

# DIE AKTUELLE VERBREITUNG DER TANNE (*ABIES ALBA* MILL.) UND DEREN VERJÜNGUNGSSITUATION IM EISACKTAL

Masterarbeit

von

**PHILIPP OBEREGGER**

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



Betreuer und  
Beurteiler:

**Ao. Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. MAS (GIS) Harald Vacik**  
Institut für Waldbau, BOKU

Mitbetreuer:

**Ao. Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. nat. techn. Friedrich Reimoser**  
Forschungsinstitut für Wildtierkunde und Ökologie, VEDMED

Juni, 2012

**INSTITUT FÜR WALDBAU**

Department der Wald- und Bodenwissenschaften

der Universität für Bodenkultur

# DANKSAGUNG

Für die sehr gute und fachliche Betreuung, die wegweisenden Anstöße, den Zeitaufwand und für die aufgebrachte Geduld möchte ich mich bei meinem Betreuer, Ao. Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. *Harald Vacik*, herzlich bedanken. Ebenso möchte ich meinem Mitbetreuer, Ao. Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. *Friedrich Reimoser*, für die verschiedenen Anregungen und die unkomplizierte Abwicklung der bürokratischen Angelegenheiten danken.

Weiters möchte ich mich bei Dr. *Giorgio Carmignola*, vom Amt für Jagd und Fischerei – Südtirol, dafür bedanken, dass er es mir, sowohl durch die finanzielle Unterstützung als auch durch das entgegengebrachte Vertrauen, ermöglicht hat, diese Masterarbeit zu verfassen.

Ebenso gilt mein Dank den Mitarbeitern des Amtes für Jagd und Fischerei für den großen Einsatz im Rahmen der Felderhebungen: *Davide*, *Thomaso* und *Martin* habt Dank. Speziellen Dank möchte ich an *Michael Baumgartner* aussprechen. Durch seine Hilfe ist die umfangreiche Datenerhebung stets angenehm und lustig verlaufen.

Für die fachlichen Anregungen und Hilfestellungen sowie für die Bereitstellung der Erhebungsgeräte möchte ich mich bei Dr. *Christoph Hintner* und Dr. *Günther Unterthiner* vom Amt für Forstplanung – Südtirol herzlich bedanken.

Ein weiterer Dank gilt dem Leiter des Forstinspektorats Dr. *Georg Mitterrutznner* und seinen Mitarbeitern in den Forststationen für die gute Zusammenarbeit, den kundigen Auskünften und für das Bereitstellen von verschiedenen Karten und Plänen.

Mit dieser Arbeit geht auch ein bedeutender Lebensabschnitt für mich zu Ende. Deshalb möchte ich mich hiermit für den guten Zusammenhalt mit meinen Studienkollegen, besonders *Romi, Matthi, Simon, Heiss, Katrin* und *Michl* bedanken. Für die zusammen verbrachten Erlebnisse, spannenden Unternehmungen und dem einen oder anderen Festl möchte ich mich bei meinen Freunden in Wien ganz herzlich bedanken: *Wundino, Mabli, Kaufi, Arno, Marki, Michl, Henki, Phips* und natürlich bei meiner langjährigen Mitbewohnerin *Andi*.

Für die Geduld, das Interesse und für die ausnahmslose Unterstützung in allen Belangen möchte ich mich ganz herzlich bei meinen Eltern bedanken.

Ein letzter und großer Dank gilt meiner Freundin *Esther*, welche mir bereits über viele Jahre hinweg Rückhalt, Kraft und Freude schenkt.

# ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

- |      |        |      |          |
|------|--------|------|----------|
| • Ta | Tanne  | • Ki | Kiefer   |
| • Fi | Fichte | • Zi | Zirbe    |
| • Lä | Lärche | • LH | Laubholz |

PNWG                      Potenziell natürliche Waldgesellschaft

Tsk                        Transekt

ZWF                      Zwischenfläche

Tfl                        Teilfläche

Ha                        Hektar

m<sup>2</sup>                        Quadratmeter

N                         Anzahl

WÖBT                    Wildökologischer Bestandestyp

TT                        Terminaltriebverbiss

ST                        Seitentriebverbiss

Vfm                      Vorratsfestmeter

THL                      Totholz liegend

ZG                        Zersetzungsgrad

AKL                      Altersklasse

VJ                        Verjüngung

SSD                      Sonnenscheindauer

FI                        Forstinspektorat

Bhd                      Brusthöhendurchmesser

FT-Wald                Fichten-Tannen-Wald

# KURZFASSUNG

Die Tanne ist in Südtirol vor allem in Fichten-Tannenwäldern und Fichten-Tannen-Buchenwäldern der montanen Stufe zu finden. Der Verbreitungsschwerpunkt liegt in den niederschlagsreichen Zwischenalpen, jedoch herrschen auch am Rande ihres Verbreitungsgebiets gute Wuchsbedingungen vor. Mit 3% Volumenanteil spielt die Tanne in Südtirol eine relativ untergeordnete Rolle. Der ursprünglich hohe Tannenanteil dieser Wälder ist im vergangenen Jahrhundert durch verschiedene Einflüsse stark zurückgegangen. Schlagweise Bewirtschaftung, starker Wildverbiss und die teilweise geringe Wertschätzung des Tannenholzes sind einige Gründe dafür. Da die Tanne eine wichtige Funktion im Schutzwald darstellt, ist sie für die Waldbewirtschaftung von montanen Bergwäldern von zentraler Bedeutung.

Ziel dieser Arbeit ist die Darstellung der aktuellen Verbreitung der Tanne auf der Verwaltungsfläche des Forstinspektorats Brixen im Eisacktal. Es soll ein Vergleich mit der, im Rahmen der Waldtypisierung Südtirol (AUTONOME PROVINZ BOZEN, 2009) ausgewiesenen potenziellen Tannenfläche gemacht und eventuelle Unterschiede aufgezeigt werden. Weiters sollen Ursachen untersucht werden, welche die Verjüngungsgunst der Tanne im Untersuchungsgebiet beeinflussen.

Die Aufnahmen erfolgten über Flächentransekte von 50m Länge, welche in Gebieten mit einem Volumenanteil der Tanne von über 10% gelegt wurden. Die Standorts- und Bestandesparameter wurden auf fix definierten Punkten des Transekts erhoben.

Lediglich auf 7% der potenziellen Tannenfläche im Forstinspektorat Brixen stocken Fichten-Tannenbestände, in denen die Tanne mit über 10% am Volumen beteiligt ist. Somit ist auf einem großen Gebiet im Eisacktal das Vorkommen von Tannenverjüngung aufgrund des Mangels von

Samenbäumen gar nicht möglich. Getrennt für den Anwuchs und den Aufwuchs wurde der Einfluss der Standorts- und Bestandesparameter analysiert. Einen positiven Einfluss für das Ankommen und die Etablierung des Anwuchses ( $Ta < 10\text{cm}$ ) haben im Untersuchungsgebiet eine erhöhte Tannenanzahl im Altbestand, eine geringe Seehöhe, geringere Neigung, mittlere Sonneneinstrahlung, mittlerer Deckungsgrad der Bodenvegetation, hoher Feuchtigkeitsgehalt des Bodens, Moderhumus und das Vorkommen von zersetztem Totholz. Für die Tanne im Aufwuchsstadium (10-300cm Höhe) kommt vor allem dem Überschirmungsgrad, dem Deckungsgrad der Bodenvegetation, der guten Wasserversorgung und dem Vorhandensein sowie dem Zersetzungsgrad des Totholzes eine bedeutende Rolle zu. Den größten Einfluss auf die Etablierung des Tannenaufwuchses hat das Wild, wie das Verbissprozent der Tanne von 47% bestätigt.

Die Ergebnisse dieser Arbeit sollen als Grundlage für die zukünftigen waldbaulichen Handlungen, sowie für die Ableitung von Maßnahmen im Rahmen der Wildbewirtschaftung dienen, mit dem Zweck die Tanne im Eisacktal langfristig zu erhalten.

Schlagwörter: Tanne; *Abies alba*; Tannenbewirtschaftung; Wildverbiss; Naturverjüngung; Waldtypisierung; PNWG; Anwuchs; Aufwuchs; Licht; Totholz

# ABSTRACT

The main distribution of silver fir in South Tyrol can be found in the spruce-silver fir and spruce-silver fir-beech-forests of the montane level. The centre region of the distribution is located in the forest growth area of the “Zwischenalpen”, characterized by consistent high rainfall. But also on the edge of the centre distribution there are favorable conditions for the development of silver fir. Just three percent of the growing stock volume is provided by silver fir in South Tyrol and its significance is therefore relatively low. During the last century the formerly high percentage of silver fir in the stock has decreased due to the clear cutting management of forests, the high browsing impact of ungulates and the low appreciation for silver fir wood. Silver fir has an important role in managing the protective forests and is therefore crucial for the functionality and sustainability of mountain forests.

The objectives of this study are the analysis of the current distribution of the silver fir in the forest district of Brixen as well as the comparison between the actual and the potential silver fir sites as defined in the project “Waldtypisierung Südtirol” (AUTONOME PROVINZ BOZEN, 2009). Possible differences have been described and analyzed. Furthermore the intention is to analyze the main parameters that effect a successful natural regeneration.

The inventory was made along 50 meters transects, which were placed in sites where silver fir account for more than 10% of stock volume. The site and stock parameters were measured on defined points along the transect.

Just 7% of the area potentially covered by silver fir were observed to be stocked by silver firs indeed. Therefore a lot of sites do not allow natural regeneration of silver fir due to the absence of seed trees. The influence of site and stand parameters was analyzed separately for seedling

(<10cm) and sapling (>10cm) stage. The following factors have shown to significantly influence the establishment of natural regeneration: Density of seed trees, altitude, inclination, direct radiation, ground cover, soil moisture and deadwood have an influence on the establishment of silver fir seedlings. For the sapling stage the canopy cover, the amount of ground cover, water supply and deadwood have been identified as the most important factors. The major influence on the saplings in the investigation area was exerted by the high browsing impact of ungulates. In total 47% of all silver fir individuals (>10cm) were browsed.

The findings of this work allow to draw conclusions about future silvicultural measures as well as game management, in order to maintain the silver fir in the region of the Eisacktal on the long run.

Keywords: Silver fir; *Abies alba*; Forest management of silver fir; Browsing; Natural regeneration; “Waldtypisierung”; Potentially natural forest community (PNFC); Seedling; Sapling; Deadwood

# INHALTSANGABE

<b>1.</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1.</b>	<b>Problemstellung</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2.</b>	<b>Einflussfaktoren der Tannen-Naturverjüngung</b> .....	<b>4</b>
1.2.1.	Standortparameter.....	4
1.2.2.	Bestandesparameter.....	9
1.2.3.	Wildeinfluss.....	10
1.2.4.	Anthropogener Einfluss.....	15
<b>1.3.</b>	<b>Zielsetzungen</b> .....	<b>17</b>
<b>2.</b>	<b>Material und Methoden</b> .....	<b>18</b>
<b>2.1.</b>	<b>Die Verbreitung der Tanne</b> .....	<b>18</b>
<b>2.2.</b>	<b>Flächenkonzept und –auswahl</b> .....	<b>22</b>
2.2.1.	Komplex Hauenstein.....	24
2.2.2.	Komplex Lüssen.....	28
2.2.3.	Komplex Pfunderer Berg.....	33
2.2.4.	Komplex Schalders.....	36
2.2.5.	Komplex Vintl.....	40
<b>2.3.</b>	<b>Datenerhebung im Gelände</b> .....	<b>43</b>
2.3.1.	Stichprobendesign 2008.....	44
2.3.2.	Stichprobendesign 2009.....	46
<b>2.4.</b>	<b>Statistik und Datenanalyse</b> .....	<b>49</b>
2.4.1.	Auswertemethoden.....	49
2.4.2.	Vergleich der potenziellen und aktuellen Tannenflächen.....	50
2.4.3.	Vergleich der Baumartenanteile.....	50
<b>3.</b>	<b>Vergleichende Ergebnisse</b> .....	<b>52</b>
<b>3.1.</b>	<b>Vergleich der aktuellen und potenziellen Tannenflächen</b> .....	<b>52</b>
<b>3.2.</b>	<b>Bestandesanalyse</b> .....	<b>55</b>
3.2.1.	Forstinspektorat Brixen .....	55

3.2.2.	Komplexe.....	61
<b>3.3.</b>	<b>Verjüngungsanalyse .....</b>	<b>65</b>
3.3.1.	Einfluss des Standorts .....	67
3.3.2.	Einfluss des Bestandes .....	80
3.3.3.	Einfluss der Konkurrenz .....	90
3.3.4.	Einfluss des Bodenmilieus.....	98
3.3.5.	Einfluss des Totholzes .....	106
3.3.6.	Einfluss des Verbiss.....	113
<b>4.</b>	<b>Diskussion der Ergebnisse .....</b>	<b>128</b>
4.1.	Stichprobendesign.....	128
4.2.	Altbestand.....	129
4.3.	Verjüngung .....	131
<b>5.</b>	<b>Fazit.....</b>	<b>142</b>
	Abbildungsverzeichnis .....	144
	Tabellenverzeichnis.....	149
	Literaturverzeichnis.....	151
	Eidesstattliche Erklärung.....	I
	Anhang.....	II

# 1. EINLEITUNG

## 1.1. PROBLEMSTELLUNG

Mit einer Fläche von knapp über 372.000 ha sind 50% der Landesfläche von Südtirol mit Wald bedeckt (AUTONOME PROVINZ BOZEN, 2012). In einem Gebirgsland wie Südtirol spielt neben der wirtschaftlichen Bedeutung besonders die Schutzwirkung des Waldes eine überaus wichtige Rolle. So beträgt die Neigung von 46% der Waldflächen in Südtirol mehr als 60% (AUTONOME PROVINZ BOZEN, 2012). Dies erhöht das Gefahrenpotenzial erheblich. Schutzwälder sollen daher Menschen, Güter und Infrastrukturen vor Naturgefahrenprozessen wie Lawinen, Steinschlägen, flachgründigen Rutschungen, Murenabgängen, Erosionsprozessen oder Überflutungen schützen. Somit stehen die Gesundheit und Stabilität der einheimischen Schutzwälder im besonderen Interesse der lokalen Forstwirtschaft.

Neben der gezielten Bewirtschaftung von Schutzwäldern in Hinblick auf die Langlebig- und Nachhaltigkeit spielt ein weiterer Faktor für die Erhaltung von stabilen Wäldern eine Rolle: die Etablierung von naturnahen Waldgesellschaften, durch welche nicht nur wirtschaftliche Aspekte maximiert werden, sondern durch optimale Wuchsbedingungen die Vitalität und Stabilität der Baumarten gestärkt wird.

Die Weisstanne (*Abies alba* Mill.) ist ein wichtiger Bestandteil der europäischen Schutzwälder. Durch ihre baumspezifischen Besonderheiten spielt sie nicht nur bei der Bewirtschaftung von Schutzwäldern eine zentrale Rolle sondern auch allgemein in naturnahen Wäldern in der montanen Höhenstufe Mitteleuropas. Vor allem das tiefreichende Herzwurzel-System bringt viele Vorteile für den Wald. Es erhöht die Stabilität gegenüber Stürmen, die tiefe Durchwurzelung verbessert die Armierung des Bodens und vergrößert das Porenvolumen des Bodens, sodass die Wasserversickerung und das Aufnahmevermögen der Bodens vergrößert werden. Weiters hat die Tanne den Vorteil gegenüber der Fichte, dass sie durch die schnellere Wundheilung resistenter gegenüber Verletzungen ist. Zudem kann sich die Tanne, als ausgesprochene Schattenbaumart, auch in kleinen Lücken bei geringem Licht, erfolgreich verjüngen. Ein weiterer Vorteil eines hohen Tannenanteils in montanen Nadelwaldgesellschaften ist, dass der Borkenkäfer (v.a. Buchdrucker) weit weniger ausgedehnte Schäden verursacht (BUCHNER UND DUC, 1999).

Der Volumenanteil der Tanne in Südtirol beträgt 3% und ist somit nach Fichte (60%), Lärche (19%), Kiefer (10%) und der Zirbe (6%) die fünft häufigste Baumart Südtirols (AUTONOME PROVINZ BOZEN, 2012). Nur Laubholz-Baumarten weisen ein geringeres Vorkommen auf. Laut den Erhebungen der nationalen Forstbehörde entsprechen 0,8% der Waldfläche Südtirols dem Modell eines Tannenwaldes (INFC, 2007). Der Großteil des Tannenvorkommens beschränkt sich daher auf die Fichten-Tannenwälder und Fichten-Tannen-Buchen-Wälder der montanen Stufe (AUTONOME PROVINZ BOZEN, 2009).

Bereits 1998 wurde die Naturnähe der Südtiroler Wälder im Rahmen der Hemerobiestudie untersucht (VACIK ET AL., 1998). Das Ergebnis war, dass 35% der Waldfläche als „natürlich“ bzw. „naturnah“ eingestuft werden kann, 41% sind jedoch in die Kategorie „mäßig veränderter Wald“ gefallen. Der Rest, knapp ein Viertel, muss als „stark verändert“ oder „künstlich“ eingestuft werden. Somit kann man behaupten, dass auf einem Drittel der Wälder autochthone, standortsangepasste und naturnahe Baumarten vorkommen.

In der Studie wurden jedoch auch die geringen Tannenanteile in den Fichten-Tannenwäldern der montanen Höhenstufe dargestellt, welche stark vom eigentlichen Potenzial dieser abweichen. In der hochmontanen Höhenstufe, welche den Verbreitungsschwerpunkt der Tanne aufweist, ist die Tanne mit 15% stark unterrepräsentiert (VACIK ET AL., 1998). Das geht soweit, dass sie auf potenziellen Tannenflächen einiger Südtiroler Seitentäler nur mehr ganz vereinzelt oder gar nicht mehr vorkommt.

Im Rahmen der Waldtypisierung Südtirol (AUTONOME PROVINZ BOZEN, 2009) wurden anhand eines geoökologischen Stratifizierungsmodells die verschiedenen, potenziell natürlichen Waldtypen Südtirols abgeleitet. Dabei wurden 111 verschiedene Waldarten für Südtirol ausgewiesen und deren empfohlene Bewirtschaftung und Charakteristika beschrieben. Wenn man die Karte der potenziellen Waldgesellschaften Südtirols genauer in Hinblick auf das Potenzial der Tanne untersucht, kann man deutlich erkennen, dass auf Nordhängen der montanen Höhenstufe überall ein Tannenvorkommen möglich ist. Die aktuelle Situation der Tannenverbreitung schaut jedoch anders aus. Die Weisstanne ist mittlerweile jene Baumart, deren aktuelles Verbreitungsgebiet am stärksten von ihrem potenziellen Vorkommen abweicht (AUTONOME PROVINZ BOZEN, 2009).

Welches sind jedoch die Gründe für den aktuell unterrepräsentierten Tannenanteil auf vielen der potenziellen Tannenflächen? Trotz der kleinflächig hohen Tannenanteile im Altbestand gelingt

es der aufkommenden Tannenverjüngung nicht, sich in entsprechendem Ausmaß zu etablieren. Während Sämlinge und Keimlinge zur Genüge vorhanden sind, klafft eine enorme Lücke zwischen der Anzahl des Tannenaufwuchs von 10 bis 130cm. Zudem weisen eine Vielzahl der jungen Tannenpflanzen Verbissspuren durch Wildtiere auf, wodurch die Vermutung naheliegt, dass der hohe Wilddruck und die daraus resultierenden hohen Verbisschäden die Hauptursache für das Fehlen der Tannenverjüngung sind.

Häufig wird das Wild jedoch pauschal für das Fehlen einer Naturverjüngung der Tanne verantwortlich gemacht (BRÄNDLI, 1995), dabei ist der Wildverbiss nur einer von vielen Faktoren, die sich auf das Wachstum und Überleben der Bäume auswirken (SENN, 2000; SENN UND SUTER, 2003). Als Beispiel dafür zeigt SUTER (2005), welche Einflussfaktoren ein Absterben im jeweiligen Entwicklungsalter eines Baumes zur Folge haben könnten (Abb. 1). Seine Schlussfolgerung war, dass die Dauer des Verbisseinflusses im Vergleich zu anderen Faktoren relativ kurz ist und aufgrund der rudimentären Daten über den direkten Zusammenhang zwischen Verbissdruck und Mortalität von Bäumen kann keine eindeutige Aussage darüber gemacht werden. Allgemein kann man davon ausgehen, dass der Verbiss zunächst die Wachstumsgeschwindigkeit der Verjüngung verringert, welche später negative Auswirkungen auf die Konkurrenzfähigkeit der Bäume haben kann (SUTER, 2005). Somit werden die Verbissinventuren zu einem Zeitpunkt aufgenommen, in welchem der Großteil der Bäume noch am Leben ist. Später werden aber viele dieser Bäume ohnehin der Konkurrenz zum Opfer fallen und somit kann der Verbiss allein nicht als die Hauptursache der Baumartenentmischung gesehen werden.

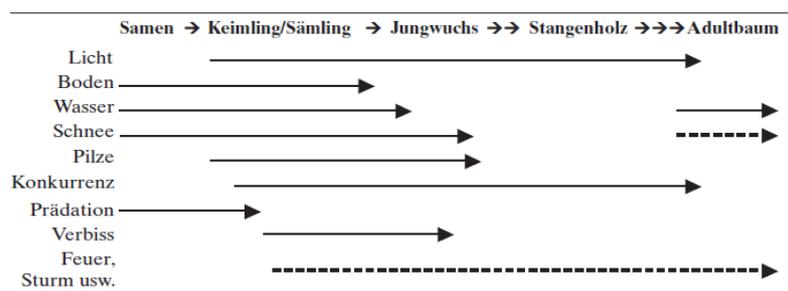


ABB. 1: SCHEMATISCHE ABFOLGE DER ENTWICKLUNGSSTADIEN EINES BAUMES UND DIE DAUER DER EINFLUSSFAKTOREN, WELCHE DAS ABSTERBEN DES BAUMES VERURSACHEN KÖNNTEN (GESTRICHELTER PFEIL: SELTENE EREIGNISSE). QUELLE: SUTER, 2005

Vielfach kann die Wild-Wald-Problematik aufgrund der Vorurteile und der verschiedenen Wertvorstellungen der Akteure nicht ernsthaft diskutiert werden. Um eine sachliche Diskussion über die Verjüngungsprobleme der Tanne in vielen Schutzwäldern der Alpen führen zu können,

ist es deshalb von größter Bedeutung, objektive Informationen über jene Parameter zur Verfügung zu haben, welche den An- und Aufwuchs der Tannenverjüngung steuern.

## 1.2. EINFLUSSFAKTOREN DER TANNEN- NATURVERJÜNGUNG

Um über die wesentlichen Faktoren auf eine erfolgreiche Etablierung der Naturverjüngung einen Überblick zu erhalten, sollen diese kurz angesprochen werden. Man kann sie grob in die folgenden vier Klassen einteilen:

- Standortparameter
- Bestandesparameter
- Wildparameter
- Antropogener Einfluss

### 1.2.1. STANDORTSPARAMETER

In erster Linie gibt bereits der geografische Standort, mit den damit verbundenen klimatischen Besonderheiten, das Potenzial einer Baumart vor. Zahlreiche wissenschaftliche Studien belegen, dass klimatische Größen, insbesondere die Temperatur, die wichtigsten Steuergrößen für die Verbreitung der Arten sind (KÖLLING ET AL., 2011). Weder die lokale Strahlung noch der nährstoffreichste Boden sind in der Lage, eine regionale Klimaungunst komplett aufzuheben (KÖLLING ET AL., 2011).

Ein weiterer bedeutender Faktor, wenn es um verjüngungsrelevante Problemstellungen geht, ist die Präsenz von **Samenbäumen**. In einem potenziellen Tannengebiet kann keine Naturverjüngung vorhanden sein bzw. erwartet werden, wenn im Umkreis von ca. 100m (SCHMIDT, 1918), welcher die maximale Ausbreitungsdistanz der Tannensamen darstellt, keine samentragende Tanne stockt. Somit ist die Präsenz von Samenbäumen als Grundvoraussetzung für das Aufkommen der Naturverjüngung zu bewerten.

**Neigung** und **Exposition** sind zwei Standortparameter, welche die An- und Aufwuchsphase der Jungtannen vor allem anhand vom Strahlungs- und Temperaturhaushalt beeinflussen. Die Exposition ist in Studien zur Naturverjüngung in erster Linie deshalb wichtig, da sie sich in der unterschiedlichen Sonneneinstrahlung widerspiegelt. Durch die direkte Sonneneinstrahlung auf

den Waldboden wird sowohl die Boden- als auch die Lufttemperatur im Wald gesteuert (HOLST ET AL., 2000). Diese beeinflussen weitere verzüngenrelevante Parameter, wie Wasserhaushalt, Vergrasung und Ausaperung.

Während die **Sonneneinstrahlung** ihr Maximum auf Südhängen erreicht, welche folgedessen trockener und wärmer sind, gelangt nur ein Bruchteil der Sonnenstrahlung auf die Nordhänge, weshalb dort das lokale Klima auch kühler und feuchter ist (BRANG, 1996a). Der Wärmeunterschied zwischen einem steilen Nord- und Südhang (Neigung 60%) entspricht dem eines Meereshöhenunterschied von 430m (BECKER, 1979). Der Schnee bleibt im Frühjahr auf den Schattseiten bis zu fünf Wochen länger liegen (BRANG, 1996a) und schützt die Bodenvegetation vor Bodenfrost und Frosttrocknis. Das Rot- und Gamswild wechselt im Herbst vom Sommer- in den Wintereinstand und zieht von den oberen Höhenlagen in mittlere und tiefere Lagen, wo aufgrund der geringeren Schneedecke und weniger extremen Witterungsbedingungen bessere Lebensbedingungen herrschen. Gerne sucht das Rotwild auch die wärmeren Südhänge auf, welche früher ausapern und somit mehr Nahrung bieten (WAGENKNECHT, 1981; STAINES, 1977).

Aufgrund klimatischer Umstände (Föhnlage, Niederschlagsarmut, Trockenheit, direkte Sonneneinstrahlung) und durch die verminderte Konkurrenzkraft der Tanne (außerhalb des Tannenoptimums) gegenüber der Fichte wurde die Tanne im Eisacktal vollständig auf die Schattenseiten zurückgedrängt (AUTONOME PROVINZ BOZEN, 2009).

Während auf den Südhängen beinahe über das gesamte Jahr direkte Sonneneinstrahlung auf den Waldboden gelangt, erreicht die Strahlung auf Nordhängen nur zwischen März und Oktober den Boden (PODESSER ET AL., 2010). Die Expositionen Ost und West liegen in den Einstrahlungsverhältnissen zwischen den zwei Extremen der Nord- und Südhänge (vgl. Abb. 2) (BRANG, 1996a).

Ähnliche Auswirkungen auf den Strahlungshaushalt weist auch die Neigung auf, dazu kommen Kräfte wie Erosion, Steinschlag und Schneeschub. Diese können durch mechanische Einwirkungen zu einer zusätzlichen Gefahrenquelle für Tannen werden. Beispielsweise kann Erosion zum Auswaschen der Keimlinge führen, Schneeschub kann die Pflanzen aus dem Boden ziehen (VACIK ET AL., 2010). Aus diesem Grund hat die Neigung auch signifikanten Einfluss auf die Etablierung von Naturverjüngung im Bergwald (AMMER, 1990; FREHNER ET AL., 2005).

