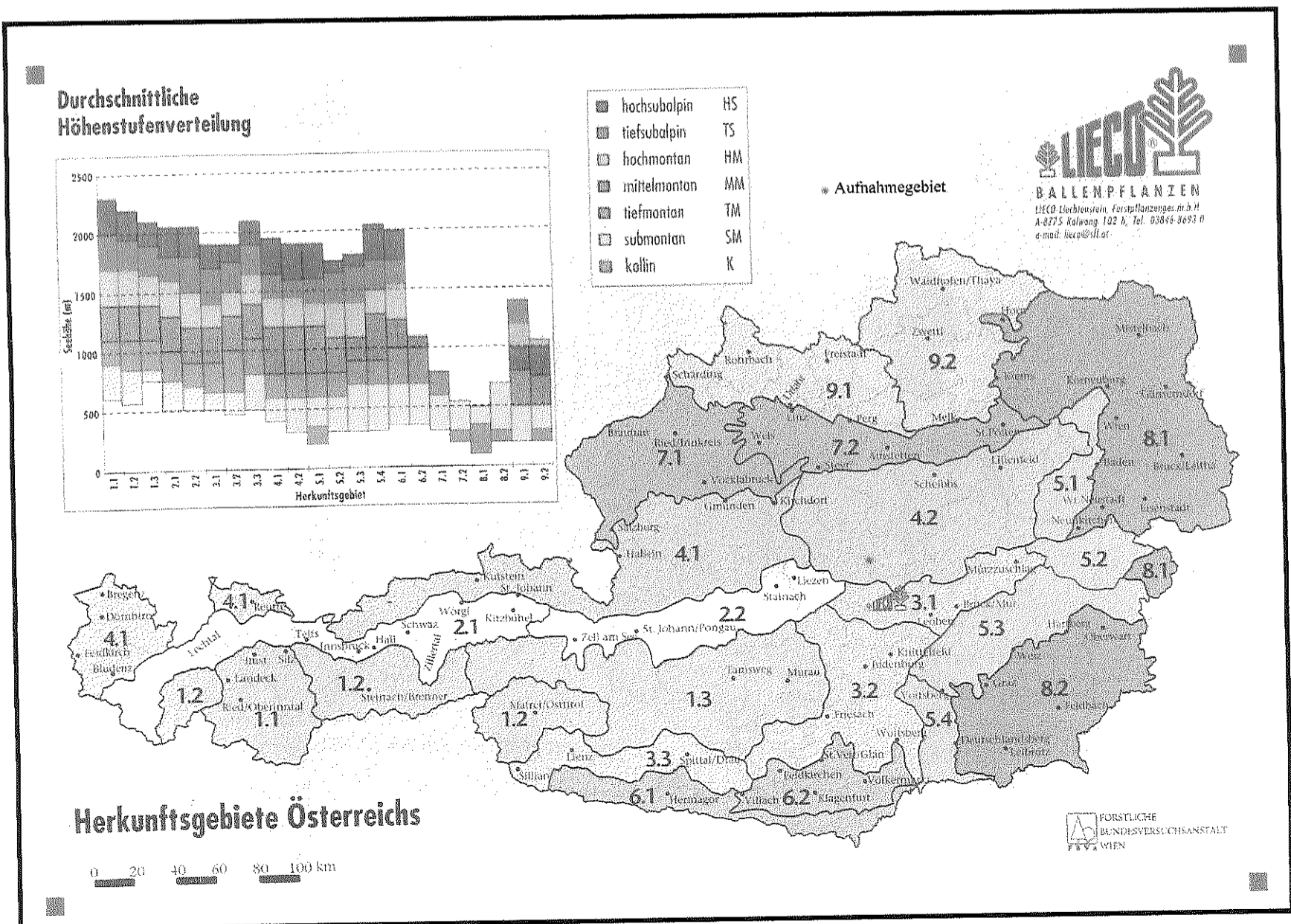
Tab. 32: Minimale und Maximale mittlere Jahrringbreite in mm für die Hauptbaumarten in den drei Untersuchungsbereichen.....	123
Tab. 33: Stabilitätsindex nach H/D-Werten für Fichte.....	127
Tab. 34: IUFRO-Klassifikation über alle Baumarten gemeinsam in Prozent in den Untersuchungsbereichen und im unteren (G I) und oberen (G III) nach Waldgesellschaften.....	132
Tab. 35: Statistische Daten der Durchmesserdifferenzierung in den drei Untersuchungsbereichen und nach Waldgesellschaften.....	143
Tab. 36: Statistische Daten der Höhendifferenzierung in den drei Untersuchungsbereichen und nach Waldgesellschaften.....	146
Tab. 37: Statistische Daten der Artendurchmischung in den drei Untersuchungsbereichen und nach Waldgesellschaften.....	150
Tab. 38: Statistische Daten des Baum-Baum-Abstandes in den drei Untersuchungsbereichen und nach Waldgesellschaften.....	154
Tab. 39: Die Minimal- und Maximalwerte der Verjüngung in Stk/ha bei den drei Untersuchungsbereichen und beim unteren (G I) und oberen Untersuchungsbereich (G III) nach Waldgesellschaften.....	158
Tab. 40: Verbissschäden bei den drei Untersuchungsbereichen in Prozent über 5 Schädigungsklassen und beim unteren (G I) und oberen Untersuchungsbereich (G III) nach den jeweiligen Waldgesellschaften.....	162
Tab. 41: <i>Chrysomya rhododendri</i> Befall bei den drei Untersuchungsbereichen in Prozent über 5 Schädigungsklassen und im unteren (G I) und oberen Untersuchungsbereich (G III) nach den jeweiligen Waldgesellschaften.....	163
Tab. 42: Stammschäden in Prozent der Baumarten und Gesamt bei den drei Untersuchungsbereichen und im unteren (G I) und oberen Untersuchungsbereich (G III) nach den jeweiligen Waldgesellschaften.....	163
Tab. 43: Besondere Anmerkungen in Prozent bei den drei Untersuchungsbereichen und im unteren (G I) und oberen Untersuchungsbereich (G III) nach den jeweiligen Waldgesellschaften.....	164
Tab. 44: Klassifizierung der für das Wind-Schnee-Ökogramm wichtigen Standortsanzeiger im unteren Untersuchungsbereich (G I).....	166
Tab. 45: Klassifizierung der für das Wind-Schnee-Ökogramm wichtigen Standortsanzeiger im mittleren Untersuchungsbereich (G II).....	166

Tab. 46: Klassifizierung der für das Wind-Schnee-Ökogramm wichtigen Standortsanzeiger im oberen Untersuchungsbereich (G III)..... 167

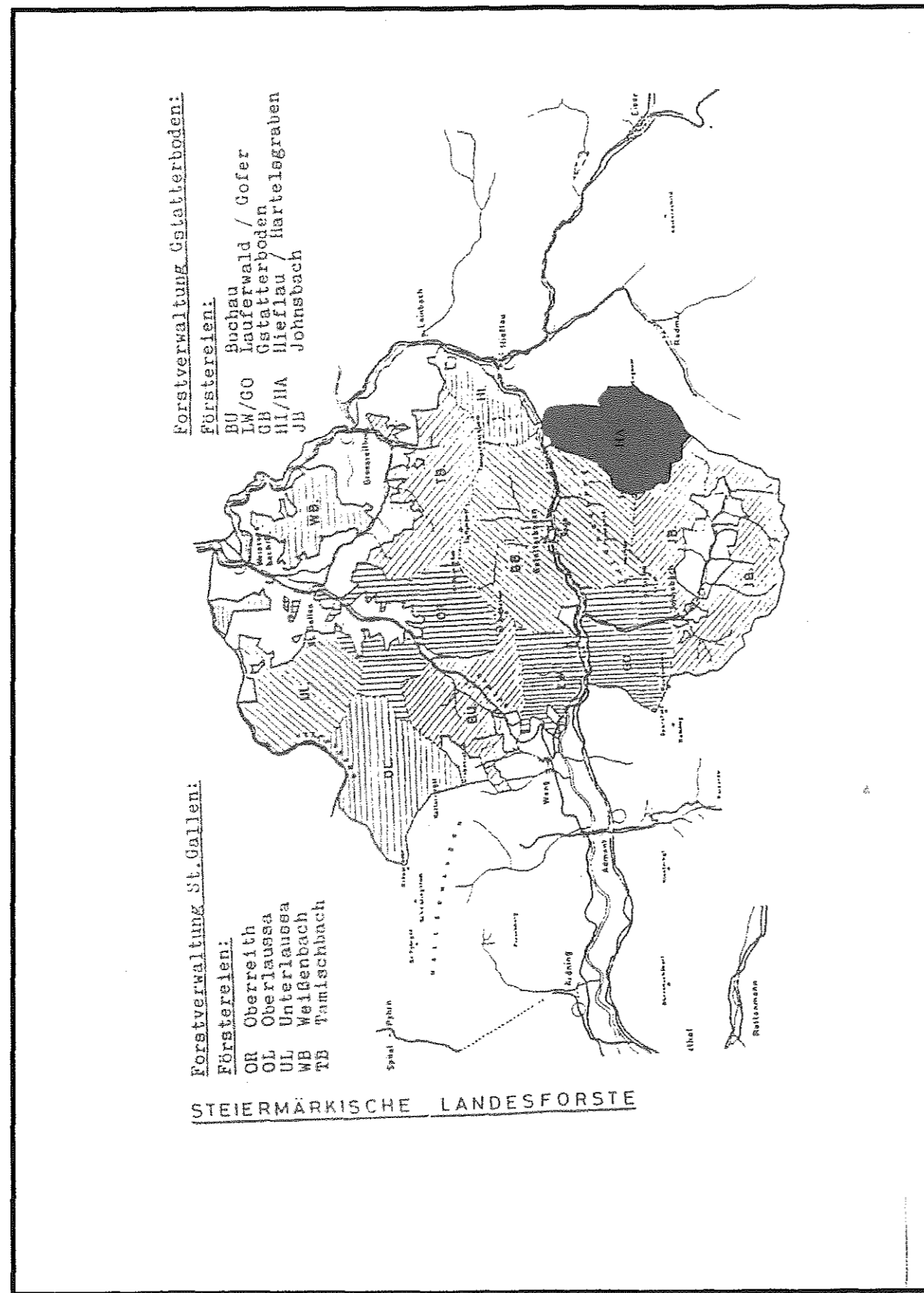
Tab. 47: Durchmesser- und Höhendifferenzierung mit und ohne Durchmessergrenze nach den Földnerschen Klassen in Prozent in den einzelnen Untersuchungsbereichen und im unteren Untersuchungsbereich (G I) und im oberen Untersuchungsbereich (G III) nach den Waldgesellschaften getrennt. 225

