

Auswertung einer Inventur im Schutzwald Finkenberg

Diplomarbeit

von

Andreas Dorrighi

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

Betreuer: Ao. Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. nat. techn. Manfred J. Lexer

Beurteiler: Ao. Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. nat. techn. Manfred J. Lexer

eingereicht im September 2010

Institut für Waldbau
Department für Wald- und Bodenwissenschaften
der Universität für Bodenkultur, Wien

Vorwort

Mein Interesse am Waldbau im Allgemeinen und an der natürlichen Verjüngung von Wäldern im Besonderen führte mich zu Herrn Professor Lexer. Im Rahmen eines Gespräches kam die Idee auf, die Naturverjüngung eines Schutzwaldes in Abhängigkeit von standörtlichen und bestandlichen Variablen näher zu untersuchen. Dazu wurden mir Daten einer Stichprobeninventur eines Steinschlagschutzwaldes in Tirol zur Verfügung gestellt.

Die Bearbeitung dieses Themas gewährte mir genauere Einblicke in verschiedenste Analysen von natürlicher Waldverjüngung in Abhängigkeit unterschiedlichster Einflussfaktoren wie beispielsweise Bodenvegetation, Lichtverhältnisse und Kleinstandorte.

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen bedanken, die mir während meiner Studienzeit, insbesondere aber während des Verfassens dieser Diplomarbeit hilfreich zur Seite gestanden sind.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Professor Dr. Dipl.-Ing. Manfred Lexer, der große Geduld aufbrachte und mir immer wieder mit hilfreichen Ratschlägen und Anregungen weiter half.

Des Weiteren möchte ich mich bei meiner Familie, insbesondere bei meinen Eltern bedanken, ohne die dieses Studium nicht möglich gewesen wäre.

Abschließend sei auch allen gedankt, die das Lektorat dieser Diplomarbeit übernahmen.

Kurzfassung

In dieser Arbeit wird eine Stichprobeninventur in einem 37.5ha grossen Waldgebiet in der Gemeinde Finkenberg im vorderen Zillertal, Tirol in bezug auf Schutzfunktionalität gegen Steinschlag, Baumartendiversität und Verjüngungszustand ausgewertet. Stichprobenpunkte wurden sowohl auf einem 100x100m Raster als auch als Zusatzpunkte für Bestände erhoben, die weniger als drei Rasterpunkte beinhalteten. Insgesamt wurden 53 Stichprobenpunkte in 13 Beständen aufgenommen. Verwendet wurden Winkelzählproben mit Zählerfaktor 4 für Bäume mit BHD>4.0cm, zwei fixe Probekreise für Verjüngungsindividuen zwischen 10cm Höhe und 4cm BHD. Zusätzlich wurden auf einem 300m² Probekreis Standorts- und Bestandesmerkmale angesprochen. Die Schutzfunktionalität wurde nach NaiS beurteilt, Baumartendiversität wurde mittels der Indikatoren nach Shannon und Simpson sowie der Evenness charakterisiert. Auftreten von Verjüngung wurde mittels Präferenzindikatoren in Abhängigkeit von Standortmerkmalen, Bodenvegetation und Lichtindikatoren aus Hemiview-Fotografien analysiert. Die Schutzfunktionalität wurde in Abhängigkeit der unterstellten Blockgrösse für 47-53% der Stichprobenpunkte als zumindest ausreichend beurteilt, für 21-34% der Punkte als nicht gegeben eingeschätzt. Die Entwicklungstendenz wurde wegen abnehmender Stammzahlen (60%) und vermehrter und grösserer Lücken (50%) als tendenziell schlechter werdend eingeschätzt. Auf 58% der Erhebungspunkte wurde Verjüngungsnotwendigkeit beurteilt. Auf diesen Punkten war allerdings nur in 23% der Fälle Verjüngung (durch Fichte) vorhanden. Insgesamt waren zwar Verjüngungspflanzen von Fichte, Tanne, Bergahorn und Vogelbeere vorhanden, allerdings nicht durchgehend in allen Höhenklassen und auf allen Punkten. Insbesondere in der Höhenklasse >30cm war Verjüngung spärlich vertreten und in hohem Ausmass verbissen. Es wurden keine durchgängigen konsistenten Muster des Auftretens von Verjüngung in Abhängigkeit von Lichtindikatoren oder Indikatoren der Bestandesdichte gefunden.

Schlüsselwörter: Schutzwaldinventur, Steinschlag, Diversität, Verjüngung.

Abstract

Inventory data from a 37.5ha forested slope in Finkenberg in Tyrol is analysed with a focus on rockfall protection, diversity in tree species and the regeneration status. Tree and site data had been sampled on a 100x100m grid with additional samples in all stands with less than three grid points. Overall, a total of 53 samples in 13 stands were taken. Forest inventory used angle count sampling for trees with DBH >4.0cm plus two concentric plots of fixed size (1.0m and 2.0m) for small trees from 10-130cm in height and 0-4cm DBH, respectively. Site and stand characteristics were recorded on a 300m² sample plot around each grid point. Rockfall protection functionality is evaluated according to NaiS, the tree species diversity is assessed employing Shannon-Weaver index, the Simpson index and the evenness. The occurrence of regeneration is analysed with preference indices which relate the presence of specific regeneration features to site, stand and light regime indicators derived from hemispherical photography. Depending on rock size, the rockfall protection effect of current vegetation was assessed as satisfactory for 47-53% of all plots, 21-34% of all plots were evaluated as having no protection effect against rockfall. Future development of protection functionality is expected to decrease due to decreasing stem numbers (60% of all plots) and increasing gap number and size (50% of all plots). For 58% of all sample plots regeneration was considered necessary, but just at 23% of these plots regeneration was actually present (mainly *Picea abies*). Overall, regeneration comprised of *Picea abies*, *Abies alba*, *Acer pseudoplatanus* and *Sorbus torminalis*. However, these species were not present in all size classes and not at all plots. Seedlings are particularly sparse in height classes larger 30cm. Browsing was most severe in larger size classes and included also *Picea abies*. No general and consistent pattern of regeneration occurrence and indicators of the light regime and stand density were found.

Key words: rockfall protection, forest inventory, diversity, regeneration.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	I
Danksagung	II
Kurzfassung	III
Abstract	IV
1 Einleitung	1
1.1 Allgemeine Bedeutung der Schutzwälder	1
1.2 Zielsetzung der Arbeit.....	2
2 Projektgebiet	3
2.1 Lage	3
2.2 Klima	4
2.3 Böden	7
2.4 Waldgesellschaften	7
3 Methoden	8
3.1 Stichprobeninventur.....	8
3.1.1 Winkelzählprobe	8
3.1.2 Probekreise	8
3.1.3 Aufnahme der Lichtverhältnisse	9
3.2 Bestandesbeschreibung	11
3.2.1 Hauptbestand	11
3.2.2 Verjüngung	12
3.3 Diversitäts-Indizes	13
3.4 Steinschlagschutzwaldbewertung.....	14
3.4.1 Allgemeines zum Steinschlagprozess	14
3.4.2 Schutzwirkung des Waldes bezüglich Steinschlag	15
3.5 Verjüngungsanalyse	17
3.5.1 Auswertung der Hemisphärenfotos	17
3.5.2 Verjüngungsanalyse mit Präferenz-Indizes	19
4 Ergebnisse	20
4.1 Bestandesbeschreibung	20
4.1.1 Gesamtfläche	20
4.1.1.1 Standort	20
4.1.1.2 Biometrische Daten	23
4.1.1.3 Verjüngung	25
4.1.2 Bestand A	28

4.1.2.1	Standort.....	28
4.1.2.2	Biometrische Daten	28
4.1.2.3	Verjüngung	30
4.1.3	Bestand B.....	30
4.1.3.1	Standort.....	30
4.1.3.2	Biometrische Daten	31
4.1.3.3	Verjüngung	33
4.1.4	Bestand C.....	34
4.1.4.1	Standort.....	34
4.1.4.2	Biometrische Daten	35
4.1.4.3	Verjüngung	36
4.1.5	Bestand D.....	38
4.1.5.1	Standort.....	38
4.1.5.2	Biometrische Daten	38
4.1.5.3	Verjüngung	40
4.1.6	Bestand E.....	41
4.1.6.1	Standort.....	41
4.1.6.2	Biometrische Daten	41
4.1.6.3	Verjüngung	43
4.1.7	Bestand F.....	44
4.1.7.1	Standort.....	44
4.1.7.2	Biometrische Daten	45
4.1.7.3	Verjüngung	46
4.1.8	Bestand G.....	48
4.1.8.1	Standort.....	48
4.1.8.2	Biometrische Daten	48
4.1.8.3	Verjüngung	50
4.1.9	Bestand H.....	50
4.1.9.1	Standort.....	50
4.1.9.2	Biometrische Daten	51
4.1.9.3	Verjüngung	52
4.1.10	Bestand I.....	53
4.1.10.1	Standort.....	53
4.1.10.2	Biometrische Daten	53
4.1.10.3	Verjüngung	55
4.1.11	Bestand J.....	56
4.1.11.1	Standort.....	56
4.1.11.2	Biometrische Daten	56
4.1.11.3	Verjüngung	56
4.1.12	Bestand K.....	57
4.1.12.1	Standort.....	57
4.1.12.2	Biometrische Daten	57
4.1.12.3	Verjüngung	58
4.1.13	Bestand L.....	58
4.1.13.1	Standort.....	58
4.1.13.2	Biometrische Daten	59
4.1.13.3	Verjüngung	60
4.1.14	Bestand M.....	61
4.1.14.1	Standort.....	61
4.1.14.2	Biometrische Daten	62
4.1.14.3	Verjüngung	63

4.2	Biodiversität	65
4.3	Steinschlag-Schutzfunktion	70
4.4	Verjüngungsanalyse	81
4.4.1	Hangneigung	81
4.4.2	Gründigkeit in cm-Klassen.....	81
4.4.3	Humustypen	83
4.4.4	Mächtigkeit der Humusauflage	84
4.4.5	Stammzahl am Hektar	85
4.4.6	Kreisflächendichte	87
4.4.7	Hektarvorrat.....	88
4.4.8	Brusthöhendurchmesser des Kreisflächenmittelstamms	90
4.4.9	<i>Crown Competition Factor</i>	91
4.4.10	<i>Global Site Factor</i>	92
4.4.11	<i>Direct Site Factor</i>	94
4.4.12	<i>Indirect Site Factor</i>	95
4.4.13	Deckungsgrad der Bodenvegetation	96
4.4.14	Mittlere Höhe der Bodenvegetation	97
5	Diskussion	99
5.1	Allgemeines.....	99
5.2	Biodiversität.....	100
5.3	Schutzwirkung gegenüber Steinschlag.....	101
5.4.	Verjüngungsanalyse	102
5.4.1	Verjüngung und Licht.....	102
5.4.2	Bodenvegetation.....	104
5.4.3	Wildverbiss	104
5.5	Waldbauliche Beurteilung.....	105
6	Literatur	107
7	Abbildungsverzeichnis	111
8	Tabellenverzeichnis	119
	Anhang	122
	Tabelle mit Korrelationen.....	122
	Abbildungen der Präferenz-Indizes	125
	Fotoanhang	157

1 Einleitung und Zielsetzung

1.1 Allgemeine Bedeutung der Schutzwälder

Schutzwäldern kommt besonders in einem dicht besiedelten und Naturgefahren stark ausgesetzten Gebiet, so wie es im österreichischen Bundesland Tirol der Fall ist, eine sehr große Bedeutung zu. Sie schützen Siedlungsräume und Infrastruktureinrichtungen vor Naturgefahren wie Lawinen, Hochwasser und Steinschlag, sind diesen gegenüber jedoch auch selbst exponiert. Für eine kontinuierliche Erfüllung der Schutzwirkung erweisen sich ungleichaltrige, stufig aufgebaute Bestände mit naturnahen Baumarten als günstig (Ott *et al.*, 1997). Viele Untersuchungen zeigen jedoch, dass besonders Fichtenwälder eine Tendenz zur Gleichförmigkeit aufweisen und so auch anfällig für großflächige Störungen werden. Eine potentielle Alternative zu kleinflächig strukturierten ungleichaltrigen Wäldern stellen als mesoskaliges Mosaik angeordnete Bestandesteile unterschiedlicher Wuchsklassen dar. In Bezug auf Stabilität und mögliche negative Auswirkungen teilweiser Freiflächenanteile in diesem Ansatz erweisen sich kleinflächig strukturierte Bestandesaufbauten als insgesamt günstiger. Wenn der Verjüngungszeitraum lange dauert – im rauen Gebirgsklima beträgt er nicht selten mehrere Jahrzehnte – kann die Schutzwirkung nicht oder nur mangelhaft erfüllt werden. Deshalb werden waldbauliche Eingriffe, welche eine kontinuierliche Verjüngung des Bestandes zum Ziel haben, empfohlen (e.g. Frehner *et al.* 2005).

Im Forstgesetz 1975 i.d.g.F. (Novelle 2002) wird im § 21 zwischen Standort- und Objektschutzwäldern unterschieden. Standortschutzwälder sind Wälder auf besonderen Standorten, deren Standort oder die Bewaldung selbst durch Naturgefahren (Wind, Wasser, Schwerkraft) gefährdet ist. Objektschutzwälder schützen Siedlungen und andere Infrastruktureinrichtungen (z.B. Straßen) vor schädlichen Umwelteinflüssen bzw. Naturgefahren.

Laut Forstgesetz sind Grundeigentümer nur zu stabilitätsfördernden Nutzungen verpflichtet, insofern die Holzerntekosten durch die Erlöse abgegolten werden können. Die aufgrund natürlicher Gegebenheiten erforderliche kleinflächige Bewirtschaftung (Einzelstamm, Baumgruppen wie z.B. Gebirgsplenterung und Schlitzhiebe) erschwert die wirtschaftlich ohnehin nicht leichte Situation noch zusätzlich.

Sehr große Bedeutung kommt auch der großteils ungelösten Wald-Wild-Frage zu (Mayer, 1982). Überhöhte Wildstände – wie sie in weiten Teilen Österreichs anzutreffen sind – können eine Verjüngung von Waldbeständen weiter hinauszögern oder gar unmöglich machen. So hat der Ausfall von wertvollen Laubholzbaumarten (z.B. Bergahorn, Esche) und insbesondere der Weißtanne durch selektiven Wildverbiss mittel- bis langfristig negative Auswirkungen auf die Schutzwirkung der Wälder.

Von den 515.000ha Gesamtwaldfläche im Bundesland Tirol werden 241.000ha (das sind 46,8% der Gesamtwaldfläche) als prioritär Schutzwald klassifiziert (www.bfw.ac.at). Ein Großteil dieser Schutzwaldfläche (157.000ha - das sind 30,5% der Gesamtwaldfläche) steht außer Ertrag. Verglichen mit den Werten für ganz Österreich (776.000ha Schutzwald – das sind 19,5% der Bundeswaldfläche) ist der Anteil an Schutzwäldern in Tirol deutlich höher als im Bundesschnitt (www.bfw.ac.at).

Die wichtigsten Hemmfaktoren für die Verjüngung in den Wäldern Tirols, in welchen Verjüngung notwendig aber nicht vorhanden ist, sind (www.bfw.ac.at):

- (1) Bodenvegetation (auf 94.000ha, das entspricht einem relativen Anteil von 30% an den gesamten Hemmfaktoren)
- (2) Lichtmangel (43.000ha, 14%)
- (3) Waldweide (38.000ha, 12%) und
- (4) Verbiss (33.000ha, 11%)

Etwas anders verhält es sich in den Schutzwäldern. Hier ist die Reihenfolge der Hemmfaktoren wie folgt (www.bfw.ac.at):

- (1) Bodenvegetation (53.000ha, 31%)
- (2) Waldweide (24.000ha, 14%)
- (3) Kleinklima (19.000ha, 11%)
- (4) Erosion (17.000ha, 10%)
- (5) Verbiss (15.000ha, 9%)
- (6) Lichtmangel (14.000ha, 8%)

Die letzten beiden Einflussfaktoren (Verbiss, Lichtmangel) spielen nicht so eine große Rolle wie bei Betrachtung der Ergebnisse auf der Gesamtwaldebene.

1.2 Zielsetzung der Arbeit

Ziel dieser Diplomarbeit ist es im ersten Teil, durch die Auswertung einer Stichprobeninventur, Bestandesaufbau und Verjüngungssituation im Schutzwald Finkenberg (Zillertal, Tirol) genauer zu beschreiben. Weiters wird die Artenzusammensetzung und die Struktur des Bestandes mittels Diversitätsindizes beschrieben. In Hinblick auf die Funktionserfüllung als Steinschlagschutzwald wird eine Bewertung nach NaiS (Frehner *et al.*, 2005) durchgeführt.

Im zweiten Teil wird mit der Berechnung bzw. Darstellung von Präferenz-Indizes versucht, einen Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Naturverjüngung und verschiedenen Standorts- und Bestandesvariablen aufzuzeigen.

2 Projektgebiet

2.1 Lage

Die Geländeerhebungen wurden im August 2006 in einem 37,56 Hektar großen Waldgebiet in Penken (Zillertal, Tirol) im Rahmen einer Pilotstudie für den technischen Dienst der Wildbach- und Lawinenverbauung durchgeführt. Die Waldbestände liegen in 660 bis 1.130m Seehöhe auf einem 35° bis 45° steilen, südlich orientierten Hang über einer Landesstraße (siehe Abbildung 1).

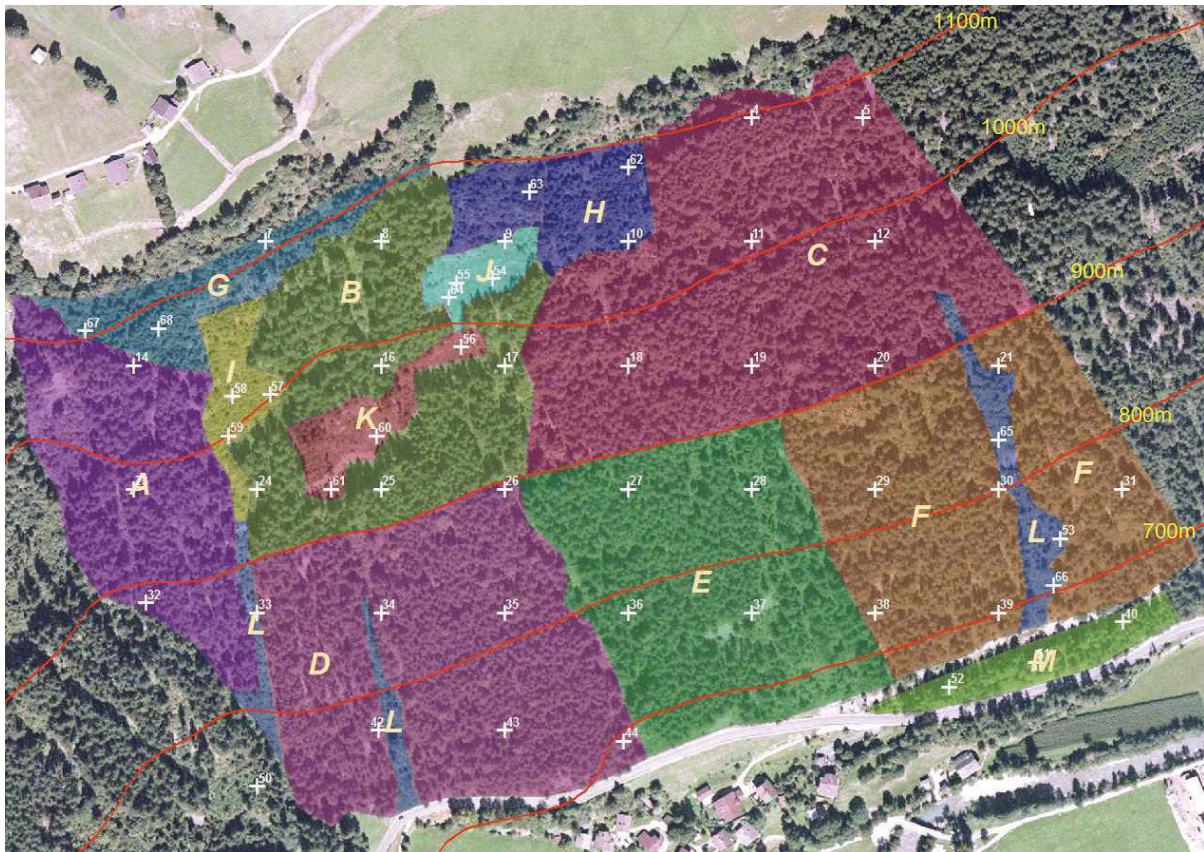


Abbildung 1. Orthofoto vom Projektgebiet mit Bestandesgliederung und Lage der Stichprobenpunkte.

Das Projektgebiet liegt im Wuchsgebiet 1.2 „Subkontinentntale Innenalpen – Westteil“ (vgl. Kilian et al. 1994). Das Wuchsgebiet zeichnet sich durch kontinentales Gebirgsinnenklima mit etwas mehr Niederschlag im Vergleich zur kontinentalen Kernzone (Wuchsgebiet 1.1) aus. Der Großteil der Fläche liegt in der tiefmontanen Höhestufe, die von ca. 850 bis 1.100m Seehöhe reicht. Ein kleiner Bereich befindet sich in der submontanen Höhenstufe (unter 850m). Die obersten Bereiche (über 1.100m) reichen in die mittelmontane Höhenstufe.

2.2 Klima

Um das Klima im Projektgebiet näher zu charakterisieren, werden Daten der Wetterstation Mayrhofen benutzt. Diese Station liegt im Zillertal, einige Kilometer nördlich des Aufnahmegebietes, auf 643m Seehöhe. Im Klimadiagramm (siehe Abbildung 2) sind der Jahrgang der Monatsdurchschnittstemperatur (rote Line) und der Monatsniederschlagssummen (blaue Balken) dargestellt. Man sieht, dass im Durchschnitt der Jahre 1970 bis 2000 in allen Monaten genügend Niederschlag vorhanden ist. Der Niederschlag erreicht seine Spitzen in den Sommermonaten Juni bis August. In den Wintermonaten Dezember bis Februar fällt am wenigsten Niederschlag. Im Herbstmonat Oktober ist ein weiteres, weniger stark ausgeprägtes Niederschlagsminimum zu erkennen.

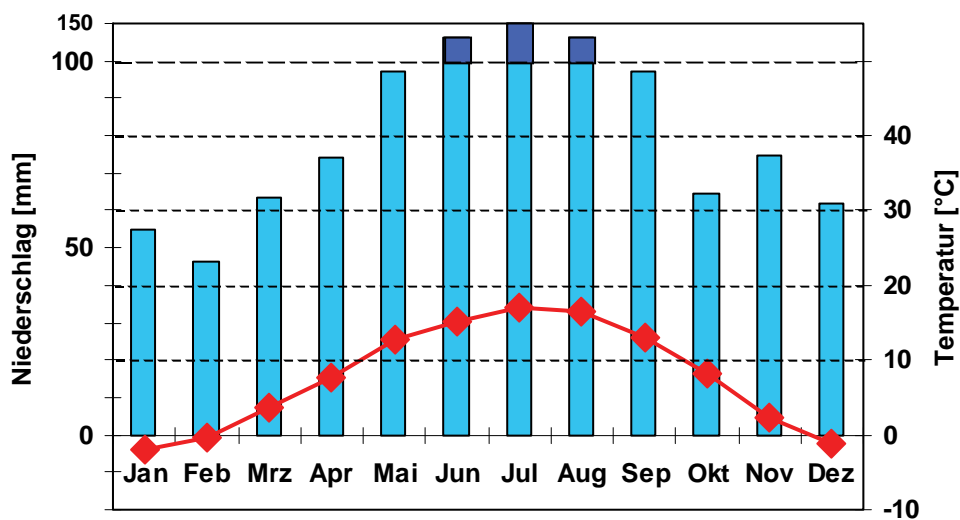


Abbildung 2. Klimadiagramm von Mayrhofen (643m) für die Jahre 1970 – 2000 mit Daten der Zentralanstalt für Meteorologie und Geophysik (www.zamg.ac.at).

Die Tabelle 1 zeigt neben der Monatsdurchschnittstemperatur die mittleren und absoluten Maximal- bzw. Minimalwerte. Im Beobachtungszeitraum ergibt sich eine Jahresdurchschnittstemperatur von $+7,7^{\circ}\text{C}$. Die beiden Extremwerte sind $-22,0^{\circ}\text{C}$ im Jänner und $+36,0^{\circ}\text{C}$ im Juli. Das ergibt eine mit anderen Stationen im Ostalpenraum vergleichbare Temperaturspanne von 58°C . Aus den Mittelwerten der täglichen Maxima und Minima kann man den durchschnittlichen Tagesgang der Lufttemperatur errechnen. Dieser liegt zwischen $4,8^{\circ}\text{C}$ im Dezember und $11,9^{\circ}\text{C}$ im Mai.

Schutzwaldinventur Finkenberg

Tabelle 1. Werte für die Lufttemperatur [°C] in Mayrhofer (643m) für die Jahre 1970 – 2000
(Quelle: www.zamg.ac.at).

Monat	Temp. Mittel	mittlere Max.	mittlere Min.	abs. Max.	abs. Min
Jänner	-2,1	1,1	-4,4	16,0	-22,0
Februar	-0,4	4,3	-3,4	17,0	-16,4
März	3,6	9,6	0,0	24,0	-16,2
April	7,6	14,1	3,3	27,0	-5,0
Mai	12,7	19,7	7,8	31,0	-4,0
Juni	15,2	21,7	10,6	32,6	1,8
Juli	17,1	23,8	12,5	36,0	1,0
August	16,5	23,2	12,3	35,0	4,0
September	12,9	19,3	9,2	31,2	0,0
Oktober	8,3	13,9	4,9	26,0	-5,7
November	2,3	6,0	-0,1	21,6	-13,2
Dezember	-1,3	1,4	-3,4	19,0	-18,0
JAHR	7,7	13,2	4,1	36,0	-22,0

Tabelle 2. Werte für den Niederschlag (N) in Mayrhofer (643m) für die Jahre 1970 – 2000
(Quelle: www.zamg.ac.at).

Monat	Niederschlag Summe	max. N in 24h	Tage mit ≥1mm N
Jänner	54,7mm	47mm	8,4 Tage
Februar	46,4mm	47mm	7,9 Tage
März	63,2mm	55mm	9,9 Tage
April	74,0mm	55mm	10,6 Tage
Mai	96,9mm	59mm	11,4 Tage
Juni	130,9mm	62mm	15,0 Tage
Juli	148,9mm	111mm	15,4 Tage
August	130,7mm	70mm	14,2 Tage
September	97,0mm	68mm	10,7 Tage
Oktober	64,7mm	39mm	8,3 Tage
November	74,6mm	47mm	9,7 Tage
Dezember	61,7mm	54mm	9,2 Tage
JAHR	1043,7mm	111mm	130,7 Tage

Die durchschnittlichen Summen des Monatsniederschlags sowie die maximale Niederschlagsmenge an einem Tag (24h) und die durchschnittliche Anzahl von Tagen im Monat mit mindestens 1mm Niederschlag sind in der Tabelle 2 dargestellt. Der Juli weist mit 148,9mm Monatsniederschlag die höchste Summe auf; die niedrigste wird im Februar mit 46,4mm gemessen. Die meisten Niederschlagstage (mit mindestens 1mm) gibt es in den Sommermonaten Juni und Juli mit 15,0 bzw. 15,4 Tagen. Der Februar weist mit 7,9 Tagen die geringste Anzahl auf. Vergleichbar wenige Tage mit Niederschlag kommen im Jänner und im Oktober mit 8,4 bzw. 8,3 Tagen vor.

Die Tabelle 3 gibt weitere Informationen über das Klima in Mayrhofen. In den Wintermonaten (von Mitte November bis Mitte März) gibt es meistens Frost und es liegt eine geschlossene Schneedecke. Die durchschnittliche Neuschneesumme in einem Winter beträgt dabei 106cm; die maximal gemessene Schneehöhe 95cm im März. Eistage mit einer Maximaltemperatur unter dem Gefrierpunkt (0°C) kommen von November bis März, vor allem aber im Dezember und Jänner vor.

Die Sommertage mit einer Maximaltemperatur von mindestens +25°C treten fast ausschließlich von Mai bis September auf. Heiße Tage, das sind solche an denen die Lufttemperatur mindestens +30°C erreicht, sind eher selten (insgesamt 7,1 Tage) und konzentrieren sich auf die Sommermonate Juli und August.

Tabelle 3. Besondere Tage in Mayrhofen (643m) für die Jahre 1970 – 2000
(Quelle: www.zamg.ac.at).

Monat	Schnee ⁽¹⁾	Frost ⁽²⁾	Eis ⁽³⁾	Sommer ⁽⁴⁾	Heiße ⁽⁵⁾
Jänner	27,8	26,3	11,2	0,0	0,0
Februar	24,4	22,0	4,0	0,0	0,0
März	15,2	13,1	0,6	0,0	0,0
April	2,6	3,7	0,0	0,2	0,0
Mai	0,1	0,2	0,0	4,8	0,1
Juni	0,0	0,0	0,0	9,9	1,3
Juli	0,0	0,0	0,0	14,4	3,5
August	0,0	0,0	0,0	12,7	2,2
September	0,0	0,0	0,0	2,9	0,0
Oktober	0,4	2,3	0,0	0,1	0,0
November	7,9	14,0	3,2	0,0	0,0
Dezember	23,8	24,9	10,7	0,0	0,0
JAHR	102,2	106,5	29,7	45,0	7,1

⁽¹⁾ Schnee Zahl der Tage mit einer Schneedecke ≥ 1 cm

⁽²⁾ Frost Summe der Tage mit einem Minimum der Lufttemperatur $> 0^{\circ}\text{C}$

⁽³⁾ Eis Summe der Tage mit einem Maximum der Lufttemperatur $> 0^{\circ}\text{C}$

⁽⁴⁾ Sommer Summe der Tage mit einem Maximum der Lufttemperatur $\geq 25^{\circ}\text{C}$

⁽⁵⁾ Heiße Summe der Tage mit einem Maximum der Lufttemperatur $\geq 30^{\circ}\text{C}$

2.3 Böden

Im Aufnahmegebiet wurden die drei unterschiedlichen Bodentypen Grobmaterial-Rohboden, Ranker und Braunerde vorgefunden.

Den Bodentyp Grobmaterial-Rohboden kennzeichnet eine initiale Bodenbildung auf anstehendem Fels mit einer geringen Horizontdifferenzierung. Es tritt vorwiegend mechanische Verwitterung auf. Die Humusbildung und die biologische Aktivität sind sehr gering (Scheffer *et al.*, 2002).

Ranker ist ein meist seichtgründiger und skelettreicher Humusboden auf festem oder lockerem, carbonatfreien Silikatgestein. Die organische Substanz des mäßig basengesättigten bis sauren A-Horizontes kann biogen akkumuliert oder infiltriert sein. Es handelt sich um eine junge Bodenbildung und die weitere Entwicklung führt üblicherweise zur Braunerde. Nur bei sehr saurem Ausgangsmaterial kann mit der Humusakkumulation auch unmittelbar podsolige Dynamik einsetzen (Scheffer *et al.*, 2002).

Braunerde charakterisiert sich durch einen braun gefärbten B-Horizont, welcher eine Mächtigkeit von mindestens 10cm aufweisen muss. Dieser Bodentyp ist durch die Verwitterung von Eisenverbindungen und die Anreicherung von Eisenoxiden entstanden. Braunerden können seicht- bis tiefgründig sein und einen sehr unterschiedlichen Carbonatgehalt aufweisen, in der Regel sind sie allerdings carbonatfrei. Es handelt sich hier um den im gemäßigten Klimaraum am weitesten verbreiteten Bodentyp, der vielseitige ökologische Eigenschaften aufweist (Scheffer *et al.*, 2002).

2.4 Waldgesellschaften

Die potentiell natürliche Waldgesellschaft (PNWG) beschreibt jenes Artengefüge, welches sich ohne menschliche Einwirkungen unter den gegenwärtigen Klimabedingungen und Standortverhältnissen ausbilden würde.

Im Wuchsgebiet 1.2 „Subkontinentale Innenalpen – Westteil“ kommen folgende natürliche Waldgesellschaften vor (vgl. Kilian *et al.*, 1994):

- Submontane Stieleichen-Waldreste mit Rotföhre
- Fichtenwald mit Lärche in der submontanen und montanen Stufe als Leitgesellschaft, lokal unter Beteiligung der Weißtanne
- Rotföhrenwälder als Dauergesellschaften an flachgründigen, sonnigen Standorten in der submontanen bis hochmontanen Stufe
- Bergahorn-Bergulmen-Eschenwälder an frisch-feuchten Hangstandorten in luftfeuchtem Lokalklima (z.B. Grabeneinhänge)
- Grauerlenbestände als Auwald und an feuchten Hängen (Muren, Lawinenzüge) von der submontanen bis in die hochmontane Stufe
- Tiefsubalpiner Fichtenwald mit höherem Lärchenanteil und Zirbe
- Lärchenwald in der montanen bis subalpinen Stufe
- Hochsubalpiner Lärchen-Zirbenwald im Silikatgebiet
- Latschengebüsche an blockreichen Standorten in der subalpinen Stufe; an ungünstigen Standorten (u.a. Schuttriesen, Lawinenzüge) weit in die montane Stufe hinab

3 Methoden

3.1 Stichprobeninventur

Im Aufnahmegebiet wurde eine Stichprobeninventur mit einem regelmäßigen Raster von 100m x 100m, welcher in Nord-Süd-Richtung über das Projektgebiet gelegt wurde, durchgeführt. Nach Begehung wurde die Fläche in verschiedene Bestände untergliedert. Um in jedem Bestand Daten von mindestens drei Punkten zu erhalten, wurde der Raster mittels Zusatzpunkten verdichtet. Die einzelnen Erhebungen fanden dann auf den Gitterpunkten des Rasters und den erwähnten Zusatzpunkten statt.

3.1.1 Winkelzählprobe

Die Ertragskennzahlen des Altbestandes (Stammzahl, Kreisfläche und Vorrat) wurden von Winkelzählproben abgeleitet, die mit dem Zählfaktor 4 und einer Kluppschwelle von 4cm durchgeführt wurden. Für einige Bäume, die in die Winkelzählprobe (WZP) gefallen sind, wurden neben dem Brusthöhendurchmesser in 130cm (BHD) auch die Höhe und der Kronenansatz gemessen sowie eine Qualitätsansprache durchgeführt. An jedem zweitstärksten Individuum der WZP erfolgte eine Altersbestimmung mittels Bohrkerngewinnung.

3.1.2 Probekreise

Um Daten über die Verjüngung zu erhalten, fanden Aufnahmen auf unterschiedlich großen fixen Probekreisen statt. Verjüngungspflanzen wurden in fünf Höhenklassen (0 – 10cm, 10 – 30cm, 30 – 50cm, 50 – 80cm und 80 – 130cm) und zwei Durchmesserklassen (0 – 2cm und 2 – 4cm) gemessen. Für die Verjüngungspflanzen in der Höhenklasse 1 bis 3 (0 – 50cm Höhe) wurde ein Probekreisradius von 1m gewählt. Für Bäumchen mit einer Höhe von 50 bis 130cm (Höhenklasse 4 und 5) wurde ein Probekreisradius von 1,5m gewählt. Die Verjüngungspflanzen mit einem BHD von bis zu 4cm wurden auf einem Kreis mit einem Radius von 2m aufgenommen.

In jeder Höhenklasse wurden die Anzahl der Individuen und die Baumart bestimmt. Außerdem wurde die Anzahl verbissener Individuen je Höhenklasse erhoben und für je zwei repräsentative Individuen je Klasse und Baumart wurde der Höhenzuwachs (letzter voller Jahrestrieb) gemessen.

Als zusätzliche Informationen wurden auf einem 300m² großen Probekreis (entspricht einem Kreis mit einem Radius von 9,77m) auch noch Standorts- und Bodenmerkmale bestimmt und eine Klassifikation von liegendem Totholz durchgeführt.

Es wurden die folgenden Bodenparameter aufgenommen:

- Bodentyp (Ranker, Braunerde, etc.)
- Auflagetyt (Mull, Moder, Rohhumus, Zwischenformen)
- Mächtigkeit der Auflage in cm
- Gründigkeit in 3 Klassen (0 – 30cm, 30 – 50cm und > 50cm)
- Grobskelettanteil in Prozent des Gesamtprofils
- Bodenart bzw. Textur (Fingerprobe des Mineralbodens)

3.1.3 Aufnahme der Lichtverhältnisse

Hemisphärische Fotos sind eine Möglichkeit, um Lichtverhältnisse zu quantifizieren. Sie sollten möglichst bei bedecktem Himmel – zumindest aber in der Morgen- oder Abenddämmerung – aufgenommen werden. So verhindert man ein Überstrahlen der Bilder durch uneinheitliche Lichtverhältnisse (z.B. direktem Sonnenlicht).

Auf den einzelnen Probepunkten wurden in der Zeit zwischen 20. und 24. August 2006 solche hemisphärische Fotos gemacht. Sie wurden mit einer 180°-Linse in einer Höhe von 1,3m mit der von *Hemiview 2.1* übernommenen Standardeinstellung angefertigt. Auf den Fotos zeigt sich ein Muster vom Kronendach des Bestandes auf den einzelnen Probepunkten. Anhand der Abbildung 3 und 4 werden zwei ausgewählte hemisphärische Fotos dargestellt.

Dabei zeigt Abbildung 3 vom Probepunkt Nr. 17 im Bestand B ein typisches Bild von einem Bestand mit geschlossenem Kronendach. Hier dringt zwar wenig, aber ausreichend Lichtstrahlung durch das Kronendach zu den Bäumchen in der Verjüngungsschicht hindurch.



Abbildung 3. Hemisphärisches Foto vom Probepunkt Nr. 17 im Bestand B.

Andere Lichtverhältnisse sind auf Probepunkt Nr. 60, der Schlagfläche von Bestand K (siehe Abbildung 4) gegeben. Obwohl auf diesem Punkt ein geschlossenes Kronendach fehlt, kann auch hier aufgrund der Beschattung durch den angrenzenden Bestand nur ein Teil der Freiflächenstrahlung erreicht werden.



Abbildung 4. Hemisphärisches Foto vom Probepunkt Nr. 60 im Bestand K.

3.2 Bestandesbeschreibung

3.2.1 Hauptbestand

In einem ersten Schritt wurden die folgenden Bestandeskennzahlen (inklusive der Standardabweichung) für die einzelnen Bestände berechnet:

- Stammzahl am Ort und je ha
- Grundfläche am Ort und je ha
- Vorrat am Ort und je ha

Dabei wurde die Stammzahl als Summe aus den Daten der Winkelzählproben (für Bäume mit einem BHD über der Kluppschwelle von 4cm) und der fixen Probekreise (Bäume mit einer Höhe über 130cm und einem BHD unter 4cm) berechnet. Die Berechnung von Grundfläche und Vorrat erfolgte dann nur anhand der Daten der Winkelzählproben.

Bei Fichte war es notwendig, aus den gemessenen Höhen eine Höhenkurve zu berechnen. Die Bestimmung der Koeffizienten wurde mit dem Programm SPSS für Windows (Version 15.0) durchgeführt. Für jeden Bestand wurden acht verschiedene Typen von Höhenkurven nach den folgenden Formeln berechnet:

Parabel:	$h = a_0 + a_1 \cdot d + a_2 \cdot d^2$
Pollanschütz:	$h = \exp(a_0 + a_1 / d) + 1,3$
Keylwerth:	$h = \exp(a_0 + a_1 \ln d)$
Prodan:	$h = d^2 / (a_0 + a_1 \cdot d + a_2 \cdot d^2) + 1,3$
Petterson:	$h = 1 / (a_0 + a_1 / d)^2 + 1,3$
Kern:	$h = \exp\{a_0 + a_1 \ln [d / (1 + d)]\} + 1,3$
Strand:	$h = a_0 + a_1 / d^2$
Korsun:	$h = \exp(a_0 + a_1 \cdot \ln d + a_2 \cdot \ln^2 d)$

Ausgewählt wurde jene Kurve, die sich am besten an die gemessenen Höhen anglich und das höchste Bestimmtheitsmaß erreichte.

Für die Berechnung des Volumens wurden für die einzelnen Baumarten jeweils eigene Formzahlen nach Pollanschütz (1974) verwendet. Diese errechneten sich durch das Einsetzen der baumartenspezifischen Koeffizienten in die Formzahlfunktion. Da es für die Baumarten Birke und Bergahorn keine separaten Koeffizienten gab, wurden für diese beiden Baumarten als Ersatz die der Buche verwendet.

Darüber hinaus wurde der *Crown-Competition-Factor* nach Krajicek *et al.* (1961) berechnet:

$$CCF = 100 \cdot \sum_{i=1}^n (N_i \cdot CW_i^2 \cdot \pi / 4) / A$$

wobei: *CCF* *Crown-Competition-Factor*
 N_i repräsentierte Stammzahl je Hektar
 CW_i Kronenbreite [m²], berechnet nach Hasenauer (1997)
 A Fläche [m²], hier 10.000m²

Die für die Berechnung der Einflusszonen der Solitäre notwendige Kronenbreite wurde nach der Formel von Hasenauer (1997) bestimmt:

$$\ln(CW) = a + b \cdot \ln(DBH)$$

wobei: CW Kronenbreite [m]
 a, b baumartenspezifische Koeffizienten nach Hasenauer (1997)
 DBH Brusthöhendurchmesser [cm]

Da es für Birke und Hasel keine baumartenspezifische Koeffizienten gibt, wurden jene von Eiche als Ersatz verwendet.

Der *CCF* dient als Maßzahl für die Bestandesdichte. Ein *CCF* von 100 bedeutet, dass der Bestand im Mittel aus lauter, einander in den Kronen gerade noch nicht berührenden Individuen besteht. Bei einem *CCF* von ca. 200 setzt dann nach Krajicek *et al.* (1961) die konkurrenzbedingte natürliche Mortalität ein. Durch kontinuierliches Absterben wird ein *CCF* von 400 dann nicht mehr überschritten.

3.2.2 Verjüngung

Es wurde auf jedem Stichprobenpunkt die Verjüngungsnotwendigkeit aus der Wuchsklasse (vgl. Schieler und Hauk, 2001) und der Steinschlagschutzwirkung des Altbestandes (siehe Kapitel 3.4 Steinschlagschutzwaldbewertung nach NaiS) ermittelt. Die einzelnen Punkte konnten dabei in zwei Kategorien („Nicht erforderlich“ und „Erforderlich“) fallen.

Nicht erforderlich war Verjüngung, wenn die Steinschlagschutzwirkung zumindest ausreichend erfüllt war und der Bestand in die Wuchsklasse Jugend II, Stangenholz oder schwaches Baumholz fiel.

Dementsprechend war Verjüngung *erforderlich*, wenn die Wuchsklasse als starkes Baumholz, Starkholz oder Jugend I angesprochen wurde, oder die Steinschlagschutzwirkung nicht ausreichend erfüllt war.

Die Anzahl der Individuen auf den Probekreisen mit einem Radius von 1m für Bäumchen mit einer Höhe bis 50cm bzw. einem Radius von 1,5m für Bäumchen mit einer Höhe zwischen 50 und 130cm wurde auf Hektarwerte hochgerechnet und es wurde die durchschnittliche Anzahl an Verjüngungspflanzen im Bestand ermittelt.

Als Ergänzung wurden Verbissprozente (relativer Anteil der Individuen mit Verbiss) und der Anteil der Punkte mit verbissenen Bäumchen berechnet. Abschließend wurde für jede Baumart und Höhenklasse der durchschnittliche Höhenzuwachs bestimmt.

3.3 Diversitäts-Indizes

Um eine Bewertung der Biodiversität auf der Projektfläche vornehmen zu können, wurden drei einfache Indizes jeweils auf Basis von Stammzahl je Hektar (N/ha), Grundfläche je Hektar (G/ha) und Vorrat je Hektar (V/ha) – berechnet (vgl. Neumann und Starlinger 2001). Als Ergänzung dazu wurde noch das Artenprofil nach Pretzsch (1996) bestimmt.

Die einzelnen Diversitätsindizes wurden nach den folgenden Formeln berechnet:

Shannon-Index:

$$SH = \sum_{i=1}^n (-\log_2 p_i) \cdot p_i$$

wobei: SH Shannon-Index
 n Anzahl der einzelnen Arten
 p_i relative Häufigkeit der einzelnen Arten

Simpson-Index:

$$SI = \sum_{i=1}^n (1 - p_i) \cdot p_i$$

wobei: SI Simpson-Index
 n Anzahl der einzelnen Arten
 p_i relative Häufigkeit der einzelnen Arten

Dabei berücksichtigen der Shannon-Index und der Simpson-Index sowohl die Anzahl der vorkommenden Arten, als auch ihre unterschiedlichen Häufigkeiten. Die Werte sind umso größer, je größer die Artenzahl und je gleicher die einzelnen relativen Häufigkeiten sind.

Evenness:

$$E = SH / \log_2 N$$

wobei:	<i>E</i>	<i>Evenness</i>
	SH	Shannon-Index
	N	Anzahl der einzelnen Arten

Dieser Index quantifiziert die relative Verteilung der berechneten Kennzahlen (Stammzahl, Grundfläche und Vorrat) auf die einzelnen Arten und kann Werte von etwas über 0 bis 1 erreichen. Der höchste Wert wird bei gleichem Anteil aller Arten erreicht.

Der Artenprofilindex nach Pretzsch (1996) quantifiziert die vertikale Bestandes- und Mischungsstruktur im Wald und basiert auf dem Diversitätsindex von Shannon. Er wird durch seltene Arten überproportional erhöht und durch dominante Arten unterproportional vergrößert. Dies entspricht der Auffassung, dass eine hohe Anzahl von Arten mit geringem Anteil mehr zur Biodiversität beiträgt, als einige wenige dominante Arten. Zur Berechnung wurde jeder Bestand bzw. die Gesamtfläche in drei Höhenzonen – welche von 0% bis 50%, von 50% bis 80% und von 80% bis 100% der Maximalhöhe in jedem Bestand bzw. auf der Gesamtfläche reichen – gegliedert und es wurde der Index nach folgender Formel bestimmt:

$$A = - \sum_{i=1}^S \sum_{j=1}^Z p_{ij} \cdot \ln p_{ij}$$

wobei:	A	Artenprofilindex nach Pretzsch
	S	Zahl vorkommender Arten
	Z	Zahl der Höhenzonen, hier 3
	p_{ij}	Artenanteile in den Zonen $p_{ij} = n_{ij} / N$
	n_{ij}	Anzahl der Individuen der Art <i>i</i> in Zone <i>j</i>
	N	Gesamtzahl der Individuen

3.4 Steinschlagschutzbewertung

3.4.1 Allgemeines zum Steinschlagprozess

Unter Steinschlag versteht man die Bewegung von stürzenden Steinen sowie deren Interaktion mit der Umgebung. Je nach Neigung des Geländes können die Steine rollen, springen oder gleiten. Durch Kontakt mit dem Boden oder mit Hindernissen (z.B. Baumstämme oder Schutzbauten) verlieren sie an Energie und werden so gebremst. Der Prozessraum wird in das Entstehungsgebiet (meist anstehender Fels, Neigung weit über 30°), das Transitgebiet und das Auslauf- bzw. Ablagerungsgebiet (Hangneigung unter 30°) gegliedert (Frehner *et al.*, 2005).

Neben Lawinen und Wildbächen stellt der Steinschlag eine große Gefahr für Verkehrswege und Siedlungen im alpinen Raum dar. Dabei ist die genaue Beurteilung der Gefährdung sehr schwierig, da im Unterschied zu den anderen gefährlichen Naturprozessen die Gefahrenzone aus Erfahrungswerten nur ungenau abgeschätzt werden kann (Krummenacher, 1998).

3.4.2 Schutzwirkung des Waldes bezüglich Steinschlag

Grundsätzlich können Wälder einen großen Beitrag zum Schutz vor Steinschlag leisten. Neben einer ausreichenden Stammzahl kommt vor allem dem Durchmesser der Bäume eine große Bedeutung zu. Dünne Bäume neigen dazu, beim Kontakt mit Steinen auszuweichen und haben deshalb nur eine geringe Bremswirkung. Dickere Bäume können durch den Kontakt mit Steinen verletzt oder gebrochen werden und verringern so wesentlich die Geschwindigkeit und damit die Energie der Steine. Zurzeit kann jedoch der wirksame Mindestdurchmesser für bestimmte Steine noch nicht berechnet werden. Da Steine schon nach kurzer Strecke (etwa 40m) ihre maximale Geschwindigkeit erreichen, muss darauf geachtet werden, dass in der Falllinie nur möglichst kleine Öffnungen bis 20m vorkommen (Frehner *et al.*, 2005).

Mit waldbaulichen Eingriffen kann langfristig eine gezielte Steuerung des Wachstums, eine Regulierung der Baumartenverteilung, eine Förderung der Waldverjüngung sowie eine Erhöhung der Stabilität gegenüber Wind bzw. Schnee erreicht werden, wodurch die Schutzwirkung des Waldes gegenüber Steinschlag verbessert werden kann (Kalberer, 2007).

In dieser Arbeit wurde für jeden Stichprobenpunkt eine Bewertung der Schutzwirkung des Bestandes gegenüber Steinschlag vorgenommen. Jeder Punkt konnte in eine von vier Kategorien fallen. Die Abgrenzung dieser Kategorien erfolgte grundsätzlich nach Tabelle 4, welche aus Frehner *et al.* (2005) entnommen ist. Die letzten beiden Kategorien – „nicht ausreichende Schutzwirkung“ und „keine Schutzwirkung“ – sind eine weitere Abgrenzung. Dabei fallen Punkte, welche das erforderliche Kriterium (eine bestimmte Anzahl an Bäumen mit gewissen BHD) nicht ganz erfüllen (z.B. statt der geforderten 400 Bäume pro ha mit einem BHD größer als 12cm nur 250 Bäume pro ha) in die Kategorie „nicht ausreichende Schutzwirkung“ und solche, auf denen überhaupt keine Bäume mit dem erforderlichem BHD zu finden sind, in die Kategorie „keine Schutzwirkung“.

Tabelle 4. Anforderungsprofil des Waldes bezüglich Steinschlag (Quelle: Frehner *et al.*, 2005).

Ort	Potentieller Beitrag des Waldes	Anforderungen auf Grund der Naturgefahr minimal	Anforderungen auf Grund der Naturgefahr ideal
Entstehungsgebiet	Mittel	Stabilitätsträger Keine instabilen, schweren Bäume	
Transitgebiet	Gross Steine bis 0.05 m ³ (Durchmesser etwa 40 cm)	Gefüge horizontal: Mind. 400 Bäume/ha mit BHD > 12 cm	Gefüge horizontal: Mind. 600 Bäume/ha mit BHD > 12 cm
		evt. auch Stockausschläge	
	Gefüge vertikal Zieldurchmesser ² angepasst		
	Steine 0.05 bis 0.20 m ³ (Durchmesser etwa 40 bis 60 cm)	Gefüge horizontal: Mind. 300 Bäume/ha mit BHD > 24 cm	Gefüge horizontal: Mind. 400 Bäume/ha mit BHD > 24 cm
		Gefüge vertikal Zieldurchmesser ² angepasst	
Steine 0.20 bis 5.00 m ³ (Durchmesser etwa 60 bis 180 cm)	Gefüge horizontal: Mind. 150 Bäume/ha mit BHD > 36 cm	Gefüge horizontal: Mind. 200 Bäume/ha mit BHD > 36 cm	
Zusätzliche für alle Steingrößen:	Gefüge horizontal: Bei Öffnungen ¹ in der Falllinie Stammabstand < 20 m Liegendes Holz und hohe Stöcke: als Ergänzung zu stehenden Bäumen, falls keine Sturzgefahr		
	Minimale Anforderungen auf Grund des Standortstyps erfüllt	Ideale Anforderungen auf Grund des Standortstyps erfüllt	
Auslauf- und Ablagerungsgebiet	Gross Der wirksame Mindestdurchmesser der Bäume ist deutlich geringer als im Transitgebiet und liegendes Holz ist immer wirksam	Gefüge horizontal Mind. 400 Bäume/ha mit BHD > 12 cm	Gefüge horizontal Mind. 600 Bäume/ha mit BHD > 12 cm
		Gefüge horizontal: Bei Öffnungen ¹ in der Falllinie Stammabstand < 20 m evt. auch Stockausschläge	
		Gefüge vertikal Zieldurchmesser angepasst liegendes Holz und hohe Stöcke: als Ergänzung zu stehenden Bäumen	
		Minimale Anforderungen auf Grund des Standortstyps erfüllt	Ideale Anforderungen auf Grund des Standortstyps erfüllt

¹ Öffnung: Öffnung von Stamm zu Stamm im Stangenholz und Baumholz

² Der Zieldurchmesser ist so zu wählen, dass die erforderliche Stammzahl mit dem wirksamen Mindestdurchmesser nachhaltig möglich wird.

3.5 Verjüngungsanalyse

3.5.1 Auswertung der Hemisphärenfotos

Die computergestützte Analyse der Hemisphärenfotos erfolgte mit dem Programm „Hemiview 2.1“ der Firma Delta-T Devices Ltd (1998).

Zu Beginn wurden Daten über den Standort eingegeben:

mittlere Seehöhe = 900m

nördliche Breite = 47,1487°

geographische Länge = 11,8316° östlich von Greenwich.

Aus Oberlechner (2001) wurde die magnetische Deklination von 0,61° westlich entnommen. Sie gibt die Abweichung von magnetisch Nord (Kompassnadel) zum geographischen Nordpol an.

Der erste Schritt dieser Analyse ist eine Segmentierung, bei der entschieden wird, ob ein Pixel (das ist die kleinste Bildeinheit) dem freien Himmel als wichtigste Strahlungsquelle zugeordnet wird oder nicht (Wagner, 1994). Dies erfolgt über die Einstellung des „*Threshold*“, der eine große Bedeutung bei der Auswertung von Hemisphärenfotos zukommt. Dabei wird eine Abgrenzung zwischen sichtbarem und dem durch Kronenteile oder Geländegegebenheiten verdecktem Himmel vorgenommen. Über einen Stufenlosregler wird der Schwellenwert eingestellt, bei dem jedem Pixel entweder die Farbe Schwarz (verdeckter Himmel) oder Weiß (freier Himmel) zugewiesen wird (Rich, 1990; Oberlechner, 2001).

In weiterer Folge wurden über jedes Bild zwei Rasternetze gelegt:

- (a) Die „*Sun map*“ zeigt ein Netz, welches aus den monatlichen Sonnenbahnen – diese ergeben sich durch den jeweiligen Sonnenstand – und der Uhrzeit besteht (siehe hierzu ein Beispiel in der Abbildung 5).

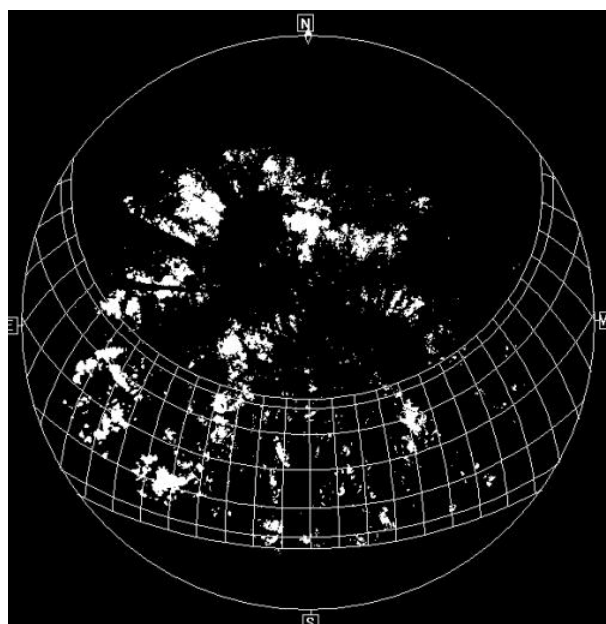


Abbildung 5. „*Sun map*“ auf Hemisphärenfoto vom Probestandort Nr. 51 im Bestand M.

- (b) Die „Sky map“ unterteilt die Hemisphäre in einzelne Sektoren, wobei der Zenith das Bild in konzentrische Kreise und der Azimut diese horizontal gliedert (siehe hierzu ein Beispiel in der Abbildung 6).

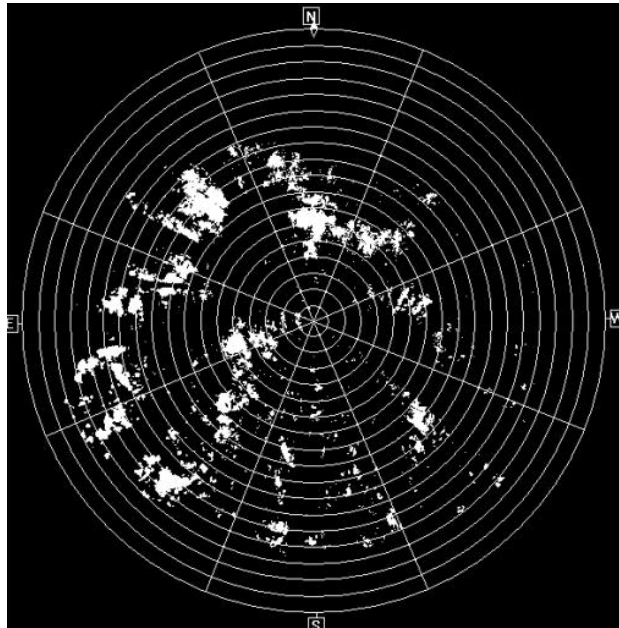


Abbildung 6. „Sky map“ auf Hemisphärenfoto vom Probepunkt Nr. 51 im Bestand M.

Bei der weiteren Berechnung war es erforderlich, einen Wert für die Transmissivität einzustellen. Diese charakterisiert die Luftverhältnisse im Aufnahmegebiet und wurde hier nach Campbell und Norman (1998) mit einem Wert von 0,75 (für sehr reine, nicht verschmutzte Luft) festgelegt.

Für den Anteil der diffusen Strahlung wurde der Standardwert von 0,1 beibehalten. Als langjähriges Mittel wurden für die Solarkonstante 1368 W.m^{-2} eingestellt (Zmarsly *et al.*, 1999).

Das Modell „Uniform Overcast Sky (UOC)“ wurde der Berechnung der diffusen Strahlung zugrundegelegt. Es unterstellt bei gleichmäßiger Verteilung der Wolkendecke in allen Himmelsrichtungen dieselbe Intensität der diffusen Strahlung.

Das Computerprogramm „Hemiview 2.1“ lieferte dann den „Direct Site Factor (DSF)“ und „Indirect Site Factor (ISF)“ als Ergebnis. Aus diesen beiden Werten wurde abschließend noch der „Global Site Factor (GSF)“ berechnet.

Der DSF gibt an, welcher Anteil der direkten Sonnenstrahlung durch das Kronendach dringt. Er wurde hier für die Vegetationsmonate Mai, Juni, Juli, August und September berechnet.

Der ISF ist dem DSF sehr ähnlich, bezieht sich aber auf die diffuse (indirekte) Strahlung. Diese entsteht durch die Reflexion der Sonnenstrahlen an der Erdoberfläche und an den Partikeln der Atmosphäre. Im Unterschied zur direkten Strahlung, die nur aus bestimmten Richtungen (siehe *Sunmap*) auf den zu untersuchenden Punkt auftreffen kann, kommt die diffuse Strahlung aus allen Richtungen (siehe *Skymap*).

Der *GSF* wurde – wie der *DSF* – für die Monate Mai bis September als Summe von *DSF* und *ISF* berechnet, wobei die Gewichtung von *DSF* (0,9) und *ISF* (0,1) unterschiedlich war.

3.5.2 Verjüngungsanalyse mit Präferenz-Indizes

In diesem Teil der Arbeit wurde das Auftreten von Naturverjüngung in Abhängigkeit von verschiedenen Standorts- und Bestandesvariablen näher beschrieben. Als Methode wurde ein Präferenz-Index gewählt (vgl. Buksnowitz, 2003). Die Berechnung erfolgte nach folgendem Schema (siehe Tabelle 5):

Tabelle 5. Berechnungsschema für den Präferenz-Index.

Kategorie	I	II	III	IV	V	Gesamt
Anzahl Punkte ohne Verjüngung	4	6	7	7	7	31
Anzahl Punkte mit Verjüngung	4	3	5	4	3	19
<i>Anzahl Punkte in Kategorie</i>	8	9	12	11	10	50
Auftretenswahrscheinlichkeit	0,50	0,33	0,42	0,36	0,30	0,38
PRÄFERENZ-INDEX	1,32	0,88	1,10	0,96	0,79	1,00

Dabei wird die Auftretenswahrscheinlichkeit als Ergebnis der Division Anzahl der Punkte mit Verjüngung in der jeweiligen Kategorie durch die gesamte Anzahl der Punkte in der jeweiligen Kategorie berechnet. Der Präferenz-Index ist dann das Ergebnis der Division der Auftretenswahrscheinlichkeit in der jeweiligen Kategorie durch die mittlere Auftretenswahrscheinlichkeit auf allen Punkten. Entspricht die Auftretenswahrscheinlichkeit in einer Kategorie genau dem Mittel, so ergibt sich ein Präferenz-Index von 1. In den Abbildungen wird dieser Zusammenhang durch eine farbige Linie verdeutlicht. Werte über 1 bedeuten, dass Verjüngung in dieser Kategorie bevorzugt auftritt. Dementsprechend zeigen Werte unter 1 ein selteneres Auftreten von Verjüngung in dieser Kategorie. Wenn in einer Kategorie überhaupt keine Verjüngung vorkommt, nimmt der Präferenz-Index hier den Wert 0 an.

Die Berechnungen erfolgten getrennt für die einzelnen Höhen- bzw. Durchmesserklassen. Da Verjüngung in den Höhenklassen 3 bis 5 nur noch auf sehr wenigen Stichprobenpunkten vorgefunden wurde, war es zweckmäßig diese Höhenklassen zusammenzufassen. Die Darstellung der Ergebnisse erfolgte in Punktdiagrammen mit einer schwachen, strichlierten Linie, die den Trend veranschaulichen sollte.

4 Ergebnisse

4.1 Bestandesbeschreibung

4.1.1 Gesamtfläche

4.1.1.1 Standort

Wesentliche standörtliche Merkmale der 37,56ha großen Projektfläche sind bereits in Kapitel 2 Projektgebiet beschrieben worden. Abbildung 7 zeigt die Exposition der einzelnen Probepunkte. Man sieht, dass gut zwei Drittel (68%) der Probepunkte südsüdostexponiert sind. Vom verbleibenden Drittel sind 19% südexponiert und 11% südostexponiert. Vernachlässigbare 2% der Punkte weisen eine Südsüdwestexposition auf.

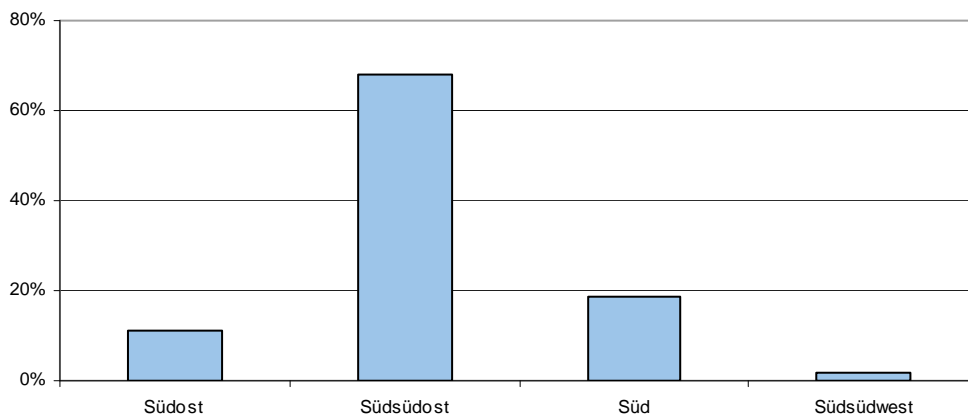


Abbildung 7. Exposition der einzelnen Probepunkte.

Die mittlere Hangneigung der Aufnahmefläche beträgt 38°. Das zeigt auch Abbildung 8, aus der ersichtlich wird, dass allein 34% der Punkte zwischen 36° und 40° geneigt sind und immerhin 75% eine Neigung von mehr als 35° aufweisen.

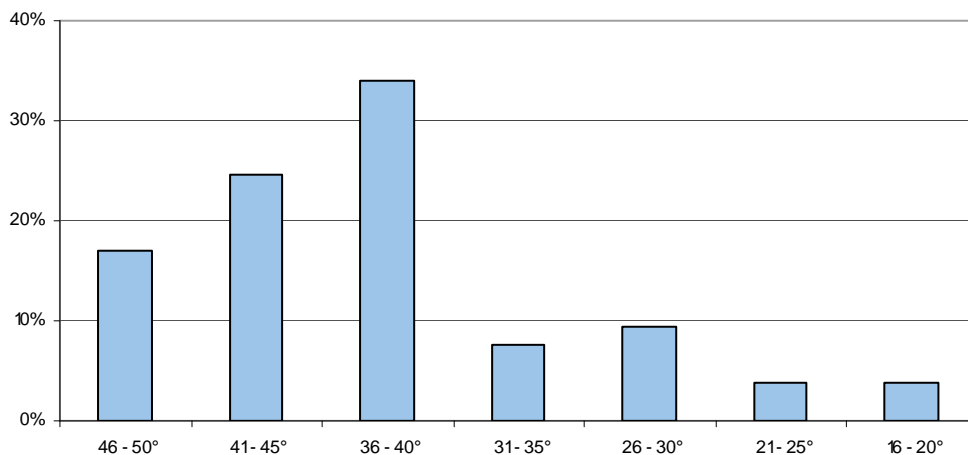


Abbildung 8. Hangneigung auf den einzelnen Probepunkten.

Der vorherrschende Bodentyp ist mit einem Anteil von 63% an den gesamten Probepunkten eine Braunerde. Daneben sind noch Ranker (auf 22% der Punkte) und Rohboden (14%) vertreten (siehe Abbildung 9).

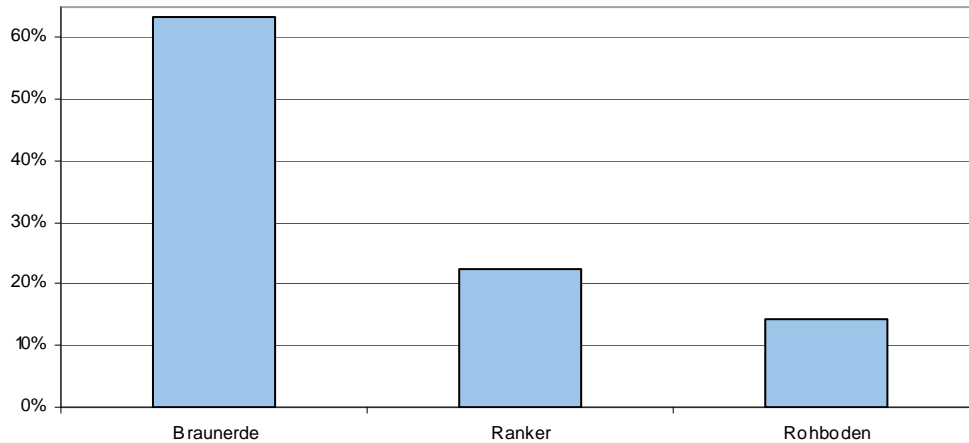


Abbildung 9. Bodentyp auf den einzelnen Probepunkten.

Von den Auflagetypen, welche in Abbildung 10 dargestellt sind, kommt Moder mit 52% vor Rohhumus mit 31% am häufigsten vor. Mull und mullartiger Moder erreichen einen Anteil von 11%. Die restlichen 6% entfallen auf rohhumusartigen Moder und moderartigen Rohhumus.

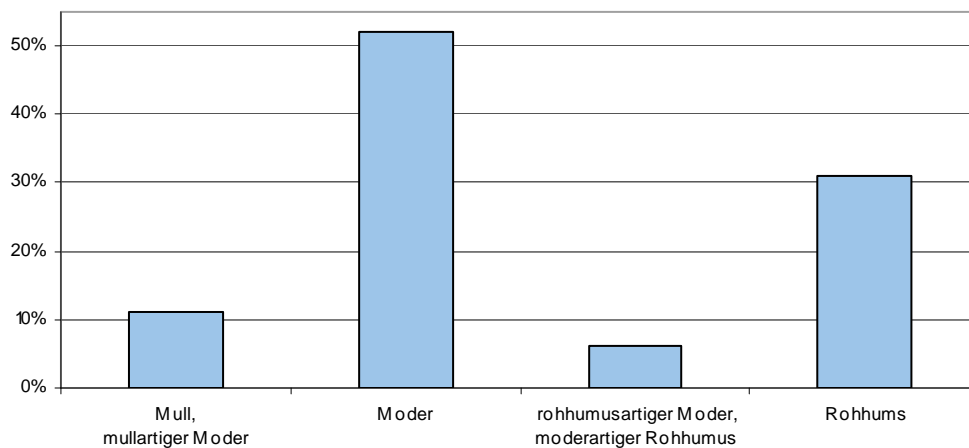


Abbildung 10. Auflagetypp auf den einzelnen Probepunkten.

Wie man in Abbildung 11 sieht, beträgt der Grobskelettanteil auf mehr als drei Viertel der Probepunkte zwischen 21% und 50%.

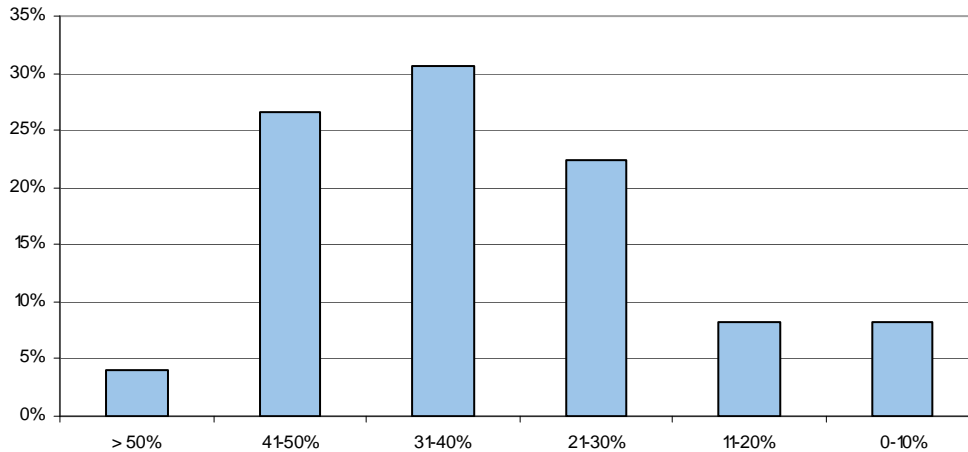


Abbildung 11. Grobskelettanteil der einzelnen Probepunkte.

Die Gründigkeit beträgt auf 60% der Probepunkte mehr als 50cm und auf weiteren 36% zwischen 31 und 50cm. Nur auf 4% der Punkte findet man ein Gründigkeit von unter 30cm (siehe Abbildung 12).

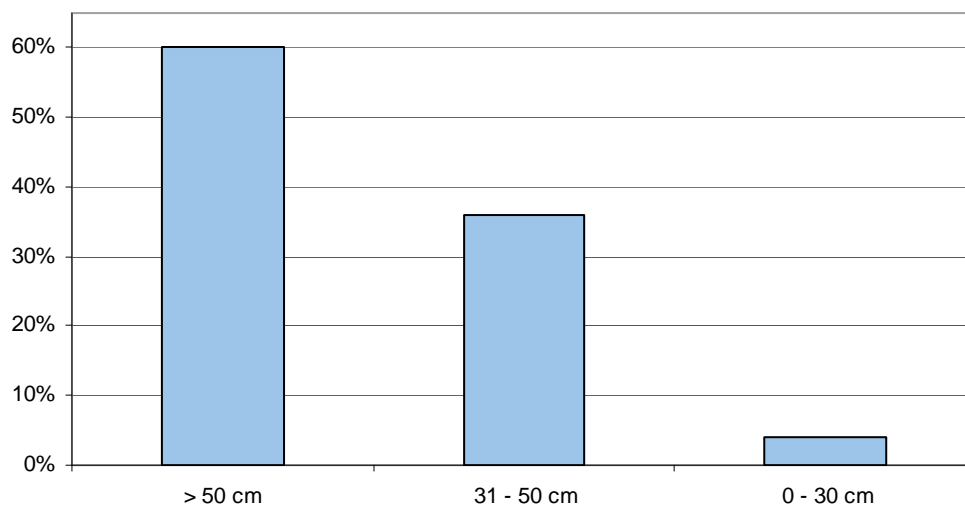


Abbildung 12. Gründigkeit auf den einzelnen Probepunkten.

Die potentiell bestockungsfähige Fläche beträgt auf jeweils rund 20% der Probepunkte 91% bis 100%, 81% bis 90% bzw. 71% bis 80%. Auf weiteren 28% der Probepunkte sind zwischen 61% und 70% der Fläche bestockungsfähig. Bis 60% bestockungsfähige Fläche weisen die restlichen 12% der Punkte auf (siehe Abbildung 13).

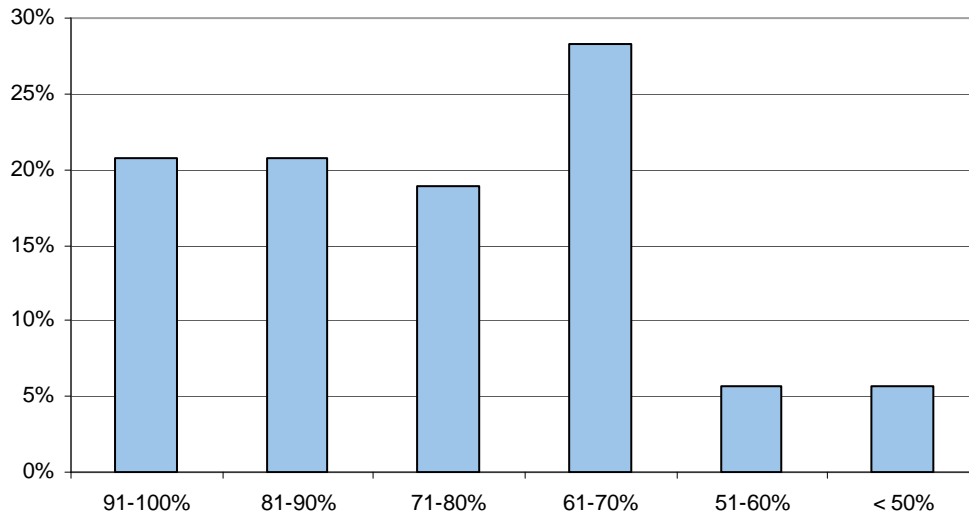


Abbildung 13. Potentiell bestockungsfähige Fläche auf den einzelnen Probepunkten.

Die Bodenvegetation ist auf den einzelnen Probepunkten ganz unterschiedlich entwickelt, wie der Deckungsgrad in Abbildung 14 zeigt. Eine nähere Beschreibung (Arten und Höhe) ist bei den einzelnen Beständen zu finden.