Neben den möglichen mechanischen Auswirkungen steuert die Neigung des Hanges, zusammen mit der Exposition, die Einstrahlungsverhältnisse vor Ort. Wie Abb. 2 zeigt, ist die Strahlung nur an exakt ost- oder westexponierten Hängen unabhängig von der Hangneigung. Am Steilhang von 45° ist die Strahlung auf südzugewandter Lage 50 % höher als auf ebenem Gelände oder am Ostwest-Hang, auf Nordlagen verringert sich die Einstrahlungskraft mit steigender Hangneigung (SCHÜTZ, 2002).

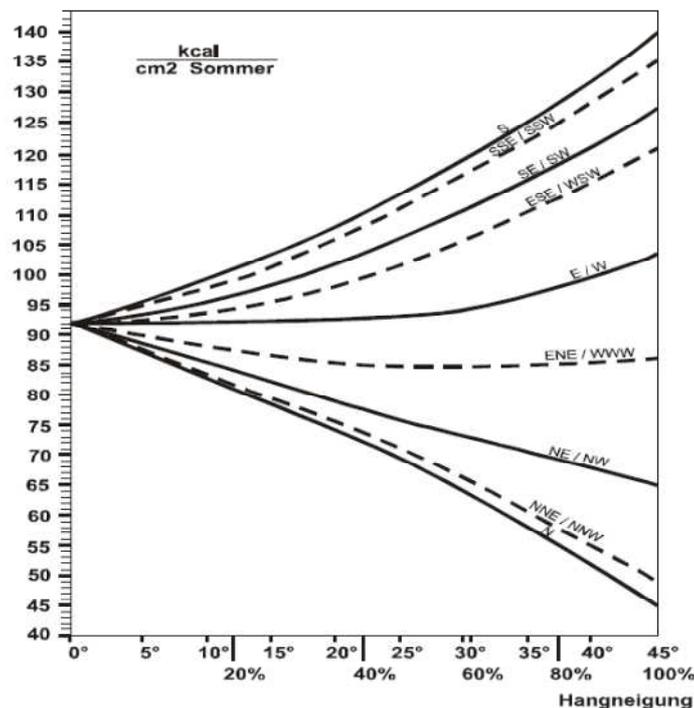


ABB. 2: THEORETISCHE POTENZIELLE STRAHLUNG ALS FUNKTION VON HANGNEIGUNG UND EXPOSITION (ANDERS, 1974. IN: SCHÜTZ, 2002)

Neben der Einstrahlung hat die Hangneigung auch Einfluss auf den Wasserhaushalt. In steilem Gelände ist der Oberflächenabfluss deutlich größer und stärker ausgeprägt als in flacheren Hangpartien, in denen das Wasser in den Boden eindringen kann und somit für ein frischeres Bodenklima sorgt. Der Strohdacheffekt in Nadelwäldern, der vor allem nach Trockenperioden auf steilen Hängen mit geringer biogener Tätigkeit und dementsprechend hohen Rohhumusaufgaben entsteht, trägt ebenso zu einem verstärkten Oberflächenabfluss bei (MARKART ET AL., 2003). Dieser ist wiederum in der Lage, angewachsene Keimlinge auszuwaschen und wegzuspülen (WASEM UND SENN, 2000).

Ohne Konkurrenzeinflüsse könnte die Tanne in jeder Entwicklungsphase fast überall vorkommen, mit Ausnahme sehr nasser und extrem trockener Standorte (ZUBER, 2000). Für ein optimales Gedeihen ist jedoch eine gute **Wasserversorgung** wichtig. Als Jungpflanze mit fortgeschrittener Entwicklung erträgt sie auf tiefgründigen Böden auch eine oberflächliche Austrocknung relativ gut, aufgrund des gut ausgebildeten Wurzelsystems (SCHWITTER UND HERRMANN, 2000), welches auch schwere, tonige Substrate durchdringen kann (KÖLLING ET AL., 2011).

Für günstige Ansamungs- und Aufwuchsbedingungen ist jedoch eine ausgewogene Wasserversorgung notwendig (EICHRODT, 1969; BAIER ET AL., 2007). Anhaltende Trockenperioden ohne Wasserzufuhr können zu deutlichen Ausfällen aufgrund der Austrocknung der Bodenoberfläche auf vegetationslosen Böden führen (BRANG, 1996a).

Ebenso wie der Wasserhaushalt, zählt das **Mikrorelief** zu jenen Parametern, die den Kleinstandort einer Pflanze beschreiben. Die Form des Kleinstandorts kann einen wesentlichen Einfluss auf die Ansamungsfreudigkeit der Koniferensamen haben, sowie die Keimlinge vor mechanischen Schäden (z.B. Schneeschub) schützen (BAIER ET AL., 2007). Umgekehrt kann das Mikrorelief auch negative Auswirkungen haben, wenn z.B. in Mulden sehr lange der Schnee liegen bleibt und somit der Keimling anfälliger gegen Schneeschimmel ist und gegebenenfalls abstirbt (BRANG, 1996a).

Die **Bodenvegetation** spielt in der Phase des Anwuchses der Verjüngungspflanzen eine wichtige Rolle (DIACI, 2002). Jedoch bereits in der Ansamungsphase kann die Bodenvegetation das Ankommen der Samen beträchtlich behindern. MOSANDL UND EL KATEB (1988) konnten nachweisen, dass viele Samen in einer dichten Bodenvegetation hängen bleiben und somit die Keimlingsausbeute deutlich geringer ist. Ebenso sind die Überlebensraten auf den vergrasteten Waldflächen deutlich geringer: Nur 27% der Tannenkeimlinge, welche fünf Jahre nach Versuchsbeginn in der bereits dichten Bodenvegetation angekommen sind, überlebten. Die Überlebensrate jener, welche zu Beginn des Versuchs (ohne Vergrasung) angekommen sind, betrug im Vergleich dazu 80% (MOSANDL UND EL KATEB, 1988).

Nicht nur das Vorkommen von Bodenvegetation, sondern auch die Pflanzenarten in der Bodenvegetation können einen Einfluss auf die Etablierung der Naturverjüngung haben (HUNZIKER UND BRANG, 2005; PALUCH, 2005). Die Konkurrenz der Bodenvegetation um Licht,

Wasser und Wurzelraum sowie die eventuelle Überdeckung der Verjüngungspflanzen im Winter kann eine erfolgreiche Verjüngung verhindern (VACIK ET AL., 2010).

Die Verteilung sowie Zusammensetzung der Bodenvegetation wird primär von der Menge des einfallenden Lichts gesteuert und kann somit durch menschliches Eingreifen in die Überschirmungsverhältnisse beeinflusst werden (MOSANDL UND EL KATEB, 1988). Als Richtwert für eine günstige Ansamung der Naturverjüngung legen MOSANDL UND EL KATEB (1988) den Deckungsgrad der Bodenvegetation bei 20-30% fest, unabhängig von den vorkommenden Pflanzenarten. Günstig für die Ansamung der Tanne ist eine lockere, artenarme Krautschicht mit moosbedecktem, eher saurem Oberboden (BUCHER UND DUC, 1999).

Die Bodenoberfläche spielt eine wichtige Rolle in Bezug auf das Ankommen und Überleben der Tannensamen. Auch an Nordhängen, jedoch viel schneller an Südhängen, trocknet der **Humus** nach Trockenperioden oberflächlich aus und kann dadurch die Keimung der Samen behindern oder gar abbrechen (BRANG, 1996a). Direkte Sonneneinstrahlung fördert die Bodenaustrocknung zusätzlich.

Mehrere Autoren (BRANG, 1996a; MOSER, 1965; PIUSSI, 1970) belegen in deren Studien, dass Mineralböden günstigere Keimbedingungen für die Fichtesamen darstellen als Humusaufgaben, da die feinporige Mineralerde von unten mit Wasser nachbelieft wird und somit die keimenden Samen länger in feuchter Umgebung bleiben (BRANG, 1996a). Auch wenn die Tanne durch ihre nährstoffreichen Samen besser für eine erfolgreiche Keimung ausgerüstet ist, so kann sie, wenn die Keimwurzel die ausgetrockneten Bodenschichten noch nicht durchdrungen hat, ein Opfer von Trockenstress werden.

Die Naturverjüngung im Bergwald ist auf **Moderholz** angewiesen (STÖCKLI, 1995). Der Kleinstandort wird auf vielfältige Art durch totes und vermoderndes Holz verändert. Aufgrund des ausgeglichenen Wasser- und Wärmehaushalts und der Mitwirkung von symbiontischen Mykorrhizen (VACIK ET AL., 2010) ist sowohl auf als auch um Moderholz die Verjüngungsgunst erhöht (STÖCKLI, 1995). Als Strukturparameter vor allem in Steillagen hat das Totholz besondere Bedeutung für die Verjüngung als Schnee- und Steinschlagschutz (BAIER ET AL., 2007). Somit stellt das Totholz eine bedeutende Größe in der Ansamungs- und Entwicklungsgunst nicht nur für die Tanne, sondern insgesamt für die Verjüngung dar.

### 1.2.2. BESTANDESPARAMETER

In der Literatur wird die Tanne als typische Schattenbaumart beschrieben. Kennzeichnend dafür sind die geringen Lichtansprüche in der Jugendphase. Diese sind umso ausgeprägter, je mehr ihr die Standortbedingungen entsprechen (ZUBER, 2000). Bereits 1% des vollen Tageslichtes genügen für die Keimung und mit 5% kann sie in der Jugendphase überleben (SCHWITTER UND HERRMANN, 2000). Der Charakter als ausgesprochene Schattenbaumart trifft jedoch nur relativ und in erster Linie für die Alpennordseite zu. Auf der Alpensüdseite stellt die Tanne etwas höhere Lichtansprüche und ist dort eher eine Halbschattenbaumart (ZUBER, 2000). Kleine Öffnungen im Kronendach genügen, um den Wachstumsprozess einzuleiten. Dabei kann das Wachstum wieder eingestellt bzw. reduziert werden, sollte der Lichteinfall zu knapp werden (SCHWITTER UND HERRMANN, 2000). Mehrere Quellen (MEISTER, 2004; SCHWITTER UND HERRMANN, 2000; BUCHER UND SIEBER, 1999) belegen, dass die Tanne 100-200 Jahre unter dem Schirm ihrer Konkurrenten ausharren kann und bei vermehrtem Lichtgenuss in der Lage ist, eine vorherrschende Stellung im Waldgefüge einzunehmen. Dies erreicht sie durch die Umwandlung der Schatten- in Lichtnadeln und den daraus resultierenden Zuwachsschub (SCHÜTT ET AL., 1994). In der Altersspanne von 70 bis 150 Jahren zeigt sich eine ausgeprägte Leistungsüberlegenheit des Volumenzuwachses von Tannenbeständen gegenüber Fichtenwäldern (UTSCHIG, 2004).

MOSANDL UND EL KATEB (1988) sprechen von einer „eminenten Bedeutung“ des Überschirmungsgrads für den Naturverjüngungsprozess. Über die **Überschirmung** kann die Dichte, die Baumartenzusammensetzung und auch die Höhenentwicklung der Pflanzen gesteuert werden (MOSANDL UND EL KATEB, 1988).

Wie bereits vorher erwähnt, haben sich zahlreiche Studien mit dem Thema Lichthaushalt und Verjüngung beschäftigt (BURSCHEL ET AL., 1985; IMBECK UND OTT, 1987; BRANG, 1996a; DIACI ET AL., 1997; HUNZIKER UND BRANG, 2005). Licht oder vielmehr die Strahlung, ist für Jungpflanzen in vielerlei Hinsicht wichtig. Neben der Wirkung des Lichts als Energiespender für die Photosynthese, steuert die **Sonneneinstrahlung** direkt den Wärmehaushalt des Wuchskomplexes Pflanze-Boden-Umwelt (SCHÜTZ, 2002). Von grundlegender Bedeutung für das Überleben der Koniferenverjüngung in hochmontanen bis subalpinen Gebirgslagen ist die Wärme im Wurzelraum während der Vegetationsperiode (BRANG, 1996b; IMBECK UND OTT, 1987). Direktes Licht wird dort maßgebend, wo die Wärme einen Minimumfaktor darstellt (SCHÜTZ, 2002). Für montane Wälder in den Alpen haben HUNZIKER UND BRANG (2005) die

These aufgestellt, und für ihr Untersuchungsgebiet in den südlichen Schweizer Alpen auch bewiesen, dass die Verjüngung auch ohne direkte Sonneneinstrahlung, jedoch mit ausreichend diffuser Strahlung, überleben kann (HUNZIKER UND BRANG, 2005).

### 1.2.3. WILDEINFLUSS

Wildlebende Huftiere ernähren sich von Pflanzen. Dabei sind sie nicht nur Grasfresser, sondern fressen auch Laub, Nadeln, Borke, Knospen oder sogar ganze Triebe junger Bäumchen. In den Wäldern der gemäßigten Zone wird durchschnittlich etwa ein Prozent der jährlich produzierten Pflanzenmasse von Herbivoren gefressen (NIELSEN, 1978), wobei der weitaus größte Teil von den wirbellosen Herbivoren (Insekten) konsumiert wird (SENN UND HÄSLER, 2005).

Seit langem ist bekannt, dass durch die Einwirkung der Huftiere auf die Vegetation und den Boden die Waldstruktur deutlich verändert werden kann (REIMOSER UND GOSSOW, 1996). Dieses Fraßverhalten des Schalenwildes, vor allem an jungen Bäumen, führt zu einer ungünstigen Auswirkung auf die natürliche Entwicklung der betroffenen Individuen und kann weiters zu unerwünschten Konsequenzen für den gesamten Bestand beitragen (SUTER, 2005). Die Problematik der entstandenen Schäden des Schalenwildes im Wald, wird seit beinahe einem Jahrhundert (GOSSOW, 1983) von verschiedenen Akteuren heftig diskutiert. In den Alpen waren zu Beginn des 20. Jhd. die Großraubtiere ganz, die wilden Huftiere, mit Ausnahme der Gämse, ganz oder beinahe ausgerottet (BREITENMOSER, 1998). Im weiteren Verlauf des 20. Jhd. konnte jedoch durch effiziente Forst- und Jagdgesetze der Raubbau des Waldes eingedämmt werden. Auf den mosaikartig angeordneten Landschaften mit Wäldern und landwirtschaftlichen Flächen konnten sich die Populationen der Gams und des Rehs erholen und waren in der Lage in kurzer Zeit relativ rasch große Populationen aufzubauen. Diese Entwicklung wurde sicher auch durch das Fehlen des Großraubwildes begünstigt. Auch der Hirsch wanderte aus den Nachbargebieten wieder in die Alpenregion ein und wuchs zu erheblichen Populationen heran, wobei heute oft von einer Überpopulation gesprochen wird (BUCHLI, 1979). Aufgrund des starken Anstiegs der Populationskurven des Schalenwildes in der Mitte des 20. Jhd. erhöhte sich auch deren Druck und Einfluss auf den Wald. Die Diskussion um die Wild-Wald-Problematik wurde immer lauter.

Dieser Wild-Wald-Konflikt besteht grundsätzlich darin, dass das Schalenwild dem Menschen, der aus dem Wald Nutzen ziehen will, indem er die Waldfunktionen (Holzproduktion, Schutzwald, Erholungsraum) nutzt, schadet. In den vergangenen 50 Jahren wurden bereits

unzählige Artikel, Studien und Publikationen zu diesem Thema veröffentlicht. Eine klare Aussage über den Zusammenhang zwischen dem Einfluss des Schalenwild und der zukünftigen Waldentwicklung ist jedoch weiterhin kaum möglich, da sowohl die Verjüngungssituation, als auch die Wilddichte räumlich und zeitlich variieren (SENN, 2000). Laut SENN (2000) können sie sich gegenseitig beeinflussen aber auch unabhängig voneinander ändern.

Viele der heutigen Wälder sind zu einer Zeit entstanden, in der ein Großteil der Alpen frei von wildlebenden Huftieren war und sind somit das Produkt einer weitgehend huftierfreien Entwicklung. Deshalb können nicht als Beispiel für die Waldentwicklung unter Einfluss von Huftieren gebraucht werden (SENN, 2000). Im 19. Jhd. war das Rotwild in den Südalpen ausgerottet. Die Wiederbesiedlung erfolgte zunächst in der Schweiz, und zwar in Graubünden. Im Laufe des 20. Jahrhunderts begann das Rotwild, ausgehend vom Obervinschgau, sich auch in Südtirol auszubreiten. Die ersten zwei dokumentierten Abschüsse stammen aus den Revieren Taufers und Glurns im Jahr 1903. Von Standwild im Obervinschgau kann man schon in den 30er Jahren reden. Ab den 60-er Jahren stieg die Rotwildpopulation stark an (Abb. 3) und seit Mitte der 60-er Jahren gibt es eine kontinuierliche Rotwildbejagung in Südtirol, welche aufgrund einer Abschussplanung erfolgt (AMT FÜR JAGD UND FISCHEREI, 2009).

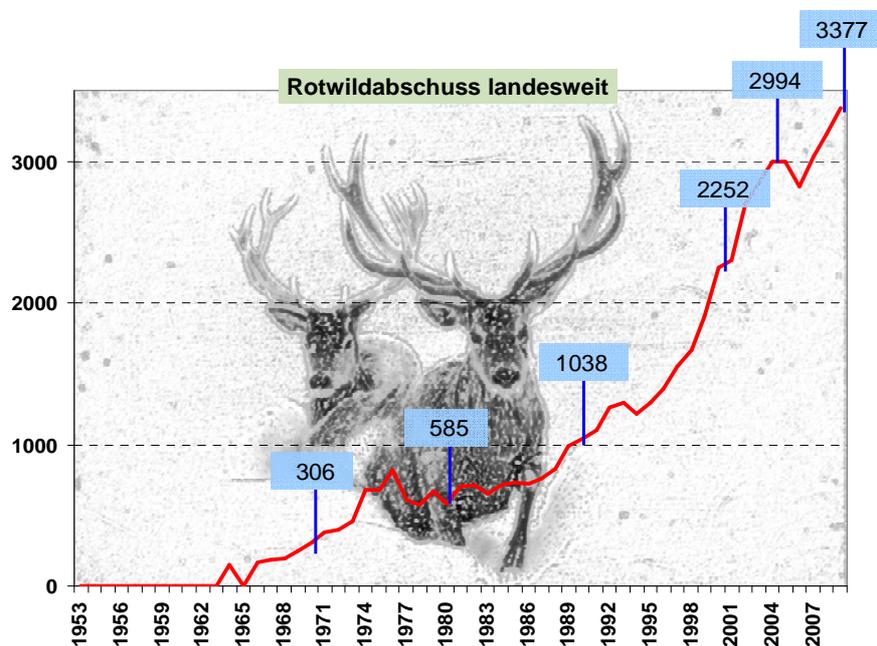


ABB. 3: ROTWILDABSCHUSS LANDESWEIT AB 1953 (AMT FÜR JAGD UND FISCHEREI, 2009).

Wie bereits erwähnt, stellen mehrere Autoren fest, dass die Regeneration der Waldbestände nicht nur durch die Huftiere, sondern durch eine Vielzahl physikalischer Standortfaktoren und biotischer Einflüsse bestimmt wird (SENN, 2000; SENN UND SUTER, 2005). Dennoch stellt die Tanne in den zentraleuropäischen Gebirgswäldern die am stärksten verbissene der ökonomisch wichtigsten Baumarten dar (EIBERLE UND NIGG, 1987).

- 1) Die Tanne wird als Futterpflanze, vor allem im Winter, im Vergleich zu den anderen heimischen Nadelhölzern, stärker beansprucht (EIBERLE UND NIGG, 1987; ENGESSER ET AL., 2000).
- 2) Die Tanne reagiert deutlich empfindlicher auf den Verlust des Terminaltriebs als alle anderen Baumarten (ENGESSER ET AL., 2000). Sie braucht durchschnittlich zwei Jahre, um die verbissenen Gipfel vollständig zu kompensieren, wenn diese genügend Licht zur Verfügung hatten (SENN UND HÄSLER, 2005). Der Leittriebvebiss der Tanne bedeutet eine Verzögerung des Höhenwachstums um durchschnittlich 2,8 Jahre im Vergleich zu nicht verbissenen Tannen (ENGESSER ET AL., 2000).

Die schadensfreie Integration der heimischen Wildtiere in die heutige intensiv genutzte Kulturfläche kann durch jagdliche Maßnahmen, sowie durch ein mit allen Landnutzern abgestimmtes Habitatmanagement optimiert werden (REIMOSER UND DUSCHER, 2003). Dazu ist jedoch eine umfassende Beurteilung der Habitatqualität des Schalenwildes nötig, denn der Einfluss der Wildtiere auf ihre Umwelt ist vor allem vom Zustand ihres Lebensraumes abhängig (REIMOSER ET AL., 2006). Der wildökologische Faktorenkomplex fasst die räumlich und zeitlich veränderbaren Eigenschaften zusammen, welche die Besiedlungsattraktivität und somit die Qualität des Wildtierhabitats beeinflussen.

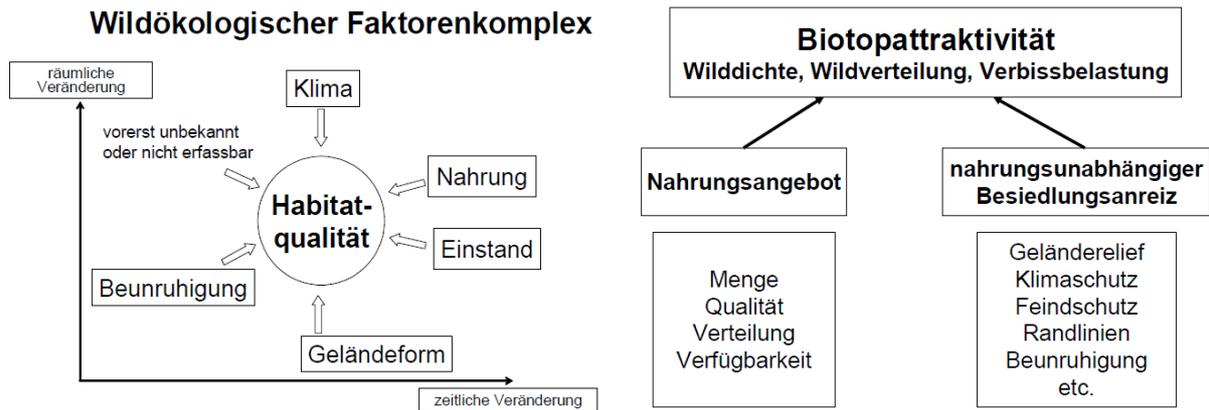


ABB. 4: WILDÖKOLOGISCHER FAKTORENKOMPLEX UND KOMPONENTEN DER BIOTOPATTRAKTIVITÄT (REIMOSER, 2004).

Die in Abb. 4 aufgezeigten Faktoren lassen sich, mit Ausnahme der klimatischen Verhältnisse sowie dem Geländere relief, durch die waldbauliche und jagdliche Bewirtschaftung sowie der Nutzung des Waldes durch den Menschen steuern. Die Biotopattraktivität, welche die Wilddichte, Wildverteilung und demnach auch die Verbissintensität steuert, kann somit in zwei primären Faktoren zusammengefasst werden (REIMOSER, 2004): Nahrungsangebot und nahrungsunabhängiger Besiedelungsanreiz. Besonders die optisch auffälligen Randlinien nehmen eine bedeutende Stellung ein. An den Randlinien zwischen unterschiedlichen Waldstrukturen und an Waldrändern ist eine deutliche Steigerung der Schalenwilddichte zu verzeichnen (REIMOSER ET AL., 2006).

Neben der Habitatattraktivität spielt auch die Schalenwildart für die Verbissdisposition eine wichtige Rolle. Die drei wichtigsten heimischen Verursacher von Verbisschäden sind Reh-, Rot- und Gamswild, welche auch im Untersuchungsgebiet vorkommen. Diese unterscheiden sich in der Lebensraumnutzung und ihrem Äsungsverhalten.

Ursprünglich war das Rotwild ein Bewohner der Steppe bzw. der offenen Waldlandschaft (WAGENKNECHT, 1981). Auch heute noch bevorzugt es offene Waldgebiete mit einzelnen Deckungsinseln. Somit stellen Wald-Weide-Flächen ein beliebtes Habitat dar (FEICHTER, 2011). Reine Waldgebiete werden als Rückzugsort bei Feindgefahr sowie Witterungsextrema verwendet und werden bei erhöhtem Störungsdruck nur mehr nachts verlassen (GERSTGRASSER, 2011). Das Rotwild wird als „intermediärer Typ“ zwischen Konzentratselktierern und Gräsern eingestuft, das heißt, das Rotwild besitzt die Fähigkeit, sich an die saisonalen Änderungen der Äsungsverfügbarkeit anzupassen und auch rohfaserreiche Kost sehr gut zu verdauen. So grast

das Rotwild, ähnlich den Kühen, vorwiegend im Sommer. Im Winter ändert sich die Äsung aufgrund der weitgehenden Schneebedeckung, das Rotwild wird zum „Selektierer“ und ernährt sich vor allem von Trieben und Rinde. Um der langen Schneebedeckung und den widrigeren Witterungseinflüssen auf Nordhängen auszuweichen, wandern die Rotwildrudel häufig in Richtung Süd- und Südwesthänge, welche somit beliebte Wintereinstände darstellen (WAGENKNECHT, 1981).

Das Habitat des Rehwildes ist vielfältig. Sowohl in deckungsreichen Waldgebieten als auch auf offenen Flächen oberhalb der Waldgrenze sind Rehe zu finden. Bevorzugt werden vor allem reich strukturierte, abwechslungsreiche Waldgebiete, in denen eine hohe Anzahl an natürlichen Randlinien zu finden sind. Im Gegensatz zum Rotwild kann das Rehwild rohfaserreiche Nahrung nur schwer verwerten und fällt damit in die Gruppe der Konzentratselektierer. Es werden gezielt nur gewisse, hochwertige, leicht verdauliche Teile der Pflanzen gefressen. Kräuter, Früchte, Triebe, Knospen und Blätter vor allem von Laubhölzern, werden bevorzugt und selektiv gefressen. Besonders im Winter, wenn wenig Auswahl an Äsung vorhanden ist, stellen Triebe von Tanne und, bei Mangel am Nahrungsangebot auch Fichte, eine beliebte Nahrungsalternative dar (FEICHTER, 2011).

Der Lebensraum des Gamswildes liegt höher als jener des Rot- und Rehwildes. Solange es die Nahrungsverfügbarkeit zulässt, besiedelt es das Gebiet oberhalb der Waldgrenze. Erst eine zunehmende Schneedecke zwingt die „Gratgams“ sich in tiefere Lagen, in denen der Winter später beginnt, zurückzuziehen. Die „Waldgams“ hingegen hält sich während des ganzen Jahres im Wald auf. Das Äsungsverhalten ähnelt jenem des Rotwildes. Als „Intermediärer Typ“ ist auch die Gams in der Lage, im Winter rohfaserreiche, schwer verdauliche Nahrung zu verwerten. Bei reichem Nahrungsangebot im Sommer ändert sich das Fressverhalten der Gemse und sie werden zu ausgeprägten „Konzentratselektierern“. Die Hauptnahrung sind Gräser, jedoch werden auch Kräuter, Zwergsträucher, Knospen und vor allem Triebe von Laub- und Nadelbäumen gerne gefressen (FEICHTER, 2011).

