



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Wald- und Boden-
wissenschaften

Didaktische Aufbereitung von Durchforstungseingriffen auf den Weiserflächen der Forstschule Latemar unter Anwendung des Waldwachstumssimulators MOSES 3.0

Masterarbeit

von

ANNA PICHLER

zur Erlangung des akademischen Grades

Diplomingenieur der Forstwirtschaft (Dipl.-Ing.)

Betreuer/Beurteiler: Ao. Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. Harald Vacik

Mitbetreuer: Dipl.-Ing. Mario Klopff

Juli 2009

Institut für Waldbau

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

In Zusammenarbeit mit

Autonome Provinz Bozen

Abteilung Forstwirtschaft des Landes Südtirol

www.provinz.bz.it



Amt für Forstplanung Bozen

www.provinz.bz.it/forst/



Landesbetrieb für Forst- und Domänenverwaltung

Forststation Latemar

Forstschule Latemar

www.provinz.bz.it/forst/landesbetrieb/forst-domaenenverwaltung.asp



„In den Wäldern sind Dinge, über die nachzudenken man jahrelang im Moos liegen könnte“ (Franz Kafka)

Vorwort

In Südtirol wurde in den letzten Jahren am Projekt „Waldtypisierung Südtirol“ gearbeitet. Im Rahmen des Projektes wurde ein Weiserflächenkonzept entwickelt, welches Weiserflächen für ausgewählte häufige Waldtypen anlegt und dokumentiert. Für den jeweiligen Waldtyp können z.B. waldbauliche Empfehlungen aus dem ökologischen Handbuch zur Waldtypisierung in die Praxis umgesetzt und beobachtet werden. In Gossensass und im Latemarwald am Karerpass wurde bisher jeweils ein Altholzbestand als Weiserfläche eingerichtet (Pircher, 2006).

Da die Umsetzung des Weiserflächenkonzepts bisher nur für die Wuchsklasse Baumholz erfolgte, bestand von Seiten des Amtes für Forstplanung, Abteilung Forstwirtschaft des Landes Südtirol, großes Interesse daran, auch Weiserflächen für die Wuchsklasse Stangenholz einzurichten. Die nötigen Aufnahmen wurden im Rahmen der vorliegenden Arbeit auf den Flächen der Forstdomäne Latemar durchgeführt.

Mit Unterstützung des Amtes für Forstplanung, der Forst- und Domänenverwaltung und dem Institut für Waldbau der Universität für Bodenkultur Wien, wurde aufbauend auf die Anlage der Weiserflächen schließlich die vorliegende interdisziplinäre Arbeit ermöglicht, die die Fachbereiche Waldbau, Waldwachstum und Didaktik vernetzt.

Danksagung

Für die sehr gute fachliche Betreuung, anregende Diskussionen und das Engagement möchte ich Ao. Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. HARALD VACIK herzlich danken.

Des weiteren bedanke ich mich bei Dr. GÜNTHER UNTERTHINER vom Amt für Forstplanung Bozen für die eröffnete Möglichkeit am Ende meines Studiums eine interdisziplinäre Arbeit in den Fachbereichen Waldbau, Waldwachstum und Didaktik in Südtirol durchführen zu können und für die finanzielle Unterstützung bei den Geländearbeiten und der Entwicklung von MOSES 3.0 (Latemar).

Für das rege Interesse an meiner Arbeit und für die unkomplizierten organisatorischen Hilfestellungen bei der Einrichtung der Weiserflächen möchte ich mich ganz besonders bei Dr. CHRISTOPH HINTNER bedanken.

Besonderer Dank gilt Dipl.-Ing. MARIO KLOPF, der mir bei der Validierung von MOSES 3.0 hilfreich zur Seite gestanden ist und mir jederzeit bereitwillig Antworten zu den verschiedensten kleineren und größeren (Un)fragen lieferte.

Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. HUBERT HASENAUER sei für das entgegengebrachte Fachwissen und die Vermittlung des Verständnisses für das Nachbilden der Natur mittels Modellen gedankt.

Die umfangreichen Außenarbeiten wären ohne die Mitarbeit von SIMONE GÖTSCH nicht möglich gewesen. Ihr verdanke ich eine angenehme und humorvolle Zeit bei den Geländeaufnahmen im Latemarwald.

Einen wesentlichen Beitrag zum Gelingen der Geländearbeit leisteten JOSEF UNTERPERTINGER und HEINZ TSCHAFFERT von der Forst- und Domänenstation Latemar.

Dr. ANDREAS AGREITER danke ich für die Hilfestellungen rund um die Forstschule Latemar, Dr. JOSEF SCHMIEDHOFER für die Bereitstellung und Dr. WERNER NOGGLER für die Betreuung der Waldflächen des Landesbetriebes für Forst- und Domänenverwaltung für die vorliegende Masterarbeit.

Mein besonderer Dank gilt meinem Bruder LUKAS, der mich für die Arbeit mit Latex begeistert hat. Ich durfte von seinen Erfahrungen und seinem Fachwissen profitieren. Er ist mir stets eine Stütze und ein guter Freund.

Immer da sind meine Freundinnen LISA und MARIA.

Ich bin dankbar und glücklich darüber, dass ich meine Studienzeit mit den „Fowis 03“ verbringen konnte. Meinen Freunden und Studienkollegen AGNES, MARION, MARTIN und BERND verdanke ich viele Bauchschmerzen und unvergessliche Momente. Im Tiroler Studentenheim fühlte ich mich dank der vielen bekannten und fröhlichen Gesichter sehr wohl.

Zu guter letzt will ich meinen Eltern MARTHA und ALOIS sowie meinen Brüdern JOHANNES, HUBERTUS, MARKUS, GEORG und LUKAS für das entgegengebrachte Interesse an meinem Studium, die Motivation und ihre Unterstützung danken.

Zusammenfassung

Im Rahmen des Projekts „Walddtypisierung Südtirol“ werden Weiserflächen als Dauerbeobachtungsflächen und als Lehr- und Lernobjekt eingesetzt. Im Zuge dieser Masterarbeit wurden im Latemarwald sieben Weiserflächen der Wuchsklasse Stangenholz als Übungsobjekt für den Forstwachenkurs in der Forstschule Latemar eingerichtet. Um die Kompetenz der Kursteilnehmer bei der Durchforstungsauszeige zu verbessern, wurde ein didaktisches Konzept für die „Grundlagen der Durchforstung“ erarbeitet. Die Unterrichtsorganisation der Durchforstungsübungen implementiert den Waldwachstumssimulator MOSES 3.0 als modernes Hilfsmittel, um den Kursteilnehmern die Effekte von Durchforstungen bezüglich Wertleistung, Stabilität und Bestandesstruktur besser vorstellbar und abschätzbar zu machen. Für den Einsatz des Waldwachstumssimulators im Latemarwald wurde eine umfangreiche Validierung und Anpassung an die Standortverhältnisse und Wuchsbedingungen durchgeführt. Die Validierung von MOSES 3.0 zeigte zwar eine Unterschätzung des Wachstums, jedoch kann der Simulator für den gegebenen Verwendungszweck ausreichend genaue Schätzungen liefern. Durch ein Variantenstudium wurden auf den Weiserflächen unterschiedliche Durchforstungseingriffe verglichen. Für den Vergleich dienten Auszeigen im Gelände vom Forstpersonal des Landesforstdienstes, eine am PC generierte Variante und eine Nullvariante. Auf Basis des Vergleichs ausgewählter Kennwerte zeigte sich eine Kombination aus Auslese- und Niederdurchforstung über alle Flächen als die „geeignetste“ Variante. Vier Weiserflächen wurden einerseits als Nullflächen für die Durchforstungsflächen und andererseits den Kursteilnehmern als Übungsflächen für die Auszeige eingerichtet. Auf Basis der Erkenntnisse im Rahmen der Masterarbeit wurde die Applikation des Wachstumssimulators für die Anwendung im Forstwachenkurs zur Version MOSES 3.0 (Latemar) weiterentwickelt. In Verbindung mit einer automatisiert ablaufenden Auswertung in Microsoft Excel werden ausgewählte Bestandesparameter visualisiert und die Effekte der Umsetzung auf die Bestandesentwicklung sichtbar gemacht. Beispielhaft werden die Umsetzung des didaktischen Konzepts demonstriert und dessen Rahmenbedingungen und mögliche Schwierigkeiten kritisch diskutiert.

Abstract

Within the project „Forest typology of South Tyrol“ silvicultural demonstration plots are used for the observation of long term effects of forest measures and for training purposes. In the course of this master thesis seven demonstration plots were established in pole stands in the Latemar forest. They should serve as training areas for a basic education course of the foresters in the forest school Latemar. A didactic approach was developed to improve the participants' expertise in performing thinning practices. In the course of the training the Forest Growth Simulator MOSES 3.0 was implemented as a modern tool that helps participants to visualise and estimate the effects of thinning practices in terms of stand value, stand stability and stand structure. For the application of the Forest Growth Simulator an extensive validation and adaptation to site conditions and growth conditions had to be accomplished in the Latemar forest. The validation of MOSES 3.0 shows an underestimation of forest growth. However, as the simulator produces sufficiently accurate estimations it can be used in the Latemar forest. Based on a study of variants different thinning practices on the demonstration plots were compared. Tree markings performed in the field by the forest personal of the South Tyrolian Forest Service were opposed to one thinning alternative generated on the PC and to one unmanaged alternative. This comparison of selected stand characteristics and variables identified a combination of crop tree release and thinning from below as „best“ practice over all plots. Additionally, four demonstration plots were established to serve as reference area for the thinning plots as well as training areas for thinning exercises. Based on the acquired findings of this master thesis the given application of the Forest Growth Simulator was enhanced to the version MOSES 3.0 (Latemar) for the application in the basic education course of the foresters. In conjunction with an automatic analysis in Microsoft Excel selected stand characteristics are visualised and effects of the realisation on the further development of the pole stage stands are shown. A possible realisation of the didactic approach is demonstrated. Furthermore, its general conditions and potential difficulties are discussed.

Abkürzungsverzeichnis

A	Auszeige
Art.	Artikel
Abs.	Absatz
BHD	Brusthöhdurchmesser
DB I	Deckungsbeitrag I
dg	Kreisflächenmittelstamm
D.P.R.	italienisch für: Dekret des Präsidenten der Republik
Efm	Ertnefestmeter
F	Fläche
fm, m^3	Festmeter
G	Grundfläche
GWL	Gesamtwuchsleistung
h	Stunde
ha	Hektar
h/d	Höhe zu Durchmesser
ho	Oberhöhe
lfz	laufender Zuwachs
LG	Landesgesetz
mod.	modifiziert
N	Stammzahl
NV	Nullvariante
o.R.	ohne Rinde
P	Periode
PC	Personal Computer
Vfm	Volumsfestmeter
V	Volumen
VSmR	Vorratsfestmeter Schaftholz mit Rinde
v.l.n.r.	von links nach rechts
zit.	zitiert

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	II
Inhaltsverzeichnis	X
1. Einleitung	1
1.1. Problemstellung	1
1.2. Zielsetzung	3
1.3. Stand des Wissens	4
2. Forstliche Ausbildung und Untersuchungsobjekt	7
2.1. Landesforstdienst	7
2.1.1. Gesetzliche Rahmenbedingungen	9
2.1.2. Forstschule Latemar	9
2.2. Latemarwald	10
2.2.1. Besitzverhältnisse	12
2.2.2. Rahmenbedingungen für die Bewirtschaftung	12
2.2.3. Waldeinteilung	14
2.2.4. Klima	14
2.2.5. Geologie und Boden	18
2.2.6. Vegetation und Bewirtschaftung	20
2.3. Waldtypisierung und Weiserflächenkonzept	21
2.3.1. Weiserflächenkonzept	21
2.3.2. Weiserflächen als Lehr- und Lernobjekt	23
3. Didaktische Ausgestaltung	25
3.1. Didaktisches Grundverständnis	25
3.2. Didaktische Konzeption	27
3.2.1. Definition: Didaktisches Konzept	27
3.2.2. Didaktische Strukturelemente	27

3.3. Didaktisches Konzept zu den „Grundlagen der Durchforstung“	29
3.3.1. Konzeptaufbau	31
3.3.2. Unterrichtskonzeption und Verlaufsplanung	34
4. Einrichten der Weiserflächen	39
4.1. Lage	39
4.2. Aufnahmedesign	39
4.2.1. Anlage der Flächen	41
4.2.2. Erhebungsmerkmale	48
4.2.3. Beurteilung möglicher Messfehler	52
4.3. Überblick zu den Weiserflächen	53
4.3.1. Vorkommende Waldtypen	53
4.3.2. Bestandesbeschreibung	55
5. Simulation von Durchforstungseingriffen mit MOSES 3.0	68
5.1. Einzelbaumwachstumsmodelle	68
5.2. Moses 3.0	70
5.3. Initialisierung	71
5.3.1. Koordinaten	71
5.3.2. Erstellen der Eingabedatei	77
5.3.3. Ertragskundliche Parameter	79
5.3.4. Validierung von MOSES 3.0 für den Latemarwald	82
5.3.5. Annahmen für die Simulation	85
6. Variantenstudium	90
6.1. Ablauf	90
6.2. Durchforstungsvarianten und Auszeigeanalyse	92
6.2.1. Auszeige 1	92
6.2.2. Auszeige 2	94
6.2.3. Auszeige 3	96
6.2.4. Auszeige 4	98
6.2.5. Nullvariante	99
6.3. Simulation und Analyse der Durchforstungseingriffe	101
6.3.1. Simulationsgrundsätze	101
6.3.2. Kennwerte am Ort	104
6.3.3. Prognostizierte Vorratsentwicklung am Ort	105

6.3.4. Variantenvergleich	107
7. Didaktische Aufbereitung „Grundlagen der Durchforstung“	113
8. Diskussion und Folgerungen	123
8.1. Einsatz des Einzelbaumwachstumssimulators MOSES 3.0 in der Forstschule Latemar	123
8.2. Vergleich von Durchforstungseingriffen	126
Abbildungsverzeichnis	136
Tabellenverzeichnis	138
Literaturverzeichnis	146
Anhang	I
A. Organisation des Landesforstdienstes	I
B. Aufnahmen	III
B.1. Hilfsmittel	III
B.2. Übersichtsskizzen	IV
B.3. Flächenübersicht	V
B.4. Aufnahmeformulare	V
B.5. Aufnahmeschlüssel	VI
B.6. Eingabedateien für die Initialisierung in MOSES 3.0	VIII
C. Ausgangssituation	X
C.1. Waldtypen	X
C.2. Bestandesinformation	XV
C.2.1. Fläche 2	XV
C.2.2. Fläche 4	XIX
C.2.3. Fläche 5	XXIII
C.2.4. Fläche 7	XXVII
D. Ertragstafeln Fichte Eisacktal	XXXI
E. Kennwerte am Hektar nach Simulation	XXXV

1. Einleitung

1.1. Problemstellung

In Südtirol nimmt der Landesforstdienst sowohl betriebliche als auch behördliche Aufgaben (Jagd, Forst, Fischerei) wahr. Im Leitbild des Landesforstdienstes wird das Forstpersonal als ein sichtbarer und angreifbarer Ansprechpartner für die Anliegen der Waldbesitzer und Bürger dargestellt. Durch entsprechendes Fachwissen kann bzw. soll das Forstpersonal die vielseitigen Interessen der Stakeholder verstehen, Lösungen präsentieren und kompetente Entscheidungen treffen (Autonome Provinz Bozen, 2009). Das Leitbild des Landesforstdienstes unterstreicht damit die Bedeutung des Forstpersonals als Humankapital, qualifiziertes und kompetentes Personal wird als Erfolgsfaktor gesehen. Das Know how und praktische Erfahrungen sind bedeutend für den Betrieb.

Wissen ist Ressource und wird als der vierte Produktionsfaktor gesehen (Stewart, 1998): Es kann somit zur Produktion von Gütern und Dienstleistungen eingesetzt werden. Die Handhabung und der zielführende Einsatz dieser Ressource sind zentraler Aspekt der Personal- und Unternehmensführung (Reinhardt, 2002). Die Bedeutung von Wissen in der Waldbewirtschaftung wird auch durch den gesteigerten Informationsbedarf der forstlichen Praxis und der Forderung nach einer Unterstützung der waldbaulichen Planung und Entscheidungsfindung deutlich.

Die Definition von Wissen von Peritsch (1998) zit. nach Hartlieb (2002), berücksichtigt die Personengebundenheit der Ressource Wissen und fügt dem noch eine prozessuale Sichtweise hinzu: „Wissen umfasst sämtliche kognitive Strukturen, d.h. theoretische Kenntnisse, Erfahrungen, praktischen Hausverstand, Fähigkeiten und Fertigkeiten, die in das Verhalten und Handeln einfließen und dieses mitbestimmen. Wissen entsteht als individueller Prozess durch Veränderung kognitiver Strukturen und wird für einen Beobachter nur in konkreten Handlungen sichtbar.“

Wissen ist Ausgangspunkt, Bedingung und Ergebnis von Lernprozessen, wird aber teilweise auch aus praktischen Erfahrungen im Beruf erworben. Es ist also eine Kombination aus Theorie und Praxis (Hartlieb, 2002).

Der Lernbegriff und der Wissensbegriff sind untrennbar gekoppelt. Gemäß Scheuble (1998) zitiert nach Hartlieb (2002) ist Wissen nicht gegeben, sondern wird erlernt. Durch Aus- und Weiterbildung kann die geforderte Qualifikation des Forstpersonals (=Wissensträger) erreicht und als eine Investition des Landesforstdienstes in die Zukunft gesehen werden.

In Südtirol erfolgt die forstliche Aus- und Weiterbildung in der Forstschule Latemar. Die Grundausbildung der Schüler= Forstwarte= zukünftiges Personal des Landesforstdienstes beginnt mit dem Forstwachenkurs, wo sich speziell bei der Durchforstungsauszeige -eine wichtige Kernkompetenz des Waldbaus- folgende Probleme in Ausbildung und forstlicher Praxis ergeben:

- Das Forstpersonal neigt dazu hauptsächlich Niederdurchforstungen durchzuführen. Niederdurchforstungen entnehmen vorwiegend beherrschte Bestandesmitglieder und streben damit einen einschichtigen Bestandaufbau an. Ziele des Eingriffs sind maximale Volumsleistung und kollektive Stabilität. Da die Entnahme unterdrückter und bedrängter Bäume hohe Durchforstkosten verursacht und nur einen geringen Effekt auf die Qualität des verbleibenden Bestandes ausübt, verliert die Niederdurchforstung in der heutigen Bestandespflege zunehmend an Bedeutung.
- Die Effekte von Durchforstungen bezüglich Wertleistung, Stabilität und Bestandesstruktur sind schwer vorstellbar und die Abschätzung der Kosten erfolgt oft nur überschlagsmäßig.
- Generell bleibt wenig Zeit für die umfassende Grundausbildung. Der Lehrplan des 6-monatigen Forstwachenkurses ist kompakt und die verfügbare Zeit speziell für den Themenbereich Durchforstung mit einer Doppelstunde knapp bemessen.
- Die „neue“ Generation von Forstpersonal ist EDV-technisch avancierter und verlangt nach neuen Methoden in der Aus- und Weiterbildung.

1.2. Zielsetzung

Allgemeines Ziel dieser Masterarbeit ist es, ein didaktisches Konzept zu entwickeln, das speziell in der waldbaulichen Grundausbildung der Forstwarte in Südtirol Anwendung finden soll. Es soll untersucht werden, wie der Einsatz des Waldwachstumsmodells MOSES den aktiven Lernprozess in Hinblick auf Durchforstungseingriffe unterstützen kann.

Die Darstellung und didaktische Aufbereitung von Durchforstungseingriffen auf den Weiserflächen im Latemarwald stehen für die Erarbeitung eines didaktischen Konzepts für den Forstwachenkurs im Vordergrund. In einem weiteren Schritt sollen die Daten und Ergebnisse auch in der Weiterbildung zum Förster zum Einsatz kommen.

Durch die Einbindung des Waldwachstumssimulators MOSES 3.0 in den Waldbau- Unterricht des Forstwachenkurses soll versucht werden, den Kursteilnehmern die Komplexität der dynamischen Wachstumsprozesse besser zu vermitteln.

Um das Ziel der Arbeit erreichen zu können sind folgende Aufgaben zu erfüllen:

- Einrichten von Weiserflächen für die Wuchsklasse Stangenholz im Latemarwald
- Entwicklung eines didaktischen Konzepts für die Integration des Waldwachstumssimulators MOSES 3.0 in den Unterricht der Forstschule
- Einsatz des Waldwachstumsmodells für eine realitätsnahe Abbildung der Weiserbestände, Aufzeigen von Unterschieden zwischen den Durchforstungsverfahren und Abschätzung der Effekte von Durchforstungseingriffen
- Benutzerfreundliche Aufbereitung ausgewählter Bestandeskennzahlen und Ergebnisse für den Forstwachenkurs

Das abstandsabhängige Einzelbaummodell MOSES (Hasenauer, 1994) wird in der vorliegenden Arbeit in der Software Version **MOSES 3.0** (Steinmetz, 2004) für den Einsatz im Waldbau-Unterricht in der Forstschule Latemar, Südtirol, verwendet. Damit kommt erstmals ein Waldwachstumssimulator für das Variantenstudium und die Entscheidungsfindung bei Durchforstungen in Südtirol zur Anwendung. Mit Unterstützung der vorliegenden Arbeit soll der Waldwachstumssimulator MOSES 3.0 in seinen Funktionen und der Benutzerfreundlichkeit der Softwareoberfläche zur Applikation **MOSES 3.0 (Latemar)** speziell für den Einsatz in der Lehre in der Forstschule Latemar weiterentwickelt werden.

Bei der vorliegenden Masterarbeit handelt es sich um eine Fallstudie auf den Weiserflächen im Latemarwald. Sie erhebt keinen Anspruch auf Allgemeingültigkeit.

1.3. Stand des Wissens

Wachstumssimulatoren sind die modernen Werkzeuge zur Vorhersage der zukünftigen Bestandesentwicklung. In den letzten Jahren wurden die Modelle und Software Pakete zum Simulieren von Waldwachstum stetig weiterentwickelt und für ihre vielseitigen Verwendungszwecke adaptiert. Die Wachstumssimulatoren unterscheiden sich nicht nur im verwendeten Modellansatz, sondern vor allem auch in ihrer programmtechnischen und lizenzrechtlichen Umsetzung. Die Bandbreite geht von voll integrierten Software-Paketen bis hin zu Open Source Programmbibliotheken zum Einbau in eigene Computerprogramme (Lanwert, 2007). Viele der Waldwachstumssimulatoren haben ein Modul zur Visualisierung des Bestandes integriert. Dadurch können die räumlichen Effekte von waldbaulichen Eingriffen am Bildschirm visualisiert werden. Der zunehmende Einsatz solcher Modelle in der waldbaulichen Entscheidungsfindung und für die computerunterstützte Lehre an Forstschulen und Universitäten rechtfertigt die Nachfrage nach neuen interaktiven und team-orientierten Benutzeroberflächen.

An der Universität Göttingen wurde die Software „ElanSim Forester“ für den Einsatz in der universitären Lehre entwickelt (Lanwert u. a., 2004). Dabei werden einzelbaumorientierte Wachstumssimulatoren zur Modellierung benutzt und in das E-Learning System der Universität eingebunden. Die Software ermöglicht es dem Studenten, einen virtuellen räumlichen Bestand -„Virtual Forest“- zu betreten, sich darin zu bewegen und interaktiv Auszeichnungsarbeiten sowie Nutzungen durchzuführen. Die Benutzer können zwischen unterschiedlichen Ansichten und verschiedenen Zeitpunkten, wie vor und nach dem Eingriff, hin- und herschalten. Die Software eignet sich für Prognosen der zukünftigen Waldentwicklung und als explorative Lernumgebung zur Erforschung der Wachstumsmodellierung durch die Studierenden. Wesentliche Anforderungen an das Paket sind die Benutzerfreundlichkeit der Software und ihre Verwendung für die Teamarbeit der Studenten. Über den ElanSim Server können mehrere Studenten über eine Arbeitssession via Internet zusammenarbeiten und durchgeführte waldbauliche Eingriffe über eine Chat-Funktion diskutieren (Lanwert u. a., 2004). Durch die verbesserten Darstellungsmöglichkeiten des Bestandes durch den „ElanSim Forester“ soll den Studenten nicht etwa vermittelt werden, die Wachstumsmodelle entsprächen der wirklichen Bestandesentwicklung. Vielmehr geht

es darum, ein besseres Verständnis der Wachstumsmodelle, ihrer zugrundeliegenden Annahmen und Theorien und ihrer Beziehung zur Realität zu erreichen (Lanwert, 2007).

In der Forsteinrichtung kommt der einzelbaumbasierte Simulator BWINPro7 (Nagel und Schmidt, 2006), ebenfalls an der Universität Göttingen entwickelt, beim niedersächsischen Forstplanungsamt in Deutschland zum Einsatz. Das Softwaresystem „Waldplaner“ ermöglicht die Anwendung dieses Planungstools für größere Waldgebiete und bietet anhand flexibler Datenbankschnittstellen die Möglichkeit die Auswirkungen verschiedener Waldbehandlungszenarien zu vergleichen und zu analysieren. Das Programm richtet sich an Forstbetriebe und Institutionen der Lehre und wird in zahlreichen Arbeitsgruppen eingesetzt. Das Java-Paket ist plattformunabhängig und frei verfügbar. Die wesentliche Neuerung im Waldplaner ist die GIS-Komponente, welche die Möglichkeit eröffnet, das gesamte Untersuchungsgebiet kartografisch auszuwerten (Hansen, 2006).

In ungleichaltrigen Fichtenbeständen in den französischen Alpen wurde ein abstandsabhängiges Wachstumsmodell als Teil des CAPSIS (Computer-Aided Projection of Strategies In Silviculture) Software Pakets dazu verwendet, die Bestandesstruktur zu simulieren, Durchforstungsverfahren zu bewerten und deren Effekt auf das Baumwachstum zu beobachten. Derzeit im Gebiet als Standard geltende waldbauliche Verfahren wurden von Förstern interaktiv mit der Maus am Bildschirm umgesetzt und simuliert. Damit soll das Forstpersonal geschult und die Kommunikation zwischen Waldbewirtschaftern und Wissenschaftlern verbessert werden. Weiters soll der Prozess dazu beitragen, einen flexibleren Waldbau zu betreiben, der besser auf die Spezifika eines Bestandes eingeht (Courbaud u. a., 2001).

An der Universität für Bodenkultur Wien werden die entwickelten Waldwachstumssimulatoren PROGNAUS (Sterba u. a., 1995) und MOSES (Hasenauer, 1994) ebenfalls sowohl in der Forsteinrichtung als auch in der Aus- und Weiterbildung erprobt. Mit dem abstandsunabhängigen Einzelbaumsimulator PROGNAUS (Sterba u. a., 1995) wurden u.a. im Auftrag der Holzindustrie Holzaufkommensprognosen für den Österreichischen Wald von 2000-2016 gerechnet (Fachverband der Holzindustrie Österreichs, 2000). Im Auftrag der Österreichischen Bundesforste AG wurde an der Universität für Bodenkultur das computergestützte Entscheidungshilfelinstrument SDSS CONES (Spatial Decision Support System) (Vacik u. a., 2004) mit integriertem Waldwachstumssimulator PROGNAUS für die Nutzungsplanung in Verjüngungsbeständen entwickelt. Es wurde zur Analyse von waldbaulichen Nutzungskonzepten im Gebirgswald eingesetzt (Salvenmoser, 2007). Weiters soll PROGNAUS in der Forsteinrichtung im Bauernwald in Mittelkärnten zum Einsatz

kommen (Gutzinger, 2009).

Das abstandsabhängige Einzelbaummodell MOSES (Hasenauer, 1994) wurde u.a. in Forstrevieren der Österreichischen Bundesforste AG (Anon, 2004) und für die Analyse von Durchforstungseingriffen in Fichtenbeständen in der Schweiz eingesetzt (Hallenbarter, 2003). Außerdem wurde MOSES zur Abschätzung der Totholzsituation im Nationalpark Kalkalpen herangezogen (Klopf, 2007).

2. Forstliche Ausbildung und Untersuchungsobjekt

2.1. Landesforstdienst

Laut Art.8 des Zweiten Autonomiestatutes (D.P.R. 670/72) obliegt die primäre Gesetzgebungsbefugnis in den Bereichen Forst, Jagd und Fischerei in Südtirol der Autonomen Provinz Bozen. Nach §58 Art.1 des Landesforstgesetzes 1996 (LG 21/1996) obliegt der Landesabteilung Forstwirtschaft die Aufsicht über die genannten Bereiche auf Landesebene sowie die Kontrolle und Koordinierung der Tätigkeit der Zentralämter und Forstinspektorate. Die Abteilung Forstwirtschaft, der Landesforstdienst, hat sowohl betriebliche als auch behördliche Zuständigkeiten und Aufgaben. Die betrieblichen Aufgaben werden auf rund 10 % der Fläche Südtirols, die im Eigentum des Landes sind, erfüllt. Auf über 90 % der Fläche Südtirols ist der Landesforstdienst als Forst-, Jagd- und Fischereibehörde tätig (Autonome Provinz Bozen, 2009). Der Landesforstdienst ist hierarchisch strukturiert (siehe Abbildung A.1 im Anhang A).

Nach §56 Art.1 des Forstgesetzes 1996 ist der Landesforstdienst folgendermaßen aufgebaut:

- Direktion der Landesabteilung Forstwirtschaft mit landesweiter Zuständigkeit
- Zentralämter mit spezifischen Aufgaben und landesweiter Zuständigkeit
- Forstinspektorate mit Zuständigkeit für mehrere Gemeindegebiete
- Landesbetrieb für Forst- und Domänenverwaltung
- Forststationen als operative Einheiten der Forstinspektorate und des Landesbetriebes für Forst- und Domänenverwaltung
- Waldaufsichtsbezirke

- Dienststellen für Jagd- und Fischereiaufsicht

Die Aufgaben der Abteilung sind in Anlage A, Art.9 des LG 10/1992 in geltender Fassung enthalten, diejenigen der Ämter im Dekret des Landeshauptmannes vom 25. Juni 1996, Nr. 21 in geltender Fassung (Autonome Provinz Bozen, 2009).

Im Landesforstdienst sind $\frac{3}{4}$ der Bediensteten Forstpersonal und $\frac{1}{4}$ Verwaltungspersonal. Unter Forstpersonal werden Angehörige des Landesforstkörpers verstanden, die im Gegensatz zum Verwaltungspersonal die Polizeibefugnis innehaben und deren Berufsbilder mehrere Sonderregelungen umfassen. Darunter fallen z.B. das Tragen einer Uniform und einer Dienstwaffe, der Besitz eines Erkennungsausweises u.a. (Autonome Provinz Bozen, 2009).

Die Berufsbilder des Landesforstkörpers, deren Aufgaben und die Zugangsvoraussetzungen sind in der Anlage 2 Art.1 des Bereichsvertrags über die Festlegung und Zuordnung der Berufsbilder des Landespersonals vom 8. März 2006 festgelegt.

Die vier Berufsbilder des Landesforstkörpers sind wie folgt:

- **Forstwache** (5. Funktionsebene)
- FörsterIn (6. Funktionsebene)
- ForstinspektorIn (7. Funktionsebene)
- Forstrat/Forsträtin (9. Funktionsebene)

Der Anfangsrang des Berufsbildes Forstwache und somit generell der Karriere als Forstbediensteter im Landesforstkörper ist der des **Forstwarts**. Dabei besteht die Möglichkeit nach vier Jahren effektiven Dienstes vertikal zum Rang der Forstwache aufzusteigen. Nach Anlage 2 Art.2 des Bereichsvertrages 2006 erfüllen alle Berufsbilder neben den Polizei- und Aufsichtsaufgaben auch technische Aufgaben. Das Forstpersonal führt Bewirtschaftungsmaßnahmen aus und sorgt für Betreuung, Öffentlichkeitsarbeit und Beratung.

Die Aufnahme in das Landesforstkörper erfolgt nur über öffentliche Wettbewerbe, die vom Amt für Personal ausgeschrieben werden. Die betreffenden gesetzlichen Bestimmungen und die Rahmenbedingungen für die forstliche Ausbildung in Südtirol werden im folgenden Kapitel angeführt.

2.1.1. Gesetzliche Rahmenbedingungen

In Südtirol ist gemäß des §54 Art.1 des Landesforstgesetzes 1996 (LG 21/1996) die Landesabteilung Forstwirtschaft mit der forstlichen Ausbildung betraut. Der genannte Gesetzesartikel sieht dabei auch die Nutzung anderer Strukturen der Landesverwaltung vor, die ein Abhalten von Aus- und Weiterbildungskursen für das abteilungseigene Personal ermöglichen. Neben den verschiedenen Kursen können nach §54 Art.5 u.a. Lehrfahrten, Tagungen, Veröffentlichungen und Studien für die Ausbildung herangezogen werden. Ebenso dienen die Herstellung, der Ankauf von Unterrichtsmaterial und die Erhebung und Auswertung von statistischen Daten der Ausbildung gemäß Forstgesetz. Weiters ist die Landesverwaltung dazu ermächtigt, audiovisuelle Hilfsmittel und Dokumentations- und Informationsmaterial zur Verfügung zu stellen (§54 Art.6). Im Landesforstgesetz 1996 sind keine Spezifizierungen hinsichtlich des Aufbaus oder der Dauer der Aus- und Weiterbildungen enthalten. Dies obliegt den Aufgaben der Abteilung für Personal.

Laut Art.2 Abs.1b des Landesgesetzes zur Ordnung der Berufsbildung 1992 (LG 40/1992) kann das Land Südtirol neben den berufsvorbereitenden Bildungs- und Beratungsmaßnahmen auch berufsbegleitende Maßnahmen verwirklichen. Hierunter fallen Kurse zur Vorbereitung auf die Befähigungsprüfungen für die Ausübung der einzelnen Berufe und auf öffentliche Wettbewerbe. Diese werden von der Abteilung Personal gemäß Kapitel 1 der Durchführungsverordnung über die Aufnahme in den Landesdienst (Dekret des Landeshauptmanns vom 30.Mai 2003, Nr.20) öffentlich ausgeschrieben und durchgeführt.

Jeder, der den Beruf der Forstwache ausüben möchte, muss daher an einem öffentlichen Ausbildungswettbewerb teilnehmen. Bei Erfüllen aller Voraussetzungen der Ausschreibung und bei Bestehen der Prüfungen nehmen die Bewerber an einem wenigstens fünf Monate dauernden theoretisch-praktischen Ausbildungskurs teil. Nach Abschluss des Kurses und der Abschlussprüfungen werden die Gewinner des Wettbewerbes aufgrund einer Rangordnung mit unbefristetem Arbeitsvertrag als Forstwachen eingestellt. Sie haben eine Probezeit von sechs Monaten zu leisten (Amt für Personalaufnahme, 2008).

2.1.2. Forstschule Latemar

Im heurigen Jahr 2009 wird die Grundausbildung zum Forstwart, der „Forstwachenkurs“, erstmals in der Forstschule Latemar abgehalten (siehe Abbildung 2.1). Die Schule ist seit 1973 als Bildungseinrichtung aktiv, nach dem Umbau seit Oktober 2006 wiedereröffnet

und wird vom Landesbetrieb für Forst- und Domänenverwaltung geführt (Autonome Provinz Bozen, 2009). Sie ist Aus- und Weiterbildungszentrum für die Bereiche Forst, Holz und Jagd. Die Forstschule ist 25 km von der Landeshauptstadt Bozen entfernt und liegt somit zentral für die Teilnehmer aus den verschiedenen Landesteilen.

Die Forstschule Latemar liegt innerhalb der von der zuständigen Domänenstation Latemar verwalteten Flächen und nahe des Landessägewerkes Latemar (siehe Kapitel 2.2). Dies ist besonders für die in der Schule abgehaltenen praxisnahen Veranstaltungen wie z.B. Kurse, Exkursionen, Tagungen und Schulungen von großer Wichtigkeit. Die Bildungstätigkeit erfolgt durch Fachleute aus den jeweiligen Sachbereichen. Es gibt kein ganzjährig beschäftigtes Lehrpersonal (Autonome Provinz Bozen, 2009).



Abbildung 2.1.: Forstschule Latemar

2.2. Latemarwald

Die Einrichtung der Weiserflächen, die im Rahmen der vorliegenden Arbeit durchgeführt wurde, erfolgte im Latemarwald. Die Südtirol-Übersichtskarte in Abbildung 2.2 zeigt die Lage des Untersuchungsgebiets in der Gemeinde Welschnofen, im oberen Eggental, nahe des Karerpasses. Der Latemarwald bedeckt die Nordflanke des namensgebenden Latemar-massivs in den südwestlichen Dolomiten (siehe Abbildung 2.3). Er befindet sich im Besitz des Landes Südtirol und wird daher vom Landesbetrieb für Forst- und Domänenverwaltung bewirtschaftet.



Abbildung 2.2.: Übersichtskarte von Südtirol mit markierter Lage des Untersuchungsgebiets (Quelle: Abteilung Raumordnung (2009) mod.)

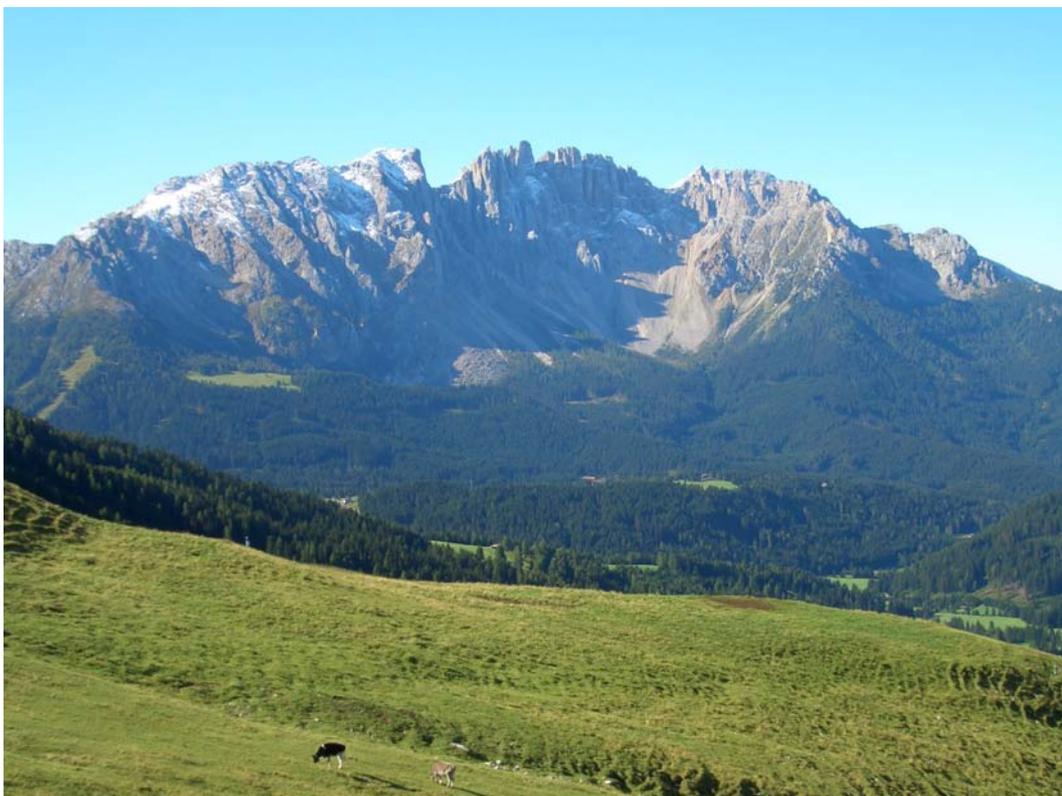


Abbildung 2.3.: Die Ausdehnung des Latemarwaldes (Quelle: Forstschule Latemar (2009))

2.2.1. Besitzverhältnisse

Der Landesbetrieb für Forst- und Domänenverwaltung ist ein Sonderbetrieb des Landes Südtirol und betreut 75.282 ha landeseigene Flächen, das sind rund 10 % der gesamten Landesfläche. Dem Landesbetrieb obliegt die Bewirtschaftung dieser über ganz Südtirol verstreuten Flächen. In den Zuständigkeitsbereich des Landesbetriebes fallen auch das Landessägewerk Latemar, der Forstgarten Aicha und die Forst- und Jägerschule Latemar (Autonome Provinz Bozen, 2009).

Die vom Landesbetrieb verwalteten Waldflächen (5.240 ha) sind auf 68 Gemeinden Südtirols verteilt und werden über vier Domänenstationen verwaltet: Aicha, Villnöß, Moos in Passeier und Latemar (Autonome Provinz Bozen, 2009).

Die Domänenstation Latemar beaufsichtigt eine Waldfläche von 1.563 ha. Der Großteil der Waldfläche entfällt auf die beiden Hauptkomplexe Latemarwald und Kölbleggerwald am Fuße des Rosengartens. Der Wald liegt innerhalb des touristisch sehr beliebten Gebietes um Latemar und Rosengarten. Der bekannte Karersee wird vom Latemarwald umschlossen (siehe Abbildung 2.4) (Autonome Provinz Bozen, 2009).

2.2.2. Rahmenbedingungen für die Bewirtschaftung

Der Latemarkomplex umfasst eine Fläche von ca. 1.154 ha und erstreckt sich vom Landessägewerk Latemar bis zum Karerpass. Er reicht von 1400 m bis zur Waldgrenze auf knapp 2100 m Seehöhe (siehe Abbildung 2.5). Die Bestände stocken meist auf N-, NO- und NW- exponierten Standorten. Die Unterhänge sind eher flach oder nur wenig geneigt, die Oberhänge eher steil und von Murgräben und Lawenstrichen durchzogen (Noggler, 2000).

Der Latemarwald wird als einer der schönsten Fichtenwälder der Alpen bezeichnet und ist ein beliebtes Exkursionsziel (Autonome Provinz Bozen, 2009).

Bei den Baumarten dominiert die Fichte, wobei Tanne regelmäßig beigemischt ist. Lärche und Zirbe kommen in den höheren Lagen vor. Die günstigen klimatischen Verhältnisse ermöglichen eine außerordentlich gute Wuchsleistung der Waldbestände. Die Holzqualität zählt zu den besten Südtirols. Latemarholz ist sehr begehrt, da es für seine äußerst gute Faser bekannt ist (Autonome Provinz Bozen, 2009). Bereits im 16. Jhd. war das Holz dieser Gegend weithin bekannt. Es wurde bis nach Venedig verkauft, wo es zur Herstellung von



Abbildung 2.4.: Der Karersee umgeben vom Karerwald im Latemarkomplex (Quelle: Forstschule Latemar (2009))

Segelmasten verwendet wurde (Noggler, 2000). Das gesamte Sägerundholz wird heute in der Latemar-Säge eingeschnitten und vermarktet.

Eine Besonderheit des Latemarwaldes ist das Vorkommen von „Klangholz-Fichten“. Das Klangholz wird im Instrumentenbau eingesetzt. Im Latemarwald können rund 2 % des anfallendes Holzes als Instrumentenholz verkauft werden (Schmiedler, 2002).

Der Gesamtvorrat beträgt 385.036 Vfm (395 Vfm/ha), der jährliche Hiebsatz 4600 Vfm (4,72 Vfm/ha)(Autonome Provinz Bozen, 2009).

2.2.3. Waldeinteilung

Planungsgrundlage für die Bewirtschaftung des Latemarwaldes ist der Waldbehandlungsplan für die beiden Komplexe des Domänenbesitzes Latemar und Kölbllegg (Noggler, 2000). Er hat eine Gültigkeitsdauer von 10 Jahren (2000-2009). Danach erfolgt die Waldeinteilung des Latemarkomplexes in die Betriebsklassen Wirtschaftswald A und Schutzwald im Ertrag und in 50 Abteilungen (siehe Abbildung 2.5). Die Inventurdaten basieren auf Vollkluppierungen und taxatorischen Erhebungen. Für jede Waldabteilung gibt es einen Lokaltarif pro Baumart, der sich aus Mittelhöhe (ca. 20 Höhen pro Abteilung) und Mitteldurchmesser (Vollkluppierung) ergibt. Der Tarif ist eine schnelle Methode, um nur mit der Eingangsgröße BHD das Volumen eines Stammes in der Massentafel ermitteln zu können. Der Tarif wird v.a. bei der Holzauszeige und für die Berechnung des Vorrats pro Abteilung und pro Hektar verwendet (Moser, 1991). In Südtirol gibt es zwar Ertragstafeln, doch werden diese selten angewendet.

2.2.4. Klima

Neben der Forstschule Latemar befindet sich auf 1700 m eine Wetterstation (siehe Abbildung 2.6).

Die Abbildung 2.7 zeigt die durchschnittlichen monatlichen Temperaturen und Abbildung 2.8 die minimalen und maximalen Temperaturen für das Untersuchungsgebiet im Zeitraum 2003-2007. Das Latemargebiet weist keine besonders tiefen Wintertemperaturen auf. Die Sommer sind frisch und die mittleren Jahrestemperaturen sind relativ hoch. Nach Noggler (2000) beläuft sich die Anzahl der Tage mit über 10°C auf ca. 120. Es treten weder Spät-

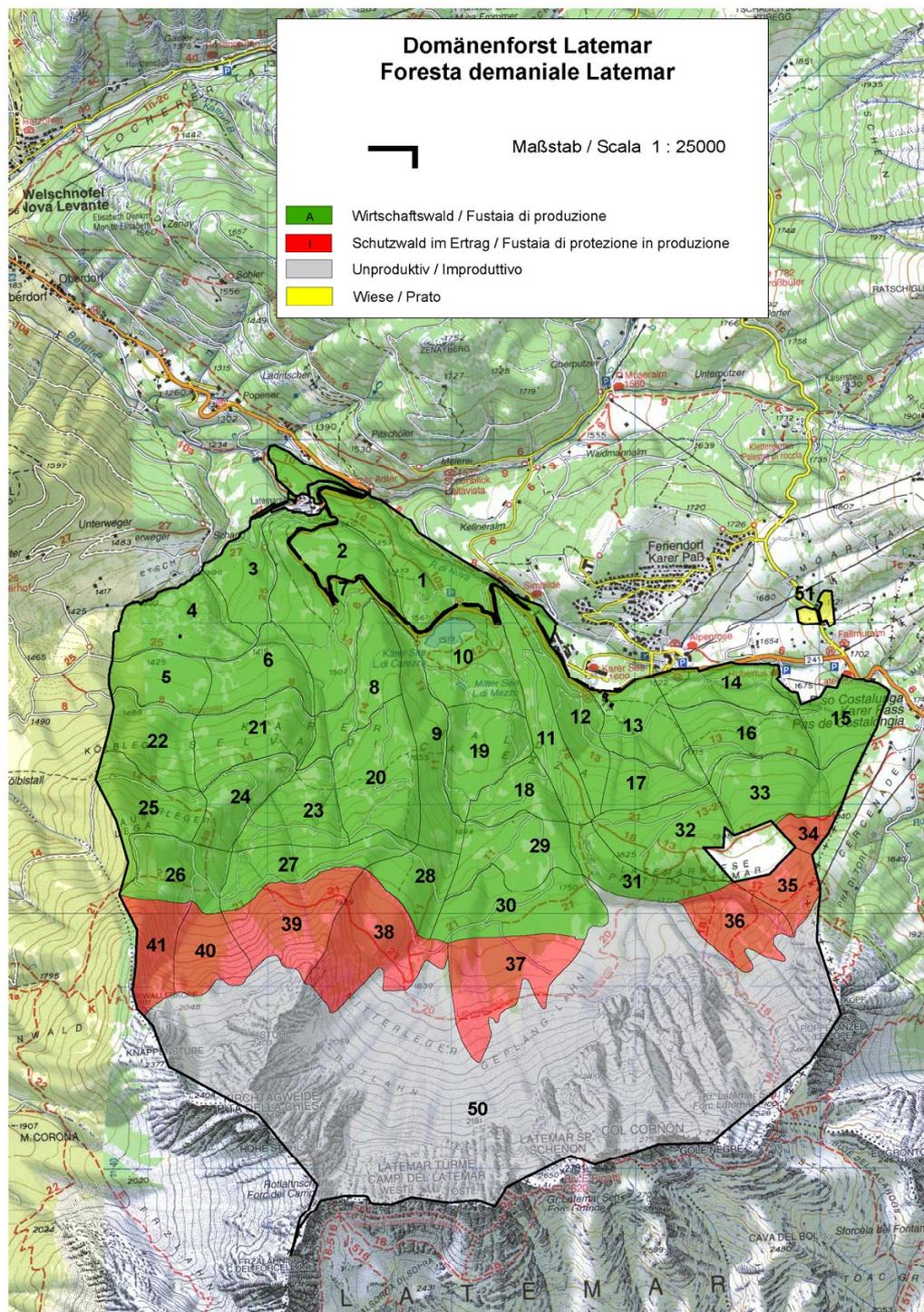


Abbildung 2.5.: Latemarkomplex mit Besitzgrenzen, Betriebsklassen und Abteilungen
(Quelle: Amt für Forstplanung (2009))



Abbildung 2.6.: Die Messstation „Karerpass“ auf 1700 m

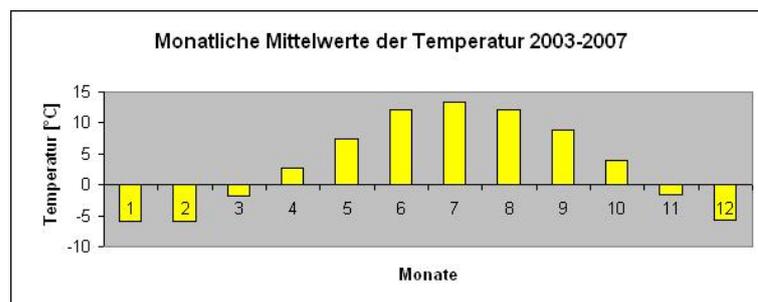


Abbildung 2.7.: Die mittleren monatlichen Temperaturen im Gebiet des Latemarwaldes in °C (Quelle: Hydrographisches Amt (2008))

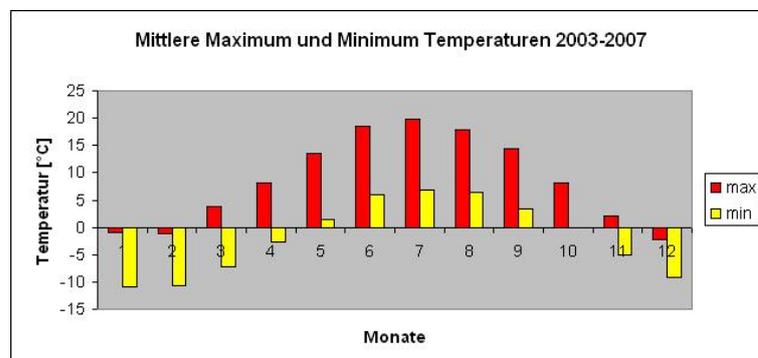


Abbildung 2.8.: Die Minima und Maxima des jährlichen Temperaturverlaufs für das Gebiet des Latemarwaldes in °C (Quelle: Hydrographisches Amt (2008))

noch Frühfrost mit nennenswerten Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit der Bestände auf (Autonome Provinz Bozen, 1975).

Die mittleren Jahresniederschläge erreichen nach Auswertung der vom Hydrographischen Amt zur Verfügung gestellten Messdaten, auf 1700 m ca. 1000 mm (Hydrographisches Amt, 2008). Die Höhe der Niederschläge schwankt zwischen 900 mm in den tieferen Lagen und 1250 mm an den Standorten am Oberhang (Autonome Provinz Bozen, 1975). Wie in Abbildung 2.9 ersichtlich, erreichen die Niederschläge während der Sommermonate ihr Maximum, im Winter ihr Minimum. Dies ist typisch für den gesamten inneralpinen Alpenraum (Noggler, 2000).

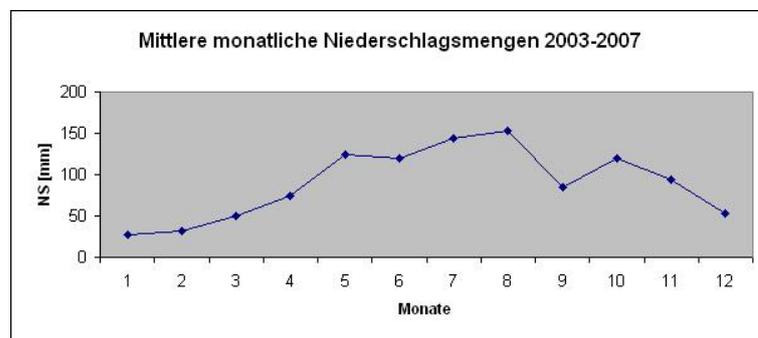


Abbildung 2.9.: Die monatlichen durchschnittlichen Niederschlagsmengen (NS) in mm für das Latemargebiet (Quelle: Hydrographisches Amt (2008))

Es ist festzuhalten, dass diese günstige Verteilung der Niederschläge über das gesamte Jahr hindurch, trotz eher geringen Jahresniederschlags, und die gegebenen Temperaturbedingungen es ermöglichen, dass der Latemarwald eine sehr gute Wachstumsleistung aufweist. Die Lufttemperatur ist in der Vegetationsperiode eher niedrig, die Niederschlagsmengen relativ hoch. Länger andauernde Winde fehlen. Dies bewirkt, dass die Verdunstung gering bleibt, und somit die Feuchtigkeit in den Beständen besser erhalten bleibt.

Ein großer Teil der Niederschläge fällt in Form von Schnee. Aufgrund von Erfahrungswerten liegen die erreichten Schneehöhen im Untersuchungsgebiet zwischen zwei bis vier Metern (Autonome Provinz Bozen, 1975). Entscheidender für die Vegetationsentwicklung als die absoluten Schneemengen ist die tatsächliche Dauer der Schneebedeckung. In den tieferen Lagen des Latemarwaldes kann die Dauer der Schneebedeckung bei 110-120 Tagen und in den höhergelegenen Gebieten bei bis zu 200 Tagen liegen (Noggler, 2000).

Nach Auskunft des Leiters der Domänenstation Latemar Unterpertinger (03.11.2008) treten ungefähr alle zehn Jahre stärkere Schneebruchereignisse auf. Diese resultierten nicht zwangsläufig aus starken Schneefällen, sondern oft aus Nassschneeereignissen. Die letzten

größeren Schneebruchereignisse im Latemarwald liegen nach Angabe des Stationsleiters sieben Jahre zurück. Auch Anfang der 90er Jahre sollen Schneebrüche entstanden sein (Unterpertinger, 03.11.2008).

Der Latemarwald ist durch das umgebende Latemar- und Rosengartenmassiv vor starken Winden gut geschützt. Die Windbewegungen halten sich eher im Rahmen von schwachen Luftbewegungen (Autonome Provinz Bozen, 1975). Trotzdem sind Sturmschäden nicht auszuschließen. Besonders gefährlich können vorausgegangene Schneefälle sein, welche die Baumkronen stark belasten und dadurch die Hebelwirkung auf die Bäume verstärken (Noggler, 2000).

2.2.5. Geologie und Boden

Der Latemarwald weist die Gesteinsabfolge auf, die für das Dolomitengebiet charakteristisch ist. Je nach Hangneigung und Geländeform sind die einzelnen Formationen mehr oder weniger erkennbar (Noggler, 2000).

Aus der geologischen Karte (siehe Abbildung 2.10) ist ersichtlich, dass in den tieferen Lagen des Latemarwaldes der Südtiroler Vulkanit Komplex überwiegt. Dabei handelt es sich neben einer komplexen Abfolge von vulkanischen Produkten um den „Bozner Quarzporphyr“. Darüber lagert die Grödner Formation mit dem Grödner Sandstein, der sich aus quarzreichen Flusssedimenten gebildet hat. Geologisch später entstanden sind die Belerophonschichten, die aus unterschiedlichen Lagen aus Gips, Sandstein, Mergel und Kalk aufgebaut sind. Sie wurden am Ende des Perms durch die Überflutung der heutigen Dolomitenregion durch das Tethys-Meer gebildet. Durch die weitere Tätigkeit des Tethys-Meeres entstand als weitere Ablagerung die Werfener Formation. Dabei handelt es sich um Ablagerungen von Sand, Ton, Kalk und Fossilien. Darauf aufbauend finden sich die aus den Überresten von Kalkalgen aufgebaute Contrin Formation und die aus Kalksedimenten entstandene Buchenstein Formation. Schließlich bildeten sich durch das Absinken des Meeres mächtige Korallenriffe, die heute den Hauptteil des Latemars ausmachen (Latemar Kalk) (Autonome Provinz Bozen, 1975).

