# Universität für Bodenkultur Wien Department für Wald- und Bodenwissenschaften Institut für Waldbau



# Waldbauliche Analyse des Naturwaldreservats Stoissen in den Leoganger Steinbergen

#### Masterarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades
Diplom-Ingenieur
der Studienrichtung Forstwissenschaften

von Mathias Kürsten

Betreuung
Ao. Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. MAS (GIS) Harald Vacik

Mitbetreuung
Dipl.-Ing. Herwig Ruprecht

Wien, November 2015

#### **Danksagung**

An dieser Stelle möchte ich allen Personen danken, die mich bei der Durchführung dieser Arbeit in jeglicher Weise unterstützt und motiviert haben.

#### Besonderer Dank gilt:

- Harald Vacik und Herwig Ruprecht für die freundliche Hilfestellung und Betreuung der Arbeit an der Universität für Bodenkultur,
- Dagmar Siebrecht f
  ür die Zurverf
  ügungstellung der Datenreihen aus ihren Aufnahmen im Jahr 1993,
- Hermann Hinterstoisser und dem Land Salzburg für die Möglichkeit der Durchführung der Arbeit in diesem Untersuchungsgebiet,
- meinen Kollegen für den regen fachlichen Austausch, der wesentlich zur Form dieser Arbeit beigetragen hat,
- allen, die mich bei den Feldarbeiten unterstützt und begleitet haben,
- meiner Freundin Gerda, sowie meinen Eltern und meiner Schwester für ihre Geduld und Unterstützung.

#### Zusammenfassung

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit erfolgte eine waldbauliche Charakterisierung der mittel- bis hochmontanen Fichten-Tannen-Buchenwälder (Adenostylo glabrae-Fagetum) Naturwaldreservats (NWR) Stoissen in den Leoganger Steinbergen (Salzburg). Die Wiederaufnahme von fünf 1992 angelegten Profilstreifen ermöglichte Rückschlüsse auf die Bestandesdynamik der letzten 21 Jahre, die gemeinsam mit der Einrichtung von 20 systematischen Stichprobekreisen eine flächige Charakterisierung des Zustandes sowie eine Einschätzung der Entwicklungstendenzen der Waldbestände erlaubte. Das Versuchsdesign und Aufnahmen orientierten sich am "ELENA"-Projekt, was eine Vergleichsmöglichkeit mit anderen Naturwaldreservaten und bewirtschafteten Gebirgswäldern zulässt. Mit einem mittleren Vorrat von 307 ±98 Vfm/ha, einer Stammzahl von 2088 ±1660 je Hektar und einem Totholzvolumen von 38 ±39 m³/ha weisen die Bestände des NWR Stoissen im Vergleich zu anderen Waldreservaten ein geringeres Volumen bei deutlich höherer Stammzahl und geringeren Totholmengen auf. Die auf den Profilstreifen beobachtete Veränderung der Bestandesparameter zeigt eine bereits weiter fortgeschrittene Entwicklung, verglichen mit der restlichen Waldfläche des NWR Stoissen. Mehrheitlich treten Verjüngungsbis Optimalphasen auf. Die Beurteilung der Profilstreifen erlaubt die weitere Entwicklung der gesamten Fläche abzuschätzen. Der Fortbestand der Waldbestände auf den Flächen des Adenostylo glabrae-Fagetum kann aufgrund der herrschenden Verjüngungssituation als gesichert bezeichnet werden. Die Ergebnisse der Verbissanalysen lassen auf einen bedeutenden Anteil des Schalenwildverbisses an der Mortalität der Verjüngung schließen.

**Schlagwörter:** Naturwaldreservat, Walddynamik, Gebirgswald, Naturverjüngung, Totholz, ELENA - Projekt;

#### **Abstract**

This study allowed a silvicultural characterisation of the mid- and upper montane mixed forests (*Adenostylo glabrae-Fagetum*) of the natural forest reserve (NFR) Stoissen in the massif of the Leoganger Steinberge (Salzburg). The reinvestigation of transects originating from 1992, supported the assessment of the forest dynamics of the past 21 years. In combination with 20 systematically distributed, fixed radius sample plots the actual conditions of the forest stand and an estimate of the future developments was made possible. The experimental design and field investigation methods used followed ELENA—project, which allowed a standardized comparison of the results with other research activities in natural forest reserves and managed mountain forests.

The living growing stock of the *Adenostylo glabrae-Fagetum* was estimated with 307 ±98 m³/ha and 2088 ±1660 trees per Hectare. In comparison to other natural forest reserves the NFR Stoissen showed lower volumes of the living stock at higher stem numbers. Also the volume of dead wood was distinctly lower compared to the reference reserves. The structural characteristics and the development trends of the forest stands on the transects indicated a development stage between the optimal and terminal phase. Over all the transects are in an older development stage compared to the rest of the investigated area which comprise mainly a regeneration and optimal phase. The observed development dynamics of the transects could therefore be used as an indicator for the further development of the whole *Adenostylo glabrae-Fagetum*. The observed amount of natural regeneration does secure the further existence of the forests. However, based on present results, a high percentage of the regeneration mortality is referred to the browsing pressure of wild ungulates.

**Keywords:** Natural forest reserve, Forest dynamics, Mountain forests, Natural regeneration, Dead wood, ELENA – Project;

#### Verwendete Abkürzungen

#### Allgemein

**BFW** Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald

**BMLFUW** Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft

**ELENA** Empfehlungen für die Naturverjüngung von Gebirgswäldern

Fi-Ta-BuW Fichten-Tannen-Buchenwald

Grundfläche G H/D Schlankheitsgrad

Hektar ha

**HZW** Höhenzuwachs Jstufe Jahrstufe **K**% Kronenprozent Lebend L

IT Liegendes Totholz m.ü.NN Meter über Normalnull MDM Mittendurchmesser

Mehrj. Mehrjährig

Bestandesmittelschicht MS

Stammzahl Ν n.d. Nicht definiert **NWR** Naturwaldreservat OS Bestandesoberschicht

ÖWI Österreichische Waldinventur

**PNWG** Potentiell natürliche Waldgesellschaft

ST Seitentrieb

sT Stehendes Totholz Stöcke Stocktotholz

StprNr. Stichprobennummer Subalpiner Fichtenwald Subalp. FiW

ΤH Totholz TT Terminaltrieb

uK Unter Kluppschwelle US Bestandesunterschicht

V Volumen Verjüngung Verj. Vfm Vorratsfestmeter Nicht identifiziert Χ

#### **Baumarten**

Bergahorn Acer pseudoplatanus Bah Fagus sylvatica Buche Bu Taxus baccata Eib Eibe Amelanchier ovalis Fbi Felsenbirne

Fi **Fichte** Picea abies La Lärche Larix decidua Latsche (Bergkiefer) Lat Pinus mugo Mb Mehlbeere Sorbus aria Rotkiefer Pinus sylvestris Rki

Sorbus X nur auf Gattungsniveau bestimmt

Abies alba Та Tanne Vb Vogelbeere Sorbus aucuparia

Sorbus

#### Inhaltsverzeichnis

Daı	nksagung	i
Zus	sammenfassung	ii
Abs	stract	iii
Ver	rwendete Abkürzungen	iv
lnh	altsverzeichnis	v
1	Einleitung	1
2	Untersuchungsgebiet: NWR Stoissen	5
2.1	Allgemeines	5
2.2	Klima	8
2.3	Geologie	11
2.4	Wuchsgebiete und Waldgesellschaften	12
3	Methodik	14
3.1	Datenerhebung	14
3.1	.1 Fixe Probekreise	15
3.1	.2 Profilstreifen	19
3.1	.3 Verwendetes Messwerkzeug	22
3.2	Datenauswertung der fixen Probekreise	23
3.2	.1 Bestandesanalyse	23
3.2	.2 Verjüngungsanalyse	26
3.2	.3 Totholzanalyse	27
3.3	Datenauswertung der Profilstreifen	30
3.3	.1 Bestandesanalyse	30
3.3	.2 Vergleich der Verjüngungsaufnahmen	32
3.3	.3 Erfassung von liegendem Totholz	32
3.3	.4 Analyse der Bestandesentwicklung	32

4	Ergebnisse34
4.1	Standortscharakterisierung34
4.2	Ergebnisse der Auswertung der fixen Probekreise
4.2.	1 Bestandesanalyse
4.2.	2 Verjüngungsanalyse45
4.2.	3 Totholzanalyse
4.3	Ergebnisse der Auswertung der Profilstreifen
4.3.	Bestandesentwicklung der Profilstreifen
4.3.	Verjüngungssituation der Profilstreifen
4.4	Bestandesentwicklungsphasen69
5	Diskussion73
5.1	Diskussion der Ergebnisse73
5.1.	1 Bestandesstruktur und -entwicklung
5.1.	2 Verjüngung84
5.1.	3 Totholz 94
5.2	Diskussion der Datenerhebung und Methodik98
6	Fazit100
7	Schlussfolgerungen102
Lite	raturverzeichnis106
Abb	ildungsverzeichnis 115
Tab	ellenverzeichnis119
8	AnhangI
8.1	BestandesanalyseII
8.2	VerjüngungIX
8.3	TotholzanalyseXII
8.4	KartenmaterialXIV
8.4	KartenmaterialXI\

#### 1 Einleitung

In unseren Breiten begleitet der Wald die Entwicklung der menschlichen Gesellschaft seit jeher. Ob als Quelle von Nahrungsmitteln, Baustoffen oder Brennmaterial, als Waldweide oder Jagdgebiet, der Wald nahm in der geschichtlichen Entwicklung der lokalen Bevölkerung eine entscheidende Position ein und sein Einfluss spiegelt sich in den traditionellen Bräuchen und der Kultur der Regionen wieder.

Mit dem Wandel der Zeit veränderten sich auch die Ansprüche des Menschen an den Wald und die moderne Gesellschaft misst dem Wald völlig neue Werte bei. Neben der Nutzung der bereitgestellten Rohstoffe sind beispielsweise der Schutz vor Naturgefahren und Erosion, die Sicherstellung der Trinkwasserversorgung oder auch die CO<sub>2</sub> – Speicherung in der Biomasse von zunehmender Bedeutung. Einen weiteren erheblichen Wert stellt der Wald in Form von Erholungsraum, Ästhetik, Naturnähe und Erlebnisqualität dar. (SCHERZINGER 1996) Um diese Ansprüche heute und in Zukunft erfüllen zu können, bedarf es eines funktionierenden Waldökosystems (ZUKRIGL 1983).

Um dies trotz der vielseitigen Nutzung des Waldes durch den Menschen zu gewährleisten, bedarf es eines umfassenden Verständnisses der komplexen Zusammenhänge dieses Systems. Ungestörte Urwälder und außer Nutzung gestellte, geschützte Naturwaldreservate stellen den geeigneten Rahmen dar, um eine natürliche Entwicklungsdynamik zu untersuchen (MENCH 1999) und damit das nötige Fachwissen zu generieren.

Die Bedeutung der seltenen europäischen Urwälder für die forstwissenschaftliche Forschung wurde bereits im 19. Jahrhundert erkannt. Während die ersten Dauerbeobachtungsflächen in böhmischen Urwäldern schon 1847 eingerichtet wurden, ging man erst Anfang des 20. Jahrhunderts dazu über Wälder bewusst in Form von "Naturwaldreservaten" außer Nutzung zu stellen. (MEYER 1995) Die damals initiierte Diskussion um ein Netzwerk an Naturwaldreservaten für die forstwissenschaftliche Forschung verdichtete sich jedoch erst Ende der 60er-Jahre und führte dazu, dass in Deutschland und Österreich mit der Ausweisung von Waldschutzgebieten und deren wissenschaftlicher Dokumentation begonnen wurde (ALBRECHT 1990, FRANK & KOCH 1999). Während Deutschland vorwiegend staatliche Wälder per Bescheid unter Schutz stellte, wurden Waldschutzgebiete in Österreich auf Basis formloser oder auch formeller Vereinbarung zwischen Waldbesitzer und wissenschaftlichen Instituten oder Behördenstellen eingerichtet (ZUKRIGL 2001).

Richtungsweisend für die Vereinheitlichung und damit für die Vergleichbarkeit der NWR-Flächen auf nationaler, sowie internationaler Ebene waren die Unterzeichnung der Alpenkonvention 1991 und im Speziellen des Protokolls "Bergwald" 1996, mit dem die Mitgliedsstaaten sich dazu verpflichteten "[...] Naturwaldreservate in ausreichender Größe und Anzahl auszuweisen und diese zur Sicherung der natürlichen Dynamik und der Forschung

entsprechend zu behandeln, [...]" (BGBI III 2002 /233). Ebenfalls von gewichtiger Bedeutung ist die von Österreich 1993 in Helsinki unterzeichnete Resolution "H2 General Guidlines for the Conservation of the Biodiversity of European Forests", die die Grundlage für den systematischen Ausbau eines repräsentativen Netzes an Naturwaldreservate schuf. (FRANK & KOCH 1999) Seit 1995 wird zu diesem Zweck am "Österreichischen Programm Naturwaldreservate" gearbeitet. Derzeit befinden sich in diesem Netzwerk 195 Naturwaldreservate mit insgesamt 8.403 ha Waldfläche. (Stand: 01.01.2015, BFW 2015)

Im Land Salzburg wurde 1985 aufgrund einer Initiative des Salzburger Landtages begonnen repräsentative Naturwaldreservate auszuweisen, die alle natürlichen Waldgesellschaften des Bundeslandes abdecken. Die Einrichtung dieser Reservate erfolgte mit Zustimmung der Waldeigentümer meist als "Geschützter Landschaftsteil", um einen dauerhaften, rechtlich vollziehbaren Rahmen zu schaffen. Ziel war nicht nur der Schutz und Erhalt der ausgewiesenen Flächen sondern auch die Gewinnung wissenschaftlich fundierter und anwendbarer Erkenntnisse. (HINTERSTOISSER 1993, LAND SALZBURG 2015b)

Dazu werden in den Salzburger Naturwaldreservaten umfassende Grunderhebungen in den Fachbereichen der Vegetationskunde, der Ornithologie, der Fledermauskunde, der Entomologie, der Lichenologie, der Mykologie und der Forstgenetik durchgeführt. Mittels sich etwa alle 10 Jahre wiederholenden Revisionserhebung soll ein langfristiges Monitoring der Entwicklung dieser Flächen gewährleistet werden. (LAND SALZBURG 2015b)

Im Land Salzburg bestehen zurzeit 13 Naturwaldreservate, die in Summe eine Fläche von etwa 400 ha einnehmen. Acht dieser Flächen wurden in das Europäische Netzwerk biogenetischer Reservate aufgenommen. Dies kann als Zeugnis ihrer überregionalen Bedeutung gewertet werden, welche auch durch die Einbindung einiger dieser Gebiete in das Österreichische Naturwaldreservateprogramm bestätigt wird. (HINTERSTOISSER 1993, LAND SALZBURG 2015b)

Das NWR Stoissen, welches sich im Besitz des Landes Salzburg befindet, wurde im Jahr 1987 als "Geschützter Landschaftsteil" in das Netz Salzburger Naturwaldreservate aufgenommen. Mit einer Größe von 71,5 ha stellt es das zweitgrößte Reservat des Landes dar und ist als Europäisches biogenetisches Reservat ausgewiesen. (LAND SALZBURG 2015a, 2015b) Die charakteristische, reich strukturierte Fläche des NWR Stoissen erzeugt eine kleinstandörtliche Vielfalt, die einer Vielzahl von Tieren und Pflanzen Lebensraum bietet. Durch bisherige Forschungsarbeiten konnten hier 104 verschiedene Flechtenarten, 303 Schmetterlingsarten (52 davon geschützte Falterarte) und 143 Käferarten nachgewiesen werden. (LAND SALZBURG 2015a) Die in diesem NWR dominierende Hauptwaldgesellschaft des Fichten-Tannen-Buchenwaldes nimmt den Auswertungen der Österreichischen

Waldinventur 2007 – 2009 zufolge, nach dem subalpinen Fichtenwald, den zweitgrößten Anteil der Waldfläche des Landes Salzburg ein (subalp. FiW<sub>LSBG</sub>: 23,3 %, Fi-Ta-BuW<sub>LSBG</sub>: 22,9 %). Österreichweit hält der Fi-Ta-Bu-Wald als potentiell natürliche Waldgesellschaft mit 29,6 % sogar mit Abstand den größten Anteil an der Gesamtwaldfläche. Auch hinsichtlich der Schutzwaldthematik erhält der Fichten-Tannen-Buchenwald, durch seinen hohen Flächenanteil an der begehbaren Schutzwaldfläche Österreichs (subalp. FiW: 25,7 %, Fi-Ta-BuW: 21,3 %), eine besondere Bedeutung. (BWF 2015b)

In der Forstwissenschaft herrscht weitgehend Konsens darüber, dass die Verjüngungs- und Strukturdefizite, die der österreichische Schutzwald auf großen Flächen aufweist (BMLFUW 2015) nur waldbaulich gelöst werden können, wenn die natürlichen Walddynamiken bestmöglich ausgenutzt werden und nur wenig steuernd eingegriffen wird (VACIK et al. 2010). Diese Situation lässt wiederum auf die Bedeutung der Erkenntnisse schließen, die aus der natürlichen Entwicklung der Fichten-Tannen-Buchen-Bestände im NWR Stoissen gewonnen werden können.

SIEBRECHT (1993) wieß in ihrer Zustandsanalyse der Vegetationsverhältnisse und der Bestandesstruktur auf den "besorgniserregenden Gesundheitszustand des Altbestandes wie auch der Gehölzverjüngung" hin. Sie prognostizierte bei anhaltender Verschlechterung der Situation einen Zusammenbruch des Altbestandes bevor sich eine ausreichende Verjüngung auf den Flächen einstellen kann. Besonders die südexponierten Flächen seien demnach von einer langsamen, aber stetigen Standortsdegradierung infolge der Auflösung der Bestände betroffen.

Um verstärktes Augenmerk auf die Verjüngungssituation der Bestände zu legen, wurde für die Datenerhebungen zur vorliegenden Arbeit auf das Aufnahmeschema des "ELENA"-Projekts ("Empfehlungen für die Naturverjüngung von Gebirgswäldern") zurückgegriffen.

Neben der strukturellen Analyse des lebenden und toten Baumbestandes werden verstärkt die Einflussfaktoren für die Ansamung, sowie für den An- und Aufwuchs der Verjüngung untersucht. (RUPRECHT et al. 2012) Zudem folgt der Aufbau des Versuchsdesigns internationalen Empfehlungen, die den Vergleich der Daten mit anderen Naturwaldreservaten ermöglichen.

Vor diesem Hintergrund soll in der vorliegenden Arbeit die natürliche Entwicklungsdynamik der Fichten-Tannen-Buchen-Bestände des NWR Stoissen erfolgen und dabei besonderes Augenmerk auf die Verjüngungssituation gelegt werden. Die Datengrundlage für diese Beurteilung stellen die Erstaufnahme von 20 fixen Stichprobenpunkten, sowie die Wiederaufnahme von 5 Profilstreifen (Kernflächen) dar, die in Zuge der Arbeit von SIEBRECHT (1993) im Jahr 1992 erstaufgenommen wurden. Dieses kombinierte

#### 1 Einleitung

Versuchsdesign aus systematischem Gitternetz- und Kernflächenkonzept eröffnet nicht nur der forstwissenschaftlichen Forschung eine Vielzahl von Möglichkeiten, sondern bietet auch die Chance für eine interdisziplinäre Vernetzung der Forschungsergebnisse durch die gemeinsame Nutzung eines Stichprobenrasters.

Aus diesem Kontext wurden die folgenden Ziele und Forschungsfragen für diese Masterarbeit formuliert:

#### a. Zustandscharakterisierung des NWR Stoissen über permanente Erhebungsstreifen und Probepunkte

- Ist es möglich Wiederholungsaufnahmen auf den Erhebungsflächen aus dem Jahr 1992 durchzuführen?
- II. Kann der Zustand des Reservates durch die Wiederholungsaufnahmen und zusätzliche Probepunkte ausreichend beschrieben werden?
- III. Welche Entwicklungsphasen können auf den Probeflächen beobachtet werden und wie sind sie verteilt?

### b. Untersuchung der Bestandsentwicklung im NWR Stoissen zwischen den Aufnahmen 1992 und 2013

- I. Wie hat sich die Stammzahl- und Durchmesserverteilung über die letzten 21 Jahre verändert?
- II. Hat sich der Zustand der Naturverjüngung hinsichtlich des Verbissdrucks verbessert?
- III. Wie hat sich der Totholzanteil über die letzten 21 Jahre verändert?

## c. Beschreibung der vorkommenden Hemmnisse die eine natürliche Entwicklung verhindern

- I. Wie ist der Einfluss vergangener Nutzungen zu beurteilen?
- II. Welche Auswirkungen hat der Wildeinfluss auf die Etablierung der Naturverjüngung?
- III. Wie kann die Gefahr der Erosion eingeschätzt werden?

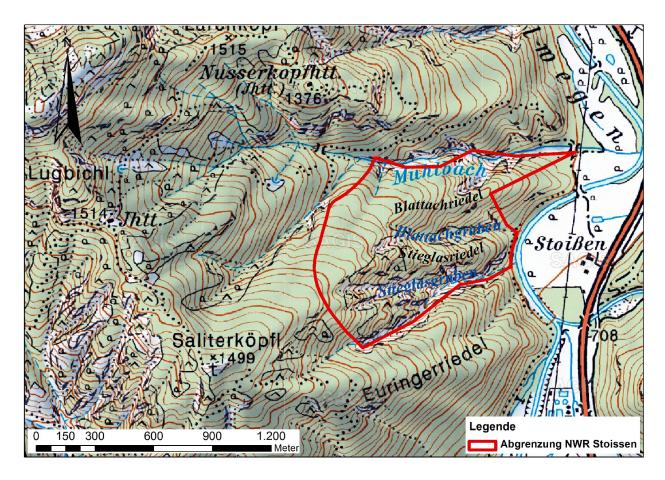
#### 2 Untersuchungsgebiet: NWR Stoissen

#### 2.1 Allgemeines

#### <u>Lage</u>

Das NWR Stoissen liegt mit seinen 71,5119 ha Gesamtfläche an der Ostabdachung der Leoganger Steinberge, am südlichen Rand der Salzburger Kalkalpen. Die Flächen des Schutzgebiets erstrecken sich westlich des Salzburger Fohlenhofes am orographisch linken Ufer der Saalach von ca. 700 m.ü.NN bis auf ca. 1330 m.ü.NN und nehmen Teile der Grundparzellen 7/1, 7/3 und 7/4 der Katastralgemeinde Holwegen 57113 ein. (LAND SALZBURG 2015a)

Im Süden verläuft die Grenze des NWRs entlang des Stieglasgrabens vom Ufer der Saalach bis auf 1110 m.ü.NN und dreht dann Richtung Nord-Westen, um weiter bis auf die maximale Höhe des Gebietes von 1330 m.ü.NN anzusteigen. Der weitere Grenzverlauf führt vom höchsten Punkt Richtung Nord-Osten und trifft auf 1020 m.ü.NN den Mühlbachgraben, der die nördliche Begrenzung des Gebietes darstellt. Im Osten verläuft die Grenze entlang der Saalach, wobei forstlich genutzte Flächen im nord-östlichen Teil nicht zur Fläche des Naturwaldreservats zählen.



**Abb. 1:** Die Lage des NWR Stoissen am orographisch linken Ufer der Saalach, nordöstlich des 1499m hohen Saliterköpfl und etwa 5 km nördlich von Saalfelden.

Stark geprägt ist das Gelände durch die drei Grabensysteme des Mühlbach-, des Blattach- und des Stieglasgrabens, die in ihrem West-Ost-Verlauf in die Saalach entwässern. Durch die tief eingeschnittenen Gräben ergeben sich teils sehr steile Flächen und die eigentliche Ostexposition des Reservats wird oft stark abgewandelt. Die weniger steilen Flächen des Blattach- und Stieglasriedels sind durch die tief eingeschnittenen Gräben freigestellt und meist ostexponiert. Die Flächen oberhalb der Gräben weisen ebenfalls weniger steile Neigungen auf und sind weitgehend nord-ost exponiert. (SIEBRECHT 1993, EICHBERGER & LANGER 2013)

#### Geschichte

Die Flächen des heutigen NWR Stoissen sind Teil des Landesgutes Stoissen ("Hengstaufzuchthof Stoissen") und im Besitz des Landes Salzburg. Der Gutshof geht aus den Bauernhöfen Unterund Oberstoissen des Schiedmann'schen Gutsbesitzes Brandlhof hervor, die im Jahre 1929 durch die Landesregierung angekauft wurden und angesichts der 700-jährigen Zugehörigkeit des Pinzgaus zum Land Salzburg dem Pinzgauer Pferdezuchtverband zur Hengstaufzucht zur Verfügung gestellt wurden. (LAND SALZBURG 2002)

Das Landesgut Stoissen ist der Aufzucht regional typischer Noriker Pferde ("Pinzgauer") gewidmet. Es wurde anfänglich durch die Hengstaufzuchtgenossenschaft gepachtet und wird seit dem Zusammenschluss mit dem Landespferdezuchtverband Salzburg 1959 durch diesen geführt. (ZAP 2015)

Die Bewirtschaftung und Beaufsichtigung der zum Gutshof gehörigen Waldflächen wurden 1929 an die Landschaftliche Forstverwaltung in Zell am See (damals Förster Leopold Ammerer) übergeben. Da der Holzbedarf des Gutshofs weitgehend durch Einforstungsrechte bei den Bayrischen Saalforsten gedeckt werden konnte, wurde nur ein etwaiger Mehraufwand an Brennund Nutzholz gegen vorherige Bewilligung durch die Landesregierung auf den Waldflächen des Gutes genutzt. (KATSCHTHALER 1993)

Nach den Angaben von KATSCHTHALER (1993) und HINTERSTOISSER (2015) beschränkten sich diese Nutzungen hauptsächlich auf die heute als Wirtschaftswald ausgewiesenen Flächen. Im Gebiet des heutigen Naturwaldreservats fanden hingegen in der Zeit der Betreuung durch die Landschaftliche Forstverwaltung keine planmäßigen Nutzungen statt.

Auf Initiative des Salzburger Landtages wird seit 1985 daran gearbeitet ein landesweites Netzwerk an Naturwaldreservate einzurichten, indem alle bedeutenden Waldgesellschaften des Landes in repräsentativem Maße und in einem ausgewogen Verhältnis vertreten sind (LAND SALZBURG 2015b). Es bot sich aus diesem Grund an, die reichstrukturierten, und naturnahen Waldflächen des Landesgutes Stoissen in dieses Netzwerk an Schutzgebieten einzugliedern (KATSCHTHALER 1993).

Am 18.11.1987 erfolgte deshalb die Unterschutzstellung in Form eines geschützten Landschaftsteils (GLT). Als Schutzzweck wurde in der Verordnung der Bezirkshauptmannschaft

Zell am See "[...] die Erhaltung dieser charakteristischen Naturlandschaft und der in diesem Gebiet vorhandenen Lebensräume und Lebensgemeinschaften geschützter Tier- und Pflanzenarten, sowie die langfristige Sicherung des Gebietes für die Durchführung naturwissenschaftlicher Forschungsarbeit" definiert. Mit der Ernennung zum geschützten Landschafteil wurde fortan jeder menschliche Eingriff im NWR Stoissen verboten. Neben dem Verbot der forstlichen Nutzung, der Waldweide und des Betretens der Flächen (mit Ausnahme des Waldeigentümers, dessen Vertreter oder Beauftragten) wurde auch das Sammeln und Pflücken von Beeren, Pilzen, Pflanzen und Pflanzenteilen untersagt. Eine Ausnahme stellt die jagdliche Bewirtschaftung der Fläche dar, die nur durch das Verbot der "[...] Errichtung und Aufstellung baulicher und anderer Anlagen einschließlich Wildfütterungen" eingeschränkt wird. (BH ZELL AM SEE 1987)

Seit der Unterschutzstellung 1987 wurde im NWR Stoissen umfangreiche Forschung betrieben. Neben der Untersuchung im Gebiet auftretender Rindenpilze (DÄMON 1998) und Flechtengesellschaften (TÜRK 1987) wurden unter anderem auch Bestandsaufnahmen der Insektenordnungen der Coleoptera (BERNHARD 1987) und der Lepidoptera (EMBACHER 1987) sowie der Brutvogelfauna (STADLER & WINDING 1988, NADLER 1998 und ORCHIS 2008 zit. nach LAND SALZBURG 2015a) durchgeführt. Eine Charakterisierung der Vegetationsverhältnisse erfolgte durch SIEBRECHT (1993) sowie EICHBERGER & LANGER (2013).

#### 2.2 Klima

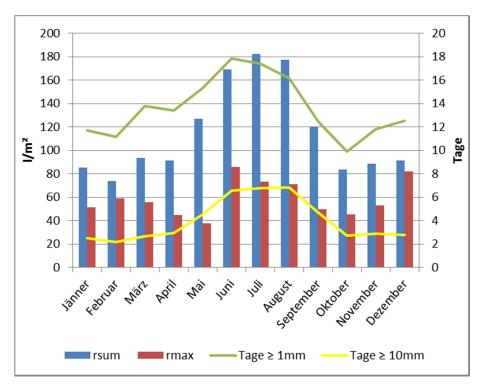
Das Untersuchungsgebiet ist aufgrund seiner Lage am Nordrand der Kalkalpen durch ein kühlhumides Randalpenklima mit häufigen, andauernden Stauregen geprägt (KILIAN et al. 1994). Innerhalb des Naturwaldreservats müssen jedoch die Auswirkungen der deutlich ausgeprägten kleinstandörtlichen Unterschiede auf das Klima beachtet werden. Der oft kleinräumige Wechsel von Exposition und Hangneigung hat mitunter einen beträchtlichen Einfluss auf das Lokalklima, wie ihn schon SIEBRECHT (1993) beschrieb.

Mit Hilfe des Klimainterpolationsprogramms "DAYMET" konnte, durch eine Adaption an die österreichischen Verhältnisse von HASENAUER et al. (2003) und basierend auf Klimadaten der ZAMG aus den Jahre 1960 – 2013, ein Klimadatensatz für die Koordinaten des Untersuchungsgebietes berechnet werden.

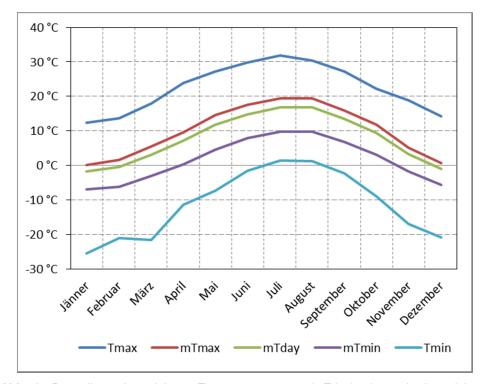
Aus dem in Abb. 2 dargestellten Klimadiagramm lässt sich ein deutliches Niederschlagsmaximum in den Sommermonaten herauslesen, wie auch KILIAN et al. (1994) es für die gegebene NW-Staulage beschreibt. Die niedrigsten Niederschlagsmengen sind in Betracht des langjährigen Schnitts (1960 – 2013) im Spätwinter und Herbst zu erwarten. Im Februar wurden mit durchschnittlich 74,1 mm die geringsten Niederschläge gemessen. Es folgt der Oktober mit durchschnittlich 84,0 mm. Die höchsten Niederschläge fallen in den Monaten Mai bis September und erreichen im Juli ein durchschnittliches Maximum von 182,3 mm. Der Jahresniederschlag liegt bei 1385,3 mm und fällt an durchschnittlich 163,7 Tagen (Summer der Tage mit mehr als 1 mm Niederschlag).

Zieht man die Messungen der nächstgelegenen Wetterstation der ZAMG zur Beurteilung der Schneesituation heran, erreichen die kumulierten Neuschneemengen über das Jahr 3957 mm welche von Oktober bis in den Mai fallen. An 138,4 Tagen im Jahr ist eine geschlossene Schneedecke mit ≥ 1 cm Mächtigkeit und an 94,0 Tagen mit ≥ 20 cm Mächtigkeit zu beobachten. (ZAMG 2015)

Die Jahresamplitude der Temperatur ist durch die NW-Staulage geringer als in inneralpinen, kontinental getönten Gebieten (KILIAN et al. 1994). Im langjährigen Durchschnitt liegt die Tagesmitteltemperatur bei +7,79 °C und weist Schwankungen zwischen +19,5 im Juli und -6,9 °C in Jänner auf.



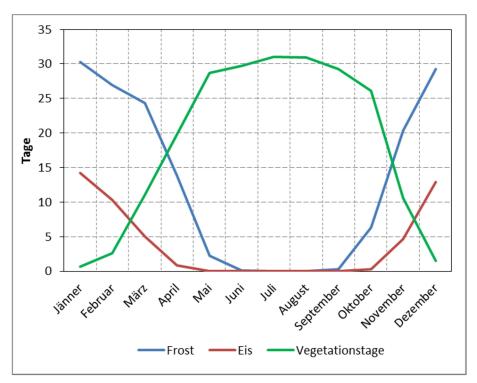
**Abb. 2:** Darstellung der mittleren Niederschlagssummen (rsum) sowie der maximalen Niederschlagsereignisse (rmax) in den einzelnen Monaten. Weiters sind die monatlichen Summen der Tage mit Niederschlagssummen größer 1 mm (Tag ≥ 1mm) und größer 10 mm (Tag ≥ 10 mm) angeführt. Werte gemittelt über die Periode 1960 – 2013 mit Hilfe des Programms DAYMET.



**Abb. 3:** Darstellung der mittleren Tagestemperaturen (mTday) wie auch der mittleren Monatsmaxima und -minima (mTmax, mTmin), sowie der Monatsextremwerte (Tmax, Tmin) für das NWR Stoissen. Werte gemittelt über die Periode 1960 – 2013 mit Hilfe des Programms DAYMET.

Anfang und Ende der Vegetationsperiode werden vielfach durch das Über- bzw. Unterschreiten von Klimaindices definiert (KOCH et al. 2000, ESTRELLA 2007). Nach PRIMAULT (1992) können ein Überschreiten der Tagesmitteltemperatur von 5 °C für mindestens sieben Tage im Frühling und ein Unterschreiten dieser Temperatur für die Dauer von fünf Tagen im Herbst als die begrenzenden Indices einer Vegetationsperiode verwendet werden.

Um den Verlauf der Vegetationszeit darzustellen wurde in Abb. 4 die Summe der Tage mit einem Temperaturmittel über 5 °C über den Monaten aufgetragen. Es wird ersichtlich, dass dieser Schwellenwert im Schnitt im März zum ersten Mal für mehr als sieben Tage überschritten wird und ab Dezember weniger als fünf Mal überschritten wird. Verfolgt man die Kurve der Frosttage pro Monat über das Jahr wird deutlich, dass im langjährigen Mittel (1960 – 2013) nur im Juli und August keine Frosttage zu erwarten sind.



**Abb. 4:** Darstellung der Summe der Vegetationstage sowie von Frost- und Eistagen für das NWR Stoissen über das Jahr. Berechnet über die Periode 1960 – 2013 mit Hilfe des Programms DAYMET und erstellt nach einer Vorlage der ZAMG (2015). "Frosttage" (Tmin < 0°C), "Eistage" (Tmax < 0°C), "Vegetationstage" (Tmin ≥ 5°C).

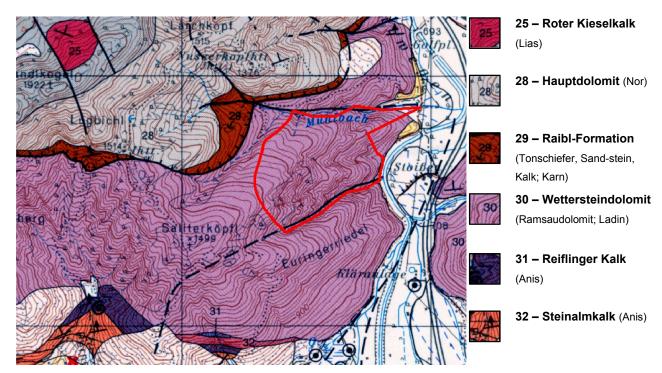
#### 2.3 Geologie

Das NWR Stoissen befindet sich an der Ostabdachung der Leoganger Steinberge, die sich zwischen dem Leoganger Tal und dem Saalachtal erstrecken und im Nordwesten durch die Loferer Steinbergen begrenzt sind. Diese Karsthochfläche mit ihren steilen Flanken (KILIAN et al. 1994) zählt geologisch gesehen zu den Deckensystemen des Tirolikums und ist Teil der Nördlichen Kalkalpen. (LAND SALZBURG 2013, PESTAL et al. 2009)

Das Gestein der Nördlichen Kalkalpen ist sowohl siliziklastischen als auch karbonatischen Ursprungs und wurde als Sedimentgestein im Randbereich des Urmeeres Tethys auf der kontinentalen Platte des Großkontinents Pangäa aufgebaut. Der im Untersuchungsgebiet vorherrschende Wettersteindolomit (Nr. 30 in Abb. 5; HEINISCH et al. 1995) ist Teil der mächtigen Schichten der Mitteltriasdolomite, die sich in diesem Teil des Tirolikums als auffälliges Element vom westlichen Unkener Raum über den Süden der Osterhorngruppe bis in den Raum um Bad Ischl ziehen. (PESTAL et al. 2009)

Dieser Wetterstein- oder Ramsaudolomit tritt charakteristischer weise als "zuckerkörniges", feingrusig zerfallendes ungeschichtetes Sedimentgestein auf, das im Zuge der diagenetischen Dolomitbildung sein primäres Sedimentgefüge weitgehend verloren hat. (PESTAL et al. 2009)

In der Nähe des Naturwaldreservats treten zwar auch leichter verwitterbare Gesteine der Raibl-Formationen (Nr. 29 in Abb. 5) wie Tonschiefer, Sandstein und Kalk zu Tage, diese sind jedoch eher von untergeordneter Bedeutung für die Vegetation im NWR Stoissen (HEINISCH et al. 1995, SIEBRECHT 1993, EICHBERGER & LANGER 2013).



**Abb. 5**: Kartenausschnitt der Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000 – 123 Zell am See (verändert nach HEINISCH et al. 1995) mit dem in rot abgegrenzten NWR Stoissen.

#### 2.4 Wuchsgebiete und Waldgesellschaften

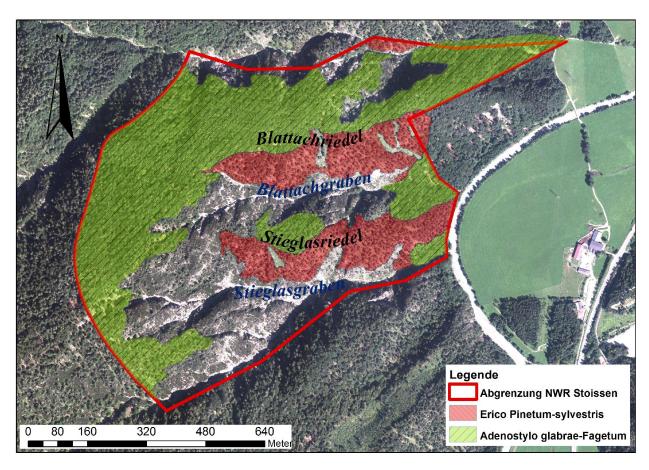
Das NWR Stoissen liegt im Westteil des Wuchsgebiets 4.1 und somit in den nördlichen Randalpen (KILIAN et al. 1994). Die Hauptexposition Richtung Osten wird, wie schon unter dem Punkt 2.1 erwähnt, durch die drei Gräben des Stieglas-, Blattach- und des Mühlbachgrabens stark abgewandelt. Die tief eingeschnittenen West-Ost verlaufenden Gräben erzeugen steile Grabeneinhänge mit oft scharf getrennter Nord- bzw. Südostausrichtung. Die etwas flacher geneigten Flächen des Stieglas- und Blattachriedels, sowie die westlich gelegenen Flächen über den Grabeneinschnitten sind überwiegend nordost- bis ostexponiert.

Diese wechselnden Verhältnisse der Geländeexposition, Geländeneigung und der Seehöhe bewirken eine besondere kleinstandörtliche Vielfalt der Boden- und Belichtungsverhältnissen, sowie des Wärme- und Wasserhaushalts. (SIEBRECHT 1993, EICHBERGER & LANGER 2013) Die im Untersuchungsgebiet hauptsächlich zu beobachtenden Rendzinen und Kalk-Braunlehmrendzinen beschreibt auch KILIAN et al. (1994) als die vorherrschenden Böden in dieser Zone. Die sich aus Röhböden entwickelnden seichtgründigen Rendzinen sind vornehmlich auf den steilen Flächen des Untersuchungsgebietes zu finden, während sich die tiefgründigeren Kalk-Braunlehmrendzinen in den Plateaulagen und flacheren Geländepartien entwickeln konnten.

Mit seiner Höhenerstreckung von 700 – 1330 m.ü.NN liegt das NWR in der mittel- bis hochmontanen Zone wobei als Leitgesellschaft des Wuchsgebiets 4.1 der Fichten-Tannen-Buchenwald (*Abieti Fagetum*) ausgeschieden ist. (KILIAN et al. 1994)

Nach EICHBERGER & LANGER (2013) können im Untersuchungsgebiet folgende Gehölzgemeinschaften unterschieden werden:

- Schneeheide-Rotföhrenwald (*Erico-Pinetum sylvestris*)
- Nordalpischer Karbonat-Alpendost-Fichten-Tannen-Buchenwald (Adenostylo glabrae-Fagetum)
- und Karbonat-Alpenrosen-Latschengebüsch (*Rhododendro hirsuti-Pinetum prostratae*)



**Abb. 6:** Das NWR Stoissen mit den ausgewiesenen Pflanzengesellschaften des *Adenostylo glabrae-Fagetum* und des *Erico-Pinetum sylvestris* (verändert nach EICHBERGER & LANGER 2013).

Der Nordalpische Karbonat-Alpendost-Fichten-Tannen-Buchenwald dominiert klar die Fläche des NWRs und wird in die Subassoziationen des *Adenostylo glabrae-Fagetum typicum* und des *Adeonstylo glabrae-Fagetum seslerietosum* unterteilt. Er ist auf den weniger steilen Plateaus und Rücken, sowie auf den Flächen westlich und nordwestlich der Gräben zu finden.

An den steilen süd- und südostexponierten Grabeneinhängen ist der Schneeheide-Rotföhrenwald (Erico-Pinetum sylvestris) angesiedelt. Durch die oft auf kleinem Raum wechselnden Standortsverhältnisse sind die einzelnen Gesellschaften oft nicht klar räumlich zu trennen. Besonders auf den Rücken des Stieglas- und Blattachriedels sind Übergänge zwischen dem Adenostylo glabrae-Fagetum und dem Erico-Pinetum sylvestris zu beobachten. Die Gesellschaft des Karbonat-Alpenrosen-Latschengebüschs (Rhododendro hirsuti-Pinetum prostratae) ist vornehmlich an den steilen Grabeneinhängen und an nord- und ostexponierten Felshängen zu finden. (EICHBERGER & LANGER 2013)

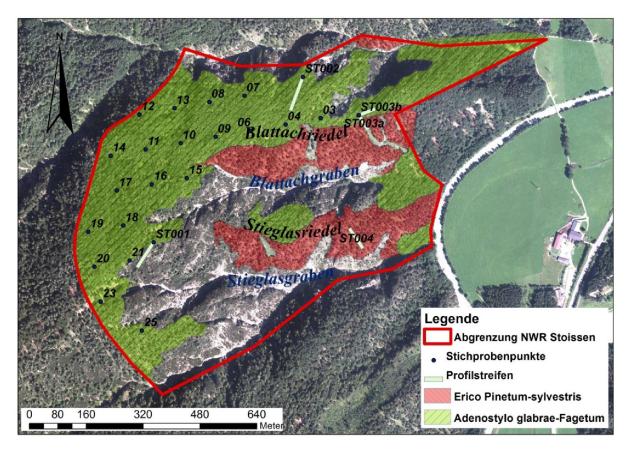
#### 3. Methodik

#### 3.1 Datenerhebung

Das Ziel des angewandten Versuchsaufbaus Stichprobenfeld war es, ein im Untersuchungsgebiet zu schaffen, das sowohl eine waldbauliche Charakterisierung der Flächen, als auch Untersuchungen durch weitere Fachrichtungen ermöglicht und eine räumliche Schnittstelle für den Vergleich mit anderen Naturwaldreservaten darstellt. Aus diesem Grund wurde ein guadratischer Gitterfeldraster mit 100m Seitenlänge über das Untersuchungsgebiet gelegt (siehe Abb. 7) und in seinem Winkel an die Ausrichtung der Hauptrücken angeglichen, um die Anzahl der Probepunkte im begehbaren Gelände zu optimieren.

Zur Beantwortung der Fragestellung wurden auf den Kreuzungspunkten dieses Rasters 20 fixe Stichprobenkreise in der Hauptpflanzengesellschaft dem *Adenostylo glabrae-Fagetum* (EICHBERGER & LANGER 2013) eingerichtet. Für die Untersuchung der Bestandesdynamik standen vier Profilstreifen für eine Wiederholungsaufnahme zur Verfügung, die im Zuge einer Untersuchung der Vegetationsverhältnisse und der Bestandesstruktur durch SIEBRECHT (1993) im Jahr 1992 ersterhoben wurden. Während die Streifen ST001, ST002 und ST003b in der Pflanzengesellschaft des *Adenostylo-glabrae Fagetum* platziert sind, stellen die Streifen ST003a und ST004 die einzigen Stichproben in der Gesellschaft des *Erico-Pinetum sylvestris* dar. In der dritten durch EICHBERGER & LANGER (2013) ausgewiesenen Pflanzengesellschaft, dem *Rhododendro hirsuti-Pinetum*, wurden im Zuge dieser Arbeit keine Probeflächen angelegt.

Die Erhebung der Bestandesdaten sowie des Totholzes auf den Profilstreifen erfolgte im September 2013, während Standortsparameter, Bodenart und Bodentyp, wie auch die Verjüngungsverhältnisse in den Monaten Mai und Juni 2014 untersucht wurden. Sämtliche Erhebungen auf den fixen Stichprobekreisen begannen im Mai 2014 und konnte im Juli 2014 abgeschlossen werden.



**Abb. 7:** Übersicht über das NWR Stoissen und die Verteilung der Stichprobenpunkte in den Pflanzengesellschaften des Adenostylo glabrae-Fagetum und des Erico-Pinetum sylvestris (Kartierung der Pflanzengesellschaften verändert nach EICHBERGER & LANGER 2013).

#### 3.1.1 Fixe Probekreise

Das auf den fixen Stichprobekreisen angewandte Versuchsdesign folgt dem Aufnahmeschlüssel für die Erhebungen in Naturwaldreservaten für das Projekt "ELENA" (RUPRECHT & VACIK 2009, RUPRECHT et al. 2012). Die fixen Probekreise mit einer Fläche von 300 m² und einem Radius von 9,77 m wurden in ihrem Zentrum durch ein Eisenrohr und einen Robinienpflock dauerhaft markiert. Zur besseren Auffindbarkeit wurde neben den GPS-Koordinaten des Mittelpunktes auch der nächstgelegene Baum vermerkt und durch einen blauen Ring in Brusthöhe gekennzeichnet.

Wie in Abb. 8 ersichtlich wurde neben einer Segmentierung (S1, S2, S3, S4) des Probekreises durch die Haupthimmelsrichtungen (Nord, Ost, Süd, West), die Kreisfläche für die Verjüngungsaufnahmen in weitere Teilflächen unterteilt. Diese Verjüngungsflächen wurden ebenfalls den Haupthimmelsrichtungen folgend 5 m vom Probekreiszentrum entfernt verpflockt. Jede dieser vier Verjüngungsflächen (10, 20, 30, 40) setzt sich wiederum aus zwei Verjüngungsteilflächenblöcken zusammen. Verjüngungsteilflächenblock I (V I) setzt sich aus vier 50x50 cm großen Teilflächen zusammen (z. B. 11, 12, 13, 14). Verjüngungsteilflächenblock II (V II) besteht aus dem gesamten Verjüngungsteilflächenblock I sowie drei weiteren Teilflächen mit jeweils 1x1 m (z. B. 15, 16, 17).

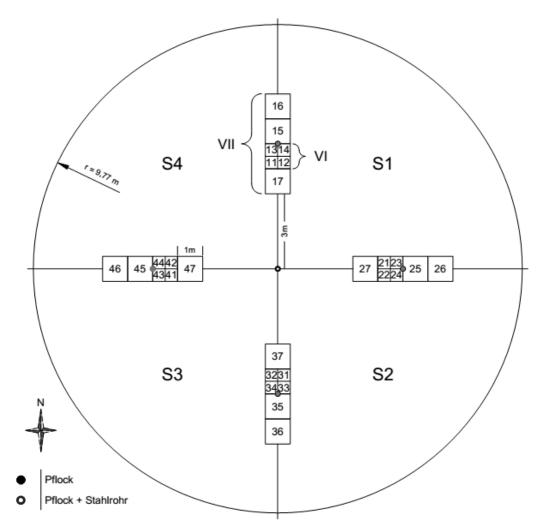


Abb. 8: Versuchsdesigne der fixen Probekreise nach RUPRECHT & VACIK (2009)

#### **Standortsaufnahmen**

Neben besonderen Anmerkungen zu Lage- und Standortsgegebenheiten wurden folgende Parameter erhoben, um den jeweiligen Standort zu charakterisieren.

- Seehöhe [m]
- Exposition [gon]
- Hangneigung [%]
- Geländeform

- Vegetationstyp und Waldgesellschaft
- Nutzung und Intensität
- Bestandesstruktur

Die Beurteilung der <u>Geländeform</u> erfolgte durch eine Ansprache des Mesoreliefs im Bereich von 10-100 m und des Mikroreliefs im Bereich bis 10m um das Probekreiszentrum.

Der <u>Vegetationstyp und die Waldgesellschaft</u> konnten aus der Kartierung der Pflanzengesellschaften durch EICHBERGER & LANGER (2013) übernommen werden.

Neben historischen wurde auch nach aktuellen Hinweisen auf anthropogene <u>Nutzung und deren</u> Intensität gesucht.

Um die Bestandesstruktur zu beschreiben wurde der Deckungsgrad in Prozent von drei Baumschichten (B1, B2, B3), der Strauchschicht (S), der Krautschicht (K), sowie der Moosschicht (M) angesprochen.

#### Verjüngungsaufnahmen

Die Verjüngungsaufnahme aller verholzten Pflanzen bis 1,30 m wurde in vier Klassen, auf jeweils unterschiedlichen Verjüngungsflächen durchgeführt.

- 1) Keimlinge wurden auf den Verjüngungsteilflächeblöcken VI für jede Teilfläche separat (z.B. 11, 12, 13, 14) nach Baumarten getrennt gezählt.
- 2) Mehrjährige bis 15 cm wurden auf allen Teilflächen der Verjüngungsteilflächenblöcke VII (z. B. 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17) getrennt nach Baumarten und Jahrstufen (einjährig, zweijährig, mehrjährig) angesprochen.
- 3) Verjüngung ebenfalls in allen Teilflächen >15-30 wurde der cm Verjüngungsteilflächenblocke VII (z. B. 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17) getrennt aufgenommen. In dieser Klasse wurden für jede Pflanze die Merkmale der Verjüngungsansprache aufgenommen, die sich aus Baumart, Wurzelhalsdurchmesser, letzten 5 Jahre, Vitalität, Verbiss, Schadmerkmalen und Höhenzuwachs der Schädigungsgrad, sowie der Ansprache des Kleinstandortes zusammensetzten.
- 4) Verjüngung von 30-130 cm wurde auf der ganzen Probekreisfläche von 300 m² unter Ansprache der oben beschriebenen Merkmale der Verjüngungsansprache aufgenommen und räumlich explizit erfasst. Dabei wurde die Position der Pflanzen im Probekreis über den Vermerk der Verjüngungsteilfläche (11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 21,...,47) oder des Segments (S1, S2, S3, S4) festgehalten. Ab einer Anzahl von über 100 Verjüngungspflanzen der Klasse 30-130 cm wurden diese, wenn möglich, in Gruppen ähnlicher Individuen zusammengefasst. Dazu wurde ein repräsentativer Stamm je Gruppe vermessen und die entsprechende Anzahl an ähnlichen Individuen vermerkt.