Neben dem artspezifischen Äsungstyp hängt der Einfluss des Schalenwildes auf die Waldverjüngung, in Form von Verbiss, auch von der Verbissanfälligkeit der Baumarten, sowie insbesondere von der Populationsgröße bzw. Wilddichte ab (FEICHTER, 2011). Das soll nicht heißen, dass hohe Schalenwildbestände direkt große Schäden zur Folge haben. Wenn auch für eine relativ hohe Population an Schalenwild ausreichend Äsung vorhanden ist, werden die Schäden im Bestand nicht übermäßig ins Gewicht fallen. Falls die natürliche Äsung jedoch zu

einem Minimumfaktor wird, oder die Populationsgröße stärker ansteigt als Nahrung verfügbar ist, werden die verfügbaren Ressourcen stärker belastet und die Schäden werden gravierender. Somit ist es für das Minimieren der Bestandesschäden durch das Schalenwild notwendig, ein natürliches Gleichgewicht zwischen Wilddichten und Nahrungsverfügbarkeit zu schaffen.

#### 1.2.4. ANTHROPOGENER EINFLUSS

Das Verbreitungsmuster einer Baumart kann von verschiedenen Faktoren abhängen. So sind die standörtlichen Ansprüche einer Baumart ebenso zu berücksichtigen, wie die Einwirkung des Menschen, der durch den Waldbau deutlichen Einfluss auf die Baumartenverteilung, sowie auf die Habitatqualität haben kann (FREY, 2003; REIMOSER, 2004). So zählt MAYER (1992) einige auf den Menschen zurückzuführende Ursachen auf, welche zu einem Zurückdrängen oder gar Ausrotten der Tanne geführt haben könnten: Rodungen, flächige Holzschläge, Waldweide, selektive Begünstigung einzelner Baumarten, naturferne Aufforstungen usw.

SENN UND SUTER (2003) geben für die Schweiz mehrere Gründe für die teilweise gering vertretene Tannenverjüngung an: das periodische Zurücksterben der Tanne durch die bisher noch nicht richtig verstandene Komplexkrankheit der Tanne; die Kahlschlagwirtschaft der letzten Jahrzehnte; der Einfluss von Paarhufern als Pflanzenfresser im Wald; und vielleicht die Klimaänderung (SENN UND SUTER, 2003).

Ein dicht stehender, nicht vorverjüngter Bestand, wie dies häufig im alpinen Bergwald vorkommt, wirkt sich zweifellos negativ auf den Tannenreichtum des Folgebestandes aus, wenn dieser einer schlagweisen Bewirtschaftung unterliegt. Die Fichte ist in der Lage, eine Kahlfläche deutlich schneller zu besiedeln und nimmt die Rolle der Pionierbaumart ein. Quellen belegen jedoch, dass auch die Tanne in der Lage ist, große Schlagflächen zu besiedeln, wenn im vorherigen Altbestand genügend Tannenanteile vorhanden waren (FREY, 2003).

Wirtschaftlich gesehen besteht für die Tanne in Südtirol derzeit kein Markt (FEICHTER, 2011). Seit jeher wird die Fichte der Tanne vorgezogen, obwohl die Holz- sowie technischen Eigenschaften jenen der Fichte sehr ähneln: helle Farbe, keine Harzkanäle, gute Imprägnierbarkeit, auch für Fräsarbeiten mit den richtigen Maschinen gut zu verarbeiten. Die Qualitäten der Tanne im Bestand z.B. als Stabilitätsträger, sind höher als jene der Fichte einzustufen. Das Problem der Tanne in den Sägewerken von früher war, dass durch die Nasskernbildung das Holz deutlich schwerer wurde und dazu noch säuerlich und unangenehm gerochen hatte, bis dies durch die Trocknung des Holzes vermieden werden konnte (GASSER,

2000). Aufgrund der Unbeliebtheit der Tannen bei den Sägewerken (höhere Aufwände, Gestank) waren die Waldbesitzer gezwungen, vermehrt auf die Alternative – die Fichte – zu setzen. Somit wurde versucht, die Tanne absichtlich aus den privaten Wäldern zu verdrängen, um mit der rentableren Fichte bessere Erlöse zu erzielen.

In Südtirol wird die Tanne als Mischsortiment mit Fichte verkauft, dies führt zu Abschlägen von 15-25%. Die Nachfrage der Tanne als Bau- und Konstruktionsholz im Außenbereich nimmt jedoch zu und eine Wertsteigerung der heimischen Baumart ist somit gewährleistet. Es fehlt aber die gezielte Vermarktung der Tanne, welche erst dann erreicht wird, wenn die Anbieter die Tanne vermehrt als Qualitätsholz verstehen und deklarieren (GASSER, 2000). Dazu muss auch die Nachfrage bewusst angeregt werden. Als Vorzeigebeispiel kann die Region Vorarlberg in Österreich genommen werden, wo sich ein kleiner, heimischer Tannenmarkt entwickelt hat und die Tanne von Baumeistern, Architekten und Tischlern gerne verwendet wird.

Ein weiterer Faktor welcher den niedrigen Tannenanteil mit verantworten könnte, ist das alljährliche Ernten von geeigneten Christbäumen im Wald. Natürlich spielen diese Entnahmen nur eine marginale Rolle. In einem Gebiet, in dem die Tanne aber kaum eine Höhe von 2m erreicht, wirken sich die Entnahmen von wertvollen Zukunftsstämmen, wie sie eine Tanne von „Christbaumqualität“ wahrscheinlich darstellt, gravierender aus, als auf Flächen mit zahlreicher „gesunder“ Tannenverjüngung.

### 1.3. ZIELSETZUNGEN

Die vorliegende Arbeit wurde vom Amt für Jagd und Fischerei initiiert und ist Teil der landesweiten Studie über den Zustand der Tannenverjüngung in Südtirol. Bereits 1996 schreibt Motta, dass auf vielen Waldstandorten, vor allem in Bergwäldern, die Tannenverjüngung auf potenziellen Tannenflächen spärlich vorhanden ist oder gar fehlt (Motta, 1996). Es soll deshalb untersucht werden, ob auf den potenziellen Tannengebieten im Südtiroler Eisacktal überhaupt ein Zusammenhang zwischen den erwähnten Standorts-, Bestandes- oder Wildparametern und dem spärlichen Tannenvorkommen besteht und falls ja, welches Ausmaß dieser Einfluss annimmt.

Ziel der vorliegenden Masterarbeit ist es, einen Überblick über die aktuelle Situation des Tannenvorkommens und dessen Zustand im Eisacktal zu verschaffen. Im Vordergrund steht dabei die Untersuchung der Naturverjüngung, welche im untersuchten Gebiet des Forstinspektorats Brixen eine ernstzunehmende Problematik darstellt, da aufgrund der stammzahlarmen und stark verbissenen Verjüngung eine naturnahe Folgegeneration gefährdet ist.

Vor dem Hintergrund der erwähnten Problematik werden im Rahmen der folgenden drei Zielsetzungen mögliche Ursachen in Bezug auf die erfolgreiche Etablierung der Tannenverjüngung identifiziert und beschrieben.

- Identifizierung und Beschreibung der Unterschiede zwischen den aktuellen Tannengebieten und den im Rahmen der „Walddatensammlung Südtirol“ ausgewiesenen, potenziellen Tannenflächen hinsichtlich Flächen- und Baumartenanteilen.
- Darstellung des Zusammenhangs zwischen ausgewählten Bestandes- und Standortparametern und der Anzahl des vorhandenen Tannen- bzw. aufwuchses.
- Darstellung und Beschreibung des Einflusses von Schalenwild auf die Verjüngung.

## 2. MATERIAL UND METHODEN

### 2.1. DIE VERBREITUNG DER TANNE

Das Hauptverbreitungsgebiet der Weisstanne liegt in Mittel- und Südeuropa (Abb. 5). Die Westgrenze verläuft nördlich vom Schweizer Jura entlang dem westlichen Schwarzwald bis nach Thüringen. Im Nordosten reicht das Verbreitungsgebiet bis in die Region südlich von Warschau. Die Ostgrenze schließt den gesamten Karpatenbogen mit ein. Im Süden bilden der Balkan sowie die südlichen Ausläufer des Apennin die Verbreitungsgrenze der Weisstanne. Innerhalb dieser Grenzen fehlt die Tanne in Trockengebieten und Tieflagen.

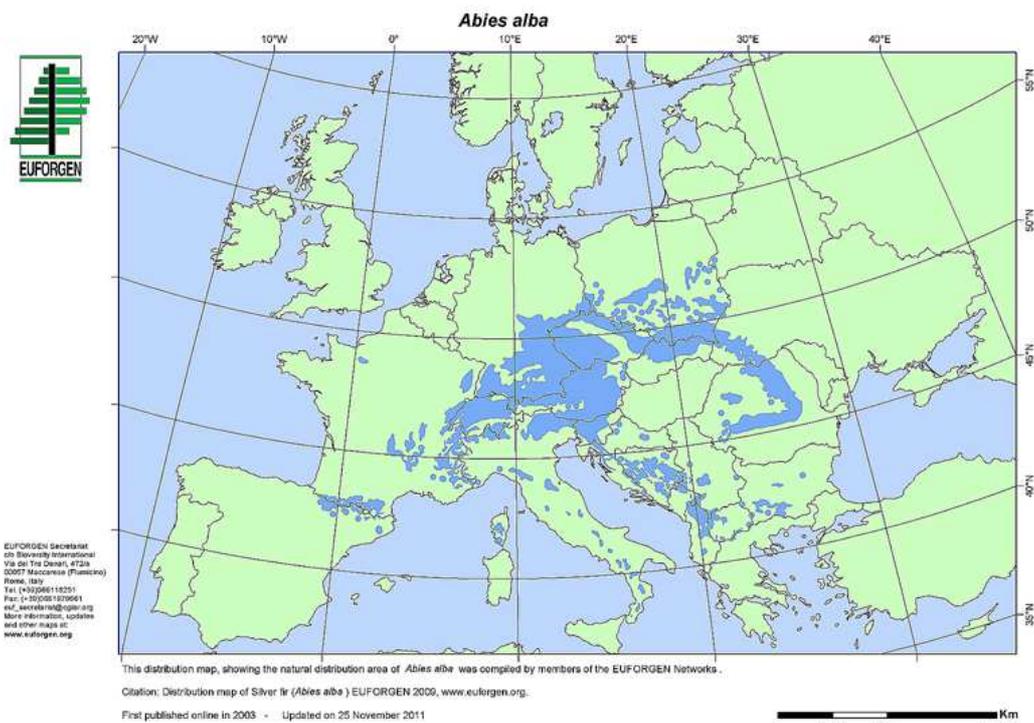
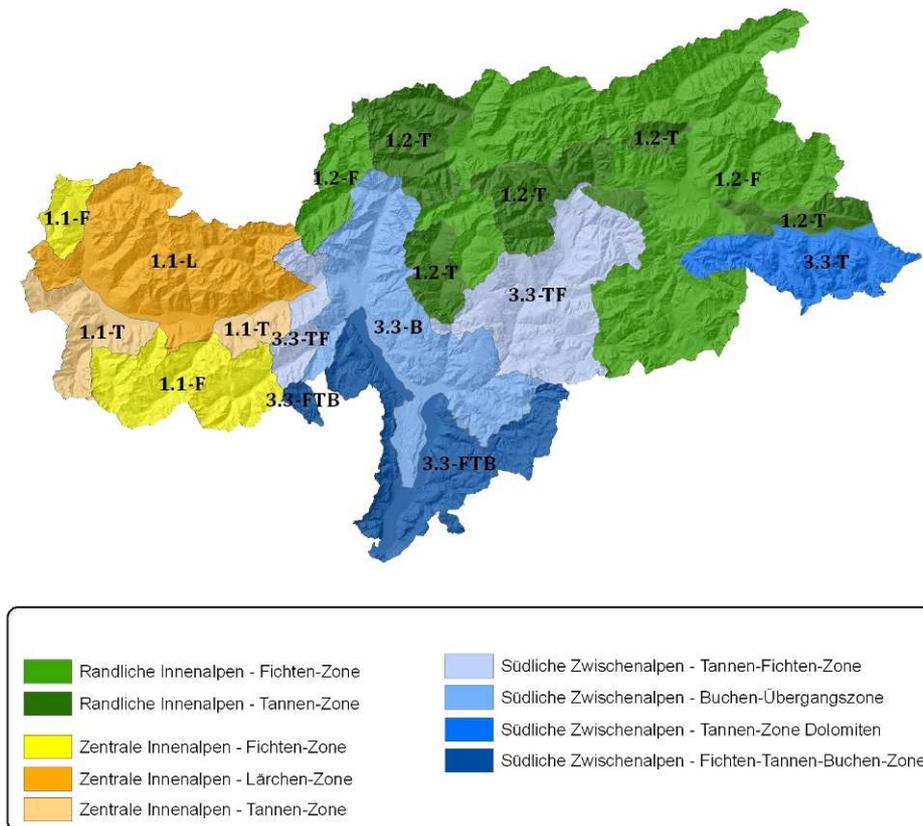


ABB. 5: VERBREITUNG DER WEISSTANNE (*ABIES ALBA* MILL.) IN EUROPA. QUELLE: EUFORGEN, 2003

Das Hauptareal der Tanne in Südtirol liegt in den südlichen Zwischenalpen südlich von Bozen und im Etschtal (AUTONOME PROVINZ BOZEN, 2009) und kann in einzelnen Beständen Baumartenanteile von bis zu 50% erreichen (DE JEL UND VACIK, 2012).

Die in dieser Masterarbeit untersuchten Komplexe befinden sich in der Tannenzzone der randlichen Inneralpen (1.2), sowie in der Tannen-Fichtenzone des Eisacktals in den südlichen Zwischenalpen (3.3). Laut Waldtypisierung Südtirol (2009) bildet die Tannenzzone den Übergang

zwischen der Fichtenzone der randlichen Inneralpen und der Fichten-Tannenzone der südlichen Zwischenalpen (Abb. 6). Die Niederschlagsverhältnisse der Tannenzone ermöglichen die Verbreitung der hinsichtlich Wasserversorgung anspruchsvolleren Tanne gerade noch auf die Schattseiten der Täler. Je geringer die Durchschnittstemperaturen bei vergleichbarem Niederschlag ausfallen, desto weiter breitet sich die Tanne in niederschlagsärmere Gebiete aus (AUTONOME PROVINZ BOZEN, 2009).

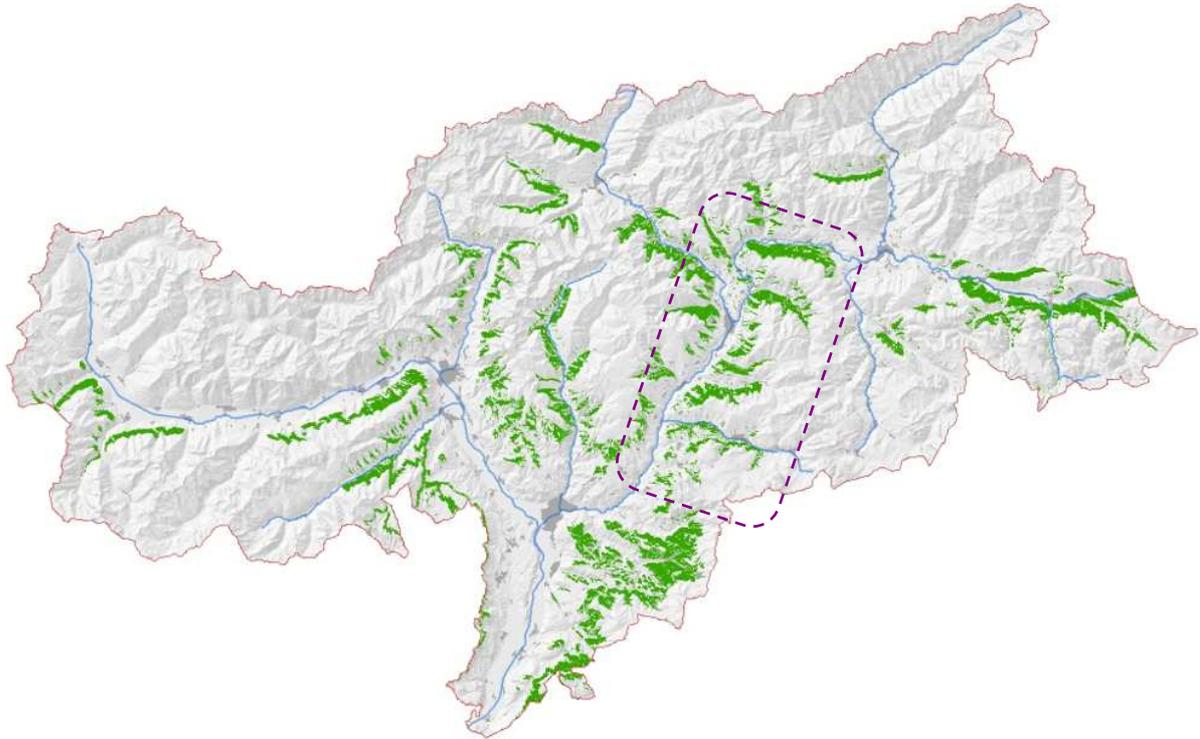


**ABB. 6: WUCHSGEBIETE IN SÜDTIROL (AUTONOME PROVINZ BOZEN, 2009).**

In ihrem natürlichen Verbreitungsgebiet besiedelt die Tanne bevorzugt einen 500-600m (max. 800m) breiten Gürtel, der sich von Norden nach Süden immer höher in die Gebirge verschiebt (SCHÜTT ET AL., 1994). Die Spanne kann dabei von den Tannen in Polen, welche auf 50m ü.d.M. stocken, zu jenen Tannen in den französischen Seealpen und Pyrenäen reichen, welche auf 2100m noch teilweise die Waldgrenze bilden (BUCHER UND DUC, 1999). In der Schweiz stocken rund 70% der Tannen in einer Höhenlage von 600-1200 m ü.d.M. (BUCHER UND DUC, 1999) und weisen somit den Verbreitungsschwerpunkt in der montanen Stufe auf. Mit ungefähr 36% der Südtiroler Landesfläche zwischen 900 und 1500 m ü.d.M. bestünde somit für die Tanne potenziell ausreichend Fläche zur Verfügung.

Im Eisacktal beträgt die untere, vertikale Verbreitungsgrenze der Tanne 800-900m (Franzensfeste, Lüsen) und nach oben kommt sie vereinzelt noch bis 1500-1600m ü.d.M. vor (Pfunderer Berg, Schalders, Riol, Flaggertal). Niedrige Temperaturen, karge Böden, verkürzte Vegetationsperioden und vor allem die schwindende Konkurrenzkraft gegenüber der Fichte und Lärche sind die Gründe für die obere Verbreitungsgrenze der Tanne (FREY, 2003). Vereinzelt kommt die Tanne auch in der subalpinen Zone vor, jedoch handelt es sich dort um Reliktvorkommen. Die untere Verbreitungsgrenze hin zur collinen Höhenstufe, wird vor allem durch die geringere Konkurrenzkraft der Tanne gegenüber Baumarten wie Buche, Fichte oder dem Laubmischwald bedingt (BUCHER UND DUC, 1999).

Grundsätzlich kann man die Fichten-Tannenzone des Eisacktals niederschlagsmäßig mit dem anschließenden Fichtenwaldgebiet der randlichen Inneralpen vergleichen (AUTONOME PROVINZ BOZEN, 2009). Im und um den Brixner Talkessel jedoch ist es wesentlich wärmer und die Wasserverhältnisse dadurch trockener. Deshalb wick die Tanne auf die wasserbegünstigten Schattenhänge der Seitentäler aus. Auf den Südhängen ist kein Tannenvorkommen zu verzeichnen (Abb. 7).



**ABB. 7: POTENZIELLE TANNENFLÄCHEN IN SÜDTIROL LAUT WALDTYPISIERUNG SÜDTIROL (AUTONOME PROVINZ BOZEN, 2009)**

Abb. 7 zeigt anhand der grünen Flächen jene Waldgebiete in Südtirol, auf denen ein Tannenvorkommen möglich wäre. Beurteilungsgrundlagen waren unter anderem Standortsfaktoren, Bodeneigenschaften, Begleitvegetation, Höhenklasse und Wuchsgebiete. Es ist deutlich zu sehen, dass sich die potenziellen Tannenflächen, auf welchen sich Fi-Ta- oder Fi-Ta-Bu-Wäldern entwickeln würden, rein auf die Nordhänge der Täler beschränken. Im Rahmen dieser Masterarbeit wird das Gebiet des Eisacktals (sh. Abb. 7) genauer untersucht. Andere Masterarbeiten beschäftigen sich mit der Tannensituation im Süden Südtirols im Großraum des NP Trudner Horn (BAUMGARTNER, in Ausarbeitung), sowie im Obervinschgau (DE JEL UND VACIK, 2012) und im Hochpustertal (FEICHTER, 2011).

## 2.2. FLÄCHENKONZEPT UND –AUSWAHL

Das im Rahmen der Diplomarbeit zu untersuchende Gebiet wurde auf das Forstinspektorat Brixen beschränkt, welches sich hauptsächlich über das Eisacktal und dessen Seitentäler, sowie dem äußeren Pustertal erstreckt (Abb. 1). Aufgrund der Größe des Gebiets wurden die tannenreichsten Gebiete stichpunktartig untersucht.

Als erstes, grobes Instrument zur Ausscheidung der verschiedenen Tannenkomplexe wurde die Vegetationskarte von Peer (PEER, 1995) verwendet. Die von Peer als potenzielle Tannenstandorte ausgewiesenen Flächen im FI Brixen wurden mittels ArcGIS (ESRI, 2008) digitalisiert und über den Layer eines Orthofotos des FI Brixen gelegt. Diese Karten galten als Grundlage für die Flächenauswahl und wurden in einer zweiten Phase von den zuständigen Forststationen bearbeitet. Mit Hilfe des Expertenwissens der Förster bezüglich des aktuellen Tannenvorkommens in den jeweiligen Stationen, sowie unter Berücksichtigung von Wirtschaftsplänen und Waldkarteien, wurden die erstellten Komplexe nach Peer evaluiert.

Ausschlaggebend für die Ausweisung eines Waldgebiets als zu untersuchenden Komplex war ein minimaler Volumsanteil der Tannen von 10%. Dieser Mindestanteil wurde aufgrund des vielfach spärlichen Vorkommens von Samenbäumen auf potenziellen Tannenflächen gewählt. Darunter wären zu geringe Stammzahlen für die Untersuchung der Verjüngung zu erwarten gewesen. Nach dem Prinzip einer Kosten-Nutzen-Überlegung wäre der Erhebungsaufwand zu groß gewesen, entsprechende Informationen über die Naturverjüngung zu erhalten.

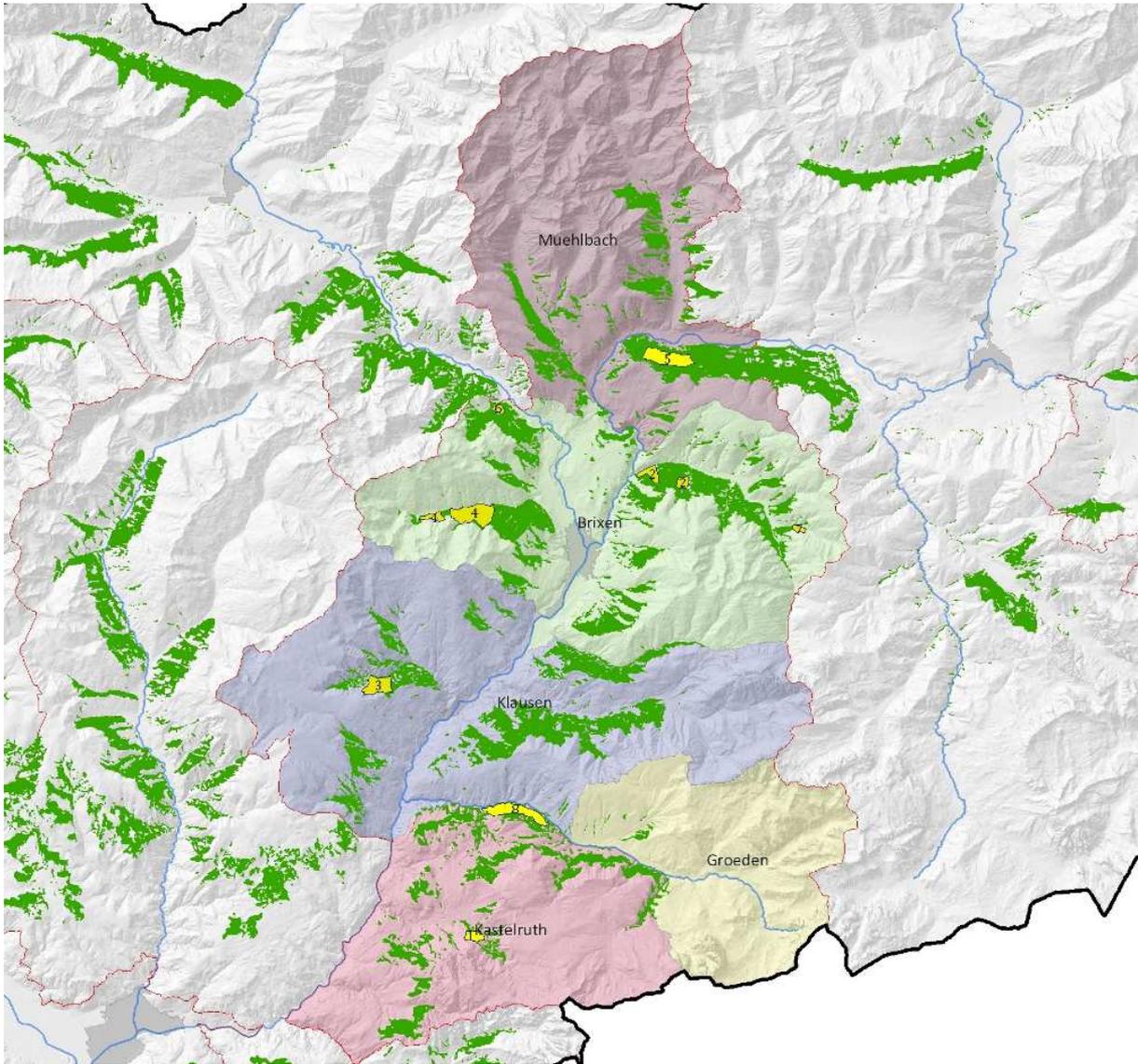


ABB. 8: UNTERSUCHTE KOMPLEXE IN DEN FORSTSTATIONEN DES BEZIRKS BRIXEN.