Mit der Hebung der Alpen in der Kreidezeit begann auch die Erosion der Gebirge. Die jüngeren Abtragungen sind Sedimente wie Moränen, Alluvionen und Hangschutt. Sie nehmen einen großen Teil im Bereich des Latemarkomplexes ein. Die Hangschutt- und Moränenablagerungen überdecken vor allem im Waldbereich des Latemarkomplexes das Muttergestein weitgehend (Autonome Provinz Bozen, 1975). Somit sind sie für die Bodenent-

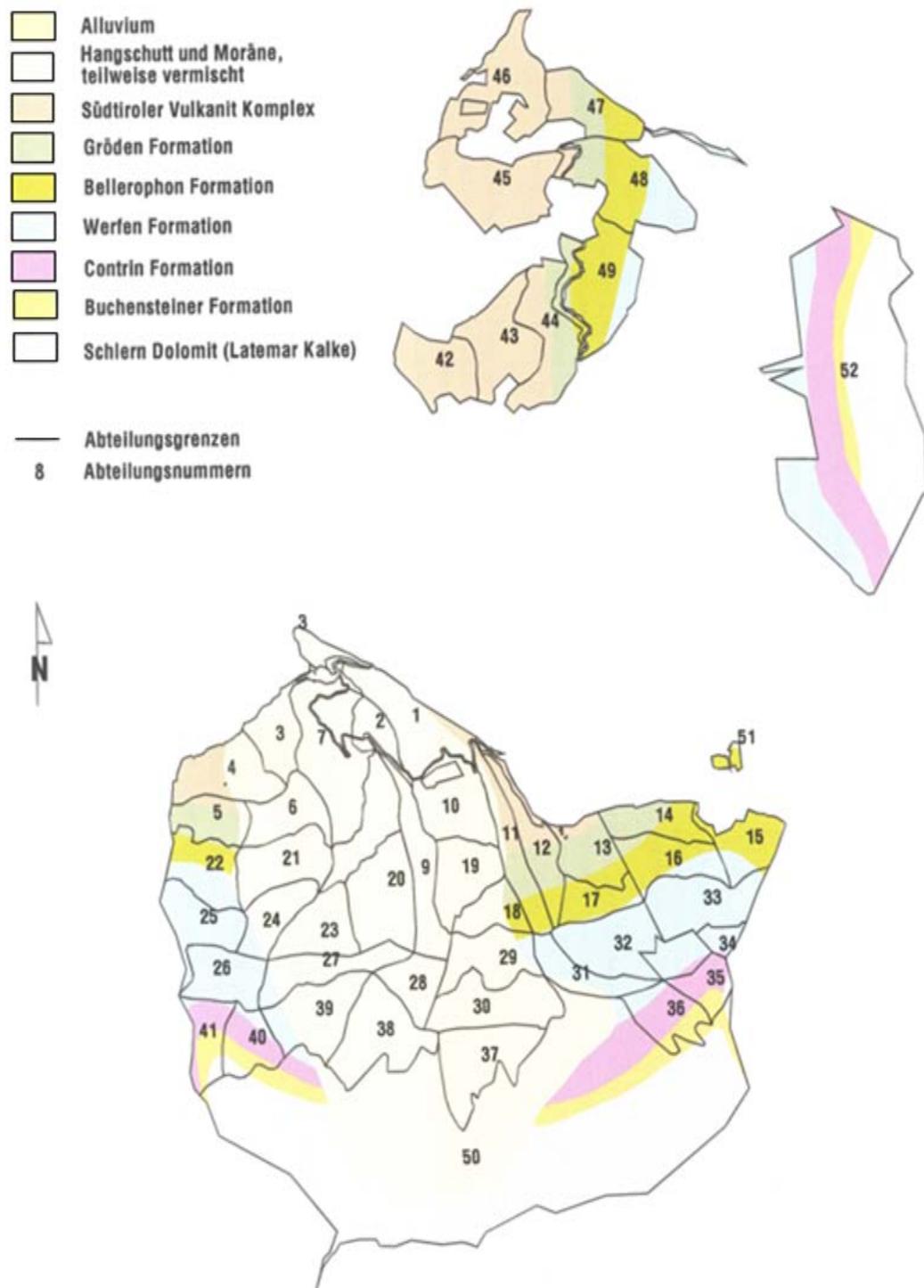


Abbildung 2.10.: Geologische Karte für das Gebiet des Landesbetriebs für Forst- und Domänenverwaltung im Latemar-Rosengarten Gebiet. Der große Komplex ist der Latemarwald (Quelle: Nogglar (2000)).

wicklung entscheidend. Die Lockersedimente beeinflussen den Wasserhaushalt und haben kleinflächige Wechsel der Standortverhältnisse zur Folge (Noggler, 2000). Im Latemarwald überwiegen frische bis feuchte Hangschuttböden. Sie sind tief- bis mittelgründig und weisen einen hohen Anteil an lehmig-toniger Feinerde auf. Es handelt sich um den Bodentyp Braunerde. Mit zunehmender Höhenlage kommen auch podsolige Braunerden und Podsole vor. Die steileren und flachgründigen Hangstandorte sind je nach Grundgestein Rendzinen oder Ranker (Autonome Provinz Bozen, 1975).

2.2.6. Vegetation und Bewirtschaftung

Die tiefer gelegenen Abteilungen des Latemarwaldes werden von hochstaudenreichen Fichten-Tannenwäldern dominiert. Charakteristisch sind die tiefgründigen, mäßig sauren Standorte und die hohe Wuchsleistung der Bestände mit Oberhöhen von 30 bis 40 m. Die Krautschicht ist stark ausgebildet und wuchert vor allem in Bestandeslücken. Die Verjüngung der Tanne ist solange gesichert, sofern sich eine Vorausverjüngung entwickelt hat bevor eine Auflockerung des Bestandes die Entwicklung der Hochstaudenvegetation bewirken kann (Noggler, 2000). Ab 1.500 m fällt die Tanne zunehmend aus und es überwiegen natürliche Fichtenreinbestände. Diese sind als subalpine Hochstauden-Fichtenwälder einzustufen. Charakteristisch für diese Waldgesellschaft sind die langbekronten, schmal-kronigen und geradschaftigen Einzelbäume, sowie die trupp- bis gruppweise verteilten Bestandesindividuen. Sie wachsen in stabilen Rotten auf. Diese Wälder weisen die besten Wuchsleistungen innerhalb des subalpinen Fichtenwaldes auf (Noggler, 2000).

Gegen die Waldgrenze hin mischen sich Lärche und Zirbe in die Fichtenbestände ein. Dennoch sind keine reinen Lärchen-Zirbenbestände vorhanden. Es überwiegen mehrstufige, stabile Mischbestände. Sie bilden auf ca. 2000 m die natürliche Waldgrenze. Eine detailliertere Beschreibung der Vegetation und der Waldgesellschaften für die Weiserflächen ist im Anhang C.1 angeführt.

Problematisch ist die Verjüngungssituation im Latemarwald für die hochstaudenreichen Fichten-Tannenwälder und die subalpinen Hochstauden-Fichtenwälder. Schon die geringsten Bestandesauflockerungen bewirken eine explosionsartige Entwicklung der Hochstaudenflur. Häufige Arten der Hochstaudenvegetation sind Frischezeiger mittlerer Standorte wie z.B. Reitgräser, Farne und Fuchs-Greiskraut oder Feuchtezeiger wie der Graue Alpenrost und der Alpenmilchlattich. Sie können Brusthöhe erreichen und die Sämlinge konkurrenzieren (Noggler, 2000).

Für ein Ankommen der Verjüngung sind neben ausreichend Licht und Wärme vor allem günstige Kleinstandorte ausschlaggebend. Hierzu zählen erhöhte Geländestellen, Moderholz, Wurzelteller und Stöcke (Ott, 1997). Nach Nogglner (2000) bereitet auch der staudenfreie, leicht versauerte Schirmbereich der langbekronten Bäume ein günstiges Keimbett für die Fichtenverjüngung.

In den Altbeständen sind die Individuen gut erkennbar, die aus der Moderholzverjüngung hervorgegangen sind. Sie haben Stelzwurzeln ausgebildet; der alte Stock ist darunter verfault. Waldbaulich wird im Latemarwald versucht, den Verjüngungsproblemen mit Schlitzhieben entgegenzuwirken. Es handelt sich um schmale (halbe Baumlänge), lange (zweifache Baumlänge) Schlitze, die schräg zur Falllinie durchgeführt werden. Dabei werden in den geschlossenen Altholzbeständen durch die truppweise Entnahme Lücken geschaffen, die je nach Exposition von der Morgen- oder Abendsonne erwärmt werden. Weiters wird auch das Femelschlagverfahren angewendet und bestehende Verjüngungskerne werden vorsichtig erweitert (Schmiedler, 2002).

2.3. Waldtypisierung und Weiserflächenkonzept

2.3.1. Weiserflächenkonzept

Im Rahmen des Projekts „Waldtypisierung Südtirol“ des Landesamtes für Forstplanung wurden für ganz Südtirol die potentiell natürlichen Waldtypen bestimmt. Insgesamt wurden 113 verschiedene Waldtypen bestimmt, welche 15 überregionalen Waldgruppen zugeordnet werden. 85 Waldtypen werden in einer Waldtypenkarte im Maßstab 1:25.000 dargestellt und ausführlich beschrieben. Neben einer ökologischen Beschreibung gibt es jeweils eine Darstellung der wichtigsten Bestandesmerkmale (Hintner, 2008). Für jeden Waldtyp werden waldbauliche Beurteilungen abgegeben, Empfehlungen zu Pflege und Bewirtschaftung ausgearbeitet und in einem ökologischen Handbuch gesammelt dargestellt. Hierfür wurden auch die praktischen Erfahrungen des Forstpersonals mit einbezogen (Autonome Provinz Bozen, 2007).

Im Zuge der Waldtypisierung wurde von Pircher (2006) ein Weiserflächenkonzept erstellt. Dieses wird dazu verwendet, um für die häufigsten Waldtypen Südtirols Weiserflächen einzurichten. Weiserflächen sind Dauerbeobachtungsflächen. Auf ihnen können die waldbaulichen Empfehlungen aus dem ökologischen Handbuch für den jeweiligen Waldtyp in die Praxis umgesetzt werden (Vacik u. a., 2008). Die waldbaulichen Eingriffe und deren

Effekte sollen mittel- bis langfristig beobachtet und so zusätzliche Informationen für die waldbauliche Behandlung des betreffenden Waldtyps gewonnen werden (Pircher, 2006). Gleichzeitig dienen diese gut dokumentierten Flächen als anschauliches Lehr- und Lernobjekt für die Aus- und Weiterbildung des Forstpersonals (Hintner, 2006). Das Weiserflächenkonzept wurde in Südtirol bereits umgesetzt. Sowohl in Gossensass als auch im Latemarwald am Karerpass wurde jeweils ein Altholzbestand als Weiserfläche eingerichtet.

Im Auftrag des Amts für Forstplanung wurden im Zuge der vorliegenden Masterarbeit auf den Flächen des Domänenbetriebs Latemar erstmals in Südtirol Weiserflächen der Wuchsklasse Stangenholz eingerichtet. Als Grundlage dafür wird das vorgestellte Weiserflächenkonzept von Pircher (2006) herangezogen.

In Bezug auf die Zielsetzung der vorliegenden Arbeit wird eine Modifikation des Weiserflächenkonzepts vorgenommen, die sich sowohl im Aufnahmedesign als auch in der Verwendung der Flächen manifestiert.

Nachfolgend werden die unterschiedlichen und vielfältigen Aufgaben der Weiserflächen modifiziert nach Pircher (2006) angeführt:

- Musterbestand für einen Waldtyp
- Datengrundlage für die Prognose der Waldentwicklung
- Lehr- und Lernobjekt für Exkursionen und für Aus- und Weiterbildung
- Grundlage für die Vereinbarung von Zielen der Waldpflege und Nutzung
- Demonstration von waldbaulichen Eingriffen
- Mittel- bis langfristige Beobachtung der Effekte von waldbaulichen Behandlungen
 - Vergleich zwischen unterschiedlichen Behandlungen
 - Möglichkeit der Erfolgskontrolle
 - Erkennen der Ursachen für Absterbeprozesse
 - Beurteilung der Entwicklung von Konkurrenzverhältnissen
 - Beschreibung der vertikalen und horizontalen Strukturmerkmale
 - Beobachtung der Wertentwicklung des Bestandes
 - Analyse der Kosten und Erträge bei waldbaulichen Eingriffen

2.3.2. Weiserflächen als Lehr- und Lernobjekt

Eine der Hauptaufgaben der Weiserflächen im Latemarwald ist die Funktion als Lehr- und Lernobjekt für die Aus- und Weiterbildung des Forstpersonals. Dahingehend wird die Einrichtung der Weiserflächen so konzipiert, dass sie sowohl als Übungsobjekt als auch als Anschauungsobjekt für den in der Forstschule Latemar durchgeführten Forstwachenkurs dienen können. Die Abbildung 2.11 skizziert die Funktion der Flächen folgendermaßen:

- Die Flächenpaare F1 & F2, F3 & F4 und F5 & F6 werden jeweils unter ähnlichen Wuchsbedingungen und auf annähernd gleichen Standorten angelegt.
- Auf den Flächen F1, F3 und F6 wird im Rahmen der vorliegenden Arbeit ein Variantenstudium von einerseits im Gelände ausgezeigten und andererseits von am PC generierten Durchforstungseingriffen mit MOSES 3.0 durchgeführt. Dabei soll die „geeignetste“ Variante identifiziert und umgesetzt werden (siehe Kapitel 6). Für den Forstwachenkurs können diese Flächen -sobald der Durchforstungseingriff umgesetzt wird- als Anschauungsbeispiel, der Forstschule Latemar als Exkursionspunkt dienen. Für das Weiserflächenkonzept ist die weitere Entwicklung der Flächen nach der Durchforstung von Bedeutung.
- Für den Forstwachenkurs selbst sind die Flächen F2, F4 und F5 relevant. Sie dienen einerseits als Nullflächen für die Durchforstungsflächen und andererseits sollen im Laufe der im Sommer vorgesehenen Waldbau-Übungen die Auszeichnungsübungen und eine Analyse der Durchforstungseingriffe mit MOSES 3.0 (Latemar) durchgeführt werden.

Im Zuge der Einrichtung der Weiserflächen im Latemarwald (siehe Kapitel 4) wird neben den genannten sechs Weiserflächen eine siebte Fläche angelegt. Die Weiserfläche F7 wird aber in der vorliegenden Konzeption nicht berücksichtigt. Nach Angaben des Amtes für Forstplanung dient sie vorerst als Beobachtungsfläche.

Um die skizzierten Darlegungen in den Forstwachenkurs zu integrieren, erfolgt im nachfolgenden Kapitel die entsprechende didaktische Ausgestaltung.

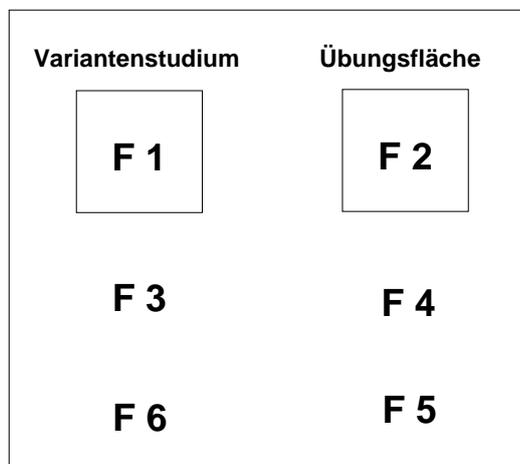


Abbildung 2.11.: Anordnung der Flächenpaare nach ihrer Verwendung als Übungsfläche für den Forstwachenkurs (Nullfläche) oder für das Variantenstudium (Umsetzung der „geeignetsten“ Variante)

3. Didaktische Ausgestaltung

Dieses Kapitel umfasst die theoretischen Grundlagen für die didaktische Konzeption der Durchforstungsübungen in der waldbaulichen Grundausbildung des Forstwachenkurses und die Umsetzung in die Unterrichtspraxis mit dem Wachstumssimulator MOSES 3.0 (Latemar).

3.1. Didaktisches Grundverständnis

Die Didaktik wird von Kron (2000) als Teildisziplin der Pädagogik bezeichnet. Didaktik ist die Art der Vermittlung zwischen Gegenstand und Lernendem (Herzog, 2002). Sie beschäftigt sich als allgemeine Didaktik -unabhängig von spezifischen Lerninhalten- mit der Theorie des Unterrichts und in weiterem Sinne mit der Theorie und Praxis des Lehrens und Lernens. Mit dem Lehren und Lernen bestimmter Lerninhalte beschäftigt sich die „Fachdidaktik“, die als ein eigenständiges Lehr- und Forschungsgebiet ausdifferenziert und institutionalisiert ist (Haselberger, 2008).

Nach Jank und Meyer (1997) soll sich die Didaktik mit folgenden Fragen in Bezug auf das Lehren und auf das Lernen beschäftigen:

- Wozu? (Ziele)
- Was? (Inhalte)
- Wie und womit? (Unterrichtsverfahren und -medien)
- Warum? (Begründungen)
- Wer? (Rolle der Beteiligten am Unterricht)
- Wann?
- Wo?

Das Hauptanliegen des Unterrichts ist es, Lernprozesse anzuregen, sie zu unterstützen und die Reflexion dieser Lernprozesse zu fördern. Hierbei hat die Auffassung, die das Lehrpersonal vom Lernen hat, eine steuernde Wirkung auf den Unterricht (Künzli und Bertschy, 2008). Daher ist es wichtig zu spezifizieren, welches Verständnis von Lernen der folgenden didaktischen Konzeption zu Grunde liegt.

In den 1960er Jahren bildete sich ein **konstruktivistisches Lernverständnis** heraus. Das Neue daran ist die Auffassung über den Wissenserwerb. Es gibt kein Verstehen ohne die strukturbildende Leistung einer Person (Künzli und Bertschy, 2008). Dies führt dazu, dass das Lernen aus konstruktivistischer Sicht als aktiver, selbstgesteuerter, konstruktiver, situativer und sozial eingebundener Prozess einer lernenden Person gesehen wird. Daraus ergibt sich für das Lehren, dass es nicht die Vermittlung und für das Lernen, dass es nicht die Aneignung eines extern vorgegebenen objektiven Zielzustandes ist. Vielmehr wird Lehren in diesem Verständnis als die Anregung des Subjekts gesehen, seine Konstruktion von Wirklichkeit zu hinterfragen, zu überprüfen, weiterzuentwickeln, zu verwerfen und zu bestätigen (Wernig, 1998).

Unter aktivem Lernen ist nicht nur Aktivität im Sinne von Handeln, sondern Lernen als aktive Auseinandersetzung mit dem Gegenstand, also als reflexives und körperliches Tätigsein zu verstehen. Die eigenen kognitiven Strukturen werden durch aktive Auseinandersetzung des Individuums mit der Außenwelt selber konstruiert. Es besteht eine ständige dynamische Wechselwirkung zwischen dem Lernenden und seiner sozialen Umwelt (Künzli und Bertschy, 2008).

Dieses konstruktivistische Lernverständnis hat Konsequenzen für die Gestaltung der Lernprozesse. Die Lehrperson ist zwar Vermittlerin von Wissen, doch soll sie vor allem eigenverantwortliches und selbstgesteuertes Lernen ermöglichen. Der Einfluss der Lehrperson ist unterstützend und anleitend, aber eingeschränkt. Das Vorwissen der Schüler soll aktiviert, neues Wissen erarbeitet und Transferprozesse angeregt werden, die es ermöglichen angeeignete kognitive Strukturen auf neue oder veränderte Situationen zu übertragen. Lernen soll durch Austausch mit den Mitschülern gefördert werden und ein Überdenken der eigenen Interpretation im Dialog soll stattfinden. Konstruktivistisch angelegter Unterricht kann also sowohl direkt und vermittelnd sein (direkte Lehrformen) als auch interaktiv und prozessorientiert (indirekte Lehrformen)(Künzli und Bertschy, 2008).

3.2. Didaktische Konzeption

3.2.1. Definition: Didaktisches Konzept

„Ein didaktisches Konzept erhebt den Anspruch, umfassend auf die didaktischen Fragestellungen zu antworten. Es bezieht sich dabei inhaltlich auf einen Fachbereich, einen fächerübergreifenden Bildungsbereich oder eine Schulstufe. Ein didaktisches Konzept trifft theorethisch konsistente, systematische Aussagen über den jeweiligen Bereich hinsichtlich verschiedener didaktischer Strukturelemente wie z.B. Lernziele, didaktische Prinzipien und Unterrichtsorganisation“ (Hoppe, 1996).

3.2.2. Didaktische Strukturelemente

3.2.2.1. Lernziele

Die Lernziele kommunizieren die Ansprüche an den Lernenden und werden in der Regel durch die Lehrenden bestimmt. Idealerweise werden sie mit den Lernenden ausgehandelt oder zumindest besprochen. Für die Lehrenden haben sie eine planende Funktion bei der Ausrichtung des Unterrichts und eine Kontrollfunktion für die Überprüfung des Unterrichts. Das Erreichen der Lernziele hängt allerdings von mehreren Faktoren ab und nur zum Teil von der Lehrperson und vom Unterricht (Künzli und Bertschy, 2008).

Lernziele lassen sich gemäß Künzli und Bertschy (2008) nach mehreren Gesichtspunkten unterscheiden:

- *Abstraktionsniveau*: Es gibt Bildungsziele, Leit- und Richtziele, Grob- und Feinziele. Während Bildungsziele sehr generelle Aussagen darüber treffen, nach welchen Zielsetzungen der Unterricht erfolgen soll, geben Leitziele und Richtziele die Zielsetzungen des Fachbereichs an. Leitziele sind sehr unspezifisch und werden durch die Richtziele etwas konkreter. Für mehrere Unterrichtseinheiten werden sie aber durch die Grob- und Feinziele konkretisiert. Dabei sind die Feinziele noch präziser und eindeutiger als die Grobziele (Planung einer Unterrichtseinheit). Feinziele beschreiben die Lernziele für Lektionen bzw. Teilbereiche von Unterrichtseinheiten und z.B. auch damit verbundene Lernergebnisse.

- *Anspruchsniveau*: Bloom (1976) teilt Lernziele in kognitive (intellektuelle Fähigkeiten), affektive (Werthaltungen, Einstellungen) und psychomotorische Lernziele (alle Arten von gesteuerter Bewegung) ein.
- *Kompetenzbereiche*: Die Lernziele führen zum Erlangen von sogenannten Schlüsselkompetenzen. Dazu zählen u.a. selbstständiges Handeln, interaktive Nutzung von Medien und Tools und Handeln in sozial heterogenen Gruppen.

3.2.2.2. Didaktische Prinzipien

Didaktische Prinzipien bilden den normativen Rahmen für die Planung, Durchführung und Auswertung von Unterricht. Sie wirken als Grundsätze, nach denen Unterricht geplant und durchgeführt wird. Sie geben auch Antwort auf die Unterrichtsorganisation und sind von den Prinzipien der Schulorganisation zu unterscheiden, welche die Normen der Schule ausdrücken (Künzli und Bertschy, 2008).

3.2.2.3. Unterrichtsinhalt

Gegenstände aus der Realität werden durch die Entscheidung sie im Unterricht zu behandeln zu Unterrichtsgegenständen und durch eine **didaktische Aufbereitung** zu Unterrichtsinhalten (Themen). Durch den Vorgang der didaktischen Reduktion wird der Unterrichtsgegenstand so bearbeitet, dass die relevanten Aspekte für die Schüler begreifbar werden (Künzli und Bertschy, 2008).

3.2.2.4. Unterrichtsorganisation

Die Unterrichtsorganisation legt fest, wie der Unterrichtsverlauf zu gestalten ist, um die Ziele zu erreichen. Sie wird durch die Rahmenorganisation, die Rhythmisierung des Unterrichts (zeitlich und methodisch) und die Unterrichtsmethoden genauer bestimmt (Künzli und Bertschy, 2008):

- Die **Rahmenorganisation** bestimmt die Art der Gestaltung des Unterrichtsverlaufs durch verschiedene Formen von Medien und Materialien, durch Projektunterricht oder Werkstattunterricht.

- Die **Rhythmisierung** des Unterrichts bestimmt die zeitliche und methodische Abfolge von Lernschritten im Unterrichtsverlauf. Sie soll möglichst flexibel sein und laut Baeriswyl (2000) zit. nach Künzli und Bertschy (2008) soll das Lehren so erfolgen, dass die Schritte Einstieg/Motivation- Erarbeiten/Verarbeiten- Ergebnissicherung/Kontrolle sich in jedem Lernprozess wiederholen.
- Die **Methoden** können sehr vielfältig sein. Während bei **direkten** Methoden (z.B. Präsentation, Vortrag) die Lehrperson die wichtigste Informationsquelle für Fakten, Regeln und Handlungsabläufe ist, zielen die **indirekten** Methoden darauf ab, dass die Lernenden eigenständig arbeiten (z.B. Projektarbeit)(Künzli und Bertschy, 2008).

Basierend auf den dargelegten Grundlagen wird nachfolgend das didaktische Konzept für den Forstwachenkurs erläutert.

3.3. Didaktisches Konzept zu den „Grundlagen der Durchforstung“

Der Forstwachenkurs wird in drei übergeordnete Fächerblöcke unterteilt: technische Fächer, Gesetze und Verwaltung. Der Block der technischen Fächer umfasst u.a. die Fachgebiete der Botanik, der Forsteinrichtung, des Forstschutzes und des Waldbaus. Das Fach Waldbau umfasst u.a. die Unterrichtseinheiten Waldverjüngung, Bestandespflege und Endnutzung. Für die Unterrichtseinheit Bestandespflege stehen zwei Wochenstunden zur Verfügung. Sie umfasst mehrere Themenbereiche: Jungwuchs- und Dickungspflege, Durchforstung und Astung. Dem Themenbereich Durchforstung steht laut Lehrplan eine Doppelstunde im Kurs zur Verfügung (Anon, 2008a).

Ein Teilziel dieser Masterarbeit ist es, ein didaktisches Konzept zu entwerfen, welches die Integration des Mediums MOSES 3.0 (Latemar) in den Waldbau-Unterricht des Forstwachenkurses vorsieht. Der Wachstumssimulator muss anwenderfreundlich sein und die Ergebnisse aus den Simulationen von Durchforstungseingriffen müssen den Ansprüchen der Kursteilnehmer entsprechend aufbereitet werden. Weiters sollte es möglich sein, die angestrebten Lernziele anhand der Visualisierung von ausgewählten Kennzahlen und aussagekräftigen Diagrammen zu erreichen.

Der Forstwachenkurs, für den das nachfolgende Konzept „Grundlagen der Durchforstung“ ausgestaltet wird, wird in unregelmäßigen Jahresabständen je nach Bedarf abgehalten. Der Forstwachenkurs 2008/2009 findet im Zeitraum vom 3. November 2008 bis zum 17. April 2009 statt. Im Sommer 2009 soll das vorliegende Konzept für die Implementierung von MOSES 3.0 (Latemar) in den Waldbau-Unterricht des Forstwachenkurses erstmals umgesetzt werden.

Für die praktische Umsetzung des Konzeptes ist es wichtig, dass die Wissensvermittlung zielgruppenorientiert erfolgt (Jirikowski, 2005). Daher ist bei der didaktischen Konzeption „Grundlagen der Durchforstung“ für den Forstwachenkurs zu berücksichtigen, dass Erwachsene die Zielgruppe sind. Erwachsene lernen teilweise anders als Jugendliche (Jirikowski, 2005).

Während beim Kind das Neulernen überwiegt, ist Erwachsenenbildung nach Siebert (2000) vor allem ein Anschlusslernen. Dabei nimmt die Selbstreferentialität des Lernens mit dem Alter zu. Neues Wissen wird mit vorhandenem Wissen verglichen, aufgrund früherer Erfahrungen ausgewählt und uminterpretiert. „Je älter ein Mensch wird, desto mehr resultiert Wissen rekursiv aus früherem Wissen“ (Siebert, 2000). Dies erklärt auch die Zunahme von individuellen Lernunterschieden mit dem Alter. Ein Nachteil des Anschlusslernens ist, dass Erfahrungen gleichzeitig auch Lernbarrieren für Neues sein können (Siebert, 2000).

Nach Siebert (2000) erwarten die meisten Erwachsenen eine kompetente Lehre. Sie wollen nicht nur kommunizieren, interagieren und reflektieren, sondern auch Relevantes, Interessantes und Neues hören und lernen. Als Zuhörer sind sie nicht bloße „Rezipienten“ und „Empfänger“, sondern nehmen eine prüfende, kritische Haltung gegenüber dem Wissensangebot ein. Oft wird in diesem Sinne Ungewohntes und Irritierendes vorerst nur wahrgenommen und im „Wissensreservoir“ gespeichert, und erst sehr viel später darauf zurückgegriffen.

Die nachstehenden Ausführungen erklären zunächst den Aufbau des didaktischen Konzeptes „Grundlagen der Durchforstung“. Nachfolgend wird näher auf die Ablaufplanung und Umsetzung desselben eingegangen.

3.3.1. Konzeptaufbau

Abbildung 3.1 zeigt in Anlehnung an Künzli und Bertschy (2008) die konstituierenden Bausteine (didaktische Strukturelemente) des vorliegenden didaktischen Konzeptes. Die Bildungs-, Leit- und Richtziele und die abstrakten didaktischen Prinzipien dienen zur allgemeinen Orientierung der Unterrichtsorganisation und -durchführung. Die konkreten Grob- und Feinziele, die Inhalte, das Wann und Wo des Unterrichts und die Unterrichtsorganisation selbst werden in wechselseitiger Abhängigkeit zueinander bestimmt.

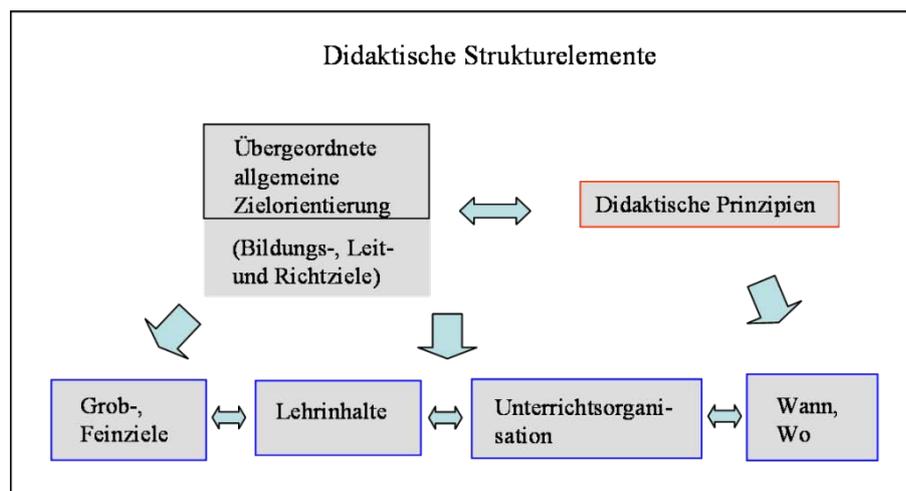


Abbildung 3.1.: Elemente des Didaktischen Konzeptes für den Themenbereich „Grundlagen der Durchforstung“ (Quelle: Künzli und Bertschy (2008), mod.)

Die **Bildungsziele** des vorliegenden Konzeptes richten sich nach dem Bildungsverständnis, welches im Leitbild des Landesforstdienstes zum Ausdruck kommt (Autonome Provinz Bozen, 2009). Dabei wird die Forderung nach qualifiziertem und kompetentem Personal deutlich. Die Bedeutung, welche der Ressource Wissen beigemessen wird, ist auch durch die Verankerung der forstlichen Aus- und Weiterbildung im Südtiroler Forstgesetz 1996 (LG 21/1996) bestätigt.

Als **Leit- und Richtziele** für den Themenbereich „Grundlagen der Durchforstung“ des Forstwachenkurses können folgende drei Schlüsselkompetenzen in Anlehnung an die Ausführungen von Künzli und Bertschy (2008) spezifiziert werden:

- Selbstständig handeln:
 - Folgen des eigenen Handelns kritisch hinterfragen und Fehler antizipieren lernen

- Individuelle Verantwortung übernehmen und realistische Selbsteinschätzung lernen
- Ergebnisse der Modellierung mit MOSES 3.0 (Latemar) kritisch reflektieren und Gelerntes auf andere Beispiele übertragen können
- Fähigkeiten zur Entscheidungsfindung stärken, sowie Wissenslücken erkennen und schließen lernen
- Material und Medien interaktiv nutzen:
 - Sich eine interdisziplinäre Betrachtungsweise im Umgang mit dem Waldwachstumssimulator MOSES 3.0 (Latemar) aneignen
 - Bereitschaft entwickeln, eigenes Wissen durch neue Informationen entweder anzupassen oder zu überprüfen
- Handeln in sozial heterogenen Gruppen:
 - Partizipation, Anerkennen von anderen Perspektiven und Hinterfragen der eigenen Perspektive
 - Einer Infragestellung der eigenen Meinung standhalten können und Gemeinsamkeiten mit anderen erkennen
 - Kritisches und analytisches Denken lernen und die eigene Meinung kommunizieren können

Als normative Grundsätze der Unterrichtskonzeption gelten die **didaktischen Prinzipien**. Sie sind im Hinblick auf die übergeordnete allgemeine Lernzielorientierung (siehe Abbildung 3.1) während des Unterrichts handlungsleitend. Von einer Vielzahl an didaktischen Prinzipien sind für das vorliegende didaktische Konzept drei didaktische Prinzipien von Bedeutung. Sie basieren auf dem bekannten Ansatz „Learning by Doing“ (engl. für „Lernen durch Handeln“) von Robert Baden-Powell, dem Gründer der Pfadfinderbewegung in Amerika (Jank und Meyer, 1997). In der Pädagogik wird John Dewey als wesentlicher Begründer dieses Ansatzes gesehen. William Heard Kilpatrick verknüpfte in weiterer Folge die Handlungsorientierung mit Erfahrungsorientierung. Sein Konzept geht davon aus, dass Lernerfolge nur möglich sind, wenn die Dinge ausprobiert und anschließend reflektiert werden. In Verbindung mit den Ideen der Reformpädagogen (z.B. Montessori) hat sich schließlich der Begriff **handlungsorientierter Unterricht** entwickelt (Jank und Meyer, 1997).

Die drei erwähnten didaktischen Prinzipien sind:

- *Handlungsorientierung und Reflexionsorientierung*: Zielgerichtete Reflexion des Unterrichtsinhaltes, konkretes Handeln und gemachte Erfahrungen sollen sich im Gleichgewicht und in Wechselwirkung zueinander befinden. Gefordert sind die aktive Auseinandersetzung mit dem Gegenstand und die Diskussion mit den anderen Kursteilnehmern. Lernen wird als aktiver Prozess gesehen -auch beim Reflektieren. Vorgefertigtes Wissen darf nicht nur übernommen werden, sondern die eigene Erfahrung und persönliche Erkenntnisse müssen eingebracht werden (Jank und Meyer, 1997).
- *Entdeckendes Lernen*: kann als direkte didaktische Umsetzung des konstruktivistischen Paradigmas gesehen werden. Ausgangspunkt ist eine für die Lernenden relevante Problem- bzw. Fragestellung, die Interesse wecken soll. Es erfordert von den Kursteilnehmern ihr Wissen zu aktivieren und zu transferieren. „Entdecken“ meint hier das Aufbauen einer subjektiven Erkenntnis für sich selbst. Die Lösungswege sollen nicht immer vorgegeben sein und nur noch rezipiert werden. Eine Eigenständigkeit in der Umsetzung wird verlangt (Künzli und Bertschy, 2008). Durch das explorative Variantenstudium mit MOSES 3.0 kann diesem Anspruch sehr gut Rechnung getragen werden.
- *Gegenwart versus Zukunft*: Wissen aus den verschiedenen Fächern soll gezielt eingebracht und verknüpft werden. Informationsaustausch und Interaktion werden gefördert (Künzli und Bertschy, 2008). Die Fähigkeit zur Abschätzung der eigenen Handlungsweise und der bleibenden Auswirkungen kann als gefordertes Ergebnis dieses Grundsatzes gesehen werden.

Den genannten sehr allgemein gehaltenen Zielen und abstrakten didaktischen Prinzipien sind Grob- und Feinziele untergeordnet. Die **Grobziele** dienen der konkreten Planung und finden sich im Lehrplan des Forstwachenkurses wieder (Anon, 2008a). Für das Fach Waldbau lauten sie z.B. folgendermaßen: *Die Forstwachen sollen über Maßnahmen der Waldverjüngung, der Bestandespflege und Endnutzung Bescheid wissen*. Das Grobziel steht jeweils für Unterrichtseinheiten, z.B. die Unterrichtseinheit Bestandespflege. Im aktuellen Skriptum des Forstwachenkurses (Anon, 2008b) findet sich für den Themenbereich Durchforstung folgende Lehrstoffverteilung (**Lehrinhalte**): Niederdurchforstung, Hochdurchforstung (Auslesedurchforstung, Strukturdurchforstung); im Baumholz: Lichtwuchsdurchforstung; in älteren Beständen: Entrümpelung.

Neben den Grobzielen, welche eine richtungsweisende Funktion für die methodisch-didaktische

Gestaltung und Planung des Themenbereichs Durchforstung erfüllen, bestimmen die didaktischen Strukturelemente die Unterrichtsorganisation (siehe Abbildung 3.1).

Der Lehrinhalt und dessen didaktische Aufbereitung wird im vorliegenden Konzept im Besonderen durch die in Kapitel 2.3 vorgestellte **Funktion der Weiserflächen als Lehr- und Lernobjekt** und die Formulierung der **Feinziele** bestimmt. Die Feinziele konkretisieren den Lehrinhalt. Sie benennen gleichzeitig die Fertigkeiten und das Endverhalten der Forstwerte, welche nach Durchlaufen des Lehr-Lernprozesses erreicht werden sollen. Im Rahmen des vorliegenden Konzepts für den Themenbereich Durchforstungen sind die Feinziele wie folgt definiert:

- Durchforstungsverfahren kennenlernen:
 - Auslesedurchforstung
 - Strukturdurchforstung
 - Niederdurchforstung
- Durchforstungseingriffe in Beständen eigenverantwortlich durchführen können
- Effekte von Durchforstungen auf ausgewählte Bestandesparameter abschätzen können:
 - h/d Verhältnis
 - Kronenlänge
 - Kronenausformung
 - Schaftgüte
 - natürliche Mortalität
- Ergebnisse kritisch diskutieren und Handlung reflektieren lernen

3.3.2. Unterrichtskonzeption und Verlaufsplanung

Die Unterrichtskonzeption für das vorliegende didaktische Konzept umfasst die Rahmenorganisation, die Methoden und die Rhythmisierung. Diese sind für die Umsetzung des Konzepts in die Praxis und die didaktische Aufbereitung der Lehrinhalte von entscheidender Bedeutung (siehe Kapitel 7).

Die **Rahmenorganisation** für das didaktische Konzept „Grundlagen der Durchforstung“ sieht einen **Wechsel von direkten und indirekten Lehrformen** vor. Abbildung 3.2 verdeutlicht die Gestaltung des Unterrichtsablaufs zum Themenbereich Durchforstung für den Forstwachenkurs. Dabei wird auch der abwechselnde Ort des Kursunterrichts angegeben.

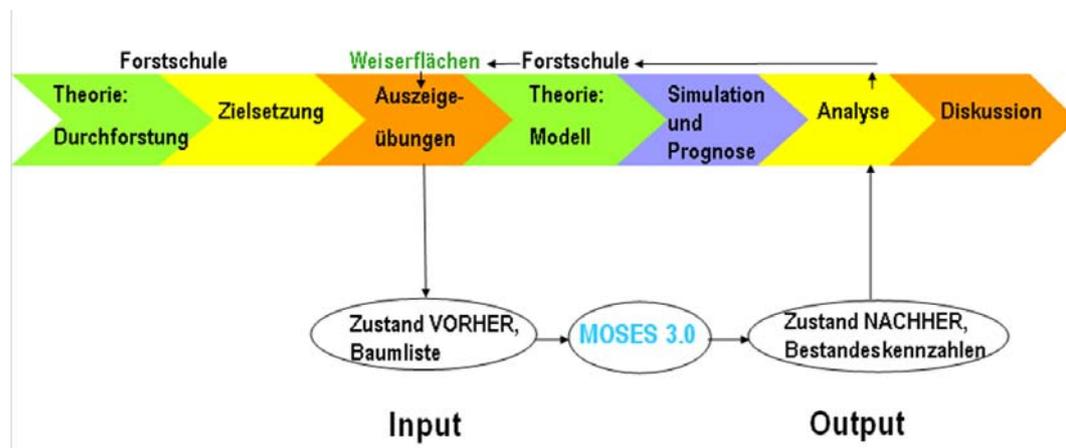


Abbildung 3.2.: Methodenmix bei der Rahmenorganisation für das didaktische Konzept „Grundlagen der Durchforstung“

Die Vermittlung des Fachwissens zu den Grundlagen der Durchforstung erfolgt als Frontalunterricht durch das jeweilige Fachpersonal in den Räumlichkeiten der Forstschule Latemar. Dies geschieht zeitlich vor den Übungen. Im Rahmen der Waldbau-Übungen, die jeweils wenige Stunden im Jänner und Februar, sowie eine Woche im Sommer stattfinden, werden u.a. Auszeigeübungen auf den Weiserflächen im Latemarwald durchgeführt. Zunächst wird in der Forstschule oder optional bereits im Gelände der Ausgangszustand der Weiserflächen (Zustand VORHER), auf denen die Auszeigeübungen von den Forstwarten durchgeführt (genaugenommen die Flächen F2, F4 und F5) werden, betrachtet. Die Basisinformation zu den Weiserflächen ist sowohl digital als auch analog aufbereitet (siehe Anhang C.2). Im Gelände erfolgt dann die Beurteilung des Ausgangszustandes, welche sich an den Prinzipien einer waldbaulichen Bestandesanalyse orientiert. Anschließend wird aus der Bestandesanalyse heraus die Zielsetzung des durchzuführenden Durchforstungseingriffes festgelegt (siehe Kapitel 7). Für die Auszeigeübungen erfolgt eine Arbeitsunterweisung.

Auf den Weiserflächen wird mit Bändern ausgezeigt, um eine bessere Übersicht über den Eingriff zu haben. Jeder Kursteilnehmer erstellt gleichzeitig jeweils eine Baumliste mit den zu entnehmenden Bäumen.

Abschließend erfolgen die Übungen im Computerraum der Forstschule Latemar. Es wird eine kurze Einführung zum Wachstumsmodell MOSES gegeben. Dann werden die Baumlisten in MOSES 3.0 (Latemar) eingegeben und die im Gelände durch die Kursteilnehmer durchgeführten Auszeigen simuliert. Die graphische Darstellung der Ergebnisse und Effekte der Durchforstung erfolgt mit Microsoft Excel. Diese wird im Rahmen des auf den Weiserflächen F1, F3 und F6 erfolgenden Variantenstudiums (siehe Kapitel 6) für den Kurs vorbereitet und von einer Benutzeranweisung unterstützt. Damit kann die vom Forstwart durchgeführte Auszeige analysiert werden, der Bestandeszustand nach der Durchforstung (Zustand NACHHER) betrachtet und ausgewählte Bestandeskennzahlen und Diagramme eingesehen werden. Weiters kann der durchforstete Bestand simuliert und eine Prognose zur Bestandesentwicklung getroffen werden. Anschließend bietet sich eine Diskussion der Ergebnisse an. Optional kann auch eine im Zuge der Masterarbeit auf den Weiserflächen F1, F3 und F6 umgesetzte Variante begangen und darüber diskutiert werden.

Hauptmedium dieser Rahmenorganisation ist **MOSES 3.0 (Latemar)**. Der Mehrwert des Einsatzes des Einzelbaumwachstumssimulators beim Forstwachenkurs besteht darin, dass er Wissenschaft und Praxis verknüpft und die Möglichkeiten der Interaktion zwischen den Kursteilnehmern verstärkt. Dies geht über die herkömmliche Inhaltsvermittlung hinaus und steht ganz im Sinne des konstruktivistischen Lehrverständnisses. MOSES 3.0 (Latemar) bietet moderne Unterstützung im Unterricht und kommt neuen Lehr- und Lernmethoden entgegen. In Anlehnung an Haselberger (2008) erfüllt der Wachstumssimulator folgende Funktionen:

- visualisiert die Auszeige im Gelände
- simuliert das Wachstum und prognostiziert Kennzahlen
- spiegelt die Effekte von Durchforstungseingriffen wieder
- ermöglicht u.a. das Beobachten von Änderungen der Konkurrenzverhältnisse, Strukturänderungen und Wertänderungen
- unterstützt die Entscheidungsfindung bei der Auswahl der bestgeeignetsten Variante
- dient als Diskussionsgrundlage für die Kursteilnehmer (z.B. Ergebnisbesprechung)
- überprüft das Fachwissen und die Fähigkeit zur Selbsteinschätzung

Beim Einsatz von MOSES 3.0 (Latemar) muss sichergestellt werden, dass die notwendige technische Ausstattung im Computerraum der Forstschule Latemar gegeben ist und

die Software funktionsfähig ist. Weiters muss vorausgesetzt werden, dass bei den Teilnehmern Basiskenntnisse im Umgang mit dem Computer vorhanden sind. Wichtig für den reibungslosen Ablauf der Übungen am PC ist eine entsprechende Einführung zum Wachstumssimulator durch das Fachpersonal und die Unterstützung durch eine Benutzeranleitung.

Abschließend soll die **Rhythmisierung** des didaktischen Konzeptes „Grundlagen der Durchforstung“ vorgestellt werden, welche die zeitliche und methodische Abfolge des Unterrichtsverlaufs beim Themenbereich Durchforstungen bestimmt. Dafür sind verschiedene Phasen, Medien und Lehrformen vorgesehen. Die genaue Arbeitsplanung ist dem Lehrbeauftragten vorbehalten. In Tabelle 3.1 wird in Anlehnung an Haselberger (2008) die Arbeits- bzw. Verlaufplanung und Organisation für die Durchforstungsübungen vorgestellt. In der Einstiegsphase beziehen sich die aktiven Arbeitsschritte v.a. auf den Lehrenden. Die Kursteilnehmer sind in dieser Phase größtenteils Zuhörer. In der Erarbeitungs- und Abschlussphase werden die Lernenden aktiv und daher sind hier die Arbeitsschritte für sie angegeben. Die Vermittlung der Theorie zum Themenbereich Durchforstungen erfolgt wie erwähnt aufgrund des Lehrplans getrennt von den Übungen zeitlich etwas früher im Kursgeschehen.

Bei den Ausführungen zur didaktischen Ausgestaltung ist zu beachten, dass durch die Waldbau-Übungen im Rahmen des Forstwachenkurses die Wissensvermittlung noch nicht abgeschlossen ist. „Lernprozesse sind erst dann abgeschlossen, wenn die neu erworbenen Kenntnisse, Fertigkeiten und Fähigkeiten so verfügbar sind, dass sie in praktischen Situationen angewandt werden können“ (Haselberger, 2008).

Im nachfolgenden Kapitel wird näher auf das Übungsobjekt des Forstwachenkurses -die Weiserflächen im Latemarwald- eingegangen.

Tabelle 3.1.: Verlaufsplanung zum didaktischen Konzept „Grundlagen der Durchforstung“

Phase	Arbeitsschritte	Methoden	Arbeitsmittel
Einstieg	Einführung in die Theorie der Durchforstung Informierender Einstieg zum Übungsverlauf Hinweis auf den Zeitplan der Übungen Lernziele spezifizieren Vorkenntnisse aus dem Kursunterricht in Erinnerung rufen Zielsetzung gemeinsam erarbeiten Arbeitsunterweisung	Frontalunterricht Fragen	z.B. Power-Point-Präsentation Beamer PC Handouts Unterlagen
Erarbeitung	Praktische Übungen im Gelände Selbstständiges Lernen Auszeigen auswerten Effekte des Eingriffs abschätzen Ergebnisse interpretieren Konsequenzen für zukünftiges Handeln ableiten Übungserfolg beurteilen	Interaktion Einzelarbeit Partnerarbeit Gruppenarbeit	Auszeichnungsbänder Baumliste MOSES 3.0 (Latemar) Microsoft Excel PC Drucker
Abschluss	Ergebnisse sichern Eigen- oder Fremdkontrolle Mangelnde Ergebnisse korrigieren oder ergänzen Kernaussagen treffen Wesentliches zusammenfassen Lernkontrolle (Soll-Ist-Vergleich) Grad der Zielerreichung feststellen Durchgeführte Übungen evaluieren	Feedback Diskussion Präsentation	MOSES 3.0 (Latemar) Flipchart Beamer PC

4. Einrichten der Weiserflächen

4.1. Lage

Im Rahmen der Masterarbeit wurden im Sommer 2008 sieben Weiserflächen im Latemarwald eingerichtet (siehe Kapitel 4.2.1). Um alle in Kapitel 2.3.1 angeführten Aufgaben erfüllen zu können, wurden geeignete Flächen in der Nähe der Forstschule Latemar ausgewählt. Die örtlich gegebenen Wuchsbedingungen sowie die Bewirtschaftung des Latemarwaldes erschwerten die Auswahl.

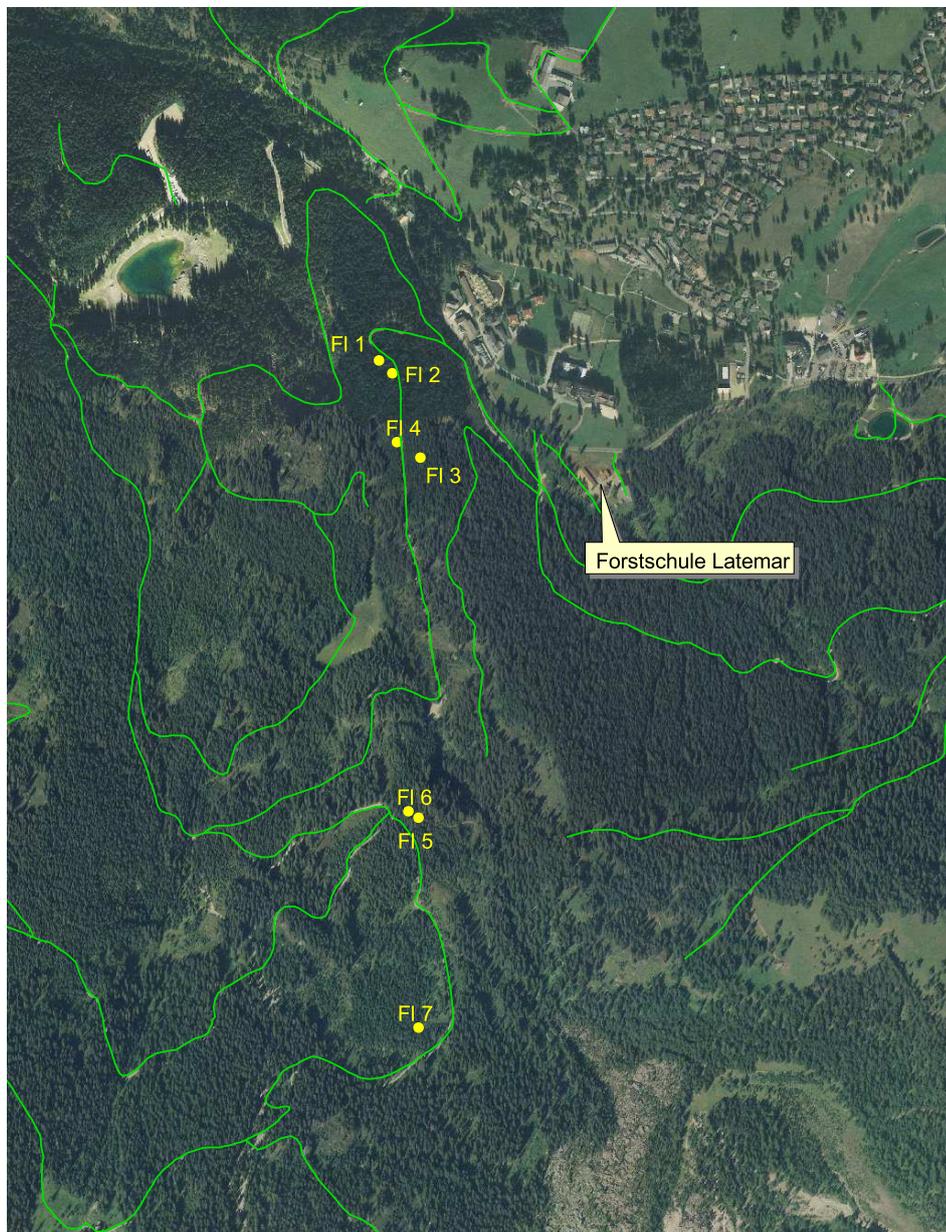
Alle Flächen liegen entlang der Forststraße „Annaweg“. Diese führt von der Karerseestraße (SS241) knapp unterhalb der Forstschule Latemar bis zum „Mitterleger“ und weiter (siehe Abbildung 4.1). Hierzu ist festzuhalten, dass die gute Erreichbarkeit der Weiserflächen bezüglich der zu erfüllenden Funktion als Lehr- und Lernobjekt im Zuge der Ausbildung des Forstpersonals und für Exkursionen sehr wichtig ist.

4.2. Aufnahmedesign

Die Einrichtung der Weiserflächen im Latemarwald wurde mit dem Amt für Forstplanung, der Domänenstation Latemar und dem Institut für Waldbau der Universität für Bodenkultur Wien abgesprochen.

Die Aufnahmen im Gelände erfolgten im Zeitraum Juli-August 2008 und setzten sich aus den folgenden Arbeitsschritten pro Fläche zusammen:

- Auswahl einer geeigneten Fläche
- Einmessen der Fläche
- Verpflocken und Markieren der Fläche
- Messen des Brusthöhendurchmessers und Nummerieren der Bäume



-  WEGE - Güter- Forst- und Almwege
-  Durchforstungsflächen



M 1:10.000

Abbildung 4.1.: Lage, der im Latemarforst angelegten Weiserflächen (Orthofoto 2006, Befliegung) (Quelle: Amt für Forstplanung (2009))

- Messen der Höhe und des Kronenansatzes
- Baumindividuelle Ansprache (u.a. Soziologie, Kronenausformung, Schäden)
- Koordinatives Einmessen jedes markierten Baumes

Die gesamten Aufnahmen im Gelände erforderten den Arbeitsaufwand zweier Personen von insgesamt circa 30 Arbeitstagen zu je 8 Stunden.

4.2.1. Anlage der Flächen

In den folgenden zwei Kapiteln wird die Vorgangsweise beim Anlegen der Weiserflächen und bei der Merkmalerhebung beschrieben. Details zu den verwendeten Hilfsmitteln und den Aufnahmeformularen sind im Anhang B angeführt.

4.2.1.1. Flächenauswahl

Die Auswahl der Weiserflächen erfolgte durch erfahrenes und ortskundiges Forstpersonal. Große Teile des Latemarwaldes sind subalpiner Fichtenwald. Charakteristisch dafür sind stufige Bestände mit trupp-gruppenförmiger Naturverjüngung. Dies und auch die Bewirtschaftung der Wälder im Femelschlagverfahren sind Gründe dafür, dass nur schwer größere zusammenhängende Flächen im Stangenholz ausfindig gemacht werden konnten. Diese örtlichen Gegebenheiten erforderten daher eine Adaption des Aufnahmedesigns des Weiserflächenkonzepts nach Pircher (2006).

Die erste notwendige Anpassung wurde bei der Flächengröße vorgenommen. Die Flächengröße beträgt 30×30 m (siehe Abbildung 4.2). Das sind 900 m^2 oder 0,1 ha. Im Vergleich zu den bereits angelegten Weiserflächen in Gossensaß und im Latemarwald (100×100 m) ist dies nur $\frac{1}{10}$ der Fläche. Diese Flächengröße ist allerdings ausreichend, um Prognosen der Waldentwicklung auf den Weiserflächen mit MOSES 3.0 (siehe Kapitel 5) durchführen zu können. Ein allgemein geforderter Pufferbereich von 10×10 m konnte aufgrund der oben genannten Rahmenbedingungen nicht speziell ausgewiesen werden, da meist andere Wuchsklassen unmittelbar an die Weiserflächen angrenzten.

Nach der Auswahl der geeigneten Flächen konnten die Weiserflächen eingemessen werden.

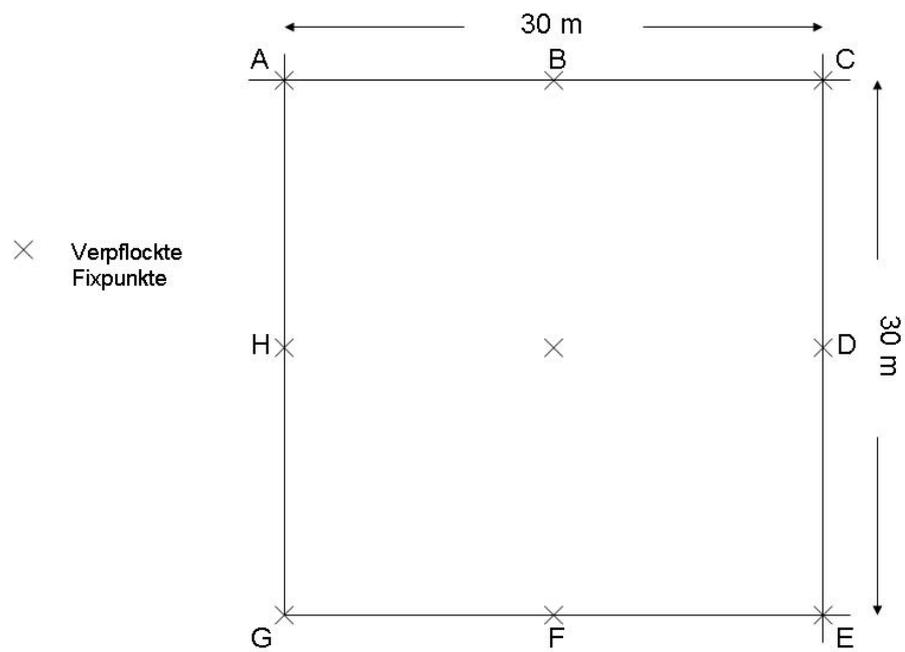


Abbildung 4.2.: Design der Weiserfläche im Stangenholz für den Latemarwald

4.2.1.2. Einmessen der Flächen

Die Weiserflächen wurden in einem ersten Messgang gefluchtet. Dafür war zusätzlich ein Aushacken der Flucht notwendig. Als Hilfsmittel dienten ein 50 m Maßband, zwei Fluchtstangen und ein Wyssen-Kompass (Zylinderbussole). Dann wurden die Flächen mit den jeweiligen Richtungswinkeln von den Eckpunkten aus eingemessen und verpflockt. Zur Verpflockung der Flächen dienten vorerst jeweils vier Lärchenpflocke. Die Benennung der Pflöcke erfolgte mit Buchstaben im Uhrzeigersinn (siehe Abbildung 4.3). Die Flächen wurden nach der Reihenfolge ihrer Anlage mit Ordinalzahlen von 1 bis 7 benannt.