Um die kleinstandörtlichen Bedingungen für die Naturverjüngung genauer zu charakterisieren erfolgte für jeden der vier Verjüngungsflächen (10, 20, 30, 40; siehe Abb. 8) eine weitere Ansprache der Lage- (Exposition), Boden- (Typ, Art, Gründigkeit, Lagerungsdichte und Grobbodenanteil) und Feuchteparameter (Bodenhydrologie und –feuchte). Für die Ansprache von Bodentyp, -art, und –gründigkeit, sowie der Lagerungsdichte und des Grobbodenanteils wurde ein 85 cm langer Schlagbohrer in unmittelbarer Nähe zu den Verjüngungsflächen eingeschlagen und das geworbene Bodenprofil beurteilt.

Zusätzlich wurde auf allen Teilflächen der Verjüngungsteilflächenblock VII (11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 21,...,47) die Neigung [%], das Lokalklima und etwaige Verjüngungshemmnisse wie Lichthaushalt oder Verkrautung/Vergrasung, wie auch die Humusform und –mächtigkeit aufgenommen. Um die Art der senkrecht auf den Boden projizierten Bodenbedeckung der einzelnen Verjüngungsteilflächen in Prozent zu ermitteln, wurden zehn Kategorien differenziert. Es wurde zwischen Gefäßpflanzen (<1,3 m Höhe), Moosen, Flechten, Totholz (>10 cm), Astmaterial, Lebendholz, Streu, offenem Boden, Schutt und Fels unterschieden. Zudem wurde die mittlere Höhe der Bodenvegetation (MHB) in Zentimetern, wie auch die Bedeckungsgrade der einzelnen Gefäßpflanzenarten und Moose in Prozent angesprochen. Arten die auf der Teilfläche nur vereinzelt zu finden waren wurden mit "1" eingetragen.

Die Verjüngungsaufnahme auf Totholz erfolgte auf der gesamten Probekreisfläche nach demselben Schema in vier Klassen (Keimling, Mehrjährig, >15-30 cm, 30-130 cm) und wurde nur auf Totholz > 10 cm Mittendurchmesser durchgeführt.

#### Aufnahme des lebenden Bestandes

Die Erhebung der Bestandesdaten wurde in Form einer Vollaufnahme der Baumschicht ≥1,30 m Höhe durchgeführt. Mehrstämmige Sträucher wurden nicht in der Baumschicht, jedoch in der Strauchschicht und dort als eine Einheit erfasst. Die Lage der Bäume wurde mit Distanz und Winkel zum Probekreiszentrum festgehalten. Hierbei wurden die Distanz mit einem VERTEX IV und der Winkel mit einem Wyssen-Kompass gemessen. Beginnend bei 0 g wurde im Uhrzeigersinn vorgehend jeder Baum innerhalb des Probekreisradius von 9,77 m eingemessen und nach den folgenden Parametern angesprochen:

- Fortlaufende Baumnummer (für jeden Probepunkt mit 1 beginnend)
- Baumart
- Lage (gem. mit VERTEX IV (Distanz) und Wyssen-Kompass (Azimut)
- BHD [mm] (gem. mit π-Band)
   Baumhöhe [dm] (gem. mit VERTEX IV)
   Kronenansatz [dm] (gem. mit VERTEX IV)
- Schäden
- Fruktifikationsfähigkeit

Zusätzlich wurde die Krone eines jeden Baumes im Probekreis abgelotet. Dafür wurde die Ausladung der Kronen vom Stammzentrum in die Haupthimmelsrichtungen mit einem Zollstock abgeschlagen. Darüber hinaus wurden Lage, BHD, Höhe, Baumart und Kronenablotung aller Bäume ermittelt, deren Krone in den Probekreis ragte, deren Stammzentrum jedoch außerhalb des Kreises lag. Jeder lebende Stamm innerhalb des Probekreises, mit einem BHD ≥50 mm,

wurde dabei durch einen Nagel in einer Höhe von 1,3 m gekennzeichnet, der Richtung Probekreiszentrum gerichtet ist.

#### **Aufnahme des Totholzes**

Bei den Totholzaufnahmen wurde ebenfalls eine Vollaufnahme des Probekreises durchgeführt. Stehendes Totholz wurde ab einer Kluppschwelle von ≥5 cm BHD aufgenommen und Baumart, Lage, BHD und Höhe vermerkt. Des Weiteren wurde die Form des Totholzes (Schaft, Stöcke, Wurzelteller etc.) über den Zersetzungstyp festgehalten und der Fortschritt der Zersetzung über Zersetzungsgrad (fünfteilige Skala von "frisch tot" bis "Humus") und Entrindungsgrad angesprochen.

Liegendes Totholz wurde erst ab einem Mittendurchmesser (MDM) von ≥10 cm als solches erfasst. Im Gegensatz zu den bei stehendem Totholz aufgenommenen Parametern wurde hier statt BHD und Höhe, MDM und Länge gemessen. Zusätzlich wurde die Ausrichtung des Totholzes, die Anzahl der Pilzkonsolen und die prozentuelle Bedeckung der Mantelfläche durch Moose und Gefäßpflanzen erfasst.

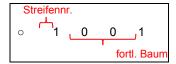
Für liegendes Totholz <10 cm wurde der Deckungsgrad anhand von Vergleichsgrafiken ermittelt.

#### 3.1.2 Profilstreifen

Die Lage der vier durch SIEBRECHT (1993) im Untersuchungsgebiet angelegten Profilstreifen (ST001 - ST004) wurde mit etwa 40 cm langen Baustahlstangen im Gelände fixiert, die jeweils am Anfangs- und Endpunkt der Mittelachse gesetzt wurden.

Im Verlauf des Profilstreifens ST003 markiert eine weitere Stahlstange den scharf durch einen Grad begrenzten Wechsel von Süd- auf Nordhang. Da durch diese Expositionsänderung auch ein Wechsel der Waldgesellschaft von einem *Erico-Pinetum sylvestris* (Südhang) zu einem *Adenostylo glabrae-Fagetum* (Nordhang) einhergeht (EICHBERGER & LANGER 2013), kann der Streifen ST003 an dieser Stelle sinnvoll in zwei Auswerteeinheiten geteilt werden (ST003a und ST003b). Alle vier Profilstreifen weisen unterschiedliche Längen zwischen 41,3 und 92,9 m und eine Breite von in etwa 10 m auf.

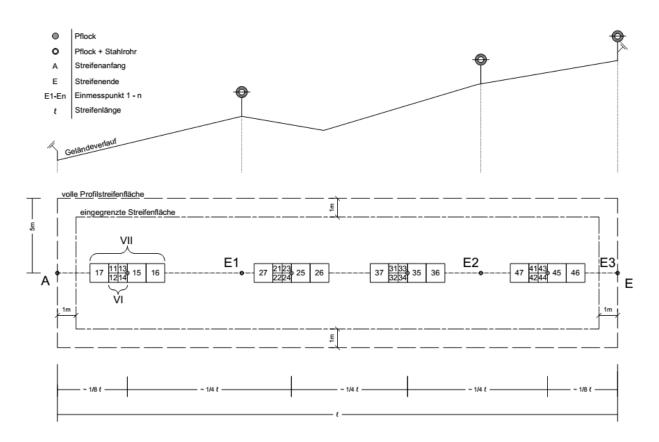
Die vermessenen Bäume wurden 1992 durch fortlaufend nummerierte Aluplättchen gekennzeichnet, die mit Nägeln meist talseitig am Stammfuß angebracht wurden. Im Zuge der Wiederaufnahme 2013/14 wurden beschädigte Aluplättchen durch Nachdruck der Originalnummer erneuert. Die neu eingemessenen Bäume wurden ebenfalls mit Aluplättchen markiert, die mit einem vierstelligen Nummerncode versehen wurden. Während die Tausenderstelle des Codes die Streifennummer wiederspiegelt, stehen alle weiteren Stellen für eine fortlaufende Nummerierung der neumarkierten Bäume zur Verfügung, die auf jedem Streifen mit eins beginnt (siehe Abb. 9).



**Abb. 9:** Aluplättchen des Streifens ST001 mit der fortlaufenden Baumnummer 001

Für die Vermessungsarbeiten 2013/14 wurden weitere Punkte entlang der Mittelachsen der Streifen eingerichtet (siehe Abb. 10), von denen aus die Lageparameter (Distanz und Azimut) der vermessenen Objekte erfasst wurden. Diese wurden durch Eisenrohre und Robinienpflöcke verortet. Da sich die Position dieser Einmesspunkte an der Einsehbarkeit im Gelände orientiert, sind diese nicht regelmäßig entlang der Mittelachse verteilt.

Für die Verjüngungsaufnahmen wurden ebenfalls in Anlehnung an den "ELENA"-Aufnahmeschlüssel vier Verjüngungsflächen (10, 20, 30, 40) verpflockt (siehe Abb. 10). Bei der Positionierung der längs entlang der Mittelachse angeordneten Verjüngungsflächen wurde darauf geachtet, dass diese sich nicht mit den Einmesspunkten überlappen. Daraus ergibt sich ebenfalls eine ungleichmäßige Verteilung der Verjüngungsflächen entlang der Mittelachsen der Streifen, die der Liste an Positionsdaten (Anhang 8.4) zu entnehmen ist.



**Abb. 10:** Versuchsdesign der Profilstreifen mit den nach dem Geländeverlauf gewählten Positionen der Einmesspunkte und der Positionierung der nach RUPRECHT & VACIK (2009) aufgebauten Verjüngungsflächen.

Zur besseren Auffindbarkeit wurde jeweils der dem Anfangs- und Endpunkt der Mittellinien nächstgelegene Baum durch einen blauen Ring gekennzeichnet und dies auch in den Aufnahmetabellen unter "Anmerkungen" vermerkt. Des Weiteren wurden die GPS-Koordinaten der Anfangs- und Endpunkte der Mittellinien festgehalten.

Bei den Aufnahmen der Profilstreifen wurden weitgehend dieselben Methoden angewandt, wie bei den Aufnahmen der fixen Probekreise, jedoch war es vereinzelt notwendig Anpassungen vorzunehmen, auf die im Folgenden hingewiesen wird.

#### **Standortsaufnahmen**

Die Standortsaufnahmen auf den Profilstreifen erfolgten wie unter Kapitel 3.1.1 beschrieben.

#### Verjüngungsaufnahmen

Bei den Aufnahmen der Verjüngung fand keine Unterteilung der Profilstreifenfläche in Sektoren statt, die mit den Kreissegmenten der Probekreise vergleichbar wären. Weiters ist zu erwähnen, dass die Verjüngung von 30-130 cm auf der vollen Profilstreifenfläche erhoben wurde. Diese ergibt sich aus einer fixierten Streifenbreite von 10 m und der jeweiligen Länge des Streifens. Die Streifen ST003a und ST003b stellen hinsichtlich ihrer Flächenform durch ihre Teilung einen Sonderfall dar, der im Kapitel 3.3.1 durch Tab. 4 und Abb. 12 näher erläutert wird.

#### Aufnahmen des lebenden Bestandes

Die Erhebungen des lebenden Bestandes fanden ebenfalls auf der vollen Fläche der Profilstreifen (10 m x Streifenlänge) statt. Um eine Vergleichbarkeit der Wiederholungsaufnahme mit den Erhebungen von SIEBRECHT (1993), als auch mit den erhobenen Daten der fixen Probekreise 2013/14 zu gewährleisten, wurde das Parameterset um die Variablen Lage, Kronenansatz und Kronenablotung erweitert.

Das zur Verfügung stehende Parameterset der Aufnahmen von SIEBRECHT (1993) enthält:

Erweiterung des Parametersets aus 1993 für die Aufnahmen 2013/14 durch:

- Baumnummer
- BHD [mm]
- Höhe [dm]
- IUFRO-Klassen
- Kronenverlichtungsklassen
- sonstige Schäden

- Lage (Azimut, Distanz)
- Kronenansatz [dm]
- Kronenablotung [dm]

#### **Aufnahmen des Totholzes**

Auch bei der Aufnahme des Totholzes ist die voller Profilstreifenfläche (10 m x Streifenlänge) untersucht worden.

#### 3.1.3 Verwendetes Messwerkzeug

<u>Positions- und Seehöhenbestimmung</u> wurden mit einem GPS-Gerät des Typs GARMIN<sub>®</sub> OREGON<sup>®</sup> 550t unter Verwendung des Koordinatensystems BMN M31 Bessel 1841 durchgeführt.

Alle <u>Vertikalwinkel</u>, <u>Objekthöhen (ab 2 m) und Distanzmessungen</u> erfolgten unter Verwendung eines VERTEX IV (Haglöf SWEDEN), während Horizontalwinkel mit einem Wyssen-Kompass (Meridian SWISS MADE) gemessen wurden.

Objekthöhen bis 2m wurden mit einem handelsüblichen Zollstock gemessen.

Für die Messung der <u>Wurzelhalsdurchmesser</u> und der <u>jährlichen Zuwächse</u> wurde eine handelsübliche Schiebelehre verwendet.

Die <u>Brusthöhendurchmesser</u> wurden mit Hilfe eines  $\pi$ -Bandes (TALMETER - Taljungberg Patent AB. SWEDEN) festgestellt.

#### 3.2 Datenauswertung der fixen Probekreise

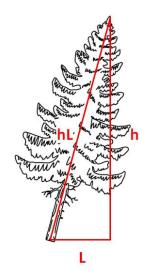
Die erhobenen Daten, wie auch die durch Frau DI Siebrecht (SIEBRECHT 2013) zur Verfügung gestellten Datensätze der Aufnahmen aus 1992 wurden digitalisiert und in dem Tabellenkalkulationsprogramm Microsoft Excel 2010 ausgewertet.

Die Erstellung von Grund- und Aufrissen der Stichprobenpunkte, wie auch der Profilstreifen erfolgte mit den Programmen "TREEDRAW" und "R-Statistics". Die Darstellung der Lageskizzen und schematischen Zeichnungen wurde mit Hilfe von "AutoCAD 2012" erzeugt.

Sämtliches Kartenmaterial wurde mit der Software "ESRI ArcGIS 10.2" erstellt.

#### 3.2.1 Bestandesanalyse

#### Baumhöhen schrägstehender Bäume



Um die tatsächliche Stammlänge schräg stehender Bäume genau zu erfassen, wurde die schräge Stammhöhe (hL) ermittelt (siehe Abb. 11). Hierfür wurde die Höhe vom Stammfuß bis zum höchsten Punkt der Krone (h), als auch die Ausladung dieses Punktes (L) gemessen. Über die Umformung des Pythagoreischen Lehrsatzes errechnet sich somit die schräge Stammhöhe (hl) mit der Wurzel aus Summe der quadrierten Werte von gemessener Höhe (h) und Ausladung (L).

$$hL = \sqrt{h^2 + L^2}$$

h = gemessene Höhe des Baumes [dm]

L = gemessene Ausladung des Baumes [dm]

*hL* = errechnete Höhe unter Berücksichtigung der Ausladung [dm]

**Abb. 11:** Schematische Darstellung eines schräg stehenden Baumes mit der gemessenen Höhe des Baumes (h), der Ausladung des Höchsten Punktes (L) und der unter Berücksichtigung der Ausladung errechneten Höhe (hL).

#### Volumen

Das Volumen stehender Stämme wurde errechnet, indem die Grundfläche der einzelnen Stämme mit ihrer Höhe und einer Formzahl multipliziert wurde.

$$V = \left(\frac{BHD}{1000}\right)^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \frac{h}{10} \cdot f$$

 $V = Vorrat [m^3]$ 

BHD = Brusthöhendurchmesser gemessen in 1,30 m [mm]

h = Höhe [dm]

*f* = Schaftholzformzahl

Die Formzahl wurde für jeden einzelnen Baum unter Berücksichtigung seiner Baumart, der Höhe und des Durchmessers (BHD) mit den jeweiligen Regressionskoeffizienten weiter berechnet. Stämme mit Brusthöhendurchmessern größer gleich 5 cm wurden mit der Formzahlfunktion nach POLLANSCHÜTZ (1974) und SCHIELER (1988) berechnet.

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

 $f_{SmR}$  = Formzahl Schaftholz mit Rinde

d = Brusthöhendurchmesser gemessen in 1,30 m [dm]

 $h = H\ddot{o}he [dm]$ 

 $b_1$ - $b_7$  = Regressionskoeffizienten

Die Formzahl für Bäume kleiner als 5 cm wurde mit einer Funktion nach JOHANN (1968) ermittelt.

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

 $f_{SmR}$  = Formzahl Schaftholz mit Rinde

*d* = Brusthöhendurchmesser [dm]

 $h = H\ddot{o}he [dm]$ 

 $b_1$ - $b_7$  = Regressionskoeffizienten

Zur Berechnung der Formzahlen für die einzelnen Baumarten wurden die Regressionskoeffizienten nach SCHIELER (1988) gewählt (siehe

Tab. 1). Für die Baumarten Bergkiefer (*Pinus mugo*) und Eibe (*Taxus baccata*) wurden die Koeffizienten der Baumart Zirbe (*Pinus cembra*) übernommen. Für die Baumarten Mehlbeere (*Sorbus aria*), Felsenbirne (*Amelanchier ovalis*) sowie *Sorbus X* wurden die Koeffizienten der Birke für die Berechnungen verwendet.

#### Koeffizienten der Formzahlfunktion nach Johann 1968 für BHD ≤ 5cm

	b0	b1	b2	b3	b4	b5	b6	JOHANN (1968)
orig.	0,1166	-0,3294	-0,6828	0,1488	0,8845	0,0000	-0,5825	≤ 5cm
umgerechnet	1,1660	-3,2940	-0,6828	1,4880	8,8450	0,0000	-0,0583	≤ 5cm

#### Koeffizienten der Formzahlfunktion nach Schieler 1988 für BHD ≥ 5cm

Baumart	b1	b2	b3	b4	b5	b6	b7	SCHIELER (1988)
Bergahorn	0,5010	-0,0352	-8,0718	0,0000	0,0352	0,0000	0,0000	≥ 5cm
Latsche	0,5257	-0,0335	7,3894	-0,1065	0,0000	0,0000	3,3448	≥ 5cm
Eibe	0,5257	-0,0335	7,3894	-0,1065	0,0000	0,0000	3,3448	≥ 5cm
Felsenbirne	0,4283	-0,0664	0,0000	0,0000	0,0000	8,4307	0,0000	≥ 5cm
Mehlbeere	0,4283	-0,0664	0,0000	0,0000	0,0000	8,4307	0,0000	≥ 5cm
Sorbus X	0,4283	-0,0664	0,0000	0,0000	0,0000	8,4307	0,0000	≥ 5cm
Rotkiefer	0,4359	-0,0149	5,2109	0,0000	0,0287	0,0000	0,0000	≥ 5cm

#### Koeffizienten der Formzahlfunktion nach Schieler 1988 für BHD 5-10.5cm

Baumart	b1	b2	b3	b4	b5	b6	b7	SCHIELER (1988)
Buche	0,5173	0,0000	-13,6214	0,0000	0,0000	9,9888	0,0000	5-10.5cm
Fichte	0,5634	-0,1273	-8,5502	0,0000	0,0000	7,6331	0,0000	5-10.5cm
Lärche	0,4873	0,0000	-2,0429	0,0000	0,0000	5,9995	0,0000	5-10.5cm
Tanne	0,5607	0,1547	-0,6558	0,0332	0,0000	0,0000	0,0000	5-10.5cm

#### Koeffizienten der Formzahlfunktion nach Schieler 1988 für BHD ≥ 10.5cm

Baumart	b1	b2	b3	b4	b5	b6	b7	SCHIELER (1988)
Buche	0,6863	-0,0372	-31,0674	-0,3863	0,2195	49,6163	-22,3719	≥ 10.5cm
Fichte	0,4682	0,0139	-28,2130	0,3747	-0,2888	28,2790	0,0000	≥ 10.5cm
Lärche	0,6094	-0,0456	-18,6631	-0,2487	0,1266	36,9783	-14,2040	≥ 10.5cm
Tanne	0,5802	-0,0307	-17,1507	0,0899	-0,0806	19,6610	-2,4584	≥ 10.5cm

**Tab. 1:** Für die Berechnung der Formzahl herangezogene Regressionskoeffizienten nach JOHANN (1968) und SCHIELER (1988).

#### Grundfläche

Die Berechnung der Grundfläche eines Stammes in Brusthöhe folgt der geometrischen Formel einer Kreisfläche und errechnet sich durch:

$$g = \left(\frac{BHD}{1000}\right)^2 \cdot \frac{\pi}{4}$$

 $g = Grundfläche [m^2]$ 

BHD = Brusthöhendurchmesser gemessen in 1,30 m Höhe [mm]

#### **Blow-up-Faktor**

Die durch einen aufgenommenen Baum repräsentierte Stammzahl und die damit verbundenen hektarbezogenen Werte wurden mit Hilfe des "Blow-up-Faktors" berechnet. Diese Methode basiert auf der Theorie, dass jeder durch den fixen Stichprobekreis erfasste Baum gleich vielen Bäumen der Grundgesamtheit entspricht und die repräsentierte Stammzahl proportional dem Flächenverhältnis von Grundgesamtheit und Stichprobe ist (STERBA 2009).

$$Blow - up - Faktor = \frac{Fläche\ der\ Grundgesamtheit\ [m^2]}{Fläche\ der\ Stichprobe\ [m^2]}$$

Für die hektarbezogenen Bestandeskennzahlen (V/ha, G/ha und N/ha) ergibt sich damit für eine Probeflächengröße von 300 m² je fixem Stichprobekreis folgender Blow-up-Faktor:

$$Blow - up - Faktor_{ha} = \frac{10.000 \, m^2}{300 \, m^2} = 33{,}3\dot{3}$$

#### 3.2.2 Verjüngungsanalyse

Aufgrund der unterschiedlichen Größen der Bezugsflächen, ergeben sich bei der Verjüngungsauswertung unterschiedliche Blow-up-Faktoren für die einzelnen Verjüngungsklassen (siehe Tab. 2).

Verjüngungs- klassen	Verjüngungsflächen	Flächen- größe	Anz. Verj.fl./ Probekreis	BF/ Verj.fläche	BF/ Probekreis
Keimlinge	11, 12, 13, 14, 21,,44;	0,25m²	16	40.000	2500
Mehrjährige	11, 12, 13, 14, 21,,44;	0,25m²	16	40.000	2500
Mehrjährige	15, 16, 17,25,,47;	1m²	12	10.000	833,33
>15-30cm	11, 12, 13, 14, 21,,44;	0,25m²	16	40.000	2500
>15-30cm	15, 16, 17,25,,47;	1m²	12	10.000	833,33
 30-130cm	ganzer Probekreis	300m²	1	33.33	33,33

**Tab. 2:** Blow-up-Faktoren für die Verjüngungsfläche und den Probekreis in den einzelnen Verjüngungsaufnahmeklassen.

Die Aufnahme der Verjüngung auf Totholz erfolgte im ganzen Probekreis und damit auf einer Fläche von 300 m². Somit ergibt sich ein, von der Verjüngungsklasse unabhängiger, Blow-up-Faktor von 33,33.

#### 3.2.3 Totholzanalyse

Um den Vorrat des stehenden Totholzes zu berechnen, wurde für jede Baumart eine Höhenkurve aus dem lebenden Bestand berechnet, mit deren Hilfe Referenzhöhen für die gemessenen Totholzstämme ermittelt werden konnten. Erreichte die gemessene Höhe des Totholzes weniger als 80 Prozent der Referenzhöhe aus der Höhenkurve, wurde das mit der Referenzhöhe berechnete Volumen mit den Reduktionsfaktoren nach BACHMANN (1970) reduziert. Lag die gemessene Höhe unter 10 Prozent der Referenzhöhe, wurde das Volumen mittels der Volumsformel eines Zylinders und den gemessenen Werten von Durchmesser und Höhe berechnet.

#### Höhenkurven zur Ermittlung des stehenden Totholzes

Es wurden für die einzelnen Baumarten die im Folgenden beschriebenen Höhenkurven nach Pollanschütz, Prodan und Petterson (STERBA 1991) getestet. Über die Datenanalysefunktion "Regression" in Microsoft Excel 2010 konnten mit den erhobenen Daten des lebenden Bestandes die Koeffizienten der drei Höhenkurven errechnet werden (siehe Tab. 3).

#### Pollanschütz

$$h = e^{a + \frac{b}{d}} + 1.3$$

 $h = H\ddot{o}he [m]$ 

*d* = Brusthöhendurchmesser [cm]

*a, b* = Regressionskoeffizienten

#### **Prodan**

$$h = \frac{d^2}{a + b \cdot d + c \cdot d^2} + 1.3$$

 $h = H\ddot{o}he [m]$ 

d = Brusthöhendurchmesser gemessen in 1,30 m Höhe [cm]

a, b, c = Regressionskoeffizienten

#### Petterson

$$h = \frac{1}{\left(a + \frac{b}{d}\right)^2} + 1.3$$

 $h = H\ddot{o}he [m]$ 

d = Brusthöhendurchmesser gemessen in 1,30 m Höhe [cm]

*a, b;* = Regressionskoeffizienten

Mit Ausnahme der Weißkiefer (Pinus sylvestris) wies die Funktion nach Prodan bei allen Baumarten das höchste Bestimmtheitsmaß (R²) auf und wurde deshalb für die weiteren Berechnungen herangezogen. Bei der Weißkiefer wurde die Höhenkurvenfunktion nach Petterson gewählt, da das vermessene stehende Totholz sich mehrheitlich in den niederen Durchmesserklassen findet und die Funktion nach Prodan in diesem Bereich Ungenauigkeiten erkennen ließ.

Trotz der Tatsache, dass die P-Werte der einzelnen Variablen (a, b, c) zum Teil nicht signifikant von Null verschieden sind, ist die gesamte Funktion in jedem Fall hochsignifikant (siehe Tab. 3, F krit.).

Baum-	HK-Fkt	R²	Stand	Fkrit	P-W	۷ert d. einz. ۱	/ar.	Korre	lationkoeffizi	enten
art	nach:		fehler	T MIX	а	b	С	а	b	С
Bah	Prodan	0,8444	14,3330	6,0937E-10	0,18246388	0,4953137	0,00936307	13,3028070	-0,7996071	0,0812066
Bu	Prodan	0,8697	16,7261	2,219E-169	0,12698951	5,231E-08	2,4059E-18	2,1381981	1,0265546	0,0418547
Fi	Prodan	0,9344	10,3507	4,5164E-15	0,14687445	0,01879284	0,41120596	6,4417773	1,3571601	0,0104819
La	Prodan	0,9778	7,6739	3,5693E-25	0,10852996	0,09866886	4,6393E-08	4,1474098	0,4188379	0,0339701
Mb	Prodan	0,9362	7,8267	0,00023262	0,32676744	0,79357994	0,03296951	6,6275009	-0,3671239	0,1446579
Nh	Prodan	0,8320	24,7866	5,9556E-43	0,08093517	0,08830288	0,00016622	7,0990993	0,7062323	0,0309685
Та	Prodan	0,9737	9,6814	6,6736E-49	0,0005046	3,3374E-05	1,5932E-07	7,7492272	0,9528518	0,0220062
Wki	Petterson	0,7428	0,0549	0,00097962	5,2581E-08	0,00097962	-	0,2524660	1,1870416	-

**Tab. 3:** Zur Herleitung des stehenden Totholzvolumens berechnete Höhenkurven nach Prodan und Petterson mit den errechneten Korrelationskoeffizienten und den Gütemaßen der einzelnen Funktionen. (HK-Fkt. = Höhenfunktion)

#### **Totholzstümpfe**

Zur Ermittlung des Stockvolumens nach MEYER (1999) wurden über den Durchmesser und die Höhe des Stockes ein mittlerer, sowie ein unterer Stockdurchmesser errechnet. Für den mittleren Stockdurchmesser (dm) wurde mit einer Durchmesserzunahme von 12 %/lfm gerechnet. Für den unteren Stockdurchmesser (du) mit einer Zunahme von 24 %/lfm.

$$V_{Stock} = \frac{\pi \cdot h_{Stock}}{6} \cdot \left( \left( \frac{d_{Stock}}{2} \right)^2 + 4 \cdot \left( \frac{d_m}{2} \right)^2 + \left( \frac{d_u}{2} \right)^2 \right)$$

 $V_{Stock}$  = Stockvolumen [m<sup>3</sup>]

 $h_{Stock}$  = Stocklänge [m]

 $d_{Stock}$  = gemessener Stockdurchmesser [m]

 $d_m$  = mittlerer Stockdurchmesser [m]

 $d_u$  = unterer Stockdurchmesser [m]

#### Abgrenzung des liegenden Totholzes

Bei den Aufnahmen des liegenden Totholzes wurde dieses immer in seiner vollen Länge erfasst. Um das errechnete Volumen auf die Probekreisfläche zu begrenzen und damit einen Flächenbezug zu erstellen, musste das Totholz in seiner Länge abgegrenzt werde. Mittels der Lageparameter des Stammanfangs (Azimut und Distanz) sowie der Ausrichtung und der Länge des Totholzes konnte dieses geometrisch mit dem Probekreisumfang verschnitten werden. Das Volumen dieser liegenden Totholzstämme wurde in weiterer Folge mit dieser abgegrenzten, errechneten Länge berechnet.

$$V_{Tot\,L} = MDM^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot l_{err.}$$

 $V_{Tot L}$  = Volumen [m<sup>3</sup>]

*MDM* = Mittendurchmesser der gesamten Totholzlänge [m]

 $l_{err.}$  = errechnete Länge [m]

## 3.3 Datenauswertung der Profilstreifen

Da die Außengrenzen der 1992 durch SIEBRECHT (1993) festgelegten Streifen nicht mehr eindeutig nachvollzogen werden konnten, wurden die Aufnahmen auf einer Streifenbreite von zehn Metern durchgeführt, jedoch nur ein begrenzter Teil der Streifenfläche zur Bestandesdatenauswertung herangezogen, der eine sichere Vergleichbarkeit der Daten erlaubt. Die Flächenbegrenzung erfolgte bei den Streifen ST001, ST002 und ST004, indem die Streifengrenzen um einen Meter nach innen versetzt wurden und sich somit die jeweilige Streifenlänge, wie auch die aufgenommene Streifenbreite um zwei Meter verringert (siehe Abb. 10 und Tab. 4). Da Streifen ST003 in die Streifen ST003a und ST003b geteilt wurde, mussten die Abgrenzungen dieser Streifen von deren Berührungspunkt um drei Meter zurückgesetzt werden, um ein Überlappen zu vermeiden (siehe Lageskizze ST003, Abb. 12 und Tab. 4). An den anderen Enden und in der Breite erfolgte ebenfalls ein Versetzen der Grenzen um einen Meter nach innen.

#### 3.3.1 Bestandesanalyse

Die methodischen Verfahren der Bestandesanalyse der Profilstreifen gleichten im Wesentlichen den unter Kapitel 3.2.1 beschriebenen Vorgehensweisen. Etwaige Anpassungen seien im Folgenden erwähnt.

#### **Blow-up-Faktor**

Aufgrund der unterschiedlichen Abmessungen der einzelnen Probestreifen und deren begrenzte Flächen (siehe

Tab. 4), ergeben sich unterschiedliche Blow-up-Faktoren für die Errechnung der Hektarwerte.

StprNr.	volle	Streifenab	messungen	eingegr	enzte Streif	fenabmessungen <sup>b</sup>
Stprivi.	Länge [m]	Breite [m]	volle Steifenfl. [m²]	Länge [m]	Breite [m]	eingegr. Streifenfl [m²]
ST001	68,8	10	688	66,8	8	534,4
ST002	92,9	10	929	90,9	8	727,2
ST003a	50	10	500 <sup>a</sup>	46	8	368 <sup>c</sup>
ST003b	41,3	10	413 <sup>a</sup>	37,3	8	298.4 <sup>c</sup>
ST004	72,1	10	721	70,1	8	560,8

<sup>&</sup>lt;sup>a</sup> volle Streifenflächen errechnen sich aus: voller Streifenlänge \* voller Streifenbreite mit Ausnahme der Streifen ST003a und ST003b

**Tab. 4:** Gegenüberstellung der vollen, sowie der eingegrenzten Streifenabmessungen.

<sup>&</sup>lt;sup>b</sup> eingegrenzte Streifenfläche errechnet sich aus: voller Streifenlänge - (1+1) \* voller Streifenbreite - (1+1)

c eingegrenzte Streifenfläche errechnet sich aus: voller Streifenlänge - (1+3) \* voller Streifenbreite - (1+1)

Die Grundrissflächen der Profilstreifen ST003a und ST003b stellen aufgrund ihrer Verschneidung eine Sonderform dar (siehe Abb. 12) und berechnen sich wie folgt:

$$A_{St} = L \cdot B - \left(\frac{x \cdot 10}{2}\right) \qquad \text{mit} \qquad x = \frac{\tan\left(100 - \left(\frac{\delta}{2}\right)\right)}{B}$$

 $A_{St}$  = volle Streifenfläche [m<sup>2</sup>]

L = Länge der Mittelachse des Streifens [m]

B = Breite des Streifens (10m) [m]

x = Höhe der sich durch den Verschnitt der beiden Streifen ergebenden Endfläche (A)

 $\delta$  = eingeschlossener Winkel der zwei Streifenachsen

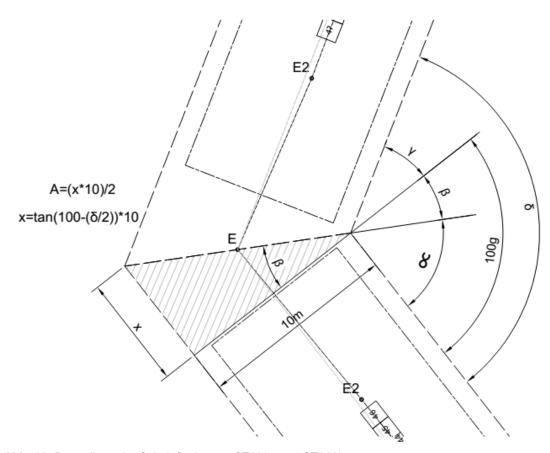


Abb. 12: Darstellung der Schnittfläche von ST003a und ST003b.

Die Hektarwerte der Bestandesparameter Volumen, Grundfläche und Stammzahl wurden dementsprechend mit den Blow-up-Faktoren berechnet, die sich aus den jeweiligen eingegrenzten Streifenflächen ergeben.

### 3.3.2 Vergleich der Verjüngungsaufnahmen

Die Aufnahme der Verjüngungsklasse 30-130 cm und die Verjüngung auf Totholz erfolgte auf der vollen Streifenfläche (10m x jeweiliger Streifenlänge). Aufgrund der fehlenden Lagebestimmung dieser Klassen wurde deren Aufnahmefläche auch in der Auswertung nicht begrenzt und die resultierenden Ergebnisse beziehen sich immer auf die volle Streifenfläche. Dementsprechend ergeben sich die Blow-up-Faktoren zu Errechnung der Hektarwerte aus den jeweiligen, unbegrenzten Streifenabmessungen.

Die weitere Verjüngungsanalyse erfolgte gemäß den unter Kapitel 3.2 beschriebenen Methoden.

## 3.3.3 Erfassung von liegendem Totholz

Die Erfassung des liegenden Totholzes erfolgte auch auf den Probestreifen, wie bereits unter Punkt 3.2.3 beschrieben, in seiner vollen Länge. Für die Längen jener Bäume, die aus der Probefläche ragen, erfolgte eine geometrische Abgrenzung durch die Ränder der eingegrenzten Streifenfläche (siehe 3.3).

# 3.3.4 Analyse der Bestandesentwicklung

Um die Bestandesentwicklung der einzelnen Probestreifen zu analysieren, konnte der Originaldatensatz genutzt werden, der von SIEBRECHT (1993) zur Verfügung gestellt wurde. Dieser Datensatz enthielt die fortlaufende Nummerierung der Aluplaketten der 1992 vermessenen Baumindividuen, sowie deren BHD [cm], Höhe [dm], eine IUFRO-Klassifizierung, deren Kronenverlichtungsgrad und eine Ansprache sonstiger Schäden. Für die Beurteilung der sonstigen Schäden wurden folgende Klassen unterschieden:

- 10...Wipfelbruch
- 20...Wipfeldürre
- 30...Steinschlag
- 40...Schälschäden
- 60...Verbissschaden

Zur Charakterisierung des Schädigungsgrades wurde dieser in drei Klassen angesprochen (1 – leicht, 2 – mittel, 3 – schwer).

### Rekonstruktion fehlender Bäume (BHD und Höhe)

Im Zuge der Auswertungen der Bestandesdaten der eingegrenzten Profilstreifen wurden alle Bäume deren Identität nicht durch eine nummerierte Aluplakette eindeutig gekennzeichnet war, oder deren Identität nicht rekonstruiert werden konnte (z.B. über Lageskizzen von SIEBRECHT 1993) als Einwuchs gewertet. Elf dieser Bäume wiesen jedoch einen Durchmesser auf, der abzüglich des Medians des gemessenen Zuwachses der erfassten Bäume der gleichen Baumart, über vier Zentimeter BHD lag und damit 1992 schon über der Kluppschwelle gewesen sein muss. Um die erhobenen Bestandesdaten aus den Jahren 1992 und 2013 vergleichen zu können,

mussten diese Bäume für das Jahr 1992 daher rekonstruiert werden. Zu diesem Zweck wurden BHD- und Höhenmesswerte gesicherter Baumpaare (mit positiven Durchmesserzuwächsen) der drei relevanten Baumarten (Buche, Tanne, Bergahorn) aus den Jahren 1992 und 2013 gegenübergestellt und ihr Zusammenhang durch eine Ausgleichsgerade beschrieben. Da bei der Baumart Bergahorn große Zuwachsunterschiede zwischen den fünf Streifen (ST001-ST004) beobachtet werden konnte und nur ein Baum des Streifens ST004 zu rekonstruieren war, wurde die Ausgleichsgerade in diesem Fall nur mit gesicherten Baumpaaren der Streifen ST003a und ST004 gebildet. Mit Hilfe der Funktion dieser Ausgleichsgeraden und den Messwerten aus 2013 konnten somit die in Tab. 5 angeführten BHD- und Höhenwerten für die elf Individuen für das Jahr 1992 rekonstruiert werden.

ID	2	013		BHD	-Zuwächse '9	92-'13	BHD '13 -	Α	usgleich	sgeraden <sup>a</sup>		err. Wer	te f. 1992
	Baumart	BHD	Höhe	max.	durchschn.	Med.	Median	BHD	R²	Höhen	R²	BHD	Höhe
001008	Bu	193	73	138	32	28	165	y = 0.8651x	0,9553	y = 0.9146x	0,802	167	67
001028	Bu	381	53	138	32	28	353	y = 0.8651x	0,9553	y = 0.9146x	0,802	330	48
001029	Bu	278	85	138	32	28	250	y = 0.8651x	0,9553	y = 0.9146x	0,802	240	78
001031	Bu	322	113	138	32	28	294	y = 0.8651x	0,9553	y = 0.9146x	0,802	279	103
002025	Bu	305	161	138	32	28	277	y = 0.8651x	0,9553	y = 0.9146x	0,802	264	147
003001	Bu	157	70	138	32	28	129	y = 0.8651x	0,9553	y = 0.9146x	0,802	136	64
003098	Ta	169	84	152	46	40	129	y = 0.8223x	0,9628	y = 0.854x	0,9603	139	72
003099	Ta	208	152	152	46	40	168	y = 0.8223x	0,9628	y = 0.854x	0,9603	171	130
003136	Bu	192	111	138	32	28	164	y = 0.8651x	0,9553	y = 0.9146x	0,802	166	102
004049	Bu	148	47	138	32	28	120	y = 0.8651x	0,9553	y = 0.9146x	0,802	128	43
004057	Bah	158	73	55	19	19	139	$y = 0.7202x^{b}$	0,9385	$y = 0.8263x^{b}$	0,9125	114	60

Angegebene Höhen in Dezimeter [dm], BHD in Millimeter [mm] und BHD-Zuwächse '92-'13 immer für die entsprechende Baumart in Millimeter [mm]

**Tab. 5:** Baumart, BHD und Höhe der elf Bäume, deren BHD- und Höhenwerte mit Hilfe der baumartenspezifischen Ausgleichsgeraden für das Jahr 1992 rekonstruiert wurden, sowie die BHD-Zuwächse der jeweiligen Baumart in der Periode 1992-2013. (max. - Maximal; durchschn. – durchschnittlich; Med. - Median)

Für die weitere Verarbeitung wurden die rekonstruierten Bäume in beiden Datensätzen (1992 und 2013) durch den Zusatz "XL" in der Spalte Anmerkungen gekennzeichnet.

<sup>&</sup>lt;sup>a</sup>Ausgleichsgeraden für BHD- und Höhenkurve wurden durch Wertepaare aller Streifen (ST001 - ST004) gebildet

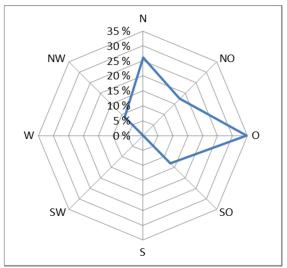
<sup>&</sup>lt;sup>b</sup>Ausgleichsgeraden für BHD- und Höhenkurve wurde durch Wertepaare der Streifen ST003a und ST004 gebildet

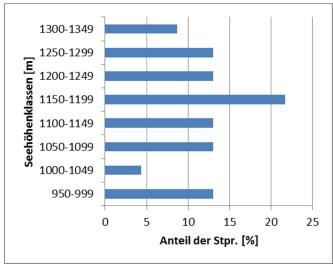
## 4 Ergebnisse

## 4.1 Standortscharakterisierung

#### **Exposition und Seehöhe**

Die Richtung Osten weisende Hauptexposition des Naturwaldreservates wird durch die tiefen Grabeneinschnitte des Mühlbach-, Blattach- und des Stieglasgrabens stark abgewandelt. Für die Standorte der untersuchten Pflanzengesellschaft des *Adenostylo glabrae-Fagetum* konnten die Exposition Nordwest, Nord, Nordost, Ost und Südost festgestellt werden. Wobei der überwiegende Teil der Probepunkte Richtung Osten und Norden ausgerichtet ist (siehe Abb. 13).





**Abb. 13:** Ausrichtung der erhobenen Probepunkte in der Pflanzengesellschaft des *Adenostylo glabrae-Fagetum.* (n=23)

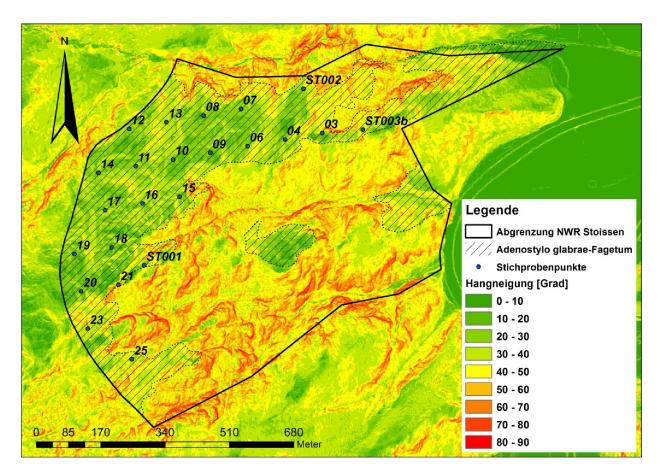
**Abb. 14:** Verteilung der Stichprobenpunkte über Seehöhenklassen mit jeweils 50 m Amplitude. (n=23)

Wie in Abb. 14 veranschaulicht liegen die untersuchten Standorte in einer Höhe von 960 m bis 1316 m und können zu 65 % der mittelmontanen (800 m – 1200 m), sowie zu 35% der hochmontanen Stufe (1200 m – 1450 m) zugeordnet werden (KILIAN et al. 1994).

#### Geländeneigung und Relief

Abb. 15 lässt erkennen, dass die Flächen des *Adenostylo glabrae-Fagetum* deutlich flacher geneigt sind als die beiden anderen Pflanzengesellschaften des *Erico-Pinetum sylvestris* und des *Rhododendro hirsuti-Pinetum prostratae*.

Trotzdem lagen die im *Adenostylo glabrae-Fagetum* aufgenommenen Stichprobenpunkte zu 65% über einer Hangneigung von 40% und wiesen eine mittlere Neigung von 49 ± 18% auf.



**Abb. 15:** Das Untersuchungsgebiet in roter Umrahmung und die von EICHBERGER & LANGER (2013) ausgewiesenen Pflanzengesellschaften hinterlegt mit der Hangneigung [Grad].

Betrachtet man die aufgenommenen Reliefformen wird erkannt, dass die Probepunkte auf Ebene des Makroreliefs am häufigsten als Mittelhang (40%), Oberhang (20%) oder Hangverflachung (20%) angesprochen wurden (siehe Abb. 16 - a).

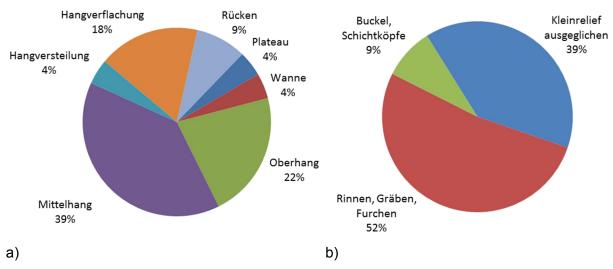


Abb. 16: Prozentueller Anteil der aufgenommenen Makroreliefformen (a) und Mikroreliefformen (b).

#### 4 Ergebnisse

Auf Ebene des Mikroreliefs wiesen 60% der Flächen eine Struktur auf, die mit Rinnen, Gräben oder Furchen beschrieben werden konnte. Neben der Ansprache von Buckeln und Schichtköpfen auf 10% der Probepunkte wurde auf den restlichen 30% ein ausgeglichenes Kleinrelief angesprochen (siehe Abb. 16 – b).

### **Boden**

Auf den rund 80 Bodenprofilen konnten "Moderrendzinen", "Kalklehmrendzina" und "Kalkbraunlehme", sogenannte Terra fusca Böden, beobachtet werden.

Rendzinen, welche aus der physikalischen und chemischen Verwitterung des Karbonatischen Grundgesteins entstehen (SCHACHTSCHABEL 1998) konnten in den höheren Lagen im westlichen Teil des NWRs angetroffen werden (siehe Abb. 17). Als häufigster Bodentyp wurde die Kalklehmrendzina (siehe Abb. 18 und Abb. 19) angesprochen, die eine Übergangsform zwischen der typischen Rendzina und dem Kalkbraunlehm darstellt (NESTROY et al. 2011). Der tonhaltige und dichte Karlkbraunlehm wurde nur an Stichprobenpunkt 011 festgestellt (siehe Abb. 20).

Während an den Rücken und Oberhängen meist seichtgründige Rendzinen anzutreffen waren, konnten sich in den Plateaulagen und Unterhangbereichen mittel- bis tiefgründige Kalklehmrendzinen und vereinzelt auch Terra fusca Böden entwickeln (HINTERSTOISSER et al. 1990).

Die Humusform wurde mehrheitlich als moderartiger Mull oder mullartiger Moder klassifiziert, wobei es in Unterhangbereichen und Mulden oft zu größeren Streuansammlungen kam.

Die Bodenfeuchte wurde im Bereich mäßig frisch bis frisch eingeordnet.



Abb. 17: Moderrendzina an Stichprobenpunkt 017



Abb. 18: Kalklehmrendzina an Stichprobenpunkt 014



Abb. 19: Kalklehmrendzina mit Bleichung an Stichprobenpunkt 012



Abb. 20: Kalkbraunlehm (Terra fusca) an Stichprobenpunkt 011

## **Bodenvegetationsverhältnisse**

StiprNr.	Mittlere Höh	e der Bodenve	getation [cm]	Во	denbede	eckung	[%]
Suprivr.	Ø MHB	min. MHB	max. MHB	Gefäßpflanzen	Moose	Streu	Offener Boden
003	31	20	35	58,21	0,36	36,43	0,00
004	17	10	35	19,11	0,54	73,57	0,71
006	7	0	25	13,04	2,50	76,79	0,54
007	21	20	25	57,68	8,75	21,25	0,00
800	0	0	0	1,79	1,07	79,82	0,00
009	17	0	25	37,39	1,25	56,07	0,71
010	0	0	5	2,14	5,36	75,71	0,36
011	0	0	0	2,32	1,61	73,21	0,71
012	19	10	30	80,54	1,07	11,96	0,00
013	0	0	0	4,29	0,18	90,36	0,00
014	0	0	0	1,61	0,36	79,11	0,89
015	12	0	30	38,36	10,54	37,14	0,00
016	3	0	15	11,79	1,79	68,93	0,18
017	13	0	25	30,89	14,64	43,21	1,96
018	18	10	25	60,71	3,04	30,36	0,00
019	8	0	20	16,25	3,04	66,25	0,00
020	7	0	30	6,07	6,43	63,57	0,00
021	15	5	35	76,96	1,96	9,46	0,00
023	6	0	30	11,96	1,61	80,54	0,00
025	14	0	20	59,82	3,96	32,32	0,00
ST001	20	20	20	19,29	0,18	73,57	0,36
ST002	7	0	20	9,46	5,27	72,50	0,00
ST003b	23	15	25	43,75	0,71	40,36	4,46
Mittel	11	5	21	28,84	3,31	56,20	0,47
Stabw.	±9	±7	±12	±25,77	±3,72	±24,21	±0,99

 Tab. 6: Bodenvegetationsverhältnisse an den Verjüngungsstandorten.

Tab. 6 stellt die durchschnittlichen Bodenvegetationsverhältnisse der Verjüngungsstandorte für die einzelnen Stichproben dar. Während 28,8% der Fläche durch Gefäßpflanzen bedeckt werden, konnte auf 56,2% der Verjüngungsflächen eine Bedeckung durch Streu festgestellt werden.

# 4.2 Ergebnisse der Auswertung der fixen Probekreise

#### 4.2.1 Bestandesanalyse

### **Bestandesstrukturparameter**

Auf den insgesamt 23 Probeflächen, die in der Waldgesellschaft des *Adenostylo-glabrae Fagetum* aufgenommen wurden und die sich aus 20 fixen Probekreisen, sowie 3 Profilstreifen zusammensetzen, konnten in Summe 11 Baumarten festgestellt werden. Neben den für diese Waldgesellschaft typischen Arten Buche, Fichte und Tanne konnten auch Bergahorn, Bergkiefer, Eibe, Felsenbirne, Lärche, Mehlbeere, Vogelbeere (Eberesche) und Rotkiefer beobachtet werden.

	V/ha [Vfm/ha]	<b>G/ha</b> [m²/ha]	_	V <sub>tot</sub> /ha [Vfm/ha]
Mittelw.	307	41	2116	38
Stabw.	± 98	± 9	± 1647	± 39

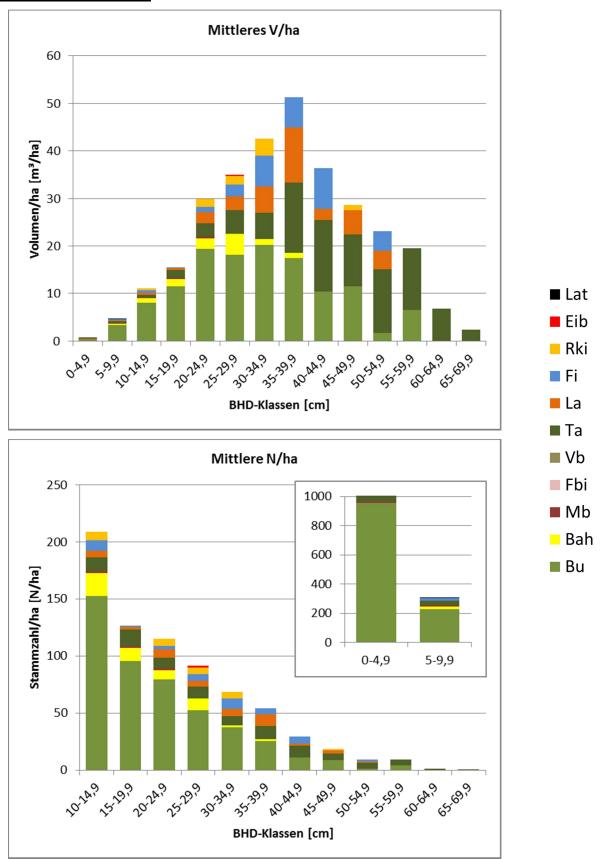
Tab.7:Bestandesstruktur-parameterVolumen(V/ha),Grundfläche(G/ha)undStammzahl(N/ha)alsmittlereHektarwerte.