Mit Hilfe der Angaben der Förster, den Wirtschaftsplänen und den Waldkarteien, sowie einer gutachtlichen Begehung der in Frage kommenden Gebiete, wurden schlussendlich fünf Komplexe ausgewiesen, in denen das Tannenvorkommen detailliert untersucht wurde (sh. Abb. 8) :

- 1- Lüsen
- 2- Hauenstein
- 3- Pfunderer Berg
- 4- Schalders
- 5- Vintl

Aufnahmen wurden auch in weiteren Gebieten gemacht, jedoch wurden diese aus den folgenden Gründen nicht bzw. nur teilweise in die Untersuchungen miteinbezogen:

- 6- Riol: Die Tanne ist im unteren Bereich des Gebiets der Diözese mit einem Volumensanteil von 10-15% vertreten, jedoch ist das Bestandesalter noch nicht soweit fortgeschritten, dass eine Verjüngung der Hauptbaumarten zu erwarten wäre. Weiters ist die Tanne auf der gesamten, orografisch rechten Talseite zwischen Franzensfeste und Vahrn eingesprengt, kommt aber nicht auf 10% des Bestandesvolumens.
- 7- Lüsen Sägewald: Auch hier kommt es auf einem sehr kleinen Gebiet zu einer Häufung des Tannenvorkommens, allerdings ist auch hier der Bestand zu jung, um aussagekräftige Analysen bezüglich des Zustandes der Naturverjüngung machen zu können. Allein auf den Schlagflächen konnte Naturverjüngung gefunden werden.
- 8- Pontives: Entlang des Eingangs zum Grödner Tal auf der orografisch linken Seite auf der Höhe von Pontives kann ein vermehrtes Tannenvorkommen lokalisiert werden. Auf den überwiegend schroffen Hängen mit zahlreichen Felspartien beträgt der Tannenanteil stellenweise 20%. Die Geländeschwierigkeiten haben die Aufnahmen aber deutlich erschwert bzw. unmöglich gemacht.

Als Quelle für die folgenden Beschreibungen der Komplexe wurden, sofern nicht anderweitig gekennzeichnet, die Wald- und Wirtschaftspläne der Autonomen Provinz Bozen verwendet. Die Klimadaten wurden vom Hydrografischen Amt der Autonomen Provinz Bozen zur Verjüngung gestellt und von der jeweils nächsten Messstation bezogen.

### 2.2.1. KOMPLEX HAUENSTEIN

*Lage:* Das Untersuchungsgebiet befindet sich in der Gemeinde Kastelruth und liegt im Bereich des Hauensteiner Waldes, welcher sich oberhalb des Dorfes Seis bis zur Santner Spitze (Schlern) hinaufzieht. Der Komplex erstreckt sich von 1200m bis 1450m ü.d.M. und ist großteils nach Nord bzw. Nordost exponiert (Abb. 9). Das untersuchte Gelände befindet sich auf einem mäßig geneigten Mittelhang ohne Steilstufen, Felspartien oder sonstigen schwer zugänglichen Bereichen und liegt vollständig im Naturpark Schlern. Nach der Wuchszonengliederung der Waldtypisierung befindet sich das Untersuchungsgebiet in der Tannen-Fichten-Zone des Eisacktals im Wuchsgebiet der südlichen Zwischenalpen (3.3) (AUTONOME PROVINZ BOZEN, 2009).

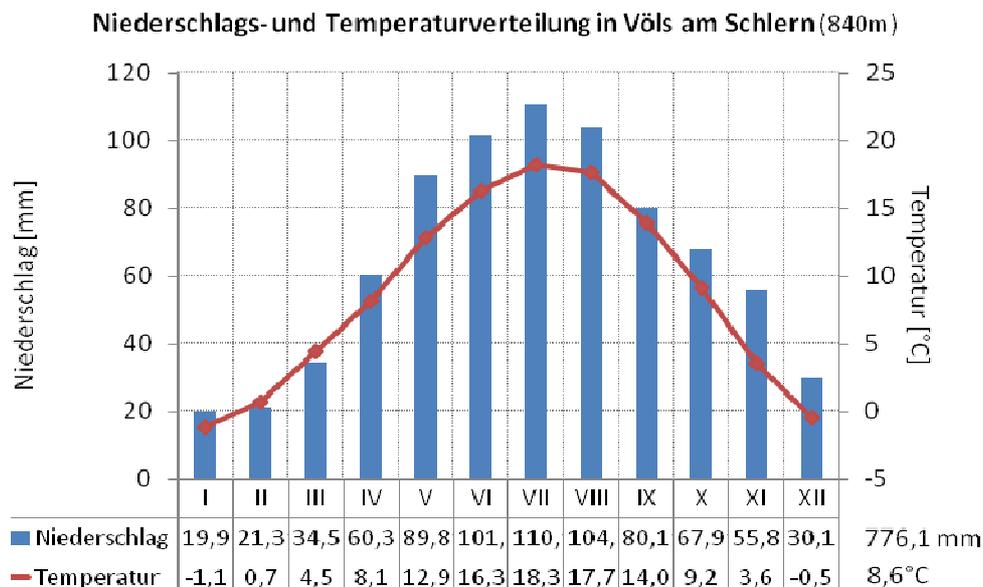


**ABB. 9: ORTHOFOTO UND VERTEILUNG DER BESTANDESSTRUKTURTYPEN VOM KOMPLEX „HAUENSTEIN“.**

*Geologie und Boden:* Der Hauensteiner Wald kann geologisch dem südalpinen Bereich zugeordnet werden. Er weist die typische Gesteinsabfolge der Dolomiten auf, wobei die einzelnen Formationen unterschiedlich stark ausgebildet sind. Das Grundgestein des Untersuchungskomplexes bilden die Werfener Formationen, welche marine Ablagerungen (Kalke, Sande, Tone) enthalten und deshalb reich an Fossilien sind. Im teilweise geneigten bis mäßig steilen Bereich des Untersuchungsgebiets dominieren mittelgründige Braunerdeböden,

welche eine günstige Nährstoffversorgung aufweisen. Im oberen Bereich treten aufgrund der stärkeren Neigung des Geländes und der teilweise mächtigen Hangschutt- und Moränenablagerungen mittelgründige Rendzinen auf.

*Klima:* Da in Seis keine Klimastation vorhanden ist, bezieht sich das Klimadiagramm (Abb. 10) auf die Klimastation des Hydrografischen Amtes des Nachbardorfes Völs am Schlern, dessen Klimacharakter mit Seis vergleichbar ist. Klimatisch befindet sich der Hauensteiner Wald bereits im Bereich der Zwischenalpen, weist jedoch noch subkontinentalen, inneralpinen Charakter auf. Kennzeichnend dafür sind die sommerlichen Niederschlagsmaxima mit 100-110mm sowie die geringen Niederschläge im Winter (Abb. 10). Das Klima ist jedoch eine Spur milder als jenes in den Inneralpen, da es bereits ein wärmebegünstigtes Übergangsklima zu den Randalpen darstellt. Die Jahresmitteltemperatur von 8,6°C bestätigt dies.



**ABB. 10: NIEDERSCHLAGS- UND TEMPERATURVERTEILUNG IN VÖLS AM SCHLERN IM BEOBACHTUNGSZEITRAUM 1956-2010**

*Besitzverhältnisse:* Das Untersuchungsgebiet liegt im Waldkomplex Hauenstein der im Besitz der Diözese Bozen-Brixen ist. Ebenso obliegt die Bewirtschaftung der Wälder und die Betreuung der Jagd der Forstverwaltung der Diözese Bozen-Brixen.

*Bewirtschaftung:* In der Vergangenheit sind im Gebiet des Hauensteiner Waldes sehr große Schläge durchgeführt worden. Die Folge waren eine starke Vergrasung der Schlagflächen durch verschiedene Arten der Pflanzengattung *Calamagrostis* und *Carex*. Der starke Konkurrenzdruck

hat das natürliche Aufkommen der Verjüngung deutlich erschwert, weshalb häufig aufgeforstet werden musste. Aber auch die künstliche Aufforstung tat sich schwer, den zusammenhängenden Wurzelfilz der Gräser zu durchwachsen. Zusätzlich dringt kaum Wasser durch den Grasfilz in den Boden, wodurch der Aufwuchs in den ersten Jahren erheblich gehemmt ist. Immer noch sind die großen Schlagflächen stark vergrast. Langsam stellt sich jedoch eine Verjüngung ein, welche sich von den Rändern der Schläge auszubreiten beginnt. Es sind zahlreiche mehrjährige Tannen bis 10cm vorhanden, größerer Aufwuchs stockt allerdings nur mehr vereinzelt und ist stark verbissen.

Das Altholz stockt teilweise zu dicht, sodass der hohe Überschirmungsgrad nur sehr wenig Licht auf den Boden fallen lässt. Dies erschwert sowohl die Umsetzung des Humus, als auch die Vorbereitung für die Naturverjüngung. Um dies in Zukunft zu verbessern und den langen Verjüngungszeiträumen entgegenzuwirken, sollen zukünftig kleine Schläge in Form von schmalen Randhieben oder schlitzartigen Öffnungen umgesetzt werden. Durch Vorbereitungshiebe im Altholz könnte sich der vermehrte Lichteinfluss positiv auf das Einstellen einer Naturverjüngung auswirken.

*Jagd:* Der untersuchte Waldkomplex in Kastelruth liegt im Eigenjagdrevier Salegg (258ha) und ist von der Forstverwaltung der Diözese Bozen-Brixen an eine Privatperson verpachtet. Da die Abschussdaten für die Eigenjagd keine bzw. nur sehr vage Aussagen über die Wilddichte im Gebiet unterhalb des Schlerns zulassen, ist auch die Abschussplanung des gesamten Jagdrevier Kastelruths angeführt (Tab. 1).

TAB. 1: ABSCHUSSPLAN REVIER KASTELRUTH UND EIGENJAGD SALEGG (INTERNE DATEN AMT FÜR JAGD UND FISCHEREI)

Abschussplan Revier Kastelruth												
	Rotwild				Rehwild				Gamswild			
	bewilligt	erlegt	%	Abschussdichte/100ha Lebensraum	bewilligt	erlegt	%	Abschussdichte/100ha Lebensraum	bewilligt	erlegt	%	Abschussdichte/100ha Lebensraum
2011	27	22	81%	0,21	140	79*	56%	0,86	72	29*	40%	1,2
2010	24	24	100%	0,23	148	140	95%	1,53	75	57	76%	2,4
2009	19	17	89%	0,16	150	141	94%	1,54	96	76	79%	3,2
2008	16	17	106%	0,16	146	144	99%	1,51	138	127	92%	>5
2007	8	10	125%	0,09	144	144	100%	1,57	140	135	96%	>5
Abschussplan Eigenjagd Salegg												
2011	3	1	33%	0,41	10	4*	40%	1,55	8	5*	63%	3,8
2010	3	0	0%	0	9	9	100%	3,48	9	6	67%	4,5
2009	6	0	0%	0	7	7	100%	2,71	6	5	83%	3,8
2008	4	1	25%	0,41	5	6	120%	2,32	6	6	100%	4,5
2007	3	2	67%	0,82	10	4	40%	1,55	7	5	71%	3,8

\* Die Strecke der Böcke, Bockjahrlinge sowie Bockkitze wurde noch nicht vollständig in die Datenbank eingegeben

Mit 0,21 Stück Rotwild pro 100ha Lebensraum ist die Abschussdichte von Kastelruth 2011 niedriger als der Durchschnitt des Jagdbezirk Brixen von 0,32 Stück / 100ha (vgl. Tab. 5). Auch die Rehwildstrecke, welche in den vergangenen Jahren zwischen 1,57 und 0,86 Stück je 100ha lag, entspricht den Jagdgebieten mit relativ wenig Wild pro ha Lebensraum. Ein deutlicher Rückgang der Abschusszahlen des Gamswildes ist zu verzeichnen, welche von 140 Stück im Jahre 2007 auf die Hälfte im Jahr 2011 reduziert worden sind (Tab. 1).

### 2.2.2. KOMPLEX LÜSEN

*Lage:* Der untersuchte Komplex befindet sich im Lüsner Tal, einem östlichen Seitental des Eisacktales, auf der orografisch linken Seite des Lasankenbaches. Die vertikale Ausbreitung der Untersuchungsfläche zieht sich von der Rienzschlucht auf 650m bis auf 1250m ü.d.M. hinauf. Die Waldbestände sind überwiegend nach Norden exponiert und weisen bis auf den untersten, felsigen Bereich keine Geländeschwierigkeiten auf. Das Lüsner Tal liegt in der Fichten-Tannenzone des Eisacktales in den südlichen Zwischenalpen (3.3).



**ABB. 11: ORTHOFOTO UND VERTEILUNG DER BESTANDESSTRUKTURTYPEN VOM KOMPLEX „LÜSEN“ (LEGENDE SH. ABB. 9).**

*Geologie und Boden:* Das Untersuchungsgebiet liegt in der Zone des Brixner Quarzphyllits. Die Böden können zu jenen der Hangbraunerden gerechnet werden, welche je nach Exposition, Seehöhe, und Streuauflage unterschiedliche Podsolierung aufweisen.

*Klima:* Das Klima entspricht dem niederschlagsreicheren, mitteleuropäisch-montanen Typ VI(X)3. Die mittleren Jahresniederschläge betragen in den Tallagen ca. 800 mm und steigen taleinwärts und in subalpinen Lagen auf über 1000 mm an. Die Niederschlagsmaxima konzentrieren sich auf die Sommermonate, dennoch trifft auch im Spätherbst/Frühwinter eine beträchtliche Menge an Niederschlag auf, häufig in Form von Schnee (Abb. 12). Die Zahl der Tage mit einer Schneedecke von mindestens 1 cm beträgt in Lüsen 76 (PEER, 1995). Die mittlere Jahrestemperatur im äußeren Talbereich liegt bei 7°C. Der Index für die hygrische Kontinentalität liegt bei 0,85 und ermöglicht damit noch die Verbreitung der hinsichtlich Wasserversorgung anspruchsvolleren Tanne auf den Schattseiten des Tales (AUTONOME PROVINZ BOZEN, 2009).

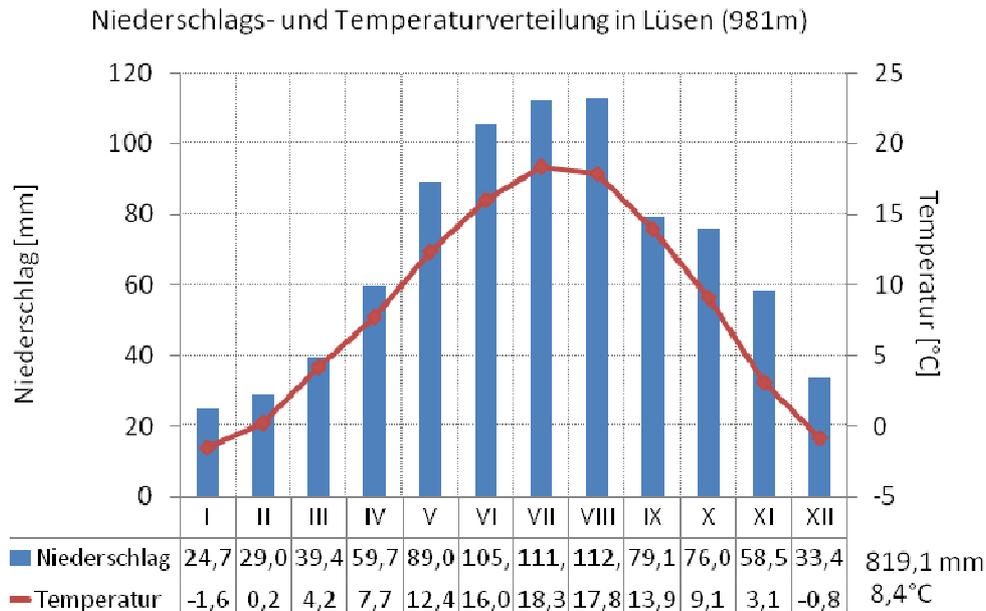


ABB. 12: NIEDERSCHLAGS- UND TEMPERATURVERTEILUNG IN LÜSEN IM BEOBACHTUNGSZEITRAUM 1925-2010.

*Besitzverhältnisse:* Die Untersuchungsfläche liegt im Besitz der Diözese Bozen-Brixen und wird auch von dieser bezüglich Waldwirtschaft und Jagd verwaltet.

*Bewirtschaftung:* Seit 1967 wird über das von der Diözese bewirtschaftete Gebiet in Lüssen mithilfe eines Planoperats Buch geführt. Lange Zeit vorher wurde aufgrund der schlechten Erschließung vorwiegend im Großkahlschlag gewirtschaftet. Erst während des Ersten Weltkriegs wurde das Lüsner Tal mit einer Straße erschlossen, vorher musste das Holz durch die Lasanke nach Brixen gedriftet werden. Die letzte Drift erfolgte 1950. Sämtliche Kahlfelder wurden stets aufgeforstet und bilden die häufig anzutreffenden gleichaltrigen und instabilen Fi-Bestände. Genutzt wurde vorzugsweise auf Flächen, welche bei der Bringung des Holzes weniger Schwierigkeiten bereiteten und auf welchen die bessere Holzqualität stockte. Unwegsame Standorte wurden nicht in Betracht gezogen. Zu kleinflächigeren Bewirtschaftungsformen ist man erst in den letzten Jahrzehnten übergegangen. Femelschlagähnliche Eingriffe mit Loch- und Randhieben finden in unterschiedlicher Kombination Anwendung. Die Verjüngungsdynamik wurde im Operat als sehr gut empfunden, auch wenn teilweise starke Vergrasung und Verstrauchung das Aufkommen von Naturverjüngung hemmen bzw. verlangsamen. Erwähnenswert sind zwei Windwurfereignisse in der Vergangenheit: 1968 wurden ca. 30ha Wald vom Wind geworfen, 1994 fielen durch ein starkes Windwurfereignis ca. 4.000 Vfm als Schadholz an. Letzteres Ereignis betrifft auch den untersuchten Komplex. In der ehemaligen Windwurffläche hat sich, vor allem von den Rändern

ausgehend, zusammen mit Pionierbaumarten Verjüngung eingestellt. Im Zentrum hemmt immer noch starke Vergrasung das Etablieren der Naturverjüngung.

Das Altholz stockt ziemlich dicht, sodass sehr wenig Licht in den Bestand kommt. Das typische Bild sind vegetationslose, stammzahlreiche Wälder, in der meist nur Keimlinge aufkommen. Sobald sich das Kronendach jedoch ein wenig öffnet, kann ein deutlicher Anstieg der Bodenvegetation verzeichnet werden und kleine Verjüngungskegel mit Fichten und Tannen entstehen. Deshalb ist es sehr wichtig durch kleinflächige Eingriffe Licht in die dichten Bestände zu bringen.

*Jagdlicher Hintergrund:* Seit jeher ist Lüssen bekannt als Gebiet mit einer hohen Rotwildichte. Bereits seit ältester Zeit gehört das Revier Lüssen zu den bevorzugten Jagdrevieren für Rotwild der bischöflichen Herren in Brixen. Während in der zweiten Hälfte des 18. Jhd., laut Berichten namhafter Autoren, der Rotwildbestand noch als gut zu beschreiben war, häuften sich nach den Freiheitskriegen um 1800 die Meldungen von „letzten“ Hirschen, die in Südtirol erlegt wurden und noch als Standwild zu betrachten war. Die Hirschabschüsse ab 1830 bis in das 20. Jhd. hinein, betreffen, mit wenigen Ausnahmen, Wechselwild, welches aus den benachbarten Revieren Österreichs und der Schweiz eingewandert ist. Jene Reviere, die nicht in Verbindung mit den genannten Nachbarzonen stehen, waren bereits im 19. Jhd. rotwildleer. Eine Ausnahme bilden die Reviere Obervinschgau und Lüssen, in welchen sich auch in dieser Zeit Rotwild als Standwild gehalten hat. Auch in Lüssen ist allerdings im Jahre 1924 der letzte Hirsch zur Strecke gebracht worden und nach diesem Jahr schien das Rotwild auch in Lüssen ausgerottet worden zu sein. Nach dem 2. Weltkrieg erholten sich zunächst die Bestände im oberen Vinschgau schnell und auch in den nördlichen Revieren Südtirols, jene die in Verbindung zu den Nachbarstaaten stehen, wurde immer mehr Rotwild bestätigt. So schreibt Dr. Wilhelm von Lachmüller in der „Jägerzeitung“ von 1956 von der „Rückkehr des Rotwildes in Südtirol“ (SAILER, 1994). 1970 wurden in Lüssen bereits drei Hirsche erlegt, 1990 bereits 20 (SAILER, 1994) und 2007 gibt die Abschlussplankommission den Abschuss von 69 Stücken Rotwild (23+67) frei, was einer Abschussdichte/100ha Lebensraum von 0,95 entspricht (interne Daten Amt für Jagd und Fischerei). Aufgrund der stark ansteigenden Wildzahlen stieg auch die Verbissbelastung in den vergangenen zwei Jahrzehnten stark an.

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im Eigenjagdrevier „Bannwald“ der Diözese Bozen-Brixen, welche das Revier verpachtet. In den letzten Jahren wurden mit abnehmender Tendenz zwischen fünf und sieben Stück Rotwild bewilligt, wobei die Abschussrate, mit Ausnahme von

2008, unter 50% blieb (Tab. 2). In den letzten Jahren wurden zwischen 13 und 16 Stück Rehwild in den letzten fünf Jahren bewilligt, die Abschussquote lies also nach. Die Strecke des Gamswildes hat im Revier Lüssen stark abgenommen, Grund dafür war das flächige Auftreten der Gamsräude, welche die Populationen drastisch schrumpfen lies.

Da das Habitat einer Schalenwildpopulation nicht den Grenzen der „kleinen“ Eigenjagdrevieren entspricht und somit die Aussage über das Vorkommen von Schalenwild nicht repräsentativ ist, wurde auch der Abschussplan des Lüsener Jagdreviers dargestellt. Hauptaugenmerk ist auf die, im Vergleich mit den Abschussdichten der anderen Komplexen, hohe Rotwildichte zu legen (Tab. 2).

**TAB. 2: ABSCHUSSPLAN REVIER LÜSEN UND EIGENJAGD BANNWALD (INTERNE DATEN AMT FÜR JAGD UND FISCHEREI)**

Abschussplan Revier Lüssen													
	Rotwild				Rehwild				Gamswild				
	bewilligt	erlegt	%	Abschussdichte/100ha Lebensraum	bewilligt	erlegt	%	Abschussdichte/100ha a Lebensraum	bewilligt	erlegt	%	Abschussdichte/100ha Lebensraum	
2011	47	44	94%	0,69	126	65*	52%	1,08	10	0*	0%	0	
2010	67	61	91%	0,95	125	123	98%	2,04	40	33	83%	0,9	
2009	72	62	86%	0,97	132	135	102%	2,24	90	89	99%	2,5	
2008	58	60	103%	0,94	132	132	100%	2,19	115	105	91%	2,9	
2007	69	61	88%	0,95	130	132	102%	2,19	105	109	104%	3	
Abschussplan Revier Bannwald													
2011	5	1	20%	0,29	13	8	62%	2,26	3	0*	0%	0	
2010	5	2	40%	0,58	16	12	75%	3,39	3	0	0%	0	
2009	6	3	50%	0,86	16	17	106%	4,80	3	1	33%	0,6	
2008	7	6	86%	1,73	15	15	100%	2,44	5	2	40%	1,1	
2007	7	3	43%	0,86	16	14	88%	3,96	4	4	100%	2,3	

\* Die Strecke der Böcke, Bockjahrlinge sowie Bockkitze wurde noch nicht vollständig in die Datenbank eingegeben

### 2.2.3. KOMPLEX PFUNDERER BERG

*Lage:* Der Waldkomplex Pfunderer Berg liegt, nicht wie der Name vermuten lässt im Pfunderer Tal, sondern im Gemeindegebiet von Villanders, an der schroffen und felsigen Talflanke des Thinnetals, welches bei Klausen vom Westen her ins Eisacktal mündet. An der orografisch rechten Seite des Thinnebachs liegend, ist die Exposition des Komplexes vorwiegend nordlich bis leicht nordöstlich und das Gelände kann durchwegs als schroff bezeichnet werden. Mit Ausnahme des obersten Bereichs nahe der Villanderer Alm ist die gesamte Flanke sehr steil und mit Felsbändern durchzogen. Vertikal erstreckt sich der untersuchte Komplex von 1000m bis 1600m ü.d.M., wobei im tiefer gelegenen Bereich aufgrund der Geländeschwierigkeiten keine Aufnahmen durchgeführt werden konnten (Abb. 13). Laut Waldtypisierung befindet sich das Untersuchungsgebiet in der Tannen-Fichten-Zone des Eisacktals der südlichen Zwischenalpen (3.3) (AUTONOME PROVINZ BOZEN, 2009).

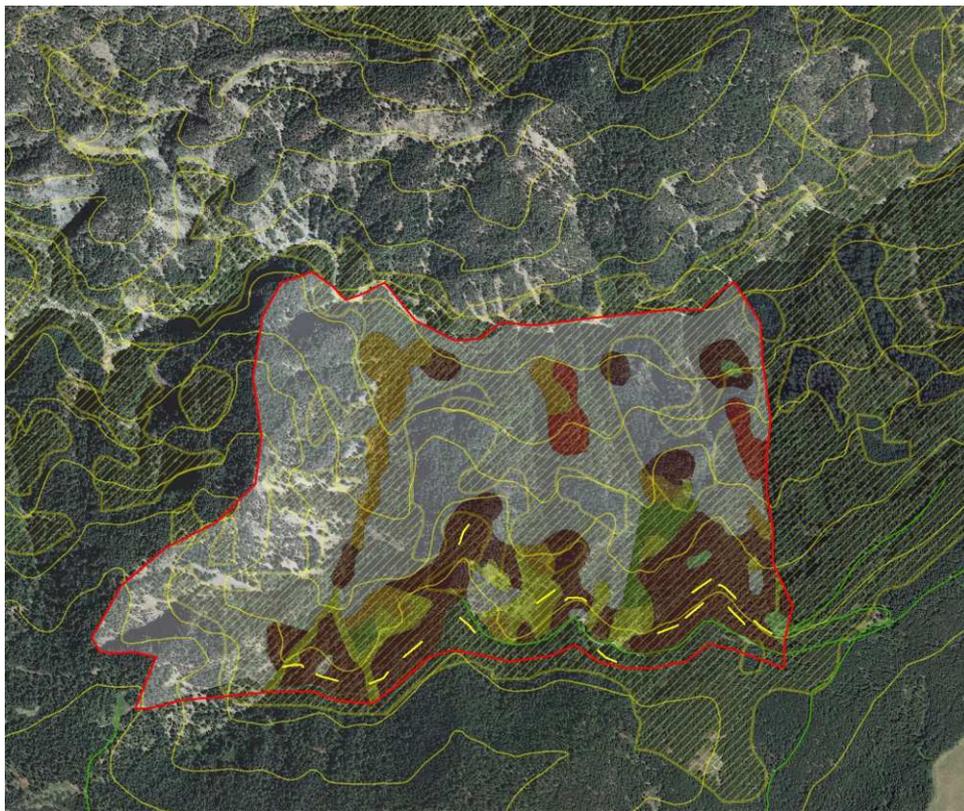


ABB. 13: ORTHOFOTO UND VERTEILUNG DER BESTANDESSTRUKTURTYPEN VOM KOMPLEX „PFUNDERER BERG“ (LEGENDE SH. ABB. 9).