8.3.3 Abkürzungsverzeichnis

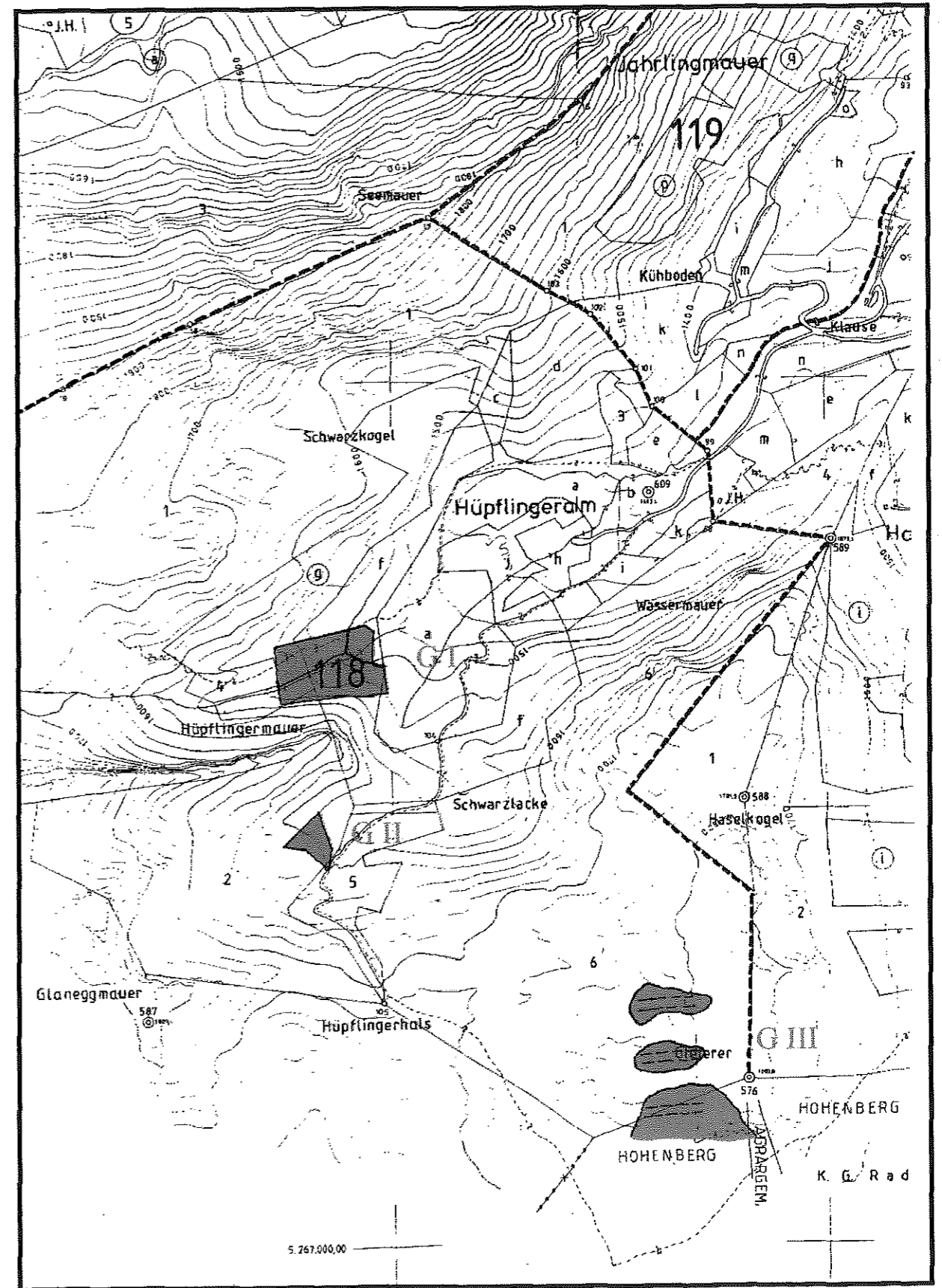
Ba	Bestandesaufriss
BHD	Brusthöhendurchmesser
D _i	Baum-Baum-Abstand nach Pommerening
DM _i	Artendurchmischung nach Földner
FBI	Subalpiner Karbonat-Block-Fichtenwald mit Strichfarn (<i>Adenostylo glabrae-Piceetum subalpinum asplenietosum</i>)
Fi	Fichte
G I	unterer Untersuchungsbereich
G II	mittlerer Untersuchungsbereich
G III	oberer Untersuchungsbereich
ha	Hektar
Lä	Lärche
LBI	Karbonat-Lärchen-Blockwald (<i>Laricetum asplenietosum</i>)
LZ I	Typische Ausbildung des Karbonat-Lärchen-Zirbenwald (<i>Larici-Cembretum rhododendretosum hirsuti</i>)
LZ II	Latschenausbildung des Karbonat-Lärchen-Zirbenwald (<i>Larici-Cembretum rhododendretosum hirsuti</i>)
TD _i	Durchmesser differenzierung nach Földner
TH _i	Höhendifferenzierung nach Földner
Vfm	Vorratsfestmeter
Zi	Zirbe



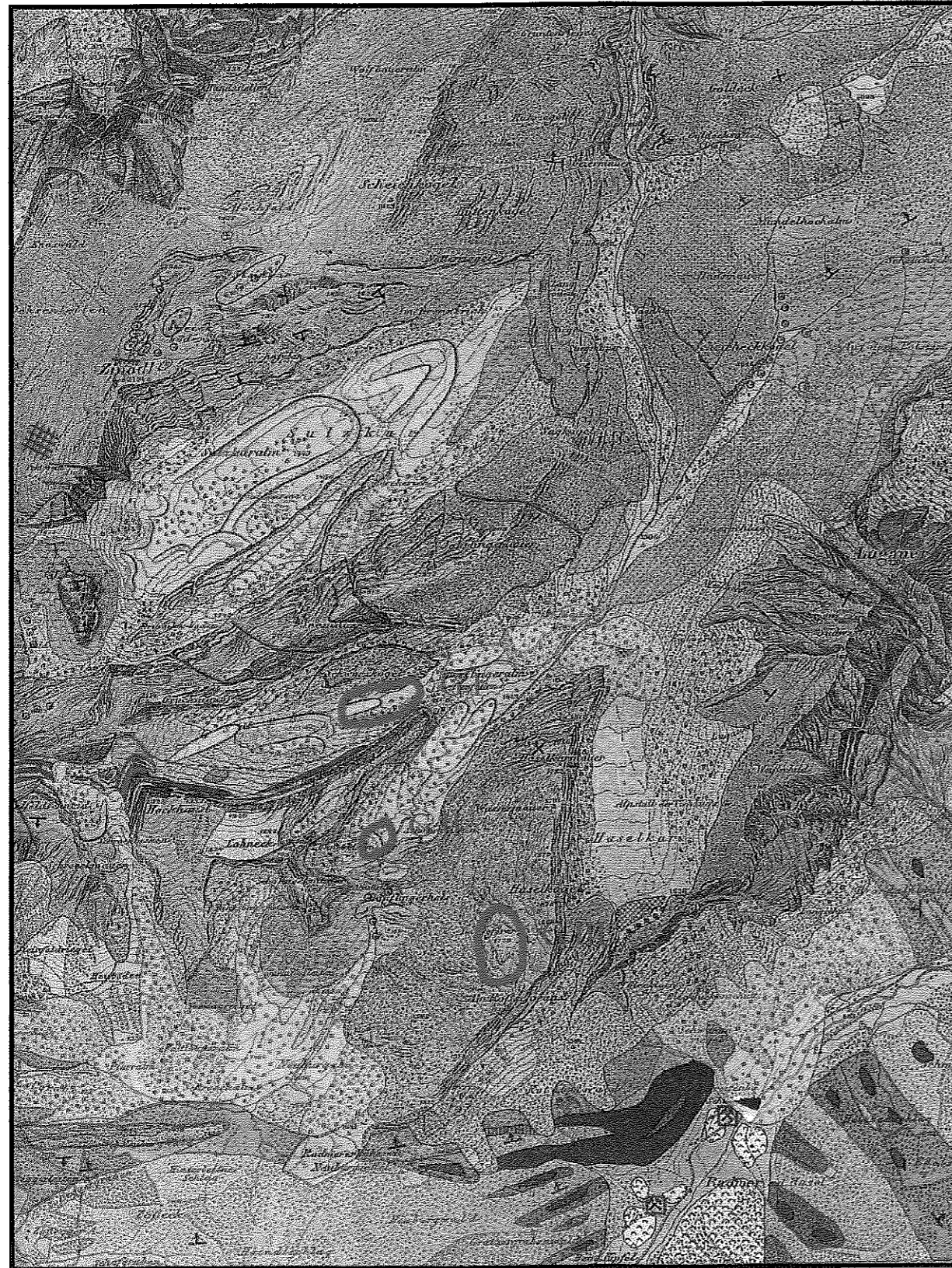
Anhang 2: Karte der Steiermärkischen Landesforste