Für die Fläche des *Adenostylo glabrae-Fagetum* konnte ein mittleres Volumen von 307 ± 98 Vfm pro Hektar und eine mittlere Grundfläche von 41 ± 9 m² pro Hektar errechnet werden (siehe Tab. 7). Bezügliche der ermittelten mittleren Stammzahl von 2116 ± 1647 Stämmen pro Hektar konnten große Unterschiede in den Anteilen der erfassten Baumarten festgestellt werden (siehe Tab. 8). Mit rund 79% ist die Buche mit Abstand die häufigste Baumart. Es folgen Tanne mit 7,7 %, Fichte und Bergahorn mit jeweils 3,9 % sowie 3,5 % und Lärche mit 3,3 %. Zusammen nehmen die restlichen Nadelhölzer Rotkiefer, Eibe und Latsche einen Anteil von 1,6 % und die verbleibenden Laubhölzer Mehlbeere, Felsenbirne und Vogelbeere einen Anteil von 1,1 % an der gesamten Stammzahl pro Hektar ein.

Baumart	Vo	lumeı	n/ha	Gru	ndfläd	che/ha	Star	nmzah	ıl/ha
Dauman	[Vfr	n/ha]	%	[m	²/ha]	%	[N	/ha]	%
Bu	129	±67	41,9	22	±9	52,4	1669	±1547	78,9
Bah	12	±15	3,9	2	±2	4,5	73	±63	3,5
Mb	1	±2	0,3	0	±0	0,4	21	±46	1,0
Fbi	0	±0	0,0	0	±0	0,0	1	±0	0,1
Vb	0	±0	0,0	0	±0	0,0	0	±0	0,0
Та	92	±93	30,0	9	±8	22,5	164	±187	7,7
La	34	±37	11,2	4	±4	8,9	71	±72	3,3
Fi	30	±34	9,7	3	±3	7,7	82	±93	3,9
Rki	9	±37	2,9	1	±6	3,4	30	±190	1,4
Eib	0	±0	0,1	0	±0	0,2	1	±0	0,1
Lat	0	±0	0,0	0	±0	0,0	3	±0	0,1
Gesamt	307	±98	100	41	±9	100	2116	±1647	100

**Tab. 8:** Absolut und Relativwerte der Bestandesstrukturparameter Volumen (V/ha), Grundfläche (G/ha) und Stammzahl (N/ha) als mittlere Hektarwerte für die einzelnen Baumarten (± Standardabweichung) und als Mittelwert über die erhobenen 23 Stichprobenpunkte (± Standardabweichung).

## **Durchmesserverteilungen**



**Abb. 21**: Verteilung des mittleren Volumens und der mittleren Stammzahl pro Hektar, sowie den Anteilen der jeweiligen Baumarten über die einzelnen BHD-Klassen. Um die Lesbarkeit zu erleichtern wurden die Stammzahlen der BHD-Klassen 0-4,9 cm und 5-9,9 cm in einem Detailfenster dargestellt.

Aus Abb. 21 kann entnommen werden, dass die BHD-Klassen unter 10 cm mehr als 50% (1353 von 2088 N/ha) der Stämme beinhalten und damit überproportional hohe Stammzahlen aufweisen. Die Verteilung der übrigen Stämme nimmt zu den stärkeren BHD-Klassen hin ab. Gut zu erkennen ist hier auch der, sowohl in Bezug auf das Volumen als auch auf die Stammzahl, dominierende Anteil der Buche. Bis zu einem BHD von 39,9 cm kann der größte Volumsanteil pro BHD-Klasse der Buche zugeschreiben werden. Der Anteil der Tanne ist hingegen in den unteren BHD-Klassen gering und wird mit steigender BHD-Klasse deutlich größer während die Stammzahl mit zunehmendem BHD nur schwach fällt. Die Fichte, deren mittleres Volumen (30 ± 34 Vfm/ha) etwa ein Drittel des Volumens der Tanne (92 ± 93 Vfm/ha) ausmacht, ist bis in die BHD-Klasse 50-54,9 cm mit schwach abnehmender Stammzahl zu finden und hält zwischen 20 cm und 54 cm den größten Anteil ihres Volumens. Mit der zweithöchsten Stammzahl ist der Bergahorn in der BHD-Klasse 10-14,9 cm vertreten. Während der Bergahorn mit steigendem BHD immer weniger Anteil an der Gesamtstammzahl einnimmt, ist im BHD-Bereich von 25-29,9 cm sein maximales Volumen ausgebildet. Die Lärche ist mit einer relativ gleichmäßigen Stammzahl bis zu einem BHD von 39,9 cm vertreten, in den höheren Klassen geht ihre Anzahl zurück. Ihren größten Volumsanteil stellt sie zwischen einem BHD von 20-49,9 cm.

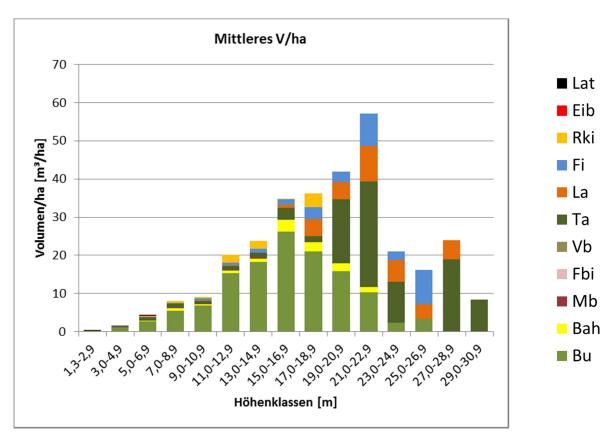
Die maximal erreichten Brusthöhendurchmesser und Höhen der erfassten Baumarten sind der Tab. 9 zu entnehmen.

Baumart	max. BHD	max. Höhe
Dadmart	[cm]	[dm]
Bu	52,9	26,9
Bah	38,6	21,8
Mb	22,4	14,1
Fbi	0,8	1,7
Vb	3	2,8
Та	68	29,8
La	58,8	27,6
Fi	53	26,8
Rki	45,5	19,8
Eib	25	6,7
Lat	7,8	1,9
·		

**Tab. 9:** Maximale BHD und Höhenwerte der erfassten Baumarten im Untersuchungsgebiet.

#### **Höhenverteilungen**

Auch mit zunehmender Höhenklasse kann erkannt werden, dass der Volumsanteil der Tanne, der Lärche und der Fichte steigt, während der der Buche zurückgeht (siehe Abb. 22). Auch wenn man die maximal gemessenen Höhen der Baumarten betrachtet, liegt die Tanne mit 29,8 m an erster Stelle vor der Lärche (27,6 m), der Buche (26,9 m) und der Fichte (26,8 m) (siehe Tab. 9).



**Abb. 22:** Verteilung des mittleren Volumens, sowie der Anteilen der jeweiligen Baumarten über die einzelnen Höhen-Klassen.

In Abb. 22 wird die Verteilung des Vorrates der einzelnen Baumarten über die Höhen-Klassen dargestellt. Hier wird deutlich, dass die Buche bis zu einer Bestandeshöhe von 21 m den Holzvorrat dominiert, während der Anteil der Fichte, der Lärche und besonders der Tanne am Bestandesvolumen ab den mittleren Höhen-Klassen stetig zunimmt und im oberen Bestandesdrittel klar überwiegen (siehe auch Tab. 10).

### Verteilung der Bestandesparameter auf die Bestandesschichten

'	1	Unterschicht	icht	Σ	Mittelschicht	ht	ō	Oberschicht	ht		Gesamt	mt
Baumart	<b>V/ha</b> [Vfm/ha]	<b>G/ha</b> [m²/ha]	<b>N/ha</b> [N/ha]	<b>V/ha</b> [Vfm∕ha]	<b>G/ha</b> [m²/ha]	<b>N/ha</b> [Wha]	V/ha [Vfm/ha]	<b>G/ha</b> [m²/ha]	<b>N/ha</b> [N/ha]	<b>V/ha</b> [Vfm/ha]	<b>G/ha</b> [m²/ha]	<b>N/ha</b> [Wha]
Bu	%0Z <b>Z</b>	3 75%	1256 86%	62 72%	11 74%	324 72%	59 28%	7 33%	89 42%	129 42%	22 52%	3 1669 79%
Bah	0 4%	0 4%	25 2%	2 5%	49 1	34 8%	7 3%	4%	15 7%	12 4%	2 4%	73 3%
Mb	0 3%	0 2%	17 1%	0 1%	0 1%	5 1%	%0 <b>0</b>	%0 0	%0 0	4 0%	%0 0	21 1%
Fbi	%0 <b>0</b>	%0 <b>0</b>	%0 <b>L</b>	%0 <b>0</b>	%0 0	%0 <b>0</b>	%0 <b>0</b>	%0 0	%0 0	%0 0	%0 0	%0 <b>L</b>
q>	%0 <b>0</b>	%0 0	%0 <b>0</b>	%0 <b>0</b>	%0 0	%0 <b>0</b>	%0 <b>0</b>	%0 0	%0 0	%0 0	%0 0	%0 <b>0</b>
Та	14%	0 12%	81 6%	%8 /	1 7%	32 7%	84 40%	8 35%	51 24%	92 30%	9 22%	. 164 8%
Га	0 1%	0 1%	28 2%	2 2%	0 2%	11 2%	32 15%	3 15%	32 15%	34 11%	4 9%	71 3%
ΙΞ	0 3%	0 3%	40 3%	2 5%	1 5%	23 5%	25 12%	2 11%	20 10%	30 10%	3 8%	82 4%
RK:	0 3%	0 2%	%0 9	%2 9	7 6%	19 4%	3 1%	0 2%	4 2%	9 3%	1 3%	30 1%
Eib	0 3%	0 2%	%0 <b>L</b>	%0 <b>0</b>	%0 0	%0 <b>0</b>	%0 0	%0 <b>0</b>	%0 <b>0</b>	%0 0	%0 0	%0 <b>L</b>
Lat	%0 0	%0 0	3 0%	%0 0	%0 0	%0 0	%0 0	%0 0	%0 0	%0 0	%0 0	3 0%
Gesamt	10 3.4	4 9.7	1457 68.9	<b>87</b> 28.4	<b>15</b> 37.0	<b>447</b> 21.1	<b>210</b> 68.2	<b>22</b> 53.3	<b>212</b> 10.0	307	41	2116

**Tab. 10:** Verteilung der Bestandesparameter Volumen, Grundfläche und Stammzahl über die Bestandesschichten und als Anteile der Baumarten in den Schichten.

Tab. 10 stellt die Verteilung der Bestandesparameter über die Bestandesschichten (US = 0-1/3, MS = 1/3-2/3, OS = 2/3-3/3 der Bestandeshöhe) dar.

Auch hier wird die deutliche, aber mit zunehmender Höhe der Bestandesschicht abnehmende, Dominanz der Buche hinsichtlich der Stammzahl pro Hektar. Ebenfalls gut zu erkennen ist die sprunghafte Zunahme des Volumsanteil der Nadelhölzer (Tanne, Lärche, Fichte) in der Oberschicht.

Betrachtet man die Stammzahlverläufe der Baumarten Tanne und Lärche sind in der Mittelschicht geringere Stammzahlen als in der Unterschicht, jedoch auch weniger Stämme als in der Oberschicht zu beobachten.

### H/D - Wert und Kronenprozent

Wesentlichen Einfluss auf die Stabilität des Einzelstammes haben der Aufbau der Krone und die Schaftform. Kronenprozent und Schlankheitsgrad (h/d – Verhältnis) sind durch den Anteil der Krone an der Gesamthöhe des Baumes, sowie das Verhältnis von Höhe zu Durchmesser definiert und können als Stabilitätskenngrößen für den einzelnen Stamm herangezogen werden. (BURSCHEL & HUSS 1997)

Baumart		US		MS			os		G	esamt
Daumant	n	H/D	n	H/D		n	ŀ	<b>√</b> D	n	H/D
Bu	854	178 ±100	231	75 ±33		63	66	±22	1148	151 ±81
Bah	19	74 ±30	27	81 ±27		11	78	±21	57	78 ±27
Mb	12	104 ±110	4	88 ±29					16	100 ±94
Fbi	1	213 ±0							1	213 ±0
Ta	55	112 ±123	18	67 ±13		39	53	±10	112	84 ±90
La	18	153 ±121	8	79 ±12		25	68	±20	51	100 ±74
Fi	32	91 ±62	15	99 ±13	1	15	58	±8	62	85 ±79
Rki	4	80 ±48	12	58 ±18		3	58	±0	19	63 ±26
Eib	1	27 ±0							1	27 ±0
Lat	2	106 ±52							2	106 ±52
Gesamt	998	<b>168</b> ±100	315	<b>76</b> ±41		156	63	±19	1469	<b>137</b> ±79

Baumart		US			MS			os		G	esaı	mt
Daumant	n	ŀ	<b>√</b> %	n	I	<b>√</b> %	n	I	<b>&lt;</b> %	n	ŀ	<b>(</b> %
Bu	854	66	±26	231	55	±16	63	58	±14	1148	64	±22
Bah	19	42	±17	27	38	±14	11	48	±9	57	41	±14
Mb	12	40	±24	4	47	±8				16	42	±22
Fbi	1	18	±0							1	18	±0
Ta	55	30	±88	18	58	±16	39	64	±17	112	46	±64
La	18	64	±19	8	43	±25	25	44	±13	51	51	±19
Fi	32	23	±165	15	57	±22	15	71	±17	62	43	±113
Rki	4	35	±14	12	41	±17	3	34	±25	19	39	±19
Eib	1	63	±0							1	63	±0
Lat	2	94	±8							2	94	±8
Gesamt	998	62	±57	315	53	±17	156	57	±17	1469	60	±42

**Tab. 11:** Mittlere H/D – Werte, sowie mittlere Kronenprozente für die einzelnen untersuchten Baumarten nach den Bestandesschichten aufgeschlüsselt.

Für die Waldgesellschaft des *Adenostylo glabrae-Fagetum* wurde der durchschnittliche H/D – Wert sowie das mittlere Kronenprozent für jede angetroffene Baumart berechnet und in Tab. 11 dargestellt.

### 4 Ergebnisse

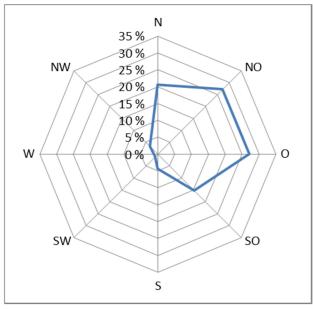
BURSCHEL & HUSS (1997) beschreiben die Standfestigkeit eines Einzelbaumes bis zu einem H/D von 80 als stabil. Betrachtet man die in Tab. 11 angeführten H/D – Werte der einzelnen Baumarten, kann beobachtet werden, dass die Fichte in der Oberschicht (58 ±100) unter und der Mittelschicht (99 ±109) deutlich über diesem Wert liegt. Die Tanne und Buche weisen sowohl in der Ober- wie auch in der Mittelschicht stabile Werte auf. Gleiches ist für die Lärche zu beobachten, die in der OS deutlich (68 ±20) und der MS (79 ±12) knapp unter dem Wert von 80 liegt. Als ein weiteres Indiz für die Individuelle Stabilität eines Baumes kann das Kronenprozent gesehen werden (BURSCHEL & HUSS 1997). Sowohl Fichte, Tanne als auch Buche weisen in Ober- und Mittelschicht Kronenprozente über 50% auf. Dies spricht neben den niedrigen H/D-Werte ebenfalls für einen stabilen Bestand.

Abb.

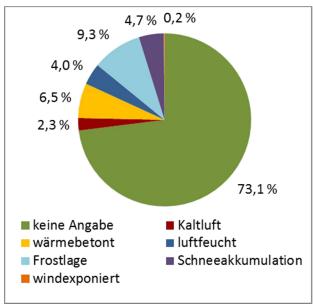
## 4.2.2 Verjüngungsanalyse

## Charakterisierung der Verjüngungsbedingungen

Bei der Verteilung der Ausrichtungen der einzelnen Stichproben zu Erhebung der Verjüngung über die Expositionen (siehe Abb. 23) spiegelt sich im Wesentlichen, ähnlich wie die Ausrichtungen der Probepunkte, die Hauptexposition des Naturwaldreservates Richtung Osten wieder. Ein überwiegender Teil der 92 untersuchten Flächen zeigte eine Exposition Richtung Nordosten und Osten.



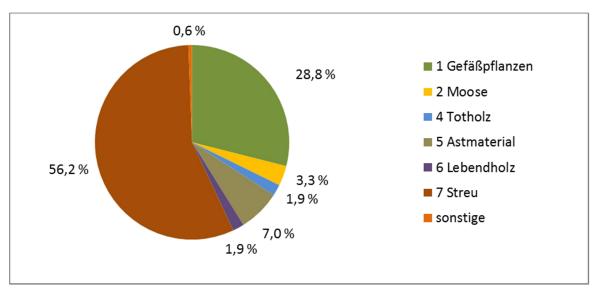
erhobenen



23: Ausrichtung der Abb. 24: Relative Häufigkeit der angesprochenen Pflanzengesellschaft Lokalklima. Kategorien mit einem geringeren Anteil als Verjüngungsstandorte der in "Adenostylo glabrae-Fagetum". (n=92)

1% wurden in diesem Diagramm nicht berücksichtigt. (n=644) Für die Ansprache des Lokalklimas wurde zwischen den sieben unterschiedlichen klimatischen

Besonderheiten "Kaltluft", "wärmebetont", "luftfeucht", "lufttrocken", "Frostlage", "windexponiert" und "Schneeakkumulation" unterschieden. In Abb. 24 sind die relativen Häufigkeiten der vorgefundenen Lokalklima dargestellt. In 73% der Fälle konnte die vorgefundene Situation keiner der sieben definierten Lokalklima zugeordnet werden und wurde daher mit "keine Angabe" festgehalten. Im Übrigen konnten mit absteigender Häufigkeit die klimatischen Besonderheiten "Frostlage" (9%), "wärmebetont" (7%), "schnee-akkumulation" (5%), "luftfeucht" (4%) und "Kaltluft" (2%) beobachtet werden. Des Weiteren wurde die Situation in 0,16% der Fälle als "windexponiert" beschrieben.



**Abb. 25:** Anteile der aufgenommenen Bodenbedeckungsformen in Prozent. Kategorien mit einem geringeren Anteil als 1% wurden in diesem Diagramm unter "sonstige" zusammengefasst. (n=644)

Die Untersuchungen der Bodenbedeckung ergaben, dass der überwiegende Teil von 56,2 % der untersuchten 368 m² Verjüngungsfläche mit Streu bedeckt ist (siehe Abb. 25). Gefäßpflanzen bedecken 28,8 % der Fläche und weisen im Mittel eine Vegetationshöhe von 11 ± 9 cm auf (siehe Tab. 6). Weitere 7,0 % sind durch die Kategorie "Astmaterial" bedeckt, in der sämtliches Totholz < 10 cm angesprochen wurde. Außerdem wurden die Flächen zu 3,3 % durch "Moose", 1,9 % durch "Totholz" und 1,9 % durch "Lebendholz" bedeckt. Der Rest der Fläche wurde durch "Flechten" (0,1 %), "Offenen Boden" (0,5 %), "Schutt" (0,03 %) und "Fels" (0,1 %) bedeckt und in Abb. 25 unter "sonstige" zusammengefasst.

Um die Verfügbarkeit von samenspendenden Bäumen auf den 23 Stichprobepunkten darzustellen, wurde diese in Form des relativen Vorkommens an fruktifikationsfähigen Bäumen für die einzelnen Baumarten in Tab. 12 veranschaulicht.

Die Buche ist auf allen 23 Probeflächen als Mutterbaum vertreten. Samenbäume der Tanne sind auf rund 73%, der Fichte auf 65% und des Bergahorns auf 61% der 23 Flächen zu finden.

StiprNr.	Bu	Bah	Mb	Fbi	Vb	Ta	La	Fi	Rki	Eib	Lat
%	100	60.9	21.7	0	0	73.9	52.2	65.2	26.1	4.35	4.35

**Tab. 12:** Relatives Vorkommen an fruktifikationsfähigen Bäumen über die 23 Stichprobenpunkte.

### Verjüngungssituation

Paumant	Keimlin	ige	≤15cm		>15-300	m	>30-130	cm
Baumart	N/ha	%	N/ha	%	N/ha	%	N/ha	%
Bu	1 ±17	0,1	43005 ±50410	53,0	3310 ±9176	79,7	1733 ±2868	73,4
Bah	326 ±1250	11,9	26412 ±29318	32,6	95 ±329	2,3	1 ±17	0,1
Mb		-	2175 ±6615	2,7	233 ±1253	5,6	26 ±77	1,1
Vb		-	3727 ±9946	4,0	16 ±179	0,4		-
Sorbus X		-	62 ±714	0,1		-	3 ±33	0,1
Та	2407 ±4512	87,9	4742 ±6104	5,8	172 ±1008	4,1	192 ±438	8,2
La		-		-		-	20 ±51	0,8
Fi	4 ±18	0,2	1014 ±3072	1,2	329 ±1019	7,9	378 ±441	16,0
Rki		-	1 ±17	0,0		-	1 ±17	0,1
Lat		-		-		-	4 ±30	0,2
Gesamt	2739 ±3994	100	81139 ±65183	100	4155 ±8047	100	2359 ±2807	100

**Tab. 13:** Mittlere Verjüngungszahlen auf Waldboden und Totholz in den vier Klassen "Keimlinge", "≤15 cm", ">15-30 cm" und ">30-130 cm", getrennt für einzelne Baumarten in absoluten und relativen Häufigkeiten.

Tab. 13 lässt erkennen, dass nur von vier Baumarten (Bergahorn, Buche, Fichte und Tanne) Keimlinge durch die Aufnahmen erfasst werden konnten. Mit 2407 ± 172 Pflanzen pro Hektar stellt die Tanne hier mit Abstand die meisten Keimlinge vor dem Bergahorn (326 ±37). Betrachtet man die Verjüngungszahlen der einzelnen Klassen ist festzustellen, dass in der Klasse der Mehrjährigen < 15 cm die meisten Individuen zu finden sind. Dies ist vor allem auf die hohen Pflanzenzahlen des Bergahorns mit 26412 ± 1270 und besonders der Buche mit 43005 ± 2171 zurückzuführen. Auch in den höheren Klassen ist der größte Anteil der Pflanzen der Buche zuzuschreiben. Die Verjüngungszahlen des Bergahorns dessen Keimlinge und Mehrjährige < 15 cm am zweithäufigsten zu finden sind, fallen jedoch in den höheren Klassen ("15-30cm" und "30-130") stark zurück. Tanne und Fichte sind in allen vier Klassen vertreten und zählen neben der Buche zu den drei häufigsten Baumarten in der Verjüngungsklasse 30-130 cm.

## Verjüngung auf Totholz

Baumart		Keimli	nge		≤15cm	1		>15-30	cm		>30-130	)cm
Dauman	1	N/ha	%	N	l/ha	%	1	V/ha	%	1	N/ha	%
Bu	1	±0	4,6	23	±83	27,7	3	±0	12,0	9	±15	23,5
Bah	-	-	-	14	±19	16,9	1	±0	4,0	-	-	-
Mb	-	-	-	1	±0	1,2	-	-	-	-	-	-
Vb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sorbus X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Та	16	±72	73,6	22	±28	26,5	1	±0	4,0	9	±19	23,5
La	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	±0	5,9
Fi	4	±0	18,4	20	±154	24,1	19	±44	76,0	16	±28	47,1
Rki	-	-	-	1	±0	1,2	-	-	-	-	-	-
Lat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	_
Gesamt	22	±50	100	83	±141	100	25	±43	100	36	±59	100

**Tab. 14:** Mittlere Verjüngungszahlen auf Totholz in den vier Klassen "Keimlinge", "Mehrjährige ≤15 cm", "Mehrjährige 15-30 cm" und "Mehrjährige 30-130 cm", sowie für die einzelnen Baumarten in absoluten und relativen Zahlen.

Von den in Tab. 13 dargestellten gesamten Verjüngungszahlen (Verjüngung auf Waldboden und Totholz) ist, wie aus Tab. 14 hervorgeht nur ein relativ kleiner Teil auf Totholz zu finden. Auch auf Totholz nimmt die Tanne mit 16 ±2 Individuen pro Hektar den größten Keimlingsanteil ein.

Sehr ähnliche Verjüngungszahlen konnten für die Baumarten Buche (23  $\pm$ 2), Tanne (22  $\pm$ 1) und Fichte (20  $\pm$ 3) in der Klasse der Mehrjährigen <15 cm errechnet werden. In den höheren Verüngungsklassen sticht die Fichte hervor, da sie in der Klasse der 15 – 30 cm hohen Pflanzen mit Abstand die höchsten Individuenzahlen auf Totholz zeigt und auch in der Klasse der Mehrjährigen zwischen 30 – 130 cm den größten Anteil hält, wenngleich die Verjüngungszahlen in dieser Klasse stark zurückgehen.

Zur besseren Vergleichbarkeit wurden die beobachteten Verjüngungszahlen auf Totholz zusätzlich zur Hektarbasierten Auswertung auf die Quadratmeter der vorhandenen verjüngungsfähigen Totholzfläche (Zersetzungsklasse B – E) bezogen. Im Mittel ergibt sich so eine Anzahl von 1,92 Verjüngungspflanzen pro m² Totholz für die Untersuchungsfläche. (siehe Tab. 15)

Baumart	Keimlinge		≤ 1	≤ 15 cm		30 cm	> 30-	130 cm	Pflanzen
Baamart .	n	%	n	%	n	%	n	%	pro m²
Bu	1	6,67	16	28,07	2	11,76	6	24,00	0,42
Bah			10	17,54	1	5,88		0,18	
Mb			1	1,75					0,02
Vb									0,00
Sorbus X									0,00
Та	11	73,33	15	26,32	1	5,88	6	24,00	0,55
La							2	8,00	0,03
Fi	3	20,00	14	24,56	13	76,47	11	44,00	0,69
Rki			1	1,75					0,02
Lat									0,00
Gesamt (n)	15	100	57	100	17	100	25	100	
Gesamt (n/m²)	0,25		0,96		0,29		0,42		1,92
Stabw.	±0,41		±1,38		±0,47		±1,50		±2,83

**Tab. 15:** Verteilung der aufgenommenen Verjüngungszahlen auf Totholz für die einzelnen Baumarten in den vier Verjüngungsklassen und bezogen auf die verjüngungsfähige Totholzfläche aller aufgenommenen Stichprobenpunkte (59,50 m²).

### **Höhenzuwächse**

Um den Höhenzuwachs der Verjüngung zwischen 15 und 130 cm zu ermitteln wurden die Terminaltrieblängen der letzten fünf Jahre mit einer handelsüblichen Schiebelehre in Millimetern gemessen und Durchschnittswerte für jede Baumart, getrennt nach den Verjüngungsklassen, berechnet (siehe Tab. 16). Für die Berechnungen wurden nur Verjüngungspflanzen herangezogen deren Terminaltrieb nicht verbissen wurde.

Baumart	>	15-3	0cm	>:	30-13	30cm
Daumant	mittle	erer	HZ [mm]	mittle	erer	HZ [mm]
Bu	(n=63)	9	±7,5	(n=717)	15	±8,0
Bah	(n=3)	8	±1,5	(n=0)	-	-
Mb	(n=3)	7	±6,8	(n=12)	27	±31,8
Vb	(n=1)	3	±0,0	(n=0)	-	-
Sorbus X	(n=0)	-	-	(n=2)	11	±0,7
Та	(n=4)	12	±3,9	(n=88)	18	±5,9
La	(n=0)	-	-	(n=14)	34	±10,3
Fi	(n=26)	17	±8,5	(n=277)	18	±7,8
Rki	(n=0)	-	-	(n=1)	23	±0,0
Lat	(n=0)	-	-	(n=3)	35	±19,3
Gesamt	(n=100)	11	±8,2	(n=1114)	16	±8,9

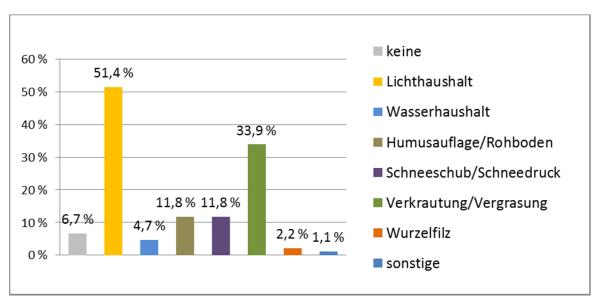
**Tab. 16:** Der mittlere Höhenzuwachs der letzten vier Jahre und dessen Standardabweichung für die einzelnen Baumarten in den Verjüngungsklassen "Mehrjährige 15-30 cm" und "Mehrjährige 30-130 cm".

Die höchsten durchschnittlichen Höhenzuwächse konnten mit  $35 \pm 19,3$  mm und  $34 \pm 10,3$  mm bei der Birke und Lärche in der Klasse der 30 - 130 cm hohen Pflanzen festgestellt werden. Sich ähnelnde durchschnittliche Zuwächse wiesen die Buche ( $15 \pm 8,0$  mm), die Fichte ( $18 \pm 7,8$  mm) und die Tanne ( $18 \pm 5,9$  mm) in derselben Verjüngungsklasse auf. Während die Fichten in den beiden untersuchten Verjüngungsklassen relativ ähnliche Durchschnittszuwächse zeigte (Mehrj. >15-30 cm:  $17 \pm 8,5$  mm; Mehrj. >30-130 cm:  $18 \pm 7,8$  mm), konnte bei den anderen Baumarten ein stärkerer Zuwachs in der Klasse >30 - 130 cm festgestellt werden, der sich auch im errechneten durchschnittlichen Gesamtzuwachs über alle Baumarten in den beiden Verjüngungsklassen niederschlägt (Mehrj. >15-30 cm:  $11 \pm 8,2$  mm; Mehrj. >30-130 cm:  $16 \pm 8,9$  mm).

#### Verjüngungsschäden

Zur Ansprache etwaiger Verjüngungshemmnisse auf den Verjüngungsstandorten wurde zwischen 15 Kategorien an Hemmnissen differenziert. Auf 51,4 % der Verjüngungsstandorte wurde der Lichthaushalt als Problem für die Verjüngung erkannt. Eine Verjüngungshemmnis durch Verdämmung oder Nährstoffkonkurrenz aufgrund von Verkrautung und Vergrasung konnte auf 33,9 % der Flächen festgestellt werden.

Schlechte Keimvoraussetzungen wurden auf 11,8 % der Flächen durch eine ungünstige Humusauflage oder Rohboden verursacht, sowie der Bruch von Stämmchen oder die Entwurzelung von Pflanzen in Folge von Schneeschub/-druck ebenfalls auf 11,8 % der Flächen beobachtet werden konnte. Außerdem wurde in einigen Fällen der Wasserhaushalt (4,7 %) und Wurzelfilz (2,2 %), sowie Schneehäufung (0,2 %) und Schalenwildverbiss (0,9 %) als verjüngungshemmend angesprochen. (siehe Abb. 26)



**Abb. 26:** Relative Häufigkeit der angesprochenen Verjüngungshemmnisse. Kategorien mit einem geringeren Anteil als 1% wurden in diesem Diagramm unter "sonstige" zusammengefasst. Aufgrund von Mehrfachbelegungen ergibt die Gesamtsumme der Häufigkeiten mehr als 100%. (n=644)

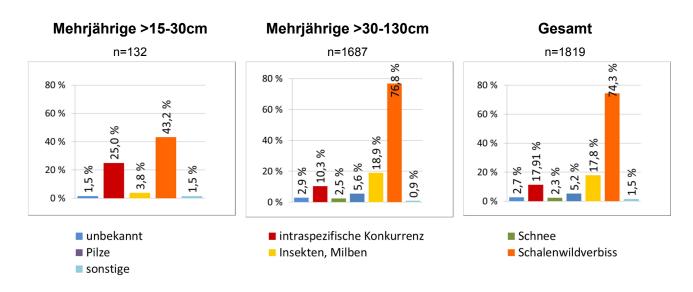
Um die mehrjährigen Verjüngungspflanzen der Klassen >15-30 cm und >30-130 cm hinsichtlich ihrer Vitalität zu beurteilen, wurde diese in drei Kategorien (1 = Sehr gut, 2 = Mittel, 3 = Schlecht) angesprochen. Es zeigte sich, dass die aufgenommene Verjüngung in diesen Klassen im Schnitt eine mittlere Vitalität aufweist und nur einzelne Baumarten von diesem Durchschnitt abweichen (siehe Tab. 17). Nur bei Lärche (1  $\pm$ 0,48) und Rotkiefer (1  $\pm$ 0,00) konnte die Vitalität mit "Sehr gut" bezeichnet werden, wobei besonders bei der Rotkiefer die geringe Anzahl erhobener Individuen beachtet werden muss (Wki n=1). Die untersuchten Tannenindividuen wiesen indes nur eine "schlechte" Vitalität auf und fielen daher im Durchschnitt in die Vitalitätsklasse 3 (Mehrj. 15-30 cm =  $3 \pm 0,63$ ; Mehrj.  $30-130 = 3 \pm 0,48$ ).

Baumart	>	15-3	0cm	>3	0-13	30cm
Daumant	mittlere Vitalität			mittle	ere '	Vitalität
Bu	(n=89)	2	±0,60	(n=1219)	2	±0,57
Bah	(n=7)	2	±0,58	(n=1)	2	±0,00
Mb	(n=3)	2	±0,00	(n=18)	2	±0,59
Vb	(n=1)	2	±0,00	(n=0)	-	-
Sorbus X	(n=0)	-	-	(n=2)	2	±0,00
Та	(n=6)	3	±0,63	(n=138)	3	±0,48
La	(n=0)	-	-	(n=14)	1	±0,48
Fi	(n=26)	2	±0,72	(n=291)	2	±0,64
Rki	(n=0)	-	-	(n=1)	1	±0,00
Lat	(n=0)	-	-	(n=3)	2	±1,00
Gesamt	(n=132)	2	±0,41	(n=1687)	2	±0,60

**Tab. 17:** Die mittlere Vitalität und deren Standardabweichung für die einzelnen Baumarten in den Verjüngungsklassen "Mehrjährige 15-30 cm" und "Mehrjährige 30-130 cm".

Betrachten man die Werte der aufgenommenen Beeinträchtigung an der Verjüngung zwischen >15 – 130 cm (siehe Abb. 27) wird ersichtlich, dass der Schalenwildverbiss (74,3%), die intraspezifische Konkurrenz (17,9%) und die Schädigung durch Insekten oder Milben (17,8%) mit Abstand am häufigsten als Beeinträchtigung aufgenommen wurden. Während das Schädigungsprozent durch die intraspezifische Konkurrenz mit zunehmender Höhe stark abnimmt (-15%), kann sowohl eine Zunahme der Schädigung durch Insekten und Milben (+15%) wie auch durch das Schalenwild (+33%) verzeichnet werden.

In geringem Ausmaß wurden auch Schäden durch "Hagel und Platzregen" (0,7%), "Konkurrenz durch Sträucher" (0,1%), "Mäuseverbiss" (0,1%), "Hasenverbiss" (0,6%) und "Fegeschäden" (0,1%) bemerkt und in der Kategorie "sonstige" zusammengefasst. Bei 2,8% der Pflanzen wurde ein Schaden vermerkt, der seinem Ursprung nicht einwandfrei zugeordnet werden konnte.

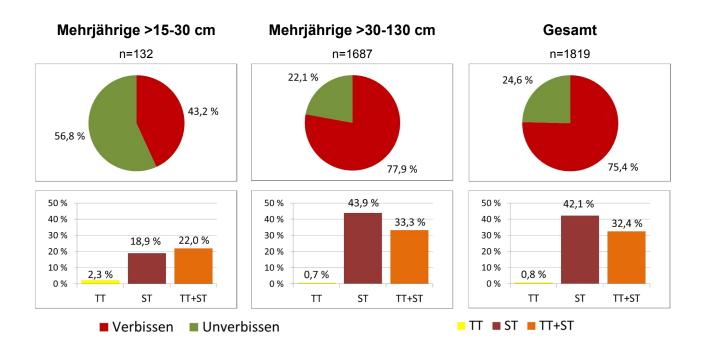


**Abb. 27:** Verteilung der aufgenommenen Beeinträchtigungen an der Verjüngung in den Klassen "Mehrjährige 15-30cm" und "Mehrjährige 30-130 cm". Schadursachen mit einem geringeren Anteil als 1% wurden in diesem Diagramm unter "sonstige" zusammengefasst. Aufgrund von Mehrfachbelegungen ergibt die Gesamtsumme der Häufigkeiten mehr als 100%.

Abb. 28 verdeutlicht den Anteil durch Schalenwild verbissener Pflanzen in den jeweiligen Verjüngungsklassen, sowie für die gesamte Verjüngung zwischen 15 und 130 cm. Es ist zu bemerken, dass der Anteil des Terminaltriebverbisses am Gesamtverbiss mit zunehmender Höhe der Verjüngungspflanzen abnimmt. Dies verdeutlicht sich neben dem Rückgang des Anteils rein terminaltriebverbissener Pflanzen (Mehrj. >15-30 cm: 2,3%; Mehrj. >30-130 cm: 0,7%) auch in der anteilsmäßigen Abnahme von terminal- und seitentriebverbissenen Individuen (Mehrj. >15-30 cm: 22,0%; Mehrj. >30-130 cm: 0,7%). Im Gegensatz dazu ist der Anteil des reinen Seitentriebverbisses am Gesamtverbiss an Pflanzen über 30 cm mehr als doppelt so groß wie zwischen 15 und 30 cm hohen Bäumchen (Mehrj. >15-30 cm: 18,9%; Mehrj. >30-130 cm: 43,9%).

Es muss jedoch ebenfalls berücksichtigt werden, dass der Anteil verbissener Pflanzen mit der Höhe stark zunimmt. Mehrjährige Pflanzen über 30 cm wurden um rund 35% öfter verbissen als Individuen der Klasse >15-30.

Der Gesamtanteil verbissener Pflanzen von 75,4% über beide Verjüngungsklasse (>15-130 cm) setzt sich aus einem reinen Seitentriebverbiss von 42,1%, einem Terminal- und Seitentreibverbiss von 32,4% und einem reinen Terminaltriebverbiss von 0,8% zusammen. Der Gesamtanteil terminaltriebverbissener Pflanzen beläuft sich somit auf rund 43%.



**Abb. 28:** Anteil verbissener und unverbissener Pflanzen an der aufgenommenen Gesamtpflanzenzahl der Verjüngungsklassen "Mehrjährige 15-30cm" und "Mehrjährige 30-130 cm", sowie die Verteilung der verbissenen Pflanzen hinsichtlich der Verbissarten "reiner Terminaltriebverbiss" (TT), "reiner Seitentriebverbiss" (ST) und "Terminalund Seitentriebverbiss" (TT+ST).

Führt man sich die Verbissprozente der einzelnen Baumarten vor Augen (siehe Tab. 18), ist zu erkennen, dass der Großteil der Baumarten unter erheblichem Verbiss leidet. Der hohe Verbissschaden von 100% bei Ebereschen und Sorbuspflanzen muss unter Berücksichtigung der geringen Anzahl an untersuchten Individuen interpretiert werden (Eberesche: n=1, Sorbus X: n=2). Aussagekräftiger sind die Verbissprozente der 144 Tannenindividuen, die zu 97,9% verbissen wurden. Ebenfalls stark verbissen sind Buche (90,1%), Mehlbeere (81,0%) und Bergahorn (75,0%). Mit 7,9% muss die Fichte einen deutlich geringeren Verbissdruck ertragen. An Bergkiefer, Rotkiefer und Lärche konnte kein Verbiss festgestellt werden, wobei bei Bergkiefer und Rotkiefer erneut auf die geringe Anzahl untersuchter Pflanzen hingewiesen sei.

## 4 Ergebnisse

Baumart	Anz.	Verb	oissen	Termi	naltrieb	Seite	ntrieb		inal- u. entrieb	Ant. Verb. Seitentriebe
	Pflanzen	N	%	N	%	N	%	N	%	%
Bu	1308	1179	90	1	0	651	50	527	40	30
Bah	8	6	75	3	38	1	13	2	25	57
Mb	21	17	81	0	0	11	52	6	29	35
Fbi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vb	1	1	100	0	0	1	100	0	0	20
Sorbus X	2	2	100	0	0	2	100	0	0	68
Ta	144	141	98	0	0	89	62	52	36	3
La	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fi	317	25	8	11	3	11	3	3	1	0
Rki	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lat	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gesamt	1819	1371	75	15	1	766	42	590	32	38

**Tab. 18:** Die Anzahl aufgenommener Verjüngungspflanzen jeder Baumart der Klassen "Mehrjährige 15-30cm" und "Mehrjährige 30-130 cm", sowie der Anteil verbissener Pflanzen in absoluten und relativen Zahlen. Zusätzlich wird die Gesamtzahl verbissener Pflanzen hinsichtlich der Verbissarten in "Terminaltrieb", "Seitentrieb" sowie "Terminal und Seitentrieb" unterschieden. Außerdem wird der mittlere Prozentsatz verbissener Seitentriebe angeführt ("Ant. verb. Seitentriebe").

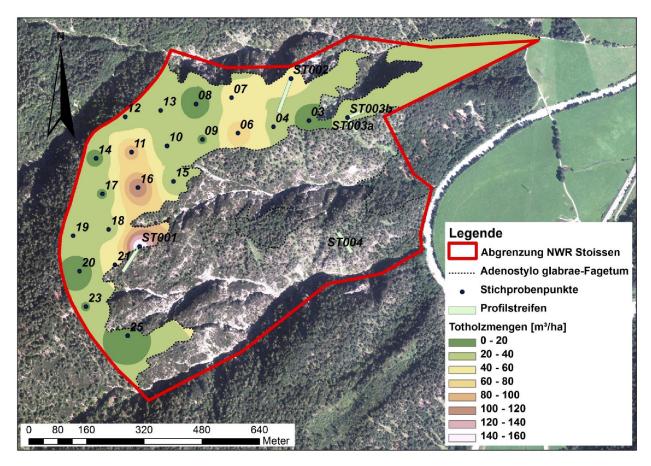
# 4.2.3 Totholzanalyse

In der vorliegenden Arbeit wurde Totholz in vier Kategorien angesprochen. Neben Stöcken, stehenden sowie liegenden Totholzelementen mit einem Durchmesser von mehr als 10 cm, wurde auch der Deckungsgrad des flächig liegenden Totholzes mit einem Durchmesser kleiner als 10 cm angesprochen.

	To								
Stöcke stehend liegend Summe									
Mittel	6,6	19,5	12,1	38,1	12,4				
Stabw.	±5	±32	±19	±39					

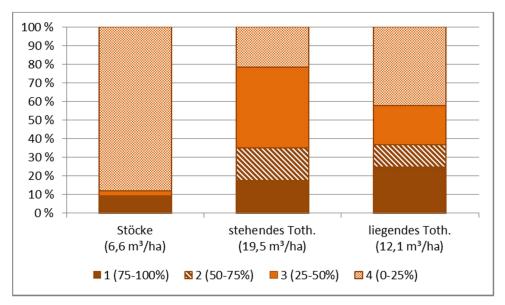
**Tab. 19:** Mittleres Totholzvolumen mit Standardabweichung für die Waldgesellschaft des Adenostylo glabrae-Fagetum in den Aufnahmekategorien "Stöcke", "stehendes Totholz" und "liegendes Totholz", sowie als Gesamtwert und Prozent des Lebenden Bestandesvorrats (Vleb).

Die durchschnittliche Gesamttotholzmenge je Hektar in der Untersuchten Waldgesellschaft des *Adenostylo glabrae-Fagetums* beläuft sich auf 38,1 ± 39 m³/ha und setzt sich zum überwiegenden Teil aus stehendem Totholz (19,5 ± 32 m³/ha) zusammen (siehe Tab. 19). Wenn eine Extrapolation der erhobenen Totholzmengen auf den Stichprobenpunkten über die Gesamtfläche durchgeführt wird, ist eine sehr unregelmäßige Verteilung des Totholzvorrates über die Fläche zu bemerken (siehe Abb. 29) der von einem Minimalwert von 1,8 m³/ha (StiprNr. 8) bis zu maximal 121,3 m³/ha (StiprNr. 16) schwankt.

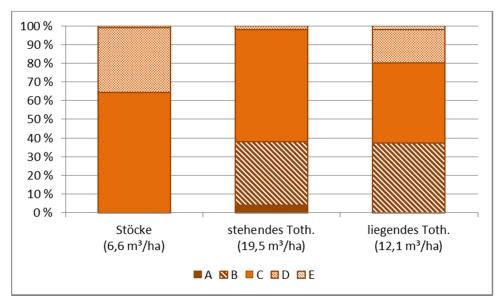


**Abb. 29:** Die Menge des auf den Stichproben erhobenen Totholzvorrats [m³/ha], dargestellt über die untersuchten Flächen des *Adenostylo glabrae-Fagetum* des NWR Stoissen.

Der Zustand des vorhandenen Totholzes wurde unter anderem über den Entrindungsgrad in vier Stufen beurteilt. 39,6 % der gesamten mittleren Totholzmasse (38,1 ± 39 m³/ha) waren nur mehr auf maximal 25 % der Oberfläche durch Rinde bedeckt. 29,3 % waren zu einem Viertel berindet (zwischen 25 – 50 % der Oberfläche bedeckt) und an rund 31 % des mittleren Totholzvolumens konnte nur mehr weniger wie 50 % Rindenbedeckung festgestellt werden (siehe Abb. 30).



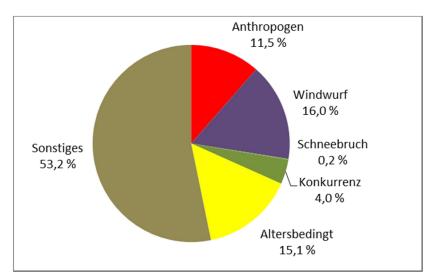
**Abb. 30:** Anteil der vier Entrindungsstufen am Totholzvolumen der Klassen "Stöcke", "stehendes Totholz" und "liegendes Totholz". (1 = Stamm voll berindet; 2 = Stamm zur Hälfte berindet; 3 = Stamm zu einem Viertel berindet; 4 = Rinde nicht mehr vorhanden)



**Abb. 31:** Anteile der fünf Zersetzungsgrade am Totholzvolumen der Klassen "Stöcke", "stehendes Totholz" und "liegendes Totholz". (A = Frisch tot; B = beginnende Zersetzung; C = fortgeschrittene Zersetzung; D = stark zersetzt, vermodert; E = Humus, keine Holzstruktur mehr erkennbar)

Um den Fortschritt der Zersetzung weiter zu klassifizieren, wurde der Zersetzungsgrad in fünf Stufen erfasst. Der überwiegende Anteil des Totholzvorrats befindet sich demnach im Stadium der "fortgeschrittenen Zersetzung" (55,3 % des Gesamttotholzvorrats von 38,1 m³/ha). Bei 29,1 % des Totholzvorrats wurde eine "beginnende Zersetzung" bemerkt und 12,7 % waren schon "stark zersetzt bzw. vermodert" (siehe Abb. 31).

Außerdem wurden die einzelnen Totholzelemente auf deren mögliche Todesursache hin untersucht. Bei einem Anteil von 53,2 % der Totholzmenge konnten keine Hinweise auf deren Todesursache erkannt werden. Von den erkannten Todesursachen waren der Windwurf (16 %), das altersbedingte Ausscheiden (15,1%) und der direkte Einfluss des Menschen beispielsweise durch Nutzung (11,5 %) die stärksten Anteilsnehmer (siehe Abb. 32).



**Abb. 32**: Verteilung der festgestellten Todesursachen über die Gesamtsumme der aufgenommenen Totholzobjekte. (Gesamttotholzvorrat = 38,1 m³/ha)

Die 11,5 % der mittleren Gesamttotholzmenge an denen sich Spuren menschlicher Handlungen feststellen ließen, die zum Absterben des Baumes geführt haben müssen, errechnen sich zu 100 % aus dem Volumen von Totholzstöcken.

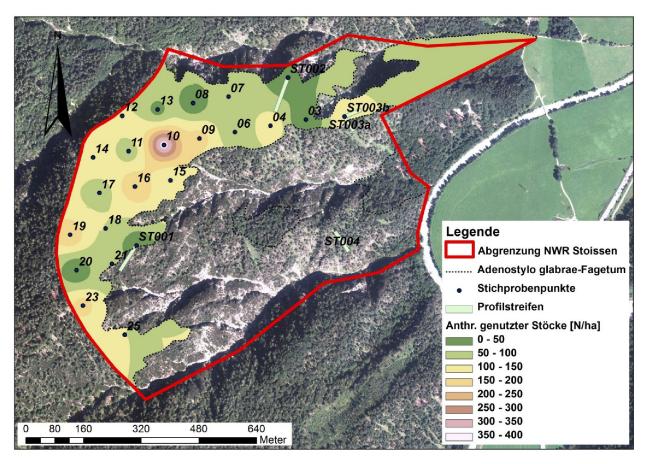
in der untersuchten Waldgesellschaft im Schnitt zu finden sind, kann an 45,7 % (99 ± 86 Stöcken/ha) ein anthropogener Einfluss festgestellt werden (siehe Tab. 20). An den restlichen 54 % war dieser entweder nicht mehr ersichtlich, oder sie entstanden auf natürlichem Weg. Der übermäßige Anteil dieser genutzten Stöcke (94,1 %) ist Nadelholz.

Von den 216 ± 134 Stöcken je Hektar, die

	Stoc	Ke [N/	ha]
	gesamt	gei	nutzt
Mittel	216	99	45,7%
Stabw.	±134	±86	

**Tab. 20:** Mittlere Gesamtzahl der Stöcke pro Hektar, sowie die mittlere Anzahl der Stöcke mit anthropogenen Nutzungsspuren und deren Anteil an der Gesamtsumme mit den jeweiligen Standardabweichungen.

Abb. 33 stellt die Anzahl anthropogen genutzter Stöcke pro Hektar über die Fläche des Adenostylo glabrae-Fagetum dar. Durch die flächige Darstellung wird ein Bereich mit erhöhtem anthropogenem Nutzungseinfluss ersichtlich, der sich zwischen den Stichprobenpunkten 09,12, 19 und 15 erstreckt. Es sei hier festgehalten, dass sich die Färbung der Karte östlich des Stichprobenpunktes ST003b aufgrund des Fehlens weiterer Messpunkte durch die Extrapolation ergeben. Aufgrund seiner Zugänglichkeit und der Nähe zum angrenzenden Wirtschaftswald ist auf diesen talnahen Flächen, östlich des Stichprobenpunktes ST003b, jedoch von einem höheren anthropogenen Einfluss auszugehen, als er der Karte zu entnehmen ist.



**Abb. 33:** Die Menge der auf den Stichproben erhobenen Anzahl anthropogen genutzter Stöcke, dargestellt über die untersuchten Flächen des *Adenostylo glabrae-Fagetum* des NWR Stoissen.