In einem zweiten Messgang wurden die Flächen genauer eingemessen. Für die Distanzmessung (in cm) wurde der Vertex verwendet. Der Wyssen-Kompass und zwei Fluchtstangen dienten der richtungsgenauen Einrichtung der Flächen (in Gon). Um die später erforderliche koordinative Einmessung der einzelnen Bäume auf den jeweiligen Flächen durchführen zu können, wurden Mittelpflöcke an den Flächenrändern und falls erforderlich in der Flächenmitte gesetzt (siehe Kapitel 5.3.1.2). Ausgangspunkt für das Einmessen war jeweils die linke obere Ecke der Fläche (siehe Abbildung 4.4). Hier wurde auch die Lage des Ursprungs des lokalen Koordinatensystems für die Koordinatenrechnung festgelegt (siehe Kapitel 5.3.1.2).

Vor Beginn der Messungen mussten die Pflöcke stabilisiert und die Messposition eingenommen werden. Der Vertex wurde mit der Sendevorrichtung auf der Pflöckmitte aufgesetzt. Die Empfangsvorrichtung (Transponder) wurde an die Mitte der Fluchtstange angehalten, die für die Einrichtung des nächsten Pflöckes zur Hilfe genommen wurde. Dann wurde die Horizontalabstand von Pflöckmitte bis zum Transponder gemessen. Die Richtungsmessung wurde mit dem Wyssen-Kompass durchgeführt. Das Gerät besitzt eine Magnetnadel, welche auf einem Horizontalkreis angebracht ist und eine Neugrad(Gon)- Einteilung aufweist. Als Stütze und zur Stabilisierung der Messposition (Pflöckmitte) diente eine zweite Fluchtstange. Gemessen wurde im Uhrzeigersinn und mit der gefluchteten Richtung.

Am Ende der Einmessungsarbeiten wurden die Pflöcke mit Leuchtsprays farblich markiert und wasserfest beschriftet. Zwei verpflockte Fixpunkte pro Fläche wurden vom Amt für Forstplanung mit einem GPS-Gerät aufgenommen, um die Lage der Punkte bei Bedarf im geodätischen Koordinatensystem darstellen zu können und um ein Wiederauffinden der Flächen zu garantieren (Genauigkeit ± 5 m).

Im Zuge der Anlage wurde für jede der sieben Weiserflächen eine Übersichtsskizze angefertigt (siehe Anhang B.2). Als Beispiel dafür sei an dieser Stelle die Übersichtsskizze der

Fläche F1 angeführt (siehe Abbildung 4.3). Angegeben sind die verflochtenen Fixpunkte und deren Bezeichnung, sowie die mit Vertex gemessenen Geländeneigungen. Die Lageumgebung der Flächen wurde durch den Verlauf der Forststraße, die angrenzende Fläche F2 und die Geländekante grob skizziert. Die Geländeneigung wurde aus mindestens zwei Messungen gemittelt. Gemessen wurde von der Flächenmitte aus einmal zum tiefsten Punkt hangabwärts und einmal hangaufwärts. Die Geländekanten wurden bei den Messungen berücksichtigt.

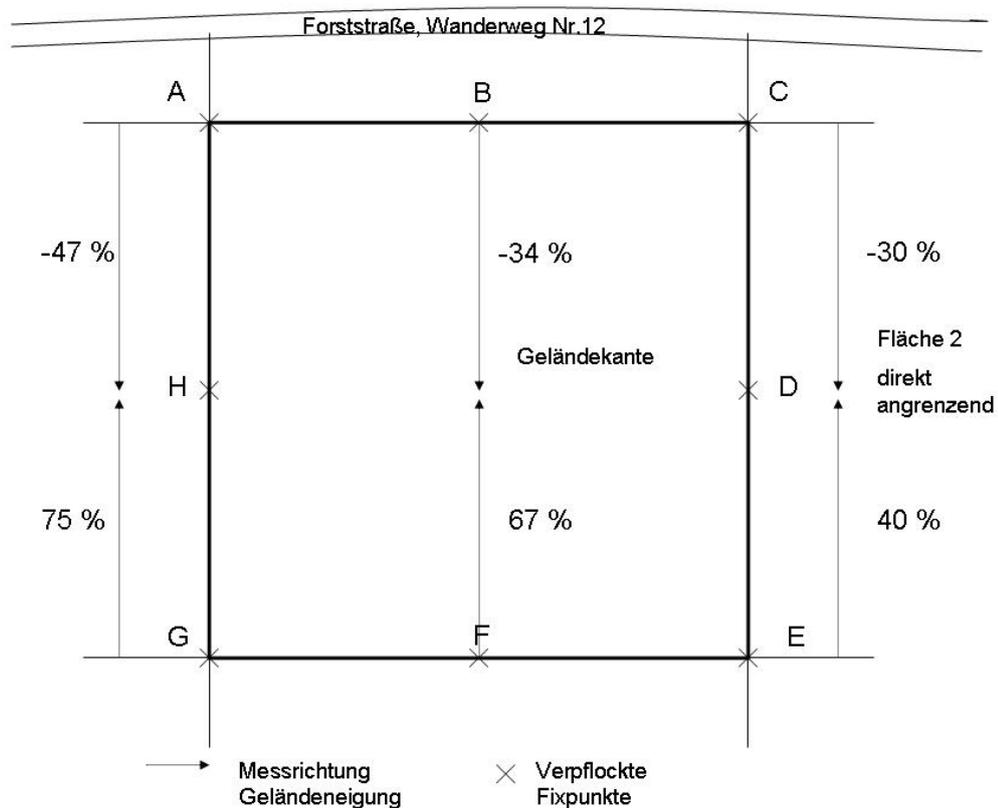


Abbildung 4.3.: Übersichtsskizze zur Fläche F1

Die Übersicht (siehe Tabellen 4.1 und B.1 im Anhang B.3) fasst ausgewählte Charakteristika der sieben Weiserflächen wie z.B. Abteilung, Flächengröße, Anzahl der Bäume > 6 cm u.a. auf einen Blick zusammen.

Tabelle 4.1.: Übersicht zur Anlage der sieben Weiserflächen

Nr.	Größe (m)	Richtung (g)	Abt.	N	∅	Alter	Markierung
1	30 x 30	161	11	228	85		orange
2	30 x 30	161	11	174	90		blau
3	30 x 30	200	11	395	50		orange
4	30 x 30	189	11	281	45		orange
5	20 x 20	270	18	134	45		blau
6	30 x 30	310	18	269	40		orange
7	30 x 30	356	29	140	45		blau

4.2.1.3. Nummerieren

Zur Anlage der Fläche zählt auch das Nummerieren der einzelnen Bäume. Die Hauptfunktion der Baumnummer ist die eindeutige Zuordnung von an den entsprechenden Einzelbäumen erfolgten Messungen aus den vorliegenden Erstaufnahmen bzw. späteren Wiederholungsaufnahmen. Weiters ist die Baumnummer eine Unterstützung bei der Identifizierung der Bäume im Rahmen der Durchforstung.

Die Messung des Brusthöhendurchmessers (BHD) erfolgte in einer Stammhöhe von 1,30 m mittels π -Band auf den Millimeter genau. Alle Individuen oberhalb der festgesetzten Kluppschwelle von 6 cm wurden nummeriert. Bei Zwieseln unterhalb der Brusthöhe wurde nur eine Baumnummer, bei Zwieseln oberhalb der Brusthöhe zwei Baumnummern vergeben. Bei Säbelwuchs wurde der Durchmesser in einer Höhe von 1,30 m entlang des Stammes gemessen. Die Baumnummer und der BHD wurden sofort protokolliert.

Mit der Nummerierung wurde grundsätzlich bei der linken oberen Ecke in Fallrichtung der Fläche (siehe Abbildung 4.4) begonnen. Abbildung 4.5a zeigt den Nummerationsweg von links nach rechts in Fallrichtung. Für die Nummerierungsarbeiten wurden Metallplättchen und Nägel verwendet. Das Anbringen der Plättchen erfolgte hangunterseits, wenn möglich rechts und nahe dem Wurzelanlauf (siehe Abbildung 4.5b).

Bei diesem Arbeitsschritt wurden auch tote Individuen für die spätere Darstellung der Mortalität in MOSES 3.0 nummeriert und aufgenommen. Abbildung 4.6 zeigt einen Blick auf die fertig angelegte Weiserfläche F1. Die verwendeten Aufnahmeformulare für die Nummerierung und die darauffolgende Merkmalshebung wurden nach dem Beispiel von Pircher (2006) etwas verändert angefertigt (siehe Anhang B.4).

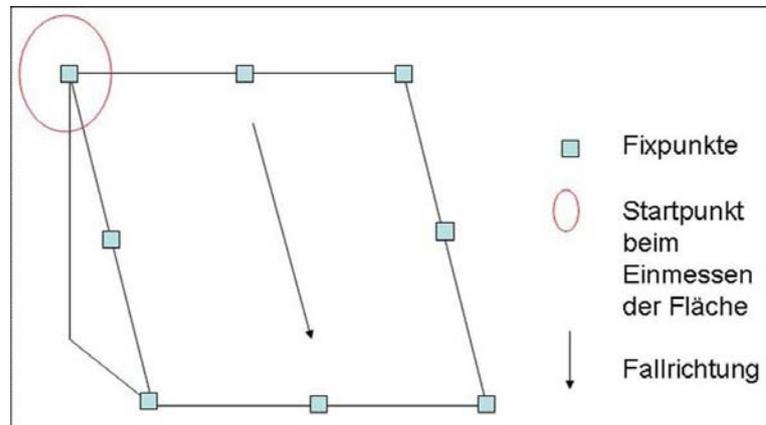
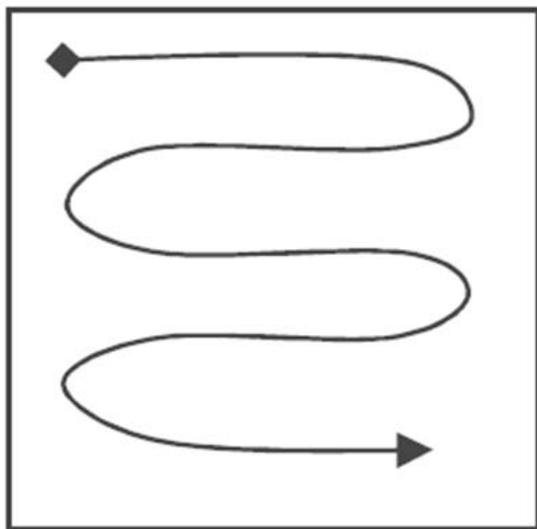


Abbildung 4.4.: Linke obere Ecke der Fläche als Startpunkt für das Einmessen der Fläche und das Nummerieren in Fallrichtung



(a) Nummerationsweg



(b) Markierung

Abbildung 4.5.: Vorgangsweise bei der Markierung der Bäume (Quelle: Pircher (2006))
(a) und Anbringen des Plättchens beim Nummerieren (b)



Abbildung 4.6.: Fertig nummerierte und verpflockte Fläche F1

4.2.2. Erhebungsmerkmale

Anschließend an die Nummerierung (Merkmal Baumnummer) und die Durchmessererhebung (Merkmal BHD) wurden an allen markierten Individuen pro Fläche folgende Merkmale erhoben:

- Baumart
- lebend/tot
- Höhe
- Kronenansatz
- Umsetzungstendenz
- Schaftgüte
- Vitalität
- Schäden

Die folgenden Merkmale wurden im Anschluss an die Geländearbeit rechnerisch aus den gemessenen Parametern bestimmt und sollen ebenfalls kurz beschrieben werden:

- Höhenklasse
- Kronenklasse
- h/d Verhältnis

Zusätzlich wurden für die ertragskundlichen Berechnungen (siehe Kapitel 5.3.4) an ausgewählten, für die Fläche repräsentativen Individuen, der 10-jährige Radialzuwachs in Brusthöhe und das Baumalter in Brusthöhe mittels Bohrung bestimmt. Für das absolute Alter für Fichte wurde ein Zeitraum von 10 Jahren zum Erreichen der 1,30 m im Latemarwald festgelegt.

Im weiteren Verlauf werden die einzelnen Merkmale und deren Erhebungsart im Gelände kurz beschrieben. Zur Protokollierung der Daten dienten vorgefertigte Aufnahmeformulare und als Hilfe Aufnahmeschlüssel für einzelne Merkmale (siehe Anhang B.5). Die Schaftgüte, die Schäden und die Kronenklassen sollen eine Hilfe zur wirtschaftlichen Klassifikation sein. Die Vitalität (Kronenausformung), die gesellschaftliche Umsetzungstendenz und die Baumklassen nach Kraft beschreiben die soziologische Stellung des Individuums. Alle

restlichen Merkmale unterstützen die waldbauliche Beurteilung und Bestandesbeschreibung.

Lebend/tot In Anlehnung an das Weiserflächenhandbuch von Pircher (2006) wurde jeder Baum entweder als lebend oder tot (Fehlen grüner, photosynthetisch aktiver Benadelung) klassifiziert.

Höhe/Kronenansatz Das Messen der Merkmale Höhe und Kronenansatz erfolgte mit dem Vertex auf ganze cm mathematisch gerundet. Als Kronenansatz wurde der erste vollständig grüne Quirl der Baumkrone verstanden.

Höhenklassen Die Höhenklasse wurde nicht im Gelände angesprochen. Die Zugehörigkeit eines Baumes zu einer Baumschicht (Ober-, Mittel- oder Unterschicht) konnte im Zuge der Aufbereitung für die Bestandescharakteristik rechnerisch festgestellt werden. Nach Assmann (1961) zit. nach Burschel und Huss (1997) werden in ungleichaltrigen, mehrschichtigen Beständen relative Höhenschichten verstanden, die sich aus der Bestandesoberhöhe berechnen lassen. Unter der Bestandesoberhöhe nach Assmann (1953) zit. nach Mayer (1992) wird die Mittelhöhe der 100 stärksten Bäume der Oberschicht (je ha) verstanden. In der vorliegenden Arbeit wird sie vom Wachsstumssimulator MOSES 3.0 berechnet und für die Berechnung der Höhenklassen verwendet.

Die Höhenklassen sind:

- Unterschicht bis 50 % der Oberhöhe
- Mittelschicht 50-80 % der Oberhöhe
- Oberschicht über 80 % der Oberhöhe

Gesellschaftliche Entwicklungstendenz (Umsetzungstendenz) Hier werden der Einzelbaum und seine gesellschaftliche Stellung im Vergleich zu den Nachbarbäumen betrachtet. Durch den Vergleich von Höhenwachstum, Kronenausladungstendenz und Vitalität benachbarter Bäume kann eine Einstufung bezüglich der bestandessozialologischen Umsetzungstendenz vorgenommen werden (Burschel und Huss, 1997). Die unterschiedlichen Klassen sind im Aufnahmeschlüssel im Anhang B.5 angeführt.

Schaftgüte Für die vorliegende Arbeit wurde aufgrund von Schwierigkeiten bei der Ansprache dieses Kriteriums im Gelände, speziell bei der Ansprache von Wertholz am stehenden Stangenholz, eine Vereinfachung vorgenommen. Es wurde der aktuelle Zustand des Stammes angesprochen und die Kategorien Fehlerholz oder Normalholz unterschieden. Als Fehlerholz wurden jene Stämme angesprochen, die erhebliche Holzfehler aufwiesen. Dazu

zählen Krummschaftigkeit, Grobastigkeit, Säbelwuchs, Wipfelbruch, Zwiesel, grobe Abholzigkeit und unter dem eigenen Punkt (siehe unten) angesprochene Schäden. Individuen, die keinen der genannten Mängel aufwiesen, wurden als Normalholz angesprochen.

Die Aussagekraft dieser Ansprache ist zwar beschränkt, doch auf diese Weise kann wenigstens eine prozentuelle aktuelle Qualitätsverteilung auf der jeweiligen Fläche dargestellt werden.

Kronenausformung Die Kronenausformung wurde als ein Kriterium zur Einschätzung der Vitalität des einzelnen Baumes herangezogen. Es wurde dabei die Form, Breite und Länge der Krone beurteilt. Die Vitalitätsklassen sind im Aufnahmeschlüssel im Anhang B.5 angeführt.

Baumklasse nach Kraft Das Baumklassensystem nach Kraft (1884) zit. nach Burschel und Huss (1997) wurde für die Bestandesanalyse von gleichaltrigen Reinbestände entwickelt. Anhand der Kronenausdehnung, welche im engen Zusammenhang mit der Zuwachsleistung und der relativen Höhe steht -welche die soziale Stellung widerspiegelt- unterscheidet das Baumklassensystem fünf Klassen (Pretzsch, 2002):

- vorherrschend
- herrschend
- mitherrschend
- beherrscht
- unterständig

Eine Beschreibung und Abbildung der einzelnen Baumklassen befinden sich im Anhang B.5.

Aus der gleichzeitigen Verwendung der Kronenausformung und der Baumklassen nach Kraft (1884) zit. nach Burschel und Huss (1997) ergaben sich bei der Ansprache im Gelände teilweise Schwierigkeiten. Ein Baum mit einer schwach entwickelten, eingeengten Krone muss um mit der Klassifikation nach Kraft zu harmonisieren, mindestens mitherrschend sein. Aufgrund der verwendeten Aufnahmeschlüssel kann es somit also keine beherrschten oder unterständigen Individuen mit einer gut ausgeformten Krone geben. Dennoch konnten solche Individuen im Gelände tatsächlich beobachtet werden. Eine verkümmerte, meist einseitige und eingeklemmte Krone kann bei Kraft (1884) zit. nach

Burschel und Huss (1997) maximal als mitherrschend, vor allem aber als beherrscht und unterständig klassifiziert werden.

Die **Schadensansprache** erfolgte in Anlehnung an die Angaben von Pircher (2006) mit der Zuordnung eines numerischen Codes zu möglichen sichtbaren auftretenden Schäden am Stamm und in der Krone (siehe Aufnahmeschlüssel im Anhang B.5, Abbildung B.9).

Rindenschaden Hier wurde die Ursache des Rindenschadens angegeben: Ernteschaden (Fällungsschaden, Rückeschaden), Steinschlagschaden.

Wipfelbruch Hier wurden sowohl alte als auch erst entstandene Schäden aufgenommen.

Zwiesel Individuen mit einer Zwieselbildung unterhalb 1,30 m wurden als ein Baum betrachtet und nummeriert. Bei einer Zwieselbildung über 1,30 m wurden zwei Baumnummern vergeben.

Biotische Schäden Es wurde die Art des Schadens angegeben, z.B. offensichtliche Stammfäule (Rotfäule), Pilze oder Insekten. Auf den Flächen wurde vor allem das Auftreten der Großen Fichtengalllaus (*Sacchiphantes viridis*) im Dichtstand beobachtet. Auch der Schwarze Schneeschimmel (*Herpotrichia juniperi*) war bedingt durch die hohen Schneelagen und das Auftreten von Schneedruck von Bedeutung.

Abiotische Schäden Auch hier wurde die Art des Schadens angegeben, wie z.B. Frost, Blitz, Hagel.

Im Rahmen der Aufbereitung der Messdaten für die Bestandesbeschreibung konnten die Kronenklassen und das h/d Verhältnis berechnet werden:

Kronenklassen Aus der Differenz von Baumhöhe und Kronenansatz ergibt sich die Kronenlänge. Die Einteilung in die drei verschiedenen Kronenklassen erfolgt aufgrund des Anteils der Kronenlänge an der Baumhöhe folgendermaßen:

- kurzkronig: Kronenlänge $< \frac{1}{3}$ der Baumhöhe
- mittelkronig: Kronenlänge zwischen $\frac{1}{3}$ und $\frac{2}{3}$ der Baumhöhe
- langkronig: Kronenlänge $> \frac{2}{3}$ der Baumhöhe

Nach Mayer (1992) wird die Kronenform, die durch die Kronenlänge beschrieben wird, schon bei den Merkmalen Kronenausformung und Entwicklungstendenz berücksichtigt.

Die Kronenklasse hat sowohl Einfluss auf Stabilität des Individuums als auch auf die Holzqualität (Burschel und Huss, 1997).

h/d Verhältnis Der h/d Wert oder Schlankheitsgrad beschreibt die mechnaische Stabilität eines Baumes. Für Nadelbäume gilt nach Burschel und Huss (1997) folgende Wertskala:

- $h/d > 100$ sehr instabil
- h/d 80-100 instabil
- $h/d < 80$ stabil

Diese Beurteilung ist speziell für den Ausdruck der Schneebruchgefährdung auf den Weiserflächen von Bedeutung.

Schließlich wurde jeder nummerierte, gemessene und angesprochene Baum noch koordinativ eingemessen. Dabei wurde versucht soviel wie möglich von den verpflockten Eckpunkten aus einzumessen (siehe Kapitel 5.3.1.1).

4.2.3. Beurteilung möglicher Messfehler

Bei ordentlicher Handhabung der Messgeräte (Vertex) liegt die Genauigkeit für die Bestimmung der Horizontaldistanz und die Baumhöhen- und Kronenansatzmessungen im Dezimeterbereich. Da der Vertex ein auf Ultraschall basierendes Messgerät ist, kann der Einfluss der Umgebungstemperatur eine Ursache für regelmäßige Fehler sein. Der Vertex besitzt einen Temperatursensor, der die Temperaturunterschiede ausgleicht. Damit das Gerät die Umgebungstemperatur annehmen konnte, wurde etwas abgewartet. Vor Arbeitsbeginn wurde das Gerät täglich mindestens einmal mit einem Maßband auf 10 m geeicht.

Die Ablesegenauigkeit des Wyssen-Kompass beträgt 1^g . Um keine Ablenkung der Magnetnadel zu bewirken, ist darauf zu achten, dass keine anderen Gegenstände magnetische Einflüsse auf die Magnetnadel ausüben. Die Stabilisierung des Standpunktes und die zentrierte Messposition oberhalb der Pflockmitte wurde durch die Fluchtstange erreicht. Auch zur Signalisierung der Positon der Bäume und deren Stammachse waren die Fluchtstangen hilfreich. Die gewonnenen Ergebnisse wurden immer sofort auf ihre Plausibilität geprüft.

Der Brusthöhendurchmesser (BHD) wird definitionsgemäß auf 1,3 m über dem Bodenhangerseits vom Baum gemessen. Die Genauigkeit liegt bei ± 1 mm. Die Genauigkeit des verwendeten GPS Gerätes liegt bei $\pm 5(10)$ m und ist für eine Positionsbestimmung und ein Auffinden der Weiserflächen ausreichend.

4.3. Überblick zu den Weiserflächen

Im folgenden Kapitel werden die Flächen kurz charakterisiert. Dazu wird ein Überblick über den Waldtyp, die Bestandesgeschichte und ausgewählte Kennzahlen gegeben. Aus den erhobenen Merkmalen wird der Ausgangszustand der jeweiligen Weiserfläche dargestellt.

4.3.1. Vorkommende Waldtypen

Im Rahmen der Waldtypisierung Südtirol wurden für die Weiserflächen im Latemarwald die vorkommenden Waldtypen festgestellt (siehe Abbildung 4.7). Tabelle 4.2 zeigt die Zuordnung der Flächen zum jeweiligen Waldtyp:

Tabelle 4.2.: Waldtypen der Weiserflächen im Latemarwald nach Ergebnissen der Waldtypisierung Südtirol (Quelle: Amt für Forstplanung (2009))

Waldtyp	Flächen
FT15: Karbonat-Fichten-Tannenwald mit Blaugrüner Segge	F1, F2, F3, F4
Fs6: Subalpiner Karbonat-Fichtenwald mit Kahlem Alpendost	F5, F6, F7

Eine detaillierte Beschreibung der Waldtypen findet sich im Anhang C.1.

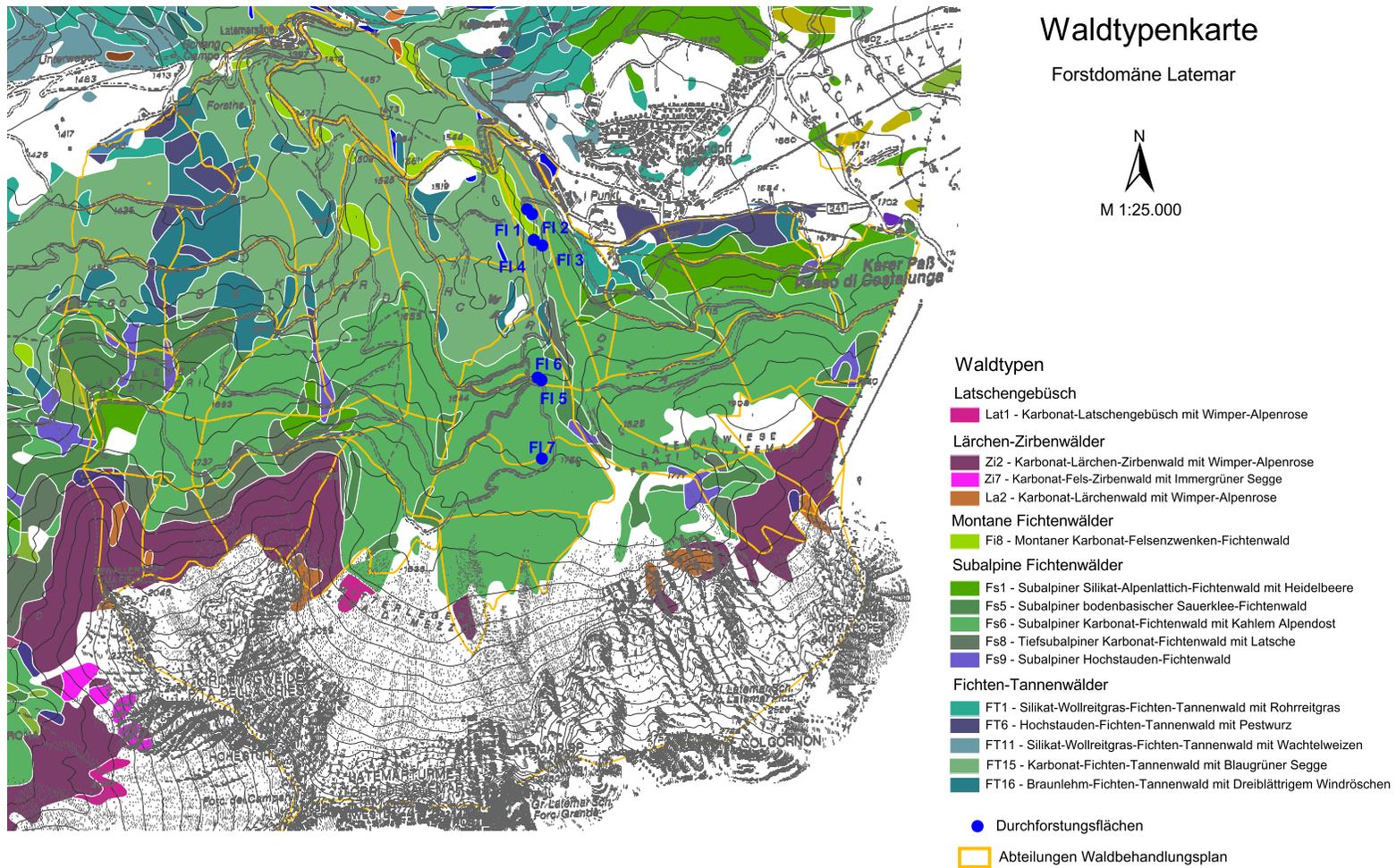


Abbildung 4.7.: Waldtypen der Weiserflächen im Latemarwald (Quelle: Amt für Forstplanung (2009))

4.3.2. Bestandesbeschreibung

Im folgenden Kapitel wird der Ausgangszustand der Flächen F1, F3 und F6 beschrieben, welche im Variantenstudium mit MOSES 3.0 zum Einsatz kommen. Die Beschreibung der Flächen F2, F4, F5 und F7 findet sich im Anhang C.2.

Die aktuelle Bestandessituation wird durch die Darstellung der räumlichen Struktur mit der Berücksichtigung der horizontalen und vertikalen Baumverteilung, Baumdurchmesserstruktur und den aktuellen Höhen- und Kronendimensionen beschrieben. Weiters werden die Soziologie der Bäume und die Stabilität anhand der gegebenen h/d Verhältnisse beurteilt. Unterschiede in der Ausgangsstruktur haben Einfluss auf die Wahl des Durchforstungsverfahrens und auf die weitere Bestandesentwicklung.

Da die Ausgangsstruktur eines Bestandes das Resultat seiner Bestandesgeschichte ist, soll diese für die Prognose soweit wie möglich berücksichtigt werden (Pretzsch, 2001).

4.3.2.1. Fläche 1

Bei der Weiserfläche F1 (siehe Abbildung 4.8) handelt es sich um den durchgeführten Bohrunge zufolge um einen 85-jährigen Bestand in Mittelhanglage. Die genaue Flächengröße beträgt 926 m^2 . Die Fläche ist nach Nord-Westen exponiert und befindet sich auf einer Seehöhe von 1600 m. Die mittlere Hangneigung beträgt 49 %, wobei das Gelände in der Mitte der Weiserfläche stark abfällt. Der Standort ist dem Waldtyp FT15-Karbonat-Fichten-Fichten-Tannenwald mit Blaugrüner Segge zugeordnet und weist eine mittlere Wasser- und Nährstoffversorgung auf kalkhaltigem Ausgangsgestein auf. Laut Waldbehandlungsplan ist der Bodentyp Braunerde vorherrschend. Wahrscheinlich wurde der Bestand zusammen mit anderen Stangenhölzern der Abteilung 11 im Jahr 1995 oder 1999 schwach durchforstet (Unterpertinger, 03.11.2008). Schriftliche Aufzeichnungen mit genauem Flächenbezug und Ausmaß der erfolgten Bestandespflege fehlen. Der Bestand weist als Mischungsart 10/10 Fichte mit einzeln eingesprengter Vogelbeere auf. Die nach der Ertragstafel Fichte Eisacktal berechnete EKL (DGZ_{150}) beträgt 10,3.

Tabelle 4.3 gibt eine Übersicht über die wichtigsten Bestandeskennzahlen der Weiserfläche F1 nach Berechnungen mit MOSES 3.0.

Die Auswertung der im Gelände angesprochenen Erhebungsmerkmale ergab folgendes Bestandesbild am Ort: Beim unterhalb des Forstweges anschließenden Teil handelt es sich vorwiegend um schwaches Baumholz mit einzelnen stärkeren Individuen. Daran schließt

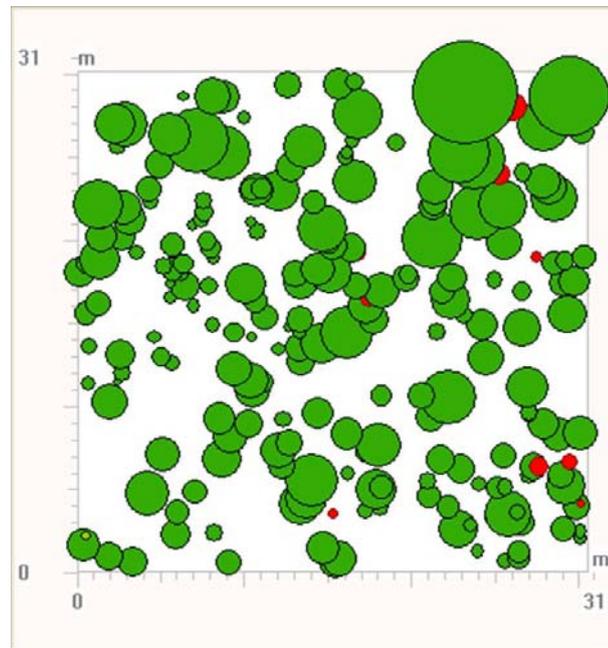
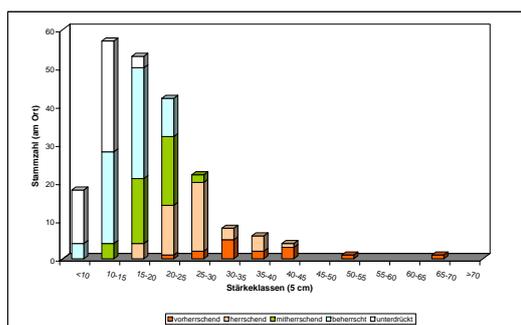


Abbildung 4.8.: Grundriss der Weiserfläche F1. In roter Farbe werden die toten Individuen angezeigt.

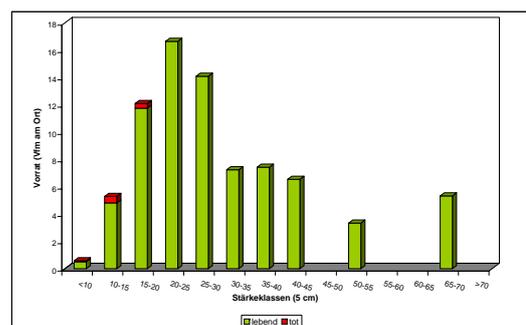
Tabelle 4.3.: Ausgewählte Bestandeskennzahlen am Ort und am Hektar für die Weiserfläche F1

Kenngröße	am Ort	am Hektar [ha]
Mittelhöhe [hl][m]	22,03	
Oberhöhe [ho][m]		27,91
EKL(DGZ_{150}) [Vfm]		10,3
Grundfläche [G][m ²]	7,66	81,96
Stammzahl [N]	228	2316
Vorrat [V][Vfm]	78,66	841,21
Totholz [Vfm]	0,92	9,93
GWL [Vfm]	79,58	851,14

starkes Stangenholz an. Die Durchmesser­verteilung ist links­asymmetrisch und v.a. in den unteren Stärke­klassen überwiegen unterdrückte und beherrschte Individuen mit verkümmerten, meist einseitigen oder eingeklemmten kurzen Kronen (siehe Abbildung 4.9a und Abbildung 4.10b). Zusätzlich zeigt Abbildung 4.10a, dass der Anteil von Individuen mit einem ungünstigen h/d Verhältnis in den genannten Stärke­klassen sehr hoch ist. Sie bilden die Unter- und Mittelschicht des Bestandes (siehe Abbildung 4.11b). Die Oberschicht wird vorwiegend von stabilen, herrschenden bis vorherrschenden Individuen mit kräftig entwickelter Krone gebildet (siehe Abbildung 4.11a). Mittel- und Oberschicht sind durch mittelkronige Individuen charakterisiert. Die Güte­klassen verteilen sich gleichmäßig über alle Höhen­klassen und weisen insgesamt einen Nutz­holz­anteil von 68 % auf (siehe Abbildung 4.12a). Das Fehler­holz teilt sich mit 19 % und 13 % annähernd gleich auf die Güte­klassen C und Cx auf (siehe Abbildung 4.12b).

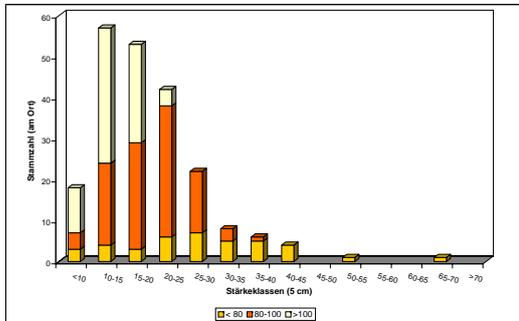


(a) Kraft'sche Baumklassen

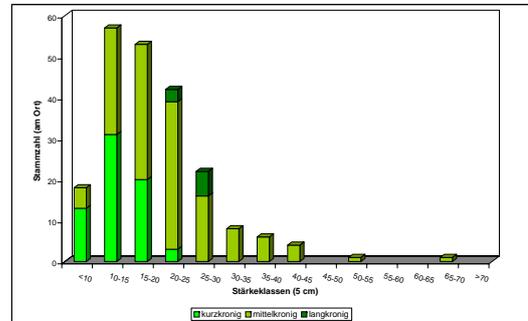


(b) Vorrat

Abbildung 4.9.: Kraft'sche Baumklassen als Ausdruck der sozialen Stellung (a) und Volumen in Vfm (b) für die Fichte nach Stärke­klassen auf der Weiserfläche F1

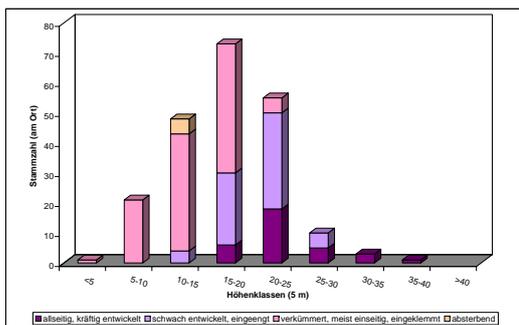


(a) h/d Verhältnis

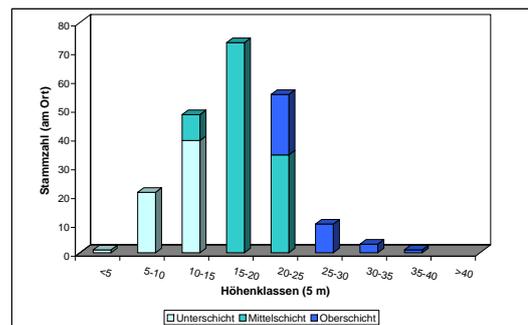


(b) Kronenklassen

Abbildung 4.10.: H/d Verhältnis als Maß der Einzelbaumstabilität (a) und Kronenklassen als Ausdruck der Kronenlänge (b) der Fichte getrennt nach Stärkeklassen auf der Weiserfläche F1

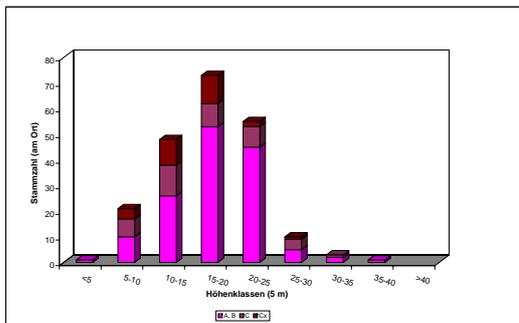


(a) Kronenausformung

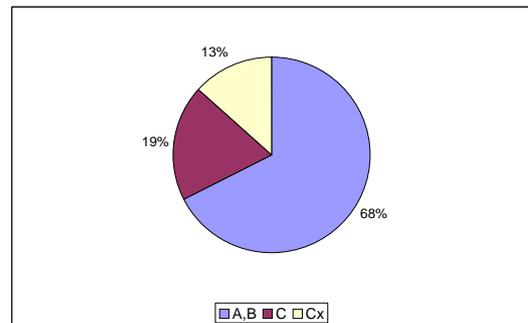


(b) Höhenklassen

Abbildung 4.11.: Kronenausformung als Ausdruck der Vitalität (a) und Anteil der Bestandesschichten an den jeweiligen Höhenklassen (b) für die Fichte auf der Weiserfläche F1



(a) Qualitätsverteilung



(b) Güteklassen

Abbildung 4.12.: Verteilung der Schaftgüteklassen auf die Höhenklassen (a) und prozentuelle Anteile (b) für die Fichte auf der Weiserfläche F1

4.3.2.2. Fläche 3

Die Weiserfläche F3 befindet sich am Oberhang der Abteilung 11 auf 1650 m Seehöhe. Die durchschnittliche Neigung beträgt 45 %, der Flächeninhalt 918 m². Die Fläche ist nach Nord-Westen exponiert und befindet sich oberhalb der Forststraße bzw. des markierten Wanderweges. Das Bestandesalter beträgt 50 Jahre, die EKL der Fichte 11,4. Es handelt sich um den Waldtyp FT15- Karbonat-Fichten-Tannenwald mit Blaugrüner Segge auf frischem, saurem Standort. Der Bodentyp ist laut Waldbehandlungsplan eine Braunerde. Es handelt sich um ein reines, sehr stammzahlreiches Fichtenstangenholz mit einigen stärkeren Individuen im rechten Teil der Fläche (siehe Abbildung 4.13).

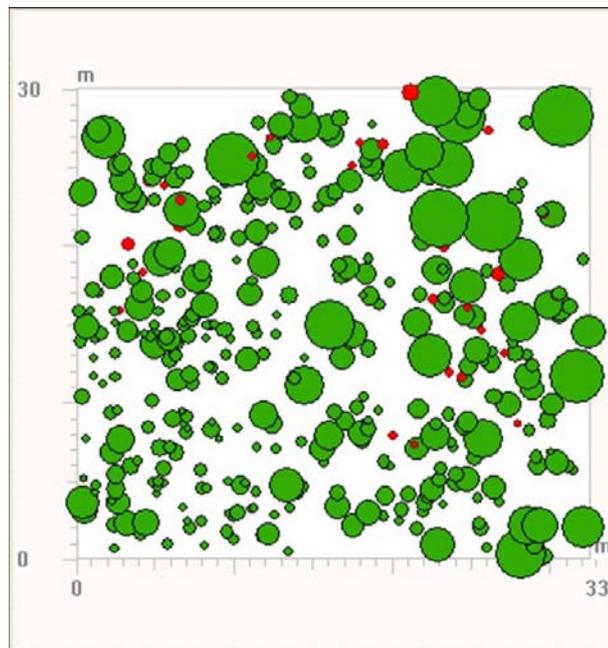


Abbildung 4.13.: Grundriss der Weiserfläche F3. In roter Farbe werden die toten Individuen angezeigt.

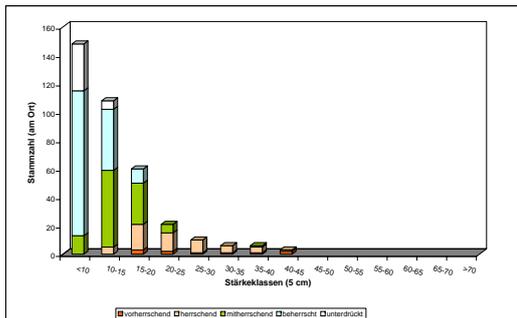
Die nachfolgende Tabelle 4.4 zeigt die wichtigsten Bestandeskennzahlen nach Berechnungen mit MOSES 3.0.

Stabile Individuen, mittel- und langkronig, mit allerdings teilweise eingegengten Kronen bilden die Oberschicht (siehe Abbildung 4.15b und Abbildung 4.16b). Die Vitalität der Mittel- und Unterschicht ist trotz des hohen Anteils an mittelkronigen Individuen aufgrund der vorwiegend verkümmerten, schwach entwickelten Kronenausformung als reduziert zu beurteilen (siehe Abbildung 4.16a). Diese Bewertung des bisher ungepflegten, dichten Bestandes, und die hohen h/d Verhältnisse (siehe Abbildung 4.15a) lassen auf

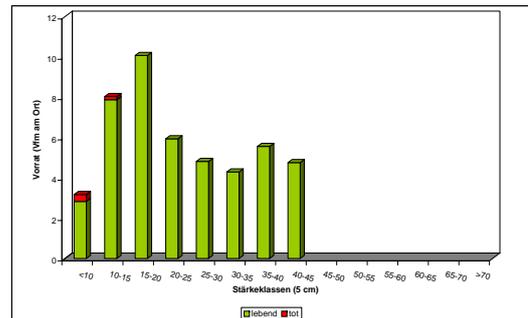
Tabelle 4.4.: Ausgewählte Bestandeskennzahlen am Ort und am Hektar für die Weiserfläche F3

Kenngröße	am Ort	am Hektar [ha]
Mittelhöhe [hl][m]	15,36	
Oberhöhe [ho][m]		22,03
EKL(DGZ_{150})[Vfm]		9,4
Grundfläche [G][m ²]	6,53	65,17
Stammzahl [N]	395	3700
Vorrat [V][Vfm]	46,65	471,69
Totholz [Vfm]	0,506	5,17
GWL [Vfm]	47,16	504,74

eine steigende natürliche Mortalität schließen. Die Qualität des Bestandes ist gut (siehe Abbildung 4.17a und Abbildung 4.16b).

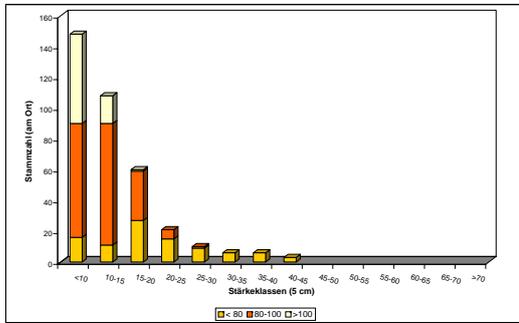


(a) Kraft'sche Baumklassen

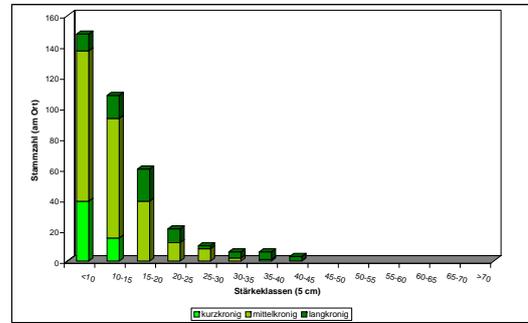


(b) Vorrat

Abbildung 4.14.: Kraft'sche Baumklassen als Ausdruck der sozialen Stellung (a) und Volumen in Vfm (b) für die Fichte nach Stärkeklassen auf der Weiserfläche F3

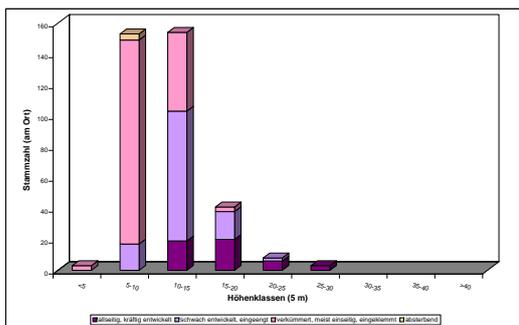


(a) h/d Verhältnis

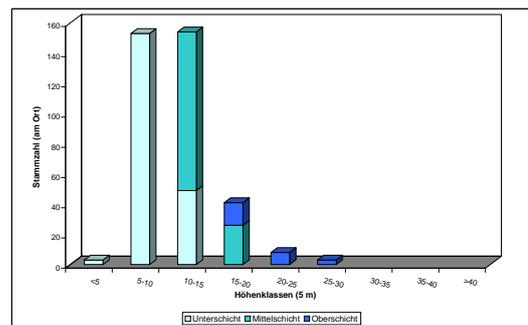


(b) Kronenklassen

Abbildung 4.15.: H/d Verhältnis als Maß der Einzelbaumstabilität (a) und Kronenklassen als Ausdruck der Kronenlänge (b) der Fichte getrennt nach Stärkeklassen auf der Weiserfläche F3

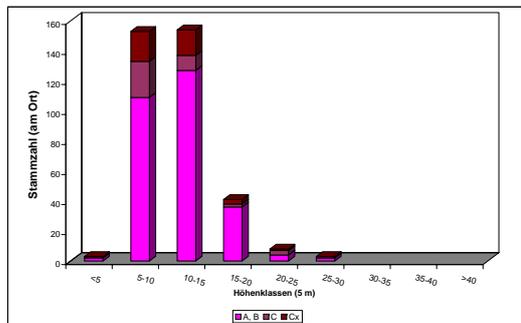


(a) Kronenausformung

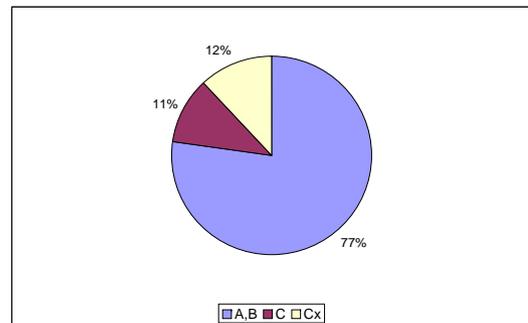


(b) Höhenklassen

Abbildung 4.16.: Kronenausformung als Ausdruck der Vitalität (a) und Anteil der Bestandesschichten an den jeweiligen Höhenklassen (b) für die Fichte auf der Weiserfläche F3



(a) Qualitätsverteilung



(b) Güteklassen

Abbildung 4.17.: Verteilung der Schaftgüteklassen auf die Höhenklassen (a) und prozentuelle Anteile (b) für die Fichte auf der Weiserfläche F3

4.3.2.3. Fläche 6

Die Weiserfläche F6 (siehe Abbildung 4.18) ist 924 m^2 groß und befindet sich in einer Muldenlage im Mittelhang unterhalb der Forststraße. Die Fläche liegt in der Abteilung 18, Örtlichkeit Kleinersee, auf 1700 m Seehöhe. Sie ist nordexponiert und es handelt sich um den Waldtyp Fs6- Subalpiner Karbonat-Fichtenwald mit Kahlem Alpendost. Die Mischungsart ist 10/10 Fichte mit vereinzelter Vogelbeere. Die Fichten-EKL (DGZ_{150}) beträgt 13,1, das Bestandesalter 40 Jahre. Nach Unterpertinger (03.11.2008) wurden auf der Fläche keine Nutzungen durchgeführt. Auffallend hoch ist der Anteil an Bäumen mit Wipfelbruch mit 20 % der gesamten Stammzahl ($N= 52/\text{Ort}$). Diese könnten durch Schneebruch in den 70er oder 80er Jahren entstanden sein (Unterpertinger, 03.11.2008).

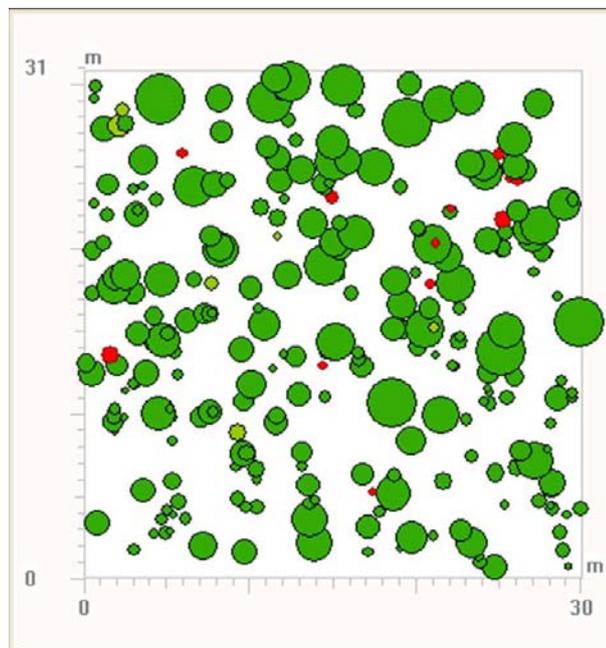


Abbildung 4.18.: Grundriss der Weiserfläche F6. In roter Farbe werden die toten Individuen angezeigt.

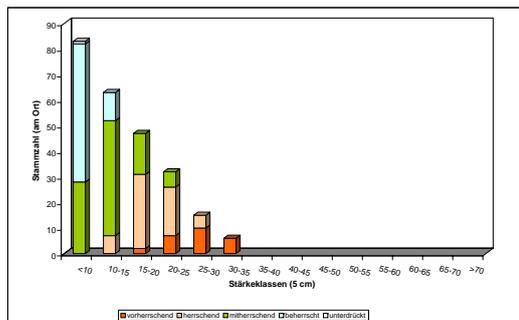
Tabelle 4.5 zeigt die wichtigsten Bestandeskennzahlen für die Weiserfläche F6 nach Berechnungen mit MOSES 3.0.

Der Vorrat am Ort beträgt $33,36 \text{ Vfm}$ und ist über die vorhandenen Stärkeklassen normalverteilt (siehe Abbildung 4.19b). Das schwachdimensionierte, stammzahlreiche Stangenholz weist eine mittlere Vitalität auf: Die Individuen sind allgemein gut bekront (siehe Abbildung 4.20b), die Kronen aber vor allem in der Mittelschicht stark eingengt und schmalkronig (siehe Abbildung 4.21a). Wie Abbildung 4.20a zeigt, ist die Stabilität des

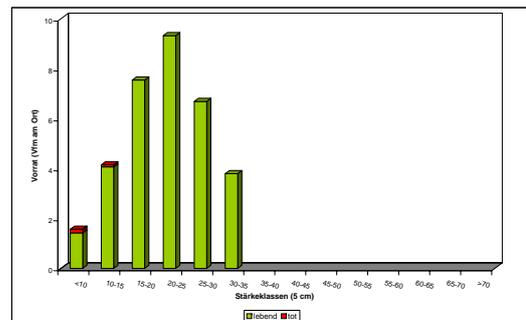
Tabelle 4.5.: Ausgewählte Bestandeskennzahlen am Ort und am Hektar für die Weiserfläche F6

Kenngröße	am Ort	am Hektar [/ha]
Mittelhöhe [hl][m]	14,19	
Oberhöhe [ho][m]		17,55
EKL(DGZ_{150})[Vfm]		13,1
Grundfläche [G][m ²]	4,99	52,65
Stammzahl [N]	269	2749
Vorrat [V][Vfm]	33,36	353,95
Totholz [Vfm]	0,23	2,51
GWL [Vfm]	33,59	356,46

Bestandes als mittelmäßig zu bewerten, da sich der Anteil von Individuen mit einem günstigen bzw. ungünstigen h/d Verhältnis die Waage halten. Die Schichtung in Haupt (Oberschicht)- und Nebenbestand (Mittel- und Unterschicht) ist deutlich (siehe Abbildung 4.21b) und letzterer wird vor allem von beherrschten, mitherrschenden Individuen (siehe Abbildung 4.19a) mit hohem Anteil an Fehlerholz der Güteklasse Cx gebildet (siehe Abbildung 4.22a). Allgemein betrachtet, weist der Bestand eine schlechte Qualität über alle Stärkeklassen auf (siehe Abbildung 4.22b und Abbildung 4.22a).

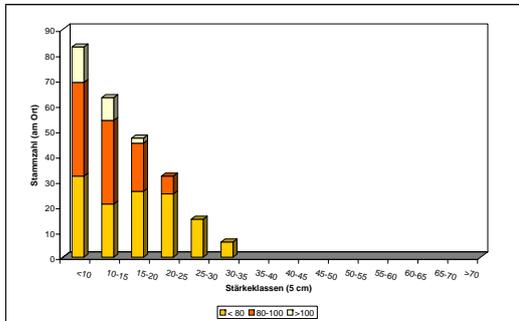


(a) Kraft'sche Baumklassen

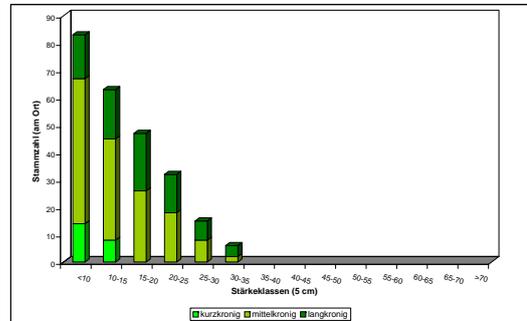


(b) Vorrat

Abbildung 4.19.: Kraft'sche Baumklassen als Ausdruck der sozialen Stellung (a) und Volumen in Vfm (b) für die Fichte nach Stärkeklassen auf der Weiserfläche F6

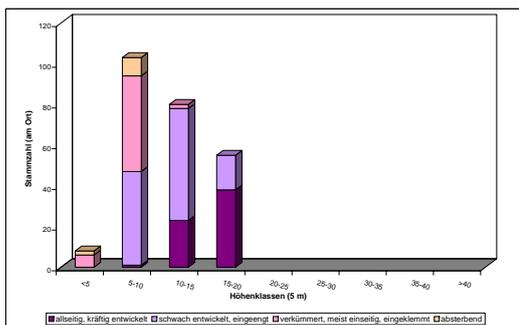


(a) h/d Verhältnis

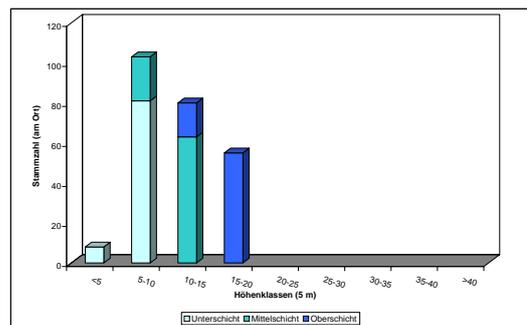


(b) Kronenklassen

Abbildung 4.20.: H/d Verhältnis als Maß der Einzelbaumstabilität (a) und Kronenklassen als Ausdruck der Kronenlänge (b) der Fichte getrennt nach Stärkeklassen auf der Weiserfläche F6

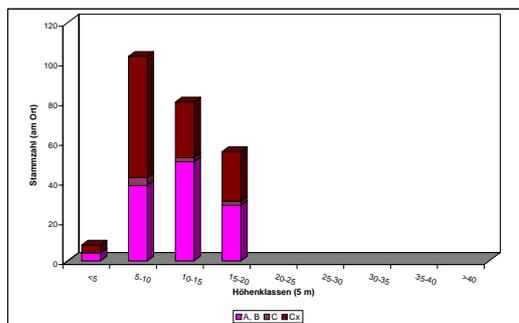


(a) Kronenausformung

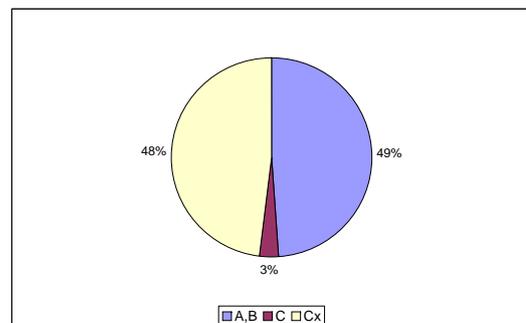


(b) Höhenklassen

Abbildung 4.21.: Kronenausformung als Ausdruck der Vitalität (a) und Anteil der Bestandsschichten an den jeweiligen Höhenklassen (b) für die Fichte auf der Weiserfläche F6



(a) Qualitätsverteilung



(b) Güteklassen

Abbildung 4.22.: Verteilung der Schaftgüteklassen auf die Höhenklassen (a) und prozentuelle Anteile (b) für die Fichte auf der Weiserfläche F6

5. Simulation von Durchforstungseingriffen mit MOSES 3.0

Die praktische Planung und Durchführung forstwirtschaftlicher Maßnahmen erfolgt durch die Forsteinrichtung und den Waldbau. Um zielgerichtet handeln zu können, ist ein detailliertes Wissen über den Waldzustand nötig. Dies erfolgt durch eine periodisch durchgeführte Bestandesaufnahme von Waldgebieten entweder in Form einer Taxation oder mittels Stichproben. Neben dieser statischen Betrachtung ist aber vor allem die Abschätzung der weiteren Waldentwicklung, also eine Dynamisierung der erhobenen Information von Interesse (Hasenauer, 2000). Durch die Entwicklung von ertragskundlichen Baummodellen kann diesem Anspruch Rechnung getragen werden (Hasenauer, 1994).