Anhang 3: Forstkartenausschnitt



Anhang 4: Geologische Karte



Zeichenerklärung zur geologischen Karte

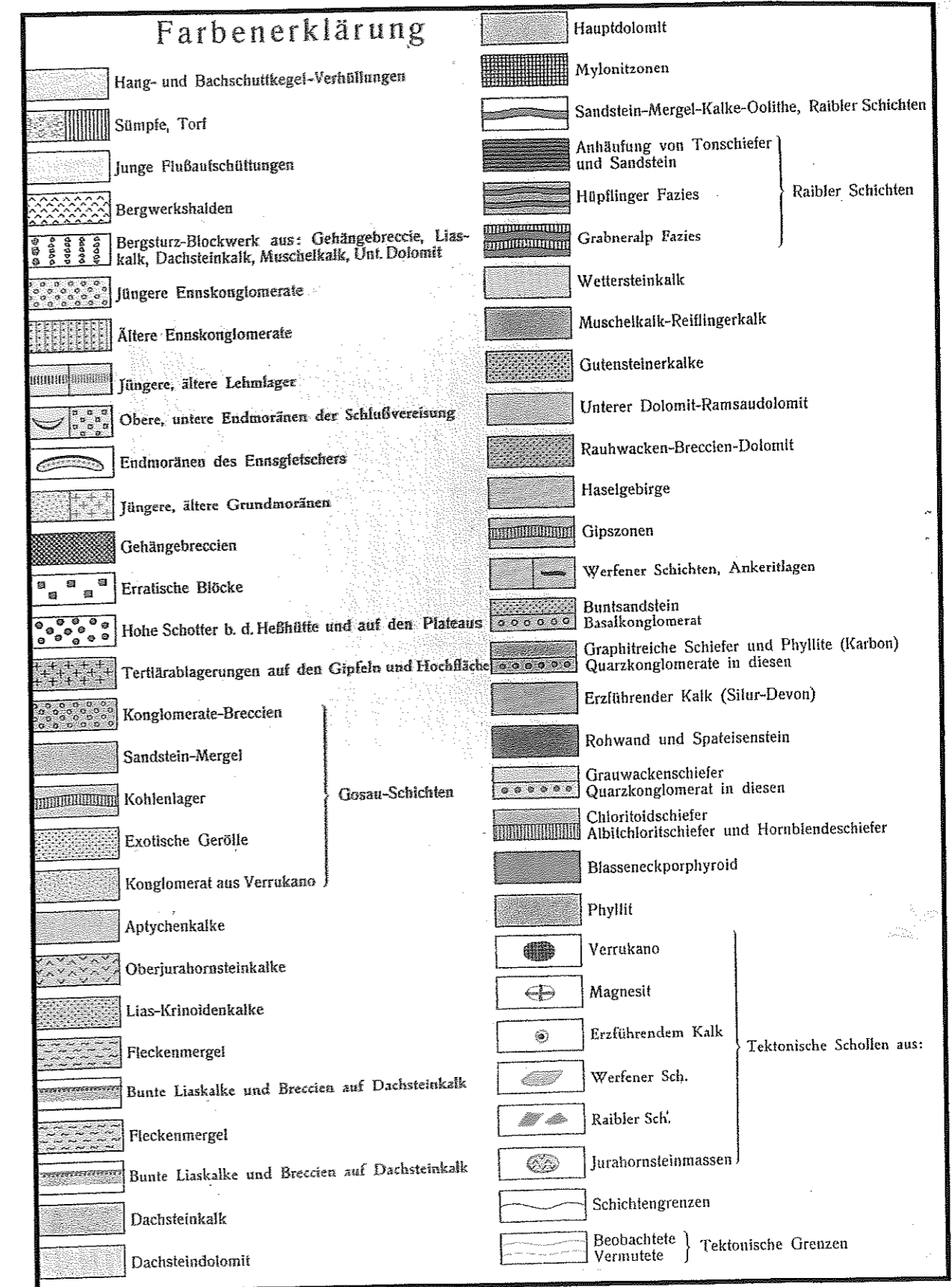


Tabelle der Bodenanalyse des unteren Untersuchungsbereiches (G I)

GI	I	II	III	IV	V	VI	Bestandesaufriss FBI
Exposition	ONO	NO - O	ONO - O	ONO	65	65	250
Neigung	0-9%	32%	36%	40%	5%	0-42%	80%
Geländeform	Oberhang, Rücken	Mittel-Oberhang, Rücken	Mittelhang, Rücken	Unterhang, Grabeneinhang	Graben	Graben	Mittelhang, Kuppe
Bodenbeeinträchtigung	Wildwechsel, Pirschsteig (5-15cm)	Wildwechsel, Pirschsteig (5-15cm)	Wildwechsel, Pirschsteig (5-30cm)				Wildwechsel, Pirschsteig (-30cm)
Wassergehalt	mäßig trocken - frisch	mäßig frisch - frisch	mäßig frisch - frisch	mäßig frisch - frisch	trocken - feucht	trocken - frisch	mäßig frisch - frisch
Auflage	moderartiger Mull - Moder	moderartiger Mull - Moder	moderartiger Mull - Moder	moderartiger Mull - Moder	Moder - Rohhumus	Moder - Rohhumus	moderartiger Mull - Moder
Mächtigkeit	1,5-3cm	1-4cm	1-4cm	2-4cm	3-14cm	2-11cm	1-3cm
Humustextur	70%Nadel, 30%Äste	30%Nadel, 20%Äste, 40%Vegetation	75%Nadel, 25%Äste	100%Nadel	80%Nadel, 10%Äste, 10%Vegetation	70%Nadel, 20%Äste, 10%Vegetation	80%Nadel, 20%Äste
Verpilzung	keine	keine	schwach	schwach	schwach	schwach	keine
Schmierigkeit	nein	nein	Ja	nein	Ja	Ja	nein
Durchwurzelung	mittel - stark	schwach - stark	mittel - stark	mittel - sehr stark	schwach - mittel	schwach - sehr stark	mittel - stark
Spaltengründigkeit	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja		
Mineralboden	Braunlehm mit Pseudovergleyung	Parabraunerde	Braunerde mit Pseudovergleyung	Braunerde mit Vergleyung	Gesteinsrohboden - Tangel-Pechrendsina - Parabraunerde	Parabraunerde - Braunlehme	Braunerde
Bodenart	Sand - toniger Lehm	anlehmiger Sand - sandiger Lehm	sandiger Lehm - toniger Lehm	sandiger Lehm	Sand - Lehm	stark lehmiger Sand - Lehm	stark lehmiger Sand - sandiger Lehm
Skelettanteil	20%	5-50%	15%	10%	25%	40%	20%
Korngröße	krümmelig - blockig - massig	krümmelig - blockig	krümmelig - blockig - massig	blockig	krümmelig - blockig	krümmelig - blockig - kompakt	krümmelig - blockig
Durchwurzelung	mittel - sehr stark	schwach - stark	schwach - mittel	mittel - stark	schwach - mittel	schwach - stark	mittel
Gründigkeit	Schlagbohrertiefe	Schlagbohrertiefe	Schlagbohrertiefe	Schlagbohrertiefe	durchschnittliche Gründigkeit 50cm	Schlagbohrertiefe	Schlagbohrertiefe

Fortsetzung der Tabelle

G III	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Bestandesaufriss
Exposition	308	315	300	290	300	290-380	290
Neigung	64%	92%	35%	50%	77%	32-49%	60%
Geländeform	Mittelhang	Mittelhang	Unterhang	Mittelhang	Mittelhang	Ober-Mittelhang	Mittelhang
Bodenbeeinträchtigung		Wildwechsel (5-15cm)	Wildwechsel (5-40cm)	Wildwechsel (5-20cm)	Wildwechsel (5-20cm)		Wildwechsel (5-15cm)
Wassergehalt	mäßig trocken - frisch	mäßig trocken - frisch	mäßig trocken - frisch	mäßig trocken - frisch	mäßig trocken - frisch	mäßig trocken - frisch	mäßig frisch - frisch
Auflage	mullartiger Moder - Rohhumus (10%)	Moder - Rohhumus (15%)	mullartiger Moder - Rohhumus	mullartiger Moder - Rohhumus	mullartiger Moder - moderartiger Rohhumus	Moder - Rohhumus	mullartiger Moder - rohhumusartiger Moder
Mächtigkeit	6,5-25cm	7,5-20cm	3-18cm	2-15cm	3-15cm	4-12cm	2,5-7cm
Humustextur	50%Nadel, 20%Äste, 30%Vegetation	40%Nadel, 20%Äste, 40%Vegetation	50%Nadel, 20%Äste, 30%Vegetation	30%Nadel, 10%Äste, 60%Vegetation	50%Nadel, 20%Äste, 30%Vegetation	70%Nadel, 10%Äste, 20%Vegetation	40%Nadel, 10%Äste, 50%Vege.
Verpilzung	keine	schwache	keine	keine	keine	ausgeprägt	leichte
Schmierigkeit	nein	nein	nein	nein	nein	ja	nein
Durchwurzelung					mittel - stark	schwach - stark	mittel-sehr stark
Spaltengründigkeit	ja		ja	ja	ja	ja	ja
Mineralboden	(Gesteinsrohboden) Rendsina	(Gesteinsrohboden) Rendsina	Gesteinsrohboden - Rendsina mit Verbraunung	(Gesteinsrohboden) Rendsina	Gesteinsrohboden - Rendsina	Gesteinsrohboden - Rendsina	Gesteinsrohboden Rendsina mit Verbraunung
Mächtigkeit							
Horizontbegrenzung							
Deutlichkeit							
Bodenart	anlehmiger Sand	schwach anlehmiger Sand	schwach lehmiger Sand	anlehmiger Sand - sandiger Lehm	schwach anlehmiger Sand	anlehmiger Sand	schwach lehmiger Sand - Lehm
Skelettanteil	30%	>50%	4%	4%	15%	5%	-30%
Korngröße	krümmelig-blockig	krümmelig-blockig	krümmelig - blockig	krümmelig - massig	polyedrisch	blockig	krümmelig - blockig
Struktur							
Fleckung							
Konkretionen							
Durchwurzelung	schwach - stark	schwach - stark	schwach - stark	schwach - stark	schwach - stark	schwach - stark	schwach-stark
Gründigkeit	durchschnittliche Gründigkeit 30cm	durchschnittliche Gründigkeit 20cm	durchschnittliche Gründigkeit 40cm	durchschnittliche Gründigkeit 40cm	durchschnittliche Gründigkeit 30cm	durchschnittliche Gründigkeit 20cm	durchschnittliche Gründigkeit 40cm