Betrachtet man den Anteil der einzelnen Baumarten an dem mittleren Totholzvolumen von 38,1 m³/ha, ist der hohe Prozentsatz an Nadeltotholz auffällig (siehe Tab. 21). Mit 27,0 % nimmt das nicht auf Artniveau bestimmte Nadeltotholz ("Nh") den größten Teil am mittleren Gesamttotholzvolumen ein. Mit den ebenso relativ großen Anteilen des Fichten- (12,2 %) und Tannentotholzes (25,3 %), sowie den geringeren Anteilen der Lärche (5,1 %) und der Rotkiefer (1,6 %) summiert, ergibt sich ein gesamter Nadeltotholzanteil von 71,2 %. Die Buche stellt mit 26,1 % den größten Anteil am übrigen Totholzvorrat. Die Restlichen 2,7 % verteilen sich auf die

übrigen Laubhölzer (Bah = 1,6 %; Mb = 0,5 %), sowie 0,6 % die weder den Laub-, noch den Nadelhölzern zugewiesen werden konnten.

Baumart -	,	Totholzvolu	ımen [m³/ha]	
- Daumart	Stöcke	liegend	stehend	Gesamt
Bu	9,3	34,6	26,4	26,1
Bah	0,9	0,7	2,5	1,6
Mb	0,0	0,3	0,7	0,5
Та	1,5	11,0	42,2	25,3
La	1,8	5,8	5,7	5,1
Fi	0,3	18,9	12,0	12,2
Wki	0,2	0,0	3,1	1,6
Lh	0,4	0,2	0,0	0,1
Nh	82,9	27,9	7,4	27,0
nicht def.	2,6	0,5	0,0	0,6
Mittel	6,6	12,1	19,5	38,1

**Tab. 21:** Anteil der Baumarten am mittleren Totholzvolumen in den Klassen "Stöcke", "liegendes Thotholz", "stehendes Totholz" in Prozent des mittlere Gesamtvolumens.

## 4.3 Ergebnisse der Auswertung der Profilstreifen

### 4.3.1 Bestandesentwicklung der Profilstreifen

#### Bestandesstrukturparameter und deren Verteilung

In Tab. 22 sind die Bestandesparameter Volumen, Grundfläche und Stammzahl pro Hektar der einzelnen Profilstreifen für die Jahre 1992 und 2013, sowie die prozentuelle Veränderung der Werte über diese Periode angeführt.

	StprNr.		1992 2013			Verä	nderun	g [%]		
	Stprivi.	V/ha	G/ha	N/ha	V/ha	G/ha	N/ha	V/ha	G/ha	N/ha
0	ST001	414	67	1235	354	58	1066	-15	-13	-14
ae- um	ST002	281	38	935	355	41	811	26	8	-13
Adenostyl glabrae- Fagetum	ST003b	237	40	1944	335	52	2044	41	32	5
Adenostylo glabrae- Fagetum	Mittel	311	48	1371	348	51	1307	12	5	-5
•	Stabw .	± 92	± 16	± 518	± 12	± 9	± 651	± 26	± 2	± 45
. E :	ST003a	169	25	734	225	33	869	33	32	19
Erico- inetur /lvestr	ST004	104	16	571	130	20	464	25	19	-19
Erico- Pinetum sylvestris	Mittel	136	21	652	177	26	667	30	27	2
π 0,	Stabw .	± 46	± 6	± 115	± 67	± 10	± 287	± 29	± 4	± 10

**Tab. 22:** Die Bestandesparameter Volumen, Grundfläche und Stammzahl in Hektarwerten und deren Veränderung von 1992 – 2013 in Prozent für die einzelnen Profilstreifen, sowie deren Mittelwerte und Standardabweichungen für die Waldgesellschaft "Adenostylo glabrae-Fagetum" (ST001, ST002, ST003b) und "Erico-Pinetum sylvestris" (ST003a, ST004).

Profilstreifen ST001 ist die einzige Probefläche, die sowohl in den Parametern Volumen und Grundfläche als auch in der Stammzahl Rückgänge verzeichnet (siehe Tab. 22). In Tab. 23 wird ersichtlich, dass vor allem Fichte (-72%) und Tanne (-23%) stark in ihrem Volumen abbauen, während die Buche (±0%) das gleiche Volumen halten kann und die Lärche (+22%) Volumen aufbaut. Die übrigen Profilstreifen (ST002, ST003b, ST003a, ST004) weisen sowohl hinsichtlich des Volumens, als auch der Grundfläche Zuwächse auf. Ebenfalls wird aus Tab. 23 ersichtlich, dass die allgemein sinkenden Stammzahlen vor allem durch den Rückgang des Bergahorns (-17%), der Mehlbeere (-17%), der Tanne (-9%) und der Fichte (-9%) begründet sind. Dem gegenüber nimmt die Stammzahlen der Buche leicht zu (+1%). Insgesamt können über den beobachteten Zeitraum von 21 Jahren der Ausfall von 229 Stämmen pro Hektar und der Einwuchs 154 N/ha beobachtet werden.

Während die Profilstreifen ST001, ST002 und ST003b im Jahr 1992 relativ unterschiedliche Bestandeswerte zeigen, weisen alle drei Streifen 2013, trotz weiterhin unterschiedlicher Grundfläche und Stammzahl, auffallend ähnliche Volumen auf.

Auffällig ist auch, dass die Streifen des *Erico-Pinetum sylvestris* (ST003a, ST004) 1992 wie 2013 deutlich geringere Werte hinsichtlich Volumen, Grundfläche und Stammzahl aufweisen als die Streifen des *Adenostylo glabrae-Fagetum*.

	StprNr.			Volur	nenzuw	achspr	ozent 19	92 - 201	13	
	Stprivi.	Bu	Bah	Mb	Та	La	Fi	Rki	Eib	Gesamt
0	ST001	0	-6		-23	22	-72			-15
Adenostylo glabrae- Fagetum	ST002	20	10	70	35	14	24	82	400	26
denosty glabrae- Fagetum	ST003b	20	44	-39	66		42	-1	166	41
\de gla Fa	Mittel	7	5	-13	24	16	-4	6	166	12
•	Stabw .	± 5	± 0	± 0	± 18	± 3	± 1	± 0	± 1	± 26
_	ST003a	20	373	3			28	48		33
Erico- Pinetum sylvestris	ST004	413	102	-49			14	30		25
Erico- inetun //vestr	Mittel	29	201	-23	0	0	24	38	0	30
<u>а</u> %	Stabw .	± 3	± 2	± 0	± 0	± 0	± 12	± 12	± 0	± 29
				Stamn	nzahlzuv	wachsp	rozent 1	1992 - 20	013	
	StprNr.	Bu	Bah		nzahlzuv Ta		rozent 1		013 Eib	Gesamt
	StprNr.	<b>Bu</b> -10	<b>Bah</b> -21	Stamm Mb	Та	wachsp La	Fi	1992 - 20 Rki		Gesamt
tylo e- m	_					La				
nostylo Ibrae- getum	ST001	-10	-21	Mb	<b>Ta</b> -25	<b>La</b>	<b>Fi</b> -20	Rki		-14
denostylo glabrae- Fagetum	ST001 ST002	-10 -14	-21 -29	<b>Mb</b>	<b>Ta</b> -25 -17	<b>La</b>	<b>Fi</b> -20 -17	<b>Rki</b> 0	Eib	-14 -13
Adenostylo glabrae- Fagetum	ST001 ST002 ST003b	-10 -14 22	-21 -29 0	<b>Mb</b> 100 -33	<b>Ta</b> -25 -17 -5	<b>La</b> 0 0	<b>Fi</b> -20 -17 0	<b>Rki</b> 0 0	<b>Eib</b> 0	-14 -13 5
Adenostylo glabrae- Fagetum	ST001 ST002 ST003b Mittel Stabw	-10 -14 22 1 ±6	-21 -29 0 -17 ± 20	100 -33 -17 ±5	<b>Ta</b> -25 -17 -5	<b>La</b> 0 0	Fi -20 -17 0 -9 ±8	0 0 0 0 ±0	0 0	-14 -13 5 -5 ±45
•	ST001 ST002 ST003b Mittel Stabw	-10 -14 22 1 ±6	-21 -29 0 -17 ±20	100 -33 -17	<b>Ta</b> -25 -17 -5	<b>La</b> 0 0	Fi -20 -17 0 -9 ±8	0 0 0 ±0	0 0	-14 -13 5 -5 ±45
•	ST001 ST002 ST003b Mittel Stabw ST003a ST004	-10 -14 22 1 ±6 75 0	-21 -29 0 -17 ±20	100 -33 -17 ±5	<b>Ta</b> -25 -17 -5	<b>La</b> 0 0	Fi -20 -17 0 -9 ±8 -36 -23	0 0 0 ±0 25 -10	0 0	-14 -13 5 -5 ±45 19 -19
Erico- Adenostylo Pinetum glabrae- sylvestris Fagetum	ST001 ST002 ST003b Mittel Stabw	-10 -14 22 1 ±6	-21 -29 0 -17 ±20	100 -33 -17 ±5	<b>Ta</b> -25 -17 -5	<b>La</b> 0 0	Fi -20 -17 0 -9 ±8	0 0 0 ±0	0 0	-14 -13 5 -5 ±45

**Tab. 23:** Volumen- und Stammzahlzuwachsprozente über die Periode 1992-2013 berechnet und für die erhobenen Baumarten getrennt nach Waldgesellschaften dargestellt.

Während bei der Mehlbeere die Rückgänge der Stammzahl (-28 %) auf diesen beiden Streifen auch mit einem Volumenverlust einhergingen (-23 %), konnte die Fichte bei abnehmender Stammzahl ihr Volumen ausbauen (N/ha<sub>Fi</sub>: -31 %, V/ha<sub>Fi</sub>: +24 %). Buche und Bergahorn konnten sowohl Volumen wie Stammzahl stark erhöhen. Die Rotkiefer konnte bei annähernd gleicher Stammzahl (+8 %) deutlich an Volumen gewinnen. Dem Ausfall von 149 Stämmen pro Hektar über die letzten 21 Jahre steht hier der Einwuchs von 163 N/ha gegenüber.

StprNr.	Vorrat '92	Mort. '9	92-'13
Stprivi.	V/ha	V/ha	%
ST001	414	127	31
ST002	281	27	10
ST003b	237	15	6
Mittel	311	56	18
Stabw .	±92	±61	
		1	
ST003a	169	25	15
ST004	104	19	19
Mittel	136	22	16
Stabw .	±46	±4	

Tab. 24: Mortalität der Periode 1992-2013.

Die auf den Streifen auftretende Mortalität wurde mit dem Verhältnis des Volumens der abgestorbenen (ausgefallenen) Stämme zum Bestandesvorrat des Jahres 1992 errechnet. Obwohl im *Adenostylo glabrae-Fagetum* mit 56 ±61 Vfm/ha deutlich mehr Volumen über die Periode 1992 – 2013 ausfiel als auf den Streifen des *Erico-Pinetum sylvestris*, verhält sich die Mortalitätsrate der beiden Waldgesellschaften annähernd gleich (Mort<sub>Fi-Ta-BuW</sub>: 18%, Mort<sub>Fi-KiW</sub>: 16 %; siehe Tab. 24)

Aus Tab. 25 geht hervor, dass die Fichte mit 160 mm in der Periode 1992 – 2013 den höchsten maximalen BHD-Zuwachs erzielen konnte. Im Mittel konnte nur die Eibe mit 80 mm einen höheren Zuwachs erreichen, von der jedoch nur ein Exemplar über die Periode verfolgt werden konnte. Bei den Nadelhölzern Fichte (49 mm), Tanne (46 mm) und Rotkiefer (36) konnte ein höherer mittlerer BHD-Zuwachs beobachtet werden als bei den Laubhölzern Buche (32 mm) Mehlbeere (24 mm) und Bergahorn (19 mm). Die Lärche erzielte mit 19 mm den geringsten mittleren Zuwachs der Nadelbäume.

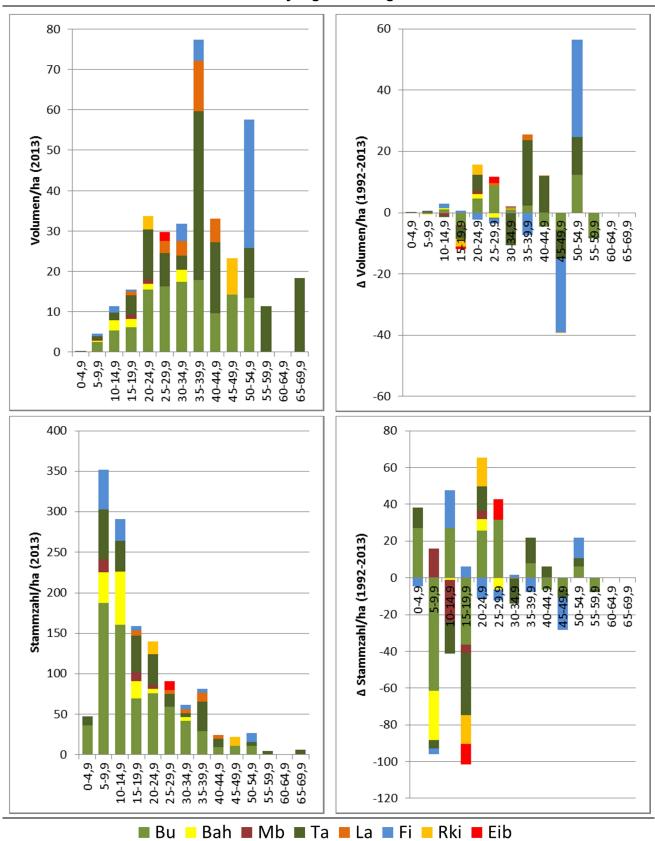
		BHD-Zuwächse 1992-2013 [mm]											
	Bu	Bah	Mb	Та	La	Fi	Rki	Eib					
	(n=22)	(n=77)	(n=28)	(n=6)	(n=25)	(n=5)	(n=16)	(n=1)					
Max	138	55	41	152	34	160	67	80					
Mittel	32	19	24	46	19	49	36	80					

Tab. 25: BHD-Zuwächse der einzelnen Baumarten über die Periode 1992-2013.

In den folgenden Abbildungen sind für die Waldgesellschaften des *Adenostylo glabrae-Fagetum* (Abb. 34) und des *Erico-Pinetum sylvestris* (Abb. 35) getrennt, jeweils das mittlere Volumen und die mittlere Stammzahl, sowie deren Veränderung für die Periode 1992-2013 über den BHD-Klassen aufgetragen. Um den Anteil der einzelnen Baumarten an diesen Bestandesparametern, sowie an deren Veränderung ersichtlich zu machen, wurden diese farblich in den Balkendiagrammen differenziert.

Abb. 34 verdeutlicht den großen Anteil von Buche und Tanne am Vorrat/ha im Jahr 2013. Die Tanne kann die Buche, die in den unteren BHD-Klassen noch klar dominiert, ab den mittleren BHD-Stärken teilweise deutlich überholen und ist in den stärksten BHD-Klassen (55-69,9 cm) die einzige vertretene Baumart. Ähnlich verhält sich die Situation im Hinblick auf die Stammzahl. Buche stellt auch hier den größten Anteil bis in die mittleren BHD-Klassen, ab denen sie teilweise von der Tanne überholt wird. Interessant verhält sich auch der Anteil der Fichte an den Bestandesparametern. Während ihr Anteil an der Stammzahl in den niederen BHD-Klassen von 5-14,9 cm und auch zwischen 50-54-9 cm am höchsten ist, hält sie ihren größten Volumenanteil in der Klasse 50-54,9 cm, der deutlich über dem der anderen BHD-Stufen liegt und in dieser Klasse sogar mit Abstand dominiert. Es ist also zu bemerken, das sowohl Tanne als auch Fichte in den unteren BHD-Klassen nach drängen. Die Tanne scheint es jedoch besser als die Fichte zu schaffen in höhere Klassen durchzuwachsen, da sie nahezu durchgehend bis in die höchsten BHD-Stufen zu finden ist, die Fichte jedoch in einigen Klassen fehlt.

## Adenostylo glabrae-Fagetum



**Abb. 34:** Mittleres Volumen (Vfm/ha) und mittlere Stammzahl (N/ha) der Profilstreifen ST001, ST002 und ST003b über den BHD-Klassen aufgetragen (links oben und links unten), sowie deren Veränderung zwischen 1992 – 2013 (rechts oben und rechts unten) jeweils nach Baumarten aufgeschlüsselt.

#### 4 Ergebnisse

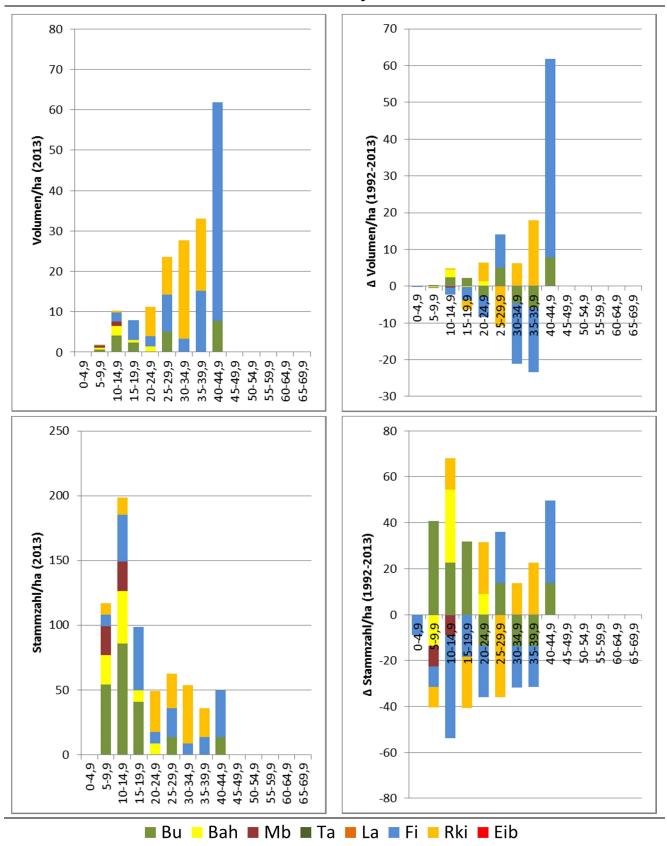
An den jeweils rechten Balkendiagrammen für Volumen und Stammzahl pro Hektar kann die Veränderung über die Periode 1992 - 2013 nachvollzogen werden.

Wenngleich die Dynamik in Bezug auf das Bestandesvolumen in den unteren BHD-Klassen eher gering ist, können deutliche Veränderungen in der Stammzahl pro Hektar beobachtet werden. Als Beispiel kann ein starker Rückgang der Bergahorn- und Mehlbeerindividuen in den Klassen 5,9-14,9 cm festgestellt werden, die jedoch in den nächsthöheren BHD-Stufen nicht in dieser Stückzahl als Einwuchs zu bemerken sind und daher abgestorben sein müssen. In den höheren BHD-Klassen ist vor allem eine hohe Dynamik des Volumens der Tanne und der Fichte auffällig. Den Aus- und Einwüchsen zufolge lässt sich ableiten, dass es der Tanne möglich war aus der Klasse 15-19,9 cm auszuwachsen und höhere Klassen wie 20-24,9 cm und 35-39,9 cm zum Teil mit Einwuchs zu versorgen und somit einige BHD-Stufen im Laufe der Periode 1992 - 2013 zu durchwachsen. Auffällig ist auch, dass 2013 kein Baum in der BHD-Klasse 60-64,9 cm erhoben wurde und auch keine Veränderung zum Jahr 1992 in dieser Stufe festgestellt werden konnte.

Aus Abb. 35 kann der Istzustand, sowie die Entwicklung des Volumens und der Stammzahl pro Hektar der Profilstreifen des *Erico-Pinetum sylvestris* entnommen werden. Auffällig sind die beträchtlichen Unterschiede der zwei Waldgesellschaften hinsichtlich ihres Volumens und der Stammzahlen. Während sich im *Adenostylo glabrae-Fagetum* Spitzenwerte von 77,3 Vfm/ha und 352 N/ha in den einzelnen BHD-Klassen summieren, belaufen sich die Maximalwerte im *Erico-Pinetum sylvestris* nur auf 61,8 Vfm/ha und 199 N/ha. Des Weiteren ist die unterschiedliche Baumartenzusammensetzung der Waldgesellschaften gut in den Balkendiagrammen erkennbar. Im *Erico-Pinetum sylvestris* dominieren Fichte und Rotkiefer klar das stehende Volumen der meisten BHD-Klassen. Betrachtet man die Stammzahl pro Hektar, sind relativ große Anteile der Buche, des Bergahorns und der Mehlbeere im ersten Drittel der BHD-Verteilung vertreten. Ab dem zweiten Drittel gehen diese Anteile jedoch stark zurück und Fichte und Rotkiefer dominieren auch hier.

Betrachtet man die Veränderung auf den Streifen des *Erico-Pinetum sylvestris* ist festzustellen, dass die Fichte mit dem höchsten mittleren Volumen von 91,5 Vfm/ha gleichzeitig den höchsten Rückgang der Stammzahl (-81 Stämme/ha) und den größten Volumszuwachs (+17,6 Vfm/ha) aufzuweisen hat. Dieser Zuwachs wird ausschließlich in den Klassen 25-29,5 cm und 40-44,9 cm geleistet. Die Rotkiefer kann als Baumart mit dem zweithöchsten mittleren Volumen (59,6 Vfm/ha) bei annähernd gleichbleibender Stammzahl (+4,67 Stämme/ha) den zweithöchsten Volumenzuwachs (+16,3 Vfm/ha) erbringen. Während die Mehlbeere in Bezug auf das Volumen, wie auch auf die Stammzahl im Abnehmen begriffen ist, nehmen die Baumarten Bergahorn und Buche vor allem in ihrer Stammzahl zu (Bu: +81,5 N/ha; Bah: +27,2 N/ha).

## **Erico-Pinetum sylvestris**



**Abb. 35:** Mittleres Volumen (Vfm/ha) und mittlere Stammzahl (N/ha) der Profilstreifen ST003a und ST004 über den BHD-Klassen aufgetragen (links oben und links unten), sowie deren Veränderung zwischen 1992 – 2013 (rechts oben und rechts unten) jeweils nach Baumarten aufgeschlüsselt.

Um die gesellschaftliche Stellung der Bäume und deren Entwicklung zu beurteilen, wurde für jeden Baum eine Höhenklasse, Vitalitätsklasse und die gesellschaftliche Entwicklungstendenz nach dem Baumklassensystem des Internationalen Verbandes Forstlicher Versuchsanstalten (IUFRO 1956) angesprochen.

	Baumart	Höhenklasse					Vitalitätsklasse				Gesellschaftliche Entwicklungstendenz				
-		100	200	300	Σ	10	20	30	Σ	1	2	3	Σ		
	Bu	28	42	22	92		75	17	92		72	20	92		
ae-	Bah	7	10	3	20		19	1	20		20		20		
Adenostylo glabrae- Fagetum	Mb	1	2	1	4		3	1	4		3	1	4		
ostylo gla Fagetum	Ta	17	5	10	32		26	6	32		23	9	32		
osty Fago	La	6			6		6		6		6		6		
lenc 	Fi	3	6	5	14		8	6	14	1	7	6	14		
Ac	Rki	3			3		3		3		3		3		
	Eib		1		1		1		1		1		1		
	%	38	38	24	100	0	82	18	100	0,6	78	21	100		
<u>.s</u>	Bu	2	5	8	15		5	10	15		6	9	15		
estr	Bah		5	1	6		5	1	6	2	3	1	6		
3 <u>4</u>	Mb		3	1	4		3	1	4		3	1	4		
Ē	Та														
netı	La														
-P:	Fi	10	5	1	16		12	4	16		11	5	16		
Erico-Pinetum sylvestris	Rki	9	2	3	14		13	1	14	1	13		14		
	Eib														
	%	38	36	25	100	0	69	31	100	5,5	65	29	100		

**Tab. 26:** Verteilung der aufgenommenen Bäume über die IUFRO-Klassen "Höhenklasse", "Vitalitätsklasse" und "Gesellschaftliche Entwicklung" getrennt nach Waldgesellschaften und Baumart.

Die Tab. 26 veranschaulicht die Verteilung der aufgenommenen Bäume innerhalb dieser drei Bewertungskriterien und den prozentuellen Anteil der Bäume in den jeweiligen Klassen, getrennt für die zwei Waldgesellschaften und nach Baumarten aufgeschlüsselt.

Trotz der unterschiedlichen aufgenommenen Stammzahlen in den zwei Waldgesellschaften sind die sehr ähnlichen Verteilungen über die Höhenklassen auffällig. In beiden Waldgesellschaften wurden jeweils rund 40 % des Bestandes in der Oberschicht (Klasse 100) und der Mittelschicht (Kl. 200), sowie ca. 20 % in der Unterschicht (Kl. 300) angesprochen. Selbst in Betracht der Vitalität verhalten sich die Bestände sehr ähnlich. Es wurden in beiden Gesellschaften keine "üppig entwickelten" (Kl.10) Individuen aufgezeichnet. Die meisten Bäume waren "normal entwickelt" (Kl. 20), wobei auf den Flächen des *Erico-Pinetum sylvestris* 13 % mehr Bäume als "kümmerlich entwickelt" (Kl. 30) eingestuft wurden. Die gesellschaftliche Entwicklungstendenz

betreffend wurden in beiden Waldgesellschaften die meisten Bäume als "mitwachsend und sozial gleichbleibend" klassifizier (Kl. 2). Ähnlich viele Bäume wurden als "zurückbleibend und sozial absinkend" (Kl. 3) bewertet und der geringste Anteil wurde als "sozial aufsteigend" (Kl. 1) bewertet.

	Baumart		Höh	enklas	sse	,	Vitali	tätskl	asse			Gesellschaftliche Entwicklungstendenz			
		-	0	+	Σ	-	0	+	Σ	-	0	+	Σ		
	Bu	2	41	30	72	7	57	8	72	16	49	7	72		
ae-	Bah		7	12	18	1	16	1	18	2	16		18		
Adenostylo glabrae- Fagetum	Mb		3		3		3		3		3		3		
ostylo gla Fagetum	Та	3	20	3	26		21	5	26	6	15	5	26		
osty Fage	La		5	1	6		4	2	6		6		6		
Jenc	Fi		8	4	12	6	4	2	12	6	4	2	12		
Αc	Rki		3		3		1	2	3		3		3		
	Eib			1	1		1		1		1		1		
	%	3,5	62	36	100	9,9	76	14	100	21	69	9,9	100		
<u>s</u> .	Bu		4		4	2	2		4	1	3		4		
Erico-Pinetum sylvestris	Bah		3	1	4		4		4		3	1	4		
	Mb		1	2	3		3		3	1	2		3		
Ę	Та														
netı	La														
-Pi	Fi	1	8	8	16	3	6	7	16	6	10		16		
ri Z	Rki		12	1	13	1	8	4	13		10	3	13		
	Eib														
	%	2,5	70	30	100	15	58	28	100	20	70	10	100		

**Tab. 27:** Darstellung der Entwicklung der aufgenommenen Bäume bezüglich der IUFRO-Klassen "Höhenklasse", "Vitalitätsklasse" und "Gesellschaftliche Entwicklung" getrennt nach Waldgesellschaften und Baumart. Der Spaltenwert "+" steht für eine Verbesserung der Klassifizierung (z.B. von Höhenklasse 300 auf 200), "-" für eine Verschlechterung und "0" für das Gleichbleiben der Klasse.

Aus Tab. 27 lässt sich die Entwicklung der höhenklasse, der Vitalität und der gesellschaftlichen Stellung der Bäume über die Periode 1992 - 2013 entnehmen.

Auch in der Entwicklung über die letzten zwei Dezennien verhalten sich beide Waldgesellschaften ähnlich. Bei dem größten Anteil der aufgenommenen Bäume konnte keine Veränderung in den Klassen der drei Bewertungskriterien festgestellt werden. Rund ein Drittel der Bäume konnte in beiden Waldgesellschaften in Bezug auf die Höhenklasse eine Verbesserung erzielen. Vergleicht man die beiden Gesellschaften hinsichtlich der Vitalität wurde im *Erico-Pinetum sylvestris* bei einem größeren Anteil der Bäume eine Verbesserung bemerkt, jedoch wies auch ein größerer Prozentsatz eine Verschlechterung der Vitalität auf. Die Entwicklung der gesellschaftlichen Entwicklungstendenz ist wiederum in beiden Waldgesellschaften auffällig ähnlich.

# 4.3.2 Verjüngungssituation der Profilstreifen

Obwohl, aufgrund der Datengrundlage, die Verjüngungsklassen leicht in der Höhe voneinander abweichen, wurde versucht, die Entwicklung der Verjüngungszahlen und deren Verbissprozente auf den Profilstreifen in Tab. 28 darzustellen. Beim Vergleich der Zahlen kann eine unterschiedliche Entwicklung der Verjüngungssituation auf den Streifen beobachtet werden.

			Adenos	stylo gl	abrae-Faç	getum			Erico	-Pinetu	ım sylve	stris
		ST	001		5	ST002,	ST003b		9	ST003a	, ST004	
Baumart	199	92	201	13	199	92	20	13	199	92	20 <sup>-</sup>	13
	n/ha	%	n/ha	%	n/ha	%	n/ha	%	n/ha	%	n/ha	%
Bu	2299	81	2650	6	4022	63	446	46	-	-	14	0
Bah	743	86	-	0	650	59	-	0	1154	40	2514	50
Mb	301	66	-	0	2528	47	101	67	5356	59	1616	1
Fbi	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	1648	2
Vb	68	100	-	0	804	48	-	0	2261	57	9	100
Ta	170	0	-	0	881	78	62	100	-	-	-	0
La	-	-	19	0	-	-	-	0	46	100	-	0
Fi	372	27	430	0	1074	25	677	10	46	100	103	9
Rki	-	-	-	0	-	-	-	0	46	100	-	0
Gesamt	3953	73	3099	5	9959	55	1286	31	8909	57	5903	23

**Tab. 28:** Darstellung der Verjüngungsmengen und Gesamtverbissanteile in Individuen pro Hektar für die Jahre 1992 und 2013, in den Streifenkombinationen ST001, ST002+ST003b und ST003a+ST004 nach den Baumarten aufgeschlüsselt dargestellt. Die für das Jahr 1992 angeführten Verjüngungsmengen beinhalten alle aufgenommenen Individuen zwischen 11 und 125 cm. Für die Werte des Jahres 2013 wurden mit alle erhobenen Pflanzen zwischen 15 und 130 cm gerechnet. Verjüngungs- und Verbisszahlen der Aufnahmen aus dem Jahr 1992 wurden verändert nach SIEBRECHT (1993).

Wenngleich auf dem Profilstreifen ST001 im Zuge der Aufnahmen die Baumarten Bergahorn, Eberesche, Mehlbeere und Tanne in den betrachteten Verjüngungsklassen nicht mehr vorhanden waren, konnten doch ähnliche Gesamtverjüngungszahlen (1992 = 3953 Ind./ha, 2013 = 3099 Ind./ha) beobachtet werden. Die Fichte konnte mit 430 Pflanzen pro Hektar 2013 den Bergahorn als zweitstärkste Baumart der Verjüngung im Jahr 1992 ablösen. Die Buche hat in beiden Messjahren die meisten Verjüngungspflanzen (1992 = 2299 Ind./ha, 2013 = 2650 Ind./ha) aufzuweisen.

Der Vergleich der Daten der Streifenkombination ST002+ST003b lässt einen deutlichen Rückgang der Verjüngungszahlen erkennen (1992 = 9959 Ind./ha, 2013 = 1286 Ind./ha). Bergahorn und Eberesche konnten auch hier 2013 nicht beobachtet werden. Buche, Mehlbeere und auch Tanne verzeichnen deutliche Rückgänge in ihren Pflanzenzahlen.

Auf den Streifen des *Erico-Pinetum sylvestris* (ST003a, ST004) reduzierte sich die Gesamtsumme der Verjüngungspflanzen von 1992 auf 2013 ebenfalls deutlich von 8909 Ind./ha auf 5903 Ind./ha. Dem Rückgang der 1992 am stärksten vertretenen Pionierbaumarten Mehlbeere und Eberesche

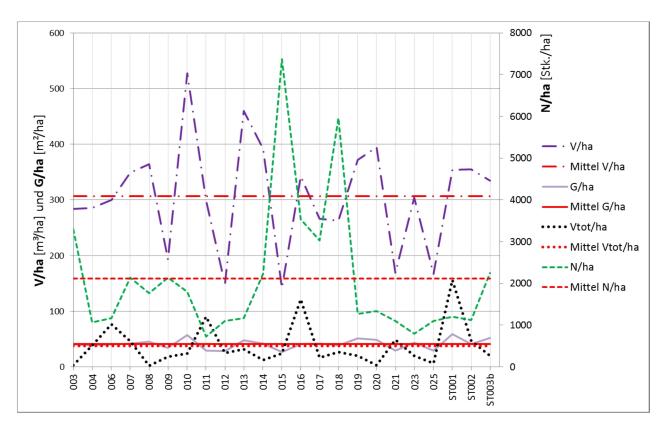
#### 4 Ergebnisse

steht hier ein Anstieg der Verjüngungszahlen bei Bergahorn und Felsenbirne gegenüber. Die bestandesbildenden Baumarten Fichte und Kiefer sind jedoch nicht (Rotkiefer) oder nur schwach (Fichte) vertreten.

Aus den Aufnahmen 2013 errechnen sich, in allen Streifenkombinationen, deutlich geringere Verbissprozente als 1992 festgestellt wurden. Betrachtet man jedoch die Ergebnisse der Verbissauswertungen über die gesamte Waldgesellschaft wurden 2013 deutlich höhere Werte beobachtet (siehe Abb. 28). Das Gesamtverbissprozent über alle Baumarten in der Waldgesellschaft des *Adenostylo glabrae-Fagetum* beläuft sich auf rund 75 %. Bei der Beurteilung der Entwicklung der Verbisssituation sind daher unbedingt die geringe Anzahl der verglichenen Probeflächen (5 Streifen) und die Ergebnisse der Aufnahmen der gesamten Pflanzengesellschaft zu berücksichtigen.

# 4.4 Bestandesentwicklungsphasen

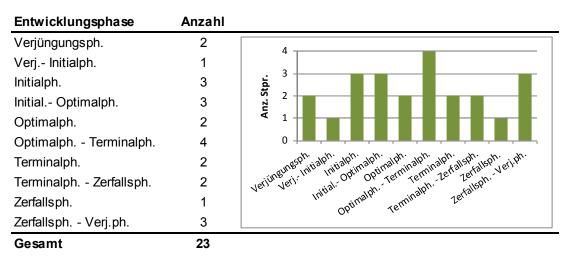
In Anlehnung an die von SCHREMPF (1986) für den kleinen Urwald Rothwald beschriebenen Entwicklungsphasen wurde versucht, auch die erhobenen Stichprobenpunkte des *Adenostylo glabrae-Fagetum* im NWR Stoissen einer Entwicklungsstufe zuzuordnen.



**Abb. 36:** Verteilung der Bestandesparameter Volumen, Grundfläche, Totholzvolumen, und Stammzahl über die einzelnen Stichprobenpunkte und im Vergleich zu deren Mittelwerten.

Zur Ausscheidung der Bestandesentwicklungsphasen auf den einzelnen Probepunkten wurden die Bestandesparameter Volumen, Grundfläche, Stammzahl und Totholzvolumen, sowie deren Verteilung über die Bestandesschichten gegenübergestellt (siehe Abb. 36). Zusätzlich wurden die Deckungsgrade und die Vitalität der Ober-, Mittel-, und Unterschicht, wie auch die Verjüngungsmengen in die Beurteilung miteinbezogen (siehe auch Tab. 30 und Anhang 8.1). Nach diesen Parametern erfolgte eine gutachterliche Einteilung in die Entwicklungsphasen der Verjüngungs-, Initial-, Optimal-, Terminal- und Zerfallsfase, deren Ergebnisse in Tab. 29 dargestellt sind.

Die Verteilung der Stichprobenpunkte auf die Entwicklungsphasen zeigt, dass sich ein Großteil der Bestände im Aufbau befindet. In Summe konnten elf Punkte den stammzahlreichen Phasen der Verjüngungs- bis Optimalphase zugeordnet werden. Weitere sieben befinden sich in der Terminalphase oder am Übergang zu dieser. Nur auf fünf Punkten von gesamt 23 deuteten die untersuchten Parameter auf eine Zerfallsphase hin. Die Bewertung und Zusammenfassung der für die Phaseneinteilung relevanten Bestandesparameter ist in Tab. 31 dargestellt.



Tab. 29: Verteilung der einzelnen Stichproben auf die Entwicklungsphasen.

Zieht man die räumliche Verteilung der auf diese Weise angesprochenen Entwicklungsphasen in Betracht, kann eine Häufung verjüngungs-, sowie stammzahlreicher Entwicklungsstufen (Verjüngungs-Optimalphasen) im Bereich der Stichprobenpunkte 08, 09, 12, und 14 bis 19 beobachtet werden.

Die Flächen der Verjüngungsphase sind hier durch deutlich unterdurchschnittliche Vorräte, eine lockeren Bestandesschluss, sowie eine pflanzenreiche, gesicherte Verjüngung über 50 cm und in der späteren Ausbildung auch durch sehr hohe Stammzahlen in der Unterschicht gekennzeichnet. Bis zur Kulmination des Höhenwachstums und damit dem Übergang zur Optimalphase, schließt sich die Initialphase mit hohen Stammzahlen in der Unter- und Mittelschicht, sowie einem ebenfalls geringen Vorrat an.

In der Optimalphase stellt sich ein vertikaler Bestandesschluss durch eine gleichmäßige Ausprägung der Bestandesschichten ein. Dieser spiegelt sich auch in einer annähernd normalverteilten Stammzahl der Schichten wieder und bewirkt einen Anstieg des Vorrats über den Durchschnitt.

Die Terminalphase zeichnet sich nach SCHREMPF (1986) durch maximale Vorratswerde aus, deren Schwerpunkt in der Ober- und Mittelschicht zu finden sind. Im Untersuchungsgebiet liegt das Volumen dieser meist lockeren Bestände jedoch nur leicht über dem Durchschnitt. Die Verjüngungsmengen, die Stammzahl und der Totholzvorrat sind deutlich unterdurchschnittlich. Durch das aufgelockerte Kronendach ist teilweise ein dichter Bodenbewuchs durch Zwergsträucher zu beobachten.

Auf den Flächen der Zerfallsphase kommt es durch den einzelstamm- oder truppweisen Zusammenbruch von Bäumen zu günstigen Verjüngungssituationen, die sich in den erhöhten Verjüngungsmengen abzeichnen.

			Unter	Unterschicht				Ξ	Mitte Ischicht	cht				Ober	Oberschicht				Gesamt	
StiprNr.	[V	<b>V/ha</b> n⁄ha] [%]	<b>G/h</b> [m²/ha]	<b>G/ha</b> /ha] [%]	<b>N/ha</b> [N/ha] [%]	<b>\</b>	<b>V/ha</b> ˈm/ha] [%]	<u>%</u> ]	<b>G/ha</b> [m²/ha] [%]	2	<b>N/ha</b> [Wha] [%]		<b>V/ha</b> [Vfm/ha] [%]	<b>G/h</b> [m²/ha]	<b>G/ha</b> /ha] [%]	<b>N/</b> [Wha]	<b>N/ha</b> ha] [%]	<b>V/ha</b> [Vfm/ha]	<b>G/ha</b> [m²/ha]	<b>N/ha</b> [N/ha]
003	15	5	2	13	2366 72		91 3	32	16 41		700 21	178	63	18	46	233	7	284	40	3300
004	7	4	က	0	333 31			32	16 41		467 44	183	64	19	20	267	25	286	38	1067
900	7	_	_	2	233 20	-	1	6	11 26		467 40	242	8	29	72	467	40	300	4	1167
200	4	_	_	က	1633 77		16	3	10 24		233 11	300	98	30	72	267	12	349	42	2133
800	7	3	4	$\infty$	967 55	_	144 3	39	21 46		633 36	210	28	21	46	167	o	365	45	1767
600	7	_	4	12	1800 84		13 7		3	9	67 3	179	93	27	78	267	12	194	8	2133
010	1	2	က	2	567 31	_	122 2	33	17 30		900 50	395	75	37	92	333	19	528	22	1800
011	6	က	_	4	133 18		15 5		3 9	2	233 32	275	92	26	98	367	20	299	30	733
012	~	_	_	က	700 64		61 4		16 58		300 27	88	28	7	40	100	6	149	59	1100
013	18	4	9	4	400 34		58	3	8 18		433 37	383	83	32	89	333	29	459	47	1167
014	13	3	က	$\infty$	1367 61	_	122 3		16 38		633 28	257	9	23	54	233	10	392	42	2233
015	6	9	4	15	6867 93			36	12 46		400 5	82	28	10	38	100	_	141	56	7367
016	4	4	2		3000 85		71 2	<u></u>	10 24		333 9	256	75	27	99	200	9	342	4	3533
017	80	3	က	$\infty$	2600 86		68 2	26	14 34		267 9	190	71	24	22	167	5	566	42	3033
018	7	4	4		5133 86			20	11 28	9 667	37 11	199	9/	24	61	167	8	262	33	2962
019	7	7	က	2	300 24			45	29 56		733 58	198	53	20	39	233	4	372	51	1267
020	2	~	7	3	733 55		31	33	20 41		433 32	258	9	27	99	167	12	394	49	1333
021	4	7	7	9	567 52			42	16 54		400 36	92	99	7	39	133	12	169	59	1100
023	6	8	4	$\infty$	333 42		195 6	64	32 74		433 54	100	33	œ	17	33	4	304	43	800
025	15	0	∞	27	<b>202 202</b>		46 2	28	10 32		233 21	106	63	12	4	100	0	167	30	1100
ST001	6	8	2	6	412 34		116 3	33	24 42		543 45	230	9	29	20	243	3 20	354	28	1197
ST002	6	2	က	7	701 62	•••••	97 2	7.	15 36		234 21	250	70	24	22	193	17	355	4	1128
ST003b	45	13	16	32	1608 72	_	118 3	35	20 39		536 24	171	51	16	30	101	4	335	52	2245
Mittelw.	10	3%	4	10%			87 2	28%	15 37	37% 447	47 21%	% 210	%89	22	23%	212	10%	307	41	2116
Stabw.	6 +I		ზ +I		± 1662	+I	± 47		<b>+7</b>	± 201	70,	± 82		∞ +I		+ 101	_	+ 98	6 +I	± 1647

Tab. 30: Gegenüberstellung der einzelnen Stichprobenpunkte hinsichtlich der Bestandesparameter Volumen, Grundfläche und Stammzahl und deren Verteilung über die Bestandesschichten.

StprNr.		Bestandesbarameter	oaramete.		Entwicklungsphase	Begründung
	Verj.	N/ha	V/ha	V <sub>tot</sub> /ha		
003	0	++	0	1	Initialph Optimalph.	Aufbau (Verj. schon in US durchgewachsen, Stammzahl zu >70% in US, Vorrat durchschn. und zu 63% in OS;)
004	,	,	0	0	Terminalph Zerfallsph.	Abbau (TH durchschn., keine Verj., Vitalität unterdurchschn., Zweischichtiger Aufbau MS-OS)
900	+		0	‡	Zerfallsph Verjüngungsph.	Abbau (Altbestand baut noch ab; geringe Deckung der OS; Viltal. d. MS u. OS durchschn.; Verjüngung schon da, aber
200	ı	0	+	0	Zerfallsph Verjüngungsph.	noch nicht über 130 cm; Stammzahlen unterdurchschn. (UZ0/M40/O40%N/ha) Aufbau (Verj. deutl. Unterdurchschn. (möglicherweise weil NH-Verj.); Stammzahl in US hoch (U70/M11/O10%N/ha);
						Vorrat zu 86% in OS; Vital.d. OS hoch, der MS wenig unterdurchschn.; Mort. Durchschn.; aufgelockertes Kronendach.)
800	ı	0	+	ı	Initialph Optimalph.	Aufbau (Vertikaler Bestandesschluss; Stammzahlreiche US (55%) und MS (36%); kein Zerfall, keine Verj.)
600	‡	0	I	ı	Verjüngungsph.	Aufbau (Stammzahl durchschn., Schwerpunkt in US (U84/M3/O12); Vorrat deutlich unterdurchschn.;)
010	ı	0	† † +	1	Optimalph Terminalph.	Aufbau (hoher Vorrat (OS 75%); Stammzahl durchschn. mit Schwerpunkt in MS (+/- NV); geschlossenes Kronendach; keine Veri. Totholz unterdurchschn. Witalität der MS deutlich unter dem Durchschn. OS leicht unter Ds.)
						הסווס עסן: וסנוסוב מוזסוממוסוסטוווי, זיומווימן מס ווויס מסמוסטו מוזס מסוו במוסוסטוווי, סט וסטוג מוזס בסין
011	I	ı	0	‡	Terminalph Zerfallsph.	Abbau (viel Totholz (in kurzer Zeit entstanden - Windwurf), noch keine Verj. eingestellt da Überschirmung sehr hoch (WW von außerhalb in den Probekreis); Vitalität MS deutl. Unter Durchschn., OS durchschn.; plastische Buche konnte
						Kronendach wieder schließen)
012	+ + +		ı		Verjüngungsph.	Aufbau (Vorrat deutl. unterdurchschn.; lockeres Kronendach (60%);Deutlich überdurchschn. Verj.; Stammzahl unter
013	‡	,	‡		Optimalph Terminalph.	Durchschit. (OS 04/6).) Aufbau (Hoher Vorrat (OS 83%), Stammzahlverteilung +/- gleichmäßig über Best.schichten, dichtes Kronendach, aber
						Verjüngung vorhanden; Vitalität MS und OS unter Durchschn.; )
014	ı	0	+	ı	Optimalph Terminalph.	Aufbau (Stammzahl durchschn. (U61/M28/O10); Vorrat über Durchschn. (M31/065), Vitalität unter Durchschnitt; )
015	0	+ + + +	ı	+	Initialph.	Aufbau (Stammzahlverteilung U93/M5/1; Vorrat deutlich unter Durchschn.; großteil d. Verj. schon in US
						durchgewachsen; Vitalität der MS und OS überdurchschnittlich;)
016	+	<b>+</b>	0	+ + + +	Initialph.	Aufbau (Stammzahlreiche US (U85/M9/O6); Vorrat durchschn., schwerpkt. In OS (75%); Hoher Totholzanteil auch von
7	:	:				Ausemanb)
/10	+ +	+		I	Verjungungspn Initialpn.	Aurbau (Stammzanireiche US (U86/M/9/U5); uberdurchschnittliche Verj; unterdurchschn. Vorrat;)
018	0	+ + + +			Initialph.	Aufbau (hohe Stammzahlen in US (U86/M11/O3); Verj. durchschn.; Vorrat deutlich unterdurchschn.; Vitalität der MS
!						und OS überdurchschn.;)
019	+		+		Optimalph.	Aubau (Stammzahlverteilung mit Schwerpunkt in MS (U24/M58/O18); Vitalität der OS unter durchschn. der MS
					- -	durchschn.; Vorratsverfeilung M45% O53%;)
020	I		+	ı	lerminalpn.	Autoau (Stammzaniverteilung USS/MSZ/UTZ; Vorrat über durchschnitt und MS (33) US (65); Verj. unterdurchschn.; Vitalit** in MS book in OS durchschn.)
021	+ + +		ı	0	Zerfallsph Veriüngungsph.	Vitanita III W.S. 1981 III. OS Guicisonii.; , Abbau (Stammzahl unterdurchschn. U52/M36/O12: Vorrat unterdurchschn.: Veri. überdurchschn.: Totholzvorrat
					-	durchschn.;)
023	ı	ı	0		Optimalph Terminalph.	Aufbau (lichter Bestand, Stammzahlverteilung mit Schwerpunkt in US und MS (U42/M54/04); Vorrat durchschn. mit
						Schwerpunkt in MS (64%); Vitalität der OS deutlich unterdurchschn., MS über Durchschn.;)
920	I		I	ı	lerminalph.	Autoau (Vergleich mit dem Durchschnitt ev nicht sinnvoll, da seichtgrundige, wenig wuchsiger Standort auf Schmalem Biedt: Stammzahlustrallung 170/M201/06: Vorrateschwatzunk in OS (83) und MS (28): Vitalität hoch: kein Totholz
						Veri, ev. durch Bodenvegetation gehemmt;)
ST001	ı		+	+ + +	Zerfallsph.	Abbau (Stammzahlverteilung U34/M45/O20; Vorrat über Durchschn. und in OS (65) und MS (33); starke Mortalität
						(einige groß e Nadelholzstämme (ev. überalterung, Grenzstandort); Verj. ev durch Bodenvegetaion (Zwergsträucher)
ST002	ı	,	+	0	Optimalph.	generinin, viranca duccisciminate us anterdate iscini) Aufbau (Stammzahlverteilung U60/M20/017; Vorrat über Durchschn. und in OS (70%); Vitalität unter durchschn.;)
ST003b	ı	0	0		Initialph Optimalph.	Aufbau (Stufiger Bestand; Stammzahlverteilung U72/M24/O4; Vorrat durchschn. U13/M35/O51; kein Zerfall; keine
						Ve <u>r</u> j.;)

Tab. 31: Auflistung der ausgewiesenen Entwicklungsphasen auf den einzelnen Stichprobenpunkten, sowie deren Begründung.

# 5 Diskussion

# 5.1 Diskussion der Ergebnisse

# 5.1.1 Bestandesstruktur und -entwicklung

Bei der Beurteilung der Bestandesstruktur und deren Entwicklung muss berücksichtigt werden, dass die Flächen des heutigen NWR Stoissen nicht seit jeher einer natürlichen Walddynamik überlassen waren. Vor der Unterschutzstellung 1987 fanden in dem Gebiet zwar nur vereinzelte Entnahmen statt, SIEBRECHT (1993) beschrieb diese jedoch als "stellenweise nicht unerhebliche Holznutzungen". Die Auswertung der 2013 aufgenommenen Totholzstöcke lässt auf Nutzungseingriffe mit einer selektiven Nadelholznutzung schließen (NH = 92,8 %, LH = 7,2 %), deren Auswirkungen noch heute stellenweise in der Bestandesstruktur und der Artenzusammensetzung zu bemerken sind. Die Altersbohrungen von SIEBRECHT (1993) zeigten jedoch eine ungleichaltrige Mischung in allen Bestandesschichten, die auf ein natürliches Erwachsen hinweist. Trotz der naturnahen Entwicklung der Bestände ist im Vergleich mit anderen Naturwaldreservaten und Schutzgebieten daher zu berücksichtigen, dass das NWR Stoissen keinen "Urwaldcharakter" aufweist.

Im NWR Stoissen wurden durch die Vegetationsaufnahmen von EICHBERGER & LANGER (2013) drei Hauptwaldgesellschaften ausgewiesen. Neben dem Schneeheide-Latschengebüsch (Erico-Pinetum prostratae) an den nord- nordostexponierten Grabeneinhängen und dem Schneeheide-Rotföhrenwald (Erico-Pinetum sylvestris) auf den süd- südostexponierten Steilhängen des Blattach- und Stieglasgrabens wurde der Großteil der Fläche der Karbonat-Alpendost-Fichten-Tannen-Buchenwaldes Waldgesellschaft des nordalpischen (Adenostylo glabrae-Fagetum) zugeordnet. Dieser tritt in den Subassoziationen des Adenostylo glabrae-Fagetum typicum und des Adenostylo glabrae-Fagetum seslerietosum auf und ist auf den weniger steilen Plateaus und Rücken, sowie auf den Flächen westlich und nordwestlich der Gräben zu finden. Die meist auf kleinem Raum wechselnden Standortsbedingungen lassen jedoch eine klare Abgrenzung der Waldgesellschaften oft nicht zu. Vor allem im Bereich der Rücken des Blattach- und Stieglasriedels sind fließende Übergänge vom Adenostylo glabrae-Fagetum über die Subassoziation -seslerietosum zum Erico-Pinetum sylvestris zu beobachten.