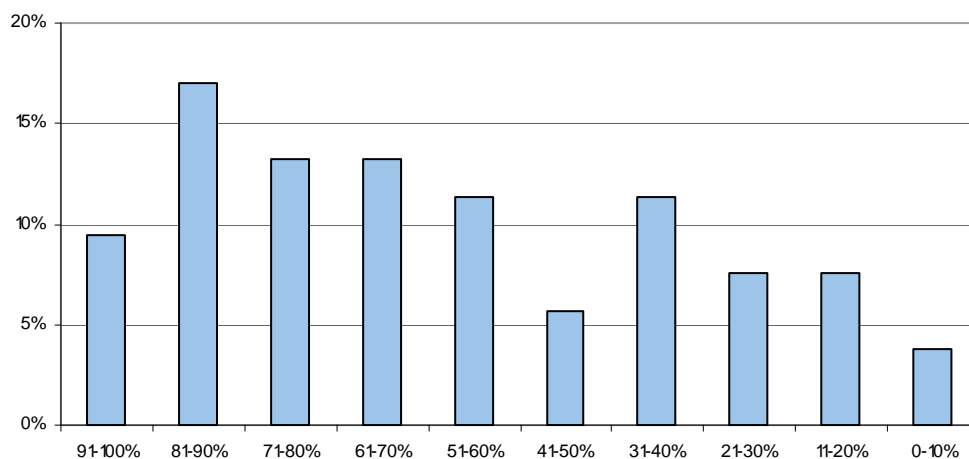


Abbildung 14. Deckungsgrad der Bodenvegetation auf den einzelnen Probepunkten.

4.1.1.2 Biometrische Daten

In Tabelle 6 sind die Hektarwerte für Stammzahl, Kreisfläche und Vorrat angegeben. Sowohl in dieser Tabelle als auch in den Tabellen für die einzelnen Bestände sind nur Bäume ab einem BHD von 4cm (Kluppschwelle der Winkelzählprobe) eingerechnet. In Abbildung 15, welche die Durchmesserverteilung für die Gesamtfläche darstellt, sind auch Stämme mit einem BHD von unter 4cm und einer Höhe von über 130cm berücksichtigt. Wie man sieht ist die Hasel besonders in den ersten drei BHD-Klassen sehr stark vertreten. Die Stammzahlen von Tanne, Lärche und Bergahorn sind zu gering, um sie in der Durchmesserverteilung erkennen zu können.

Tabelle 6. Stammzahl [N/ha], Kreisflächendichte [m²/ha] und Hektarvorrat [Vfm/ha] und deren Standardabweichung (in Klammer) auf der Gesamtfläche.

Attribute	Fichte	Tanne	Lärche	Birke	Bergahorn	Hasel
Stammzahl [N/ha]	751 (+/- 870)	1,71 (+/- 0,27)	0,31 (+/- 0,06)	6,49 (+/- 67,6)	1,54 (+/- 0,43)	219 (+/- 44,9)
Kreisflächendichte [m ² /ha]	46,0 (+/- 12,9)	0,40 (+/- 0,06)	0,13 (+/- 0,02)	0,09 (+/- 0,89)	0,04 (+/- 0,01)	0,70 (+/- 0,13)
Hektarvorrat [Vfm/ha]	558 (+/- 96,4)	5,21 (+/- 0,76)	1,51 (+/- 0,29)	0,50 (+/- 5,18)	0,22 (+/- 0,06)	1,34 (+/- 0,22)

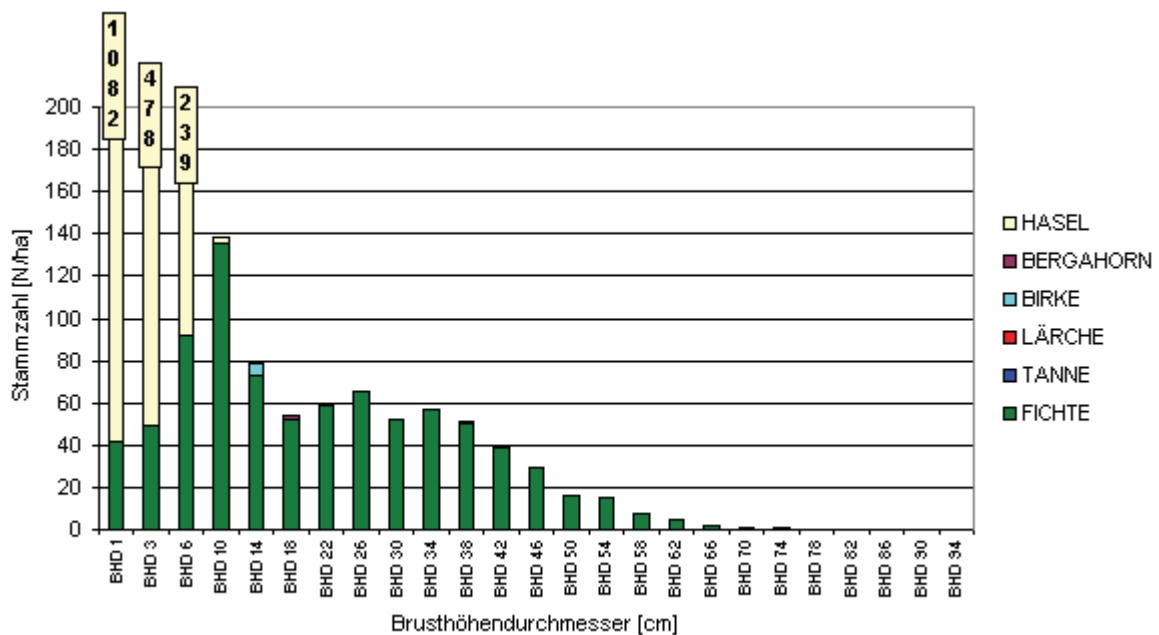


Abbildung 15. Durchmesserverteilung Gesamtfläche.

Tabelle 7 und Abbildung 16 zeigen, dass der Vorrat fast ausschließlich von Fichte gebildet wird (Anteil rund 98,5%). Der Anteil von Tanne (0,9%) und Lärche (0,3%) ist sehr gering, jener von Birke und Bergahorn (beide unter 0,1%) vernachlässigbar klein.

Tabelle 7. Vorrat am Ort [Vfm bzw. Anteil in Prozent] auf der Gesamtfläche.

	Fichte	Tanne	Lärche	Birke	Bergahorn	Hasel	Summe
Vorrat [Vfm]	20952	196	57	19	8	50	21282
Vorrat [%]	98,45%	0,92%	0,27%	0,09%	0,04%	0,24%	100,00%

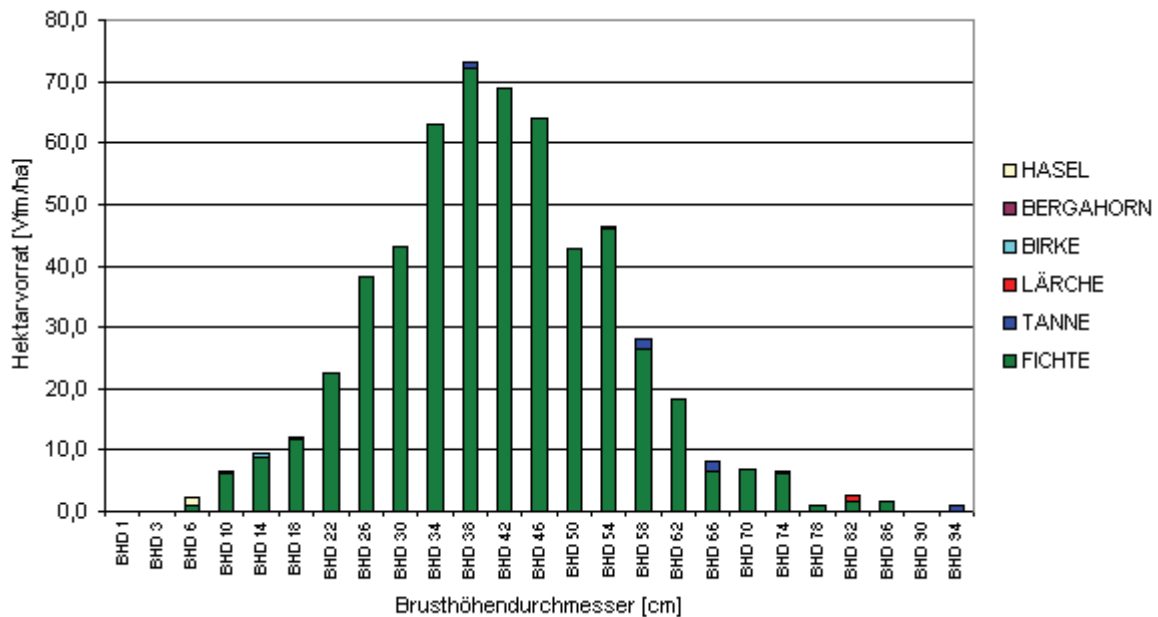


Abbildung 16. Hektarvorrat [Vfm/ha] der Gesamtfläche nach BHD-Klassen.

4.1.1.3 Verjüngung

Tabelle 8a zeigt die Verjüngungssituation auf der Gesamtfläche. Auf etwas mehr als der Hälfte der Probestpunkte (58%) ist Verjüngung erforderlich. Davon ist auf 32% der (gesamten) Probestpunkte Verjüngung vorhanden. Wie man in Tabelle 8b sieht, kommt in der Kategorie „Verjüngung notwendig“ von den Baumarten Fichte auf 23%, Bergahorn auf 2%, Vogelbeere auf 6% und Hasel auf 9% der insgesamt 53 Probestpunkte vor. Auf etwas weniger als der Hälfte der Probestpunkte (42%) ist zum Zeitpunkt der Aufnahme keine Verjüngung erforderlich. Trotzdem tritt in dieser Kategorie auf 23% der (gesamten) Probestpunkte Verjüngung auf. Von den Baumarten kommt Fichte auf 19%, Tanne auf 6%, Vogelbeere und Hasel auf je 4% der (gesamten) Probestpunkte vor (siehe Tabelle 8b).

In Summe sind somit auf 55% der Probestpunkte Verjüngungspflanzen vorhanden. Von den Baumarten kommen, bis auf Lärche und Birke, alle im Altbestand vertretenen Arten vor. Es dominiert – wie aufgrund der Artenzusammensetzung des Altbestandes erwartet wird – Fichte, die auf insgesamt 42% der Probestpunkte in allen Höhenklassen, zahlenmäßig besonders stark aber nur in der ersten Höhenklasse (0 bis 10cm), vorkommt. Hasel ist auf 13% der Probestpunkte wie Fichte ebenfalls in allen Höhenklassen vertreten, jedoch ist die Individuenanzahl in der ersten Höhenklasse im Vergleich zu Fichte sehr gering. Vogelbeere tritt nur in den ersten beiden Höhenklassen (0 bis 30cm) auf 9% der Probestpunkte auf, wobei aber die Anzahl in der zweiten Höhenklasse (10 bis 30cm) nur mehr gering ist. Jeweils nur in der ersten Höhenklasse sind Tanne auf 6% und Bergahorn auf 2% der Probestpunkte vertreten (siehe Tabelle 8c).

Von der Verteilung der Verjüngungspflanzen aller Baumarten auf die einzelnen Höhenklassen (HKL) entfallen 79% auf die erste HKL (bis 10cm) und 14% auf die zweite HKL (10 bis 30cm). Nur jeweils 3% sind es in der dritten HKL (30 bis 50cm)

und vierten HKL (50 bis 80cm). In der fünften HKL (80 bis 130cm) sind gar nur noch 1% der Verjüngungspflanzen zu finden (siehe Tabelle 8c).

In Tabelle 8d sieht man die Verbissprozentage der einzelnen Baumarten in den fünf Höhenklassen (HKL) getrennt nach den beiden Kategorien zur Verjüngungsnotwendigkeit. Erstaunlicherweise sind nur Fichten verbissen. Man sieht auch, dass der Verbiss mit zunehmender Bäumchenhöhe zunimmt: So sind in der ersten HKL nur 1% der Verjüngungspflanzen aller Baumarten verbissen. In der zweiten HKL sind es schon 10% und in der vierten HKL 20%. In der dritten und fünften HKL finden sich zwar keine verbissenen Individuen; in den höheren Klassen ist jedoch insgesamt sehr wenig Verjüngung vorhanden (vgl. Tabelle 8c, relativer Anteil in den Höhenklassen). Der gleiche Trend zeigt sich, wenn man sich den relativen Anteil der Probepunkte mit Verjüngung auf denen Verbiss auftritt ansieht: In der ersten HKL tritt Verbiss nur auf 4% der Punkte auf, in der zweiten HKL auf 14% und in der vierten HKL auf 33%.

Der mittlere Höhenzuwachs (mit Standardabweichung) der Bäumchen aus dem Jahr 2005, welcher an einem Probepunkt jeweils an einem gutachtlich als repräsentativ beurteilten Individuum pro Höhenklasse (HKL) gemessen wurde, ist in Tabelle 8e aufgelistet. In der ersten HKL, die den Bereich bis 10cm Höhe umfasst, wachsen alle Baumarten mit 2,0 (Fichte) bis 2,5cm (Bergahorn) recht langsam – nur Hasel erreicht mit 3,4cm Jahreszuwachs schon einen etwas höheren Wert. Während der Zuwachs bei Fichte mit zunehmender Höhe der Bäumchen nur eine geringe Zunahme aufweist und erst ab einer Gesamthöhe von 80cm (fünfte HKL) deutlich auf 6,5cm Jahreszuwachs ansteigt, beträgt dieser bei Vogelbeere schon in der zweiten HKL (10 bis 30cm Höhe) 5,5cm und bei Hasel 6cm in der dritten HKL (30 bis 50cm) und 9cm in der vierten HKL (50 bis 80cm).

Tabelle 8a. Verjüngungszustand auf den Probepunkten der Gesamtfläche.

Verjüngung	nicht vorhanden	vorhanden	Summe
nicht erforderlich	19%	23%	42%
erforderlich	26%	32%	58%
<i>Summe</i>	45%	55%	100%

Tabelle 8b. Auftreten der einzelnen Baum- und Straucharten in der Verjüngungsschicht (bis 130cm Höhe) auf den Probepunkten der Gesamtfläche.

Verjüngung	Fichte	Tanne	Bergahorn	Vogelbeere	Hasel
nicht erforderlich	19%	6%	0%	4%	4%
erforderlich	23%	0%	2%	6%	9%
<i>Summe</i>	42%	6%	2%	9%	13%

Tabelle 8c. Mittlere Anzahl von Individuen [N/ha] der einzelnen Baumarten in der Verjüngungsschicht in den fünf Höhenklassen (HKL) auf der Gesamtfläche.

Verjüngung	Baumart	0-10cm	10-30cm	30-50cm	50-80cm	80-130cm
nicht erforderlich	Fichte	13793	2122	354	472	-
	Tanne	3183	-	-	-	-
	Vogelbeere	11141	-	-	-	-
	Hasel	1592	3183	3183	-	-
erforderlich	Fichte	14059	2387	-	236	118
	Bergahorn	12732	-	-	-	-
	Vogelbeere	5305	1061	-	-	-
	Hasel	1910	1910	637	1132	566
<i>Mittlere Gesamtanzahl in HKL</i>		<i>12623</i>	<i>2305</i>	<i>439</i>	<i>488</i>	<i>146</i>
<i>Relativer Anteil HKL [%]</i>		<i>79%</i>	<i>14%</i>	<i>3%</i>	<i>3%</i>	<i>1%</i>

Tabelle 8d. Verbissprozentage der einzelnen Baumarten in der Verjüngungsschicht in den fünf Höhenklassen (HKL) und Anzahl der Probepunkte in HKL mit Verbiss [%] auf der Gesamtfläche.

Verjüngung	Baumart	0-10cm	10-30cm	30-50cm	50-80cm	80-130cm
nicht erforderlich	Fichte	0%	17%	0%	33%	-
	Tanne	0%	-	-	-	-
	Vogelbeere	0%	-	-	-	-
	Hasel	0%	0%	0%	-	-
erforderlich	Fichte	2%	11%	-	50%	0%
	Bergahorn	0%	-	-	-	-
	Vogelbeere	0%	0%	-	-	-
	Hasel	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Mittleres Verbissprozent in HKL</i>		<i>1%</i>	<i>10%</i>	<i>0%</i>	<i>20%</i>	<i>0%</i>
<i>Punkte in HKL mit Verbiss [%]</i>		<i>4%</i>	<i>14%</i>	<i>0%</i>	<i>33%</i>	<i>0%</i>

Tabelle 8e. Mittlerer Höhenzuwachs [cm] mit Standardabweichung (in Klammer) von den Bäumchen verschiedener Baumarten in den fünf Höhenklassen auf der Gesamtfläche.

Baumart	0-10cm	10-30cm	30-50cm	50-80cm	80-130cm
Fichte	2,00 (+/- 0,44)	2,58 (+/- 0,44)	2,00 (---)	3,30 (+/- 1,45)	6,50 (---)
Tanne	2,10 (+/- 0,10)	-	-	-	-
Bergahorn	2,50 (---)	-	-	-	-
Vogelbeere	2,15 (+/- 0,61)	5,50 (---)	-	-	-
Hasel	3,40 (+/- 1,13)	3,63 (+/- 2,07)	6,00 (---)	9,00 (---)	-

4.1.2 Bestand A

4.1.2.1 Standort

Der 3,35ha große Bestand A befindet sich im nordwestlichen Teil der Aufnahme-fläche (siehe Abbildung 1, Seite 3) zwischen 820 und 1.130m Seehöhe. Die drei Aufnahmepunkte sind südost- bis südsüdwestexponiert und weisen eine Hangneigung von 25° bis 47° (im Mittel 38°) auf. Im Bestand sind zahlreiche, bis 20m hohe Felsklippen und Abbrüche vorhanden. Der vorherrschende Bodentyp auf den Probepunkten ist eine Braunerde mit Moderauflage.

Die Bodenvegetation, welche auf den einzelnen Punkten einen Deckungsgrad von 50% bis 80% (Mittelwert 67%) erreicht, besteht vorwiegend aus Moosen. Daneben sind folgende Arten zu finden:

- Adlerfarn (*Pteridium aquilinum*)
- Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*)
- Wald-Wachtelweizen (*Melampyrum sylvaticum*)
- Hasenlattich (*Prenanthes purpurea*)
- Wald-Hainsimse (*Luzula sylvatica*)
- Woll-Reitgras (*Calamagrostis villosa*)
- Gewöhnliche Waldbinse (*Scirpus sylvaticus*)

Die durchschnittliche Höhe der Bodenvegetation beträgt 3 bis 15cm und im Maximum werden 30 bis 70cm erreicht.

4.1.2.2 Biometrische Daten

In der Baumschicht ist nur Fichte vertreten. Die Mittelwerte der Stichprobenpunkte im Bestand von Stammzahl, Kreisflächendichte und Vorrat können aus Tabelle 9 entnommen werden. Man sieht, dass die Stammzahl (788 N/ha) jener der Gesamtfläche mit 751 N/ha für Fichte gleicht. Kreisflächendichte sowie Vorrat sind etwas höher als die jeweiligen Durchschnittswerte der Gesamtfläche: Kreisflächendichte 46 m²/ha und Vorrat 558 Vfm/ha (alle Werte nur für Fichte). Die Fichte verteilt sich auf den BHD-Bereich von 8 bis 60cm. Während man aus der Durchmesser-Verteilung (siehe Abbildung 17) einen zahlenmäßigen Überhang der schwächeren Stämme (besonders in der BHD-Klasse 8 bis 12cm) erkennt, machen Stämme mit einem BHD von 36 bis 48cm einen großen Teil des Volumens (47%) aus (siehe Abbildung 18). Hasel tritt in der Strauchschicht auf (siehe Abbildung 17). In Brusthöhe liegt das Alter des Hauptbestandes zwischen 124 und 182 Jahren.

Tabelle 9. Stammzahl, Kreisflächendichte und Vorrat sowie deren Standardabweichung im Bestand A.

Attribute	Fichte	
Stammzahl [N/ha]	788	+/- 304,7
Kreisflächendichte [m ² /ha]	56	+/- 10,6
Vorrat [Vfm/ha]	652	+/- 140,9

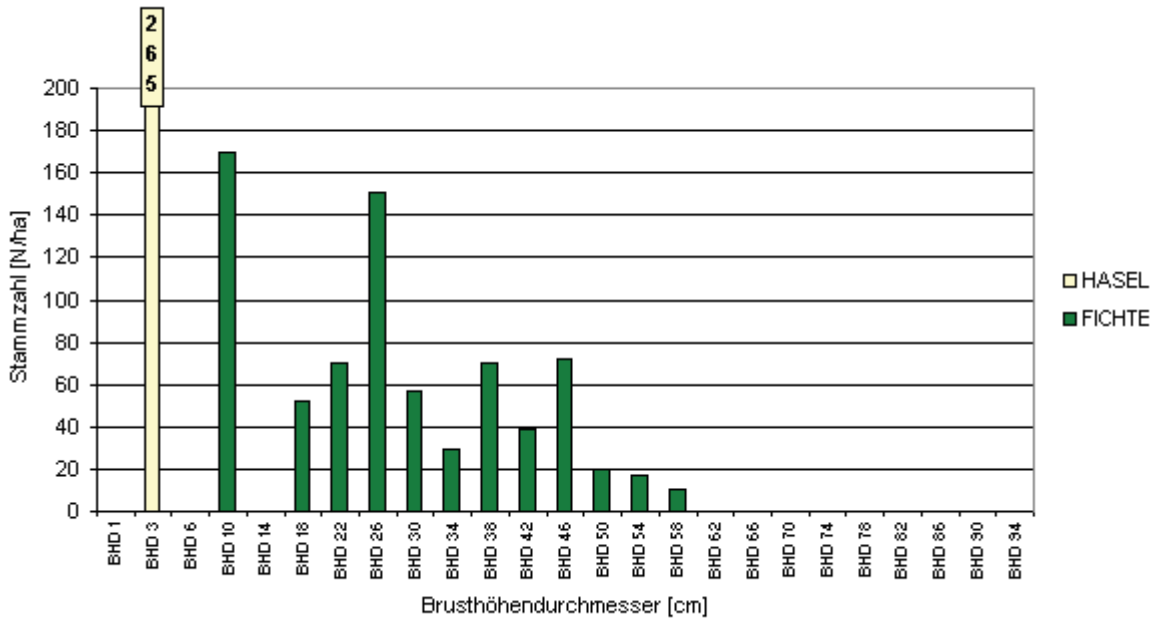


Abbildung 17. Durchmesserverteilung im Bestand A.

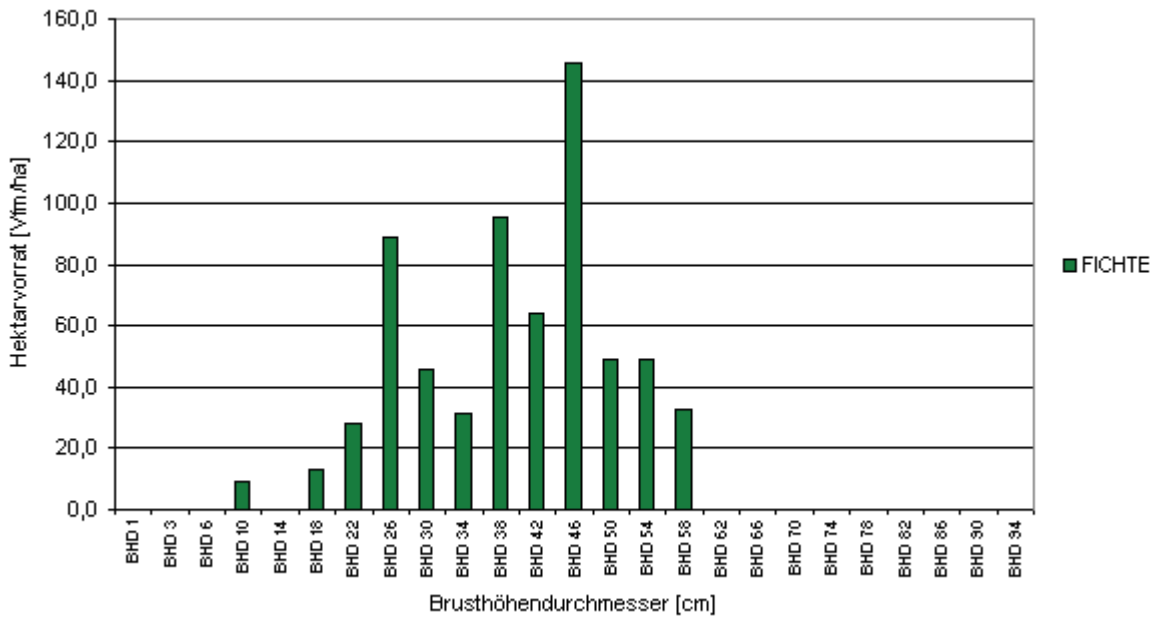


Abbildung 18. Hektarvorrat [Vfm/ha] im Bestand A nach BHD-Klassen.

4.1.2.3 Verjüngung

Tabelle 10a zeigt, dass die Verjüngungssituation im Bestand A nicht zufriedenstellend ist: Es ist zwar auf 33% der Probepunkte Verjüngung vorhanden – wenn auch nur von Fichte in der ersten Höhenklasse (siehe Tabelle 10b und 10c) – diese kommt aber auf einem Punkt vor, wo eine Verjüngung aufgrund der aktuellen Bestockung gar nicht erforderlich wäre. Auf den anderen 67% der Probepunkte ist Verjüngung erforderlich, aber es sind hier keine Verjüngungspflanzen vorhanden. Die Fichtenbäumchen im Bestand A sind alle nicht verbissen und erreichen einen Höhenzuwachs von 1,6cm pro Jahr, welcher an einem repräsentativen Individuum gemessen wurde (deshalb auch keine Angabe der Standardabweichung möglich).

Tabelle 10a. Verjüngungszustand auf den Probepunkten im Bestand A.

Verjüngung	nicht vorhanden	vorhanden	Summe
nicht erforderlich	0%	33%	33%
erforderlich	67%	0%	67%
<i>Summe</i>	<i>67%</i>	<i>33%</i>	<i>100%</i>

Tabelle 10b. Auftretende Baumarten in der Verjüngungsschicht (bis 130cm Höhe) auf den Probepunkten im Bestand A.

Verjüngung	Fichte
nicht erforderlich	33%
erforderlich	0%
<i>Summe</i>	<i>33%</i>

Tabelle 10c. Mittlere Anzahl von Individuen [N/ha] der einzelnen Baumarten in der Verjüngungsschicht in den fünf Höhenklassen (HKL) im Bestand A.

Verjüngung	Baumart	0-10cm	10-30cm	30-50cm	50-80cm	80-130cm
nicht erforderlich	Fichte	9549	-	-	-	-
erforderlich	---	-	-	-	-	-
<i>Mittlere Gesamtanzahl in HKL</i>		<i>9549</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
<i>Relativer Anteil HKL [%]</i>		<i>100%</i>	<i>0%</i>	<i>0%</i>	<i>0%</i>	<i>0%</i>

4.1.3 Bestand B

4.1.3.1 Standort

Der Bestand B liegt im Norden der Aufnahme­fläche (siehe Abbildung 1, Seite 3) zwischen 900 und 1.100m Seehöhe. Die Bestandesfläche beträgt 4,45ha und schließt zwei ehemalige Schlagflächen ein, die als eigene Bestände (J und K) ausgeschieden wurden. Die sechs Probepunkte sind südost- bis südexponiert und weisen eine Hangneigung von 17° bis 45° (im Mittel 35°) auf. Der vorherrschende Bodentyp im Bestand ist eine Braunerde mit einer Moder- oder Rohhumusauf­lage. In der Bodenvegetation kommen neben Moosen folgende Arten vor:

- Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*)
- Wald-Wachtelweizen (*Melampyrum sylvaticum*)
- Wald-Bingelkraut (*Mercurialis perennis*)
- Wald-Frauenfarn (*Athyrium filix-femina*)
- Fuchs-Greiskraut (*Senecio ovatus*)
- Goldrute (*Solidago sp.*)
- Rippenfarn (*Blechnum spicant*)
- Klebriger Salbei (*Salvia glutinosa*)
- Gewöhnliche Brennnessel (*Urtica dioica*)
- Reitgras (*Calamagrostis sp.*)
- Seidelbast (*Daphne sp.*)
- Sauerklee (*Oxalis sp.*)
- Waldmeister (*Galium odoratum*)
- Hasenlattich (*Prenanthes purpurea*)
- Dreiblatt-Schaumkraut (*Cardamine trifolia*)

Die Bodenvegetation erricht im Mittel einen Deckungsgrad von 67% (20% bis 90% auf den einzelnen Punkten). Die durchschnittliche Höhe beträgt 3 bis 20cm (Maximalwerte bis 60cm).

4.1.3.2 Biometrische Daten

In der Baumschicht sind neben Fichte (97,1% des Gesamtvorrats im Bestand B) auch vereinzelt Tanne und Lärche zu finden. Obwohl der Anteil an der Gesamtstammzahl im Bestand (ohne Hasel) von Tanne und Lärche sehr gering ist (1,1% bzw. 0,2%), machen sie 2,0% bzw. 0,9% des Gesamtvorrates aus (siehe Tabelle 11). Die Durchmesservertelung zeigt, das nahezu in allen BHD-Klassen bis 96cm Bäume vorhanden sind (siehe Abbildung 19), der Vorrat aber zum Großteil (78%) von Fichten mit einem BHD von 32 bis 64cm gebildet wird (siehe Abbildung 20). Trotz der geringeren Stammzahl (ohne Hasel 641 N/ha im Vergleich zur Gesamtfläche mit 761 N/ha) wird mit 871 Vfm/ha ein überdurchschnittlicher Gesamtvorrat erreicht (Gesamtfläche 565 Vfm/ha). Die Strauchschicht wird von Hasel geprägt (siehe Abbildung 19). Das Baumalter in Bruthöhe liegt zwischen 108 und 191 Jahren.

Tabelle 11. Stammzahl, Kreisflächendichte und Vorrat sowie deren Standardabweichung im Bestand B.

Attribute	Fichte		Tanne		Lärche	
Stammzahl [N/ha]	633	+/- 379,0	7	+/- 15,4	1	+/- 3,2
Kreisflächendichte [m ² /ha]	63	+/- 15,7	1	+/- 2,1	1	+/- 1,6
Vorrat [Vfm/ha]	846	+/- 191,2	17	+/- 26,0	8	+/- 20,4

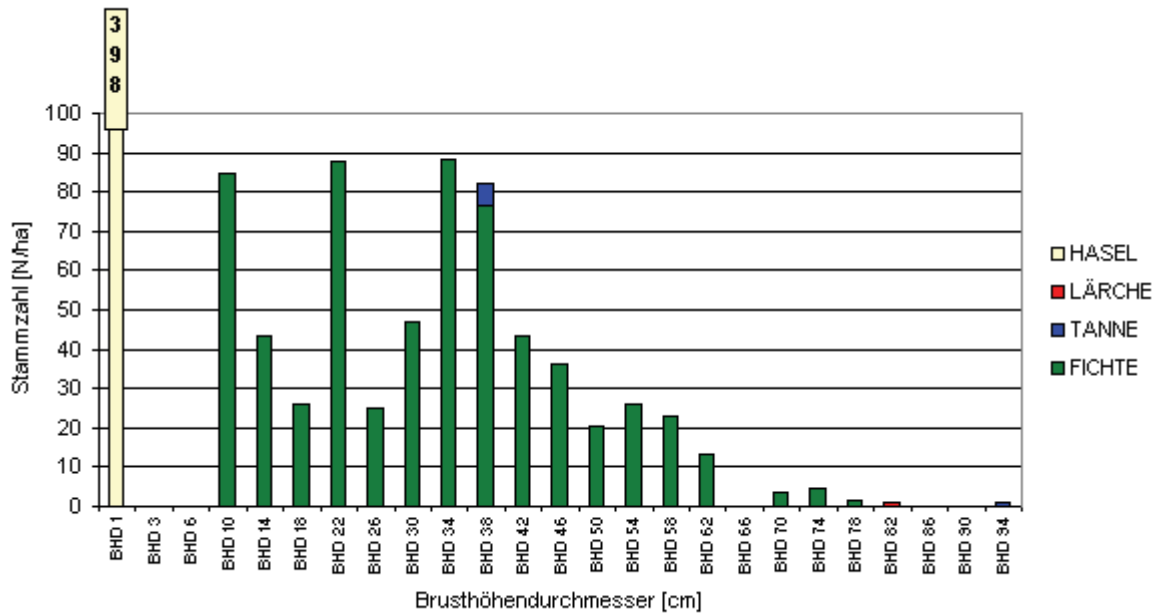


Abbildung 19. Durchmesserverteilung im Bestand B.

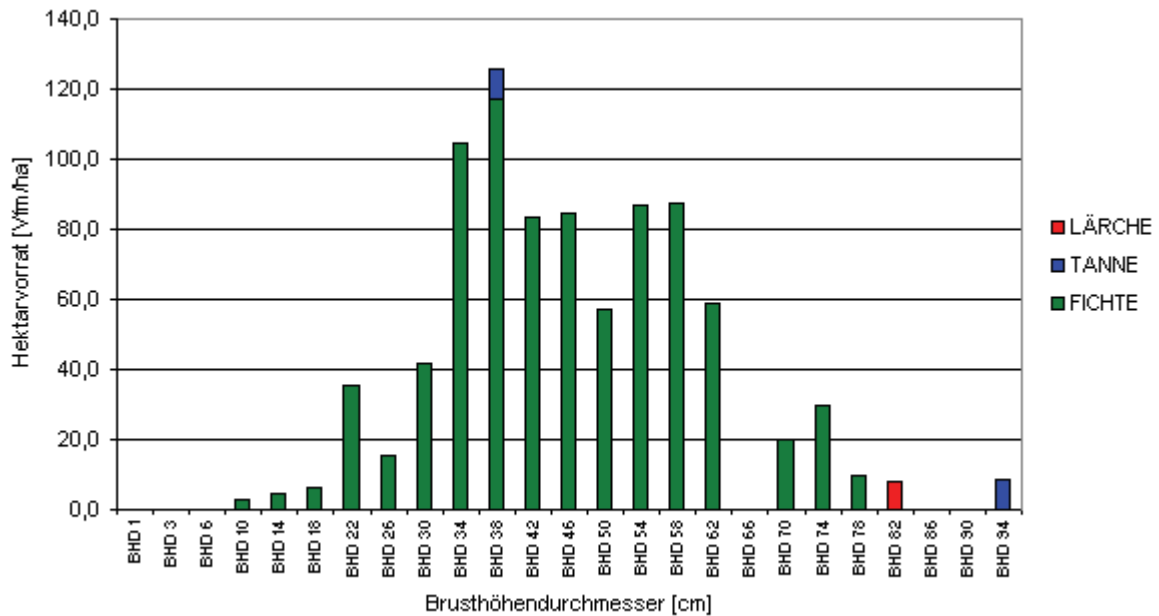


Abbildung 20. Hektarvorrat [Vfm/ha] im Bestand B nach BHD-Klassen.

4.1.3.3 Verjüngung

Im Bestand B gibt es auf genau der Hälfte der Probepunkte Verjüngung (siehe Tabelle 12a). In der Kategorie „Verjüngung erforderlich“ gibt es auf 33% der Punkte (von insgesamt 50%, die in diese Kategorie fallen) Verjüngungspflanzen – jedoch nur von Hasel, wie Tabelle 12b zeigt. Fichte tritt hier auf 17% der Punkte in der Kategorie „Verjüngung nicht erforderlich“ auf. Tanne und Lärche – welche im Altbestand vertreten sind – sowie andere Baumarten, fehlen in der Verjüngungsschicht. Tabelle 12c zeigt die Verteilung der Pflanzen auf die fünf Höhenklassen (HKL). Fichte und Hasel kommen in den ersten drei HKL bis zu einer Höhe von 50cm vor, wobei Fichte in allen drei HKL vertreten ist und Hasel in der ersten HKL (bis 10cm) fehlt. Im Gesamten entfallen 63% der Verjüngungspflanzen auf die zweite HKL (10 bis 30cm), die damit vor der dritten HKL (25% der Pflanzen) mit Abstand die HKL mit den meisten Individuen ist. Im Bestand B tritt auf keinem der 6 Probepunkte Verbiss auf. Der Höhenzuwachs aus dem Jahr 2005 ist für die beiden Arten in Tabelle 12d aufgelistet. Die Werte betragen für Fichte zwischen 2,0 (HKL 3) und 2,5cm (HKL 2) und für Hasel 1,4cm (HKL 2). Die Angabe der Standardabweichung fehlt – wie schon im Bestand A – bei allen HKL, da jeweils nur ein Individuum pro HKL gemessen wurde.

Tabelle 12a. Verjüngungszustand auf den Probepunkten im Bestand B.

Verjüngung	nicht vorhanden	vorhanden	Summe
nicht erforderlich	33%	17%	50%
erforderlich	17%	33%	50%
<i>Summe</i>	50%	50%	100%

Tabelle 12b. Auftretende Baum- und Straucharten in der Verjüngungsschicht (bis 130cm Höhe) auf den Probepunkten im Bestand B.

Verjüngung	Fichte	Hasel
nicht erforderlich	17%	0%
erforderlich	0%	33%
<i>Summe</i>	17%	33%

Tabelle 12c. Mittlere Anzahl von Individuen [N/ha] der einzelnen Baumarten in der Verjüngungsschicht in den fünf Höhenklassen (HKL) im Bestand B.

Verjüngung	Baumart	0-10cm	10-30cm	30-50cm	50-80cm	80-130cm
nicht erforderlich	Fichte	3183	6366	3183	-	-
erforderlich	Hasel	-	4775	1592	-	-
<i>Mittlere Gesamtanzahl in HKL</i>		1061	5305	2122	0	0
<i>Relativer Anteil HKL [%]</i>		13%	63%	25%	0%	0%

Tabelle 12d. Mittlerer Höhenzuwachs [cm] mit Standardabweichung (in Klammer) von den Bäumchen der verschiedenen Baumarten in den fünf Höhenklassen im Bestand B.

Baumart	0-10cm	10-30cm	30-50cm	50-80cm	80-130cm
Fichte	2,20 (---)	2,50 (---)	2,00 (---)	-	-
Hasel	-	1,40 (---)	---	-	-

4.1.4 Bestand C

4.1.4.1 Standort

Der mit 7,89ha flächenmäßig größte Bestand liegt im Nordosten der Aufnahme­fläche (siehe Abbildung 1, Seite 3) in einer Seehöhe von 900 bis 1.100m. Von den sieben Probestellen sind die meisten südsüdostexponiert, die restlichen südexponiert. Die Hangneigung beträgt, abgesehen von einigen Verflachungen, rund 40° (Mittelwert 33°). Die Böden im Bestand C sind sehr unterschiedlich. Es kommen Rohboden und Ranker mit Rohhumusauf­lage und Braunerde mit Moderauf­lage vor.

Die im Durchschnitt 3 bis 15cm (maximal 70cm) erreichende Bodenvegetation bedeckt auf den einzelnen Punkten 20% bis 90% der Fläche (durchschnittlicher Deckungsgrad von 63%). Im tiefer gelegenen Bereich wird sie vor allem von Moosen dominiert. Weitere Pflanzenarten sind:

- Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*)
- Wald-Wachtelweizen (*Melampyrum sylvaticum*)
- Waldmeister (*Galium odoratum*)
- Hasenlattich (*Prenanthes purpurea*)
- Gewöhnliche Waldbinse (*Scirpus sylvaticus*)
- Schlangen-Bärlapp (*Lycopodium annotinum*)
- Gewöhnliche Waldrebe (*Clematis vitalba*)
- Schwarze Heckenkirsche (*Lonicera nigra*)
- Goldrute (*Solidago sp.*)
- Klebriger Salbei (*Salvia glutinosa*)
- Wald-Frauenfarn (*Athyrium filix-femina*)
- Fuchs-Greiskraut (*Senecio ovatus*)
- Sauer­klee (*Oxalis sp.*)
- Nickendes Perlgras (*Melica nutans*)
- Ruprechtskraut (*Geranium robertianum*)
- Wald-Bingelkraut (*Mercurialis perennis*)
- Wald-Hainsimse (*Luzula sylvatica*)
- Woll-Reitgras (*Calamagrostis villosa*)
- Gewöhnlicher Dornfarn (*Dryopteris carthusiana*)
- Rippenfarn (*Blechnum spicant*)
- Adlerfarn (*Pteridium aquilinum*)
- Preiselbeere (*Vaccinium vitis-idaea*)
- Himbeere (*Rubus idaeus*)
- Alpenlattich (*Homogyne alpina*)
- Mauerlattich (*Mycelis muralis*)

4.1.4.2 Biometrische Daten

Die Baumschicht, welche in Brusthöhe ein Alter von 54 bis 158 Jahren erreicht, wird fast ausschließlich von Fichte (mit einem Anteil von 98,8% am Gesamtvorrat) im Bestand gebildet (siehe Abbildung 22). Nur vereinzelt kommt auch Tanne vor. Sie erreicht einen Anteil von 0,3% an der Gesamtstammzahl (Hasel ist nicht berücksichtigt) und 1,2% am Gesamtvorrat (siehe Tabelle 13). Die Abbildung 21 deutet auf eine plenterartige Bestandesstruktur hin. Sowohl die Gesamtstammzahl mit 742 N/ha als auch die Kreisflächendichte mit 54 m²/ha entspricht den Werten der gesamten Projektfläche (761 N/ha bzw. 47 m²/ha). Der Vorrat im Bestand C ist mit 691 Vfm höher als der Durchschnitt (565 Vfm/ha). In der Strauchschicht ist Hasel vertreten (siehe Abbildung 22).

Tabelle 13. Stammzahl, Kreisflächendichte und Vorrat sowie deren Standardabweichung im Bestand C.

Attribute	Fichte		Tanne	
	Stammzahl [N/ha]	+/- 430,6	2	+/- 4,7
Kreisflächendichte [m ² /ha]	53	+/- 18,6	1	+/- 1,5
Vorrat [Vfm/ha]	683	+/- 249,5	8	+/- 20,3

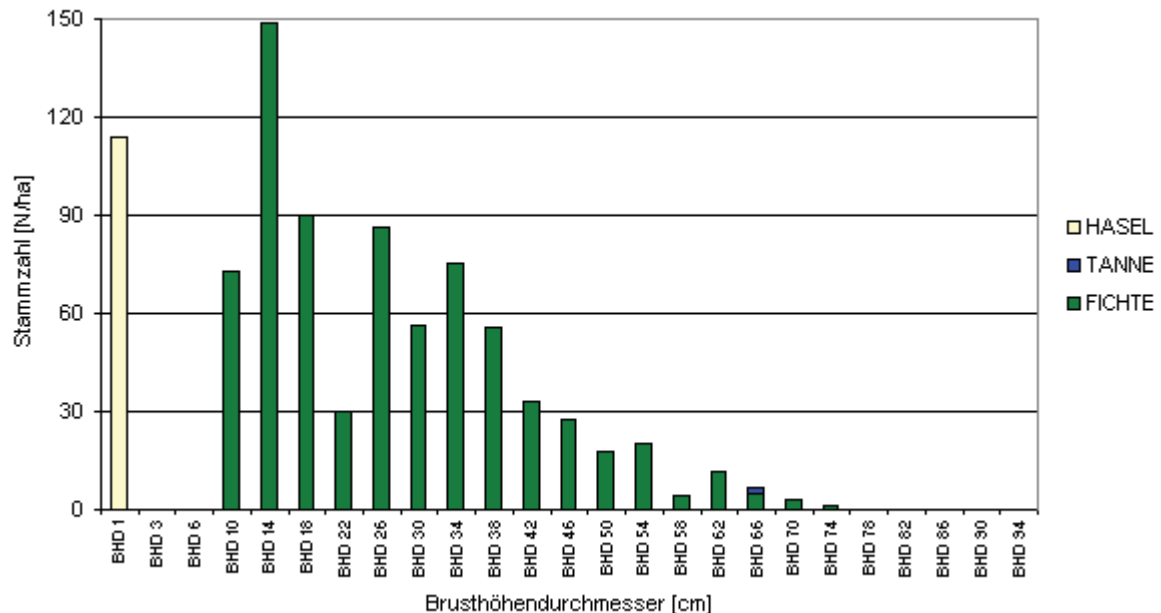


Abbildung 21. Durchmesserverteilung im Bestand C.

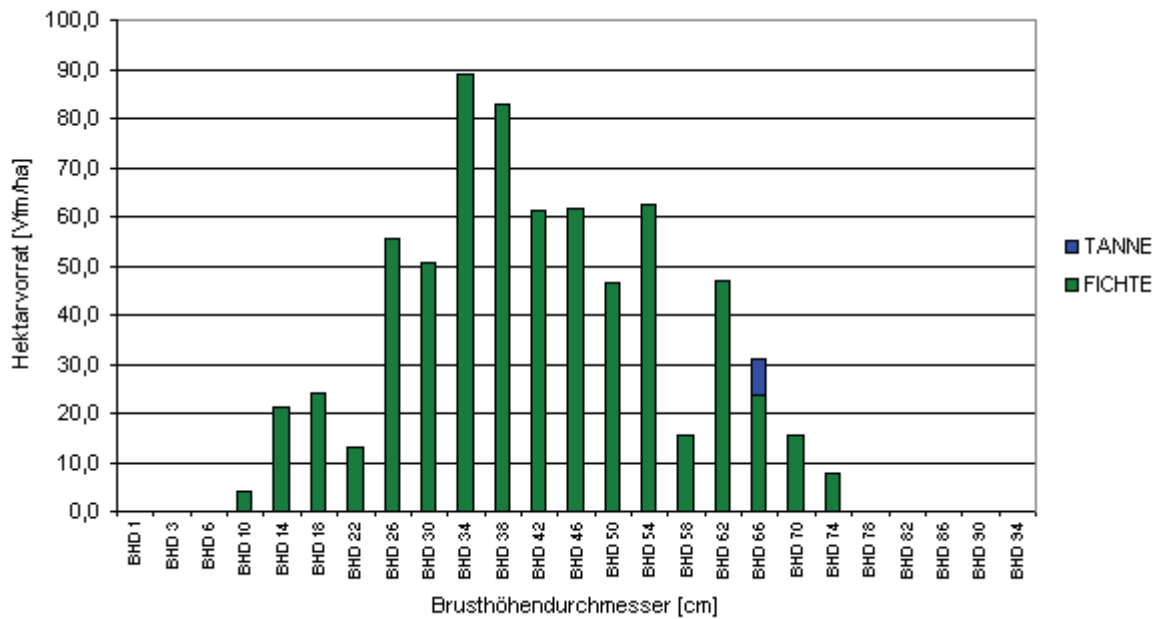


Abbildung 22. Hektarvorrat [Vfm/ha] im Bestand C nach BHD-Klassen.

4.1.4.3 Verjüngung

Tabelle 14a zeigt, dass die Verjüngungssituation im Bestand C sehr gut ist, da kein Probestand in die Kategorien „Verjüngung erforderlich“ und „Nicht vorhanden“ fällt. Es ist zwar nur auf 29% der Punkte Verjüngung erforderlich, insgesamt aber auf 86% vorhanden. Von den Baumarten kommen Fichte und Vogelbeere vor (siehe Tabelle 14b). Ausreichende Stammzahlen sind besonders in der ersten Höhenklasse (HKL) vorhanden. In der zweiten HKL (10 bis 30cm) sind noch beide Arten vertreten, in der vierten HKL (50 bis 80cm) nur mehr Fichte (siehe Tabelle 14c). Weniger erfreulich ist, dass in der vierten HKL im Gesamten zwei Drittel der Fichtenbäumchen verbissen sind. In der Kategorie „Verjüngung erforderlich“ sind sogar alle Individuen der vierten HKL verbissen. Dieser Zustand zeigt sich auch wenn man beachtet, dass auf allen Probeständen mit Verjüngung in der vierten HKL Verbiss auftritt (siehe Tabelle 14d). Der durchschnittliche Höhenzuwachs mit Standardabweichung ist in Tabelle 14e dargestellt. Er beträgt in der ersten HKL für die beiden Baumarten 2,05 (+/- 0,35cm) und 2,3cm (+/- 0,66cm), wobei Fichte den geringeren Zuwachs aufweist. In der zweiten HKL gibt es schon einen größeren Unterschied zwischen dem Wachstum von Fichte (2,35cm; +/- 0,07cm) und Vogelbeere (5,5cm). Der Höhenzuwachs von Fichte in der vierten HKL konnte nur an einem Individuum gemessen werden (deshalb auch keine Angabe der Standardabweichung) und ist mit 2cm noch etwas geringer als der vergleichbare Zuwachs in der ersten HKL.

Tabelle 14a. Verjüngungszustand auf den Probepunkten im Bestand C.

Verjüngung	nicht vorhanden	vorhanden	Summe
nicht erforderlich	14%	57%	71%
erforderlich	0%	29%	29%
<i>Summe</i>	<i>14%</i>	<i>86%</i>	<i>100%</i>

Tabelle 14b. Auftretende Baumarten in der Verjüngungsschicht (bis 130cm Höhe) auf den Probepunkten im Bestand C.

Verjüngung	Fichte	Vogelbeere
nicht erforderlich	29%	29%
erforderlich	14%	14%
<i>Summe</i>	<i>43%</i>	<i>43%</i>

Tabelle 14c. Mittlere Anzahl von Individuen [N/ha] der einzelnen Baumarten in der Verjüngungsschicht in den fünf Höhenklassen (HKL) im Bestand C.

Verjüngung	Baumart	0-10cm	10-30cm	30-50cm	50-80cm	80-130cm
nicht erforderlich	Fichte	20690	3183	-	1415	-
	Vogelbeere	11141	-	-	-	-
erforderlich	Fichte	9549	3183	-	1415	-
	Vogelbeere	3183	3183	-	-	-
<i>Mittlere Gesamtanzahl in HKL</i>		<i>12732</i>	<i>2122</i>	<i>0</i>	<i>707</i>	<i>0</i>
<i>Relativer Anteil HKL [%]</i>		<i>82%</i>	<i>14%</i>	<i>0%</i>	<i>5%</i>	<i>0%</i>

Tabelle 14d. Verbissprozente der einzelnen Baumarten in der Verjüngungsschicht in den fünf Höhenklassen (HKL) und Anzahl der Probepunkte in HKL mit Verbiss [%] im Bestand C.

Verjüngung	Baumart	0-10cm	10-30cm	30-50cm	50-80cm	80-130cm
nicht erforderlich	Fichte	0%	0%	-	50%	-
	Vogelbeere	0%	-	-	-	-
erforderlich	Fichte	0%	0%	-	100%	-
	Vogelbeere	0%	0%	-	-	-
<i>Mittleres Verbissprozent in HKL</i>		<i>0%</i>	<i>0%</i>	<i>-</i>	<i>67%</i>	<i>-</i>
<i>Punkte in HKL mit Verbiss [%]</i>		<i>0%</i>	<i>0%</i>	<i>-</i>	<i>100%</i>	<i>-</i>

Tabelle 14e. Mittlerer Höhenzuwachs [cm] mit Standartabweichung (in Klammer) von den Bäumchen der verschiedenen Baumarten in den fünf Höhenklassen im Bestand C.

Baumart	0-10cm	10-30cm	30-50cm	50-80cm	80-130cm
Fichte	2,05 (+/- 0,35)	2,35 (+/- 0,07)	-	2,00 (---)	-
Vogelbeere	2,30 (+/- 0,66)	5,50 (---)	-	-	-

4.1.5 Bestand D

4.1.5.1 Standort

Der Bestand D befindet sich im Südosten des Projektgebietes (siehe Abbildung 1, Seite 3) auf einer Seehöhe von 700 bis 900m und hat eine Fläche von 5,88ha. Die sechs Aufnahmepunkte sind alle südsüdostexponiert und weisen eine mittlere Hangneigung von 39° (25° bis 45°) auf. Vorherrschender Bodentyp im Bestand ist eine Braunerde mit Moderauflage.

Die Bodenvegetation erreicht einen Deckungsgrad von 77% im Mittel (60% bis 95% auf den einzelnen Probepunkten) und wird bei einem Maximalwert von 70cm im Durchschnitt 5 bis 20cm hoch. Neben Moosen und Farnen sind folgende Arten vertreten:

- Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*)
- Wald-Wachtelweizen (*Melampyrum sylvaticum*)
- Schlangen-Bärlapp (*Lycopodium annotinum*)
- Braunwurz (*Scrophularia sp.*)
- Waldmeister (*Galium odoratum*)
- Hasenlattich (*Prenanthes purpurea*)
- Glockenblume (*Campanula sp.*)
- Himbeere (*Rubus idaeus*)
- Waldvögelein (*Cephalanthera sp.*)
- Grauer Alpendost (*Adenostyles alliariae*)
- Nickendes Perlgras (*Melica nutans*)
- Wald-Reitgras (*Calamagrostis arundinacea*)

4.1.5.2 Biometrische Daten

In der Baumschicht kommt ausschließlich Fichte vor. Sie erreicht ein Alter von 69 bis 155 Jahren (in Brusthöhe). Die Kreisflächendichte entspricht mit 43 m²/ha dem Vergleichswert für die gesamte Projektfläche (46 m²/ha). Die Stammzahl (599 N/ha) liegt unter dem Durchschnittswert der Gesamtfläche (751 N/ha) und auch der Vorrat (497 Vfm/ha) erreicht den Wert der Gesamtfläche mit 558 Vfm/ha nicht (siehe Tabelle 15). Wie schon im Bestand A konzentriert sich der Vorrat auf die mittleren Durchmesserbereiche von 36 bis 48cm (siehe Abbildung 24). In der Strauchschicht ist die Hasel mit 928 Individuen am Hektar stark vertreten (siehe Abbildung 23).

Tabelle 15. Stammzahl, Kreisflächendichte und Vorrat sowie deren Standardabweichung im Bestand D.

Attribute	Fichte	
Stammzahl [N/ha]	599	+/- 392,2
Kreisflächendichte [m ² /ha]	43	+/- 10,6
Vorrat [Vfm/ha]	497	+/- 113,8

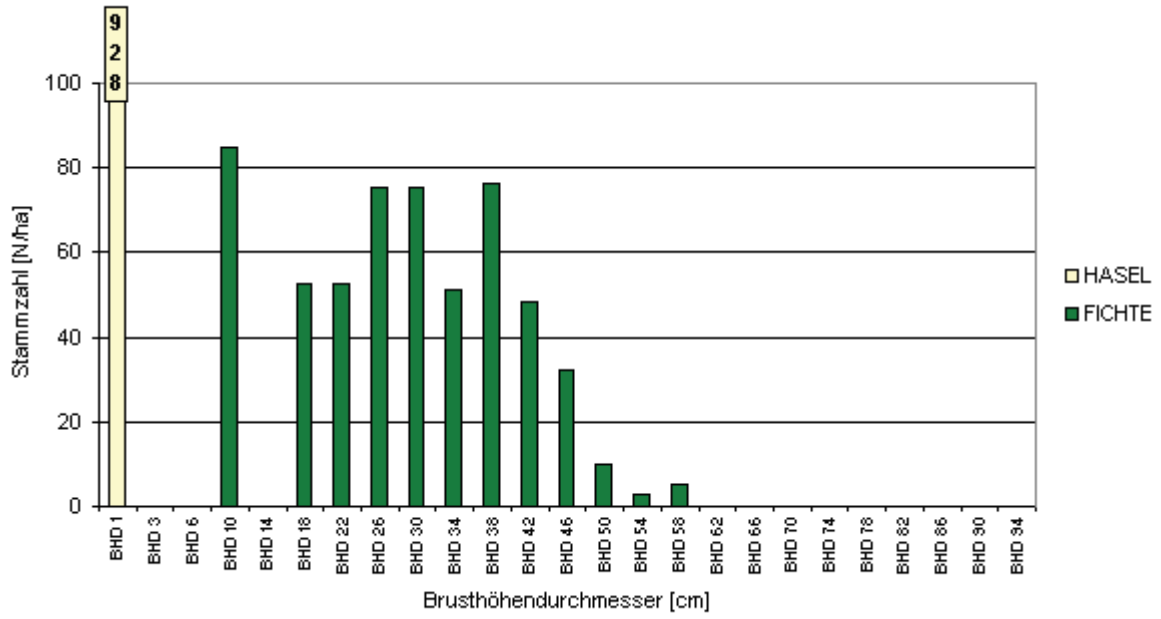


Abbildung 23. Durchmesserverteilung im Bestand D.

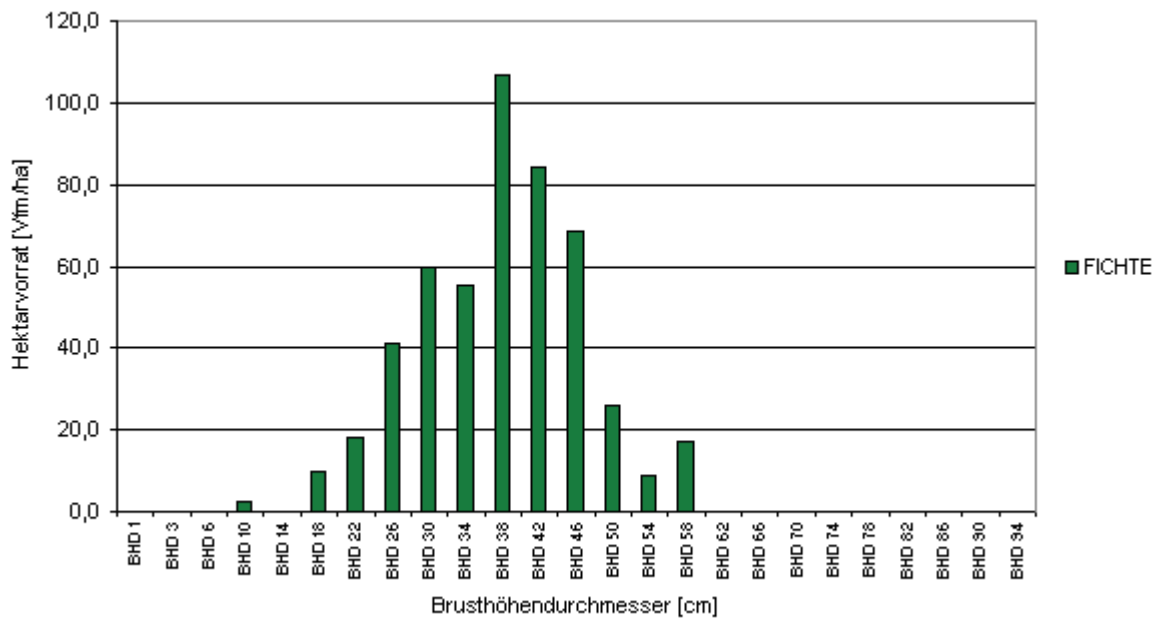


Abbildung 24. Hektarvorrat [Vfm/ha] im Bestand D nach BHD-Klassen.

4.1.5.3 Verjüngung

Im Bestand D ist auf zwei Drittel der Probepunkte Verjüngung erforderlich, wobei genau auf der Hälfte dieser Punkte (33%) Verjüngungspflanzen vorhanden sind. Zusätzlich tritt Verjüngung noch bei 17% der Punkte auf (siehe Tabelle 16a). Von den Arten kommen in der Kategorie „Verjüngung erforderlich“ auf 17% der Punkte Fichte und Hasel gemeinsam vor und auf weiteren 17% tritt nur Fichte auf, die damit auf der Hälfte (33% von 67%) der Punkte dieser Kategorie vorkommt. In der Verjüngungsnotwendigkeits-Kategorie „Nicht erforderlich“ gibt es auf 17% der Probepunkte Verjüngung, die aus Fichte und Hasel besteht (siehe Tabelle 16b). Die Stammzahl ist besonders für Fichte in der ersten Höhenklasse (HKL) in der Kategorie „Verjüngung erforderlich“ sehr hoch. Im Unterschied zu den anderen Beständen kommen im Bestand D in allen Höhenklassen Verjüngungspflanzen vor. Fichte tritt – bis auf die dritte HKL – in allen HKL auf. Hasel findet man in der zweiten, dritten und vierten HKL. Insgesamt sind die oberen HKL nur sehr schwach besetzt: 3% der gesamten Verjüngungspflanzen entfallen auf die vierte HKL und weitere 2% auf die fünfte HKL. Hingegen sind in der ersten HKL gleich 73% und in der zweiten HKL 15% der Pflanzen zu finden (siehe Tabelle 16c). Verbiss tritt auf keinem der Probepunkte im Bestand auf. Der Höhenzuwachs vom Jahr 2005, welcher für beide Arten in Tabelle 16d aufgelistet ist und ab der zweiten HKL jeweils nur bei einem Individuum pro Art gemessen wurde (deshalb hier auch keine Standardabweichung), beträgt für Fichte in der ersten HKL 2,17cm (+/- 0,4cm). Er weist in der zweiten HKL nur eine leichte Steigerung auf (2,5cm), verdoppelt sich dann aber in der vierten HKL auf 5cm. In der fünften HKL gibt es nur mehr eine leichte Zunahme auf 6,5cm. Den selben Trend weist auch die Hasel auf. Ihr Wachstum erreicht in der zweiten HKL 4cm, in der dritten HKL 6cm und in der vierten HKL mit 9cm mehr als doppelt so viel wie in der zweiten HKL.

Tabelle 16a. Verjüngungszustand auf den Probepunkten im Bestand D.

Verjüngung	nicht vorhanden	vorhanden	Summe
nicht erforderlich	17%	17%	33%
erforderlich	33%	33%	67%
<i>Summe</i>	50%	50%	100%

Tabelle 16b. Auftretende Baum- und Straucharten in der Verjüngungsschicht (bis 130cm Höhe) auf den Probepunkten im Bestand D.

Verjüngung	Fichte	Hasel
nicht erforderlich	17%	17%
erforderlich	33%	17%
<i>Summe</i>	50%	33%

Tabelle 16c. Mittlere Anzahl von Individuen [N/ha] der einzelnen Baumarten in der Verjüngungsschicht in den fünf Höhenklassen (HKL) im Bestand D.

Verjüngung	Baumart	0-10cm	10-30cm	30-50cm	50-80cm	80-130cm
nicht erforderlich	Fichte	9549	-	-	-	-
	Hasel	-	3183	6366	-	-
erforderlich	Fichte	27056	4775	-	707	707
	Hasel	-	-	-	1415	-
<i>Mittlere Gesamtanzahl in HKL</i>		<i>21221</i>	<i>4244</i>	<i>2122</i>	<i>943</i>	<i>472</i>
<i>Relativer Anteil HKL [%]</i>		<i>73%</i>	<i>15%</i>	<i>7%</i>	<i>3%</i>	<i>2%</i>

Tabelle 16d. Mittlerer Höhenzuwachs [cm] mit Standartabweichung (in Klammer) von den Bäumchen der verschiedenen Baumarten in den fünf Höhenklassen im Bestand D.

Baumart	0-10cm	10-30cm	30-50cm	50-80cm	80-130cm
Fichte	2,17 (+/- 0,40)	2,50 (---)	-	5,00 (---)	6,50 (---)
Hasel	-	4,00 (---)	6,00 (---)	9,00 (---)	-

4.1.6 Bestand E

4.1.6.1 Standort

Der 4,96 Hektar große Bestand E liegt zwischen 680 und 900m Seehöhe im Süden der Aufnahmefläche (siehe Abbildung 1, Seite 3) und ist südsüdost- bis südexponiert. Die durchschnittliche Hangneigung auf den vier Probepunkten beträgt 38° (34° bis 45° auf den einzelnen Punkten). Als Bodentypen sind Rohboden mit Rohhumusaufgabe und Ranker mit Moder- oder Rohhumusaufgabe vertreten.

In der Bodenvegetation sind neben Moosen folgende Arten vertreten:

- Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*)
- Wald-Wachtelweizen (*Melampyrum sylvaticum*)
- Rippenfarn (*Blechnum spicant*)
- Himbeere (*Rubus idaeus*)
- Fuchs-Greiskraut (*Senecio ovatus*)
- Wald-Reitgras (*Calamagrostis arundinacea*)

Diese Arten erreichen einen durchschnittlichen Deckungsgrad von 75% (50% bis 90% auf den einzelnen Punkten). Die durchschnittliche Höhe beträgt 3 bis 15cm, der Maximalwert 70cm.

4.1.6.2 Biometrische Daten

Der Hauptbestand, in welchem neben Fichte vereinzelt auch Tanne (2,6% des stehenden Vorrates) auftritt, erreicht in Brusthöhe ein Alter zwischen 150 und 180 Jahren. Einige biometrische Kennzahlen samt deren Standartabweichung sind aus Tabelle 17 zu entnehmen. Der Bestand E weist eine plenterförmige Struktur auf, die

sich durch abnehmende Stammzahlen mit zunehmendem Durchmesser charakterisiert. Jedoch findet man in zwei BHD-Klassen im Durchmesserbereich von 12 bis 20cm keine Bäume (siehe Abbildung 25). 88% des Vorrates im Bestand verteilen sich recht gleichmäßig auf den Durchmesserbereich zwischen 20 und 60cm (siehe Abbildung 26). Die gesamte Kreisflächendichte (42 m²/ha) ist etwas geringer als der Mittelwert für die Gesamtfläche (48 m²/ha, Wert inklusive Hasel). Die Stammzahl (804 N/ha) erreicht trotz des relativ hohen Wertes der Hasel in der BHD-Klasse 4 bis 8cm nur einen unterdurchschnittlichen Wert, wenn man beim Bestandesmittel die Hasel berücksichtigt (1304 N/ha). Der Vorrat im Bestand E erreicht mit 495 Vfm/ha fast den selben Wert wie im Bestand D. In der Strauchschicht tritt Hasel zahlenmäßig sehr stark auf (siehe Abbildung 25).

Tabelle 17. Stammzahl, Kreisflächendichte und Vorrat sowie deren Standardabweichung im Bestand E.

Attribute	Fichte		Tanne		Hasel	
	Stammzahl [N/ha]	Kreisflächendichte [m ² /ha]	Vorrat [Vfm/ha]	Standardabweichung	Stammzahl [N/ha]	Standardabweichung
Stammzahl [N/ha]	567	+/- 584,7	4	+/- 7,8	233	+/- 465,0
Kreisflächendichte [m ² /ha]	40	+/- 23,6	1	+/- 2,0	1	+/- 2,0
Vorrat [Vfm/ha]	480	+/- 279,7	13	+/- 25,9	2	+/- 4,7

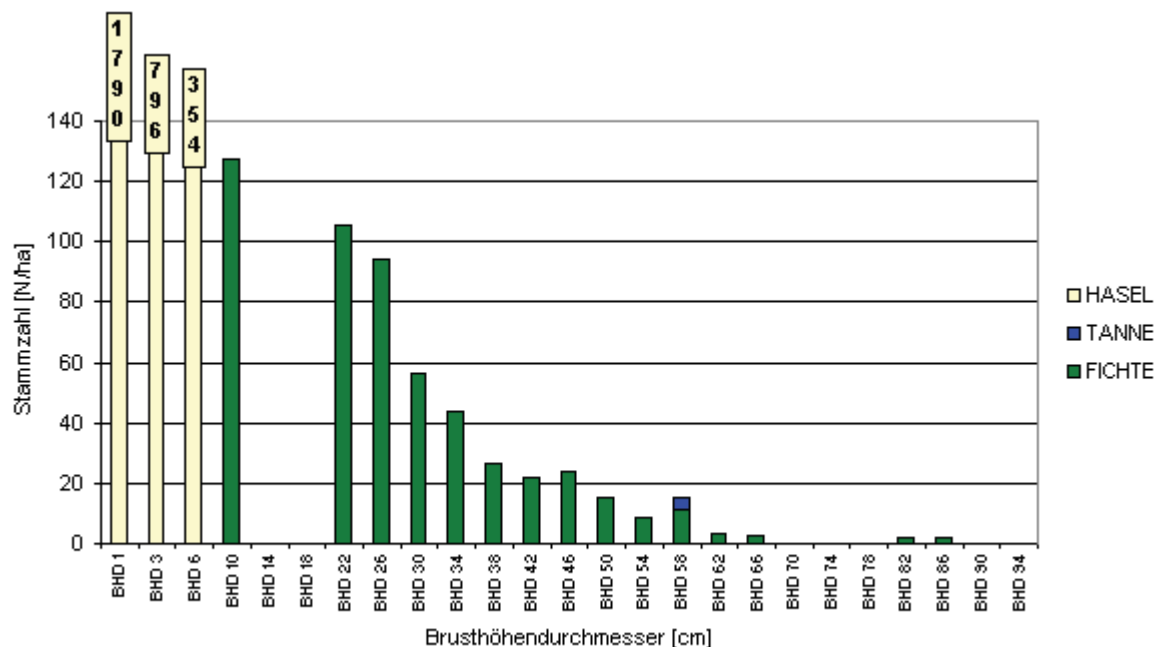


Abbildung 25. Durchmesserverteilung im Bestand E.

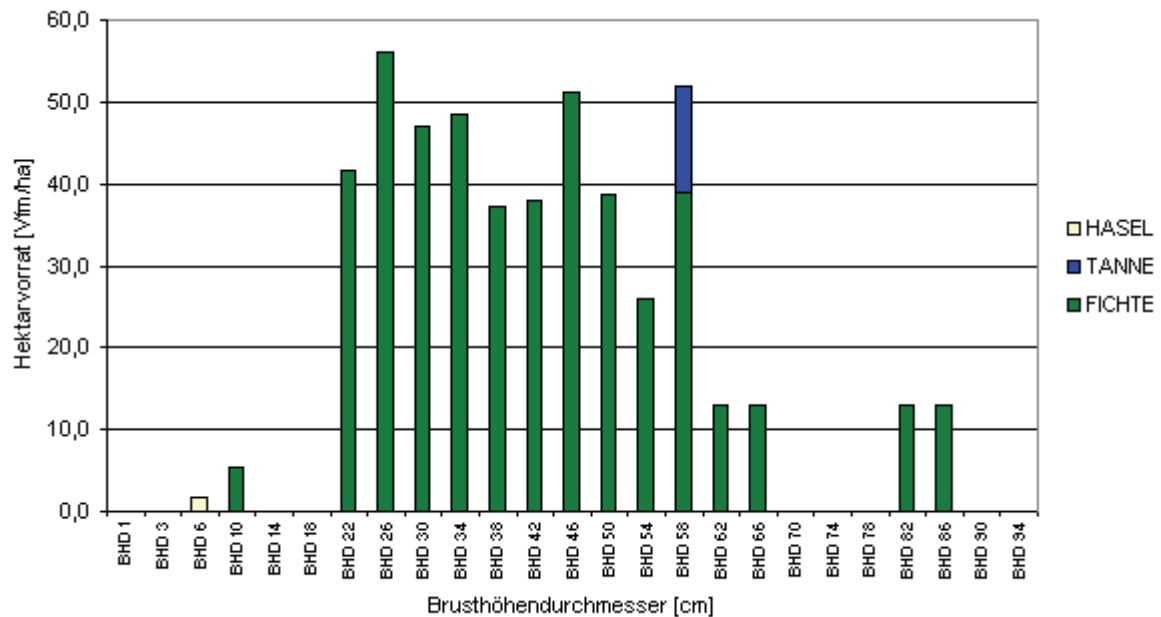


Abbildung 26. Hektarvorrat [Vfm/ha] im Bestand E nach BHD-Klassen.

4.1.6.3 Verjüngung

Tabelle 18a zeigt den Verjüngungszustand im Bestand E. Von den 75% der Probestellen im Bestand, wo Verjüngung erforderlich wäre, ist sie nur auf 25% der Punkte vorhanden. Auf den restlichen 50% in dieser Kategorie ist keine Verjüngung vorhanden. In Tabelle 18b sind die Baumarten, die auf den Punkten der jeweiligen Verjüngungsnotwendigkeits-Kategorie vorkommen, aufgelistet. Auf dem Probestellen der Kategorie „Verjüngung nicht erforderlich“ kommt Fichte gemeinsam mit Tanne vor. Während Tanne nur in der ersten Höhenklasse (HKL) vertreten ist, kommt Fichte zusätzlich noch in der zweiten HKL und vierten HKL vor (siehe Tabelle 18c). In der Kategorie „Verjüngung erforderlich“ sind Fichte und Vogelbeere gemeinsam – jeweils nur in der ersten HKL – vertreten. Die Anzahl der Verjüngungspflanzen ist in der ersten HKL bei allen Baumarten relativ hoch und so entfallen 89% der Individuen in der Verjüngung auf diese HKL. Verbiss wurde auf keinem der Probestellen im Bestand festgestellt. Der Höhenzuwachs samt Standardabweichung ist in Tabelle 18d aufgelistet. Außer bei Fichte in der ersten HKL wurde er für eine Baumart jeweils nur an einem Individuum in einer HKL gemessen. Deshalb kann für diese Werte auch keine Standardabweichung angegeben werden. Wie auch in anderen Beständen, sieht man den für alle Baumarten sehr niedrigen Zuwachs (1,7cm für Vogelbeere und jeweils 2cm für Fichte und Tanne) in der ersten HKL.

Tabelle 18a. Verjüngungszustand auf den Probestellen im Bestand E.

Verjüngung	nicht vorhanden	vorhanden	Summe
nicht erforderlich	0%	25%	25%
erforderlich	50%	25%	75%
Summe	50%	50%	100%

Tabelle 18b. Auftretende Baumarten in der Verjüngungsschicht (bis 130cm Höhe) auf den Probepunkten im Bestand E.

Verjüngung	Fichte	Tanne	Vogelbeere
nicht erforderlich	25%	25%	0%
erforderlich	25%	0%	25%
<i>Summe</i>	<i>50%</i>	<i>25%</i>	<i>25%</i>

Tabelle 18c. Mittlere Anzahl von Individuen [N/ha] der einzelnen Baumarten in der Verjüngungsschicht in den fünf Höhenklassen (HKL) im Bestand E.

Verjüngung	Baumart	0-10cm	10-30cm	30-50cm	50-80cm	80-130cm
nicht erforderlich	Fichte	12732	3183	-	1415	-
	Tanne	3183	-	-	-	-
erforderlich	Fichte	12732	-	-	-	-
	Vogelbeere	9549	-	-	-	-
<i>Mittlere Gesamtanzahl in HKL</i>		<i>19099</i>	<i>1592</i>	<i>0</i>	<i>707</i>	<i>0</i>
<i>Relativer Anteil HKL [%]</i>		<i>89%</i>	<i>7%</i>	<i>0%</i>	<i>3%</i>	<i>0%</i>

Tabelle 18d. Mittlerer Höhenzuwachs [cm] mit Standartabweichung (in Klammer) von den Bäumchen der verschiedenen Baumarten in den fünf Höhenklassen im Bestand E.

Baumart	0-10cm	10-30cm	30-50cm	50-80cm	80-130cm
Fichte	2,00 (+/- 0,00)	3,00 (---)	-	4,00 (---)	-
Tanne	2,00 (---)	-	-	-	-
Vogelbeere	1,70 (---)	-	-	-	-

4.1.7 Bestand F

4.1.7.1 Standort

Der Bestand F befindet sich im Südosten des Projektgebietes (siehe Abbildung 1, Seite 3) und liegt zwischen 690 und 900m Seehöhe. Er ist 5,46 Hektar groß und wird von einer haselbestockten Rinne, die 15 bis 30m breit ist und als eigener Bestand (L) ausgeschieden wurde, durchschnitten. Die sechs Probepunkte sind südsüdost-exponiert und weisen eine Hangneigung von 33° bis 48° auf (Mittelwert 43°). Neben einer Braunerde mit Moderauflage, die als vorherrschender Bodentyp im Bestand auftritt, wurden auch Rohboden und Ranker mit Rohhumusauflage gefunden.

Die Bodenvegetation erreicht einen Deckungsgrad von 30% bis 90% (Mittelwert 65%) und eine Höhe von durchschnittlich 3 bis 20cm.

Neben Moosen und Gräsern besteht sie aus folgenden Arten:

- Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*)
- Wald-Wachtelweizen (*Melampyrum sylvaticum*)
- Rippenfarn (*Blechnum spicant*)
- Keulen-Bärlapp (*Lycopodium clavatum*)
- Fuchs-Greiskraut (*Senecio ovatus*)
- Brombeere (*Rubus sp.*)
- Efeu (*Hedera helix*)
- Lattich (*Lactuca sp.*)
- Echter Wurmfarfarn (*Dryopteris filix-mas*)
- Adlerfarn (*Pteridium aquilinum*)

Die maximal erreichte Höhe ist gleich wie in den Beständen C, D und E (70cm).