Tabelle der Bodenanalyse des oberen Untersuchungsbereiches (G III)

G III	I	II	III	IV	V	VI
Exposition	300	300	300	288	320	310
Neigung	40-60%	~60%	~65%	~53%	78%	73%
Geländeform	Unterhang Hangverflachung, - versteilung	Mittel-Unterhang	Mittelhang	Mittelhang	Unterhang	Mittelhang (Unterhang)
Bodenbeeinträchtigung	Wildwechsel (-20cm)			Wildwechsel (5-15cm)	Wildwechsel (5-20cm)	Wildwechsel (5-10cm)
Wassergehalt	mäßig trocken - frisch	mäßig trocken - frisch	mäßig frisch - frisch	mäßig frisch - frisch	mäßig trocken - frisch	mäßig trocken - frisch
Auflage	Moder	moderartiger Mull - mullartiger Moder	mullartiger Moder - Alpenmoder (leichter Rohhumus)	mullartiger Moder - Rohhumus(5%)	mullartiger Moder - Rohhumus	mullartiger Moder - Rohhumus (10%)
Mächtigkeit	1-48,0cm	1,5-3,5cm	1,5-7,0cm	1,5-25,0cm	3-20cm	2,5-20cm
Humustextur	80%Nadel, 20%Äste	20%Nadel, 20%Äste, 60%Vege.	40%Nadel, 10%Äste, 50%Vege.	50%Nadel, 20%Äste, 30%Vege.	40%Nadel, 10%Äste, 50%Vegetation	40%Nadel, 10%Äste, 50%Vegetation
Verpilzung	keine	keine	leichte	keine	keine	keine
Schmierigkeit	nein	leicht	nein	leicht	nein	nein
Durchwurzelt	schwach-stark	mittel-sehr stark	mittel-sehr stark	mittel-stark		
Spaltengründigkeit	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Mineralboden	Gesteinsrohboden Rendsina	Gesteinsrohboden Rendsina (starke Verbraunedynamik)	Gesteinsrohboden Rendsina (Verbraunedynamik)	Rendsina	(Gesteinsrohboden) Rendsina mit leichter Verbraunedung (leichte Vergleyung)	(Gesteinsrohboden) Rendsina - verbrauchte Rendsina
Mächtigkeit						
Horizontbegrenzung						
Deutlichkeit						
Bodenart	anlehmiger Sand - sandiger Lehm	schwach lehmiger Sand	schwach lehmiger Sand - Lehm	anlehmiger Sand	anlehmiger Sand - Lehm	anlehmiger Sand - schwach lehmiger Sand
Skelettanteil	-50%	-15%	-30%	-50%	>50%	>50%
Korngröße	krümmelig - blockig- massig	krümmelig - blockig	krümmelig - blockig	krümmelig	krümmelig - massig	krümmelig - krümmelig-blockig
Struktur						
Fleckung						
Konkretionen						
Durchwurzelt	schwach-stark	schwach-stark	schwach-stark	schwach-stark	schwach - stark	schwach - stark
Gründigkeit	Schlagbohrer	durchschnittliche Gründigkeit 30cm	durchschnittliche Gründigkeit 40cm	durchschnittliche Gründigkeit 30cm	durchschnittliche Gründigkeit 30cm	durchschnittliche Gründigkeit 30cm

Fortsetzung der Tabelle

G III	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Bestandesaufriss
Exposition	308	315	300	290	300	290-380	290
Neigung	64%	92%	35%	50%	77%	32-49%	60%
Geländeform	Mittelhang	Mittelhang	Unterhang	Mittelhang	Mittelhang	Ober-Mittelhang	Mittelhang
Bodenbeeinträchtigung		Wildwechsel (5-15cm)	Wildwechsel (5-40cm)	Wildwechsel (5-20cm)	Wildwechsel (5-20cm)		Wildwechsel (5-15cm)
Wassergehalt	mäßig trocken - frisch	mäßig trocken - frisch	mäßig trocken - frisch	mäßig trocken - frisch	mäßig trocken - frisch	mäßig trocken - frisch	mäßig frisch - frisch
Auflage	mullartiger Moder - Rohhumus (10%)	Moder - Rohhumus (15%)	mullartiger Moder - Rohhumus	mullartiger Moder - Rohhumus	mullartiger Moder - moderartiger Rohhumus	Moder - Rohhumus	mullartiger Moder - rohumusartiger Moder
Mächtigkeit	6.5-25cm	7.5-20cm	3-18cm	2-15cm	3-15cm	4-12cm	2,5-7cm
Humustextur	50%Nadel, 20%Äste, 30%Vegetation	40%Nadel, 20%Äste, 40%Vegetation	50%Nadel, 20%Äste, 30%Vegetation	30%Nadel, 10%Äste, 60%Vegetation	50%Nadel, 20%Äste, 30%Vegetation	70%Nadel, 10%Äste, 20%Vegetation	40%Nadel, 10%Äste, 50%Vege.
Verpilzung	keine	schwache	keine	keine	keine	ausgeprägt	leichte
Schmierigkeit	nein	nein	nein	nein	nein	ja	nein
Durchwurzelt					mittel - stark	schwach - stark	mittel-sehr stark
Spaltengründigkeit	ja		ja	ja	ja	ja	ja
Mineralboden	(Gesteinsrohboden) Rendsina	(Gesteinsrohboden) Rendsina	Gesteinsrohboden - Rendsina mit Verbraunedung	(Gesteinsrohboden) Rendsina	Gesteinsrohboden - Rendsina	Gesteinsrohboden - Rendsina	Gesteinsrohboden Rendsina mit Verbraunedung
Mächtigkeit							
Horizontbegrenzung							
Deutlichkeit							
Bodenart	anlehmiger Sand	schwach anlehmiger Sand	schwach lehmiger Sand	anlehmiger Sand - sandiger Lehm	schwach anlehmiger Sand	anlehmiger Sand	schwach lehmiger Sand - Lehm
Skelettanteil	30%	>50%	4%	4%	15%	5%	-30%
Korngröße	krümmelig-blockig	krümmelig-blockig	krümmelig - blockig	krümmelig - massig	polyedrisch	blockig	krümmelig - blockig
Struktur							
Fleckung							
Konkretionen							
Durchwurzelt	schwach - stark	schwach - stark	schwach - stark	schwach - stark	schwach - stark	schwach - stark	schwach-stark
Gründigkeit	durchschnittliche Gründigkeit 30cm	durchschnittliche Gründigkeit 20cm	durchschnittliche Gründigkeit 40cm	durchschnittliche Gründigkeit 40cm	durchschnittliche Gründigkeit 30cm	durchschnittliche Gründigkeit 20cm	durchschnittliche Gründigkeit 40cm

Tabelle der Bodenanalyse des oberen Untersuchungsbereiches (G III)

G III	I	II	III	IV	V	VI
Exposition	300	300	300	288	320	310
Neigung	40-60%	~60%	~65%	~53%	78%	73%
Geländeform	Unterhang Hangverflachung, - versteilung	Mittel-Unterhang	Mittelhang	Mittelhang	Unterhang	Mittelhang (Unterhang)
Bodenbeeinträchtigung	Wildwechsel (-20cm)			Wildwechsel (5-15cm)	Wildwechsel (5-20cm)	Wildwechsel (5-10cm)
Wassergehalt	mäßig trocken - frisch	mäßig trocken - frisch	mäßig frisch - frisch	mäßig frisch - frisch	mäßig trocken - frisch	mäßig trocken - frisch
Auflage	Moder	moderartiger Mull - mullartiger Moder	mullartiger Moder - Alpenmoder (leichter Rohhumus)	mullartiger Moder - Rohhumus(5%)	mullartiger Moder - Rohhumus	mullartiger Moder - Rohhumus (10%)
Mächtigkeit	1-48,0cm	1,5-3,5cm	1,5-7,0cm	1,5-25,0cm	3-20cm	2,5-20cm
Humustextur	80%Nadel, 20%Äste	20%Nadel, 20%Äste, 60%Vege.	40%Nadel, 10%Äste, 50%Vege.	50%Nadel, 20%Äste, 30%Vege.	40%Nadel, 10%Äste, 50%Vegetation	40%Nadel, 10%Äste, 50%Vegetation
Verpilzung	keine	keine	leichte	keine	keine	keine
Schmierigkeit	nein	leicht	nein	leicht	nein	nein
Durchwurzelung	schwach-stark	mittel-sehr stark	mittel-sehr stark	mittel-stark	nein	nein
Spaltengründigkeit	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Mineralboden	Gesteinsrohboden Rendsina	Gesteinsrohboden Rendsina (starke Verbraumdynamik)	Gesteinsrohboden Rendsina (Verbraumdynamik)	Rendsina	(Gesteinsrohboden) Rendsina mit leichter Verbraumdynamik (leichte Vergleyung)	(Gesteinsrohboden) Rendsina - verbrauchte Rendsina
Mächtigkeit						
Horizontbegrenzung						
Deutlichkeit						
Bodenart	anlehmgiger Sand - sandiger Lehm	schwach lehmiger Sand	schwach lehmiger Sand - Lehm	anlehmgiger Sand	anlehmgiger Sand - Lehm	anlehmgiger Sand - schwach lehmiger Sand
Skelettanteil	~50%	-15%	-30%	-50%	>50%	>50%
Korngröße	krümmelig - blockig- massig	krümmelig - blockig	krümmelig - blockig	krümmelig	krümmelig - massig	krümmelig - krümmelig-blockig
Struktur						
Fleckung						
Konkretionen						
Durchwurzelung	schwach-stark	schwach-stark	schwach-stark	schwach-stark	schwach - stark	schwach - stark
Gründigkeit	Schlagbohrer	durchschnittliche Gründigkeit 30cm	durchschnittliche Gründigkeit 40cm	durchschnittliche Gründigkeit 30cm	durchschnittliche Gründigkeit 30cm	durchschnittliche Gründigkeit 30cm