#### Bestandesstruktur des Fichten-Tannen-Buchenwaldes

Im folgenden Text erfolgt eine flächige Charakterisierung der dominierenden Waldgesellschaft des *Adenostylo glabrae-Fagetum*, bei der hinsichtlich der Subassoziationen nicht unterschieden wird. Die Wiederaufnahme der im *Erico-Pinetum sylvestris* gelegenen Profilstreifen ST003a und ST004 ermöglichte zwar eine Beurteilung der Bestandesentwicklung auf diesen zwei Flächen, jedoch wurden keine weiten Stichprobenpunkte in dieser Gesellschaft aufgenommen, um eine flächige Aussage treffen zu können.

Für die Hauptwaldgesellschaft des *Adenostylo glabrae-Fagetum* nennen WILLNER & GRABHERR (2007) die Buche vor der Fichte und der Tanne als Leitarten der Baumschicht. Unter Berücksichtigung der Bestandesparameter Volumen, Grundfläche und Stammzahl wird ersichtlich, dass die Buche klar die dominante Baumart des Fichten-Tannen-Buchenwaldes im NWR Stoissen ist (V/ha<sub>Bu</sub>: 41,9 %, G/ha<sub>Bu</sub>: 52,4 %, N/ha<sub>Bu</sub>: 78,9 %). Die Tanne folgt mit einem Vorratsanteil von 30,0 % an zweiter Stelle vor der Lärche (V/ha<sub>La</sub>: 11,2 %) und der Fichte (V/ha<sub>Fi</sub>: 9,7 %). Als beigemischte Arten sind Bergahorn (V/ha<sub>Bah</sub>: 3,9 %), Mehlbeere (V/ha<sub>Mb</sub>: 0,3 %), Rotkiefer (V/ha<sub>Rki</sub>: 2,9 %) und Eibe (V/ha<sub>Eib</sub>: 0,1 %) zu nennen.

Wie auch durch SIEBRECHT (1993) sowie EICHBERGER & LANGER (2013) beschrieben, ist das Bestandesbild der Waldgesellschaft weitgehend durch die Buche geprägt, die meist in hohen Stammzahlen bis in mittlere BHD-Klassen vorhanden ist und auf diese Weise die Unter- und Mittelschicht dominiert. In der Oberschicht ist jedoch ein deutlich höherer Anteil der Nadelbäume Tanne, Lärche und Fichte an den Bestandesparametern zu bemerken. Obwohl die meisten Stämme der Oberschicht immer noch der Buche zuzuweisen sind (N/ha<sub>Bu</sub>: 42 %, N/ha<sub>Ta</sub>: 24 %), erreicht die Tanne einen deutlich höheren Anteil am Vorrat (V/ha<sub>Bu</sub>: 28 %, V/ha<sub>Ta</sub>: 40 %). Der Bergahorn ist regelmäßig in der Unter- und Mittelschicht beigemischt, kann sich jedoch aufgrund der starken Konkurrenz nur selten bis in die Oberschicht durchsetzen. Die Mehlbeere ist vornehmlich in der Unterschicht an steileren Hangpartien mit höherem Lichteinfall zu finden. In den Übergangsbereichen zum *Erico-Pinetum sylvestris* ist auf den seichtgründigeren Rendzinen im Rücken- und Oberhangbereich meist die Rotkiefer neben der Fichte stärker vertreten.

Für eine detailreichere Beschreibung der fließenden Übergänge der teils deutlich unterschiedlichen Baumartenzusammensetzung zwischen den Waldgesellschaften und deren Subassoziationen sei hier auf die Arbeit von EICHBERGER & LANGER (2013) verwiesen.

Auf den einzelnen aufgenommenen Stichprobenpunkten konnten teilweise ebenfalls deutliche Unterschiede bezüglich der Bestandesparameter festgestellt werden. Während die erreichten Stammzahl- und Vorratswerte mitunter stark schwankten (733 – 7367 N/ha, 141 – 528 m³/ha), wurden die Bestände meist als ein- bis zweischichtig angesprochen und weisen im Schnitt recht hohe Überschirmungsgrade (82 ±14) auf, die sich zwischen 60 und 100 % bewegen. Eine

eindeutige Zuweisung des gesamten Fi-Ta-Bu-Waldes des NWR Stoissen zu einer Entwicklungsphase ist daher nicht möglich.

MAYER & OTT (1991) beschreiben eine solch große Variabilität der Alterszusammensetzung, der Stammzahl und des Vorrates auf kleinem Raum als wesentliche Charakteristik eines natürlichen Fichten-Tannen-Buchenwaldes und Grund für dessen ausgeprägte Stabilität. Die unterschiedlichen lichtökologischen Ansprüche, Wuchsleistungen und Verjüngungsdynamiken der Leitbaumarten Fichte, Tanne und Buche bilden einen kleinräumig stark wechselnden Aufbau der Bestände, welche bis in die Altersphase meist eine ausgeprägte Schichtung aufweisen. Aufgrund dieses Waldbildes kommt es in Folge von Störungen meist nur zu kleinflächigen Lücken, die schnell durch einen umsetzungsfähigen Nebenbestand geschlossen werden können.

Einen Teil der Stabilität dieses Systems stellt die physikalische Widerstandsfähigkeit des Bestandes gegenüber Störungsfaktoren wie Wind- und Schneebruch dar (SCHERZINGER 1996), die über den Aufbau der Krone und die Schaftform für den Einzelbaum beurteilt werden kann (BURSCHEL & HUSS 1997). Zwei Kennzahlen zur Bewertung der Einzelbaumstabilität sind der Schlankheitsgrad (H/D-Wert) und das Kronenprozent.

Der H/D-Wert eines Stammes beschreibt dessen statische Form mit dem Verhältnis seiner Höhe zu seinem Durchmesser und lässt nach BURSCHEL & HUSS (1997) bei Werten unter 80 auf einen stabilen Stamm schließen. Im Untersuchungsgebiet können sowohl Tanne, Buche als auch Lärche diese Forderung in der Oberschicht und Mittelschicht des Bestandes im Schnitt erfüllen. Die Fichte liegt in der Oberschicht (58 ±100) unter und der Mittelschicht (99 ±109) deutlich über diesem Wert.

Das Kronenprozent gibt aus statischer Sicht Auskunft über den Schwerpunkt der Krone am Stamm und damit über die Stabilität. Von einem ökologischen Standpunkt ist die relative Kronenlänge Ausdruck für die Leistungsfähigkeit eines Baumes hinsichtlich Zuwachs und Umsetzungsvermögen, sowie für die Toleranz gegenüber Stresssituationen wie etwa Trockenperioden. (FREISE 2005) Neben Merkmalen wie beispielsweise der Blatt-/Nadelfärbung oder der Anzahl der Nadeljahrgänge kann auch das Kronenprozent als Parameter der Vitalität gesehen werden MAYER & OTT (1991). Sowohl Fichte, Tanne als auch Buche weisen in Oberund Mittelschicht mittlere Kronenprozente über 50 % auf. Dies spricht, wie auch die niedrigen H/D-Werte, für einen stabilen und vitalen Bestand.

Für die Interpretation des Bestandesaufbaus und der Bestandesstruktur wurde der Vergleich mit anderen unbewirtschafteten Wäldern gesucht. Bei der Auswahl wurde auf ähnliche Standortsvoraussetzungen und Aufnahmemethoden geachtet. Für die Gegenüberstellung wurden die zwei Naturwaldreservate Krimpenbachkessel im Salzatal (Steiermark) und Totengraben (Bayern), sowie der Kleine Urwald Rothwald (Niederösterreich) ausgewählt (siehe Tab. 29).

Bei der Gegenüberstellung dieser vier Untersuchungsgebiete fällt auf, dass KASSEROLER (2011) mit 333 ±162 Vfm/ha (Stoissen: 307 ±98 Vfm/ha) ähnliche Vorratswerte im NWR Krimpenbachkessel feststellen konnte. Trotz der Dominanz der Buche hinsichtlich der Stammzahl und der Grundfläche, hält die Fichte den größten Anteil am Vorrat im Krimpenbachkessel und stellt gemeinsam mit der Tanne 57 % des Volumens. In den im Schnitt 109 ±39 Jahre (max. 237 J.) alten Beständen erreicht die Buche einen BHD von 81 cm und eine Höhe von 30 m. Fichten und Tannen erreichen zwar mit 70 cm einen geringeren BHD, jedoch weisen sie eine Höhe von maximal 35 m auf. Die Stammzahlverteilung über die BHD-Klassen zeigt einen überaus hohen Anteil an Stämmen unter 12 cm.

Das NWR Totengraben und der Kleinen Urwald Rothwald weisen mit 514 Vfm/ha und 507 Vfm/ha deutlich höhere Vorräte als das NWR Stoissen auf. Der untersuchte Bestand im NWR Totengraben zeichnet sich jedoch durch eine windgeschützte Muldenlage mit fortgeschrittener Bodenentwicklung aus, auf der die Fichte eine maximale Höhe von 41,8 m und einen BHD von 91,1 cm erreicht. In dieser geschützten Lage konnten sich die Bestände ungestört entwickeln und weisen ein Alter von bis zu 450 Jahren auf. Der Schwerpunkt der Durchmesserverteilung verschiebt sich zunehmend zu den mittleren BHD-Klassen, wobei ein großer Anteil der Gesamtstammzahl durch starke Stämme eingenommen wird. (SCHNELL 2004)

Die Bestandesstruktur des Kleinen Urwald Rothwald befindet sich nach SCHREMPF (1986) am Übergang von der Terminalphase in die Zerfallsphase und kann einen üppigen Buchennebenbestand aufweisen. In der Oberschicht wurden eine Mittelhöhe von 33,1 m und ein Mitteldurchmesser von 61,5 cm gemessen. Zu berücksichtigen ist, dass die vorangegangene Störung eines Föhnsturms den Vorrat unter den zu erwartenden Wert von 627 Vfm/ha (ZUKRIGL-ECKHART-NATHER 1963) auf 507 Vfm/ha fallen ließ.

Im NWR Stoissen liegt die ermittelte Stammzahl pro Hektar deutlich über jener der drei Vergleichsgebiete. Im Gegensatz zu der Situation im NWR Totengraben, wo die Stammzahl der unteren BHD-Klassen zurückgeht, kann am Stoissen eine Stammzahlhäufung in den schwachen BHD-Klassen beobachtet werden (1353 N/ha von 2088 N/ha mit BHD <10 cm). Ähnlich verhält sich die Situation im NWR Krimpenbachkessel, in dem ebenfalls ein großer Anteil der Stämme unter einem BHD von 12 cm zu finden ist.

Die im NWR Stoissen erreichten Maximalwerte von 29,8 m Höhe und 68 cm BHD (Tanne) liegen deutlich unter denen des Totengrabens und auch die Anzahl der Stämme in den stärksten BHD-Klassen scheint geringer als in den Vergleichsgebieten Totengraben und KI. Urwald Rothwald. Eine Erklärung dafür könnte der seichtgründigere, weniger entwickelte Boden im NWR Stoissen sein, der das Erreichen solcher Höhen nicht ermöglicht. Jedoch kann nicht ausgeschlossen werden, dass durch anthropogene Nutzungen in der Vergangenheit Baumindividuen entnommen wurden (vor allem Nadelhölzer), welche die heutigen Stammzahlen in den stärksten BHD-Klassen

deutlich reduziert haben. Natürlich hätte das Belassen dieser Stämme teilweise auch einen Einfluss auf das Ergebnis der heutigen Stammzahlen in den schwächeren BHD-Klassen gezeigt, die klar durch die Buche dominiert werden.

	NWR Stoissen		npenbach- sel <sup>a</sup>	NWR Totengraben <sup>c</sup>	Kleiner Urwald Rothwald <sup>e</sup>
Jahr der Unterschutzstellung	1987	19	997	1978 <sup>d</sup>	echter Urwald
Wuchsgebiet	4.1 Nördliche Randalpen - Westteil	4.2 Nördliche Os	e Randalpen - tteil	Mittlere Bayerische Kalkalpen [B.82.6] <sup>d</sup>	4.2 Nördliche Randalpen - Ostteil
Jahresniederschlag [mm]	1385,3	14	97 <sup>b</sup>	1800-2000	2320
Jahresmittel- temperaturen [°C]	+7,8		7 <sup>f</sup>	+4,5	+3,7
Seehöhe [m.ü.NN]	700-1330	840-	1330	970-1390	940-1500
Waldgesellschaft	Nordalpischer Karbonat-Alpendost- Fichten-Tannen- Buchenwald ( <i>Adenostylo glabrae-</i> <i>Fagetum</i> Moor 1970)	Alpendos Tannen-Bi (Adenosty, Fagetum Mo Karbonat A Fichten-Ta (Adenosty, Abietetun	er Karbonat- t-Fichten- uchenwald lo glabrae- por 1970) und Alpendost- annenwald lo glabrae- n Mayer & an 1969)	Karbonat- Bergmischwälder (Aposerido Fagetum) aus Fichte, Tanne, Buche und Bergahorn	Fichten-Tannen- Buchenwald (Adenostylo glabrae- Abieti-Fagetum)
Geologie	Wettersteindolomit		nalm eindolomit	Hauptdolomit	Dachsteinkalk, Dolomit;
Boden	Moderrendzinen, Kalklehmrenzinen u. Kalkbraunlehme	karbon Braun	zinen - atische lehme	(Mull-) Rendzinen - Braunerden	Rendzinen - Kalksteinbraunlehme
Vorrat [Vfm/ha] Stabw .	307 ±98	NWR 334,4 ±162	WW 433,4 ±197	514 k.A.	507 k.A.
Grundfläche [m²/ha]	41	32,1 36,9		38,8	40,3
Stabw.	±9	±12	±11	k.A.	k.A.
Stammzahl [N/ha] Stabw .	2088 ±1660	1168 ±1245	649 ±302	281 k.A.	931 k.A.
Baumartenanteile (% V)	Bu = 42, Ta = 30, Fi = 10, Bah = 4	Bu =33, Fi = 39, Bah = 4, Ta = 18	Fi = 55, Bu = 14,Ta = 9, Lä = 21	Bu = 51, Fi = 28, Ta	Bu = 44, Ta = 33, Fi = 22, Bah = 1

<sup>&</sup>lt;sup>a</sup>KASSEROLER (2011), <sup>b</sup>WAKONIGG (2010), <sup>c</sup>SCHNELL (2004), <sup>d</sup>BUNDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG (2015), <sup>e</sup>SCHREMPF (1986), <sup>f</sup>HYDROGRAPHISCHER DIENST IN ÖSTERREICH (2011); NWR = Naturwaldreservat, WW = Wirtschaftswald

**Tab. 32:** Gegenüberstellung der Standortscharakteristika und Bestandesparameter der Untersuchungsgebiete NWR Stoissen, NWR Krimpenbachkessel, NWR Totengraben und Kleiner Urwald Rothwald.

Das Durchschnittsalter im NWR Stoissen ist mit 140 Jahren (75 – 280 Jahre; SIEBRECHT 1993) vergleichbar mit dem Altersrahmen des NWR Krimpenbachkessel (109 ±36 J.), jedoch liegt es deutlich unter dem des NWR Totengraben (vier Bestandesgenerationen im Alter von 200, 280, 370 und bis 450 J.). Dies legt den Schluss nahe, dass das maximale Alter des Bestandes am Stoissen noch nicht erreicht ist und somit die maximalen BHD und Vorratswerte in Zukunft noch steigen könnten.

Betrachtet man die Anteile der Charakterbaumarten am Vorrat in den drei Vergleichsgebieten, weisen das NWR Totengraben und der Kleine Urwald Rothwald ähnliche Verteilungen auf. Buche dominiert vor Fichte oder Tanne und der Bergahorn ist überall beigemischt. Nicht außer Acht zu lassen ist jedoch die Lärche, die im NWR Stoissen immerhin 11 % des Vorrats stellt und auch im NWR Krimpenbachkessel rund 5,3 % des Volumens liefert.

Der von KASSEROLER (2011) untersuchte Wirtschaftswald in unmittelbarer Nähe zum NWR Krimpenbachkessel weist bei einer niedrigeren Stammzahl höhere Grundflächen- und Vorratswerte auf. Durch eine nadelholzfördernde Bewirtschaftung sind die Vorratsanteile der Fichte (55 %) und der Lärche (21 %) bedeutend höher als im NWR Stoissen. Dieser Vergleich lässt vermuten, dass die hohen Vorratsanteile der Lärche im NWR Stoissen ebenfalls auf den Einfluss vergangener anthropogener Eingriffe zurückgeführt werden könnten.

### Bestandesentwicklung des Fichten-Tannen-Buchenwaldes

Die Beurteilung der Bestandesentwicklung im NWR Stoissen erfolgte auf Basis der Wiederaufnahme der fünf Profilstreifen, die durch SIEBRECHT (1993) im Jahr 1992 eingerichtet wurden. Drei dieser Streifen (ST001, ST002 und ST003b) liegen im Bereich des *Adenostylo glabrae-Fagetum*, zwei weitere Streifen (ST003a und ST004) im *Erico-Pinetum sylvestris*.

Betrachtet man die Entwicklung auf den Streifen des Fi-Ta-Bu-Waldes, kann im Schnitt eine Zunahme von Volumen und Grundfläche bei abnehmender Stammzahl beobachtet werden.

Der Ausfall liegt mit 229 Stämmen pro Hektar über dem Einwuchs von 154 N/ha. Während der Bergahorn und die Mehlbeere, aber auch Fichte und Tanne eine Reduktion der Stammzahl pro Hektar erfuhren, konnte die Buche entgegen dem allgemeinen Trend ihre Stammzahl leicht erhöhen. Der Rückgang der Stammzahl erfolgte hauptsächlich in den BHD-Klassen bis 20 cm. Dies spiegelt sich auch in der auftretenden Mortalität auf den Streifen ST002 und ST003b wieder, die sich auf 10 % und 6 % des Vorrats aus dem Jahr 1992 beläuft. Der Profilstreifen ST001 konnte jedoch eine deutlich höhere Mortalität von 31 % aufweisen, die zudem mit dem Ausfall einzelner starker Stämme begründet ist. Der Zuwachs an Volumen und Grundfläche fand in den höheren BHD-Klassen ab 35 cm, vornehmlich durch die Tanne, statt. Der Schwerpunkt der Stammzahlverteilung liegt jedoch immer noch in den niedrigen BHD-Klassen und beruht auf den hohen Pflanzenzahlen der Buche.

Den Beschreibungen von SCHREMPF (1986) folgend, würde der Bestand aufgrund der anhaltenden Volums- und Grundflächenzuwächse sowie der erhöhten Mortalität in den unteren BHD-Klassen, verbunden mit einem Rückgang der Stammzahl und einem Schwerpunkt der Vorratsverteilung in den mittleren BHD-Klassen, der späten Optimal- bis Terminalphase zugewiesen werden. Zu einem ähnlichen Ergebnis kam SIEBRECHT (1993), die den von Ihr ausgewiesenen Fi-Ta-Bu-Wald schon damals in dieser Entwicklungsphase sahen. Sie unterteilten jedoch die heute als Fi-Ta-Bu-Wald bezeichneten Flächen feingliedriger in einen Buchen-Fichten-Kiefernwald, einen Fichten-Tannen-Buchenwald und einen Buchenwaldbereich und führten eine separate Ansprache der Entwicklungsstufen durch. Die Zusammenführung dieser drei Bestandestypen könnte in der heutigen Betrachtung durch das Miteinbeziehen jüngerer Bestandesteile, wie beispielsweise der Buchenwaldbereiche, zur Ausscheidung einer ähnlichen Entwicklungsstufen geführt haben.

Um dem Mosaik in der Walddynamik auf der Gesamtfläche näher zu kommen, wurden daher die einzelnen Stichprobenpunkte separat einer Entwicklungsstufe zugeordnet. Diese gutachterliche Einteilung erfolgte ebenfalls in Anlehnung an die von SCHREMPF (1986) für den Kleinen Urwald Rothwald beschriebenen Entwicklungsphasen unter Beachtung der entsprechenden Bestandesparameter. Da die Situation auf den einzelnen Stichprobenpunkten meist nicht alle Kriterien einer Entwicklungsphase zur Gänze erfüllt, muss diese Zuteilung als eine qualitative Abschätzung der überwiegenden Entwicklungstendenz gewertet werden.

Ein überwiegender Teil der Stichproben (11 von 23 Stpr.) befindet sich im Aufbau und konnte den stammzahlreichen Phasen der Verjüngungs- bis Optimalphase zugeordnet werden. Diese zeichnen sich bis zum Ende der Initialphase mit einer Kulmination des Höhenwachstums durch hohe Stammzahlen der Verjüngung und später der Unter- und Mittelschicht, sowie durch einen deutlich unterdurchschnittlichen Vorrat aus. Mit dem Eintritt in die Optimalphase stellt sich ein vertikaler Bestandesschluss ein, der mit einer annähernden Normalverteilung der Stammzahl über die Bestandesschichten und einem Anstieg des Vorrats verbunden ist. Eine auffällige Häufung dieser stammzahlreichen im Aufbau befindlichen Entwicklungsstadien kann in den nordwestlichen Plateaulagen über den Grabeneinhängen beobachtet werden. Aufgrund der hohen Zahlen an anthropogen genutzten Stöcken in nahezu demselben Bereich (siehe 5.1.3 Totholz), könnte dies als Indiz für den noch immer erkennbaren Einfluss vergangener Holznutzungen gewertet werden. Weitere sieben Punkte befinden sich in der Terminalphase, oder am Übergang zu dieser. Sie zeichnen sich durch einen lockeren Bestandesschluss und unterdurchschnittliche Verjüngungsund Stammzahlen aus, erreichen im Untersuchungsgebiet jedoch nicht die von SCHREMPF (1986) beschriebenen Vorratsmaxima, sondern liegen mit ihrem Volumen meist nur leicht über dem Durchschnitt. Dies könnte zum Teil durch die wenig wüchsigen Standorte an den Grabeneinhängen begründet werden, auf denen ein Teil dieser Stichprobenpunkte ausgewiesen wurde. Erst im Übergang zur Zerfallsphase nehmen die Totholzvorräte zu. In Summe deuten die

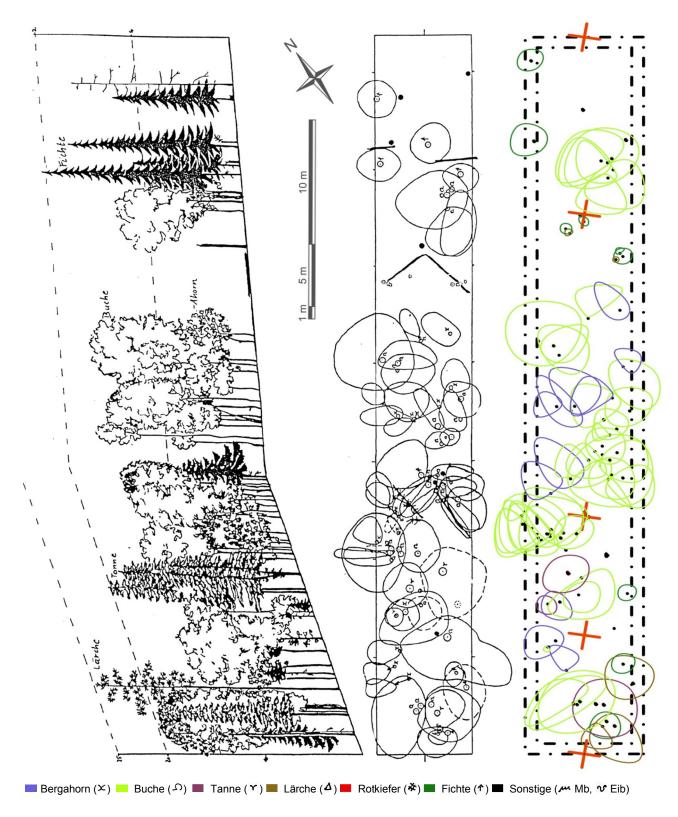
untersuchten Parameter nur auf fünf der 23 Stichprobepunkte auf eine Zerfallsphase hin, in der es durch den einzelstamm- bis truppweisen Zusammenbruch von Bäumen kleinräumig zu günstigen Verjüngungsverhältnissen kommt, die sich in den teilweise hohen Verjüngungsmengen im ungesicherten Höhebereich <50 cm abzeichnen.

Tendenziell liegen die Durchschnittswerte der Bestandesparameter (V/ha, G/ha) auf den Stichprobepunkten mit Ausnahme der Stammzahl (N/ha) unter den mittleren Werten der Profilstreifen. Dies deutet auf ein bereits weiter fortgeschrittenes Entwicklungsstadium der Profilstreifen hin. Bestätigung findet diese Annahme durch SIEBRECHT (1993), die für die Lage der Bestandesprofile bewusst Altbestände auswählte. Die Profilsstreifen könnten daher als Indikatorflächen für die zukünftige Entwicklung des restlichen Bestandes gesehen werden, da sie offensichtlich eine reifere Bestandesentwicklung aufweisen.

Als Weiser für die weitere Entwicklung der Baumartenzusammensetzung des Bestandes kann neben der Verjüngung die Stammzahlverteilung der einzelnen Baumarten über die Bestandesschichten betrachtet werden. Verfolgt man die Stammzahlverläufe der Baumarten Tanne und Lärche sind in der mittleren Bestandesschicht geringere Stammzahlen als in der Unterschicht, jedoch auch weniger Stämme als in der Oberschicht zu beobachten. Dies könnte darauf hindeuten, dass in Zukunft weniger absterbende Stämme dieser Baumarten aus der Oberschicht durch Bäume der Mittelschicht ersetzt werden können und deren Anteil abnimmt. Tritt dieser Fall ein, würde der Anteil der Buche weiter zunehmen.

Zur Veranschaulichung der Bestandessituation auf den Profilstreifen und deren Veränderung über die letzten 21 Jahre wurde in Abb. 37 beispielhaft das Ergebnis der Erhebungen aus dem Jahr 2013 als Grundriss des Profilstreifens ST001 dem Grund- und Aufriss aus dem Jahr 1992 (erstellt durch SIEBRECHT 1993) gegenübergestellt.

Obwohl es durch die unterschiedlichen Methoden der beiden Aufnahmen teilweise zu leichten Verschiebungen der Position der einzelnen Stämme kommt, können doch strukturelle Veränderungen wie der Ausfall und Einwuchs einzelner Bäume nachvollzogen werden.



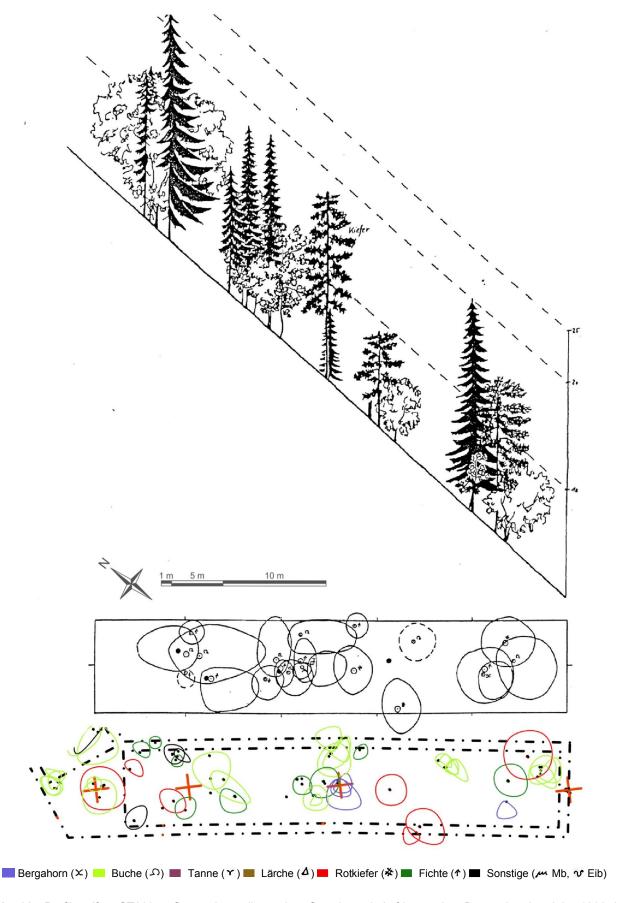
**Abb. 37:** Profilstreifen ST001. Gegenüberstellung des Grund- und Aufrisses des Bestandes im Jahr 1992 in Schwarzweiß (links, Mitte) aus SIEBRECHT (1993) und der Bestandessituation im Jahr 2013 als Grundriss in Farbe (rechts).

# Bestandesstruktur und -entwicklung des Fichten-Kiefernwaldes

Auf den Streifen des Fichten-Kiefernwaldes (ST003a und ST004) ist ebenfalls eine Zunahme von Bestandesvolumen und Grundfläche, bei leicht steigender Stammzahl (+2 %) zu beobachten. Zwischen 1992 und 2013 erfolgte ein Volumszuwachs von +21 %, der fast ausschließlich durch die Fichte und die Rotkiefer in den oberen BHD-Klassen geleistet wurde. Gleichzeitig verlor die Fichte als zuwachsstärkste Baumart in den schwachen BHD-Klassen gut ein Drittel ihrer Stammzahl. Bei den Laubhölzern konnten Buche und Bergahorn ihre Stammzahl hingegen deutlich erhöhen. Wenngleich das in der Periode 1992 – 2013 abgestorbene Volumen mit 22 ±4 Vfm/ha weniger als halb so viel beträgt als im Fi-Ta-Bu-Wald (56 ±61 Vfm/ha) liegt die Mortalitätsrate mit 16 % des Vorrats aus dem Jahr 1992 annähernd gleich hoch (Mort<sub>Fi-Ta-Bu-W</sub>: 18 %).

Schon SIEBRECHT (1993) beschrieb eine auffallend schlechte Ausstattung der Verjüngung der bestandesbildenen Baumarten Fichte, Kiefer und Lärche. Durch den 1992 beobachteten Vitalitätsschwund des Altbestandes prognostizierte SIEBRECHT (1993) einen beschleunigten Zerfall des Altbestandes, bevor sich eine gesicherte Verjüngung etablieren kann. Die 2013 festgestellten starken Abnahmen der Stammzahlen von Fichte, aber auch Kiefer in den unteren BHD-Klassen und die Tatsache, dass kein einziger Baum in der ersten BHD-Klasse von 0 - 4,9 cm registriert werden konnte, unterstützten diese Prognose von SIEBRECHT (1993). Wie auch schon 1992 beobachtet, besteht die Verjüngung hauptsächlich aus den Baumarten Bergahorn und Mehlbeere, sowie der erst 2013 beobachteten Felsenbirne. Fichte kommt in der Verjüngung mit 103 von Gesamt 5903 Ind./ha nur spärlich und Rotkiefer gar nicht vor. Obwohl die Buche in der Verjüngung nur mit geringen Individuenzahlen wahrgenommen werden konnte, zeigt sie mit dem Bergahorn die höchsten Stammzahlzuwächse und ist in den BHD-Klassen bis 20 cm die dominante Baumart. Die Stammzahl der Mehlbeere nimmt hingegen, trotz starker Verjüngungsanteile, schon in den schwachen BHD-Klassen wieder ab.

Beispielhaft für die Bestandesentwicklung der Streifen des *Erico-Pinetum sylvestris* wurde in Abb. 38 der Grundriss des Profilstreifens ST003a seinem Grund- und Aufriss aus dem Jahr 1992 gegenübergestellt. Auch hier sind leichte Positionsverschiebungen aufgrund methodischer Unterschiede zwischen den Aufnahmen im Jahr 1992 und 2013 festzustellen. Trotzdem sind strukturelle Entwicklungen, wie etwa der vermehrte Einwuchs der Buche (Hellgrün), die meist in kleinen Gruppen aufkommt, über den Vergleich der Grundrisse erkennbar.



**Abb. 38:** Profilstreifen ST003a. Gegenüberstellung des Grund- und Aufrisses des Bestandes im Jahr 1992 in Schwarzweiß (oben, Mitte) aus SIEBRECHT (1993) und der Bestandessituation im Jahr 2013 als Grundriss in Farbe (unten).

#### 5.1.2 Verjüngung

Eine wesentliche Rolle in der Dynamik von Waldökosystemen kommt den Verjüngungsprozessen der auftretenden Baumarten zu. Das Bestandesbild und die Artenzusammensetzung der Zukunft hängen zu einem erheblichen Maße von der Zusammensetzung der heute beobachtbaren Verjüngung ab (SCHODTERER & SCHADAUER 1997, MENCH 1999).

Die erfolgreiche Verjüngung eines Waldbestandes ist von einem komplexen Zusammenspiel verschiedener Faktoren abhängig. Neben einem ausreichenden Samenangebot sind auch der Keimbettzustand (BURSCHEL & HUSS 1997), der Lichthaushalt im Bestand, die Konkurrenz durch die Kraut- und Strauchschicht, sowie der Verbiss durch das Wild entscheidend (FREHNER et al. 2005).

### **Verjüngungssituation**

Die Charakterisierung der Verjüngungssituation beschreibt die Anzahl, sowie die Verteilung der Verjüngungspflanzen der bestandesbildenden Baumarten über die Fläche. Diese liefert Hinweise auf die Sukzession der Bestände (MENCH 1999) und ist somit ein entscheidender Faktor in der Beurteilung der Dynamik von Wäldern.

Auf den 23 eingerichteten Probeflächen konnten im Schnitt 87623 ±70174 Verjüngungspflanzen (exkl. Keimlinge) erhoben werden, die sich aus 55 % Buchen, 30 % Bergahorn, 6 % Tanne und 2 % Fichte zusammensetzen.

Damit konnten im NWR Stoissen deutlich höhere Verjüngungsmengen beobachtet werden, als im NWR Krimpenbachkessel, wo KASSEROLER (2011) eine Summe von 26177 Ind./ha mehrjähriger Verjüngungspflanzen (≤15 – 130 cm) feststellte (siehe Tab. 33). Betrachtet man die einzelnen Höhenstufen der Verjüngung wird deutlich, dass am Stoissen vor allem in der Klasse der ≤15 cm hohen Pflanzen deutlich mehr Individuen gefunden wurden (Stoissen: 81139 Ind./ha, Krimpenbachk.: 15729 Ind./ha). In der Höhenklasse >15 – 30 cm wurden hingegen im NWR Krimpenbachkessel etwa doppelt so viele Verjüngungspflanzen gezählt (Stoissen: 4155 Ind./ha, Krimpenbachk.: 8229 Ind./ha). Annähernd gleiche Mengen konnten in der Klasse der >30 – 130 cm hohen Pflanzen festgestellt werden.

Beim Vergleich mit der Verjüngungssituation des Kleinen Urwald Rothwald kann, unter Berücksichtigung der ungleichen Klassengrenzen, Ähnliches beobachtet werden. Auch hier wiesen die Ergebnisse von SCHREMPF (1986) deutlich geringere Pflanzenmengen in der Klasse der mehrjährigen  $\leq$  15 cm auf (Stoissen: 81139 Ind./ha, Rothwald: 7636 Ind./ha). In den höheren Klassen von 15 – 30 cm und 30- 130 cm nennt SCHREMPF (1986) jedoch höhere Verjüngungsmengen.

	NWR Stoissen	NWR Krimpenbach- kessel <sup>a</sup>	NWR Totengraben <sup>c</sup>	Kleiner Urwald Rothwald <sup>e</sup>
	[Ind./ha]	[Ind./ha]	[Ind./ha]	[Ind./ha]
Keimlinge	2739	19100	k.A.	k.A.
Stabw.	±174	±18873	k.A.	k.A.
Mehrjährige ≤15 cm	81139	15729	k.A.	7636 (6-20 cm)
Stabw.	±2834	±20051	k.A.	k.A.
Mehrjährige >15-30 cm	4155	8229	k.A.	5890 (20-50 cm)
Stabw.	±355	±11954	k.A.	k.A.
Verjüngung >30-130 cm	2359	2219	k.A.	4868 (50-130 cm)
Stabw.	±2359	±2896	k.A.	k.A.
Verjüngung ≤15-130 cm	87653	26177	k.A.	18394
Stabw.	±70174	k.A.	k.A.	k.A.
Baumartenanteile (% N)	Bu = 55%, Bah = 30%,	Bu = 49%, Fi = 31%,		Bu = 71%, Fi = 17%,
, ,	Ta = 6%, (Mb = 3%), Fi	Bah = 11%, Ta = 9%	k.A.	Ta = 10%, Bah = 2%
	= 2%	·		·

<sup>&</sup>lt;sup>a</sup>KASSEROLER (2011), <sup>c</sup>SCHNELL (2004), <sup>e</sup>SCHREMPF (1986);

**Tab. 33:** Gegenüberstellung der Verjüngungszahlen der Untersuchungsgebiete NWR Stoissen, NWR Krimpenbachkessel, NWR Totengraben und Kleiner Urwald Rothwald.

Auffällig ist, dass vor allem im NWR Krimpenbachkessel durch die Vollständigkeit der Datenreihe, aber auch im kleinen Urwald Rothwald eine kontinuierliche Abnahme der Verjüngungszahlen mit zunehmender Pflanzenhöhe zu erkennen ist. Im NWR Stoissen ist jedoch eine hervorstechend hohe Verjüngungspflanzenzahl (92 % der mehrj. ≤15 − 130 cm) in der Höhenklasse ≤15 cm zu bemerken, der eine im Vergleich sehr geringe Keimlingsanzahl voransteht, und die sich auch von den höheren Verjüngungsklassen deutlich abhebt.

Dies könnte durch die vorangegangenen Mastjahre der Buche (2011) und des Bergahorn (2011, 2012) erklärt werden und spiegelt sich auch in der Zusammensetzung dieser Höhenklasse wieder (53 % Buche, 33 % Bergahorn).

Während die hohen Pflanzenzahlen des Bergahorns ab einer Höhe von 15 cm stark einbrechen und zwischen 30 und 130 cm nur mehr ein Individuum je Hektar gezählt werden kann, bleibt die Buche bis in die Bestandesmittelschicht die vorrats- und stammzahldominierende Baumart.

Fichte und Tanne sind mit ihren Anteilen von 1,96 % und 5,83 % an der gesamten Verjüngung zwischen 15 und 130 cm nur in geringem Ausmaß vertreten. MAYER & OTT (1991) weisen jedoch darauf hin, dass sich unter ungestörten Verhältnissen selbst bei 10 - 15-mal stärkerer Buchenverjüngung ein ausgeglichenes Vorratsverhältnis zwischen Buche und Tanne entwickeln kann. Besonders Tanne, aber auch Fichte und Lärche konnten bis in hohe BHD-Klassen beinahe durchgehend, jedoch mit relativ geringem Stammzahlanteil, beobachtet werden. Vorwiegend in der Oberschicht, stellen diese Baumarten jedoch die größten Anteile des Vorrats (OS: Ta = 40 %, Bu = 28 %, La = 15 %, Fi = 12 %) dar.

SCHIELER & HAUK (2001) führen Richtwerte für Mindestverjüngungsmengen für Baumhöhenstufen an, die zwar für Wirtschaftswälder entwickelt wurden, jedoch hier als grobe Orientierung dienen sollen. Schätzt man die mittlere Höhe der Verjüngungsklasse ≤15 cm mit 10

cm nennen SCHIELER & HAUK (2001) eine Mindestmenge an Verjüngungspflanzen über alle Baumarten von 5000 Ind./ha. Diese wird auf allen Stichproben deutlich übertroffen (min. StiprNr. 20 = 10000 Ind./ha). Für die Höhenklasse >15 – 30 cm mit einer mittleren Höhe von 22,04 cm sind für eine durchschnittliche Pflanzenhöhe von 20 cm 1666 Ind./ha als Mindestwert für die Verjüngung angegeben. Dieser Wert kann auf 43 % der Stichprobenpunkte übertroffen werden. In der Verjüngungsklasse der 30 – 130 cm hohen Bäumchen errechnet sich im NWR Stoissen eine mittlere Höhe von 61,53 cm. Der Richtwert für die Mindestverjüngungsmengen für eine Durchschnittshöhe von 60 cm nach SCHIELER & HAUK (2001) beläuft sich auf 633 Ind./ha. Da auch dieser Wert auf 65 % der Stichproben erfüllt wird, kann davon ausgegangen werden, dass eine ausreichende Verjüngungsmenge vorhanden ist, um den Fortbestand des Waldes auf den untersuchten Flächen zu sichern.

### Samenangebot

LITSCHAUER (2014) konnte durch langjährige Untersuchungen der Zusammenhänge zwischen Blühintensität und Samenproduktion über die Erfassung der Pollenmengen die potentielle Samenproduktion als Relativwert zu einem langjährigen Maximum schätzen. Aus Tab. 34 ist der Verlauf der Samenproduktion der Baumarten Fichte, Tanne, Buche und Ahorn über den Zeitraum 2003-2013 für die nächstgelegene Messstation in Zell am See zu entnehmen.

Zell am See	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Picea abies	>75%	≤25%	≤25%	≤25%	≤25%	≤25%	>75%	≤25%	>75%	≤25%	≤25%
Abies alba	≤25%	≤25%	≤25%	25-50%	≤25%	≤25%	25-50%	≤25%	≤25%	≤25%	25-50%
Fagus sylvatica	25-50%	≤25%	≤25%	≤25%	≤25%	≤25%	25-50%	≤25%	>75%	≤25%	≤25%
Acer spp.	≤25%	≤25%	25-50%	25-50%	>75%	≤25%	≤25%	≤25%	51-75%	51-75%	51-75%
≤25%	Bestäubur	gsdichte	gering, einz	zelne Same	nvollkörne	r; keine Αι	ısw irkung a	uf Reprod	luktion (Sar	men	
	dienen tier	ischer Nal	hrung:Vög	el, Pilche, M	ľäuse, Wild	l)					
25-50%	Beginn ein	Beginn einer Teilfruktifikation (Sprengmast) - Randbäume, tw . Bestand									
51-75%	Brauchbar	e Samenp	roduktion (	(Halbmast)	- Randbäu	me und vo	rherrschen	de Bäume			
>75%	volle Frukti	fikation m	t nur kleins	tandörtlich	en untersc	hieden (V	ollmast)				

**Tab. 34:** Bestäubungsdichten und Samenproduktion der Baumarten Fichte (*Picea abies*), Tanne (*Abies alba*), Buche (*Fagus sylvatica*) und Ahorn (*Acer spp.*) über den Zeitraum 2003-2012, unter Verwendung der Datengrundlage der Messstation in Zell am See. (verändert nach LITSCHAUER 2014)

Demnach scheinen Fichte und Buche in den Jahren 2009 und 2011 in Form einer Vollmast fruktifiziert zu haben. Ahorn wies neben der Vollmast 2007 vor allem in den Jahren 2011 bis 2013 ein erhöhtes Fruktifikationsverhalten auf. Bei der Tanne konnten lediglich Sprengmasten in den Jahren 2006, 2009 und 2013 beobachtet werden.

Diese Fruktifikationsereignisse spiegeln sich auch in den Zahlen der aufgenommenen Verjüngungspflanzen ≤15 cm wieder. In der Klasse der Keimlinge konnten hauptsächlich Tanne (2407/ha) und Bergahorn (326/ha) beobachtet werden. Auch die relativ hohen Pflanzenzahlen der

Buche (43005/ha) und des Bergahorns (26412/ha) in der Klasse der mehrjährigen Verjüngung ≤15 cm könnten ihre Begründung in den von LITSCHAUER (2014) errechneten Mastintensitäten haben. Bei der Verteilung der gleichmäßig niederen Pflanzenzahlen der Fichten über die einzelnen Jahrstufen der Klasse ≤15 cm (1014/ha) lässt sich das Vollmastjahr 2011 jedoch nicht erkennen. Ähnlich verhält es sich mit der Verjüngung der Tanne, die in allen Jahrstufen festgestellt werden konnte. Die leicht erhöhten Samenaufkommen der Sprengmastjahre 2009 und 2013 zeichnen sich auch hier nicht in Form merklicher Pflanzenzahlenunterschiede ab.

Festzuhalten ist jedoch, dass jede der vier Baumarten auf den 23 Stichprobenpunkte in Form fruktifikationsfähiger Baume ausreichend vertreten war (Bu=100 %; Ta=73,9 %; Fi=65,2 %; Bah=60,9 %). Diese ungleiche Verteilung der Mutterbäume muss jedoch bei der Interpretation der Verjüngungszahlen ebenfalls berücksichtigt werden.

Nach NOPP-MAYER et al. (2015) ist der Einfluss herbivorer Säugetiere und Invertebraten auf die Mortalität der Verjüngungspflanzen in frühen Lebensstadien nicht außer Acht zu lassen. Vor allem der Fraß an Samen und Keimlingen durch Wirbellose und Nagetiere wurde in der Vergangenheit als Mortalitätsfaktor unterschätzt und bisher wenig untersucht. Demnach können Nagetiere, deren Populationsschwankungen durch die Mastzyklen der Bäume mitbeeinflusst werden, zu nahezu einem totalen Ausfall keimfähiger Samen eines Mastjahres führen.

Vor diesem Gesichtspunkt ist der direkte Rückschluss von Mastintensitäten auf die Anzahl der ankommenden Verjüngungsindividuen kritisch zu hinterfragen und der Einfluss herbivorer Nager und wirbelloser Tierarten als gewichtiger Faktor zu berücksichtigen.

# Keimbettzustand

Der reife Samen eines Baumes sieht sich auf dem Weg zum Keimling durch eine Reihe von Gefahren bedroht. Austrocknung, übergroße Nässe, Pilzbefall und Fraß durch Wild, Nager, Vögel wie auch durch Insekten sind hier als einige relevante Faktoren zu nennen, welche die Anzahl keimfähiger Samen im Wald reduzieren. Je nach Überwinterungsstrategie der Samen erhalten diese Hemmfaktoren unterschiedliche Gewichtung. Während die Samen der Fichte in den Zapfen am Baum überwintern und erst im zeitigen Frühjahr zu Boden fallen, werden die Samen der Buche und der Tanne bereits kurz nach der Reife im Herbst vom Mutterbaum gestreut und überwintern am Boden. Die Samen des Bergahorns hängen oft noch einige Monate nach der Samenreife am Baum und überwintern daher nur zum Teil am Boden. Die Beschaffenheit des Keimbetts spielt hier eine wesentliche Rolle für die Keimung und der Anwuchs. (BURSCHEL & HUSS 1997)

BRANG (1996) weist auf die Bedeutung der **Feuchtigkeit** im Spätfrühling und Frühsommer hin, an welche die Samenquellung bei der Fichte in erster Linie gebunden ist. Er beschreibt für sein Untersuchungsgebiet Sedrun (Schweiz) einen durchschnittlichen Niederschlag von 111 mm im Juni als ausreichend. Dieser Wert wird im NWR Stoissen im langjährigen Durchschnitt (1960 –

2013) bereits im Mai mit 127 mm überschritten. Im Juni ist im Schnitt mit einer Niederschlagsmenge von 169 mm zu rechnen. Es kann daher davon ausgegangen werden, dass genügend Feuchtigkeit vorhanden ist, um ein Quellen der Samen zu ermöglichen.

Die von BRANG (1996) genannte Summe der **Tagestemperaturen** von 85 Gradtagen über 6 °C, die für die Keimung von Fichtensamen benötigt werden, kann im NWR Stoissen bei Durchschnittstemperaturen im Mai von 11,8 °C innerhalb von rund 15 Tagen erreicht werden (berechnet nach SCHÄFER 2012). Im Juli beläuft sich die Keimdauer bei mittleren Temperaturen von 14,8 °C auf rund 10 Tage.

Die im Untersuchungsgebiet beobachteten Humusauflagen des mullartigen Moders und des moderartigen Mulls beeinflussen den Keimerfolg der Sämlinge in mehrerlei Hinsicht.

Die raue Struktur der Humusauflage ermöglicht den Samen im steileren Gelände ein Hängenbleiben und schafft zudem Fixpunkte, an denen sie sich fixieren können, um einerseits ihre Keimwurzel in das Substrat zu versenken und sich andererseits vom Boden abzuheben (BRANG 1996). Im Fall der teilweise beobachteten Streuakkumulationen, zum Beispiel in Unterhangbereichen und Mulden, hat der Samen der Buche in diesem Bezug einen Vorteil, da seine Reserven ihm ermöglichen dickere Humusschichten zu durchwachsen (BRANG 1996). Der Auflagehumus wies jedoch in keinem Fall eine starke Schichtung der L- und F-Schicht auf noch wurden Filzschichten festgestellt, die das Anwurzeln der Sämlinge erschweren würden. Die Gefahr des Austrocknens der Humusauflage und des Oberbodens und damit des Vertrocknens der Sämlinge ist demnach vor allem auf den seichtgründigeren Rücken und in den Süd -Ostexponierten Bereichen gegeben. Der Großteil der Fläche, auf der die untersuchte Waldgesellschaft des Adenostylo glabrae-Fagetums stockt, ist jedoch Nord- bis Ostexponiert und nimmt die weniger steilen Rücken und Plateaulagen des NWRs ein. Die teilweise mittel- bis tiefgründigen Kalklehmrendzinen und Kalkbraunlehme weisen zudem ein besseres Wasserhaltevermögen als die weniger verbreiteten seichtgründigeren Moderrendzinen auf (SCHACHTSCHABEL et al. 1998). Es ist daher aufgrund der günstigen Exposition, der topographischen Lage und der Bodenbeschaffenheit davon auszugehen, dass Trockenstress in großen Teilen des Adonostylo glabrae-Fagetums eine untergeordnete Rolle spielt und eher eine Schädigung der Samen durch Pilze und/oder Mäusefraß zu erwarten ist.

Besonders bei Fichte wurde schon mehrfach die Bedeutung des Totholzes als Keimlingssubstrat und verjüngungsbegünstigendes, kleinstandörtliches Element hervorgehoben (EICHRODT 1969, BRANG 1996, LACHAT et al. 2014, STROHEKER et al. 2014).

EICHRODT (1969) stellt auf Moderholz eine geringere Keimlingssterblichkeit fest als auf Waldboden und nennt unter anderem die Vorteile des früheren Ausaperns, sowie der geringeren

Konkurrenz durch die Bodenvegetation aufgrund des erhöhten Kleinstandortes. Weiters erwähnt er eine teilweise ausgeglichenere Wasserversorgung der Verjüngungspflanzen durch die im Moderholz und in vorhandenen Moospaketen gespeicherte Feuchtigkeit. Nach LACHAT et al. (2014) ist Totholz in feuchten, hochstaudenreichen Gebirgswäldern von besonderer Bedeutung. STROHEKER et al. 2014 beobachtet Fichtenverjüngung im Urwald Scalé (Schweiz) fast ausschließlich auf Moderholz.

Im Vergleich zu anderen Naturwaldflächen konnte im NWR Stoissen relativ wenig **Verjüngung auf Totholz** beobachtet werden. KASSEROLER (2011) konnte im Zuge seiner Untersuchungen im NWR Krimpenbachkessel im Mittel 1,80 ±1,51 Keimlinge je m² Totholzfläche sowie 1,54 ±1,03 mehrjährige Verjüngungspflanzen ≤15 cm zählen. Im NWR Stoissen konnten hingegen nur 0,25 ±0,41 Keimlinge und 0,96 ±1,38 mehrj. Verjüngungspflanzen ≤15 cm aufgenommen werden. Die Gesamtzahl der Verjüngungspflanzen (Keimlinge bis mehrj. Verj. mit 130 cm Höhe) beläuft sich auf 1,92 ±2,83 Pflanzen pro m² verjüngungsfähiger Totholzfläche.

Vergleicht man die Totholzvorräte der beiden Reservate muss festgestellt werden, dass das NWR Stoissen mit 12,1 ±19 m³/ha liegendem Totholz und 6,6 ±5 m³/ha Stocktotholz deutlich geringere Werte aufweist, als das NWR Krimpenbachkessel mit einem liegenden Totholzvorrat von 98,3 ±157,9 m³/ha und einem Stocktotholzvolumen von 9,0 ±21,1 m³/ha (KASSEROLER 2011). Daraus kann geschlossen werden, dass die verjüngungsfähige Totholzfläche im NWR Krimpenbachkessel um ein Vielfaches erhöht ist und daher die Wahrscheinlichkeit Verjüngungspflanzen auf Totholz zu erfassen vergrößert ist.