4.1.7.2 Biometrische Daten

In der Baumschicht kommt nur Fichte vor und erreicht in Brusthöhe ein Alter zwischen 73 und 177 Jahren. Sowohl die Kreisflächendichte von 51 m²/ha als auch der Vorrat von 638 Vfm/ha übertreffen den Durchschnittswert der Gesamtfläche (46 m²/ha bzw. 558 Vfm/ha). Nur die Stammzahl ist mit 444 N/ha deutlich geringer als der Vergleichswert von 751 N/ha (siehe Tabelle 19). Der Vorrat wird fast ausschließlich von Bäumen in den BHD-Klassen von 28 bis 60cm gebildet (siehe Abbildung 28). Im Unterwuchs, in dem Hasel wie im Bestand E sehr stark vertreten ist, wurde auch Fichte gefunden (siehe Abbildung 27).

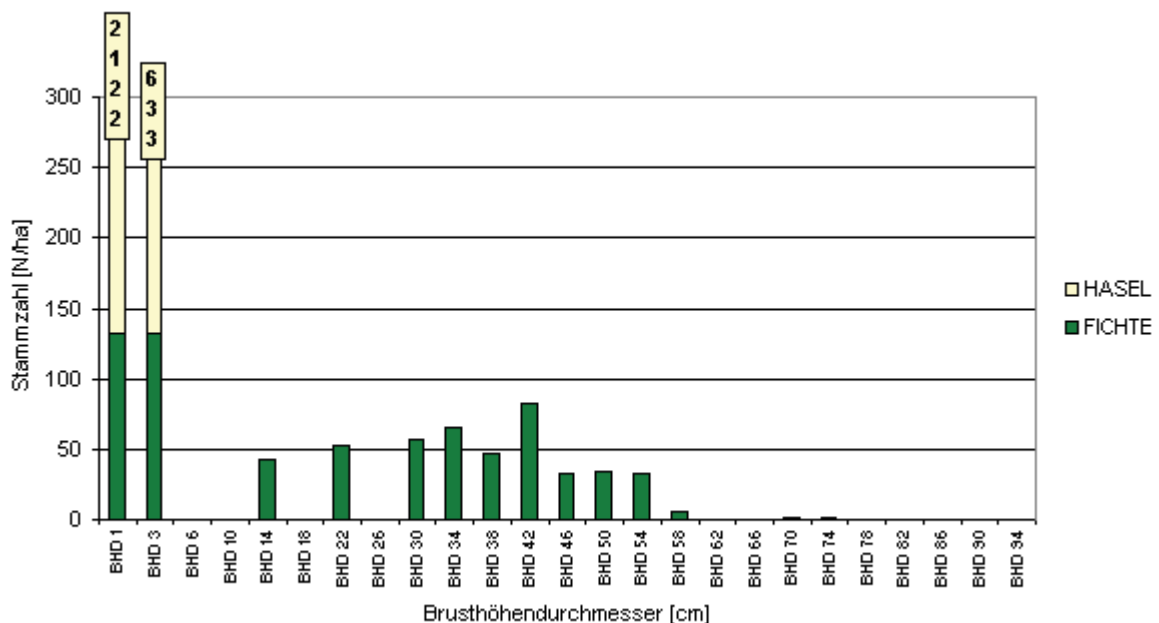


Abbildung 27. Durchmesserverteilung im Bestand F.

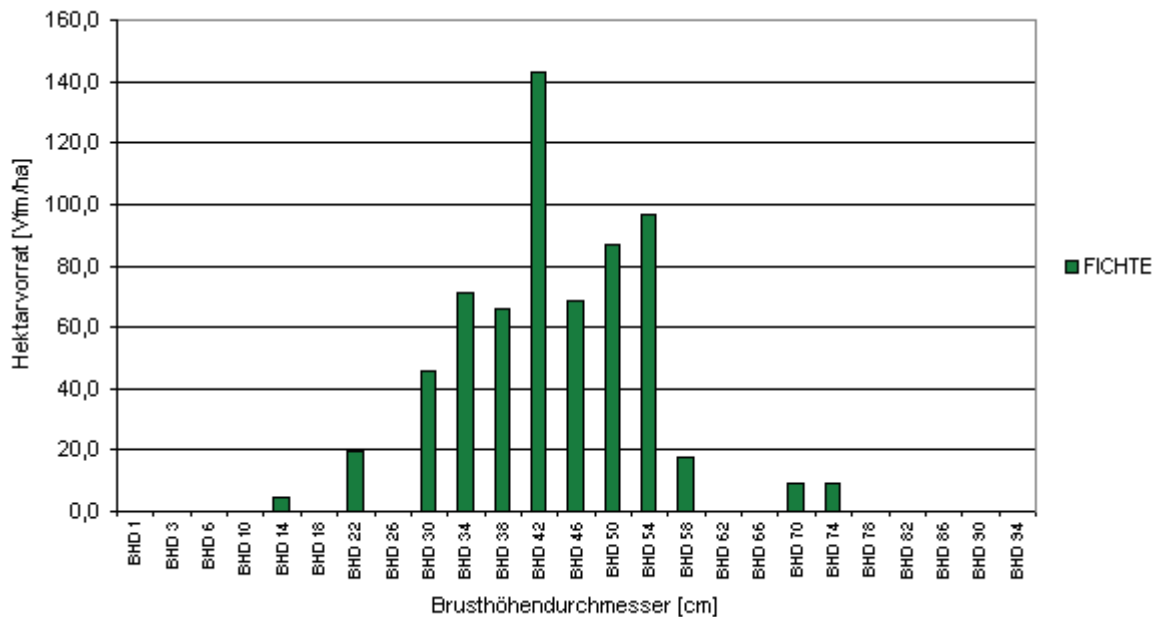


Abbildung 28. Hektarvorrat [Vfm/ha] im Bestand F nach BHD-Klassen.

Tabelle 19. Stammzahl, Kreisflächendichte und Vorrat sowie deren Standardabweichung im Bestand F.

Attribute	Fichte	
Stammzahl [N/ha]	444	+/- 206,7
Kreisflächendichte [m ² /ha]	51	+/- 7,3
Vorrat [Vfm/ha]	638	+/- 72,7

4.1.7.3 Verjüngung

Im Bestand F konnte auf allen Probepunkten Verjüngung festgestellt werden. Diese ist auf zwei Drittel der Punkte auch erforderlich (siehe Tabelle 20a). Von den Baumarten kommt Fichte auf allen Probepunkten im Bestand vor. Zusätzlich treten vereinzelt (jeweils auf 17% der Punkte im Bestand) Tanne, Vogelbeere und Hasel auf (siehe Tabelle 20b). Die Verteilung auf die einzelnen Höhenklassen (HKL) kann aus Tabelle 20c entnommen werden. Fichte und Hasel treten in den ersten beiden HKL (bis 30cm) auf – Tanne und Vogelbeere sind nur in der ersten HKL (bis 10cm) anzutreffen. Von den gesamten Verjüngungspflanzen entfallen 70% auf die erste HKL und 30% auf die zweite HKL. Im Bestand F wurde auf der Hälfte der Punkte Verbiss festgestellt. In der zweiten HKL sind insgesamt 33% der Fichtenbäuchen verbissen (siehe Tabelle 20d). Der mittlere Höhenzuwachs vom Jahr 2005 beträgt für Fichte 1,94cm (+/- 0,49cm) in der ersten HKL und 2,4cm (+/- 0,85cm) in der zweiten HKL. Tanne erreicht in der ersten HKL mit 2,1cm einen mit Fichte vergleichbaren Zuwachs, den Hasel mit 4,2cm verdoppeln kann. Bei den zuletzt genannten Werten fand die Messung nur an einem repräsentativen Individuum statt. Aus diesem Grund fehlt die dazugehörige Standardabweichung (siehe Tabelle 20e).

Tabelle 20a. Verjüngungszustand auf den Probepunkten im Bestand F.

Verjüngung	nicht vorhanden	vorhanden	Summe
nicht erforderlich	0%	33%	33%
erforderlich	0%	67%	67%
<i>Summe</i>	<i>0%</i>	<i>100%</i>	<i>100%</i>

Tabelle 20b. Auftretende Baum- und Straucharten in der Verjüngungsschicht (bis 130cm Höhe) auf den Probepunkten im Bestand F.

Verjüngung	Fichte	Tanne	Vogelbeere	Hasel
nicht erforderlich	33%	17%	0%	17%
erforderlich	67%	0%	17%	0%
<i>Summe</i>	<i>100%</i>	<i>17%</i>	<i>17%</i>	<i>17%</i>

Tabelle 20c. Mittlere Anzahl von Individuen [N/ha] der einzelnen Baumarten in der Verjüngungsschicht in den fünf Höhenklassen (HKL) im Bestand F.

Verjüngung	Baumart	0-10cm	10-30cm	30-50cm	50-80cm	80-130cm
nicht erforderlich	Fichte	6366	1592	-	-	-
	Tanne	3183	-	-	-	-
	Hasel	3183	3183	-	-	-
erforderlich	Fichte	5570	3183	-	-	-
	Vogelbeere	3183	-	-	-	-
<i>Mittlere Gesamtanzahl in HKL</i>		<i>7427</i>	<i>3183</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
<i>Relativer Anteil HKL [%]</i>		<i>70%</i>	<i>30%</i>	<i>0%</i>	<i>0%</i>	<i>0%</i>

Tabelle 20d. Verbissprozente der einzelnen Baumarten in der Verjüngungsschicht in den fünf Höhenklassen (HKL) und Anzahl der Probepunkte in HKL mit Verbiss [%] im Bestand F.

Verjüngung	Baumart	0-10cm	10-30cm	30-50cm	50-80cm	80-130cm
nicht erforderlich	Fichte	0%	100%	-	-	-
	Tanne	0%	-	-	-	-
	Hasel	0%	0%	-	-	-
erforderlich	Fichte	0%	25%	-	-	-
	Vogelbeere	0%	-	-	-	-
<i>Mittleres Verbissprozent in HKL</i>		<i>0%</i>	<i>33%</i>	<i>-</i>	<i>-</i>	<i>-</i>
<i>Punkte in HKL mit Verbiss [%]</i>		<i>0%</i>	<i>50%</i>	<i>-</i>	<i>-</i>	<i>-</i>

Tabelle 20e. Mittlerer Höhenzuwachs [cm] mit Standardabweichung (in Klammer) von den Bäumchen der verschiedenen Baumarten in den fünf Höhenklassen im Bestand F.

Baumart	0-10cm	10-30cm	30-50cm	50-80cm	80-130cm
Fichte	1,94 (+/- 0,49)	2,40 (+/- 0,85)	-	-	-
Tanne	2,10 (---)	-	-	-	-
Vogelbeere	---	-	-	-	-
Hasel	4,20 (---)	5,50 (---)	-	-	-

4.1.8 Bestand G

4.1.8.1 Standort

Der 1,22ha große Bestand G liegt im Nordwesten der Aufnahme­fläche und verläuft quer zum Hang auf einer Seehöhe von 1.070 bis 1.130m (Abbildung 1, Seite 3). Die drei Probepunkte sind südost- bis südsüdostexponiert und sind 20° bis 45° (im Mittel 33°) geneigt. Als Bodentyp kommt eine Braunerde mit Moderauflage (auch Mull/Moderauflage) vor.

Die Bodenvegetation erreicht – verglichen mit den Altholzbeständen A, B, C, D, E und F – einen geringeren Deckungsgrad (15% bis 60%, im Mittel 32%). Die erreichte Höhe der Pflanzen ist vergleichbar (mittlere Werte 3 bis 20cm, maximal 80cm). Von den Arten sind neben den Moosen folgende vertreten:

- Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*)
- Wald-Wachtelweizen (*Melampyrum sylvaticum*)
- Wald-Erdbeere (*Fragaria vesca*)
- Veilchen (*Viola sp.*)
- Adlerfarn (*Pteridium aquilinum*)
- Woll-Reitgras (*Calamagrostis villosa*)
- Klebriger Salbei (*Salvia glutinosa*)
- Hasenlattich (*Prenanthes purpurea*)
- Sauerklee (*Oxalis sp.*)
- Schwarze Heckenkirsche (*Lonicera nigra*)
- Goldrute (*Solidago sp.*)
- Wald-Bingelkraut (*Mercurialis perennis*)
- Wald-Frauenfarn (*Athyrium filix-femina*)
- Alpendost (*Adenostyles sp.*)

4.1.8.2 Biometrische Daten

Im Hauptbestand kommt neben Fichte vereinzelt auch noch Bergahorn vor, der einen Anteil von 2,6% am Gesamtvorrat im Bestand erreicht (siehe Tabelle 21). In Brusthöhe wird ein Alter von 18 bis 100 Jahren erreicht. Im Gegensatz zu den Altholzbeständen A bis F findet man keine Hasel in der Strauchsschicht (siehe Abbildung 29). Wie für einen dickungs-/stangenholzartigen Bestand erwartet, erreicht die Stammzahl (im gesamten 3883 N/ha) einen überdurchschnittlichen, der stehende Vorrat (272 Vfm/ha) einen unterdurchschnittlichen Wert verglichen mit den

Mittelwerten der Gesamtfläche. Rund zwei Drittel vom Vorrat (66%) konzentriert sich auf die BHD-Klassen von 8 bis 20cm (siehe Abbildung 30).

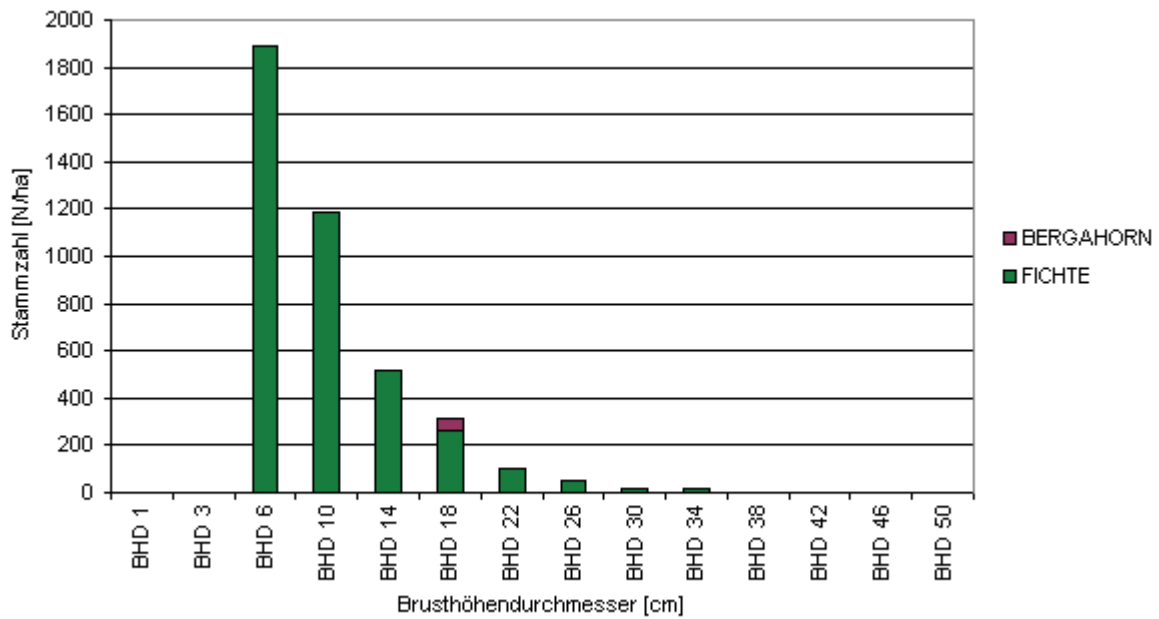


Abbildung 29. Durchmesserverteilung im Bestand G.

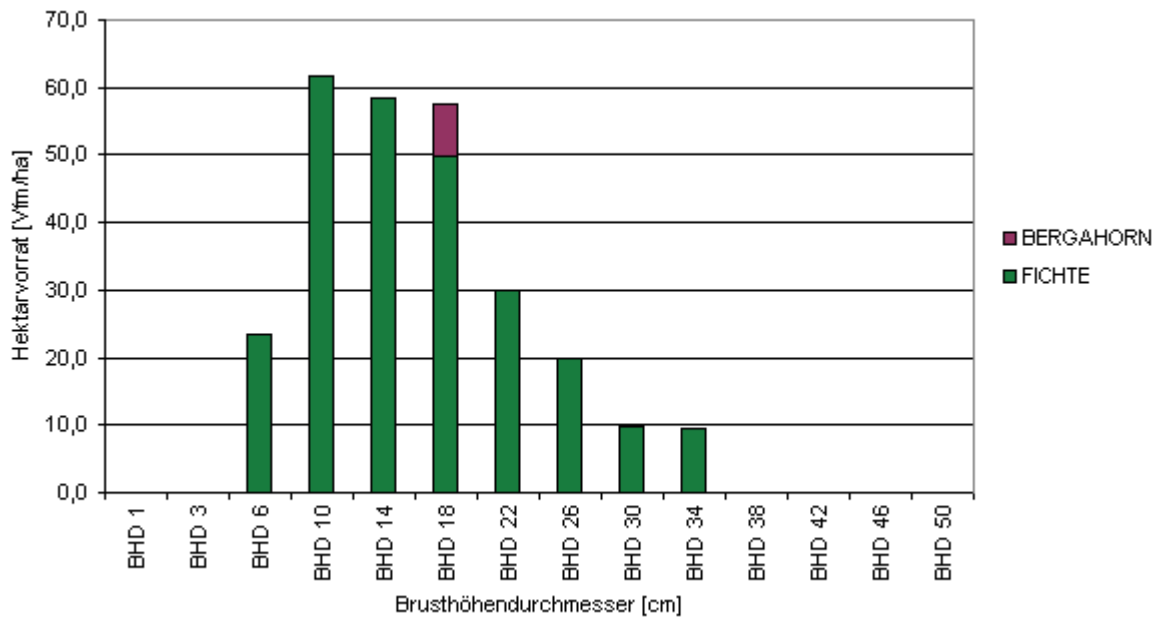


Abbildung 30. Hektarvorrat [Vfm/ha] im Bestand G nach BHD-Klassen.

Tabelle 21. Stammzahl, Kreisflächendichte und Vorrat sowie deren Standardabweichung im Bestand G.

Attribute	Fichte		Bergahorn	
	Stammzahl [N/ha]	3835	+/- 2739,2	48
Kreisflächendichte [m ² /ha]	39	+/- 16,7	1	+/- 2,3
Vorrat [Vfm/ha]	265	+/- 105,1	7	+/- 12,0

4.1.8.3 Verjüngung

Wie Tabelle 22 zeigt, ist Verjüngung auf keinem der Probepunkte im Bestand G erforderlich und auch auf keinem vorhanden.

Tabelle 22. Verjüngungszustand auf den Probepunkten im Bestand G.

Verjüngung	nicht vorhanden	vorhanden	Summe
nicht erforderlich	100%	0%	100%
erforderlich	0%	0%	0%
Summe	100%	0%	100%

4.1.9 Bestand H

4.1.9.1 Standort

Der 1,21ha große Bestand H liegt zwischen den Beständen B und C im Norden des Aufnahmegebietes (siehe Abbildung 1, Seite 3) auf einer Seehöhe von 1.030 bis 1.100m. Die drei Aufnahmepunkte sind südsüdost- bis südexponiert und die Hangneigung beträgt zwischen 38° und 43° (Mittelwert 41°). Als Bodentypen kommen Braunerde mit Moder- oder Mull/Moderauflage und Ranker mit Mull/Moderauflage vor.

Die kümmerliche Bodenvegetation weist einen sehr geringen Deckungsgrad von nur 12% im Mittel (0% bis 30%) auf und wird neben Moosen von folgenden Arten gebildet:

- Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*)
- Himbeere (*Rubus idaeus*)
- Fuchs-Greiskraut (*Senecio ovatus*)
- Woll-Reitgras (*Calamagrostis villosa*)
- Hasenlattich (*Prenanthes purpurea*)
- Wald-Frauenfarn (*Athyrium filix-femina*)
- Gewöhnlicher Dornfarn (*Dryopteris carthusiana*)

Die durchschnittliche Höhe auf den einzelnen Punkten beträgt 3 bis 5cm (maximal 15 bis 20cm).

4.1.9.2 Biometrische Daten

Der sich in der Dickungs-/Stangenholzphase befindende Fichtenbestand mit Beimischung von Birke erreicht in Brusthöhe ein Alter zwischen 21 und 33 Jahren. Der Anteil von Birke am Vorrat im Bestand beträgt 5,0%. Wie schon im Bestand G erreicht die Stammzahl im Vergleich mit der Gesamtfläche einen überdurchschnittlichen, der Vorrat hingegen einen unterdurchschnittlichen Wert. Dieser Gegensatz ist aber nicht so stark ausgeprägt, da die Stammzahl mit 2832 N/ha doch deutlich unter, die Kreisflächendichte mit 43 m²/ha sowie der Vorrat mit 303 Vfm/ha über den Vergleichswerten von Bestand G (Stammzahl 3883 N/ha, Kreisflächendichte 40 m²/ha und Vorrat 272 Vfm/ha) liegen. Die Kreisflächendichte ist mit jener aus den Beständen D (ebenfalls 43 m²/ha) und E (42 m²/ha) vergleichbar und liegt damit nicht viel unter dem Mittelwert der Projektfläche, der 47 m²/ha beträgt (siehe Tabelle 23). Der Vorrat ist im Unterschied zum Bestand G auf einen weiteren Durchmesserbereich zwischen 8 und 36cm verteilt (siehe Abbildung 32). Fichte tritt im Bestand H auch in den untersten BHD-Klassen auf (siehe Abbildung 31).

Tabelle 23. Stammzahl, Kreisflächendichte und Vorrat sowie deren Standardabweichung im Bestand H.

Attribute	Fichte		Birke	
	Stammzahl [N/ha]	2633	+/- 2148,2	201
Kreisflächendichte [m ² /ha]	40	+/- 8,0	3	+/- 2,3
Vorrat [Vfm/ha]	288	+/- 71,0	15	+/- 13,4

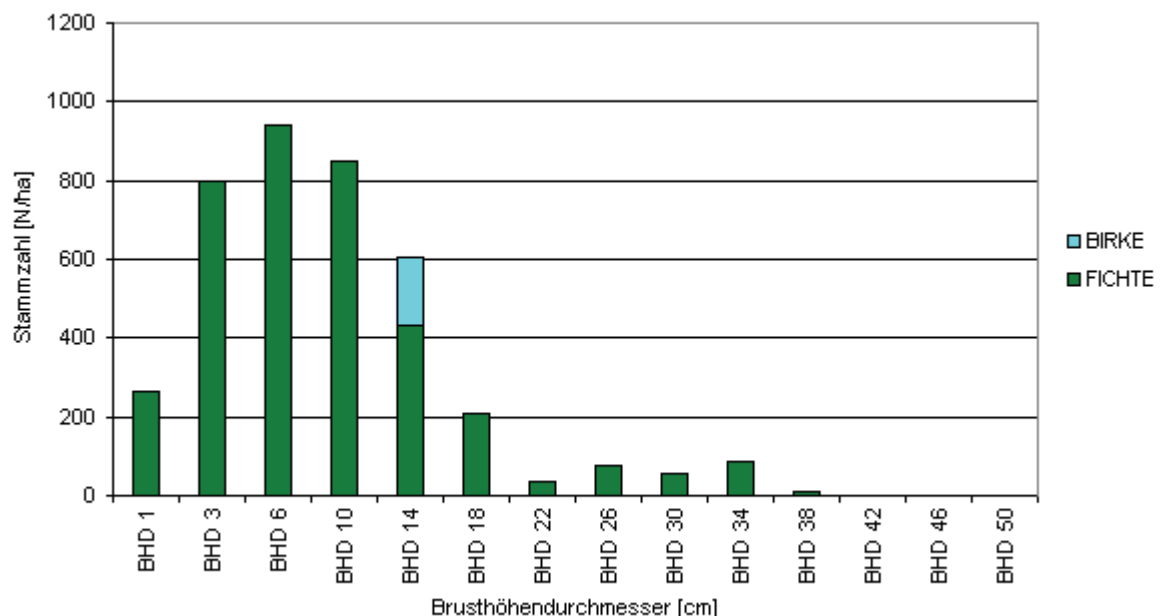


Abbildung 31. Durchmesserverteilung im Bestand H.

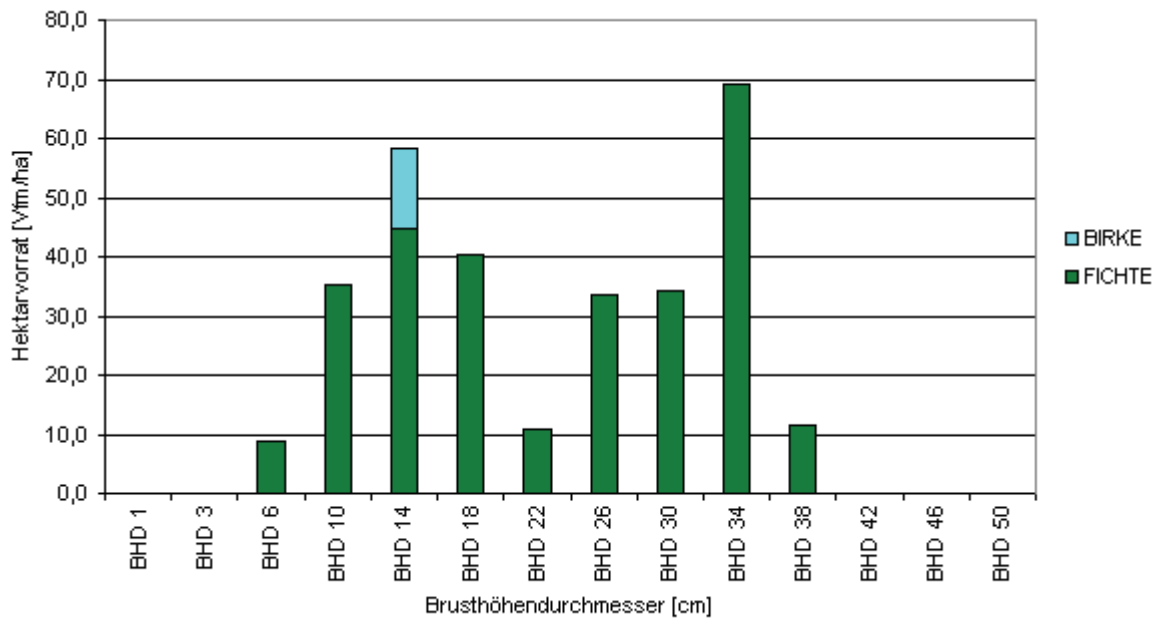


Abbildung 32. Hektarvorrat [Vfm/ha] im Bestand H nach BHD-Klassen.

4.1.9.3 Verjüngung

Wie im vergleichbaren Bestand G ist auch im Bestand H auf keinem Probepunkt Verjüngung erforderlich. Dennoch tritt auf einem Drittel der Punkte Verjüngung auf (siehe Tabelle 24a). Sie besteht aus Fichte in der vierten Höhenklasse (50 bis 80cm) (siehe Tabellen 24b und 24c) und weist keinen Verbiss auf. Der Höhenzuwachs im Jahr 2005 betrug 2,2cm (keine Standardabweichung angegeben, da nur eine Messung) und ist somit ähnlich klein wie der Vergleichswert aus dem Bestand C mit 2,0cm.

Tabelle 24a. Verjüngungszustand auf den Probepunkten im Bestand H.

Verjüngung	nicht vorhanden	vorhanden	Summe
nicht erforderlich	67%	33%	100%
erforderlich	0%	0%	0%
Summe	67%	33%	100%

Tabelle 24b. Auftretende Baumarten in der Verjüngungsschicht (bis 130cm Höhe) auf den Probepunkten im Bestand H.

Verjüngung	Fichte
nicht erforderlich	33%
erforderlich	0%
Summe	33%

Tabelle 24c. Mittlere Anzahl von Individuen [N/ha] der einzelnen Baumarten in der Verjüngungsschicht in den fünf Höhenklassen (HKL) im Bestand H.

Verjüngung	Baumart	0-10cm	10-30cm	30-50cm	50-80cm	80-130cm
nicht erforderlich	Fichte	-	-	-	1415	-
erforderlich	---	-	-	-	-	-
<i>Mittlere Gesamtanzahl in HKL</i>		<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>1415</i>	<i>0</i>
<i>Relativer Anteil HKL [%]</i>		<i>0%</i>	<i>0%</i>	<i>0%</i>	<i>100%</i>	<i>0%</i>

4.1.10 Bestand I

4.1.10.1 Standort

Der Bestand I ist ein 0,59ha großer und 15 bis 60m breiter, vorwiegend mit Hasel bestockter Streifen im Norden der Aufnahme­fläche und trennt die Altholz-Bestände A und B (siehe Abbildung 1, Seite 3). Er liegt zwischen 940 und 1.080m Seehöhe. Die drei Probepunkte sind südostexponiert und weisen Hangneigungen von 40° bis 45° (Mittel 42°) auf. Vorherrschender Bodentyp ist eine Braunerde mit Mullauf­lage.

In der Bodenvegetation sind neben Moosen folgenden Arten vertreten:

Wald-Bingelkraut (*Mercurialis perennis*)
 Glockenblume (*Campanula sp.*)
 Gewöhnliche Waldrebe (*Clematis vitalba*)
 Wald-Hainsimse (*Luzula sylvatica*)
 Hasenlattich (*Prenanthes purpurea*)
 Gewöhnliche Brennnessel (*Urtica dioica*)
 Himbeere (*Rubus idaeus*)
 Fuchs-Greiskraut (*Senecio ovatus*)
 Bärenklau (*Heracleum sp.*)
 Klebriger Salbei (*Salvia glutinosa*)
 Sauer­klee (*Oxalis sp.*)
 Woll-Reit­gras (*Calamagrostis villosa*)
 Echter Wurm­farn (*Dryopteris filix-mas*)
 Adlerfarn (*Pteridium aquilinum*)

Diese Arten erreichen auf den einzelnen Punkten einen Deckungsgrad von 40% bis 70% (im Mittel 53%) und eine durchschnittliche Höhe von 20 bis 40cm (maximal 100cm).

4.1.10.2 Biometrische Daten

Neben den aus 5 bis 30 Einzel­stämmen bestehenden Hasel­stöcken treten in den untersten BHD-Klassen (bis 4cm) Fichte, vereinzelt auch noch Birke, Bergahorn, Vogel­beere und Saalweide auf. In der Aufnahme ist auch eine Fichte in der Durch­messer­klasse von 24 bis 28cm vertreten (siehe Abbildung 33). Das Baumalter in Brust­höhe liegt zwischen 19 und 22 Jahren. Kreis­flächendichte und Vorrat sind vernachlässigbar klein; einzig die relativ hohe Stammzahl (1652 N/ha) von Hasel fällt

auf (siehe Tabelle 25). Der sehr geringe Vorrat (gesamt 31 Vfm/ha) wird ungefähr zu zwei Dritteln von den Haselstöcken und zu einem Drittel von Fichte gebildet (siehe Abbildung 34).

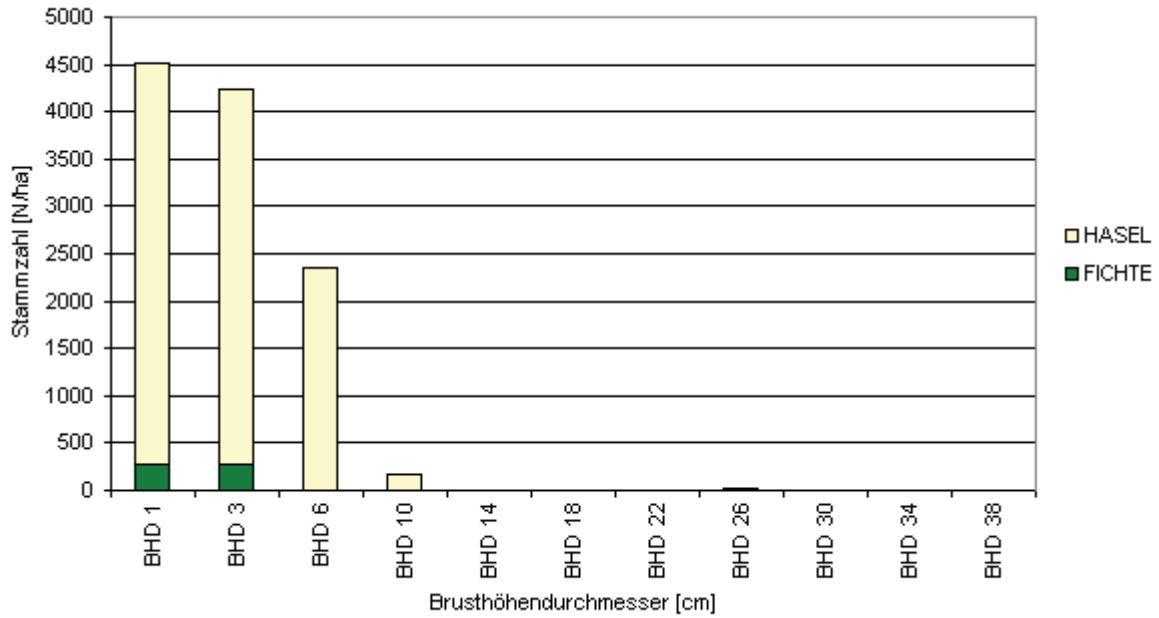


Abbildung 33. Durchmesserverteilung im Bestand I.

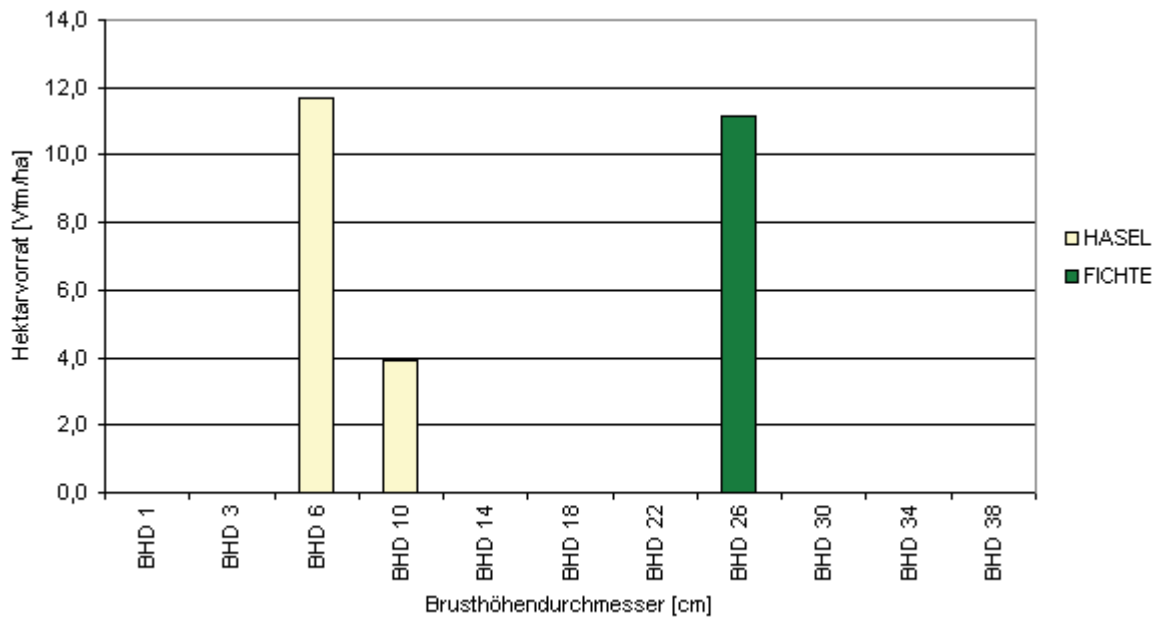


Abbildung 34. Hektarvorrat [Vfm/ha] im Bestand I nach BHD-Klassen.

Tabelle 25. Stammzahl, Kreisflächendichte und Vorrat sowie deren Standardabweichung im Bestand I.

Attribute	Fichte		Hasel	
	Stammzahl [N/ha]	29	+/- 49,4	1652
Kreisflächendichte [m ² /ha]	1	+/- 2,3	8	+/- 6,9
Vorrat [Vfm/ha]	11	+/- 19,1	20	+/- 16,5

4.1.10.3 Verjüngung

Tabelle 26a zeigt, dass im Bestand I auf allen Probestellen Verjüngung erforderlich ist. Auf zwei Drittel der Punkte ist jeweils Verjüngung von Bergahorn oder Hasel vorhanden (siehe Tabelle 26b). Bergahorn kommt nur in der ersten Höhenklasse (HKL) vor, erreicht hier aber beachtliche Stammzahlen. Hasel ist in der vierten HKL (50 bis 80cm) und fünften HKL (80 bis 130cm) vertreten, wobei die Stammzahl in der oberen HKL deutlich geringer ist (siehe Tabelle 26c). Verbiss tritt im Bestand I keiner auf. Der Höhenzuwachs wurde hier nur bei Bergahorn an einem Individuum in der ersten HKL gemessen (deshalb keine Standardabweichung) und beträgt 2,5cm für das Jahr 2005. Die Werte für Hasel in der vierten HKL und fünften HKL fehlen (siehe Tabelle 26d).

Tabelle 26a. Verjüngungszustand auf den Probestellen im Bestand I.

Verjüngung	nicht vorhanden	vorhanden	Summe
nicht erforderlich	0%	0%	0%
erforderlich	33%	67%	100%
Summe	33%	67%	100%

Tabelle 26b. Auftretende Baum- und Straucharten in der Verjüngungsschicht (bis 130cm Höhe) auf den Probestellen im Bestand I.

Verjüngung	Bergahorn	Hasel
nicht erforderlich	0%	0%
erforderlich	33%	33%
Summe	33%	33%

Tabelle 26c. Mittlere Anzahl von Individuen [N/ha] der einzelnen Baumarten in der Verjüngungsschicht in den fünf Höhenklassen (HKL) im Bestand I.

Verjüngung	Baumart	0-10cm	10-30cm	30-50cm	50-80cm	80-130cm
nicht erforderlich	---	-	-	-	-	-
erforderlich	Bergahorn	12732	-	-	-	-
	Hasel	-	-	-	4244	2829
Mittlere Gesamtanzahl in HKL		6366	0	0	2122	1415
Relativer Anteil HKL [%]		64%	0%	0%	21%	14%

Tabelle 26d. Mittlerer Höhenzuwachs [cm] mit Standardabweichung (in Klammer) von den Bäumchen der verschiedenen Baumarten in den fünf Höhenklassen im Bestand I.

Baumart	0-10cm	10-30cm	30-50cm	50-80cm	80-130cm
Bergahorn	2,50 (---)	-	-	-	-
Hasel	-	-	-	---	---

4.1.11 Bestand J

4.1.11.1 Standort

Der mit 0,39ha flächenmäßig kleinste Bestand J ist eine ehemalige Schlagfläche und liegt im Norden der Aufnahme­fläche (siehe Abbildung 1, Seite 3) zwischen 980 und 1.050m Seehöhe. Die drei Probepunkte sind alle 42° geneigt und südsüdost- bis südexponiert. Als Bodentyp im Bestand kommt eine Braunerde mit Moderauflage vor.

Die Bodenvegetation mit einem Deckungsgrad von 100% und einer durchschnittlichen Höhe von 100 bis 150cm (maximal bis 200cm) setzt sich hauptsächlich aus Himbeere (*Rubus idaeus*) zusammen. Daneben kommen noch Farne und folgende Arten vor:

Schwarzer Holunder (*Sambucus nigra*)
 Fuchs-Greiskraut (*Senecio ovatus*)
 Goldrute (*Solidago sp.*)
 Wasserdost (*Eupatorium cannabinum*)
 Gewöhnliche Brennnessel (*Urtica dioica*)
 Woll-Reitgras (*Calamagrostis villosa*)

4.1.11.2 Biometrische Daten

Für den Bestand J können aufgrund der Schlagphase keine biometrischen Daten angegeben werden.

4.1.11.3 Verjüngung

Der Verjüngungszustand im Bestand J ist als kritisch anzusehen, da auf allen Probepunkten Verjüngung erforderlich wäre und auf keinem Punkt vorhanden ist (Tabelle 27).

Tabelle 27. Verjüngungszustand auf den Probepunkten im Bestand J.

Verjüngung	nicht vorhanden	vorhanden	Summe
nicht erforderlich	0%	0%	0%
erforderlich	100%	0%	100%
Summe	100%	0%	100%

4.1.12 Bestand K

4.1.12.1 Standort

Der Bestand K ist eine 0,64ha große Schlagfläche, welche südwestlich an den Bestand J anschließt und vom Bestand B eingeschlossen wird (siehe Abbildung 1, Seite 3). Er liegt zwischen 920 und 980m Seehöhe. Die drei Probepunkte sind südsüdost- bis südexponiert und weisen Hangneigungen von 32° bis 46° (durchschnittlich 39°) auf. Als Bodentyp ist eine Braunerde mit Mull- oder Moderauflage zu finden.

Die Bodenvegetation besteht wie im Bestand J vorwiegend aus Himbeere (*Rubus idaeus*). Zusätzlich sind Farne und folgende Arten vertreten:

Brombeere (*Rubus sp.*)
Fuchs-Greiskraut (*Senecio ovatus*)
Wald-Bingelkraut (*Mercurialis perennis*)
Wald-Hainsimse (*Luzula sylvatica*)
Klebriger Salbei (*Salvia glutinosa*)
Ruprechtskraut (*Geranium robertianum*)
Großes Springkraut (*Impatiens noli-tangere*)
Schwarzer Holunder (*Sambucus nigra*)
Gewöhnliche Brennnessel (*Urtica dioica*)
Woll-Reitgras (*Calamagrostis villosa*)

Die Bodenvegetation erreicht – abgesehen von Bereichen in denen Hasel vermehrt vorkommt – einen Deckungsgrad von 90% bis 100%, eine mittlere Höhe von 100 bis 120cm und Maximalhöhen von 150 bis 200cm. In dem haseldominierten Flächenteil wird sie im Mittel nur 40cm hoch und erreicht einen Deckungsgrad von 40%.

4.1.12.2 Biometrische Daten

Wie aus Abbildung 35 ersichtlich, wird der Bestand von Hasel dominiert. Von den erwünschten Baumarten kommen neben der in der Aufnahme vertretenen Esche auch Fichte, Lärche und Vogelbeere vereinzelt vor (in den BHD-Klassen bis 4cm). Aufgrund der schwachen Durchmesser konnte die Kluppschwelle der Winkelzählprobe von 4cm von beiden Arten nicht erreicht werden und so entfallen hier die Angaben über Kreisflächendichte und Hektarvorrat.

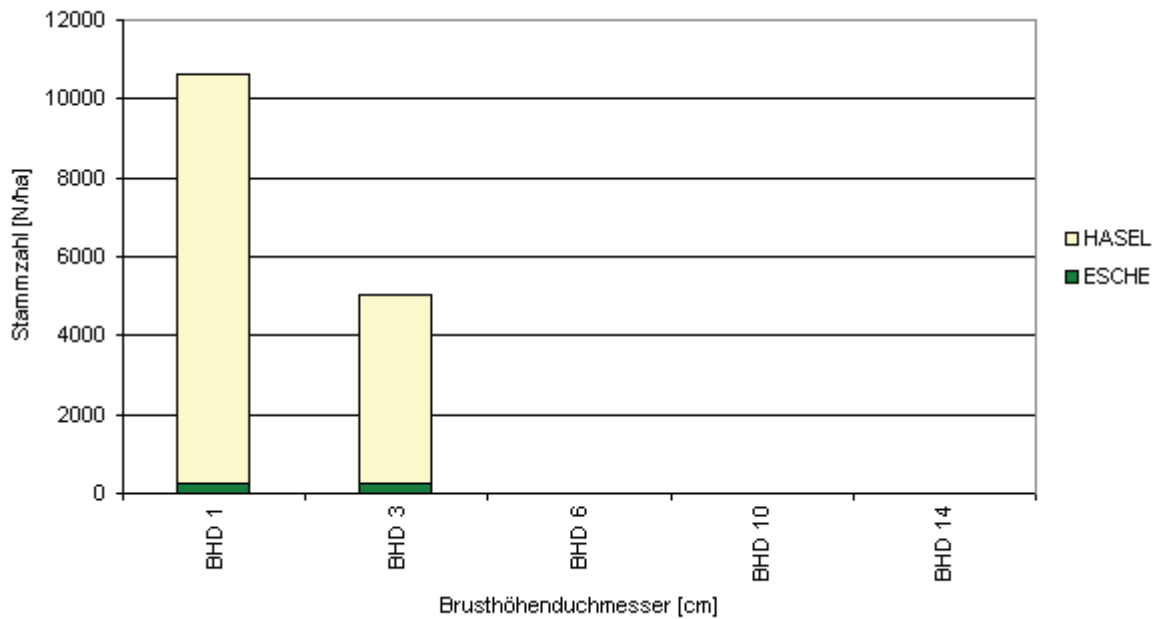


Abbildung 35. Durchmesserverteilung im Bestand K.

4.1.12.3 Verjüngung

Wie im Bestand J fallen auch im Bestand K alle Probepunkte in die Kategorien „Verjüngung erforderlich“ und „Nicht vorhanden“ (siehe Tabelle 28).

Tabelle 28. Verjüngungszustand auf den Probepunkten im Bestand K.

Verjüngung	nicht vorhanden	vorhanden	Summe
nicht erforderlich	0%	0%	0%
erforderlich	100%	0%	100%
<i>Summe</i>	<i>100%</i>	<i>0%</i>	<i>100%</i>

4.1.13 Bestand L

4.1.13.1 Standort

Der Bestand L setzt sich aus drei vertikalen Rinnen im unteren Bereich der Aufnahme­fläche in einer Seehöhe von 690 bis 940m zusammen (siehe Abbildung 1, Seite 3) und besitzt eine Gesamtfläche von 1,03ha. Die meist 10 bis 15m (maximal 35m) breiten Rinnen sind zwischen 180 und 280 m lang. Die Fläche ist auf den 3 Aufnahmepunkten südsüdostexponiert und im Mittel 40° (38° bis 42°) steil. Als Bodentypen wurden sowohl Braunerde mit Moderauflage als auch Ranker mit Mull/Moderauflage und Rohboden mit Moderauflage angesprochen.

Die Bodenvegetation besteht neben Moosen aus folgenden Arten:

Himbeere (*Rubus idaeus*)
Wald-Wachtelweizen (*Melampyrum sylvaticum*)
Schlangen-Bärlapp (*Lycopodium annotinum*)
Fuchs-Greiskraut (*Senecio ovatus*)
Hasenlattich (*Prenanthes purpurea*)
Lattich (*Lactuca sp.*)
Salbei (*Salvia sp.*)
Efeu (*Hedera helix*)
Wald-Erdbeere (*Fragaria vesca*)
Gewöhnliche Waldrebe (*Clematis vitalba*)
Wald-Frauenfarn (*Athyrium filix-femina*)
Alpendost (*Adenostyles sp.*)
Drahtschmiele (*Avenella flexuosa*)

Sie erreichen einen durchschnittlichen Deckungsgrad von 33% (30% bis 40%). Im Mittel werden auf den einzelnen Punkten 15 bis 20cm (maximal 70 bis 80cm) an Höhe erreicht.

4.1.13.2 Biometrische Daten

Der Bestand wird von Haselstöcken mit jeweils 4 bis 25 überwiegend gebogenen Stämmen, die man ungefähr im Abstand von 2 bis 3m findet, gebildet (siehe Abbildung 36). Wie man aus Tabelle 29 lesen kann, ist die Stammzahl mit 5910 N/ha besonders hoch. Die Standardabweichung von $\pm 10236,3$ zeigt hier aber eine extrem hohe Variabilität auf. Vereinzelt kommen noch Fichte, Lärche, Bergahorn, Aspe und Vogelkirsche vor.

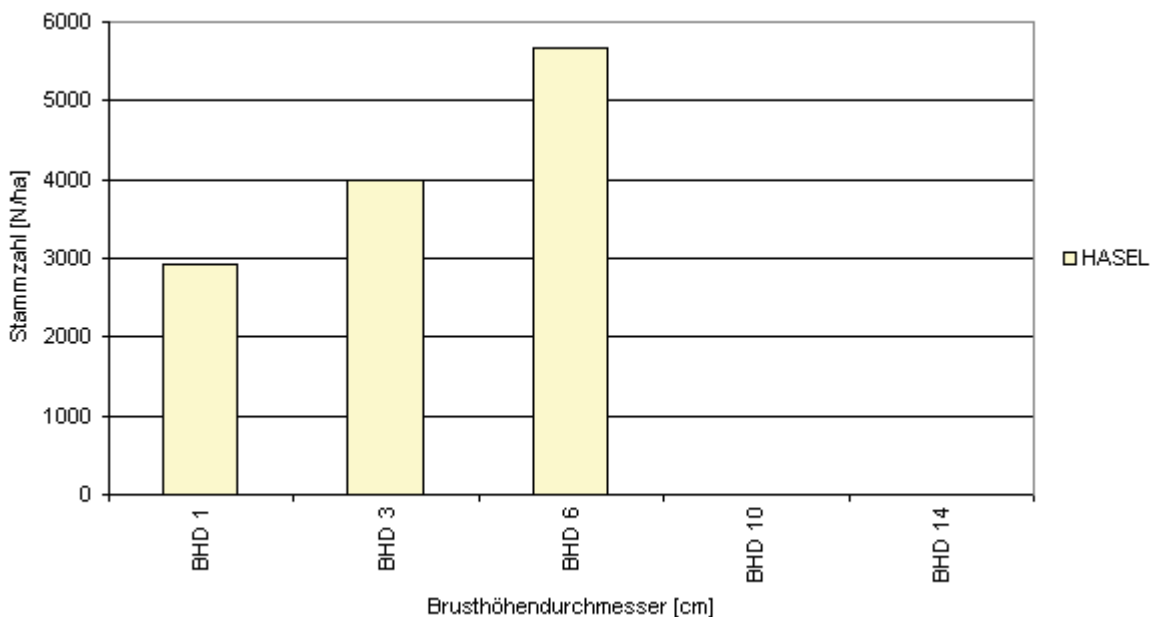


Abbildung 36. Durchmesserverteilung im Bestand L.

Tabelle 29. Stammzahl, Kreisflächendichte und Vorrat sowie deren Standardabweichung im Bestand L.

Attribute	Hasel	
Stammzahl [N/ha]	5910	+/- 10236,3
Kreisflächendichte [m ² /ha]	16	+/- 27,7
Vorrat [Vfm/ha]	26	+/- 44,8

4.1.13.3 Verjüngung

Wie in den Beständen I, J und K ist auch im Bestand L auf allen Probepunkten Verjüngung erforderlich. Anderes wie in den genannten Beständen sind hier auf jedem der Probepunkte – wenn auch nur in der ersten Höhenklasse (HKL) – Verjüngungspflanzen anzutreffen (siehe Tabellen 30a und 30c). Von den Baumarten kommt Fichte auf allen Punkten im Bestand vor. Hasel tritt auf einem Drittel der Punkte zum Vorschein (siehe Tabelle 30b). Verbiss wurde auf 33% der Punkte im Bestand festgestellt. Von den zahlenmäßig sehr stark auftretenden Fichtenbäumchen in der ersten HKL sind 5% der Individuen verbissen (siehe Tabelle 30d). Der mittlere Höhenzuwachs vom Jahr 2005 mit Standardabweichung ist in Tabelle 30e dargestellt. Fichte erreicht in der ersten HKL einen Zuwachs von 2,07cm (+/- 0,9cm). Für Hasel wurde der Zuwachs (2,6cm) nur an einem repräsentativen Individuum gemessen und deshalb wird auch keine Standardabweichung für diesen Wert angegeben.

Tabelle 30a. Verjüngungszustand auf den Probepunkten im Bestand L.

Verjüngung	nicht vorhanden	vorhanden	Summe
nicht erforderlich	0%	0%	0%
erforderlich	0%	100%	100%
<i>Summe</i>	<i>0%</i>	<i>100%</i>	<i>100%</i>

Tabelle 30b. Auftretende Baum- und Straucharten in der Verjüngungsschicht (bis 130cm Höhe) auf den Probepunkten im Bestand L.

Verjüngung	Fichte	Hasel
nicht erforderlich	0%	0%
erforderlich	100%	33%
<i>Summe</i>	<i>100%</i>	<i>33%</i>

Tabelle 30c. Mittlere Anzahl von Individuen [N/ha] der einzelnen Baumarten in der Verjüngungsschicht in den fünf Höhenklassen (HKL) im Bestand L.

Verjüngung	Baumart	0-10cm	10-30cm	30-50cm	50-80cm	80-130cm
nicht erforderlich	---	-	-	-	-	-
erforderlich	Fichte	21221	-	-	-	-
	Hasel	9549	-	-	-	-
<i>Mittlere Gesamtanzahl in HKL</i>		<i>24404</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
<i>Relativer Anteil HKL [%]</i>		<i>100%</i>	<i>0%</i>	<i>0%</i>	<i>0%</i>	<i>0%</i>

Tabelle 30d. Verbissprozente der einzelnen Baumarten in der Verjüngungsschicht in den fünf Höhenklassen (HKL) und Anzahl der Probepunkte in HKL mit Verbiss [%] im Bestand L.

Verjüngung	Baumart	0-10cm	10-30cm	30-50cm	50-80cm	80-130cm
nicht erforderlich	---	-	-	-	-	-
erforderlich	Fichte	5%	-	-	-	-
	Hasel	0%	-	-	-	-
<i>Mittleres Verbissprozent in HKL</i>		<i>4%</i>	-	-	-	-
<i>Punkte in HKL mit Verbiss [%]</i>		<i>33%</i>	-	-	-	-

Tabelle 30e. Mittlerer Höhenzuwachs [cm] mit Standardabweichung (in Klammer) von den Bäumchen der verschiedenen Baumarten in den fünf Höhenklassen im Bestand L.

Baumart	0-10cm	10-30cm	30-50cm	50-80cm	80-130cm
Fichte	2,07 (+/- 0,90)	-	-	-	-
Hasel	2,60 (---)	-	-	-	-

4.1.14 Bestand M

4.1.14.1 Standort

Der Bestand M ist ein 0,72ha großer Streifen mit einer Breite von maximal 30m und verläuft quer zum Hang. Er liegt im Südosten des Projektgebietes (siehe Abbildung 1, Seite 3) auf einer Seehöhe von 660 bis 680m. Die drei Aufnahmepunkte sind alle südsüdostexponiert und weisen eine Hangneigung von 28° bis 40° (im Mittel 32°) auf. Der Bodentyp ist nicht einheitlich und reicht von Rohboden mit Moder/Rohhumusauflage über Ranker bis zu Braunerde mit Moderauflage.

Die Bodenvegetation besteht neben Moosen und Gräsern aus folgenden Arten:

Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*)
Wald-Wachtelweizen (*Melampyrum sylvaticum*)
Echter Wurmfarne (*Dryopteris filix-mas*)
Rippenfarne (*Blechnum spicant*)
Himbeere (*Rubus idaeus*)
Fuchs-Greiskraut (*Senecio ovatus*)
Wald-Erdbeere (*Fragaria vesca*)

Diese Arten erreichen einen mittleren Deckungsgrad von 63% (40% bis 90%) und eine Höhe von bis zu 80cm (10 bis 15cm im Durchschnitt).

4.1.14.2 Biometrische Daten

Neben der Hauptbaumart Fichte kommen im oberen Durchmesserbereich auch einzelne Lärchen vor (siehe Abbildung 37). Das erreichte Baumalter beträgt 50 bis 190 Jahre (in Brusthöhe). Aufgrund der höheren Durchmesser erreicht Lärche bei einem Anteil von 1,3% an der Gesamtstammzahl im Bestand – wobei hier die Fichten in der BHD-Klasse bis 2cm nicht eingerechnet sind – trotzdem einen Vorratsanteil von 5,8% (siehe Tabelle 31). Rund zwei Drittel vom Vorrat stehen in der Durchmesserklasse von 32 bis 48cm (siehe Abbildung 38). Verglichen mit den Mittelwerten der gesamten Projektfläche ist die Stammzahl (600 N/ha im Bestand M, 761 N/ha im Bestandesmittel) und der Vorrat niedriger (518 Vfm/ha im Bestand M, 565 Vfm/ha im Bestandesmittel). In der Unterschicht sind Fichten bis 2cm Brusthöhendurchmesser vorhanden (siehe Abbildung 38).

Tabelle 31. Stammzahl, Kreisflächendichte und Vorrat sowie deren Standardabweichung im Bestand M.

Attribute	Fichte		Lärche	
Stammzahl [N/ha]	592	+/- 136,4	8	+/- 8,1
Kreisflächendichte [m ² /ha]	41	+/- 6,1	3	+/- 2,3
Vorrat [Vfm/ha]	488	+/- 62,0	30	+/- 25,9

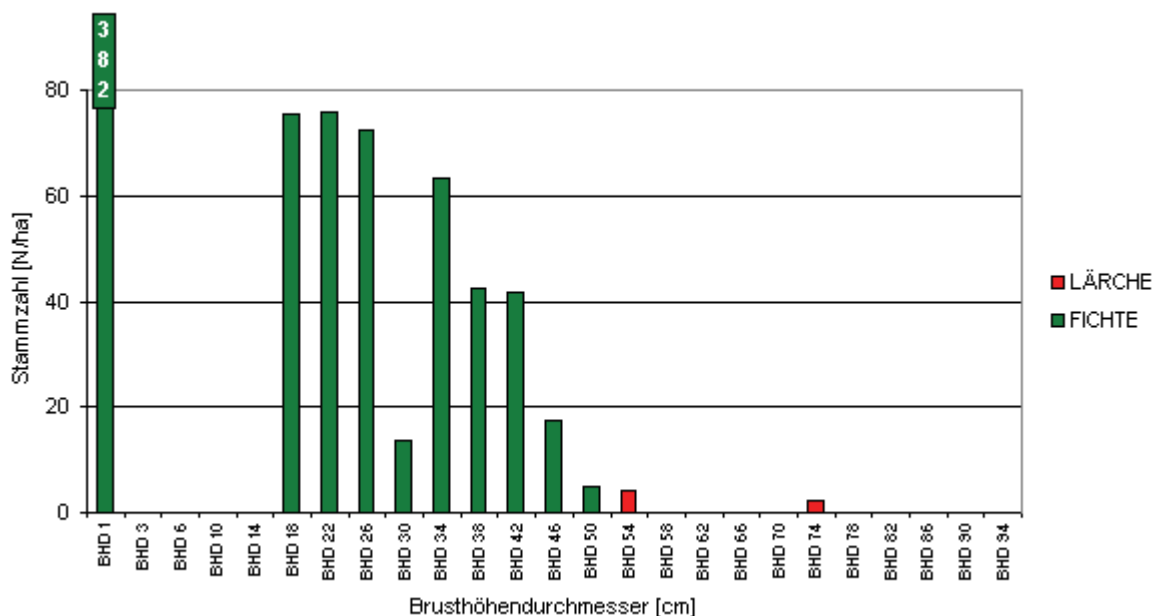


Abbildung 37. Durchmesserverteilung im Bestand M.

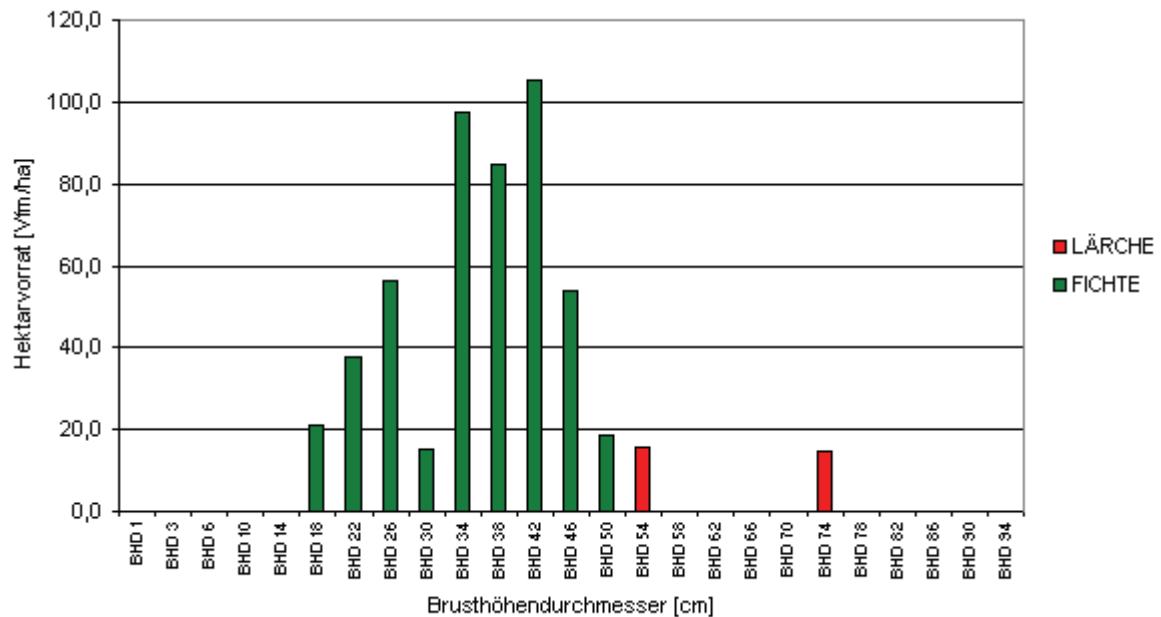


Abbildung 38. Hektarvorrat [Vfm/ha] im Bestand M nach BHD-Klassen.

4.1.14.3 Verjüngung

Die Verjüngungssituation im Bestand M ist, wie Tabelle 32a zeigt, sehr günstig. Auf 33% der Probepunkte ist Verjüngung erforderlich und – insgesamt auf 67% der Punkte – auch vorhanden. Sie besteht aus Fichte und Tanne (siehe Tabelle 32b). Fichte erreicht auf den Punkten, wo keine Verjüngung erforderlich wäre, in der ersten Höhenklasse (HKL) extrem hohe Werte für die Stammzahl. Das zeigt sich mit 93% auch in dem Wert vom relativen Anteil dieser HKL. Fichte tritt in diesem Bestand in der ersten HKL (bis 10cm) und zweiten HKL (10 bis 30cm), Tanne nur in der ersten HKL auf (siehe Tabelle 32c). Der Höhenzuwachs ist in der ersten HKL für Fichte mit 1,85cm (+/- 0,21cm) etwas geringer als für Tanne mit 2,2cm, welcher nur an einem Individuum gemessen wurde (deshalb keine Standardabweichung). Der Zuwachs von Fichte in der zweiten HKL beträgt 3,1cm und wurde ebenfalls nur an einem Individuum erhoben (siehe Tabelle 32d).

Tabelle 32a. Verjüngungszustand auf den Probepunkten im Bestand M.

Verjüngung	nicht vorhanden	vorhanden	Summe
nicht erforderlich	33%	33%	67%
erforderlich	0%	33%	33%
Summe	33%	67%	100%

Tabelle 32b. Auftretende Baumarten in der Verjüngungsschicht (bis 130cm Höhe) auf den Probepunkten im Bestand M.

Verjüngung	Fichte	Tanne
nicht erforderlich	33%	33%
erforderlich	33%	0%
<i>Summe</i>	<i>67%</i>	<i>33%</i>

Tabelle 32c. Mittlere Anzahl von Individuen [N/ha] der einzelnen Baumarten in der Verjüngungsschicht in den fünf Höhenklassen (HKL) im Bestand M.

Verjüngung	Baumart	0-10cm	10-30cm	30-50cm	50-80cm	80-130cm
nicht erforderlich	Fichte	35014	-	-	-	-
	Tanne	3183	-	-	-	-
erforderlich	Fichte	6366	3183	-	-	-
<i>Mittlere Gesamtanzahl in HKL</i>		<i>22282</i>	<i>1592</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
<i>Relativer Anteil HKL [%]</i>		<i>93%</i>	<i>7%</i>	<i>0%</i>	<i>0%</i>	<i>0%</i>

Tabelle 32d. Mittlerer Höhenzuwachs [cm] mit Standardabweichung (in Klammer) von den Bäumchen der verschiedenen Baumarten in den fünf Höhenklassen im Bestand M.

Baumart	0-10cm	10-30cm	30-50cm	50-80cm	80-130cm
Fichte	1,85 (+/- 0,21)	3,10 (---)	-	-	-
Tanne	2,20 (---)	-	-	-	-

4.2 Biodiversität

Um die Biodiversität der Baum- und Straucharten im Hauptbestand (Höhe > 130cm) genauer beschreiben zu können, wurden für die Gesamtfläche bzw. die einzelnen Bestände jeweils drei Indizes (Shannon-Index, Simpson-Index und *Evenness*) auf Basis von Stammzahl (N/ha), Kreisflächendichte (G/ha) und Hektarvorrat (V/ha) berechnet. Außerdem wurde noch das Artenprofil nach Pretzsch (1996) berechnet, um auch das vertikale Artenprofil und die Durchmischungsintensität der vertretenen Baumarten quantitativ zu erfassen. Bei den Werten für die Gesamtfläche ist zu beachten, dass diese nicht die jeweiligen Mittelwerte aus den Beständen sind, sondern gesondert (mit den gesamten Daten) berechnet wurden.

Auf den Probepunkten der Projektfläche sind in der Baum- und Strauchschicht mit Fichte, Tanne, Lärche, Bergahorn, Birke, Esche und Hasel insgesamt sieben Arten vertreten. Mit Vogelbeere kommt in der Verjüngungsschicht eine weitere Baumart vor. In Tabelle 33 sind die Werte der Gesamtfläche für die berechneten Diversitätsindizes angegeben. In Klammer ist jeweils der kleinste und größte Wert aus den einzelnen Beständen angegeben. Man sieht, dass die einzelnen Indizes bei der Berechnung für die Gesamtfläche die höchsten Werte dann erreichen, wenn die Stammzahl (N/ha) als Berechnungsbasis verwendet wird. Dasselbe Bild zeigen die Indizes in den Altholzbeständen A, B, C, D, E und F (siehe Tabelle 34). Die Werte für die Indizes mit dem Hektarvorrat (V/ha) als Basis für die Berechnung sind für die Gesamtfläche niedriger als bei Berechnung mit der Kreisflächendichte (G/ha), erreichen aber dafür in den einzelnen Beständen teilweise viel höhere Werte.

Sowohl die für die Gesamtfläche als auch für die einzelnen Bestände errechneten Werte von Shannon-Index und Simpson-Index zeigen deutlich, dass es sich um einen Wald mit geringer Diversität (in der Baum- und Strauchschicht) handelt. Dies kommt – die Bestände I und M ausgenommen – besonders bei Berechnung der Indizes mit der Kreisflächendichte bzw. dem Hektarvorrat als Basis zum Vorschein.

Tabelle 33. Diversitätskennzahlen für die Gesamtfläche. In Klammer sind jeweils der kleinste und größte Wert in den Beständen angegeben. Für bestimmte Bestände nicht berechenbare Werte blieben dabei unbeachtet.

Berechnungsbasis	Shannon-Index	Simpson-Index	<i>Evenness</i>
N/ha	0,97 (0,06 – 1,03)	0,44 (0,01 – 0,48)	0,35 (0,06 – 0,97)
G/ha	0,24 (0,00 – 0,59)	0,06 (0,00 – 0,24)	0,09 (0,08 – 0,59)
V/ha	0,14 (0,00 – 0,94)	0,03 (0,00 – 0,46)	0,05 (0,09 – 0,94)

Tabelle 34. Diversitätskennzahlen für die einzelnen Bestände.

Bestand	Shannon-Index			Simpson-Index			Evenness		
	N/ha	G/ha	V/ha	N/ha	G/ha	V/ha	N/ha	G/ha	V/ha
A	0,81	0,00	0,00	0,38	0,00	0,00	0,81	-	-
B	1,03	0,23	0,21	0,48	0,06	0,06	0,51	0,14	0,14
C	0,59	0,08	0,09	0,23	0,02	0,02	0,37	0,08	0,09
D	0,97	0,00	0,00	0,48	0,00	0,00	0,97	-	-
E	0,66	0,32	0,22	0,28	0,09	0,06	0,42	0,20	0,14
F	0,73	0,00	0,00	0,32	0,00	0,00	0,73	-	-
G	0,10	0,21	0,17	0,02	0,06	0,05	0,10	0,21	0,17
H	0,29	0,34	0,29	0,10	0,12	0,10	0,29	0,34	0,29
I	0,30	0,59	0,94	0,10	0,24	0,46	0,30	0,59	0,94
J	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K	0,21	-	-	0,07	-	-	0,21	-	-
L	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	-
M	0,06	0,33	0,32	0,01	0,11	0,11	0,06	0,33	0,32

Abbildung 39 zeigt die Werte für den Shannon-Index in den einzelnen Beständen. Im Altholzkomplex, der die Bestände A, B, C, D, E und F umfasst, erreicht der Shannon-Index die höchsten Werte (zwischen 0,59 im Bestand C und 1,03 im Bestand B), wenn man die Stammzahl als Basis für die Berechnung heranzieht. Deutlich niedriger sind die Werte, wenn Kreisflächendichte oder Hektarvorrat als Berechnungsbasis dienen: So werden im Bestand E – jenem mit den höchsten Werten der Altholzbestände – für die Kreisflächendichte als Basis 0,32 und für den Hektarvorrat 0,22 erreicht. In den Beständen A, D und F entfällt jeweils die gesamte Kreisfläche bzw. der gesamte Vorrat auf die Baumart Fichte und deshalb ist hier der Wert für den Shannon-Index null. Ganz anders ist die Situation im Bestand G und besonders deutlich in den Beständen I und M, wo die höheren Werte des Indizes bei Berechnung mit der Kreisflächendichte oder dem Hektarvorrat erreicht werden.

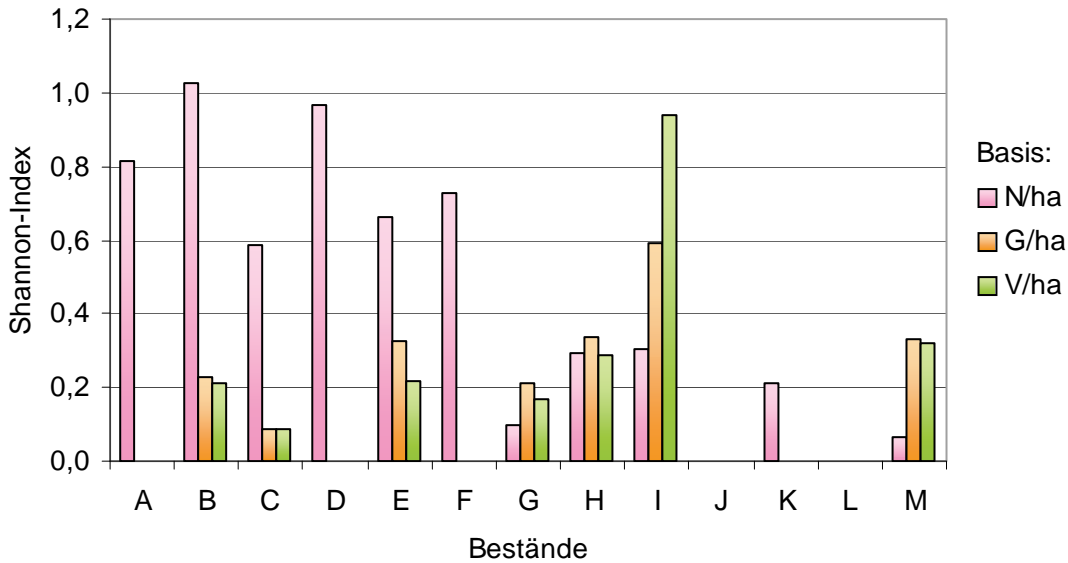


Abbildung 39. Shannon-Index in den einzelnen Beständen.

Ein nahezu identisches Bild wie der oben beschriebene Shannon-Index – nur mit den jeweils viel niedrigeren Werten – zeigt der Simpson-Index, welcher in Abbildung 40 graphisch dargestellt ist.

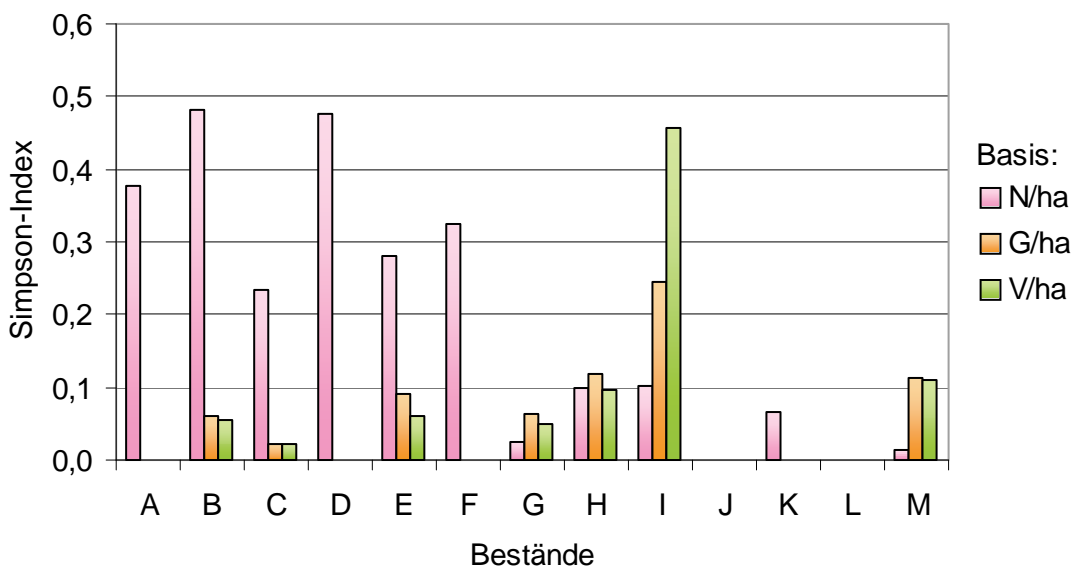


Abbildung 40. Simpson-Index in den einzelnen Beständen.

Die *Evenness*, welche aus dem Shannon-Index und dem Logarithmus der Artenanzahl berechnet wird und Werte von etwas über null bis eins erreichen kann, ist in Abbildung 41 dargestellt. Dieser Index ist eine Maßzahl für die Verteilung der einzelnen Attribute (N/ha, G/ha, V/ha) auf die jeweils vorkommenden Arten und erreicht den höchsten Wert (1) bei gleicher Verteilung.

Bei Berechnung des Indizes mit der Stammzahl als Basis ist zwischen dem Altholzkomplex und den anderen Beständen hier kein Unterschied mehr zu erkennen: Nur die Bestände A, D und F erreichen höhere Werte als die anderen

Bestände, jene der Bestände B, C und E sind nur wenig höher. Auffallend ist der Bestand I, der – wie der Bestand M – deutlich höhere Werte erreicht, wenn man die Kreisflächendichte oder den Hektarvorrat als Berechnungsbasis heranzieht. Mit 0,94 für den Hektarvorrat als Basis erreicht die *Evenness* hier einen besonders hohen Wert (vergleichbar mit den 0,97 im Bestand D für die Stammzahl als Basis).