Anhang 6: Vegetationstabellen

Vegetationstabelle im unteren Untersuchungsbereich (G I)

Aufnahmenummer	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Ba LBI	Ba FBI	
Ährige Teufelskralle	-	R	1	1	-	-	-	-	-	-	+	2m	-	+	<i>Phyteuma spicatum</i>
Akeleiblättrige Wiesenraute	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	+	<i>Thalictrum aquilegifolium</i>
Alpen Ampfer	-	1	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>Rumex alpinus</i>
Alpenbrandlattich	2m	-	2m	2m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>Homogyne alpina</i>
Alpen-Distel	-	+	1	+	1	2m	1	-	-	1	-	-	1	-	<i>Carduus defloratus</i>
Alpen-Frauenmantel	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2m	-	<i>Alchemilla alpina</i>
Alpen-Gänsekresse	-	-	-	-	-	1	1	1	+	-	1	+	-	-	<i>Arabis alpina</i>
Alpen-Gemsekresse	-	-	-	-	2m	1	1	-	-	-	-	-	-	-	<i>Hutchinsia alpina</i>
Alpen-Greiskraut (Herz-)	1	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>Senecio cordatus</i>
Alpen-Habichtskraut	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>Hieracium alpinum</i>
Alpen-Heckenkirsche	-	-	-	-	1	1	1	2m	1	1	-	-	1	-	<i>Lonicera alpigena</i>
Alpen-Heckenrose	-	-	-	+	-	-	-	1	-	-	-	1	-	+	<i>Rosa pendulina</i>
Alpen-Kälberkropf	-	-	-	2m	1	2a	-	2m	2m	1	1	2m	-	-	<i>Chaerophyllum villarsii</i>
Alpen-Labkraut	-	-	-	1	-	-	-	-	2m	-	2m	-	2m	-	<i>Galium anisophyllum</i>
Alpen-Lieschgras	2a	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	2m	-	<i>Phleum alpinum</i>
Alpen-Mastkraut	-	2a	2m	2m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2m	<i>Sagina saginoides</i>
Alpenmilchlattich	2m	2m	2a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	<i>Cicerbita alpina</i>
Alpen-Rispengras	2m	-	2m	1	2a	2a	1	1	2m	2m	2m	2m	1	1	<i>Poa alpina</i>
Alpen-Ruhrkraut	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>Gnaphalium hoppeanum</i>
Aurikel	-	-	-	-	1	1	+	+	-	1	+	-	+	-	<i>Primula auricula</i>
Bachnelkenwurz	-	-	-	-	-	+	1	-	-	1	1	-	1	1	<i>Geum rivale</i>
Bart-Glockenblume	-	2m	-	1	2m	1	-	-	1	1	-	-	1	1	<i>Campanula barbata</i>
Bergehrenpreis	-	-	-	-	2m	1	1	1	-	1	1	-	-	-	<i>Veronica montana</i>
Berg-Flockenblume	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	<i>Centaurea montana</i>
Bergklee	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>Trifolium montanum</i>
Bergnelkenwurz	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	<i>Geum montanum</i>
Berg-Sauerampfer	2m	-	1	-	1	2m	2m	-	2m	-	-	-	-	1	<i>Rumex alpestris</i>
Bergweidenröschen	-	2m	2m	1	-	2m	1	2m	-	-	-	-	-	2m	<i>Epilobium montanum</i>
Bitteres Schaumkraut	2m	2m	2m	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>Cardamine amara</i>
Blaue Heckenkirsche	-	+	1	R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>Lonicera caerulea</i>
Blauer Eisenhut	+	1	-	1	-	2m	2m	1	-	2m	2m	2m	-	-	<i>Aconitum napellus</i>
Breitblatt-Sitter	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	<i>Epipactis helleborine</i>
Bunt-Hohlzahn	-	2m	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	1	<i>Galeopsis speciosa</i>
Bunt-Reitgras (Berg-, Kalk)	2a	2m	2a	2m	-	2m	1	-	2m	1	1	2m	-	1	<i>Calamagrostis varia</i>
Christophskraut	-	-	-	R	1	1	1	-	2m	1	1	2m	-	+	<i>Actaea spicata</i>
Clusius-Fingerkraut	-	+	2m	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>Potentilla chusiana</i>
Drahtschmiele (Wald-)	-	1	2m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>Avenella flexuosa</i>
Dreigriffel-Hornkraut	-	2m	2m	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2m	<i>Cerastium cerastoides</i>
Dreischnittiger Baldrian	-	-	-	-	-	-	2m	2m	2a	2m	1	1	1	-	<i>Valeriana tripteris</i>
Eberrauten-Greiskraut	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>Senecio abrotanifolius</i>
Echte Goldrute	1	-	2m	2m	1	2m	2m	2m	2m	1	2m	2m	1	1	<i>Solidago virgaurea</i>
Echter Seidelbast	-	-	-	-	-	R	1	-	1	R	1	1	-	-	<i>Daphne mezereum</i>
Echter Wacholder	-	-	-	-	-	1	-	+	-	-	-	-	-	-	<i>Juniperus communis</i>
Einbeere	-	-	-	-	-	-	+	1	-	-	-	-	-	-	<i>Paris quadrifolia</i>
Feld-Thymian	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	<i>Thymus pulegioides</i>
Felsen-Schaumkresse	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	<i>Cardaminopsis cf. Petraea</i>
Filz-Alpenlattich	2m	-	-	-	1	1	1	-	-	+	-	-	2m	-	<i>Homogyne discolor</i>

Vegetationstabelle im mittleren Untersuchungsbereich (G II)

Aufnahmenummer	I	II	III	IV	V	Ba	
Ährige Teufelskralle	1	1	-	1	+	-	<i>Phyteuma spicatum</i>
Alpen Ampfer	-	-	2b	-	-	-	<i>Rumex alpinus</i>
Alpenbrandlattich	2m	2m	2m	2m	2m	2m	<i>Homogyne alpina</i>
Alpen-Distel	1	2m	2m	-	1	2m	<i>Carduus defloratus</i>
Alpen-Frauenmantel	-	-	1	-	-	-	<i>Alchemilla alpina</i>
Alpen-Gänsekresse	2m	2m	2m	-	-	-	<i>Arabis alpina</i>
Alpen-Greiskraut (Herz-)	2m	2m	2m	-	-	-	<i>Senecio cordatus</i>
Alpen-Heckenkirsche	1	2m	1	2m	1	2m	<i>Lonicera alpigena</i>
Alpen-Heckenrose	-	1	-	1	1	1	<i>Rosa pendulina</i>
Alpen-Labkraut	-	-	2m	-	-	-	<i>Galium anisophyllum</i>
Alpen-Lieschgras	-	-	2m	-	-	-	<i>Phleum alpinum</i>
Alpen-Rispengras	2m	2m	2m	2m	1	2m	<i>Poa alpina</i>
Berg-Baldrian	2m	2m	2a	2m	1	2a	<i>Valeriana montana</i>
Berg-Greiskraut (Kreuzkraut)	-	-	2m	-	-	-	<i>Senecio subalpinus</i>
Bergnelkenwurz	-	-	2m	-	-	-	<i>Geum montanum</i>
Berg-Sauerampfer	1	-	-	-	-	-	<i>Rumex alpestris</i>
Bitteres Schaumkraut	-	-	2m	-	-	-	<i>Cardamine amara</i>
Blauer Eisenhut	1	-	1	-	-	-	<i>Aconitum napellus</i>
Bunt-Reitgras (Berg-, Kalk)	1	2m	2m	2m	2m	2a	<i>Calamagrostis varia</i>
Christophskraut	-	-	-	+	+	-	<i>Actaea spicata</i>
Clusius Primel	-	-	-	-	-	1	<i>Primula clusiana</i>
Drahtschmiele (Wald-)	2m	2m	2a	2m	2a	-	<i>Avenella flexuosa</i>
Echte Goldrute	2m	1	2m	2m	1	2m	<i>Solidago virgaurea</i>
Echter Seidelbast	1	-	-	-	+	1	<i>Daphne mezereum</i>
Echter Wacholder	-	R	+	-	-	-	<i>Juniperus communis</i>
Einbeere	+	-	-	-	-	-	<i>Paris quadrifolia</i>
Eis-Segge	-	1	-	-	-	-	<i>Carex frigida</i>
Filz-Alpenlattich	-	-	-	-	-	1	<i>Homogyne discolor</i>
Flecken Johanniskraut	-	2m	2m	-	+	2m	<i>Hypericum maculatum</i>
Fuchsgreiskraut	-	-	-	-	1	-	<i>Senecio ovatus</i>
Gelber Eisenhut	1	-	1	-	-	1	<i>Aconitum vulparia</i>
Gemeiner Frauenmantel	-	-	2m	-	-	-	<i>Alchemilla vulgaris</i>
Gemeiner Wurmfarne	+	+	1	1	-	1	<i>Dryopteris filix-mas</i>
Grauer Alpendost	2m	1	2m	1	+	-	<i>Adenostyles alliariae</i>
Große Brennessel	1	-	-	-	-	-	<i>Urtica cf. Dioica</i>
Großer Strahlensame	2m	2m	2m	2m	+	-	<i>Silene alpestris</i>
Grüner Streifenfarne	2m	2m	2m	2m	2m	2m	<i>Asplenium viride</i>
Hain-Sternmiere	2m	-	2a	-	-	-	<i>Stellaria nemorum</i>
Haller-Margerite	2m	2m	2m	1	-	2m	<i>Leucanthemum halleri</i>
Heidelbeere	2m	2a	2m	2a	2a	2a	<i>Vaccinium myrtillus</i>
Hellgelbe Goldnessel	2m	-	-	-	-	-	<i>Lamium flavidum</i>
Klebrige Kratzdistel	+	-	-	1	+	-	<i>Cirsium erisithales</i>
Kleines Springkraut	2m	-	2a	-	-	-	<i>Impatiens parviflora</i>
Lanzen-Schildfarne	2m	2m	1	2m	1	2m	<i>Polystichum lonchitis</i>
Meisterwurz	2m	1	2a	+	+	-	<i>Peucedanum ostruthium</i>
Ö. Bärenklaue	1	1	2m	+	-	1	<i>Heracleum austriacum</i>
Ö. Soldanelle	1	1	1	+	1	2m	<i>Soldanella austriaca</i>
Preiselbeere	2m	2a	2m	2a	2a	2a	<i>Vaccinium vitis-idaea</i>
Quirl-Weißwurz	1	1	-	+	1	1	<i>Polygonatum verticillatum</i>
Rasenschmiele	2m	2m	2a	-	-	-	<i>Deschampsia cespitosa</i>
Rosenwurz	2m	2m	2m	2m	1	2m	<i>Rhodiola rosea</i>