*Geologie und Boden:* Der vorwiegend metamorphe Untergrund im Untersuchungsgebiet hat sich vor ca. 300-350 Millionen Jahren gebildet. Dabei wurden ehemalige Intrusiv- bzw. Sedimentärgesteine (Tonerden, Quarzsandsteinen) einem metamorphen Prozess unterzogen und

zu Quarzphylliten mit Gneiseinlagerungen umgewandelt. Im Untergrund befinden sich mehr oder weniger verbreitet Intrusiveinschlüsse, wie dies am Pfunderer Berg der Fall ist. Im oberen Bereich des Hanges überwiegt Diorit, im unteren ist dem Diorit vermehrt Gneis beigemischt. Im Komplex Pfunderer Berg kommen vorwiegend schwach entwickelte, flachgründige Rankerböden vor, die aufgrund ungünstiger Bodenneigung und Erosionswirkung in der Entwicklung gehemmt werden.

Bedeutend für das Gebiet um den Pfunderer Berg war das Pfunderer Bergwerk. Im 15. und 16. Jhd. erlebte es seine Blütezeit und konnte zu einem der wichtigsten und ältesten Bergwerke in Tirol werden. Abgebaut wurden vor allem Silber, Blei, Kupfer und Zink. Nach einer stagnierenden Periode in der zweiten Hälfte des 16. Jhd. wurde die Bergwerkstätigkeit bis ins 20. Jhd, wenn auch in abgeschwächter Form, weitergeführt. Grund für den Einbruch der Bergbautätigkeit war neben der Krise im Silberbergbau und den internen Besitzstreitigkeiten auch die Verordnung des Kaisers, dass kein Holz mehr geschlägert werden durfte. Da ein Bergwerk Unmengen an Holz verschlingt, waren zu dieser Zeit die Wälder rund um das Bergwerk beinahe zur Gänze abgeholzt. Einerseits brauchte man das Holz zur Erzeugung von Holzkohle für die Schmieden und Schmelzöfen, andererseits diente es als Stützmaterial für die langen Bergstollen (HOMEPAGE PFUNDERER BERGWERK, 2012).

*Klima:* Die Niederschläge erreichen, wie dies typisch für das subkontinentale Klima ist, in den Sommermonaten ihr Maximum mit 100-120mm durchschnittlichem Monatsniederschlag und liegen im Winter bei lediglich 20-30mm (Abb. 14). Die günstige Verteilung der Niederschläge innerhalb der Vegetationsperiode ermöglicht es den Waldbeständen, trotz der geringen Gesamtniederschläge, eine recht gute Wachstumsleistung aufzuweisen.

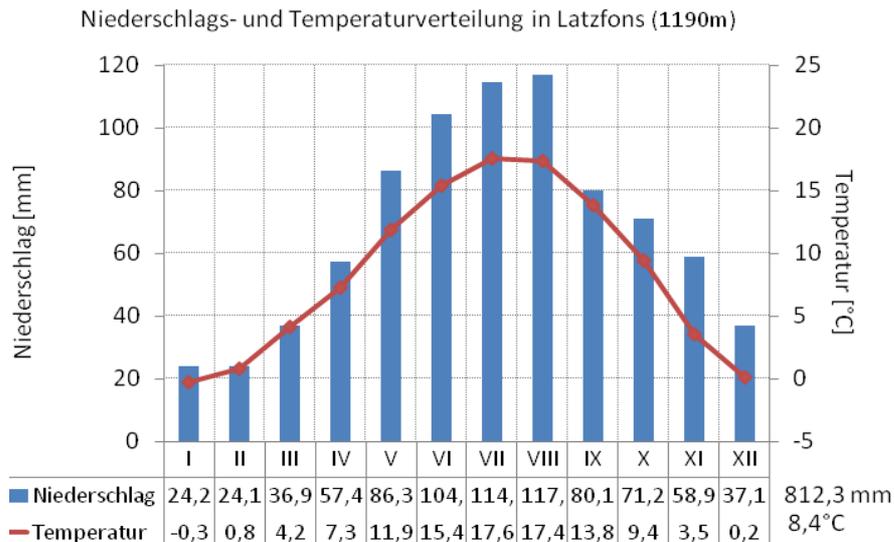


ABB. 14: NIEDERSCHLAGS- UND TEMPERATURVERTEILUNG IN LATZFONS IM BEOBACHTUNGSZEITRAUM 1924-2010

*Besitzverhältnisse:* Der zu untersuchende Komplex liegt im Gebiet des Landesbetriebes der Forst- und Domänenverwaltung und wird auch von dieser bewirtschaftet.

*Bewirtschaftung:* Wie bereits erwähnt befindet sich in unmittelbarer Umgebung der untersuchten Fläche eines der ältesten und wichtigsten Tiroler Bergwerke. In der Blütezeit der Bergwerkstätigkeit wurden die Wälder oft maßlos übernutzt, bis hin zu ihrer Existenzgefährdung. Ganze Gebiete wurden wahllos kahl geschlagen. In dieser Zeit waren die Wälder oft nicht mehr in der Lage, die kontinuierliche Entwicklung der Bergwerkstätigkeit zu gewährleisten und ihren hohen Holzbedarf zu decken. Dies war mit ein Grund für die Stagnation im Bergbau und schließlich auch für die unvermeidliche Krise und Ende des Pfunderer Bergwerks. Die Schäden an den Wäldern wurden aber nicht nur durch den sehr hohen Rohstoffbedarf, sondern auch durch die Schadstoffemissionen im Zuge der Schmelztätigkeit verursacht.

Aufgrund der Geländeschwierigkeiten (beinahe die Hälfte des Komplexes sind bestockter Fels) wurden im Komplex Pfunderer Berg nur selten Nutzungen durchgeführt. Nur der unterste Bereich des Komplexes, welcher geringere Geländeschwierigkeiten aufweist, konnte bewirtschaftet werden. So hat sich der Großteil des Waldes zu einem alten, dichten und schlechtwüchsigen Fi-Wald mit beigemischter Tanne entwickelt. In den vergangenen Jahrzehnten wurde nur ein größerer Schlag im steilen, oberen Bereich des Komplexes durchgeführt. Dieser wurde anschließend mit Fi, Lä und Ta aufgeforstet. Insgesamt wurde bei den Nutzungen keine Rücksicht auf die Bedürfnisse der Tanne genommen.

*Jagdlicher Hintergrund:* Jagdlicher Bewirtschafter ist der Landesbetrieb der Forst- und Domänenverwaltung, der die vorgegebenen Abschussrichtlinien einzuhalten versucht. Bis vor drei Jahren wurden im Revier Pfunderer Berg im Rahmen des Abschussplans immer 14 Gämse und zwei Rehe genehmigt. Der Abschussplan wurde bis auf wenige Ausnahmen stets erfüllt. Vor drei Jahren wurde die Anzahl der Gamsabschüsse auf 17 Stück angehoben, um dem befürchteten Räudezug entgegenzuwirken. Die Erfüllung der Abschusspläne ist im Gebiet des Pfunderer Berges aufgrund der Geländeschwierigkeiten und des ausschließlichen Waldreviers nicht immer leicht zu bewerkstelligen. Eine Erhöhung des Abschussplanes wäre daher problematisch, da der weidmännische Selektivabschuss auch ein Ansprechen des Wildes verlangt (MUNTER, 2012). Wie man anhand der Abschussinformationen sehen kann, wird das Untersuchungsgebiet vor allem vom Gamswild durchzogen. Es wurde in den vergangenen Jahren kein Rotwild erlegt. Das zeugt von der geringen Präsenz dieser Art. Es hält sich vermehrt nur in den Sommermonaten in dem nordseitigen Gebiet auf und wechselt im Winter in die gegenüberliegenden südseitigen Hänge. Somit ist der Hauptverursacher von Verbisschäden neben dem Reh das Gamswild, welches die Tanne durch selektiven Verbiss im Winter ziemlich stark unter Druck setzen kann.

#### 2.2.4. KOMPLEX SCHALDERS

*Lage:* Das Untersuchungsgebiet befindet sich im Schalderer Tal, einem westlichen Seitental des Eisacktales bei Brixen, auf der orografisch rechten Seite des Schalderer Baches auf der Höhe des gegenüberliegenden Dorfes Schalders. Vorwiegend nach Norden exponiert, befindet sich die Schalderer Schattseite in der Tannenzone der randlichen Inneralpen (1.2). Der untersuchte Komplex erstreckt sich von 1050m bis 1600m ü.d.M.

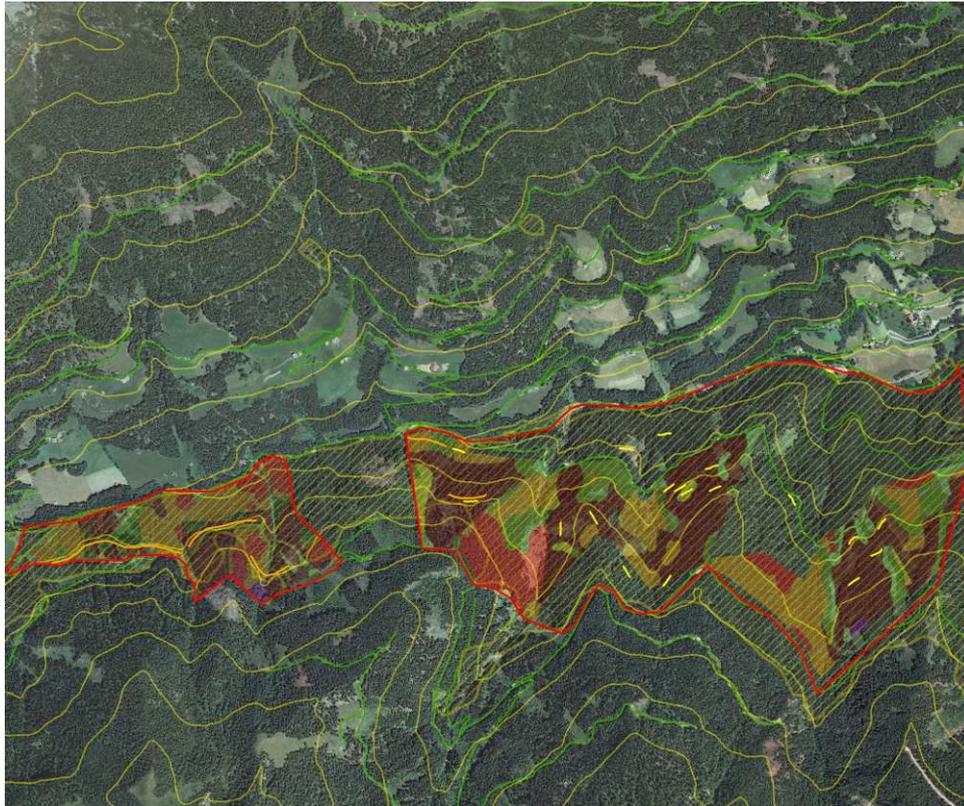


ABB. 15: ORTHOFOTO UND VERTEILUNG DER BESTANDESSTRUKTURTYPEN VOM KOMPLEX „SCHALDERS“ (LEGENDE SH. ABB. 9).

*Geologie und Boden:* Der Komplex im Schalderer Tal liegt aus geologischer Sicht in der Zone des Brixner Quarzphyllits. Zur Zeit, als die verschiedenen kontinentalen Platten der Erdkruste noch im Superkontinent Pangaea vereint waren, haben sich Gesteinsablagerungen der damaligen Gebirgszüge (Kaledonisches Gebirge, Variszisches Gebirge) in Senken und Mulden abgelagert. Aus diesen sandig-tonigen Sedimenten mit zwischengeschalteten, quarzreichen Vulkaniten ist der Quarzphyllit entstanden. Da der Quarzphyllit relativ rasch verwittert, begünstigt er sanfte Geländeformen. Die Böden sind eher wasserdurchlässig und locker. Auf besseren Standorten, welche von Wald-Weide und Streunutzung größtenteils verschont worden sind, haben sich Hangbraunerden ausgebildet, die je nach Exposition, Streuauflage und Höhenlage unterschiedlich stark podsoliert sind.

*Klima:* In Schalders gibt es keine hydrologische Messstation. Deshalb wurden die Klimadaten von der nahegelegenen Dorf Franzensfeste verwendet. Diese sind jedoch nur teilweise mit den tatsächlichen meteorologischen Daten von Schalders vergleichbar, da dieses Dorf im Gegensatz zu Franzensfeste (725m) auf einer Seehöhe von 1000 m.ü.M. liegt. Man kann davon ausgehen, dass die Niederschlagsverteilung von Schalders, typisch für die Inneralpen, einem

subkontinentalen Klima mit abgeschwächtem, mitteleuropäischen Charakter entspricht, sowie ein Sommermaximum beim Niederschlag aufweist (MAYER UND HOFFMANN, 1969). Mit einem mittleren Jahresniederschlag von knapp 650mm weist die Wetterstation in Franzensfeste in den sonst mäßig trockenen Inneralpen einen frischeren Charakter auf (Abb. 16). Aufgrund der höheren Lage kann man davon ausgehen, dass der Niederschlag in Schalders auf 900mm ansteigen wird. Die Jahresdurchschnittstemperatur beträgt 10,0°C im Tal.

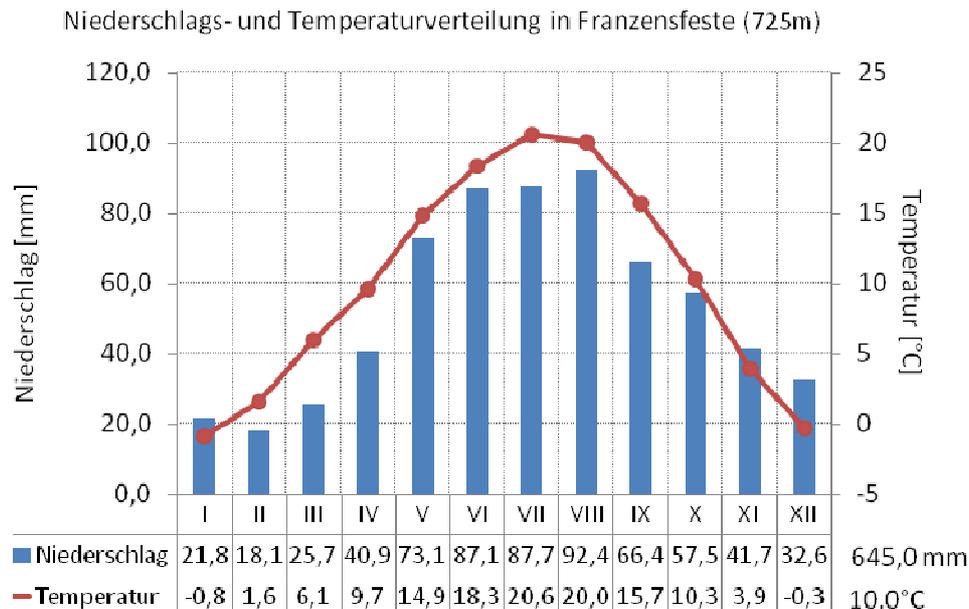


ABB. 16: NIEDERSCHLAGS- UND TEMPERATURVERTEILUNG IN FRANZENSFESTE IM BEOBACHTUNGSZEITRAUM 1973-2010.

*Besitzverhältnisse:* Die Untersuchungsfläche liegt im Gebiet der Eigenverwaltung der bürgerlichen Nutzungsrechte (E.B.N.R.) Schalders der Gemeinde Vahrn und fällt in den Verwaltungsbereich des FI Brixen. Die direkte Aufsicht obliegt der Forststation von Brixen.

*Bewirtschaftung:* Seit 1961 werden die Waldbestände im und um das Untersuchungsgebiet anhand eines Waldbewirtschaftungsplans behandelt. Aus alten Operaten geht hervor, dass die Wälder von Schalders bis in die fünfziger Jahre im Kahlschlagbetrieb bewirtschaftet worden sind. Vor allem auf der orografisch rechten Talseite wurden großflächige Nutzungen durchgeführt. 1560 wurde ein Lokalaugeschein der Wälder in Schalders vorgenommen, wobei festgestellt wurde, dass auf der Schattseite von Vahrn bis zum Schinteleck (Schalders) alle Wälder bis auf Birkenstauden ausgeödet und ausgehackt worden waren (Zani, 1984). Während des 2. Weltkrieges, und vor allem unter der faschistischen Verwaltung der Podestá, wurden sehr starke

und großflächige Nutzungen durchgeführt. Zudem wurde, wie im ganzen Land, häufig Holzfrevel betrieben. Erst ab den 50er-Jahren wurde auf eine naturnahe Waldbehandlung gesetzt.

Bis vor wenigen Jahren wurde in der Waldbewirtschaftung keine Rücksicht auf die Tanne genommen. In Zukunft soll sich das ändern um den Fortbestand der Tanne im Schalderer Tal zu gewährleisten. Kleinflächige Eingriffe, sowie das Stehenlassen der Tannen bei Durchforstungen, sollen der Tanne verhelfen, weiterhin in den gewünschten Anteilen vorzukommen. Im Vergleich mit anderen Komplexen kommt in Schalders auf dem ersten Blick deutlich mehr Tannenverjüngung vor, welche zudem weniger extreme Verbissbelastung aufweist.

*Jagdliche Situation:* Im Vergleich zu Revieren wie Lüssen oder Vintl ist die Rotwildichte im Revier Vahrn mit 0,2 Abschüssen / 100 ha sehr gering (Tab. 3).

TAB. 3: ABSCHUSSPLAN REVIER VAHRN (INTERNE DATEN AMT FÜR JAGD UND FISCHEREI)

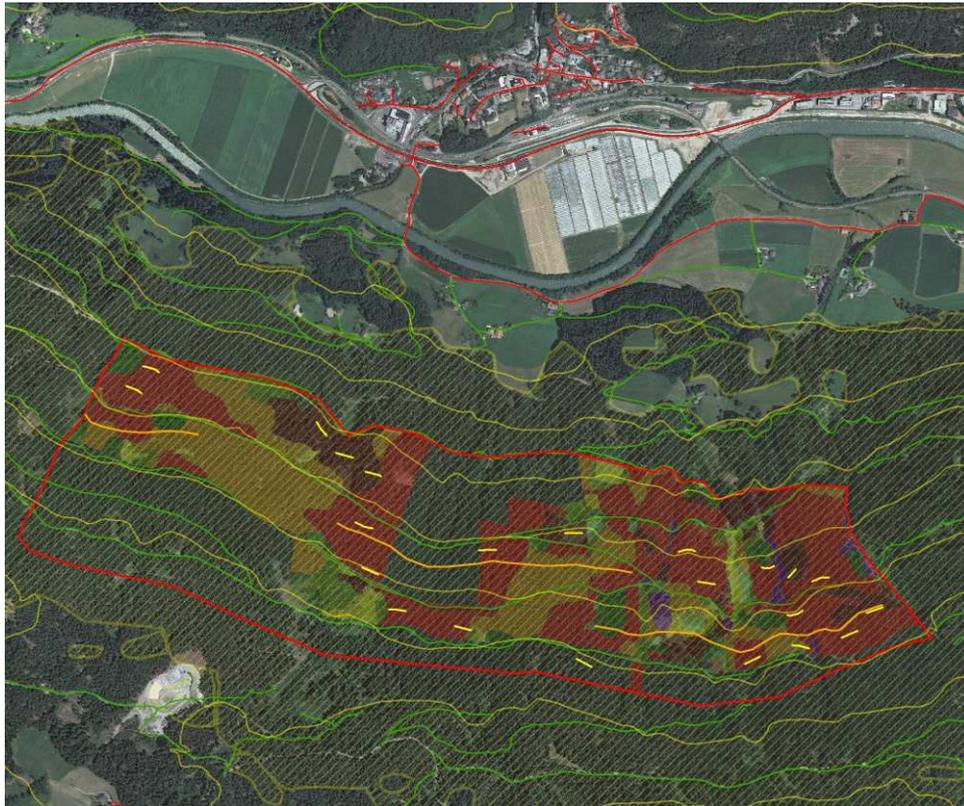
Abschussplan Revier Vahrn													
	Rotwild				Rehwild				Gamswild				
	bewilligt	erlegt	%	Abschuss- dichte/100ha Lebensraum	bewilligt	erlegt	%	Abschuss- dichte/100ha Lebensraum	bewilligt	erlegt	%	Abschuss- dichte/100ha Lebensraum	
2011	9	8	89%	0,20	58	29*	50%	0,74	17	7*	41%	0,4	
2010	8	5	63%	0,12	50	54	108%	1,37	21	14	67%	0,7	
2009	9	7	78%	0,17	48	49	102%	1,24	21	14	67%	0,7	
2008	8	5	63%	0,12	63	53	84%	1,35	20	16	80%	0,8	
2007	6	4	67%	0,10	64	61	95%	1,55	21	18	86%	0,9	

\* Die Strecke der Böcke, Bockjahrlinge sowie Bockkitze wurde noch nicht vollständig in die Datenbank eingegeben

Auch die Strecke des Reh- und Gamswildes liegt in Schalders deutlich unter dem Durchschnitt von 2,15 Rehen bzw. 2 Gämsen pro 100 ha des Jagdbezirks Brixen (Tab. 5). Von den untersuchten Komplexen besteht in Schalders sicher die geringste Wilddichte, wie ein Vergleich der Abschusszahlen in den fünf verschiedenen Komplexen zeigt.

### 2.2.5. KOMPLEX VINTL

*Lage:* Die untersuchte Fläche liegt am Eingang des Pustertals auf der orografisch linken Seite der Rienz auf der Höhe von Niedervintl. Geologisch, klimatisch und hinsichtlich der Vegetation liegt das Untersuchungsgebiet in der Tannenzone der randlichen Inneralpen (1.2). Der gesamte Komplex befindet sich auf der Schattseite, ist infolgedessen überwiegend in Richtung Norden exponiert und erstreckt sich in der montanen Stufe von 950 bis 1350 m ü.d.M.



**ABB. 17: ORTHOFOTO UND VERTEILUNG DER BESTANDESSTRUKTURTYPEN VOM KOMPLEX „VINTL“ (LEGENDE SH. ABB. 9).**

*Geologie und Boden:* Gemäß dem Planoperat „Kreithner Wald“ fällt das Untersuchungsgebiet in den Bereich des Brixner Quarzphyllits, der sich aus kalkfreien Ablagerungen (Tonschiefer und Quarzsandsteinen) entwickelt hat (Schwingschlögl, 2005). Großflächig ist das geologische Ausgangsgestein von Hangschutt überdeckt. Bezüglich der Bodenentwicklung verwittert der Quarzphyllit zwar gut, weist aber meist einen geringen Tongehalt auf. So bleiben die Humusstoffe vielfach unvermischt und wirken als Wasserspeicher. Bei den Waldböden herrschen mittel- bis tiefgründige, gut durchlüftete frische Braunböden vor, die je nach Exposition, Streuaufgabe und Höhenlage unterschiedlich starken Podsolierungsgrad aufweisen.

*Klima:* Aufgrund des Niederschlagsmaximums im Sommer und dem Rückgang der Niederschläge über Frühjahr und Herbst zum Winter hin, kann das Klima als ausgesprochen kontinental beschrieben werden (FLIRI, 1982). Der mittlere Jahresniederschlag beträgt 700mm, wobei die monatlichen Niederschläge im Sommer ihr Maximum erreichen und häufig in Form von intensiven Gewittern fallen. Die mittlere Jahrestemperatur liegt bei 9° C an der Beobachtungsstation. Man kann aber davon ausgehen, dass sie im Untersuchungsgebiet aufgrund der nördlichen Exposition geringfügig tiefer liegt.

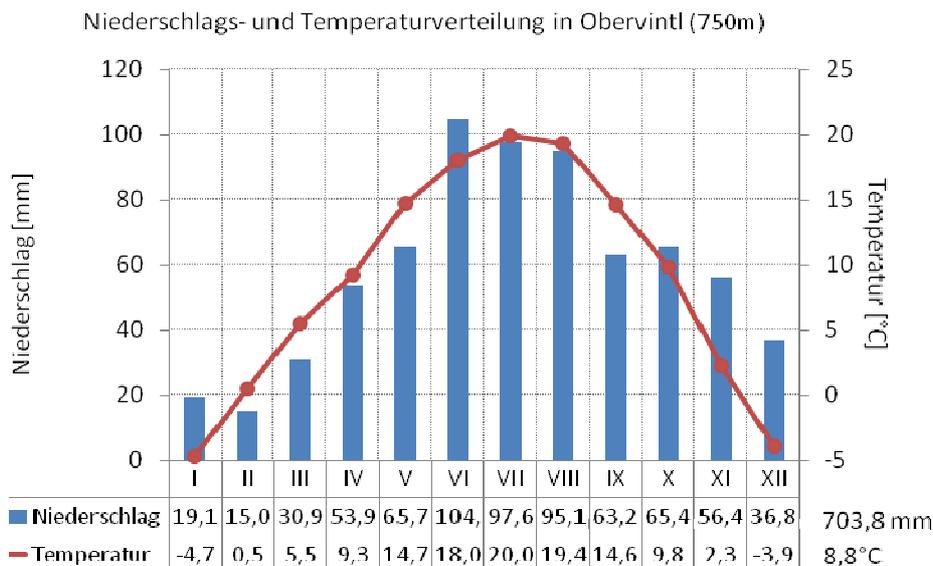


ABB. 18: NIEDERSCHLAGS- UND TEMPERATURVERTEILUNG IN OBERVINTL IM BEOBACHTUNGSZEITRAUM 1989-2010

*Besitzverhältnisse:* Der Untersuchungskomplex Vintl ist im Besitz von zwei separaten, privaten Waldeigentümern.

*Bewirtschaftung:* Bis vor einigen Jahren wurde bei der Bewirtschaftung der Flächen besonderes Augenmerk auf die Tanne gelegt, d.h. es wurde versucht, die Eingriffe auf kleinflächige Femelhiebe bzw. Saumhiebe zu beschränken. Da jedoch jegliche Verjüngung vom Schalenwild vernichtet wurde und zuletzt die Nutzung mit Seilkran oft größere Schläge mit sich bringt, wird der Tanne keine besondere Stellung in der Waldbewirtschaftung mehr zugewiesen. Laut dem zuständigen Forstpersonal würde sich die Tanne auf der Vintler Schattenseite auch auf größeren Schlägen verjüngen, zumindest sind genügend Keimlinge vorhanden. Ob sich die Tanne dann gegen die Pionierbaumarten Lärche oder Laubholzarten durchsetzen kann, ist fraglich, jedenfalls konnte dies für Vintl nicht beobachtet werden, da die Tanne kaum eine Chance zum Aufwuchs erhielt.

*Jagdlicher Hintergrund:* In den letzten 20 Jahren hat die Stückzahl des Rotwildes im Gebiet um die Vintler Schattenseite bzw. Rodenecker Alm dermaßen zugenommen, sodass es zu ersten Schäden bis hin zur totalen Baumartenentmischung in der Verjüngungsschicht gekommen ist. Die Rodenecker Alm, welche auf der Hochebene unmittelbar oberhalb der Untersuchungsfläche liegt, ist ein beliebter Wintereinstand des Rotwildes. Deshalb sind auch die Schäl- und Verbissschäden im Winter deutlich größer als jene im Sommer. Das stockende Stangenholz wird vorzugsweise im Winter geschält, jedoch kommt auch die Sommerschälung vor. Dem Tannenjungwuchs ist es beinahe unmöglich, aus der kritischen Verbisshöhe von 1,30m herauszuwachsen, da die Tannen ab 10cm Höhe vernichtet werden. Jagdlich sei auf der Vintler Seite dem Rotwild schwer Herr zu werden, da es sich um einen vorwiegend dunklen, geschlossenen Wald handelt, in dem schon ein Anblick schwierig ist.