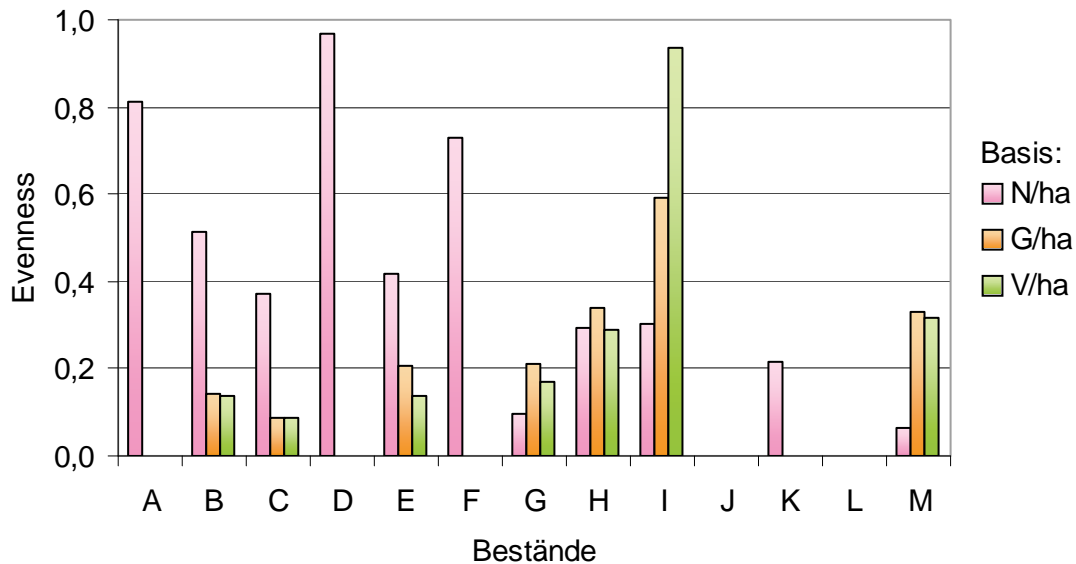


Abbildung 41. *Evenness* in den einzelnen Beständen.

Das Artenprofil nach Pretzsch ergibt für die Gesamtflächen den Wert von 0,932 (in der Abbildung als punktierte Linie dargestellt) und liegt damit doch deutlich unter dem Wert eines mehrschichtigen Reinbestandes, der ungefähr 1,05 beträgt. In den einzelnen Beständen schwankt dieser Wert zwischen 0,414 im Bestand G und 1,081 im Bestand M. Für den Bestand J (Schlagfläche) konnte kein Wert berechnet werden (siehe Abbildung 42).

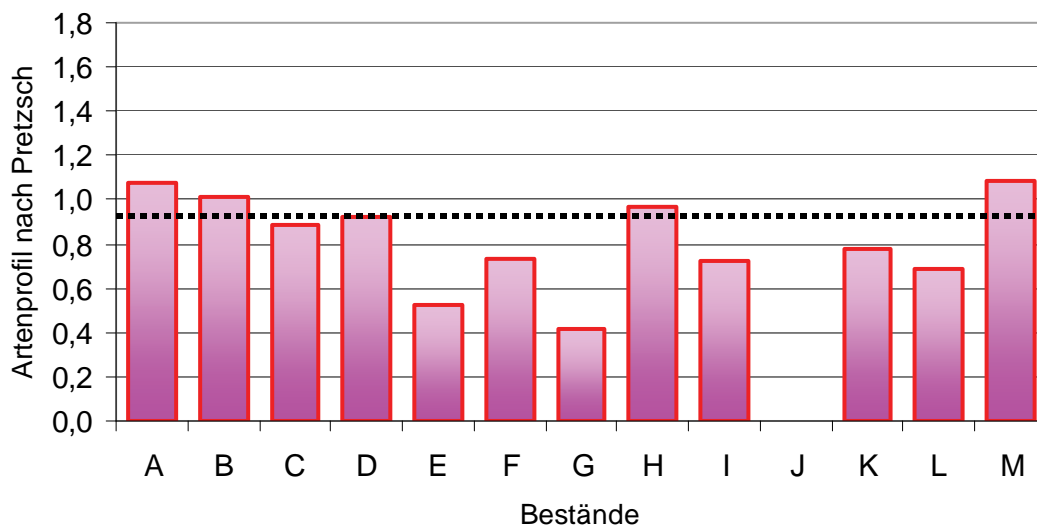


Abbildung 42. Artenprofil nach Pretzsch (1996) in den einzelnen Beständen.

Tabelle 35 zeigt die Korrelationskoeffizienten nach Perason zwischen allen hier verwendeten Diversitätsindizes mit unterschiedlicher Berechnungsbasis und dem Artenprofil nach Pretzsch (1996). Höchst signifikante Korrelationen gibt es jeweils zwischen den Indizes mit der selben Berechnungsbasis und zwischen den auf Kreisfläche und Vorrat berechneten Indizes. Zwischen den auf Stammzahl und Kreisfläche bzw. Stammzahl und Vorrat berechneten Indizes gibt es nur sehr schwache, nicht signifikante Korrelationen. Das Artenprofil nach Pretzsch (1996) hat mit keinen der verwendeten Diversitätsindizes eine signifikante Korrelation, wobei auch hier deutliche Unterschiede aufgrund der Berechnungsbasis ersichtlich sind. So sind die Korrelation der auf Basis von der Stammzahl berechneten Indizes deutlich höher.

Tabelle 35. Korrelationen (r) und Signifikanz (α) zwischen den hier verwendeten Diversitätsindizes mit unterschiedlicher Berechnungsbasis und dem Artenprofil von Pretzsch.

		Sh_N	Sh_G	Sh_V	Si_N	Si_G	Si_V	Ev_N	Ev_G	Ev_V	A_Pr
Sh_N	r	1,000	-,135	-,148	,994	-,181	-,159	,908	-,232	-,202	,474
	α		,661	,629	,000	,555	,604	,000	,446	,509	,102
Sh_G	r	-,135	1,000	,935	-,187	,984	,863	-,238	,979	,906	,125
	α	,661		,000	,540	,000	,000	,433	,000	,000	,684
Sh_V	r	-,148	,935	1,000	-,195	,978	,985	-,189	,955	,994	,102
	α	,629	,000		,523	,000	,000	,537	,000	,000	,740
Si_N	r	,994	-,187	-,195	1,000	-,231	-,202	,911	-,283	-,247	,454
	α	,000	,540	,523		,448	,509	,000	,350	,416	,119
Si_G	r	-,181	,984	,978	-,231	1,000	,934	-,230	,991	,965	,115
	α	,555	,000	,000	,448		,000	,449	,000	,000	,708
Si_V	r	-,159	,863	,985	-,202	,934	1,000	-,155	,901	,990	,066
	α	,604	,000	,000	,509	,000		,612	,000	,000	,832
Ev_N	r	,908	-,238	-,189	,911	-,230	-,155	1,000	-,274	-,205	,468
	α	,000	,433	,537	,000	,449	,612		,366	,503	,106
Ev_G	r	-,232	,979	,955	-,283	,991	,901	-,274	1,000	,949	,138
	α	,446	,000	,000	,350	,000	,000	,366		,000	,653
Ev_V	r	-,202	,906	,994	-,247	,965	,990	-,205	,949	1,000	,101
	α	,509	,000	,000	,416	,000	,000	,503	,000		,742
A_Pr	r	,474	,125	,102	,454	,115	,066	,468	,138	,101	1,000
	α	,102	,684	,740	,119	,708	,832	,106	,653	,742	

Sh_N Shannon-Index auf Basis von Stammzahl am ha
 Sh_G Shannon-Index auf Basis von der Kreisfläche am ha
 Sh_V Shannon-Index auf Basis vom Hektarvorrat
 Si_N Simpson-Index auf Basis von Stammzahl am ha
 Si_G Simpson-Index auf Basis von der Kreisfläche am ha
 Si_V Simpson-Index auf Basis vom Hektarvorrat
 Ev_N Evenness auf Basis von Stammzahl am ha
 Ev_G Evenness auf Basis von der Kreisfläche am ha
 Ev_V Evenness auf Basis vom Hektarvorrat
 A_Pr Artenprofil nach Pretzsch (1996)

4.3 Steinschlag-Schutzfunktion

Auf allen 53 Probepunkten der Projektfläche wurde der Waldbestand hinsichtlich seiner Steinschlag-Schutzwirkung nach NaiS (Frehner *et al.* 2005) bewertet. Eine Übersicht der Ergebnisse bieten die nachfolgenden Tabellen und Abbildungen.

Tabelle 36 zeigt, wie viel Prozent der einzelnen Probepunkte bei Bewertung der Fläche als Steinschlag-Transitgebiet in jede der vier Schutzwirkungs-Kategorien fallen. Es erfolgt eine eigene Bewertung für verschiedene Steingrößen. Man sieht, dass die Schutzwirkung für kleine Steine (Durchmesser bis etwa 40cm) etwas besser ist. So fallen 40% der Probepunkte in die Bewertungskategorie „Ideale Schutzwirkung“ und bei zusätzlichen 13% ist immerhin eine ausreichende Schutzwirkung vorhanden. Bei Steinen mittlerer Größe (0,05 bis 0,2m³) und bei größeren Steinen (0,2 bis 5m³) erreichen nur jeweils rund 30% der Punkte ideale Schutzwirkung und rund 15% ausreichende Schutzwirkung. 21% der Probepunkte weisen bezüglich Steinen mittlerer Größe (Durchmesser etwa 40 bis 60cm) überhaupt keine Schutzwirkung auf. Bei Steinen mit einer Größe von 0,2 bis 5m³ (Durchmesser rund 60 bis 180cm) wird auf gut einem Drittel (34%) der Punkte keine ausreichende Schutzwirkung erreicht.

Tabelle 36. Schutzwirkung der Gesamtfläche als Steinsschlag-Transitgebiet (nach Frehner *et al.* 2005) in Prozent aller Stichprobenpunkte.

Steingröße	ideale Schutzwirkung	ausreichende Schutzwirkung	nicht ausreichende Schutzwirkung	keine Schutzwirkung
≤ 0,05m ³	40%	13%	26%	21%
0,05 – 0,2m ³	30%	17%	32%	21%
0,2 – 5m ³	32%	15%	19%	34%

Eine genaue Übersicht der Steinschlagschutzwirkung in den einzelnen Beständen bieten die zwei nachstehenden Tabellen, wobei sich Tabelle 36 auf die Bewertung der Fläche als Steinschlag-Transitgebiet und Tabelle 37 als Steinschlag-Auslaufgebiet bezieht.

An den Prozentzahlen in Tabelle 37 erkennt man, dass in den Altholzbeständen A, B, C, D, E, F und M generell eine recht gute Schutzwirkung gegenüber Steinschlag gegeben ist. Bezüglich der verschiedenen Steingrößen ist diese aber nicht einheitlich und so besteht auch in diesen Beständen eine Notwendigkeit für waldbauliche Maßnahmen, welche die Schutzwirkung gegenüber Steinschlag erhöhen. Die Bestände G und H, welche sich in der Stangenholzphase befinden, erreichen bei kleinen Steinen (Größe bis 0,05 m³) eine besonders hohe Schutzwirkung – es fallen hier alle Probepunkte in die Kategorie „Ideale Schutzwirkung“. Bei größeren Steinen bietet der Waldbestand jedoch nur eine unzureichende Schutzwirkung. Anders stellt sich die Situation auf den Schlagflächen Bestand J und K sowie auf den vorwiegend mit Hasel bestockten Flächen (Bestand I und L) dar. Hier fallen die meisten Probepunkte in die Kategorie „Keine Schutzwirkung“. Dabei muss aber berücksichtigt werden, dass die Hasel gegenüber Steinen mit geringem Durchmesser sicher eine gewisse Schutzwirkung bietet.

Tabelle 37. Schutzwirkung bezüglich Steinschlag (Transitgebiet) in den einzelnen Beständen (nach Frehner *et al.* 2005) in Prozent aller Stichprobenpunkten in den Beständen.

Bestand	Steingröße	ideale Schutzwirkung	ausreichende Schutzwirkung	nicht ausreichende Schutzwirkung	keine Schutzwirkung
A	≤ 0,05m ³	33%	67%	0%	0%
	0,05 – 0,2m ³	67%	33%	0%	0%
	0,2 – 5m ³	67%	33%	0%	0%
B	≤ 0,05m ³	50%	0%	50%	0%
	0,05 – 0,2m ³	50%	33%	17%	0%
	0,2 – 5m ³	67%	33%	0%	0%
C	≤ 0,05m ³	57%	14%	29%	0%
	0,05 – 0,2m ³	43%	14%	43%	0%
	0,2 – 5m ³	43%	0%	43%	14%
D	≤ 0,05m ³	33%	33%	33%	0%
	0,05 – 0,2m ³	33%	33%	33%	0%
	0,2 – 5m ³	33%	33%	33%	0%
E	≤ 0,05m ³	25%	25%	50%	0%
	0,05 – 0,2m ³	50%	0%	50%	0%
	0,2 – 5m ³	25%	0%	75%	0%
F	≤ 0,05m ³	33%	0%	67%	0%
	0,05 – 0,2m ³	33%	33%	33%	0%
	0,2 – 5m ³	83%	17%	0%	0%
G	≤ 0,05m ³	100%	0%	0%	0%
	0,05 – 0,2m ³	0%	0%	100%	0%
	0,2 – 5m ³	0%	0%	0%	100%
H	≤ 0,05m ³	100%	0%	0%	0%
	0,05 – 0,2m ³	33%	0%	67%	0%
	0,2 – 5m ³	0%	0%	33%	67%
I	≤ 0,05m ³	0%	0%	33%	67%
	0,05 – 0,2m ³	0%	0%	33%	67%
	0,2 – 5m ³	0%	0%	0%	100%
J	≤ 0,05m ³	0%	0%	0%	100%
	0,05 – 0,2m ³	0%	0%	0%	100%
	0,2 – 5m ³	0%	0%	0%	100%
K	≤ 0,05m ³	0%	0%	0%	100%
	0,05 – 0,2m ³	0%	0%	0%	100%
	0,2 – 5m ³	0%	0%	0%	100%
L	≤ 0,05m ³	0%	0%	0%	100%
	0,05 – 0,2m ³	0%	0%	0%	100%
	0,2 – 5m ³	0%	0%	0%	100%
M	≤ 0,05m ³	67%	33%	0%	0%
	0,05 – 0,2m ³	33%	33%	33%	0%
	0,2 – 5m ³	0%	67%	33%	0%

Tabelle 38 zeigt für die einzelnen Bestände das Ergebnis für die Bewertung der Fläche als Steinschlag-Auslaufgebiet, welches identisch mit jenem für Steine bis zu einem Durchmesser von etwa 40cm bei der Bewertung der Fläche als Steinschlag-Transitgebiet ist. Besonders gut ist die Schutzwirkung dabei nur in den Beständen G und H, welche aufgrund des geringen Bestandesalters noch sehr hohe Stammzahlen erreichen. Die Punkte auf den Schlagflächen sowie auf den überwiegend mit Hasel bestockten Flächen fallen fast ausschließlich in Kategorie „Keine Schutzwirkung“. Diese vier Bestände (I, J, K und L) sind flächenmäßig aber eher von untergeordneter Bedeutung (siehe auch Abbildung 46). Zusammen machen sie mit einer Größe von 2,65ha nur 7,1% der gesamten Aufnahme­fläche aus. In den Altholzbeständen ist die Schutzsituation nicht einheitlich. Nur in den Beständen A und M fallen keine Probepunkte in die beiden Kategorien mit unzureichender Schutzwirkung. In den Beständen B und E fallen schon die Hälfte der Punkte in die Kategorie „Nicht ausreichende Schutzwirkung“ und im Bestand F sind es sogar zwei Drittel der Punkte, welche in diese Kategorie fallen.

Tabelle 38. Schutzwirkung bezüglich Steinschlag (Auslaufgebiet) in den einzelnen Beständen (nach Frehner *et al.* 2005) in Prozent aller Stichprobenpunkte in den Beständen.

Bestand	ideale Schutzwirkung	ausreichende Schutzwirkung	nicht ausreichende Schutzwirkung	keine Schutzwirkung
A	33%	67%	0%	0%
B	50%	0%	50%	0%
C	57%	14%	29%	0%
D	33%	33%	33%	0%
E	25%	25%	50%	0%
F	33%	0%	67%	0%
G	100%	0%	0%	0%
H	100%	0%	0%	0%
I	0%	0%	33%	67%
J	0%	0%	0%	100%
K	0%	0%	0%	100%
L	0%	0%	0%	100%
M	67%	33%	0%	0%

Die folgenden Abbildungen zeigen ein Bild der Schutzwirkung auf der Projektfläche. Dabei veranschaulichen die Abbildungen 43, 44 und 45 die Schutzwirkung bei einer Bewertung der Fläche als Steinschlag-Transitgebiet. In Abbildung 46 wird das Ergebnis für die Bewertung der Fläche als Steinschlag-Auslaufgebiet gezeigt.

Abbildung 43 bezieht sich auf Steine mit einem Durchmesser bis etwa 40cm ($0,05\text{m}^3$). Abbildung 44 zeigt den gleichen Inhalt für Steine mit einem Durchmesser von ungefähr 40 bis 60cm ($0,05$ bis $0,2\text{m}^3$) und Abbildung 45 für einen Steindurchmesser von rund 60 bis 180cm ($0,2\text{m}^3$ bis 5m^3).

Die dunkelgrüne Farbe charakterisiert Flächen mit idealer Schutzwirkung. Die grüne Farbe steht für eine ausreichende Schutzwirkung. Für Flächen mit einer nicht ausreichenden Schutzwirkung wurde die orange Farbe verwendet. Rot eingefärbte Fläche weisen keine Schutzwirkung bezüglich der angegebenen Steingrößen auf. Aufgrund der unterschiedlichen Form und Größe der Bestände sind die einzelnen Flächen – welche jeweils einem Probepunkt zugeordnet werden können – nicht von einheitlicher Größe.

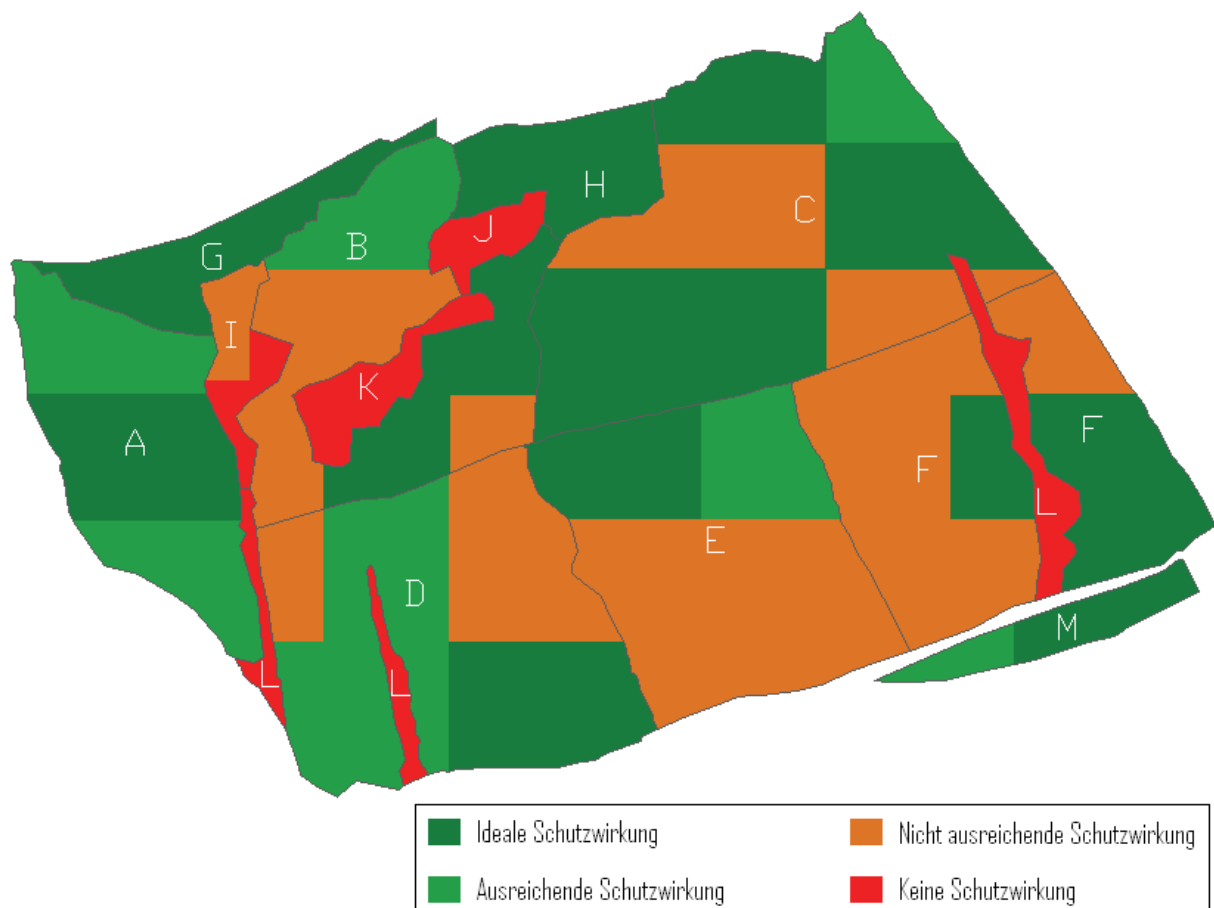


Abbildung 43. Schutzwirkung der Gesamtfläche als Steinschlag-Transitgebiet bezüglich Steine bis $0,05\text{m}^3$ (nach Frehner *et al.*, 2005) dargestellt auf Basis der gemittelten Punktergebnisse in den Bestandespolygonen. Für Steine mit einem Durchmesser bis etwa 40cm.

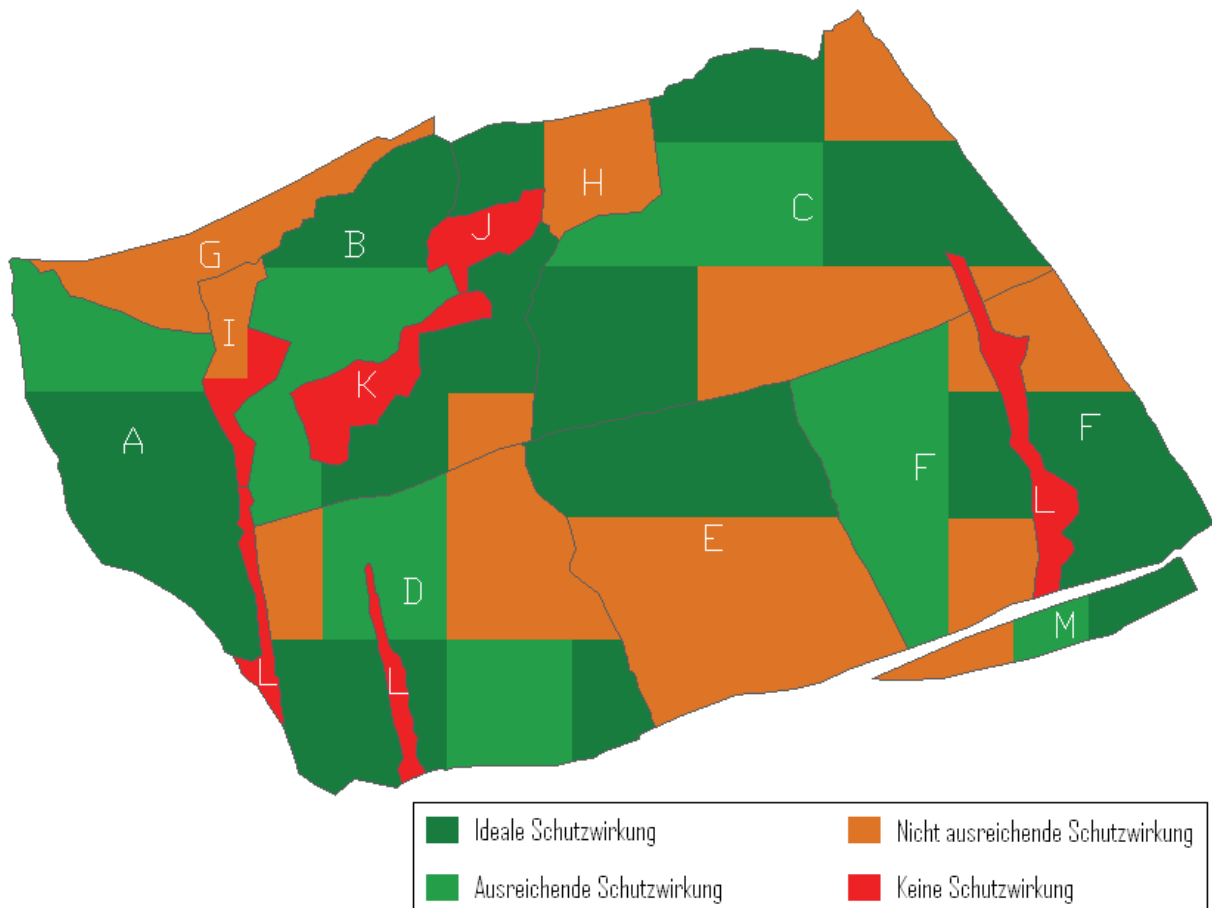


Abbildung 44. Schutzwirkung der Gesamtfläche als Steinschlag-Transitgebiet bezüglich Steine von 0,05 bis 0,2m³ (nach Frehner *et al.*, 2005) dargestellt auf Basis der gemittelten Punktergebnisse in den Bestandespolygonen. Für Steine mit einem Durchmesser von etwa 40 bis 60cm.

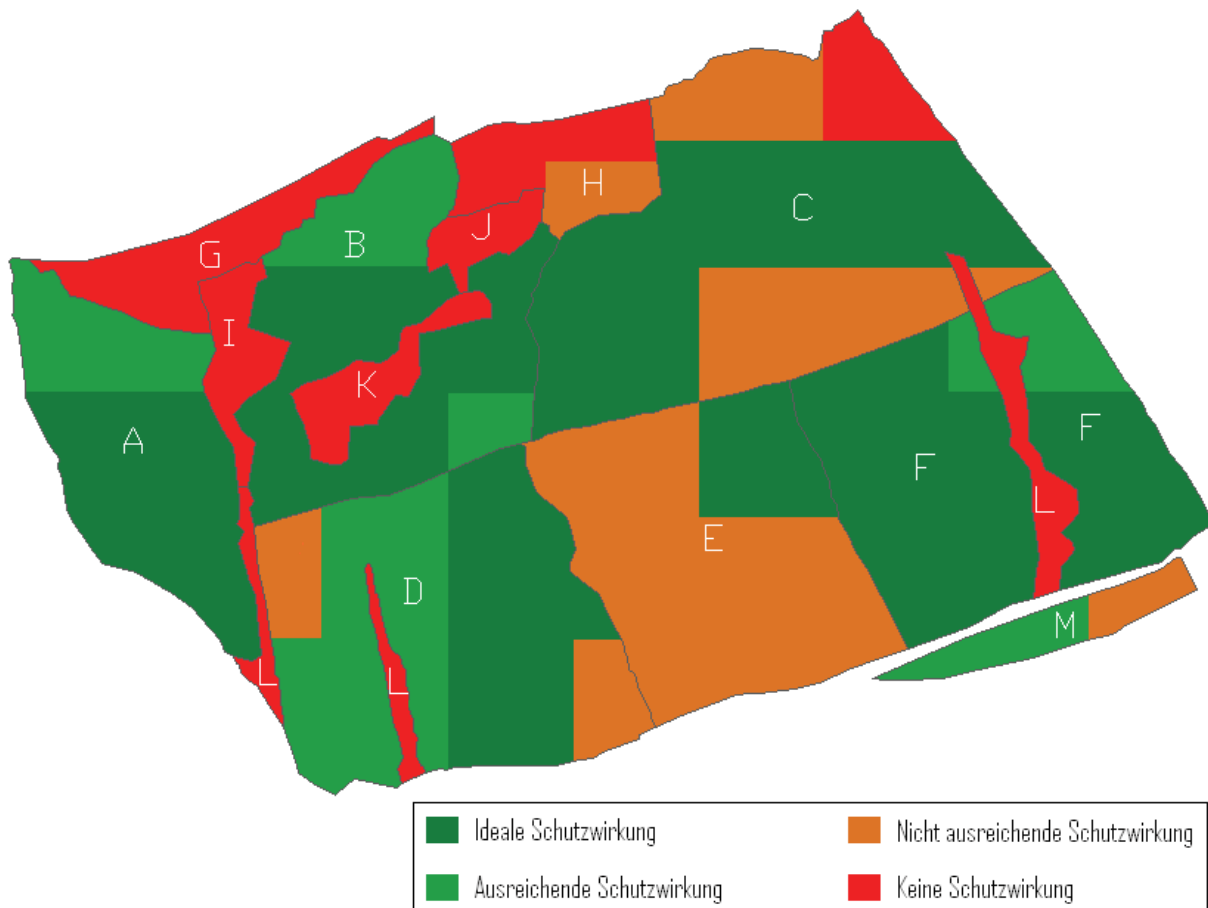


Abbildung 45. Schutzwirkung der Gesamtfläche als Steinschlag-Transitgebiet bezüglich Steine von 0,2 bis 5m³ (nach Frehner *et al.*, 2005) dargestellt auf Basis der gemittelten Punktergebnisse in den Bestandespolygonen. Für Steine mit einem Durchmesser von etwa 60 bis 180cm.

Abbildung 46 zeigt die Schutzwirkung der Projektfläche als Steinschlag-Auslaufgebiet. Es zeigt sich das selbe Bild wie für Steine von geringem Durchmesser bei einer Bewertung der Fläche als Steinschlag-Transitgebiet. Auf dem überwiegenden Teil der Aufnahmefläche bietet der Waldbestand eine ideale oder ausreichende Schutzwirkung und nur auf etwas weniger als 7% der Gesamtfläche ist keine Schutzwirkung vorhanden.

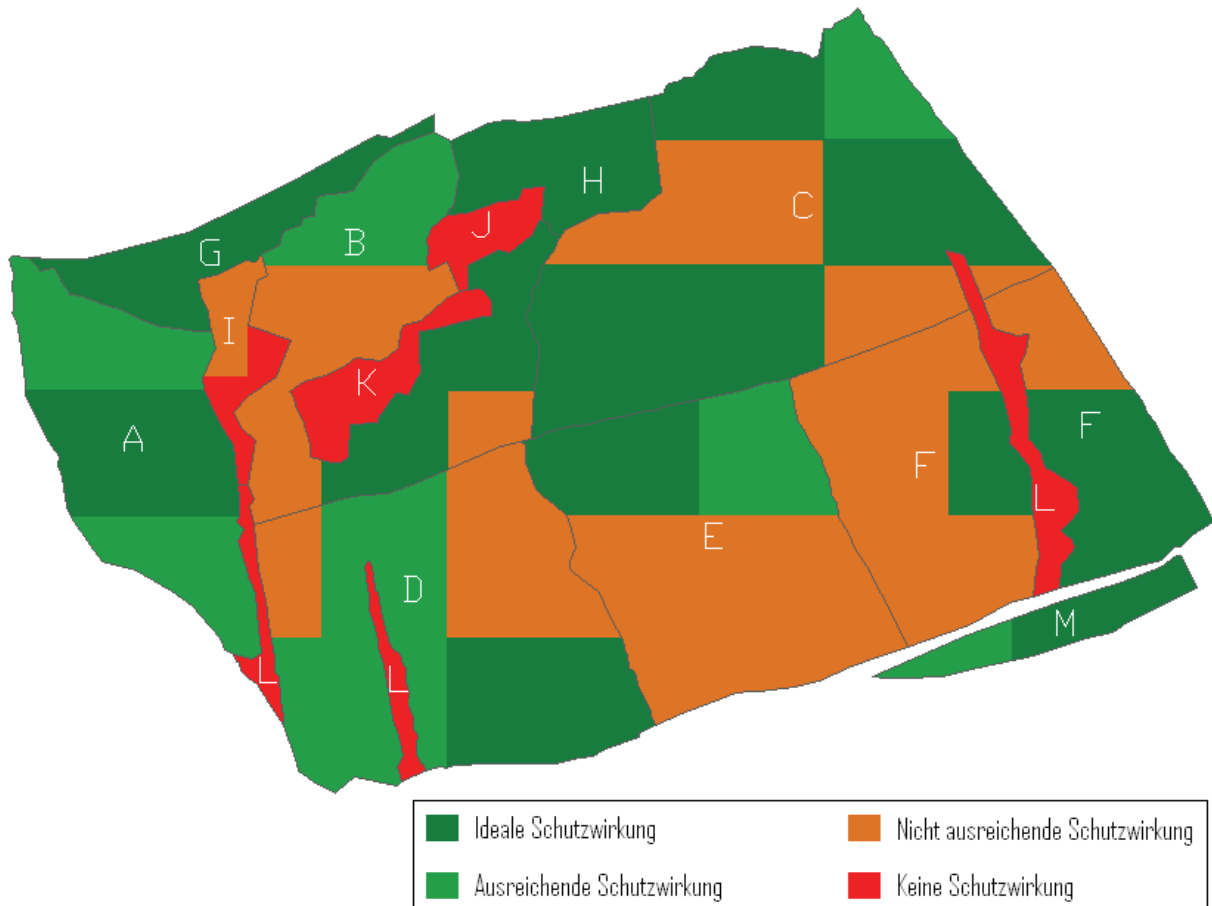


Abbildung 46. Schutzwirkung bezüglich Steinschlag (Auslaufgebiet) auf der Gesamtfläche (nach Frehner *et al.*, 2005) dargestellt auf Basis der gemittelten Punktergebnisse in den Bestandespolygonen.

Eine Gesamtübersicht der Schutzwirkung bezüglich Steinschlag (nach Frehner *et al.*, 2005) in den einzelnen Beständen zeigt Abbildung 47. Dabei wurde jedem Stichprobenpunkt die ungünstigste Schutzwirkung, welche sich bei der Bewertung für die einzelnen Steingrößen ergab, zugeschrieben. Es wird ersichtlich, dass in den flächenmäßig größten Beständen A bis F insgesamt noch eine zufriedenstellende Schutzwirkung bezüglich Steinschlag gegeben ist. Die Bestände G bis L – welche zusammen aber nur 5,08ha oder 13,5% der Gesamtfläche ausmachen – bieten fast überhaupt keine Schutzwirkung.

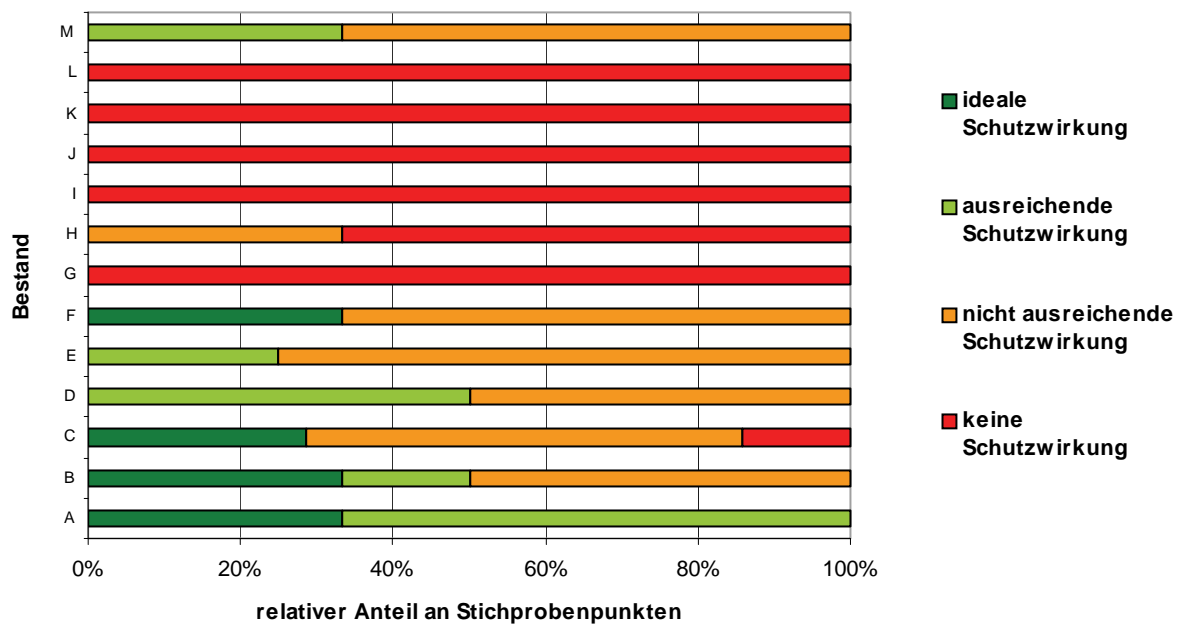


Abbildung 47. Übersicht der Schutzwirkung bezüglich Steinschlag in den einzelnen Beständen (nach Frehner *et al.*, 2005).

Eine grobe Abschätzung der Entwicklungstendenz einiger für die Steinschlag-Schutzwirkung besonders wichtiger Parameter (Stammzahl, BHD des Kreisflächenmittelstammes und Lückengröße) zeigen die Abbildungen 48 bis 53. Dabei zeigen die Abbildungen 48, 49 und 50 die kurzfristige Entwicklungstendenz bis zum Jahr 2020 und die Abbildungen 51, 52 und 53 die mittelfristige Entwicklungstendenz bis zum Jahr 2050. Die Abschätzung erfolgte gutachtlich auf Basis der jeweils aktuellen Werte von Stammzahl, BHD des Kreisflächenmittelstammes bzw. Lückengröße und der Durchmesser- und Verteilung sowie einiger anderer Bestandskennzahlen (u.a. CCF, Art und Anzahl von Verjüngungspflanzen in den einzelnen Höhenklassen und BHD-Klassen) auf den einzelnen Probepunkten.

Negative Veränderungen sind bei der Stammzahl und dem BHD des Kreisflächenmittelstammes dunkelorange gefärbt während positive Veränderungen durch grünlichen Farbton gekennzeichnet sind. Bei der Lückengröße, wo eine Verminderung derselben eine Verbesserung der Steinschlag-Schutzwirkung bedeutet, ist eine negative Entwicklungstendenz grünlich und eine positive dunkelorange dargestellt.

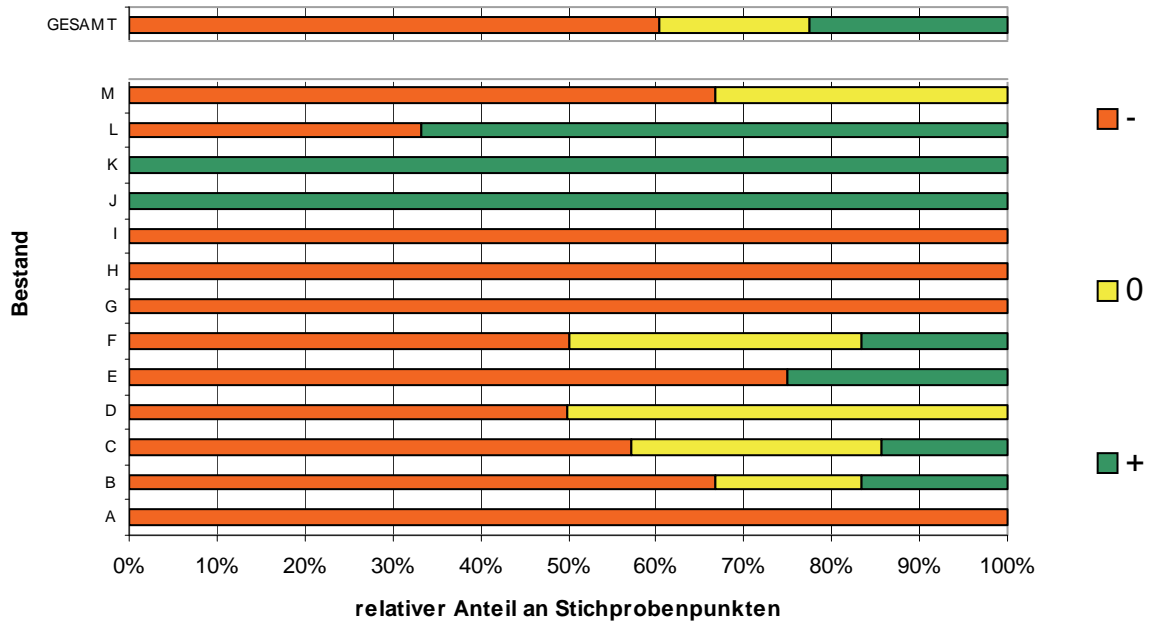


Abbildung 48. Entwicklungstendenz der Stammzahl in den einzelnen Beständen und auf der Gesamtfläche bis 2020.

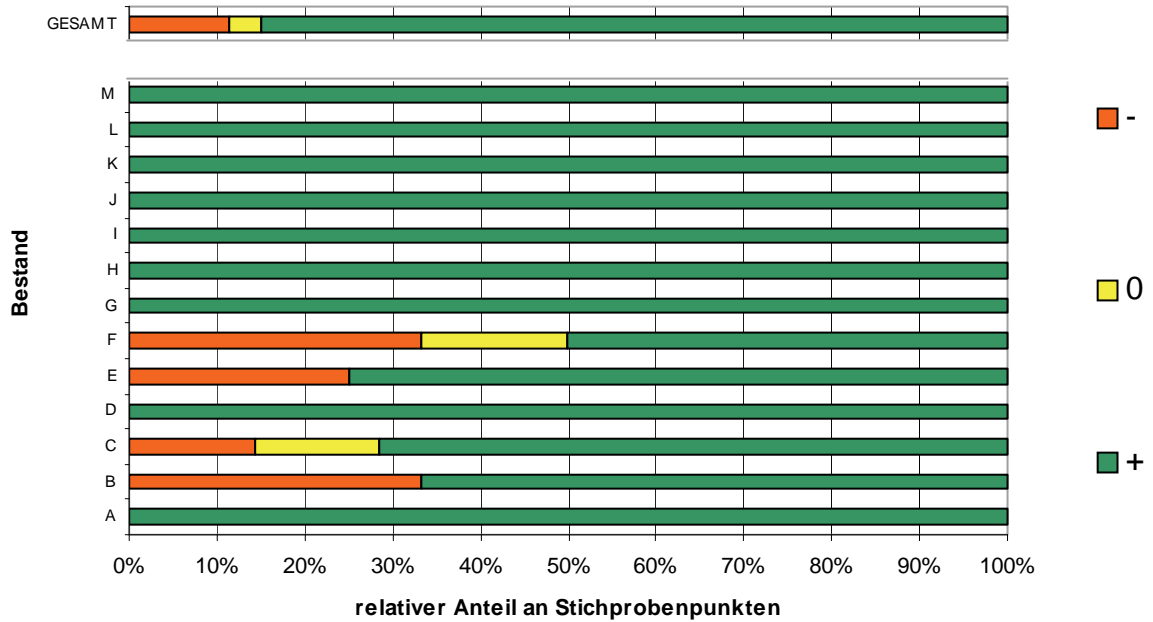


Abbildung 49. Entwicklungstendenz des Brusthöhendurchmessers (BHD) vom Kreisflächenmittelstamm in den einzelnen Beständen und auf der Gesamtfläche bis 2020.

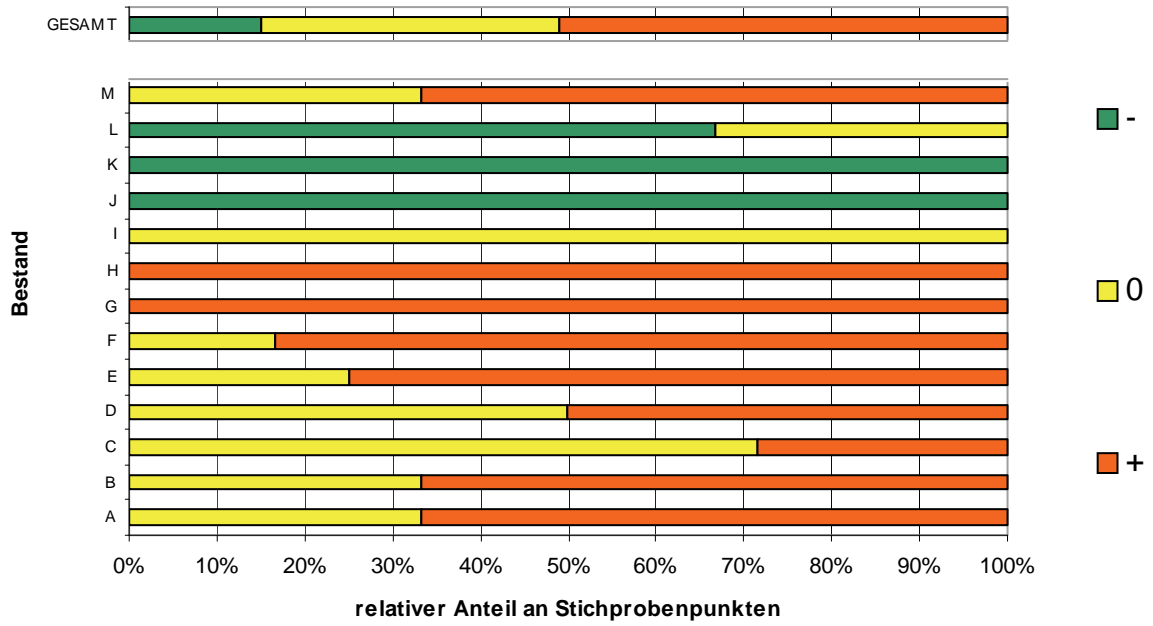


Abbildung 50. Entwicklungstendenz der Lückengröße in den einzelnen Beständen und auf der Gesamfläche bis 2020.

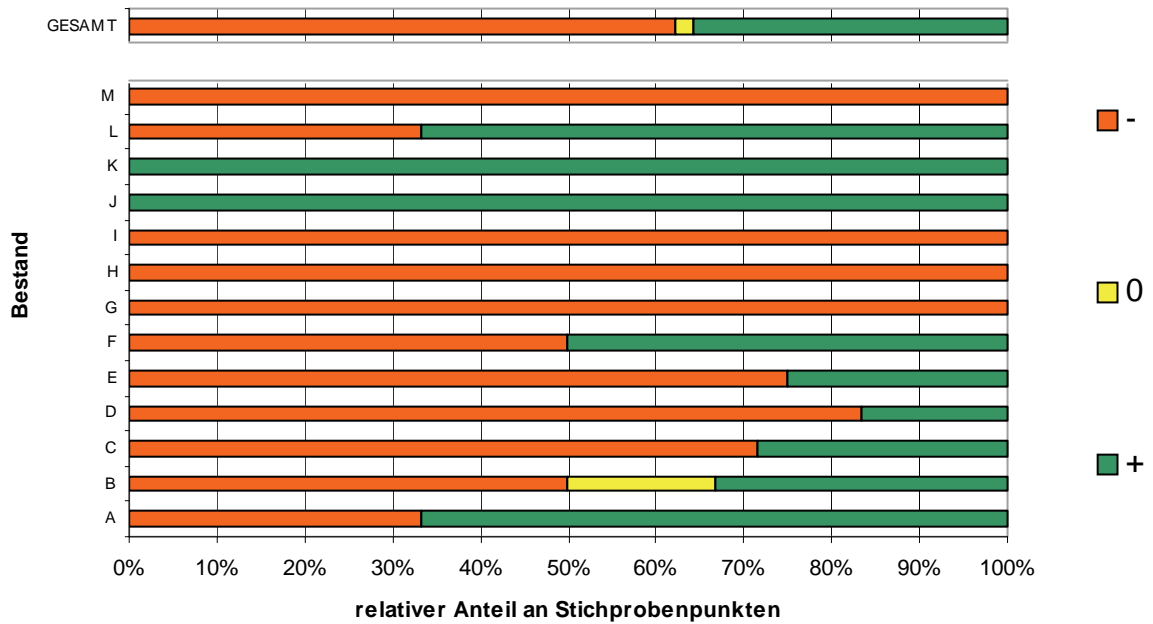


Abbildung 51. Entwicklungstendenz der Stammzahl in den einzelnen Beständen und auf der Gesamfläche bis 2050.

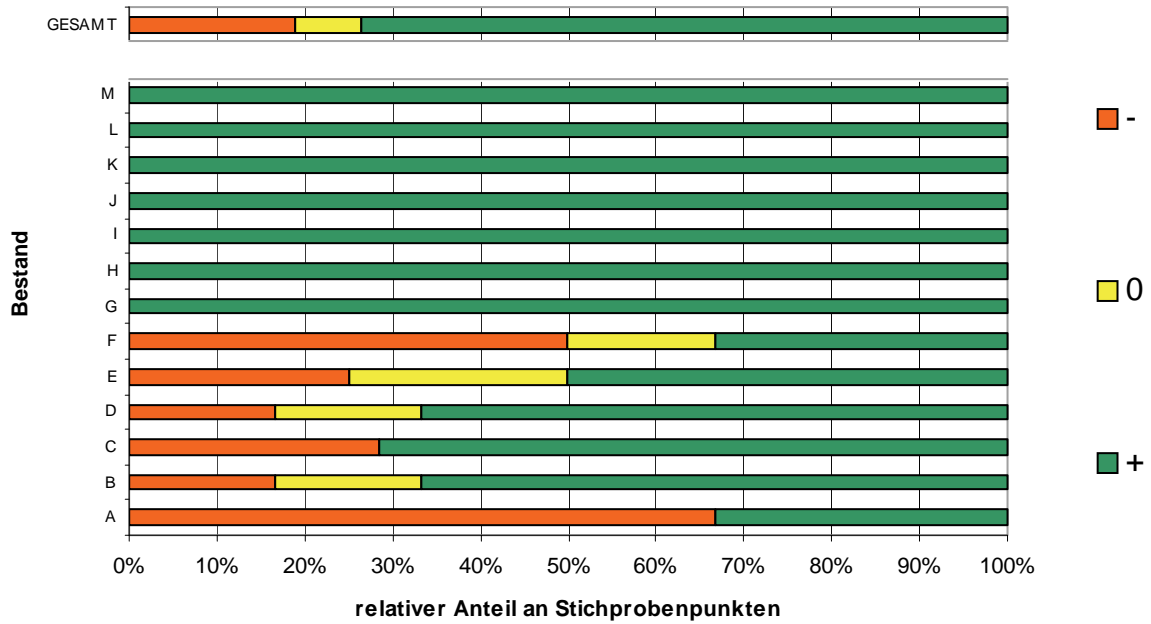


Abbildung 52. Entwicklungstendenz des Brusthöhendurchmessers (BHD) vom Kreisflächenmittelstamm in den einzelnen Beständen und auf der Gesamtfläche bis 2050.

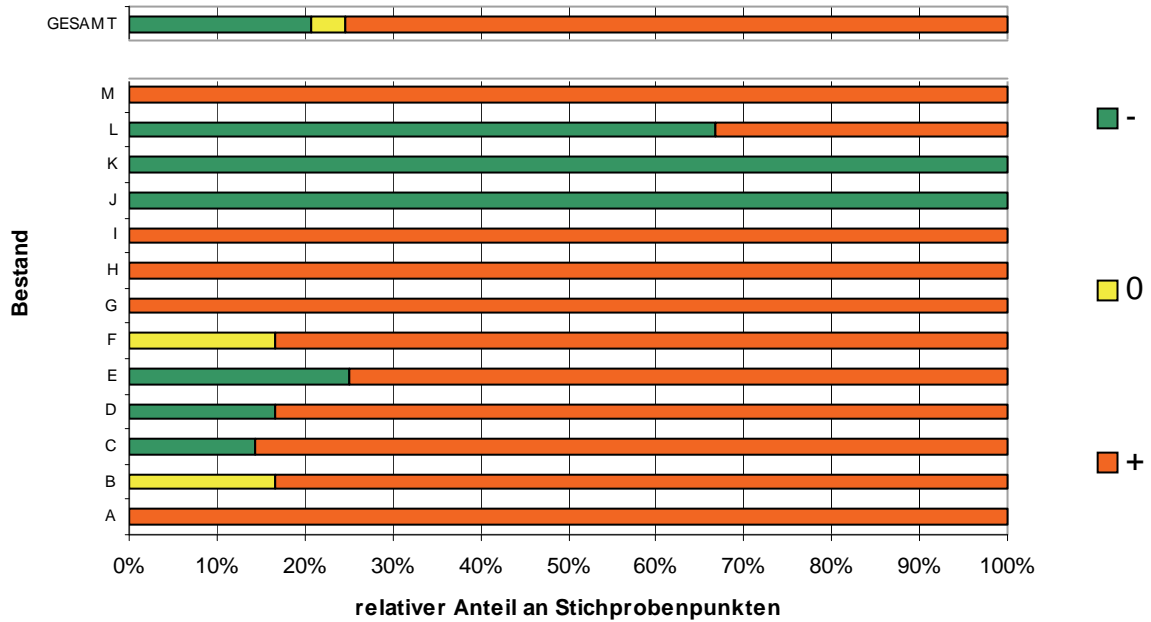


Abbildung 53. Entwicklungstendenz der Lückengröße in den einzelnen Beständen und auf der Gesamtfläche bis 2050.

4.4 Verjüngungsanalyse

In diesem Abschnitt wird versucht, Zusammenhänge zwischen dem Auftreten von Naturverjüngung verschiedener Baumarten und einigen Standorts- und Bestandesvariablen aufzuzeigen. Berechnungen wurden für die fünf Höhenklassen, welche die Verjüngung bis zu einer Höhe von 130cm umfassen, und für die jungen Bäume in den ersten beiden BHD-Klassen (0 bis 2cm und 2 bis 4cm) durchgeführt. Meist war es schwer, eindeutige Trends zu erkennen. Deshalb wird in diesem Abschnitt auf die Darstellung der gesamten Präferenz-Indizes für alle Variablen und Baumarten verzichtet und nur eine kleine Auswahl näher beschrieben. Die restlichen Präferenz-Index-Abbildungen sind im Anhang zu finden.

4.4.1 Hangneigung

Die Hangneigung hat im Projektgebiet einen eher schwachen Einfluss auf das Auftreten von Naturverjüngung, was durch Werte meist um 1,00 (exakt zwischen 0,00 und 2,08) für die Präferenz-Indizes der einzelnen Arten gezeigt wird. Beispielsweise sind die Präferenz-Indizes von Fichte in den Höhenklassen (HKL) 1 bis 5 (Größe bis 130cm) in Abbildung 54 dargestellt. Bei den ersten beiden HKL (bis 30cm) erkennt man hinsichtlich der Neigung kaum Unterschiede (Werte zwischen 0,61 und 1,25). Die HKL 3 bis 5 zeigen eine gewisse Präferenz für mittelsteile (35,1° bis 40°) Lagen (Wert 1,85) und meiden steile Lagen (Wert 0,44).

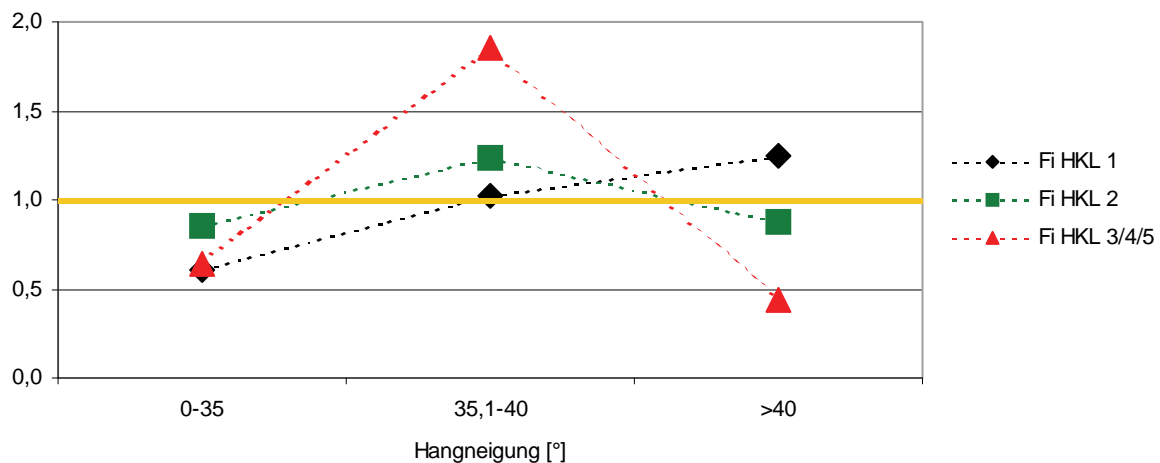


Abbildung 54. Präferenz-Indizes der Verjüngung von Fichte (*Picea abies*) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich der Hangneigung.

4.4.2 Gründigkeit in cm-Klassen

Beim Auftreten von Verjüngung hinsichtlich der Gründigkeit des Bodens (gemessen in cm-Klassen) können deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen Arten erkannt werden. Eine sehr deutliche Präferenz für flachgründige Böden zeigt Fichte, die in der Klasse bis 30cm Gründigkeit Werte von 2,63 bis 4,17 erreicht (siehe Abbildung 55).

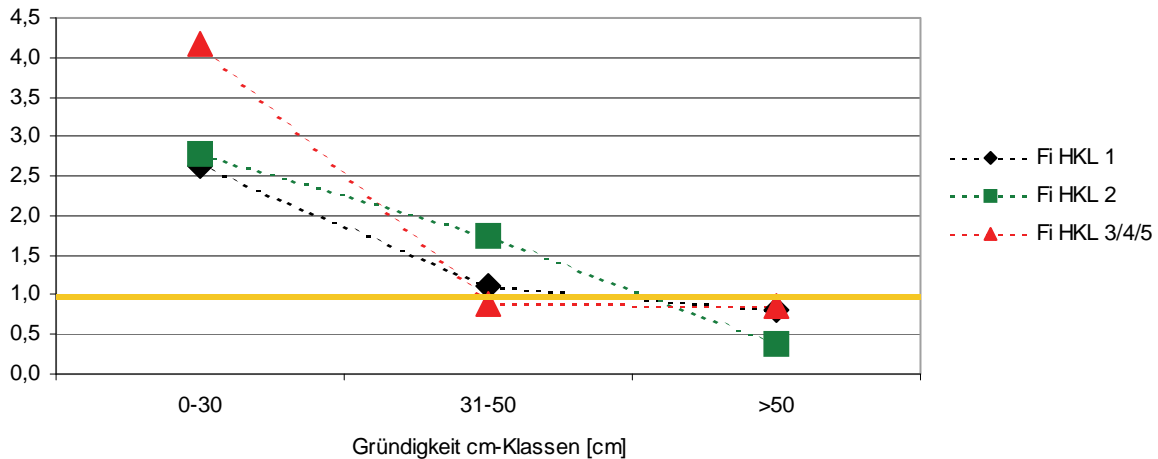


Abbildung 55. Präferenz-Indizes der Verjüngung von Fichte (*Picea abies*) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich der Gründigkeit in cm-Klassen.

Abbildung 56 zeigt, dass Haselverjüngung in diesem Gebiet auf flachgründigen Böden überhaupt nicht vorkommt, wie man am Wert 0 für alle Höhenklassen erkennen kann. Bei den anderen beiden Klassen gibt es nur geringe Unterschiede (Werte meist etwas über 1,00).

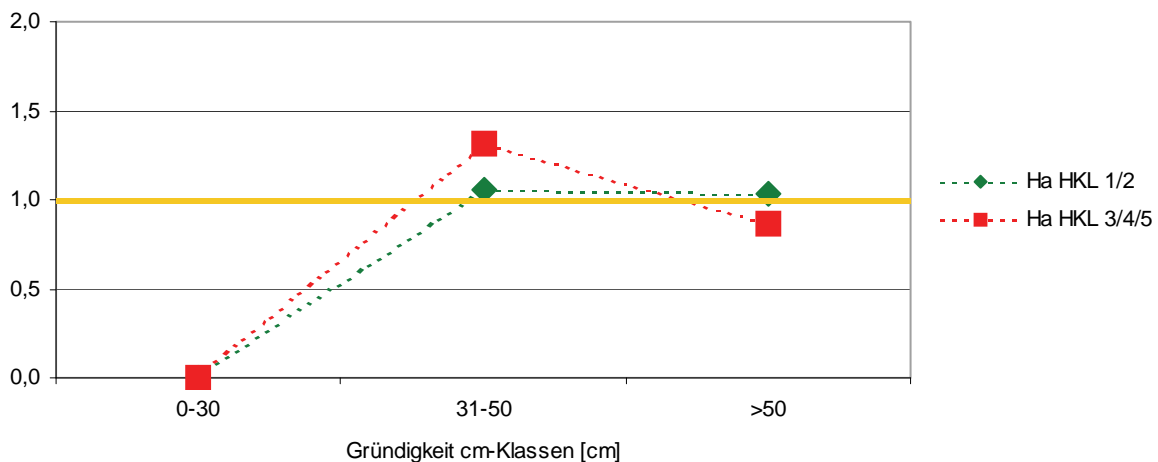


Abbildung 56. Präferenz-Indizes der Verjüngung von Hasel (*Corylus avellana*) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich der Gründigkeit in cm-Klassen.

Eine deutliche Präferenz für tiefgründige Böden zeigt Vogelbeere (siehe Abbildung 57). Der Wert für den Präferenz-Index in der Klasse über 50cm Gründigkeit ist mit 1,38 fast drei mal so hoch (0,53) wie der Wert in der Klasse von 31 bis 50cm. Wie bei Hasel kommt in der Klasse bis 30cm Gründigkeit keine Verjüngung vor (Wert 0).

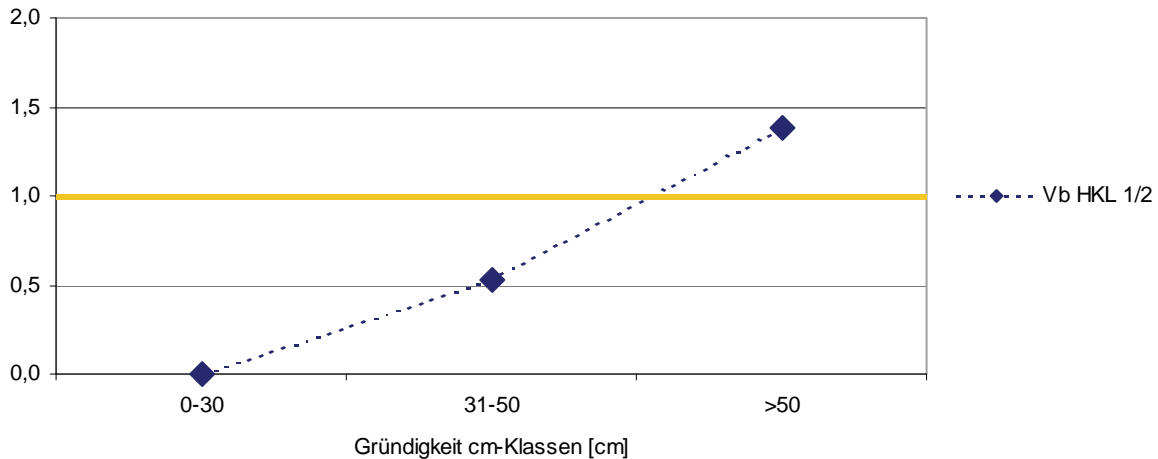


Abbildung 57. Präferenz-Indizes der Verjüngung von Vogelbeere (*Sorbus aucuparia*) in den Höhenklassen 1 und 2 bezüglich der Gründigkeit in cm-Klassen.

4.4.3 Humustypen

Abbildung 58 zeigt die Präferenz-Indizes der Fichtenverjüngung hinsichtlich der Humustypen. Dabei sieht man bei der ersten Höhenklasse (HKL) bis 10cm eine nur schwach ausgeprägte Präferenz (Werte für den Präferenz-Index 1,17 bzw. 1,20) für Moder und die Zwischenformen rohhumusartiger Moder und moderartiger Rohhumus. Anders sieht das Ergebnis bei den weiteren HKL aus. Sowohl die zweite HKL als auch die HKL 3 bis 5 zeigen eine deutliche Präferenz (Werte 2,14 bzw. 2,56) für Rohhumus. Generell die niedrigsten Werte (0,00 bis 0,33) werden für Mull und mullartigen Moder erreicht.

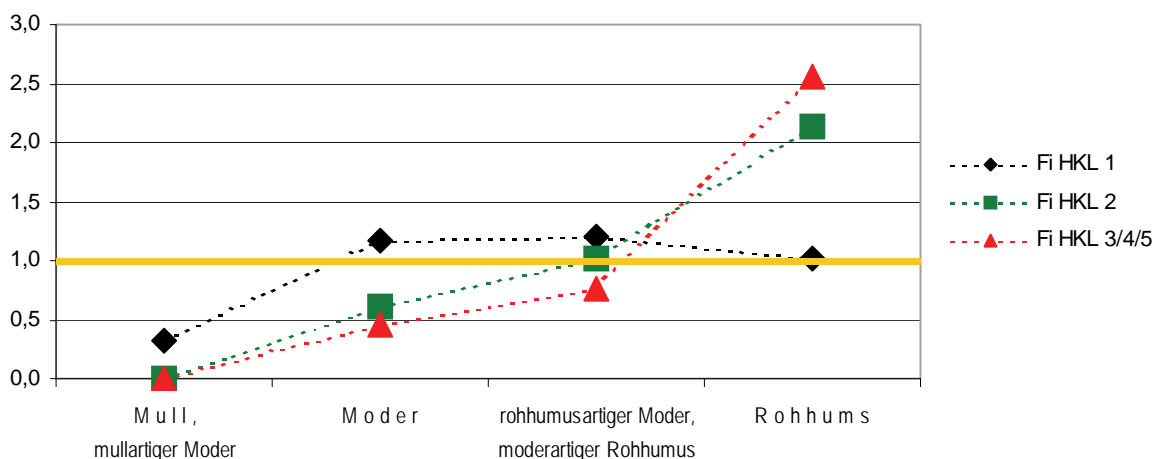


Abbildung 58. Präferenz-Indizes der Verjüngung von Fichte (*Picea abies*) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich der Humustypen.

Die Weißtanne zeigt in der ersten Höhenklasse bezüglich der Humustypen ein ähnliches Verhalten wie Fichte: Ein sehr niedriger Wert für Mull und mullartigen Moder und vergleichbare Werte für die anderen Humustypen. Hier erreichen die Zwischenformen rohhumusartiger Moder und moderartiger Rohhumus mit 1,52 vor Rohhumus mit 1,28 den höchsten Wert (siehe Abbildung 59).

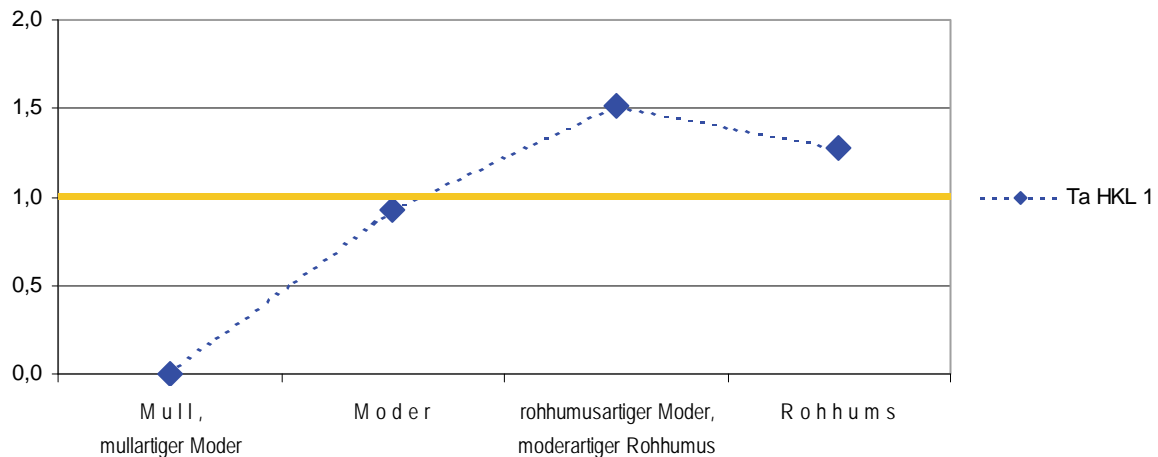


Abbildung 59. Präferenz-Indizes der Verjüngung von Weißtanne (*Abies alba*) in der Höhenklasse 1 bezüglich der Humustypen.

Bei Vogelbeere erkennt man in Abbildung 60 eine deutliche Präferenz für den Humustyp Moder (Wert für Präferenz-Index 1,67). Ähnlich wie Tanne und Fichte meidet sie offenbar im Projektgebiet die Humustypen Mull und mullartiger Moder (Wert 0). Kein eindeutiger Trend kann bei der Hasel in den verschiedenen HKL bzw. BHD-Klassen festgestellt werden (Abbildungen siehe Anhang).

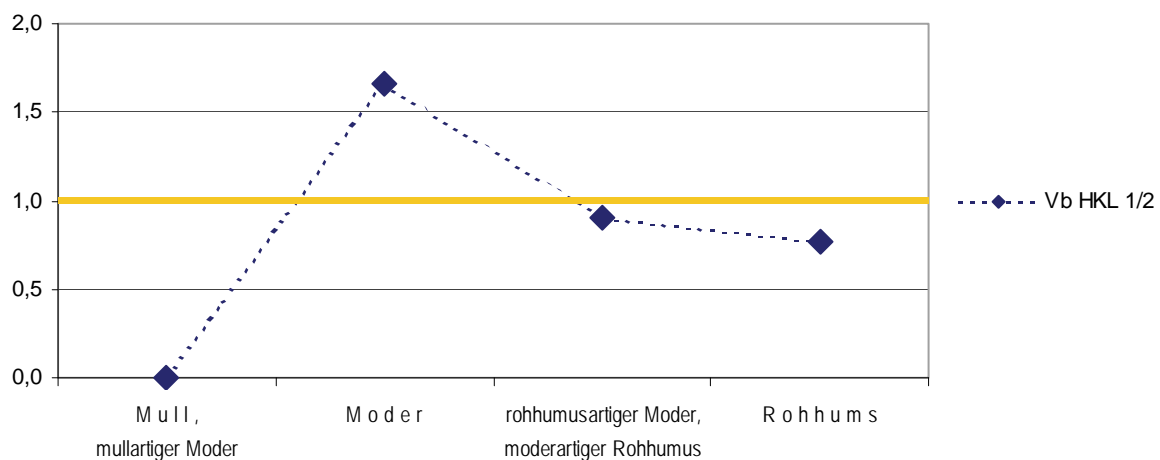


Abbildung 60. Präferenz-Indizes der Verjüngung von Vogelbeere (*Sorbus aucuparia*) in den Höhenklassen 1 und 2 bezüglich der Humustypen.

4.4.4 Mächtigkeit der Humusauflage

Wie von der Präferenz der Fichtenverjüngung hinsichtlich der Humustypen her erwartet, zeigen die Präferenz-Indizes für die Mächtigkeit der Humusauflage ein stärkeres Auftreten von Verjüngung – sehr deutlich für die Höhenklassen (HKL) 2 und 3 bis 5 – bei einer Auflage von über 9cm Mächtigkeit (siehe Abbildung 61). Noch deutlicher erkennt man diesen Trend bei der Tanne (Abbildung siehe Anhang).

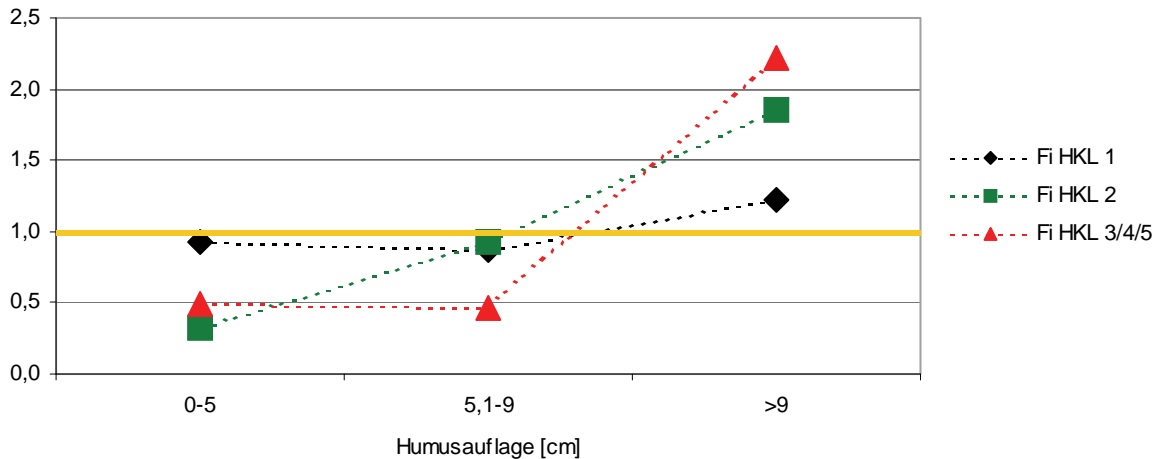


Abbildung 61. Präferenz-Indizes der Verjüngung von Fichte (*Picea abies*) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich der Mächtigkeit der Humusauflage.

Einen ganz anderen Trend zeigt Hasel. Am besten sieht man dies in der HKL 1 und HKL 2. Hier erreicht der Präferenz-Index in der Klasse bis 5cm Mächtigkeit mit 1,76 den höchsten und in der Klasse über 9cm mit 0,00 den niedrigsten Wert (siehe Abbildung 62).

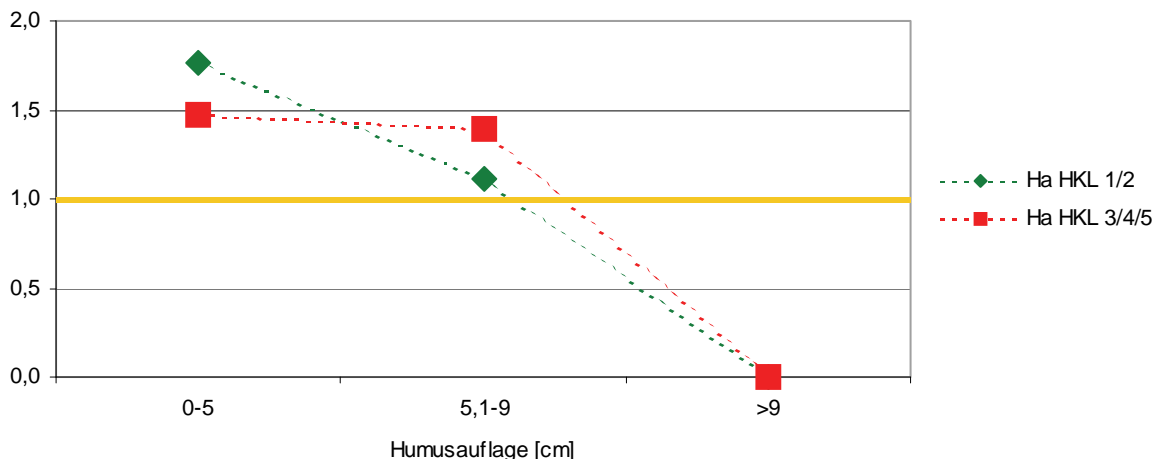


Abbildung 62. Präferenz-Indizes der Verjüngung von Hasel (*Corylus avellana*) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich der Mächtigkeit der Humusauflage.

4.4.5 Stammzahl am Hektar

Die Auswirkung der Stammzahl am Hektar auf das Auftreten von Verjüngung ist bei den einzelnen Arten unterschiedlich. Ein vergleichsweise geringer Einfluss zeigt sich in Abbildung 63 bei Fichte in den fünf Höhenklassen (HKL). Die Werte der Präferenz-Indizes streuen besonders für die ersten beiden HKL (Größe bis 30cm) nicht viel um 1,00 (genau zwischen 0,46 und 1,39).

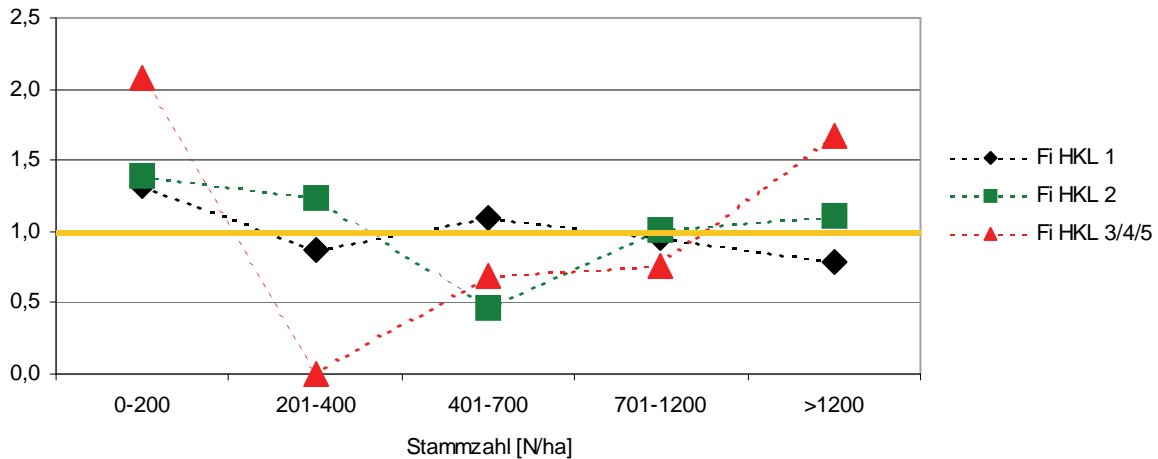


Abbildung 63. Präferenz-Indizes der Verjüngung von Fichte (*Picea abies*) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich der Stammzahl am Hektar.