Fortsetzung der Vegetationstabelle G II

Roströte Alpenrose	-	2a	+	-	-	2a	<i>Rhododendron ferrugineum</i>
Roter Hasenlattich	-	+	-	-	2m	-	<i>Prenanthes purpurea</i>
Rundblättriger Steinbrech	2m	2m	2m	2m	-	2m	<i>Saxifraga rotundifolia</i>
Ruprechtsfarne (Kalk-)	1	1	1	+	+	2m	<i>Gymnocarpium robertianum</i>
Sauerklee (Wald-)	2m	2m	2m	2m	2m	2m	<i>Oxalis acetosella</i>
Schlangenbärlapp	2m	2m	2m	2m	2m	2m	<i>Lycopodium annotinum</i>
Schwarze Heckenkirsche	-	R	-	-	-	-	<i>Lonicera nigra</i>
Schwingel	2m	2m	1	2m	2m	2m	<i>Festuca sp.</i>
Steinbeere (Felsen-)	2m	2m	-	-	1	2m	<i>Rubus saxatilis</i>
Sumpfdotterblume	-	-	1	-	-	-	<i>Caltha palustris</i>
Sumpf-Pippau	1	2m	-	-	-	-	<i>Crepis paludosa</i>
Stiß-Wolfsmilch	+	-	-	-	-	-	<i>Euphorbia dulcis</i>
Tannenbärlapp	-	-	-	2m	1	2m	<i>Hyperzia selago</i>
Vierzähliger Strahlensame	2m	2m	2m	2m	2m	2m	<i>Silene pusilla</i>
Wald-Frauenfarne	1	2m	1	1	1	2m	<i>Athyrium filix-femina</i>
Wald-Primel	2m	1	2m	-	-	-	<i>Primula elator</i>
Wald-Storchenschnabel	2m	2m	2m	-	1	2m	<i>Geranium sylvaticum</i>
Wald-Wachtelweizen	2m	2m	-	-	2m	-	<i>Melampyrum sylvaticum</i>
Wechselblättriges Milzkraut	-	-	-	-	-	2m	<i>Chrysosplenium alternifolium</i>
Weißer Germer	1	-	-	-	-	1	<i>Veratrum album</i>
Wilder Dost	-	-	-	-	-	1	<i>Origanum vulgare</i>
Wimper Alpenrose	-	2m	2m	2a	2m	2a	<i>Rhododendron hirsutum</i>
Wimper Hainsimse	2m	1	-	-	1	-	<i>Luzula pilosa</i>
Wimper Kälberkropf	2m	-	2m	-	-	-	<i>Chaerophyllum hirsutum</i>
Woll-Hahnfuß	-	-	2m	-	-	2m	<i>Ranunculus lanuginosus</i>
Zweiblütigen Veilchen	2m	2m	2m	-	-	2m	<i>Viola biflora</i>
Zwergalpenrose	-	1	-	2m	-	2m	<i>Rhodothamus chamaecistus</i>
Zwerg-Glockenblume	2m	2m	2m	2m	2m	2m	<i>Campanula cochlearifolia</i>
Moose							
Berggabelzahnmoos	-	-	-	-	-	2m	<i>Orthodicranum montanum</i>
Gewöhnliches Bürstenmoos	2m	2m	2m	2m	2m	2m	<i>Polytrichum commune</i>
Kammmoos	2m	2m	2m	2m	2m	2m	<i>Ctenidium molluscum</i>
Katharinenmoos	2m	2m	2m	2m	2m	2a	<i>Atrichum undulatum</i>
Kranzmoos	2m	2m	2m	2a	2m	2m	<i>Rhytidiadelphus trigetrus</i>
Muschelmoos	2m	2m	2m	2m	2m	2m	<i>Plagiochila asplenioides</i>
Rotstengelmoos	2m	-	2m	-	-	-	<i>Pleurozium schreberi</i>

I, II, III, usw. = Stichprobenfläche

Ba = Bestandesaufriss

Vegetationstabelle im oberen Untersuchungsbereich (G III)

Aufnahmenummer	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Ba	
Ährige Teufelskralle	1	1	-	-	2m	2m	+	1	-	-	-	-	-	<i>Phyteuma spicatum</i>
Alpenbrandlattich	2m	-	2m	-	+	2m	1	2m	-	-	2m	-	1	<i>Homogyne alpina</i>
Alpen-Distel	2m	2m	2m	2m	2m	2m	+	1	+	1	1	-	2m	<i>Carduus defloratus</i>
Alpen-Frauenmantel	2m	2m	2m	2m	-	2m	-	2m	2m	-	-	-	2m	<i>Alchemilla alpina</i>
Alpen-Gänsekresse	-	2m	2m	1	-	-	+	1	2m	2m	1	2m	1	<i>Arabis alpina</i>
Alpen-Greiskraut (Herz-)	-	-	2m	2m	2m	2m	-	1	-	-	-	-	2m	<i>Senecio cordatus</i>
Alpen-Hahnfuß	-	-	-	-	1	-	+	-	-	-	-	-	-	<i>Ranunculus alpestris</i>
Alpen-Heckenkirsche	-	-	1	1	1	+	1	1	-	2a	2a	2m	1	<i>Lonicera alpigena</i>
Alpen-Heckenrose	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	<i>Rosa pendulina</i>

Fortsetzung der Vegetationstabelle G III

Alpenhelm (Trauerhelm)	2m	-	-	-	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	<i>Bartsia alpina</i>	
Alpen-Labkraut	2m	-	2m	2m	2m	-	-	2m	-	2m	2m	2m	2m	2m	<i>Galium anisophyllum</i>	
Alpen-Rispengras	2a	2m	2m	2m	2m	2m	2a	2m	1	2m	1	2m	1	2m	<i>Poa alpina</i>	
Alpen-Ruchgras	2m	2m	2m	2m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2m	<i>Anthoxanthum alpinum</i>	
Alpen-Sonnenröschen	2m	1	2m	2m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2m	<i>Helianthemum alpestre</i>	
Aufgeblasenes Leimkraut	-	+	2m	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	1	<i>Silene vulgaris</i>	
Bart-Glockenblume	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>Campanula barbata</i>	
Berg-Baldrian	1	1	2m	2m	-	-	-	-	1	2m	2m	+	2m	2m	<i>Valeriana montana</i>	
Berg-Löwenzahn	-	-	2m	1	-	-	-	-	-	-	+	-	-	2m	<i>Leontodon montanus</i>	
Berg-Sauerampfer	-	-	1	1	1	-	-	+	-	-	-	-	-	1	<i>Rumex alpestris</i>	
Besenheide	2m	2m	2m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2m	-	1	<i>Calluna vulgaris</i>
Bitteres Schaumkraut	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2m	-	-	<i>Cardamine amara</i>
Blaue Heckenkirsche	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	<i>Lonicera caerulea</i>
Blauer Eisenhut	2m	1	2m	1	-	1	1	1	1	2m	1	+	-2m	-	-	<i>Aconitum napellus</i>
Bunt-Reitgras (Berg-, Kalk)	2b	-	-	-	2m	2m	1	1	-	2m	2m	-	-	-	-	<i>Calamagrostis varia</i>
Christophskraut	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	<i>Actaea spicata</i>
Clusius Primel	-	-	-	-	+	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	<i>Primula clusiana</i>
Drahtschmiele (Wald-)	2m	-	2m	2m	-	2m	2m	2m	-	-	2m	1	2m	2m	1	<i>Avenella flexuosa</i>
Dreischnittiger Baldrian	2m	1	2a	2m	-	-	-	-	2m	2m	2m	1	2a	2m	1	<i>Valeriana tripteris</i>
Eberrauten-Greiskraut	2m	2m	2m	2m	1	-	+	-	-	2m	1	-	2m	2m	1	<i>Senecio abrotanifolius</i>
Echte Goldrute	1	2m	2m	-	2m	1	-	-	-	-	1	-	+	-	-	<i>Solidago virgaurea</i>
Echter Seidelbast	1	1	2m	1	-	1	1	1	1	2a	2a	-	1	2a	1	<i>Daphne mezereum</i>
Echter Wacholder	-	1	-	-	-	-	-	-	1	2a	-	+	-	-	-	<i>Juniperus communis</i>
Feld-Thymian	-	-	1	2m	-	2m	1	-	-	-	1	-	1	-	1	<i>Thymus pulegioides</i>
Felsenbaldrian	-	-	-	-	1	2m	-	1	-	-	-	-	-	-	-	<i>Valeriana saxatilis</i>
Felsen-Schaumkresse	-	1	-	+	-	-	-	-	-	1	-	+	+	-	-	<i>Cardaminopsis cf. Petraea</i>
Filz-Alpenlattich	2m	-	2m	2m	2m	-	-	2m	-	-	-	-	-	2m	-	<i>Homogyne discolor</i>
Finger-Zahnwurz	-	-	-	-	2m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>Dentaria pentaphyllos</i>
Flecken Johanniskraut	-	-	2m	1	1	-	-	2m	+	2m	-	-	2m	2m	1	<i>Hypericum maculatum</i>
Fuchsgreiskraut	-	-	2m	-	-	-	-	2m	1	2m	2m	1	1	2m	1	<i>Senecio ovatus</i>
Gebirgs-Dornfarn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2m	-	-	<i>Dryopteris expansa</i>
Gelbes Sonnenröschen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2m	-	-	<i>Helianthemum nummularium</i>
Gemeiner Frauenmantel	-	-	2m	2m	-	2m	1	2m	-	2m	-	-	2m	2m	1	<i>Alchemilla vulgaris</i>
Gemeiner Wurmfarn	-	-	-	1	-	-	-	1	2m	-	1	-	+	-	-	<i>Dryopteris filix-mas</i>
Gewöhnlicher Hornklee	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	+	-	-	<i>Lotus corniculatus</i>
Glanz-Skabiose	2m	2m	2m	2m	-	-	-	-	-	1	+	+	2m	2m	1	<i>Scabiosa lucida</i>
Grauer Alpendost	1	1	1	-	1	1	-	2m	1	2m	1	1	+	-	-	<i>Adenostyles alliariae</i>
Große Brennessel	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2m	-	-	<i>Urtica cf. Dioica</i>
Großer Strahlensame	2m	2m	-	2m	2m	2m	-	2m	2m	1	1	-	1	2m	1	<i>Silene alpestris</i>
Groß-Hainsimse (Wald-)	-	-	-	-	2m	2m	-	2m	-	-	-	-	-	-	-	<i>Luzula sylvatica</i>
Grüner Brandlattich	-	-	-	-	-	-	-	-	2m	2m	-	-	-	-	-	<i>Homogyne alpina</i>
Grüner Streifenfarn	2m	2m	2m	2m	2m	1	1	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	<i>Asplenium viride</i>
Hain-Sternmiere	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>Stellaria nemorum</i>
Haller-Margerite	2m	2m	2m	2m	2m	2m	1	2m	2m	2m	2m	1	2m	2m	1	<i>Leucanthemum halleri</i>
Heidelbeere	2a	2a	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2a	2a	2a	2a	2m	2m	1	<i>Vaccinium myrtillus</i>
Herzblatt	2m	+	2m	2m	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2m	-	<i>Parnassia paöustris</i>
Hohlzunge	-	-	-	-	-	-	-	-	1	+	-	-	-	-	-	<i>Coeloglossum viride</i>
Kalk-Hainsimse	-	-	-	-	2m	2m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>Luzula glabrata</i>
Kelch-Simsenlilie	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	<i>Tofieldia calyculata</i>
Klebrige Kratzdistel	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	+	-	<i>Cirsium erisithales</i>
Krähenbeere	2a	2a	2m	1	-	-	-	-	2m	2m	2m	2m	2m	2m	1	<i>Empetrum sp.</i>
Lanzen-Schildfarn	1	2m	2m	1	2m	1	1	1	1	2m	2m	2m	1	2m	1	<i>Polystichum lonchitis</i>
Matten-Lieschgras	1	2m	1	2m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	<i>Phleum hirsutum</i>