Allgemein betrachtet, helfen Modelle bestimmte Eigenschaften einer komplexen Wirklichkeit besser zu verstehen und vereinfacht darzustellen. Allerdings muss an dieser Stelle darauf verwiesen werden, dass jedes Waldwachstumsmodell im Grunde immer nur eine Abstraktion der Realität des komplexen Systems Wald darstellt. Die räumliche Auflösung dieses Systems hängt grundsätzlich von der Zielsetzung, der Verfügbarkeit von Daten und dem letzten methodischen Wissensstand bei der Modellerstellung ab (Hasenauer, 2000).

5.1. Einzelbaumwachstumsmodelle

In der europäischen Forstwirtschaft basieren die Waldprognosesysteme zur Sicherung einer nachhaltigen Holznutzung traditionell auf Ertragstafeln. Ertragstafeln beschreiben das Wachstum gleichaltriger Reinbestände über Mittelwerte (Mitteldurchmesser, Mittelhöhe) und flächenbezogene Summen (Volumen bzw. Baumzahl je Hektar)(Hasenauer, 2004).

In den vergangenen Jahren hat sich die Waldbewirtschaftung immer mehr vom klassischen altersklassenweise aufgebauten Reinbestand mit Kahlschlagwirtschaft hin zum ungleichaltrig-gemischten Wald mit kleinflächiger Bewirtschaftung entwickelt. Diese Änderung der Waldbewirtschaftung machte eine Adaptierung bzw. Verbesserung der Prognoseinstrumente erforderlich (Hasenauer, 2000).

In Europa wurden daher in den letzten 20 Jahren als Alternative zu den herkömmlichen Ertragstafeln Einzelbaumwaldwachstumsmodelle entwickelt. Im Wesentlichen wurden dabei Ansätze, wie sie in Nordamerika schon seit längerem in Verwendung sind ((Ek und Monserud, 1974), (Monserud, 1975) zit. nach Hasenauer (2000)) für europäische Wälder adaptiert. Die Grundidee dieser Modelle besteht darin, dass die Bestandesentwicklung über das Wachstum eines jeden einzelnen Baumes im Bestand erfasst wird (Ledermann, 2004). Erst die Summe der Veränderungen am Einzelbaum ergibt dann die -wie auch in der Ertragstafel üblichen- Mittelwerte und Summen je Flächeneinheit. Dies macht jede erdenkliche Kombination von Baumarten und Altersgruppen möglich (Hasenauer, 2000). Mit Hilfe der Einzelbaumwachstumsmodelle ist es möglich, detailliertere Informationen über die Entwicklung der Bestandesstruktur (BHD-Verteilung, Schichtung, Baumartenzusammensetzung) zu erhalten und die Auswirkungen einer Vielzahl von waldbaulichen Behandlungsvarianten abzuschätzen (Ledermann, 2004).

Neben SILVA (Pretzsch, 1992) vom Lehrstuhl für Waldwachstumskunde der TU München, BWIN (Nagel, 1995) von der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt u.a. wurde am Institut für Waldwachstumforschung der Universität für Bodenkultur Wien das Einzelbaumwachstumsmodell MOSES (Hasenauer, 1994) entwickelt (Hasenauer, 2000).

Der Kern eines jeden Einzelbaumwaldwachstumsmodells besteht aus einer Reihe von mathematisch-statistischen Funktionen, die das Wachstum bzw. die Entwicklung von Einzelbäumen im Bestand über die Zeit beschreiben. Die Gleichungen bestehen aus einer Reihe von Baum-, Bestandes- und Standortvariablen, wie etwa Kronenprozent, Brusthöhendurchmesser und Konkurrenz, die am Beginn einer jeden Zuwachsperiode aktualisiert werden (Hasenauer, 2000). Diese Funktionen stellen die Teilmodelle des Waldwachstumsmodells dar, mit deren Hilfe sich Durchmesser- und Höhenzuwachs, sowie die Wahrscheinlichkeit für das Absterben eines Baumes abschätzen lassen. Weiters gibt es ein Teilmodell, welches das Aufkommen von Verjüngung beschreibt. Die Koeffizienten der jeweiligen Modellgleichung werden üblicherweise mittels multivariater statistischer Methoden aus einem möglichst repräsentativen Datenmaterial hergeleitet (Ledermann, 2004).

Für den Einsatz in der forstlichen Praxis werden die waldwachstumskundlichen Modelle

aber erst dann interessant, wenn sie in Form einer benutzerfreundlichen und einfach zu handhabenden Anwendungssoftware vorliegen. Erst damit kann die Prognose der Effekte von Waldbewirtschaftungsmaßnahmen am Computer auch durch Interessierte durchgeführt werden (Pretzsch, 2001).

Die Umsetzung eines Wachstumsmodell als Wachstumssimulator ist auch für Ausbildungs- und Schulungszwecke von Interesse (Hasenauer, 2000). Für die vorliegende Arbeit wurde mit dem Waldwachstumssimulator in der Version MOSES 3.0 (Steinmetz, 2004) gearbeitet, basierend auf dem Einzelbaumwachstumsmodell MOSES (Hasenauer, 1994).

5.2. Moses 3.0

MOSES (MODelling Stand rESponse) (Hasenauer, 1994) ist ein abstandsabhängiges Einzelbaumwachstumsmodell. Es wurde speziell für ungleichaltrige Mischbestände auf der Datengrundlage permanenter Versuchsflächen und Stichprobenpunkte in Österreich und der Schweiz entwickelt und parametrisiert (Hasenauer u. a., 2006). Nach seiner Entwicklung wurde MOSES mehrfach an unabhängigem Datenmaterial validiert (Klopf, 2007).

Im Gegensatz zu abstandsunabhängigen Modellen wie z.B. PROGNAUS, benötigt MOSES die räumliche Position eines jeden Baumes in Form seiner Koordinaten. Damit wird die Konkurrenzsituation eines Baumes in Bezug auf seine unmittelbaren Nachbarn berücksichtigt (Ledermann, 2004). Hinsichtlich des Modellansatzes folgt MOSES dem erstmals von Newnham (1964), zit. nach Hasenauer (1994) propagierten Potentialkonzept. Dabei hängt das periodische Wachstum jedes einzelnen Baumes im Bestand von einem vorher definierten Potential (=maximaler Durchmesser- bzw. Höhenzuwachs; Obergrenze) ab. Der tatsächliche Zuwachs ergibt sich mit Hilfe von Reduktionsfaktoren, die sich aus der auf den Baum einwirkenden Konkurrenz herleiten lassen (Hasenauer, 2000).

Derzeit liegen nach Hasenauer u. a. (2006) zwei Versionen des Einzelbaumwachstumsmodells MOSES als lauffähige Microsoft Windows-Applikation vor:

- MOSES 3.0 für eine einzelbestandesweise Bearbeitung und Visualisierung des vorliegenden Bestandes (Steinmetz, 2004)
- MOSESbatch für die Bearbeitung mehrerer Bestände in einer Stapelverarbeitung ebenfalls mit Visualisierung (Kindermann, 2007) zit. nach Klopf (2007)

In der vorliegenden Arbeit wird MOSES 3.0 (Steinmetz, 2004) im Zuge eines Variantenstudiums für die Modellierung verschiedener Durchforstungsvarianten auf den Weiserflächen im Latemarwald verwendet (siehe Kapitel 6). Um den Wachstumssimulator für Prognosen im Untersuchungsgebiet Latemarwald anwenden zu können, muss eine Initialisierung des Programms vorgenommen werden (siehe Kapitel 5.3). Ob die Anpassungen ausreichend und korrekt sind, zeigt sich im Zuge der Validierung des Waldwachstumsmodells mit realem Waldwachstum (siehe Kapitel 5.3.4).

Eine detaillierte Programmbeschreibung zu MOSES 3.0 findet sich im Benutzerhandbuch in Steinmetz (2004).

5.3. Initialisierung

Um den Wachstumssimulator MOSES 3.0 (Steinmetz, 2004) für eine Anwendung auf den Weiserflächen im Latemarwald zu initialisieren, müssen die folgenden Schritte durchgeführt werden:

- Aufbereiten der Weiserflächen:
 - Berechnen der Koordinaten
 - Erstellen der Eingabedatei mit Einzelbaumdaten
 - Angeben der Bonität für die einzelnen Bestände
- Validierung:
 - Statistisches Validieren der Durchmesserzuwächse
 - Plausibilitätskontrolle der Höhen

Die angeführten Schritte werden in den folgenden Abschnitten genauer beschrieben.

5.3.1. Koordinaten

Da es sich bei MOSES 3.0 um einen abstandsabhängigen Einzelbaumwachstumssimulator handelt, ist es nötig die Baumkoordinaten anzugeben. Die Koordinaten ermöglichen es, die Position eines jeden Baumes im Gelände darzustellen. In den folgenden Kapiteln

werden die dafür notwendigen Messungen im Gelände und die Datenaufbereitung näher beschrieben.

5.3.1.1. Einmessen der Bäume

Für das Bestimmen der Baumkoordinaten wurde nach der Polarmethode vorgegangen: Gemessen werden der Richtungswinkel und die Entfernung vom Aufstellungspunkt zum einzumessenden Punkt. Daraus lassen sich durch die zweite Hauptaufgabe der Vermessung die rechtwinkligen Koordinaten des Punktes berechnen. Neben ihrer Schlüsselrolle für die Darstellung der Bäume auf der jeweiligen Weiserfläche im Wachstumssimulator MOSES 3.0, dient die Erfassung der Polarkoordinaten der dauerhaften Identifizierbarkeit der Einzelbäume (ergänzend zur Baumnummer) auf diesen langfristig angelegten Versuchsfeldern (Pretzsch, 2002).

Um nach dem Polarverfahren vorgehen zu können, wurde der linke obere Eckpunkt der jeweiligen Weiserfläche als Bezugspunkt für die Einmessung angenommen (siehe Abbildung 4.4). Er entspricht dem Ursprung des lokalen kartesischen Koordinatensystems mit den x-, y-Koordinaten 0,0 (Pretzsch, 2002).

Der Wyssen-Kompass wurde für die Messung der Richtungswinkel verwendet. Der Richtungswinkel ist jener Winkel den die, durch die Magnetnadel des Wyssen-Kompasses fest vorgegebene Richtung (magnetisch Nord), mit der Strecke zur Mitte des Stammfußes des einzumessenden Baumes bildet. Gemessen wurde somit ein magnetischer Azimut in der Winkeleinheit Gon. Dabei erfolgte die Aufstellung mit dem Gerät -wie beim Einmessen der Fläche- über dem Pflockzentrum mit Visur zur Baummitte. Diese wurde teilweise wegen schlechten Lichteinfalls im Stangenholzbestand mit einer Fluchtstange angedeutet.

Die Entfernungen wurden elektronisch bestimmt. Mit dem Vertex konnte direkt die Horizontalabstand zur Mitte der Baumachse ermittelt werden. Wurde ein Baum durch einen anderen Baum in der Visierlinie verdeckt, wurde der Messvorgang von einem anderen Pflock aus wiederholt. Prinzipiell wurde von den Eckpunkten aus gemessen, bei Bedarf von den Seitenpflocken. Mittelpflocke wurden erst gesetzt, wenn es von allen bereits verpflockten Aufstellungspunkten aus nicht möglich war, die einzumessenden Bäume anzuvisieren.

Die Messungen wurden für jeden markierten Baum durchgeführt. Die Messdaten und die Bezeichnung des Fixpunktes, von dem aus gemessen wurde, wurden in einem eigenen Aufnahmeformular protokolliert (siehe Anhang B.4, Abbildung B.5).

Mithilfe von Microsoft Excel wurden die Messdaten aufbereitet und die Koordinaten berechnet.

5.3.1.2. Koordinatenrechnung

Durch die zweite Hauptaufgabe der Vermessung lassen sich aus einem Punkt dessen Koordinaten bekannt sind und aus Entfernung und Richtungswinkel die Koordinaten des gesuchten Punktes berechnen.

Die zweite Hauptaufgabe der Vermessung lautet wie folgt:

$$a = x_2 - x_1 \quad (5.1)$$

$$b = y_2 - y_1$$

$$a = s \times \sin \alpha \quad (5.2)$$

$$b = s \times \cos \alpha$$

$$x_2 = x_1 + s \times \sin \alpha \quad (5.3)$$

$$y_2 = y_1 + s \times \cos \alpha$$

Wie aus Abbildung 5.1 ersichtlich ist, basiert die zweite Hauptaufgabe auf den Winkelbeziehungen im rechtwinkligen Dreieck (siehe die Gleichungen 5.1 und 5.2). Die Koordinaten x_2, y_2 des gesuchten Punktes P_2 errechnen sich über die Winkelfunktionen aus dem gemessenen Richtungswinkel α , der gemessenen Entfernung s und den bekannten Koordinaten x_1, y_1 des Fixpunktes P_1 (siehe die Gleichungen 5.3).

In Microsoft Excel wurde ein Tabellenblatt angelegt und die besagten Berechnungen durchgeführt. Dafür mussten in einem ersten Schritt die in Gon gemessenen Azimute in Grad umgerechnet werden (siehe Gleichung 5.4).

$$1gon = \frac{1Vollwinkel}{400} = \frac{360^\circ}{400} = 0,9^\circ \quad (5.4)$$

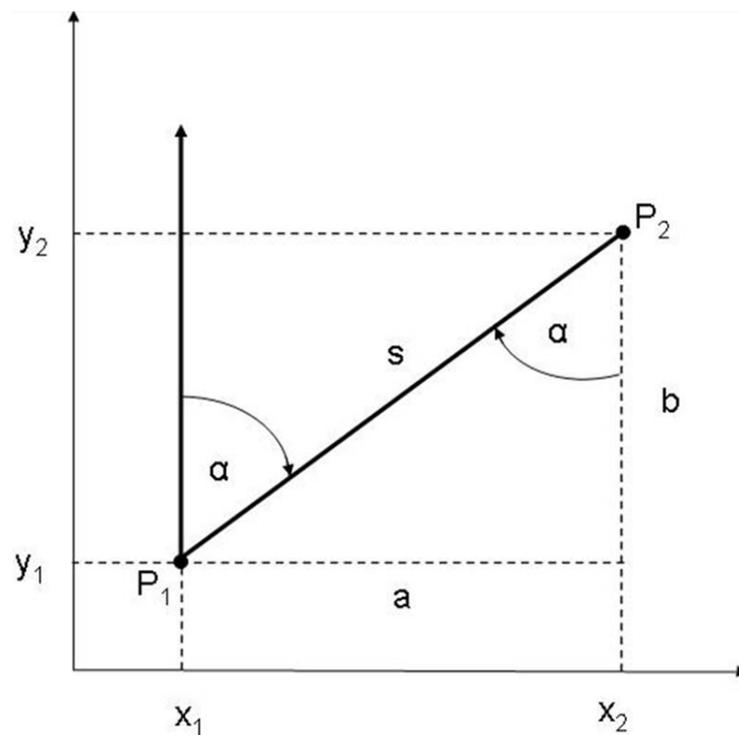


Abbildung 5.1.: Polarmethode zum Berechnen der rechtwinkligen Koordinaten des gesuchten Punktes

In einem zweiten Schritt musste dieser Winkel in Radiant, die Einheit des Bogenmaßes, umgerechnet werden. Ein Vollwinkel hat 2π Radiant oder 360 Grad. Der Umrechnungsfaktor von Grad ins Bogenmaß ist folglich:

$$1\text{rad} = \frac{360^\circ}{2\pi} = \frac{180^\circ}{\pi} \quad (5.5)$$

Für die Berechnung der Baumkoordinaten war zunächst die Berechnung der Koordinaten der Fixpunkte nötig, von denen aus die einzelnen Bäume eingemessen wurden. Anschließend wurden die Baumkoordinaten ebenso nach den obigen Gleichungen 5.1, 5.2 und 5.3 berechnet.

5.3.1.3. Koordinatentransformation

Für die Initialisierung der Weiserflächen als Bestände in MOSES 3.0 ist das Erstellen einer Eingabedatei nötig. Diese liegt im Textformat vor und umfasst eine Kopfzeile, die

Baumartendefinitionen und die Beschreibungen der einzelnen Bäume. In der Kopfzeile muss die geometrische Form der Grundfläche des zu simulierenden Bestandes definiert werden (Steinmetz, 2004). Davon abhängig ist dann die Eingabe der x- und y-Koordinaten bestimmter Fixpunkte. Genauer zur Erstellung der Eingabedatei wird in Kapitel 5.3.2 erläutert. Da es sich bei den eingemessenen Weiserflächen genaugenommen um rechteckige Flächen handelt, mussten für jede Fläche sowohl die x- und y-Koordinaten der linken, unteren Ecke als auch jene der rechten, oberen Ecke angegeben werden (siehe Abbildung 5.3). Die Fläche läge also im 1. Quadranten und hätte positive Eckpunkt- und Baumkoordinaten.

Da der Ursprung des lokalen Koordinatensystems für die Einmessung der Fläche und der Baumpositionen in die linke, obere Ecke gelegt worden war, zeigte sich bei der Darstellung der Koordinaten, dass die angelegten Weiserflächen nicht im geforderten 1. Quadranten lagen. Aus diesem Grund musste der Ursprung der Flächen in die untere linke Ecke verschoben werden. Um die Vorgehensweise genauer zu erläutern, wird an dieser Stelle beispielhaft die Fläche F1 herangezogen. Abbildung 5.2 zeigt die Berechnungsschritte der Koordinatentransformation, die mit Hilfe des Programmes Matlab (The MathWorks, Inc, 2007) durchgeführt wurden.

In einem ersten Schritt wurden die in Microsoft Excel berechneten Koordinaten in ein Matlab-Script kopiert. Die Darstellung dieser Koordinaten („Messdaten“) erfolgte in Abbildung 5.2. Der Ursprung liegt im Eckpunkt A, welcher der linken, oberen Ecke der Fläche entspricht.

In diesem zweiten Schritt wurde versucht, alle Koordinaten zu drehen. Durch eine Rotationsmatrix (siehe Gleichung 5.6) kann die Fläche bezüglich ihres festgehaltenen Koordinatensystems aktiv rotiert werden. Die Drehung eines Vektors (x_1, y_2) ist gegeben durch

$$R = \begin{bmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha \\ \sin \alpha & \cos \alpha \end{bmatrix} \quad (5.6)$$

wobei R die Rotationsmatrix bezeichnet.

Nach der Rotation (siehe Abbildung 5.2) musste die Fläche in den 1. Quadranten verschoben werden, um sowohl positive Werte zu erhalten als auch um den Ursprung in die geforderte linke, untere Ecke zu verschieben. Für die Fläche F1 ist der Fixpunkt, in den der Ursprung verschoben wird der Punkt G. In Abbildung 5.2 entspricht der Eckpunkt

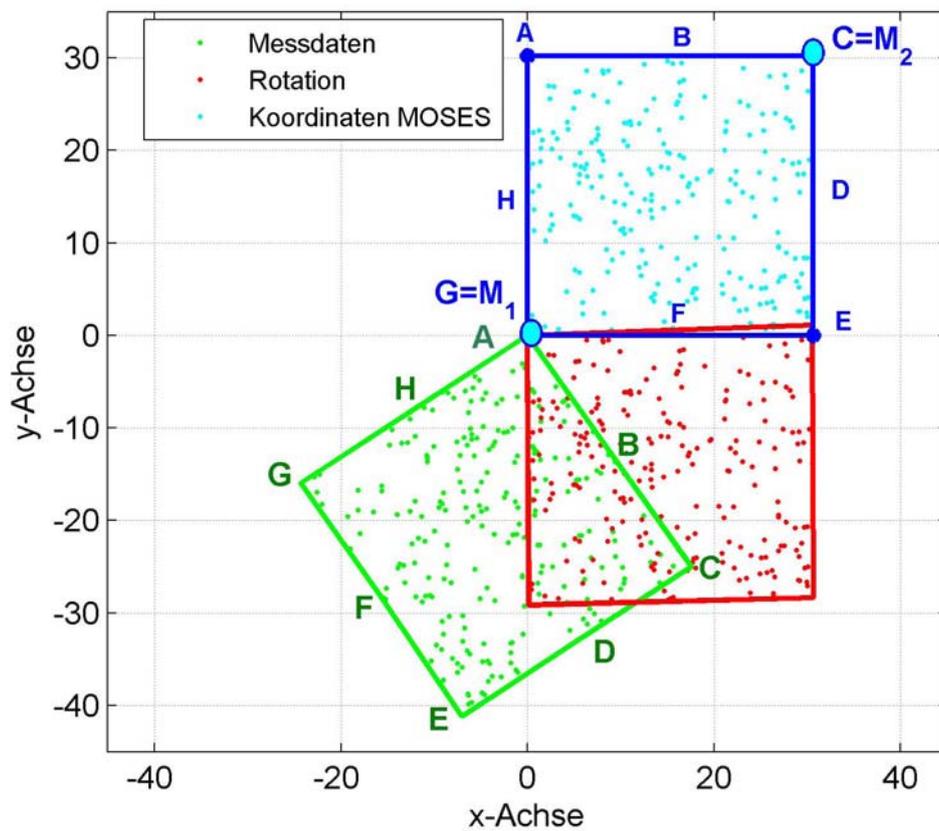


Abbildung 5.2.: Darstellung der benötigten Änderungen für die Fläche F1 in Matlab (The MathWorks, Inc (2007))

G gleichzeitig dem Punkt M_1 . M_1 steht für die in MOSES 3.0 geforderte Eingabe als die linke, untere Ecke der Fläche. M_2 steht für die geforderte rechte, obere Ecke mit den Koordinaten x_{max} , y_{max} (maximale Koordinaten des Rechtecks) und entspricht bei der Fläche F1 dem Eckpunkt C.

Wegen Messungenauigkeiten beim Einmessen der Flächen ergaben sich entgegen des ursprünglichen Designs der Weiserflächen teilweise nicht exakte rechte Winkel im Messviereck. Diese führten bei der durchgeführten Rotation und Translation (Verschiebung) dazu, dass einige Bäume, sprich deren Koordinaten, nicht im 1. Quadranten lagen. Daher wurde in einem vierten Schritt in der erstellten Matlab- Editordatei eine if-else Abfrage eingebaut, sodass bei einem besagten Fall noch eine weitere Translation der Fläche durchgeführt wurde. Diese Korrektur ergab schließlich die passenden rein positiven Koordinaten für die Eingabedatei für MOSES 3.0. Diese wurden von Matlab in Form einer Textdatei ausgegeben und in die Eingabedatei für die Initialisierung des Bestandes in MOSES 3.0 eingelesen (siehe Anhang B.6).

5.3.2. Erstellen der Eingabedatei

Wie bereits im vorhergehenden Kapitel erwähnt, muss eine jede Weiserfläche in Form einer Eingabedatei im Textformat beschrieben werden, bevor sie in MOSES 3.0 dargestellt und der Bestand simuliert werden kann.

In Abbildung 5.3 werden die verschiedenen Komponenten der Eingabedatei markiert. Neben der Definition der Fläche steht in der Kopfzeile noch die Anzahl der auf der Fläche vorkommenden Baumarten. In den Zeilen darunter sind die jeweiligen Baumarten mit ihrem Code, der Bonität, einem Koeffizienten für den Humustyp und einem Kürzel angegeben, welches die dem Baum dazugehörige Preistabelle für die Wertberechnung angibt.

Direkt daran anschließend folgt die Liste mit den aufgenommenen Bäumen. Jeder Baum ist folgendermaßen beschrieben:

- Baumnummer
- Baumartencode
- x-, y- Koordinaten der Baumposition
- Brusthöhendurchmesser [cm]
- Höhe [m]

0...Aktuelle Simulationsperiode [1-40]
 20...Anzahl der Schneebruchereignisse über alle 40 Simulationsperioden [1-40]
 2...Anzahl der vorkommenden Baumarten
 0...0...linke, untere Ecke; 30,65...30,22...rechte, obere Ecke
 => x,y, Koordinaten der rechteckigen Weiserfläche

v.l.n.r.:	Periode	Einwuchs	Z-Stamm	Qualität	lebend/tot	entnommen	Mortalität	Schneebruch	Periode wo abgestorben		
1	1	2.27	26.99	27.7	22.0	7.0	1	0	1	0	0
2	1	2.81	26.94	30.2	22.0	9.0	1	0	1	0	0
3	1	2.38	25.64	11.6	9.8	6.5	1	0	1	0	0
4	1	5.17	26.29	15.4	13.0	9.8	1	0	2	0	0
5	1	5.50	26.34	29.4	21.5	11.5	1	0	2	0	0
6	1	6.32	28.63	7.3	5.6	3.6	1	0	3	0	0
7	1	8.10	28.37	18.0	17.5	13.1	1	0	1	0	0
8	1	8.08	28.63	25.0	24.0	10.5	1	0	1	0	0
9	1	8.68	28.60	22.7	20.0	12.0	1	0	1	0	0
10	1	7.07	25.95	43.7	24.1	11.2	1	0	2	0	0
11	1	8.61	25.27	38.0	23.4	11.2	1	0	2	0	0
12	1	9.95	27.34	9.4	10.8	6.1	1	0	1	0	0
13	1	12.55	29.29	18.4	16.5	11.8	1	0	1	0	0
14	1	15.54	29.37	20.6	23.0	13.7	1	0	1	0	0
15	1	16.55	29.49	12.9	16.5	13.9	1	0	2	0	0
16	1	16.29	27.41	17.9	19.3	12.6	1	0	2	0	0
17	1	16.74	27.57	33.8	28.6	13.5	1	0	1	0	0
18	1	23.14	28.89	69.5	35.5	13.5	1	0	1	0	0
19	1	25.98	27.98	18.6	15.0	0.0	1	0	3	2	0
20	1	27.62	28.18	15.2	15.1	0.0	1	0	3	2	0
21	1	29.39	28.62	53.9	34.7	16.6	1	0	2	0	0
22	1	27.78	26.86	35.3	34.4	18.3	1	0	1	0	0
23	1	30.11	26.46	16.7	16.4	11.7	1	0	1	0	0

Einzelbäume mit (v.l.n.r.):
 -Baumnummer
 -Baumartencode
 -x, y =Koordinaten (m)
 -BHD (cm)
 -h (m)
 -KA (m)

Abbildung 5.3.: Zu erstellende Eingabedatei für die Initialisierung von MOSES 3.0

- Kronenansatz [m]
- Anzahl der Perioden in denen der Baum einwachsen wird
- Z-Stamm [0...nein,1...ja]
- Qualität (siehe Kapitel 5.3.5.1)
- lebend [mit 0; sonst tot mit: 1 entnommen, 2 natürliche Mortalität, 4 Schneebruch]
- wenn tot: Periode, in der der Baum abgestorben ist

Neben der Eingabedatei benötigt MOSES 3.0 eine Koeffizientendatei zur Initialisierung des Bestandes. Diese definiert für jede Baumart die Koeffizienten der Wachstums- und Mortalitätsfunktionen (Steinmetz, 2004). Abbildung 5.4 zeigt die Koeffizientendatei für die Fichte. Die verschiedenen Zeilen sind kommentiert.

Die verschiedenen Funktionen sind im Benutzerhandbuch von MOSES 3.0 (Steinmetz, 2004) genauer beschrieben. Auf den aufgenommenen Weiserflächen sind nur zwei Baumarten aufgetreten: Fichte und Vogelbeere. Für die Vogelbeere wurde in der Simulation die Buche als vergleichbar erachtet und für die Prognose herangezogen.

Für die Berechnung des Schaftholzvolumens wird die Schaftholzfunktion von Pollanschütz (1974) verwendet. Die Koeffizienten der Schaftholzfunktion für die Berechnung der Form-

```

fichteold.bau - Editor
Datei Bearbeiten Format Ansicht ?
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 #das geschätzte Höhenwachstum wird in jeder Periode mit dem entsprechenden U-Wert multipliziert
4 57.2 -0.531 0.0123 0.00168 0.000290 0.00000169 0.453 -0.00333 #4 4.515343 -0.02665320 -2.203244E-7 -0.8840923 2.262338E-3 8.994708E-8 0.0 0.0 0.0 #Oberhöhenfunktion
0.46818 -0.01392 -28.213 0.37474 -0.28875 28.279 .000 #Schaftholzfunktion f=b1+b2*lnA2(d)+b3/h+b4/d+b5/dA2+b6/(d*h)+b7/(dA2*h)
1.2048 1.2394 #Solitardurchmesser d=a0*h^a1
0.7401 0.8324 0.4950 0.6620 #Kronendurchmesser kds=a0*h^a2 und Schirmdurchmesser sd=b0*d^b1 (letzten 2 Koeffizienten)
0.428860 -2.150137 0.055453 0.0 #0.10 #Durchmesserzuwachsmodell
0.253779 -12.522966 0.110817 0.0 #0.20 #Höhenzuwachsmodell
0.007124 0.935826 4.918422 -1.444386 -0.033900 #Kronenansatzveränderungsmodell
2.5398 -0.0341 0.7085 0.0175 0.0 #-0.1444 #Mortalitätsmodell -0.7008 -0.0039 3.5937 0.1366 0.0 #Mortalitätsmodell
-0.065 811.2 -0.7961 0.154 #Schneebruchmodell
0.9 1.2 1.5 0.013 -0.346 5000 # Verjüngung
0.06 #Rindenprozent

```

Abbildung 5.4.: Koeffizientendatei für die Initialisierung von MOSES 3.0 (Quelle: Steinmetz (2004) mod.)

zahl sind allerdings nur für einen Durchmesserbereich $\geq 10,5$ cm gültig. Darunter wurden von Schieler (1988) neue Koeffizienten berechnet, die genauere Ergebnisse für diesen schwachen Durchmesserbereich liefern. Im Sourcecode von MOSES 3.0 wurden die Koeffizienten von Pollanschütz (1974) verwendet. Allerdings wurde für den Durchmesserbereich ≤ 20 cm nach Steinmetz (04.03.2009) der Wert 0,5 für die Formzahl angenommen. Um daher hier keine systematischen Abweichungen im Volumen durch die Simulation und durch die Berechnung für die Auswertungen zu verursachen, wurde in der vorliegenden Arbeit ebenfalls für den Durchmesserbereich ≤ 20 cm die Formzahl 0,5 verwendet. Die Formzahl wird mit Grundfläche und Höhe des jeweiligen Baumstammes multipliziert. Das Produkt ergibt das Schaftholzvolumen in VSmR. Konsequenterweise wurde dies auch für die Baumart Vogelbeere auf dieselbe Weise festgelegt.

Die Bonität musste für jede der sieben Weiserbestände bestimmt werden. Dies wird im Kapitel 5.3.3.2 beschrieben.

5.3.3. Ertragskundliche Parameter

Im folgenden Kapitel werden die durchgeführten ertragskundlichen Berechnungen und die anschließende Validierung von MOSES 3.0 für den Latemarwald kurz dokumentiert.

5.3.3.1. Oberhöhenfunktion

Da MOSES 3.0 ein „potenzial abhängiges“ Einzelbaumwachstumsmodell ist, benötigt es Oberhöhenfunktionen für die Abschätzung der potenziellen Zuwächse je Baumart und

Standort (Kindermann und Hasenauer, 2005). Um im Wachstumssimulator das Waldwachstum im Latemarwald richtig abbilden zu können und mit der für MOSES 3.0 verwendeten Oberhöhenfunktion der Fichte nach Sterba (1976) konsistent zu bleiben (siehe Gleichung 5.7), mussten neue Koeffizienten berechnet werden. Dies basiert auf der Arbeit von Kindermann und Hasenauer (2005). Dabei wurden Ertragstafeln für Österreich und angrenzende Regionen, denen unterschiedliche Funktionstypen zu Grunde liegen, so ausgeglichen, dass ein einheitliches Oberhöhenfunktionsschema für alle Baumarten erarbeitet wurde.

$$OH = (a_0 + a_1SI + a_2SI^2) \left[1 - e^{-(a_3+a_4SI+a_5SI^2)t} \right]^{\frac{1}{1-(a_6+a_7SI)}} \quad (5.7)$$

mit

SI... Site Index (Bonität)

t... Alter

*a*₀...*a*₇ Koeffizienten

Grundlage für die Neuberechnung der Koeffizienten ist der Oberhöhenverlauf aus der Ertragstafel Fichte Eisacktal (Moser, 1991), die ihrerseits auf die Arbeit von Weger (1990) zurückgeht. Die Koeffizienten für die Oberhöhenfunktion der Fichte nach Sterba (1976) (siehe Gleichung 5.7) wurden mittels nichtlinearer Regression in SPSS berechnet und in der Koeffizientendatei (siehe Abbildung 5.4) angegeben (?). Die neu berechneten Koeffizienten sind in Tabelle 5.1 wiedergegeben.

Tabelle 5.1.: Neu berechnete Koeffizienten für die Oberhöhenfunktion der Fichte nach Sterba (1976) für die Weiserflächen im Latemarwald

Koeffizient	Wert
<i>a</i> ₀	57,2
<i>a</i> ₁	-0,531
<i>a</i> ₂	0,0123
<i>a</i> ₃	0,00168
<i>a</i> ₄	0,000290
<i>a</i> ₅	0,00000169
<i>a</i> ₆	0,453
<i>a</i> ₇	0,00333

Da MOSES 3.0 für die Vogelbeere nicht parametrisiert ist, werden Funktionen (z.B. Ober-

höhenfunktion) und Koeffizienten der Buche aus dem Handbuch zu MOSES 3.0 (Steinmetz, 2004) verwendet.

5.3.3.2. Ertragstafel Fichte Eisacktal und Bonität

Zur Bestimmung der Standortsgüte (Bonität) wurde die Oberhöhe nach Weise herangezogen. Die Oberhöhe nach Weise ist die Mittelhöhe der 20 % stärksten Bäume. Für jede Weiserfläche wurden die 20 % stärksten Bäume herausgesucht, das durchschnittliche absolute Alter (Alter in Brusthöhe + 10 Jahre Zuschlag) und die Lorey'sche Mittelhöhe (h_L) nach Gleichung 5.8 berechnet:

$$h_L = \frac{\sum n \times g \times h}{\sum n \times g} \quad (5.8)$$

mit $n=1$, da es sich um eine Vollaufnahme handelt

Die Oberhöhe wurde nur für die Fichte berechnet. Für die Vogelbeere wurden die Defaultwerte in MOSES 3.0 für die Buche verwendet (SI=22,0).

Mit der Oberhöhe und dem mittleren Alter wurde bonitiert. Als Bonität wird bei der Eingabe in MOSES 3.0 der Site Index (SI) -das ist die Oberhöhe im Alter 100 (absolutes Alter)- gefordert. Der SI wird für die Abschätzung der Höhenzuwachspotenziale nach dem Potentialkonzept benötigt. Um den SI zu bestimmen, wurde zwischen Alter und Oberhöhe aus der für den Latemarwald als gültig angenommenen Ertragstafel Fichte Eisacktal (Moser, 1991) interpoliert. Diese Ertragstafel ist als einzige für das Eisacktal und seine Nebentäler, darunter das untere Eisacktal und Bozen, gültig (Weger, 1990). Die Ertragsklassen werden in Südtirol im DGZ_{150} (durchschnittlicher Gesamtzuwachs im absoluten Alter 150) angegeben und tabelliert. Da der Latemarforst mit seiner außergewöhnlichen Wachstumsleistung einzigartig in ganz Südtirol ist, wird deutlich, dass die verwendeten Ertragstafeln für die Fichte Eisacktal das Wachstum der Fichte auf den Weiserflächen unterschätzen. Im Anhang D finden sich die verwendeten Tafeln der Ertragstafel Fichte Eisacktal nach Moser (1991).

5.3.4. Validierung von MOSES 3.0 für den Latemarwald

Um MOSES 3.0 für Prognosen im Latemarwald einsetzen zu können, ist eine Validierung des Modells für dieses Gebiet erforderlich. Es soll geprüft werden, ob der Wachstumssimulator das Waldwachstum „richtig“ beschreiben kann. Es handelt sich dabei um einen quantitativen Vergleich zwischen Modellprognose und wirklichem Wuchsverhalten (Pretzsch, 2001). Anfangs wurden die auf den Weiserflächen gemessenen Zuwächse mit den von MOSES 3.0 generierten Zuwächsen verglichen. In einem weiteren Schritt wurden die simulierten Höhen auf ihre Plausibilität geprüft.

5.3.4.1. Vergleich beobachteter mit simuliertem Zuwachs

Datenbasis für die statistische Validierung sind neben den Messungen für jeden Baum die Zuwachsbohrungen, die auf den Weiserflächen an ausgewählten Individuen durchgeführt wurden. Bei der statistischen Validierung sollen systematische Abweichungen des Modells von der Wirklichkeit aufgedeckt und die Genauigkeit der Modellvorhersagen im Sinne von Vertrauensintervallen beschrieben werden (Sterba, 2008).

Prinzipiell geht die statistische Validierung von einer Untersuchung der Abweichungen zwischen den im Gelände beobachteten (observed) und den vom Modell geschätzten (predicted) Werten aus. Durch Einsetzen des gemessenen Zuwachses kann MOSES 3.0 mittels Durchmesserzuwachsmodell den Zuwachs der jeweils folgenden Periode schätzen. Dieser prognostizierte Zuwachs wird dem beobachteten Zuwachs gegenübergestellt (Sterba, 2008). Für die Validierung werden die Differenzen zwischen den beiden Zuwächsen ermittelt. Der Vergleich wird zuerst graphisch durchgeführt.

In Abbildung 5.5 sind die Differenzen (Δ) aus den simulierten und den beobachteten BHD-Zuwächsen ($iBHD$) pro Jahr, über den simulierten Brusthöhendurchmessern aufgetragen. Es kann festgestellt werden, dass MOSES 3.0 sowohl im schwachen als auch im starken Durchmesserbereich unterschätzt.

In einem weiteren Schritt werden der Mittelwert der simulierten BHD-Zuwächse ($iBHD_{sim}$) pro Jahr mit 0,195 cm und die mittlere jährliche Differenz zwischen simuliertem und beobachtetem BHD mit -0,251 cm berechnet (siehe Tabelle 5.2). Die Standardabweichung beträgt $\pm 0,153$ cm.

Jenes Intervall, das bei einer künftigen Schätzung mit MOSES 3.0 mit einer gegebenen Wahrscheinlichkeit zu erwarten ist, ist als Vorhersageintervall (PI) folgendermaßen definiert:

$$PI = \bar{D} \pm s_D \times \sqrt{1 + \frac{1}{n}} \times t_{n-1;\alpha;2} \quad (5.9)$$

mit:

PI ...Vorhersageintervall

\bar{D} ...Mittelwert der Differenzen aus simuliertem und beobachtetem BHD-Zuwachs

s_D ...Standardabweichung

n ...Anzahl der Differenzen

$t_{n-1;\alpha;2}$...t-Wert aus der Tabelle mit $n - 1$ Freiheitsgraden, Irrtumswahrscheinlichkeit α und zweiseitiger Fragestellung

Das Toleranzintervall (siehe Gleichung 5.10) beschreibt für wiederholte Simulationen den Rahmen, innerhalb dessen bei einer bestimmten Irrtumswahrscheinlichkeit ein bestimmter Prozentsatz aller Fehler zu erwarten ist.

$$TI = \bar{D} \pm s_D \times g_{1-\gamma;n;\alpha} \quad (5.10)$$

mit:

TI ...Toleranzintervall

\bar{D} ...Mittelwert der Differenzen aus simuliertem und beobachtetem BHD-Zuwachs

s_D ...Standardabweichung

$g_{1-\gamma;n;\alpha}$...Toleranzfaktor mit dem Prozentsatz der Fehler innerhalb des festgelegten Rahmens $(1 - \gamma)$, n Freiheitsgraden und einer Irrtumswahrscheinlichkeit α

Tabelle 5.2.: Statistische Validierung der Differenzen der beobachteten und der simulierten Brusthöhendurchmesser-Zuwächse pro Jahr für die Fichte

N	\overline{iBHD}_{sim} [cm]	$\bar{\Delta}$ [cm]	s_D [cm]	t-Wert	PI [cm]	TI [cm]
47	0,195	-0,251	0,153	2,01	-1,989 1,487	0,113 -0,614

N ... Anzahl der BHD-Zuwachsdifferenzen

\overline{iBHD}_{sim} ... mittlerer geschätzter jährlicher Zuwachs

$\bar{\Delta}$... mittlere jährliche Differenz zwischen simuliertem und beobachtetem BHD

s_D ... Standardabweichung

t-Wert ... aus der Tabelle mit Freiheitsgraden=46, $\alpha = 0,05$, zweiseitig

PI ... Vorhersageintervall mit $\alpha = 0,05$, Freiheitsgraden=46, zweiseitig

TI ... Toleranzintervall mit $\gamma = 0,05$, Freiheitsgraden=47, , zweiseitig

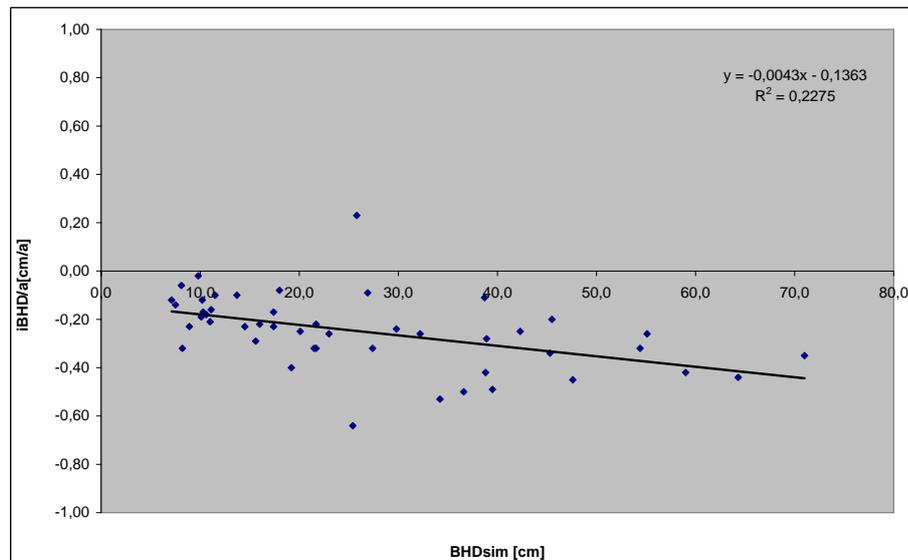


Abbildung 5.5.: Unterschätzen der Durchmesserzuwächse im Latemarwald mit MOSES 3.0

Wie die Tabelle 5.2 zeigt, liegt der Fehler einer zukünftigen Durchmesserzuwachsschätzung (PI) bei der Fichte mit 95%iger Wahrscheinlichkeit zwischen -1,989 und 1,487 cm. Da das Vorhersageintervall 0 miteinschließt, kann die Nullhypothese nicht abgelehnt werden. Es gibt keine systematischen Abweichungen. Das Toleranzintervall beschreibt für wiederholte Simulationen den Rahmen, innerhalb dessen bei einer bestimmten Irrtumswahrscheinlichkeit ein bestimmter Prozentsatz aller Fehler zu erwarten ist. Bei wiederholter Anwendung liegen 95% der Fehler zwischen 0,113 und -0,614 cm. Es gibt keine systematischen Abweichungen.

Der graphischen Prüfung und der statistischen Validierung zufolge erscheint die Verwendung von MOSES 3.0 in der entsprechend parametrisierten Form für Wachstumsprognosen im Latemarwald im Zuge des Forstwachenkurses geeignet.

5.3.4.2. Plausibilitätskontrolle Höhen

In einem weiteren Schritt werden die beobachteten Höhen gegen die von MOSES 3.0 für eine und zwei Perioden simulierten Höhen aufgetragen. Die Abbildung 5.6 zeigt die nach aufsteigendem BHD und h_0 -also den beobachteten Höhen in der Aufnahmeperiode- sortierten Bäume der sieben Weiserflächen. h_1 steht für 5 Jahre und h_2 für 10 Jahre nach der Aufnahmeperiode. Die Prüfung zeigt, dass die Höhenzuwächse plausibel erscheinen, da sie bei geringeren Höhen (Alter) -dem natürlichen Wachstumsgang entsprechend- höher sind als mit zunehmender Höhe (Alter).

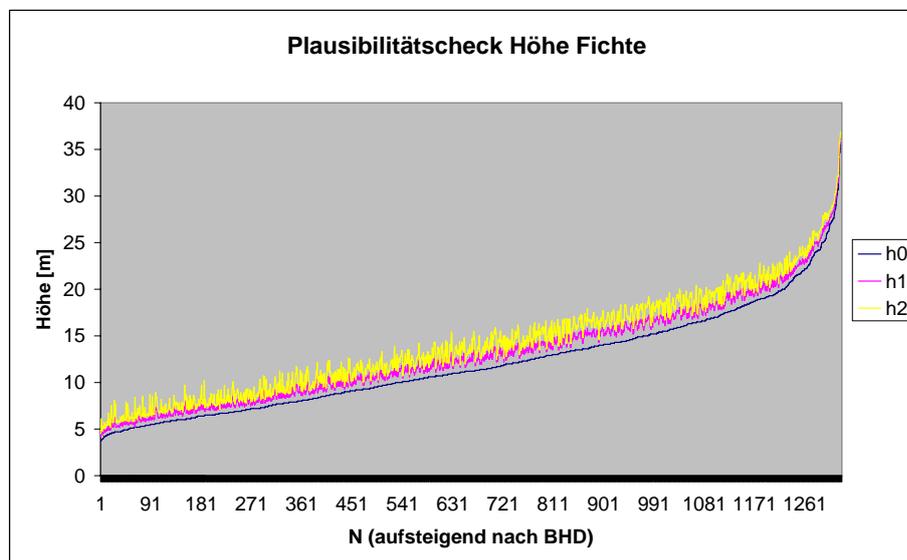


Abbildung 5.6.: Überprüfung der Plausibilität der Höhenzuwächse

5.3.5. Annahmen für die Simulation

Damit die vom Wachstumssimulator MOSES 3.0 prognostizierten Daten einen Mehrwert an Informationen, wie z.B. den Sortimentsanfall pro Güteklasse, oder den Deckungsbeitrag I (DB I) liefern, müssen vor Beginn der Simulation der verschiedenen Durchforstungseingriffe Annahmen getroffen werden. Diese sind teilweise gutachterlich und aus plausiblen Erfahrungswerten hergeleitet worden.

5.3.5.1. Sortimentsanfall und Qualitäten

Die Rundholz-Sortimentierung wurde nach österreichischem Vorbild für Südtirol übernommen und ist den Österreichischen Holzhandelsusancen (ÖHU) zu entnehmen (Kooperationsplattform Forst Holz Papier, 2006). Ein Vergleich mit der Südtiroler Rundholzsartierung Landesbetrieb für Forst- und Domänenverwaltung (2006) ergab eine gute Übereinstimmung. Ein Vorteil bei der Anlehnung an die österreichische Sägerundholzsortierung ist die Einteilung des ausgeformten Rohholzes in Stärkeklassen. Tabelle 5.3 zeigt die mögliche Ausformung der 4 m Bloche nach dem Mitteldurchmesser, wobei die Unterteilung in „a“ und „b“ nicht statisch ist und auch unterbleiben kann.

Tabelle 5.3.: Stärkeklassen nach dem Mitteldurchmesser (MD) (Quelle: Kooperationsplattform Forst Holz Papier (2006))

Stärkeklasse	Mitteldurchmesser in cm ohne Rinde
0	<10
1a	10-14
1b	15-19
2a	20-24
2b	25-29
3a	30-34
3b	35-39
4ab	40-49
5ab	50-59
6	60+

Die optische Ansprache der Güteklassen erfolgte im Gelände nach den Klassen Normalholz und Fehlerholz. Zusätzlich wurden die Schäden protokolliert (siehe Kapitel 4.2.2). Im Wege der Initialisierung wurde unter Berücksichtigung der Güteansprache im Gelände jedem Baum eine Rundholz-Güteklasse mittels Werteziffer in der Eingabedatei zugeordnet, welche den angeführten Qualitätsklassen der Österreichischen Handelsusancen (Kooperationsplattform Forst Holz Papier, 2006) folgt:

- **Qualitätsklasse A,B:** Die beiden Qualitätsklassen A und B wurden zusammengeschlossen, um das anfallende Rundholz nach Südtiroler Preisverhältnissen und Preisinformationen bewerten zu können (siehe Kapitel 5.3.5.2). In diese Klasse fällt nun jenes Rundholz, welches von ausgezeichneter bis zu mittlerer Qualität reicht. Es muss nicht fehlerfrei sein: Äste sind bis zu einer gewissen Anzahl und Ausmaß fest

und auch nicht fest verwachsen zulässig. Auch Krümmung und Abholzigkeit sind bis zu einem bestimmten Grad zulässig. Fäule und Verfärbung führen zur Abstufung in der Qualität.

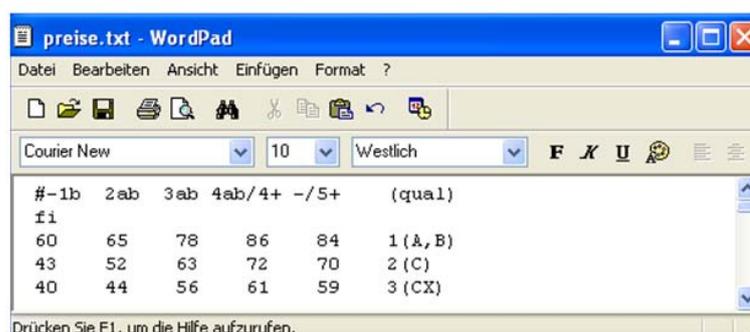
- **Qualitätsklasse C:** Rundholz mittlerer bis unterdurchschnittlicher Qualität, mit zulässigen Holzfehlern wie Astigkeit, Abholzigkeit, Risse, Buchs, Harzgallen und oberflächliche Verfärbung.
- **Qualitätsklasse Cx:** Rundholz, das wegen seiner Merkmale nicht den Klassen A,B,C angehört, aber als Sägerundholz nutzbar ist.

Der Vereinfachung halber und wegen Zulässigkeit der Holzfehler Zwiesel und Wipfelbruch in Südtirol für die Qualitäten C und D (Landesbetrieb für Forst- und Domänenverwaltung, 2006), wurden solche Stämme der Klasse Cx zugeordnet. Der vernachlässigbar kleine Anteil an Bäumen mit Säbelwuchs wurde auch dieser Klasse zugeordnet.

5.3.5.2. Holzpreise

Preistabellen für die verschiedenen Baumarten können in MOSES 3.0 integriert werden. Über die Einzelstammsortentafeln werden die Ertelevolumina der einzelnen Bäume nach usancengemäß ausgeformten Sortimenten berechnet. Die Tabellenwerke stützen sich dabei auf die Stärkeklassengliederung der ÖHU (Kooperationsplattform Forst Holz Papier, 2006). Der Sortimentsanfall wird dann mit den Holzpreisen multipliziert und liefert den Erlös.

Da die Domänenstation Latemar kein Sägerundholz verkauft (Unterpertinger, 03.11.2008), -es wird in der betriebseigenen Säge eingeschnitten- werden die Preise gutachterlich bestimmt. Um einen ersten Eindruck zu bekommen wurden die durchschnittlichen Preise über die letzten sieben bis acht Jahre aus der Rundholz-Datenbank der Abteilung Forstwirtschaft in Südtirol (Autonome Provinz Bozen, 2008) für die Gemeinden der Umgebung mit ähnlicher Qualität berechnet. Schließlich wurden die Rundholzpreise für die Fichte nach aktueller Holzmarktlage von einem erfahrenden Holzhändler des Gemeindegebietes (Pichler, 16.02.2009) gutachterlich festgesetzt (siehe Abbildung 5.7). Für die Vogelbeere (Brennholz) wurden 44 €/fm festgelegt.



#-1b	2ab	3ab	4ab/4+	-/5+	(qual)
f1					
60	65	78	86	84	1 (A, B)
43	52	63	72	70	2 (C)
40	44	56	61	59	3 (CX)

Abbildung 5.7.: Rundholzpreise pro fm, Stärkeklassen und Sortimente der Fichte für den Latemarwald in der preise.txt Datei vom MOSES 3.0

5.3.5.3. Produktivitätsmodelle und Holzerntekosten

Der Landesbetrieb für Forst- und Domänenverwaltung führt den Großteil der Holzernte in Eigenregie durch. Schlägerung und Rückung werden vom eigenen Personal oder vom Maschinenring durchgeführt (Autonome Provinz Bozen, 2007). Für die vorliegende Arbeit wird angenommen, dass die Aufarbeitung der Durchforstungseingriffe im Sortimentsverfahren durch motormanuelle Fällung, und Vorrückung und Rückung mit Traktor und Seilwinde erfolgt. Für eine Vorkalkulation der Holzerntekosten werden Leistungstabellen herangezogen ((Kooperationsplattform Forst Holz Papier, 2005), (Affenzeller, 05.03.2009)). Aus der Entnahmemenge pro Durchforstungseingriff wird der mittlere Durchmesser berechnet. Dieser dient als Eingangsgröße zur Bestimmung der Vorgabeleistung (fm/h) für die motormanuelle Fällung im Sortimentsverfahren in Fichtenbeständen. Diese wurden aufgrund von arbeitswissenschaftlichen Untersuchungen ermittelt. Die Vorgabeleistung wird mit dem Stundensatz eines Arbeiters mit Motorsäge von 16 € (Bauernakkordant; alternativ 25 €) angenommen. Das Produkt ergibt die Kosten für die motormanuelle Fällung in €/fm.

Die Kosten für die Rückung berechnen sich ebenfalls über eine Leistungstabelle für einen Forstspezialschlepper mit Funkwinde, Leistungsklasse 60 kW (Kooperationsplattform Forst Holz Papier, 2005). Eingangsgröße ist die mittlere Stückmasse in fm o.R. Erst wird die benötigte Grundzeit für die Rückung in min/fm bestimmt und dann werden die Zeitzuschläge mit 15 % festgesetzt (in Abhängigkeit von mittlerer Zuzugsentfernung und Zuzugsrichtung und der mittleren Fahrentfernung zum Holzlager). Dies ergibt den gesamten Zeitbedarf der Rückung in min/fm. Die Richtsätze für die Rückung mit Traktor und Funkwinde werden mit 13 €/h für einen Arbeiter, 25 €/h für den Traktor und 6 €/h für die Funkwinde angenommen. Das ergibt in Summe 44 €/h. Aus der Multiplikation

von Zeitbedarf der Rückung in min/fm und den Stundensätzen €/min ergeben sich die Rückekosten in €/fm. Die Summe der Kosten für die motormanuelle Fällung und die Rückung ergibt die Erntekosten in €/fm.

Abschließend lässt sich aus der Differenz von Erlös und Erntekosten der Deckungsbeitrag I (DBI) in €/fm berechnen.