Die Abschussplankommission hat in den letzten Jahren im Revier Vintl kontinuierlich einen Abschuss von 28-29 Stück Rotwild genehmigt (Tab. 4). Der gleich bleibende Trend der Abschusszahlen entspricht allerdings nicht den vor Ort festgestellten Wildschäden, welche teilweise verheerend sind. Besonders die zahlreichen Schäl- und Verbissschäden im Stangenholz haben für die Qualität und Stabilität des zukünftigen Endbestandes weit reichende Folgen. Aufgrund des beliebten Wintereinstands auf der Rodenecker Alm, sind die Abschusszahlen im Revier Rodeneck höher, mit 1,37 Stück pro 100 ha (40 Stück insgesamt). Die Erfüllungsquote liegt dabei immer im oberen Bereich.

TAB. 4: ABSCHUSSPLAN REVIER VINTL (INTERNE DATEN AMT FÜR JAGD UND FISCHEREI)

Abschussplan Revier Vintl													
	Rotwild				Rehwild				Gamswild				
	bewilligt	erlegt	%	Abschuss- dichte/100ha Lebensraum	bewilligt	erlegt	%	Abschuss- dichte/100ha Lebensraum	Bewilligt	erlegt	%	Abschuss- dichte/100ha Lebensraum	
2011	29	22	76%	0,64	80	38*	48%	1,11	28	19*	68%	1,9	
2010	28	19	68%	0,55	80	80	100%	2,23	28	26	93%	2,6	
2009	29	26	90%	0,76	88	90	102%	2,63	28	28	100%	2,8	
2008	28	26	93%	0,76	88	90	102%	2,63	28	28	100%	2,8	
2007	29	27	93%	0,79	80	84	105%	2,45	32	32	100%	3,2	

\* Die Strecke der Böcke, Bockjahrlinge sowie Bockkitze wurde noch nicht vollständig in die Datenbank eingegeben

Im Revier Vintl werden im Vergleich zum Mittelwert des Jagdbezirks Brixen überdurchschnittlich viele Rehe erlegt, wobei ein Großteil des Wildes auch im gegenüberliegenden Weitental vorkommt und bejagt wird. Auch der geplante Gamsabschuss blieb in den vergangenen Jahren mit 28 Stück derselbe.

Zum Vergleich sollen die Planungs- und Abschussdaten des Jagdbezirks Brixen angeführt werden (Tab. 5).

**TAB. 5: ABSCHUSSPLAN DES JAGDBEZIRKS BRIXEN (INTERNE DATEN AMT FÜR JAGD UND FISCHEREI).**

Abschussplan Bezirk Brixen													
	Rotwild				Rehwild				Gamswild				
	bewilligt	erlegt	%	Abschussdichte/100ha Lebensraum	bewilligt	erlegt	%	Abschussdichte/100ha Lebensraum	bewilligt	erlegt	%	Abschussdichte/100ha Lebensraum	
2011	348	229	66%	0,32	1448	747*	52%	1,15	447	227*	51%	0,80	
2010	363	286	79%	0,40	1416	1385	98%	2,13	545	422	77%	1,50	
2009	360	294	82%	0,41	1437	1376	96%	2,11	697	585	84%	2,00	
2008	339	289	85%	0,41	1467	1420	97%	2,17	828	683	82%	2,40	
2007	334	280	84%	0,39	1454	1432	98%	2,12	858	809	94%	2,80	

\* Die Strecke der Böcke, Bockjahrlinge sowie Bockkitze wurde noch nicht vollständig in die Datenbank eingegeben

### 2.3. DATENERHEBUNG IM GELÄNDE

Nach der endgültigen Festlegung der zu untersuchenden Komplexe wurden in den Monaten Juli-August des Jahres 2008 sowie im Juli 2009 die Geländeaufnahmen durchgeführt. Die Erhebungen erfolgten stets im Zweierteam, wobei abwechselnd Mitarbeiter vom Amt für Jagd und Fischerei bei der Datenerhebung mithalfen.

Grundlage für diese Arbeit war die landesweite Studie über die Verbreitung und den Zustand der Tannenverjüngung in Südtirol im Auftrag des Amtes für Jagd und Fischerei. Im Rahmen dieser Studie wurden bereits der südliche und östliche Teil Südtirols, sprich der Raum Bozen-Unterland sowie das Pustertal untersucht. Die vorliegende Masterarbeit bezieht sich auf den Raum Eisacktal, bzw. das Forstinspektorat Brixen, welches bei Mühlbach auch ins äußere Pustertal reicht.

In den zwei Aufnahmejahren wurden zwei unterschiedliche Aufnahmemethoden verwendet: Das Ziel des ersten Datensatzes, aufgenommen im Sommer 2008, war es, mit wenig Ressourcen einen schnellen und groben Überblick über ein großes Gebiet zu erlangen. Dabei wurde das bereits im Süden und Osten des Landes erprobte Stichprobendesign verwendet, welches mit wenigen Parametern eine zahlenmäßige Erfassung der vorhandenen Tannenverjüngung und deren Zustand erlaubt.

Nachdem diese grobe Erhebungsmethode nur sehr wenig Aussagen über die Gründe einer vorhandenen bzw. nicht vorhandenen Naturverjüngung der Tanne erlaubt und um den wissenschaftlichen Ansprüchen einer Masterarbeit gerecht zu werden, wurde das Stichprobendesign überarbeitet. Außerdem wurden weitere Parameter erhoben, durch welche es möglich sein sollte, die aktuelle Verteilung bzw. den Zustand der Tannenverjüngung zu quantifizieren.

### 2.3.1. STICHPROBENDESIGN 2008

Mittels 50m-Transekten, welche nahtlos ineinander übergingen, wurden folgende Informationen erhoben:

- Anzahl des Jungwuchses
- Anzahl des Altbestandes
- Standorts- und Bestandesparameter

Dabei wurde versucht, die zusammenhängenden Transektflächen quer durch den Komplex zu legen, um ein möglichst repräsentatives Bild von der Verjüngungssituation zu erhalten.

Für das erste Transekt wurde ein Startpunkt festgelegt und von diesem aus bis ans Ende des Komplexes, den Höhenschichtlinien entlang, immer ein Transekt an das nächste gereiht, ohne Berücksichtigung der Altersklasse. Dabei wurde auf den 50 m jede verholzte Gefäßpflanze erhoben, welche den Stammmittelpunkt innerhalb der beidseitig 2m breiten Aufnahmefläche des Transekts hatte (Abb. 19). Die Verjüngung wurde, getrennt nach Baumart, in folgenden Klassen aufgenommen:

- Verjüngung bis 10cm Höhe
- Verjüngung von 10 bis 20cm Höhe
- Verjüngung von 20 bis 50cm Höhe

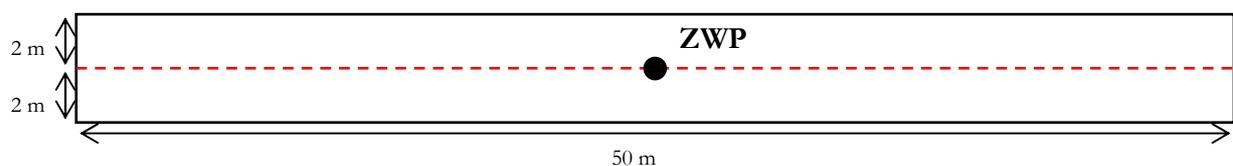
- Verjüngung von 50 bis 100cm Höhe
- Verjüngung von 100 bis 300cm Höhe

Um einen groben Überblick über die Verbissbelastung zu erhalten, wurde der Verbiss an der Verjüngung als binäre Variable mit 0/1 in den verschiedenen Klassen erhoben. Da es Zweck dieser Aufnahmemethodik war, einen groben Überblick über den Zustand der Tannenverjüngung zu erhalten, wurde zwischen den verschiedenen Verbissarten (Terminaltriebverbiss, Seitentriebverbiss, mehrmaliger Verbiss) nicht unterschieden.

Der überschirmte Bestand, ab einer Höhe von 3m bzw. ab der Kluppschwelle von 6cm, wurde, ebenso getrennt nach Baumarten, in Klassen von 10cm erhoben. Somit ergab sich folgende Einteilung:

- Dichtung bis 10cm Durchmesser
- Stangenholz von 10 -20cm Durchmesser
- Baumholz von 20 -30cm Durchmesser
- Baumholz von 30 -40cm Durchmesser
- Altholz von 40 -50cm Durchmesser
- Altholz ab 50cm Durchmesser

Um auch hier den Wilddruck, v.a. in Form von Schälen festzustellen, wurde die Anzahl der betroffenen Bäume getrennt erhoben.



**ABB. 19: STICHPROBENDESIGN VON 2008**

Auf dem Zwischenpunkt (ZWP) - im Zentrum des Transekts - wurden die folgenden, für das gesamte Transekt als repräsentativ angenommenen Standorts- und Bestandesparameter erhoben: Altersklasse, Wildökologischer Bestandestyp nach Reimoser (REIMOSER, 1986), Neigung [%], Exposition, Vegetationsbedeckung [%], Grasanteil [%] an der Vegetation sowie die Humusart.

Die Flächen, auf denen diese Erhebungsmethode angewandt wurde, unterscheiden sich, bis auf jene von Vintl, von den Komplexen von 2009. Die Aufnahmen von 2008 wurden in Lüsen, Riol, Pontives und Schalders gemacht. Auf diese Weise wurden 168 Transekte á 200m<sup>2</sup> erhoben, was einer Gesamtfläche von 3,36 ha entspricht. Dabei entfallen jedoch 79 Transekte auf nicht verjüngungsnotwendige Flächen.

Der Datensatz dieser Aufnahmemethodik wurde nur für einige Fragestellungen verwendet, um eine größere Anzahl an Daten für die Analyse zu erhalten. Daher wurde für den Vergleich zwischen dem aktuellen Tannenanteil und jenem in der Waldtypisierung empfohlenen Anteil, sowie für die Darstellung der Verbissbelastung getrennt nach Baumarten auf allen Untersuchungsflächen der Datensatz von 2008 verwendet.

### 2.3.2. STICHPROBENDESIGN 2009

Die Parameter wurden ebenfalls entlang von 50m-Transekten erhoben, welche jedoch vorher auf der Karte zufällig im Komplex verteilt wurden. Dabei wurde versucht, den gesamten ausgewiesenen Bereich abzudecken und - falls ein Wirtschaftsplan vorhanden war - die Stichproben so zu verteilen, dass sie ausschließlich auf Altersklassen entfallen, in welchen Verjüngung zu erwarten ist bzw. auf Jungwaldflächen (sprich Jungwuchs, Altholz, Altholz in Verjüngung). Flächen mit Fels und bestocktem Fels wurden gemieden.

Auf diese Weise wurden insgesamt 81 Transekte, aufgeteilt auf 5 Komplexe, erhoben. Die aufgenommene Fläche pro Transekt entspricht 200m<sup>2</sup> (beidseitig des Transektes 2m Aufnahmefläche), somit konnte die gesamte Vegetation auf einer Fläche von 1,62 ha erhoben werden.

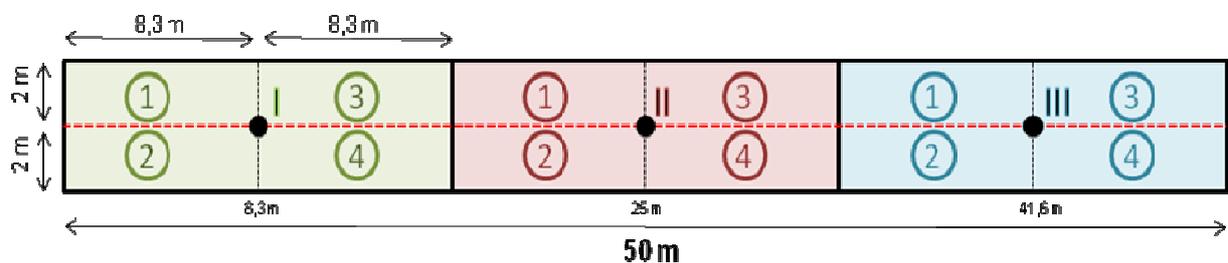


ABB. 20: STICHPROBENDESIGN VON 2009.

Im Gegensatz zum Stichprobendesign von 2008 besteht ein Transekt nicht aus einer repräsentativen Fläche, sondern wurde in Untereinheiten gegliedert, da die verschiedenen Parameter nur für gewisse Flächengrößen Aussagekraft besitzen. Das Transekt von 2009 (Abb.

20) besteht somit aus 3 Zwischenflächen (ZWF), welche in den Farben grün, rot und blau dargestellt sind, mit dem dazugehörigen Zwischenpunkt (I,II,III), auf dem die Standorts- und Bestandesparameter der ZWF aufgenommen worden sind. Jede ZWF ist weiters in vier Teilflächen (Tfl) unterteilt worden (eingekreiste Zahlen 1-4), auf welchen neben den Pflanzenanzahlen auch die Keimbettbedingungen kleinflächig beschrieben worden sind.

Auf der Fläche der 81 Transekte wurden alle verholzten Gefäßpflanzen, sowie Standorts- und Bestandesparameter erhoben. Somit konnten Daten von 241 ZWF bzw. 964 Tfl erhoben werden.

Auf der kleinsten Untersuchungseinheit, der Teilfläche, wurden alle verholzten Gefäßpflanzen nach Baumarten getrennt und in folgenden Klassen aufgenommen:

*Verjüngung:* Alle Pflanzen bis 300cm Höhe oder 6cm Bhd wurden erhoben. Die Höhen der Verjüngung wurden bereits bei der Aufnahme klassifiziert, um den Erhebungsaufwand zu reduzieren. Somit wurde die Verjüngung in den Klassen bis 10cm Höhe, 10-20cm, 20-50cm, 50-100cm und 100-300cm Höhe erhoben. Für jede einzelne Pflanze wurde der Wildeinfluss in Form von einmaligen/mehrmaligen Terminaltriebverbiss und einmaligen/mehrmaligen Seitentriebverbiss der letzten drei Jahre beurteilt. Während der Aufnahme wurde festgestellt, dass der Verbissdruck sehr hoch ist und die meisten Tannen der Verjüngung einen mehrmaligen Leittriebverbiss aufwiesen. Deshalb wurde, sobald der Leittrieb verbissen wurde, auf die zusätzliche Ansprache des Seitentriebverbisses verzichtet. Um die Wachstumsleistung der Tannenverjüngung unter den verschiedenen Lichtbedingungen zu analysieren, wurde von jeder, nicht verbissenen Tanne über 50cm, der fünfjährige Terminaltriebzuwachs gemessen.

*Überschirmte Bestand:* Alle Bäume, die dem vorher definierten Verjüngungsstadium entwachsen sind und dessen Stammachse im Transekt liegt, wurden getrennt nach Baumart erhoben. Dabei wurden jeweils der Bhd sowie die Höhe gemessen.

Um ökologische Fragestellungen, welche den An- bzw. den Aufwuchs der Jungpflanzen betreffen, zu untersuchen, wurden auf den Teilflächen folgende Parameter erhoben: Vegetationsdeckungsgrad [%], Deckungsgrad von Moos, Gras, Waldwachtelweizen, Heidelbeere, Alpenrose [%], Humustyp, Mikorelie, Makrorelief, Vorkommen von Totholz, Wasserhaushalt sowie Vorkommen von Wildwechsel und Losung.

Der Anteil der Bodenvegetation, bezogen auf die gesamte Teilfläche, wurde auf Zehntel genau geschätzt, wobei Vielschichtigkeit bei der Schätzung nicht berücksichtigt wurde. Der Moos- bzw. Grasanteil sowie der Anteil von Bodenpflanzenarten wie Waldwachtelweizen, Heidelbeere und Alpenrose wurde auf dieselbe Weise erhoben. Dabei bezieht sich der angegebene Prozentsatz nicht auf die Bodenvegetation, sondern auf die Teilfläche.

Bei der Aufnahme des Totholzes wurde zwischen liegendem und stehendem Totholz, sowie Baumstöcke unterschieden. Für die Auswertung spielt das stehende Totholz keine Rolle, da kein Exemplar gefunden wurde, welches als Keimbett für Koniferensamen in Frage kommt. Der Zersetzungsgrad des Totholzes wurde in Klassen von A-E (von frisch tot bis Humus mit keiner erkennbaren Holzstruktur) unterteilt, der Entrindungsgrad in Klassen 1-4 (von Stamm voll berindet 100-75% bis Rinde nicht mehr vorhanden 25-0%). Weiters wurden die Durchmesser der Stöcke bzw. beim liegenden Totholz der Mitteldurchmesser (falls messbar) sowie die Länge bestimmt. Sollte Verjüngung auf dem Totholz vorhanden sein, wurde diese separat aufgenommen, um später die verschiedenen Keimbetttypen vergleichen zu können.

Parameter, welche für eine größere Fläche repräsentativ sind, wurden im Mittelpunkt der Zwischenflächen aufgenommen (Abb. 20). Dabei haben die Parameter für die gesamte Zwischenfläche, also auf den vier Teilflächen, Gültigkeit.

Folgende Parameter wurden auf den Zwischenpunkten erhoben: Altersklasse, wildökologischer Bestandestyp nach Reimoser (REIMOSER, 1986), Exposition, Neigung [%], Seehöhe [m.ü.M.], Vorhandensein von Samenbäumen[0/1], Überschildung [in Zehntel], direkte Sonneneinstrahlung im Juni [h/Tag im Juni], Baumartenverteilung [in Zehntel] sowie Verjüngungshemmnisse.

Jeder Zwischenpunkt wurde mittels GPS erfasst und temporär markiert. Auf eine dauerhafte Verpflockung wurde verzichtet, da dies zu einem Erschwernis der Aufnahmen im Gelände geführt hätte. Mittels GPS wurde für jeden Zwischenpunkt die Seehöhe bestimmt, aufgrund des teilweise schlechten Satellitenempfangs wurden die ermittelten Höhen einer Plausibilitätsprüfung unterzogen und über die drei Zwischenpunkte des Transekts gemittelt. Dies ist möglich, da die Transekte immer entlang der Schichtenlinie aufgenommen wurden und somit die Seehöhe innerhalb des Transekts nur minimal variiert.

Für die Ansprache ob Samenbäume im Umkreis des Transekts vorhanden sind, wurde einem Referenzradius von 50m um den Zwischenpunkt gelegt. Sobald mehr als eine mannbare Tanne im Referenzradius stockt, konnte das Vorhandensein von Samenbäumen mittels binärer Variable aufgenommen werden. Die Überschirmung bezieht sich hingegen nur auf die Zwischenfläche und wurde okular in Zehntel angesprochen. Die direkte Sonneneinstrahlung wurde mit dem Sonnenkompass, einem Schweizer Nachbau des originalen Horizontoskop (TONNE, 1945), gemessen. Auf dem Zwischenpunkt wurde die tägliche, direkte Sonnenscheindauer im Juni gemessen, da diese in Gebirgswäldern am engsten mit dem Wachstum der Verjüngung zusammenhängt (SCHÜTZ UND BRANG, 1995). Als Verjüngungshemmnisse wurden jene Probleme angesprochen, welche direkt vor Ort und augenscheinlich einen erfolgreichen Anwuchs bzw. Aufwuchs verhindern.

Das komplette Aufnahmemanual ist im Anhang zu finden.

## 2.4. STATISTIK UND DATENANALYSE

### 2.4.1. AUSWERTEMETHODEN

Die Daten wurden mittels des Tabellenkalkulationsprogramms Microsoft Excel erfasst und sowohl mit Excel als auch mit der Statistiksoftware SPSS, Version 17 (2008) ausgewertet. Zunächst wurde, anhand von Histogrammen, Box-Plot-Analysen und Streudiagrammen, die Plausibilität der Daten untersucht und eventuelle Aufnahme- oder Eingabefehler sowie Ausreißer überprüft und gegebenenfalls ausgebessert.

Zur statistischen Überprüfung und Absicherung der Ergebnisse wurden die Mittelwerte der unabhängigen Stichproben durch die t-Tests von Kruskal-Wallis sowie von Mann-Whitney-U geprüft. Dabei wurde für alle statistischen Tests eine empirische Irrtumswahrscheinlichkeit von fünf Prozent festgelegt.

Um einen möglichen Zusammenhang zwischen zwei oder mehr Parameter darzustellen, wurden Korrelationstabellen erstellt und mit Hilfe des Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman (Spearman-Rho) evaluiert.

Zur Erstellung und Bearbeitung der Karten wurde die GIS-Software ArcGIS Desktop von ESRI (2008) verwendet.

## 2.4.2. VERGLEICH DER POTENZIELLEN UND AKTUELLEN TANNENFLÄCHEN

Für den Vergleich wurden die Flächendaten der ausgewiesenen Komplexe, welche das aktuelle, maximale Tannenvorkommen (mehr als 10% Tannenanteil am Bestandesvolumen) eingrenzen, und die potenziellen Tannenflächen (alle FT-Waldtypen) im Eisacktal verwendet. Mittels ArcMap wurden die jeweiligen Flächen berechnet und verglichen. Es wurden alle erhobenen Komplexe (2008 und 2009) in den Vergleich miteinbezogen.

## 2.4.3. VERGLEICH DER BAUMARTENANTEILE

Für die folgende Analyse wurden beide Datensätze, jener von 2008 und jener von 2009, verwendet, um die Anzahl der Probeflächen zu erhöhen.

Ausgangspunkt für den Vergleich zwischen den aktuellen Baumartenanteilen der Tanne und jenen potenziellen Anteilen, welche in der Waldtypisierung empfohlen sind, war die von der Autonomen Provinz Bozen erstellte Waldtypenkarte im Rahmen der Waldtypisierung. Die erhobenen Transekte wurden mittels GPS vermessen und konnten so mit der Waldtypenkarte mittels ArcGIS (ESRI, 2008) verschnitten werden. Jedem Transekt wurde nun abhängig von seiner Lage die potenzielle Waldgesellschaft zugewiesen.

*Vergleich aktueller Baumbestand:* Zunächst wurde die Summe der Stammzahlen des Bestandes von 2008 und 2009 auf den Transekten, getrennt nach Baumart und den potenziellen Waldtypen, berechnet und auf die Hektarwerte bezogen.

$$N_{PWG}/ha_{BA} = \left[ \left( \frac{\sum N_a}{n_a} \right) + \left( \frac{\sum N_b}{n_b} \right) \right] * \frac{10000}{200}$$

$N_i/ha_{BA}$  = Stammzahl/ha einer Baumart auf dem Waldtyp 1

$N_a$  = Summe der Stammzahlen am Ort des jeweiligen Waldtyps von 2008

$N_b$  = Summe der Stammzahlen am Ort des jeweiligen Waldtyps von 2009

$n_a$  = Anzahl der Transekte 2008 des jeweiligen Waldtyps

$n_b$  = Anzahl der Transekte 2009 des jeweiligen Waldtyps

Auf diese Weise wurden die Tabellen 1,2,3 und 4 berechnet, wobei je nach Analyse mehr oder weniger Transekte in die Auswertung einbezogen wurden. Ebenso wurde, anstatt der Variable

Waldtyp, die Baumartenverteilung in den jeweiligen Altersklassen dargestellt, sowie, anstatt der Stammzahlen des Altbestandes jene der Verjüngung verwendet.

## 3. VERGLEICHENDE ERGEBNISSE

Im Rahmen der Waldtypisierung Südtirol, in Auftrag gegeben von der Abteilung Forstwirtschaft der Autonomen Provinz Bozen, wurde für das Gebiet Südtirol eine Waldtypenkarte erstellt, welche die potenzielle Verbreitung von den 111 verschiedenen, in Südtirol ausgeschiedenen Waldtypen darstellt.

Im Forstinspektorat Brixen ist ein großer Bereich der montanen Höhenstufe dem potenziellen Bereich des Fichten-Tannenwaldes zuzuordnen. Die Tannenbäume im Eisacktal bilden nur mehr vereinzelt kleine Bestände zusammen mit der Fichte, viel häufiger stockt sie eingesprengt im montanen Fichtenwald und kommt sogar auf vielen potenziellen Tannenhängen des Eisacktals und dessen Seitentäler nur mehr selten vor.

### 3.1. VERGLEICH DER AKTUELLEN UND POTENZIELLEN TANNENFLÄCHEN

Folgende Ergebnisse sollen einen Eindruck verschaffen, wie sich das Verhältnis aus aktuellen Tannenflächen, in welchen die Tanne mit mehr als 10% am Volumenanteil des Bestandes beteiligt ist, und den potenziellen Tannenflächen verhält (AUTONOME PROVINZ BOZEN, 2009). Da die Grenzen der Waldtypen in der Natur nicht exakt verlaufen, sondern sich häufig überlappen, soll im folgenden Vergleich nicht die absolute Flächengröße, sondern das Verhältnis hervorgehoben werden.

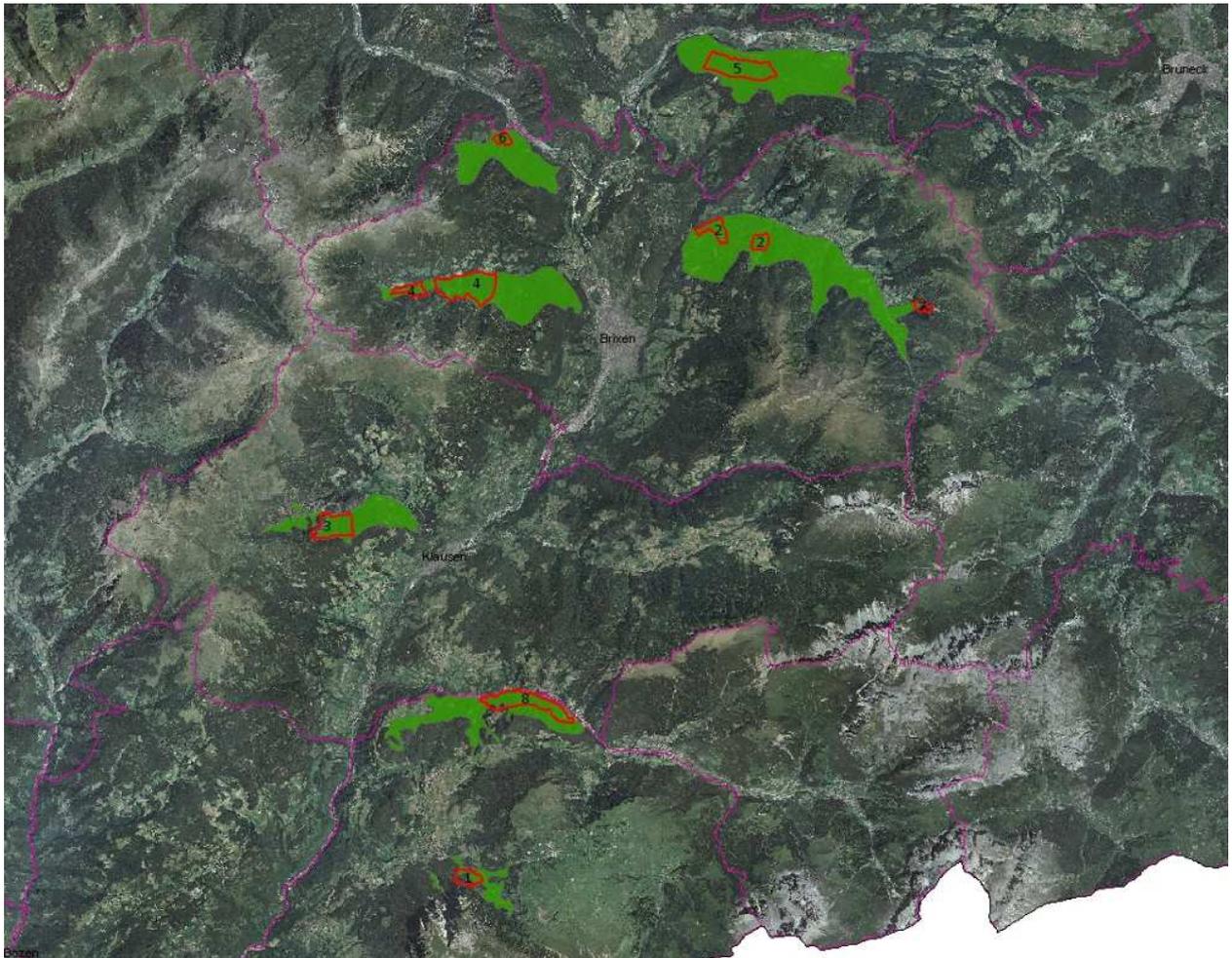
Auf dem Verwaltungsgebiet des Forstinspektorats Brixen wurden 11.649 ha als potenzielle Tannenfläche in Form von Fichten-Tannenwäldern ausgewiesen (Abb. 8). Insgesamt wurden sieben Komplexe ausgeschieden, auf denen der Tannenanteil mehr als 10% des Bestandesvolumens aufweist. Die Fläche dieser sieben Komplexe beläuft sich auf 798 ha. Setzt man diese beiden Flächenwerte in Bezug zueinander, erhält man als Ergebnis, dass auf weniger als 7% der potenziellen Tannenflächen im FI Brixen Tannenbestände, mit mehr als 10% Tanne, zu finden sind (Tab. 6).