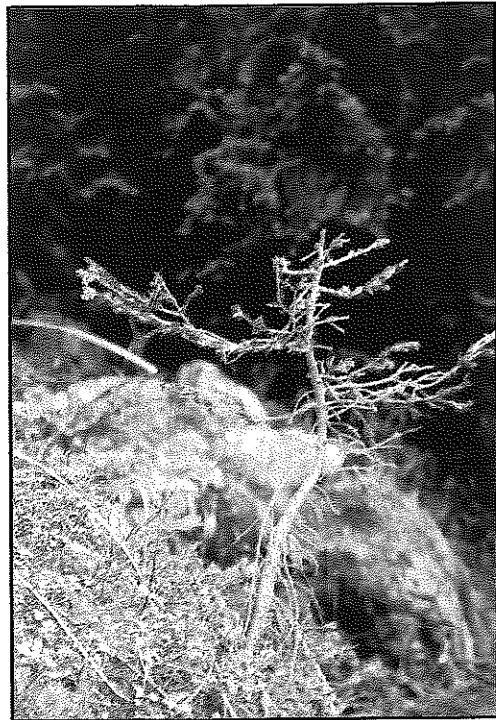
Fortsetzung der Vegetationstabelle G III

Meisterwurz	1	1	2m	2m	-	-	-	-	-	2a	2m	-	2m	2m	1	<i>Peucedanum ostruthium</i>
Narzissen Windröschen	1	-	1	+	-	2m	1	1	1	1	1	-	-	-	-	<i>Anemone narcissiflora</i>
Neunbl. Zahnwurz	-	-	1	-	2m	2m	1	1	-	-	-	-	-	-	-	<i>Dentaria enneaphyllos</i>
Ö. Bärenklau	2m	1	2a	2m	2m	2m	1	2m	1	2m	2m	-	2m	2m	-	<i>Heracleum austriacum</i>
Ö. Soldanelle	-	-	1	2m	2m	2m	+	1	2m	+	2m	2m	2m	2m	2m	<i>Soldanella austriaca</i>
Ostalpen-Enzian	-	-	-	-	1	1	+	+	-	-	-	-	-	-	-	<i>Gentiana cf. Pannonica</i>
Ostalpen-Nelke	-	1	+	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	<i>Dianthus alpinus</i>
Preiselbeere	2m	2a	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2a	2a	2a	2a	2a	2m	2m	<i>Vaccinium vitis-idaea</i>
Quirl-Weißwurz	-	1	2m	2m	-	-	-	-	1	1	+	-	-	2m	-	<i>Polygonatum verticillatum</i>
Rasenschmiele	2b	2m	2a	2a	2m	2m	1	2m	2m	2a	2a	1	2a	2m	1	<i>Deschampsia cespitosa</i>
Rosenwurz	-	2m	2m	-	2m	2m	1	2m	1	2m	2m	2m	2m	1	-	<i>Rhodiola rosea</i>
Rostrote Alpenrose	-	2a	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2a	-	<i>Rhododendron ferrugineum</i>
Rote Lichtnelke	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>Silene dioica</i>
Rundblatt Taschelkraut	-	-	-	-	2m	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>Thlaspi rotundifolium</i>
Rundblättriger Steinbrech	-	-	2m	-	2m	2m	1	2m	2m	2m	2m	2m	2m	1	2m	<i>Saxifraga rotundifolia</i>
Ruprechtsfarn (Kalk-)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>Gymnocarpium robertianum</i>
Sauerklee (Wald-)	-	2m	2m	-	2m	2m	-	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	-	<i>Oxalis acetosella</i>
Schilf-Straußgras	-	-	-	-	-	-	-	2m	1	2m	-	-	-	-	-	<i>Agrostis schraderiana</i>
Schlangenbärlapp	2m	2m	2m	-	2m	1	2m	2m	2m	2m	1	-	2m	-	1	<i>Lycopodium annotinum</i>
Schnee-Enzian	2m	2m	2m	2m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>Gentiana nivalis</i>
Schneerose (Christrose)	2m	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>Helleborus niger</i>
Schwengel	2m	2m	2m	2a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2m	<i>Festuca sp.</i>
Sommerwurz	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>Orobanche sp.</i>
Steinbeere (Felsen-)	-	1	1	2m	+	2m	+	1	-	1	-	-	-	-	-	<i>Rubus saxatilis</i>
Steinraute	-	1	1	2m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	<i>Achillea clavinae</i>
Sumpf-Pippau	-	-	-	-	2m	2m	1	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>Crepis paludosa</i>
Vielblütige Hainsimse	2a	2m	2a	2a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2m	+	<i>Luzula multiflora</i>
Vierzähliger Strahlensame	-	-	-	-	2m	2m	-	2m	2a	-	2m	-	-	-	-	<i>Silene pusilla</i>
Wald-Frauenfarn	1	2m	1	1	2m	1	1	2m	1	1	2m	1	1	2m	2m	<i>Athyrium filix-femina</i>
Wald-Primel	-	-	-	-	-	-	-	-	+	1	1	-	-	-	-	<i>Primula elator</i>
Wald-Storchenschnabel	-	-	2m	2m	2m	2m	-	1	-	-	-	-	-	-	2m	<i>Geranium sylvaticum</i>
Wald-Vergißmeinnicht	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>Myosotis sylvatica</i>
Wald-Wachtelweizen	1	2m	-	1	1	2m	-	-	-	-	-	-	-	1	1	<i>Melampyrum sylvaticum</i>
Waldwitwenblume	1	1	2m	1	1	-	1	-	1	-	-	-	-	+	1	<i>Knaulia maxima</i>
Weißer Germer	1	-	1	1	-	1	+	1	1	1	2m	1	-	1	+	<i>Veratrum album</i>
Wimper Alpenrose	2a	2b	2a	2a	2a	2a	2m	2m	3	2b	2a	2b	2a	2b	2a	<i>Rhododendron hirsutum</i>
Woll-Reitgras	2a	-	1	2a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2m	<i>Calamagrostis villosa</i>
Zottiges Fingerkraut	-	-	-	2m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>Potentilla crantzii</i>
Zweiblütiges Veilchen	-	2m	2m	2m	-	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	2m	-	2m	<i>Viola biflora</i>
Zwerg-Glockenblume	2m	2m	2m	2m	2m	1	1	2m	1	1	1	1	+	2m	2m	<i>Campanula cochlearifolia</i>
Moose	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Berggabelzahnmoos	-	-	-	-	2m	1	2m	2m	-	-	-	-	-	-	-	<i>Orthodictyon montanum</i>
Gewöhnliches Bürstenmoos	-	-	-	-	2m	-	2a	1	-	-	-	-	-	-	-	<i>Polytrichum commune</i>
Kammmoos	-	-	2m	2m	-	-	-	-	-	2a	2m	2a	2a	2m	2m	<i>Ctenidium molluscum</i>
Kräuselmoos	2m	2m	2m	2m	2m	1	2m	2m	2a	2a	2a	2a	2a	2m	2m	<i>Tortella tortuosa</i>
Muschelmoos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2m	1	<i>Plagiochila asplenioides</i>
Sichelmoos	-	-	2m	2m	2m	1	2a	1	2a	2a	2a	2a	2a	2m	2m	<i>Dicranum scoparium</i>
Stockwerkmoos	-	-	-	-	2m	2m	2m	2m	-	-	-	-	-	-	-	<i>Hylocomium splendens</i>
Waldhaarmützenmoos	-	-	2m	2m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2a	2a	<i>Polytrichum formosum</i>