6. Variantenstudium

6.1. Ablauf

Im Rahmen der vorliegenden Masterarbeit wurde ein Variantenstudium unterschiedlicher Durchforstungseingriffe auf den Weiserflächen F1, F3 und F6 im Latemarwald durchgeführt. Diese sollen als Anschauungsmaterial für die Waldbau-Übungen im Rahmen der Ausbildung herangezogen werden. Fünf Durchforstungsvarianten wurden pro Weiserfläche ausgeschieden:

- Auszeigen im Gelände durch Forstpersonal: Auszeige 1 (A1), Auszeige 2 (A2) (ohne A2 auf F6) , Auszeige 3 (A3)
- Auszeigen am Bildschirm: Auszeige 4 (A4), (Auszeige A2 auf F6)
- Nullvariante (NV)

Die Auszeigen im Gelände wurden von drei forstlichen Fachleuten (zwei Forstakademiker, eine Forstwache) im Herbst 2008 im Latemarwald durchgeführt. Auf jeder der drei Weiserflächen wurde jeweils eine Auszeige pro Person durchgeführt. Die einzelnen Auszeigen in den Weiserbeständen erfolgten zeitlich unabhängig voneinander. Die Forstfachleute konnten sich durch eine Kurzcharakteristik über die Flächen vorinformieren und erhielten dieselbe Zielvorgabe für die Durchforstungseingriffe auf den drei Weiserflächen:

- Betriebsziel: Holzproduktion
- Produktionsziel: Nutzholz
- Betriebszieltyp: Fichte 10, gute Sägerundholzqualität (A,B)
- Wirtschaftlichkeit der geplanten Durchforstungseingriffe

Übergeordnetes Ziel ist die Funktionserfüllung der Weiserflächen als Lehr- und Lernobjekt. In diesem Sinne ist die Identifikation einer nach ausgewählten Bestandeskennzahlen „geeignetsten“ Variante pro Fläche im Rahmen des folgenden Variantenstudiums notwendig. Die entsprechende Durchforstungsvariante wird im Sommer/Herbst 2009 umgesetzt werden. Durch das Variantenstudium erarbeiteten Grafiken und Kennzahlen werden für die didaktische Aufbereitung von Durchforstungseingriffen im Rahmen des Forstwachenskurses verwendet (siehe Kapitel 7).

Für jede Auszeige wurde eine Entnahmeliste erstellt und zusätzlich eine kurze Befragung nach Ende der Auszeige durchgeführt. Gefragt wurde nach den persönlichen Kriterien bei den Durchforstungseingriffen und der Vorgangsweise auf den einzelnen Flächen. Die auszeigende Person wurde gebeten eine Einschätzung zur Durchforstungsart, Eingriffstärke (Vfm in %) und Mitteldurchmesser (gesamte und entommene Individuen) abzugeben. Aufgrund der Befragung wurde die Hypothese unterstellt, dass jede Person bei den Eingriffen auf den drei Flächen einheitlich vorgeht. Davon ausgehend wird pro Person erst dieses unterstellte Auszeigeprofil vorgestellt, daran anschließend erfolgt die Auszeigeanalyse und Prüfung der Hypothese. Neben der Analyse des Eingriffs werden auch die mittelfristige Entwicklung der Bestände und die Effekte nach der Durchforstung durch die Simulation mit MOSES 3.0 dargestellt. Schließlich erfolgt eine Gegenüberstellung der einzelnen Durchforstungsvarianten (Variantenvergleich) anhand ausgewählter Bestandeskennzahlen.

6.2. Durchforstungsvarianten und Auszeigeanalyse

Im folgenden Kapitel sollen die unterstellten Auszeigeprojekte anhand ausgewählter Grafiken, die das Profil gut beschreiben, visualisiert werden.

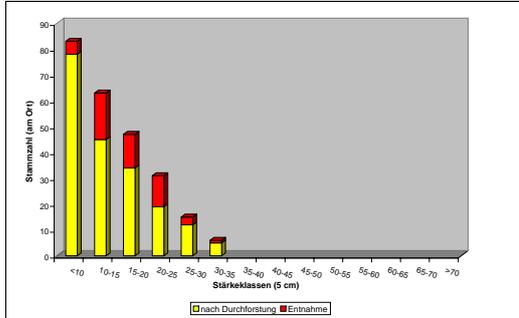
6.2.1. Auszeige 1

Basierend auf den Ausführungen der Person, welche die Auszeige A1 auf den Weiserflächen F1, F3 und F6 durchgeführt hat, wird darauf abgezielt, Z-Stämme nach folgenden Kriterien zu fördern (Reihung nach ihrer Wichtigkeit): Stabilität, Vitalität und Qualität. Neben den stärksten Bedrängern der Z-Stämme sollen gleichzeitig beschädigte Individuen entfernt werden. Im Endbestand sollen 400 Z-Stämme im Abstand 5 x 5 m pro Hektar erreicht werden. Die Eingriffsstärke (V_{fm}) wird als hoch eingeschätzt.

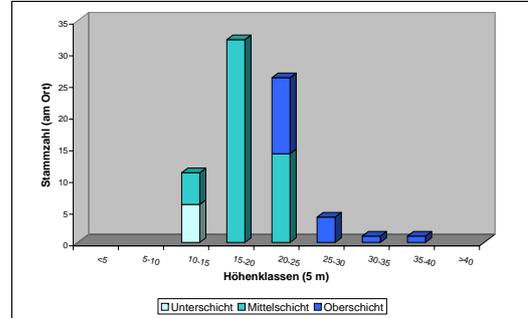
Als Besonderheiten werden auf den einzelnen Flächen durch den Auszeigenden genannt:

- Weiserfläche F1: zu später Eingriff; Z-Bäume schon vorgegeben; Hochdurchforstung
- Weiserfläche F3: klassische Auslesedurchforstung
- Weiserfläche F6: viele Wipfelbrüche; eher Strukturdurchforstung

Die graphische Analyse der Auszeige A1 auf den drei Weiserflächen charakterisiert sie als Auslesedurchforstung. Abbildung 6.1a zeigt die Entnahme der Bedränger, welche über beinahe alle vorhandenen Stärkeklassen erfolgt. Die herrschenden, stabilen Zukunftsbäume werden dadurch gefördert, dass Bedränger in der Mittel- und Oberschicht gezielt entnommen werden (siehe Abbildung 6.1b), während unterdrückte, instabile Bäume als indifferent betrachtet werden und im Bestand verbleiben (siehe Abbildungen 6.2a und 6.2b).

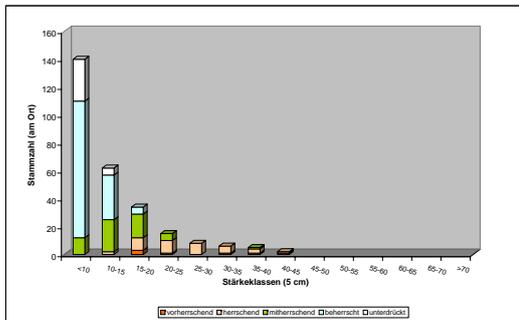


(a) Entnahme A1 auf F1

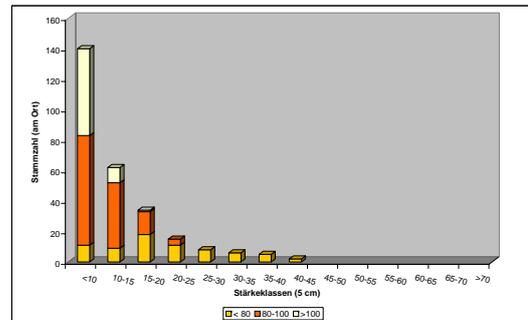


(b) Höhenklassen durch A1 auf F3 entnommen

Abbildung 6.1.: Stammzahlverteilung auf der Weiserfläche F1 nach durch A1 entnommenen Stärkeklassen (a) und Zugehörigkeit der durch A1 entnommenen Individuen zu den Bestandsschichten aufgetragen über die jeweiligen Höhenklassen auf der Weiserfläche F3 (b)



(a) Kraft'sche Baumklassen verbleibend nach A1 auf F3



(b) h/d Verhältnis verbleibend nach A1 auf F3

Abbildung 6.2.: Verteilung der Kraft'schen Baumklassen nach der Durchforstung A1 auf der Weiserfläche F3 (a) und h/d Verhältnis der verbliebenen Individuen nach Durchforstung A1 über alle Stärkeklassen auf der Weiserfläche F3 (b)

6.2.2. Auszeige 2

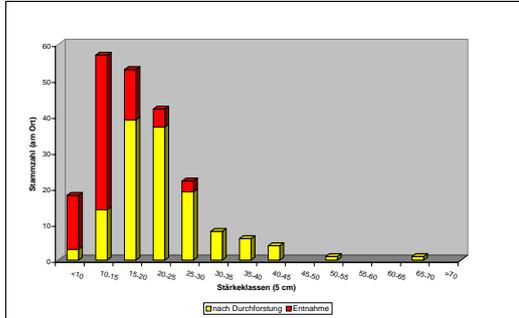
Auszeige A2 soll nach den Zielvorgaben des Auszeigenden Z-Stämme fördern, welche geradschaftig sind und eine freie Krone besitzen. Betont wird die gleichmäßige räumliche Verteilung und die Vitalität. Wenn dadurch größere Bestandeslücken verhindert werden können, setzt der Auszeigende auch auf fehlerhafte Zukunftsbäume. Zusätzlich will der Auszeigende auf das Waldbild achten. Die Eingriffsstärke (Vfm in %) wird als hoch eingeschätzt.

Besonderheiten auf den einzelnen Flächen laut Auszeigendem:

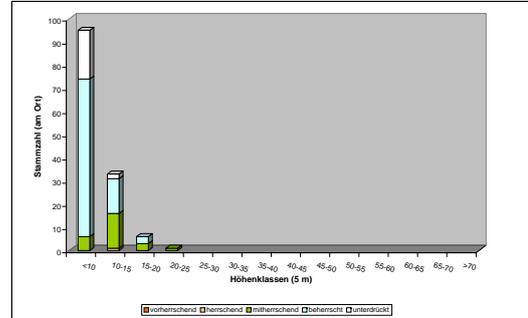
- Weiserfläche F1: Z-Stämme schon vorgegeben; Eingriff nicht mehr nötig; Auslesee-durchforstung;

Aufgrund starker Schneefälle auf der Weiserfläche F6 konnte die Auszeige A2 nicht mehr durchgeführt werden. Als Ersatz wurde aufgrund der Analyse der Auszeigen auf den Flächen F1 und F6 und der Aussagen des Auszeigenden eine Variante A2 für die Fläche F6 am Computer nachempfunden und ins Variantenstudium integriert.

Die Auszeigeanalyse mittels Grafiken zeigt, dass es sich bei der Auszeige A2 um eine Niederdurchforstung handelt. Die Entnahme erfolgt vorwiegend in den schwachen Dimensionen (siehe Abbildung 6.3a) und mit geringer Eingriffsstärke (Vfm). Aus Abbildung 6.3b geht hervor, dass es sich bei den Entnommenen vor allem um unterdrückte und beherrschte Individuen der Unterschicht handelt. Charakteristisch ist der hohe Anteil an entommenem Fehlerholz der Güteklassen C und Cx (siehe Abbildung 6.4a). Es verbleiben großteils Individuen mit mäßig bis gut ausgeformten Kronen (siehe Abbildung 6.4b).

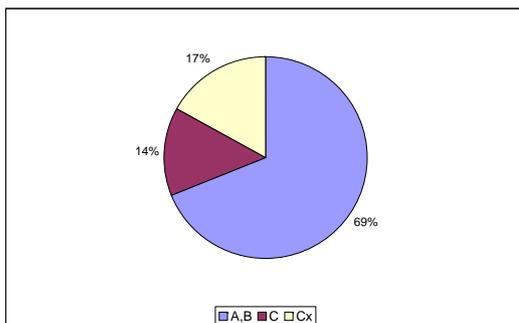


(a) Entnahme A2 auf F1

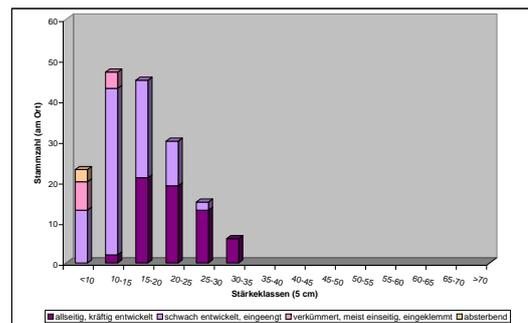


(b) Kraft'sche Baumklassen durch A2 auf F6 entnommen

Abbildung 6.3.: Stammzahlverteilung auf der Weiserfläche F1 nach durch A2 entnommenen Stärkeklassen (a) und Verteilung der Kraft'schen Baumklassen nach der durch Auszeige A2 entnommenen Höhenklassen auf der Weiserfläche F6 (b)



(a) Güteklassen durch A2 auf F3 entnommen



(b) Kronenausformung verbleibend nach A2 auf F6

Abbildung 6.4.: Prozentuelle Anteile der durch A2 entnommenen Schaftgüteklassen auf der Weiserfläche F3 (a) und Verteilung der Kronenausformung der verbliebenen Individuen nach A2 über alle Stärkeklassen auf der Weiserfläche F6 (b)

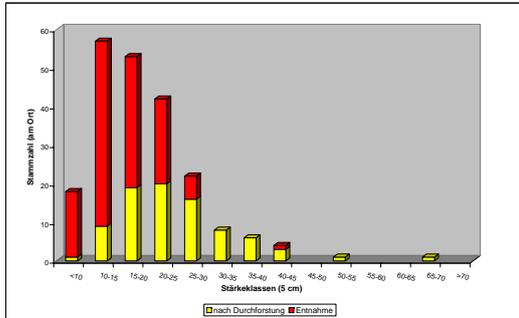
6.2.3. Auszeige 3

Der Auszeigende spricht von einem Haupt- und Nebenbestand. Dabei werden Z-Stämme nach den Kriterien Stabilität, Vitalität, Ausformung und räumliche Verteilung gefördert. Die Z-Stämme befinden sich im Hauptbestand mit einem Abstand von 5 m zueinander, im Nebenbestand mit 2-3 m. Zwei Bestandesschichten sollen erhalten bleiben und indifferente als Füllmaterial stehenbleiben. Die Eingriffsstärke (Vfm) wird allgemein als stark eingeschätzt.

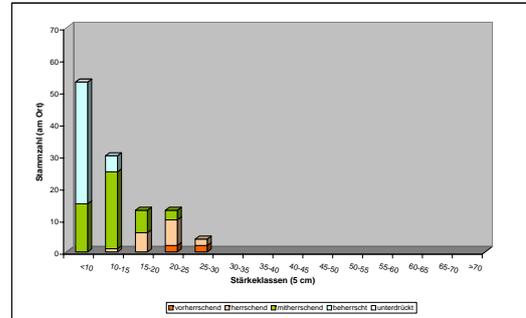
Auf den einzelnen Flächen sind laut Auszeigendem folgende Besonderheiten zu beachten:

- Weiserfläche F1: später Eingriff; letzter, starker Pflegeeingriff (Stammzahlreduktion); Entrümpelung
- Weiserfläche F3: weiterer Pflegeeingriff vorzunehmen; Auslesedurchforstung
- Weiserfläche F6: viele Wipfelbrüche; Vogelbeere erhalten; weitere Stammzahlreduktion vorzunehmen; Auslesedurchforstung

Die grafische Analyse der Auszeige A3 zeigt auf, dass diese Vorgangsweise sich zwischen den beiden Auszeigen A1 und A2 bewegt. Der Eingriff kann als eine Kombination zwischen Auslese- und Niederdurchforstung beschrieben werden, da sowohl Z-Stämme bewusst gefördert (Entfernung der stärksten Bedränger) als auch eine große Anzahl an schwachdimensionierten, beherrschten Individuen der Unterschicht entnommen werden (siehe Abbildungen 6.5a und 6.5b). Die verstärkte Entnahme von C und Cx, bewirkt einen prozentuell höheren Anteil an verbleibenden Individuen von guter Qualität (siehe Abbildung 6.6a). Abbildung 6.6b stellt die gut ausgeprägte Mittel- und Oberschicht nach dem Eingriff dar.

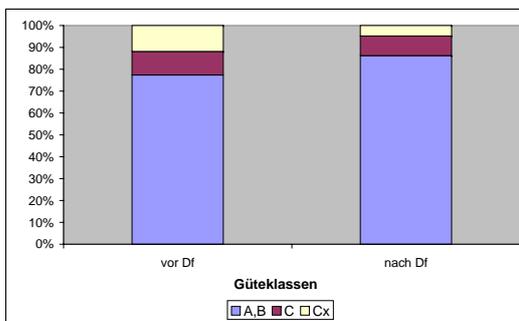


(a) Entnahme A3 auf F1

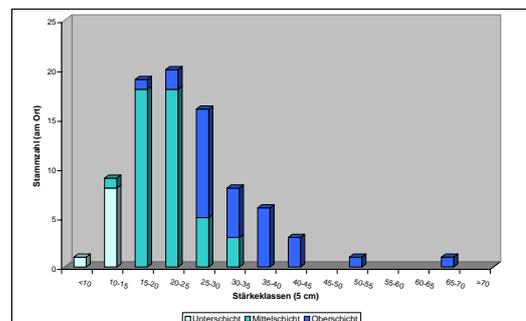


(b) Kraft'sche Baumklassen durch A3 auf F6 entnommen

Abbildung 6.5.: Stammzahlverteilung auf der Weiserfläche F1 nach durch A3 entnommenen Stärkeklassen (a) und Verteilung der Kraft'schen Baumklassen nach der durch A3 entnommenen Stärkeklassen auf der Weiserfläche F6 (b)



(a) Güteklassen vor und nach dem Eingriff A3 auf F3



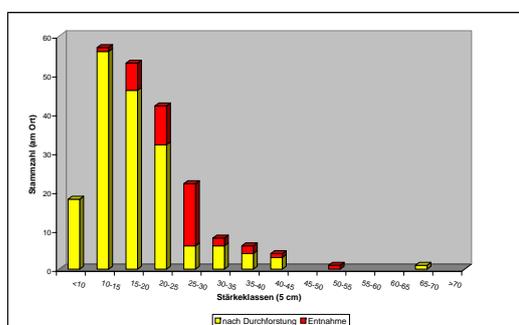
(b) Höhenklassen verbleibend nach der Auszuge A3 auf F1

Abbildung 6.6.: Gegenüberstellung der prozentuellen Anteile der Schaftgüteklassen vor und nach der Auszuge A3 auf der Weiserfläche F3 (a) und Anteil der Bestandesschichten an den jeweiligen Stärkeklassen auf der Weiserfläche F1 (b)

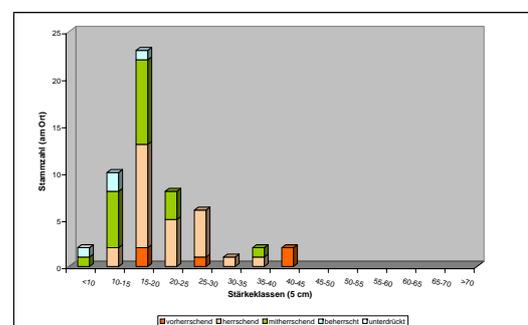
6.2.4. Auszeige 4

Durch die Auszeige A4 soll eine Strukturdurchforstung mit dem Ziel einer Dauerbestockung umgesetzt werden. Dabei werden 150 Z_1 - sowie Z_2 -Stämme pro Hektar im Endbestand angestrebt (ca. je 2 x 13 Z-Stämme am Ort). Die Z_1 -Stämme werden nach folgenden Kriterien ausgeschieden: Stabilität (h/d Verhältnis <80), Vitalität (mittelkronig), Qualität und räumliche Verteilung. Die 1-2 stärksten Bedränger aus der Oberschicht werden entnommen. Als Z_2 -Stämme dienen vitale, mitherrschende Individuen und werden jeweils durch die Entnahme von 1-(2) Bedrängern gefördert. Der Eingriff wird am Bildschirm mit MOSES 3.0 manuell durchgeführt.

Wie die Auszeigeanalyse zeigt, erfolgt der Eingriff über das volle Spektrum der Stärkeklassen (siehe Abbildung 6.7a). Aus Abbildung 6.7b ist ersichtlich, dass es sich bei den entnommenen Stämmen sich vorwiegend um herrschende und mittherrschende Individuen handelt. Aber der Eingriff entfernt auch einige vorherrschende Individuen und ist generell auf die Mittel- und Oberschicht des Bestandes konzentriert (siehe Abbildung 6.8a). Die unterdrückten und in Folge zurückbleibenden Individuen der Unterschicht werden bei der Auszeige A4 als Indifferente im Bestand belassen (siehe Abbildung 6.8b).

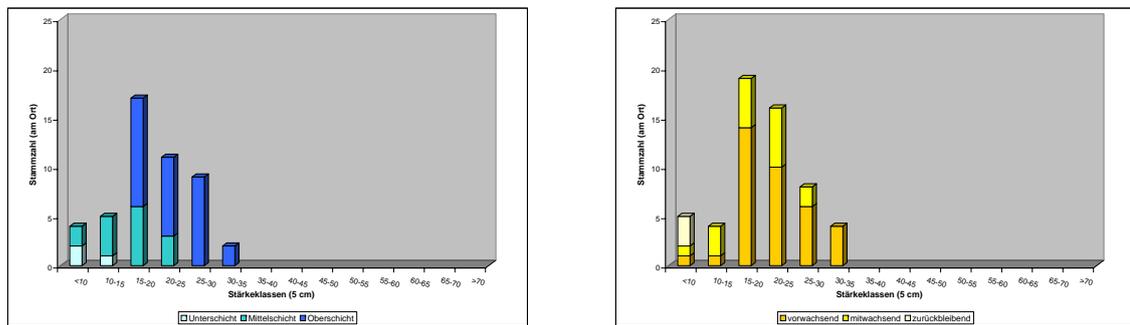


(a) Entnahme A4 auf F1



(b) Kraft'sche Baumklassen durch A4 auf F3 entnommen

Abbildung 6.7.: Stammzahlverteilung auf der Weiserfläche F1 nach durch A4 entnommenen Stärkeklassen (a) und Verteilung der Kraft'schen Baumklassen verteilt über alle Stärkeklassen auf der Weiserfläche F3 (b)



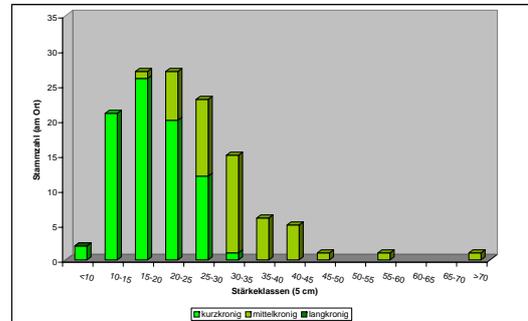
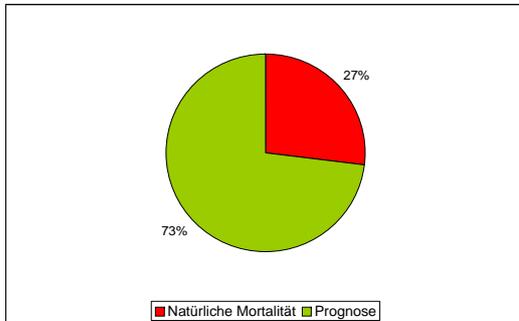
(a) Höhenklassen durch A4 auf F6 entnommen (b) Umsetzungstendenz verbleibend nach A4 auf F6

Abbildung 6.8.: Anteil der Bestandesschichten an den jeweiligen Stärkeklassen nach der Durchforstung A4 auf der Weiserfläche F6 (a) und Umsetzungstendenz der entnommenen Individuen auf der Weiserfläche F6 (b)

6.2.5. Nullvariante

Die Nullvariante zeigt auf, wohin die Entwicklung der Flächen ohne Pflegeeingriffe führt.

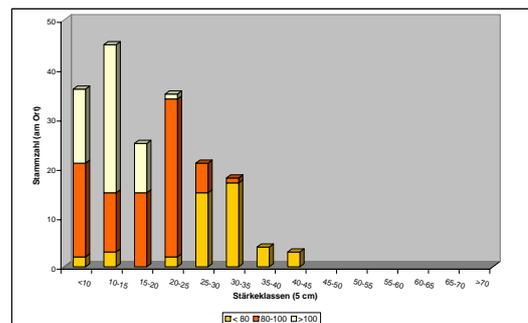
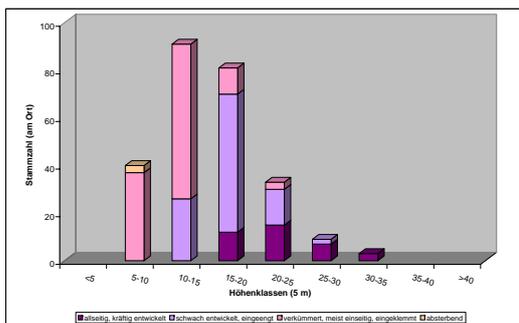
Erst eine Simulation der Nullvariante NV gibt Aufschluss über die Entwicklung des Bestandes. So erreicht die natürliche Mortalität $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ der Ausgangsstammzahl (siehe Abbildung 6.9a). Die Individuen sind in 20 (F3, F6) bzw. 25 Jahren (F1) vorwiegend kurz- und mittelkronig (siehe Abbildung 6.9b). Die kurzen und verkümmerten Kronen (siehe Abbildung 6.10a) verweisen auf die geringe Vitalität des ungepflegten Bestandes. Der Großteil der Bäume weist eine niedrige Einzelbaumstabilität auf (siehe Abbildung 6.10b).



(a) Natürliche Mortalität in P5 bei NV auf F1

(b) Kronenklassen in P4 bei NV auf F1

Abbildung 6.9.: Prozentueller Anteil der im Simulationszeitraum P4 ausgeschiedenen Individuen bei der NV auf der Weiserfläche F6 (a) und Entwicklung der Kronenklassen über die Stärkeklassen auf der Weiserfläche F1 (b)



(a) Kronenausformung

(b) h/d Verhältnis

Abbildung 6.10.: Verteilung der Kronenausformung über die Höhenklassen bei der NV im Prognosezeitraum P4 auf der Weiserfläche F3 (a) und h/d Verhältnis über alle Stärkeklassen bei der NV in P4 auf der Weiserfläche F6 (b)

6.3. Simulation und Analyse der Durchforstungseingriffe

6.3.1. Simulationsgrundsätze

Prinzipiell werden beim vorliegenden Variantenstudium keine Nutzungskonzepte für die Pflegeeingriffe auf jeder Weiserfläche unterstellt, da das den Rahmen der Masterarbeit sprengen würde. Es wird nur jeweils ein aktueller Eingriff geplant. Um trotzdem Aussagen über die Entwicklung der Weiserbestände nach den verschiedenen Durchforstungseingriffen und deren Effekte treffen zu können, wurden die Bestände mit MOSES 3.0 über unterschiedlich lange Perioden simuliert.

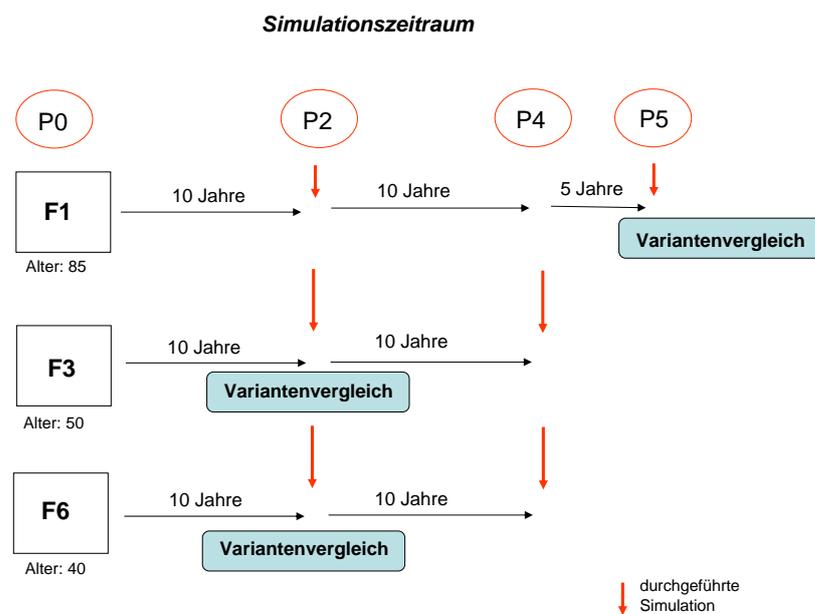


Abbildung 6.11.: Übersicht zu den durchgeführten Simulationen mit MOSES 3.0 (Late-mar) nach den unterschiedlichen Durchforstungseingriffen und zum Zeitpunkt der Durchführung des Variantenstudiums auf den Weiserfläche F1, F3 und F6

Abbildung 6.11 gibt einen Überblick zu den mit MOSES 3.0 durchgeführten Simulationen über unterschiedlich lange Simulationszeiträume. Hervorgehoben wird, in welcher Periode

schließlich der Variantenvergleich auf den Weiserflächen erfolgt. Der Simulationszeitraum wird für die einzelnen Flächen an einem gedachten Pflegeintervall, welches je nach Fläche am aktuellem Bestandesalter orientiert ist, differenziert festgelegt:

Weiserfläche F1: Da bei Weiserfläche F1 (85-jähriger Bestand) der letzte Pflegeeingriff durchgeführt wird, erfolgt die Simulation für fünf Perioden (25 Jahre). Wie Abbildung 6.11 zeigt, wurde die Fläche F1 zwar auch für zwei Perioden (10 Jahre) simuliert, doch geht aus Tabelle 6.1 hervor, dass dieser Zeitraum für eine Abschätzung der Weiserfläche F1 nach Durchforstung noch zu kurzfristig ist: Beispielhaft verschlechtern sich die Kennwerte für den Bestand bei NV und A1 in den 10 Jahren bezüglich der Kronenlänge und Einzelbaumstabilität nur geringfügig. Trotz steigender Mortalität halten sich die negativen Konkurrenzeffekte in Grenzen. Die Höhen- und Vorratsentwicklung erfolgt langsam.

Weiserflächen F3 und F6 Der Simulationszeitraum, nach welchem die unterschiedlichen Durchforstungseingriffe auf den Flächen F3 (50-jähriger Bestand) und F6 (40-jähriger Bestand) im Variantenstudium analysiert und verglichen werden, beträgt zwei Perioden bzw. 10 Jahre. Dies ist damit zu begründen, dass die Konkurrenzentwicklung der im Vergleich zur Weiserfläche F1 wesentlich jüngeren Bestände in Periode P4 (Simulationszeitraum 20 Jahre) deutlich zunimmt und die Einzelbaumstabilität abnimmt: Tabelle 6.2 zeigt im Vergleich zum Ausgangszustand P0 und der Periode P2 in Periode P4 einen prozentuell deutlich höheren Anteil kurzchroniger Individuen sowie große h/d Verhältnisse. Außerdem steigt die Mortalität auf den Flächen in P4 ohne einen weiteren Eingriff in P2 überproportional an. In Periode P4 ist weiters ein Wachstum der Oberhöhe auf Fläche F3 von 22,02 m (P0) auf 27,4 m und auf Fläche F6 von 17,55 m (P0) auf 23,68 m zu beobachten. Diese Zunahme der Oberhöhe von ca. 5 m auf Fläche F3 und ca. 6 m auf Fläche F6 sowie die beobachteten negativen Konkurrenzeffekte erfordern mindestens einen Folgeeingriff nach der hier simulierten Erstdurchforstung (Pflegeintervall 10-15 Jahre) bis zur P4. Somit wird die Simulation für das Variantenstudium sinnvollerweise in P2 (vor einer erforderlichen Zweidurchforstung) durchgeführt.

Neben der in Kapitel 6.2 bereits erfolgten grafischen Auszeigeanalyse werden nun zur weiteren Charakterisierung der Durchforstungseingriffe ausgewählte Kennwerte am Ort zum Zeitpunkt P0 -also direkt nach dem Eingriff- untereinander verglichen. Dann erfolgt eine Analyse der prognostizierten Vorratsentwicklung am Ort (Vfm) je nach Durchforstungsvariante getrennt auf den einzelnen Flächen. Abschließend werden die verschiedenen Varianten in einer tabellarischen Übersicht über alle drei Flächen hinweg gegenübergestellt und nach ausgewählten Kriterien gereiht. Dies ermöglicht eine zusammenfassende

Tabelle 6.1.: Prognose der Entwicklung von Kennwerten auf der Weiserfläche F1 exemplarisch für NV und A1

Kennwerte	NV		A1	
	P0	P2	P0	P2
ho [m]	27,91	29,49	26,93	28,9
h/d > 100 [%]	34	37	34	36
kurzkronig [%]	32	48	36	47
Vorrat [Vfm/ha]	841,21	882,4	490,21	572,54
Stammzahl [N/ha]	81,36	79,18	48,67	51,92
Grundfläche [G/ha][m ²]	2316	1915	1504	1277
Mortalität [Vfm/ha]	9,93	97,22	19,86	38,31

Tabelle 6.2.: Prognose der Entwicklung von Kennwerten auf den Weiserflächen F3 und F6 exemplarisch für NV und A1

Fläche	Kennwerte	NV			A1		
		P0	P2	P4	P0	P2	P4
F3	ho [m]	22,02	24,86	27,4	21,16	24,3	27,01
	h/d > 100 [%]	21	37	49	25	38	54
	kurzkronig [%]	15	27	48	18	24	43
	Vorrat [Vfm/ha]	471,69	598,23	697,07	330,98	454,83	567,15
	Stammzahl [N/ha]	65,17	70,35	72,37	46,34	53,77	58,43
	Grundfläche [G/ha][m ²]	3700	3169	2627	2780	2361	2014
	Mortalität [Vfm/ha]	5,17	54,75	115,96	10,34	39,57	83,54
F6	ho [m]	17,55	20,85	23,68	17,29	20,99	24,34
	h/d > 100 [%]	10	21	30	11	19	30
	kurzkronig [%]	9	11	33	11	14	25
	Vorrat [Vfm/ha]	353,95	517,44	666,72	262,85	432,03	591,03
	Stammzahl [N/ha]	52,65	62,72	69,86	39,79	53,20	62,09
	Grundfläche [G/ha][m ²]	2749	2381	2110	2186	1959	1732
	Mortalität [Vfm/ha]	2,51	40,66	83,90	5,02	20,85	58,43

Beschreibung der fünf Durchforstungsvarianten und die Empfehlung eines für die praktische Umsetzung auf den entsprechenden Weiserflächen im Latemarwald „geeignetsten“ Pflegeeingriffs.

6.3.2. Kennwerte am Ort

Tabelle 6.3 gibt einen kurzen Überblick über ausgewählte Kennwerte der verschiedenen Auszeigen zum Zeitpunkt P0 auf den Weiserflächen F1, F3 und F6:

Tabelle 6.3.: Kennwerte am Ort für die unterschiedlichen Durchforstungsvarianten je Weiserfläche in Periode P0

	Kennwerte	A1	A2	A3	A4	NV
F1	Nutzungsmenge [Efm/Ort]	24,52	7,30	18,42	19,38	0
	entnommene Stammzahl [N/Ort]	75	80	128	40	0
	Eingriffsstärke [%Vfm/Ort]	41	13	33	33	0
	Erlös [€/Ort]	787	61	192	690	0
	DB I [€/fm/Ort]	32,1	8,4	10,4	35,6	0
F3	Nutzungsmenge [Efm/Ort]	9,64	2,07	9,17	11,96	0
	entnommene Stammzahl [N/Ort]	90	135	196	54	0
	Eingriffsstärke [%Vfm/Ort]	29	11	33	33	0
	Erlös [€/Ort]	108	26	103	321	0
	DB I [€/fm/Ort]	11,2	12,4	11,2	26,8	0
F6	Nutzungsmenge [Efm/Ort]	5,90	0,93	6,76	8,80	0
	entnommene Stammzahl [N/Ort]	52	79	113	48	0
	Eingriffsstärke [%Vfm/Ort]	25	7	31	36	0
	Erlös [€/Ort]	25	6	21	170	0
	DB I [€/fm/Ort]	4,2	6,7	3,1	19,3	0

Deutlich hervorzuheben ist die durchgehend hohe Eingriffsstärke mit über 30 % (Vfm/Ort) bei den Varianten A3 und A4. Etwas darunter liegt A1. Bei der A2 handelt es sich um einen schwachen bis mäßig starken Eingriff. A3 weist eine hohe Anzahl an entnommenen Stämmen am Ort aus, welche aber -wie es die Durchforstungsmenge in Efm/Ort zeigt- mit Ausnahme der Fläche F6 stets unter jener der Auszeigen A3 und A1 liegt. Dasselbe wiederholt sich auch in der Höhe des DB I (€/fm/Ort) und der Erlöse (€/Ort) pro Auszeigevariante. A2 liegt zwar auf F1 und F3 mit der Anzahl an entnommenen Stämme am Ort zwischen den Auszeigen A3 und A1, doch weist der Eingriff -ausgenommen die Nullvariante und auf F3- den niedrigsten Deckungsbeitrag (€/fm/Ort) auf. A4 entnimmt zwar die wenigsten Stämme auf den Flächen, erreicht aber durchgehend den höchsten DB I (€/fm/Ort) und konstant große Nutzungsmengen.

6.3.3. Prognostizierte Vorratsentwicklung am Ort

Vorweggenommen sei, dass die Prognose der Entwicklung der Weiserbestände nach den unterschiedlichen Durchforstungsvarianten für die folgenden Darstellungen auf der Weiserfläche F1 für fünf Perioden (25 Jahre) und auf den Weiserflächen F3 und F6 für zwei Perioden(10 Jahre) erfolgt. Die Gründe dafür wurden bereits in Kapitel 6.3.1 erläutert.

Der Vergleich der prognostizierten Vorräte am Ort (Vfm) nach der Durchforstung ergibt für die drei Weiserflächen F1 (siehe Abbildung 6.12), F3 (siehe Abbildung 6.13) und F6 (siehe Abbildung 6.14) folgendes Bild: Wie zu erwarten liefert die Nullvariante insgesamt auf allen Flächen den höchsten Vorrat am Ort (Vfm). Dem Verlauf der Vorrats am Ort (Vfm) über die Stärkeklassen folgt auf allen drei Weiserflächen die Auszeige A2. Dabei ist allerdings festzustellen, dass sich der Vorrat am Ort (Vfm) nach A2 bis zur Stärkeklasse 20-25 cm auf F3, bis zur Stärkeklasse 25-30 cm auf F1 und bis zur Stärkeklasse 30-35 cm auf F6 unterhalb der Nullvariante bewegt. Grund dafür ist die für A2 charakteristische Entnahme von Individuen in der Stärkeklasse 10-15 cm. Dann übersteigt das Volumen am Ort (Vfm) nach der Durchforstung A2 die Nullvariante. Die Auszeigen A1, A3 und A4 weisen auf F6 einen einander ähnlichen Vorratsverlauf auf (Vfm/Ort) (siehe Abbildung 6.14). Sie erreichen zweigipflige Vorratsmaxima in den Stärkeklassen 20-25 cm und 30-35 cm. Die Prognose für den Vorrat der Flächen F1 und F3 nach A4 ist bis zu den Stärkeklassen 25-30 cm bzw. 20-25 cm vergleichsweise hoch, fällt dann aber unter die anderen Varianten ab (siehe Abbildungen 6.12 und 6.13). Darüber schneidet der Vorratsverlauf die übrigen Varianten und tendiert zu einer hohen Vorratshaltung in den Stärkeklassen größer 30-35 cm.

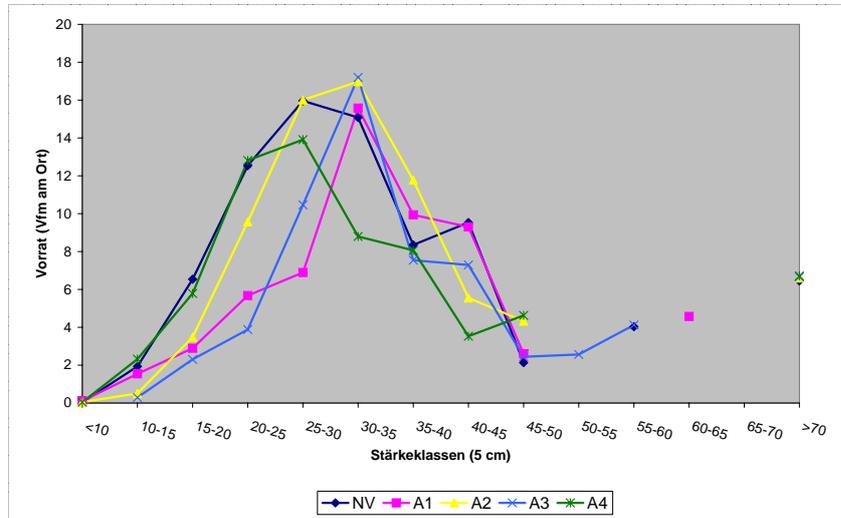


Abbildung 6.12.: Vergleich des prognostizierten Vorrats (Vfm/Ort) nach unterschiedlichen Durchforstungseingriffen auf der Weiserfläche F1- Simulationszeitraum fünf Perioden (25 Jahre)

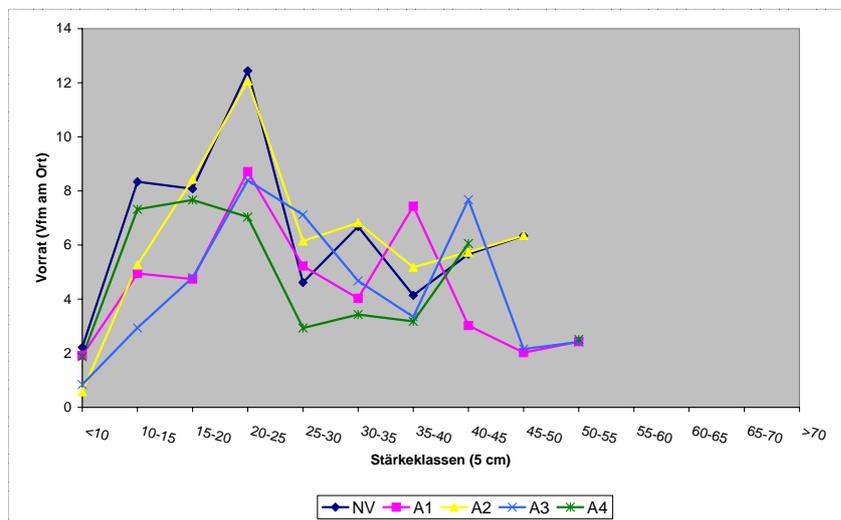


Abbildung 6.13.: Vergleich des prognostizierten Vorrats (Vfm/Ort) nach unterschiedlichen Durchforstungseingriffen auf der Weiserfläche F3- Simulationszeitraum zwei Perioden (10 Jahre)

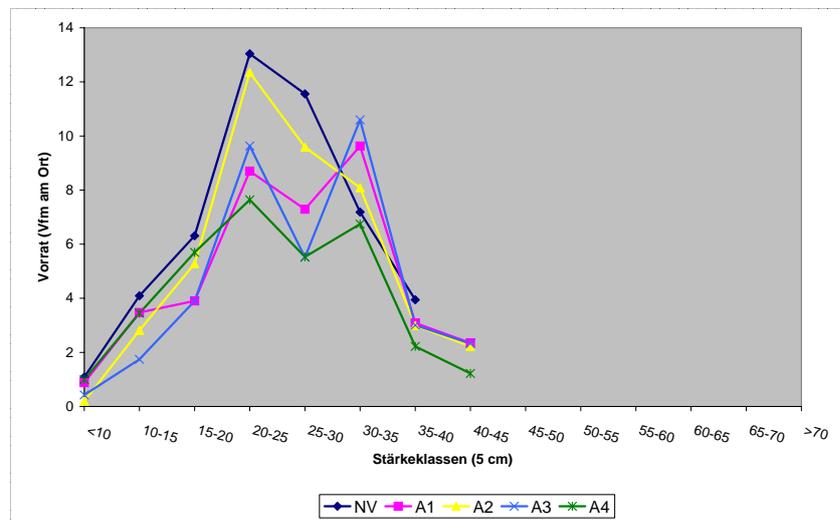


Abbildung 6.14.: Vergleich des prognostizierten Vorrats (Vfm/Ort) nach unterschiedlichen Durchforstungseingriffen auf der Weiserfläche F6- Simulationszeitraum zwei Perioden (10 Jahre)

6.3.4. Variantenvergleich

Nachfolgend werden für die einzelnen Varianten ausgesuchte Kennzahlen in P0 und nach Simulation (P2, P5) in einer Übersicht dargestellt (siehe Tabelle 6.4). Die angegebene Mortalität ist das insgesamt im Simulationszeitraum durch natürliche Mortalität und Schneebruch ausgeschiedene Volumen (Vfm/Ort). Die mit MOSES 3.0 prognostizierten Kennwerte am Hektar je Fläche können im Anhang E eingesehen werden.

Basierend auf den Kennwerten in Tabelle 6.4 wird eine Reihung der verschiedenen Varianten in Bezug auf die unterschiedlichen Kriterien vorgenommen. Die Reihung erfolgt nach Ordinalzahlen von 1-5 (1= beste Variante). Es wird keine Gewichtung vorgenommen. Bei nur geringen Unterschieden zwischen den Varianten wird diesselbe Bewertung durchgeführt.

Zunächst folgen mit den Tabellen 6.5, 6.6 und 6.7 die Vergleiche zwischen den Varianten getrennt für die einzelnen Weiserflächen. Dabei wird am Ende der Tabelle die mittlere Rangzahl der fünf Varianten je Fläche bestimmt. Jene Durchforstungsvariante, welche die geringste mittlere Rangzahl erreicht, wird zur „geeignetsten“ Variante erklärt und soll im

Tabelle 6.4.: Übersicht zu den Kennwerten der unterschiedlichen Durchforstungsvarianten nach ausgewählten Kriterien je Weiserfläche in den Perioden P0, P2 und P5

	Kennwerte am Ort	A1	A2	A3	A4	NV
F1 (P0)	DB I [€/fm/Ort]	32,1	8,4	10,4	35,6	0
	Nutzungsmenge [Efm/Ort]	24,52	7,30	18,42	19,38	0
(P5)	Vorrat [Vfm/Ort]	61,80	77,11	57,59	67,86	89,33
	Mortalität [Vfm/Ort]	12,52	20,24	13,04	11,69	23,95
	dg [cm]	26,41	28,18	31,26	24,26	25,66
	A,B [%]	78	80	87	76	65
	h/d > 100 [%]	35	34	22	49	43
	kurzkronig [%]	51	47	32	64	64
	F3 (P0)	DB I [€/fm/Ort]	11,2	12,4	11,2	26,8
(P2)	Nutzungsmenge [Efm/Ort]	9,64	2,07	9,17	11,96	0
	Vorrat [Vfm/Ort]	46,38	57,83	45,97	44,50	60,64
	Mortalität [Vfm/Ort]	3,63	2,30	2,47	3,66	5,03
	dg [cm]	17,03	20,12	20,10	15,88	16,81
	A,B [%]	78	83	86	75	78
	h/d > 100 [%]	38	23	28	40	37
	kurzkronig [%]	24	13	16	24	27
F6 (P0)	DB I [€/fm/Ort]	4,2	6,7	3,1	19,3	0
	Nutzungsmenge [Efm/Ort]	5,90	0,93	6,76	8,80	0
(P2)	Vorrat [Vfm/Ort]	40,50	45,56	38,46	35,49	50,16
	Mortalität [Vfm/Ort]	1,93	4,41	1,84	2,30	3,76
	dg [cm]	18,6	21,33	21,2	17,63	18,31
	A,B [%]	53	54	60	48	51
	h/d > 100 [%]	19	14	14	24	21
	kurzkronig [%]	14	5	11	11	11

Sommer/Herbst 2009 auf der jeweiligen Weiserflächen in die Praxis umgesetzt werden.

Tabelle 6.5.: Reihung der unterschiedlichen Durchforstungsvarianten nach ausgewählten Kriterien auf der Weiserfläche F1 in den Perioden P0 und P5

	Kriterium	A1	A2	A3	A4	NV
P0	DB I [€/fm/Ort]	2	4	3	1	5
	Nutzungsmenge [Efm/Ort]	1	4	3	2	5
P5	Vorrat [Vfm/Ort]	4	2	5	3	1
	Mortalität [Vfm/Ort]	2	4	3	1	5
	dg [cm]	3	2	1	5	4
	A,B [%]	3	2	1	4	5
	h/d > 100 [%]	2	2	1	3	4
	kurzkronig [%]	3	2	1	4	4
	Mittlere Rangzahl	2,5	2,8	2,3	2,9	4,1

Auf der Weiserfläche F1 (siehe Tabelle 6.5) schneidet die Auszeige A3 am besten ab. Gleich dahinter reiht sich die Variante A2 ein. Während A4 und A1 sich bei den Kriterien DB I (€/fm) und Nutzungsmenge (Efm) als die Wirtschaftlichsten hervorheben und die niedrigste natürliche Mortalität (Vfm/Ort) aufweisen, ist A3 hier nur Mittelmaß. Allerdings ist A3 die Variante mit der besten prognostizierten Einzelbaumstabilität, Qualität und dem geringsten Prozentanteil an kurzkronigen Individuen für die weitere Bestandesentwicklung am besten aufgestellt (siehe Tabelle 6.4). Die Bandbreite der Rangzahlen ist bei der Auszeige A4 am größten.

Tabelle 6.6.: Reihung der unterschiedlichen Durchforstungsvarianten nach ausgewählten Kriterien auf der Weiserfläche F3 in den Perioden P0 und P2

	Kriterium	A1	A2	A3	A4	NV
P0	DB I [€/fm/Ort]	3	2	3	1	5
	Nutzungsmenge [Efm/Ort]	2	4	2	1	5
P2	Vorrat [Vfm/Ort]	3	2	4	5	1
	Mortalität [Vfm/Ort]	2	4	3	1	5
	dg [cm]	3	1	1	3	5
	A,B [%]	3	2	1	4	3
	h/d > 100 [%]	3	1	2	4	3
	kurzkronig [%]	3	1	2	3	4
	Mittlere Rangzahl	2,8	1,8	2,0	3,3	3,8

Bei der Gegenüberstellung der Durchforstungsvarianten auf der Weiserfläche F3 zeigt sich, dass A2 knapp gefolgt von 32 den „geeignetsten“ Eingriff darstellt. Beide Varianten führen zu einem geringen prozentuellen Anteil instabiler Individuen (siehe h/d Verhältnis in

Tabelle 6.6) sowie von Individuen mit kleiner Krone und zu einem hohen prozentuellen Anteil an Stämmen der Schaftgüteklassen A,B . Ähnlich wie bereits auf F1 erwirtschaftet A3 einen niederen DB I (€/fm), doch ist die Nutzungsmenge (Efm) diesmal größer (siehe Tabelle 6.4). Der Vorrat am Ort ist bei A2 deutlich höher als bei A3. Neben der Nullvariante, welche auf allen Weiserflächen wie erwartet fast immer die schlechtesten prognostizierten Kennwerte im Hinblick auf Einzelbaumstabilität, Kronenausformung und Qualität aufweist, schneidet die Auszeige A4 auf F3 und F1 bezüglich der genannten Kriterien ähnlich ab. Auch hier ist die Bandbreite der Rangzahlen bei A4 am größten. A1 positioniert sich rangmäßig im Mittelfeld.

Beim Vergleich der Durchforstungseingriffe auf der Weiserfläche F6 (siehe Tabelle 6.7) liegt A3 wieder vor A2 und ist somit die „geeignetste“ Variante. A3 weist zwar nur einen mittleren Rang beim DB I (€/fm/Ort) auf, hat aber den größten prognostizierten dg am Ort, den größten Anteil an qualitativ guten Stämmen und relativ zu den anderen Varianten gesehen wenig kurzkrönige, instabile Individuen auf (siehe Tabelle 6.4). Auch die natürliche Mortalität (Vfm/Ort) ist nach A3 zusammen mit A1 am geringsten. A2 verhält sich wie auf Fläche F3, allerdings weist sie eine hohe Mortalität auf. A4 und NV wechseln sich bei den schlechteren vergebenen Rangzahlen ab.

Tabelle 6.7.: Reihung der unterschiedlichen Durchforstungsvarianten nach ausgewählten Kriterien auf der Weiserfläche F6 in den Perioden P0 und P2

	Kriterium	A1	A2	A3	A4	NV
P0	DB I [€/fm/Ort]	3	2	3	1	5
	Nutzungsmenge [Efm/Ort]	3	4	2	1	5
P2	Vorrat [Vfm/Ort]	3	2	4	5	1
	Mortalität [Vfm/Ort]	1	5	1	2	4
	dg [cm]	2	1	1	4	2
	A,B [%]	2	2	1	3	4
	h/d > 100 [%]	2	1	1	4	3
	kurzkronig [%]	3	1	2	2	2
	Mittlere Rangzahl	2,4	2,3	1,9	2,8	3,3

Abschließend werden die mittleren Rangzahlen, welche die unterschiedlichen Varianten auf den Weiserflächen F1, F3 und F6 erreicht haben, noch einmal zusammenfassend über alle drei Weiserflächen betrachtet und erneut eine mittlere Rangzahl für jede der fünf Durchforstungsvarianten über alle drei Weiserflächen berechnet. Aus Tabelle 6.8 geht hervor,

Daraus leitet sich die Empfehlung ab, Auszeige A3 auf den Weiserflächen F1 und F6

umzusetzen, Auszeige A2 auf der Weiserfläche F3.

Tabelle 6.8.: Berechnete mittlere Rangzahl je Durchforstungsvariante über die Weiserflächen F1, F3 und F6

Weiserfläche	A1	A2	A3	A4	NV
F1	2,5	2,8	2,3	2,9	4,1
F3	2,8	1,8	2,0	3,3	3,8
F6	2,4	2,3	1,9	2,8	3,3
Mittlere Rangzahl	2,5	2,3	2,0	3,0	3,7

Aus den Kennwerten in Tabelle 6.4 und den Erkenntnissen der vorausgehenden grafischen Analyse der verschiedenen Durchforstungsvarianten (siehe Kapitel 6.2) lassen sich folgende zusammenfassende Aussagen über den Charakter der Durchforstungseingriffe A1, A2, A3, A4 und die Nullvariante NV ableiten:

- **Auszeige A1:** ist eine Auslesedurchforstung. Sie greift in die Mittel- und Oberschicht ein und fördert ausgewählte Z-Stämme. Beherrschte, unterdrückte sowie weitgehend instabile und kurzchronige Individuen verbleiben im Bestand. Die Eingriffstärke bleibt über die drei Flächen konstant hoch, ebenso der DB I und die Nutzungsmenge.
- **Auszeige A2:** ist eine Niederdurchforstung. Sie greift schwach bis mäßig auf allen Flächen v.a. in die untersten beiden Stärkeklassen ein. A2 folgt dem Prinzip der negativen Auslese und entnimmt v.a. beherrschte, kurzchronige, instabile Individuen schlechter Qualität aus der Unter- und Mittelschicht. Sie erzielt die kleinsten Nutzungsmengen und niedrigsten Erlöse. Die prognostizierte Vorratshaltung am Ort und die natürliche Mortalität sind hoch.
- **Auszeige A3:** erweist sich als eine Kombination von Auslese- und Niederdurchforstung. Die Eingriffstärke ist auf allen Flächen hoch und liegt bei ca. 30 % des Volumens am Ort. Durch die Entnahme von sowohl Bedrängern in der Mittel- und Oberschicht und als von einer großen Anzahl an schwachdimensionierten, beherrschten Individuen der Unterschicht und Fehlerholz ist die Nutzungsmenge zwar mittelmäßig hoch, der DB I allerdings gering. Es verbleiben qualitativ gute, stärker dimensionierte Stämme und wenig kurzchronige, instabile Individuen im Bestand. Die prognostizierte natürliche Mortalität ist gering.

- **Auszeige A4:** ist eine Strukturdurchforstung. Sie fördert Z_1 - Stämme in der Oberschicht Z_2 - Stämme in der Mittelschicht. Dadurch wird beinahe über alle Stärkeklassen entnommen. Die indifferente, instabile Unterschicht verbleibt. A4 greift auf allen Flächen gleichmäßig stark ein (ca. 30 % vom Volumen am Ort) und erreicht aufgrund der Entnahme von stärker dimensionierten Bedrängern der Mittel- und Oberschicht hohe Nutzungsmengen und Deckungsbeiträge. Die prognostizierte natürliche Mortalität ist gering.
- **Nullvariante NV:** entnimmt keine Bäume im Bestand und führt zu anfangs hoher Vorratshaltung. Die Konkurrenz durch die hohe Bestandesdichte führt zu großer natürlicher Mortalität. Dies wirkt sich negativ auf die Vitalität der verbleibenden Individuen aus. Sie sind vorwiegend kurz- und mittelkronig mit verkümmerten Kronen. Der Großteil der Bäume weist eine niedrige Einzelbaumstabilität auf.

7. Didaktische Aufbereitung „Grundlagen der Durchforstung“

Das didaktische Konzept „Grundlagen der Durchforstung“ wird im Sommer 2009 erstmals bei den Waldbau-Übungen in der Forstschule Latemar und im Latemarwald umgesetzt. Nach Durchlaufen der einzelnen Phasen der Verlaufsplanung Einstieg-Erarbeitung- Abschluss (siehe Kapitel 3.3.2) sollen die Lernziele (Feinziele) erreicht werden.