Eine deutliche Präferenz kann man in Abbildung 64 für Weißtanne in der ersten HKL (bis 10cm) erkennen. Sie bevorzugt eine mittlere bis sehr hohe Stammzahl. Die Klassen ab 401 N/ha erreichen für die Präferenz-Indizes-Werte um 1,50 (genau 1,39 bis 1,67), während die Klassen darunter alle den Wert 0 aufweisen.

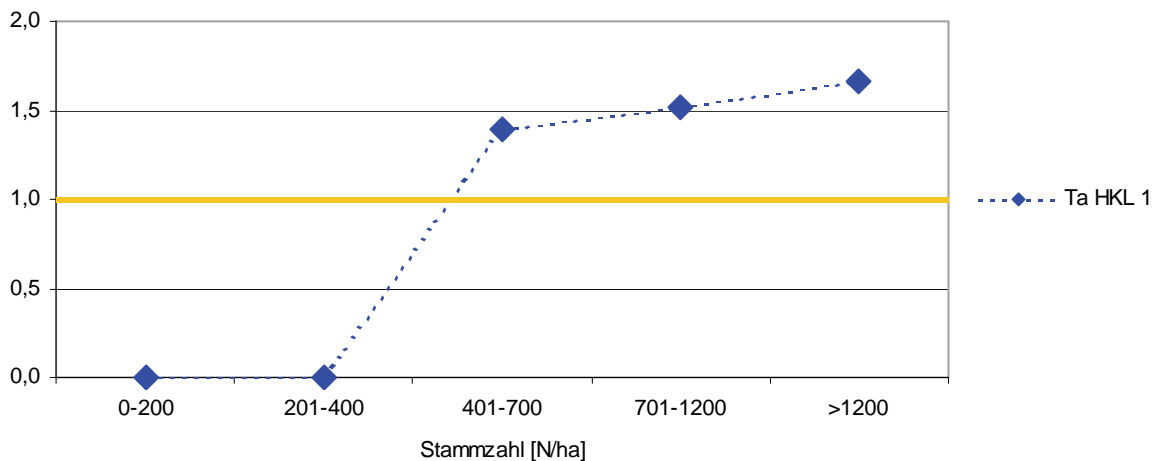


Abbildung 64. Präferenz-Indizes der Verjüngung von Weißtanne (*Abies alba*) in der Höhenklasse 1 bezüglich der Stammzahl am Hektar.

Eine ganz andere Präferenz weisen junge Haseln mit einer Höhe über 130cm und einem BHD bis 4cm auf (siehe Abbildung 65). Sie bevorzugen eine sehr niedrige Stammzahl, wie es die Werte für den Präferenz-Index in der Klasse bis 200 N/ha mit 2,21 und 2,68 zeigen. In den andren Klassen werden Werte deutlich unter bzw. knapp um 1,00 erreicht.

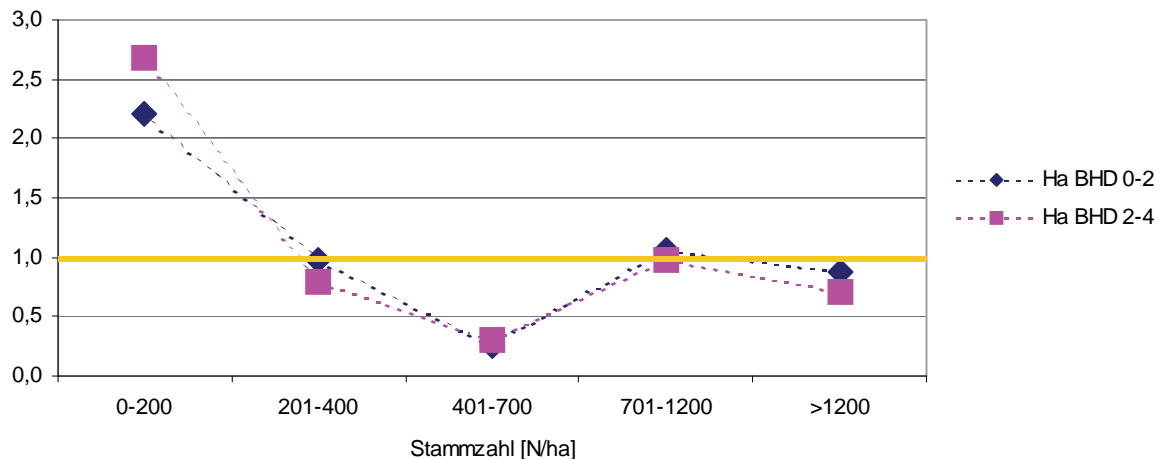


Abbildung 65. Präferenz-Indizes von Hasel (*Corylus avellana*) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich der Stammzahl am Hektar.

4.4.6 Kreisflächendichte

Ein ähnliches, wenn auch nicht ganz gleiches Bild wie die Stammzahl am Hektar zeigt die Kreisflächendichte. Als Beispiele werden hier Tanne und Hasel gezeigt. Eine deutliche Präferenz für eine hohe Kreisflächendichte kann man bei Weißtanne in der ersten Höhenklasse (HKL) erkennen, die in der Klasse von 51 bis 60 m²/ha mit 3,33 einen sehr hohen Wert für den Präferenz-Index aufweist (siehe Abbildung 66).

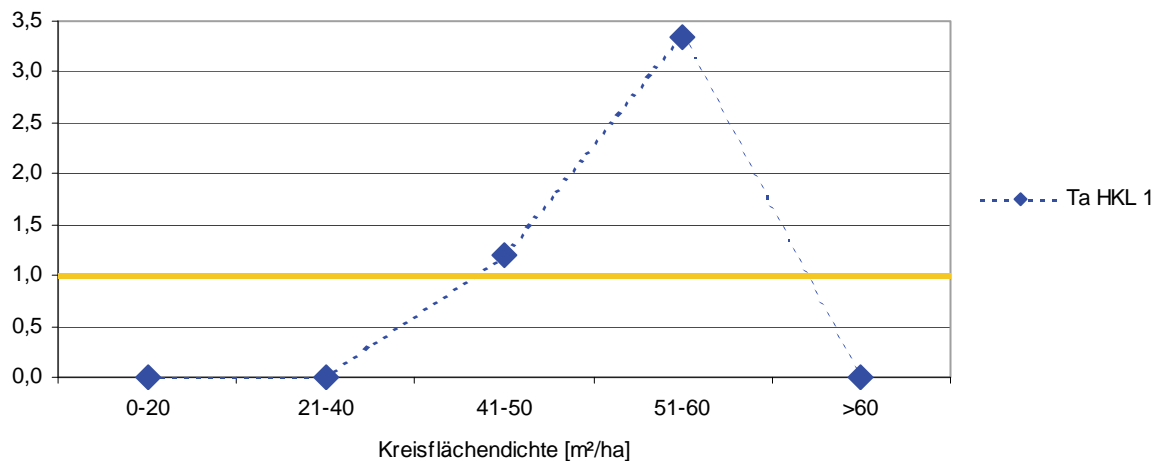


Abbildung 66. Präferenz-Indizes der Verjüngung von Weißtanne (*Abies alba*) in der Höhenklasse 1 bezüglich der Kreisflächendichte.

Eine unterschiedliche Präferenz in den einzelnen HKL und BHD-Klassen weist Hasel auf (siehe Abbildungen 67 und 68). Während die HKL 1 und 2 (Höhe bis 30cm) noch eher eine hohe Kreisflächendichte bevorzugt (mit 2,00 höchster Wert für Präferenz-Index in der Klasse von 51 bis 60 m²/ha) sieht man bei den HKL 3 bis 5 schon eine deutliche Tendenz zu einer niedrigeren Kreisflächendichte (mit 1,39 in der Klasse bis 20 m²/ha und 2,78 in der Klasse von 21 bis 40 m²/ha).

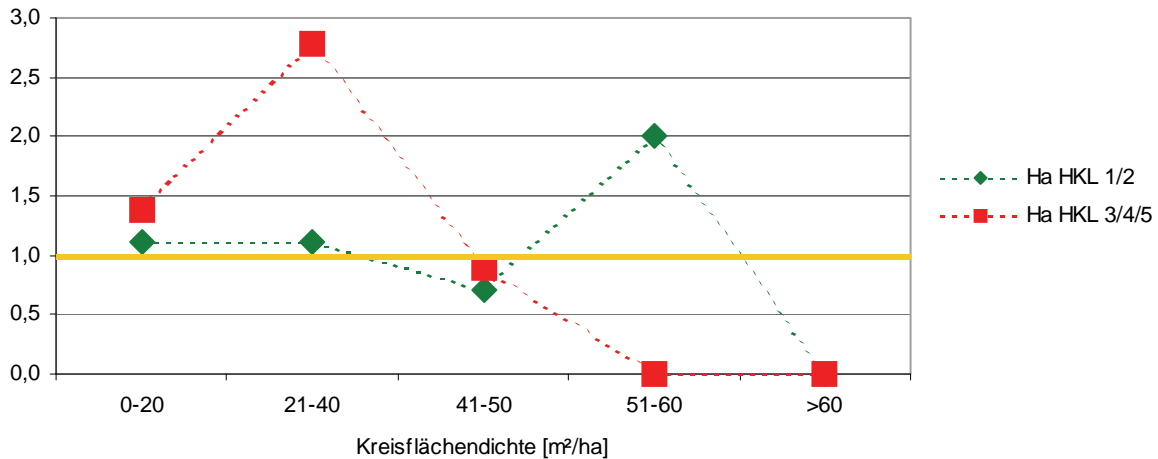


Abbildung 67. Präferenz-Indizes der Verjüngung von Hasel (*Corylus avellana*) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich der Kreisflächendichte.

Besonders ausgeprägt ist der Trend zu einer niedrigen Kreisflächendichte bei den jungen Haseln in den beiden BHD-Klassen bis 4cm (siehe Abbildung 68). Bei einer Kreisflächendichte bis 20 m²/ha werden mit 2,61 für die bis 2cm starken Haseln und 3,17 für Haseln mit einem BHD von 2 bis 4cm sehr hohe Werte für den Präferenz-Index erreicht. In den anderen Klassen liegen die Werte mit bis zu 1,07 deutlich darunter.

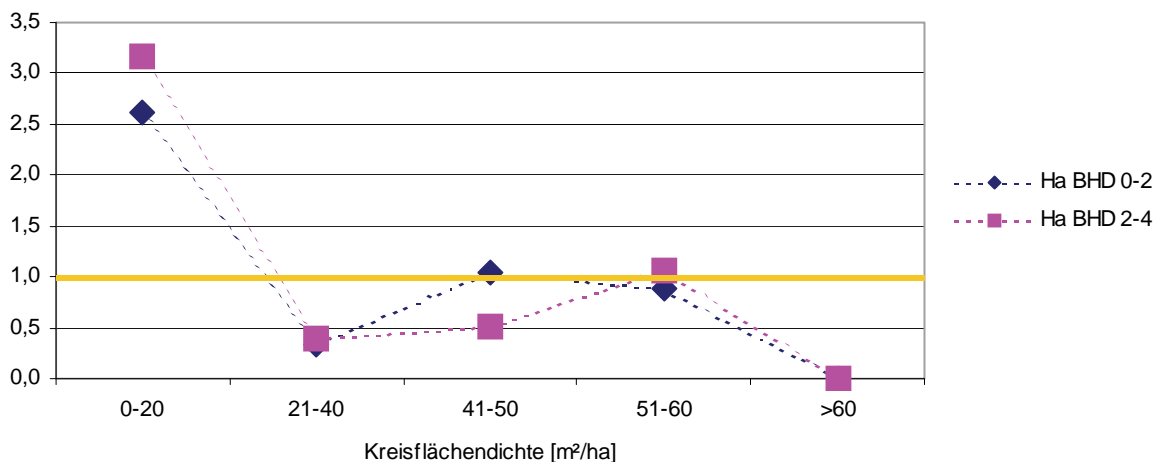


Abbildung 68. Präferenz-Indizes von Hasel (*Corylus avellana*) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich der Kreisflächendichte.

4.4.7 Hektarvorrat

Das Auftreten von Verjüngung der einzelnen Arten in Abhängigkeit vom Hektarvorrat ist auf der Aufnahmefläche sehr unterschiedlich, was am Beispiel von Fichte, Tanne und Hasel gezeigt werden soll. Abbildung 69 zeigt das Auftreten von Fichtenverjüngung in den fünf Höhenklassen (HKL) bis 130cm Höhe. Bis auf einen Ausreißer in der Klasse 201 bis 400 Vfm/ha zeigt sich eine deutliche Präferenz für einen höheren Hektarvorrat, besonders im Bereich von 601 bis 800 Vfm/ha (Werte der Präferenz-Indizes für die einzelnen HKL zwischen 1,75 und 1,85).

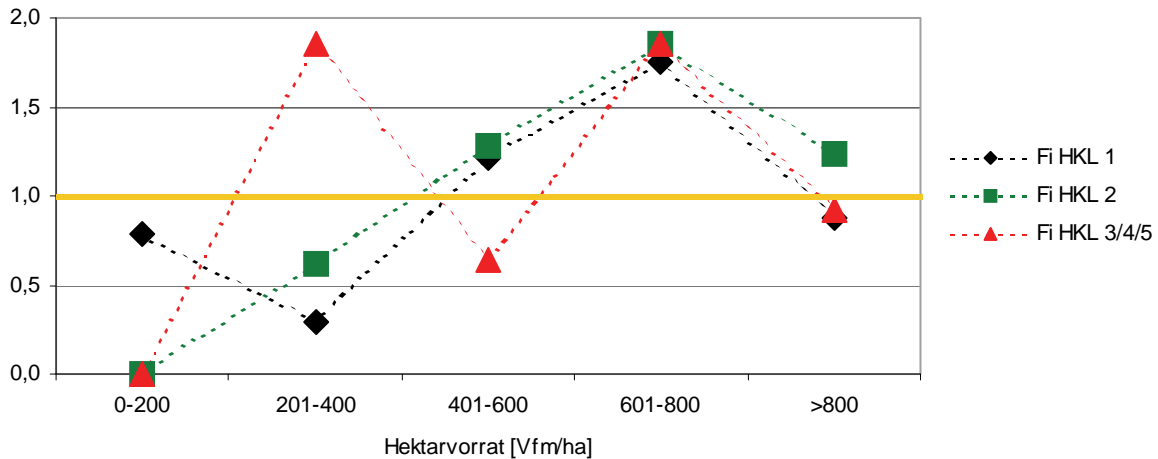


Abbildung 69. Präferenz-Indizes der Verjüngung von Fichte (*Picea abies*) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich des Hektarvorrats.

Noch deutlicher ausgeprägt ist der Trend bei Weißtanne (siehe Abbildung 70), wo nur die Klassen im Bereich von 401 bis 800 Vfm/ha Werte über 1,00 erreichen. Besonders hoch ist der Präferenz-Index (wie schon bei Fichte) in der Klasse 601 bis 800 Vfm/ha (Wert 3,70).

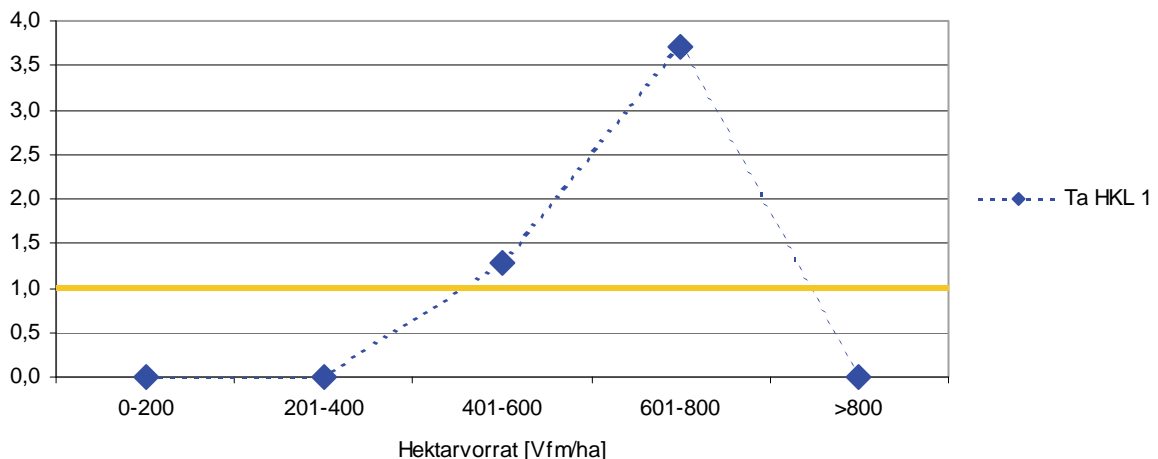


Abbildung 70. Präferenz-Indizes der Verjüngung von Weißtanne (*Abies alba*) in der Höhenklasse 1 bezüglich des Hektarvorrats.

Ein gegensätzliches Bild zeigt sich in Abbildung 71 für junge Haseln mit einem BHD von bis zu 4cm. Die beiden BHD-Klassen erreichen mit 2,65 und 3,21 bei einem Hektarvorrat im Bereich bis 200 Vfm/ha hier die jeweils höchsten Werte für den Präferenz-Index.

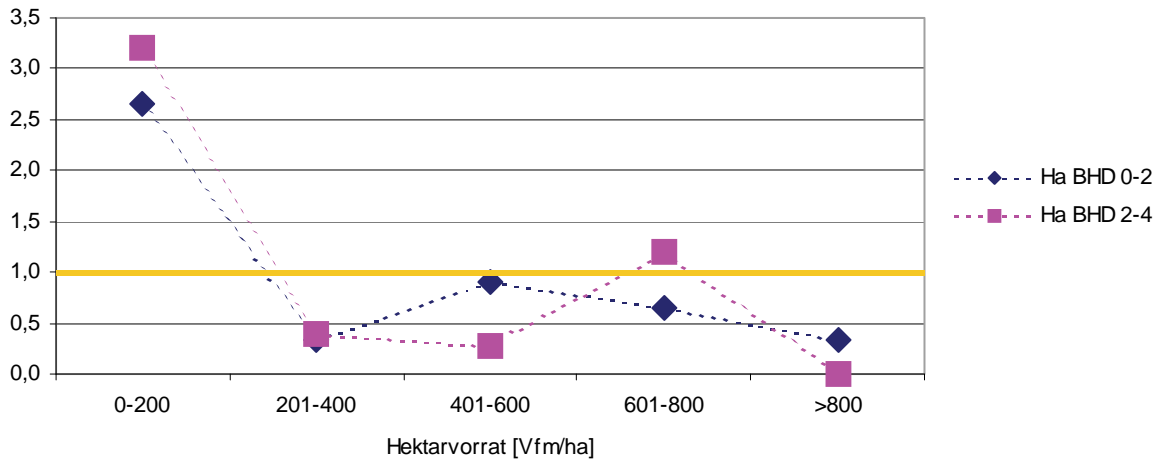


Abbildung 71. Präferenz-Indizes von Hasel (*Corylus avellana*) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich des Hektarvorrats.

4.4.8 Brusthöhendurchmesser des Kreisflächenmittelstamms

Die Abbildung 72 zeigt das Auftreten von Fichten-Naturverjüngung in Abhängigkeit des Brusthöhendurchmessers (BHD) vom Kreisflächenmittelstamm. Bis auf die erste Höhenklasse (HKL) sieht man eine deutliche Präferenz für mittlere und größere BHD ab 21cm. Dies wird durch die deutlich höheren Werte der Präferenz-Indizes in diesen Klassen (0,83 bis 2,50) im Vergleich mit den anderen Klassen (Wert 0, das bedeutet keine Verjüngung) gezeigt.

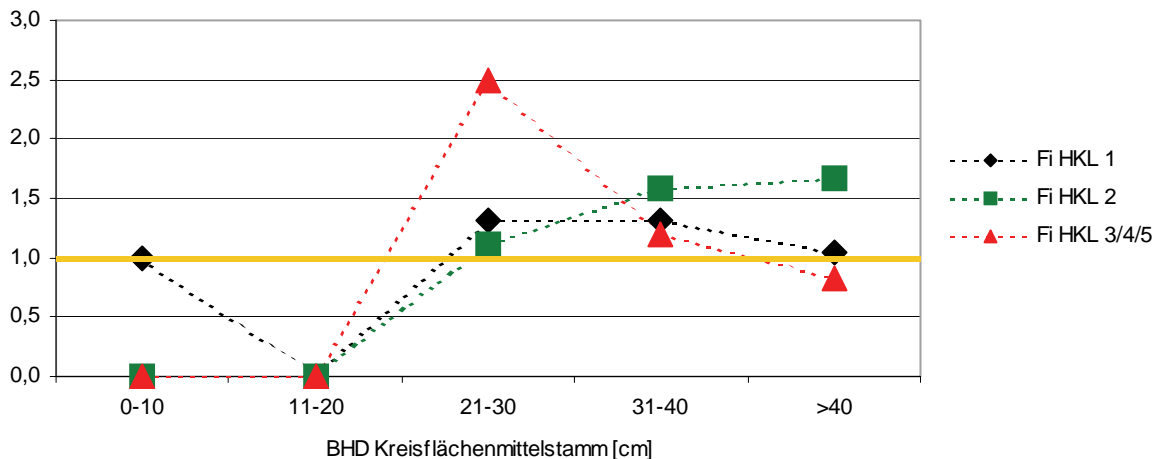


Abbildung 72. Präferenz-Indizes der Verjüngung von Fichte (*Picea abies*) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich des Brusthöhendurchmessers (BHD) vom Kreisflächenmittelstamm.

Ein konträres Bild zeigen junge Haseln mit einem BHD bis 4cm (siehe Abbildung 73). Beide BHD-Klassen zeigen eine sehr deutliche Präferenz für einen bis 10cm starken BHD des Kreisflächenmittelstamms (Werte 2,94 und 3,57).

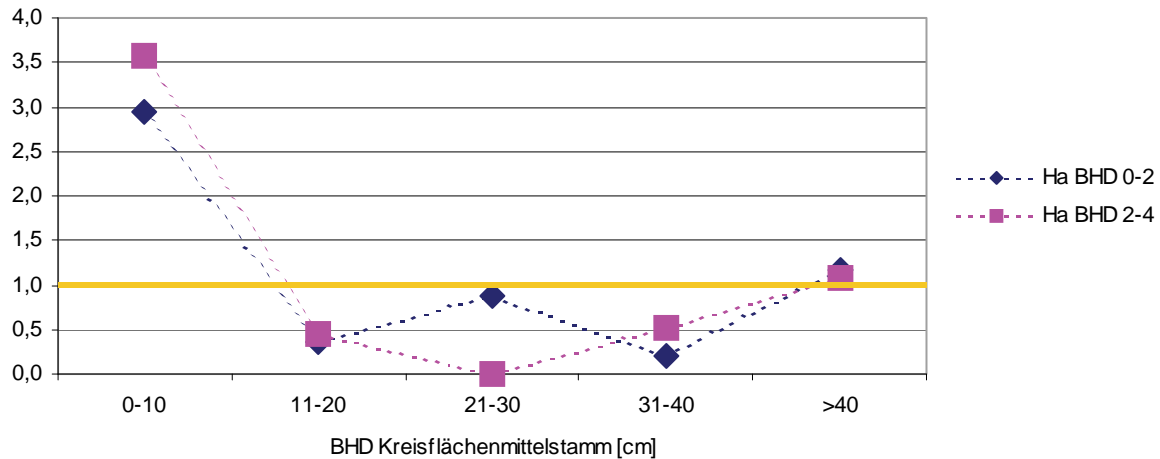


Abbildung 73. Präferenz-Indizes von Hasel (*Corylus avellana*) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich des Brusthöhendurchmessers (BHD) vom Kreisflächenmittelstamm.

4.4.9 Crown Competition Factor

Das Auftreten von Verjüngung der Fichte auf dieser Projektfläche zeigt – wie man in Abbildung 74 sehen kann – im Gegensatz zur Tanne und zur Hasel nur eine sehr schwache Abhängigkeit vom *Crown Competition Factor (CCF)* nach Krajicek *et al.* (1961). Die Präferenz-Indizes für die einzelnen Klassen liegen bis auf den für Fichte in den Höhenklassen 3 bis 5 (umfassen Bäumchen mit einer Größe von 30 bis 130cm) bei einem CCF von 101 bis 200 (Wert 0) zwischen 0,43 und 1,67. Dabei kann man keinen eindeutigen Trend erkennen.

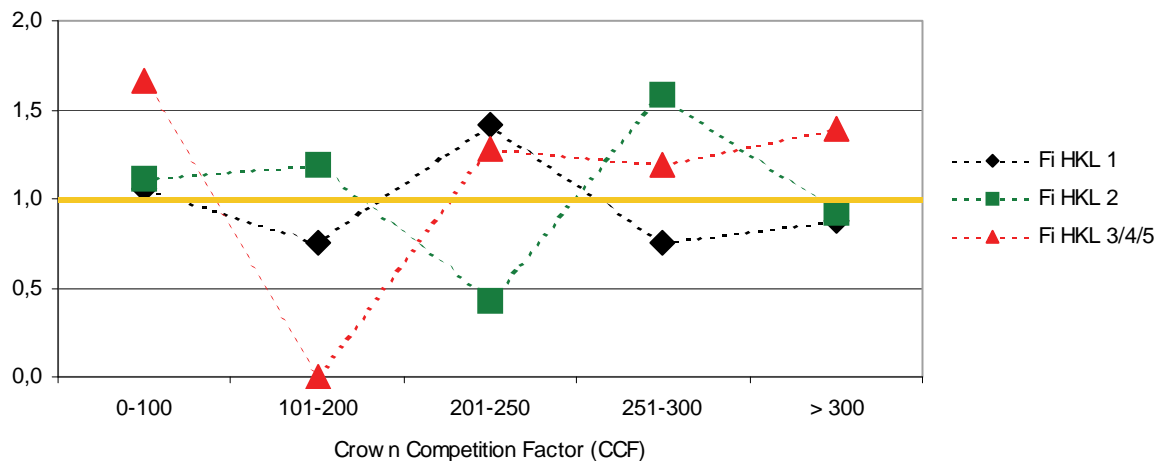


Abbildung 74. Präferenz-Indizes der Verjüngung von Fichte (*Picea abies*) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich des *Crown Competition Factor (CCF)* nach Krajicek *et al.* (1961).

Ein anderes Ergebnis mit eindeutigem Trend liefert die Verjüngung von Weißtanne in Abbildung 75, die eine Präferenz für einen CCF von 201 bis 300 (Werte der Präferenz-Indizes in den beiden Klassen 2,56 und 2,38) zeigt.

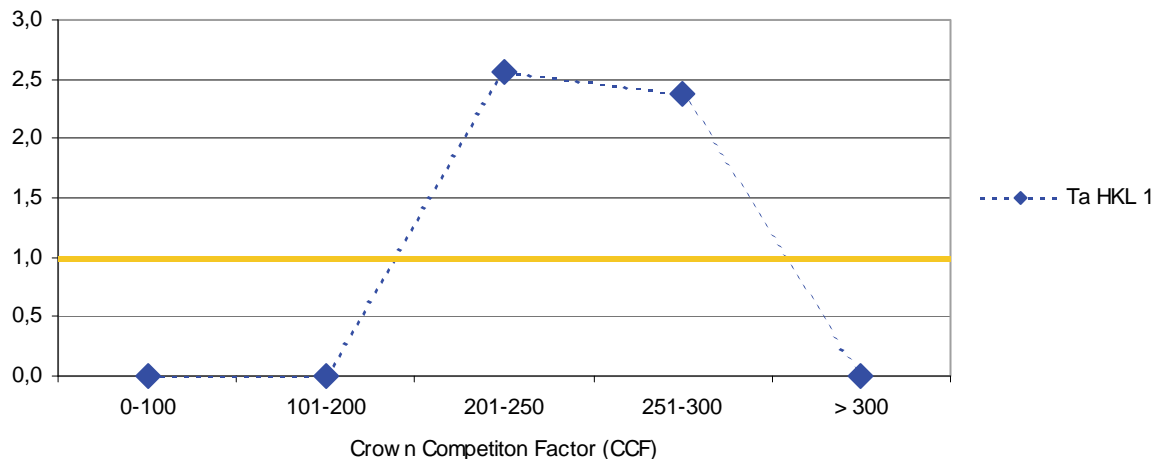


Abbildung 75. Präferenz-Indizes der Verjüngung von Weißtanne (*Abies alba*) in der Höhenklasse 1 bezüglich des *Crown Competition Factor* (CCF) nach Krajicek *et al.* (1961).

Wie bei der Verjüngung von Tanne zeigt sich auch bei der von Hasel ein eindeutiger Trend (siehe Abbildung 76). Dieser ist bei den Höhenklassen (HKL) 3 bis 5 (30 bis 130cm) stärker ausgeprägt als bei den HKL 1 und 2 (bis 30cm). Bei einem hohen CCF (von 251 aufwärts) tritt in beiden HKL keine Verjüngung mehr auf (Werte jeweils 0). Die HKL 3 bis 5 erreichen ihren höchsten Wert mit einem Präferenz-Index von 2,5 bei sehr niedrigen CCF (unter 100). Die HKL 1 und 2 bevorzugen etwas höhere CCF (101 bis 250), wie die Präferenz-Indizes von 1,43 und 1,54 in diesen Klassen zeigen.

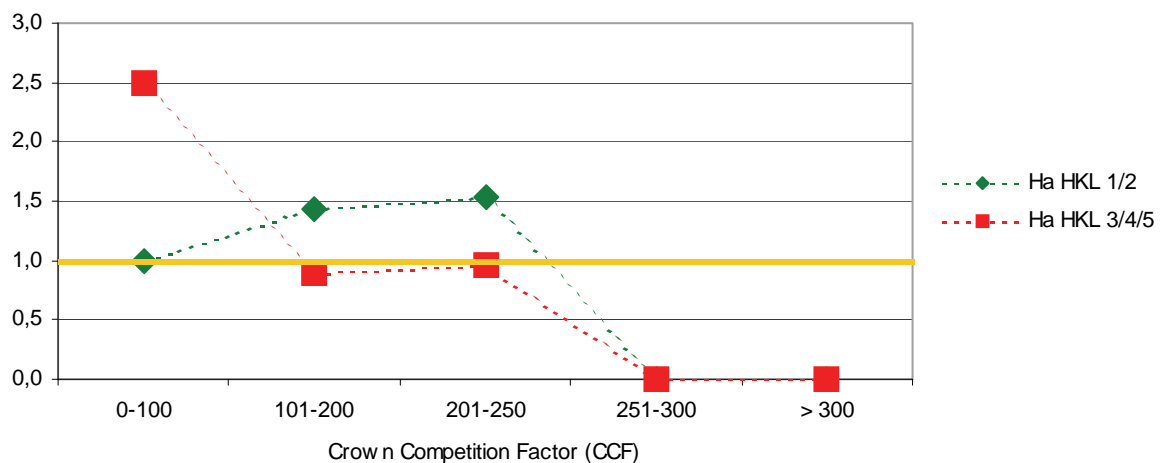


Abbildung 76. Präferenz-Indizes der Verjüngung von Hasel (*Corylus avellana*) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich des *Crown Competition Factor* (CCF) nach Krajicek *et al.* (1961).

4.4.10 Global Site Factor

Der *Global Site Factor* (GSF) gibt den Anteil der Freiflächenstrahlung an, der durch die Kronenschicht des Hauptbestandes gelangt und somit für das Wachstum der Verjüngung verfügbar ist. Er wird als die Summe von *Direct Site Factor* (DSF) und *Indirect Site Factor* (ISF) berechnet. In den nachfolgenden Abbildungen kann man schon recht gut Unterschiede zwischen den einzelnen Baumarten erkennen. In

Abbildung 77 sieht man bei Fichte – einer Halbschattbaumart – für alle Höhenklassen (HKL) ein Optimum bei einem Anteil von etwas über 6 bis 15% der Freiflächenstrahlung, was man an den Werten von 1,32 bis 2,50 für den Präferenz-Index erkennt. Dieses ist bei der ersten HKL nur schwach ausgeprägt (Wert für den Präferenz-Index in beiden Klassen 1,32). Bei einem Lichtgenuss von weniger als 2,5% der Freiflächenstrahlung kommen nur in der ersten HKL bis 10cm Höhe einige Bäumchen vor (Präferenz-Index 0,53); in den weiteren HKL finden sich keine Vertreter mehr (Wert jeweils 0). Auffallend ist auch, dass in der dritten bis fünften HKL über 15% Freiflächenstrahlung keine Individuen mehr auftreten und auch in der ersten und zweiten HKL mit 0,66 und 0,69 nur Werte unter 1,00 erreicht werden.

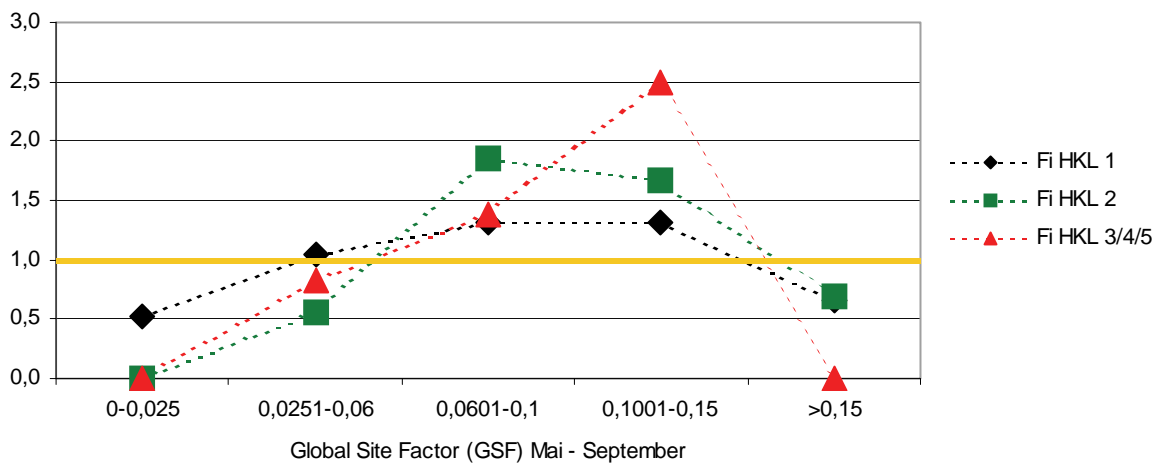


Abbildung 77. Präferenz-Indizes der Verjüngung von Fichte (*Picea abies*) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich des *Global Site Factor* (GSF) von Mai bis September.

Bei der Schattbaumart Weißtanne (siehe Abbildung 78) sind in der ersten HKL nur bis 10% der Freiflächenstrahlung Bäumchen zu finden (Werte für den Präferenz-Index zwischen 1,39 und 1,67 in den drei Klassen).

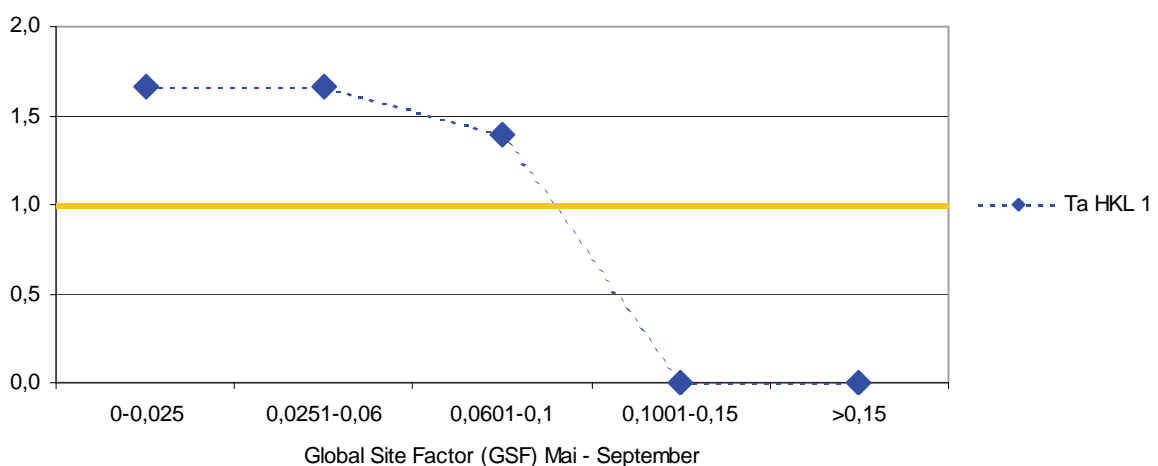


Abbildung 78. Präferenz-Indizes der Verjüngung von Weißtanne (*Abies alba*) in der Höhenklasse 1 bezüglich des *Global Site Factor* (GSF) von Mai bis September.

Abbildung 79 zeigt die Präferenz-Indizes für Hasel in den HKL bis 130cm hinsichtlich des *GSF*. Bei einem Lichtgenuss unter 2,5% der Freiflächenstrahlung sind keine Individuen zu finden. In den ersten beiden HKL (Höhe bis 30cm) kommt dann in allen

weiteren Klassen Verjüngung vor (Werte zwischen 0,83 und 2,00). Die Verjüngung in der dritten bis fünften HKL (Höhe über 30 bis 130cm) hat ihr Optimum mit einem Präferenz-Index von 2,50 in der Klasse über 10% bis 15% Freiflächenstrahlung.

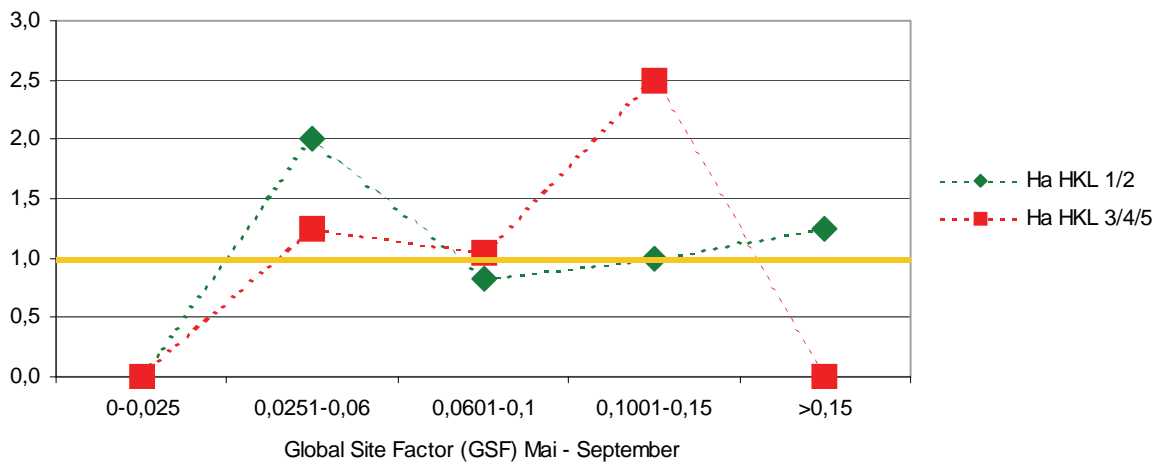


Abbildung 79. Präferenz-Index der Verjüngung von Hasel (*Corylus avellana*) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich des *Global Site Factor* (GSF) von Mai bis September.

Die Präferenz der Verjüngung von Vogelbeere in den ersten beiden HKL hinsichtlich des *GSF* ist in Abbildung 80 dargestellt. Unter 2,5% Freiflächenstrahlung tritt wie bei Tanne und Fichte auch bei Vogelbeere nur in der ersten HKL Verjüngung auf. Das Optimum in dieser HKL liegt dann zwischen 6,01 und 15% der Freiflächenstrahlung. In der zweiten HKL treten nur in der Klasse über 10% bis 15% Individuen auf. In der Abbildung sind diese HKL nicht getrennt dargestellt!

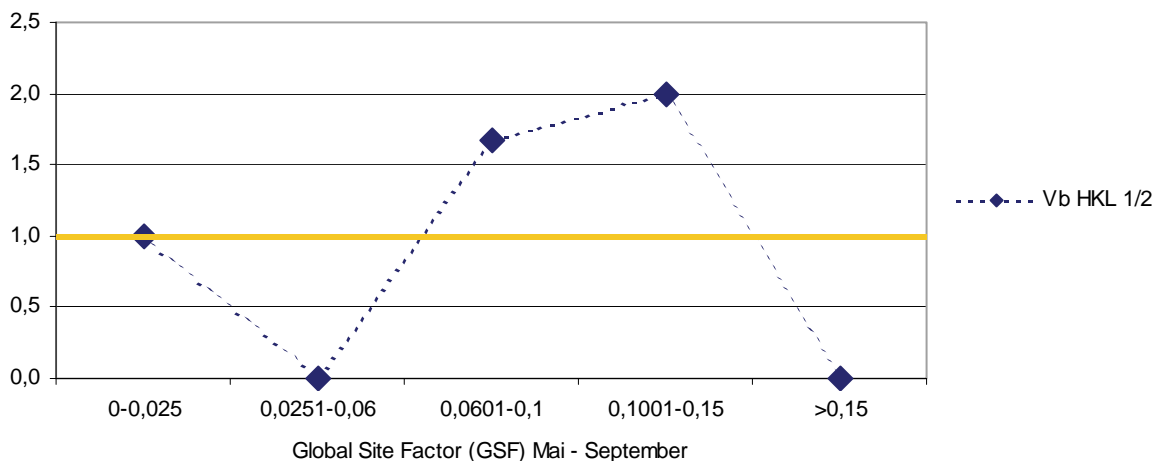


Abbildung 80. Präferenz-Index der Verjüngung von Vogelbeere (*Sorbus aucuparia*) in den Höhenklassen 1 und 2 bezüglich des *Global Site Factor* (GSF) von Mai bis September.

4.4.11 Direct Site Factor

Der *Direct Site Factor* (DSF) gibt den direkten Anteil der Freiflächenstrahlung, der durch das Kronendach gelangt, an. Am *GSF* hat er einen Anteil von 90% und weist somit eine sehr starke Korrelation mit diesem auf, wie man beispielsweise für Fichte in Abbildung 81 sieht.

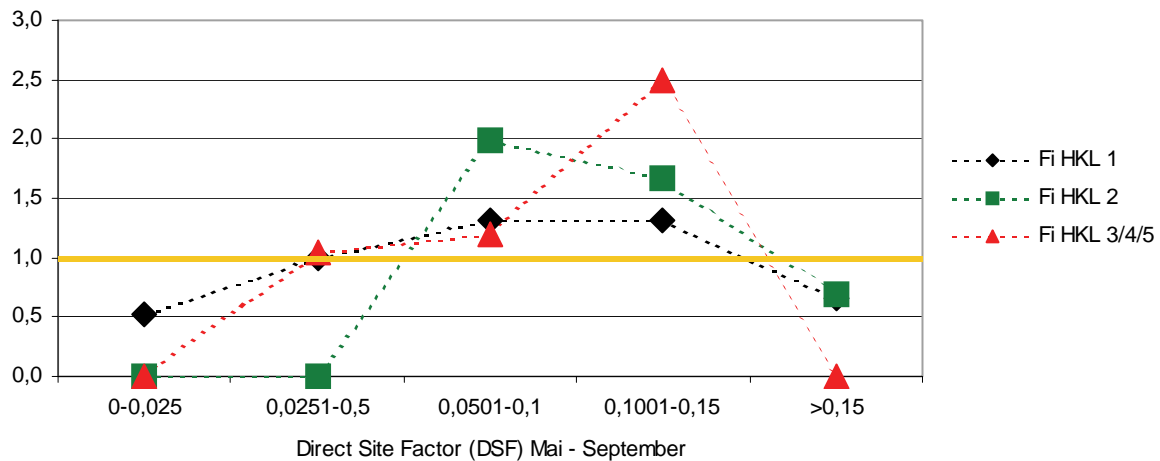


Abbildung 81. Präferenz-Indizes der Verjüngung von Fichte (*Picea abies*) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich des *Direct Site Factor* (DSF) von Mai bis September.

4.4.12 Indirect Site Factor

Der *Indirect Site Factor* (ISF) gibt den Anteil der diffusen Strahlung an und hat auf den GSF mit 10% nur sehr schwachen Einfluss. Deshalb zeigt sich für den ISF – in Abbildung 82 beispielsweise wieder für Fichte dargestellt – auch ein etwas anderer Trend. Trotzdem kann man auch hier, wie schon bei DSF und GSF, erkennen, dass sich die erste Höhenklasse (HKL) mit weniger Licht zufrieden gibt: In der Klasse zwischen 3,01 und 7% erreicht die erste HKL mit einem Wert von 1,84 für den Präferenz-Index sogar ihr Optimum während sowohl in der zweiten HKL als auch in der dritten bis fünften HKL keine Vertreter zu finden sind (Werte 0).

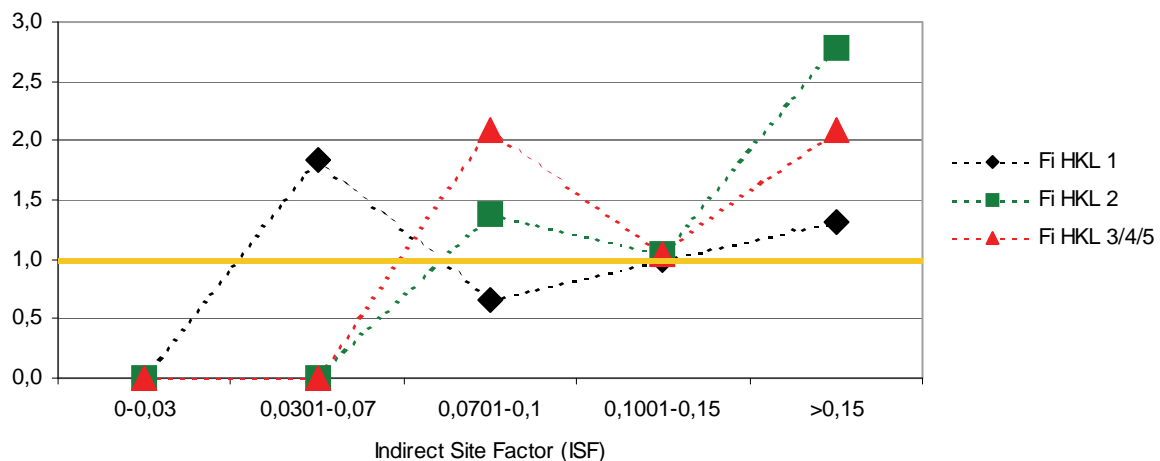


Abbildung 82. Präferenz-Indizes der Verjüngung von Fichte (*Picea abies*) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich des *Indirect Site Factor* (ISF).

4.4.13 Deckungsgrad der Bodenvegetation

Unterschiedlichen Einfluss auf das Auftreten von Naturverjüngung hat der Deckungsgrad der Bodenvegetation. Wie man in den Abbildungen 83 und 84 sieht, gibt es bei Fichte zwischen den einzelnen Höhenklassen (HKL) und BHD-Klassen große Unterschiede. Bei der ersten HKL sieht man nur einen schwachen Einfluss der Bodenvegetation (Werte zwischen 0,58 und 1,32). Die zweite HKL und die dritte bis fünfte HKL weisen einen vergleichbaren Trend auf: Ein höherer Deckungsgrad der Bodenvegetation (ab 71%) hat positiven Einfluss auf das Auftreten von Verjüngung in diesen HKL, was durch die im Vergleich mit den anderen Klassen viel höheren Werte der Präferenz-Indizes gezeigt wird (Werte zwischen 0,00 und 0,85 in den Klassen mit einem Deckungsgrad von weniger als 70% bzw. zwischen 2,08 und 2,50 in den Klassen mit einem Deckungsgrad von mehr als 71%).

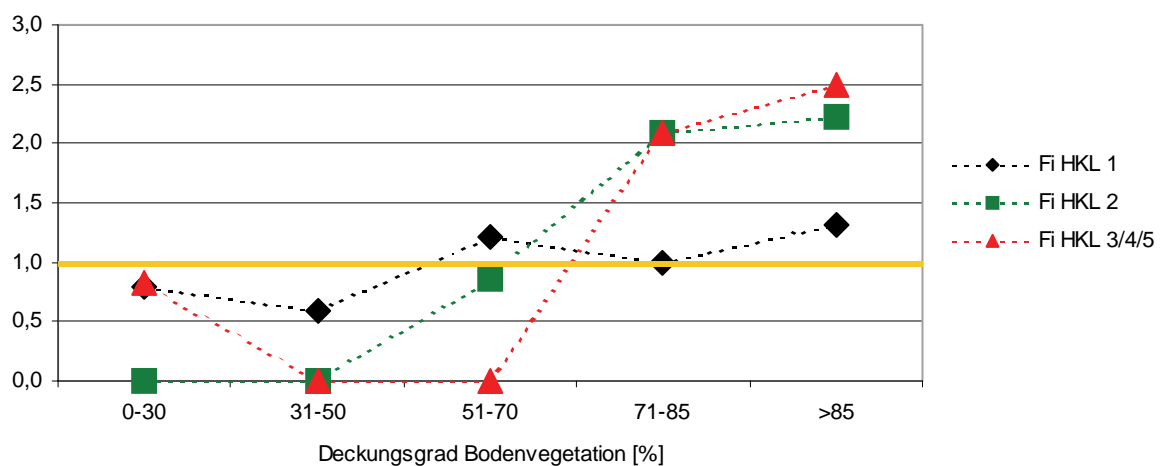


Abbildung 83. Präferenz-Indizes der Verjüngung von Fichte (*Picea abies*) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich des Deckungsgrads der Bodenvegetation.

Einen entgegengesetzten Trend sieht man bei jungen Fichten in den BHD-Klassen bis 4cm. Hier werden die höchsten Werte bei einem Deckungsgrad von weniger als 70% erreicht. In den Klassen mit einem Deckungsgrad von mehr als 71% treten in diesen BHD-Klassen überhaupt keine Bäumchen auf (siehe Abbildung 84).

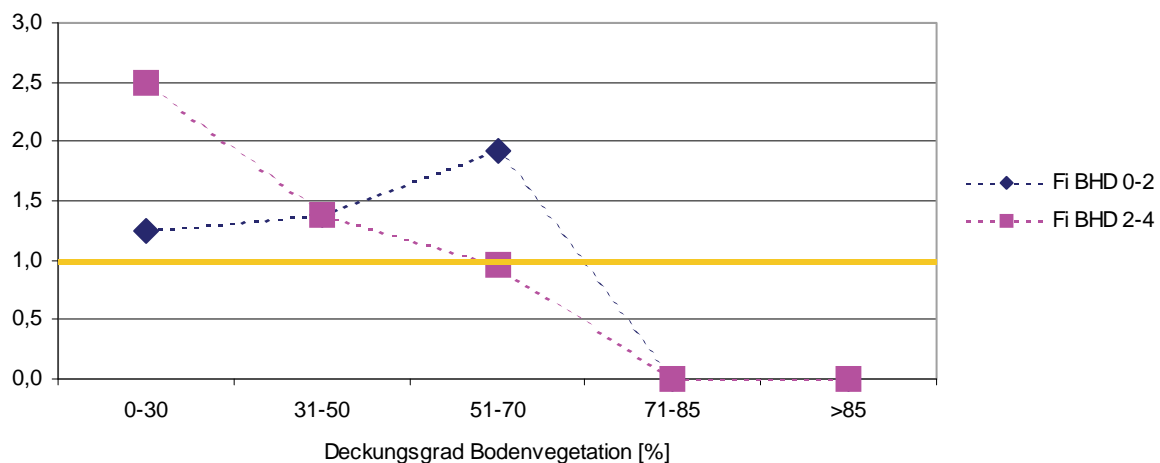


Abbildung 84. Präferenz-Indizes von Fichte (*Picea abies*) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich des Deckungsgrads der Bodenvegetation.

Bei Vogelbeere kann man in den ersten beiden HKL ein vermehrtes Auftreten bei niedrigem Deckungsgrad (bis 50%) erkennen (siehe Abbildung 85).

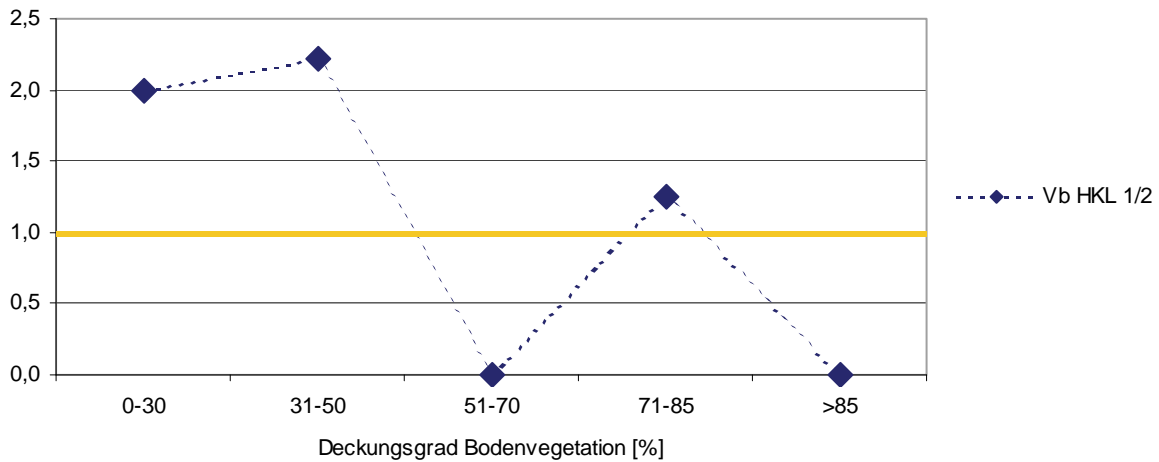


Abbildung 85. Präferenz-Indizes der Verjüngung von Vogelbeere (*Sorbus aucuparia*) in den Höhenklassen 1 und 2 bezüglich des Deckungsgrads der Bodenvegetation.

4.4.14 Mittlere Höhe der Bodenvegetation

Abbildung 86 zeigt das Auftreten von Fichtenverjüngung in den Höhenklassen (HKL) 1 bis 5 in Abhängigkeit von der mittleren Höhe der Bodenvegetation. Die höchsten Werte werden von allen fünf HKL bei einer mittleren Höhe der Bodenvegetation von 8,1 bis 15cm erreicht (zwischen 1,69 und 1,98 in den einzelnen HKL). Bei einer mittleren Höhe über 20cm gibt es keine Verjüngung von Fichten (in allen HKL Wert 0).

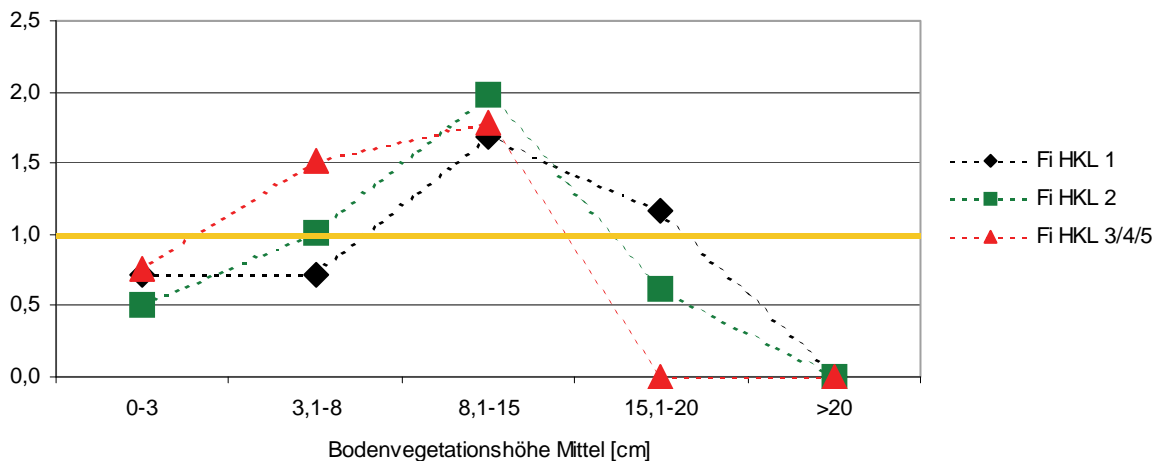


Abbildung 86. Präferenz-Indizes der Verjüngung von Fichte (*Picea abies*) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich der durchschnittlichen Höhe der Bodenvegetation.

Einen schönen Trend kann man auch bei Vogelbeere in der ersten und zweiten HKL sehen (siehe Abbildung 87). Sie kommt am häufigsten in den ersten beiden Klassen bis zu einer mittleren Höhe der Bodenvegetation von 8cm vor (Werte für den Präferenz-Index jeweils 1,82). Bei einer mittleren Höhe von mehr als 15,1cm kommt überhaupt keine Verjüngung von Vogelbeere mehr vor.

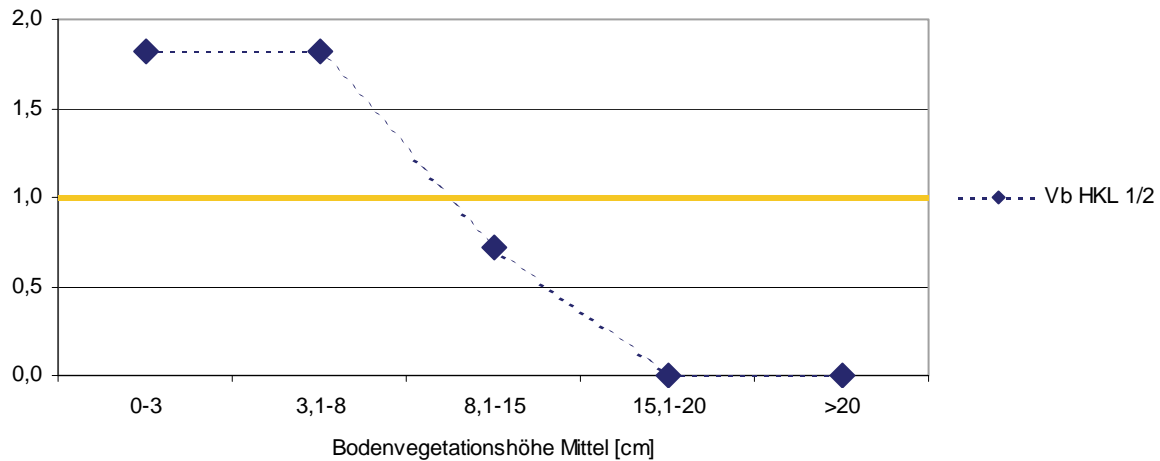


Abbildung 87. Präferenz-Indizes der Verjüngung von Vogelbeere (*Sorbus aucuparia*) in den Höhenklassen 1 und 2 bezüglich der durchschnittlichen Höhe der Bodenvegetation.

Sowohl bei Tanne als auch bei Hasel (Abbildungen im Anhang) kann man keinen eindeutigen Trend hinsichtlich der mittleren Höhe der Bodenvegetation erkennen.

5 Diskussion

5.1 Allgemeines

Bei dieser Arbeit wurden die Bestandesdaten anhand einer Stichprobenaufnahme mit regelmäßigem Raster erhoben. Viele Studien auf dem Fachgebiet der Forstwissenschaft wenden diese Aufnahmemethodik an. Eine waldbauliche Analyse auf Basis einer Stichprobenaufnahme wurde z.B. von Allinger-Csollich (2000) im kiefernreichen Steinschlagschutzwald auf dem Bleiberger Erzberg in Kärnten durchgeführt.

Wenn in einem Probekreis Bäumchen in mehreren Höhenklassen (HKL) vorgefunden wurden, stellte sich die Frage ob alle dasselbe Alter haben. Dies erscheint aufgrund dem besseren Wachstum einzelner Individuen, die günstigere Kleinstandorte besiedeln, durchaus möglich. Auch die tatsächlich zur Verfügung stehende Strahlung variiert aufgrund sehr kleiner Flächen mit direkter Sonneneinstrahlung innerhalb der aufgenommenen Probekreise.

Die Steigerung des Wachstums mit zunehmender Höhenklasse ist gering. Als Grund können schlechte Bedingungen für das Wachstum (besonders zu wenig Licht) in Betracht gezogen werden (vgl. Hunziker und Brang, 2005). Das sehr niedrige Wachstum von wenigen cm pro Jahr in der ersten Phase ist für Fichte und Tanne typisch. Das Wachstum der oberen Höhenklassen ist aber (von den in der Aufnahme berücksichtigten Bäumchen) für die montane Stufe vergleichsweise eher gering.

Die Anzahl der auf den Probekreisen aufgenommenen Bäumchen, welche auf Hektarwerte hochgerechnet dargestellt sind, sagt nichts über die Verteilung der Verjüngungspflanzen auf der Fläche aus und bietet für eine aussagekräftige Beurteilung des Verjüngungserfolges zu wenig Information. Der Verteilung kommt deshalb eine große Bedeutung zu, da man bei einer hohen Anzahl von Bäumchen auf kleiner Fläche den Verjüngungserfolg überschätzt. Ein geklumpstes Auftreten von Verjüngungspflanzen kann aber in vielen Waldbeständen – so auch in diesem Projektgebiet – beobachtet werden. Aufgrund der hohen Mortalität von Keimlingen in den ersten Jahren – besonders unter geschlossenem Kronendach – ist die Anzahl in der ersten Höhenklasse wenig aussagekräftig. So kann es sein, dass man gerade eine günstige Phase der Waldverjüngung beobachtet und den Erfolg überschätzt. In Wirklichkeit haben die Keimlinge jedoch kaum eine Chance über dieses Entwicklungsstadium hinauszuwachsen (Szwagrzyk *et al.*, 2001).

Hohe Mortalitätsraten in den ersten Jahren sind für Keimlinge normal, da das Überleben einer negativ exponentiellen Kurve folgt. Dies wird durch mehrere Studien belegt (siehe Brang, 1998).

Neben abiotischen Faktoren wie z.B. den Hitzeschäden bei Erwärmung der obersten Bodenschicht durch Sonneneinstrahlung oder dem Hochfrieren der Sämlinge im Winter, sind es vor allem die Keimlingsfäulen der Koniferen (*Fusarium sp.*, *Pythium sp.*, *Phytophthora cinnamomi*, *Rhizoctonia solani* und *Trichoderma viride*), welche für einen besonders hohen Ausfall im ersten Jahr sorgen (Butin, 1996).

Die bevorzugten Kleinstandorte von Fichtenkeimlingen sind insbesondere Moderholz und mit Moos bewachsene Stellen. Der Höhenzuwachs auf Moderholzstandorten war jedoch aufgrund der geringen Verfügbarkeit von Nährstoffen, welche für gutes Pflanzenwachstum benötigt werden, sehr niedrig. So stellt sich die Frage, in wie weit Moderholz ein wirklich 'guter' Standort für Fichte ist (Kupferschmid und Bugmann, 2005).

Im in der montanen Stufe der Zentralalpen gelegenen Projektgebiet hat das Mikrorelief wahrscheinlich wenig Einfluss auf das Auftreten von Naturverjüngung. In den Aufnahmen wurde ihm auch keine Beachtung geschenkt. Im Vergleich zur subalpinen Stufe und der montanen Stufe in den Randalpen (z. B. Urwald Rotwald in den Niederösterreichischen Kalkalpen) gibt es hier keine lang andauernde Schneedecke.

Um mehr über das Phänomen des Durchwachsen von unterdrückten Fichten und Tannen sagen zu können, wären dendrochronologische Analysen von herrschenden Bäumen im Altbestand hilfreich.

5.2 Biodiversität

Ein Vergleich der berechneten Diversitätsindizes mit Ergebnissen aus anderen Arbeiten (Neumann und Starlinger, 2001) zeigt, dass es sich im Projektgebiet um Bestände mit einer relativ geringen Artenvielfalt in der Baum- und Strauchschicht handelt. Um Fehlinterpretationen zu vermeiden, sollte bei Vergleichen der Berechnungsbasis besondere Beachtung geschenkt werden. Deutliche Unterschiede in den Ergebnissen der einzelnen Indizes bei unterschiedlicher Berechnungsbasis sind auch in dieser Arbeit ersichtlich. Mit wenigen Ausnahmen sind in den meisten Beständen die Werte der Indizes auf Basis von Kreisflächendichte und Hektarvorrat am niedrigsten.

Der Artenprofil-Index nach Pretzsch (1996) zeigt, dass es sich im wesentlichen um artenarme Bestände mit geringer Differenzierung in einzelne Schichten handelt. So übertreffen nur zwei Bestände knapp den Vergleichswert eines mehrschichtigen Reinbestandes (ca. 1,05). In allen Beständen liegen die Werte sehr deutlich unter jenen, die mit ungefähr 1,75 in mehrschichtigen Mischbeständen erreicht werden.

Bei der Berechnung, die auf Grundlage der Stammzahl durchgeführt wird, übt die im Großteil der Bestände stärker auftretende Hasel einen großen Einfluss auf das Ergebnis aus. Hätte man sie nicht berücksichtigt, so würde das Ergebnis in Abbildung 42 ein komplett anderes Bild zeigen: Im Bestand F würde ein höherer Wert erreicht werden (1,087 anstatt 0,73) und in den Beständen E, G, H und M würden keine oder nur unbedeutende Abweichungen auftreten. In den Altholzbeständen A, B, C und D würden sich ohne Hasel teils deutlich niedrigere Werte ergeben (zwischen 0,566 und 0,679). Der fast ausschließlich von Hasel aufgebaute Bestand I hätte mit 0,185 einen besonders niedrigen Wert erreicht und im Bestand L würde der Wert ganz auf null zurückgehen.

5.3 Schutzwirkung gegenüber Steinschlag

Die in Kapitel 4.3 dargestellte Abschätzung von Entwicklungstendenzen der Bestände auf den einzelnen Punkte hinsichtlich Stammzahl, Vorrat und mittleren BHD zeigen wahrscheinliche Veränderungen von Parametern, welche für die Steinschlagschutzwirkung von großer Bedeutung sind. Es sei hier ausdrücklich darauf hingewiesen, dass es sich hierbei nicht um eine genaue Prognose der Steinschlagschutzwirkung in der Zukunft handelt. Aus den Daten dieser einmaligen Aufnahme kann man grundsätzlich keine Entwicklungsdynamik erkennen. Dafür wären mehrere, vergleichbare Beobachtungen über einen längeren Zeitraum nötig. Deshalb wäre eine genaue Prognose aus den vorhandenen Daten unseriös und mit einem hohen Unsicherheitsfaktor behaftet.

Die Vitalität der Fichte kann auch durch den erwarteten Temperaturanstieg („*Global Warming*“) negativ beeinflusst werden.

Besondere Bedeutung bei den klimatischen Einflussfaktoren kommt aber dem Niederschlag zu – insbesondere in den Vegetationsmonaten. Treten längere Trockenphasen verbunden mit sehr hohen Temperaturen – wie z. B. im Jahrhundertsommer 2003 – in Zukunft öfter auf, sind negative Auswirkungen auf den Waldbestand, besonders aber auf die Baumart Fichte, zu erwarten. Solche Wetterlagen würden auch zu vermehrtem Befall durch den Buchdrucker (*Ips typographus*) führen, da die Fichten – durch die Trockenheit geschwächt – anfällig für Borkenkäferbefall werden. Außerdem wird die Entwicklung der Käfer durch warme Temperaturen begünstigt. Vom Buchdrucker bevorzugt werden dabei eher die oberen Wuchsklassen (Baumhölzer).

Dieser und einige andere Borkenkäferarten sind ein wesentlicher Teil jedes natürlichen Fichtenwald-Ökosystems, da sie die Dynamik der Waldentwicklung erhalten (Jonášová und Prach, 2004).

In diesem Zusammenhang sollten auch Extremwetterlagen, die zu großen Windwurfschäden führen, erwähnt werden. Da die Gefährdung generell mit der Baumhöhe zunimmt, ist auch deswegen in den Baumhölzern mit vermehrten Schäden zu rechnen.

Eventuell auftretende Nassschneefälle könnten besonders in stammzahlreichen Jungbeständen (Stangenhölzer mit hohem H-D-Wert) zu hohen Ausfällen führen.

Durch Steinschlag oder Wild (Schäle) verursachte Rindenverletzungen bei Fichte, die größer als 10 x 10cm sind, werden innerhalb kurzer Zeit vom Blutenden Schichtpilz (*Stereum sanguinolentum*) besiedelt. Der Pilz verursacht eine Weißfäule, bei der zuerst das Lignin, später aber auch Cellulose und Hemicellulose abgebaut werden (Butin, 1996). Eine Stabilitätsverminderung und deshalb eine erhöhte Anfälligkeit bei Stürmen sind die Folge.

5.4 Verjüngungsanalyse

5.4.1 Verjüngung und Licht

Für den *Crown-Competiton-Factor* (CCF), welcher eine Maßzahl für die Überschirmung durch den Hauptbestand darstellt, zeigt der Präferenz-Index ein Optimum von Fichtenbäumchen in der ersten Höhenklasse bei Werten zwischen 201 und 250. Dies gleicht dem Ergebnis des Modells von Schweiger und Sterba (1997), welches aus Daten der Österreichischen Waldinventur für Fichtenverjüngung einen optimalen CCF von 242 errechnet. Für die weiteren vier Höhenklassen zeigt der Präferenz-Index jedoch ein ganz anderes Bild. Ein möglicher Grund dafür könnte die relativ geringe Anzahl an Stichprobenpunkten sein.

Fichte und besonders Tanne können lange Zeiträume in der Verjüngungsschicht ausharren. Dabei entwickelt sich unter ungünstigen Lichtbedingungen (Lichtmangel) eine schirmförmige Krone (Metslaid *et al.*, 2007). Morphologische Anpassungen wie z.B. eine geringe Dominanz des Leittriebes im Verhältnis zu den Seitentrieben (Werte unter 1) zeigen Standorte mit geringen Strahlungswerten an (Grassi *et al.*, 2004).

Binnen 2 bis 5 Jahren nach Freistellung zeigen junge Bäume einen höheren Zweig- und Terminaltriebzuwachs als zuvor. Dabei ist klar, dass größere Jungbäume eine langsamere Steigerung des Wachstums nach einer Freistellung heraus aus tiefem Schatten zeigen als kleinere (Metslaid *et al.*, 2007).

Fichten und Tannen können selbst unter dichtem Kronendach keimen und einige Jahre überleben. Allerdings sollte die sehr hohe Mortalität von Fichtenkeimlingen in den ersten Jahren unter geschlossenem Kronendach nicht übersehen werden (Drobyshev, 1999). Dies wird auch durch diese Aufnahmen bestätigt, weil Bäumchen in der ersten Höhenklasse auch bei sehr geringem Anteil der Freiflächenstrahlung (GSF-Wert) gefunden wurden. Um sich weiter entwickeln zu können, brauchen auch Schattbaumarten wie Tanne, oder wie die in den Innenalpen nur sporadisch auftretende Buche, ein gewisses Maß an Licht. Bei Naturverjüngung von Fichten und Tannen liegt der Schwellenwert für gutes Wachstum bei etwa 15 bis 20% Anteil an der Freiflächenstrahlung (Grassi und Giannini, 2005). Es kommt unter gleichbleibend geschlossenem Kronendach so zur zyklischen Erneuerung der Verjüngungspflanzen, d.h. es kommt zum Absterben vorhandener Jungpflanzen und zur Keimung bzw. zum Wachstum von neuen Sämlingen (Szwagrzyk *et al.*, 2001).

Die Schattentoleranz von Fichten und Tannen wird in der Literatur unterschiedlich eingeschätzt. Während mehrere Studien (u.a. Golser und Hasenauer, 1997) die generelle Annahme, dass Tanne bei geringerem Lichtangebot besser angepasst ist als Fichte bestätigen, konnten Stancioiu und O'Hara (2006) keinen signifikanten Unterschied zwischen diesen beiden Nadelbäumen nachweisen. Mayer (1992) weist auf die unterschiedliche Schattenfestigkeit von Fichte in Abhängigkeit von der Seehöhe hin: Demnach ist Fichte in Tieflagenlagen schattenertragend während sie in der montanen Höhenstufe eine Halbschattbaumart ist und subalpin durch ihr größeres Wärmebedürfnis zur Halblichtbaumart wird. Deshalb findet man auch im Untersuchungsgebiet in der submontanen Höhenstufe (Bestand M) besonders viele, mehrere Jahrzehnte alte Fichtenbäumchen unter geschlossenem Kronendach.

Um genauere Aussagen über die Schattentoleranz einer Baumart machen zu können, müssen neben dem Wachstum auch die unterschiedlichen Mortalitätsraten in Abhängigkeit von vermindertem Lichtgenuss untersucht werden (Gratzer *et al.*, 2004).

Wenn der Lichtfaktor ein Minimum für das Wachstum der Verjüngungspflanzen darstellt – unter einem mehr oder weniger geschlossenen Kronendach ist das meistens der Fall – können schon kleine Unterschiede in der Lichtmenge deutliche Unterschiede im Höhenwachstum bewirken. Zu diesem Ergebnis kommt auch das Modell von Gloser (1997), das besseres Wachstum bei Seitenlichereinfluss (vor allem bei direkt eintreffender Strahlung) zeigt. Dieser Effekt war bei den beiden Nadelbaumarten Fichte und Tanne ausgeprägter als bei Buche. Unterschiede im Wachstum gab es auch durch die verschiedenen Himmelsrichtungen der eintreffenden Strahlung. Besonders positive Auswirkungen hat demnach eintreffendes Licht aus Osten oder aus Westen. Direkte Strahlung aus Süden kann zu einer rascheren Austrocknung der oberen Bodenschichten führen und ist deshalb weniger vorteilhaft.

Ausreichende Bodenfeuchtigkeit ist aber für ein gutes Wachstum von Verjüngungspflanzen unerlässlich. So erreichten Fichtenbäumchen in einer in den Hochlagen der Schweizer Alpen durchgeführten Studie auf dem Südhang die höchsten Zuwächse auf den Kleinstandorten mit der höchsten Feuchtigkeit. Deshalb ist auch die Verjüngungsnische für Fichte auf Südhängen schmaler als auf Nordhängen, wo ausreichend Feuchtigkeit für das Etablieren von Fichtenverjüngung vorhanden ist (Brang, 1998). Langsameres Aufwachsen der Fichtenverjüngung auf einem Südwesthang im Vergleich mit einem Standort in einer Senke konnten auch Diazzi *et al.* (2005) in den Fichtenwäldern der Pokljuka im slowenischen Teil der Julischen Alpen beobachten.

Im Modell von Schweiger und Sterba (1997) zeigt sich ebenfalls die große Bedeutung ausreichender Feuchtigkeit. So zeigt sich ein besseres Aufkommen von Fichtenverjüngung in den mehr von ozeanischem Klima geprägten Wuchsgebieten Österreichs. Besonders in den kontinentaleren Gebieten wird eine Etablierung von Fichtenverjüngung umso schwieriger, je mehr ein Hang nach Süden hin orientiert und umso steiler ein solcher ist.

Bei den mittels hemisphärischer Fotos errechneten *GSF*- bzw. *DSF*- und *ISF*-Werten, handelt es sich um Aufnahmen auf einem bestimmten Punkt zu einer bestimmten Zeit. So kann sich selbst innerhalb der relativ kleinen Probekreisfläche die für ein einzelnes Bäumchen in der Verjüngungsschicht tatsächlich zur Verfügung stehende Strahlungsmenge recht deutlich unterscheiden. Dies gilt besonders dann, wenn die Flächen mit direkter Einstrahlung besonders klein sind - oft sieht man nur mehrere Quadratzentimeter große Sonnenflecken.