TAB. 6: FLÄCHENVERGLEICH VON AKTUELLEN UND POTENZIELLEN TANNENFLÄCHEN BEZOGEN AUF DIE FORSTSTATIONEN IM FI BRIXEN.

Forststation	Potenzial der Tanne [ha]	Aktuelles Ta-Vorkommen (>10% Volumenanteil) [ha]	%
Mühlbach	2.547	158	6%
Brixen	3.773	341	9%
Klausen	3.176	106	3%
Kastelruth	2.062	193	9%
Gröden	91	-	0%
<b>Gesamt</b>	<b>11.649</b>	<b>798</b>	<b>7%</b>

Mit beinahe 10% der potenziellen Tannenfläche stellt die FS Brixen jene Station dar, in welcher die Tanne noch am stärksten vertreten ist (Tab. 6). Im Gegensatz dazu trifft man in der Station Gröden, wenn überhaupt, nur zufällig auf einzelne alte Relikttannen. Einzig die Schattseite am Eingang des Grödental, von Waidbruck bis nach Pontives, welches jedoch der FS von Kastelruth angehört, kommt die Tanne, vor allem gegen Pontives hin, in verhältnismäßig hohen Anteilen vor. Genauso wie der Rest des Grödental ist auch das Aferer Tal der Station Brixen frei von Tannen. Die „reicheren“ Tannenvorkommen der FS Klausen befinden sich im Tinnetal, im gesamten Villnösstal kommt die Tanne nur mehr vereinzelt mit weniger als 5% vor und spielt somit beinahe keine Rolle mehr. Auch in der Forststation Mühlbach konzentriert sich die Tannenfläche auf den Nordhang bei Vintl, wird jedoch immer weniger gegen Osten hin. Im Pfunderer Tal sowie in Vals wissen die zuständigen Förster von kleinen „Tannenflecken“, welche jedoch ausschließlich in steilen, auch vom Rotwild unzugänglichen Waldpartien vorkommen.

Die obige potenzielle Tannenfläche bezieht sich auf die gesamten Forststation (Tab. 6; Abb. 8) und stellt somit räumlich ein relativ großes Gebiet dar. Vergleicht man die Flächen des Komplexes mit dem Flächenpotenzial der jeweiligen Talflanke, erhält man Abb. 21. Grün dargestellt sind die in der Waldtypisierung ausgewiesenen FT-Typen auf der jeweiligen Talflanke, auf der auch ein Komplex ausgeschieden wurde. In jenen Tälern, in denen die Tanne nur einzeln vorkommt, ist es schwierig, eine zusammenhängende Fläche als Tannengebiet auszuweisen und in Beziehung zur potenziellen Fläche zu setzen.



**ABB. 21: POTENZIELLE TANNENFLÄCHEN AUF DEN TALFLANKEN, AUF DENEN AUCH EIN UNTERSUCHTER KOMPLEX LIEGT.**

Flächenmäßig kommt im Schalderer Tal laut Tab. 7 im Vergleich zur potenziellen Tannenfläche am meisten Tanne vor, was heißt, dass dort das Potenzial am stärksten ausgenutzt wird. Im Vergleich dazu kommt auf der Lüsner Schattseite und um das Gebiet von Riöl, oberhalb von Franzensfeste, jeweils nur auf 7 bzw. 4% der Fläche Tanne mit einem Volumenanteil von mehr als 10% vor. Das Verhältnis der anderen Komplexe zu den jeweiligen potenziellen Tannenflächen liegt bei 24-25%, mit Ausnahme von Vintl, welche mit 16% wieder eine geringere aktuelle Tannenfläche aufweist.

TAB. 7: FLÄCHENMÄßIGER VERGLEICH DER UNTERSUCHTEN KOMPLEXE UND DEM POTENZIELLEN TANNENVORKOMMEN AUF DER TALFLANKE

Komplex	Fläche Potenzial Tanne auf Schattseite [ha]	Fläche Komplex [ha]	%
Vintl	1.010	158	16%
Lüsen	1.354	99	7%
Schalderers	729	222	30%
Pfunderer Berg	433	106	24%
Kastelruth	172	43	25%
Pontives	625	150	24%
Riol	473	20	4%
<b>Gesamt</b>	<b>4.795</b>	<b>798</b>	<b>17%</b>

## 3.2. BESTANDESANALYSE

### 3.2.1. FORSTINSPEKTORAT BRIXEN

Bei der Analyse folgender Ergebnisse soll bedacht werden, dass die Daten aus jenen Waldflächen stammen, die am tannenreichsten sind, d.h. sie stellen das Gebiet mit der aktuell maximalen Tannenverbreitung dar. Die folgende Tabelle bezieht sich auf das FI Brixen und stellt abhängig von der jeweiligen potenziellen Waldgesellschaft, die aktuelle Baumartenverteilung dar (Tab. 8). Dabei werden die Stammzahlen in Hektarwerten angegeben und die Daten beider Datensätze (2008 und 2009) verwendet.

TAB. 8: AKTUELLE BAUMARTENVERTEILUNG DES BESTANDES GETRENNT NACH DEN VORKOMMENDEN WALDTYPEN IM UNTERSUCHUNGSGEBIET

Aktuelle Baumartenverteilung Altbestand in den verschiedenen Waldtypen

PWG	Stammzahlenverteilung [n/ha]								Baumartenverteilung [%]						
	n	Tsk	Tanne	Fichte	Lärche	Zirbe	Kiefer	LH	Gesamt	Tanne	Fichte	Lärche	Zirbe	Kiefer	LH
FT1	137		232	374	57	7	10	15	695	<b>33,5</b>	53,9	8,1	0,9	1,5	2,1
FT11	40		216	289	71	14	25	49	664	<b>32,6</b>	43,5	10,7	2,1	3,8	7,3
FT12	22		236	418	41	20	9	0	725	<b>32,6</b>	57,7	5,6	2,8	1,3	0,0
FT5	5		290	360	70	0	0	0	720	<b>40,3</b>	50,0	9,7	0,0	0,0	0,0
FT14	9		333	350	89	0	22	22	817	<b>40,8</b>	42,9	10,9	0,0	2,7	2,7
FT15	6		183	350	67	0	0	0	600	<b>30,6</b>	58,3	11,1	0,0	0,0	0,0
FT16	3		217	317	67	0	0	0	600	<b>36,1</b>	52,8	11,1	0,0	0,0	0,0
Fi6	5		130	350	30	0	0	0	510	<b>25,5</b>	68,6	5,9	0,0	0,0	0,0
Fs1	5		100	490	30	0	0	0	620	<b>16,1</b>	79,0	4,8	0,0	0,0	0,0
Fs3	4		175	650	50	50	0	0	925	<b>18,9</b>	70,3	5,4	5,4	0,0	0,0
Fs10	2		75	425	0	0	0	0	500	<b>15,0</b>	85,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ki7	11		441	355	18	0	14	59	886	<b>49,7</b>	40,0	2,1	0,0	1,5	6,7
<b>Gesamt</b>	<b>249</b>		<b>236</b>	<b>367,9</b>	<b>56</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>19</b>	<b>699</b>	<b>33,7</b>	<b>52,6</b>	<b>8,0</b>	<b>1,2</b>	<b>1,7</b>	<b>2,8</b>

Laut Empfehlung der Waldtypisierung Südtirol beträgt der geforderte Tannenanteil im Baumholz für Fichten-Tannenwälder der montanen Stufe mindestens 20% des Vorrates. Dieser Tannenanteil soll in erster Linie für ausreichende Stabilität der Bestände sorgen. Neben diesem Mindestbaumartenanteil gibt das ausgearbeitete Handbuch der Waldtypisierung auch einen Maximalwert an, der nach bestem Waldbauwissen die maximale Verträglichkeit einer Baumart angibt um das Gleichgewicht des Ökosystems nicht aus dem Lot zu bringen.

Die Baumartenanteile wurden in der vorliegenden Masterarbeit anhand der Stammzahlen berechnet und sind deshalb nicht direkt mit jenen der Waldtypisierung zu vergleichen. Sie sollen einen Überblick über die derzeitige und zukünftige Situation der Tannenbeimischung in Südtirols Wäldern geben. Um trotzdem eine Beziehung zwischen Stammzahlen- und Volumensanteilen der Tanne zu erhalten, wurden die vorhandenen, kluppierten Daten der Waldbehandlungspläne (falls vorhanden) untersucht. Das Ergebnis war, dass sich auf Flächen, auf denen Tanne und Fichte

einen Tarif von 6-7 erreichen und ein hoher Anteil an Altholzstrukturen besteht, die Prozentsätze für Stammzahlen und Volumen der Tanne und Fichte annähern. Bei hohem Anteil an jungen Strukturen im Bestand ist das Stammzahlprozent deutlich höher als jenes des Volumens. Da die untersuchten Transekte vorwiegend in reife Bestände gelegt wurden, kann man vorsichtig annehmen, dass sich das Volumensprozent der Tanne in den folgenden Tabellen ähnlich verhält, meistens jedoch um einige Prozent mehr beträgt.

Auf den untersuchten, potenziellen Fichten-Tannenwaldflächen beträgt der Tannenanteil bezogen auf die Stammzahl überwiegend zwischen 30-40% und damit deutlich mehr als auf den anderen Waldtypen, mit Ausnahme des Waldtyps Ki7. Zusammen mit den Fs-Typen (Subalpiner Fichtenwald) sieht auch der Kiefernwald (Ki7) die Tanne nicht in ihren Waldbildern vor. Trotzdem ist auf den erhobenen Probeflächen ein Tannenvorkommen zu verzeichnen, da sich - im Untersuchungsgebiet - an die untere Verbreitungsgrenze des subalpinen Fichtenwalds häufig der montanen Fichten-Tannenwald anschließt und diese Grenzen in der Natur oftmals überlappend auftreten. Für den Kiefernwaldtyp gilt dasselbe. Er stockt häufig in der Übergangszone zu den Waldtypen FT11 oder FT12. Der Standort ist trockener und nährstoffärmer als der FT-Typ und meist auch tiefer gelegen. Deshalb ist auch auf diesen Flächen, vorausgesetzt sie befinden sich in der Nähe von Fichten-Tannenwäldern, ein Tannenvorkommen nicht auszuschließen.

Das häufigste Tannenvorkommen in Prozent der Stammzahlen, konnte auf den Waldtypen FT5 und FT14 mit 40% nachgewiesen werden, welche als gute Standorte mit günstigem Nährstoffhaushalt und ausreichender Wasserzufuhr zu bezeichnen sind. Betrachtet man diesen Wert mit der obigen Annahme, dass der Volumensanteil in alten Beständen gleich viel und mehr beträgt, weisen diese Waldtypen mit einem Volumensanteil der Tanne von 40-50% auch aktuell ein sehr gutes Tannenpotenzial auf.

Die Baumartenempfehlung orientiert sich an den, in der potenziell natürlichen Waldgesellschaft vorkommenden sowie an standortstauglichen Baumarten, welche der PNWG nicht angehören, aber aufgrund von anderen Zielsetzungen (Schutz- oder Holzproduktion) von Bedeutung sind (AUTONOME PROVINZ BOZEN, 2009). Dabei gilt die Empfehlung für die Baumartenverteilung für den erntereifen Altbestand. Dennoch soll bereits in der Verjüngungsphase versucht werden, die Baumartenmischung in eine dem Waldbauziel entsprechende Richtung zu steuern. Wenn in der Unterschicht nicht ausreichend Potenzial einer Baumart vorhanden ist, kann diese im Altbestand nie den gewünschten Anteil erreichen. Deshalb ist die Definition eines

Verjüngungszieles wichtig, in welchem die angestrebte Baumartenmischung der gesicherten Verjüngung eines Bestandes vor Eintritt des Bestandesschusses festgelegt wird. Tab. 9 gibt die Anzahl der auf den Probeflächen vorgekommenen natürlichen Verjüngung wieder, aufgeteilt nach Waldtyp und Baumart. Keimlinge und mehrjährige Pflanzen bis 10cm wurden für die Berechnung der Stammzahlen nicht berücksichtigt, da die hohe Keimlings- und Sämlingsanzahl der Tanne die Baumartenmischung deutlich verzerren würden. So beträgt der Tannenanteil der Verjüngung auf der gesamten Untersuchungsfläche, d.h. für die tannenreichen Gebiete der Eisacktaler Seitentäler, rund 21%. Unter Berücksichtigung der Klasse bis 10cm (hauptsächlich Keimlinge) würde der Tannenanteil in der VJ auf 51% ansteigen, was jedoch dem aktuellen Waldbild nicht entsprechen würde.

**TAB. 9: BAUMARTENVERTEILUNG DER VERJÜNGUNG AB 10 BIS 300CM HÖHE IM GESAMTEN UNTERSUCHUNGSGEBIET**

Baumartenverteilung Verjüngung ohne Ta10cm auf verjüngungsnotwendigen AKL

PWG	Stammzahlenverteilung [n/ha]								Baumartenverteilung [%]					
	n	Tanne	Fichte	Lärche	Zirbe	Kiefer	LH	Gesamt	Ta%	Fi%	Lä%	Zi%	Ki%	s.Lh%
FT1	88	877	3066	159	31	18	315	4467	<b>19,6</b>	68,6	3,6	0,7	0,4	7,1
FT11	28	1502	2925	141	41	172	398	5181	<b>29,0</b>	56,5	2,7	0,8	3,3	7,7
FT12	17	1125	3973	354	230	7	248	5936	<b>18,9</b>	66,9	6,0	3,9	0,1	4,2
FT5	3	567	617	67	0	0	700	1950	<b>29,1</b>	31,6	3,4	0,0	0,0	35,9
FT14	5	250	470	0	0	0	50	770	<b>32,5</b>	61,0	0,0	0,0	0,0	6,5
FT15	4	400	1588	63	75	0	438	2563	<b>15,6</b>	62,0	2,4	2,9	0,0	17,1
FT16	3	117	383	0	0	100	100	700	<b>16,7</b>	54,8	0,0	0,0	14,3	14,3
Fi6	3	433	2050	183	0	0	1067	3733	<b>11,6</b>	54,9	4,9	0,0	0,0	28,6
Fs1	2	373	6886	41	0	54	0	7354	<b>5,1</b>	93,6	0,6	0,0	0,7	0,0
Fs3	2	0	175	0	0	0	0	175	<b>0,0</b>	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fs10	1	0	4248	0	0	0	0	4248	<b>0,0</b>	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ki7	2	100	25	0	0	0	0	125	<b>80,0</b>	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Gesamt</b>	<b>158</b>	<b>921</b>	<b>2883</b>	<b>159</b>	<b>51</b>	<b>44</b>	<b>321</b>	<b>4379</b>	<b>21,0</b>	<b>65,8</b>	<b>3,6</b>	<b>1,2</b>	<b>1,0</b>	<b>7,3</b>

Zur Erstellung der obigen Tabelle wurden nur jene Transekte berücksichtigt, welche in verjüngungsnotwendige Bestände gefallen sind, d.h. nur Transekte in den Akl Blöße, Jungwuchs,

Altholz, Altholz mit Verjüngung und in mehrstufigen Beständen. Wieder sind die Stammzahlen in Hektarwerten angegeben und die Daten von beiden Datensätzen verwendet worden.

Auch die Verjüngung weist auf den verschiedenen FT-Waldtypen – mit Ausnahme des FT15 und FT16– einen Tannenanteil um 20% auf, dieser Wert bezieht sich auf die noch ungesicherte Verjüngung. Ob diese 20-30% Tannenanteil in der Verjüngung ausreichen werden, um im Altbestand dieselben Anteile zu erreichen, ist bei den erhobenen Verbissprozenten unwahrscheinlich. Auf den als nicht Fichten-Tannenwaldgebieten ausgewiesenen Flächen ist die Tanne in der Verjüngung nur marginal vertreten. Aufgrund der geringen Anzahl an Transekten auf nicht FT-Waldtypen sind die Ergebnisse dieser Waldtypen mit Vorsicht zu interpretieren und können nicht als repräsentativ gewertet werden.

Um in gewisser Weise eine Entwicklungsprognose des aktuellen Waldbildes formulieren zu können, zeigt Tab. 10 die Baumartenanteile der Individuen ab 7cm BHD in den verschiedenen Altersklassen. Dabei wird deutlich, dass der Tannenanteil der alten Bestände (>80-100 Jahre) zwischen 30-40% liegt. Somit stellt die Tanne, hinter der Fichte, in den untersuchten Komplexen die subdominante Baumart dar. In den Stangenholz-Beständen hingegen kommt die Tanne nur beigemischt vor und weist mit 15% deutlich geringere Stammzahlanteile auf. Es ist jedoch zu festzuhalten, dass nur wenige Transekte (11; 4%) im Laufe der Erhebungen von 2008 im Stangenholz-Bestände aufgenommen wurden. Allerdings ist bereits ein geringerer Tannenanteil als in den älteren Beständen zu erkennen. Dies bedeutet, dass der Altbestand, der sich im Laufe der Jahre aus dem Stangenholz entwickelt, ohne waldbauliche Maßnahmen nicht mehr die Tannenanteile der aktuellen Altbestände erreichen wird. Da es sich bei diesen Vergleichen um eine Zusammenschau der einzelnen, räumlich weit verteilten Komplexe des Forstinspektorats Brixen handelt, kann es natürlich sein, dass sich die Situation kleinflächig anders darstellt. Die Stammzahlen der jungen AKL in Tab. 10 sind der Vollständigkeit halber angeführt, stellen allerdings jene Bäume dar, welche entweder als Überhälter auf Freiflächen fungieren oder im Übergangsbereich von Blößen, Jungwuchsfleichen oder Dickungen zu einer älteren Bestandesstruktur stehen. Datengrundlage stellen wieder die Datensätze von 2008 und 2009 dar.

TAB. 10: BAUMARTENVERTEILUNG DES ALTBESTANDES GETRENNT NACH AKL IM UNTERSUCHUNGSGEBIET

Baumartenverteilung des Altbestandes getrennt nach Altersklassen															
AKL	n	Stammzahlverteilung [n/ha]							Gesamt	Baumartenverteilung [%]					
		Ta	Fi	Lä	Zi	Ki	LH	Ta		Fi	Lä	Zi	Ki	LH	
Blöße	7	15	210	15	0	0	0	240	<b>6,3</b>	87,5	6,3	0,0	0,0	0,0	
JW	13	15	31	4	0	0	0	50	<b>30,8</b>	61,5	7,7	0,0	0,0	0,0	
DI	1	0	200	0	0	0	0	200	<b>0,0</b>	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
SH	11	277	1323	159	18	23	9	1809	<b>15,3</b>	73,1	8,8	1,0	1,3	0,5	
BH	75	277	421	63	3	10	26	800	<b>34,6</b>	52,6	7,9	0,4	1,3	3,3	
AH	108	218	270	45	15	8	5	561	<b>38,8</b>	48,1	7,9	2,7	1,5	0,9	
AH in VJ	28	314	409	67	0	37	37	865	<b>36,3</b>	47,3	7,8	0,0	4,3	4,3	
MS	6	400	558	108	0	0	192	1258	<b>31,8</b>	44,4	8,6	0,0	0,0	15,2	
<b>Gesamt</b>	<b>248</b>	<b>237</b>	<b>367</b>	<b>56</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>19</b>	<b>699</b>	<b>33,8</b>	<b>52,5</b>	<b>8,0</b>	<b>1,2</b>	<b>1,7</b>	<b>2,8</b>	

Genauso wie die Baumartenverteilung des Altbestandes soll auch die Tannenverjüngung in den verschiedenen AKL dargestellt werden, um feststellen zu können, ob sich in den reifen und verjüngungswürdigen Beständen Naturverjüngung der Tanne einstellt. Der Tannenanteil der Verjüngung beträgt in den verjüngungsnotwendigen Altersklassen insgesamt ca. 21% (vgl. Tab. 9). Mit Ausnahme der Strukturklasse „Mehrstufig“ (44%) schwankt der Tannenanteil der Verjüngung in allen AKL zwischen 16-22% (Tab. 11). Betrachtet man die vorgekommenen Stammzahlen der Tanne in der Verjüngung, kann man feststellen, dass sie in den reifen, verjüngungsnotwendigen Beständen, mit Ausnahme der AKL „Altholz in Verjüngung“, kaum vertreten ist. Nur zwischen 400-500 Jungtannen/ha kommen in den AKL „Altholz“ und „Mehrstufig“ vor. Hinzu kommt die Tatsache, dass die Verjüngung noch nicht als gesichert eingestuft werden kann und dadurch der Einfluss des Verbisses noch die Entwicklung beeinflussen kann. Das Verbissprozent der Tanne liegt bei 44% (ohne der Klasse bis 10cm Höhe aus dem Datenset von 2009) und trägt verstärkt dazu bei, dass sehr wenige Tannenpflanzen unter Schirm in den untersuchten Wäldern aufkommen können. Sobald sich in Bestandesöffnungen ein Jungwuchs einstellen kann, ist die Tanne mit 18% hinter den 68% der Fichte die zweithäufigste Baumart. Sie weist mit über 2000 Pfl/ha Jungwuchsfläche ausreichend Potenzial auf, um nach dem Modell von DUC UND BRANG (2003), welches einen Sollwert der Verjüngung im Schweizer Bergwald von 1000 Ta/ha angibt, um im Altbestand eine 20%ige Beimischung der Tanne zu erlauben.

TAB. 11: BAUMARTENVERTEILUNG DER NATURVERJÜNGUNG GETRENNT NACH AKL IM UNTERSUCHUNGSGEBIET

Baumartenverteilung der Verjüngung getrennt nach Altersklassen														
		Stammzahlverteilung [n/ha]							Baumartenverteilung [%]					
AKL	n	Ta	Fi	Lä	Zi	Ki	LH	gesamt	Ta	Fi	Lä	Zi	Ki	LH
Blöße	7	630	2503	237	30	0	525	3925	<b>16,0</b>	63,8	6,0	0,8	0,0	13,4
JW	13	2245	8535	890	50	441	397	12557	<b>17,9</b>	68,0	7,1	0,4	3,5	3,2
DI	1	2350	8750	250	0	150	0	11500	<b>20,4</b>	76,1	2,2	0,0	1,3	0,0
SH	11	209	923	32	9	0	23	1195	<b>17,5</b>	77,2	2,7	0,8	0,0	1,9
BH	75	245	551	8	1	0	311	1115	<b>21,9</b>	49,4	0,7	0,1	0,0	27,9
AH	108	429	1291	46	38	1	248	2053	<b>20,9</b>	62,9	2,2	1,9	0,1	12,1
AH in VJ	28	2081	6384	246	118	30	470	9328	<b>22,3</b>	68,4	2,6	1,3	0,3	5,0
MS	6	483	608	0	0	0	0	1092	<b>44,3</b>	55,7	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Mittelwert</b>	248	662	2059	106	34	28	290	3178	<b>20,8</b>	64,8	3,3	1,1	0,9	9,1

Wie bereits bei den Tabellen zuvor wurden auch für die Tab. 11 beide Datensätze verwendet, sowie die Verjüngungsklasse bis 10cm nicht berücksichtigt.

### 3.2.2. KOMPLEXE

Die folgenden Tabellen stellen die Stammzahlverteilung und Baumartenmischung in den untersuchten Komplexen dar. Da die Komplexe räumlich weit auseinander liegen und somit unterschiedlichen Bedingungen ausgesetzt sind, sind deutliche Unterschiede in den Stammzahlen zu erwarten. Für die Tabellen werden beide Datensätze verwendet (2008 und 2009) und alle Komplexe berücksichtigt.

Das höchste Tannenprozent, bezogen auf die Stammzahlen, wird im Komplex „Pontives“ mit knapp 41% erreicht, gefolgt von „Riol“ und „Vintl“ mit 38-39% (Tab. 12). Bereits bei den Feldaufnahmen sind die kleinflächigen, meist truppweise stockenden, beinahe reinen Tannenbestände in besagten Komplexen aufgefallen. Die restlichen Komplexe weisen einen Tannenanteil von 20-30% im Altbestand auf, welche noch eine ausreichende Grundlage für eine Regeneration der FT-Wälder in den untersuchten Komplexen darstellen. Außerhalb der Komplexe jedoch kommt die Tanne nur mehr vereinzelt und dementsprechend in geringen

Anzahlen vor, sodass durch die geringere Samenproduktion eine üppigere Verjüngung verhindert wird.

TAB. 12: STAMMZAHLVERTEILUNG IN DEN UNTERSUCHTEN KOMPLEXEN GETRENNT NACH BAUMARTEN

Komplex	n	Stammzahlen [n/ha]						Gesamt	Baumartenanteile [%]					
		Tanne	Fichte	Lärche	Zirbe	Kiefer	sLH		Ta	Fi	Lä	Zi	Ki	sLH
Kastelruth	12	154	342	54	0	0	0	550	<b>28,0</b>	62	10	0	0	0
Lüsen	55	133	328	53	0	35	18	566	<b>23,4</b>	58	9	0	6	3
Pfunderer Berg	15	157	187	50	93	17	3	507	<b>30,9</b>	37	10	18	3	1
Schalder	39	199	481	29	18	0	1	728	<b>27,3</b>	66	4	2	0	0
Vintl	66	301	407	67	0	1	9	784	<b>38,4</b>	52	9	0	0	1
Riol	16	316	334	109	0	22	16	797	<b>39,6</b>	42	14	0	3	2
Pontives	46	317	341	51	0	9	62	780	<b>40,7</b>	44	7	0	1	8
Gesamt	249	236	368	56	8	12	19	699	<b>33,7</b>	53	8	1	2	3

Verwendet man für die Analyse die Stammzahlen der Verjüngung auf den untersuchten Komplexen, erhält man Tab. 13. Für die Analyse wurden wieder die Daten beider Aufnahmejahre verwendet und alle Transekte berücksichtigt. Die Klasse <10cm wurde nicht berücksichtigt.