Die meisten aufgenommenen Keimlinge auf Totholz konnten im NWR Stoissen der Tanne zugewiesen werden (73 %). Insgesamt ist jedoch die Fichte mit rund 36 % der aufgenommenen Totholzverjüngung vor der Tanne mit 29 %, die verjüngungsstärkste Baumart auf Totholz. Der Anteil der auf Totholz situierten Verjüngung an der Gesamtverjüngung ist jedoch bei allen Baumarten verschwindend gering. Über alle Baumarten gesehen, wird in keiner Klasse ein Anteil von 1 % an der gesamten Verjüngung überschritten. Betrachtet man die einzelnen Baumarten, erreicht die Fichte mit rund 6 % in der Klasse der >15-30 cm hohen Pflanzen den größten Anteil an der Gesamtverjüngung. Autoren wie STROHEKER et al. (2014) und LACHAT et al. (2014) nennen mit über 50 % deutlich höhere Anteil der Fichtenverjüngung auf Totholz an der gesamten Verjüngung. Hier ist jedoch ebenfalls auf den vergleichsweise geringen Totholzvorrat im NWR Stoissen und damit auf die geringe Verfügbarkeit verjüngungsfähiger Totholzflächen zu verweisen, die der Verjüngung nur in geringerem Ausmaß die Chance des Erwachsens bieten.

# **Lichthaushalt**

Die Verfügbarkeit von Licht spielt in allen Entwicklungsphasen der Verjüngung eine wichtige Rolle. Schon in der Phase der Samenquellung und der Keimung beeinflusst die Lichtverfügbarkeit

die treibenden Faktoren Wärme und Feuchtigkeit. Mit dem Anwuchs des Keimlings wird der direkte Lichtgenuss zum entscheidenden Faktor. Die Einflussnahme des Lichthaushalts auf verjüngungsfördernde Faktoren (Wärmehaushalt, Photosynthese, etc.), wie auch auf verjüngungshemmende Faktoren (Austrocknung, Überhitzung, Spätfrost, Konkurrenz durch Bodenvegetation, etc.) steht in komplexen Wechselbeziehungen zueinander. (BURSCHEL & HUSS 1997)

Diesem vielfältigen Zusammenspiel an Faktoren begegnen die einzelnen Baumarten auf unterschiedliche Weise. Buche, Tanne und Bergahorn stellen in der Jugend geringere Lichtansprüche an ihre Umwelt als Fichte (BURSCHEL & HUSS 1997).

Nach MOSANDL & EL KADEB (1988) ist in einem leicht aufgelichteten Bergmischwaldbestand mit einem Bedeckungsgrad zwischen 75 und 60 % und einem Deckungsgrad der Bodenvegetation von 20 – 30 % das Überleben der Verjüngung gesichert. Unter einer leichten Schirmstellung können sich hier vor allem die Baumarten Tanne, Buche und Bergahorn etablieren (OTT et al. 1997). Für eine optimale Fichtenverjüngung nennen MAYER & OTT (1991) einen Überschirmungsgrad von 50 – 60 %. Bei noch lichteren Beständen ist eine Hemmung der Verjüngung aufgrund der Konkurrenz durch die Bodenvegetation zu erwarten.

Die Bestände des untersuchten Fichten-Tannen-Buchenwaldes weisen im Schnitt einen Überschirmungsgrad von 82 ±14 % auf und liegen damit über den genannten verjüngungsbegünstigenden Überschirmungsgraden von MOSANDL & EL KADEB (1988). Sechs der 23 Stichprobenpunkte weisen einen Überschirmungsgrad zwischen 60 und 75 % auf. Betrachtet man die zehn verjüngungsstärksten Stichprobenpunkte (Verj. >30-130cm) sind fünf von ihnen zwischen 60 und 75 % überschirmt. Auf weiteren drei Punkten können durch die Exposition, Hangneigung und Lage an Geländeabbrüchen begünstigende Lichtverhältnisse angenommen werden und als möglicher Grund für die hohen Verjüngungszahlen gesehen werden. Auf 51,4 % der Verjüngungsteilflächen wurde jedoch, den im Schnitt hohen Deckungsgraden entsprechend, eine Hemmung der Verjüngung durch einen Mangel an Licht festgehalten.

Die untersuchten Flächen des NWR Stoissen weisen zum überwiegenden Teil Expositionen von Nord, Nordost und Ost auf. Trotz der im Vergleich zum restlichen Naturwaldreservat relativ sanften Geländeneigung der Flächen des *Adenostylo glabrae-Fagetum* weisen diese im Schnitt 49 ± 18 % auf. Dies lässt darauf schließen, dass der Sonneneinstrahlungswinkel besonders auf den nordexponierten Standorten relativ flach ist. Auf den ostexponierten Standorten sind zwar höhere Strahlungssummen zu erwarten, diese sind jedoch aufgrund der Vormittagssonne ebenfalls als verjüngungsbegünstigend einzustufen. (BRANG 1996)

Überhitzungsgefahr des Oberbodens und eine Gefährdung der Verjüngung durch zu intensive Einstrahlung sind daher in weiten Teilen der untersuchten Waldgesellschaft zu vernachlässigen. Lediglich in den wenigen südexponierten Kleinstandorten an den Übergangsbereichen zum *Erico-Pinetum sylvestris*, könnte die direkte Sonneneinstrahlung als Hemmfaktor der Verjüngung wirken.

# **Konkurrenz**

Für eine erfolgreiche Etablierung, müssen sich die Verjüngungspflanzen gegen die Konkurrenz der Bodenvegetation um Wasser, Nährstoffe und Licht durchsetzen. Besonders Schattbaumarten wie Buche und Tanne, aber auch Fichte kann aufgrund ihres langsamen Jugendwachstums ein überwuchern durch die Bodenvegetation zum Verhängnis werden. Bergahorn ist jedoch auf eine frühe Versorgung mit relativ viel Licht angewiesen, um einen ausreichenden Wuchsvorsprung gegenüber der Konkurrenz zu erzielen. (BURSCHEL & HUSS 1997)

Über die gesamte Waldgesellschaft gesehen, konnte eine durchschnittliche Bodenbedeckung durch Gefäßpflanzen von 28,84 ±25,7 % mit einer mittleren Höhe von 11 ±9 cm festgestellt werden. Auch unter Betracht der Bodenvegetationsbedeckung auf den einzelnen Stichproben kann festgestellt werden, dass rund 56 % (13 Stipro.) der Stichproben verjüngungsbegünstigende Deckungsgrade bis 30 % (MOSANDL & EL KADEB 1988) aufweisen. Auf acht der zehn keimlingsstärksten Probepunkte konnte eine Bodenvegetationsbedeckung geringer als 30 % beobachtet werden. Auf 33,9 % der Verjüngungsflächen wurde jedoch ein Verjüngungshemmnis durch Verkrautung und Vergrasung festgestellt. Meist wurde dieses auf Probepunkten mit geringem Überschirmungsgrad und in Verbindung mit dem verstärkten Auftreten von Zwergsträuchern beobachtet.

Neben der Konkurrenz durch die Bodenvegetation wirkt sich auch die intraspezifische Konkurrenz um Ressourcen zwischen artgleichen Individuen als Hemmfaktor auf die Verjüngung aus. Diese konnte an 11,4 % der erhobenen Individuen (>15-130 cm) bemerkt werden.

# **Kleinstandort**

Die wesentliche Bedeutung der kleinstandörtlichen Verhältnisse auf eine erfolgreiche Verjüngung des Bergwaldes wurde in der Vergangenheit bereits mehrfach betont (MAYER & OTT 1991, BRANG 1996, OTT et al. 1997. **VACIK** et al. 2010). Das Zusammenspiel verjüngungsbeeinflussender Faktoren wie Keimbettzustand, Licht-/Wärmehaushalt Konkurrenz kann durch die strukturellen Gegebenheiten des Kleinstandortes stark abgeändert werden (MAYER & OTT 1991).

Im NWR Stoissen verteilten sich die aufgenommenen Stichprobenpunkte hauptsächlich über Mittel- (39 %) und Oberhangbereiche (22 %), sowie Hangverflachungen (18 %), die mehrheitlich Expositionen von N, NO, O und SO aufwiesen. MAYER & OTT (1991) sprechen die besondere Bedeutung konvexer Reliefformen an, die den verjüngungshemmenden Faktoren der langen

Schineebedeckung, der Konkurrenz durch die Bodenvegetation und Hochstauden, als auch Schimmelpilzschäden (*Herpotrichia juniperi*) entgegenwirken. Die kleinstandörtliche Geländeform im Untersuchungsgebiet wurde über das Mirkorelief im Gelände angesprochen und zeigte in 52 % der Fälle eine Strukturform langgezogener Unebenheiten von Rinnen, Gräben und Furchen. Deutlich seltener wurden punktuelle Erhebungen in Form von Buckeln oder Schichtköpfen beobachtet (9 %). 39 % der Flächen weisen hingegen ein ausgeglichenes Kleinrelief auf. Obwohl somit auf den meisten Flächen verjüngungsbegünstigende Strukturen angetroffen wurden, muss zusätzlich der Einfluss der Hangneigung von durchschnittlich rund 50 % berücksichtigt werden. VACIK et al. (2010) beschreiben diese als wichtigen Faktor für die Etablierung der Verjüngung, der mit zunehmender Steilheit durch etwa Erosion, Steinschlag und Schneegleiten einen negativen Einfluss ausübt.

Bei einer okularen Ansprache der Pflanzen ist der Einfluss des Schneegleitens auf die Wuchsform (Säbelwuchs) deutlich erkennbar und wurde auch schon von SIEBRECHT (1993) erwähnt. Betrachtet man die aufgenommene Fichtenverjüngung, zeigten sich eine deutliche Beeinträchtigung durch Schneeschub (13 %) und Schneeschimmel (20 %), die in Summe rund 33 % der Pflanzen betrifft. Den von OTT et al. (1997) und MAYER & OTT (1991) erwähnten erhöhten Geländepartien, die im Frühjahr schneller ausapern und den Pflanzen gleichzeitig einen Konkurrenzvorteil gegenüber der Bodenvegetation schaffen, kommt deswegen auch hier eine wesentliche Bedeutung für eine erfolgreiche Verjüngung zu.

#### **Verbiss**

Herbivore Wildtiere stellen einen fixen Bestandteil von Waldökosystemen dar, der im Laufe der Evolution zu Anpassungen an beiden Seiten geführt hat. Daher ist der Pflanzenverbiss durch Wild als ein wesentlicher Bestandteil einer natürlichen Walddynamik zu sehen. (vgl. REIMOSER & REIMOSER 1996, SENN & HÄSLER 2005) Die anthropogene Nutzung der Umwelt in Form von Besiedelung, Verkehrswegen, Bewirtschaftung oder Freizeitgestaltung beeinflusst ausnahmslos den natürlichen Lebensraum freilebender Huftiere und deren Verhalten (ODERMATT 2009, REIMOSER 2006). Damit geht wiederum eine Veränderung des Wildeinflusses auf seine Umwelt einher, mit der das Wild als Teil des Ökosystems in starker Wechselwirkung steht (REIMOSER 2006).

FREHNER et al. (2005) nennen den Verbiss der Verjüngungspflanzen als einen der vier wichtigsten verjüngungsbeeinflussenden Faktoren. Vor allem der selektive Verbiss durch Schalenwild hat einen bedeutenden Einfluss auf Waldökosysteme (AMMER 1996, KOLLY & KUPFERSCHMID 2014, PRIETZEL & AMMER 2007). MAYER & OTT (1991) beschreiben den Fichte-Tannen-Buchenwald als Waldgesellschaft mit ausgesprochener Stabilität. Die langlebige, tiefwurzelnde Tanne als vorherrschende Baumart in der Oberschicht und die Buche als herrschende Baumart in der Oberschicht verleihen dem System eine Plastizität, mit der Lücken

schnell durch den Nebenbestand oder durch aufstrebende Individuen der Verjüngung geschlossen werden können und Störungen nur selten zu größeren Bestandeslücken führen. Die Stabilität dieses Systems ist also wesentlich von der Artenzusammensetzung abhängig.

Im NWR Stoissen wurden alle aufgenommenen Individuen der Verjüngung zwischen 15 und 130 cm in Bezug auf Terminal- und Seitentriebverbiss, sowie die Intensität des Seitentriebverbisses des letzten Jahres angesprochen. Das Ergebnis der Verbisserhebungen zeigt, dass der Anteil der Verjüngungspflanzen mit einem verbissenen Terminaltrieb bei der Fichte 4,4 %, der Tanne 36,1 % und der Buche 40,4 % beträgt. Bei den aufgenommenen Bergahornpflanzen wurde sogar ein Anteil terminaltriebverbissener Individuen von 62,5 % festgestellt. Über alle Baumarten ergibt sich somit ein Anteil von 33,3 % terminaltriebverbissener Verjüngungspflanzen zwischen 15 und 130 cm. Dies ist ein deutlich höher Wert, als der von EICHBERGER & LANGER (2013) festgestellte terminaltriebverbissene Anteil von 23,08 %, der vermutlich aus der geringen Anzahl an Stichprobenpunkten und aufgenommenen Verjüngungspflanzen (6 Stichpr... 39 Verjüngungspflanzen) resultiert. SIEBRECHT (1993) konnte für das Adenostylo glabrae-Fagetum an etwa 60 % der Verjüngungsindividuen Verbissspuren erkennen. Dieser Wert liegt ebenfalls unter dem in dieser Arbeit erhobenen Gesamtverbisswert von 75 % (hier wurden Terminaltriebund Seitentriebverbiss gewertet).

RÜEGG & NIGG (2003) leiteten aus dem engen Zusammenhang zwischen verbissbedingtem Verlust des Höhenwachstums und Mortalität der verbissenen Pflanzen kritische Verbissintensitäten ab. Bei der Überschreitung dieser Werte nimmt die verbissbedingte Mortalität stark zu. Im Fall der Tanne und des Bergahorns werden die genannten Grenzwerte der Verbissintensität von 9 % und 30 % deutlich überschritten. Der Terminaltriebverbiss der Fichte liegt mit 4,4 % wesentlich unter seinem Grenzwert von 12 %. Für die Buche wurden keine Grenzwerte genannt. RÜEGG & NIGG (2003) geben weiters an, dass bei einer Verbissintensität der Tanne von 36,1 % mehr als 92 % der Mortalität auf den Wildeinfluss zurückzuführen sind. Beim Bergahorn kann entsprechend bei einer Verbissintensität von 62,5 % mit mehr als 48 % wildbedingter Mortalität gerechnet werden.

SCHODTERER (2014) konnte im Zuge des bundesweiten Wildeinflussmonitorings 2010 – 2012 für das Bundesland Salzburg sehr ähnliche Werte wie im NWR Stoissen feststellen. Im Durchschnitt konnte über die Periode bei 38 % der Tannen ein Verbiss des letztjährigen Leittriebes (Terminaltrieb) festgestellt werden. Für die Buche erreichten die Verbissprozente 48 %, für Ahorn 67 % und für die Fichte 6 %. Nach SCHODTERER (2014) zeigt die kaum verbisse Fichte eine ungestörte Entwicklung, während die Tanne und der Ahorn stark verbissen werden und nur wenige Pflanzen über 1,3 m kommen (Tanne = 3 %, Ahorn = "kaum mehr vertreten").

Damit zeigt sich, dass der im NWR Stoissen erhobene Wildeinfluss mit der landesweiten Verbisssituation gut vergleichbar ist

Trotz des enormen Verbissdrucks im NWR Stoissen, ist die Tanne in allen BHD-Klassen vertreten und scheint sich auch weiterhin bis in die Bestandesoberschicht durchsetzen zu können. Es muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass statistisch gesicherte Prognosen der Entwicklung gerade verbissbedingt stark rückgängiger Arten (z.B. Tanne, Eibe) durch die in dieser Arbeit angewandten Methoden nicht möglich bzw. mit großer Unsicherheit behaftet sind (SENN & HÄSLER 2005, FRANK 2014).

Auf die weitere Entwicklung der Verjüngungssituation der Tanne sollte aus diesem Grund besonderes Augenmerk gelegt werden, da der Verlust dieser Baumart für den Fichten-Tannen-Buchen-Bergmischwald mitunter starke Einbußen in seiner Funktionsfähigkeit und Selbstregulierungskraft zur Folge hätte (MAYER & OTT 1991). Auch die Entwicklung der, in Salzburg unter "teilweisem Schutz" stehenden, Eibe ist im Untersuchungsgebiet unter diesem Gesichtspunkt weiter zu verfolgen, um zu beurteilen, ob eine erfolgreiche Verjüngung und damit ein Erhalt dieser Baumart durch den hohen Wilddruck gehemmt wird.

Die Auswirkungen der, im NWR Stoissen zum Zeitpunkt der Aufnahmen vorgefundenen, Salzlecken sind vor dem Hintergrund dieser hohen Verbissprozente kritisch zu hinterfragen. Zumal die "Errichtung und die Aufstellung baulicher und anderer Anlagen einschließlich Wildfütterungen" auf den Flächen des Naturwaldreservats dem Schutzzweck wiedersprechen und per Verordnung untersagt ist (BH ZELL AM SEE 1987).

#### 5.1.3 Totholz

Totholz ist als Lebensraumelement ein wesentlicher Bestandteil eines natürlichen Waldökosystems. Seine Bedeutung für die Artendiversität des Ökosystems wurde bereits vielfach hervorgehoben (EICHRODT 1969, SCHERZINGER 1996, MOLLET et al. 2009, BÜHLER 2009, HERMANN et al. 2012, LACHAT et al. 2014). Totholz dient als Lebensgrundlage für zahlreiche Tier- und Pflanzenarten. Neben 1700 Käferarten sind in der Schweiz nach LACHAT et al. (2014) auch 2700 Großpilze von Totholz abhängig. Holzbewohnende Insekten, wie auch deren Parasiten und Räuber stellen wiederum die Nahrungsgrundlage für zahlreiche Vogel- und Spechtarten dar, die neben der Nahrung auch die Struktur des Totholzes beispielsweise in Form von Bruthöhlen nutzen (MOLLET et al. 2009). Der erhöhte Kleinstandort vor allem des liegenden Totholzes bietet der Verjüngung des Bergmischwaldes entscheidende Vorteile durch ein früheres Ausapern, geringere Konkurrenz durch die Bodenvegetation und eine ausgeglichene Wasserversorgung durch das modrige Substrat (EICHRODT 1969). Vor allem die Fichte kann diese Vorteile nutzen und verjüngt sich im Bergwald zu einem großen Anteil auf Totholz (LACHAT et al. 2014, STROHEKER et al. 2014). Außerdem können liegende Totholzstrukturen und Baumstümpfe in

steilem Gelände eine stabilisierende Wirkung haben, indem sie Erosionsprozessen, Steinschlag und Schneeschub entgegenwirken können (LACHAT et al. 2014).

Die Verteilung der Totholzmengen über das NWR Stoissen ist dem Mosaik an Entwicklungsphasen entsprechend ungleichmäßig und beläuft sich im Schnitt auf 38,1 ±39 m³/ha. Einzelne Stichprobenpunkte weisen jedoch Spitzenwerte bis zu 156 m³/ha (ST001) auf. In Gegenüberstellung zu den Vergleichsgebieten NWR Krimpenbachkessel und Totengraben liegen die mittleren Totholzmengen im NWR Stoissen deutlich unter der Hälfte der Durchschnittswerte aus den anderen Gebieten (NWR Krimpenbachk.: 106 ±155 m³/ha, NWR Totengr.: 147 m³/ha; siehe Tab. 35). Auch der Anteil des Totholzvorrates am lebenden Bestandesvolumen ist mit 12,4 % im NWR Stoissen deutlich geringer als in den Vergleichsreservaten (NWR Krimpenbachk.: 27,6 %, NWR Totengr.: 29,0 %). Selbst der von KASSEROLER (2011) untersuchte Wirtschaftswald kann ein größeres Totholzvolumen aufweisen (43 ±69 m³/ha). KASSEROLER (2011) sieht die Bestände des Krimpenbachkessels vorwiegend in der Optimal- und Plenterphase und erklärt die mittleren Totholzvolumen durch hohe lokale Akkumulationen, die vor allem auf Störungen, sowie örtliche Windwürfe zurückzuführen sind. Im NWR Totengraben stellt sich die Situation nach SCHNELL (2004) gänzlich anders dar. Die aufgrund der geschützten Lage ausgesprochen gleichmäßig gemischten Bestände zeichnen sich durch ein hohes Vorkommen starker, liegender Totholzstämme aus, die über die ganze Fläche verteilt auftreten. Nach SCHNELL (2004) befinden sich die Bestände in der Terminalphase mit bereits einsetzendem Zerfall. Er weist jedoch auch darauf hin, dass diese Entwicklungsphase bis zu 200 Jahre andauern kann.

	NWR Stoissen		npenbach- ssel <sup>a</sup>	NWR Totengraben <sup>c</sup>	Kleiner Urwald Rothwald <sup>e</sup>
		NWR	WW		
Totholzvorrat/ha	38	106	43	147	k.A.
Stabw.	±39	±155	±69	k.A.	k.A.
Anteil liegend [%]	31,6	92,4	73,5	85,0	k.A.
Anteil in % des	12,4	27,6	9,9	29,0	k.A.
Lebendvorrates					

<sup>&</sup>lt;sup>a</sup>KASSEROLER (2011), <sup>c</sup>SCHNELL (2004), <sup>e</sup>SCHREMPF (1986); NWR = Naturwaldreservat, WW =

**Tab. 35:** Gegenüberstellung der Totholzvorräte der Untersuchungsgebiete NWR Stoissen, NWR Krimpenbachkessel, NWR Totengraben und Kleiner Urwald Rothwald.

Die vergleichsweise niedrigen Totholzvolumen des NWR Stoissen könnten dadurch erklärt werden, dass sich die Bestände größtenteils in den Stadien der Verjüngungs- bis Optimalphase befinden. Das mittlere Totholzvolumen wird nur von einzelnen Stichprobenpunkten deutlich überschritten (Stpro.: 006, 011, 016 und ST001), die meist einzelne starke Bäume oder kleine Gruppen durch Windwurf oder Überalterung verloren haben und mehrheitlich der Zerfallsphase

zuzuordnen wurden. Auch die früheren Nutzungen im NWR könnten einen reduzierenden Einfluss auf die derzeitigen Totholzvorräte haben.

Die Auswertung der aufgenommenen Totholzstöcke zeigt, dass 45,7 % der Stöcke anthropogene Spuren aufweisen, die als Todesursache des Baumes zu werten sind. Es kann jedoch angenommen werden, dass an stärker zersetzten Stöcken diese Spuren nicht mehr als solche erkannt werden konnten und damit das Ausmaß der anthropogenen Nutzung und dessen Verteilung mit dieser Methode nur grob geschätzt werden kann. Die Baumartenverteilung der genutzten Stöcke zeigt einen überwiegenden Nadelholzanteil, dessen Schwerpunkt in den Durchmesserklassen von 20 – 45 cm zu finden ist. Die Verteilung der genutzten Stöcke über die Fläche zeigt einen Bereich verstärkter anthropogener Eingriffe im flacheren nordwestlichen Teil des Reservates (zwischen den Stichprobenpunkten 09, 12, 19 und 15), der vermutlich auf günstigere Bringungsverhältnisse zurückzuführen ist.

EICHBERGER & LANGER (2013) führten im Zuge ihrer Vegetationskartierung auch Erhebungen des Totholzbestandes auf ihren sechs fix vermarkten Probeflächen durch. Dabei konnten sie jedoch einen deutlich geringen Anteil liegenden Totholzes feststellen (17,4 %), wie auch eine geringere gesamte Totholzmenge von 16,23 ±2,06 m³/ha (errechnet auf Basis der Angaben in EICHBERGER & LANGER 2013) beobachten. Ein direkter Vergleich mit den Ergebnissen dieser Arbeit ist jedoch aufgrund der unterschiedlichen Methoden der Datenerhebung nur bedingt möglich.

Um das Überleben der meisten auf Totholz angewiesenen Arten zu sichern, nennen LACHAT et al. (2014) Mindesttotholzmengen von 20 – 50 m³/ha. Er betont jedoch, dass diese Schwellenwerte aus naturschutzfachlicher Sicht nur als Zielgrößen für den Wirtschaftswald gesehen werden dürfen, da anspruchsvolle Arten deutlich mehr Totholz benötigen. Als Beispiele wird die Zitronengelbe Tramete (*Antrodiella citrinella*) genannt, die auf Totholzvorkommen von mehr als 120 m³/ha angewiesen ist.

Nicht nur die Menge des Totholzes, sondern auch sein Zustandstyp (stehend, liegend) und der Zersetzungsgrad beeinflussen die Habitatqualität für die einzelnen Arten. Der Dreizehenspecht (*Picoides tridactylus*) benötigt beispielsweise meist mehr als 18 m³/ha stehendes Nadeltotholz, um zu Nisten (LACHAT et al. 2014).

Mit 38 ±39 m³/ha liegt das NWR Stoissen im mittleren Bereich der von LACHAT et al. (2014) genannten Mindestholzmengen. Die von BERNHARD (1987) im Zuge seiner coleopterologischen Bestandsaufnahme am Stoissen nachgewiesenen Schröterarten des großen Rehschröters (*Platycerus caprea*) und des Kopfhornschröters (*Sinodendron cylindricum*), können nach LACHAT et al. (2012) als Indikatorarten für Totholzmengen von mehr als 30 m³/ha gewertet werden. Damit sind sie ein Hinweis dafür, dass die Totholzmengen vor 21 Jahren auf einem ähnlichen Niveau lagen oder sogar höher.

Der überwiegende Teil des Totholzvorrats wurde als stehendes (51 %) und liegendes Totholz (32 %) vorgefunden. Auffällig ist hier, dass die Anteile des liegenden Totholzes in den Vergleichsgebieten deutlich höher ausfallen als im NWR Stoissen. Der Anteil im NWR Krimpenbachkessel beläuft sich auf etwa 92 %, im Bayrischen NWR Totengraben auf 85 %. Im Fall des NWR Krimpenbachkessel könnte dies, nach den Angaben von KASSEROSER (2011) auf ein höheres Störungsaufkommen durch Windwürfe zurückgeführt werden.

Um den Fortschritt der Zersetzung zu klassifizieren, wurde dieser in fünf Zersetzungsgraden angesprochen. Gute 29 % des Totholzvorrats befanden sich im Stadium der "beginnenden Zersetzung", indem die Rinde beginnt abzufallen, das Holz jedoch noch nagelfest ist. Weitere 55 % befanden sich, mit teilweise abgelöster Rinde und nicht mehr nagelfestem Holz, bereits in der "fortgeschrittenen Zersetzung". Nur rund 13 % des Totholzes wurden mit größtenteils abgefallener Rinde und weicher, aber noch zu erkennender Holzstruktur vorgefunden und als "stark zersetzt oder vermodert" angesprochen. KASSEROLER (2011) arbeitete im NWR Krimpenbachkessel nach dem gleichen Klassifizierungsschema und konnte dort mit 23 % beginnend zersetzten, 29 % fortgeschritten und 20 % stark zersetzten Totholzelementen eine ausgeglichenere Verteilung der Zersetzungsstufen beobachten.

# 5.2 Diskussion der Datenerhebung und Methodik

Im Zuge dieser Arbeit wurde zur Erfassung der Parameter eine Kombination aus einem Gitternetz- und einem Kernflächenkonzept angewandt. Mit dem Ziel einer flächigen Charakterisierung der Hauptwaldgesellschaft des *Adenostylo glabrae-Fagetum* wurden die bestehenden, durch SIEBRECHT (1993) im Jahr 1992 eingerichteten, fünf Kernflächen in Form von Transektstreifen (3 im *Adenostylo glabrae-Fagetum*, 2 *Erico-Pinetum sylvestris*) durch 20 fixe Stichprobekreise erweitert. Die Positionierung der Probekreise erfolgte über ein systematisches Gitternetz mit einer Rastergröße von 100x100 m. Um die Wiederauffindbarkeit der Punkte im Gelände zu gewährleisten, wurde deren Probekreiszentrum durch Eisenrohre fix vermarkt und deren Position am nächstgelegenen Baum farblich gekennzeichnet.

Die Verteilung und Markierung der Probefläche erfüllt somit nationale wie internationale Empfehlungen, um eine dauerhafte Untersuchung derselben Flächen zu ermöglichen (HOCHBICHLER et al. 2000, SCHIELER & HAUK 2001). Auch die Aufnahmeflächengröße von mindestens 300 m² (Transekte größer als Probekreise) entsprechen der geforderten Größe von 100 – 400 m² pro Aufnahmeeinheit, die nach DIRKSCHE (1994) eine Beurteilung von Waldgesellschaften zulassen.

Die Kombination aus systematisch verteilten Stichprobekreisen und Transektstreifen, die basierend auf einer qualitativen Einschätzung in repräsentative Bestandesflächen gelegt wurden, vereint die Vorteile beider Verfahren. Zum einen können durch systematisch verteilte Stichproben repräsentative Informationen mit quantifizierbaren Fehlergrenzen für die gesamte Fläche der Waldgesellschaft gewonnen werden und zum anderen können Konkurrenz- und Strukturuntersuchungen auf den Transekten auf größerer Fläche und zum Teil entlang von Gradienten untersucht werden. (MEYER et al. 2001, MENCH 1999)

Aufgrund methodischer Unsicherheiten in Bezug auf die Einrichtung der Profilstreifen 1992 wurden die Aufnahmen zwar auf einer Streifenbreite von zehn Metern durchgeführt, jedoch wurde nur eine Streifenbreite von acht Metern auf einer Streifenlänge, die um zwei Meter verkürzt wurde für die Entwicklungsberechnungen herangezogen. Das auf den Transekten wie auch auf den Stichprobepunkten aufgenommene Parameterset nach dem ELENA-Aufnahmeschlüssel entspricht den Empfehlungen des COST ACTION E4 Forest Research Network (HOCHBICHLER et al. 2000) für die Aufnahme in Naturwaldreservaten und ist somit als geeignete Inventurmethode zu bewerten. Um die einheitliche Anwendung des Aufnahmeschemas auf allen Probeflächen zu gewährleisten wurde das Versuchsdesign von SIEBRECHT (1993) für die Profilstreifen um die vier Satellitenflächen für die Verjüngungsaufnahmen und die fehlenden Parameter auf den ELENA-Schlüssel ergänzt.

Im Sinne eines langfristigen Monitorings sollte nach MEYER et al. (2001) ein Wideraufnahmerythmus von 10 Jahren gewählt werden, der es ermöglicht Veränderungen im Baumbestand und der Verjüngung, sowie das Ein- und Auswandern von Arten darzustellen (SCHMIDT & SCHMIDT 2007).

Die Vermarkung der Probeflächen im Gelände und die Markierung der einzelnen Baumindividuen durch Nummernplättchen sollte in angemessenen Abständen kontrolliert werden, um dem Verlust von Markierungen, beispielsweise durch Schneeschub oder das Einwachsen von Nummernplättchen, vorzubeugen. Im Zuge dieser Arbeit mussten die Nummernplättchen an 20 Bäumen erneuert werden. Teilweise konnte deren Identität nur mehr über die Lageskizzen der 1992 durchgeführten Aufnahmen rekonstruiert werden, da die Plättchen eingewachsen oder abhandengekommen waren.

Die gutachterliche Einteilung der untersuchten Probeflächen in Bestandesentwicklungsphasen erfolgte nach festgelegten Kriterien, die sich an den Charakteristika der von SCHREMPF (1986) im Kleinen Urwald Rothwald ausgewiesenen Entwicklungsphasen anlehnt. Aufgrund der unterschiedlichen Einflüsse der standörtlichen Gegebenheiten auf das Erscheinungsbild der einzelnen Entwicklungsphasen muss die Einteilung nach diesen Kriterien als eine qualitative Abschätzung der überwiegenden Entwicklungstendenz gewertet werden.

#### 6 Fazit

Die vorliegende Arbeit bietet neue Einblicke in die Entwicklungsdynamik natürlicher Fichten-Tannen-Buchenwälder (*Adenostylo glabrae-Fagetum*) der montanen Höhenstufe. Die Wiederaufnahme der 1992 angelegten Profilstreifen ermöglichte Rückschlüsse auf die Bestandesdynamik der letzten 21 Jahre, die gemeinsam mit den 2013 angelegten systematischen Stichprobekreisen nicht nur eine flächige Charakterisierung des Zustandes, sondern auch eine Einschätzung der Entwicklungstendenzen der Waldbestände ermöglichte. Die Kombination aus Kernflächen (Profilstreifen) und systematischen Stichproben verbindet die Möglichkeit der Untersuchung von Fragestellungen auf größeren Flächen entlang von Gradienten mit der Gewinnung repräsentativer Informationen mit quantifizierbaren Fehlergrenzen für die gesamte Waldgesellschaft.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Bestände der drei Profilstreifen des Fichten-Tannen-Buchenwaldes im Schnitt in ihrer Entwicklung bereits weiter fortgeschritten sind, als der restliche Bestand der gesamten Waldgesellschaft. Die beobachtete Entwicklung auf diesen Profilstreifen kann somit auf die weitere Entwicklung der gesamten Fläche hinweisen. Der Fortbestand der Waldbestände auf den Flächen des Adenostylo glabrae-Fagetum kann aufgrund der herrschenden Verjüngungssituation als gesichert bezeichnet werden. Die im Zuge der Verbissanalysen Anteile terminaltriebverbissener festgestellten Verjüngungspflanzen überschreiten jedoch die von RÜEGG & NIGG (2003) genannten Grenzwerte teilweise deutlich. Daher kann auf einen bedeutenden Anteil des Schalenwildverbisses an der Mortalität der Verjüngung geschlossen werden. Vor allem in Hinblick auf die stark verbissene Tanne, die eine entscheidende Rolle in der Funktionsfähigkeit und Selbstregulierungskraft des Fichten-Tannen-Buchen-Bergmischwaldes einnimmt, ist daher ein besonderes Augenmerk auf die weitere Entwicklung der Artzusammensetzung in den Beständen zu legen. Als ein geeignetes Verfahren zur Überwachung des Wildeinflusses auf die Etablierung der Naturverjüngung, welches auch die Erfassung des Keimlingsverbisses ermöglicht, ist die Kontrollzaunmethode zu nennen (FRANK et al. 2014). Die im NWR installierten Salzlecken sind vor dem Hintergrund dieser hohen Verbissprozente kritisch zu hinterfragen. Zumal die "Errichtung und die Aufstellung baulicher und anderer Anlagen einschließlich Wildfütterungen" auf den Flächen des Naturwaldreservats dem Schutzzweck wiedersprechen und per Verordnung untersagt sind (BH ZELL AM SEE 1987).

Durch die Wiederaufnahme der Bestandesprofilstreifen in der Waldgesellschaft des Erico-Pinetum sylvestris konnte zwar die Entwicklung der letzten 20 Jahre nachvollzogen werden, es wurden jedoch keine weiteren Stichprobepunkte in dieser Waldgesellschaft eingerichtet, welche eine flächige Charakterisierung ermöglichen würden. Die beobachtete Situation auf den Streifen bestätigt jedoch die durch SIEBRECHT (1993) prognostizierte Entwicklungstendenzen in Richtung einer Überalterung des Bestandes ohne der Etablierung einer gesicherten Verjüngung.

Dies lässt diese Waldgesellschaft deutlich instabiler erscheinen als die des Fichten-Tannen-Buchenwaldes und legt wiederum die Empfehlung nahe, verstärktes Augenmerk auf die Entwicklung dieser Flächen zu legen und gegebenen Falls die elf Stichprobepunkte des gesetzten Rasters für weitere Aufnahmen potentiell zu nutzen.

Der Aufbau des Versuchsdesign und der angewandte Aufnahmeschlüssel der im Zuge des "ELENA"-Projektes entworfen wurde, bieten standardisierte Vergleichsmöglichkeiten mit anderen Naturwaldreservaten und bewirtschafteten Gebirgswäldern. Diese Methodik ist auf einen Dauerbeobachtungsansatz ausgelegt, der ein langfristiges, konstantes Monitoring vorsieht, um die dynamischen Entwicklungen der Bestände bestmöglich zu erfassen. Ein regelmäßiger Aufnahmezyklus von zehn Jahren ist zu empfehlen.

Der für diese Arbeit gewählte methodische Ansatz ermöglicht nicht nur die Ableitung neuer Erkenntnisse für die Weiterentwicklung eines ökologisch orientierten, naturnahen Waldbaus, sondern bietet auch die Chance der Bearbeitung interdisziplinärer, vertiefender Fragestellungen. Die Rolle von Kleinsäugern im Waldökosystem oder die weitere Entwicklung der Totholzvorräte und der damit verbundenen Änderung der Habitatqualität für Specht- und Insektenarten seien hier nur als Beispiele genannt.

## 7 Schlussfolgerungen

Vor dem Hintergrund der beschriebenen Strukturverhältnisse und der Artenzusammensetzung der Bestände, sowie deren Entwicklungsdynamik sollen nun die formulierten Forschungsfragen beantwortet werden.

# a. Zustandscharakterisierung des NWR Stoissen über permanente Erhebungsstreifen und Probepunkte

## I. <u>Ist es möglich Wiederholungsaufnahmen auf den Erhebungsflächen aus dem Jahr 1992</u> durchzuführen?

Die fünf von SIEBRECHT (1993) im Jahr 1992 eingerichteten Dauerbeobachtungsflächen in Form von Transekten konnten im Zuge dieser Arbeit aufgefunden und wiederaufgenommen werden. Da jedoch methodische Unsicherheiten bezüglich der Einrichtung der Streifen bestanden, wurden diese zwar auf der vollen Länge mit einer Breite von zehn Metern aufgenommen, für die Berechnungen und die Beurteilung der Entwicklungsdynamik wurde jedoch nur eine Streifenbreite von acht Metern auf einer Streifenlänge, die ebenfalls um zwei Meter verkürzt wurde, herangezogen. Durch dieses Vorgehen konnte die Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit einem einheitlichen Flächenbezug und Grenzverlauf sichergestellt werden.

# II. <u>Kann der Zustand des Reservates durch die Wiederholungsaufnahmen und zusätzliche Probepunkte ausreichend beschrieben werden?</u>

Um eine flächige Aussage über die Waldgesellschaft des Adenostylo glabrae-Fagetum treffen zu können wurden zu den bestehenden drei Transektstreifen (ST001, ST002 u. ST003b) 20 fixe Stichprobenkreise in dieser Gesellschaft eingerichtet. Die Positionierung der Punkte erfolgte entlang der Schnittpunkte eines regelmäßigen Gitternetzrasters mit 100x100 m Maschenweite, welcher in seiner Ausrichtung dem Verlauf der Hauptrücken des Gebiets angepasst wurde, um die Stichprobenzahl im oft unwegsamen Gelände zu optimieren. Es ist zu erwähnen, dass die talnahen Bestände des Blattachriedels und die Fichten-Tannen-Buchen-Flächen im unteren und mittleren Bereich des Stieglasriedels nicht durch die Stichproben erfasst wurden. Durch die Verteilung der Stichproben über die Fläche kann jedoch davon ausgegangen werden, dass der größte Teil der Waldgesellschaft, Form großen zusammenhängenden Fichten-Tannenin der Buchenwaldbestände im westlichen und nordwestlichen Teil des Reservats sowie entlang des Blattachriedels, repräsentativ für das Reservat erfasst werden konnte.

Da mit Ausnahme der Profilstreifen ST003a und ST004 keine weiteren Stichproben in der Waldgesellschaft des *Erico-Pinetum sylvestris* aufgenommen wurden, konnte keine flächige Aussage über diese Gesellschaft getroffen werden. Eine Einschätzung der

Entwicklungsdynamik dieser zwei Transekte konnte jedoch aufgrund der Wiederaufnahmen getätigt werden. Die Bestätigung der durch SIEBRECHT (1993) prognostizierten Entwicklungstendenzen in Richtung einer Überalterung des Bestandes ohne der Etablierung einer gesicherten Verjüngung lassen diese Waldgesellschaft deutlich instabiler erscheinen als die des Fichten-Tannen-Buchenwaldes. Dies legt wiederum die Empfehlung nahe, verstärktes Augenmerk auf die Entwicklung dieser Flächen zu legen und gegebenen Falls die elf Stichprobepunkte des neu gesetzten Rasters für weitere Aufnahmen potentiell zu nutzen.

# III. <u>Welche Entwicklungsphasen können auf den Probeflächen beobachtet werden und wie</u> sind sie verteilt?

Die Bestände des *Adenostylo glabrae-Fagetum* lassen sich, aufgrund der Analysen der Bestandesstruktur auf den einzelnen Stichprobenpunkten, mehrheitlich den aufbauenden Entwicklungsphasen der Verjüngungs- bis Optimalphase zuordnen (11 von 23 Stpr.). Weitere sieben befinden sich in der Terminalphase oder am Übergang zu dieser. Nur auf fünf Punkten von gesamt 23 deuteten die untersuchten Parameter auf eine Zerfallsphase hin. In der grundsätzlich mosaikartigen Verteilung der Entwicklungsphasen über die Fläche konnte eine Häufung der stammzahlreichen, im Aufbau befindlichen Entwicklungsstadien der Verjüngungs-, Initial- und teils Optimalphase in den nordwestlichen Plateaulagen des Untersuchungsgebietes beobachtet werden.

Die Durchschnittswerte der Bestandesparameter (V/ha, G/ha) auf den Stichprobepunkten liegen mit Ausnahme der Stammzahl (N/ha) unter den mittleren Werten der Profilstreifen. Dies deutet auf ein bereits weiter fortgeschrittenes Entwicklungsstadium der Profilstreifen hin, die der Optimal- bis Terminalphase zugeteilt werden können. Bestätigung findet diese Annahme durch SIEBRECHT (1993), die für die Lage der Bestandesprofile bewusst Altbestände auswählten. Die Profilsstreifen könnten daher als Indikatorflächen für die bevorstehende Entwicklung des restlichen Bestandes gesehen werden.

# b. Untersuchung der Bestandsentwicklung im NWR Stoissen zwischen den Aufnahmen 1992 und 2013

# I. <u>Wie hat sich die Stammzahl- und Durchmesserverteilung über die letzten 21 Jahre</u> verändert?

Zwischen den Jahren 1992 und 2013 konnte auf den Profilstreifen Adenostylo glabrae-Fagetum eine Abnahme der Stammzahl (-5 %) beobachtet werden, die vor allem in den schwachen Durchmesserklassen bis 20 cm stattfand. Insbesondere der Bergahorn, die Mehlbeere, aber auch die Tanne und die Fichte mussten hier Einbußen in der Stammzahl verzeichnen, während die Buche nur leicht verlor. Der Zuwachs des Volumens konnte

vornehmlich durch Fichte und Tanne in den mittleren bis starken Durchmesserklassen geleistet werden, in denen auch der Vorratsschwerpunkt zu finden ist. Demnach deutet die Entwicklung und Ausprägung der Parameter auf den Übergang von Optimal- zur Terminalphase hin.

### II. Hat sich der Zustand der Naturverjüngung hinsichtlich des Verbissdrucks verbessert?

Aufgrund der unterschiedlichen Verbissansprachen bei der Erstaufnahme der Profilstreifen durch SIEBRECHT (1993) und der Wiederaufnahme 2013 können nur Zahlen von Pflanzen mit Verbissspuren verglichen werden. Die genauere Unterscheidung zwischen Terminal- und Seitentriebverbiss steht nur aus dem Jahr 2013 zur Beurteilung der Verbisssituation zur Verfügung.

Obwohl der Anteil verbissener Pflanzen auf allen Profilstreifen in den letzten 21 Jahren zurückging, muss aufgrund der Daten aus den Stichprobepunkten für die gesamte Fläche des *Adenostylo glabrae-Fagetum* eine gegenläufige Entwicklung angenommen werden. SIEBRECHT (1993) beobachtete an etwa 60 % der Verjüngungspflanzen dieser Waldgesellschaft Verbissspuren. Zum Vergleich konnte 2013 an 74 % der Pflanzen ein Terminal- und/oder Seitentriebverbiss festgestellt werden. Der insgesamt sehr häufige Verbiss der Laubhölzer Buche, Bergahorn, Mehlbeere und Vogelbeere, aber auch der Tanne können auch 2013 bestätigt werden.

Siehe auch Forschungsfrage c.II "Auswirkungen des Wildeinflusses auf die Etablierung der Naturverjüngung"

### III. Wie hat sich der Totholzanteil über die letzten 21 Jahre verändert?

Da im Zuge der Aufnahmen von SIEBRECHT (1993) keine Aufnahme der Totholzmengen durchgeführt wurde, können keine direkten Vergleiche angestellt werden. Jedoch kann die eingetretene Mortalität in der Periode 1992 – 2013 beschrieben und quantifiziert werden. Während die auf den Profilstreifen ST002 und ST003b auftretende Mortalität von 10 % bzw. 6 % des Vorrats ebenfalls auf den Übergang von Optimal- in Terminalphase auf diesen Flächen hindeutet, konnten auf dem Transektstreifen ST001 deutlich höhere Werte beobachtet werden. Entsprechend der Durchmesserverteilung der abgestorbenen Stämme und der Höhe der Mortalität von 31 % des Vorrats kann hier, in Verbindung mit der Ausprägung der weiteren Bestandesparameter, auf die Zerfallsphase geschlossen werden.

Des Weiteren kann der 2013 erhobene Totholzvorrat im Vergleich zu ähnlichen Naturwaldbeständen als gering eingeordnet werden. Dies ist zum einen auf die größtenteils im Aufbau befindlichen Bestände und zum anderen auf ein niedriges

Störungsaufkommen (z.B. durch Wind, etc.) zurückzuführen. Der größte Anteil des aufgenommenen Totholzes ist Nadelholz. Schon SIEBRECHT (1993) konnte der Fichte die schlechteste Vitalität zuschreiben. Dementsprechend konnte auf dem Profilstreifen ST001 auch das Absterben einiger alter Fichten und Tannen beobachtet werden. Das insgesamt wenig vorhandene Totholz ist jedoch auf das Absterben einzelner Bäume beziehungsweise kleinräumige Störungen durch Windwurf mit wenigen betroffenen Bäumen zurückzuführen.

# c. Beschreibung der vorkommenden Hemmnisse die eine natürliche Entwicklung verhindern

### I. Wie ist der Einfluss vergangener Nutzungen zu beurteilen?

Obwohl die Aufzeichnungen der vor 1987 erfolgten Holznutzungen im Gebiet des heutigen NWR Stoissen als Einzelstammnutzungen in geringem Ausmaß beschrieben werden, können deren Spuren noch heute in den Beständen erkannt werden. Auch SIEBRECHT (1993) beschrieb diese als "stellenweise nicht unerheblich". Durch die Analyse des Stocktotholzes konnte eine Häufung anthropogen genutzter Stöcke (94 % Nadelholz) in den nordwestlichen Plateaulagen des Untersuchungsgebietes festgestellt werden. Diese Flächen decken sich weitgehend mit dem gehäuften Auftreten der unter a.III beschriebenen stammzahlreichen, im Aufbau begriffenen Flächen der Verjüngungs- bis Optimalphase. Dies könnte ein Indiz für den noch immer nachweisbaren Einfluss vergangener Holznutzungen sein. Nach den Angaben von SIEBRECHT (1993) können die Bestände aufgrund ihrer ungleichen Altersstruktur jedoch als natürlich strukturiert bezeichnet werden.

### II. Welche Auswirkungen hat der Wildeinfluss auf die Etablierung der Naturverjüngung?

Der 2013 festgestellte hohe Anteil terminaltriebverbissener Pflanzen des Bergahorns (63 %) und der Tanne (36 %) überschreiten die von RÜEGG & NIGG (2003) genannten Grenzwerte von 30 % (Bah) und 9 % (Ta) deutlich. Die Mortalität der Verjüngungspflanzen kann daher im Fall des Bergahorns zu mehr als 48 % und im Fall der Tanne sogar zu mehr als 92 % auf die Schädigung durch Wildverbiss zurückgeführt werden. Die Buche scheint aufgrund der hohen Verjüngungszahlen von dem ebenfalls hohen Anteil terminaltriebverbissener Pflanzen (40 %) wenig beeinflusst und ist auch in der Unterschicht in großen Stammzahlen vertreten. Die Fichte wird mit rund 4 % der Terminaltriebe vergleichsweise wenig verbissen und scheint nicht wesentlich in ihrem Wachstum beeinflusst.

Trotz des hohen Verbissdrucks ist die Tanne in allen BHD-Klassen vertreten und kann sich bis in die Bestandesoberschicht durchsetzen. Ob ein natürlicher Beimischungsgrad der Tanne in der Oberschicht in Zukunft gehalten werden kann, ist jedoch auf Basis der durchgeführten Bestandes- und Verbissanalysen schwer zu sagen.

Auf die zukünftige Entwicklung der Tanne ist deshalb ein besonderes Augenmerk zu legen, da diese langlebige, tiefwurzelnde Baumart entscheidend zur Funktionsfähigkeit und Selbstregulierungskraft des Fichten-Tannen-Buchen-Bergmischwaldes beiträgt. Auch auf die Entwicklung der häufig verbissenen, selten gewordenen Eibe, die in diesen Aufnahmen nur durch ein Individuum repräsentiert wird und in den Verjüngungsaufnahmen nicht vertreten war, ist in Zukunft zu achten.

Die im Zuge des bundesweiten Wildeinflussmonitorings 2010 – 2012 (SCHODTERER 2014) für Salzburg beobachteten Verbissprozente liegen zwar leicht über denen des NWR Stoissen, angesichts der für dieses Gebiet formulierten Schutzziele muss jedoch über angepasste Bejagungs- und Wildlenkungsstrategien nachgedacht werden, um ein natürliches Erwachsen der Bestände in Zukunft zu ermöglichen. Die Auswirkungen der, im NWR zum Zeitpunkt der Aufnahmen vorgefundenen, Salzlecken sind vor dem Hintergrund dieser hohen Verbissprozente kritisch zu hinterfragen. Zumal die "Errichtung und die Aufstellung baulicher und anderer Anlagen einschließlich Wildfütterungen" auf den Flächen des Naturwaldreservats dem Schutzzweck wiedersprechen und per Verordnung untersagt ist (BH ZELL AM SEE 1987).

### III. Wie kann die Gefahr der Erosion eingeschätzt werden?

Eine Gefährdung durch Erosion kann auf den weniger steil geneigten Flächen des Adenostylo glabrae-Fagetum als weitgehend unbedeutend eingeschätzt werden. Geländestruktur und Bewuchs lassen hier nahezu keinen Angriffspunkt für Erosion zu.

Kritischer ist die Lage auf den deutlich steileren Flächen des *Erico-Pinetum sylvestris* zu sehen. Schon SIEBRECHT (1993) beschrieb den schlechten Bestandeszustand und die fehlende Verjüngung der Leitbaumarten Fichte und Kiefer auf diesen Flächen. Während auch 2013 nur eine spärliche Verjüngung der Fichte auf den untersuchten Profilstreifen beobachtet werden konnte und keine Verjüngung der Kiefer erfasst wurde, stellen Buche und Bergahorn die Hauptbaumarten der Verjüngung und Bestandesunterschicht. SIEBRECHT (1993) prognostizierte unter Betracht eines ähnlichen Bestandesbildes, bei Zusammenbruch der Baumschicht ohne ausreichende Verjüngung, eine Entwicklung in Richtung Vorwaldgesellschaft.

Derzeit wirkt der Baumbestand in Verbindung mit einer dichten Bodenvegetationsschicht der Erosion entgegen. Bei einem Zusammenbruch des Baumbestandes ist jedoch zwangsläufig mit erhöhter Erosionsgefahr zu rechnen.