Im Konzept des *GSF*-Wertes findet auch die unterschiedliche Bewölkung keine Berücksichtigung. Ihr kommt aber in Bezug auf die tatsächlich eintreffende direkte Strahlung eine besondere Bedeutung zu.

Die Momentaufnahme beinhaltet auch keinerlei Informationen über die Veränderung der Strahlungswerte durch laterales Kronenwachstum von Bäumen. Kleinere Lücken, die unter mitteleuropäischen Verhältnissen jedoch für einen deutlichen Anstieg der Strahlung ausreichend sind (Canham, 1990), können durch laterales Einwachsen innerhalb weniger Jahre geschlossen werden.

5.4.2 Bodenvegetation

Sowohl die mittlere als auch die maximale Höhe der Bodenvegetation ist nicht aussagekräftig, wenn man nicht den Deckungsgrad mit berücksichtigt. Weder zwischen der mittleren Höhe und dem Deckungsgrad noch zwischen der maximalen Höhe und dem Deckungsgrad der Bodenvegetation besteht ein guter linearer Zusammenhang. Das zeigt sich in der schwachen Korrelation (siehe Korrelations-tabelle im Anhang), die für die mittlere Höhe mit 0,302 (signifikant bei $\alpha = 0.05$) etwas besser ist als wie für die maximale Höhe der Bodenvegetation (0,227 – nicht signifikant). Auch der Art kommt eine besondere Bedeutung zu, da manche (Moose) förderlich für das Aufkommen von Verjüngung sind, andere (Hochstauden und Waldreitgras) aber eine ziemliche Konkurrenz um Licht und Nährstoffe darstellen und sehr hinderlich für das Wachstum von Verjüngungspflanzen sind.

5.4.3 Wildverbiss

Der Zusammenhang zwischen Wildverbiss und Höhenklasse sollte mit Vorsicht interpretiert werden. Jedenfalls muss man die Anzahl von Individuen pro Höhenklasse berücksichtigen.

Ein möglicher Grund für das Fehlen von Tanne ab der Höhenklasse zwei ist der selektive Wildverbiss. So ist es unwahrscheinlich, dass Tanne auch in der nächsten Waldgeneration einen Platz findet. Im Gebiet konnten aber vereinzelt sehr wohl auch größere Tannenbäumchen beobachtet werden. Auch Jungtannen mit einer Höhe, die deutlich über 130cm liegt, finden sich an mehreren Stellen im Aufnahmegebiet. Es finden sich sehr stark verbissene Tannen neben nicht verbissenen und gut wachsenden Tannen.

Schutzwälder im Gebirge sind im Vergleich mit Wäldern in Tieflagen aufgrund des oft mehrere Jahrzehnte dauernden Verjüngungszeitraumes viel verletzlicher durch Schäden von Wildverbiss (Motta, 1996). Dieser beeinflusst nicht alle in einem Waldökosystem vorkommenden Arten in gleichem Maße. Selektiver Verbiss der für das Wild schmackhaftesten Arten kann zu geänderter Baumartenzusammensetzung führen (Motta, 2003).

Hohe Verbissraten können dazu führen, dass die für eine nachhaltige Waldentwicklung nötigen Verjüngungszahlen nicht erreicht werden bzw. das Einwachsen der Verjüngung in den Hauptbestand verhindert wird und damit auch die Schutzwirkung nicht mehr erfüllt ist (siehe Modell von Ramming *et al.*, 2007).

Weisberg *et al.* (2005) erstellten ein mechanistisches Modell namens HUNGER, welches die Auswirkungen von Verbiss und Überschirmung auf Fichtenverjüngung in Bergwäldern simuliert. Es besteht ein nicht linearer Zusammenhang zwischen diesen beiden Faktoren mit relativ stärkeren Auswirkungen von Verbiss bei höherem Lichtangebot.

Dabei muss aber berücksichtigt werden, dass sich Verjüngungspflanzen bei besseren Lichtverhältnissen rascher von Schädigungen erholen und starker Verbiss vor allem bei kleineren Individuen unter ungünstigen Bedingungen zu erhöhten Mortalitätsraten führt (Fellinger, 1991).

5.5 Waldbauliche Beurteilung

Hauptziel der in der gegenständlichen Arbeit analysierten Fläche soll in Hinblick auf die Schutzfunktion gegen Steinschlag für die Landesstraße und in weiterer Folge auch für die Siedlungen eine Dauerbestockung sein. Um diese zu erreichen, sind kleinflächige Eingriffe in zeitlich kürzeren Abständen nötig, die ein Etablieren und Weiterwachsen von Verjüngungspflanzen von Fichte, Tanne und Lärche möglich machen.

Die Verjüngungsinventur hat gezeigt, dass sich selbst die Hauptbaumart Fichte nicht in ausreichendem Maß natürlich verjüngt, da sie von den 58% der 53 Stichprobenpunkte, wo Verjüngung erforderlich ist, nur auf 23% auftritt – das sind nur rund 40% der Punkte, wo Verjüngung erforderlich ist. Die graphische Darstellung der Verjüngungssituation auf der Gesamtfläche zeigt Abbildung 88. Besonders ungünstig zeigt sich die Verjüngungssituation bei den Mischbaumarten. Diese sind entweder nur auf wenigen Punkten (und hier auch nur in den ersten beiden Höhenklassen bis 30cm) oder gar nicht vertreten. Ein höherer Anteil an Mischbaumarten erscheint aus ökologischer Sicht und nicht zuletzt auch aus Sicht der Schutzwirkung gegenüber Steinschlag erstrebenswert.

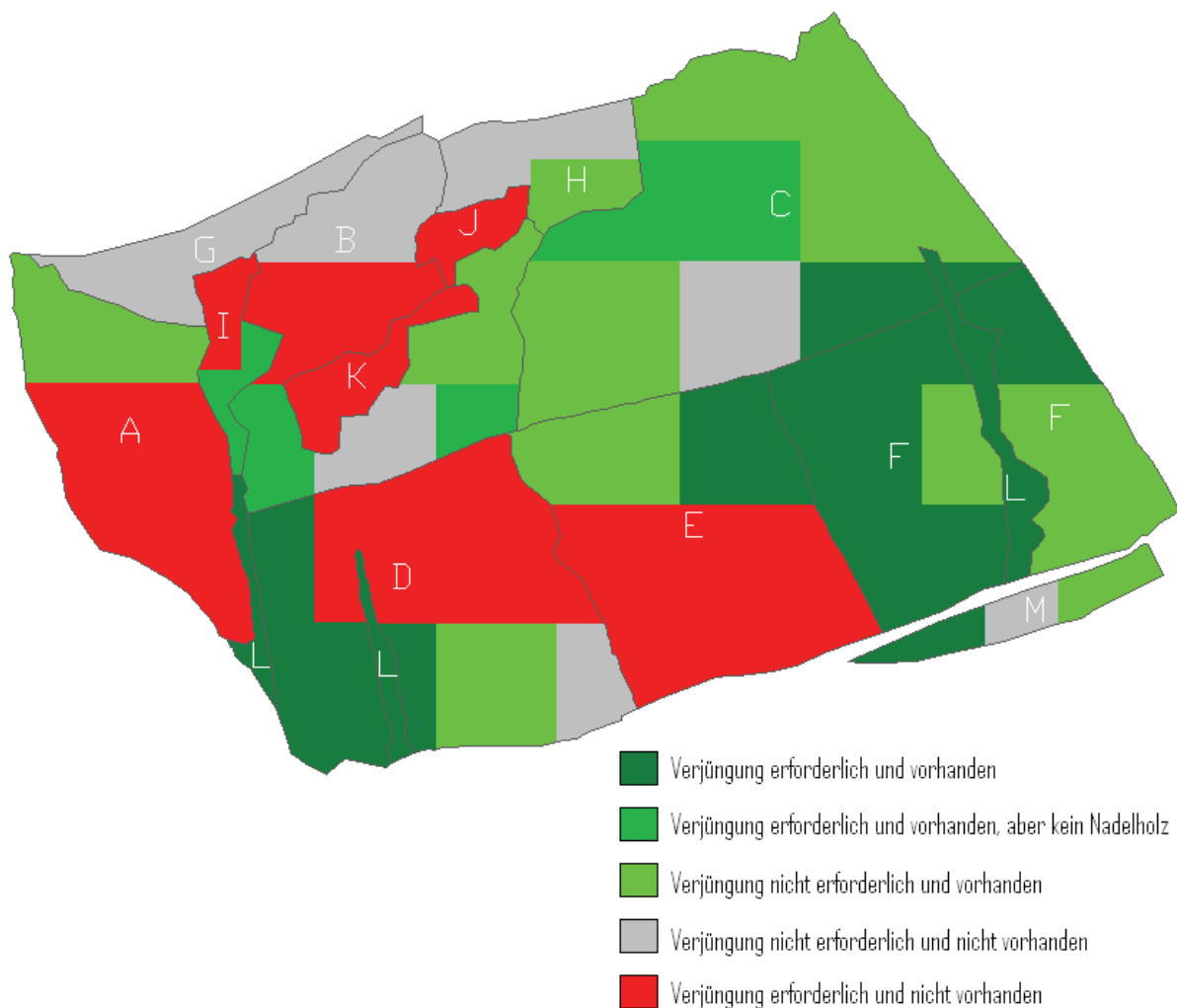


Abbildung 88. Verjüngungszustand auf der Gesamtfläche – dargestellt in den Bestandespolygonen.

Neben Lichtmangel im Bestandesinneren ist es vor allem die Konkurrenz durch Hasel und Bodenvegetation (besonders Himbeere) hinderlich für das Aufkommen von Verjüngungspflanzen der gewünschten Baumarten. Ein nicht zu unterschätzender Faktor ist der selektive Wildverbiss, welcher großen Einfluss auf das Wachstum von einzelnen Baumarten wie Tanne und Vogelbeere ausübt. Deshalb sollte dem Wildverbiss erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt werden.

In der Verjüngungsaufnahme wurde keine Lärche vorgefunden. Diese benötigt für ihr Aufkommen mehr Licht. Als Keimbett wird Mineralboden bevorzugt. Im Untersuchungsgebiet ist aufgrund des bis auf kleinere Lücken geschlossenen Kronendaches des Altbestandes zu wenig Licht für ein Aufkommen der Lärche vorhanden. Auch die im Unterbestand über größere Flächen vorkommende Hasel ist eher hinderlich für das Aufkommen von Verjüngungspflanzen dieser Baumart. Bei größeren Öffnungen ist ein üppiges Wachstum der Bodenvegetation und der Hasel – welche sich besonders gut vegetativ mit Stockausschlag vermehrt - zu erwarten. Nur an den felsigen Stellen könnte die Lärche bessere Bedingungen vorfinden. In diesen extrem steilen Geländeabschnitten kann man auch ältere, samentragende Vogelbeeren finden. Da Lärchenkernholz resistenter gegenüber Pilzbefall ist – was besonders nach einer Verwundung durch Steinschlag von Bedeutung ist – und da die Lärche sich außerdem durch ihre Langlebigkeit, Stabilität und ihr Regenerationsvermögen auszeichnet, empfiehlt sich eine künstliche Einbringung von diesem wertvollen Baum an geeigneten Stellen.

6 Literatur

Allinger-Csollich, W. 2000: Waldbauliche Beurteilung der kiefernreichen Bestände des Bleiberger Erzberges (Steinschlagschutzwald), Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur Wien, 143 pp.

Brang, P. 1998: Early seedling establishment of *Picea abies* in small forest gaps in the Swiss Alps. Can. J. For. Res. 28 (1998), 626 – 639.

Buksnowitz, C. 2003: Ökogramme für die Verjüngung ausgewählter Baumarten anhand von vegetations- und standortkundlichen sowie bodenchemischen Daten der Österreichischen Waldboden-Zustandsinventur, Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur Wien, 180 pp.

Butin, H. 1996: Krankheiten der Wald- und Parkbäume. Diagnose – Biologie – Bekämpfung. Thieme Verlag, Stuttgart, 261 pp.

Campbell, G.S. & Norman, J.M. 1998: An Introduction to Environmental Biophysics. Springer, New York, 2.ed., 286pp.

Canham, C.D.; Denslow, J.S.; Platt, W.J.; Runkle, J.R.; Spies, T.A.; White, P.S. 1990: Light regimes beneath closed canopies and tree-fall gaps in temperate and tropical forests. Can. J. For. Res. 20 (1990), 620 – 631.

Delta-T Devices Ltd. 1998: Hemiview User Manual. Burwell, Cambridge, UK, 79 pp.

Diaci, J.; Pisek, R.; Boncina, A. 2005: Regeneration in experimental gaps of subalpine *Picea abies* forest in the Slovenian Alps. Eur. J. Forest Res. 124 (2005), 29 – 36.

Drobyshev, I.V. 1999: Regeneration of Norway spruce in canopy gaps in *Sphagnum-Myrtillus* old-growth forests. Forest Ecology and Management 115 (1999), 71 – 83.

Fellinger, S. 1991: Waldverjüngung und Wildverbiß. Dissertation, Universität für Bodenkultur Wien, 179 pp.

Frehner, M.; Wasser, B.; Schwitter, R. 2005: Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald. Wegleitung für Pflegemaßnahmen in Wäldern mit Schutzfunktion, Vollzug Umwelt. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern, 564 pp.

Golser, M. 1997: Modellierung der Naturverjüngungsentwicklung in Mischbeständen. Dissertation, Universität für Bodenkultur Wien, 179 pp.

Golser, M.; Hasenauer, H. 1997: Predicting juvenile tree height growth in uneven-aged mixed species stands in Austria. Forest Ecology and Management 97 (1997), 133 – 146.

Grassi, G.; Minotta, G.; Tonon, G.; Bagnaresi, U. 2004: Dynamics of Norway spruce and silver fir natural regeneration in a mixed stand under uneven-aged management. Can. J. For. Res. 34 (2004), 141 – 149.

Grassi, G.; Giannini, R. 2005: Influence of light and competition on crown and shoot morphological parameters of Norway spruce and silver fir saplings. *Ann. For. Sci.* 62 (2005), 269 – 274.

Gratzer, G.; Darabant, A.; Chhetri, P.B.; Rai, P.B.; Eckmüllner, O. 2004: Interspecific variation in the response of growth, crown morphology, and survivorship to light of six tree species in the conifer belt of the Bhutan Himalayas. *Can. J. For. Res.* 34 (2004): 1093 – 1107.

Hasenauer, H. 1997: Dimensional relationships of open-grown trees in Austria. *Forest Ecology and Management* 96 (1997), 197 – 206.

Hunziker, U.; Brang, P. 2005: Microsite patterns of conifer seedling establishment and growth in a mixed stand in the southern Alps. *Forest Ecology and Management* 210 (2005), 67 – 79.

Jonášová, M.; Prach, K. 2004: Central-European mountain spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) forests: regeneration of tree species after a bark beetle outbreak. *Ecological Engineering* 23 (2004), 15 – 27.

Kalberer, M. 2007: Waldwirkung gegenüber Steinschlag. Untersuchungen zur Quantifizierung und Optimierung der Schutzwaldleistung. VDM Verlag Dr. Müller, Saarbrücken, 221 pp.

Kilian, W.; Müller, F.; Starlinger, F. 1994: Die forstlichen Wuchsgebiete Österreichs. Eine Naturraumgliederung nach waldökologischen Gesichtspunkten. FBVA-Berichte Nr. 82, Wien, 60 pp.

Krajicek, J.; Brinkman, K.; Gingrich, S. 1961: Crown Competition – A Measure of Density. *Forest Science* Vol. 7, Nr. 1, 35 – 42.

Krummenacher, B. 1998: Erstellung von Gefahrenhinweis- und Gefahrenkarten mit Hilfe der Steinschlagmodellierung. In: Symposium Steinschlag als Naturgefahr und Prozeß. Tagungsband, Wien.

Kupferschmid A.; Bugmann, H. 2005: Effect of microsites, logs and ungulate browsing on *Picea abies* regeneration in a mountain forest. *Forest Ecology and Management* 205 (2005), 251 – 265.

Mayer, H. 1982: 10 ökologische Wald-Wild-Gebote. *Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Bergwelt* 47 (1982), 59 – 81.

Mayer, H. 1992: *Waldbau auf soziologisch-ökologischer Grundlage*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart – New York, 522 pp.

Metslaid, M.; Jõgiste, K.; Nikinmaa, E.; Moser, W.K.; Porcar-Castell, A. 2007: Tree variables related to growth response and acclimation of advance regeneration of Norway spruce and other coniferous species after release. *Forest Ecology and Management* 250 (2007), 56 – 63.

- Motta, R. 1996: Impact of wild ungulates on forest regeneration and tree composition of mountain forests in the Western Italian Alps. *Forest Ecology and Management* 88 (1996), 93 – 98.
- Motta, R. 2003: Ungulate impact on rowan (*Sorbus aucuparia* L.) and Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) height structure in mountain forests in the eastern Italian Alps. *Forest Ecology and Management* 181 (2003), 139 – 150.
- Neumann, M.; Starlinger F. 2001: The significance of different indices for stand structure and diversity in forests. *Forest Ecology and Management* 145 (2001), 91 - 106.
- Oberlechner, K. 2001: Anwuchserfolg von Flaumeichen (*Quercus pubescens*) in sekundären Schwarzkiefernbeständen (*Pinus nigra*) im Vinschgau. Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur Wien, 105pp.
- Ott, E.; Frehner, M.; Frey, H.U.; Lüscher, P. 1997: Gebirgsnadelwälder. Ein praxisorientierter Leitfaden für eine standortgerechte Waldbehandlung. Haupt Verlag, Bern – Wien, 287 pp.
- Pollanschütz, J. 1974: Formzahlfunktionen der Hauptbaumarten Österreichs. *AFZ* Jg. 85, Heft 12, 341 – 343.
- Pretzsch, H. 1996: Strukturvielfalt als Ergebnis waldbaulichen Handelns. *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung* 167, Jg. 11, 213 – 221.
- Rammig, A.; Fahse, L.; Bebi, P.; Bugmann, H. 2007: Wind disturbance in mountain forests: Simulating the impact of management strategies, seed supply, and ungulate browsing on forest succession. *Forest Ecology and Management* 242 (2007), 142 - 154.
- Rich, P.M. 1990: Characterizing Plant Canopies with Hemispherical Photographs. *Remote Sensing Reviews* Vol. 5 (1), 13 – 29.
- Scheffer, F.; Schachtschabel, P.; Blume, H.-P. 2002: Lehrbuch der Bodenkunde. Spektrum Verlag, Heidelberg, 593 pp.
- Schieler, K.; Hauk, E. 2001: Instruktion für die Feldarbeit – Österreichische Waldinventur 2000/2002. Dienstanweisung. FBVA, Wien, 199 pp.
- Schweiger, J.; Sterba, H. 1997: A model describing natural regeneration recruitment of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) in Austria. *Forest Ecology and Management* 97 (1997), 107 – 118.
- Stancioiu, P.T.; O'Hara, K.L. 2006: Morphological plasticity of regeneration subject to different levels of canopy cover in mixed-species, multiaged forests of the Romanian Carpathians. *Trees* 20 (2006), 196 – 209.
- Szwagrzyk, J.; Szewczyk, J.; Bodziarczyk, J. 2001: Dynamics of seedling banks in beech forest : results of a 10-year study on germination, growth and survival. *Forest Ecology and Management* 141 (2001), 237 – 250.

Wagner, S. 1994: Strahlungsschätzung in Wäldern durch hemisphärische Fotos – Methode und Anwendung. Dissertation, Georg-August-Universität Göttingen, 166 pp.

Weisberg, P.; Bonavia, F.; Bugmann, H. 2005: Modeling the interacting effects of browsing and shading on mountain forest tree regeneration (*Picea abies*). *Ecological Modelling* 185 (2005), 213 – 230.

Zmarsly, E.; Kuttler, W.; & Pethe, H. 1999: Meteorologisch-klimatologisches Grundwissen. Eine Einführung mit Übungen, Aufgaben und Lösungen. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 168pp.

Quellen aus dem Internet:

www.bfw.ac.at

www.zamg.ac.at

7 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Orthofoto vom Projektgebiet mit Bestandesgliederung und Lage der Stichprobenpunkte	3
Abbildung 2	Klimadiagramm von Mayrhofen (643m) für die Jahre 1970 – 2000 mit Daten der Zentralanstalt für Meteorologie und Geophysik (www.zamg.ac.at)	4
Abbildung 3	Hemisphärisches Foto vom Probepunkt Nr. 17 im Bestand B	9
Abbildung 4	Hemisphärisches Foto vom Probepunkt Nr. 60 im Bestand K	10
Abbildung 5	„Sun map“ auf Hemisphärenfoto vom Probepunkt Nr. 51 im Bestand M	17
Abbildung 6	„Sky map“ auf Hemisphärenfoto vom Probepunkt Nr. 51 im Bestand M	18
Abbildung 7	Exposition der einzelnen Probepunkte	20
Abbildung 8	Hangneigung auf den einzelnen Probepunkten	20
Abbildung 9	Bodentyp auf den einzelnen Probepunkten	21
Abbildung 10	Auflagetyp auf den einzelnen Probepunkten	21
Abbildung 11	Grobskelettanteil der einzelnen Probepunkte	22
Abbildung 12	Gründigkeit auf den einzelnen Probepunkten	22
Abbildung 13	Potentiell bestockungsfähige Fläche auf den einzelnen Probepunkten	23
Abbildung 14	Deckungsgrad der Bodenvegetation auf den einzelnen Probepunkten	23
Abbildung 15	Durchmesser verteilung Gesamtfläche	24
Abbildung 16	Hektarvorrat [Vfm/ha] der Gesamtfläche nach BHD-Klassen	25
Abbildung 17	Durchmesser verteilung im Bestand A	29
Abbildung 18	Hektarvorrat [Vfm/ha] im Bestand A nach BHD-Klassen	29
Abbildung 19	Durchmesser verteilung im Bestand B	32
Abbildung 20	Hektarvorrat [Vfm/ha] im Bestand B nach BHD-Klassen	32
Abbildung 21	Durchmesser verteilung im Bestand C	35
Abbildung 22	Hektarvorrat [Vfm/ha] im Bestand C nach BHD-Klassen	36
Abbildung 23	Durchmesser verteilung im Bestand D	39
Abbildung 24	Hektarvorrat [Vfm/ha] im Bestand D nach BHD-Klassen	39
Abbildung 25	Durchmesser verteilung im Bestand E	42
Abbildung 26	Hektarvorrat [Vfm/ha] im Bestand E nach BHD-Klassen	43
Abbildung 27	Durchmesser verteilung im Bestand F	45
Abbildung 28	Hektarvorrat [Vfm/ha] im Bestand F nach BHD-Klassen	46
Abbildung 29	Durchmesser verteilung im Bestand G	49
Abbildung 30	Hektarvorrat [Vfm/ha] im Bestand G nach BHD-Klassen	49
Abbildung 31	Durchmesser verteilung im Bestand H	51
Abbildung 32	Hektarvorrat [Vfm/ha] im Bestand H nach BHD-Klassen	52
Abbildung 33	Durchmesser verteilung im Bestand I	54
Abbildung 34	Hektarvorrat [Vfm/ha] im Bestand I nach BHD-Klassen	54
Abbildung 35	Durchmesser verteilung im Bestand K	58
Abbildung 36	Durchmesser verteilung im Bestand L	59
Abbildung 37	Durchmesser verteilung im Bestand M	62
Abbildung 38	Hektarvorrat [Vfm/ha] im Bestand M nach BHD-Klassen	63
Abbildung 39	Shannon-Index in den einzelnen Beständen	67
Abbildung 40	Simpson-Index in den einzelnen Beständen	67
Abbildung 41	<i>Evenness</i> in den einzelnen Beständen	68

Abbildung 42	Artenprofil nach Pretzsch (1996) in den einzelnen Beständen	68
Abbildung 43	Schutzwirkung der Gesamtfläche als Steinschlag-Transitgebiet bezüglich Steine bis 0,05m ³ (nach Frehner <i>et al.</i> , 2005) dargestellt auf Basis der gemittelten Punktergebnisse in den Bestandespolygonen. Für Steine mit einem Durchmesser bis etwa 40cm	73
Abbildung 44	Schutzwirkung der Gesamtfläche als Steinschlag-Transitgebiet bezüglich Steine von 0,05 bis 0,2m ³ (nach Frehner <i>et al.</i> , 2005) dargestellt auf Basis der gemittelten Punktergebnisse in den Bestandespolygonen. Für Steine mit einem Durchmesser von etwa 40 bis 60cm	74
Abbildung 45	Schutzwirkung der Gesamtfläche als Steinschlag-Transitgebiet bezüglich Steine von 0,2 bis 5m ³ (nach Frehner <i>et al.</i> , 2005) dargestellt auf Basis der gemittelten Punktergebnisse in den Bestandespolygonen. Für Steine mit einem Durchmesser von etwa 60 bis 180cm	75
Abbildung 46	Schutzwirkung bezüglich Steinschlag (Auslaufgebiet) auf der Gesamtfläche (nach Frehner <i>et al.</i> , 2005) dargestellt auf Basis der gemittelten Punktergebnisse in den Bestandespolygonen	76
Abbildung 47	Übersicht der Schutzwirkung bezüglich Steinschlag in den einzelnen Beständen (nach Frehner <i>et al.</i> , 2005)	77
Abbildung 48	Entwicklungstendenz der Stammzahl in den einzelnen Beständen und auf der Gesamtfläche bis 2020	78
Abbildung 49	Entwicklungstendenz des Brusthöhendurchmessers (BHD) vom Kreisflächenmittelstamm in den einzelnen Beständen und auf der Gesamtfläche bis 2020	78
Abbildung 50	Entwicklungstendenz der Lückengröße in den einzelnen Beständen und auf der Gesamtfläche bis 2020	79
Abbildung 51	Entwicklungstendenz der Stammzahl in den einzelnen Beständen und auf der Gesamtfläche bis 2050	79
Abbildung 52	Entwicklungstendenz des Brusthöhendurchmessers (BHD) vom Kreisflächenmittelstamm in den einzelnen Beständen und auf der Gesamtfläche bis 2050	80
Abbildung 53	Entwicklungstendenz der Lückengröße in den einzelnen Beständen und auf der Gesamtfläche bis 2050	80
Abbildung 54	Präferenz-Indizes der Verjüngung von Fichte (<i>Picea abies</i>) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich der Hangneigung	81
Abbildung 55	Präferenz-Indizes der Verjüngung von Fichte (<i>Picea abies</i>) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich der Gründigkeit in cm-Klassen	82
Abbildung 56	Präferenz-Indizes der Verjüngung von Hasel (<i>Corylus avellana</i>) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich der Gründigkeit in cm-Klassen	82
Abbildung 57	Präferenz-Indizes der Verjüngung von Vogelbeere (<i>Sorbus aucuparia</i>) in den Höhenklassen 1 und 2 bezüglich der Gründigkeit in cm-Klassen	83
Abbildung 58	Präferenz-Indizes der Verjüngung von Fichte (<i>Picea abies</i>) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich der Humustypen	83
Abbildung 59	Präferenz-Indizes der Verjüngung von Weißtanne (<i>Abies alba</i>) in der Höhenklasse 1 bezüglich der Humustypen	84
Abbildung 60	Präferenz-Indizes der Verjüngung von Vogelbeere (<i>Sorbus aucuparia</i>) in den Höhenklassen 1 und 2 bezüglich der Humustypen	84
Abbildung 61	Präferenz-Indizes der Verjüngung von Fichte (<i>Picea abies</i>) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich der Mächtigkeit der Humusauflage	85
Abbildung 62	Präferenz-Indizes der Verjüngung von Hasel (<i>Corylus avellana</i>) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich der Mächtigkeit der Humusauflage	85
Abbildung 63	Präferenz-Indizes der Verjüngung von Fichte (<i>Picea abies</i>) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich der Stammzahl am Hektar	86

Abbildung 64	Präferenz-Indizes der Verjüngung von Weißtanne (<i>Abies alba</i>) in der Höhenklasse 1 bezüglich der Stammzahl am Hektar	86
Abbildung 65	Präferenz-Indizes von Hasel (<i>Corylus avellana</i>) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich der Stammzahl am Hektar	87
Abbildung 66	Präferenz-Indizes der Verjüngung von Weißtanne (<i>Abies alba</i>) in der Höhenklasse 1 bezüglich der Kreisflächendichte	87
Abbildung 67	Präferenz-Indizes der Verjüngung von Hasel (<i>Corylus avellana</i>) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich der Kreisflächendichte	88
Abbildung 68	Präferenz-Indizes von Hasel (<i>Corylus avellana</i>) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich der Kreisflächendichte	88
Abbildung 69	Präferenz-Indizes der Verjüngung von Fichte (<i>Picea abies</i>) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich des Hektarvorrats	89
Abbildung 70	Präferenz-Indizes der Verjüngung von Weißtanne (<i>Abies alba</i>) in der Höhenklasse 1 bezüglich des Hektarvorrats	89
Abbildung 71	Präferenz-Indizes von Hasel (<i>Corylus avellana</i>) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich des Hektarvorrats	90
Abbildung 72	Präferenz-Indizes der Verjüngung von Fichte (<i>Picea abies</i>) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich des Brusthöhendurchmessers (BHD) vom Kreisflächenmittelstamm	90
Abbildung 73	Präferenz-Indizes von Hasel (<i>Corylus avellana</i>) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich des Brusthöhendurchmessers (BHD) vom Kreisflächenmittelstamm	91
Abbildung 74	Präferenz-Indizes der Verjüngung von Fichte (<i>Picea abies</i>) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich des <i>Crown Competition Factor</i> (CCF) nach Krajicek <i>et al.</i> (1961)	91
Abbildung 75	Präferenz-Indizes der Verjüngung von Weißtanne (<i>Abies alba</i>) in der Höhenklasse 1 bezüglich des <i>Crown Competition Factor</i> (CCF) nach Krajicek <i>et al.</i> (1961)	92
Abbildung 76	Präferenz-Indizes der Verjüngung von Hasel (<i>Corylus avellana</i>) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich des <i>Crown Competition Factor</i> (CCF) nach Krajicek <i>et al.</i> (1961)	92
Abbildung 77	Präferenz-Indizes der Verjüngung von Fichte (<i>Picea abies</i>) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich des <i>Global Site Factor</i> (GSF) von Mai bis September	93
Abbildung 78	Präferenz-Indizes der Verjüngung von Weißtanne (<i>Abies alba</i>) in der Höhenklasse 1 bezüglich des <i>Global Site Factor</i> (GSF) von Mai bis September	93
Abbildung 79	Präferenz-Index der Verjüngung von Hasel (<i>Corylus avellana</i>) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich des <i>Global Site Factor</i> (GSF) von Mai bis September	94
Abbildung 80	Präferenz-Index der Verjüngung von Vogelbeere (<i>Sorbus aucuparia</i>) in den Höhenklassen 1 und 2 bezüglich des <i>Global Site Factor</i> (GSF) von Mai bis September	94
Abbildung 81	Präferenz-Indizes der Verjüngung von Fichte (<i>Picea abies</i>) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich des <i>Direct Site Factor</i> (DSF) von Mai bis September	95
Abbildung 82	Präferenz-Indizes der Verjüngung von Fichte (<i>Picea abies</i>) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich des <i>Indirect Site Factor</i> (ISF)	95
Abbildung 83	Präferenz-Indizes der Verjüngung von Fichte (<i>Picea abies</i>) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich des Deckungsgrads der Bodenvegetation	96
Abbildung 84	Präferenz-Indizes von Fichte (<i>Picea abies</i>) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich des Deckungsgrads der Bodenvegetation	96

Abbildung 85	Präferenz-Indizes der Verjüngung von Vogelbeere (<i>Sorbus aucuparia</i>) in den Höhenklassen 1 und 2 bezüglich des Deckungsgrads der Bodenvegetation	97
Abbildung 86	Präferenz-Indizes der Verjüngung von Fichte (<i>Picea abies</i>) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich der durchschnittlichen Höhe der Bodenvegetation	97
Abbildung 87	Präferenz-Indizes der Verjüngung von Vogelbeere (<i>Sorbus aucuparia</i>) in den Höhenklassen 1 und 2 bezüglich der durchschnittlichen Höhe der Bodenvegetation	98
Abbildung 88	Verjüngungszustand auf der Gesamtfläche – dargestellt in den Bestandespolygonen	105

Anhang

Abbildung A – 1	Präferenz-Index der Verjüngung von Fichte (<i>Picea abies</i>) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich der Exposition	125
Abbildung A – 2	Präferenz-Index der Verjüngung von Weißtanne (<i>Abies alba</i>) in der Höhenklasse 1 bezüglich der Exposition	125
Abbildung A – 3	Präferenz-Index der Verjüngung von Hasel (<i>Corylus avellana</i>) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich der Exposition	125
Abbildung A – 4	Präferenz-Index der Verjüngung von Vogelbeere (<i>Sorbus aucuparia</i>) in den Höhenklassen 1 und 2 bezüglich der Exposition	126
Abbildung A – 5	Präferenz-Index von Fichte (<i>Picea abies</i>) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich der Exposition	126
Abbildung A – 6	Präferenz-Index von Hasel (<i>Corylus avellana</i>) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich der Exposition	126
Abbildung A – 7	Präferenz-Index der Verjüngung von Weißtanne (<i>Abies alba</i>) in der Höhenklasse 1 bezüglich der Hangneigung	127
Abbildung A – 8	Präferenz-Index der Verjüngung von Hasel (<i>Corylus avellana</i>) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich der Hangneigung	127
Abbildung A – 9	Präferenz-Index der Verjüngung von Vogelbeere (<i>Sorbus aucuparia</i>) in den Höhenklassen 1 und 2 bezüglich der Hangneigung	127
Abbildung A – 10	Präferenz-Index von Fichte (<i>Picea abies</i>) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich der Hangneigung	128
Abbildung A – 11	Präferenz-Index von Hasel (<i>Corylus avellana</i>) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich der Hangneigung	128
Abbildung A – 12	Präferenz-Index der Verjüngung von Fichte (<i>Picea abies</i>) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich der bestockbaren Fläche	129
Abbildung A – 13	Präferenz-Index der Verjüngung von Weißtanne (<i>Abies alba</i>) in der Höhenklasse 1 bezüglich der bestockbaren Fläche	129
Abbildung A – 14	Präferenz-Index der Verjüngung von Hasel (<i>Corylus avellana</i>) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich der bestockbaren Fläche	129
Abbildung A – 15	Präferenz-Index der Verjüngung von Vogelbeere (<i>Sorbus aucuparia</i>) in den Höhenklassen 1 und 2 bezüglich der bestockbaren Fläche	130
Abbildung A – 16	Präferenz-Index von Fichte (<i>Picea abies</i>) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich der bestockbaren Fläche	130
Abbildung A – 17	Präferenz-Index von Hasel (<i>Corylus avellana</i>) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich der bestockbaren Fläche	130
Abbildung A – 18	Präferenz-Index der Verjüngung von Fichte (<i>Picea abies</i>) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich der Bodentypen	131

Abbildung A – 19	Präferenz-Index der Verjüngung von Weißtanne (<i>Abies alba</i>) in der Höhenklasse 1 bezüglich der Bodentypen	131
Abbildung A – 20	Präferenz-Index der Verjüngung von Hasel (<i>Corylus avellana</i>) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich der Bodentypen	131
Abbildung A – 21	Präferenz-Index der Verjüngung von Vogelbeere (<i>Sorbus aucuparia</i>) in den Höhenklassen 1 und 2 bezüglich der Bodentypen	132
Abbildung A – 22	Präferenz-Index von Fichte (<i>Picea abies</i>) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich der Bodentypen	132
Abbildung A – 23	Präferenz-Index von Hasel (<i>Corylus avellana</i>) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich der Bodentypen	132
Abbildung A – 24	Präferenz-Index der Verjüngung von Fichte (<i>Picea abies</i>) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich der Gründigkeit über 30 cm als Flächenprozent	133
Abbildung A – 25	Präferenz-Index der Verjüngung von Weißtanne (<i>Abies alba</i>) in der Höhenklasse 1 bezüglich der Gründigkeit über 30 cm als Flächenprozent	133
Abbildung A – 26	Präferenz-Index der Verjüngung von Hasel (<i>Corylus avellana</i>) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich der Gründigkeit über 30 cm als Flächenprozent	133
Abbildung A – 27	Präferenz-Index der Verjüngung von Vogelbeere (<i>Sorbus aucuparia</i>) in den Höhenklassen 1 und 2 bezüglich der Gründigkeit über 30 cm als Flächenprozent	134
Abbildung A – 28	Präferenz-Index von Fichte (<i>Picea abies</i>) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich der Gründigkeit über 30 cm als Flächenprozent	134
Abbildung A – 29	Präferenz-Index von Hasel (<i>Corylus avellana</i>) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich der Gründigkeit über 30 cm als Flächenprozent	134
Abbildung A – 30	Präferenz-Index der Verjüngung von Weißtanne (<i>Abies alba</i>) in der Höhenklasse 1 bezüglich der Gründigkeit in cm-Klassen	135
Abbildung A – 31	Präferenz-Index von Fichte (<i>Picea abies</i>) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich der Gründigkeit in cm-Klassen	135
Abbildung A – 32	Präferenz-Index von Hasel (<i>Corylus avellana</i>) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich der Gründigkeit in cm-Klassen	135
Abbildung A – 33	Präferenz-Index der Verjüngung von Fichte (<i>Picea abies</i>) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich des Grobskelettanteils	136
Abbildung A – 34	Präferenz-Index der Verjüngung von Weißtanne (<i>Abies alba</i>) in der Höhenklasse 1 bezüglich des Grobskelettanteils	136
Abbildung A – 35	Präferenz-Index der Verjüngung von Hasel (<i>Corylus avellana</i>) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich des Grobskelettanteils	136
Abbildung A – 36	Präferenz-Index der Verjüngung von Vogelbeere (<i>Sorbus aucuparia</i>) in den Höhenklassen 1 und 2 bezüglich des Grobskelettanteils	137
Abbildung A – 37	Präferenz-Index von Fichte (<i>Picea abies</i>) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich des Grobskelettanteils	137
Abbildung A – 38	Präferenz-Index von Hasel (<i>Corylus avellana</i>) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich des Grobskelettanteils	137
Abbildung A – 39	Präferenz-Index der Verjüngung von Hasel (<i>Corylus avellana</i>) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich der Humustypen	138
Abbildung A – 40	Präferenz-Index von Fichte (<i>Picea abies</i>) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich der Humustypen	138
Abbildung A – 41	Präferenz-Index von Hasel (<i>Corylus avellana</i>) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich der Humustypen	138
Abbildung A – 42	Präferenz-Index der Verjüngung von Weißtanne (<i>Abies alba</i>) in der Höhenklasse 1 bezüglich der Mächtigkeit der Humusaufgabe	139
Abbildung A – 43	Präferenz-Index der Verjüngung von Vogelbeere (<i>Sorbus aucuparia</i>) in den Höhenklassen 1 und 2 bezüglich der Mächtigkeit der Humusaufgabe	139

Abbildung A – 44	Präferenz-Index von Fichte (<i>Picea abies</i>) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich der Mächtigkeit der Humusauflage	139
Abbildung A – 45	Präferenz-Index von Hasel (<i>Corylus avellana</i>) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich der Mächtigkeit der Humusauflage	140
Abbildung A – 46	Präferenz-Index der Verjüngung von Hasel (<i>Corylus avellana</i>) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich der Stammzahl am Hektar	141
Abbildung A – 47	Präferenz-Index der Verjüngung von Vogelbeere (<i>Sorbus aucuparia</i>) in den Höhenklassen 1 und 2 bezüglich der Stammzahl am Hektar	141
Abbildung A – 48	Präferenz-Index von Fichte (<i>Picea abies</i>) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich der Stammzahl am Hektar	141
Abbildung A – 49	Präferenz-Index der Verjüngung von Fichte (<i>Picea abies</i>) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich der Kreisflächendichte	142
Abbildung A – 50	Präferenz-Index der Verjüngung von Vogelbeere (<i>Sorbus aucuparia</i>) in den Höhenklassen 1 und 2 bezüglich der Kreisflächendichte	142
Abbildung A – 51	Präferenz-Index von Fichte (<i>Picea abies</i>) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich der Kreisflächendichte	142
Abbildung A – 52	Präferenz-Index der Verjüngung von Hasel (<i>Corylus avellana</i>) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich des Hektarvorrats	143
Abbildung A – 53	Präferenz-Index der Verjüngung von Vogelbeere (<i>Sorbus aucuparia</i>) in den Höhenklassen 1 und 2 bezüglich des Hektarvorrats	143
Abbildung A – 54	Präferenz-Index von Fichte (<i>Picea abies</i>) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich des Hektarvorrats	143
Abbildung A – 55	Präferenz-Index der Verjüngung von Weißtanne (<i>Abies alba</i>) in der Höhenklasse 1 bezüglich des Brusthöhendurchmessers (BHD) vom Kreisflächenmittelstamm	144
Abbildung A – 56	Präferenz-Index der Verjüngung von Hasel (<i>Corylus avellana</i>) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich des Brusthöhendurchmessers (BHD) vom Kreisflächenmittelstamm	144
Abbildung A – 57	Präferenz-Index der Verjüngung von Vogelbeere (<i>Sorbus aucuparia</i>) in den Höhenklassen 1 und 2 bezüglich des Brusthöhendurchmessers (BHD) vom Kreisflächenmittelstamm	144
Abbildung A – 58	Präferenz-Index von Fichte (<i>Picea abies</i>) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich des Brusthöhendurchmessers (BHD) vom Kreisflächenmittelstamm	145
Abbildung A – 59	Präferenz-Index der Verjüngung von Vogelbeere (<i>Sorbus aucuparia</i>) in den Höhenklassen 1 und 2 bezüglich des <i>Crown Competition Factor</i> (CCF) nach Krajicek <i>et al.</i> (1961)	146
Abbildung A – 60	Präferenz-Index von Fichte (<i>Picea abies</i>) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich des <i>Crown Competition Factor</i> (CCF) nach Krajicek <i>et al.</i> (1961)	146
Abbildung A – 61	Präferenz-Index von Hasel (<i>Corylus avellana</i>) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich des <i>Crown Competition Factor</i> (CCF) nach Krajicek <i>et al.</i> (1961)	146
Abbildung A – 62	Präferenz-Index von Fichte (<i>Picea abies</i>) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich des <i>Global Site Factor</i> (GSF) von Mai bis September	147
Abbildung A – 63	Präferenz-Index von Hasel (<i>Corylus avellana</i>) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich des <i>Global Site Factor</i> (GSF) von Mai bis September	147
Abbildung A – 64	Präferenz-Index der Verjüngung von Weißtanne (<i>Abies alba</i>) in der Höhenklasse 1 bezüglich des <i>Direct Site Factor</i> (DSF) von Mai bis September	148
Abbildung A – 65	Präferenz-Index der Verjüngung von Hasel (<i>Corylus avellana</i>) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich des <i>Direct Site Factor</i> (DSF) von Mai bis September	148

Abbildung A – 66	Präferenz-Index der Verjüngung von Vogelbeere (<i>Sorbus aucuparia</i>) in den Höhenklassen 1 und 2 bezüglich des <i>Direct Site Factor</i> (DSF) von Mai bis September	148
Abbildung A – 67	Präferenz-Index von Fichte (<i>Picea abies</i>) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich des <i>Direct Site Factor</i> (DSF) von Mai bis September	149
Abbildung A – 68	Präferenz-Index von Hasel (<i>Corylus avellana</i>) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich des <i>Direct Site Factor</i> (DSF) von Mai bis September	149
Abbildung A – 69	Präferenz-Index der Verjüngung von Weißtanne (<i>Abies alba</i>) in der Höhenklasse 1 bezüglich des <i>Indirect Site Factor</i> (ISF)	150
Abbildung A – 70	Präferenz-Index der Verjüngung von Hasel (<i>Corylus avellana</i>) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich des <i>Indirect Site Factor</i> (ISF)	150
Abbildung A – 71	Präferenz-Index der Verjüngung von Vogelbeere (<i>Sorbus aucuparia</i>) in den Höhenklassen 1 und 2 bezüglich des <i>Indirect Site Factor</i> (ISF)	150
Abbildung A – 72	Präferenz-Index von Fichte (<i>Picea abies</i>) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich des <i>Indirect Site Factor</i> (ISF)	151
Abbildung A – 73	Präferenz-Index von Hasel (<i>Corylus avellana</i>) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich des <i>Indirect Site Factor</i> (ISF)	151
Abbildung A – 74	Präferenz-Index der Verjüngung von Weißtanne (<i>Abies alba</i>) in der Höhenklasse 1 bezüglich des Deckungsgrads der Bodenvegetation	152
Abbildung A – 75	Präferenz-Index der Verjüngung von Hasel (<i>Corylus avellana</i>) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich des Deckungsgrads der Bodenvegetation	152
Abbildung A – 76	Präferenz-Index von Hasel (<i>Corylus avellana</i>) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich des Deckungsgrads der Bodenvegetation	152
Abbildung A – 77	Präferenz-Index der Verjüngung von Weißtanne (<i>Abies alba</i>) in der Höhenklasse 1 bezüglich der durchschnittlichen Höhe der Bodenvegetation	153
Abbildung A – 78	Präferenz-Index der Verjüngung von Hasel (<i>Corylus avellana</i>) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich der durchschnittlichen Höhe der Bodenvegetation	153
Abbildung A – 79	Präferenz-Index von Fichte (<i>Picea abies</i>) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich der durchschnittlichen Höhe der Bodenvegetation	153
Abbildung A – 80	Präferenz-Index von Hasel (<i>Corylus avellana</i>) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich der durchschnittlichen Höhe der Bodenvegetation	154
Abbildung A – 81	Präferenz-Index der Verjüngung von Fichte (<i>Picea abies</i>) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich der maximalen Höhe der Bodenvegetation	155
Abbildung A – 82	Präferenz-Index der Verjüngung von Weißtanne (<i>Abies alba</i>) in der Höhenklasse 1 bezüglich der maximalen Höhe der Bodenvegetation	155
Abbildung A – 83	Präferenz-Index der Verjüngung von Hasel (<i>Corylus avellana</i>) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich der maximalen Höhe der Bodenvegetation	155
Abbildung A – 84	Präferenz-Index der Verjüngung von Vogelbeere (<i>Sorbus aucuparia</i>) in den Höhenklassen 1 und 2 bezüglich der maximalen Höhe der Bodenvegetation	156
Abbildung A – 85	Präferenz-Index von Fichte (<i>Picea abies</i>) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich der maximalen Höhe der Bodenvegetation	156
Abbildung A – 86	Präferenz-Index von Hasel (<i>Corylus avellana</i>) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich der maximalen Höhe der Bodenvegetation	156

Abbildung A – 87	Waldbestand im Untersuchungsgebiet (Blickrichtung nach West-Südwest)	157
Abbildung A – 88	Schlagfläche (Bestand K) mit üppig entwickelter Boden- und Strauchvegetation mit Blick auf den Bestand B	157
Abbildung A – 89	Gut entwickelte Fichten-Jungpflanzen in Hochstaudenvegetation auf Fläche mit höherem Lichtgenuss im Bestand B	158
Abbildung A – 90	Einige Jahrzehnte alte Fichtenpflanze im Unterwuchs, wie sie besonders im Bestand M auftreten	158
Abbildung A – 91	Stark verbissene Jungtanne im Bestand A	159
Abbildung A – 92	Hasel-Stockausschlag im Bestand L	159
Abbildung A – 93	Dichter Altbestand mit spärlich entwickelter Bodenvegetation (hauptsächlich Moose) und sehr vereinzelt Verjüngungspflanzen im Bestand F	160
Abbildung A – 94	In den Altbestand einwachsender Fichten-Verjüngungskegel (BHD-Höhe bereits überschritten) im Bestand C	160
Abbildung A – 95	Fichtensämling in Moospolster	161
Abbildung A – 96	Tannensämling in Moospolster	161

8 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Werte für die Lufttemperatur [°C] in Mayrhofen (643m) für die Jahre 1970 – 2000 (Quelle: www.zamg.ac.at)	5
Tabelle 2	Werte für den Niederschlag (N) in Mayrhofen (643m) für die Jahre 1970 – 2000 (Quelle: www.zamg.ac.at)	5
Tabelle 3	Besondere Tage in Mayrhofen (643m) für die Jahre 1970 – 2000 (Quelle: www.zamg.ac.at)	6
Tabelle 4	Anforderungsprofil des Waldes bezüglich Steinschlag (Quelle: Frehner <i>et al.</i> , 2005)	16
Tabelle 5	Berechnungsschema für den Präferenz-Index	19
Tabelle 6	Stammzahl [N/ha], Kreisflächendichte [m ² /ha] und Hektarvorrat [Vfm/ha] und deren Standardabweichung (in Klammer) auf der Gesamtfläche	24
Tabelle 7	Vorrat am Ort [Vfm bzw. Anteil in Prozent] auf der Gesamtfläche	24
Tabelle 8a	Verjüngungszustand auf den Probepunkten der Gesamtfläche	26
Tabelle 8b	Auftreten der einzelnen Baum- und Straucharten in der Verjüngungsschicht (bis 130cm Höhe) auf den Probepunkten der Gesamtfläche	26
Tabelle 8c	Mittlere Anzahl von Individuen [N/ha] der einzelnen Baumarten in der Verjüngungsschicht in den fünf Höhenklassen (HKL) auf der Gesamtfläche	27
Tabelle 8d	Verbissprozente der einzelnen Baumarten in der Verjüngungsschicht in den fünf Höhenklassen (HKL) und Anzahl der Probepunkte in HKL mit Verbiss [%] auf der Gesamtfläche	27
Tabelle 8e	Mittlerer Höhenzuwachs [cm] mit Standardabweichung (in Klammer) von den Bäumchen verschiedener Baumarten in den fünf Höhenklassen auf der Gesamtfläche	27
Tabelle 9	Stammzahl, Kreisflächendichte und Vorrat sowie deren Standardabweichung im Bestand A	28
Tabelle 10a	Verjüngungszustand auf den Probepunkten im Bestand A	30
Tabelle 10b	Auftretende Baumarten in der Verjüngungsschicht (bis 130cm Höhe) auf den Probepunkten im Bestand A	30
Tabelle 10c	Mittlere Anzahl von Individuen [N/ha] der einzelnen Baumarten in der Verjüngungsschicht in den fünf Höhenklassen (HKL) im Bestand A	30
Tabelle 11	Stammzahl, Kreisflächendichte und Vorrat sowie deren Standardabweichung im Bestand B	31
Tabelle 12a	Verjüngungszustand auf den Probepunkten im Bestand B	33
Tabelle 12b	Auftretende Baum- und Straucharten in der Verjüngungsschicht (bis 130cm Höhe) auf den Probepunkten im Bestand B	33
Tabelle 12c	Mittlere Anzahl von Individuen [N/ha] der einzelnen Baumarten in der Verjüngungsschicht in den fünf Höhenklassen (HKL) im Bestand B	33
Tabelle 12d	Mittlerer Höhenzuwachs [cm] mit Standardabweichung (in Klammer) von den Bäumchen der verschiedenen Baumarten in den fünf Höhenklassen im Bestand B	34
Tabelle 13	Stammzahl, Kreisflächendichte und Vorrat sowie deren Standardabweichung im Bestand C	35
Tabelle 14a	Verjüngungszustand auf den Probepunkten im Bestand C	37
Tabelle 14b	Auftretende Baumarten in der Verjüngungsschicht (bis 130cm Höhe) auf den Probepunkten im Bestand C	37
Tabelle 14c	Mittlere Anzahl von Individuen [N/ha] der einzelnen Baumarten in der Verjüngungsschicht in den fünf Höhenklassen (HKL) im Bestand C	37

Tabelle 14d	Verbissprozente der einzelnen Baumarten in der Verjüngungsschicht in den fünf Höhenklassen (HKL) und Anzahl der Probepunkte in HKL mit Verbiss [%] im Bestand C	37
Tabelle 14e	Mittlerer Höhenzuwachs [cm] mit Standartabweichung (in Klammer) von den Bäumchen der verschiedenen Baumarten in den fünf Höhenklassen im Bestand C	37
Tabelle 15	Stammzahl, Kreisflächendichte und Vorrat sowie deren Standardabweichung im Bestand D	38
Tabelle 16a	Verjüngungszustand auf den Probepunkten im Bestand D	40
Tabelle 16b	Auftretende Baum- und Straucharten in der Verjüngungsschicht (bis 130cm Höhe) auf den Probepunkten im Bestand D	40
Tabelle 16c	Mittlere Anzahl von Individuen [N/ha] der einzelnen Baumarten in der Verjüngungsschicht in den fünf Höhenklassen (HKL) im Bestand D	41
Tabelle 16d	Mittlerer Höhenzuwachs [cm] mit Standartabweichung (in Klammer) von den Bäumchen der verschiedenen Baumarten in den fünf Höhenklassen im Bestand D	41
Tabelle 17	Stammzahl, Kreisflächendichte und Vorrat sowie deren Standardabweichung im Bestand E	42
Tabelle 18a	Verjüngungszustand auf den Probepunkten im Bestand E	43
Tabelle 18b	Auftretende Baumarten in der Verjüngungsschicht (bis 130cm Höhe) auf den Probepunkten im Bestand E	44
Tabelle 18c	Mittlere Anzahl von Individuen [N/ha] der einzelnen Baumarten in der Verjüngungsschicht in den fünf Höhenklassen (HKL) im Bestand E	44
Tabelle 18d	Mittlerer Höhenzuwachs [cm] mit Standartabweichung (in Klammer) von den Bäumchen der verschiedenen Baumarten in den fünf Höhenklassen im Bestand E	44
Tabelle 19	Stammzahl, Kreisflächendichte und Vorrat sowie deren Standardabweichung im Bestand F	46
Tabelle 20a	Verjüngungszustand auf den Probepunkten im Bestand F	47
Tabelle 20b	Auftretende Baum- und Straucharten in der Verjüngungsschicht (bis 130cm Höhe) auf den Probepunkten im Bestand F	47
Tabelle 20c	Mittlere Anzahl von Individuen [N/ha] der einzelnen Baumarten in der Verjüngungsschicht in den fünf Höhenklassen (HKL) im Bestand F	47
Tabelle 20d	Verbissprozente der einzelnen Baumarten in der Verjüngungsschicht in den fünf Höhenklassen (HKL) und Anzahl der Probepunkte in HKL mit Verbiss [%] im Bestand F	47
Tabelle 20e	Mittlerer Höhenzuwachs [cm] mit Standartabweichung (in Klammer) von den Bäumchen der verschiedenen Baumarten in den fünf Höhenklassen im Bestand F	48
Tabelle 21	Stammzahl, Kreisflächendichte und Vorrat sowie deren Standardabweichung im Bestand G	50
Tabelle 22	Verjüngungszustand auf den Probepunkten im Bestand G	50
Tabelle 23	Stammzahl, Kreisflächendichte und Vorrat sowie deren Standardabweichung im Bestand H	51
Tabelle 24a	Verjüngungszustand auf den Probepunkten im Bestand H	52
Tabelle 24b	Auftretende Baumarten in der Verjüngungsschicht (bis 130cm Höhe) auf den Probepunkten im Bestand H	52
Tabelle 24c	Mittlere Anzahl von Individuen [N/ha] der einzelnen Baumarten in der Verjüngungsschicht in den fünf Höhenklassen (HKL) im Bestand H	53
Tabelle 25	Stammzahl, Kreisflächendichte und Vorrat sowie deren Standardabweichung im Bestand I	55
Tabelle 26a	Verjüngungszustand auf den Probepunkten im Bestand I	55

Tabelle 26b	Auftretende Baum- und Straucharten in der Verjüngungsschicht (bis 130cm Höhe) auf den Probepunkten im Bestand I	55
Tabelle 26c	Mittlere Anzahl von Individuen [N/ha] der einzelnen Baumarten in der Verjüngungsschicht in den fünf Höhenklassen (HKL) im Bestand I	55
Tabelle 26d	Mittlerer Höhenzuwachs [cm] mit Standardabweichung (in Klammer) von den Bäumchen der verschiedenen Baumarten in den fünf Höhenklassen im Bestand I	56
Tabelle 27	Verjüngungszustand auf den Probepunkten im Bestand J	56
Tabelle 28	Verjüngungszustand auf den Probepunkten im Bestand K	58
Tabelle 29	Stammzahl, Kreisflächendichte und Vorrat sowie deren Standardabweichung im Bestand L	60
Tabelle 30a	Verjüngungszustand auf den Probepunkten im Bestand L	60
Tabelle 30b	Auftretende Baum- und Straucharten in der Verjüngungsschicht (bis 130cm Höhe) auf den Probepunkten im Bestand L	60
Tabelle 30c	Mittlere Anzahl von Individuen [N/ha] der einzelnen Baumarten in der Verjüngungsschicht in den fünf Höhenklassen (HKL) im Bestand L	61
Tabelle 30d	Verbissprozente der einzelnen Baumarten in der Verjüngungsschicht in den fünf Höhenklassen (HKL) und Anzahl der Probepunkte in HKL mit Verbiss [%] im Bestand L	61
Tabelle 30e	Mittlerer Höhenzuwachs [cm] mit Standardabweichung (in Klammer) von den Bäumchen der verschiedenen Baumarten in den fünf Höhenklassen im Bestand L	61
Tabelle 31	Stammzahl, Kreisflächendichte und Vorrat sowie deren Standardabweichung im Bestand M	62
Tabelle 32a	Verjüngungszustand auf den Probepunkten im Bestand M	63
Tabelle 32b	Auftretende Baumarten in der Verjüngungsschicht (bis 130cm Höhe) auf den Probepunkten im Bestand M	64
Tabelle 32c	Mittlere Anzahl von Individuen [N/ha] der einzelnen Baumarten in der Verjüngungsschicht in den fünf Höhenklassen (HKL) im Bestand M	64
Tabelle 32d	Mittlerer Höhenzuwachs [cm] mit Standardabweichung (in Klammer) von den Bäumchen der verschiedenen Baumarten in den fünf Höhenklassen im Bestand M	64
Tabelle 33	Diversitätskennzahlen für die Gesamtfläche	65
Tabelle 34	Diversitätskennzahlen für die einzelnen Bestände	66
Tabelle 35	Korrelationen (r) und Signifikanz (α) zwischen den hier verwendeten Diversitätsindizes mit unterschiedlicher Berechnungsbasis und dem Artenprofil von Pretzsch	69
Tabelle 36	Schutzwirkung der Gesamtfläche als Steinsschlag-Transitgebiet (nach Frehner <i>et al.</i> 2005) in Prozent aller Stichprobenpunkte	70
Tabelle 37	Schutzwirkung bezüglich Steinschlag (Transitgebiet) in den einzelnen Beständen (nach Frehner <i>et al.</i> 2005) in Prozent aller Stichprobenpunkten in den Beständen	71
Tabelle 38	Schutzwirkung bezüglich Steinschlag (Auslaufgebiet) in den einzelnen Beständen (nach Frehner <i>et al.</i> 2005) in Prozent aller Stichprobenpunkte in den Beständen	72

Anhang

Tabelle A – 1	Korrelationen nach Pearson mit Signifikanz zwischen den einzelnen Standorts- und Bestandesvariablen	123
---------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

Anhang

Schutzwaldinventur Finkenberg

Tabelle A – 1. Korrelationen nach Pearson mit Signifikanz zwischen den einzelnen Standorts- und Bestandesvariablen.
Mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit (α) von 0.05 signifikante Korrelationen sind fettgedruckt.

		Exp.	Neig.	BFI.	Grd. FI%	Grd. cmKI	GSk.	Aufl.	N/ha	G/ha	V/ha	dg	CCF	GSF	DSF	ISF	Veg. DGr.	VH Mittel	VH Max
Exp.	r	1,000	-,003	-,147	-,032	,060	,053	,187	-,058	,294	,283	,130	,110	,158	,154	,187	,048	-,062	-,232
	α		,981	,308	,827	,678	,713	,194	,687	,038	,047	,367	,445	,273	,287	,192	,742	,671	,105
Neig.	r	-,003	1,000	,137	,015	-,019	,145	-,307	,008	,040	,032	-,035	,005	-,021	-,012	-,098	-,084	,089	,137
	α	,981		,343	,920	,898	,317	,030	,958	,785	,823	,807	,975	,883	,935	,500	,563	,540	,341
BFI.	r	-,147	,137	1,000	,639	,479	-,346	-,498	,258	,025	-,061	-,204	,229	-,209	-,207	-,212	-,236	,118	-,015
	α	,308	,343		,000	,000	,014	,000	,070	,862	,674	,155	,109	,145	,148	,140	,099	,413	,918
Grd. FI%	r	-,032	,015	,639	1,000	,614	-,463	-,408	,256	-,129	-,205	-,359	,158	-,331	-,324	-,370	-,536	,034	,007
	α	,827	,920	,000		,000	,001	,003	,072	,373	,153	,011	,273	,019	,022	,008	,000	,817	,961
Grd. cmKI	r	,060	-,019	,479	,614	1,000	-,266	-,402	,215	-,107	-,170	-,346	,120	-,119	-,121	-,093	-,463	,196	,137
	α	,678	,898	,000	,000		,062	,004	,134	,459	,237	,014	,408	,411	,402	,521	,001	,172	,344
GSk.	r	,053	,145	-,346	-,463	-,266	1,000	,307	-,118	-,074	,019	,122	-,212	,170	,165	,199	,302	,061	,199
	α	,713	,317	,014	,001	,062		,030	,415	,610	,895	,399	,139	,238	,251	,167	,033	,675	,166
Aufl.	r	,187	-,307	-,498	-,408	-,402	,307	1,000	-,144	,195	,261	,266	-,014	-,037	-,047	,051	,333	-,292	-,261
	α	,194	,030	,000	,003	,004	,030		,318	,176	,067	,061	,923	,799	,744	,727	,018	,039	,068
N/ha	r	-,058	,008	,258	,256	,215	-,118	-,144	1,000	,097	-,228	-,344	,826	-,201	-,194	-,242	-,330	-,069	-,040
	α	,687	,958	,070	,072	,134	,415	,318		,503	,111	,014	,000	,162	,176	,090	,019	,633	,781
G/ha	r	,294	,040	,025	-,129	-,107	-,074	,195	,097	1,000	,931	,607	,615	-,178	-,174	-,195	,035	-,557	-,633
	α	,038	,785	,862	,373	,459	,610	,176	,503		,000	,000	,000	,217	,226	,174	,809	,000	,000
V/ha	r	,283	,032	-,061	-,205	-,170	,019	,261	-,228	,931	1,000	,740	,305	-,067	-,066	-,068	,205	-,484	-,550
	α	,047	,823	,674	,153	,237	,895	,067	,111	,000		,000	,031	,644	,647	,638	,153	,000	,000
dg	r	,130	-,035	-,204	-,359	-,346	,122	,266	-,344	,607	,740	1,000	-,007	,058	,059	,046	,353	-,484	-,471
	α	,367	,807	,155	,011	,014	,399	,061	,014	,000	,000		,964	,687	,682	,749	,012	,000	,001
CCF	r	,110	,005	,229	,158	,120	-,212	-,014	,826	,615	,305	-,007	1,000	-,306	-,300	-,340	-,287	-,378	-,407
	α	,445	,975	,109	,273	,408	,139	,923	,000	,000	,031	,964		,031	,034	,016	,043	,007	,003
GSF	r	,158	-,021	-,209	-,331	-,119	,170	-,037	-,201	-,178	-,067	,058	-,306	1,000	,999	,950	,502	,652	,453
	α	,273	,883	,145	,019	,411	,238	,799	,162	,217	,644	,687	,031		,000	,000	,000	,000	,001
DSF	r	,154	-,012	-,207	-,324	-,121	,165	-,047	-,194	-,174	-,066	,059	-,300	,999	1,000	,938	,494	,643	,448
	α	,287	,935	,148	,022	,402	,251	,744	,176	,226	,647	,682	,034	,000		,000	,000	,000	,001
ISF	r	,187	-,098	-,212	-,370	-,093	,199	,051	-,242	-,195	-,068	,046	-,340	,950	,938	1,000	,541	,689	,471
	α	,192	,500	,140	,008	,521	,167	,727	,090	,174	,638	,749	,016	,000	,000		,000	,000	,001
Veg. DGr.	r	,048	-,084	-,236	-,536	-,463	,302	,333	-,330	,035	,205	,353	-,287	,502	,494	,541	1,000	,302	,227
	α	,742	,563	,099	,000	,001	,033	,018	,019	,809	,153	,012	,043	,000	,000	,000		,033	,113
VH Mittel	r	-,062	,089	,118	,034	,196	,061	-,292	-,069	-,557	-,484	-,484	-,378	,652	,643	,689	,302	1,000	,858
	α	,671	,540	,413	,817	,172	,675	,039	,633	,000	,000	,000	,007	,000	,000	,000	,033		,000
VH Max	r	-,232	,137	-,015	,007	,137	,199	-,261	-,040	-,633	-,550	-,471	-,407	,453	,448	,471	,227	,858	1,000
	α	,105	,341	,918	,961	,344	,166	,068	,781	,000	,000	,001	,003	,001	,001	,001	,113	,000	

Exp.	Exposition in Grad
Neig.	Neigung in Grad
BFl.	Bestockte Fläche in Prozent
Grd. Fl%	Gründigkeit über 30cm, Anteil der Fläche in Prozent
Grd. cmKI	Gründigkeit in cm-Klassen
Aufl.	Mächtigkeit der Humusauflage in cm
N/ha	Stammzahl am Hektar
G/ha	Kreisflächendichte [m ²] am Hektar
V/ha	Hektarvorrat [Vfm]
dg	Brusthöhendurchmesser [cm] vom Kreisflächenmittelstamm
CCF	<i>Crown Competition Factor (CCF)</i> nach Krajicek <i>et al.</i> (1961)
GSF	<i>Global Site Factor</i>
DSF	<i>Direct Site Factor</i>
ISF	<i>Indirect Site Factor</i>
Veg. DGr.	Deckungsgrad der Bodenvegetation in Prozent
VH Mittel	Mittlere Höhe der Bodenvegetation [cm]
VH Max	Maximale Höhe der Bodenvegetation [cm]

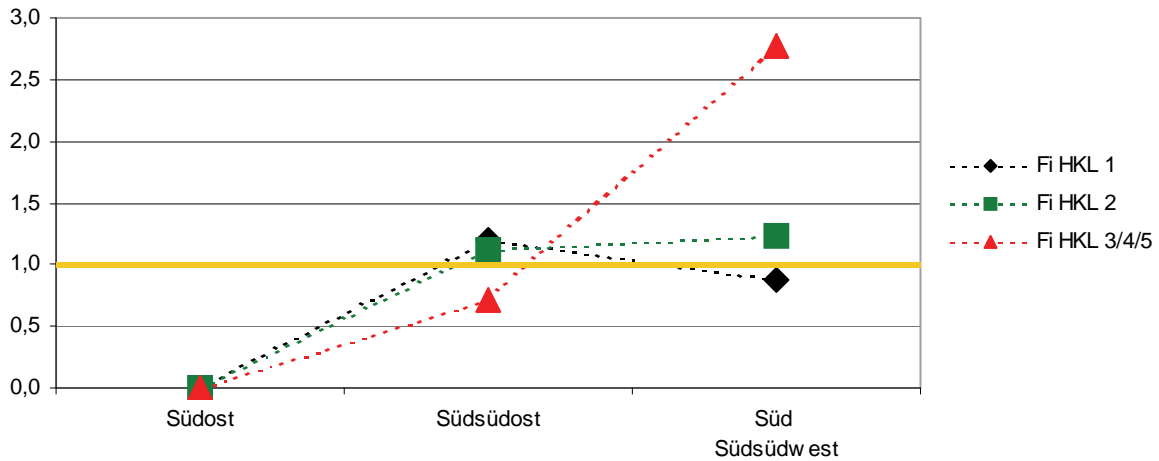


Abbildung A – 1. Präferenz-Index der Verjüngung von Fichte (*Picea abies*) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich der Exposition.

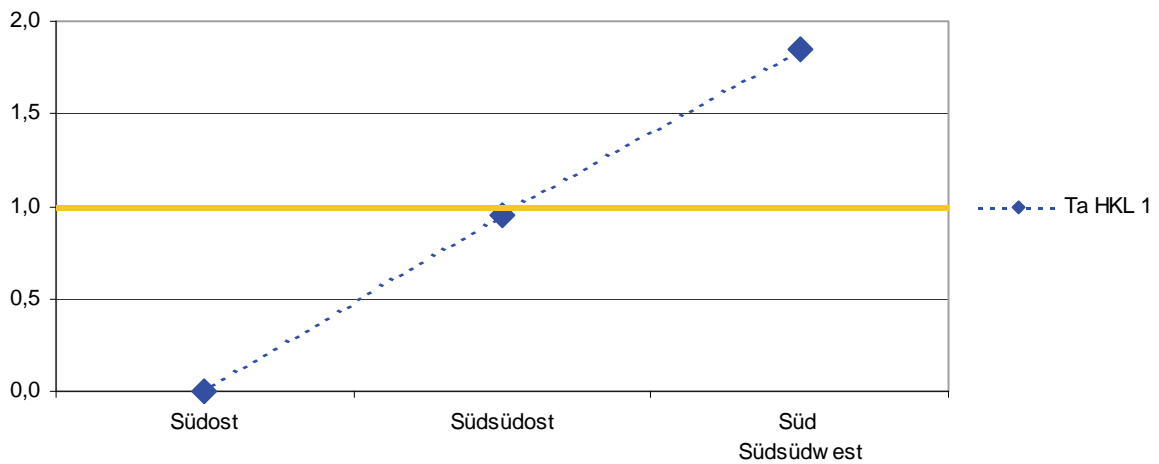


Abbildung A – 2. Präferenz-Index der Verjüngung von Weißtanne (*Abies alba*) in der Höhenklasse 1 bezüglich der Exposition.



Abbildung A – 3. Präferenz-Index der Verjüngung von Hasel (*Corylus avellana*) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich der Exposition.

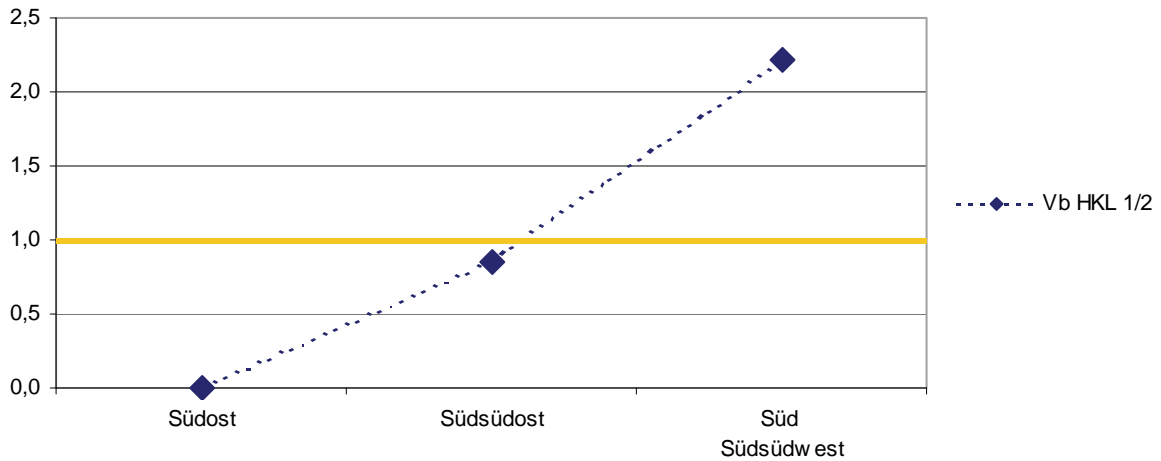


Abbildung A – 4. Präferenz-Index der Verjüngung von Vogelbeere (*Sorbus aucuparia*) in den Höhenklassen 1 und 2 bezüglich der Exposition.

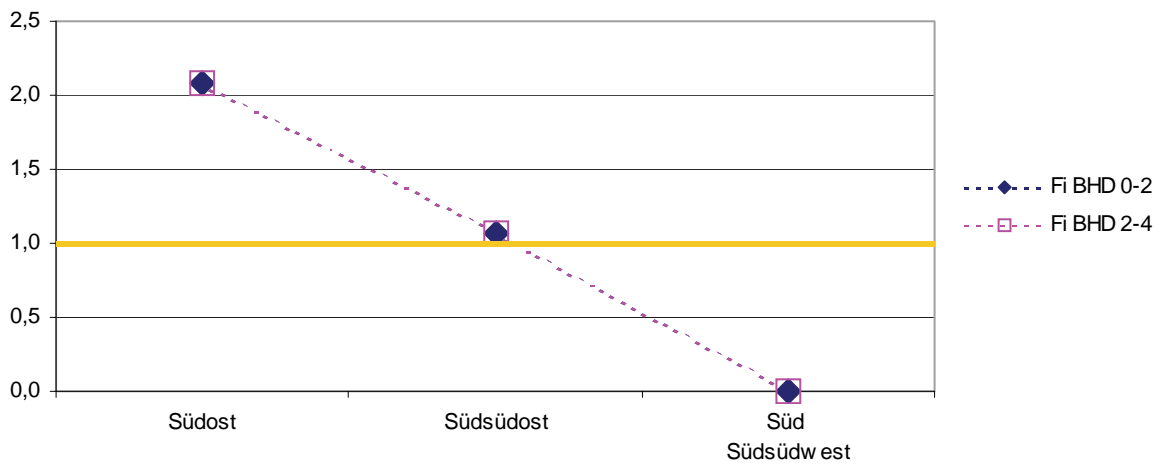


Abbildung A – 5. Präferenz-Index von Fichte (*Picea abies*) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich der Exposition.

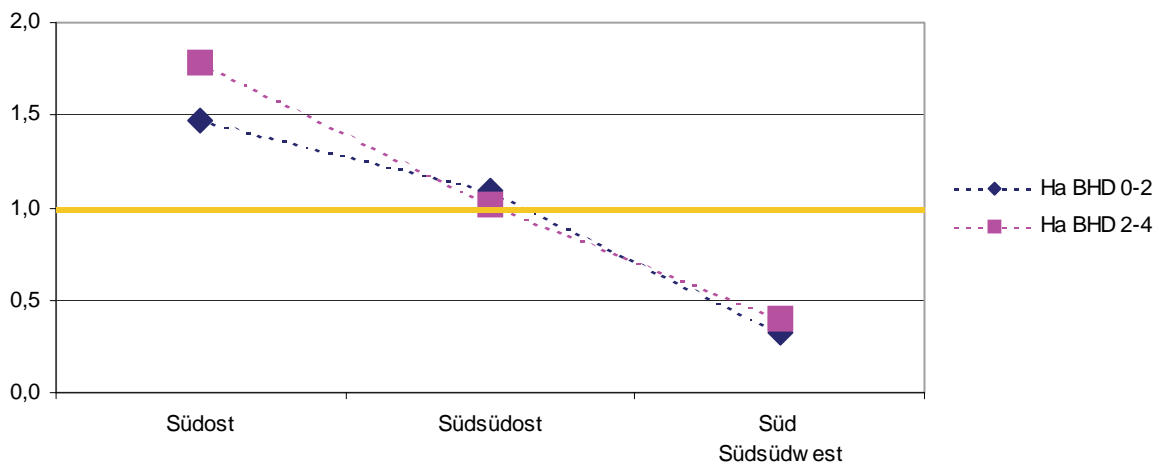


Abbildung A – 6. Präferenz-Index von Hasel (*Corylus avellana*) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich der Exposition.