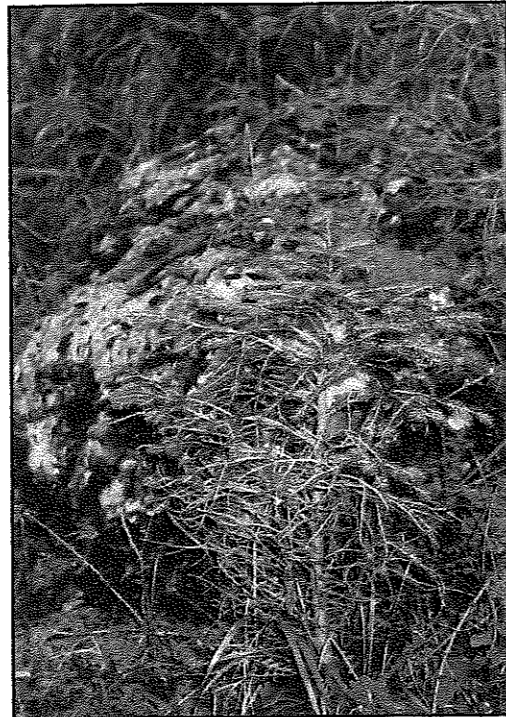
I, II, III, usw. = Stichprobenfläche
Ba = Bestandesaufriss

Anhang 7: Fotos zur Verjüngungsaufnahme

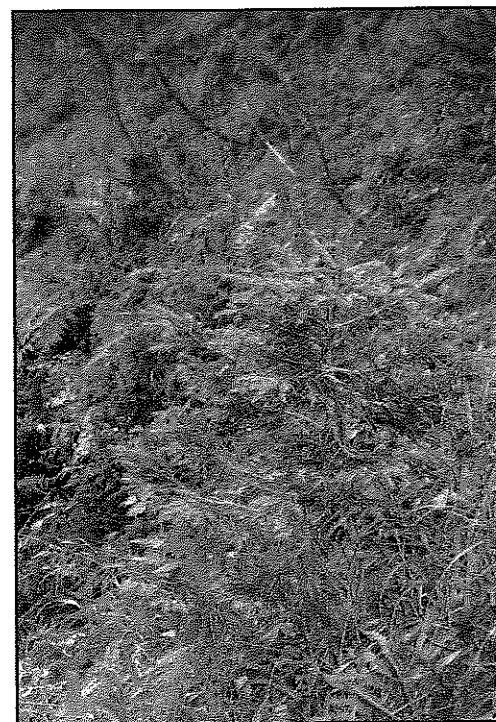
Vitalitätsstufen 1 bis 4 bei der Fichte



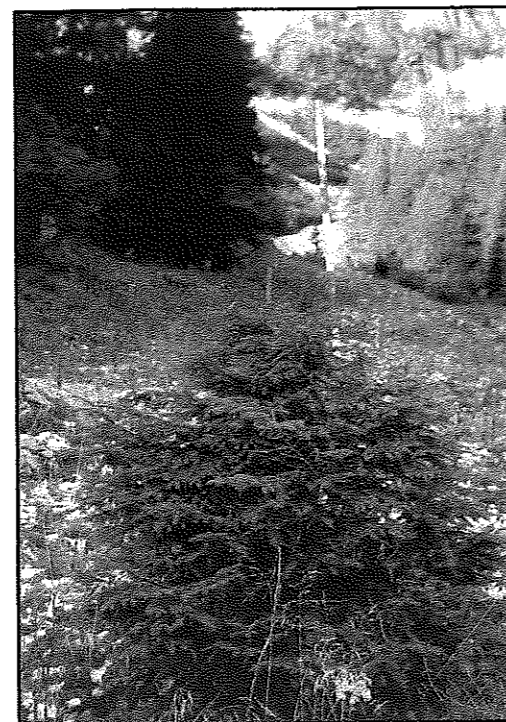
Vitalitätsstufe 1



Vitalitätsstufe 2

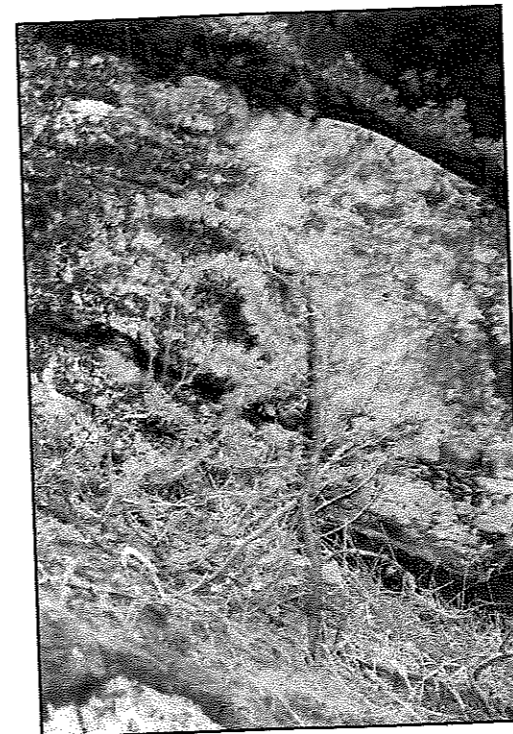


Vitalitätsstufe 3

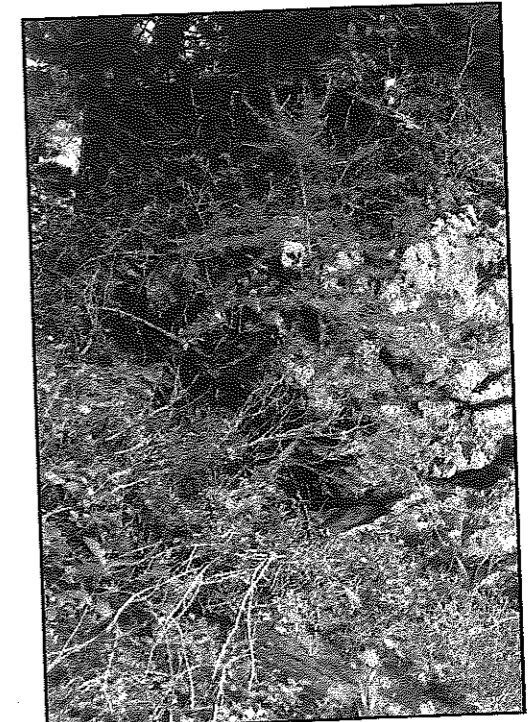


Vitalitätsstufe 4

Vitalitätsstufen 1 bis 4 bei der Lärche



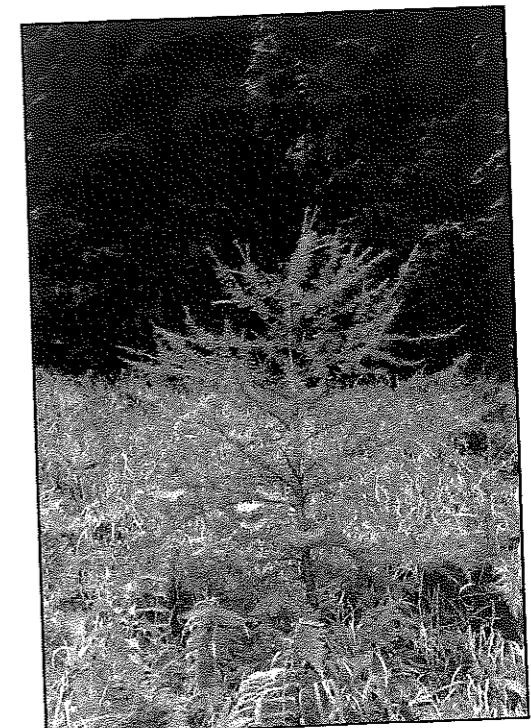
Vitalitätsstufe 1



Vitalitätsstufe 2



Vitalitätsstufe 3



Vitalitätsstufe 4

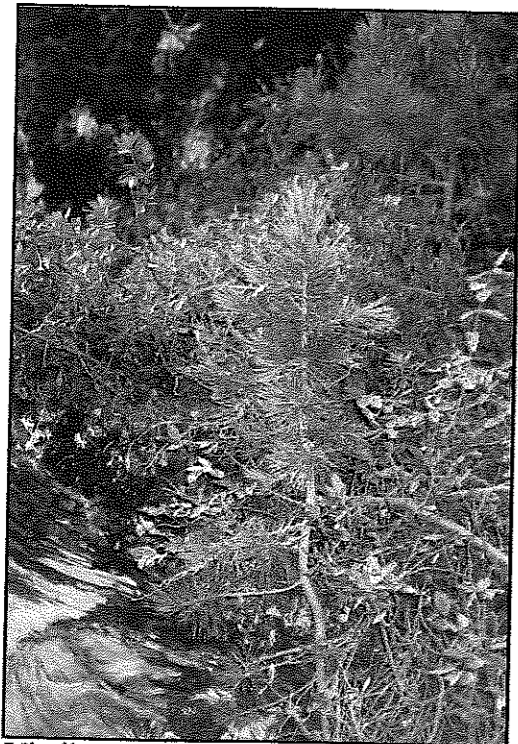
Vitalitätsstufen 1 bis 4 bei der Zirbe



Vitalitätsstufe 1



Vitalitätsstufe 2



Vitalitätsstufe 3



Vitalitätsstufe 4