### **Literaturverzeichnis**

- ALBRECHT L. (1990): Grundlagen, Ziele und Methodik der waldökologischen Forschung in Naturwaldreservaten. Naturwaldreservate in Bayern Schriftenreihe, Band 1. Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. München.
- AMMER C. (1996): Impact of ungulates on structure and dynamics of natural regeneration of mixed mountain forests in the Bavarian Alps. Forest Ecology and Management 88 (1996), p.43-53.
- BACHMANN P. (1970): Wirtschaftliche Überlegungen zur Waldpflege. HESPA Mitteilungen 20, Luzern.
- BERNHARD M. (1987): Naturwaldreservat Stoissen: Coleopterologische Bestandsaufnahme. In: HINTERSTOISSER H., TÜRK R., BIEBL P., BERNHARD M., EMBACHER G., STADLER S. u. WINDING N. (1990): Naturwaldforschung in Salzburg, Das Naturwaldreservat "Stoißen". Naturschutzbeiträge 10/90, Hrsg. Amt der Salzburger Landesregierung Referat 13/02 Naturschutzgrundlagen und Sachverständigendienst.
- BFW (2015a): Naturwaldreservate in Österreich. Verfügbar unter: http://www.naturwaldreservate.at; zuletzt abgerufen am 10.10.2015.
- BFW (2015b): Österreichische Waldinventur. Verfügbar unter: http://bfw.ac.at; zuletzt abgerufen am 10.10.2015.
- BH ZELL AM SEE (1987): Verordnung der Bezirkshauptmannschaft Zell am See, Zahl: 4-93.461/10-1987, vom 25.09.1987.
- BMLFUW (2015): Nachhaltige Waldwirtschaft in Österreich, Österreichischer Waldbericht 2015. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. Abteilung III/1 Waldpolitik und Waldinformation. Wien.
- BRANG P. (1996): Experimentelle Untersuchungen zur Ansamungsökologie der Fichte im zwischenalpinen Gebirgswald. Beiheft zur Schweiz. Z. Forstw. Nr. 77, Zürich.
- BÜHLER U. (2009): Totholz existenziell für den Weisrückenspecht in Nordbünden. Schweiz. Z. Forstwes. 160 (2009) 7: 210–217.
- BUNDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG (2015): Datenbank Naturwaldreservate in Deutschland. Steckbrief des Naturwaldreservates Totengraben. Kennziffer: 09-068. verfügbar auf: http://www.naturwaelder.de, zuletzt abgerufen am 14.07.2015.
- BURSCHEL P. & HUSS J. (1997): Grundriß des Waldbaus. Ein Leitfaden für Studium und Praxis. 2. Aufl. Parey Buchverlag, Berlin.
- DÄMON W. (1998): Naturwaldreservate als Lebensräume von Rindenpilzen. In: Österreichische Forstzeitung Nr. 9/98, p. 35-36.

- DIRKSCHE H. (1994): Pflanzensoziologie: Grundlagen und Methoden. Ulmer, Stuttgart.
- EICHBERGER Ch. & LANGER Ch. (2013): Vegetationsuntersuchungen in ausgewählten Naturwaldreservaten Salzburgs 2013: Bericht zu den Untersuchungen im Naturwaldreservat Stoissen. Unveröff. Bericht im Auftrag des Amtes der Salzburger Landesregierung, Naturschutzabteilung. 39 pp.
- EICHRODT R. (1969): Über die Bedeutung von Moderholz für die natürliche Verjüngung im subalpinen Fichtenwald. Dissertation. Eidgenössisch Technische Hochschule Zürich.
- EMBACHER G. (1987): Naturwaldreservat Stoissen: Lepidopterologische Bestandsaufnahme. In: HINTERSTOISSER H., TÜRK R., BIEBL P., BERNHARD M., EMBACHER G., STADLER S. u. WINDING N. (1990): Naturwaldforschung in Salzburg, Das Naturwaldreservat "Stoißen". Naturschutzbeiträge 10/90, Hrsg. Amt der Salzburger Landesregierung Referat 13/02 Naturschutzgrundlagen und Sachverständigendienst.
- ESTRELLA N. (2007): Räumliche und zeitliche Variabilität von phänologischen Phasen und Reaktionen im Zuge von Klimaveränderungen. Dissertation an der Fakultät Wissenschaftszentrum Weihnstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt der Technischen Universität München.
- FRANK G. & KOCH G. (1999): Nationaler Bericht "Naturwaldreservate in Österreich" Österreichischer Beitrag zur COST Aktion E4 Forest Reserves Research Network. FBVA. Wien.
- FRANK G. (2014): Waldverjüngung und Wildverbiss. Forstzeitung, 125(6): 33-35.
- FREHNER M., WASSER B., SCHWITTER R. (2005): Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald Wegleitung für Pflegemaßnahmen in Wäldern mit Schutzfunktion. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft. Bern.
- FREISE C. (2005): Die relative Kronenlänge als Steuerungsparameter des Einzelbaumwachstums der Fichte. Dissertation. Fakultät für Forst- und Umweltwissenschaften, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg.
- HASENAUER H., MERGANICOVA K., PETRITSCH R., PIETSCH S.A., THORNTON P.E. (2003): Validating daily climate interpolations over complex terrain in Austria; Agricultural and Forest Meteorology 119, p. 87-107
- HEINISCH H., PESTAL G., STINGL V., HELLERSCHMIDT-ALBER H. (1995): Geologische Karte der Republick Österreich 1: 50 000. Blatt 127: Zell am See. Hrgb: Geologische Bundesanstalt, Wien.
- HERMANN S., CONDER M., BRANG P. (2012): Totholzvolumen und -qualität in ausgewählten Schweizer Naturwaldreservaten. Schweiz. Z. Forstwes. 163 (2012) 6: 222–231.

- HINTERSTOISSER H. (1993): Das Salzburger Naturwaldreservateprogramm und der Nationalpark Hohe Tauern. Wissenschaftliche Mitteilung aus dem Nationalpark Hohe Tauern, Bd. 1 (1993): 169-185.
- HINTERSTOISSER H. (2015): Mündliche Mitteilung. 14.09.2015.
- HINTERSTOISSER H., TÜRK R., BIEBL P., BERNHARD M., EMBACHER G., STADLER S., WINDING N. (1990): Das Naturwaldreservat "Stoißen". In: Naturwaldforschung in Salzburg, 10/90. Hrsg.: Amt der Salzburger Landesregierung, Naturschutzreferat.
- HOCHBICHLER E., O'Sullivan A., van Hees A., Vandekerkhove K. (2000): Recommendations for Data Collection in Forest Reserves, with an Emphasis on Regeneration and Stand Structure. In: COST Action E4, Final Report, The Finnish Forest Research Institute, Joensuu.
- HYDROGRAPHISCHER DIENST IN ÖSTERREICH (2011): Hydrographisches Jahrbuch 2009, Band 117. Herausgegeben von der Abteilung VII 3 Wasserhaushalt im Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. Wien
- IUFRO (1956): Empfehlungen für die Baumklassenbildung und Methodik bei Versuchen über die Wirkung von Waldpflegemaßnahmen. IUFRO, 12. Kongreß Oxford, 1956. 2. Band. London.
- JOHANN K. (1968): Größe und Verteilung des Zuwachses von Verjüngungsbeständen der Fichte. Dissertation. Universität München.
- KASSEROLER M. (2011): Vergleichende Analyse der Naturverjüngung in unbewirtschafteten und bewirtschafteten Gebirgswäldern am Beispiel des NWR Krimpenbachkessel, Salzatal. Masterarbeit. Institutfür Waldbau, Universität für Bodenkultur Wien.
- KATSCHTHALER H. (1993): Vorwort zu: SIEBRECHT D. (1993): Das Naturwaldreservat "Stoissen" in den Leoganger Steinbergen (Salzburg) Zustandsanalyse mit schwerpunktmäßiger Untersuchung von Vegetationsverhältnissen und Bestandsstruktur, Hrsg. Amt der Salzburger Landesregierung Referat 13/02 Naturschutzgrundlagen und Sachverständigendienst.
- KILIAN W., MÜLLER F., STARLINGER F. (1994): Die forstlichen Wuchsgebiete Österreichs Eine Naturraumgliederung nach waldökologischen Gesichtspunkten. FBVA Berichte 82/1994. Wien.
- KOCH E. & SCHEIFINGE R H. (2000): Klimatographie von Salzburg. Kapitel 11: Phänologie. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien.
- KOLLY A. C. & KUPFERSCHMID A. D. (2014): Reaktion von Weisstannen auf ein- bis mehrmaligen Verbiss entlang von Lichtgradienten. Schweiz. Z. Forstwes. 165 (2014) 7: 198–207.

- LACHAT T., BRANG P., BOLLIGER M., BOLLMANN K., BRÄNDLI U.-B., BÜTLER R., HERRMANN S., SCHNEIDER O., WERMELINGER B. (2014): Totholz im Wald, Entstehung, Bedeutung und Förderung. Merkblatt für die Praxis. Eidg. Forschungsanstalt WSL, Birmendorf.
- LACHAT T., WERMELINGER B., GOSSNER M. M., BUSSLER H., ISACSSON G., MÜLLER J. (2012): Saproxylic beetles as indicator species for dead-wood amount and temperature in European beech forests. Ecological Indicators 23 (2012) 323–331.
- LAND SALZBURG (2002): Dokument des Landespolitischen Informationssystems, Nr. 820 der Beilage zum stenografischen Protokoll des Salzburger Landtages (4. Session der 12. Gesetzgebungsperiode). Verfügbar auf: http://www.salzburg.gv.at; zuletzt abgerufen am 14.06.2015.
- LAND SALZBURG (2015a): Naturschutzbuch des Landes Salzburg, Geschützter Landschaftsteil 00063 Naturwaldreservat Stoissen. Verfügbar auf: http://www.salzburg.gv.at; zuletzt abgerufen am 27.07.2015.
- LAND SALZBURG (2015b): Schutzgebietsinventar des Landes Salzburg, Naturwaldreservate. Verfügbar auf: http://www.salzburg.gv.at; zuletzt abgerufen am 08.10.2015.
- LITSCHAUER, R. (2014): Untersuchungen zur Samenproduktion österreichischer Waldbäume. BFW. Verfügbar unter: http://bfw.ac.at. zuletzt abgerufen 15.07.2015.
- MAYER H. (1992): Waldbau auf soziologisch-ökologischer Grundlage. 4. Aufl. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart, New York.
- MAYER H.& OTT E. (1991): Gebirgswaldbau Schutzwaldpflege Ein waldbaulicher Beitrag zur Landschaftsökologie und zum Umweltschutz. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart, New York.
- MENCH A. (1999): Untersuchungen über die Erfassung und Analyse von Entwicklungen in Naturwäldern mit Hilfe von permanenten Stichproben. Dissertation. Georg-August-Universität Göttingen.
- MEYER P. (1995): Untersuchung waldkundlicher Entwicklungstendenzen methodischer Fragestellungen in Buchenund Buchenmischbeständen niedersächsischer Naturwaldreservate (NWR). Dissertation. Georg-August-Universität Göttingen.
- MEYER P. (1999): Totholzuntersuchungen in nordwestdeutschen Naturwäldern: Methodik und erste Ergebnisse. Forstw. Cbl., 118, 167-180.
- MEYER P., ACKERMANN J., BLACAR P., BODDENBERG J., DETSCH R., FÖRSTER B., FUCHS H., HOFFMANN B., KEITL W., KÖLBEL M., KÖTHKE C., KOSS H., UNKRIG W., WEBER J., WILLIG J. (2001): Untersuchungen der Waldstruktur und ihrer Dynamik in Naturwaldreservaten, Methodische Empfehlungen. IHW-Verlag. Eiching.

- MOLLET P., ZBINDER N., SCHMID H. (2009): Steigende Bestandeszahlen bei Specht und anderen Vogelarten dank Zunahme von Totholz?. Schweiz. Z. Forstwes. 160 (2009) 11: 334–340.
- MOSANDL R. M., & EL KADEB H. (1988): Forstw. Cbl. 12/1988, 107(1): 2-13.
- NESTROY O., AUST G., BLUM W.E.M., ENGLISCH M., HAGER H., HERZBERGER E., KILIAN W., NELHIEBEL P., ORTNER G., PECINA E., PEHAMBERGER A., SCHNEIDER W., WAGNER J. (2011): Systematische Gliederung der Böden Österreichs. Österreichische Bodensystematik 2000 in der revidierten Fassung von 2011. Herausgeber und Verleger: Österreichische Bodenkundliche Gesellschaft. Wien.
- NOPP-MAYER U., KEMPTER I., MURALT G., GRATZER G. (2015): Herbivory on young tree seedlings in old-growth and managed mountain forests. Ecol Res. 30: 479–491.
- ODERMATT O. (2009): Wildtiereinfluss auf die Waldverjüngung messen: mit Stammzahlen oder mit dem Verbissprozent?. Schweiz. Z. Forstwes. 160 (2009) 10: 303–310.
- OTT E., FREHNER M., FREY H.-U., LÜSCHER P (1997): Gebirgsnadelwälder Ein praxisorientierter Leitfaden für eine standortgerechte Waldbehandlung. Verlag Paul Haupt. Bern.
- PESTAL G., HEJL E., BRAUNSTINGL R., SCHUSTER R. (2009): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Salzburg 1: 200 000. Geologische Bundesanstalt, Wien.
- POLLANSCHÜTZ J. (1974): Formzahlfunktionen der Hauptbaumarten Österreichs. AFZ Jg.85, Heft 12, p. 341-343.
- PRIETZEL J. & AMMER C. (2007): Montane Bergmischwälder der Bayerischen Kalkalpen: Reduktion der Schalenwilddichte steigert nicht nur den Verjüngungserfolg, sondern auch die Bodenfruchtbarkeit. Allg. Forst- u. J.-Ztg., 179. Jg., 5/6. J. D. Sauerländer's Verlag. Frankfurt am Main.
- PRIMAULT B. (1992): Temperature Data Used to Determine a Theoretical Start to Forest Tree Growth in Spring. Theoretical and Applied Climatology 45, 139-143.
- REIMOSER F. & REIMOSER S. (1998): Wild & Wald Richtiges Erkennen von Wildschäden am Wald. Arbeitsbroschüre der Zentralstelle Österr. Landesjagdverbände. Wien.
- REIMOSER F., REIMOSER S., KLANSEK E. (2006): Wildlebensräume. Habitatqualität, Wildschadenanfälligkeit, Bejagbarkeit. Zentralstelle Österreichischer Landesjagdverbände. Wien.
- RÜEGG N. & NIGG H. (2003): Mehrstufige Verjüngungskontrollen und Grenzwerte für die Verbissintensität. Schweiz. Z.Forstwes.154(2003) 8: 314 –321. nach: EIBERLE K. & NIGG H.(1987): Grundlagen zur Beurteilung des Wildverbisses im Gebirgswald. Schweiz. Z. Forstwes. 138, 9: 747–785.

- RUPRECHT H. & VACIK H. (2009): Aufnahmeschlüssel für die Erhebung in Naturwaldreservaten für das Projekt "ELENA".
- RUPRECHT H., VACIK H., STEINER H., FRANK G. (2012): ELENA Ein methodisches Konzept für die Untersuchung der Naturverjüngung von Fichten-Naturwaldreservaten Österreichs (Vaccinio-Piceetea). Forstw. Cbl., 129/2012, Heft 2, 67–105.
- SCHACHTSCHABEL P., BLUM H.-P., BRÜMMER G., HARTGE K.H., SCHWERTMANN U. (1998): Lehrbuch der Bodenkunde. 14. Aufl. Ferdinand Enke Verlag Stuttgart.
- SCHAEFER M. (2012): Wörterbuch der Ökologie. 5. Aufl. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.
- SCHERZINGER W. (1996): Naturschutz im Wald. Qualitätsziele einer dynamischen Waldentwicklung. Verlag Eugen Ulmer & Co. Stuttgart.
- SCHIELER K. (1988): Methodische Fragen im Zusammenhang mit der österreichischen Forstinventur. Diplomarbeit. Universität für Bodenkultur Wien.
- SCHIELER K. & HAUK E. (2001): Instruktion für die Feldarbeit Österreichische Waldinventur 2000/2002. FBVA. Wien.
- SCHMIDT M. & SCHMIDT W. (2007): Vegetationsökologisches Monitoring in Naturwaldreservaten. Forstarchiv 78 (2007), 205–214.
- SCHNELL A. (2004): Das Urwaldrelikt Totengraben in den Bayerischen Alpen; LWF Wissen, 46/2004, p. 15-21; Bayerische Landesanstalt für Wald- und Forstwirtschaft (LWF).
- SCHODTERER H. & SCHADAUER K. (1997): Verjüngung ist die Zukunft des Waldes. Beilage zur Österreichischen Forstzeitung 12/1997. Verfügbar auf: https://bfw.ac.at; zuletzt abgerufen am: 15.07.2015.
- SCHODTERER H. (2014): Wildeinflussmonitoring 2004 2012, Salzburg. BFW Praxisinformation, Nr. 33/6 2014. Wien.
- SCHREMPF W (1986): Waldbauliche Untersuchungen im Fichten-Tannen-Buchen-Urwald Rothwald und in Urwald-Folgebeständen. In: MAYER H., ZUKRIGL K., SCHREMPF W., SCHLAGER G. (1987): Urwaldreste, Naturwaldreservate und schützenswerte Naturwälder in Österreich. Institut für Waldbau. Universität für Bodenkultur, Wien.
- SENN J., & HÄSLER H. (2005): Wildverbiss Auswirkungen und Beurteilung. Forum für Wissen 2005: 17–25.
- SIEBRECHT D. (1993): Das Naturwaldreservat "Stoissen" in den Leoganger Steinbergen (Salzburg) Zustandsanalyse mit schwerpunktmäßiger Untersuchung von Vegetationsverhältnissen und Bestandsstruktur, Hrsg. Amt der Salzburger Landesregierung Referat 13/02 Naturschutzgrundlagen und Sachverständigendienst.

- SIEBRECHT D. (2013): Persönlich zur Verfügung gestellte Datenlisten der 1993 vorgenommenen Auswertungen der Profilstreifen ST001, ST002, ST003a, ST003b und ST004.
- STADLER S. & WINDING N. (1988): Die Brutvogelfauna des Naturwaldreservates Stoissen. In: HINTERSTOISSER H., TÜRK R., BIEBL P., BERNHARD M., EMBACHER G., STADLER S. u. WINDING N. (1990): Naturwaldforschung in Salzburg, Das Naturwaldreservat "Stoißen". Naturschutzbeiträge 10/90, Hrsg. Amt der Salzburger Landesregierung Referat 13/02 Naturschutzgrundlagen und Sachverständigendienst.
- STERBA H. (1991): Holzmeßlehre. Berichte aus der Abteilung Holzmeßkunde und Inventurfragen des Instituts für Forstliche Ertragslehre der Universität für Bodenkultur, Wien, S. 169.
- STERBA H. (2009): Skript Forstliche Biometrie I Skriptum zur Lehrveranstaltung 914.147; Institut für Waldwachstum, Wintersemester 2008/2009,Universität für Bodenkultur Wien
- STROHEKER S., MARTIN S., SIEBER T. N., BUGMANN H., WEISS M. (2014): Welche Faktoren bestimmen den Erfolg der Moderholzverjüngung im Fichtenwald Scatlè?. Schweiz. Z. Forstwes. 165 (2014) 11: 339–347.
- TÜRK R. (1987): Die epiphytischen und epixylen Flechtengesellschaften im Naturwaldreservat Stoissen. In: HINTERSTOISSER H., TÜRK R., BIEBL P., BERNHARD M., EMBACHER G., STADLER S. u. WINDING N. (1990): Naturwaldforschung in Salzburg, Das Naturwaldreservat "Stoißen". Naturschutzbeiträge 10/90, Hrsg. Amt der Salzburger Landesregierung Referat 13/02 Naturschutzgrundlagen und Sachverständigendienst.
- VACIK H., RUPRECHT H., STEINER H. und FRANK G. (2010): ELENA, Empfehlungen für die Naturverjüngung von Gebirgswäldern eine Studie zur natürlichen Regeneration in Naturwaldreservaten. Endbericht an das BMLFUW.
- WAKONIGG (2010): Klimaatlas Steiermark, Kapitel 4 Niederschlag. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik.
- WILLNER W. & GRABHERR G. (2007): Die Wälder und Gebüsche Österreichs Ein Bestimmungswerk mit Tabellen. 1 Textband. Spektrum Akademischer Verlag. München.
- ZAMG (2015): Klimadaten von Österreich. 1970 2000. Verfügbar auf: http://www.zamg.ac.at; zuletzt abgerufen am 05.07.2015.
- ZAP (2015): Zentrale Arbeitsgemeinschaft Österreichischer Pferdezüchter, Hengstaufzuchthof Stoissen. Verfügbar auf: http://www.pferdezucht-austria.at; zuletzt abgerufen am 08.10.2015.
- ZUKRIGL K. (1983): Naturwaldreservate in Österreich. Waldökosysteme: Schutzmassnahmen, ÖKOL5/2 (1983): 20-27.

- ZUKRIGL K. (2001): Naturwaldreservate in Österreich. Biotopkartierung in Bergregionen 359-366 Sauteria 11,2001. Salzburg.
- ZUKRIGL K., ECKHART G., NATHER J. (1963): Standortskundliche und waldbauliche Untersuchungen in Urwaldresten der niederösterreichischen Kalkalpen. Mitt. der FBVA Heft 62. Mariabrunn.

## <u>Abbildungsverzeichnis</u>

Abb. 1:	Die Lage des NWR Stoissen am orographisch linken Ufer der Saalach, nordöstlich des 1499m hohen Saliterköpfl und etwa 5 km nördlich von
	Saalfelden
Abb. 2:	Darstellung der mittleren Niederschlagssummen (rsum) sowie der maximalen
	Niederschlagsereignisse (rmax) in den einzelnen Monaten. Weiters sind die
	monatlichen Summen der Tage mit Niederschlagssummen größer 1 mm (Tag
	≥ 1mm) und größer 10 mm (Tag ≥ 10 mm) angeführt. Werte gemittelt über die
	Periode 1960 – 2013 mit Hilfe des Programms DAYMET
Abb. 3:	Darstellung der mittleren Tagestemperaturen (mTday) wie auch der mittleren
	Monatsmaxima und -minima (mTmax, mTmin), sowie der Monatsextremwerte
	(Tmax, Tmin) für das NWR Stoissen. Werte gemittelt über die Periode 1960 –
	2013 mit Hilfe des Programms DAYMET
Abb. 4:	Darstellung der Summe der Vegetationstage sowie von Frost- und Eistagen
	für das NWR Stoissen über das Jahr. Berechnet über die Periode 1960 -
	2013 mit Hilfe des Programms DAYMET und erstellt nach einer Vorlage der
	ZAMG (2015). "Frosttage" (Tmin $<$ 0°C), "Eistage" (Tmax $<$ 0 °C),
	"Vegetationstage" (Tmin ≥ 5 °C)10
Abb. 5:	Kartenausschnitt der Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000 -
	123 Zell am See (verändert nach HEINISCH et al. 1995) mit dem in rot
	abgegrenzten NWR Stoissen1
Abb. 6:	Das NWR Stoissen mit den ausgewiesenen Pflanzengesellschaften des
	Adenostylo glabrae-Fagetum und des Erico-Pinetum sylvestris (verändert
	nach EICHBERGER & LANGER 2013)1
Abb. 7:	Übersicht über das NWR Stoissen und die Verteilung der Stichprobenpunkte
	in den Pflanzengesellschaften des Adenostylo glabrae-Fagetum und des
	Erico-Pinetum sylvestris (Kartierung der Pflanzengesellschaften verändert
	nach EICHBERGER & LANGER 2013)1
Abb. 8:	Versuchsdesigne der fixen Probekreise nach RUPRECHT & VACIK (2009) 10
Abb. 9:	Aluplättchen des Streifens ST001 mit der fortlaufenden Baumnummer 001 20
Abb. 10:	Versuchsdesign der Profilstreifen mit den nach dem Geländeverlauf
	gewählten Positionen der Einmesspunkte und der Positionierung der nach
	RUPRECHT & VACIK (2009) aufgebauten Verjüngungsflächen
Abb. 11:	Schematische Darstellung eines schräg stehenden Baumes mit der
	gemessenen Höhe des Baumes (h), der Ausladung des Höchsten Punktes (L)
	und der unter Berücksichtigung der Ausladung errechneten Höhe (hL)
Abb. 12:	Darstellung der Schnittfläche von ST003a und ST003b

Abb. 13:	Ausrichtung der erhobenen Probepunkte in der Pflanzengesellschaft des	
	Adenostylo glabrae-Fagetum. (n=23)	34
Abb. 14:	Verteilung der Stichprobenpunkte über Seehöhenklassen mit jeweils 50 m	
	Amplitude. (n=23)	34
Abb. 15:	Das Untersuchungsgebiet in roter Umrahmung und die von EICHBERGER &	
	LANGER (2013) ausgewiesenen Pflanzengesellschaften hinterlegt mit der	٥-
	Hangneigung [Grad].	35
Abb. 16:	Prozentueller Anteil der aufgenommenen Makroreliefformen (a) und	
	Mikroreliefformen (b).	
	Moderrendzina an Stichprobenpunkt 017	
Abb. 18:	Kalklehmrendzina an Stichprobenpunkt 014	
Abb. 19:		
Abb. 20:	Kalkbraunlehm (Terra fusca) an Stichprobenpunkt 011	37
Abb. 21:	Verteilung des mittleren Volumens und der mittleren Stammzahl pro Hektar,	
	sowie den Anteilen der jeweiligen Baumarten über die einzelnen BHD-	
	Klassen. Um die Lesbarkeit zu erleichtern wurden die Stammzahlen der BHD-	
	Klassen 0-4,9 cm und 5-9,9 cm in einem Detailfenster dargestellt	39
Abb. 22:	Verteilung des mittleren Volumens, sowie der Anteilen der jeweiligen	
	Baumarten über die einzelnen Höhen-Klassen	41
Abb. 23:	Ausrichtung der erhobenen Verjüngungsstandorte in der Pflanzengesellschaft	
	"Adenostylo glabrae-Fagetum". (n=92)	45
Abb. 24:	Relative Häufigkeit der angesprochenen Lokalklima. Kategorien mit einem	
	geringeren Anteil als 1% wurden in diesem Diagramm nicht berücksichtigt.	
	(n=644)	45
Abb. 25:	Anteile der aufgenommenen Bodenbedeckungsformen in Prozent. Kategorien	
	mit einem geringeren Anteil als 1% wurden in diesem Diagramm unter	
	"sonstige" zusammengefasst. (n=644)	46
Abb. 26:	Relative Häufigkeit der angesprochenen Verjüngungshemmnisse. Kategorien	
	mit einem geringeren Anteil als 1% wurden in diesem Diagramm unter	
	"sonstige" zusammengefasst. Aufgrund von Mehrfachbelegungen ergibt die	
	Gesamtsumme der Häufigkeiten mehr als 100%. (n=644)	50
Abb. 27:	Verteilung der aufgenommenen Beeinträchtigungen an der Verjüngung in den	
	Klassen "Mehrjährige 15-30cm" und "Mehrjährige 30-130 cm". Schadursachen	
	mit einem geringeren Anteil als 1% wurden in diesem Diagramm unter	
	"sonstige" zusammengefasst. Aufgrund von Mehrfachbelegungen ergibt die	
	Gesamtsumme der Häufigkeiten mehr als 100%	51

Abb. 28:	Anteil verbissener und unverbissener Pflanzen an der aufgenommenen	
	Gesamtpflanzenzahl der Verjüngungsklassen "Mehrjährige 15-30cm" und	
	"Mehrjährige 30-130 cm", sowie die Verteilung der verbissenen Pflanzen	
	hinsichtlich der Verbissarten "reiner Terminaltriebverbiss" (TT), "reiner	
	Seitentriebverbiss" (ST) und "Terminal- und Seitentriebverbiss" (TT+ST)	52
Abb. 29:	Die Menge des auf den Stichproben erhobenen Totholzvorrats [m³/ha],	
	dargestellt über die untersuchten Flächen des Adenostylo glabrae-Fagetum	
	des NWR Stoissen.	54
Abb. 30:	Anteil der vier Entrindungsstufen am Totholzvolumen der Klassen "Stöcke",	
	"stehendes Totholz" und "liegendes Totholz". (1 = Stamm voll berindet; 2 =	
	Stamm zur Hälfte berindet; 3 = Stamm zu einem Viertel berindet; 4 = Rinde	
	nicht mehr vorhanden)	55
Abb. 31:	Anteile der fünf Zersetzungsgrade am Totholzvolumen der Klassen "Stöcke",	
	"stehendes Totholz" und "liegendes Totholz". (A = Frisch tot; B = beginnende	
	Zersetzung; C = fortgeschrittene Zersetzung; D = stark zersetzt, vermodert; E	
	= Humus, keine Holzstruktur mehr erkennbar)	55
Abb. 32:	Verteilung der festgestellten Todesursachen über die Gesamtsumme der	
	aufgenommenen Totholzobjekte. (Gesamttotholzvorrat = 38,1 m³/ha)	56
Abb. 33:	Die Menge der auf den Stichproben erhobenen Anzahl anthropogen genutzter	
	Stöcke, dargestellt über die untersuchten Flächen des Adenostylo glabrae-	
	Fagetum des NWR Stoissen.	57
Abb. 34:	Mittleres Volumen (Vfm/ha) und mittlere Stammzahl (N/ha) der Profilstreifen	
	ST001, ST002 und ST003b über den BHD-Klassen aufgetragen (links oben	
	und links unten), sowie deren Veränderung zwischen 1992 - 2013 (rechts	
	oben und rechts unten) jeweils nach Baumarten aufgeschlüsselt	62
Abb. 35:	Mittleres Volumen (Vfm/ha) und mittlere Stammzahl (N/ha) der Profilstreifen	
	ST003a und ST004 über den BHD-Klassen aufgetragen (links oben und links	
	unten), sowie deren Veränderung zwischen 1992 - 2013 (rechts oben und	
	rechts unten) jeweils nach Baumarten aufgeschlüsselt	64
Abb. 36:	Verteilung der Bestandesparameter Volumen, Grundfläche, Totholzvolumen,	
	und Stammzahl über die einzelnen Stichprobenpunkte und im Vergleich zu	
	deren Mittelwerten	69
Abb. 37:	Profilstreifen ST001. Gegenüberstellung des Grund- und Aufrisses des	
	Bestandes im Jahr 1992 in Schwarzweiß (links, Mitte) aus SIEBRECHT (1993)	
	und der Bestandessituation im Jahr 2013 als Grundriss in Farbe (rechts)	81

Abb. 38:	Profilstreifen ST003a. Gegenüberstellung des Grund- und Aufrisses des	
	Bestandes im Jahr 1992 in Schwarzweiß (oben, Mitte) aus SIEBRECHT	
	(1993) und der Bestandessituation im Jahr 2013 als Grundriss in Farbe	
	(unten)	83
Abb. 39:	Verteilung der Bestandesparameter V/ha, G/ha, N/ha, Vtot/ha und der Verj.≤	
	15-130 cm über die Stichprobenpunkte.	VI
Abb. 40:	Verteilung des durchschnittlichen H/D-Werts und des Kronenprozents über die	
	Stichprobenpunkte.	VII
Abb. 41:	Relativer Anteil der anthropogen genutzten Stöcke an der Gesamtzahl der	
	Stöcke	XII
Abb. 42:	Schematische Lageskizze der Profilstreifen.	. XIV
Abb. 43:	Grundriss ST001.	XV
Abb. 44:	Grundriss ST002.	. XVI
Abb. 45:	Grundriss ST003a.	XVII
Abb. 46:	Grundriss ST003b.	XVIII
Abb. 47:	Grundriss ST004.	. XIX
Abb. 48:	Systematischer Gitternetzraster (100x100 m) über das gesamte Gebiet des	
	NWR Stoissen	. XXI
Abb. 49:	Grundriss, Seitenansicht und 3D-Übersicht der Stichprobenpunkte 003, 004,	
	006	XXII
Abb. 50:	Grundriss, Seitenansicht und 3D-Übersicht der Stichprobenpunkte 007, 008,	
	009	XXIII
Abb. 51:	Grundriss, Seitenansicht und 3D-Übersicht der Stichprobenpunkte 010, 011,	
	012	XXIV
Abb. 52:	Grundriss, Seitenansicht und 3D-Übersicht der Stichprobenpunkte 013, 014,	
	015	XXV
Abb. 53:	Grundriss, Seitenansicht und 3D-Übersicht der Stichprobenpunkte 016, 017,	
	018	XXVI
Abb. 54:	Grundriss, Seitenansicht und 3D-Übersicht der Stichprobenpunkte 019, 020,	
	021	(XVII
Abb. 55:	Grundriss, Seitenansicht und 3D-Übersicht der Stichprobenpunkte 023, 025	
	sowie LegendeX	XVIII

## **Tabellenverzeichnis**

Tab. 1:	Für die Berechnung der Formzahl herangezogene Regressionskoeffizienten	
	nach JOHANN (1968) und SCHIELER (1988).	25
Tab. 2:	Blow-up-Faktoren für die Verjüngungsfläche und den Probekreis in den	
	einzelnen Verjüngungsaufnahmeklassen.	26
Tab. 3:	Zur Herleitung des stehenden Totholzvolumens berechnete Höhenkurven	
	nach Prodan und Petterson mit den errechneten Korrelationskoeffizienten und	
	den Gütemaßen der einzelnen Funktionen. (HK-Fkt. = Höhenfunktion)	28
Tab. 4:	Gegenüberstellung der vollen, sowie der eingegrenzten	
	Streifenabmessungen	30
Tab. 5:	Baumart, BHD und Höhe der elf Bäume, deren BHD- und Höhenwerte mit	
	Hilfe der baumartenspezifischen Ausgleichsgeraden für das Jahr 1992	
	rekonstruiert wurden, sowie die BHD-Zuwächse der jeweiligen Baumart in der	
	Periode 1992-2013. (max Maximal; durchschn durchschnittlich; Med	
	Median)	33
Tab. 6:	Bodenvegetationsverhältnisse an den Verjüngungsstandorten	37
Tab. 7:	Bestandesstruktur-parameter Volumen (V/ha), Grundfläche (G/ha) und	
	Stammzahl (N/ha) als mittlere Hektarwerte.	38
Tab. 8:	Absolut und Relativwerte der Bestandesstrukturparameter Volumen (V/ha),	
	Grundfläche (G/ha) und Stammzahl (N/ha) als mittlere Hektarwerte für die	
	einzelnen Baumarten (± Standardabweichung) und als Mittelwert über die	
	erhobenen 23 Stichprobenpunkte (± Standardabweichung).	38
Tab. 9:	Maximale BHD und Höhenwerte der erfassten Baumarten im	
	Untersuchungsgebiet	40
Tab. 10:	Verteilung der Bestandesparameter Volumen, Grundfläche und Stammzahl	
	über die Bestandesschichten und als Anteile der Baumarten in den Schichten	42
Tab. 11:	Mittlere H/D – Werte, sowie mittlere Kronenprozente für die einzelnen	
	untersuchten Baumarten nach den Bestandesschichten aufgeschlüsselt	43
Tab. 12:	Relatives Vorkommen an fruktifikationsfähigen Bäumen über die 23	
	Stichprobenpunkte	46
Tab. 13:	Mittlere Verjüngungszahlen auf Waldboden und Totholz in den vier Klassen	
	"Keimlinge", "≤15 cm", ">15-30 cm" und ">30-130 cm", getrennt für einzelne	
	Baumarten in absoluten und relativen Häufigkeiten	47
Tab. 14:	Mittlere Verjüngungszahlen auf Totholz in den vier Klassen "Keimlinge",	
	"Mehrjährige ≤15 cm", "Mehrjährige 15-30 cm" und "Mehrjährige 30-130 cm",	
	sowie für die einzelnen Baumarten in absoluten und relativen Zahlen	47

Tab. 15:	Verteilung der aufgenommenen Verjüngungszahlen auf Totholz für die einzelnen Baumarten in den vier Verjüngungsklassen und bezogen auf die
	verjüngungsfähige Totholzfläche aller aufgenommenen Stichprobenpunkte
	(59,50 m²)
Tab. 16:	
100. 10.	Standardabweichung für die einzelnen Baumarten in den Verjüngungsklassen
	"Mehrjährige 15-30 cm" und "Mehrjährige 30-130 cm"
Tah 17:	Die mittlere Vitalität und deren Standardabweichung für die einzelnen
1 ab. 17.	Baumarten in den Verjüngungsklassen "Mehrjährige 15-30 cm" und
	"Mehrjährige 30-130 cm" 50
Tah 18 <sup>.</sup>	Die Anzahl aufgenommener Verjüngungspflanzen jeder Baumart der Klassen
145. 10.	"Mehrjährige 15-30cm" und "Mehrjährige 30-130 cm", sowie der Anteil
	verbissener Pflanzen in absoluten und relativen Zahlen. Zusätzlich wird die
	Gesamtzahl verbissener Pflanzen hinsichtlich der Verbissarten in
	"Terminaltrieb", "Seitentrieb" sowie "Terminal und Seitentrieb" unterschieden.
	Außerdem wird der mittlere Prozentsatz verbissener Seitentriebe angeführt
	("Ant. verb. Seitentriebe")53
Tab. 19:	Mittleres Totholzvolumen mit Standardabweichung für die Waldgesellschaft
	des Adenostylo glabrae-Fagetum in den Aufnahmekategorien "Stöcke",
	"stehendes Totholz" und "liegendes Totholz", sowie als Gesamtwert und
	Prozent des Lebenden Bestandesvorrats (Vleb)54
Tab. 20:	Mittlere Gesamtzahl der Stöcke pro Hektar, sowie die mittlere Anzahl der
	Stöcke mit anthropogenen Nutzungsspuren und deren Anteil an der
	Gesamtsumme mit den jeweiligen Standardabweichungen
Tab. 21:	Anteil der Baumarten am mittleren Totholzvolumen in den Klassen "Stöcke",
	"liegendes Thotholz", "stehendes Totholz" in Prozent des mittlere
	Gesamtvolumens
Tab. 22:	Die Bestandesparameter Volumen, Grundfläche und Stammzahl in
	Hektarwerten und deren Veränderung von 1992 – 2013 in Prozent für die
	einzelnen Profilstreifen, sowie deren Mittelwerte und Standardabweichungen
	für die Waldgesellschaft "Adenostylo glabrae-Fagetum" (ST001, ST002,
T.I. 00	ST003b) und "Erico-Pinetum sylvestris" (ST003a, ST004)
Tab. 23:	Volumen- und Stammzahlzuwachsprozente über die Periode 1992-2013
	berechnet und für die erhobenen Baumarten getrennt nach
Tab 24:	Waldgesellschaften dargestellt
	BHD-Zuwächse der einzelnen Baumarten über die Periode 1992-2013
1 av. 20.	DI ID-Zuwaci ise dei einzemen daumanen über die Fenode 1992-201301

Tab. 26:	Verteilung der aufgenommenen Bäume über die IUFRO-Klassen "Höhenklasse", "Vitalitätsklasse" und "Gesellschaftliche Entwicklung" getrennt	
	nach Waldgesellschaften und Baumart	65
Tab. 27:	Darstellung der Entwicklung der aufgenommenen Bäume bezüglich der IUFRO-Klassen "Höhenklasse", "Vitalitätsklasse" und "Gesellschaftliche	00
	Entwicklung" getrennt nach Waldgesellschaften und Baumart. Der Spaltenwert	
	"+" steht für eine Verbesserung der Klassifizierung (z.B. von Höhenklasse 300	
	auf 200), "-" für eine Verschlechterung und "0" für das Gleichbleiben der	
	Klasse.	66
Tab. 28:	Darstellung der Verjüngungsmengen und Gesamtverbissanteile in Individuen	
	pro Hektar für die Jahre 1992 und 2013, in den Streifenkombinationen ST001,	
	ST002+ST003b und ST003a+ST004 nach den Baumarten aufgeschlüsselt	
	dargestellt. Die für das Jahr 1992 angeführten Verjüngungsmengen beinhalten	
	alle aufgenommenen Individuen zwischen 11 und 125 cm. Für die Werte des	
	Jahres 2013 wurden mit alle erhobenen Pflanzen zwischen 15 und 130 cm	
	gerechnet. Verjüngungs- und Verbisszahlen der Aufnahmen aus dem Jahr	
	1992 wurden verändert nach SIEBRECHT (1993)	
	Verteilung der einzelnen Stichproben auf die Entwicklungsphasen	70
Tab. 30:	Gegenüberstellung der einzelnen Stichprobenpunkte hinsichtlich der	
	Bestandesparameter Volumen, Grundfläche und Stammzahl und deren	
	Verteilung über die Bestandesschichten	71
Tab. 31:	Auflistung der ausgewiesenen Entwicklungsphasen auf den einzelnen	
	Stichprobenpunkten, sowie deren Begründung.	72
Tab. 32:	Gegenüberstellung der Standortscharakteristika und Bestandesparameter der	
	Untersuchungsgebiete NWR Stoissen, NWR Krimpenbachkessel, NWR	
T-h 22.	Totengraben und Kleiner Urwald Rothwald.	/ /
Tab. 33:	Gegenüberstellung der Verjüngungszahlen der Untersuchungsgebiete NWR	
	Stoissen, NWR Krimpenbachkessel, NWR Totengraben und Kleiner Urwald	0.5
Tab 24:	Rothwald.	00
1 ab. 54.	Bestäubungsdichten und Samenproduktion der Baumarten Fichte (Picea abies), Tanne (Abies alba), Buche (Fagus sylvatica) und Ahorn (Acer spp.)	
	über den Zeitraum 2003-2012, unter Verwendung der Datengrundlage der	
	Messstation in Zell am See. (verändert nach LITSCHAUER 2014)	86
Tah 35	Gegenüberstellung der Totholzvorräte der Untersuchungsgebiete NWR	00
. 45. 55.	Stoissen, NWR Krimpenbachkessel, NWR Totengraben und Kleiner Urwald	
	Rothwald	95
Tab. 36:	Tabellarische Auflistung der verwendeten Artenkürzel der Bodenbedeckung	
	<del>-</del>	

Tab. 37:	Standorts- und Bestandesparameter, sowie Verjüngungsmengen für die einzelnen Stichprobenpunkte und als Mittelwerte für die Waldgesellschaft des Adenostylo glabrae-Fagetum
Tab. 38:	Merkmale der Bestandesentwicklungsphasen in Anlehnung an SCHREMPF (1986) verändertIII
Tab. 39:	Verteilung der Bestandesparameter Volumen, Grundfläche und Stammzahl als Hektarwerte über die einezelnen Stichprobenpunkte und deren Bestandesschichtung. (US = 0- 1/3, MS = 1/3-2/3, OS = >2/3 - der maximalen Höhe am Punkt)
Tab. 40:	Prozentanteile auf als Anteil der Gesamtwerte der einzelnen Baumart berechnet
Tab. 41:	Stammzahlverteilung über die BHD-Klassen auf den einzelnen Stichprobenpunkten (BHD >10 cm)
Tab. 42:	Darstellung der durchschnittlichen H/D-Werte und Kronenprozente für die einzelnen Bestandesschichten der Stichprobenpunkte und als Gesamtdurchschnitt über alle aufgenommenen Bäume der Schichten des Adenostylo glabrae-Fagetum
Tab. 43:	Darstellung der durchschnittlichen H/D-Werte und Kronenprozente für die einzelnen Bestandesschichten der Stichprobenpunkte und als Gesamtdurchschnitt über alle aufgenommenen Bäume der Schichten des Erico-Pinetum sylvestris.
Tab. 44:	Verteilung der Verjüngung ≤15 cm über die Jahresstufen 0, 1, 2 und 2+IX
Tab. 45:	Anteil der einzelnen Baumarten an der gesamten mehrjährigen Verjüngung ≤15 – 130 cmIX
Tab. 46:	Verteilung der fruktifikationsfähigen Bäume über die Stichproben der Pflanzengesellschaft Adenostylo glabrae-FagetumX
Tab. 47:	Anzahl der, auf den einzelnen Stichprobenpunkten, aufgenommenen Verjüngungspflanzen auf Totholz, bezogen auf die jeweilig vorhandene, verjüngungsfähige TotholzflächeXI
Tab. 48:	Verteilung der anthropogen genutzten Stöcke über die DurchmesserklassenXII
Tab. 49:	Zustandsentwicklung der Wiederaufgenommenen Bäume nach Baumart
	aufgeschlüsselt. L=lebend, IT=Totholz liegend, sT=Totholz stehend, uK=unter
	Kluppschwelle, X=Zustand unbekannt;XIII
Tab. 50:	Gegenüberstellung der Ausfälle und Einwüchse in den unterschiedlichen
	Waldgesellschaften nach Baumarten aufgeschlüsseltXIII
	Positionsdaten der Einmesspunkte und Verjüngungsflächen der Profilstreifen XX
Tab. 52:	Positionsdaten der Stichprobenpunkte XXI

## 8 Anhang

Arten der Bodenbedeckung

	Arten der Bodenbe	<u> </u>
CODE	Deut. Bezeichnung	Lat. Bezeichnung
ad	Alpendost	Adenostyles glabra
af	Adlerfarn	Pteridium aquilinum
al	Alpen-Brandlattich	Homogyne alpina
ar(b)	Bewimperte Alpenrose	Rhododendron hirsutum
ar(nb)	Alpenrose (nicht bewimpert)	Rhododendron ferrugineum
bah	Bergahorn	Acer pseudoplatanus
bh	Besenheide	Calluna vulgaris
bk	Bingelkraut	Mercurialis perennis
bl	Bärlapp	Lycopodium anotinum
br	Buschwindröschen	Anemone nemorosa
bs	nicht näher bestimmt	-
bu	Buche	Fagus sylvatica
eb	Erdbeere	Fragaria vesca
ee	Eberesche	Sorbus aucuparia
ef	Eichenfarn	Gymnocarpium triopteris
einb	Vierblättrige Einbeere	Paris quadrifolia
elb	Elsbeere	Sorbus torminalis
ff	Frauenfarn	Athyrium filix-femina
fi	Fichte	Picea abies
g1	Berg Reitgras	Calamagrostis varia
g2	Blaugrüne Segge	Carex falcca
g3	Weißsegge	Carex alba
g5	Erdsegge	Carex humilis
g6	Rost-Segge	Carex ferruginea
hb	Heidelbeere	Vaccinium myrtilus
hf	Hahnenfuß	Ranunkulus
hk	Wadl- Habichtskraut	Hieracium murorum
hl	Hasenlattich	Prenanthes purpurea
hz	Hirschzunge	Asplenium scolopendrium
k1	Gelbe Betonie	Betonica (alopecuros)
k2	Rauhaariges Veilchen	Viola hirta
k3	Leberblümchen	Hepatica nobilis
k5	nicht näher bestimmt	-
k6	nicht näher bestimmt	-
kbg	Kalkblaugras	Sesleria albicans
la	Lärche	Larix decidua
If	Lanzenfarn	Polystichum lonchitis
mb	Mehlbeere	Sorbus aria
mf	Milzfarn	Asplenium ceterach
moose	Moose	-
nw	Nestwurtz	Neottia nidus-avis
pb	Preiselbeere	Vaccinium vitis-idaea
prb	Prombeere	Rubus sectio Rubus
sb	Seidelbast	Daphne mezereum
sh	Schneeheide	Erica carnea
sk	Wald-Sauerklee	Oxalis acetosella
SS	Salomonsiegel	Polygonatum odoratum
ta	Tanne	Abies alba
wach	Wacholder	Juniperus communis
wf	Wurmfarn	Dryopteris
whs	Weißliche Heinsimse	Luzula luzuloides
wki	Weißkiefer	Pinus sylwestris
WS	Weißsegge	Carex alba
WW	Wachtelweizen	Melamphyrum

Tab. 36: Tabellarische Auflistung derverwendeten Artenkürzel derBodenbedeckung.

## 8.1 Bestandesanalyse

			Standort			Bestand	and			Verjü	Verjüngung	
StprNr.	Seehöhe [m.ü.NN]	Exposition [9]	Exposition Hangneigung [8]	Überschirmung [%]	<b>V/ha</b> [Vfm/ha]	<b>G/ha</b> [m²/ha]	<b>N/ha</b> [N/ha]	V <sub>tot</sub> /ha [Vfm/ha]	Keimlinge [N/ha]	<b>≤15cm</b> [N/ha]	>15-30 cm [N/ha]	> <b>30-130 cm</b> [N/ha]
003	686	144	20,3	06	284	40	3300	3	0	92857	357	800
900	096	172	48	80	286	38	1067	39	0	57143	357	133
900	1084	138	49,7	09	300	4	1167	77	2500	164286	8571	133
200	1030	9	39,6	85	349	42	2133	46	0	32857	1786	2200
800	1148	125	18,7	100	365	45	1767	2	7500	38571	0	0
600	1152	13	35,7	06	<del>1</del> 94	34	2133	18	2500	144286	9643	4433
010	1132	365	52,9	100	528	22	1800	24	7500	25714	0	100
011	1170	45	38,9	100	299	30	733	06	2500	28571	0	0
012	1145	9	44,7	09	149	59	1100	25	0	222857	5357	3433
013	1078	06	29	06	459	47	1167	32	0	168571	357	33
014	1190	105	55,8	100	392	42	2233	12	2500	28571	357	009
015	1170	06	48	80	141	26	1367	24	0	97143	1071	7200
016	1204	45	55	80	342	4	3533	121	12500	101429	11071	2967
017	1222	367	89	09	266	42	3033	16	7500	170000	4286	3633
018	1270	384	36	75	262	39	2962	27	0	87143	9643	6633
019	1295	20	4	06	372	51	1267	20	12500	132857	357	833
020	1310	105	58,6	06	394	49	1333	3	0	10000	0	6033
021	1160	66	8,5	65	169	59	1100	48	0	157143	37143	10167
023	1316	95	75	09	304	43	800	20	0	17143	2857	1767
025	1225	116	48	65	167	30	1100	9	0	11429	357	200
ST001	1282	20	36,1	80	354	58	1197	156	0	14286	2500	599
ST002	1080	35	42,7	100	355	4	1128	47	2500	47143	357	1086
ST003b	980	25	70	80	335	52	2245	20	2500	14286	357	771
Mittelw.	1156	115	46	82	307	41	2116	38	2717	81056	4208	2359
Stabw.	± 105	± 112	± 17	± 14	∓ 98	<del>+</del> 9	± 1647	∓ 39	± 3982	± 65103	± 8037	± 2807

**Tab. 37:** Standorts- und Bestandesparameter, sowie Verjüngungsmengen für die einzelnen Stichprobenpunkte und als Mittelwerte für die Waldgesellschaft des Adenostylo glabrae-Fagetum.

### Merkmale der Bestandesentwicklungsphasen in Anlehnung an SCHREMPF (1986)

Entwicklungsphasen Vitalität Verjüngung N/ha V/ha V<sub>tot</sub>/ha Anmerkungen Verjüngungsph. früh) ++ Vorrat gering (50 Totholzvorrat u.U. Vit. d. gesicherte Verj., Stammzahl unterdurchschn. noch immer hoch; OS+/MS+/US-; aber unter % des (U72/M14/O14); Durchschnitts); Kluppschw. zur Verj.zahlen knapp Zerfallsphase über Durchschnitt; durch gesicherte Verj. (>50 cm) spät) ++ +++ abgegrenzt; Vorrat deutlich Totholzvorrat noch Vit. d. Verjüngung Stammzahl deutlich über maximal (zu 70 % unterdurchschnittli über Durchschnitt; OS+/MS+/US-; Durchschn.; bis 7 cm BHD) (U94/M4/O2); Initialph. bis zur Kulmination des unterdurchschn.; Stammzahlreich Vorrat minimal (25 variabel; Vit. d. Höhenwachstum OS+/MS0/US-; (53 % (+) bis 7 % des s; Dickungs- bis cm, 43 % (-) zw. Durchschn.) Stangenholz-8 und 30 cm); charakt.; Optimalph. 0 vertikaler hohe Stammzahl, Relativ hoher Absterben vieler Vertikaler Schluss durch Bestandesschlus unterdurchschn.; annähernd Vorrat (max. in schwacher gleichmäßige Normalverteilt US und MS) Stämme: s, geringes soz. Ausprägung der (U23/M48/O23) Umsetzen; Vit. d. Bestandessch.; OS+/MS0/US-; Terminalph. +++ Verj. geringe Vorratsmaximum, nach hoher aufgelockertes Stammzahlen, da haupts. in starken Mortalität in US unterdurchschn.; Kronendach US bzw. und überstarken und MS im möglich; Nebenbestand BHD-KI.; Übergang von fehlt, OS Opt. Zu Term. dominiert Mortalität niedrig; (U0/M50/O50); in dreischichtiger ausprägung Stammzahl hoch (BHD 1-7 cm) (U68/M19/O13); Zerfallsph. früh) Günstige Stammzahl Mortalität in Vorrat sinkend; durchschn., max. Verj.möglichk.; unterdurchschn. starken BHD-(U68/M16/O16); in Starkholz; Bereichen; spät) 0 ++ +++ Verjüngung hoch Stammzahl Totholzvorrat max. Offener Bestand; Vorrat (abgrenzung zu durchschn. unterdurchschn.; Verjüngungsph. (U68/M24/O8); mit gesicherter Verj. ab 50 cm);

Tab. 38: Merkmale der Bestandesentwicklungsphasen in Anlehnung an SCHREMPF (1986) verändert.