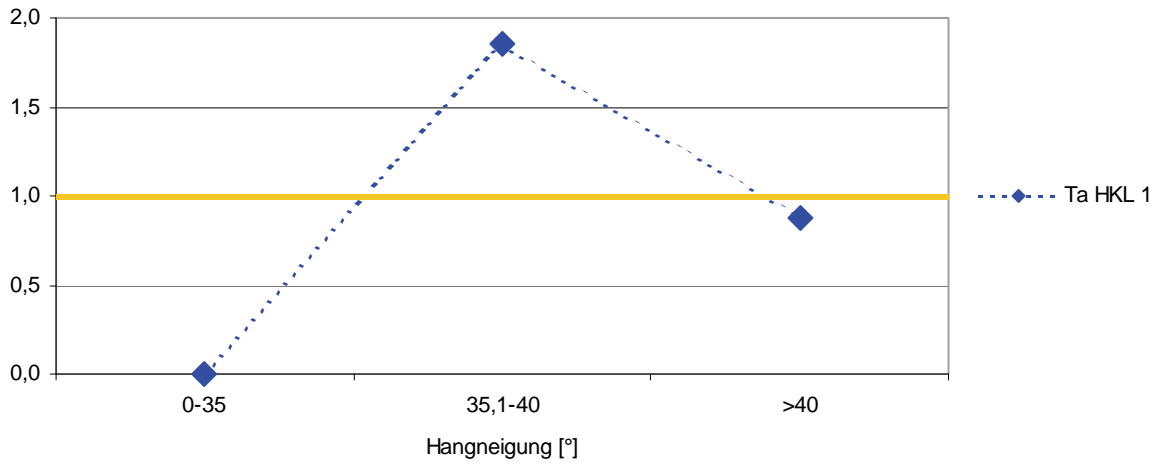


Abbildung A – 7. Präferenz-Index der Verjüngung von Weißtanne (*Abies alba*) in der Höhenklasse 1 bezüglich der Hangneigung.

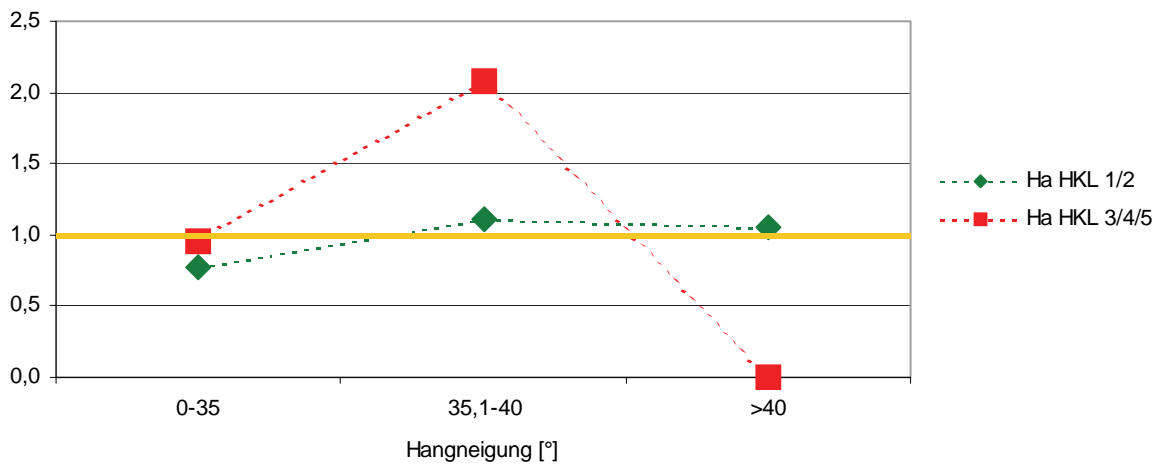


Abbildung A – 8. Präferenz-Index der Verjüngung von Hasel (*Corylus avellana*) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich der Hangneigung.

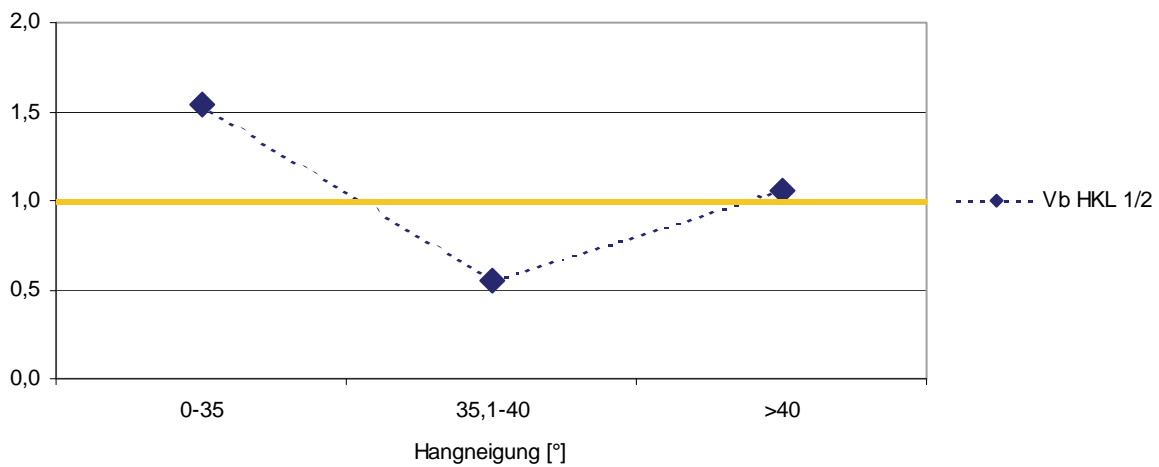


Abbildung A – 9. Präferenz-Index der Verjüngung von Vogelbeere (*Sorbus aucuparia*) in den Höhenklassen 1 und 2 bezüglich der Hangneigung.

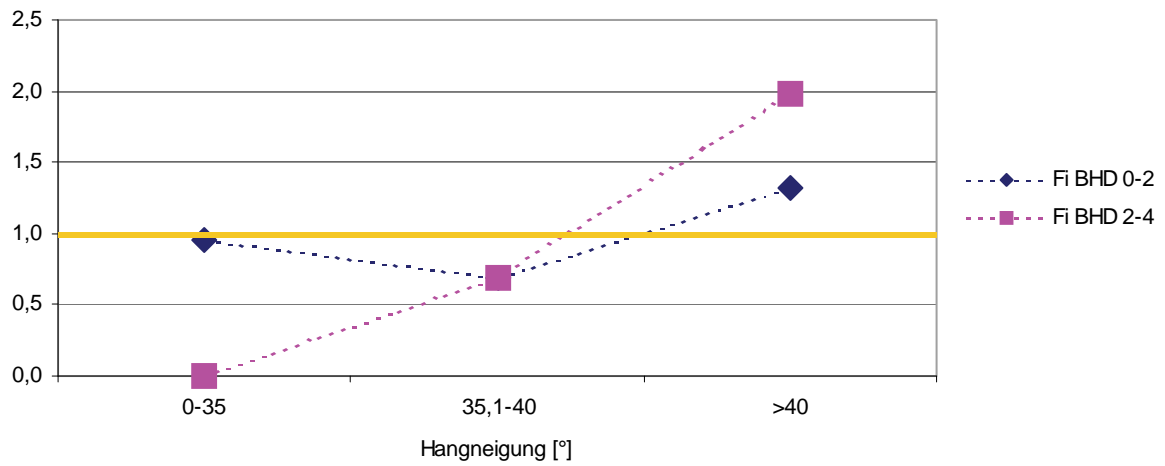


Abbildung A – 10. Präferenz-Index von Fichte (*Picea abies*) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich der Hangneigung.

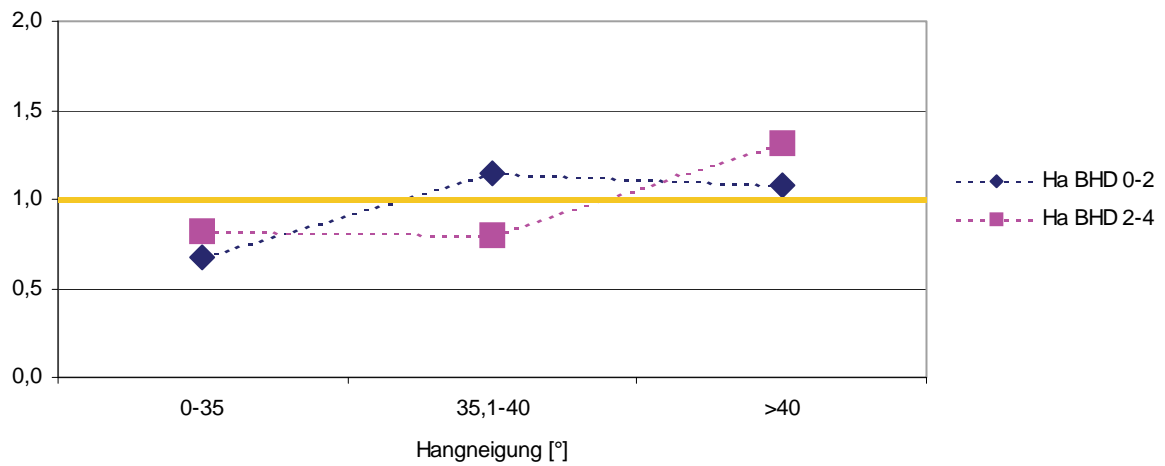


Abbildung A – 11. Präferenz-Index von Hasel (*Corylus avellana*) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich der Hangneigung.

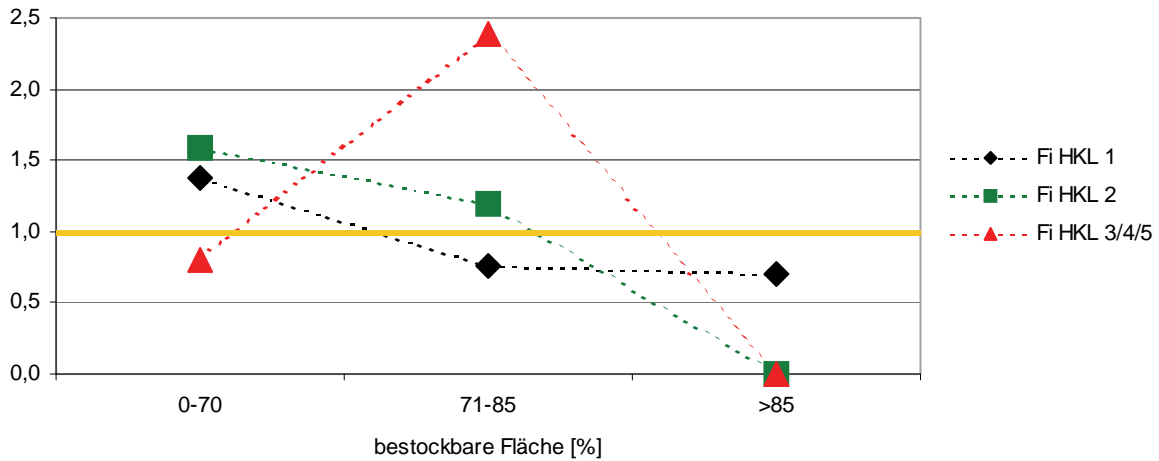


Abbildung A – 12. Präferenz-Index der Verjüngung von Fichte (*Picea abies*) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich der bestockbaren Fläche.

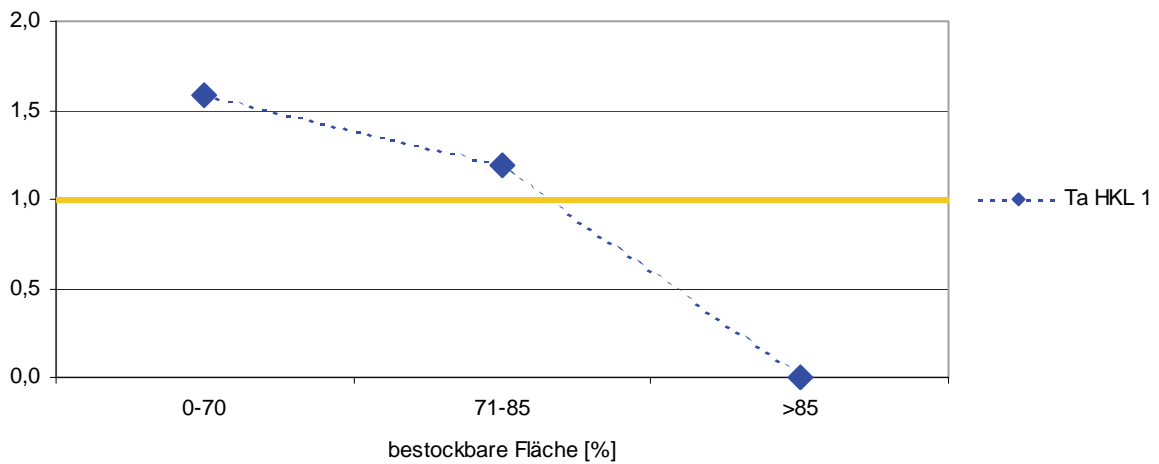


Abbildung A – 13. Präferenz-Index der Verjüngung von Weißtanne (*Abies alba*) in der Höhenklasse 1 bezüglich der bestockbaren Fläche.

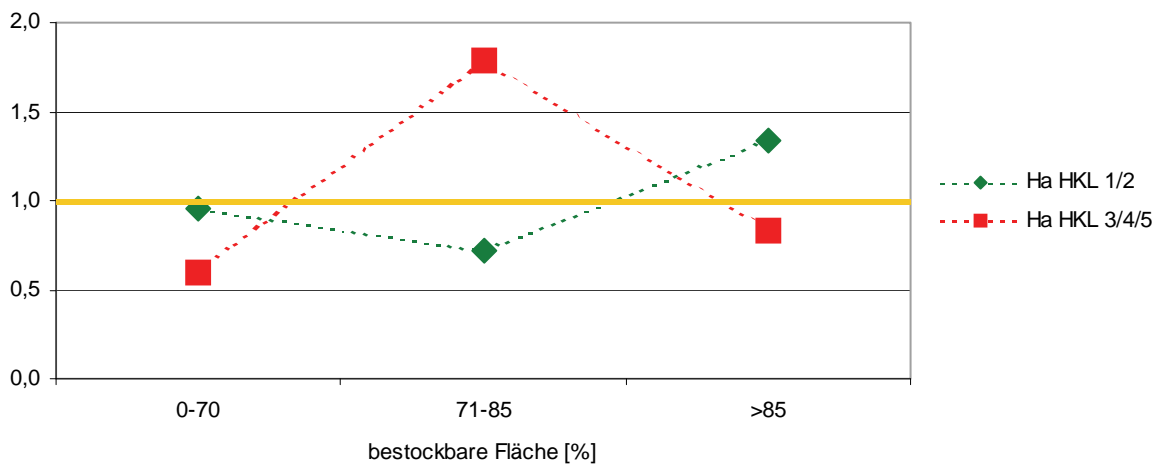


Abbildung A – 14. Präferenz-Index der Verjüngung von Hasel (*Corylus avellana*) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich der bestockbaren Fläche.

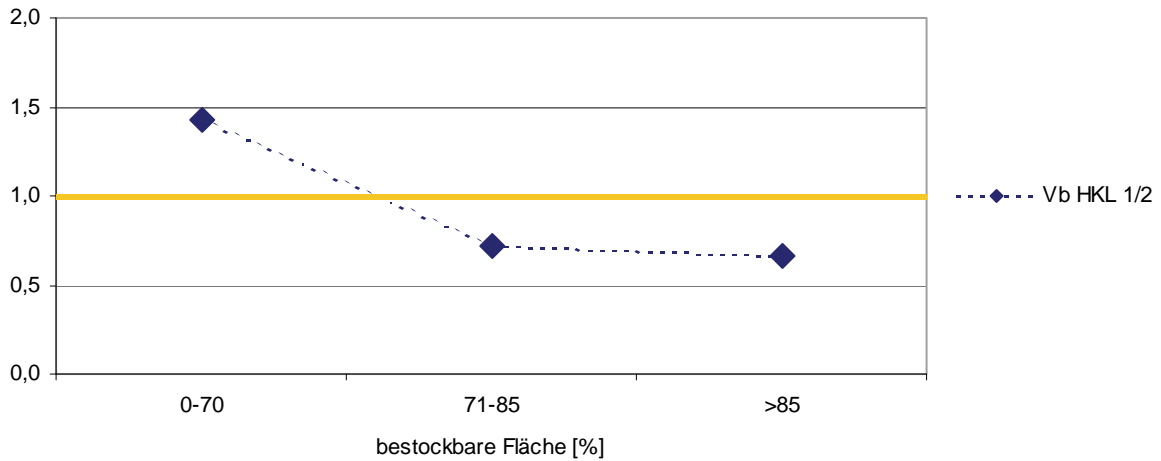


Abbildung A – 15. Präferenz-Index der Verjüngung von Vogelbeere (*Sorbus aucuparia*) in den Höhenklassen 1 und 2 bezüglich der bestockbaren Fläche.

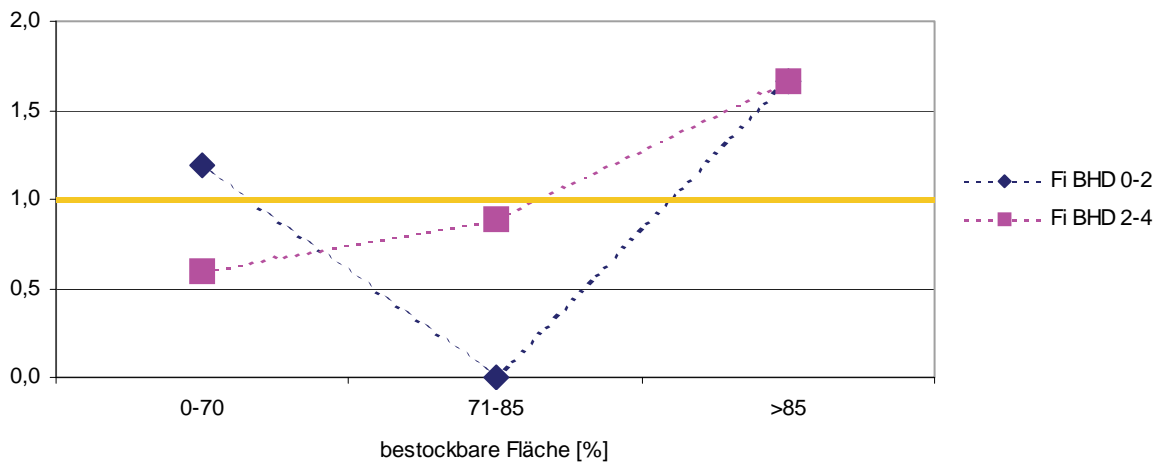


Abbildung A – 16. Präferenz-Index von Fichte (*Picea abies*) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich der bestockbaren Fläche.

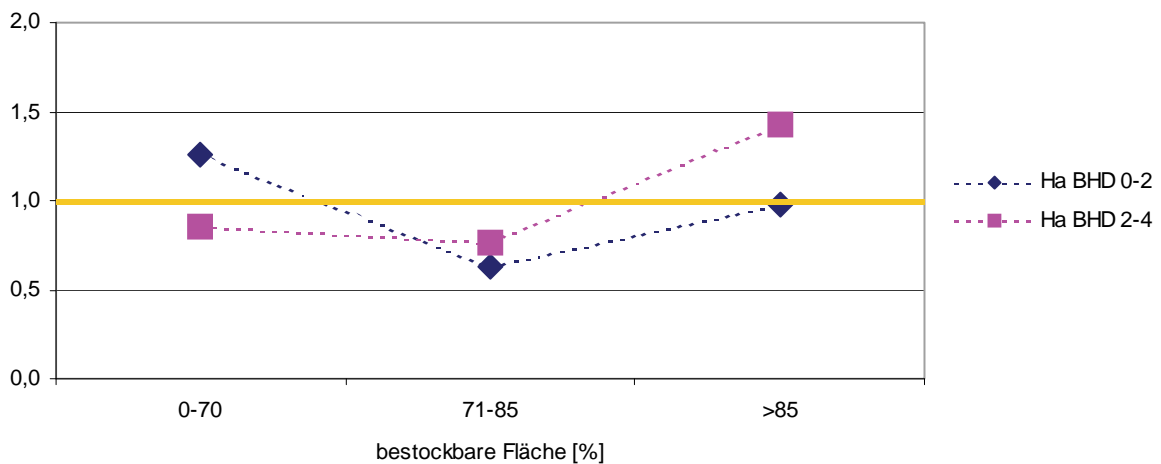


Abbildung A – 17. Präferenz-Index von Hasel (*Corylus avellana*) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich der bestockbaren Fläche.

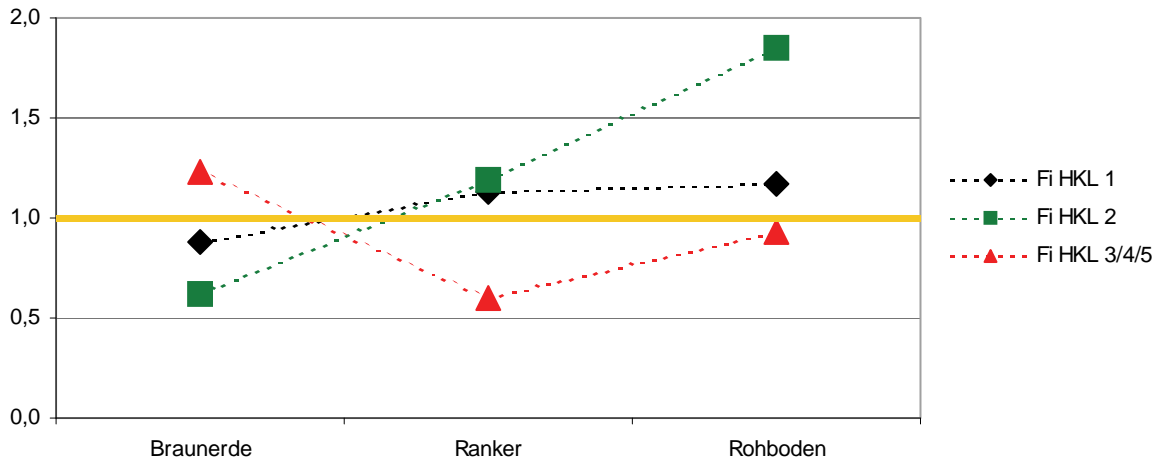


Abbildung A – 18. Präferenz-Index der Verjüngung von Fichte (*Picea abies*) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich der Bodentypen.

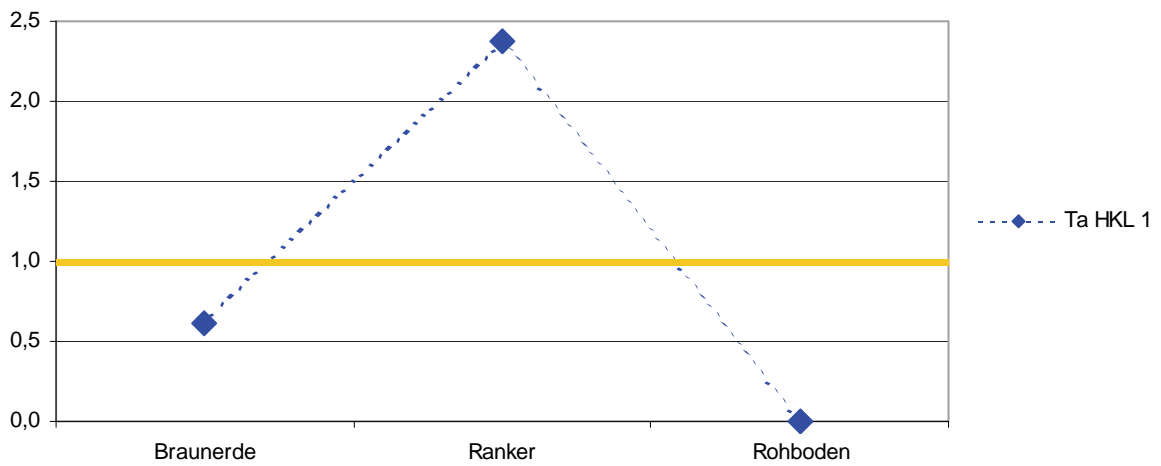


Abbildung A – 19. Präferenz-Index der Verjüngung von Weißtanne (*Abies alba*) in der Höhenklasse 1 bezüglich der Bodentypen.

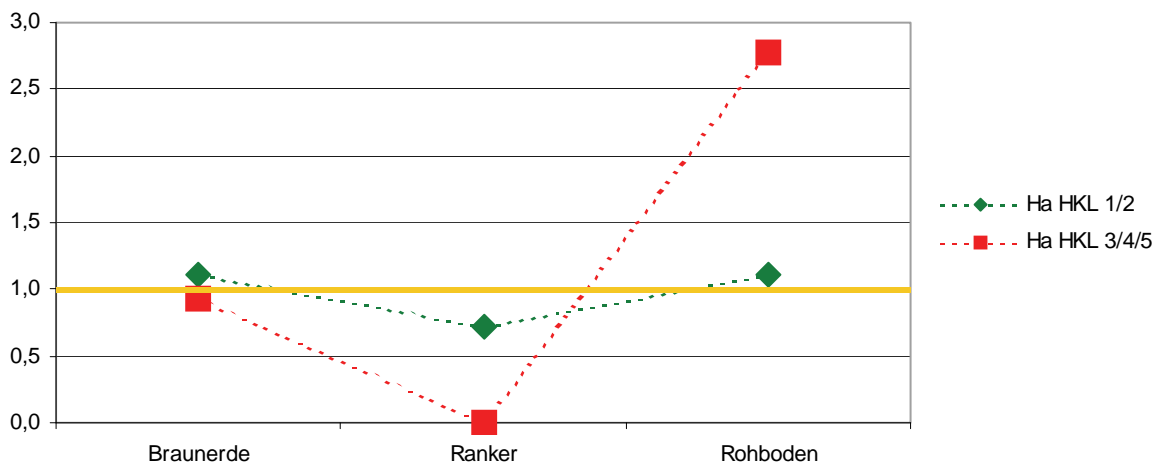


Abbildung A – 20. Präferenz-Index der Verjüngung von Hasel (*Corylus avellana*) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich der Bodentypen.

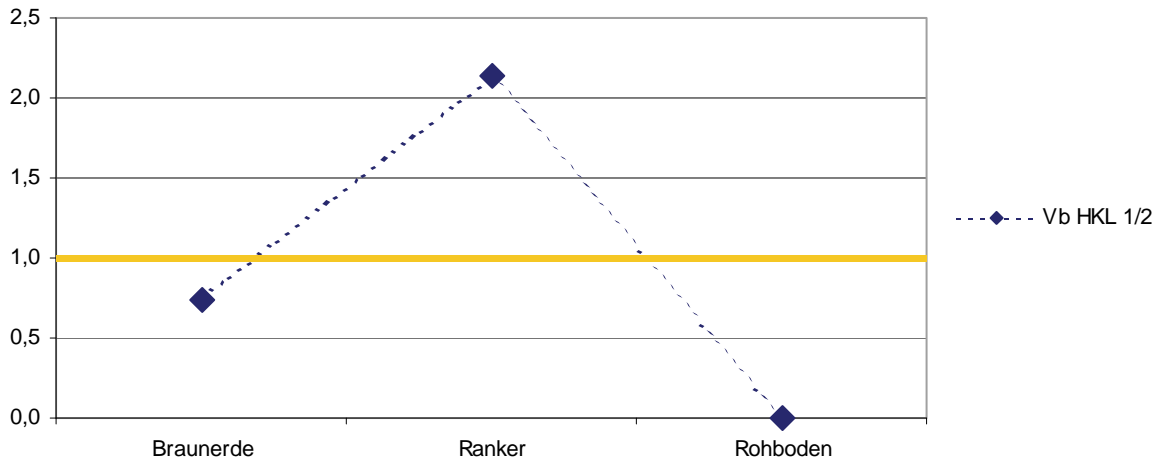


Abbildung A – 21. Präferenz-Index der Verjüngung von Vogelbeere (*Sorbus aucuparia*) in den Höhenklassen 1 und 2 bezüglich der Bodentypen.

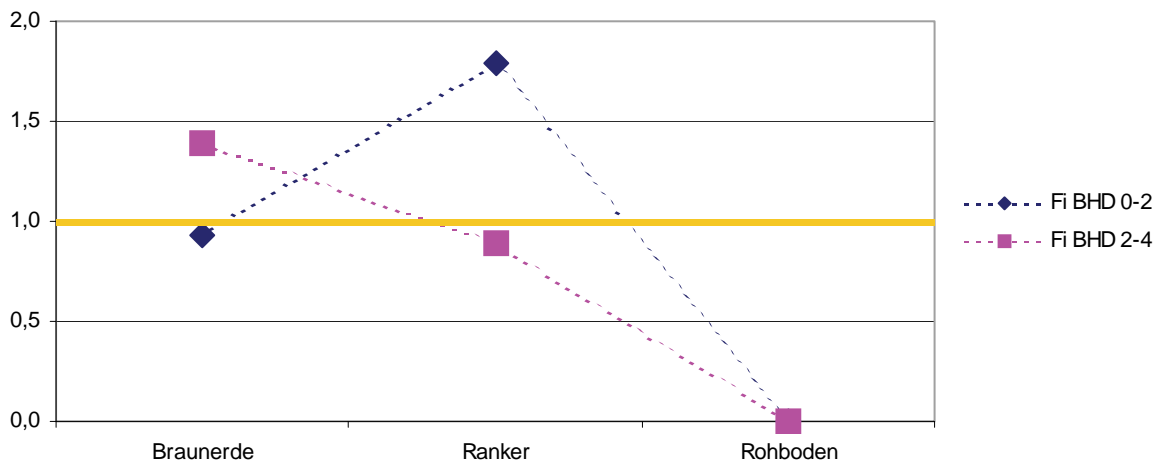


Abbildung A – 22. Präferenz-Index von Fichte (*Picea abies*) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich der Bodentypen.

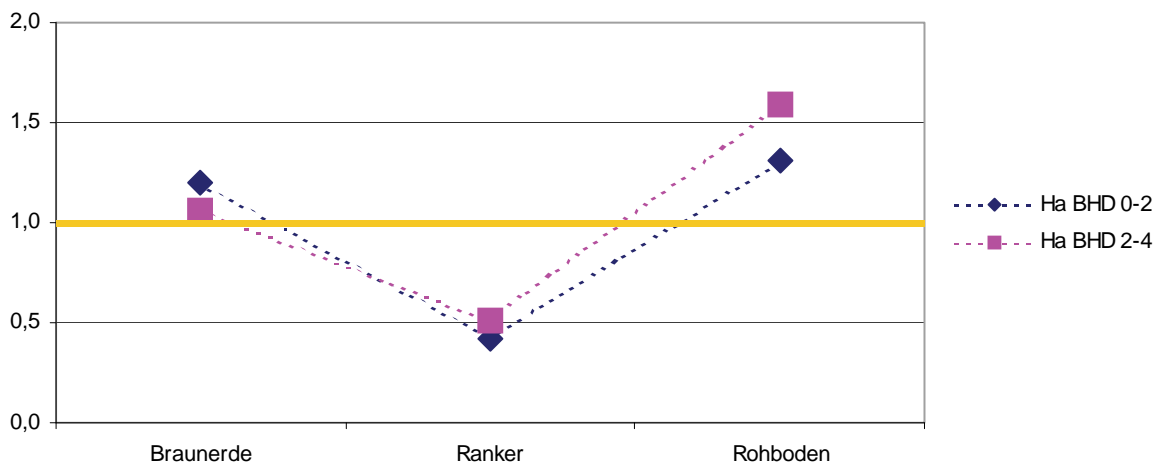


Abbildung A – 23. Präferenz-Index von Hasel (*Corylus avellana*) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich der Bodentypen.

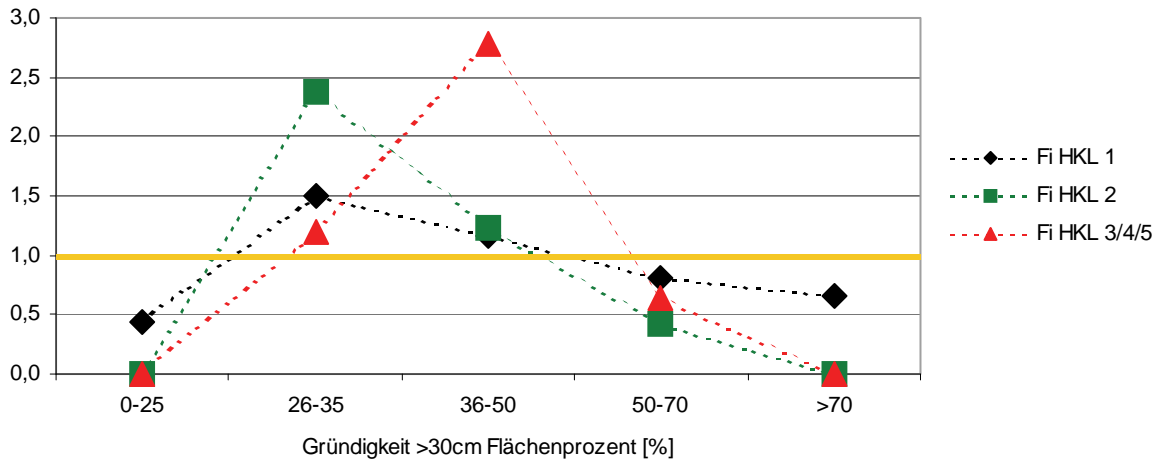


Abbildung A – 24. Präferenz-Index der Verjüngung von Fichte (*Picea abies*) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich der Gründigkeit über 30 cm als Flächenprozent.

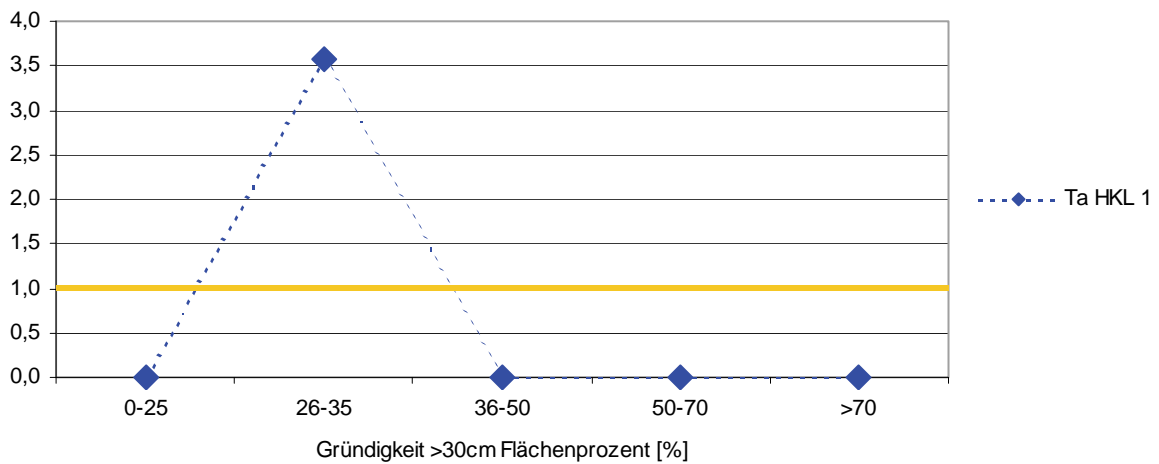


Abbildung A – 25. Präferenz-Index der Verjüngung von Weißtanne (*Abies alba*) in der Höhenklasse 1 bezüglich der Gründigkeit über 30 cm als Flächenprozent.

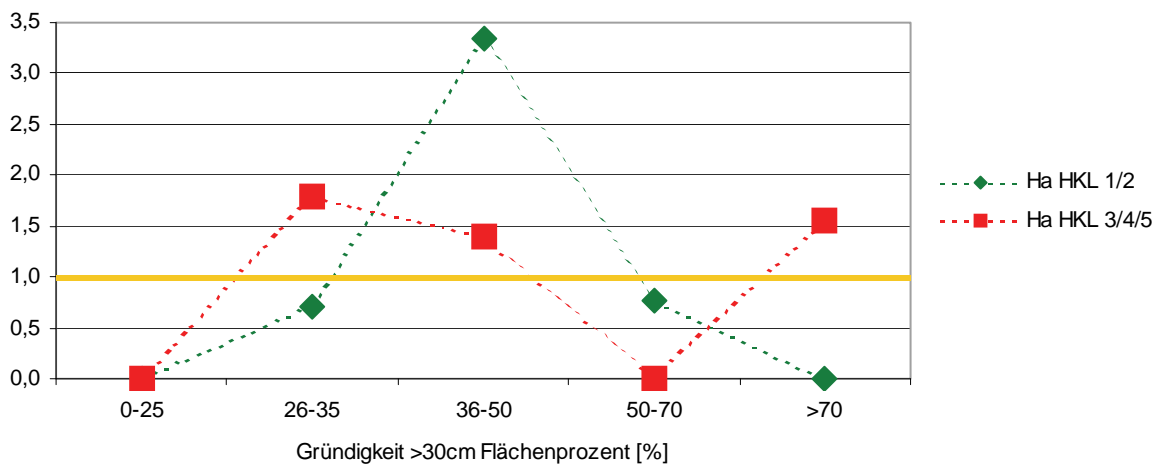


Abbildung A – 26. Präferenz-Index der Verjüngung von Hasel (*Corylus avellana*) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich der Gründigkeit über 30 cm als Flächenprozent.

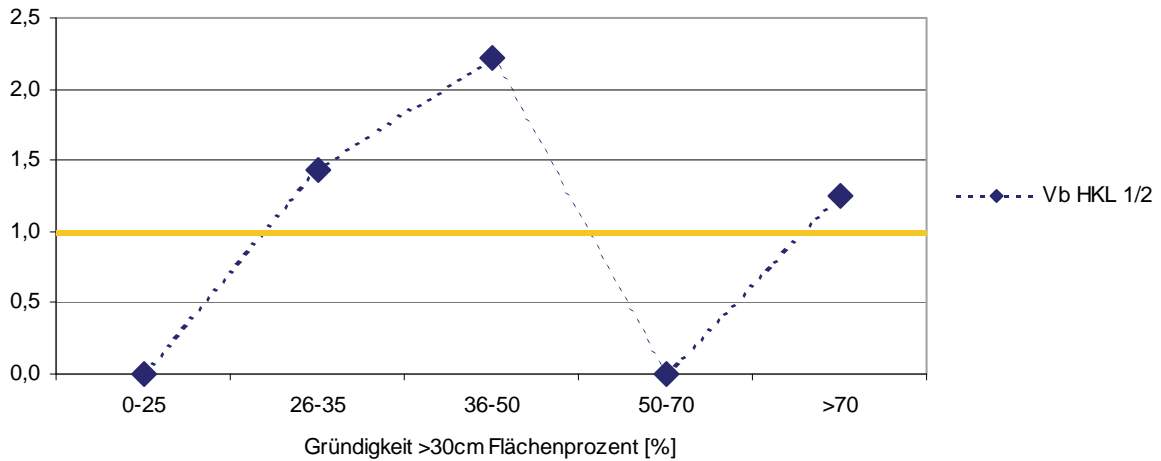


Abbildung A – 27. Präferenz-Index der Verjüngung von Vogelbeere (*Sorbus aucuparia*) in den Höhenklassen 1 und 2 bezüglich der Gründigkeit über 30 cm als Flächenprozent.

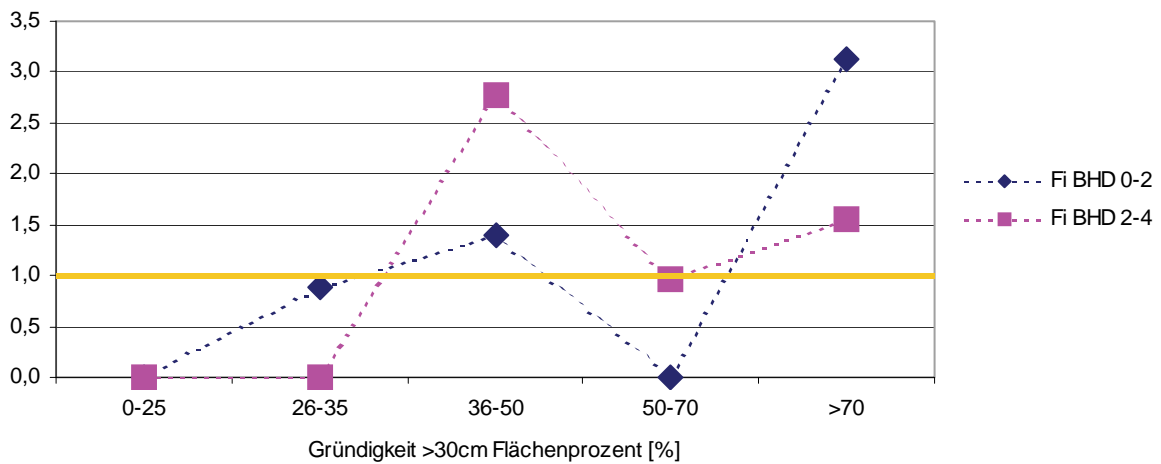


Abbildung A – 28. Präferenz-Index von Fichte (*Picea abies*) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich der Gründigkeit über 30 cm als Flächenprozent.

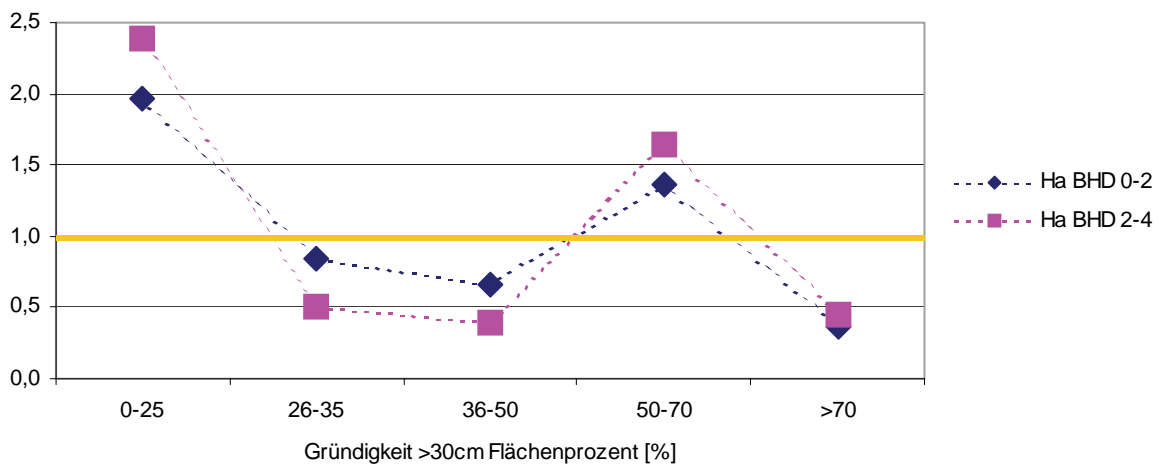


Abbildung A – 29. Präferenz-Index von Hasel (*Corylus avellana*) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich der Gründigkeit über 30 cm als Flächenprozent.

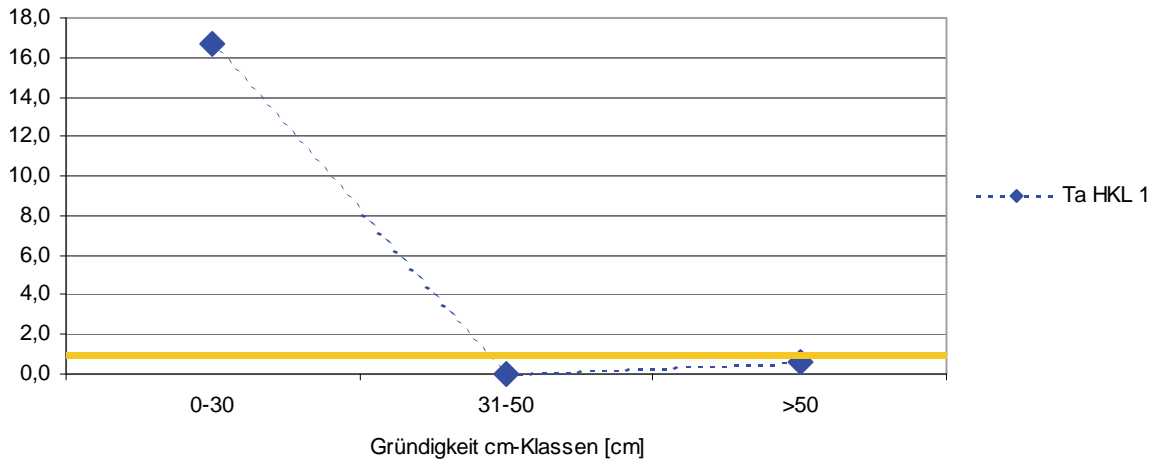


Abbildung A – 30. Präferenz-Index der Verjüngung von Weißtanne (*Abies alba*) in der Höhenklasse 1 bezüglich der Gründigkeit in cm-Klassen.

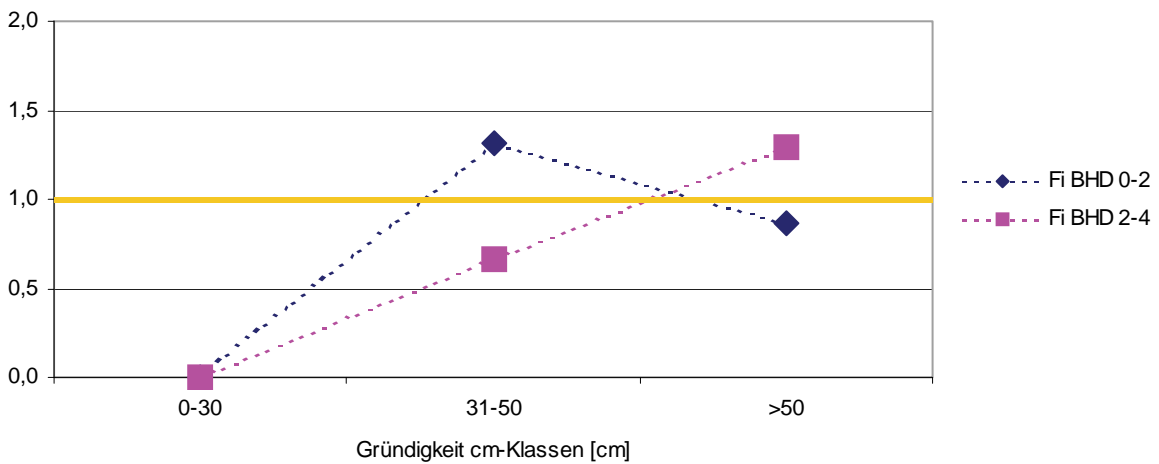


Abbildung A – 31. Präferenz-Index von Fichte (*Picea abies*) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich der Gründigkeit in cm-Klassen.

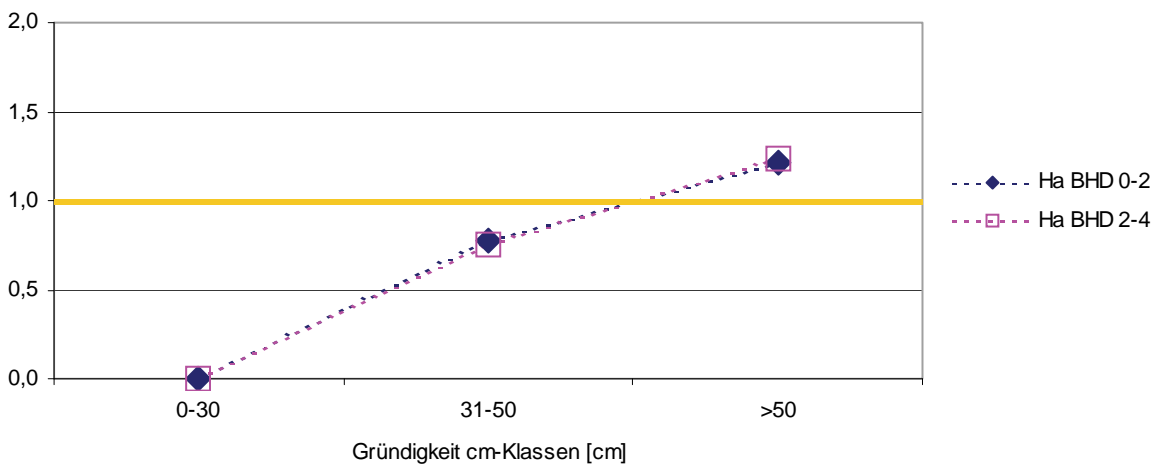


Abbildung A – 32. Präferenz-Index von Hasel (*Corylus avellana*) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich der Gründigkeit in cm-Klassen.

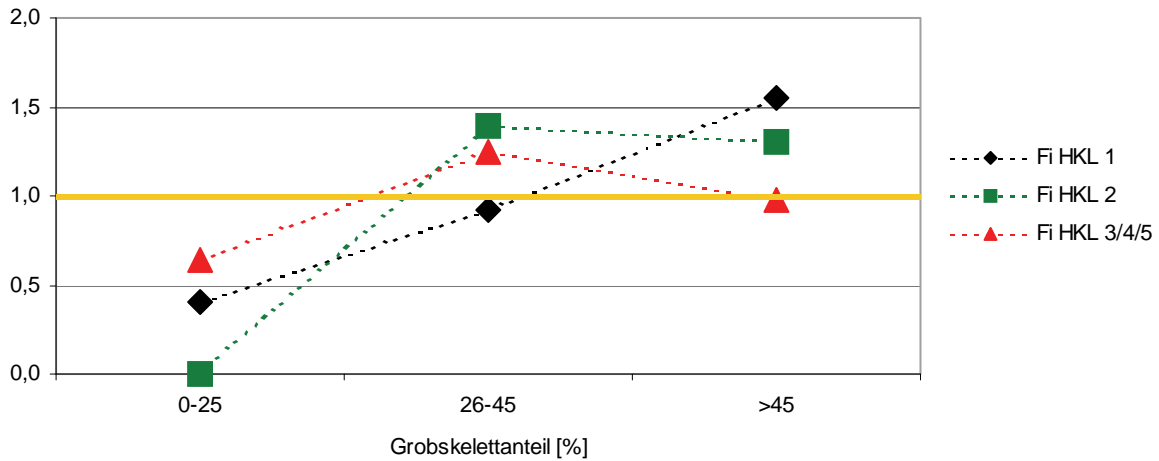


Abbildung A – 33. Präferenz-Index der Verjüngung von Fichte (*Picea abies*) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich des Grobskelettanteils.

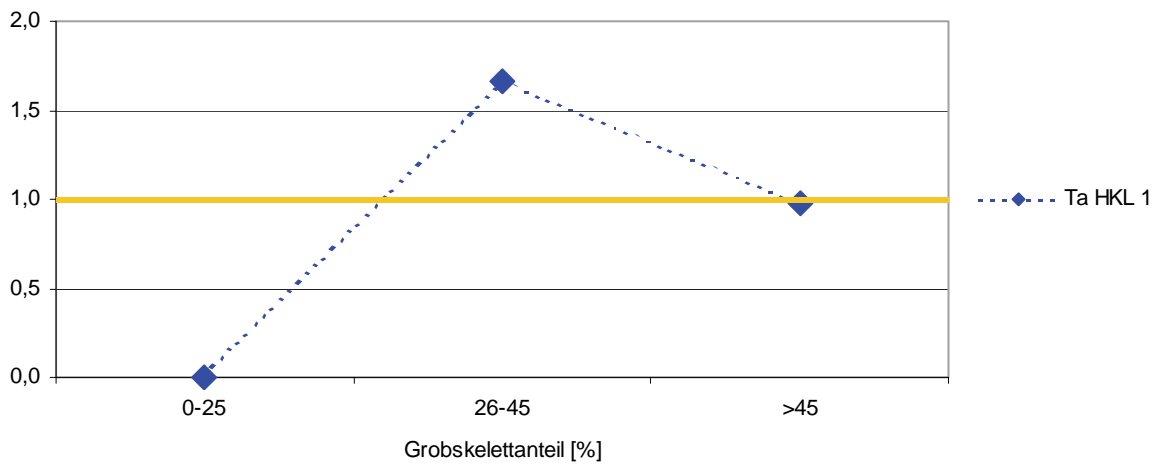


Abbildung A – 34. Präferenz-Index der Verjüngung von Weißtanne (*Abies alba*) in der Höhenklasse 1 bezüglich des Grobskelettanteils.

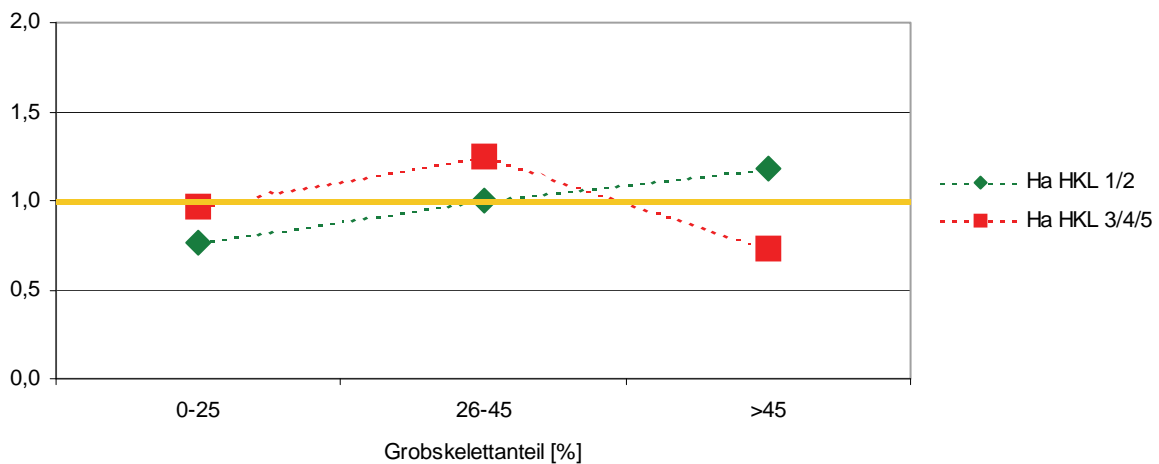


Abbildung A – 35. Präferenz-Index der Verjüngung von Hasel (*Corylus avellana*) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich des Grobskelettanteils.

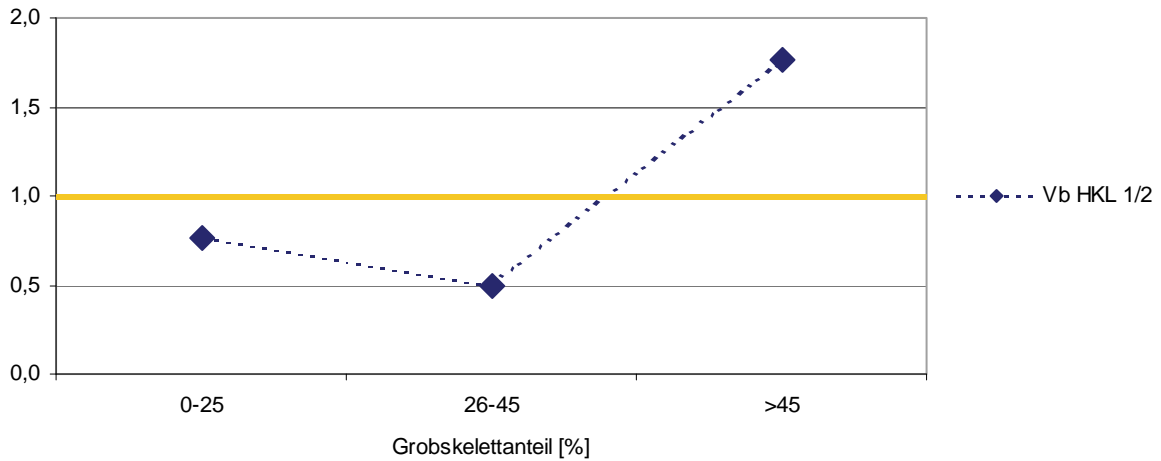


Abbildung A – 36. Präferenz-Index der Verjüngung von Vogelbeere (*Sorbus aucuparia*) in den Höhenklassen 1 und 2 bezüglich des Grobskelettanteils.

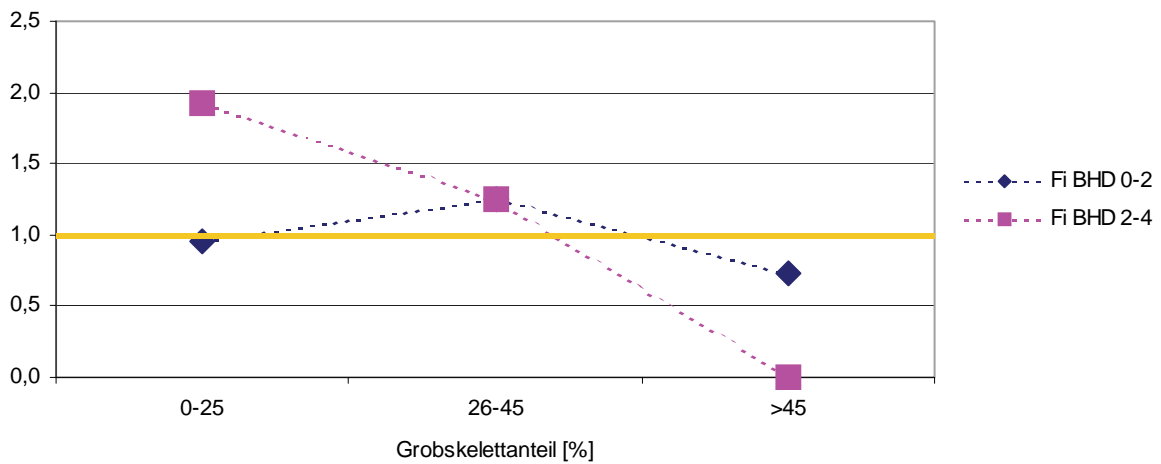


Abbildung A – 37. Präferenz-Index von Fichte (*Picea abies*) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich des Grobskelettanteils.

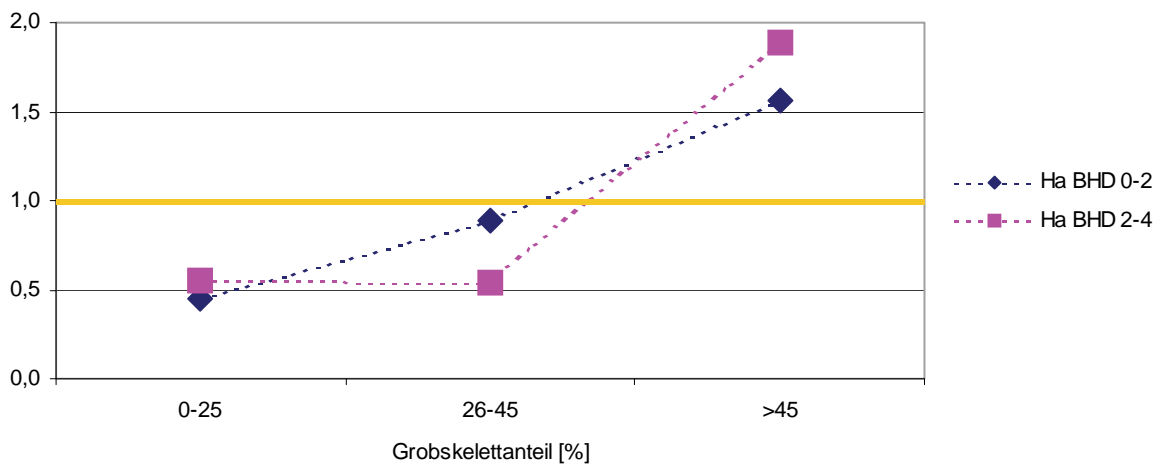


Abbildung A – 38. Präferenz-Index von Hasel (*Corylus avellana*) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich des Grobskelettanteils.

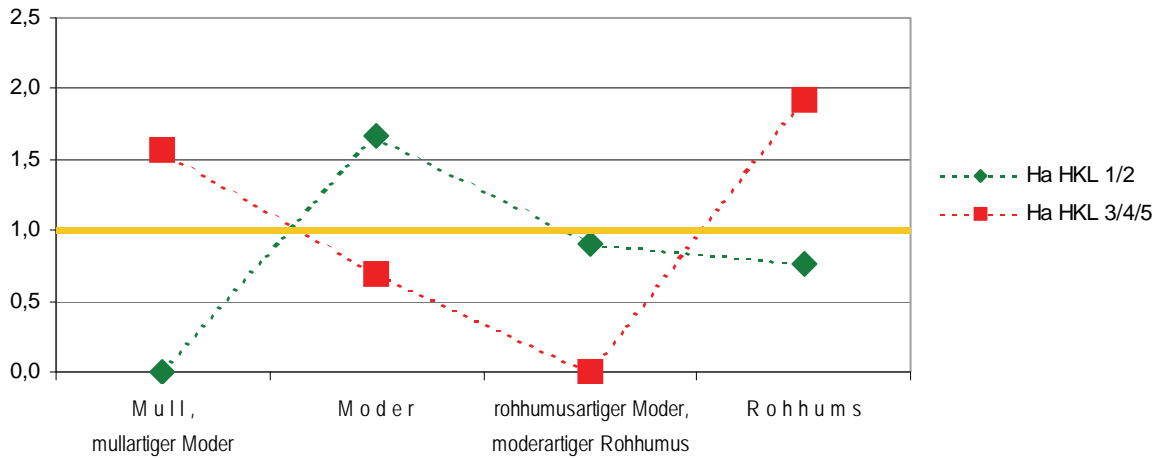


Abbildung A – 39. Präferenz-Index der Verjüngung von Hasel (*Corylus avellana*) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich der Humustypen.

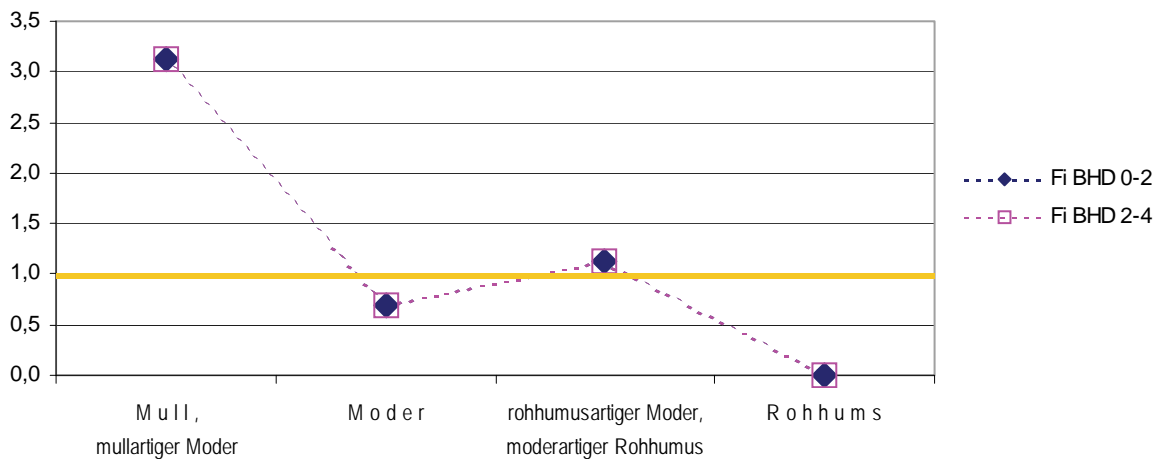


Abbildung A – 40. Präferenz-Index von Fichte (*Picea abies*) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich der Humustypen.

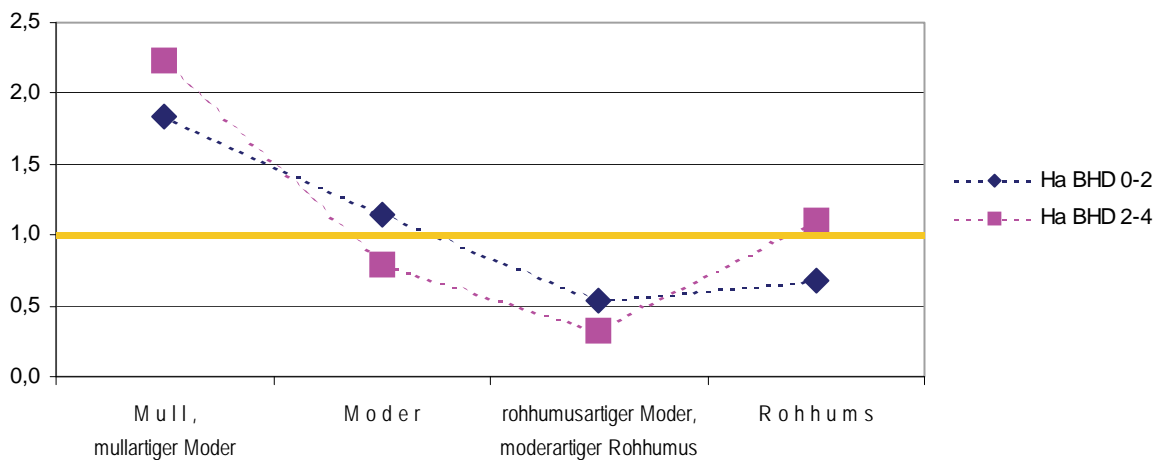


Abbildung A – 41. Präferenz-Index von Hasel (*Corylus avellana*) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich der Humustypen.

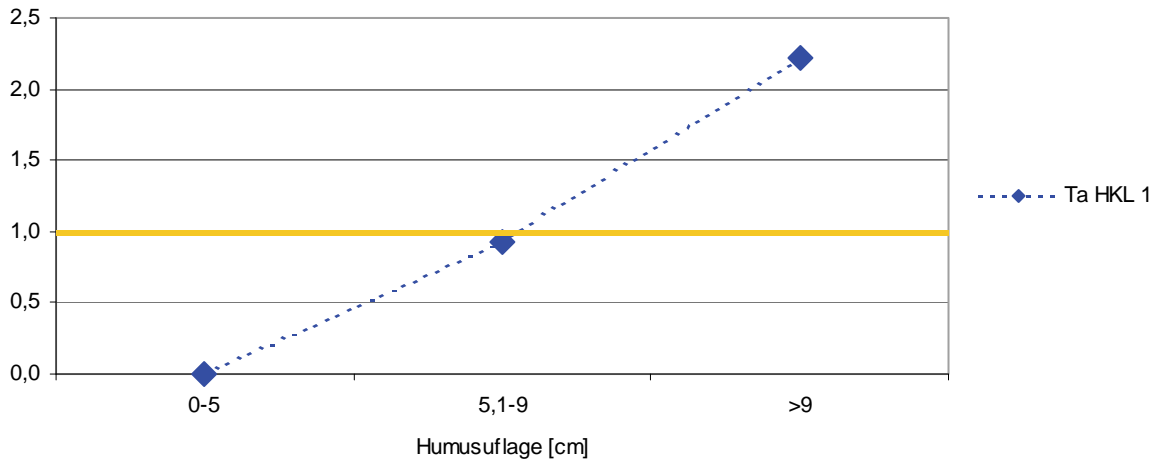


Abbildung A – 42. Präferenz-Index der Verjüngung von Weißtanne (*Abies alba*) in der Höhenklasse 1 bezüglich der Mächtigkeit der Humusauflage.

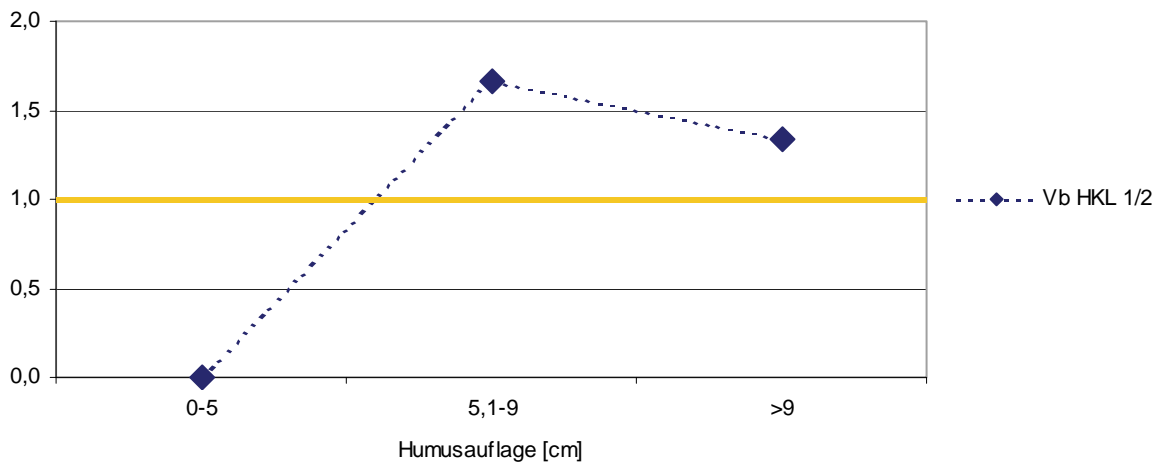


Abbildung A – 43. Präferenz-Index der Verjüngung von Vogelbeere (*Sorbus aucuparia*) in den Höhenklassen 1 und 2 bezüglich der Mächtigkeit der Humusauflage.

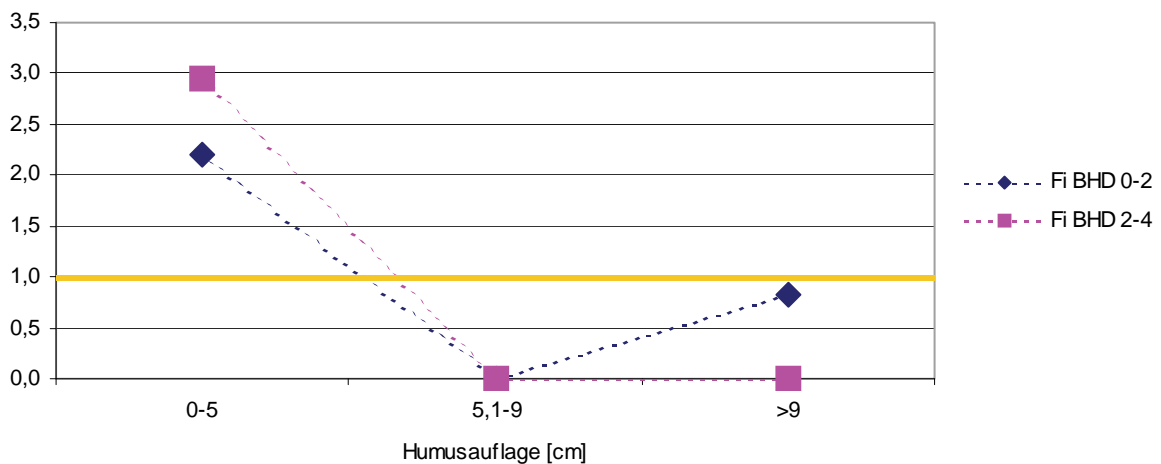


Abbildung A – 44. Präferenz-Index von Fichte (*Picea abies*) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich der Mächtigkeit der Humusauflage.

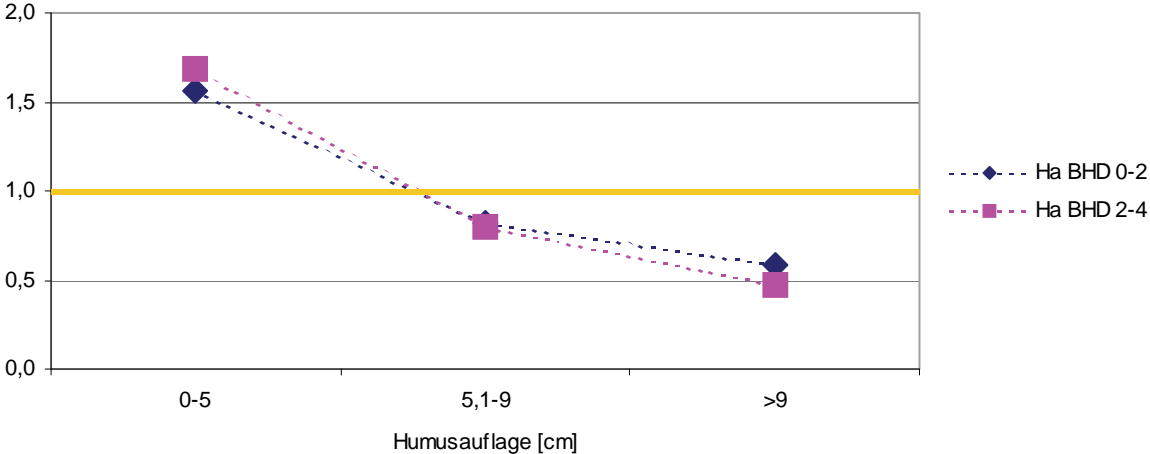


Abbildung A – 45. Präferenz-Index von Hasel (*Corylus avellana*) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich der Mächtigkeit der Humusauflage.

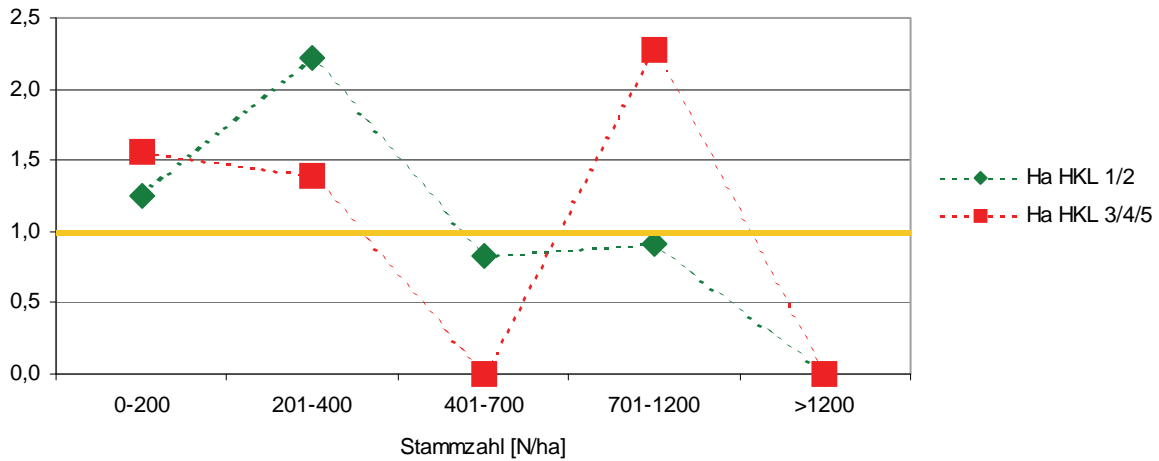


Abbildung A – 46. Präferenz-Index der Verjüngung von Hasel (*Corylus avellana*) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich der Stammzahl am Hektar.

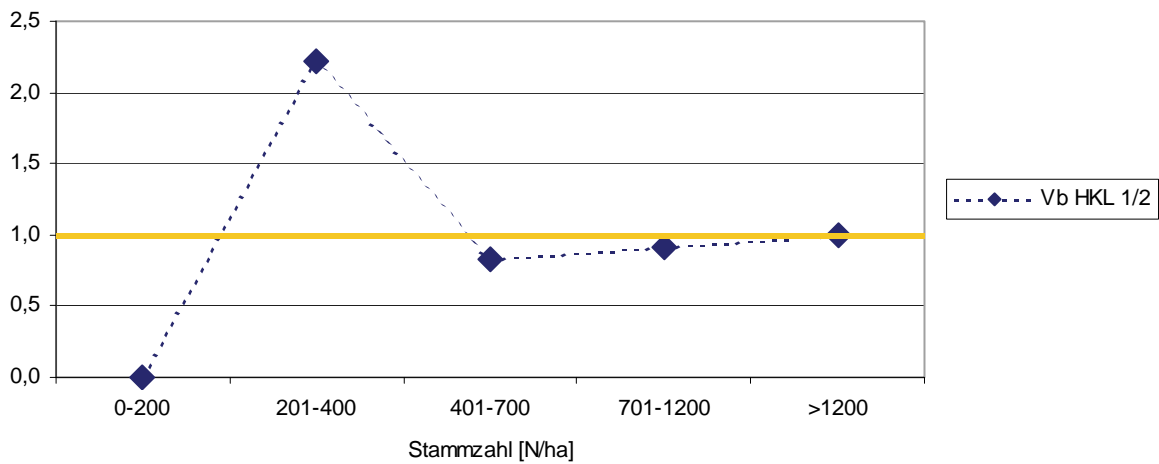


Abbildung A – 47. Präferenz-Index der Verjüngung von Vogelbeere (*Sorbus aucuparia*) in den Höhenklassen 1 und 2 bezüglich der Stammzahl am Hektar.