Die Feinziele bestimmen jene Fertigkeiten, welche die Kursteilnehmer erlernen sollen und stehen in Wechselwirkung mit der didaktischen Aufbereitung der Lehrinhalte.

Im folgenden Kapitel werden den definierten Feinzielen relevante Lehrinhalte zugeordnet. Die Lehrinhalte entstehen durch die didaktische Aufbereitung: Relevante Aspekte des Themenbereichs Durchforstungen werden ausgehend von waldbaulichen bzw. fachdidaktischen Überlegungen den Kursteilnehmern begreifbar gemacht. Vorhandenes Fachwissen aus der Literatur zum Themenbereich Durchforstungen wird mit den Erkenntnissen aus den praktischen Übungen im Wald verschnitten und durch die Integration des Waldwachstumssimulators **MOSES 3.0 (Latemar)** problemorientiert und fachübergreifend vermittelt.

An dieser Stelle werden beispielhaft einige Lehrinhalte angeführt, kurz beschrieben und -um den erwünschten Lerneffekt beim Kursteilnehmer nachempfinden zu können- demonstrativ grafisch untermauert.

1. *Einstiegsphase*

Definition Durchforstung „Als Durchforstung bezeichnet man Eingriffe die vom Stangenholz bis zum letzten Eingriff vor dem ersten Verjüngungshieb durchgeführt werden“ (Spörk, 2002).

- Fachdidaktische/waldbauliche Überlegungen: Das Erfassen des Begriffs „Durchforstung“ in Form einer Definition und das Verständnis für die Aufgaben der Durchforstung (u.a. Zuwachslenkung, Standraumregelung etc.) sind von großer Wichtigkeit für den Lernprozess. Der Kursteilnehmer lernt, dass sich die Durchforstungen je nach Zielsetzung in der Eingriffsart, der Eingriffsstärke und dem Intervall (zeitliche Abfolge) unterscheiden.
- Erforderliche Kenntnisse: Erkennen und Definieren von Wuchsklassen

Durchforstungsarten kennenlernen

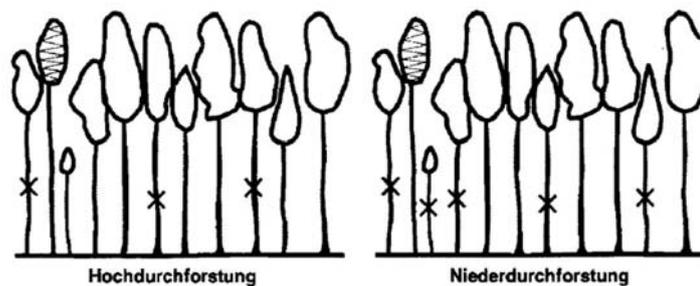


Abbildung 7.1.: Darstellung der Hoch- und Niederdurchforstung (Quelle: Burschel und Huss (1997))

- Fachdidaktische/waldbauliche Überlegungen: Die Auszeige an sich ist als waldbauliche Kernkompetenz zu betrachten. Schließlich gestaltet die Auszeige den Waldbestand und stellt eine langfristige Investition in die weitere Wertentwicklung des Bestandes dar. Der Kursteilnehmer erwirbt die Grundkenntnisse zu den unterschiedlichen Durchforstungsarten im Kursunterricht (siehe Abbildung 7.1).
- Erforderliche Kenntnisse: Wissen der theoretischen Grundlagen zu den Durchforstungsarten (?):
 - * Positive Auslese: Im Rahmen der positiven Auslese werden qualitativ gute Stämme, die dem Produktionsziel für den jeweiligen Bestand entsprechen, durch die Entnahme von Bedrängern gefördert.
 - * Negative Auslese: Bei der negativen Auslese liegt das Augenmerk auf schlecht geformten, schadhafte Bäumen. Die Entnahme „vom schlechten Ende her“ hebt die mittlere Holzqualität des Bestandes an.

- * Hochdurchforstung: Bei der Hochdurchforstung wird in die herrschende Baumschicht eingegriffen. Diese Eingriffe fördern Bäume der Oberschicht und führen zu einem stärkeren Durchmesserwachstum.
- * Niederdurchforstung: Bei Niederdurchforstungen werden nur die schwächeren Dimensionen d.h. die beherrschten Individuen und Unterständler entnommen. In Folge entstehen einschichtige, dichte Bestände, da in die Oberschicht nicht eingegriffen wird.
- * „Klassische“ Auslesedurchforstung: Die Auslesedurchforstung ist eine Hochdurchforstung, die auf die Förderung der besten Bäume im Bestand, der so genannten Auslesestämmen (Z-Bäume) ausgerichtet ist. Die Förderung der Z-Stämme erfolgt, indem seine stärksten Konkurrenten entfernt werden (1-2 pro Eingriff). Das Füllholz in der Mittel- und Unterschicht wird belassen, da es die Z-Stämme der Oberschicht in ihrem Wachstum nicht bedrängt.
- * Strukturdurchforstung: Das Ziel der Strukturdurchforstung besteht in der Überführung von Altersklassenwäldern in strukturreiche Bestände mit dauernder Bestockung. Es werden dabei Ausleseebäume in der Ober- (Z1-Bäume) und Mittelschicht (Z2-Bäume) gefördert was auch die natürliche Durchmesserspreitung bzw. die Struktur der Bestände fördert. Dabei werden auch vorherrschende Stämme entnommen, das Füllholz aber nicht entfernt. Durch die Entnahme in allen Schichten entsteht eine plenterartige Struktur.

2. Erarbeitungsphase

Bestandesanalyse und Zielsetzung

Leibundgut (1978) zit. nach Spörk (2002) stellt die Fragen:

- Wer bist du?
- Woher kommst du?
- Wohin gehst du?
- Wohin will ich dich haben?

- Fachdidaktische/waldbauliche Überlegungen: Der Auszeige muss eine Bestandesanalyse im Gelände vorausgehen. Der Kursteilnehmer wendet beispielhaft die Leitfragen von Leibundgut (1978) auf den Übungsbestand an und durchläuft damit sukzessive den folgenden Planungsprozess:
 - * Ausgangssituation: Der Kursteilnehmer beurteilt die Bestandesparameter und berücksichtigt verschiedene Standortfaktoren wie z.B. Boden, Klima (Schneebruch) und Vegetation. Ergänzend steht dem Kursteilnehmer eine Basisinformation zu den Übungsflächen (siehe Anhang C) zur Verfügung. Beispielsweise beobachtet der Kursteilnehmer Individuen mit kurzen, eingeklemmten Kronen und hohe h/d Verhältnisse ($h/d > 95$). Die Kronenausbildung und das h/d Verhältnis dienen als Indikatoren für die Stabilität und die Vitalität der Individuen (siehe Abbildung 7.2).
 - * Bestandesgeschichte: Mithilfe des Waldbehandlungsplanes für den Lattmarwald und den beobachteten Bestandesparametern versucht der Kursteilnehmer die Bestandesgeschichte nachzuvollziehen. Beispielsweise können vom Kursteilnehmer die kurzen Kronen auf eine starke Konkurrenz in der Vergangenheit hin interpretiert werden, wodurch sich die Krone nur ungenügend entwickeln konnte.
 - * Natürliche Entwicklungstendenz: Aus der Analyse der Bestandessituation heraus erfolgt eine Abschätzung der vorraussichtlichen Entwicklung ohne Maßnahmen. Beispielsweise erwartet der Kursteilnehmer aufgrund der beobachteten Instabilität der Individuen und der geringen Vitalität der Kronen eine Zunahme der Mortalität und eine Verschlechterung der Einzelbaumstabilität.
 - * Waldbauliche Zielsetzung: Aus der Beurteilung des Ausgangszustandes, der Abschätzung der Entwicklungstendenz und aus dem Betriebs- und Produktionsziel ergibt sich das daraus abgeleitete Pflegeziel: Um die Vitalität und die Stabilität zu erhöhen, wird durch den Kursteilnehmer eine Auslesedurchforstung durchgeführt, welche gezielt Individuen mit guter Kronenausformung und günstigem h/d Verhältnis fördert und die stärksten Bedränger entnimmt. Die Durchforstung entnimmt 35 % der Ausgangsstammzahl und bei einer Zunahme der Oberhöhe von 3-4 m soll der nächste Pflegeeingriff erfolgen.

- Erforderliche Kenntnisse: Bestandesparameter -u.a. h/d Verhältnis, Kronenausformung, Kronenlänge- und z.B. das Baumklassensystem nach Kraft (1884)- geben Auskunft über den Zustand des Bestandes hinsichtlich Vitalität, Stabilität, Qualität, Struktur, soziale Stellung und Konkurrenz.

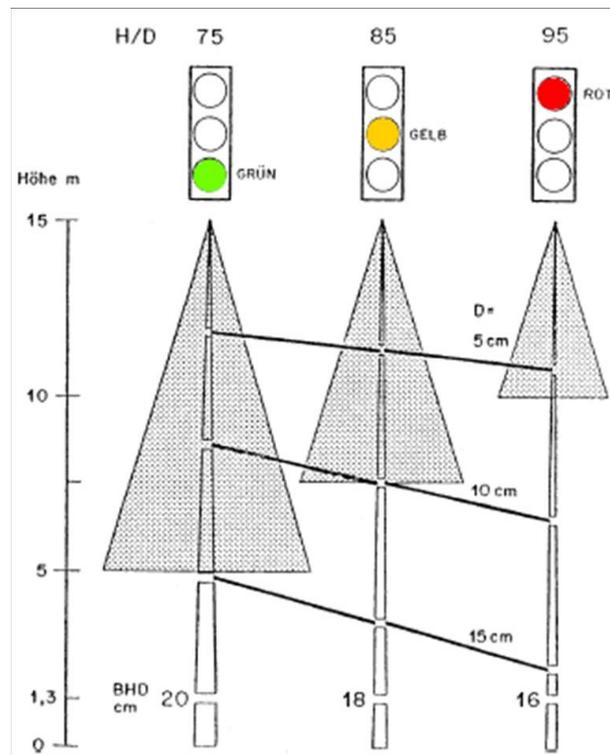


Abbildung 7.2.: Kronenausbildung und h/d Verhältnis als Ausdruck der Einzelbaumstabilität (Quelle: Johann (1981) mod. nach Burschel und Huss (1997))

Auszeigen im Gelände

- Fachdidaktische/waldbauliche Überlegungen: Im Laufe des Entscheidungsprozesses von der Problembestimmung über das Erkennen von Grenzbedingungen zum Suchen von Alternativen (Abschätzung von Risiken und Folgen) muss der Entschluss gefasst und die Entscheidung in Form einer Auszeige realisiert werden. Der Kursteilnehmer zeichnet die zu fördernden bzw. zu entnehmenden Bäume auf der Übungsfläche aus (siehe Abbildung 7.3) und erstellt eine Entnahmeliste, die die Baumnummern der zu entnehmenden Bäume festhält. Am PC visualisiert der Kursteilnehmer mittels Eingabe der Entnahmeliste in MOSES 3.0 (Latemar) die durchgeführte Auszeige (siehe Abbildung 7.4). Weiters simuliert er den durchforsteten Bestand über einen beliebige Anzahl an Simulationsperioden.

- Erforderliche Kenntnisse: Wissen über u.a. Standortverhältnisse, das Wachstumsverhalten der Baumarten und ihr Konkurrenzverhalten. Umgang mit MOSES 3.0 (Latemar), EDV-Kenntnisse



Abbildung 7.3.: Realisierung der Auszeige nach Durchlaufen des Entscheidungsprozesses

Prognose mit MOSES 3.0 (Latemar)

- Fachdidaktische/waldbauliche Überlegungen: Auszeigeanalyse und Simulation der Bestandesentwicklung nach der gewählten Durchforstungsart dienen der Abschätzung der Effekte des waldbaulichen Handelns auf die zukünftige Bestandesentwicklung. Für die Auszeigeanalyse sowie für die Analyse der Bestandesentwicklung nach dem Eingriff steht dem Kursteilnehmer eine weitgehend automatisierte tabellarische und grafische Auswertung in Microsoft Excel zur Verfügung (siehe Abbildungen 7.5 und 7.6).

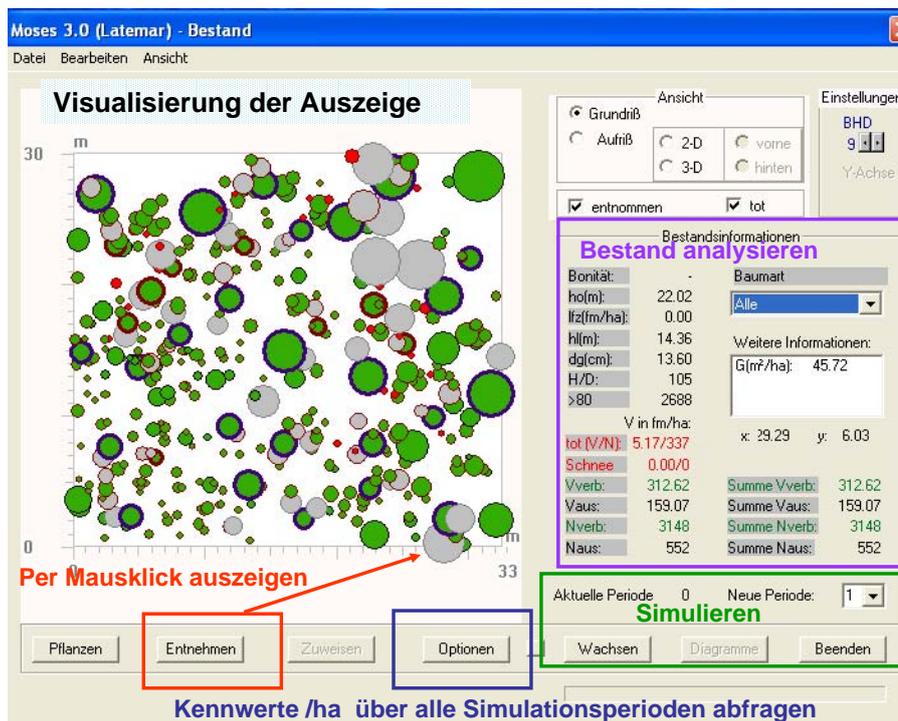


Abbildung 7.4.: Visualisierung der Auszeige am Bildschirm, Analyse und Prognose

Der Kursteilnehmer muss die gewünschten Einzelbaumdateien für die Bestände in der Ausgangssituation, nach der Durchforstung oder nach der Simulation für eine tabellarische Auswertung in Microsoft Excel hineinladen (siehe Abbildung 7.5). Weiters besteht die Möglichkeit, die Entnahme und die dabei anfallende Sortimentsverteilung zu importieren und zu visualisieren. Abbildung 7.6 zeigt die grafische Auswertung mit den automatisch erstellten Grafiken zu ausgewählten Bestandesparametern. Ebenso können von MOSES 3.0 (Latemar) in Tabellen- oder Tafelformat ausgegebene Kennwerte (angegeben am Ort oder am Hektar) abgefragt werden. Als Unterstützung bei der Arbeit mit MOSES 3.0 (Latemar) stehen dem Kursteilnehmer das Benutzerhandbuch (Steinmetz, 2009) sowie eine kurze Anweisung zu den Analyse- und Prognoseschritten zur Verfügung.

- Erforderliche Kenntnisse: Umgang mit MOSES 3.0 (Latemar) und die Auswertung der Auszeigen mittels der im Zuge der Masterarbeit aufbereiteten Diagramme. Interpretation von mit MOSES 3.0 (Latemar) berechneten Kennwerten wie u.a. N/ha, V/ha, G/ha, natürliche Mortalität/ha. Grundkenntnisse in Microsoft Excel

3. Abschlussphase

Kontrolle

- Fachdidaktische/waldbauliche Überlegungen: Mit dem Feststellen des Grads der Zielerreichung und der Überprüfung der Ergebnisse können Stärken und Schwächen der durchgeführten Auszeige identifiziert und Konsequenzen für das zukünftige Handeln gezogen werden.
- Erforderliche Kenntnisse: Waldbaulich-ökonomische Beurteilung der Eingriffe

Automatisierte Auswertung in Microsoft Excel => Auszeigeanalyse

Einzelbaumdatei aus Moses 3.0 (Latemar) hereinladen

Sortimentsverteilung aus MOSES 3.0 (Latemar) abfragen

1	Verbleibender Bestand																		
2	Bnr.	BA	x	y	BHD	h	KA	Einwuchs	Z-Baum	Gute	Tot	Periode	Volumen	Vital	Ums	Kraft	KK	HK	h/d
3	798	1	0,18	25,63	28	15	1,5	1	0	3	1	0	0,3969	1	1 v	3	3	3	54
4	799	1	0,42	24,69	20,3	14,5	2,1	1	0	1	0	0	0,224	1	2 h	3	3	3	71
5	800	1	0,54	23,64	7,9	8,1	5,3	1	0	3	0	0	0,0199	3	3 b	2	1	1	103
6	801	1	1,03	24,21	6,2	7,6	4,9	1	0	3	0	0	0,0115	3	3 b	2	1	1	123
7	802	1	0,33	22,76	7,6	8,8	3,2	1	0	1	0	0	0,02	3	3 b	2	2	2	116
8	803	1	0,97	22,43	12,7	11,5	3	1	0	1	0	0	0,0775	2	3 m	3	2	2	91
9	804	1	2,33	18,26	8,8	9,5	3,2	1	0	3	1	0	0,0289	3	3 b	2	2	2	108
10	805	1	2,03	23,44	16,8	15,2	3,7	1	0	1	0	0	0,1719	1	1 v	3	3	3	90
11	806	1	2,51	23,18	19,7	14	2,1	1	0	1	0	0	0,2042	1	2 h	3	3	3	71
12	807	1	2,22	22,06	6	8,4	3,7	1	0	1	0	0	0,0119	3	3 b	2	1	1	140
13	808	1	2,34	22,02	8,6	5,9	4,1	1	0	1	0	0	0,0171						
14	809	1	7,91	27,42	31	15,2	1,3	1	0	1	0	0	0,4768						
15	810	1	7,95	27,18	22,3	15,3	3	1	0	1	1	0	0,2795						
16	811	1	5,81	23,12	17,7	14,9	2	1	0	3	1	0	0,1837						
17	812	1	8,06	24,58	13,5	14,7	4,3	1	0	1	1	0	0,1129						
18	813	1	9,47	24,17	22	16,8	3,5	1	0	1	0	0	0,3058						
19	814	1	11,29	23,76	9,4	10,1	3,1	1	0	1	0	0	0,035						
20	815	1	12,72	25,46	22,8	14,3	1,8	1	0	1	0	0	0,2668						
21	816	1	12,55	24,16	12,4	10,9	4	1	0	1	0	0	0,0701						
22	817	1	13,28	22,82	16	13	2,3	1	0	1	0	0	0,1321						
23	818	1	13,86	22,77	6,5	7,2	3,3	1	0	3	0	0	0,0119						
24	819	1	17,27	24,88	32,9	15,5	1,9	1	0	1	0	0	0,5391						
25	820	1	18,69	24,42	10,7	8,3	2,5	1	0	1	0	0	0,0406						
26	821	1	21,73	23,59	19,4	18,1	3,6	1	0	1	0	0	0,2692						
27	822	1	22,92	24,59	35,3	17,5	1,8	1	0	1	0	0	0,7083						
28	823	1	23,46	23,46	8,4	6,5	2,8	1	0	3	0	0	0,018						
29	824	1	24,62	24,89	8,8	6,1	2,1	1	0	1	0	0	0,0185						
30	825	1	25,79	26,21	12,9	12,6	2,6	1	0	2	0	0	0,088						
31	826	1	26,44	27,09	26,2	14,9	2,1	1	0	2	0	0	0,3529						
32	827	1	26,59	26,54	11,5	10,3	4,8	1	0	1	0	0	0,0578						
33	828	1	27,32	25,95	18,5	13,3	2,9	1	0	1	0	0	0,173						

Abbildung 7.5.: Beispiel für die tabellarische Auswertung der Auszeige mit Interaktion des Kursteilnehmers in Microsoft Excel

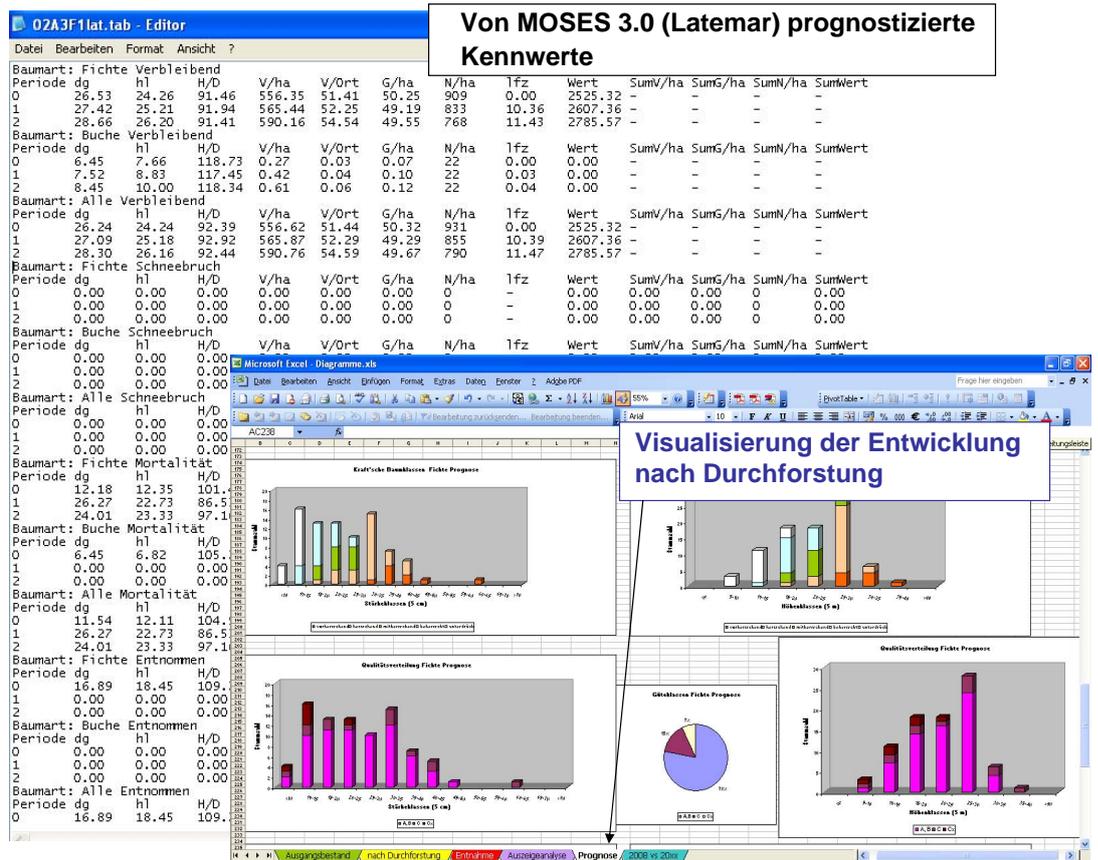


Abbildung 7.6.: Beispiel für die automatisierte grafische Auswertung der Prognose der Bestandesentwicklung nach Durchforstung in Microsoft Excel und für die abfragbaren Kennwerte von MOSES 3.0 (Latemar) im Tabellenformat im Editor

8. Diskussion und Folgerungen

8.1. Einsatz des Einzelbaumwachstumssimulators MOSES 3.0 in der Forstschule Latemar

Die Anwendung von Einzelbaumwachstumsmodellen spielt derzeit in der mitteleuropäischen Forstwirtschaft eine große Rolle und nimmt vor allem auch in der Lehre an Fachhochschulen und Universitäten zu.

In der vorliegenden Masterarbeit wurde der Waldwachstumssimulator MOSES 3.0 für die Forstausbildung der Forstschule Latemar in Südtirol für den Latemarwald eingesetzt. Die für den gegebenen Verwendungszweck durchgeführte Validierung zeigt eine Unterschätzung des Wachstums auf.

Streng genommen wäre eine Parametrisierung von MOSES 3.0 im Latemarwald erforderlich, da es sich bei der Anwendung in Südtirol um eine bei der Parametrisierung von MOSES nicht berücksichtigte Region handelt. Für eine Parametrisierung wären wiederholte Messungen an den selben Individuen nötig, d.h. eine permanente Inventur der Probestellen (Sterba, 2008).

Das Bestimmen der Bonität im Latemarwald für die Initialisierung der Weiserbestände in MOSES 3.0 wird aufgrund des Fehlens einer speziellen lokal gültigen Ertragstafel oder anderer Prognoseinstrumente erschwert. Das Heranziehen des Oberhöhenverlaufs aus der Ertragstafel Fichte Eisacktal ist daher allein schon aufgrund der allgemein bekannten höheren Wachstumsleistung der Fichte im Latemarwald fehlerhaft. Auf Basis dieses aber als einzigen der Oberhöhenentwicklung der Fichte im Latemarwald ähnlichen Oberhöhenverlaufs im Untersuchungsgebiet konnten mittels nicht linearer Regression neue Koeffizienten für die in MOSES 3.0 vorhandene Oberhöhenfunktion nach Sterba (1976) berechnet und verwendet werden. Allerdings ist zu beachten, dass die dazu verwendeten Daten keine Originaldaten, sondern bereits

mit einer anderen Funktion ausgeglichene Daten aus den genannten Tafelwerken sind.

Die Validierung von MOSES 3.0 für die Anwendung im Latemarwald stellte sich als sehr zeitaufwendig dar. Die statistische Validierung beschreibt die Genauigkeit des verwendeten Modells und prüft, ob die Güte der getroffenen Aussagen ausreicht. Dabei muss sowohl die „Güte“ als auch das „Ausreichen“ vom Benutzer je nach Zweck des Modells definiert werden. Im vorliegenden Fall sind die berechneten Prognose- und Toleranzintervalle signifikant. Sie weisen keine systematischen Abweichungen auf. Die Ergebnisse der Validierung reichen somit aus, um MOSES 3.0 im Latemarwald als Hilfsmittel für die Durchforstungsübungen im Forstwachenkurs der Forstschule Latemar einzusetzen.

An dieser Stelle ist zu erwähnen, dass zu Beginn der Arbeit mit MOSES 3.0 durchgeführte Testsimulationen über unterschiedliche Simulationszeiträume für die verschiedenen Weiserflächen im Latemarwald eine plausible, dem Wachstumsgang eines unbehandelten Bestandes entsprechende Entwicklung der Bestandeswerte (u.a. V/ha, G/ha, N/ha) beobachten ließen.

Eine potenzielle Fehlerquelle bei der Validierung könnten die gemessenen Radialzuwächse sein. Diese wurden nur für die letzten 10 Jahre beobachtet bzw. gemessen. Somit wird das aktuelle bzw. vergangene Wachstum der letzten 10 Jahre (Einwirkung der Konkurrenz, evtl. Maßnahmen auf den Weiserflächen F1 und F2) mit dem Wachstum, wie es für die nächsten 10 Jahre von MOSES 3.0 geschätzt wird (Änderung der Konkurrenzverhältnisse etc.), verglichen. Bei unterstellten gleichen Ausgangsbedingungen wird also ein zeitliches Nacheinander zu einem zeitlichen Nebeneinander gemacht. Um eine „korrektere“ Validierung vornehmen zu können, wären Wiederholungsaufnahmen in 5 Jahren nötig. Die dann gemessenen Durchmesserzuwächse könnten den von MOSES 3.0 für denselben Zeitraum simulierten Durchmesserzuwachsen bei gleicher Ausgangssituation gegenübergestellt und die Abweichungen beurteilt werden.

Durch die Einbindung des Waldwachstumssimulators in das didaktische Konzept „Grundlagen der Durchforstung“ für den Waldbau-Unterricht des Forstwachenkurses in der Forstschule Latemar wird gleichzeitig ein Mehrwert für die waldbauliche Aus- und Weiterbildung des Forstpersonals in Südtirol geschaffen:

Im Zuge der vorliegenden Masterarbeit wurde mit MOSES 3.0 ein Variantenstudium

auf drei der sieben Weiserflächen im Latemarwald durchgeführt. Mithilfe dieses diagnostischen Werkzeuges könnten verschiedene Durchforstungsvarianten visualisiert, dynamisiert und Effekte der Umsetzung auf die Bestandesentwicklung abgeschätzt werden. Damit leistet der Waldwachstumssimulator einen entscheidenden Beitrag bei der waldbaulichen Entscheidungsfindung: Es kann eine Empfehlung für die „geeignetste“ Durchforstungsvariante für die praktische Umsetzung auf den Weiserflächen F1, F3 und F6 abgegeben werden. Für das Variantenstudium sind verschiedene Diagramme zur Darstellung ausgewählter Bestandesparameter in Microsoft Excel erstellt worden. Die Charakterisierung von Durchforstungseingriffen durch aussagekräftige Grafiken und Bestandeskennzahlen kann den Teilnehmern im Forstwachenkurs die relevanten Aspekte zum Themenbereich Durchforstung besser begreifbar machen.

In der Unterrichtsorganisation und Verlaufsplanung des didaktischen Konzepts „Grundlagen der Durchforstung“ ergänzt MOSES 3.0 den modernen Kursunterricht und kommt damit neuen Lehr- und Lernmethoden entgegen. Allerdings wurde im Laufe der Anwendung von MOSES 3.0 in seiner aktuellen Software Version (Steinmetz, 2004) ein Entwicklungsbedarf festgestellt, um den Wachstumssimulator für den Einsatz beim Forstwachenkurs entsprechend anzupassen. Um die im Gelände erhobenen Daten auch in MOSES 3.0 verarbeiten zu können, war die Erweiterung der Spaltenanzahl in der Eingabe/Ausgabedatei um sechs Spalten nötig. Die Spalten umfassen: Schaftholzvolumen für den Einzelbaum, Vitalität, Umsetzungstendenz, Kraft'sche Baumklasse, Kronenklasse, Höhenklasse und h/d Verhältnis. Um die Auszeigeanalyse durchführen zu können wurde die Speicherfunktion im Dialogfeld um zwei neue Menüpunkte erweitert: Mit „speichern verbleibend“ und „speichern entnommen“ besteht die Möglichkeit sowohl den Bestand nach der Auszeige als auch die entnommenen Individuen auszulesen und in der im Rahmen der Diplomarbeit ausgearbeiteten Auswertung in Microsoft Excel zu analysieren. Die Ausgabedatei für die entnommenen Bäume wurde zusätzlich mit jeweils drei Tabellen pro Baumart ausgestattet, welche die Sortimentsverteilung in Efm und prozentuell über die Stärke- und Güteklassen und die Erlöse pro Sortiment und Güteklasse darstellt. Berechnet werden zusätzlich der Erlös/fm und der mittlere Entnahmedurchmesser, welche Eingang in die Berechnung des Deckungsbeitrages in der Auszeigeanalyse finden. Die Anzahl der möglichen Simulationsperioden wurde für den gegebenen Verwendungszweck auf 15 heruntersetzt. Weiters konnte die fehlerhafte Berechnung der GWL in MOSES 3.0 aufgedeckt und ausgebessert werden. In Zusammenarbeit mit

der Programmiererin konnten die gewünschten Änderungen an der Version vorgenommen und zur Applikation **MOSES 3.0 (Latemar)** des Waldwachstumssimulators für den Einsatz in der Lehre in der Forstschule Latemar weiterentwickelt werden (Steinmetz, 2009).

Mit MOSES 3.0 (Latemar) wird erstmals ein Waldwachstumssimulator in der forstlichen Ausbildung in Südtirol verwendet. Von großer Bedeutung für die erfolgreiche Umsetzung des didaktischen Konzepts und dessen Akzeptanz ist -neben einem reibungslosem Übungsablauf, unterstützendem Fachpersonal und notwendigen technischen Voraussetzungen (funktionsfähige Software)- die Benutzerfreundlichkeit von MOSES 3.0 (Latemar). Nach Ansicht des Autors ist der Umgang mit dem Wachstumssimulator nach einer kurzen Einarbeitungsphase einfach. Die Softwareoberfläche ist verständlich gestaltet und benutzerfreundlich. Nach persönlicher Erfahrung und Einschätzung sollte dieses Medium auch für die Kursteilnehmer des Forstwachenkurses leicht zu bedienen sein. Eine Evaluierung der Umsetzung des didaktischen Konzepts „Grundlagen der Durchforstung“ nach der ersten Anwendung im Sommer 2009 kann Aufschluss darüber geben.

8.2. Vergleich von Durchforstungseingriffen

Ein Waldwachstumsmodell erlaubt vereinfachte, zweckorientierte Abbildungen der Wirklichkeit (Pretzsch, 2002). Durch die Abstraktion können wesentliche Aspekte sichtbar und vergleichbar gemacht werden.

Modelle -wie auch die Ertragstabeln- bei denen das Wachstum durch eine bestimmte Art der Bestandesbehandlung bestimmt ist, sind unflexibler als einzelbaumorientierte Waldwachstumssimulatoren. Diese können verschiedene forstliche Eingriffe und deren Auswirkungen auf die Bestandesentwicklung nachbilden. Weiters können gleichzeitig die Auswirkungen auf Einzelbäume als auch auf Bestände oder Strukturen untersucht werden können.

Die Anwendung von MOSES 3.0 für die Durchführung des Variantenstudiums von Durchforstungseingriffen auf den Weiserflächen im Latemarwald führt zu nachvollziehbaren und plausiblen Simulationsergebnissen. Allerdings muss die Aussagekraft diskutiert werden.

Die Simulationszeiträume für das Variantenstudium orientieren sich am unterschiedlichen Ausgangszustand der Weiserflächen, der erwarteten Konkurrenzentwicklung und der als notwendig erachteten zukünftigen waldbaulichen Behandlung. Sie beschränken sich darauf, je nach Weiserfläche Fortschreibungen der Bestandessituation über 10 (F3, F6) oder 25 Jahre (F1) durchzuführen. Die Aussagekraft der Ergebnisse des Variantenstudiums ist aufgrund der kurzen Simulationszeiträume als mäßig einzuschätzen, weil nur kurz- bis mittelfristige Auswirkungen der Durchforstungseingriffe beobachtet werden können und dadurch eine Fehleinschätzung bei der Empfehlung der „geeignetsten“ Variante zustande kommen könnte.

Das Variantenstudium vergleicht drei im Gelände von Forstpersonal des Landesforstdienstes durchgeführte Durchforstungsauszeigen mit je einer am PC virtuell vorgenommenen Variante sowie mit einer Nullvariante. Am Ende der Auszeigen im Gelände wurden die Auszeigenden befragt. Die Ergebnisse der durchgeführten Auszeigeanalyse geben Aufschluss über die Fähigkeit zielorientiert zu arbeiten, eigenes waldbauliches Handeln zu beschreiben und zu begründen, sowie Effekte dessen abzuschätzen.

Der Auszeigende der Durchforstungsvariante A1 gibt eine gute Schätzung bezüglich der Eingriffsstärke in Prozent des Vorrats am Ort (Vfm) ab. Die Analyse der Auszeigen bestätigt, dass der Auszeigende auf der Weiserfläche F1 eine Hochdurchforstung durchgeführt hat. Ebenfalls bestätigt wird der beschriebene Charakter der Ausleasedurchforstung auf der Fläche F3 und die Aussage darüber, dass gleichzeitig eine Negative Auslese durchgeführt wurde. Der Auszeigende bemerkte die vielen Wipfelbrüche auf F6. Die persönliche Einschätzung, sich auf der Fläche F6 mit der Auszeige in Richtung Strukturdurchforstung zu bewegen, kann bestätigt werden: Die zweigipfelige Vorratsverteilung auf F6 kann auf die Förderung von Individuen der Mittel- und Oberschicht schließen lassen. Gut eingeschätzt wurde ebenfalls der mittlere Entnahmedurchmesser pro Fläche.

Bei der Auszeige A2 ist die Eingriffsstärke allgemein schwach, was im Widerspruch zu der stark intentionierten Eingriffsstärke des Auszeigenden steht. Aus der relativ hohen Entnahme von schwachdimensionierten Stämmen geringen Einzelbaumvolumens resultieren eine entsprechend kleine Nutzungsmenge und ein niedriger DB I. Auf der F1 wird eine mittlere Niederdurchforstung (B-Grad) ausgezeigt, die vorwiegend unterdrückte, beherrschte Individuen entnimmt und zusätzlich eine Negative Auslese betreibt. Es werden wenige herrschende Bäume entnommen. Nach Angaben

der auszeigenden Person wurde der verspätete Eingriff als nicht nötig empfunden. Die Fehlerhaftigkeit dieser Aussage wird mit einem Beobachten der Entwicklung der Nullvariante deutlich. Auf der Fläche F3 wurde ebenfalls eine Niederdurchforstung (B-Grad) durchgeführt: Entfernt wurden v.a. absterbende, unterdrückte Individuen in den schwachen Stärkeklassen, aber auch Mitherrschende. Die am PC generierte Auszeige A2 auf der Fläche F6 wurde den anderen beiden Eingriffen nachempfunden. Allerdings erweist sie sich als von der Eingriffsstärke her als sehr schwache Niederdurchforstung. Zusammenfassend kann folgendes Urteil abgegeben werden: Der Auszeigende irrte sich bei der Charakterisierung der Auszeige bei der Durchforstungsart, schätzte aber den mittleren Entnahmedurchmesser sehr gut an. Die Zielsetzung, bei der Auszeige eine gute räumliche Verteilung einzuhalten, kann durch die Visualisierung der Auszeigen in MOSES 3.0 als erreicht betrachtet werden.

Auszeige A3 kann generell als eine Kombination von Auslese- und Niederdurchforstung gesehen werden. Die vom Auszeigenden geschätzte Eingriffsstärke entspricht dessen Zielhaltung und ist hoch. Der Auszeigende ist sich sicher, auf der Fläche F1 eine Entrümpelung ausgezeigt zu haben und rechtfertigt die Wahl der Durchforstungsart, indem er auf das ungepflegte starke Stangenholz und die verabsäumten früheren Nutzungen hindeutet. Die durchgeführten Auszeigeanalysen bestätigen diese Aussage. Auf den Flächen F1 und F6 wird vorwiegend in die Mittel- und Unterschicht eingegriffen, weniger in die Oberschicht. Diese niederdurchforstungsartige Ergänzung der Eingriffe zeigt sich in der Prognose der geringen Vorratshaltung in den unteren Stärkeklassen. Er entfernt instabile, kurz- und mittelkronige Individuen. Auf Fläche A3 erfolgte eine klassische Auslesedurchforstung. Dies stimmt mit der Einschätzung des Auszeigenden überein. Auf F6 tendiert der Eingriff zu einer Strukturdurchforstung. Die prognostizierte zweigipfelige Vorratsverteilung am Ort bestätigt, dass das Ziel den Haupt- und Nebenbestand zu fördern erreicht wurde. Indifferente Individuen werden wie betont im Bestand belassen. Nach den vordefinierten Kriterien für die Auswahl der Z-Stämme erfolgt auf allen Flächen die Auszeige: Der Auszeigende achtet auf Stabilität, Vitalität und Qualität. Als einziger betont der Auszeigende die Wichtigkeit die Vogelbeere als eingemischte Baumart zu erhalten. Der mittlere Entnahmedurchmesser wird mäßig gut eingeschätzt.

Auszeige A4 fördert tatsächlich die vorgesehenen 13-15 Z-Stämme am Ort, welche für das Erreichen der 150 Z_1 und 150 Z_2 -Stämme pro Hektar im Endbestand erforderlich sind, auf allen drei Flächen. Die Auszeige strebt die natürliche Durchmesserstreuung an und belässt Indifferente. Sie greift generell in die Ober- und Mittelschicht ein.

Für eine Strukturdurchforstung ist die Entnahme von mitherschedenden Individuen aber noch als gering zu beurteilen. A4 weist beim Variantenvergleich eine große Bandbreite an Rangzahlen auf, da sie einerseits sehr wirtschaftlich ist, andererseits aber eine vorwiegend negative Bestandesentwicklung hinsichtlich h/d Verhältnis, der Kornenausformung und Schaftgüte aufweist. Grund dafür könnte das Belassen der Indifferenten in der Unterschicht sein. Das schlechte Abschneiden der Auszeige A4 im Variantenstudium ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, dass die Auszeige am PC erfolgte. Durch die Auszeige im Gelände würde sich die Variante anders präsentieren und könnte sich wahrscheinlich verbessern.

Die Nullvariante zeigt, wohin die Entwicklung der Weiserbestände ohne die Pflegeeingriffe führt und demonstriert die negativen Effekte: Nutzungsentgang, hohe natürliche Mortalität und Verschlechterung von u.a. h/d Verhältnis, Kronenlänge und Kronenausformung. Es handelt sich um die schlechteste Entwicklung.

Das Variantenstudium identifizierte insgesamt die Variante A3 als die "geeignteste" auf allen drei Flächen. Sie ist zwar von der vorgegebenen Zielsetzung der Auszeigen im Gelände her nicht die Wirtschaftlichste, allerdings sind die prognostizierten Kennzahlen für die Einzelbaumstabilität, Qualität und Vitalität am besten. Auszeige A2 ergab sich auf der Fläche F3 knapp vor Auszeige A3 als die "geeignteste" Variante.

Es kann festgestellt werden, dass der kurze Simulationszeitraum von 10 Jahren bzw. zwei Perioden eigentlich auf den Flächen F3 und F6 nur den Charakter der verschiedenen Durchforstungsauszeigen abbildet. Um hier die mittelfristige Entwicklung der Bestände nach Durchforstung beobachten zu können, müsste der Simulationszeitraum verlängert werden und ein Pflegekonzept für einen längeren Planungszeitraum unterstellt werden. Während der entsprechenden Simulation der Auszeigen bis zur Periode P4 auf den jungen Weiserbeständen F3 und F6, erfolgte eine Zunahme der Oberhöhe von ca. 5 bzw. ca. 7 m seit dem letzten Eingriff in P0. Auch aufgrund der angestiegenen Konkurrenz und Mortalität müsste ein nächster Eingriff gesetzt werden.

Abschließend muss der Nutzen des durchgeführten Variantenstudiums für den Forstwachenkurs hervorgehoben werden: Es konnte eine automatisierte Auswertung in Microsoft Excel erstellt werden, welche die simulierten Ergebnisse aus MOSES 3.0 (Latemar) den gewünschten Lerneffekten entsprechend visualisiert und die Analyse der Durchforstungseingriffe unterstützt.

Abbildungsverzeichnis

2.1. Forstschule Latemar	10
2.2. Übersichtskarte von Südtirol mit markierter Lage des Untersuchungs- gebiets (Quelle: Abteilung Raumordnung (2009) mod.)	11
2.3. Die Ausdehnung des Latemarwaldes (Quelle: Forstschule Latemar (2009))	11
2.4. Der Karersee umgeben vom Karerwald im Latemarkomplex (Quelle: Forstschule Latemar (2009))	13
2.5. Latemarkomplex mit Besitzgrenzen, Betriebsklassen und Abteilungen (Quelle: Amt für Forstplanung (2009))	15
2.6. Die Messstation „Karerpass“ auf 1700 m	16
2.7. Die mittleren monatlichen Temperaturen im Gebiet des Latemarwal- des in °C (Quelle: Hydrographisches Amt (2008))	16
2.8. Die Minima und Maxima des jährlichen Temperaturverlaufs für das Gebiet des Latemarwaldes in °C (Quelle: Hydrographisches Amt (2008))	16
2.9. Die monatlichen durchschnittlichen Niederschlagsmengen (NS) in mm für das Latemargebiet (Quelle: Hydrographisches Amt (2008))	17
2.10. Geologische Karte für das Gebiet des Landesbetriebs für Forst- und Domänenverwaltung im Latemar-Rosengarten Gebiet. Der große Kom- plex ist der Latemarwald (Quelle: Nogglar (2000)).	19
2.11. Anordnung der Flächenpaare nach ihrer Verwendung als Übungsflä- che für den Forstwachenkurs (Nullfläche) oder für das Variantenstu- dium (Umsetzung der „geeignetsten“ Variante)	24
3.1. Elemente des Didaktischen Konzeptes für den Themenbereich „Grund- lagen der Durchforstung“ (Quelle: Künzli und Bertschy (2008), mod.)	31
3.2. Methodenmix bei der Rahmenorganisation für das didaktische Kon- zept „Grundlagen der Durchforstung“	35

4.1. Lage, der im Latemarforst angelegten Weiserflächen (Orthofoto 2006, Befliegung) (Quelle: Amt für Forstplanung (2009))	40
4.2. Design der Weiserfläche im Stangenholz für den Latemarwald	42
4.3. Übersichtsskizze zur Fläche F1	44
4.4. Linke obere Ecke der Fläche als Startpunkt für das Einmessen der Fläche und das Nummerieren in Fallrichtung	46
4.5. Vorgangsweise bei der Markierung der Bäume (Quelle: Pircher (2006)) (a) und Anbringen des Plättchens beim Nummerieren (b)	46
4.6. Fertig nummerierte und verpflockte Fläche F1	47
4.7. Waldtypen der Weiserflächen im Latemarwald (Quelle: Amt für Forstplanung (2009))	54
4.8. Grundriss der Weiserfläche F1. In roter Farbe werden die toten Individuen angezeigt.	56
4.9. Kraft'sche Baumklassen als Ausdruck der sozialen Stellung (a) und Volumen in Vfm (b) für die Fichte nach Stärkeklassen auf der Weiserfläche F1	57
4.10. H/d Verhältnis als Maß der Einzelbaumstabilität (a) und Kronenklassen als Ausdruck der Kronenlänge (b) der Fichte getrennt nach Stärkeklassen auf der Weiserfläche F1	58
4.11. Kronenausformung als Ausdruck der Vitalität (a) und Anteil der Bestandesschichten an den jeweiligen Höhenklassen (b) für die Fichte auf der Weiserfläche F1	58
4.12. Verteilung der Schaftgüteklassen auf die Höhenklassen (a) und prozentuelle Anteile (b) für die Fichte auf der Weiserfläche F1	59
4.13. Grundriss der Weiserfläche F3. In roter Farbe werden die toten Individuen angezeigt.	60
4.14. Kraft'sche Baumklassen als Ausdruck der sozialen Stellung (a) und Volumen in Vfm (b) für die Fichte nach Stärkeklassen auf der Weiserfläche F3	61
4.15. H/d Verhältnis als Maß der Einzelbaumstabilität (a) und Kronenklassen als Ausdruck der Kronenlänge (b) der Fichte getrennt nach Stärkeklassen auf der Weiserfläche F3	62
4.16. Kronenausformung als Ausdruck der Vitalität (a) und Anteil der Bestandesschichten an den jeweiligen Höhenklassen (b) für die Fichte auf der Weiserfläche F3	62

4.17. Verteilung der Schaftgüteklassen auf die Höhenklassen (a) und prozentuelle Anteile (b) für die Fichte auf der Weiserfläche F3	63
4.18. Grundriss der Weiserfläche F6. In roter Farbe werden die toten Individuen angezeigt.	64
4.19. Kraft'sche Baumklassen als Ausdruck der sozialen Stellung (a) und Volumen in Vfm (b) für die Fichte nach Stärkeklassen auf der Weiserfläche F6	65
4.20. H/d Verhältnis als Maß der Einzelbaumstabilität (a) und Kronenklassen als Ausdruck der Kronenlänge (b) der Fichte getrennt nach Stärkeklassen auf der Weiserfläche F6	66
4.21. Kronenausformung als Ausdruck der Vitalität (a) und Anteil der Bestandesschichten an den jeweiligen Höhenklassen (b) für die Fichte auf der Weiserfläche F6	66
4.22. Verteilung der Schaftgüteklassen auf die Höhenklassen (a) und prozentuelle Anteile (b) für die Fichte auf der Weiserfläche F6	67
5.1. Polarmethode zum Berechnen der rechtwinkligen Koordinaten des gesuchten Punktes	74
5.2. Darstellung der benötigten Änderungen für die Fläche F1 in Matlab (The MathWorks, Inc (2007))	76
5.3. Zu erstellende Eingabedatei für die Initialisierung von MOSES 3.0	78
5.4. Koeffizientendatei für die Initialisierung von MOSES 3.0 (Quelle: Steinmetz (2004) mod.)	79
5.5. Unterschätzen der Durchmesserzuwächse im Latemarwald mit MOSES 3.0	84
5.6. Überprüfung der Plausibilität der Höhenzuwächse	85
5.7. Rundholzpreise pro fm, Stärkeklassen und Sortimente der Fichte für den Latemarwald in der preise.txt Datei vom MOSES 3.0	88
6.1. Stammzahlverteilung auf der Weiserfläche F1 nach durch A1 entnommenen Stärkeklassen (a) und Zugehörigkeit der durch A1 entnommenen Individuen zu den Bestandesschichten aufgetragen über die jeweiligen Höhenklassen auf der Weiserfläche F3 (b)	93

6.2.	Verteilung der Kraft'schen Baumklassen nach der Durchforstung A1 auf der Weiserfläche F3 (a) und h/d Verhältnis der verbliebenen Individuen nach Durchforstung A1 über alle Stärkeklassen auf der Weiserfläche F3 (b)	93
6.3.	Stammzahlverteilung auf der Weiserfläche F1 nach durch A2 entnommenen Stärkeklassen (a) und Verteilung der Kraft'schen Baumklassen nach der durch Auszeige A2 entnommenen Höhenklassen auf der Weiserfläche F6 (b)	95
6.4.	Prozentuelle Anteile der durch A2 entnommenen Schaftgüteklassen auf der Weiserfläche F3 (a) und Verteilung der Kronenausformung der verbliebenen Individuen nach A2 über alle Stärkeklassen auf der Weiserfläche F6 (b)	95
6.5.	Stammzahlverteilung auf der Weiserfläche F1 nach durch A3 entnommenen Stärkeklassen (a) und Verteilung der Kraft'schen Baumklassen nach der durch A3 entnommenen Stärkeklassen auf der Weiserfläche F6 (b)	97
6.6.	Gegenüberstellung der prozentuellen Anteile der Schaftgüteklassen vor und nach der Auszeige A3 auf der Weiserfläche F3 (a) und Anteil der Bestandesschichten an den jeweiligen Stärkeklassen auf der Weiserfläche F1 (b)	97
6.7.	Stammzahlverteilung auf der Weiserfläche F1 nach durch A4 entnommenen Stärkeklassen (a) und Verteilung der Kraft'schen Baumklassen verteilt über alle Stärkeklassen auf der Weiserfläche F3 (b)	98
6.8.	Anteil der Bestandesschichten an den jeweiligen Stärkeklassen nach der Durchforstung A4 auf der Weiserfläche F6 (a) und Umsetzungstendenz der entnommenen Individuen auf der Weiserfläche F6 (b)	99
6.9.	Prozentueller Anteil der im Simulationszeitraum P4 ausgeschiedenen Individuen bei der NV auf der Weiserfläche F6 (a) und Entwicklung der Kronenklassen über die Stärkeklassen auf der Weiserfläche F1 (b)	100
6.10.	Verteilung der Kronenausformung über die Höhenklassen bei der NV im Prognosezeitraum P4 auf der Weiserfläche F3 (a) und h/d Verhältnis über alle Stärkeklassen bei der NV in P4 auf der Weiserfläche F6 (b)	100

6.11. Übersicht zu den durchgeführten Simulationen mit MOSES 3.0 (Latemar) nach den unterschiedlichen Durchforstungseingriffen und zum Zeitpunkt der Durchführung des Variantenstudiums auf den Weiserfläche F1, F3 und F6	101
6.12. Vergleich des prognostizierten Vorrats (Vfm/Ort) nach unterschiedlichen Durchforstungseingriffen auf der Weiserfläche F1- Simulationszeitraum fünf Perioden (25 Jahre)	106
6.13. Vergleich des prognostizierten Vorrats (Vfm/Ort) nach unterschiedlichen Durchforstungseingriffen auf der Weiserfläche F3- Simulationszeitraum zwei Perioden (10 Jahre)	106
6.14. Vergleich des prognostizierten Vorrats (Vfm/Ort) nach unterschiedlichen Durchforstungseingriffen auf der Weiserfläche F6- Simulationszeitraum zwei Perioden (10 Jahre)	107
7.1. Darstellung der Hoch- und Niederdurchforstung (Quelle: Burschel und Huss (1997))	114
7.2. Kronenausbildung und h/d Verhältnis als Ausdruck der Einzelbaumstabilität (Quelle: Johann (1981) mod. nach Burschel und Huss (1997))	117
7.3. Realisierung der Auszeige nach Durchlaufen des Entscheidungsprozesses	118
7.4. Visualisierung der Auszeige am Bildschirm, Analyse und Prognose . .	119
7.5. Beispiel für die tabellarische Auswertung der Auszeige mit Interaktion des Kursteilnehmers in Microsoft Excel	121
7.6. Beispiel für die automatisierte grafische Auswertung der Prognose der Bestandesentwicklung nach Durchforstung in Microsoft Excel und für die abfragbaren Kennwerte von MOSES 3.0 (Latemar) im Tabellenformat im Editor	122
A.1. Organigramm des Landesforstdienstes in Südtirol (Quelle: Amt für Forstplanung (2009))	II
B.1. Übersichtsskizzen zu den Flächen 2 und 3	IV
B.2. Übersichtsskizzen zu den Flächen 4 und 5	IV
B.3. Übersichtsskizzen zu den Flächen 6 und 7	V
B.4. Aufnahmeformular für die Einzelbaumannsprache	VI
B.5. Aufnahmeformular für die Bestimmung der Baumkoordinaten	VI
B.6. Gesellschaftliche Entwicklungstendenz, Schaftgüte und Vitalität . . .	VI
B.7. Beschreibung der Kraft'schen Baumklassen (Quelle: Spörk (2002)) . .	VII

B.8. Darstellung des Baumklassensystems nach Kraft (1884)(Quelle: Burschel und Huss (1997))	VII
B.9. Klassifikation der Schäden (Quelle: Pircher (2006))	VIII
B.10. Beispiel für die Eingabedatei der Fläche F1 mit Baumkoordinaten und Messdaten (Ausschnitt mod.)	IX
C.1. Waldtyp auf den Weiserflächen F1, F2, F3 und F4 im Latemarwald (Quelle: Amt für Forstplanung (2009))	XII
C.2. Waldtyp auf den Weiserflächen F5, F6 und F7 im Latemarwald (Quelle: Amt für Forstplanung (2009))	XIV
C.3. Grundriss der Weiserfläche F2. In roter Farbe werden die toten Individuen angezeigt.	XV
C.4. Kraft'sche Baumklassen als Ausdruck der sozialen Stellung (a) und Volumen in Vfm (b) für die Fichte nach Stärkeklassen auf der Weiserfläche F2	XVII
C.5. H/d Verhältnis als Maß der Einzelbaumstabilität (a) und Kronenklassen als Ausdruck der Kronenlänge (b) der Fichte getrennt nach Stärkeklassen auf der Weiserfläche F2	XVII
C.6. Kronenausformung als Ausdruck der Vitalität (a) und Anteil der Bestandesschichten an den jeweiligen Höhenklassen (b) für die Fichte auf der Weiserfläche F2	XVIII
C.7. Verteilung der Schaftgüteklassen auf die Höhenklassen (a) und prozentuelle Anteile (b) für die Fichte auf der Weiserfläche F2	XVIII
C.8. Grundriss der Weiserfläche F4. In roter Farbe werden die toten Individuen angezeigt.	XIX
C.9. Kraft'sche Baumklassen als Ausdruck der sozialen Stellung (a) und Volumen in Vfm (b) für die Fichte nach Stärkeklassen auf der Weiserfläche F4	XX
C.10. H/d Verhältnis als Maß der Einzelbaumstabilität (a) und Kronenklassen als Ausdruck der Kronenlänge (b) der Fichte getrennt nach Stärkeklassen auf der Weiserfläche F4	XXI
C.11. Kronenausformung als Ausdruck der Vitalität (a) und Anteil der Bestandesschichten an den jeweiligen Höhenklassen (b) für die Fichte auf der Weiserfläche F4	XXI
C.12. Verteilung der Schaftgüteklassen auf die Höhenklassen (a) und prozentuelle Anteile (b) für die Fichte auf der Weiserfläche F4	XXII

C.13. Grundriss der Weiserfläche F5. In roter Farbe werden die toten Individuen angezeigt.	XXIII
C.14. Kraft'sche Baumklassen als Ausdruck der sozialen Stellung (a) und Volumen in Vfm (b) für die Fichte nach Stärkeklassen auf der Weiserfläche F5	XXIV
C.15. H/d Verhältnis als Maß der Einzelbaumstabilität (a) und Kronenklassen als Ausdruck der Kronenlänge (b) der Fichte getrennt nach Stärkeklassen auf der Weiserfläche F5	XXV
C.16. Kronenausformung als Ausdruck der Vitalität (a) und Anteil der Bestandesschichten an den jeweiligen Höhenklassen (b) für die Fichte auf der Weiserfläche F5	XXV
C.17. Verteilung der Schaftgüteklassen auf die Höhenklassen (a) und prozentuelle Anteile (b) für die Fichte auf der Weiserfläche F5	XXVI
C.18. Grundriss der Weiserfläche F7. In roter Farbe werden die toten Individuen angezeigt.	XXVII
C.19. Kraft'sche Baumklassen als Ausdruck der sozialen Stellung (a) und Volumen in Vfm (b) für die Fichte nach Stärkeklassen auf der Weiserfläche F7	XXVIII
C.20. H/d Verhältnis als Maß der Einzelbaumstabilität (a) und Kronenklassen als Ausdruck der Kronenlänge (b) der Fichte getrennt nach Stärkeklassen auf der Weiserfläche F7	XXIX
C.21. Kronenausformung als Ausdruck der Vitalität (a) und Anteil der Bestandesschichten an den jeweiligen Höhenklassen (b) für die Fichte auf der Weiserfläche F7	XXIX
C.22. Verteilung der Schaftgüteklassen auf die Höhenklassen (a) und prozentuelle Anteile (b) für die Fichte auf der Weiserfläche F7	XXX
D.1. Tafeln Fichte Eisacktal der Ertragsklassen 9-13 (Quelle: Moser (1991))	XXXIV