<u>Verteilung der Bestandesparameter Volumen, Grundfläche und Stammzahl pro Hektar auf die Bestandesschichten.</u>

			Unters	Unterschicht				2	Mittelschicht	hicht				J	Oberschicht	hicht				Gesamt	
StprNr.	<b>V/ha</b> [Vfm'ha] [%]	<b>a</b> [%]	<b>G/ha</b> [m²/ha] [%]	<b>ha</b>   [%]	<b>N/ha</b> [Wha] [ <sup>9</sup>	<b>a</b> [%]	<b>V/ha</b> [Vfm'ha] [%]	<b>a</b> [%]	<b>G/ha</b> [m²/ha] [9	<b>a</b> [%]	<b>N/ha</b> [N/ha] [9	<b>la</b> [%]	<b>V/ha</b> [Vfm/ha] [%]	<b>la</b> [%]	<b>G/ha</b> [m²/ha] [9	<b>a</b> [%]	<b>N/ha</b> [N/ha] [ <sup>9</sup>	[%]	<b>V/ha</b> [Vfm/ha]	<b>G/ha</b> [m²/ha]	N/ha [N/ha]
003	15	5	2	13	2366	72	91	32	16	41	200	21	178	63	18	46	233		284	40	3300
004	7	4	က	0	333	31	95	32	16	4	467	44	183	64	19	20	797	25	286	38	1067
900	2	_	_	2	233	20	99	19	7	26	467	40	242	81	53	72	467	40	300	4	1167
200	4	_	_	8	1633	77	46	13	10	24	233		300	98	30	72	797	12	349	45	2133
800	7	n	4	00	296	22	144	39	21	46	633	36	210	28	71	46	167	6	365	45	1767
600	7	_	4	12	1800	84	13	_	ဗ	0	29	c	179	93	27	78	797	12	194	8	2133
010	7	2	က	2	292	31	122	23	17	30	006	20	395	75	37	92	333	19	528	22	1800
011	<b>o</b>	n	_	4	133	18	15	2	က	0	233	32	275	92	26	98	367	20	299	30	733
012	_	_	_	8	200	64	61	41	16	28	300	27	98	28	7	40	100	6	149	29	1100
013	18	4	9	4	400	34	28	13	ω	8	433	37	383	83	32	89	333	29	459	47	1167
014	13	8	က	00	1367	61	122	31	16	38	633	28	257	92	23	54	233	10	392	45	2233
015	6	9	4	15	6867	93	51	36	12	46	400	2	82	28	10	38	100		141	56	7367
016	4	4	2		3000	85	71	21	10	24	333	0	256	75	27	92	200	9	342	4	3533
017	80	n	က	00	2600	98	89	26	4	34	267	<u></u>	190	71	24	22	167	2	266	45	3033
018	7	4	4		5133	98	53	20	7	28	299	<u></u>	199	9/	24	61	167	 	262	33	2962
019	7	2	က	2	300	24	167	45	59	99	733	28	198	53	20	39	233	8	372	51	1267
020	2	_	7	т С	733	22	131	33	20	41	433	32	258	92	27	26	167	12	394	49	1333
021	4	2	7	9	292	52	20	42	16	54	400	36	92	99	7	39	133	12	169	53	1100
023	6	n	4	00	333	42	195	64	32	74	433	54	100	33	œ	17	33	4	304	43	800
025	15	0	∞	27	292	70	46	28	10	32	233	21	106	63	12	4	100	6	167	30	1100
ST001	<b>o</b>	8	2	0	412	34	116	33	24	42	543	45	230	92	53	20	243	20	354	28	1197
ST002	6	2	က	7	701	62	26	27	15	36	234	21	250	70	24	22	193	17	355	4	1128
ST003b	45	13	16	32	1608	72	118	35	20	39	536	24	171	51	16	30	101	4	335	52	2245
Mittelw.	10	3%	4	10%	1457	%69	87	28%	15	37%	447	21%	210	%89	22	23%	212	10%	307	41	2116
Stabw.	<del>+</del> 9		+ 3		± 1662		± 47		<b>±</b> 7		± 201		∓ 82		8 +		± 101		∓ 98	<del>+</del> 9	± 1647
Ì		Ì	ĺ						ĺ		İ			ĺ	Ì						

**Tab. 39:** Verteilung der Bestandesparameter Volumen, Grundfläche und Stammzahl als Hektarwerte über die einezelnen Stichprobenpunkte und deren Bestandesschichtung. (US = 0- 1/3, MS = 1/3-2/3, OS = >2/3 - der maximalen Höhe am Punkt)

## Verteilung der Bestandesparameter auf die Bestandesschichten getrennt nach Baumarten.

		U	nte	schich	t			r	Vitte	Ischich	nt				Ober	schich	ıt		(	Gesam	t
Baumart		<b>V/ha</b> [Vfm/ha]		i <b>/ha</b> n²/ha]		' <b>ha</b> 'ha]		<b>/ha</b> m/ha]		i <b>/ha</b> n²/ha]		<b>/ha</b> /ha]		/ <b>ha</b> m/ha]		<b>/ha</b> r²/ha]		/ <b>ha</b> /ha]	V/ha [Vfm/ha]	G/ha [m²/ha]	<b>N/ha</b> [N/ha]
Bu	7	6%	3	14%	1256	75%	62	48%	11	52%	324	19%	59	46%	7	34%	89	5%	129	22	1669
Bah	0	3%	0	8%	25	34%	5	39%	1	45%	34	46%	7	3%	1	3%	15	3%	12	2	73
Mb	0	41%	0	54%	17	77%	0	59%	0	46%	5	23%	0	0%	0	0%	0	0%	1	0	21
Fbi	0	100%	0	0%	1	100%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0	1
Vb	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0	0
Та	1	2%	0	5%	81	50%	7	8%	1	11%	32	19%	84	40%	8	40%	51	40%	92	9	164
La	0	0%	0	1%	28	39%	2	6%	0	8%	11	15%	32	15%	3	15%	32	15%	34	4	71
Fi	0	1%	0	3%	40	48%	5	16%	1	23%	23	27%	25	12%	2	12%	20	12%	30	3	82
Rki	0	3%	0	5%	6	20%	6	66%	1	71%	19	66%	3	1%	0	1%	4	1%	9	1	30
Eib	0	100%	0	100%	1	100%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0	1
Lat	0	100%	0	100%	3	100%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0	3
Gesamt	10	3,4	4	9,7	1457	68,9	87	28,4	15	37,0	447	21,1	210	68,2	22	53,3	212	10,0	307	41	2116

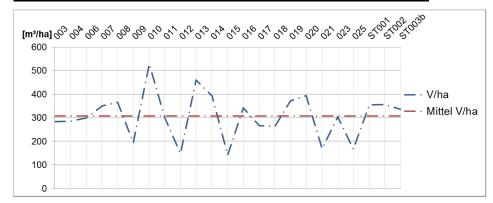
 Tab. 40: Prozentanteile auf als Anteil der Gesamtwerte der einzelnen Baumart berechnet.

## Stammzahlverteilung über die BHD-Klassen auf den einzelnen Stichprobenpunkten (BHD >10 cm)

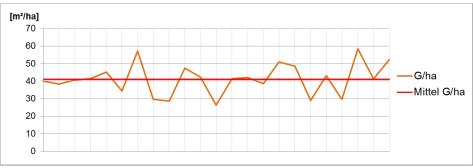
						ВН	D-Klas	sen [c	m]						
StprNr.	1,0-4,9	5,0-9,9	10,0-14,9	15,0-19,9	20,0-24,9	25,0-29,9	30,0-34,9	35,0-39,9	40,0-44,9	45,0-49,9	50,0-54,9	55,0-59,9	60,0-64,9	65,0-69,9	Gesamt
003	1233	1000	433		167	133	133		33						3133
004	67	33	300	200	133	200	67	67							1067
006	167	67	367	33	200	100	167	67							1167
007	567	200	67	133		67	133	67	100						1333
800	333	733	233	100	100	100		100		33		33			1767
009	467	133	67		100	67	33	33	100	33					1033
010	33	700	400	233	67	100	67	133	33			33			1800
011	67	67	167	133	100	67	67		67						733
012	233	100	33	67		133		67	33	33					700
013		200	300	200	167	67	100	67		33	33				1167
014	533	733	200	167	167	133	33	33						33	2033
015	4000	367	100	67	33		67	133							4767
016	2100	433	267	33	100		67	100	67	33					3200
017	1633	133	33	200	67	33	133		33		33	33			2333
018	3067	500	467	100	67	67	33			100					4400
019	33	100	167	333	233	200	100	67		33					1267
020	267	167	100	200	67	67	100			67	33	33			1100
021	333		67	100	267	133					33				933
023	200	67	67	33	133	100	33	67	33		67				800
025	367	233	100	100	67	67	67		100						1100
ST001	131	131	206	168	131	131	131	94	19	19	19			19	1197
ST002	358	220	165	41	55	41	55	83	55	14	28	14			1128
ST003b	302	704	503	268	235	101		67		34	34				2245
Mittel	717	305	209	127	115	92	69	54	29	19	12	6	0	2	1757

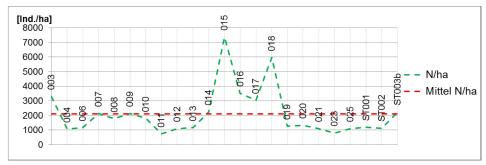
Tab. 41: Stammzahlverteilung über die BHD-Klassen auf den einzelnen Stichprobenpunkten (BHD >10 cm).

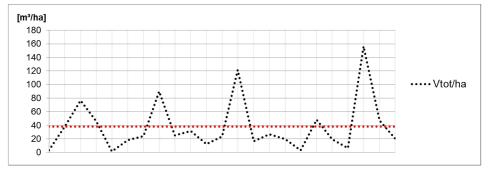
### Verteilung der Bestandesparameter über die Stichprobenpunkte

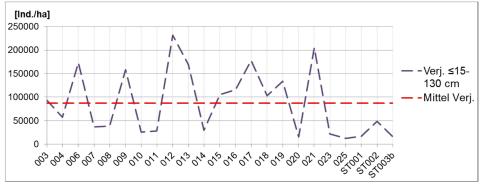


**Abb. 39:** Verteilung der Bestandesparameter V/ha, G/ha, N/ha, Vtot/ha und der Verj.≤ 15-130 cm über die Stichprobenpunkte.









### Verteilung des H/D-Wertes und des Kronenprozents über die Stichproben

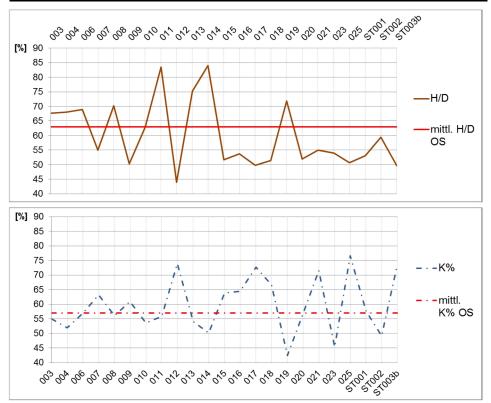


Abb. 40: Verteilung des durchschnittlichen H/D-Werts und des Kronenprozents über die Stichprobenpunkte.

StprNr.		US			MS			os		G	iesan	nt
Siprivi.	n	H/D	K%	n	H/D	K%	n	H/D	K%	n	H/D	<b>K</b> %
003	66	108	57	20	78	47	7	68	55	93	99	55
004	5	70	64	11	69	50	8	68	52	24	69	53
006	5	87	53	14	73	51	13	69	57	32	74	54
007	49	256	78	6	49	51	7	55	63	62	213	74
800	27	79	42	19	90	52	5	70	56	51	82	47
009	48	326	64	-	-	-	7	50	61	55	291	64
010	14	97	45	25	108	36	10	63	54	49	96	42
011	4	74	39	7	106	38	11	84	56	22	89	47
012	21	328	79	8	41	64	3	44	74	32	230	75
013	7	61	26	13	92	43	10	75	54	30	79	43
014	37	134	60	19	109	50	7	84	50	63	121	56
015	205	208	73	12	66	67	3	52	64	220	198	72
016	88	163	58	9	89	58	6	54	64	103	150	58
017	77	165	57	8	48	59	5	50	73	90	149	58
018	153	178	69	20	76	62	5	51	67	178	163	68
019	6	53	44	22	62	52	7	72	42	35	62	49
020	22	204	69	13	72	74	5	52	57	40	142	69
021	17	174	84	12	50	56	3	55	72	32	116	72
023	10	74	60	13	59	74	1	54	45	24	65	67
025	23	68	73	7	50	76	3	51	77	33	62	74
ST001	21	57	51	28	57	43	13	53	58	62	56	49
ST002	47	91	33	16	69	50	14	59	49	77	81	39
ST003b	46	57	38	13	98	55	3	50	74	62	65	43
Gesamt	998	168	62	315	76	53	156	63	57	1469	137	60

Tab. 42: Darstellung der durchschnittlichen H/D-Werte und Kronenprozente für die einzelnen Bestandesschichten der Stichprobenpunkte und als Gesamtdurchschnitt über alle aufgenommenen Bäume der Schichten des Adenostylo glabrae-Fagetum.

Baumart		US		MS		os	G	esamt
Daumant	n	H/D	n	H/D	n	H/D	n	H/D
Bu	5	70 ±38	6	58 ±18			11	63 ±28
Bah	2	52 ±8	5	92 ±29			7	80 ±31
Mb	8	101 ±50	2	82 ±1			10	97 ±45
Vb	2	99 ±8					2	99 ±8
Fi	4	74 ±41	7	60 ±14	6	133 ±187	17	89 ±112
Rki	2	42 ±5	8	45 ±9	4	182 ±257	14	84 ±139
Gesamt	23	<b>80</b> ±41	28	<b>63</b> ±23	10	<b>152</b> ±205	61	<b>84</b> ±90

**Tab. 43:** Darstellung der durchschnittlichen H/D-Werte und Kronenprozente für die einzelnen Bestandesschichten der Stichprobenpunkte und als Gesamtdurchschnitt über alle aufgenommenen Bäume der Schichten des *Erico-Pinetum sylvestris*.

Baumart		US		MS	0	S	G	esamt
Daumant	n	K%	n	K%	n	K%	n	<b>K</b> %
Bu	5	59 ±27	6	66 ±12			11	63 ±20
Bah	2	51 ±7	5	53 ±14			7	53 ±12
Mb	8	61 ±25	2	43 ±6			10	58 ±24
Vb	2	69 ±11					2	69 ±11
Fi	4	-72 ±296	7	69 ±19	6 6	8 ±23	17	36 ±143
Rki	2	37 ±21	8	59 ±17	4 5	9 ±28	14	56 ±21
Gesamt	23	<b>35</b> ±122	28	<b>61</b> ±17	10 <b>6</b>	<b>5</b> ±24	61	<b>52</b> ±76

StorNr.		US			MS			os		G	esan	nt
ST003a	n	H/D	K%	n	H/D	K%	n	H/D	K%	n	H/D	<b>K</b> %
ST003a	8	75	51	15	69	62	5	58	72	28	69	61
ST004	15	82	27	13	55	59	5	247	58	33	96	44
Gesamt	23	80	35	28	63	61	10	152	65	61	84	52

## 8.2 Verjüngung

## Verteilung der Verjüngung ≤15 cm über die Jahresstufen 0, 1, 2 und 2+.

	Jstufe	Bu	Bah	Mb	Vb	Sorbus X	Ta	La	Fi	Rki	Lat	Gesamt
Keimling [N/ha]	0	1	326	0	0	0	2407	0	4	0	0	2739
Mehrj.	1	0	932	0	0	0	373	0	124	0	0	1429
≤15 cm	2	3416	2983	0	124	0	1377	0	130	1	0	8031
[N/ha]	2+	39588	22498	2175	3603	62	2993	0	760	0	0	71679
	∑ 1 bis 2+	43005	26412	2175	3727	62	4742	0	1014	1	0	81139
	Gesamt	43006	26738	2175	3230	62	7149	0	1018	1	0	83878

**Tab. 44:** Verteilung der Verjüngung ≤15 cm über die Jahresstufen 0, 1, 2 und 2+.

## Anteil der einzelnen Baumarten an der gesamten Verjüngung ≤15 – 130 cm.

Baumart	Verjüngur	ng ≤15-130
Daumart	N/ha	%
Bu	48048	54,82
Bah	26508	30,24
Mb	2434	2,78
Vb	3743	4,27
Sorbus X	65	0,07
Та	5107	5,83
La	20	0,02
Fi	1722	1,96
Rki	3	0,00
Lat	4	0,00
Gesamt	87653	100,00

**Tab. 45:** Anteil der einzelnen Baumarten an der gesamten mehrjährigen Verjüngung ≤15 – 130 cm.

<u>Verteilung der fruktifikationsfähigen Bäume über die Stichproben der Pflanzengesellschaft</u>
<u>Adenostylo glabrae-Fagetum.</u>

				Anza	hl fruk	tifika	tionsfä	ähiger	Bäun	ne (n)		
	StprNr.	Bu	Bah	Mb	Fbi	Vb	Та	La	Fi	Rki	Eib	Lat
	003	11		1				3	4	10		
	004	13	2						2	1		
	006	13	1						2			
	007	6	2				8		1			
	800	4	4	2			3	1	2			
	009	9					1		1			
	010	11	1				6	1				
	011	12							1			
	012	9	1	1			2					
	013	11	4				6					
	014	10	3				1	3	1			
	015	5	1				1	2	1			
	016	3	1	1			2	2	1	1		
	017	10	1				1					
	018	7						1				
	019	21	1				1	4				
	020	10					2	4		1		
	021	15					1		1			
	023	13					1					
	025	8						1	3			1
	ST001	25	1				2	1	1			
	ST002	8	1	1			9	4	1	1		
	ST003b	4					6		1	2	1	
	%	100	60,9	21,7	0	0	73,9	52,2	65,2	26,1	4,35	4,35
2	ST003a	2							4	4		
VES.	ST004		1						4	8		
sylvestris	%	50	50	0	0	0	0	0	100	100	0	0

**Tab. 46:** Verteilung der fruktifikationsfähigen Bäume über die Stichproben der Pflanzengesellschaft Adenostylo glabrae-Fagetum.

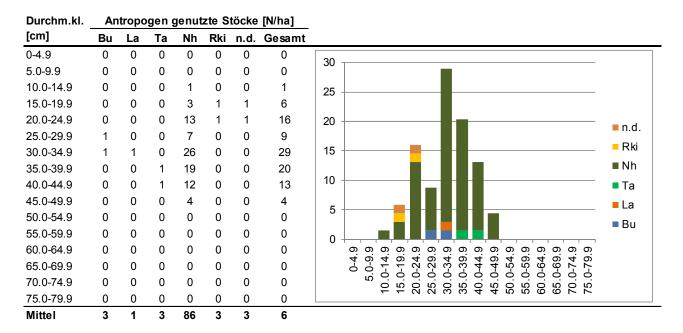
## Verjüngung auf Totholz

StprNr.	Keiml.	≤ 15 cm	>15-30 cm	> 30-130 cm	TH Fläche [m²]	Gesamt pro m²	Keiml. /m²	≤ 15 cm/m²	>15-30 cm/m²	> 30-130 cm/m²
003					0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
004	1	2		2	3,52	1,42	0,28	0,57	0,00	0,57
006			3		9,30	0,32	0,00	0,00	0,32	0,00
007		3	3		3,54	1,69	0,00	0,85	0,85	0,00
800					0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
009		12	4	6	2,36	9,34	0,00	5,09	1,70	2,55
010	1				1,15	0,87	0,87	0,00	0,00	0,00
011	7	3			14,12	0,71	0,50	0,21	0,00	0,00
012		12	2	1	3,45	4,35	0,00	3,48	0,58	0,29
013		11			3,77	2,92	0,00	2,92	0,00	0,00
014		1			0,90	1,11	0,00	1,11	0,00	0,00
015	1			1	1,10	1,82	0,91	0,00	0,00	0,91
016	1	10	3	1	5,82	2,58	0,17	1,72	0,52	0,17
017	1	2	1	5	0,88	10,20	1,13	2,27	1,13	5,67
018	1	1		4	1,13	5,30	0,88	0,88	0,00	3,53
019	2			1	1,78	1,69	1,12	0,00	0,00	0,56
020					0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
021					1,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
023			1	3	1,03	3,90	0,00	0,00	0,97	2,92
025				1	0,46	2,17	0,00	0,00	0,00	2,17
ST001					1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ST002					1,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ST003b					0,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gesamt	15	57	17	25	59,50	1,92	0,25	0,96	0,29	0,42
						±2,83	±0,41	±1,38	±0,47	±1,50

**Tab. 47:** Anzahl der, auf den einzelnen Stichprobenpunkten, aufgenommenen Verjüngungspflanzen auf Totholz, bezogen auf die jeweilig vorhandene, verjüngungsfähige Totholzfläche.

### 8.3 Totholzanalyse

## Verteilung der anthropogen genutzten Stöcke über die Durchmesserklassen.



Tab. 48: Verteilung der anthropogen genutzten Stöcke über die Durchmesserklassen.

### Relativer Anteil der anthropogen genutzten Stöcke an der Gesamtzahl der Stöcke.

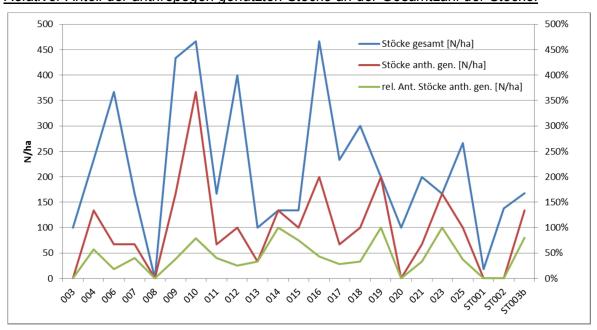


Abb. 41: Relativer Anteil der anthropogen genutzten Stöcke an der Gesamtzahl der Stöcke.

## Zustandsentwicklung der Wiederaufgenommenen Bäume nach Baumart aufgeschlüsselt.

	Zus	tand	N/ha pro Baumart											
2	1992	2013	Bu	Bah	Mb	Fbi	Vb	Ta	La	Fi	Rki	Eib	Lat	Σ
Adebostylo glabrae-Fagetum	L	L	571	136	27			254	31	91	27	11		1149
-ag	L	ΙΤ	18	4,6						6,2				29
e-F	L	sT	12	12				6,2		12				44
abra	L	sT + IT	64	11	22			54		4,6				156
gle	uK	L	114		4,6			22		12				154
ty lo	uK	sT	6,2											6
) (00)	uK	sT + IT						22						22
deb	X	sT	19					19						37
⋖	X	sT + IT	28											28
		Σ	833	164	54			378	31	127	27	11		1625

ris	Zus	tand	N/ha pro Baumart											
restris	1992	2013	Bu	Bah	Mb	Fbi	Vb	Та	La	Fi	Rki	Eib	Lat	Σ
sylv	L	L	99	54	31					184	135			503
	L	IT			8,9					8,9				18
inetum	L	sT + IT	27		23					72	8,9			131
Pir	uK	L	109	27	14						14			163
Erico	uK	sT + IT	27							14				41
Ē		Σ	262	81	76					279	157			855,9

**Tab. 49:** Zustandsentwicklung der Wiederaufgenommenen Bäume nach Baumart aufgeschlüsselt. L=lebend, IT=Totholz liegend, sT=Totholz stehend, uK=unter Kluppschwelle, X=Zustand unbekannt;

					N	/ha p	ro Ba	auma	rt				
٠ . و		Bu	Bah	Mb	Fbi	Vb	Ta	La	Fi	Rki	Eib	Lat	Σ
osty rae tun	Ausfall	95	28	22			60		23				229
Adenostylo glabrae- Fagetum	Einwuchs	114	0	5			22		12				154
Ad 9	Σ	19	-28	-18			-38	0	-11	0	0		-75
					N	/ha p	ro Ba	auma	rt				
n is		Bu	Bah	Mb	Fbi	Vb	Та	La	Fi	Rki	Eib	Lat	Σ
Erico- Pinetum sylvestris	Ausfall	27	0	31					81	9			149
Eri Sine ylve	Einwuchs	109	27	14					0	14			163
7 0		82	27	-18					-81	5			15

**Tab. 50:** Gegenüberstellung der Ausfälle und Einwüchse in den unterschiedlichen Waldgesellschaften nach Baumarten aufgeschlüsselt.

## 8.4 Kartenmaterial

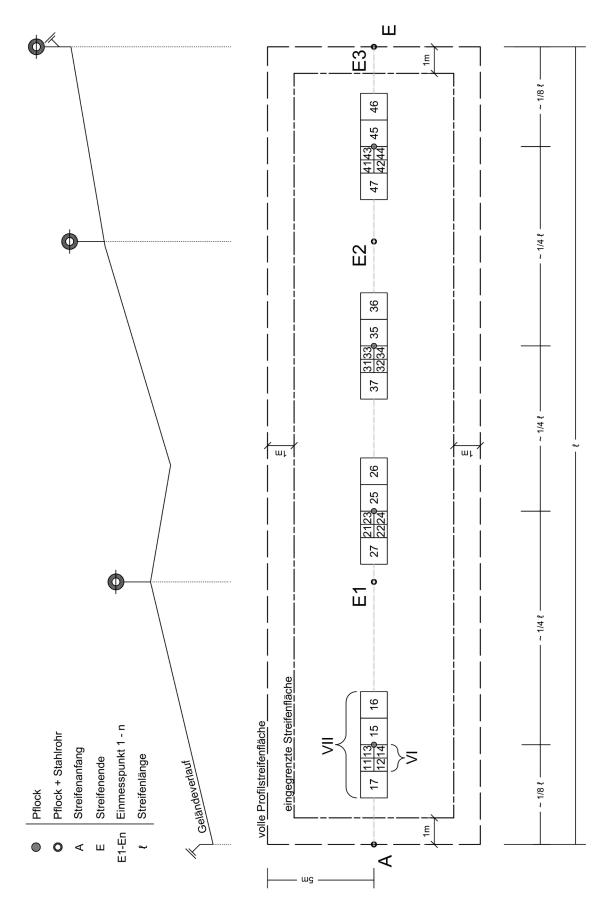


Abb. 42: Schematische Lageskizze der Profilstreifen.

Profilstreifen ST001 (■ Bergahorn ■ Buche ■ Tanne ■ Lärche ■ Rotkiefer ■ Fichte ■ Sonstige)

Abb. 43: Grundriss ST001.

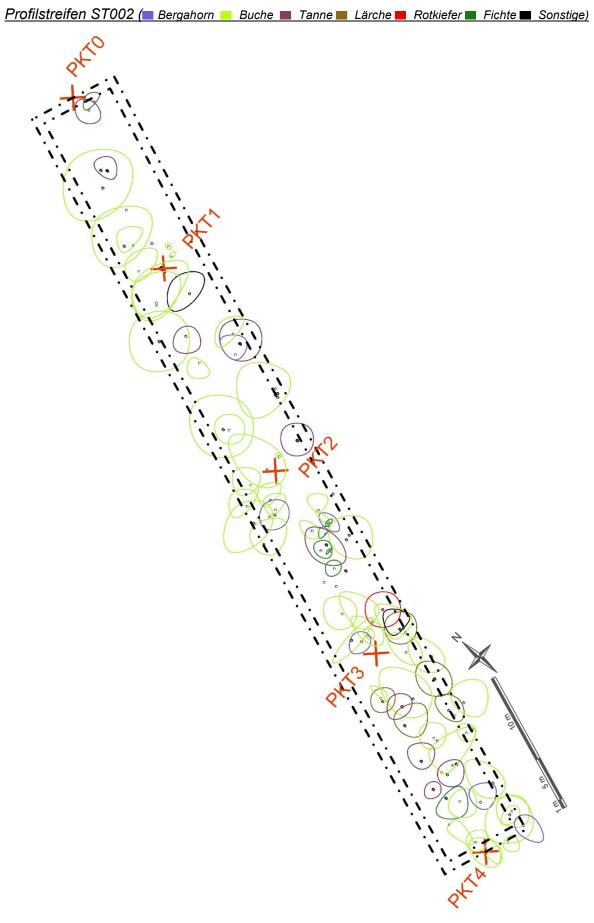


Abb. 44: Grundriss ST002.

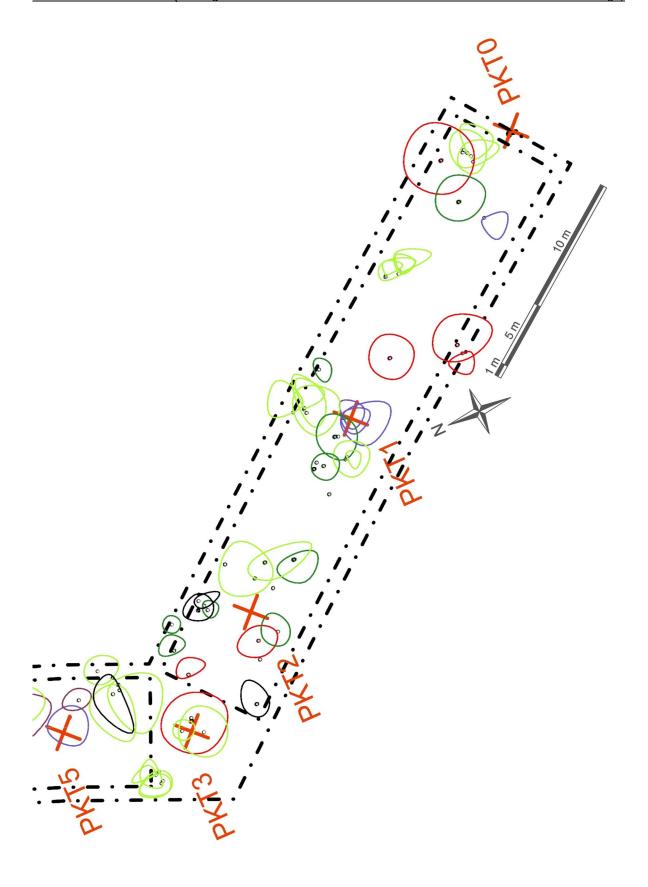


Abb. 45: Grundriss ST003a.

Profilstreifen ST003b (■ Bergahorn ■ Buche ■ Tanne ■ Lärche ■ Rotkiefer ■ Fichte ■ Sonstige)

Abb. 46: Grundriss ST003b.

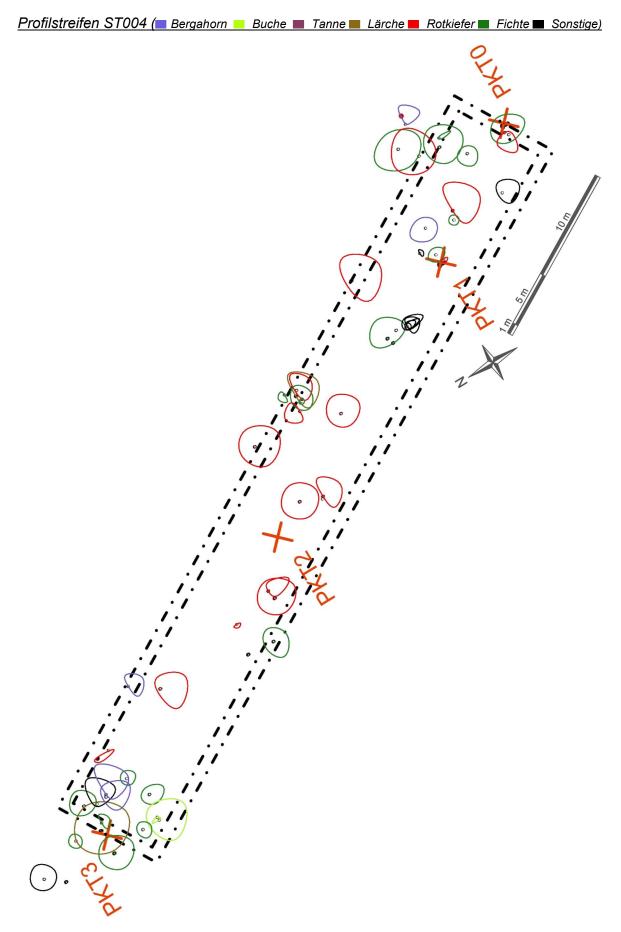


Abb. 47: Grundriss ST004.

## Positionsdaten der Einmesspunkte und Verjüngungsflächen der Profilstreifen.

	_	Get	fälle			Verjüng	gungsflächen
ST001	SD [m]	%	0	HD [m]	Azim. [gon]	Nr.	SD v. P0 [m]
P0-1	12	40,4	18,2	11,4	240	10	15,00
P1-2	12	40,4	18,2	11,4	240	20	28,00
P2-3	29	4,8	2,2	29,0	240	30	42,00
P3-4	17	3,8	1,7	17,0	240	40	56,00

	_	Get	fälle			Verjüng	gungsflächen
ST002	SD [m]	%	0	HD [m]	Azim. [gon]	Nr.	SD v. P0 [m]
P0-1	22	41,3	18,6	20,9	223	10	19,60
P1-2	26	36,3	16,3	25,0	222	20	39,20
P2-3	24	45,4	20,4	22,5	222	30	58,80
P3-4	26	43,4	19,5	24,5	222	40	79,40

		Gef	älle			Verjüng	gungsflächen
ST003a	SD [m]	%	0	HD [m]	Azim. [gon]	Nr.	SD v. P0 [m]
P0-1	29,8	79,0	35,6	24,2	359	10	12,02
P1-2	20,2	83,5	37,6	16,0	357	20	24,04
P2-3	10,2	35,2	15,8	9,8	356	30	36,06
						40	48,08

	_	Gef	älle			Verjüng	gungsflächen
ST003b	SD [m]	%	0	HD [m]	Azim. [gon]	Nr.	SD v. P6 [m]
P3-5	11	68,7	30,9	9,4	26	10	10,00
P5-4	9	73,4	33,0	7,5	23	20	18,00
P4-6	30	78,7	35,4	24,4	23	30	26,00
						40	34,00

	_	Get	älle			Verjüng	gungsflächen
ST004	SD [m]	%	0	HD [m]	Azim. [gon]	Nr.	SD v. P0 [m]
P0-1	18	91,8	41,3	13,5	362	10	17,32
P1-2	32	62,2	28,0	28,3	369	20	34,64
P2-3	36,7	75,8	34,1	30,4	368	30	51,96
						40	69,28

**Tab. 51:** Positionsdaten der Einmesspunkte und Verjüngungsflächen der Profilstreifen.

## Positionskoordinaten der Stichprobenpunkte.

	Posi	Positionskoordinaten	aten	
	BMN	BMN M31 Bessel 1841	841	
StiprNr.	×	>	×	>
003	411284,02	259522,53		
004	411185,57	259504,96		
900	411087,13	259487,39		
200	411069,56	259585,84		
800	410971,11	259568,27		
600	410988,68	259469,82		
010	410890,24	259452,25		
011	410791,79	259434,68		
012	410774,22	259533,13		
013	410872,67	259550,7		
014	410693,35	259417,11		
015	410907,81	259353,81		
016	410809,36	259336,24		
017	410710,92	259318,67		
018	410728,49	259220,23		
019	410630,04	259202,66		
020	410647,61	259104,21		
021	410746,06	259121,78		
023	410665,18	259005,77		
025	410781,19	258924,89		
	Anf	Anfang	Ē	Ende
ST001	410814,00	259173,00	410768,00	259102,00
ST002	411234,00	259639,00	411199,00	259544,00
ST003b	411391,00	259531,00	411437,00	259549,00
ST003a	411417,00	259490,00	411391,00	259531,00
ST004	411403,00	259156,00	411365,00	259212,00

Tab. 52: Positionsdaten der Stichprobenpunkte.

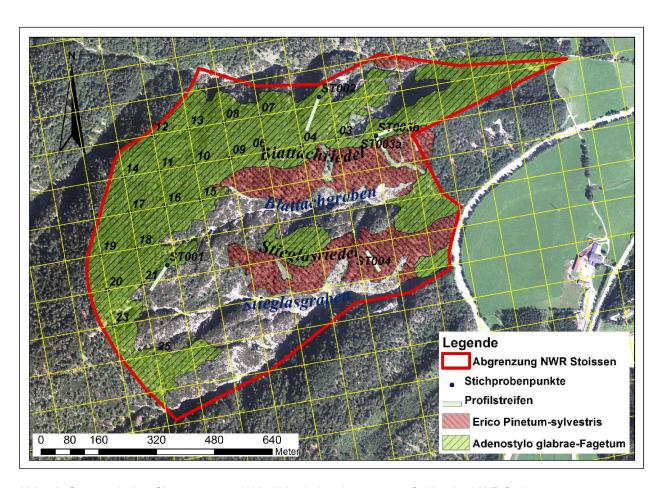
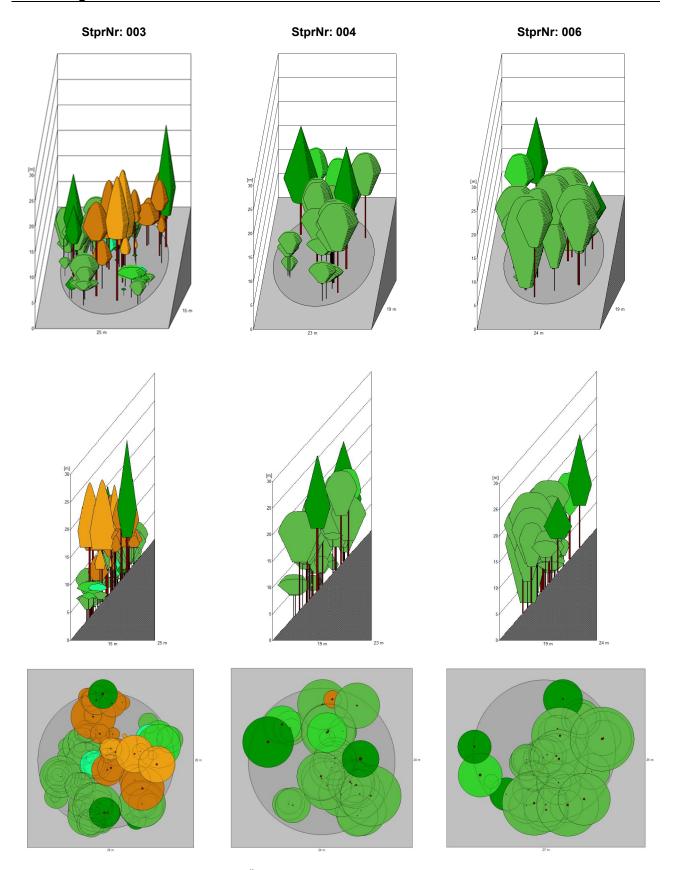


Abb. 48: Systematischer Gitternetzraster (100x100 m) über das gesamte Gebiet des NWR Stoissen.



**Abb. 49:** Grundriss, Seitenansicht und 3D-Übersicht der Stichprobenpunkte 003, 004, 006.

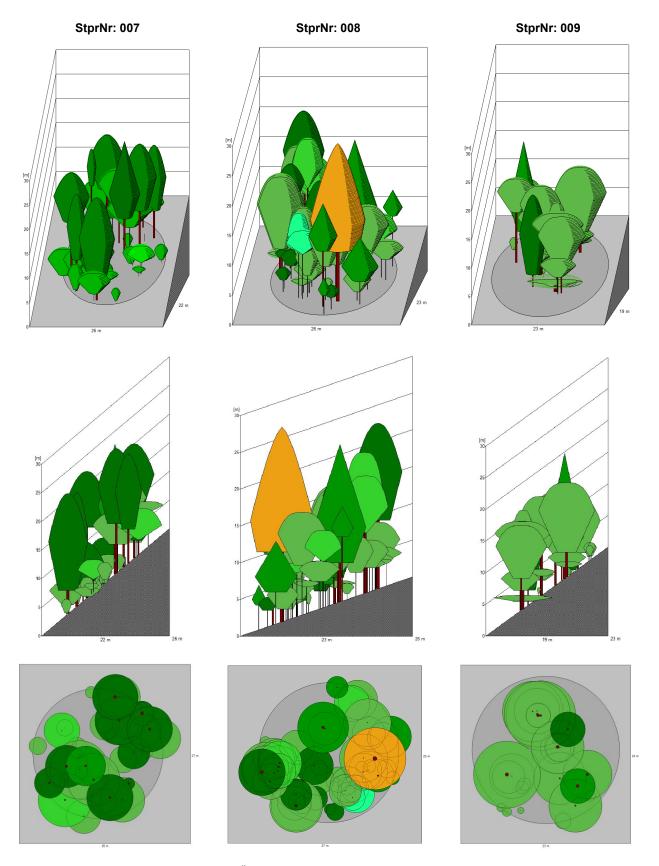
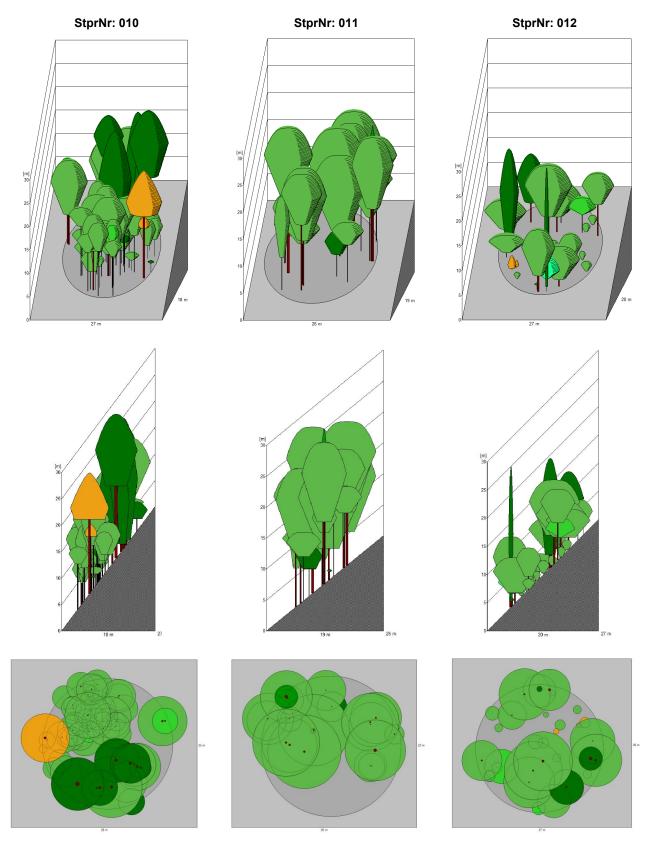
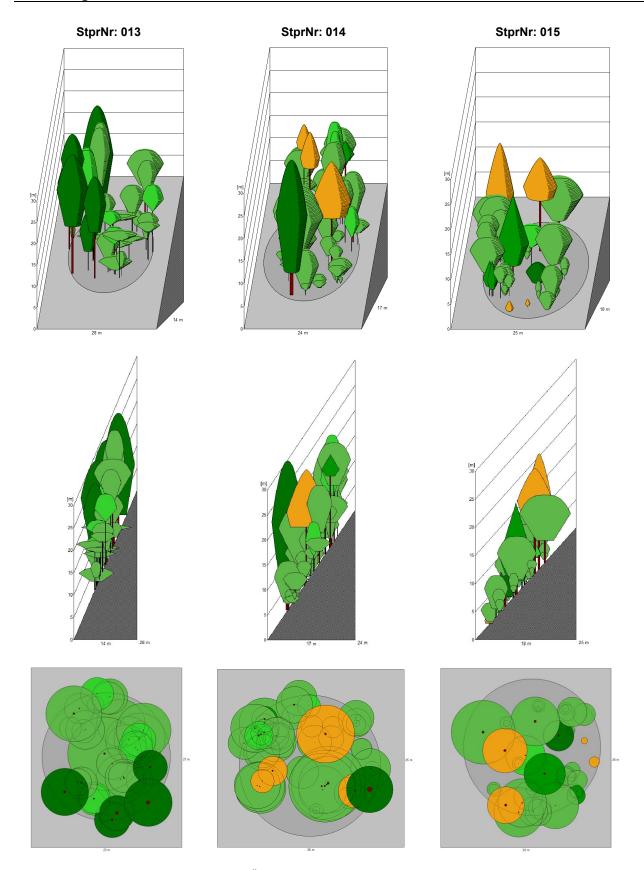


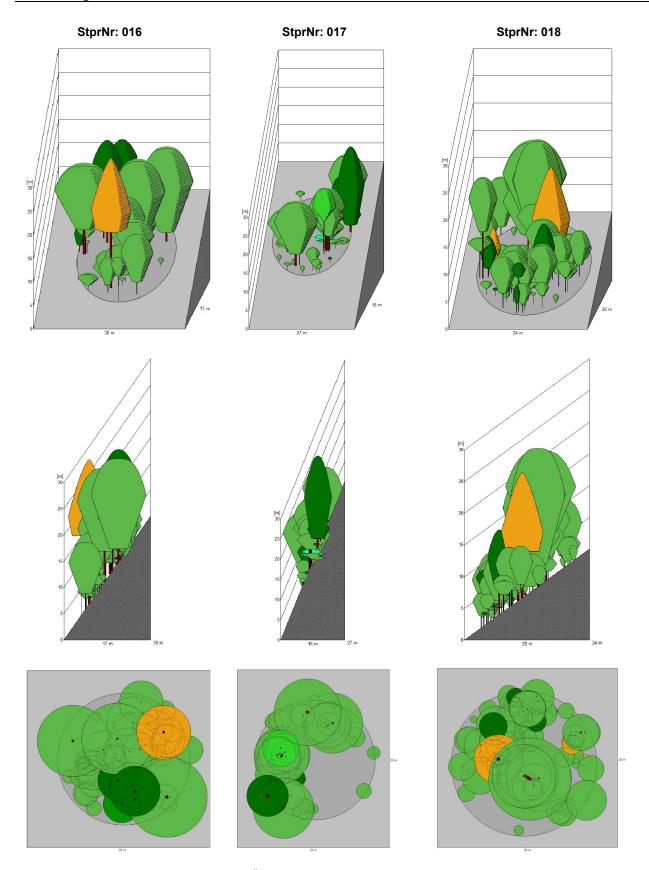
Abb. 50: Grundriss, Seitenansicht und 3D-Übersicht der Stichprobenpunkte 007, 008, 009.



**Abb. 51:** Grundriss, Seitenansicht und 3D-Übersicht der Stichprobenpunkte 010, 011, 012.



**Abb. 52:** Grundriss, Seitenansicht und 3D-Übersicht der Stichprobenpunkte 013, 014, 015.



**Abb. 53:** Grundriss, Seitenansicht und 3D-Übersicht der Stichprobenpunkte 016, 017, 018.

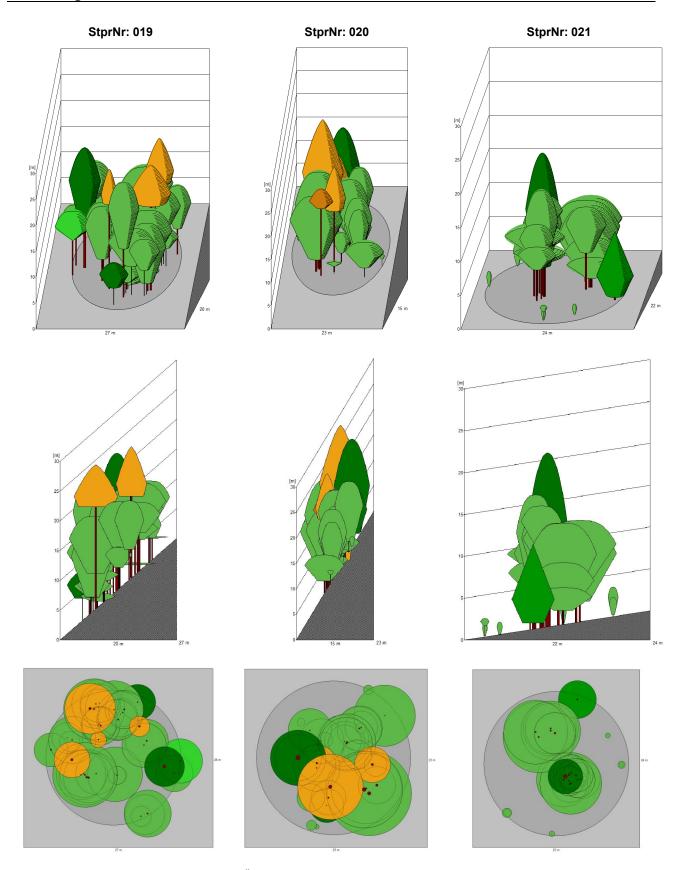


Abb. 54: Grundriss, Seitenansicht und 3D-Übersicht der Stichprobenpunkte 019, 020, 021.

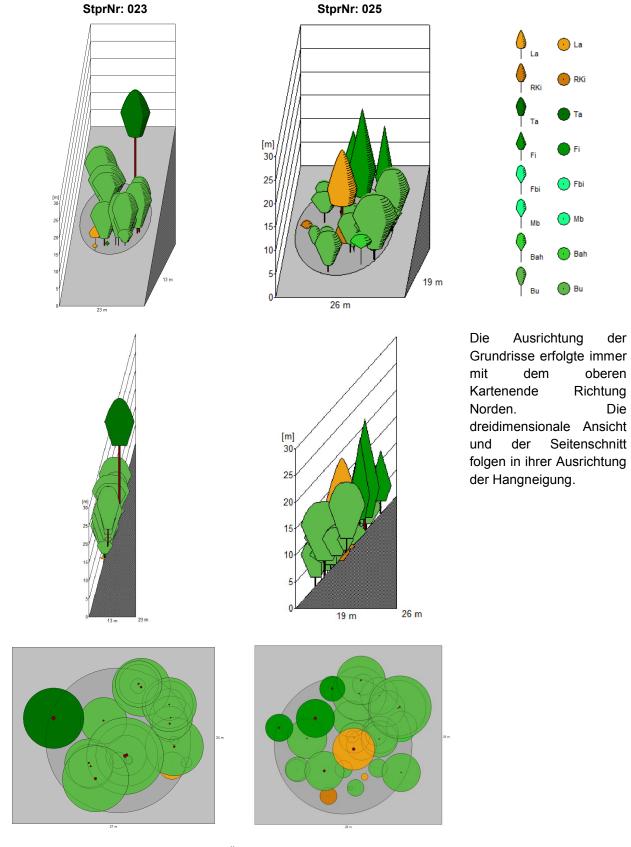


Abb. 55: Grundriss, Seitenansicht und 3D-Übersicht der Stichprobenpunkte 023, 025 sowie Legende.

## Anfertigungserklärung

Ich erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Diplomarbeit selbständig angefertigt habe. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit wurde bisher weder in gleicher noch in ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.

## Mathias Kürsten

Wien, November 2015