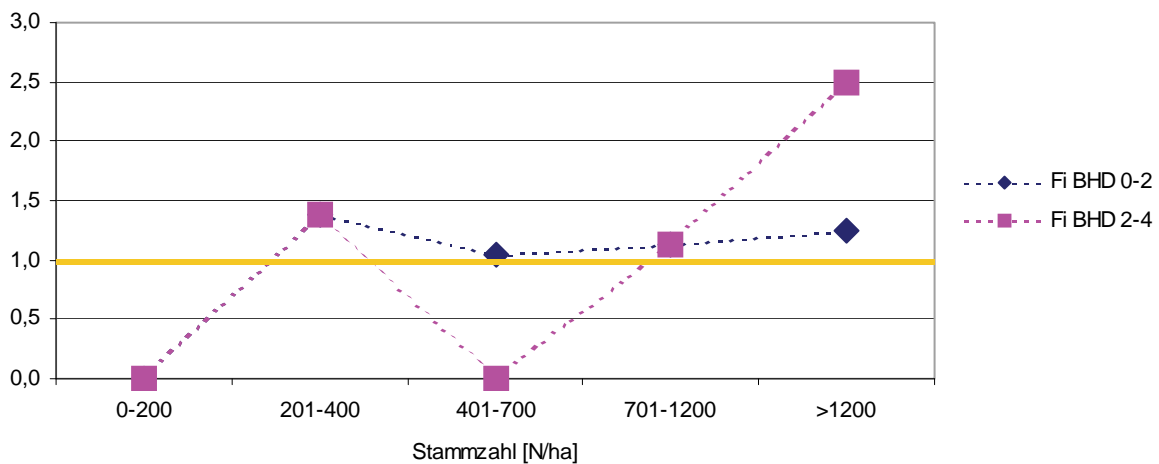


Abbildung A – 48. Präferenz-Index von Fichte (*Picea abies*) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich der Stammzahl am Hektar.

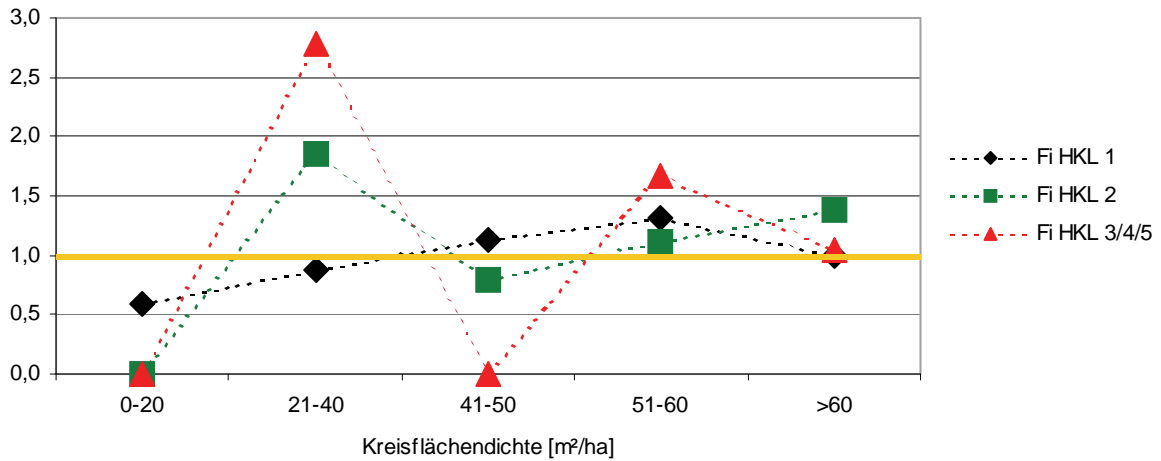


Abbildung A – 49. Präferenz-Index der Verjüngung von Fichte (*Picea abies*) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich der Kreisflächendichte.

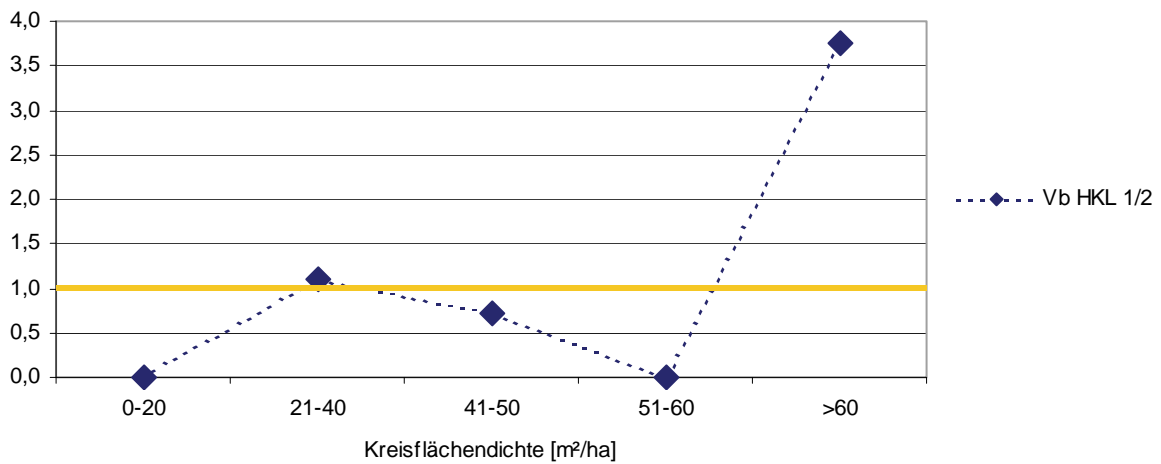


Abbildung A – 50. Präferenz-Index der Verjüngung von Vogelbeere (*Sorbus aucuparia*) in den Höhenklassen 1 und 2 bezüglich der Kreisflächendichte.

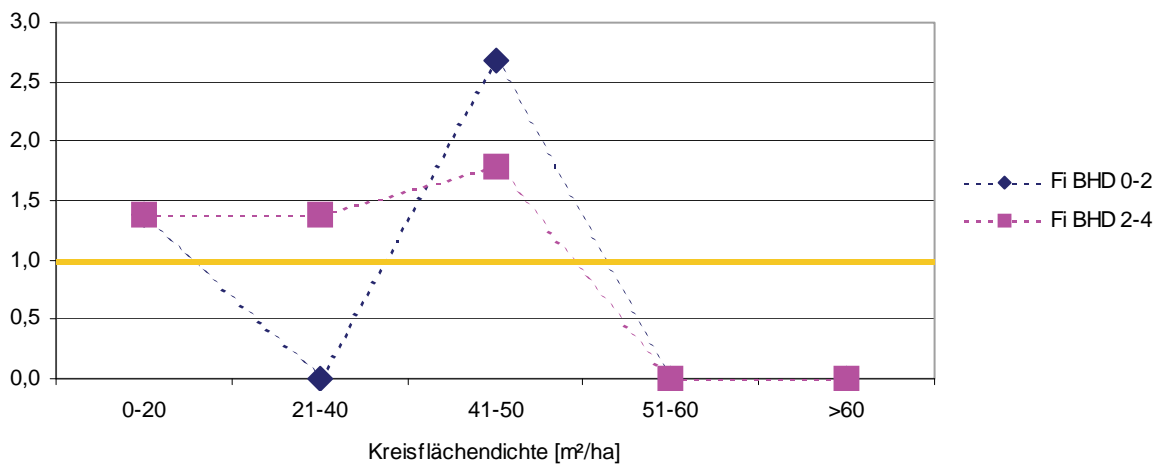


Abbildung A – 51. Präferenz-Index von Fichte (*Picea abies*) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich der Kreisflächendichte.

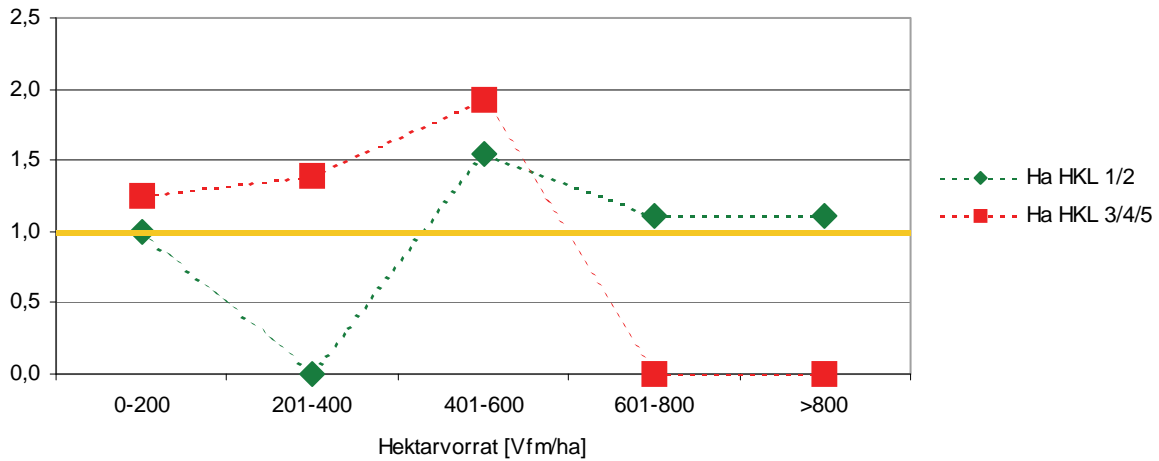


Abbildung A – 52. Präferenz-Index der Verjüngung von Hasel (*Corylus avellana*) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich des Hektarvorrats.

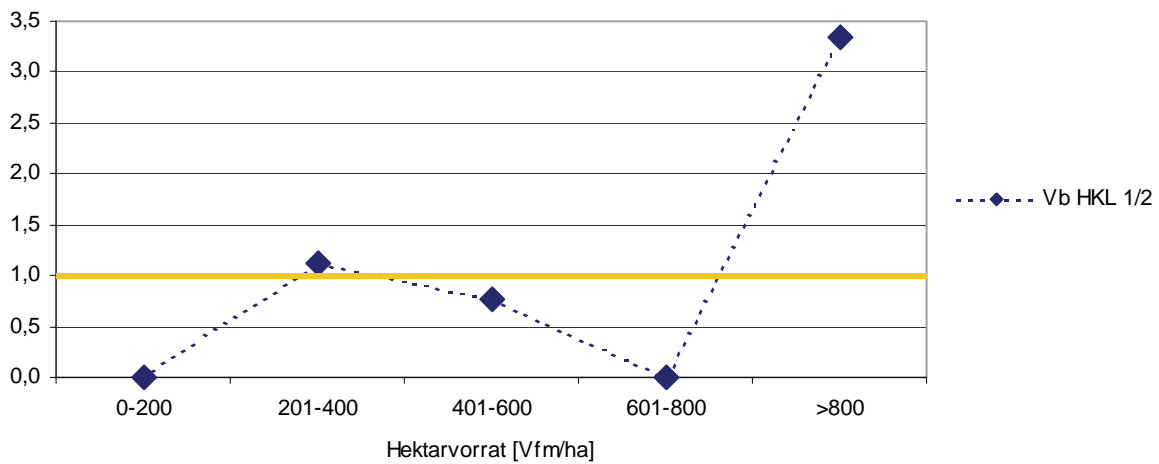


Abbildung A – 53. Präferenz-Index der Verjüngung von Vogelbeere (*Sorbus aucuparia*) in den Höhenklassen 1 und 2 bezüglich des Hektarvorrats.

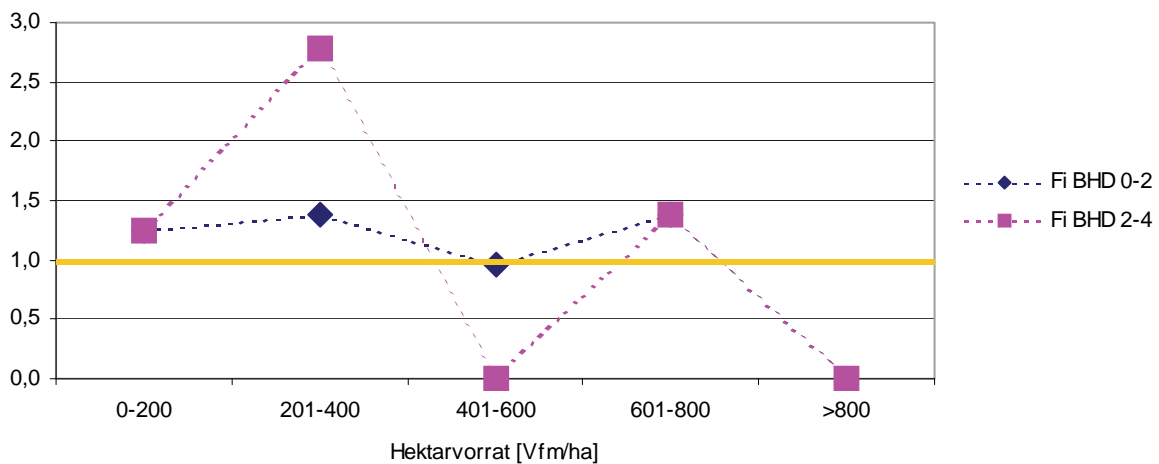


Abbildung A – 54. Präferenz-Index von Fichte (*Picea abies*) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich des Hektarvorrats.

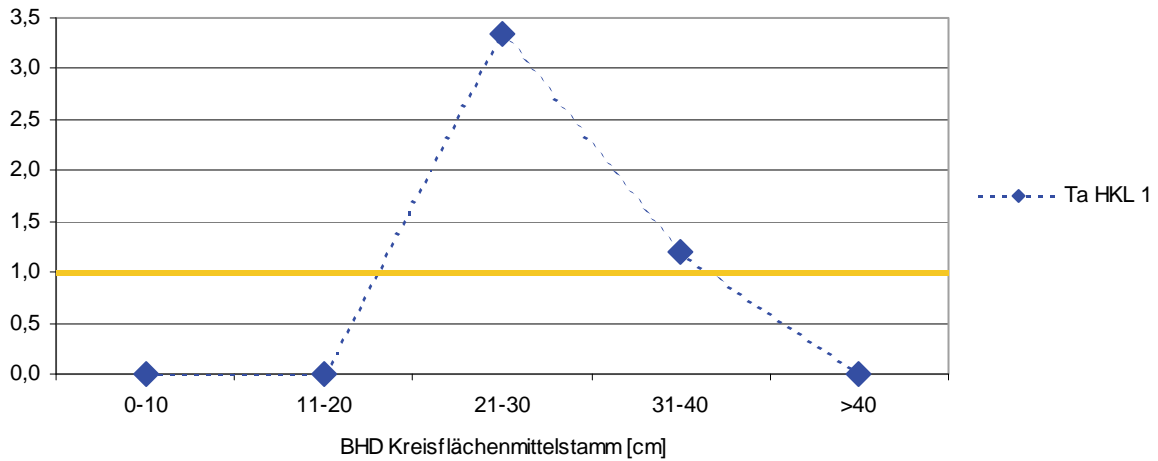


Abbildung A – 55. Präferenz-Index der Verjüngung von Weißtanne (*Abies alba*) in der Höhenklasse 1 bezüglich des Brusthöhendurchmessers (BHD) vom Kreisflächenmittelstamm.

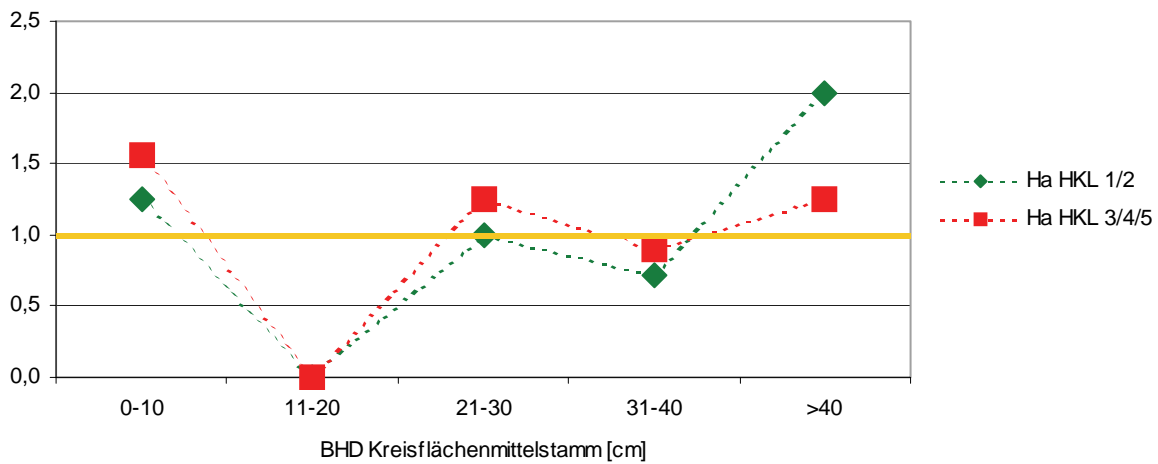


Abbildung A – 56. Präferenz-Index der Verjüngung von Hasel (*Corylus avellana*) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich des Brusthöhendurchmessers (BHD) vom Kreisflächenmittelstamm.

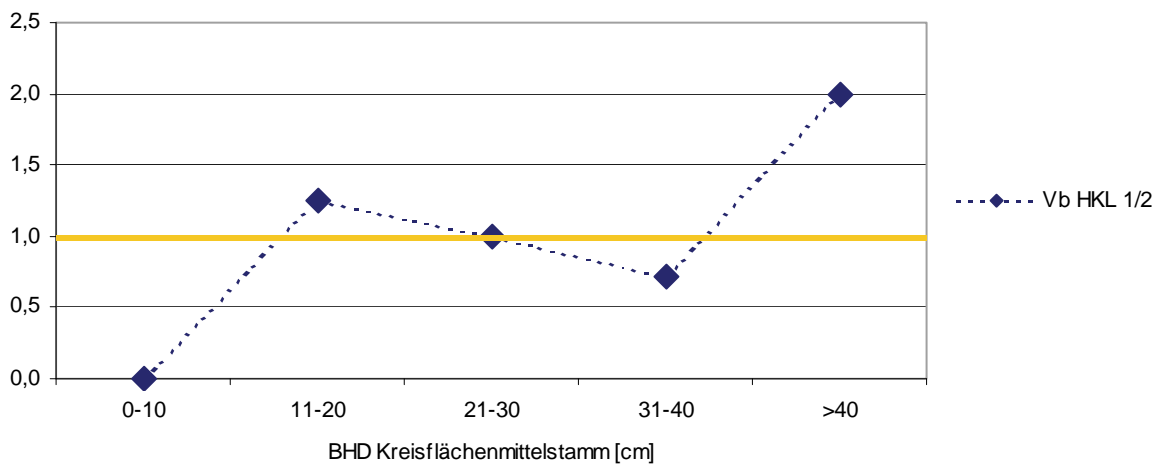


Abbildung A – 57. Präferenz-Index der Verjüngung von Vogelbeere (*Sorbus aucuparia*) in den Höhenklassen 1 und 2 bezüglich des Brusthöhendurchmessers (BHD) vom Kreisflächenmittelstamm.

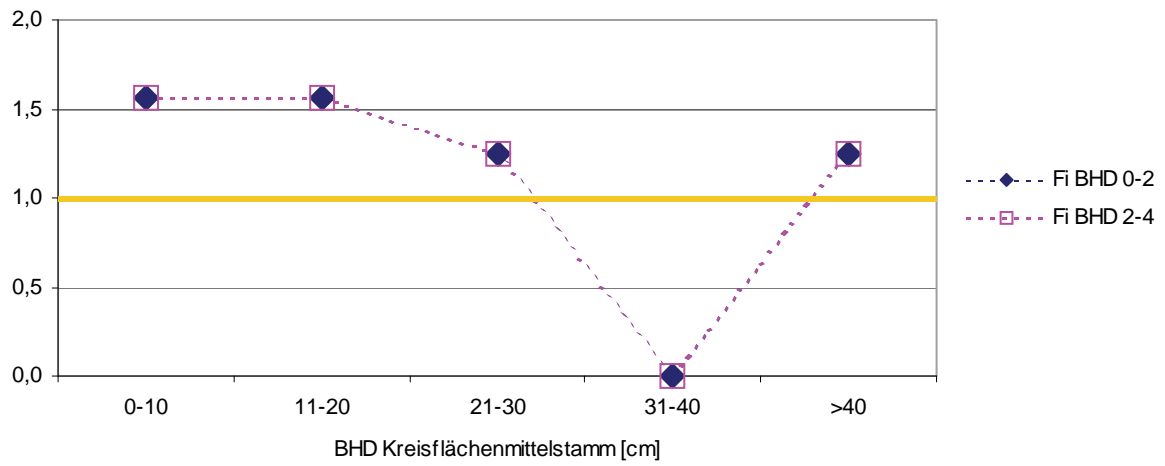


Abbildung A – 58. Präferenz-Index von Fichte (*Picea abies*) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich des Brusthöhendurchmessers (BHD) vom Kreisflächenmittelstamm.

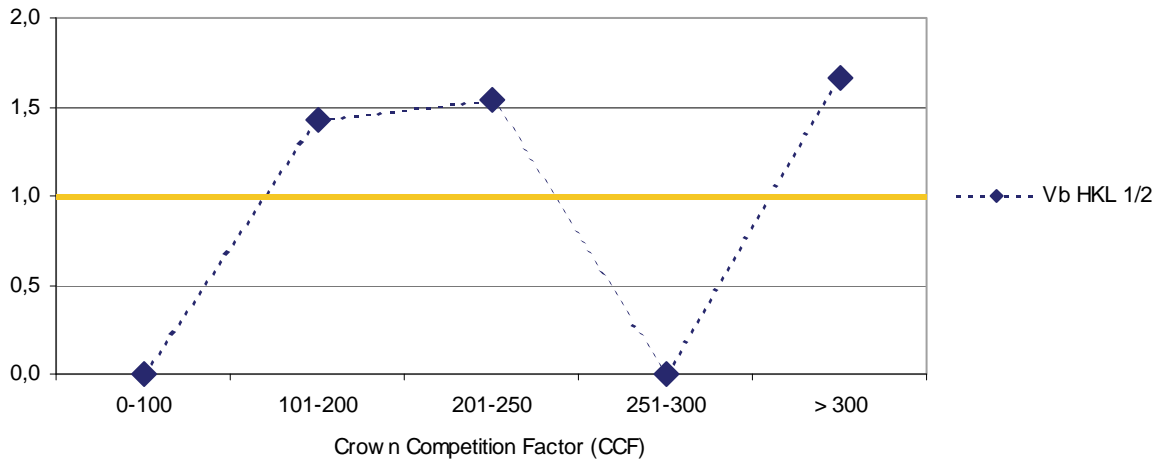


Abbildung A – 59. Präferenz-Index der Verjüngung von Vogelbeere (*Sorbus aucuparia*) in den Höhenklassen 1 und 2 bezüglich des *Crown Competition Factor* (CCF) nach Krajček *et al.* (1961).

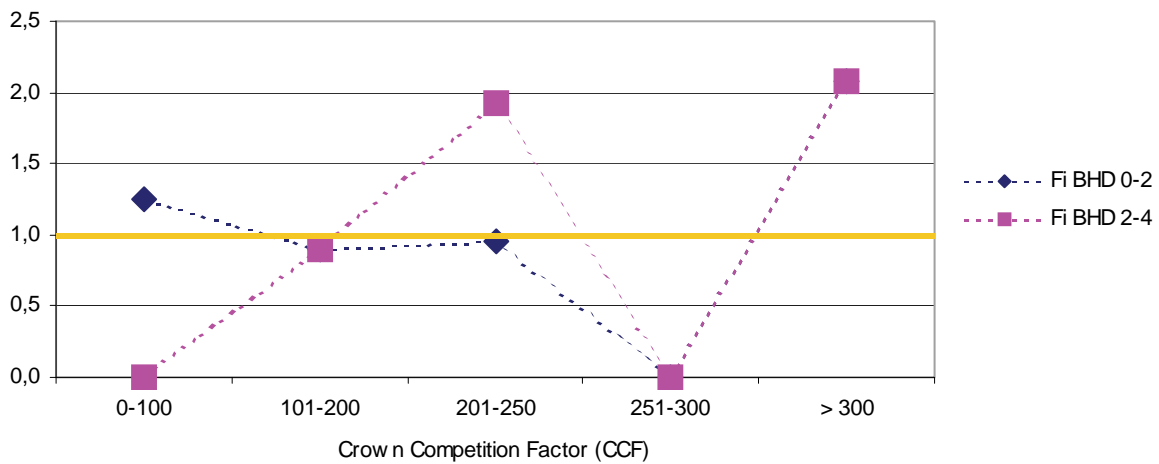


Abbildung A – 60. Präferenz-Index von Fichte (*Picea abies*) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich des *Crown Competition Factor* (CCF) nach Krajček *et al.* (1961).

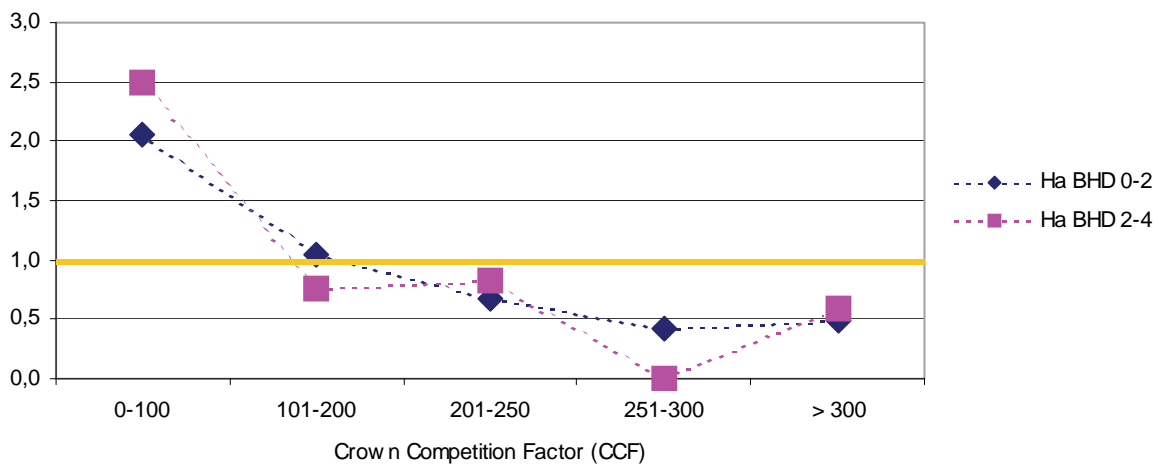


Abbildung A – 61. Präferenz-Index von Hasel (*Corylus avellana*) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich des *Crown Competition Factor* (CCF) nach Krajček *et al.* (1961).

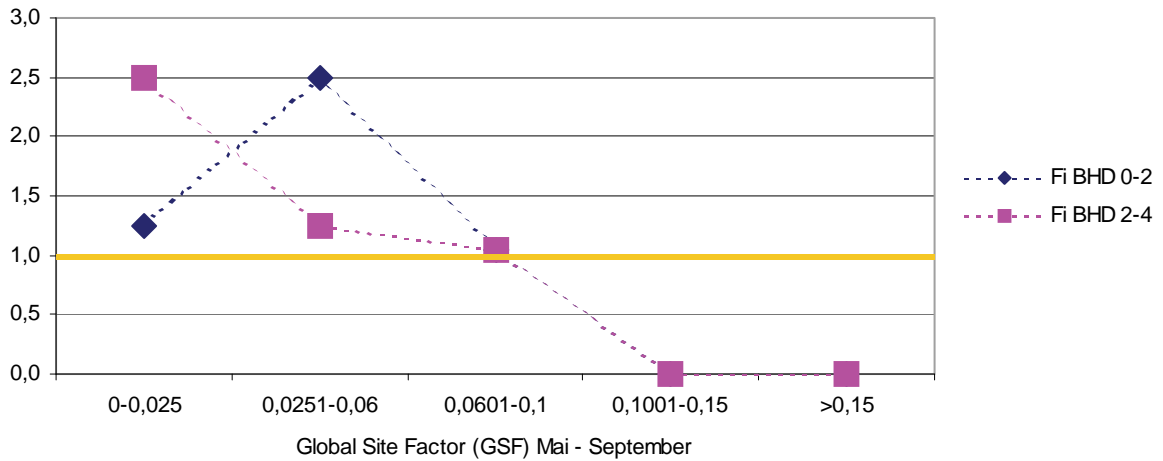


Abbildung A – 62. Präferenz-Index von Fichte (*Picea abies*) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich des *Global Site Factor (GSF)* von Mai bis September.

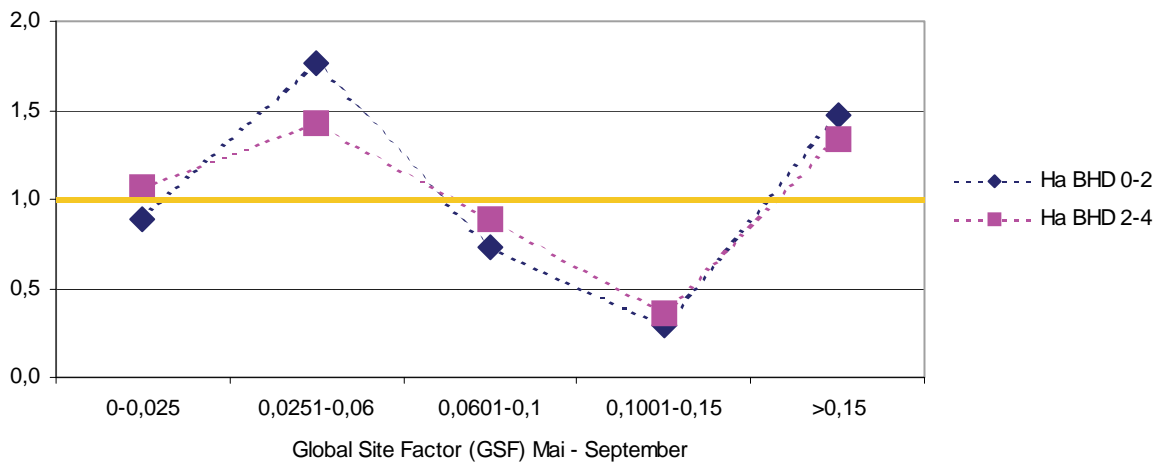


Abbildung A – 63. Präferenz-Index von Hasel (*Corylus avellana*) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich des *Global Site Factor (GSF)* von Mai bis September.

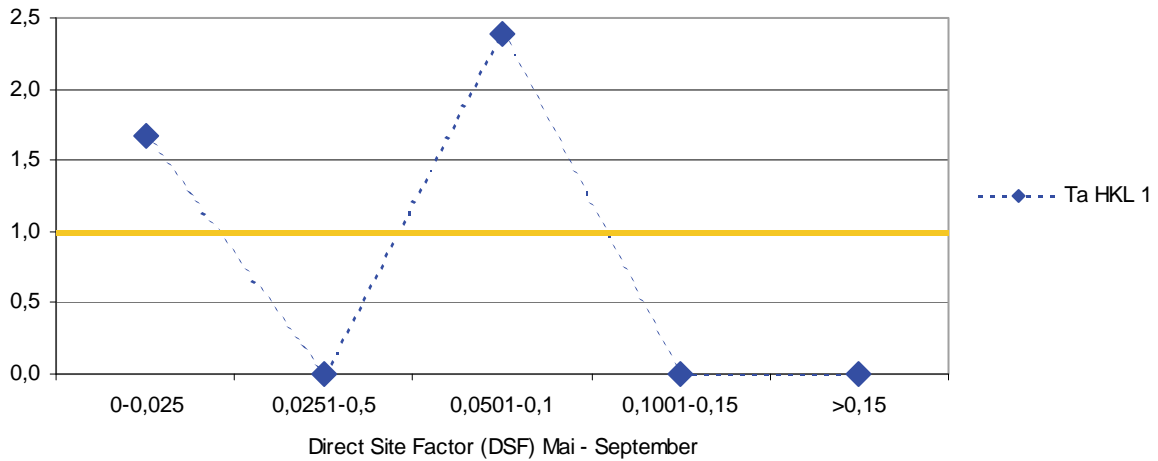


Abbildung A – 64. Präferenz-Index der Verjüngung von Weißtanne (*Abies alba*) in der Höhenklasse 1 bezüglich des *Direct Site Factor* (DSF) von Mai bis September.

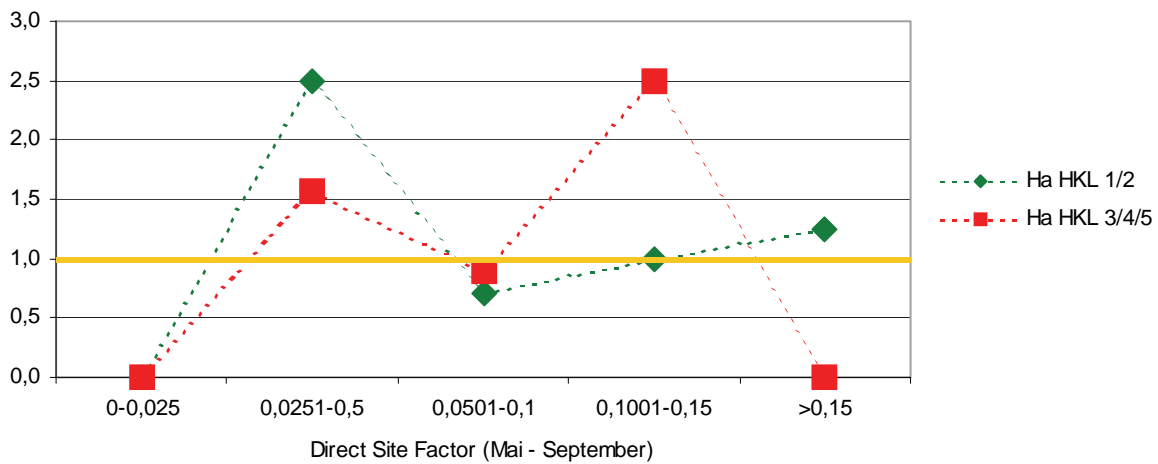


Abbildung A – 65. Präferenz-Index der Verjüngung von Hasel (*Corylus avellana*) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich des *Direct Site Factor* (DSF) von Mai bis September.

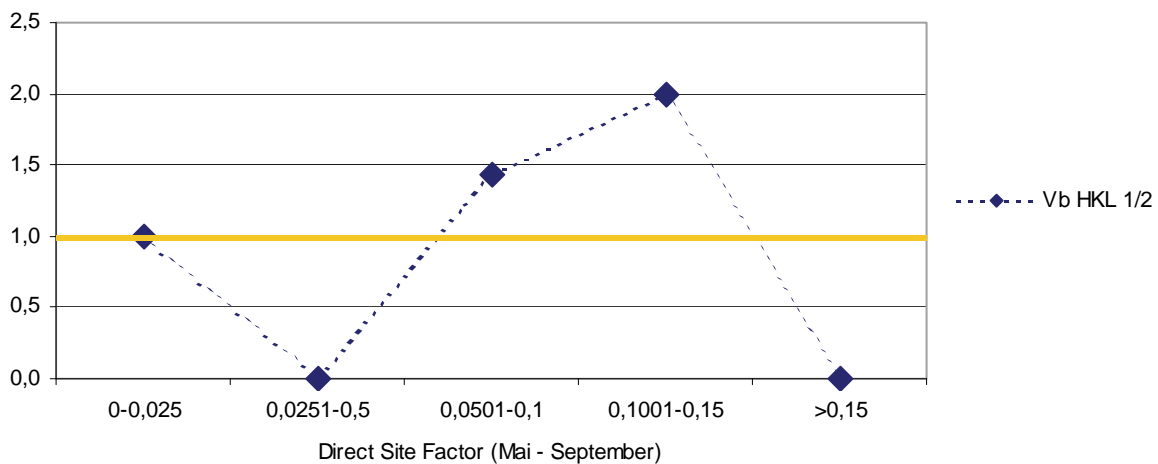


Abbildung A – 66. Präferenz-Index der Verjüngung von Vogelbeere (*Sorbus aucuparia*) in den Höhenklassen 1 und 2 bezüglich des *Direct Site Factor* (DSF) von Mai bis September.

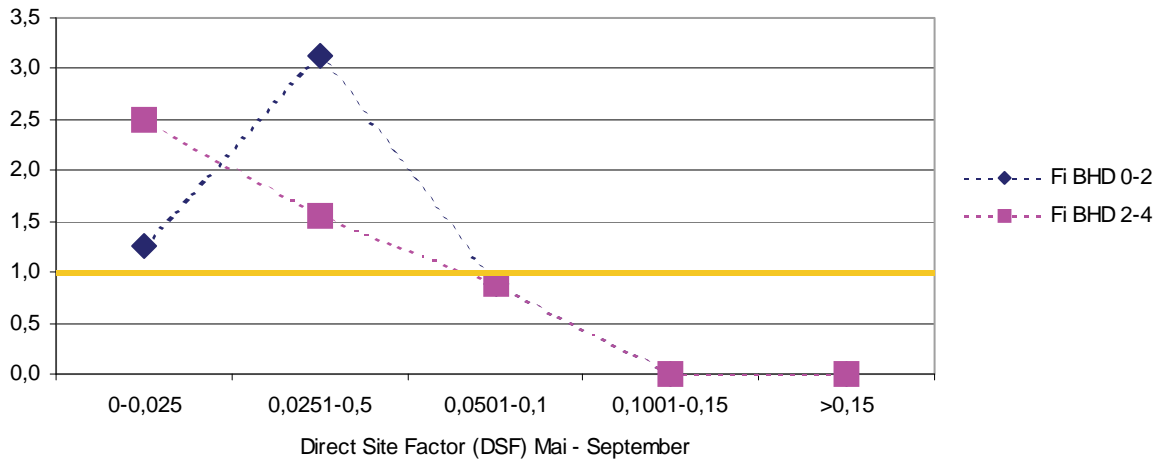


Abbildung A – 67. Präferenz-Index von Fichte (*Picea abies*) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich des *Direct Site Factor* (DSF) von Mai bis September.

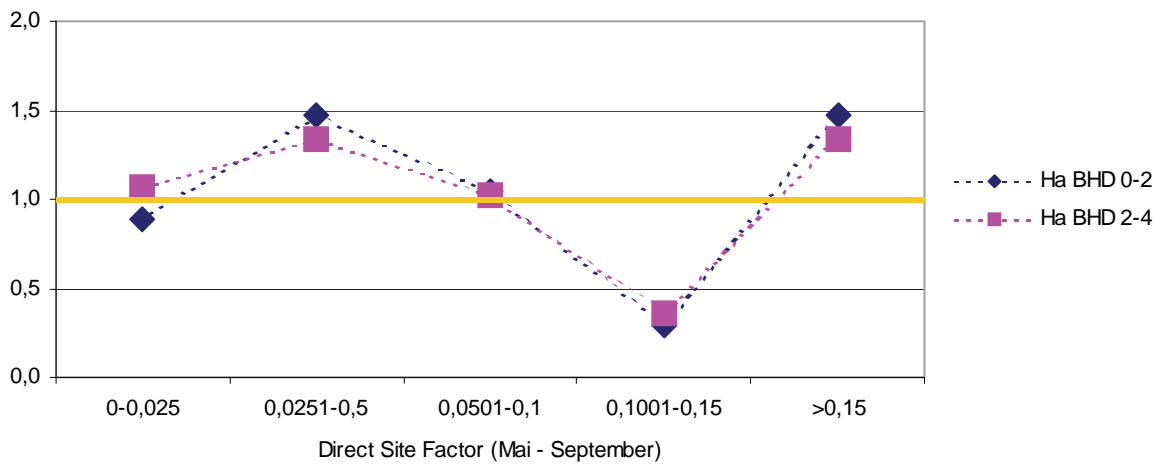


Abbildung A – 68. Präferenz-Index von Hasel (*Corylus avellana*) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich des *Direct Site Factor* (DSF) von Mai bis September.

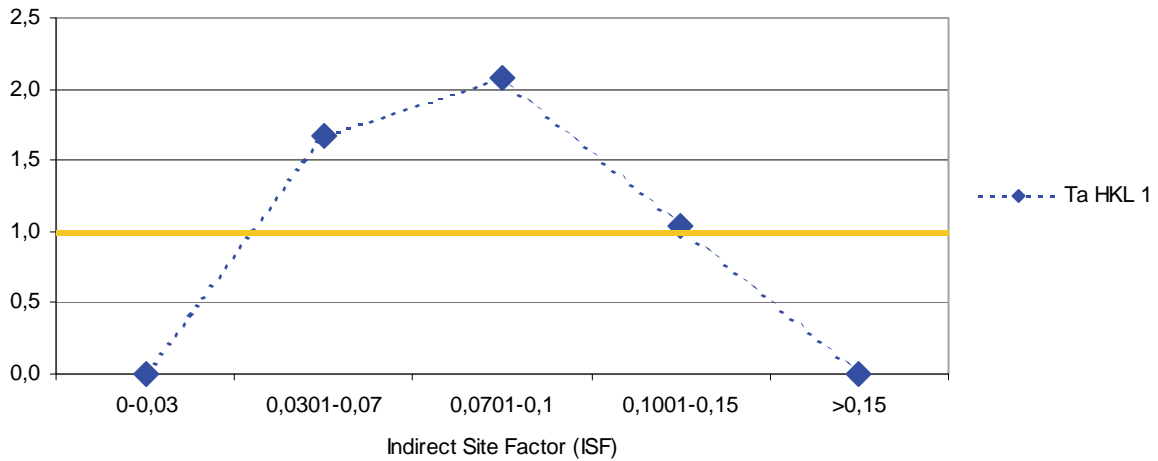


Abbildung A – 69. Präferenz-Index der Verjüngung von Weißtanne (*Abies alba*) in der Höhenklasse 1 bezüglich des *Indirect Site Factor (ISF)*.

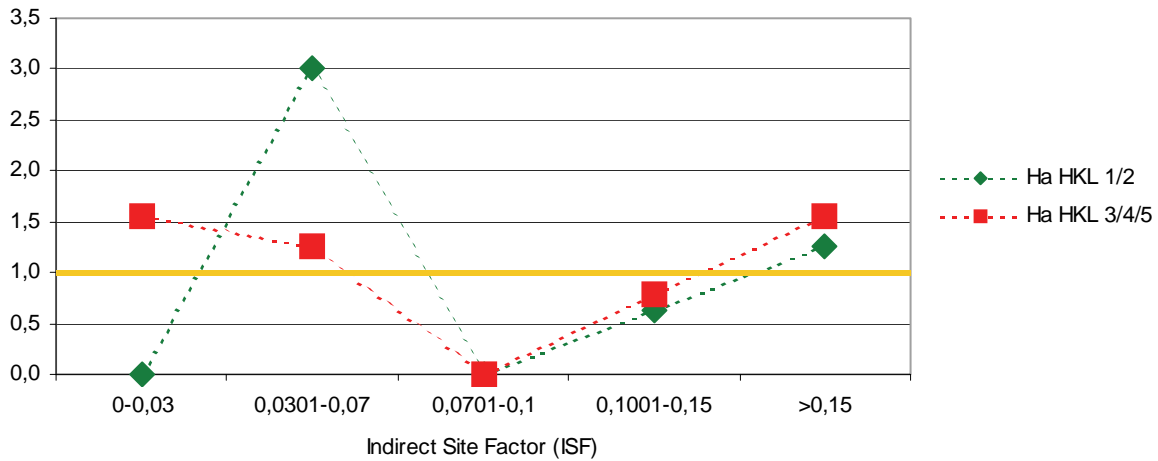


Abbildung A – 70. Präferenz-Index der Verjüngung von Hasel (*Corylus avellana*) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich des *Indirect Site Factor (ISF)*.

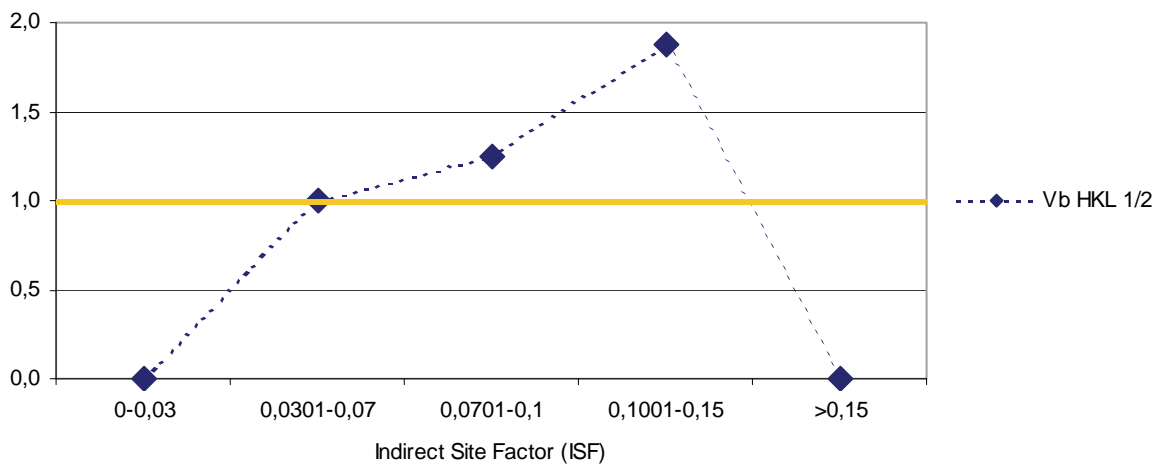


Abbildung A – 71. Präferenz-Index der Verjüngung von Vogelbeere (*Sorbus aucuparia*) in den Höhenklassen 1 und 2 bezüglich des *Indirect Site Factor (ISF)*.

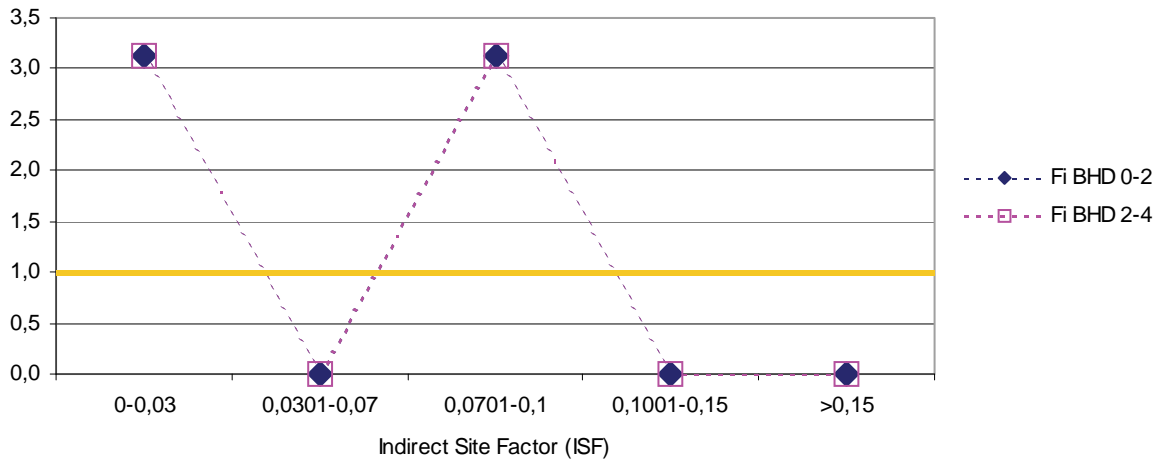


Abbildung A – 72. Präferenz-Index von Fichte (*Picea abies*) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich des *Indirect Site Factor (ISF)*.

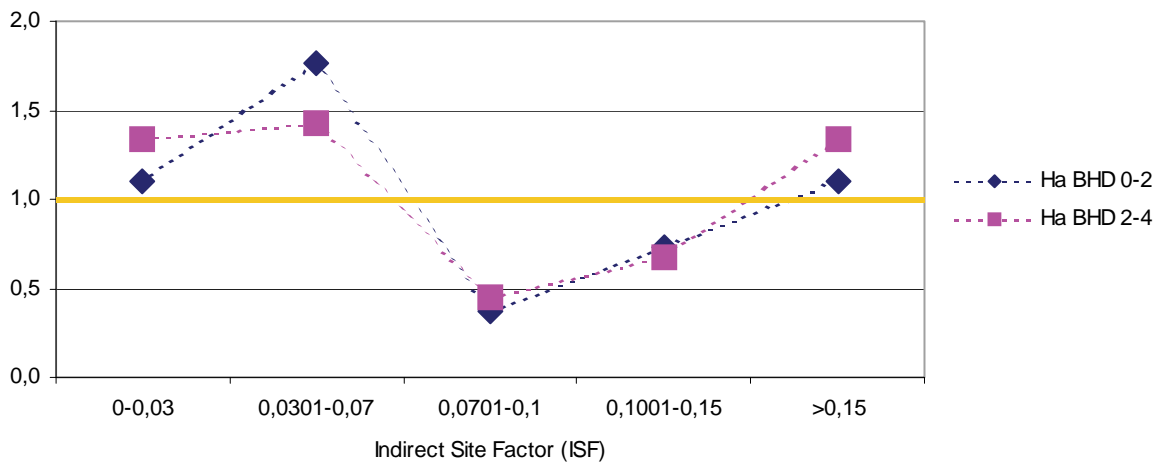


Abbildung A – 73. Präferenz-Index von Hasel (*Corylus avellana*) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich des *Indirect Site Factor (ISF)*.

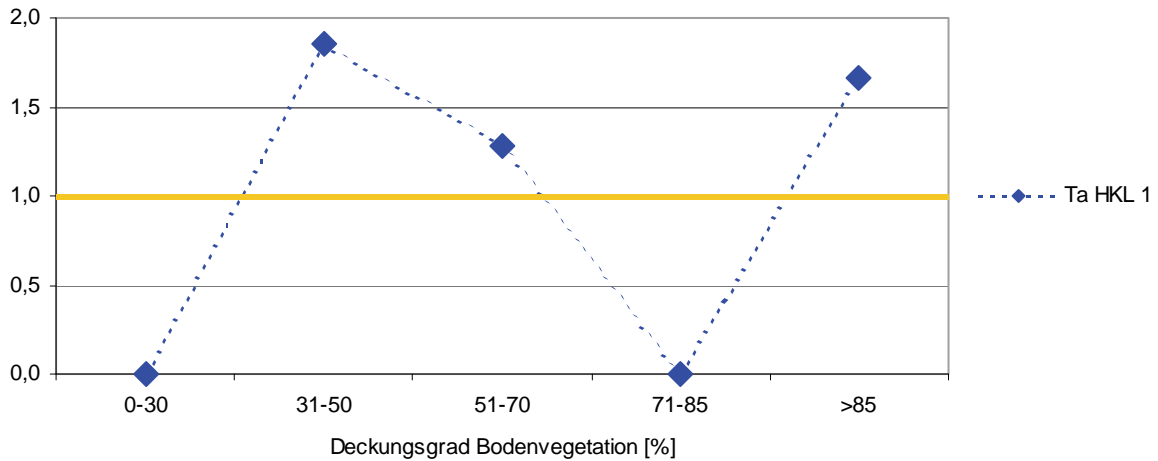


Abbildung A – 74. Präferenz-Index der Verjüngung von Weißtanne (*Abies alba*) in der Höhenklasse 1 bezüglich des Deckungsgrads der Bodenvegetation.

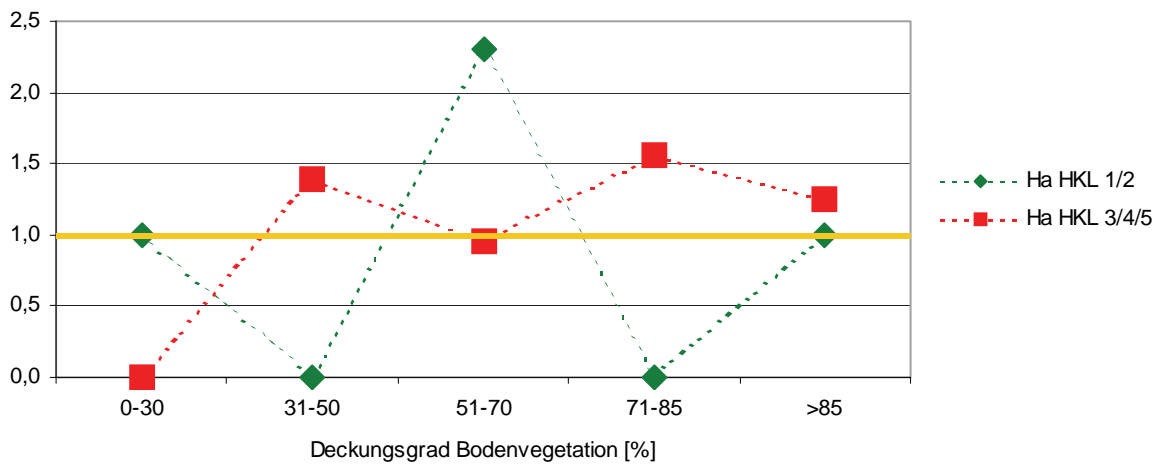


Abbildung A – 75. Präferenz-Index der Verjüngung von Hasel (*Corylus avellana*) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich des Deckungsgrads der Bodenvegetation.

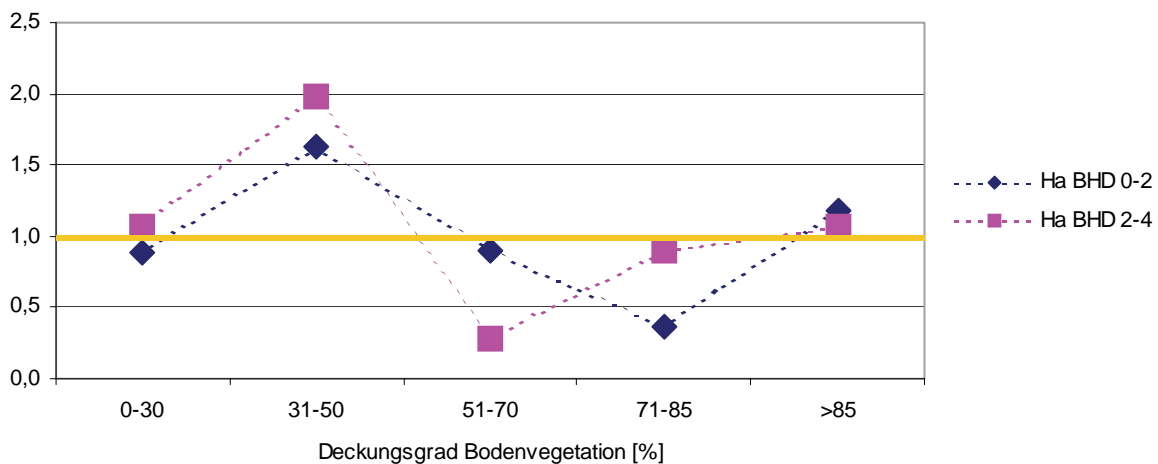


Abbildung A – 76. Präferenz-Index von Hasel (*Corylus avellana*) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich des Deckungsgrads der Bodenvegetation.

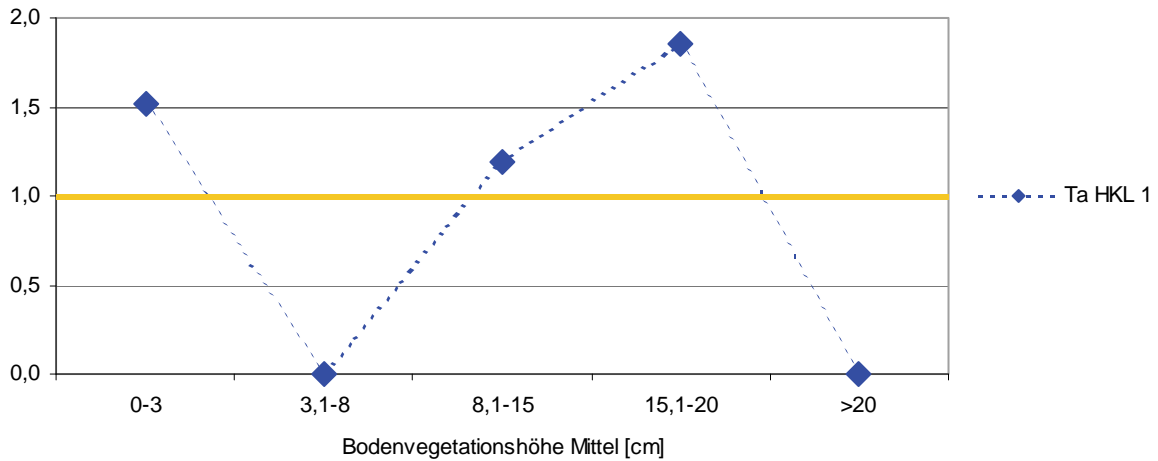


Abbildung A – 77. Präferenz-Index der Verjüngung von Weißtanne (*Abies alba*) in der Höhenklasse 1 bezüglich der durchschnittlichen Höhe der Bodenvegetation.

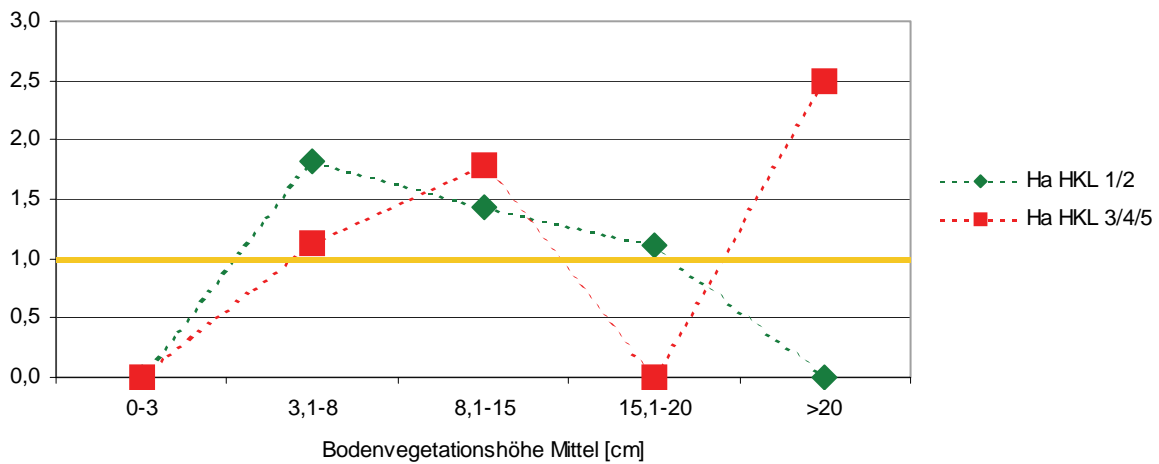


Abbildung A – 78. Präferenz-Index der Verjüngung von Hasel (*Corylus avellana*) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich der durchschnittlichen Höhe der Bodenvegetation.

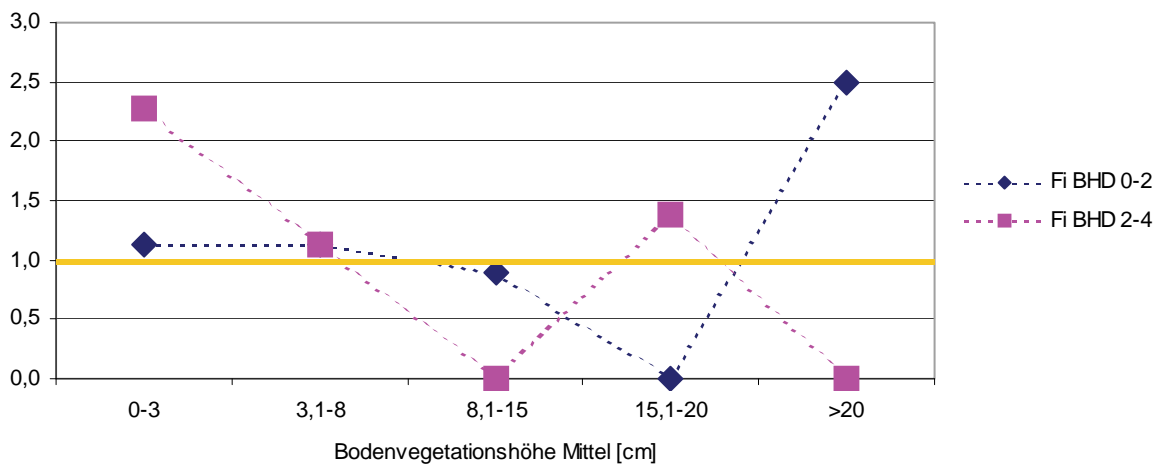


Abbildung A – 79. Präferenz-Index von Fichte (*Picea abies*) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich der durchschnittlichen Höhe der Bodenvegetation.

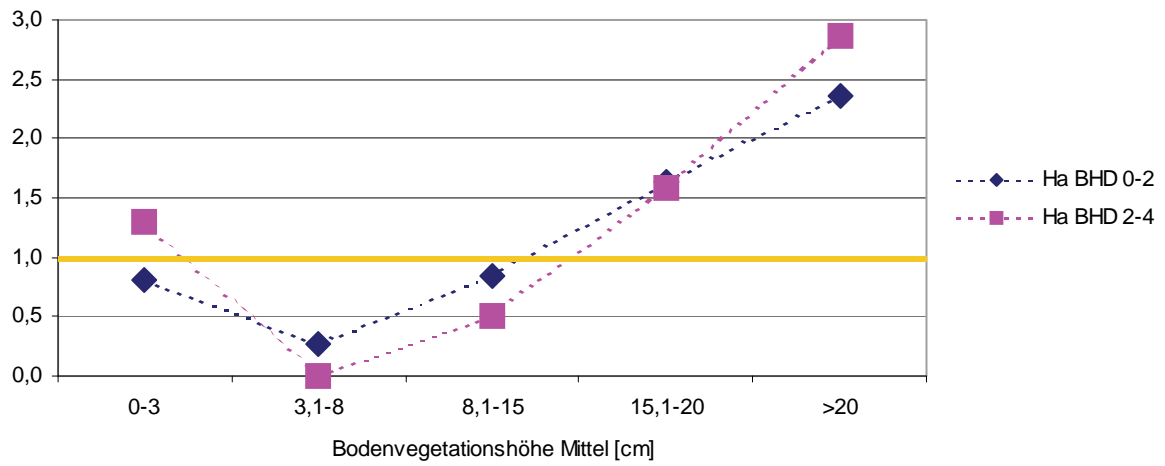


Abbildung A – 80. Präferenz-Index von Hasel (*Corylus avellana*) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich der durchschnittlichen Höhe der Bodenvegetation.

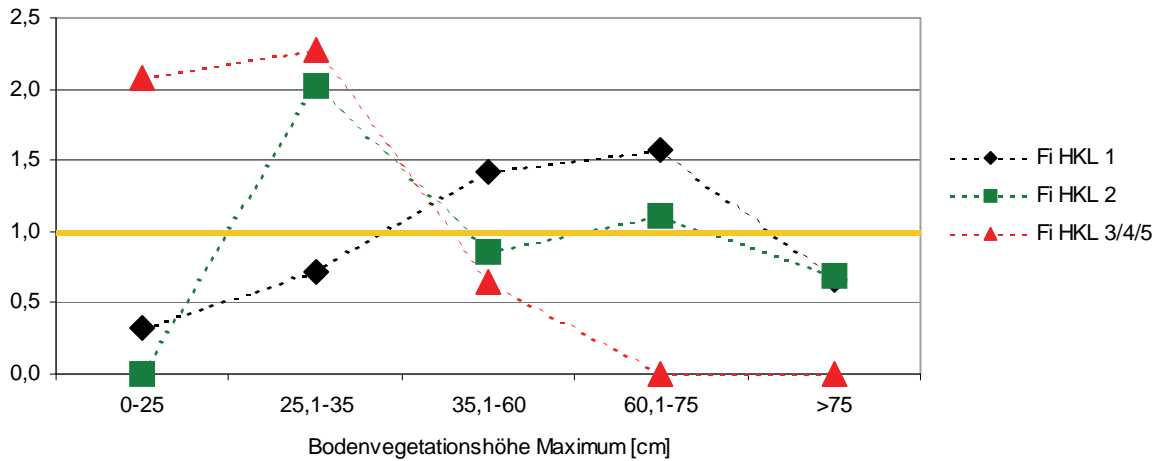


Abbildung A – 81. Präferenz-Index der Verjüngung von Fichte (*Picea abies*) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich der maximalen Höhe der Bodenvegetation.

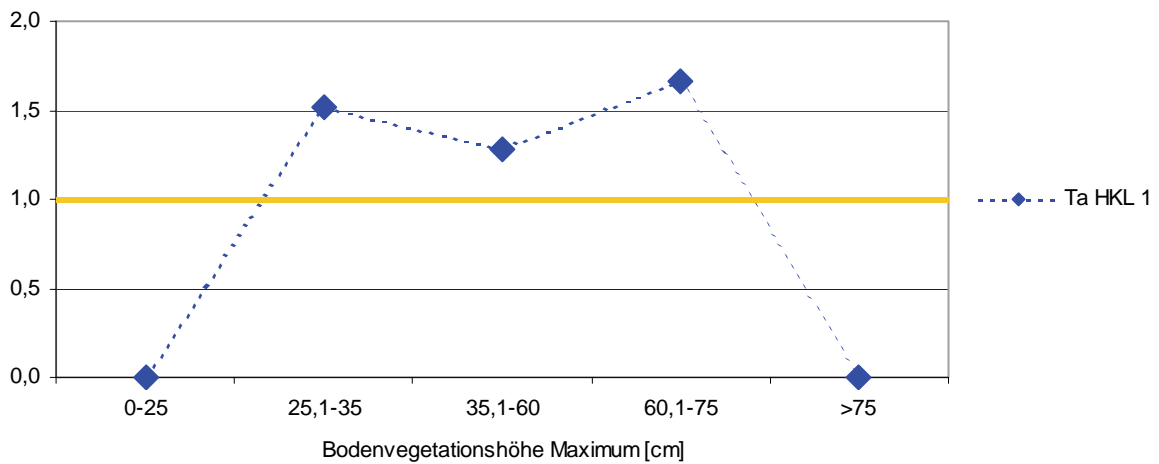


Abbildung A – 82. Präferenz-Index der Verjüngung von Weißtanne (*Abies alba*) in der Höhenklasse 1 bezüglich der maximalen Höhe der Bodenvegetation.

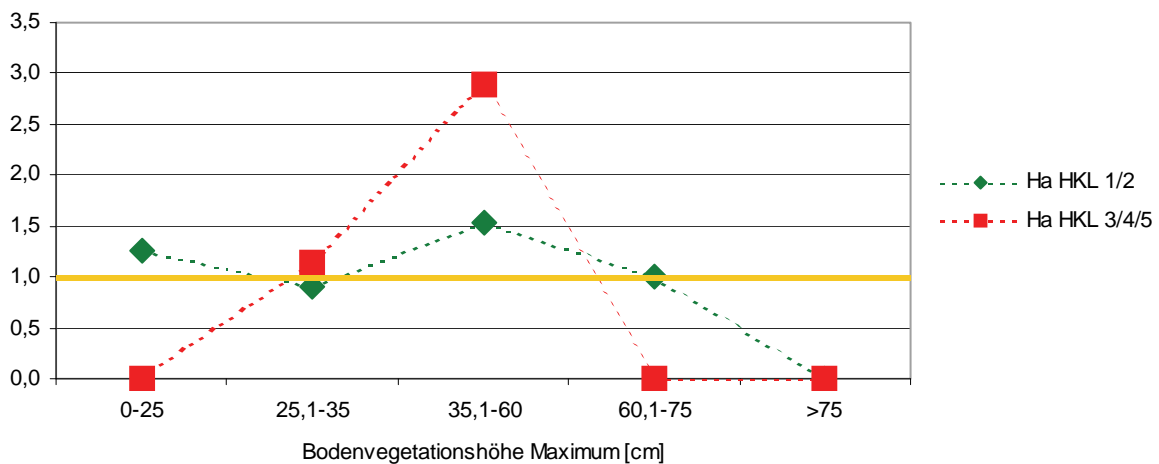


Abbildung A – 83. Präferenz-Index der Verjüngung von Hasel (*Corylus avellana*) in den Höhenklassen 1 bis 5 bezüglich der maximalen Höhe der Bodenvegetation.

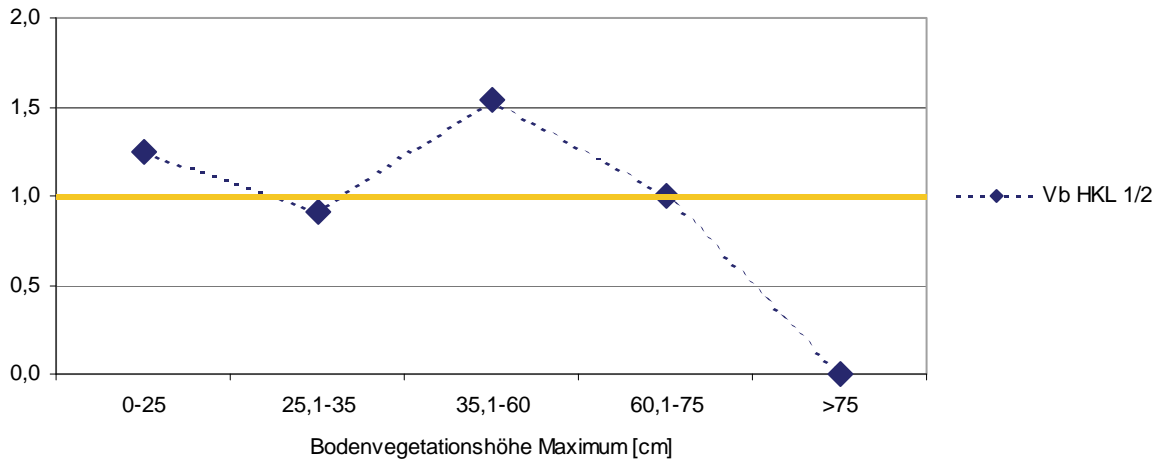


Abbildung A – 84. Präferenz-Index der Verjüngung von Vogelbeere (*Sorbus aucuparia*) in den Höhenklassen 1 und 2 bezüglich der maximalen Höhe der Bodenvegetation.

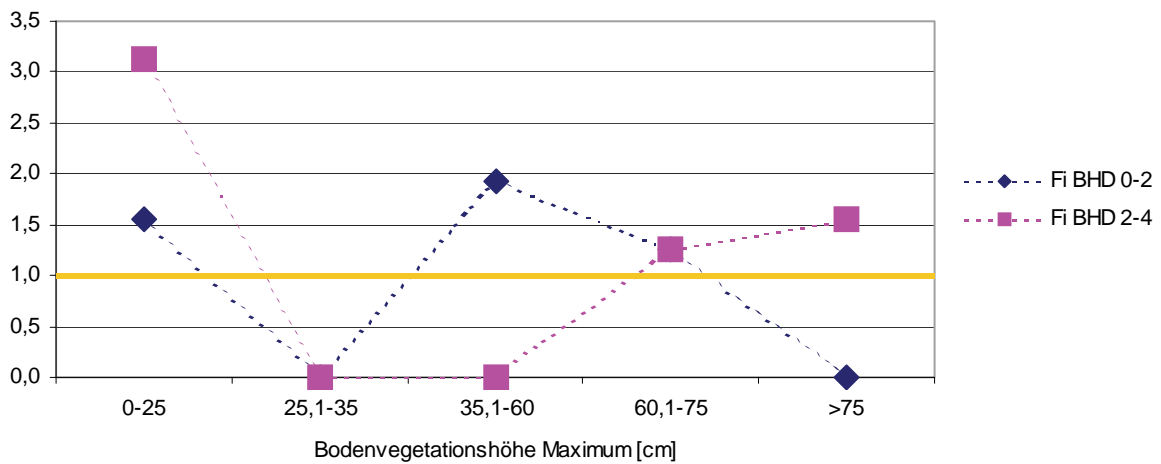


Abbildung A – 85. Präferenz-Index von Fichte (*Picea abies*) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich der maximalen Höhe der Bodenvegetation.

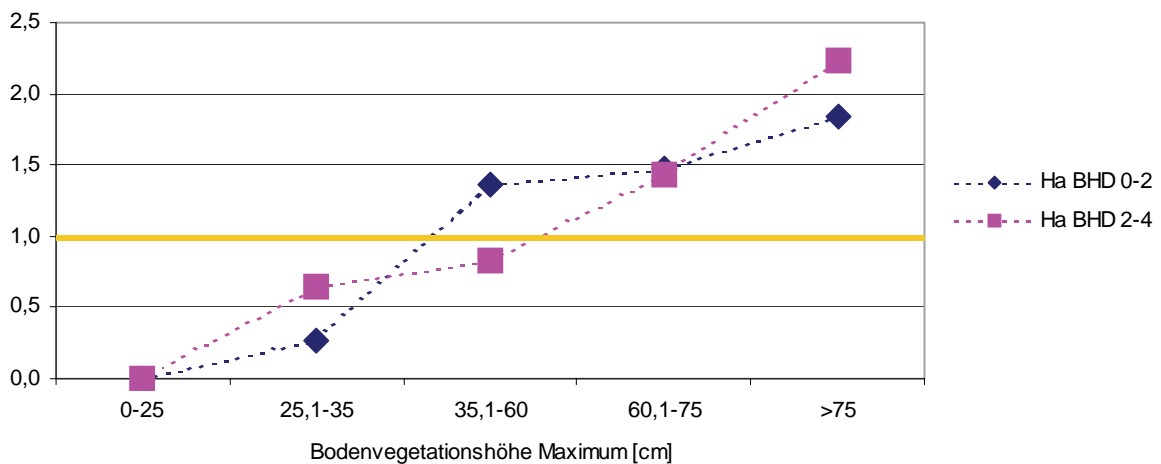


Abbildung A – 86. Präferenz-Index von Hasel (*Corylus avellana*) in den BHD-Stufen bis 4cm bezüglich der maximalen Höhe der Bodenvegetation.

Fotoanhang:



Abbildung A – 87. Waldbestand im Untersuchungsgebiet (Blickrichtung nach West-Südwest).



Abbildung A – 88. Schlagfläche (Bestand K) mit üppig entwickelter Boden- und Strauchvegetation mit Blick auf den Bestand B.



Abbildung A – 89. Gut entwickelte Fichten-Jungpflanzen in Hochstaudenvegetation auf Fläche mit höherem Lichtgenuss im Bestand B.



Abbildung A – 90. Einige Jahrzehnte alte Fichtenpflanze im Unterwuchs, wie sie besonders im Bestand M auftreten.



Abbildung A – 91. Stark verbissene Jungtanne im Bestand A.



Abbildung A – 92. Hasel-Stockausschlag im Bestand L.



Abbildung A – 93. Dichter Altbestand mit spärlich entwickelter Bodenvegetation (hauptsächlich Moose) und sehr vereinzelt Verjüngungspflanzen im Bestand F.



Abbildung A – 94. In den Altbestand einwachsender Fichten-Verjüngungskegel (BHD-Höhe bereits überschritten) im Bestand C.



Abbildung A – 95. Fichtensämling in Moospolster.



Abbildung A – 96. Tannensämling in Moospolster.