Tabellenverzeichnis

3.1. Verlaufsplanung zum didaktischen Konzept „Grundlagen der Durchforstung“	38
4.1. Übersicht zur Anlage der sieben Weiserflächen	45
4.2. Waldtypen der Weiserflächen im Latemarwald nach Ergebnissen der Waldtypisierung Südtirol (Quelle: Amt für Forstplanung (2009)) . . .	53
4.3. Ausgewählte Bestandeskennzahlen am Ort und am Hektar für die Weiserfläche F1	56
4.4. Ausgewählte Bestandeskennzahlen am Ort und am Hektar für die Weiserfläche F3	61
4.5. Ausgewählte Bestandeskennzahlen am Ort und am Hektar für die Weiserfläche F6	65
5.1. Neu berechnete Koeffizienten für die Oberhöhenfunktion der Fichte nach Sterba (1976) für die Weiserflächen im Latemarwald	80
5.2. Statistische Validierung der Differenzen der beobachteten und der simulierten Brusthöhendurchmesser-Zuwächse pro Jahr für die Fichte	83
5.3. Stärkeklassen nach dem Mitteldurchmesser (MD) (Quelle: Kooperationsplattform Forst Holz Papier (2006))	86
6.1. Prognose der Entwicklung von Kennwerten auf der Weiserfläche F1 exemplarisch für NV und A1	103
6.2. Prognose der Entwicklung von Kennwerten auf den Weiserflächen F3 und F6 exemplarisch für NV und A1	103
6.3. Kennwerte am Ort für die unterschiedlichen Durchforstungsvarianten je Weiserfläche in Periode P0	104
6.4. Übersicht zu den Kennwerten der unterschiedlichen Durchforstungsvarianten nach ausgewählten Kriterien je Weiserfläche in den Perioden P0, P2 und P5	108

6.5. Reihung der unterschiedlichen Durchforstungsvarianten nach ausgewählten Kriterien auf der Weiserfläche F1 in den Perioden P0 und P5	109
6.6. Reihung der unterschiedlichen Durchforstungsvarianten nach ausgewählten Kriterien auf der Weiserfläche F3 in den Perioden P0 und P2	109
6.7. Reihung der unterschiedlichen Durchforstungsvarianten nach ausgewählten Kriterien auf der Weiserfläche F6 in den Perioden P0 und P2	110
6.8. Berechnete mittlere Rangzahl je Durchforstungsvariante über die Weiserflächen F1, F3 und F6	111
B.1. Beschreibung der Lage der Weiserflächen	V
C.1. Ausgewählte Bestandeskennzahlen am Ort und am Hektar für die Weiserfläche F2	XVI
C.2. Ausgewählte Bestandeskennzahlen am Ort und am Hektar für die Weiserfläche F4	XX
C.3. Ausgewählte Bestandeskennzahlen am Ort und am Hektar für die Weiserfläche F5	XXIV
C.4. Ausgewählte Bestandeskennzahlen am Ort und am Hektar für die Weiserfläche F7	XXVIII
D.1. Legende zur Ertragstafel Fichte Eisacktal nach Moser (1991)	XXXI
E.1. Prognostizierte Kennwerte der unterschiedlichen Durchforstungsvarianten je Weiserfläche in den Perioden P5 und P2 angegeben pro Hektar	XXXVI

Literaturverzeichnis

- [Abteilung Raumordnung 2009] ABTEILUNG RAUMORDNUNG (Hrsg.): *GIS-Browser*. URL <http://www.provincia.bz.it/raumordnung/kartografie/geo-browser.asp>. – Zugriffsdatum: 18.01.2009, 2009
- [Affenzeller 05.03.2009] AFFENZELLER, G.: *Kostenkalkulation: Sortimentungsverfahren Fichte motormanuelle Fällung und Rückung mit Traktor und Winde: Mündliche Mitteilung*. 05.03.2009
- [Amt für Forstplanung 2009] AMT FÜR FORSTPLANUNG (Hrsg.): *Homepage*. Bozen, 2009. – URL <http://www.provinz.bz.it/forst>. – Zugriffsdatum: 10.04.2009
- [Amt für Personalaufnahme 2008] AMT FÜR PERSONALAUFNAHME (Hrsg.): *Öffentlicher Ausbildungswettbewerb: Ausschreibung zur unbefristeten Einstellung von Forstwachen: Termin 29.01.2008*. 2008
- [Anon 2004] ANON ; FORSTENTOMOLOGIE, Institut für W. Institut für (Hrsg.): *Anwendung des Baummodells MOSES in Forstrevieren der ÖBF AG- Forschungsprojekt Universität für Bodenkultur*. Projektleitung: Hasenauer, H.; Institut für Forstentomologie, Forstpathologie und Forstschutz, Institut für Waldwachstumsforschung, 2004. – URL https://forschung.boku.ac.at/fis/suchen.orginheit_projekte?sprache_in=de&menue_id_in=204&id_in=H914&laufzeit_in=abgeschlossen. – Zugriffsdatum: 20.04.2009
- [Anon 2008a] ANON: *Lernziele: Forstwachenkurs 2008/2009: Entwurf*. 2008
- [Anon 2008b] ANON ; AMT FÜR FORSTPLANUNG (Hrsg.): *Waldbau Skriptum: für den Försterkurs 2008/2009*. 2008
- [Assmann 1953] ASSMANN, E.: Die Standraumfrage und die Methodik von Mischbestandsuntersuchungen. In: *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung* 125 (1953)

- [Assmann 1961] ASSMANN, E.: *Waldertragskunde*. München-Bonn-Wien, 1961
- [Autonome Provinz Bozen 1975] AUTONOME PROVINZ BOZEN (Hrsg.): *Der Domänenforst Latemar*. Trient : Temi editrice, 1975
- [Autonome Provinz Bozen 2007] AUTONOME PROVINZ BOZEN (Hrsg.): *Agrar- und Forstbericht 2007*. URL <http://www.provinz.bz.it/forst/service/publikationen.asp>. – Zugriffsdatum: 01.03.2009, 2007
- [Autonome Provinz Bozen 2008] AUTONOME PROVINZ BOZEN (Hrsg.): *Rundholz Datenbank*. URL <http://www.provinz.bz.it/forst/landesbetrieb/rundholzpreise.asp>. – Zugriffsdatum: 30.03.2009, 2008
- [Autonome Provinz Bozen 2009] AUTONOME PROVINZ BOZEN (Hrsg.): *Homepage*. URL <http://www.provinz.bz.it/forst>. – Zugriffsdatum: 08.03.2009, 2009
- [Baeriswyl 2000] BAERISWYL, F.: *Konzeptionen von Unterricht: Unveröffentlichtes Skript zur Vorlesung*. Department Erziehungswissenschaften, Abteilung LehrerInnenbildung, 2000
- [Bloom 1976] BLOOM, B.: *Taxonomie von Lernzielen im kognitiven Bereich*. 5.Auflage. Weinheim, Basel : Beltz Verlag, 1976
- [Burschel und Huss 1997] BURSCHEL, P. ; HUSS, J.: *Pareys Studentexte*. Bd. 49: *Grundriß des Waldbaus: Ein Leitfaden für Studium und Praxis*. 2., neubearb. und erw. Aufl. Berlin : Parey, 1997
- [Courbaud u. a. 2001] COURBAUD, B. ; GOREAUD, F. ; DREYFUS, Ph ; BONNET, R. F.: Evaluating thinning strategies using a tree distance dependent growth model: some examples based on the CAPSIS software "uneven-aged spruce forests" module. In: *Forest Ecology and Management* (2001), Nr. 145, S. 15–28. – URL <http://www.elsevier.com/locate/foreco>. – Zugriffsdatum: 22.03.2009
- [Ek und Monserud 1974] EK, R. ; MONSERUD, R. A.: *FOREST: A computer model for simulating the growth and reproduction of mixed species stands*. Res.Rep. R3635, 1974
- [Fachverband der Holzindustrie Österreichs 2000] FACHVERBAND DER HOLZINDUSTRIE ÖSTERREICHS (Hrsg.): *Holzaufkommen in Österreich Prognose bis 2016 ; ein Instrument zur strategischen Firmenplanung ; [Datenbasis: Öst. Waldinventur 1992/96]*. LinkFV Holzindustrie, WIEN , CD-ROM, Ausgabe V. 2.1, 2000

- [Forstschule Latemar 2009] FORSTSCHULE LATEMAR (Hrsg.): *Homepage*. Karerpass, Südtirol, 2009. – URL <http://www.provinz.bz.it/forst/landesbetrieb/forst-domaenenverwaltung.asp>. – Zugriffsdatum: 17.02.2009
- [Gutzinger 2009] GUTZINGER, R.: *Waldbauplanung für eine nachhaltige Waldwirtschaft in Mittelkärnten: (Arbeitstitel) in Arbeit*. Wien, Universität für Bodenkultur, Diplomarbeit, 2009
- [Hallenbarter 2003] HALLENBARTER, D.: Durchforstungen in Fichtenbeständen: eine Analyse mit Hilfe des Waldwachstumsmodells MOSES. In: *Centralblatt für das gesamte Forstwesen* 120 (2003), S. 211–229
- [Hansen 2006] HANSEN, J.: *Der WaldPlaner- Ein System zur Entscheidungsunterstützung in einer nachhaltigen Forstwirtschaft*. 2006. – URL <http://www.mluv.brandenburg.de/cms/media.php/lbm1.a.4595.de/hansen.pdf>. – Zugriffsdatum: 22.03.2009
- [Hartlieb 2002] HARTLIEB, E.: *Wissenslogistik: Effektives und effizientes Management von Wissensressourcen*. 1. Aufl. Wiesbaden : Deutscher Universitäts-Verlag, 2002 (Techno-ökonomische Forschung und Praxis)
- [Haselberger 2008] HASELBERGER, W.: *Fachdidaktik I (Grundlagen): Band A-Agrarwissenschaften, Erneuerbare Energie und Nachhaltigkeit: Seminarunterlage, 1. Auflage*. Wien, 2008
- [Hasenauer 1994] HASENAUER, H.: *Ein Einzelbaumwachstumssimulator für ungleichaltrige Fichten- Kiefern- und Buchen- Fichtenmischbestände*. Wien, Universität für Bodenkultur, Dissertation, 1994
- [Hasenauer 2004] HASENAUER, H. ; UNIVERSITÄT FÜR BODENKULTUR (Hrsg.): *Baummodelle als Werkzeuge der praktischen Waldbewirtschaftung*. URL <http://www.boku.ac.at/fos-forschungsnewsletter.html>. – Zugriffsdatum: 13.03.2009, 2004
- [Hasenauer u. a. 2006] HASENAUER, H. ; KINDERMANN, G. ; STEINMETZ, P.: The Tree Growth Model MOSES 3.0. In: *Sustainable forest management*. 2006, S. 64–70
- [Hasenauer 2000] HASENAUER, Hubert: *Die simultanen Eigenschaften von Waldwachstumsmodellen*. Berlin : Parey, 2000 (Akademisches Forum)

- [Herzog 2002] HERZOG, W.: *Zeitgemäße Erziehung: Die Konstruktion pädagogischer Wirklichkeit*. 1. Aufl. Weilerswist : Velbrück Wissenschaft, 2002
- [Hintner 2006] HINTNER, C.: *Die Waldtypisierung in der forstlichen Praxis*. 2006.
– URL http://www.lwf.bayern.de/imperia/md/content/lwf-internet/wald_und_mensch/schutzwaldundnaturgefahren/schutzwaldsymp06/abstrakt_hintner.pdf. – Zugriffsdatum: 01.03.2009
- [Hintner 2008] HINTNER, C.: Von der Flaumeiche bis zur Zirbe: "Projekt Waldtypisierung Südtirol" kurz vor Abschluss - Wichtig für Planung. In: *Südtiroler Landwirt* (2008), Nr. 20, S. 47–48
- [Hoppe 1996] HOPPE, H.: *Subjektorientierte politische Bildung: Begründung einer biographie-zentrierten Didaktik der Gesellschaftswissenschaften*. Opladen : Leske + Budrich Verlag, 1996
- [Hydrographisches Amt 2008] HYDROGRAPHISCHES AMT (Hrsg.): *Messwerte Karerpass*. URL http://www.provinz.bz.it/hydro/service_d.asp. – Zugriffsdatum: 04.09.2008, 2008
- [Jank und Meyer 1997] JANK, W. ; MEYER, H.: *Didaktische Modelle*. 3. Aufl., 4. Dr. Berlin : Cornelsen Scriptor, 1997. – URL <http://www.gbv.de/dms/hebis-darmstadt/toc/56389280.pdf>. – Zugriffsdatum: 14.11.2008
- [Jirikowski 2005] JIRIKOWSKI, W.: Moderne Verfahren der Wissensvermittlung in der Erwachsenenbildung: Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft. In: *BFW- Praxisinformation* (2005), Nr. 9, S. 10–11
- [Johann 1981] JOHANN, K. ; FORSTLICHE BUNDESVERSUCHSANSTALT WIEN, Informationsdienst Nr. 2. (Hrsg.): *Nicht Schnee sondern falsche Bestandesbehandlung verursacht Katastrophen*. 1981
- [Kindermann und Hasenauer 2005] KINDERMANN, G. ; HASENAUER, H.: Zusammenstellung der Oberhöhenfunktionen für die wichtigsten Baumarten in Österreich. In: *Centralblatt für das gesamte Forstwesen* 122.Jahrgang, Heft 4 (2005), S. 163–184
- [Klopf 2007] KLOPF, M.: *Abschätzung der Totholzentwicklung im Nationalpark Kalkalpen*. Wien, Universität für Bodenkultur, Diplomarbeit, 2007

- [Kooperationsplattform Forst Holz Papier 2005] KOOPERATIONSPLATTFORM FORST HOLZ PAPIER (Hrsg.): *Holzernte in der Durchforstung: Kostenrechnung 1*. FHP-Schriftenreihe. Wien, 2005
- [Kooperationsplattform Forst Holz Papier 2006] KOOPERATIONSPLATTFORM FORST HOLZ PAPIER (Hrsg.): *Österreichische Holzhandelsusancen*. Auflage 2006. Wien : Verlag der Wiener Börsekammer, 2006
- [Kron 2000] KRON, F.W.: *Grundwissen Didaktik*. 3., aktualisierte Aufl. München : E. Reinhardt, 2000
- [Künzli und Bertschy 2008] KÜNZLI, C. ; BERTSCHY, F.: *Didaktisches Konzept-Bildung für eine nachhaltige Entwicklung*. 3. überarbeitete Auflage. URL <http://www.ikaof.unibe.ch/forschung/bineu/index.html>. – Zugriffsdatum: 23.11.2008, 2008
- [Landesbetrieb für Forst- und Domänenverwaltung 2006] LANDESBETRIEB FÜR FORST- UND DOMÄNENVERWALTUNG (Hrsg.): *Rundholzsartierung in Südtirol*. Meran : Ideal Marketing GmbH, 2006
- [Lanwert 2007] LANWERT, D.: *Funktions-/ Strukturorientierte Pflanzenmodellierung in E-Learning-Szenarien*, Georg-August-Universität Göttingen, Dissertation, 2007. – URL http://deposit.d-nb.de/cgi-bin/dokserv?idn=990712117&dok_var=d1&dok_ext=pdf&filename=990712117.pdf. – Zugriffsdatum: 22.03.2009
- [Lanwert u. a. 2004] LANWERT, D. ; EILHARD, M. ; RUSIN, A. ; SLOBODA, B.: *ElanSim Forester Package: Net based VRML software package for viewing and manipulating forest stands in the manner of an interactive computer game: 4th International Workshop on Functional-Structural Plant Models, 7-11 June 2004 –Montpellier, France*. URL http://amap.cirad.fr/workshop/FSPM04/proceedings/4thFSPM04_S8Lanwert.pdf. – Zugriffsdatum: 22.03.2009, 2004
- [Ledermann 2004] LEDERMANN, T.: *Prognaus- Ein Waldwachstumsmodell zur Fortschreibung von Inventurdaten*. 2004. – URL http://www.waldwissen.net/themen/inventur_monitoring/prognosemodelle/bfw_Prognaus_2004.pdf. – Zugriffsdatum: 10.03.2009
- [Mayer 1992] MAYER, H.: *Waldbau auf soziologisch-ökologischer Grundlage*. 4., teilw. neu bearb. Aufl. Stuttgart : G. Fischer, 1992

- [Monserud 1975] MONSERUD, R. A.: *Methodology for simulating Wisconsin northern hardwood stand dynamics*. Madison, University of Wisconsin, Ph.D. Thesis, 1975
- [Moser 1991] MOSER, M.: *Taxationshilfen für Südtirol*. Wien, Universität für Bodenkultur, Diplomarbeit, 1991
- [Nagel 1995] NAGEL, J.: *BWERT: Programm zur Bestandesbewertung und zur Prognose der Bestandesbehandlung*. Eberswalde/Berlin, 1995
- [Nagel und Schmidt 2006] NAGEL, J. ; SCHMIDT, M. J.: The Silvicultural Decision Support System BWINPro. In: *Sustainable Forest Management* (2006), S. 59–63
- [Newnham 1964] NEWNHAM, M. R.: *The development of a stand model for Douglas-fir*. Vancouver, University of British Columbia, Dissertation, 1964
- [Noggler 2000] NOGGLER, W.: *Behandlungsplan der Wald- und Weidegüter, Forstdomäne Latemar Kölbllegg 2000-2009*. 2000
- [Ott 1997] OTT, E.: *Gebirgsnadelwälder: Ein praxisorientierter Leitfaden für eine standortgerechte Waldbehandlung*. Bern : Haupt, 1997
- [Peritsch 1998] PERITSCH, M.: *Wissen und Innovation: zur Analyse und Gestaltung wissensbasierter Innovationsprozesse*. Graz, Technische Universität, Dissertation, 1998
- [Pichler 16.02.2009] PICHLER, A.: *Rundholzpreise für den Latemarwald und Umgebung: Mündliche Mitteilung*. 16.02.2009
- [Pircher 2006] PIRCHER, G.: *Weiserflächenhandbuch zur Waldtypisierung Südtirol: Version zum 30. November 2006*. 2006
- [Pollanschütz 1974] POLLANSCHÜTZ, J.: Formzahlfunktionen der Hauptbaumarten Österreichs. In: *Allgemeine Forstzeitung* 85 (1974)
- [Pretzsch 1992] PRETZSCH, H.: *Konzeption und Konstruktion von Wachstumsmodellen für Rein- und Mischbestände: Forstlicher Forschungsbereich München*. Bd. 115. 1992
- [Pretzsch 2001] PRETZSCH, H.: *Modellierung des Waldwachstums: Mit 10 Tabellen*. Berlin : Parey, 2001

- [Pretzsch 2002] PRETZSCH, H.: *Grundlagen der Waldwachstumsforschung*. Berlin : Parey, 2002
- [Reinhardt 2002] REINHARDT, R.: *Wissen als Ressource: Theoretische Grundlagen, Methoden und Instrumente zur Erfassung von Wissen*. Frankfurt am Main : Lang, 2002
- [Salvenmoser 2007] SALVENMOSER, J.: *Anwendung des Decision Support Systems CONES zur Analyse von waldbaulichen Nutzungskonzepten im Gebirgswald*, Universität für Bodenkultur, Diplomarbeit, 2007
- [Scheuble 1998] SCHEUBLE, S.: *Wissen und Wissenssurrogate: Eine Theorie der Unternehmung*. Wiesbaden : Deutscher Universitäts-Verlag, 1998
- [Schieler 1988] SCHIELER, K.: *Methodische Fragen in Zusammenhang mit der österreichischen Forstinventur*. Wien, Universität für Bodenkultur, Diplomarbeit, 1988
- [Schmiedler 2002] SCHMIEDLER, R.: Pro Silva Fachstudienreise Trient und Südtirol. In: *Österreichische Försterzeitung* 90 (2002), Nr. 1, S. 4–6. – URL http://www.der-foerster.at/presse/downloads/foersterzeitung_1_2002.pdf. – Zugriffsdatum: 02.02.2009
- [Siebert 2000] SIEBERT, H.: *Didaktisches Handeln in der Erwachsenenbildung: Didaktik aus konstruktivistischer Sicht*. 3. Aufl. Neuwied : Luchterhand, 2000
- [Spörk 2002] SPÖRK, J.: *Waldbauliche Bestandesanalyse: Handout zu den Waldbau Übungen*. Wien, 2002. – URL <http://waldbau.boku.ac.at>. – Zugriffsdatum: 01.06.2009
- [Steinmetz 04.03.2009] STEINMETZ, P.: *Koeffizienten Schaftholzfunktion Fichte in Moses 3.0: Mündliche Mitteilung*. 04.03.2009
- [Steinmetz 2004] STEINMETZ, P.: *Implementierung des Waldwachstumsmodells MOSES 3.0*. Wien, Technische Universität, Diplomarbeit, 2004
- [Steinmetz 2009] STEINMETZ, P.: *Benutzerhandbuch für den Waldwachstumsimulator Moses3.0 (Latemar)*. 2009
- [Sterba 1976] STERBA, H.: Die Funktionsschemata der vier Fichtenertragstafeln. In: *Centralblatt für das gesamte Forstwesen* 93 (1976)

- [Sterba 2008] STERBA, H.: *Statistische Waldwachstumsmodelle: Skriptum zur Lehrveranstaltung WS 2008*. 2008
- [Sterba u. a. 1995] STERBA, H. ; MOSER, M. ; MONSERUD, R. A.: Prognaus: Ein Waldwachstumssimulator für Rein- und Mischbestände. In: *Österreichische Forstzeitung* 106 (1995), S. Seite 19–20
- [Stewart 1998] STEWART, T.A.: *Der vierte Produktionsfaktor: Wachstum und Wettbewerbsvorteile durch Wissensmanagement*. München : Hanser, 1998
- [The MathWorks, Inc 2007] THE MATHWORKS, INC (Hrsg.): *MATLAB*. 2007
- [Unterpertinger 03.11.2008] UNTERPERTINGER, Josef: *Schneebruchereignisse und Bestandesgeschichte auf den Weiserflächen: Mündliche Mitteilung*. 03.11.2008
- [Vacik u. a. 2004] VACIK, H. ; LEXER, J.M. ; PALMETZHOFFER, D. ; STAMPFER, K. ; LIMBECK-LILIENAU, B.: Application of the Spatial Decision Support System CONES for regeneration planning in mountain forests. In: *FERIC: A Joint Conference of IUFRO 3.06 Forest Operations under Mountainous Conditions and the 12th International Mountain Logging Conference Improving the Bottom Line, June 13-16, 2004, Vancouver; CD-ROM*. 2004
- [Vacik u. a. 2008] VACIK, H. ; PIRCHER, G. ; R., Klosterhuber ; RUPRECHT ; H., De J. ; S., C. ; UNTERTHINER, G.: Handbuch zur nachhaltigen Waldbewirtschaftung im Alpenraum am Beispiel Südtirol. In: *Forst und Holz* 05 (2008)
- [Weger 1990] WEGER, W.: *Das Wachstum der Fichte im Eisacktal*. Wien, Universität für Bodenkultur, Diplomarbeit, 1990
- [Wernig 1998] WERNIG, R.: Konstruktivismus- eine Anregung für die Pädagogik? In: *Pädagogik* (1998), Nr. 7-8, S. 39–41

A. Organisation des Landesforstdienstes

Organisation des Landesforstdienstes

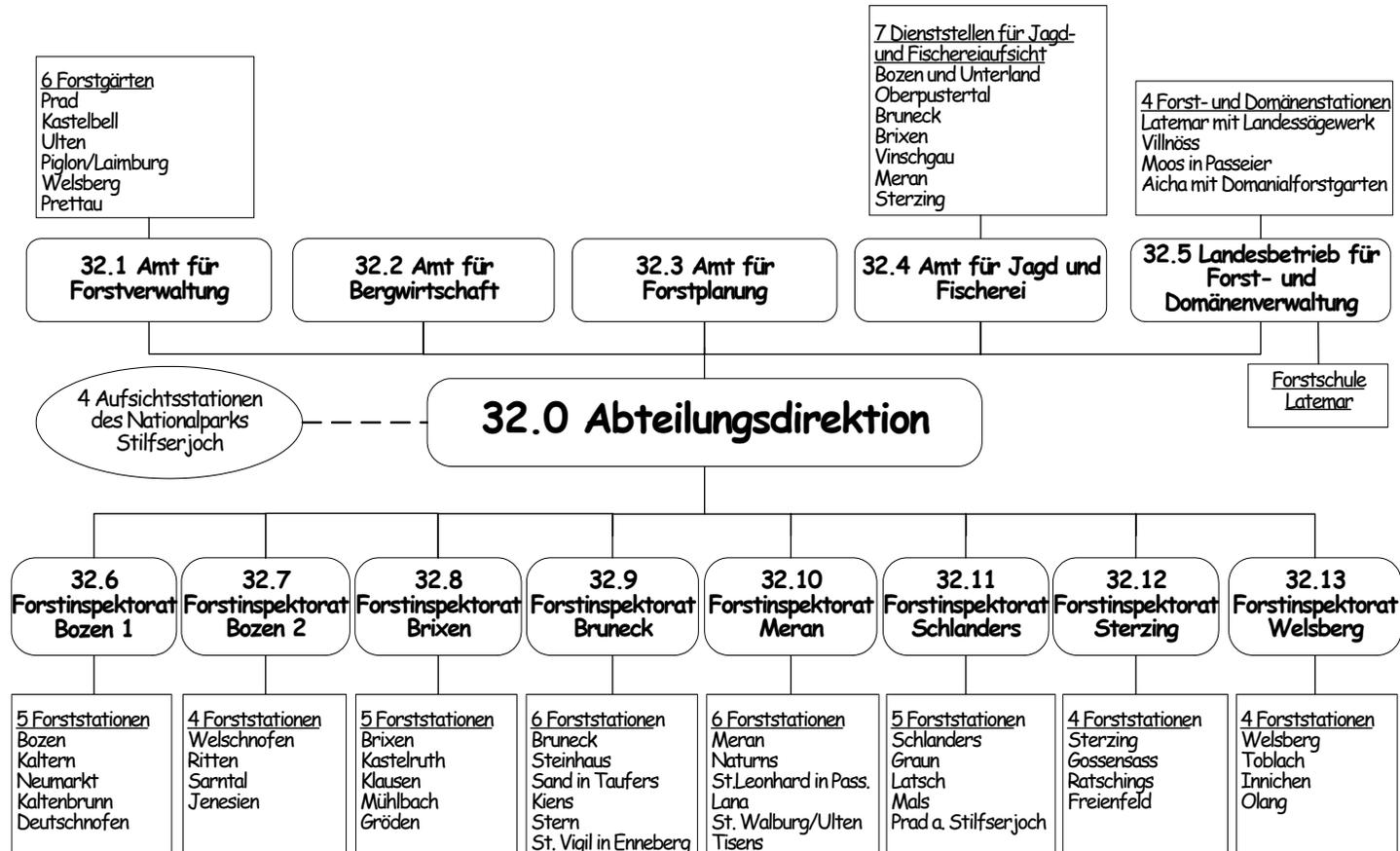


Abbildung A.1.: Organigramm des Landesforstdienstes in Südtirol (Quelle: Amt für Forstplanung (2009))

B. Aufnahmen

B.1. Hilfsmittel

- Fluchstangen
- Schreibsachen
- Aufnahmeformulare
- Aufnahmeschlüssel Merkmalerhebung
- Wyssen-Kompass
- π -Band
- 50 m Maßband
- Vertex: Gerät und Reflektor (Transponder); Ultraschall
- Hacke
- Pflöcke: Lärchenholz aus der Latemarsäge (1,30 m, 2×2 cm)
- Leuchtsprays (Farben: orange, blau)
- Wasserfester Marker
- Nägel: unverzinkt zur Verfügung gestellt (35-45 mm, Durchmesser max. 3,5 mm)
- Durchlaufend nummerierte Plättchen von Nr.1-1621; gelocht

B.2. Übersichtsskizzen

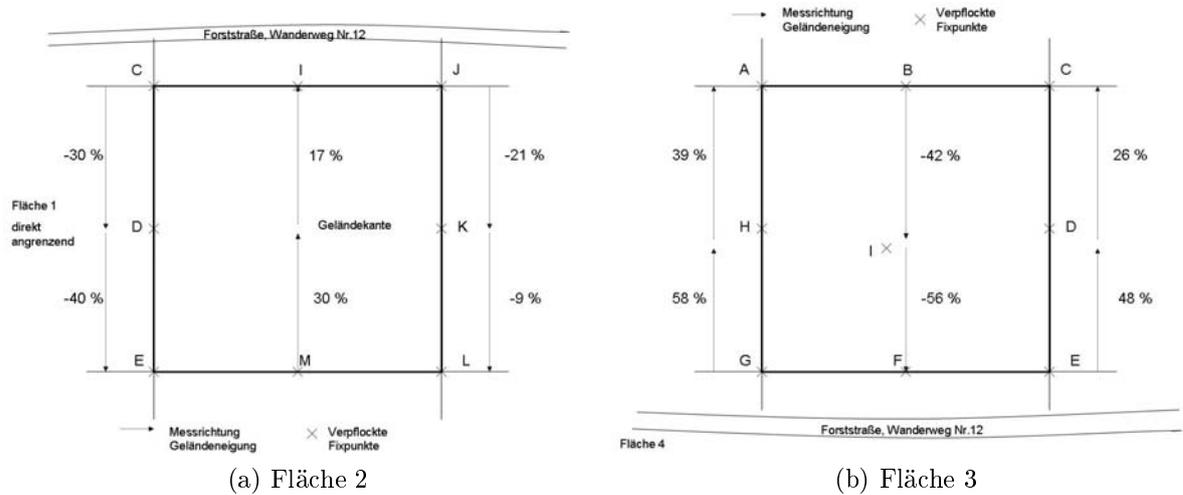


Abbildung B.1.: Übersichtsskizzen zu den Flächen 2 und 3

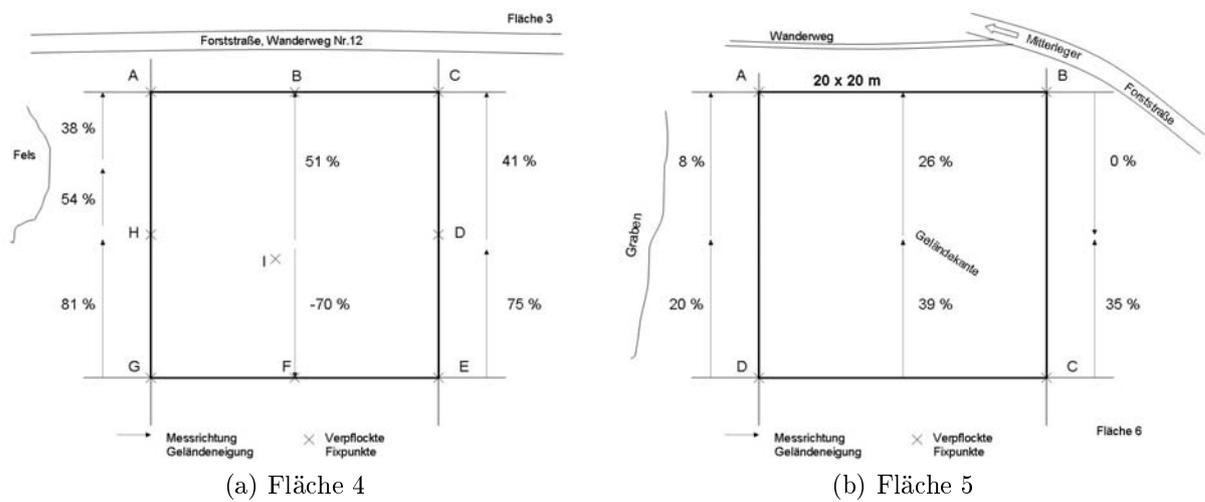


Abbildung B.2.: Übersichtsskizzen zu den Flächen 4 und 5

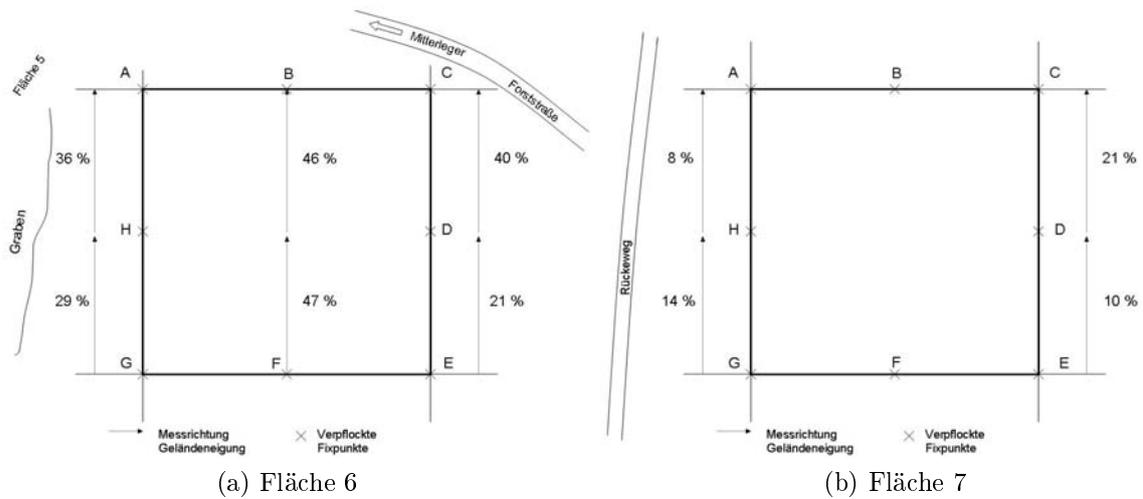


Abbildung B.3.: Übersichtsskizzen zu den Flächen 6 und 7

B.3. Flächenübersicht

Tabelle B.1.: Beschreibung der Lage der Weiserflächen

Nr.	Lagebeschreibung
1	zusammenhängend mit F2; unterhalb Forststraße
2	zusammenhängend mit F1; unterhalb Forststraße
3	etwas weiter Richtung Mittersee; oberhalb Forststraße
4	etwas weiter Richtung Mittersee; unterhalb Forststraße
5	Richtung Mitterleger; unterhalb Forststraße
6	neben F5; Richtung Mitterleger; unterhalb Forststraße
7	Nähe Mitterleger; neben Forststraße und Rückeweg

B.4. Aufnahmeformulare

Aufnahmeblatt Einzelbaum

V...Vitalitätsklassen (Kronenausformung)

U...Gesellschaftliche Umsetzungstendenz

G...Güteklassen

Datum:		Fläche:											
Baumnr. (≥ 6 cm)	Baumart	BHD	Tot	IUFRO neu				Baualter (BHD-/Alter)	Baumhöhe	Kr.-Ansatz	Schäden		Anmerkungen
				V	U	G	K						

Abbildung B.4.: Aufnahmeformular für die Einzelbaumannsprache

K...Kraft'sche Baumklassen

Kr.-Ansatz...Kronenansatz

Aufnahmeblatt Baumposition

Datum:		Fläche:			
Fixpunkt	BaumNr.	Richtung	Horizontal- distanz	Berechnete Koordinaten	

Abbildung B.5.: Aufnahmeformular für die Bestimmung der Baumkoordinaten

B.5. Aufnahmeschlüssel

IUFRO neu- Klassifikation

Gesellschaftliche Umsetzungstendenz U	
1	vorwachsend
2	mitwachsend
3	zurückbleibend
Schaftgüte G	
N	Normalholz
F	Fehlerholz

(a)

Vitalitätsklassen (Kronenausformung) V	
1	allseitig, kräftig entwickelt
2	schwach entwickelt, eingeengt
3	verkümmert, meist einseitig, eingeklemmt
4	absterbend

(b)

Abbildung B.6.: Gesellschaftliche Entwicklungstendenz, Schaftgüte und Vitalität

Baumklassen nach Kraft (1884)

Soziologische Stellung nach KRAFT			Definition
1	v	vorherrschend	besonders kräftig entwickelte Kronen; Bäume ragen über das Kronendach hinaus
2	h	herrschend	in der Regel den Hauptbestand bildende Stämme mit verhältnismäßig gut entwickelten Kronen
3	m	mitherrschend	gering mitherrschende Stämme mit noch normal geformt, aber verhältnismäßig schwach entwickelt und eingeengten Kronen, oft mit bereits beginnender Degeneration, Grenze des herrschenden Bestandes
4	b	beherrscht	Kronen mehr oder weniger verkümmert, entweder von allen Seiten oder nur von zwei Seiten zusammengedrückt oder einseitig entwickelt: zwischenständige, schirmfreie, meist eingeklemmte Kronen oder teilweise unterständige Kronen (der obere Teil der Krone frei, der untere Teil überschirmt oder infolge von Überschirmung abgestorben)
5a, 5b	u	unterständig	unterständige Stämme mit lebensfähiger (nur Schattbaumarten) oder absterbender Krone

Abbildung B.7.: Beschreibung der Kraft'schen Baumklassen (Quelle: Spörk (2002))

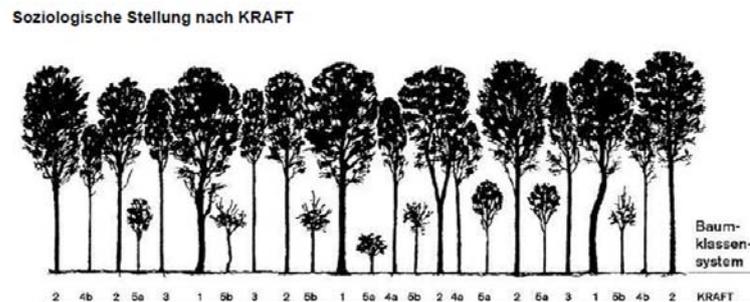


Abbildung B.8.: Darstellung des Baumklassensystems nach Kraft (1884)(Quelle: Burschel und Huss (1997))

Schadensansprache

Schäden	
10	Rindenschaden
	11 Fällung/Rückung
	12 Steinschlag
20	Wipfelbruch
30	Zwiesel
40	Biotische Schäden
	41 Stammfäule
50	Abiotische Schäden

Abbildung B.9.: Klassifikation der Schäden (Quelle: Pircher (2006))

B.6. Eingabedateien für die Initialisierung in MOSES 3.0

Stellvertretend für alle Weiserflächen ist ein Ausschnitt der Eingabedatei aus MOSES 3.0 für die Fläche F1 modifiziert dargestellt. Eine detaillierte Erklärung dazu wurde im Kapitel 5.3.2 gegeben.

	2	0	0	30,65	30,22	0	20												
Fichte	1	30,4	-0,049	fi															
Buche	5	22	-0,913	RBu															
1	1	2,27	26,99	27,7	22,0	7,0	1	0	1	0	0								
2	1	2,81	26,94	30,2	22,0	9,0	1	0	1	0	0								
3	1	2,38	25,64	11,6	9,8	6,5	1	0	1	0	0								
4	1	5,17	26,29	15,4	13,0	9,8	1	0	2	0	0								
5	1	5,50	26,34	29,4	21,5	11,5	1	0	2	0	0								
6	1	6,32	28,63	7,3	5,6	3,6	1	0	3	0	0								
7	1	8,10	28,37	18,0	17,5	13,1	1	0	1	0	0								
8	1	8,08	28,63	25,0	24,0	10,5	1	0	1	0	0								
9	1	8,68	28,60	22,7	20,0	12,0	1	0	1	0	0								
10	1	7,07	25,95	43,7	24,1	11,2	1	0	2	0	0								
11	1	8,61	25,27	38,0	23,4	11,2	1	0	2	0	0								
12	1	9,95	27,34	9,4	10,8	6,1	1	0	1	0	0								
13	1	12,55	29,29	18,4	16,5	11,8	1	0	1	0	0								
14	1	15,54	29,37	20,6	23,0	13,7	1	0	1	0	0								
15	1	16,55	29,49	12,9	16,5	13,9	1	0	2	0	0								
16	1	16,29	27,41	17,9	19,3	12,6	1	0	2	0	0								
17	1	16,74	27,57	33,8	28,6	13,5	1	0	1	0	0								
18	1	23,14	28,89	69,5	35,5	13,5	1	0	1	0	0								
19	1	25,98	27,98	18,6	15,0	0,0	1	0	3	2	0								
20	1	27,62	28,18	15,2	15,1	0,0	1	0	3	2	0								
21	1	29,39	28,62	53,9	34,7	16,6	1	0	2	0	0								
22	1	27,78	26,86	35,3	34,4	18,3	1	0	1	0	0								
23	1	30,11	26,46	16,7	16,4	11,7	1	0	1	0	0								
24	1	26,57	24,03	13,1	17,2	14,3	1	0	3	0	0								
25	1	25,17	23,97	14,6	12,4	0,0	1	0	3	2	0								
26	1	23,68	24,87	41,3	30,7	18,2	1	0	1	0	0								
27	1	22,77	25,26	42,2	27,0	16,1	1	0	3	0	0								
28	1	21,21	21,99	18,7	20,8	15,5	1	0	3	0	0								
29	1	21,30	22,15	16,8	18,9	16,5	1	0	1	0	0								
30	1	21,37	23,14	24,5	24,2	15,2	1	0	1	0	0								
31	1	18,99	25,82	12,7	13,3	11,2	1	0	1	0	0								
32	1	16,40	25,97	10,5	10,1	8,7	1	0	3	0	0								
33	1	15,98	24,98	10,6	12,9	10,7	1	0	3	0	0								
34	1	16,08	25,23	8,7	12,6	10,3	1	0	3	0	0								
35	1	16,50	23,53	29,6	25,0	11,5	1	0	2	0	0								
36	1	13,56	25,59	29,4	23,5	11,1	1	0	2	0	0								
37	1	12,72	24,34	20,5	20,5	13,9	1	0	1	0	0								
38	1	12,00	22,94	27,8	24,1	11,2	1	0	1	0	0								
39	1	14,10	22,26	17,1	19,0	13,0	1	0	1	0	0								
40	5	11,12	22,77	6,4	10,4	8,5	1	0	6	0	0								
41	1	11,02	23,10	14,5	16,4	10,8	1	0	1	0	0								
42	1	10,66	22,98	23,0	19,0	9,6	1	0	1	0	0								
43	1	10,37	23,00	15,3	18,6	11,6	1	0	3	0	0								
44	1	7,52	22,34	12,8	14,7	10,3	1	0	1	0	0								
45	1	7,55	21,65	13,3	14,7	9,3	1	0	3	0	0								
46	1	7,40	21,22	11,2	11,9	8,5	1	0	1	0	0								
47	1	4,93	24,55	19,5	18,8	8,2	1	0	1	0	0								
48	1	4,29	23,06	17,0	15,6	8,3	1	0	1	0	0								
49	1	4,37	22,32	11,5	10,8	6,5	1	0	3	0	0								
50	1	3,15	21,27	22,5	18,6	11,2	1	0	1	0	0								
51	1	2,75	21,95	24,1	19,1	12,5	1	0	3	0	0								
52	1	1,57	21,11	10,9	8,9	0,0	1	0	3	2	0								
53	1	1,26	22,13	33,4	21,2	8,7	1	0	1	0	0								
54	1	0,59	21,95	13,9	11,2	10,0	1	0	1	0	0								
55	1	1,41	20,20	20,7	19,1	8,3	1	0	1	0	0								
56	1	2,65	20,16	17,6	14,3	6,1	1	0	2	0	0								
57	1	0,12	18,06	21,0	18,0	8,3	1	0	1	0	0								
58	1	0,55	18,60	15,0	11,2	8,8	1	0	2	0	0								
59	1	1,36	18,81	27,8	21,4	8,2	1	0	1	0	0								
60	1	3,52	19,23	10,4	8,6	6,1	1	0	1	0	0								
61	1	6,89	20,86	8,1	10,5	7,3	1	0	2	0	0								
62	1	5,67	19,74	16,3	15,2	8,5	1	0	1	0	0								
63	1	6,32	18,53	13,5	14,4	8,9	1	0	1	0	0								
64	1	7,71	19,90	13,5	13,2	9,1	1	0	1	0	0								
65	1	7,96	19,52	15,0	13,6	8,3	1	0	1	0	0								
66	1	8,12	18,91	9,2	8,8	7,2	1	0	1	0	0								
67	1	10,33	21,06	8,5	9,4	7,3	1	0	1	0	0								
68	1	10,74	20,50	12,6	12,9	8,2	1	0	1	0	0								
69	1	14,61	20,72	32,9	25,9	12,5	1	0	2	0	0								

Abbildung B.10.: Beispiel für die Eingabedatei der Fläche F1 mit Baumkoordinaten und Messdaten (Ausschnitt mod.)

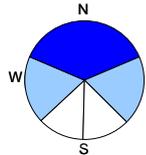
C. Ausgangssituation

C.1. Waldtypen

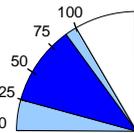
Es folgen Auszüge zu den Waldtypen der Weiserflächen im Latemarwald aus dem ökologischen Handbuch zum Projekt Waldtypisierung Südtirol (Amt für Forstplanung, 2009).

FT 15 dT6TfI	Karbonat-Fichten-Tannenwald mit Blaugrüner Segge <i>Adenostylo glabrae-Abietetum caricetosum flacca</i>						
1.1.b-L	1.1.b-T	1.1.b-F	1.2.a-F	1.2.a-T	3.3.a-T	3.3.b-T	3.3.b-B

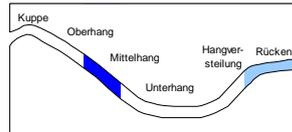
Exposition



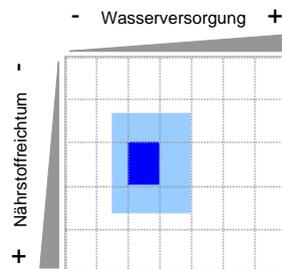
Hangneigung



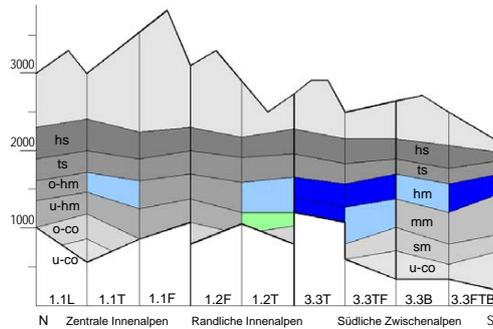
Geländeform



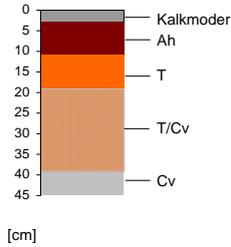
Nährstoff- & Wasserhaushalt



Höhenstufe



Bodenprofil (Bsp.: Braunlehm-Rendzina)



Geologie & Bodenentwicklung

Gesteine
schwerpunktmäßig auf karbonatischen Lockersedimenten und Kalken, seltener auf rückstandsreichen Kalkmergeln

Boden
Braunlehm-Rendzina-Mischboden, seltener skelettreiche Kalkbraunerde oder Braunlehm, Rendzina; mittelgründig, mäßig frisch bis wechselfrisch, bindige Bodenart

Humus
typischer Moder, Kalkmoder oder mullartiger Moder

Bodeneigenschaften

Gründigkeit	s. flach	flach	mittel	tief	s. tief
Skelettgehalt	vorwieg.	s. hoch	hoch	mäßig	gering
Bodenart	s. leicht	leicht	mittel	schwer	s. schwer

Häufige Übergänge zu anderen Waldtypen

+	Wasser	Nährstoffe	Seehöhe	schuttig
	FT16	FT16	Fs6	blockig Fi13
	FT15	FT15	FT15	lawinar
	Fi6	Fi6	Ftb9	erosiv

Erscheinungsbild

Der Karbonat-Fichten-Tannenwald mit Blaugrüner Segge ist die Haupteinheit auf schattseitigen, durchschnittlichen Kalkstandorten in flacher und mittlerer Lage. Auf rückstandsreichen Karbonaten und Mischgesteinen tritt diese Einheit hingegen in (deutlicher) Verlustlage oder flachen Sonnlagen auf. Die Tanne beteiligt sich am Bestandaufbau der lockeren bis geschlossenen Bestände.

Eine Strauchschicht ist kaum ausgebildet, der Vegetationsaspekt gestaltet sich in der Regel grasig (wechselnde Dominanzen von Berg-Reitgras, Weißer Segge, Kalk-Blaugras), Zwergsträucher treten zurück (außer bei Degradation). Neben den Kalkgräsern treten typische Lehm- und Kalkzeiger in Erscheinung, sowie wechselfrische Arten, wie die gut gegen den Braunlehm-Fichten-Tannenwald differenzierende Blaugrüne Segge. Aufgrund der vorherrschenden Humusform finden sich auch säuretolerante Moderarten ein. Typische Frischezeiger und Hochstauden hingegen verschwinden allmählich und leiten zum frischeren Braunlehm-Fichten-Tannenwald mit Dreiblättrigem Windröschen über. Letztere Art und der Hainsalat kommen nur regional (v.a. Dolomiten) vor.

Arten / Unterwuchs

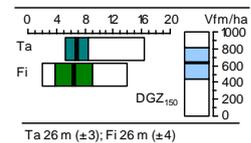
latein	Deutsch	Trennart zu
Calamagrostis varia	Berg-Reitgras	
Carex alba	Weißer Segge	
Sesleria albicans	Kalk-Blaugras	
Aconitum lycoctonum ssp. vulp.	Wolfs-Eisenhut	Fi8
Anemone trifolia	Dreiblättriges Windröschen	Fi8
Aposotis foetida	Hainsalat	Fi8
Aquilegia atrata	Dunkle Akelei	FT16
Carex flacca	Blaugrüne Segge	FT16
Erica carnea	Schneeheide	FT16
Lilium martagon	Türkenbund-Lilie	Fi8
Oxalis acetosella	Wald-Sauerklee	Fi8
Polygala chamaebuxus	Zwergbuchs	FT16
Pteridium aquilinum	Adlerfarn	FT16
Vaccinium vitis-idaea	Preiselbeere	FT16
Viola reichenbachiana	Wald-Veilchen	FT16
Aster bellidiastrum	Alpenmaßlieb	
Carex montana	Berg-Segge	
Cirsium erisithales	Klebrige Kratzdistel	
Clematis alpina	Alpen-Waldrebe	
Hepatica nobilis	Leberblümchen	
Homogyne alpina	Gemeiner Alpenlattich	
Luzula nivea	Schnee-Hainsimse	
Maianthemum bifolium	Schattenblümchen	
Melampyrum sylvaticum	Wald-Wachtelweizen	
Melica nutans	Nickendes Perlgras	
Valeriana tripteris	Dreischnittiger Baldrian	
<i>Hylocomium splendens</i>	<i>Etagen-, Stockwerkmoos</i>	
<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>	<i>Großes Kranzmoos</i>	

Waldbauliche Beurteilung

Baumarten: Fichte; Tanne, Lärche und teils auch Rotkiefer eingesprengt bis dominant, Laubholzpioniere, Bergahorn, Esche, Mehlbeere, Buche und Weißerle möglich.

Produktivität:

Mäßig wüchsige Bestände, die eine mittlere Umtriebszeit von 200 Jahren (150 – 260) erlauben. Zieldurchmesser von > 55 cm sind anzustreben. Feinastiges, engringiges Holz ist erzielbar; in Weidewäldern dominieren allerdings starkastige Bäume.



Gefüge: Lockere bis geschlossene, einschichtige bis stufige Bestände mit Einzelbaumstruktur; seltener aus Kleinkollektiven bestehend.

Entstehung: Kurze Verjüngungszeiträume und Verbissdruck haben den Tannenanteil reduziert.

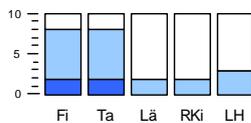
Waldfunktion: Wirtschaftswälder, teils mit Schutzfunktionen: Steinschlag, Schneebewegungen oder Erosion stellen Gefährdungen dar.

Entwicklung: Durch Verbissdruck gehen Tannen- und Laubholzbeimischungen verloren. Lärche ist konkurrenzbedingt oft kurzkrönig und nur in Weidewäldern konkurrenzfähig. In Fichten-Reinbeständen sind Borkenkäfer problematisch.

Waldbauliche Behandlung

Baumartenwahl:

Laubholzbeimischung ist zu erhalten. Tanne spielt bei Stein-schlag- und Hang-rutschungsgefahr eine wichtige Rolle, Lärche und Rotkiefer nur in frühen Entwicklungsphasen.



Naturverjüngung: Vergrasung in größeren Bestandsöffnungen verhindert die Ansamung, und Verbiss - besonders an Tanne und Laubholz - den Aufwuchs. Die Ansamung von Tanne findet bereits bei leichter Auflichtung statt und ermöglicht ein Aufwachsen unter Schirm mit langen Verjüngungszeiträumen. An Fichtenverjüngung ist Schneeschimmel, in Steillagen Schneegleiten von Bedeutung. Gruppenplenterung oder Einzelplenterung, Femelungen und schmale Schlitzze (max. 1/2 Baumlänge breit) sind geeignete Verjüngungsverfahren. Moderholz ist für Fichtenverjüngung wichtig.

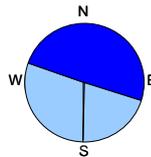
Waldpflege: Diffuse Durchforstungen und starke Auflichtungen fördern die Vergrasung; Dauerbestockung ist zu erhalten. Dichte Bestände erfordern eine Stabilitätspflege. Mischungsregulierung ist notwendig, um Laubholzgruppen zu fördern.

Nutzung: Flächiges Befahren ist zu vermeiden.

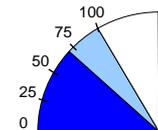
Abbildung C.1.: Waldtyp auf den Weiserflächen F1, F2, F3 und F4 im Latemarwald (Quelle: Amt für Forstplanung (2009))

Fs 6 ZS6Sag	Subalpiner Karbonat-Fichtenwald mit Kahlem Alpendost						
	<i>Adenostylo glabrae-Piceetum typicum, caricetosum ferrugineae</i>						
1.1.b-L	1.1.b-T	1.1.b-F	1.2.a-F	1.2.a-T	3.3.a-T	3.3.b-T	3.3.b-B

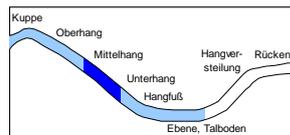
Exposition



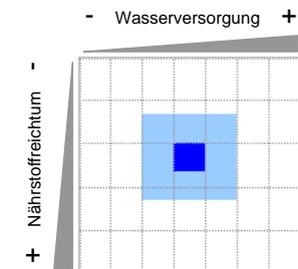
Hangneigung



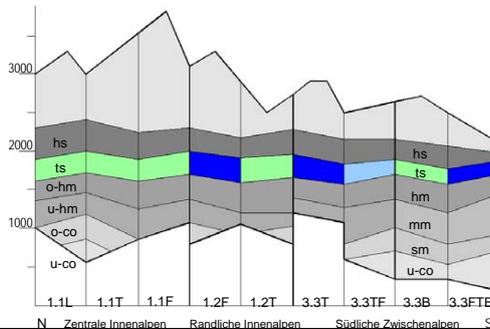
Geländeform



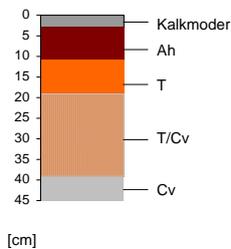
Nährstoff- & Wasserhaushalt



Höhenstufe



Bodenprofil (Bsp.: Braunlehm-Rendzina)



Geologie & Bodenentwicklung

Gesteine
Dolomite, Hartkalke, seltener reiche Kalke oder Kalksilikate

Boden
(verbraunte) Rendzina, Braunlehm-Rendzina, Pararendzina, seltener skelettreiche Kalkbraunerde oder Kalkbraunlehm

Humus
vorwiegend Moder (Kalkmoder), z.T. Graswurzelfilz

Bodeneigenschaften

Gründigkeit	s. flach	flach	mittel	tief	s. tief
Skelettgehalt	vorwieg.	s. hoch	hoch	mäßig	gering
Bodenart	s. leicht	leicht	mittel	schwer	s. schwer

Häufige Übergänge zu anderen Waldtypen

+	Wasser	Nährstoffe	Seehöhe	schuttig
	Fs5	Fs5	Zi2	blockig
	Fs6	Fs6	Fs6	Fs8/Fi13
	Fs7	Fs8	Fi5/FT15	lawinar
	Zi4			Lat1/La1
				erosiv
				Lat1

Erscheinungsbild

In der tiefsubalpinen Stufe ist in Gewinnlagen über Dolomit und Hartkalk bzw. auf Mittellagen über reicheren Karbonatgesteinen nur auf flachgründigen, skelettreichen Böden ein mittelwüchsiger Fichtenwald mit Lärchenbeimischung ausgebildet. Die Strauchschicht ist schütter und von der Fichtenverjüngung dominiert, einzelne Exemplare von Schwarzer und Alpen-Heckenkirsche sowie der geschützte Seidelbast sind typisch.

In den schattseitig gelegenen Beständen treten gegenüber dem ähnlichen Bodenbasischen Sauerklee-Fichtenwald (Fs5), der vorwiegend über Mischgesteinen bzw. auf Braunerden- und Lehmen auftritt, kalkholde Skelettzeiger wie Kahler Alpendost, Dreischnittiger Baldrian oder Zwergbuchs in den Vordergrund. Der Vegetationsaspekt wird von Berg-Reitgras und anderen Kalk-Rasensarten bestimmt, auch Fichtenwaldmoose sind immer vorhanden.

Die häufige Ausbildung mit Rostroter Segge, die meist von Schneeschub oder Lawinen beeinflusst ist, wird in diesen Waldtyp integriert. Die Hauptverbreitung liegt in den Dolomiten.

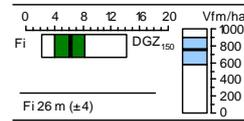
Arten / Unterwuchs

latein	deutsch	Trennart zu
<i>Adenostyles glabra</i>	Kahler Alpendost	Fs5
<i>Calamagrostis varia</i>	Berg-Reitgras	
<i>Calamagrostis villosa</i>	Wolliges Reitgras	
<i>Carex ferruginea</i>	Rostrote Segge	
<i>Hieracium murorum</i>	Wald-Habichtskraut	
<i>Aposeris foetida</i>	Hainsalat	regional
<i>Aquilegia atrata</i>	Dunkle Akelei	
<i>Aster bellidiastrum</i>	Alpenmaßlieb	
<i>Campanula cochlearifolia</i>	Kleine Glockenblume	
<i>Campanula scheuchzeri</i>	Scheuchzer's Glockenblume	
<i>Carduus defloratus</i>	Alpen-Distel	Fs5
<i>Cirsium erisithales</i>	Klebrige Kratzdistel	
<i>Clematis alpina</i>	Alpen-Waldrebe	
<i>Galium anisophyllum</i>	Verschiedenblättriges Labkraut	Fs5
<i>Fragaria vesca</i>	Wald-Erdbeere	
<i>Knautia maxima</i>	Wald-Witwenblume	
<i>Lotus corniculatus</i>	Gemeiner Hornklee	
<i>Luzula sylvatica</i> ssp. sieberi	Sieber's Wald-Hainsimse	
<i>Melica nutans</i>	Nickendes Perlgras	
<i>Ranunculus nemorosus</i>	Wald-Hahnenfuß	
<i>Sesleria albicans</i>	Kalk-Blaugras	
<i>Tussilago farfara</i>	Huflattich	
<i>Valeriana montana</i>	Berg-Baldrian	
<i>Valeriana tripteris</i>	Dreischnittiger Baldrian	
<i>Veronica urticifolia</i>	Nesselblättriger Ehrenpreis	
<i>Viola biflora</i>	Zweiblütiges Veilchen	
<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>	Großes Kranzmoos	
<i>Hylocomium splendens</i>	Etagen-, Stockwerkmoos	

Waldbauliche Beurteilung

Baumarten: Fichte, Lärche, Zirbe in Hochlagen eingesprengt, Vogelbeere möglich.

Produktivität: Die Bestände sind mäßig wüchsig und erlauben eine mittlere Umtriebszeit von 240 Jahren (190 – 290). Zieldurchmesser von > 50 cm bei Fichte sind anzustreben. Die Bäume sind oft langkronig / grobastig, teils auch mit guter Qualität; die Fichte ist meist auch im Alter noch vital.



Gefüge: Einschichtige bis stufige Bestände, überwiegend locker bis licht. Die Bestände sind meist aus Einzelbäumen aufgebaut, Trupps und Rotten sind selten.

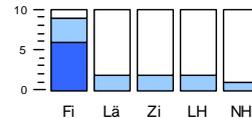
Entstehung: Die Bestände wurden überwiegend forstwirtschaftlich genutzt und sind durch Waldweide teils beeinträchtigt.

Waldfunktion: Wirtschaftswald, aber oft auch Standortschutz- oder Steinschlagschutzwald.

Entwicklung: Durch starke Auffichtung bleibt die Naturverjüngung aufgrund der Vergrasung aus. Der Rückgang der Waldweide verringert das Potenzial der Lärche.

Waldbauliche Behandlung

Baumartenwahl: Vorkommende Laubhölzer sind v.a. Vogelbeere, Salweide, Großblättrige Weide und Bergahorn (v.a. in den Zwischenalpen).



Naturverjüngung: Bei Einleitung der Naturverjüngung muss die Ausbreitungsfähigkeit der Konkurrenzvegetation beachtet werden. In Bestandeslücken > 1/2 Baumlänge wird die Verjüngung durch Reitgras und Alpendost behindert. Erhöhte Kleinstandorte (Moderstöcke, Starktotholz, Wurzelsteller) sind Ansatzstellen für Naturverjüngung. Kleinfächige Eingriffe (< 1/2 Baumlänge), mit dem Ziel einer Dauerbestockung gegen Erosion und Steinschlag, fördern Verjüngungsansätze. Der Verjüngungszeitraum ist i.d.R. lang (> 50 Jahre).

Waldpflege: Durch kleinfächige Eingriffe (< 1/2 Baumlänge), mit dem Ziel einer Dauerbestockung gegen Erosion und Steinschlag, können Verjüngungsansätze gefördert werden. Diffuse Durchforstungen sind aus Stabilitätsgründen zu vermeiden. Die Förderung von geschlossenen Kleinkollektiven wirkt sich positiv auf die Stabilität und die Holzqualität des Bestandes aus. Liegendes Totholz hat sich gegen Steinschlag und Schneeschub bewährt.

Abbildung C.2.: Waldtyp auf den Weiserflächen F5, F6 und F7 im Latemarwald (Quelle: Amt für Forstplanung (2009))

C.2. Bestandesinformation

Es folgen die Bestandesbeschreibungen zu den Weiserflächen F2, F4, F5 und F7.

C.2.1. Fläche 2

Die 90-jährige Weiserfläche F2 befindet sich in der Abteilung 11 -Örtlichkeit Mittersee Lammerrücken- auf 1600 m Seehöhe. Der Bestand ist nach Nord-Westen exponiert und weist eine mittlere Hanglage mit einer durchschnittlichen Neigung von 25 % auf. Die Waldgesellschaft ist ein Karbonat-Fichten-Tannenwald mit Blaugrüner Segge (FT15). Bestandesbildend ist die Fichte mit 10/10. Einzeln eingesprengt tritt die Vogelbeere auf. Die EKL Fichte (DGZ_{150}) nach der Ertragstafel Fichte Eisacktal beträgt 9,4. Nach Angaben von Unterpertinger (03.11.2008) wurde die Fläche wahrscheinlich zusammen mit der angrenzenden Weiserfläche F1 1995 oder 1999 schwach durchforstet. Genaue Aufzeichnungen fehlen. Es handelt sich um starkes Stangenholz mit einigen stärkeren Individuen in der oberen Flächenhälfte unterhalb der Forststraße (siehe Abbildung C.3).

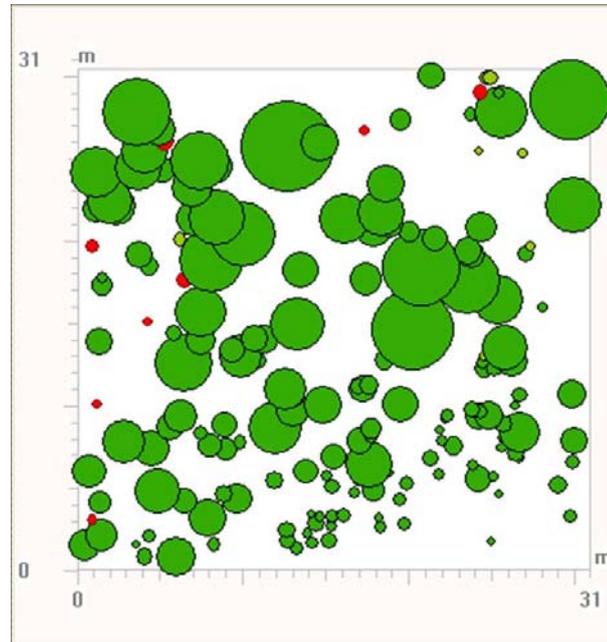


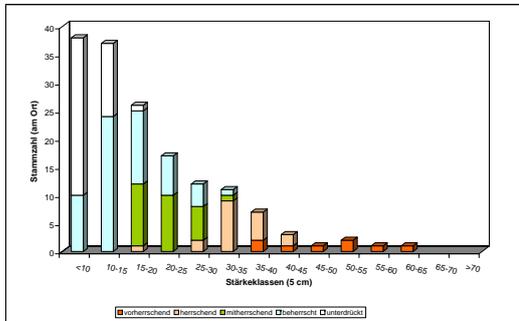
Abbildung C.3.: Grundriss der Weiserfläche F2. In roter Farbe werden die toten Individuen angezeigt.

Tabelle C.1 zeigt die wichtigsten Bestandeskennzahlen der Weiserfläche F2 nach Berechnungen mit MOSES 3.0:

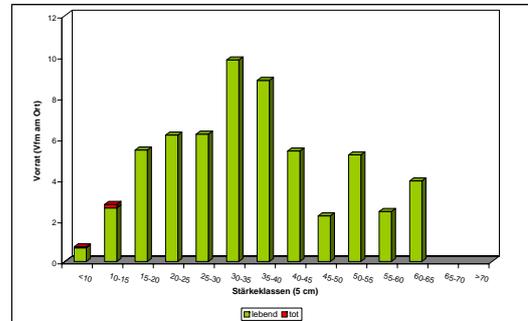
Tabelle C.1.: Ausgewählte Bestandeskennzahlen am Ort und am Hektar für die Weiserfläche F2

Kenngröße	am Ort	am Hektar [ha]
Mittelhöhe [hl][m]	21,81	
Oberhöhe [ho][m]		28,1
EKL(DGZ_{150}) [Vfm]		9,4
Grundfläche [G][m^2]	6,1	64,14
Stammzahl [N]	174	1761
Vorrat [V][Vfm]	59,16	627,68
Totholz [Vfm]	0,27	2,87
GWL [Vfm]	59,43	630,55

Die Auswertung der Datenerhebung im Gelände ergab folgendes Bestandesbild am Ort: Die Vorratsverteilung auf der Fläche ist annähernd normalverteilt (siehe Abbildung C.4b). Die Höhenklassenverteilung ist zweigipfelig mit Spitzen in der Unter- und Mittelschicht (siehe Abbildung C.6b). Sie weisen einen im Vergleich zu den anderen Höhenklassen hohen Anteil an Fehlerholz auf (siehe Abbildung C.7a). Die Vitalität der Individuen in den beiden genannten Schichten ist reduziert, da die Kronenentwicklung sehr stark eingeschränkt ist (siehe Abbildung C.6a) und die Individuen zur Hälfte mittelkronig sind (siehe Abbildung C.5b). Dennoch gibt es in allen Stärkeklassen ungefähr $\frac{1}{3}$ langkronige Individuen. Die Stabilität des Bestandes ist aufgrund der hohen h/d Verhältnisse in Abbildung C.5a als nieder und der Bestand als gefährdet gegenüber Schneebruchereignissen einzuschätzen. Insgesamt weist die Weiserfläche F2 mit 74 % einen hohen Anteil an A,B Qualität auf (siehe Abbildung C.7b).

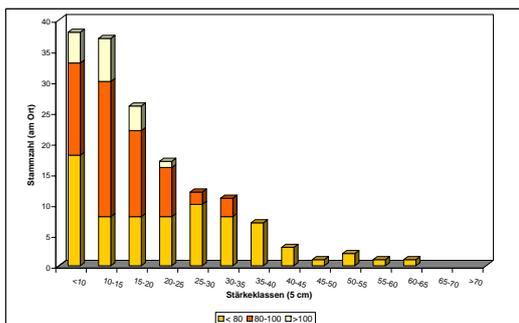


(a) Kraft'sche Baumklassen

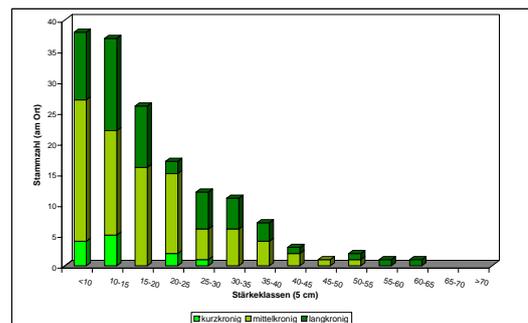


(b) Vorrat

Abbildung C.4.: Kraft'sche Baumklassen als Ausdruck der sozialen Stellung (a) und Volumen in Vfm (b) für die Fichte nach Stärkeklassen auf der Weiserfläche F2

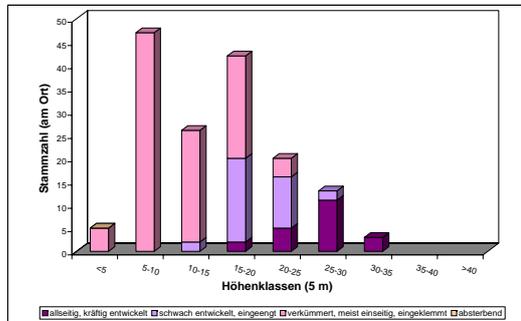


(a) h/d Verhältnis

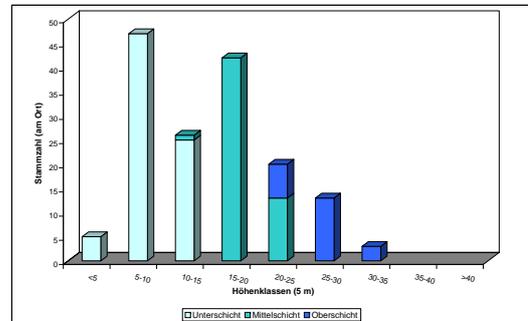


(b) Kronenklassen

Abbildung C.5.: H/d Verhältnis als Maß der Einzelbaumstabilität (a) und Kronenklassen als Ausdruck der Kronenlänge (b) der Fichte getrennt nach Stärkeklassen auf der Weiserfläche F2

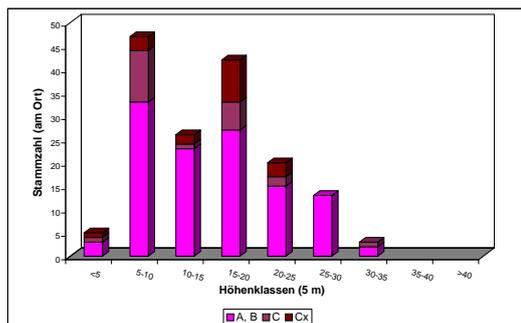


(a) Kronenausformung

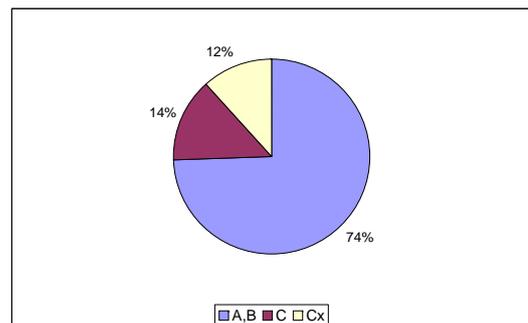


(b) Höhenklassen

Abbildung C.6.: Kronenausformung als Ausdruck der Vitalität (a) und Anteil der Bestandesschichten an den jeweiligen Höhenklassen (b) für die Fichte auf der Weiserfläche F2



(a) Qualitätsverteilung



(b) Güteklassen

Abbildung C.7.: Verteilung der Schaftgüteklassen auf die Höhenklassen (a) und prozentuelle Anteile (b) für die Fichte auf der Weiserfläche F2

C.2.2. Fläche 4

Bei der Weiserfläche F4 handelt es sich um einen 45-jährigen Fichtenbestand mit vereinzelt Vogelbeere beigemischt. Die EKL (DGZ_{150}) der Fichte beträgt 11,1. Die Fläche ist nach Nord-Westen exponiert und befindet sich in Mittelhanglage auf 1650 m Seehöhe. Mit einer mittlerern Hangneigung von 68 % ist sie die steilste der sieben Weiserflächen. Der Flächeninhalt beträgt 855 m^2 . Der Waldtyp ist ein Karbonat-Fichten-Tannenwald mit Blaugrüner Segge (FT15). Es handelt sich um schwaches, stammzahlreiches und ungepflegtes Stangenholz mit einer auffälligen Lücke in der Mitte der Fläche (siehe Abbildung C.8).

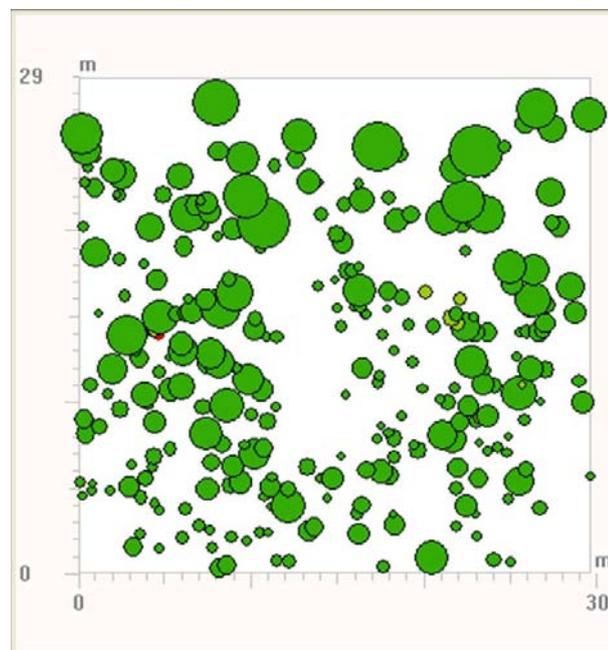


Abbildung C.8.: Grundriss der Weiserfläche F4. In roter Farbe werden die toten Individuen angezeigt.

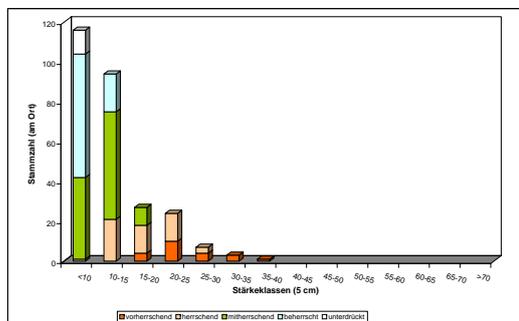
Tabelle C.2 zeigt die wichtigsten Bestandeskennzahlen der Weiserfläche F4 nach Berechnungen mit MOSES 3.0:

Die Höhengschichten sind deutlich ausgebildet (siehe Abbildung C.11b). Die Kronen der Individuen der einzelnen Höhengschichten sind allgemein schwach eintwickelt und eingengt (siehe Abbildung C.11a). Die Kronenlängen sind im Durchmesserbereich bis 15 cm deutlich geringer als in den darüberliegenden Stärkeklassen (siehe Abbildung C.10b). Die Vitalität des Bestandes ist daher als reduziert zu beurteilen. Weiters zeigt Abbildung C.10a, dass der Bestand über den gesamten Durchmes-

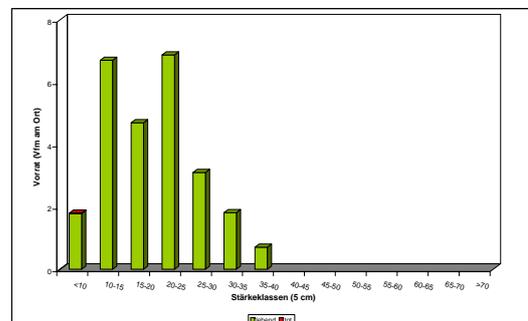
Tabelle C.2.: Ausgewählte Bestandeskennzahlen am Ort und am Hektar für die Weiserfläche F4

Kenngroße	am Ort	am Hektar [ha]
Mittelhöhe [hl][m]	13,16	
Oberhöhe [ho][m]		16,93
EKL(DGZ_{150}) [Vfm]		11,1
Grundfläche [G][m ²]	4,09	47,74
Stammzahl [N]	281	3273
Vorrat [V][Vfm]	25,86	302,33
Totholz [Vfm]	0,01	0,13
GWL [Vfm]	25,87	302,46

serbereich instabile h/d Verhältnisse aufweist. Wie aus Abbildung C.9a und Abbildung C.12a ersichtlich, sind die vorherrschenden und herrschenden Individuen in der Oberschicht qualitativ besser. Der Cx Anteil ist in der Höhenklasse 5-10 m am höchsten. Allgemein weist der Weiserbestand aber eine gute Qualität auf (siehe Abbildung C.12b).

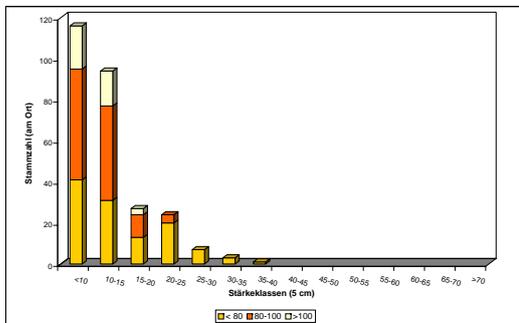


(a) Kraft'sche Baumklassen

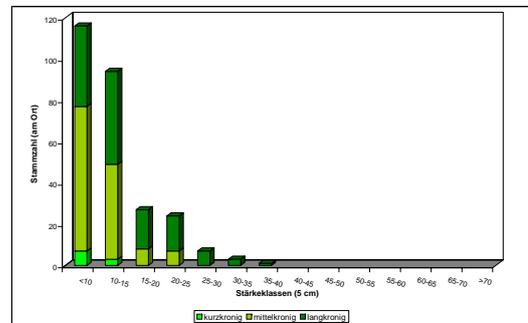


(b) Vorrat

Abbildung C.9.: Kraft'sche Baumklassen als Ausdruck der sozialen Stellung (a) und Volumen in Vfm (b) für die Fichte nach Stärkeklassen auf der Weiserfläche F4

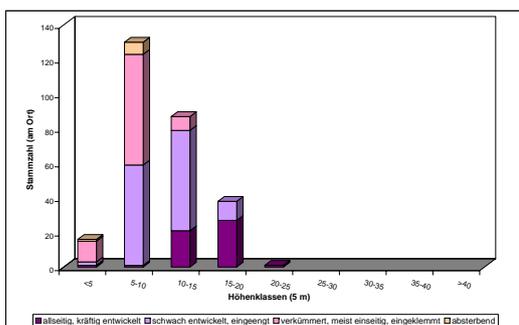


(a) h/d Verhältnis

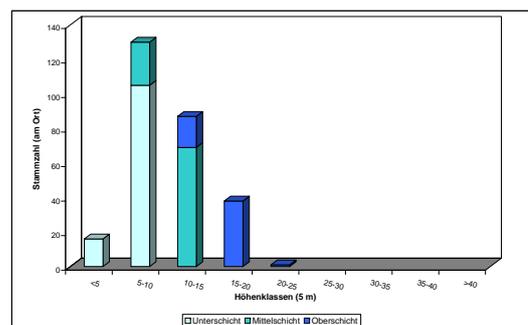


(b) Kronenklassen

Abbildung C.10.: H/d Verhältnis als Maß der Einzelbaumstabilität (a) und Kronenklassen als Ausdruck der Kronenlänge (b) der Fichte getrennt nach Stärkeklassen auf der Weiserfläche F4

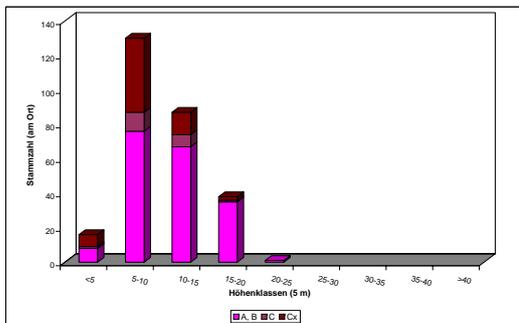


(a) Kronenausformung

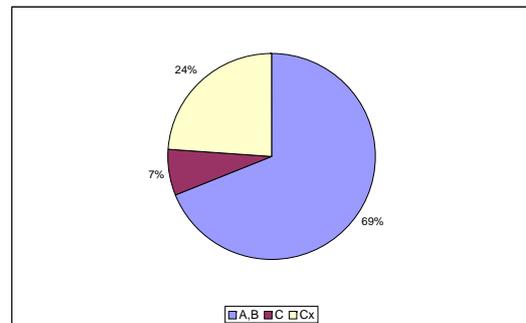


(b) Höhenklassen

Abbildung C.11.: Kronenausformung als Ausdruck der Vitalität (a) und Anteil der Bestandesschichten an den jeweiligen Höhenklassen (b) für die Fichte auf der Weiserfläche F4



(a) Qualitätsverteilung



(b) Güteklassen

Abbildung C.12.: Verteilung der Schaftgüteklassen auf die Höhenklassen (a) und prozentuelle Anteile (b) für die Fichte auf der Weiserfläche F4

C.2.3. Fläche 5

Die Weiserfläche F5 (siehe Abbildung C.13) ist ein 45-jähriger Fichtenbestand der EKL (DGZ_{150}) 11,5. Das Stangenholz ist schwach dimensioniert, und die räumliche Verteilung erfolgt verstärkt in Gruppen. Teilweise ist dies auch durch eine auftretende Geländekante bedingt (mittlere Hangneigung von 21 %). Die Fläche liegt in der Abteilung 18, Örtlichkeit Kleinersee, ist nordexponiert und liegt auf 1700 m Seehöhe. Der Waldtyp ist ein Subalpiner Karbonat-Fichtenwald mit Kahlem Alpendost (Fs6). Im Gegensatz zu den anderen Weiserflächen ist die Fläche F5 kleiner und hat einen Flächeninhalt von 402 m^2 . Nach Auskunft von Unterpertinger (03.11.2008) wurden bisher keine Bestandespflegemaßnahmen durchgeführt.

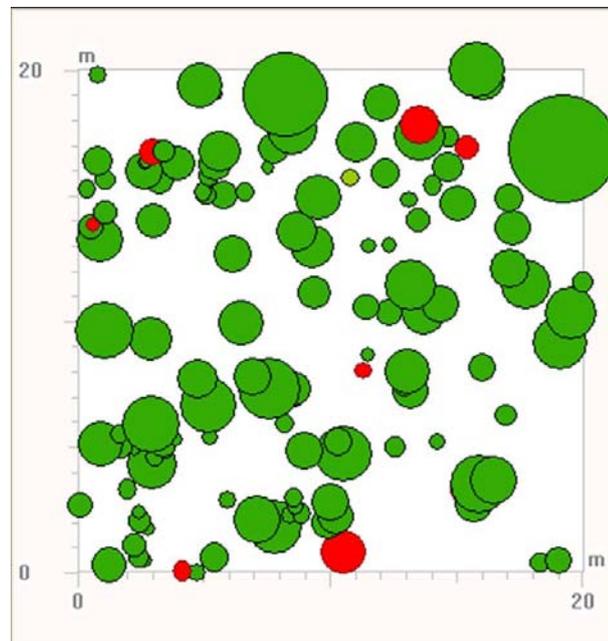


Abbildung C.13.: Grundriss der Weiserfläche F5. In roter Farbe werden die toten Individuen angezeigt.

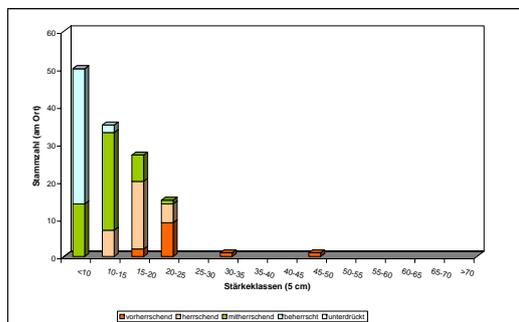
Tabelle C.3 zeigt die wichtigsten Bestandeskennzahlen der Weiserfläche F5 nach Berechnungen mit MOSES 3.0 (Latemar).

Charakteristisch für den Bestand ist die ausgeprägte Mittelschicht, die aus vorwiegend mittelkronigen Individuen mit schwach entwickelter eingegengter Krone besteht (siehe Abbildungen C.16b, C.15b und C.16a). Dennoch ist ein Großteil der Individuen in der Mittelschicht gesellschaftlich herrschend oder mitherrschend (siehe Abbildung C.14a). Der Bestand weist aufgrund der jeweils zur Hälfte über die vorhandenen Stärkeklassen aufgeteilten ungünstigen bzw. günstigen h/d Verhältnisse

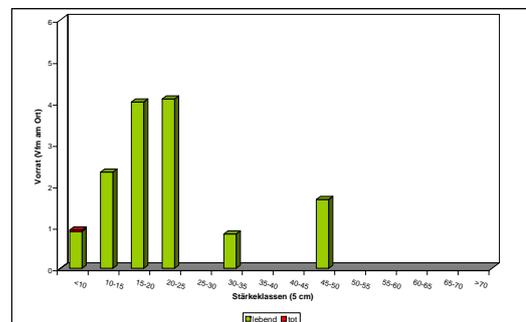
Tabelle C.3.: Ausgewählte Bestandeskennzahlen am Ort und am Hektar für die Weiserfläche F5

Kenngroße	am Ort	am Hektar [ha]
Mittelhöhe [hl][m]	13,53	
Oberhöhe [ho][m]		17,74
EKL(DGZ_{150}) [Vfm]		11,5
Grundfläche [G][m^2]	2,17	53,52
Stammzahl [N]	134	3234
Vorrat [V][Vfm]	13,82	343,79
Totholz [Vfm]	0,04	0,95
GWL [Vfm]	13,86	344,74

(siehe Abbildung C.15a) eine mittlere Stabilität auf. Im Hinblick auf die Qualitätsverteilung entfällt die Mehrheit des 57 %igen Cx Anteils (siehe Abbildung C.17b) auf die Individuen der Mittel- und Unterschicht in den Höhenklassen 5-15 m (siehe Abbildung C.17a), welche vorwiegend krummschaftig sind und Wipfelbrüche sowie Steilläste aufweisen.

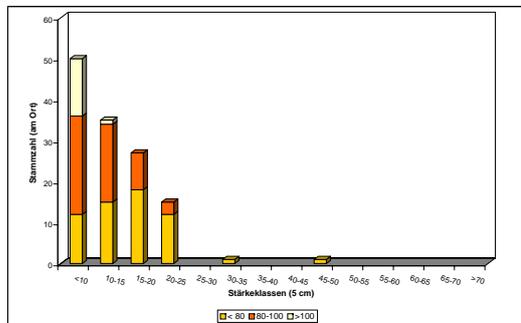


(a) Kraft'sche Baumklassen

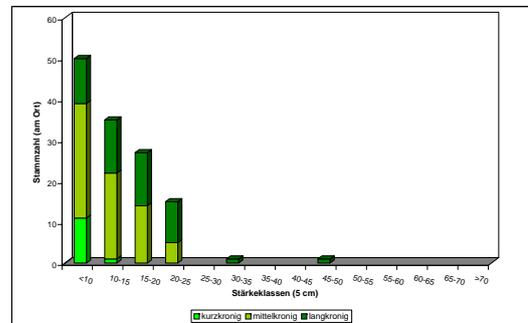


(b) Vorrat

Abbildung C.14.: Kraft'sche Baumklassen als Ausdruck der sozialen Stellung (a) und Volumen in Vfm (b) für die Fichte nach Stärkeklassen auf der Weiserfläche F5

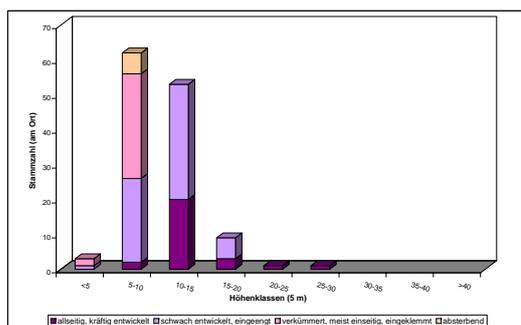


(a) h/d Verhältnis

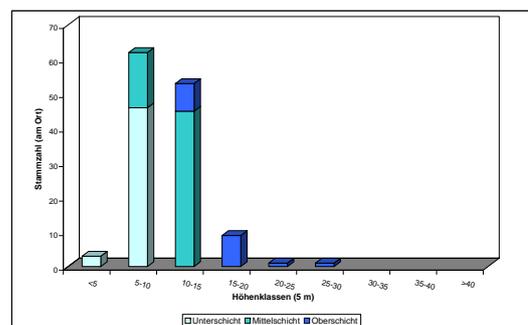


(b) Kronenklassen

Abbildung C.15.: H/d Verhältnis als Maß der Einzelbaumstabilität (a) und Kronenklassen als Ausdruck der Kronenlänge (b) der Fichte getrennt nach Stärkeklassen auf der Weiserfläche F5

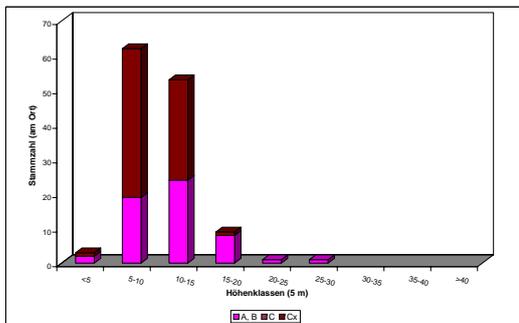


(a) Kronenausformung

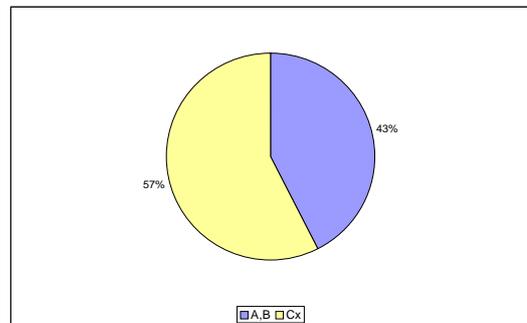


(b) Höhenklassen

Abbildung C.16.: Kronenausformung als Ausdruck der Vitalität (a) und Anteil der Bestandsschichten an den jeweiligen Höhenklassen (b) für die Fichte auf der Weiserfläche F5



(a) Qualitätsverteilung



(b) Güteklassen

Abbildung C.17.: Verteilung der Schaftgüteklassen auf die Höhenklassen (a) und prozentuelle Anteile (b) für die Fichte auf der Weiserfläche F5

C.2.4. Fläche 7

Bei der Weiserfläche F7 handelt es sich um einen 45-jährigen reinen Fichtenbestand, der sich in der Abteilung 29 -Örtlichkeit Blötschenboden- befindet. Nach Angaben von Unterpertinger (03.11.2008) ist der Bestand unter Schirm erwachsen und aus einem Räumungshieb in den 80er Jahren hervorgegangen. Der Bestand stockt auf einer Seehöhe von 1750 m in der subalpinen Stufe. Er unterscheidet sich von den anderen Weiserbeständen durch die vorhandene Rottenstruktur. Der Stangenholzbestand ist lückig und hat noch keinen Dichtschluss erreicht (siehe Abbildung C.18). Beim Waldtyp handelt es sich um einen Subalpinen Karbonat-Fichtenwald mit Kahlem Alpendost (Fs6) mit mittlerer Wasser- und Nährstoffversorgung. Die EKL (DGZ_{150}) der Fichte beträgt 11,1. Die Fläche ist schwach geneigt (mittlere Hangneigung 13 %), nordexponiert und 903 m^2 groß.

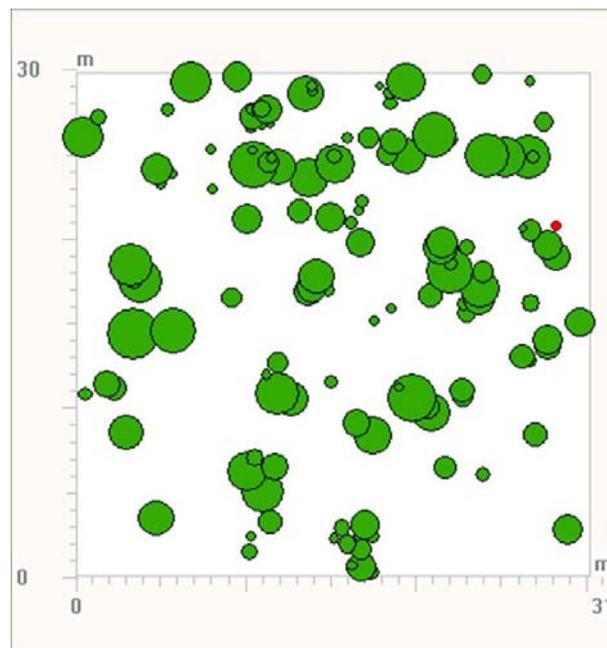


Abbildung C.18.: Grundriss der Weiserfläche F7. In roter Farbe werden die toten Individuen angezeigt.

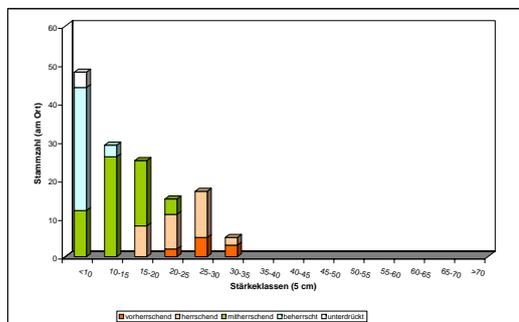
Tabelle C.4 zeigt die wichtigsten Bestandeskennzahlen für die Weiserfläche F7 nach Berechnungen mit MOSES 3.0.

Wie aus Abbildung C.20b ersichtlich ist, wird der Bestand durch langkronige Individuen charakterisiert. Das natürliche räumlich unregelmäßige Verteilungsmuster der Rottenstruktur sowie die überdurchschnittlich gute Kronenentwicklung (siehe

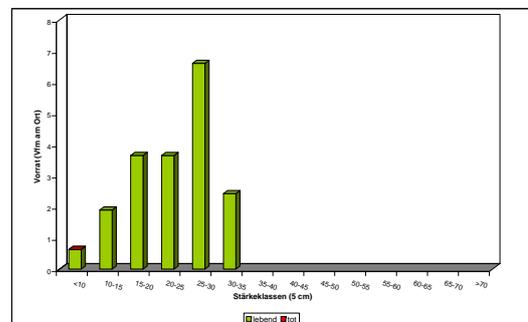
Tabelle C.4.: Ausgewählte Bestandeskennzahlen am Ort und am Hektar für die Weiserfläche F7

Kenngröße	am Ort	am Hektar [ha]
Mittelhöhe [hl][m]	12,99	
Oberhöhe [ho][m]		15,24
EKL(DGZ_{150})[Vfm]		11,1
Grundfläche [G][m ²]	3,22	35,56
Stammzahl [N]	140	1539
Vorrat [V][Vfm]	18,85	208,81
Totholz [Vfm]	0,01	0,1
GWL [Vfm]	18,86	208,91

Abbildung C.21a und die guten h/d Verhältnisse formen einen stabilen Hochlagenbestand (siehe Abbildung C.20a). In den Rotten findet eine Differenzierung nach Höhen und soziologischer Stellung statt (siehe Abbildung C.19a und C.21b). Neben $\frac{2}{3}$ A,B Qualität entfällt $\frac{1}{3}$ auf Cx (siehe Abbildung C.22b). Abbildung C.22a zeigt, dass das Fehlerholz gleichmäßig auf die verschiedenen Höhenklassen verteilt ist.

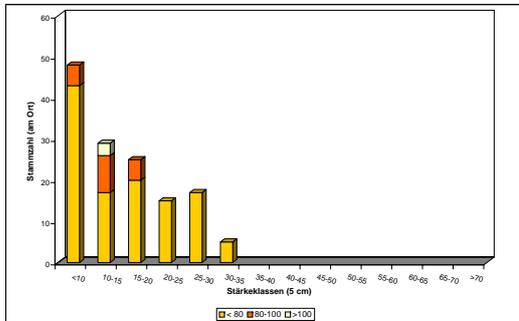


(a) Kraft'sche Baumklassen

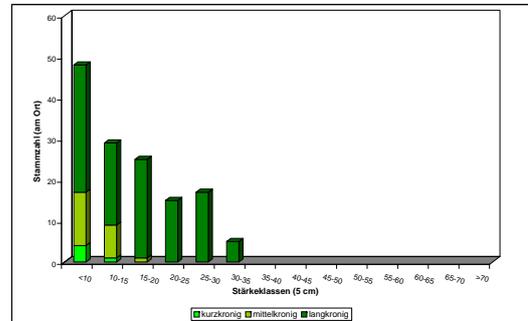


(b) Vorrat

Abbildung C.19.: Kraft'sche Baumklassen als Ausdruck der sozialen Stellung (a) und Volumen in Vfm (b) für die Fichte nach Stärkeklassen auf der Weiserfläche F7

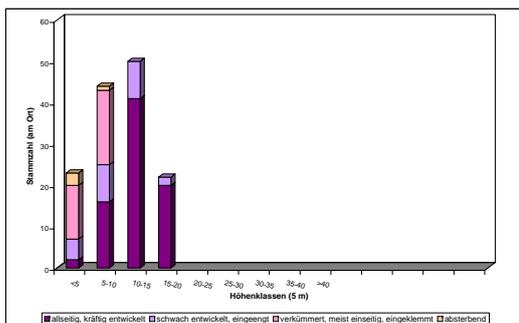


(a) h/d Verhältnis

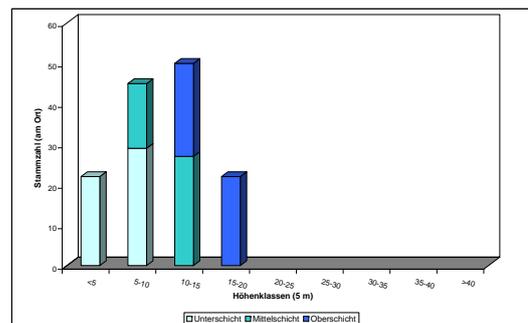


(b) Kronenklassen

Abbildung C.20.: H/d Verhältnis als Maß der Einzelbaumstabilität (a) und Kronenklassen als Ausdruck der Kronenlänge (b) der Fichte getrennt nach Stärkeklassen auf der Weiserfläche F7

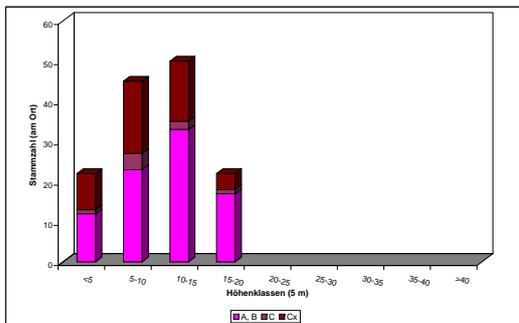


(a) Kronenausformung

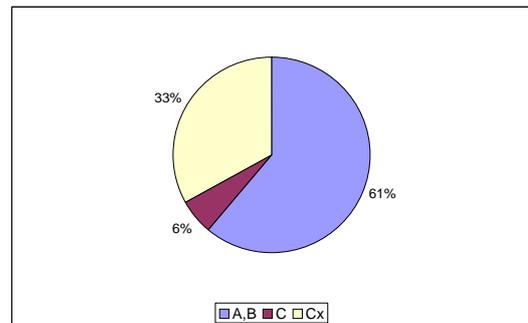


(b) Höhenklassen

Abbildung C.21.: Kronenausformung als Ausdruck der Vitalität (a) und Anteil der Bestandesschichten an den jeweiligen Höhenklassen (b) für die Fichte auf der Weiserfläche F7



(a) Qualitätsverteilung



(b) Güteklassen

Abbildung C.22.: Verteilung der Schaftgüteklassen auf die Höhenklassen (a) und prozentuelle Anteile (b) für die Fichte auf der Weiserfläche F7

D. Ertragstafeln Fichte Eisacktal

Zum Bonitieren wurden die folgenden Tafeln der Ertragstafel Fichte Eisacktal (Moser, 1991) verwendet. Die Ertragsklassen sind in DGZ_{150} Bonitäten angegeben. Die Tabelle D.1 zeigt die Legende nach Moser (1991) zu den Tafeln:

Tabelle D.1.: Legende zur Ertragstafel Fichte Eisacktal nach Moser (1991)

Alter ABS	Absolutalter
Alter BHD	Brusthöhenalter
ho	Oberhöhe
hl	Lorey'sche Mittelhöhe
dg	BHD des Grundflächenmittelstammes
N	Stammzahl (Kluppschwelle von 6 cm)
G	Bestandesgrundfläche
h	Stunde
F	Bestandesformzahl
V	Schaftholzvolumen des verbleibenden Bestandes
Va	In der Periode ausscheidendes Schaftholzvolumen
SVa	Summe des ausgeschiedenen Schaftholzvolumens
GWL	Gesamtwuchsleistung
lgz	laufender Gesamtwuchs
DGZ_{150}	Durchschnittlicher Gesamtwuchs im Absolutalter 150
SI	Oberhöhe im Brusthöhenalter 100

D. Ertragstafeln Fichte Eisacktal

FICHTE - EISACKTAL

DGZ 150 = 9
SI=30.2

ALTER		VERBLEIBENDER BESTAND							AUSSCH. BESTAND		GESAMT-BESTAND		
ABS	DHID	ho	h1	dg	N	G	F	V	Va	SVa	GWL	lgz	dgz
40	23	9.3	7.1	10.8	2708	25.0	.481	85	46	55	140	10.8	3.5
50	33	12.7	10.5	15.1	1651	29.6	.474	147	49	101	248	11.9	5.0
60	43	15.8	13.7	19.1	1170	33.7	.469	217	49	150	367	12.4	6.1
70	53	18.8	16.8	22.9	907	37.3	.464	291	50	200	491	12.4	7.0
80	63	21.5	19.6	26.4	745	40.7	.459	366	49	249	615	12.4	7.7
90	73	24.1	22.3	29.5	638	43.7	.453	441	46	295	736	12.1	8.2
100	83	26.5	24.7	32.4	563	46.5	.449	515	43	338	853	11.7	8.5
110	93	28.7	26.9	35.1	508	49.1	.444	587	40	378	964	11.2	8.8
120	103	30.7	29.0	37.4	467	51.4	.440	656	36	414	1070	10.6	8.9
130	113	32.6	31.0	39.6	435	53.6	.436	723	33	446	1170	10.0	9.0
140	123	34.3	32.7	41.6	410	55.6	.432	787	30	476	1263	9.3	9.0
150	133	35.9	34.4	43.3	390	57.5	.429	848	27	503	1350	8.7	9.0
160	143	37.4	35.9	44.9	374	59.2	.426	906	24	526	1432	8.1	9.0
170	153	38.7	37.3	46.3	361	60.8	.424	960	21	547	1508	7.6	8.9
180	163	40.0	38.5	47.6	350	62.2	.422	1012	19	566	1578	7.0	8.8
190	173	41.2	39.7	48.8	341	63.6	.420	1060	17	583	1643	6.5	8.6
200	183	42.2	40.8	49.8	333	64.8	.418	1106	15	598	1703	6.0	8.5
210	193	43.2	41.8	50.7	327	66.0	.416	1148	13	611	1759	5.6	8.4
220	203	44.1	42.7	51.5	321	67.0	.415	1188	12	623	1811	5.2	8.2
230	213	44.9	43.6	52.3	317	68.0	.414	1226	10	633	1859	4.8	8.1
240	223	45.7	44.3	53.0	313	68.9	.413	1260	9	642	1903	4.4	7.9

FICHTE - EISACKTAL

DGZ 150 = 10
SI=32.8

ALTER		VERBLEIBENDER BESTAND							AUSSCH. BESTAND		GESAMT-BESTAND		
ABS	BHD	ho	h1	dg	N	G	F	V	Va	SVa	GWL	lgz	dgz
40	24	11.1	8.9	12.9	2066	27.1	.477	115	56	81	196	13.1	4.9
50	34	14.8	12.7	17.6	1316	31.9	.472	190	57	137	327	14.0	6.5
60	44	18.2	16.2	21.9	962	36.1	.466	272	57	194	467	14.0	7.8
70	54	21.4	19.5	25.8	764	39.9	.460	357	56	250	607	14.0	8.7
80	64	24.3	22.5	29.3	640	43.3	.454	442	52	303	744	13.7	9.3
90	74	27.0	25.2	32.5	558	46.4	.449	525	48	351	875	13.1	9.7
100	84	29.4	27.7	35.4	499	49.2	.444	605	43	394	999	12.4	10.0
110	94	31.7	30.0	38.0	457	51.7	.439	682	39	433	1115	11.6	10.1
120	104	33.7	32.1	40.3	425	54.1	.435	756	34	467	1223	10.8	10.2
130	114	35.6	34.0	42.3	400	56.2	.431	825	30	497	1323	10.0	10.2
140	124	37.3	35.8	44.1	381	58.2	.428	891	27	524	1415	9.2	10.1
150	134	38.9	37.4	45.7	365	60.0	.425	953	23	547	1500	8.5	10.0
160	144	40.3	38.8	47.1	353	61.6	.423	1011	20	567	1578	7.8	9.9
170	154	41.6	40.1	48.4	343	63.1	.421	1064	18	585	1649	7.1	9.7
180	164	42.8	41.3	49.5	335	64.4	.419	1115	15	600	1715	6.5	9.5
190	174	43.8	42.4	50.5	328	65.7	.417	1161	13	613	1775	6.0	9.3
200	184	44.8	43.4	51.3	322	66.8	.416	1204	11	625	1829	5.5	9.1
210	194	45.7	44.3	52.1	318	67.8	.414	1244	10	635	1879	5.0	8.9

D. Ertragstafeln Fichte Eisacktal

FICHTE - EISACKTAL

DGZ 150 = 11
SI=35.7

ALTER		VERBLEIBENDER BESTAND						AUSSCH. BESTAND		GESAMT-BESTAND			
ABS	BHD	ho	h1	dg	N	G	F	V	Va	SVa	GWL	lgz	dgz
30	16	8.8	6.6	9.9	3047	23.5	.487	76	63	53	129	14.1	4.3
40	26	13.2	11.0	15.3	1597	29.4	.475	154	67	116	269	15.7	6.7
50	36	17.3	15.2	20.3	1062	34.3	.469	244	65	182	426	16.0	8.5
60	46	21.0	19.0	24.8	800	38.7	.462	339	60	247	586	15.6	9.8
70	56	24.3	22.5	28.9	651	42.6	.455	435	54	307	742	14.8	10.6
80	66	27.4	25.6	32.5	557	46.0	.449	530	48	361	891	13.9	11.1
90	76	30.2	28.5	35.6	493	49.2	.444	620	41	409	1029	12.8	11.4
100	86	32.7	31.0	38.4	448	52.0	.439	707	36	450	1157	11.8	11.6
110	96	34.9	33.3	40.9	415	54.5	.434	789	31	486	1275	10.7	11.6
120	106	37.0	35.4	43.0	391	56.8	.430	866	26	517	1382	9.8	11.5
130	116	38.8	37.3	44.9	372	58.9	.427	938	22	543	1480	8.9	11.4
140	126	40.5	39.0	46.5	357	60.8	.424	1004	19	565	1569	8.0	11.2
150	136	42.0	40.5	47.9	346	62.4	.422	1066	16	583	1650	7.3	11.0
160	146	43.3	41.8	49.2	337	64.0	.420	1123	13	599	1722	6.6	10.8
170	156	44.5	43.1	50.2	330	65.3	.418	1175	11	612	1788	5.9	10.5
180	166	45.6	44.2	51.2	324	66.6	.416	1224	11	624	1847	5.9	10.3

FICHTE - EISACKTAL

DGZ 150 = 12
SI=38.9

ALTER		VERBLEIBENDER BESTAND						AUSSCH. BESTAND		GESAMT-BESTAND			
ABS	BHD	ho	h1	dg	N	G	F	V	Va	SVa	GWL	lgz	dgz
30	18	10.9	8.7	12.2	2203	25.9	.481	108	77	85	193	17.5	6.4
40	28	15.8	13.6	18.1	1239	31.9	.472	206	77	163	368	18.4	9.2
50	38	20.2	18.2	23.4	861	37.1	.465	313	70	239	552	18.0	11.0
60	48	24.1	22.3	28.1	670	41.6	.457	423	61	309	732	17.0	12.2
70	58	27.7	25.9	32.2	559	45.6	.450	531	52	371	902	17.0	12.9
80	68	30.9	29.2	35.8	488	49.1	.444	636	44	423	1059	15.7	13.2
90	78	33.7	32.1	38.9	440	52.2	.438	734	37	467	1202	14.3	13.4
100	88	36.3	34.7	41.5	406	55.0	.433	827	30	504	1331	12.9	13.3
110	98	38.5	37.0	43.8	382	57.5	.429	913	24	534	1447	11.6	13.2
120	108	40.5	39.0	45.7	363	59.7	.426	993	20	558	1551	10.4	12.9
130	118	42.3	40.8	47.4	350	61.7	.423	1066	16	578	1644	9.3	12.6
140	128	43.9	42.4	48.8	339	63.5	.421	1132	13	594	1726	8.3	12.3
150	138	45.3	43.9	50.0	331	65.0	.418	1193	13	607	1800	7.4	12.0

FICHTE - EISACKTAL

DGZ 150 = 13
SI=42.7

ALTER		VERBLEIBENDER BESTAND							AUSSCH. BESTAND		GESAMT-BESTAND		
ABS	BHD	ho	h1	dg	N	G	F	V	Va	SVa	GWL	lgz	dgz
30	20	13.6	11.4	15.2	1586	28.7	.477	156		134	290		9.7
									93			21.4	
40	30	19.0	16.9	21.5	959	35.0	.468	277		226	504		12.6
									84			21.2	
50	40	23.8	21.9	27.1	698	40.3	.459	405		310	715		14.3
									71			19.8	
60	50	28.0	26.2	31.9	562	45.0	.451	532		381	913		15.2
									58			18.0	
70	60	31.8	30.1	36.0	481	49.0	.444	654		438	1093		15.6
									46			16.1	
80	70	35.1	33.4	39.5	430	52.6	.437	769		484	1253		15.7
									36			14.2	
90	80	38.0	36.4	42.3	396	55.7	.432	876		520	1396		15.5
									27			12.6	
100	90	40.5	39.0	44.7	372	58.4	.428	974		547	1521		15.2
									21			11.0	
110	100	42.7	41.2	46.7	354	60.8	.424	1064		567	1631		14.8
									15			9.7	
120	110	44.6	43.2	48.4	342	62.9	.422	1145		583	1728		14.4

Abbildung D.1.: Tafeln Fichte Eisacktal der Ertragsklassen 9-13 (Quelle: Moser (1991))

E. Kennwerte am Hektar nach Simulation

Es folgt Tabelle E.1 mit den von MOSES 3.0 prognostizierten Kennwerten nach den unterschiedlichen Durchforstungseingriffen auf den Weiserflächen F1, F3 und F6. Der Simulationszeitraum für F1 beträgt fünf Perioden, für F3 und F6 jeweils zwei Perioden. Die Werte sind pro Hektar angegeben.

V_{aus} ...Summe des ausgeschiedenen Volumens (Entnahme und natürliche Mortalität) am Ende der Simulationsperiode

Tabelle E.1.: Prognostizierte Kennwerte der unterschiedlichen Durchforstungsvarianten je Weiserfläche in den Perioden P5 und P2 angegeben pro Hektar

	Kennwerte Angaben pro ha	A1	A2	A3	A4	NV
F1 (P5)	ho [m]	31,08	31,14	31,98	31,87	31,37
	h/d	101,73	96,07	91,94	107,46	102,43
	G [m ²]	51,56	64,79	53,99	59,01	73,32
	N	941	1039	703	1277	1418
	V [Vfm]	640,94	810,18	702,27	721,69	894,66
	Mortalität [Vfm]	135,22	218,49	140,77	126,19	258,56
	V _{aus} [Vfm]	485,97	337,65	425,36	403,24	258,57
	GWL [Vfm]	1126,91	1147,83	1127,63	1124,93	1153,23
F3 (P2)	lfz [Vfm]	10,65	11,35	10,76	10,68	10,98
	ho [m]	24,30	24,88	25,08	24,14	24,86
	h/d	107,23	95,60	97,98	109,71	107,58
	G [m ²]	53,77	64,71	50,26	52,23	70,35
	N	2361	2034	1584	2637	3169
	V [Vfm]	454,83	578,46	453,53	429,34	598,23
	V _{aus} [Vfm]	180,28	78,19	184,02	198,89	54,75
	Mortalität [Vfm]	39,57	25,10	26,90	39,82	54,75
F6 (P2)	GWL [Vfm]	635,11	656,65	637,55	628,23	652,98
	lfz [Vfm]	16,42	18,08	16,62	15,57	17,24
	ho [m]	20,99	20,97	20,91	21,11	20,85
	h/d	93,94	85,68	85,74	95,84	95,25
	G [m ²]	53,2	55,69	48,89	46,52	62,72
	N	1959	1558	1385	1905	2381
	V [Vfm]	432,03	475,3	409,55	369,56	517,44
	V _{aus} [Vfm]	111,95	75,14	132,58	153,74	40,66
F6 (P2)	Mortalität [Vfm]	20,85	47,77	19,93	24,93	40,66
	GWL [Vfm]	543,98	550,44	542,13	523,30	558,10
F6 (P2)	lfz [Vfm]	19,74	19,82	19,64	17,49	19,77