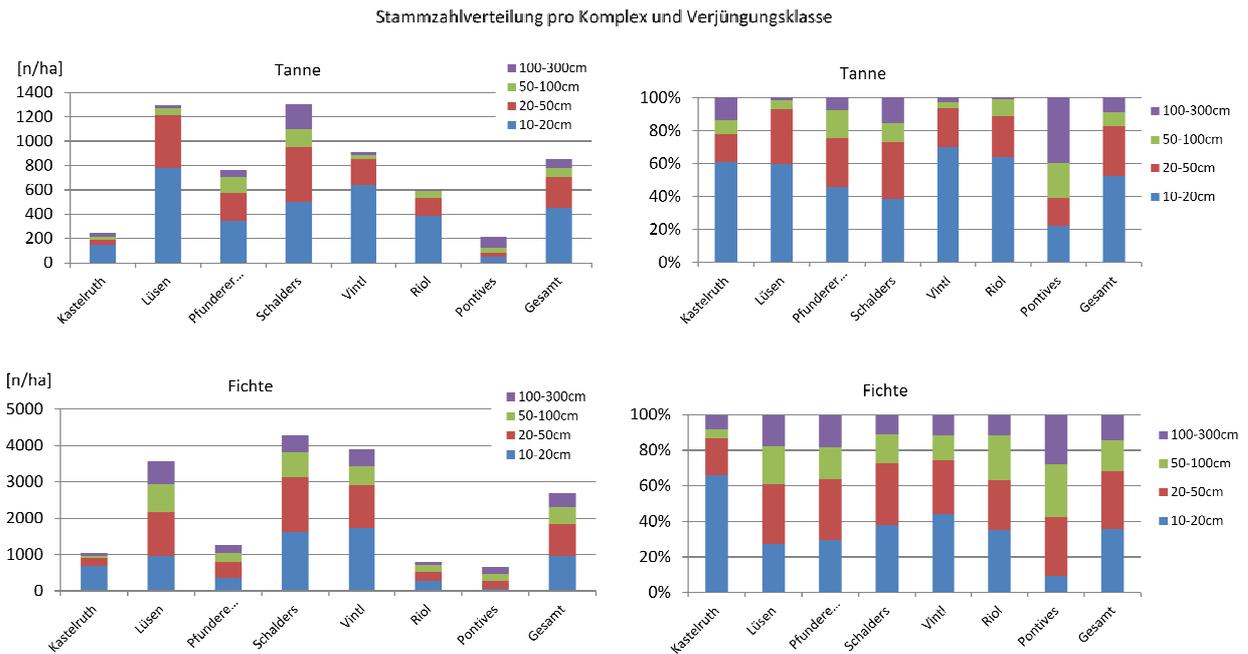
Es fällt sofort auf, dass die Beimischung der Tanne in der Verjüngung geringer ist als jene im Altbestand. Das Maximum erreicht der Komplex „Pfunderer Berg“ sowie „Riol“ mit jeweils knapp 29% Tannen in der Verjüngung bis 300cm. In Kastelruth wurde der geringste Tannenanteil in der Verjüngung gemessen. Die restlichen Komplexe weisen einen Tannenanteil zwischen 20-30% auf (Tab. 13).

TAB. 13: STAMMZAHLVERTEILUNG DER VERJÜNGUNG AB 10CM IN DEN UNTERSUCHTEN KOMPLEXEN GETRENNT NACH BAUMARTEN

Komplex	n	Stammzahlen [n/ha]						Summe	Baumartenanteile [%]					
		Tanne	Fichte	Lärche	Zirbe	Kiefer	sLH		Ta	Fi	Lä	Zi	Ki	sLH
Kastelruth	12	250	1046	67	25	25	438	1850	<b>13,5</b>	57	4	1	1	24
Lüsen	55	945	2564	224	0	109	234	4076	<b>23,2</b>	63	5	0	3	6
Pfunderer Berg	15	750	1263	233	267	0	90	2603	<b>28,8</b>	49	9	10	0	3
Schalder	39	1146	3833	206	99	9	659	5952	<b>19,2</b>	64	3	2	0	11
Vintl	66	558	2282	18	0	7	122	2987	<b>18,7</b>	76	1	0	0	4
Riol	16	400	691	16	0	0	281	1388	<b>28,8</b>	50	1	0	0	20
Pontives	46	216	600	2	0	0	312	1130	<b>19,1</b>	53	0	0	0	28
Gesamt	249	659	2053	105	33	29	289	3168	<b>20,8</b>	65	3	1	1	9

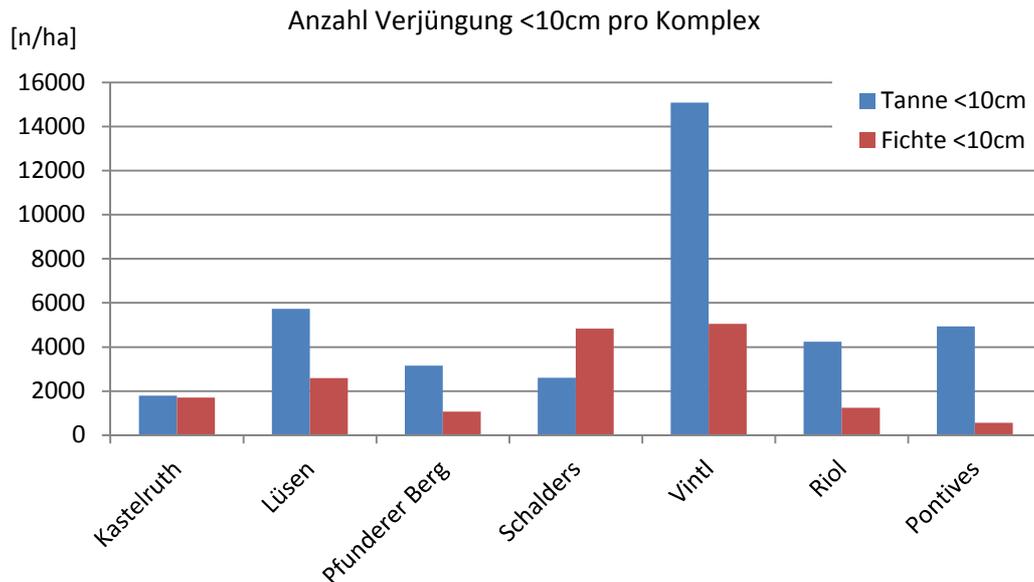
Betrachtet man die Stammzahlen der Komplexe in Tab. 13 kann man sofort den deutlichen Unterschied zwischen den Verjüngungszahlen der Tanne in Schalder bzw. Lüsen und dem Rest der Komplexe erkennen. Mit ca. 1150 Tannen / ha in der Verjüngung kommen in Schalder etwa doppelt so viele Tannen vor wie im Komplex Vintl und ungefähr das Fünffache von „Pontives“ und „Kastelruth“. Nicht nur die Verjüngung der Tanne sondern auch die der Fichte kommt in Schalder häufiger vor als in den übrigen Komplexen. Es scheint, als ob in Schalder von den untersuchten Komplexen die besten Voraussetzungen für die Tannennaturverjüngung vorzufinden sind.

Zwei Drittel der Verjüngung in den untersuchten Komplexen der Tab. 13 bestehen aus den bestandesbildenden Baumarten Fichte und Tanne. Dazu mischt sich teilweise ein hoher Laubholzanteil, der zu 90% aus Ebereschenverjüngung besteht. Bei dieser Analyse spielte die Verjüngungsnotwendigkeit des Bestandes keine Rolle. Um diesen Parameter mit in die Untersuchung einfließen zu lassen, wurden für die Abb. 22 nur mehr jene Bestände berücksichtigt, welche Naturverjüngung benötigen; in erster Linie die Altersklassen Baumholz und Altholz. Abb. 22 zeigt die Stammzahlverteilung der Verjüngungsklassen der Komplexe, immer ohne Berücksichtigung der kleinsten Klasse (<10cm). Die folgende Grafik unterscheidet sich im Hinblick auf die Stammzahlen von der Tab. 13, da diesmal nur die verjüngungsrelevanten Transekte berücksichtigt wurden.



**ABB. 22: VERGLEICH DER STAMMZAHLVERTEILUNG VON TANNE UND FICHTE GETRENNT NACH KOMPLEXEN UND BAUMARTEN**

Wiederum kann man deutlich sehen, dass „Lüsen“ und „Schalders“ die tannenreichsten Komplexe sind. Im Hinblick auf die Fichtenverjüngung sind wiederum der Komplex Schalders, Lüsen und zudem Vintl die stammzahlreichsten. Vergleicht man die Verteilung der Anzahl in den unterschiedlichen Höhenklassen, so präsentiert sich die Situation in Schalders eindeutig am besten. Es konnten relativ viele Tannen in der Klasse 100-300cm gefunden werden, welche als Zukunftsbäume für den Folgebestand dienen können. Kastelruth und Pontives stellen die Komplexe mit den geringsten Tannenstammzahlen dar. Interessant jedoch ist, dass wenn man eine prozentuelle Darstellung der Höhenklassen wählt, die Klasse 100-300cm in Pontives 40% der gesamten Tannenverjüngung ausmacht und damit relativ gesehen deutlich am häufigsten vorkommt. In Schalders beträgt der Klassenanteil von 100-300cm rund 20% der Tannenverjüngung in Schalders (Abb. 24). Im Vergleich mit der Fichte ist zudem auffällig, dass der Prozentsatz der Pflanzen in der höchsten Verjüngungsklasse (100-300cm) in den meisten Komplexen deutlich höher ist als jener der Tanne.



**ABB. 23: STAMMZAHLVERTEILUNG VON TANNE UND FICHTE <10CM HÖHE GETRENNT NACH DEN UNTERSUCHTEN KOMPLEXEN**

Um auch einen Überblick über die kleinste Verjüngungsklasse zu erhalten, wurde in Abb. 23 die Stammzahlverteilung der Tanne und Fichte in den untersuchten Komplexen angegeben. Im Komplex Vintl kommen deutlich die meisten Tannen bis 10cm vor. Mit 15.000 Stück/ha mindestens dreimal so viele wie auf den restlichen Komplexen. Man kann durchaus von einem lokalen Mastjahr der Tanne auf der Vintler Schattseite reden. Auch die meisten Fichtenkeimlinge, welche den größten Prozentsatz der Klasse bis 10cm ausmachen, kamen im Komplex Vintl und Schalders auf. Das Verhältnis von Fichten- zu Tannenneimlingen muss mit Vorsicht interpretiert werden, da das Erfassen der Fichtenkeimlinge im Zuge der Aufnahmen, aufgrund der zierlicheren Beschaffenheit dieser, deutlich schwieriger war und der Prozentsatz von übersehenen Keimlingen bei der Fichte sicherlich höher war.

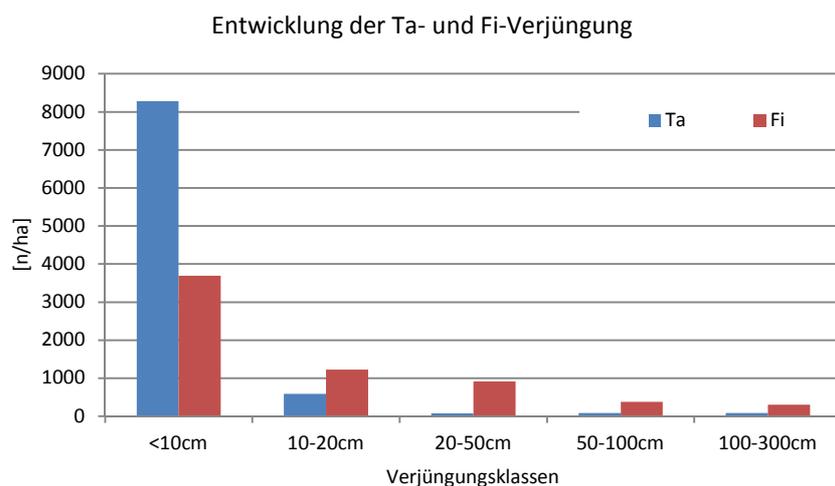
### 3.3. VERJÜNGUNGSANALYSE

Die obigen Ergebnisse zeigen, dass die Tanne prinzipiell in den untersuchten Gebieten mit ca. 30% im Altbestand und ca. 20% in der Verjüngung vertreten ist. Dieser Tannenanteil von 20% in der Verjüngung bezieht sich auf die Pflanzen größer als 10cm Höhe. Unter Berücksichtigung des Wilddrucks im Untersuchungsgebiet kann davon ausgegangen werden, dass die Tanne weiter zurückgedrängt wird und die geforderten 20% Baumartenanteil im Altbestand nur unter großem Aufwand erreicht werden können. Die folgenden Analysen und Ergebnisse beziehen sich nur

mehr auf den Datensatz von 2009, welcher detailliertere Informationen zu den wichtigsten Aufwuchsbedingungen bietet.

Mit steigendem Baumalter sinken die Stammzahlen innerhalb der untersuchten Verjüngungsklassen rapide ab. Bezieht man die Mortalität im Verjüngungsstadium auf die Tanne (ab 10cm), so kommen in der Klasse von 10-20cm Höhe 53% aller Tannenpflanzen vor, in der Klasse von 20-50cm nur mehr 26% und in den Klassen 50-100cm bzw. 100-300cm Höhe gar nur mehr 11%.

Der Rückgang der Stammzahlen in der Aufwuchsphase der Jungbäume folgt durchaus dem natürlichen Muster (SUTER, 2005), betrachtet man jedoch die Tannenanzahlen von durchschnittlich 90 Bäumchen/ha in den beiden höchsten Verjüngungsklassen, ist die Wahrscheinlichkeit nicht recht hoch, dass der zukünftig erwünschte Tannenanteil von mind. 20% im Altbestand erreicht werden kann. Vor allem die Tanne in der Klasse 50-100cm leidet sehr stark unter dem Verbisseinfluss und angesichts des durchschnittlichen Verbissprozents von ca. 70% der Tannen zwischen 50-100cm auf den untersuchten Komplexen (sh. Abb. 70) erscheint es auch nicht realistisch. In der obersten Verjüngungsstufe beträgt das Verbissprozent deutlich weniger und rein rechnerisch würde sich unter Berücksichtigung des Verbisses, ohne natürliche Auslese, bei einem Endbestand von 350 Bäumen /ha eine Beimischung der Tanne von 17% ergeben.



**ABB. 24: STAMMZAHLNENTWICKLUNG VON FICHTEN- UND TANNENVERJÜNGUNG AUF DEN UNTERSUCHTEN TRANSEKTEN**

Im direkten Vergleich mit der Fichte kann man die starke Reduktion der Stammzahlen der Tanne von der ersten in die zweite, und von der zweiten in die dritte Verjüngungsklasse erkennen (Abb. 24). Während die beobachtete Stammzahlabnahme der Fichte im Modell von SUTER (2005) der grünen Kurve entspricht, verläuft die Entwicklungskurve der Tanne ähnlich der roten Kurve. Diese stellt die Abnahme der Stammzahlen unter Einfluss von Schalenwild dar. Abhängig von der Stärke des Wildeinflusses nimmt die Kurve stärker ab. Die Treppenlinie stellt die Stammzahlreduktion mit durchgeführter Durchforstung und ohne Wildverbiss dar.

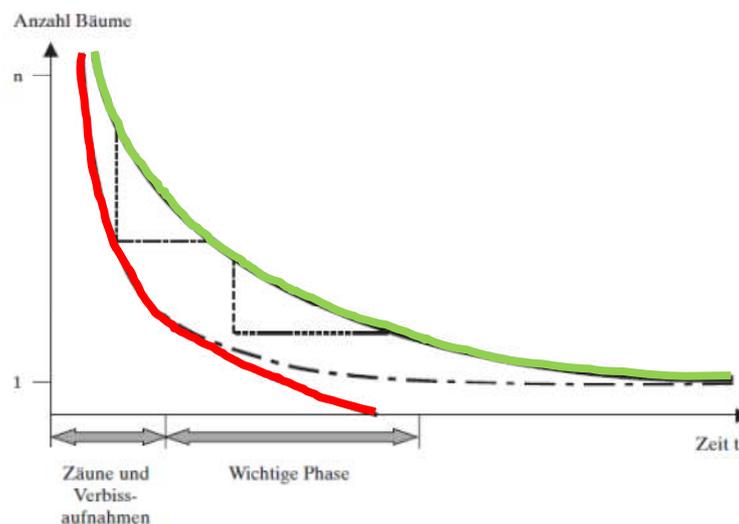


ABB. 25: MODELL DER STAMMZAHLREDUKTION DER VERJÜNGUNG UNTER VERSCHIEDENEN GESICHTSPUNKTEN. DIE DARSTELLUNG ZEIGT DIE HYPOTHETISCHE REDUKTION DER STAMMZAHL VON N (JUNGWUCHS) AUF 1 (ADULTBAUM) ÜBER DIE ZEITDAUER T. (SUTER, 2005).

Im Folgenden werden die Ursachen untersucht, welche Verhältnisse günstige bzw. ungünstige Bedingungen für den An- und Aufwuchs der Tanne darstellen und somit eventuell für die geringen Stammzahlen der Tanne in der Verjüngung verantwortlich gemacht werden können. Dabei wird zunächst der Einfluss der Standorts- und Bestandesfaktoren analysiert und im zweiten Schritt die Beeinträchtigung der Tannenverjüngung durch den Wilddruck diskutiert.

### 3.3.1. EINFLUSS DES STANDORTS

#### 4.3.1.1. SAMENBÄUME

Tannenverjüngung ist nur dort zu erwarten, wo auch Samenbäume vorhanden sind. Die mittlere Verbreitungsgrenze von Tannensamen gibt SCHMIDT (1918) von 90m an, KORPEL UND VINS (1965) verkürzten die Ausbreitungsdistanz bei moderaten Windgeschwindigkeiten auf 20-30m. Somit ist auf Transekten, in deren näheren Umgebung kein erwachsener Tannenbaum

steht auch keine Tannenverjüngung zu erwarten. Die Probeflächen wurden folglich aufgeteilt in solche mit und ohne Tannensamenbaum im Umkreis von 50m. Dabei sind 232 (96%) ZWF von mindestens einem Samenbaum umgeben und es kann auf diesen ZWF auch Tannenverjüngung erwartet werden. Im Gegensatz dazu wird auf den ZWF ohne Samenbaum (9 ZWF; 4%) kein natürliches Tannenvorkommen erwartet. In Abb. 26 kann man sehen, dass sowohl auf ZWF mit als auch auf jenen ohne vorhandenen Samenbaum Tannenverjüngung vorkommt.

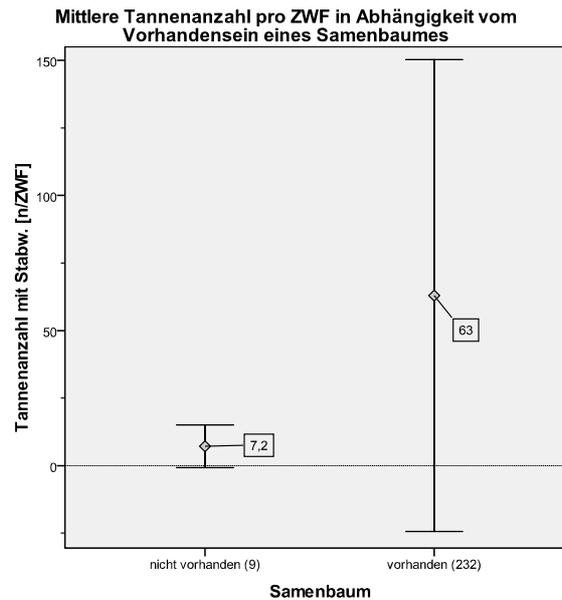


ABB. 26: ABHÄNGIGKEIT DER TANNENANZAHL (VJ GESAMT) VON DER PRÄSENZ EINES SAMENBAUMES.

Zwischen den Verjüngungszahlen der Tanne auf ZWF mit und ohne Samenbaum besteht ein signifikanter Unterschied ( $p < 0,001$ ). Mit  $67 \pm 87$  Tannenpflanzen pro ZWF kommen auf den ZWF mit zumindest einem Samenbaum in näherer Umgebung (50m) deutlich mehr Verjüngungspflanzen vor. Durchschnittlich  $7 \pm 7,9$  Tannen konnten auf den ZWF ohne Samenbaum gefunden werden.

Führt man die Schlussfolgerung fort, dass ZWF ohne Samenbäume deutlich geringere Verjüngungszahlen bewirken, dann folgt umgekehrt, dass ein hoher Anteil an Samenbäumen höhere Verjüngungszahlen zur Folge haben müsste. Aus diesem Grund wurde die Baumartenverteilung des Altbestandes auf den ZWF erhoben. Untersucht man den Zusammenhang zwischen Tannenanteil im Altbestand und der Verjüngung bis 10cm, so besteht ein hochsignifikant positiver Zusammenhang zwischen dem stockenden Tannenanteil im Altbestand und der Anzahl der Tannenverjüngung (Spearman's Roh:  $r = 0,445^{**}$ ). Je häufiger Tannen vorkommen, desto häufiger ist auch die Keimlingsdichte (Abb. 27, li). Auf Flächen mit

zahlreichen Tannen („Hoher Tannenanteil“) kommen im Durchschnitt beinahe 4-mal so viele Jungtannen bis 10cm vor (128 Ta bis 10cm/ZWF) als auf Probeflächen mit geringem Tannenvorkommen im Altbestand (33 Ta/ZWF).

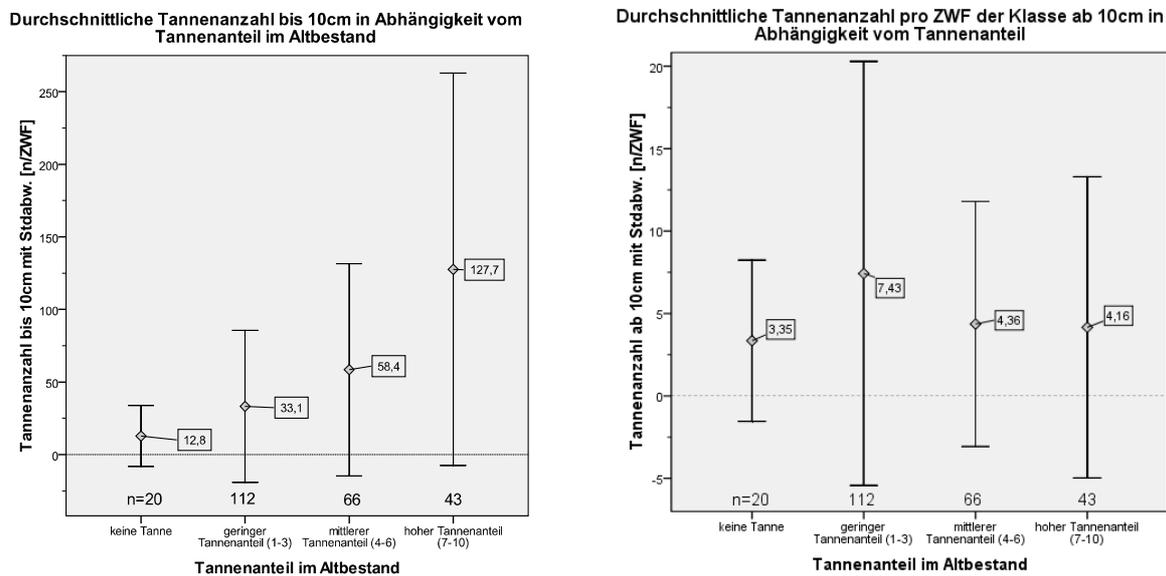


ABB. 27: BEZIEHUNG ZWISCHEN ANZAHL DER TANNENVERJÜNGUNG UND DEM TANNENANTEIL IM ALTBESTAND.

Abb. 27 zeigt, getrennt für den Anwuchs ( $Ta < 10\text{cm}$ ) links und Aufwuchs ( $Ta > 10\text{cm}$ ) rechts, den Zusammenhang zwischen der Häufigkeit der vorhandenen Tannenverjüngung in Relation zum Tannenanteil im Altbestand auf der ZWF. Der Tannenanteil im Altbestand wurde in vier Gruppen klassifiziert und in Prozent der Stammzahlen angegeben. Für jede Kategorie wurde die Anzahl der ZWF mit den jeweiligen Tannenanteilen angegeben.

Im Gegensatz zum deutlichen Trend der Verteilungsdichte der Tannen bis 10cm weist die Klasse ab 10cm keinen offensichtlichen Trend auf. Die Spearman'sche Korrelation ergibt eine signifikant negative Beziehung zwischen Tannenanteil im Altbestand und Verjüngungszahlen, der Korrelationskoeffizient von  $-0,149^*$  weist eine lockere Beziehung der zwei Variablen auf. Die Unterschiede in den Verjüngungszahlen zwischen den verschiedenen Anteilsklassen sind nicht signifikant. Interessanterweise kommen auf ZWF mit geringem Tannenanteil (1-3) die meisten Tannen größer als 10cm, während auf den Flächen mit mittlerem bzw. hohem Tannenanteil beinahe nur halb so viele vorkommen.

#### 4.3.1.2. WUCHSGEBIETE

Kann man davon ausgehen, dass die niederschlagsbegünstigte und kühlere Tannenzone der randlichen Inneralpen besser für den Anwuchs bzw. Aufwuchs der Tannen geeignet ist? Die untersuchten ZWF (n=232) sind über die beiden Wuchsgebiete gleichmäßig verteilt (117 in den Inneralpen bzw. 115 in den Zwischenalpen) und weisen alle Samenbäume auf. Tab. 14 zeigt den hochsignifikanten bzw. signifikanten Zusammenhang zwischen Wuchsgebiet und Verjüngungsanzahl für Anwuchs bzw. Aufwuchs. Dabei ist der Zusammenhang in beiden Klassen ein negativer und mit dem Korrelationskoeffizient von  $r=-0,247^{**}$  für die Klasse bis 10cm doch recht deutlich.

Abb. 28 zeigt die mittlere Tannenanzahl pro ZWF getrennt nach den Wuchsgebieten "randl. Inneralpen" und "südl. Zwischenalpen" links für den Anwuchs (VJ <10cm) und rechts für den Aufwuchs (VJ ab 10cm). 117 ZWF sind dabei in das Gebiet der randlichen Inneralpen und 115 in die südlichen Zwischenalpen gefallen.

Auf den ersten Blick stellen die randlichen Inneralpen die geeigneteren Milieubedingungen dar. 82 Individuen unter 10cm kommen im Durchschnitt auf den ZWF der randlichen Inneralpen vor, 30 auf den Flächen der Zwischenalpen. Dazu muss aber angemerkt werden, dass im Komplex Vintl, im Gegensatz zu allen anderen Komplexen, im Jahr 2008 ein ausgeprägtes Samenjahr war und dadurch im Aufnahmejahr 2009 zahlreiche Keimlinge angekommen sind.

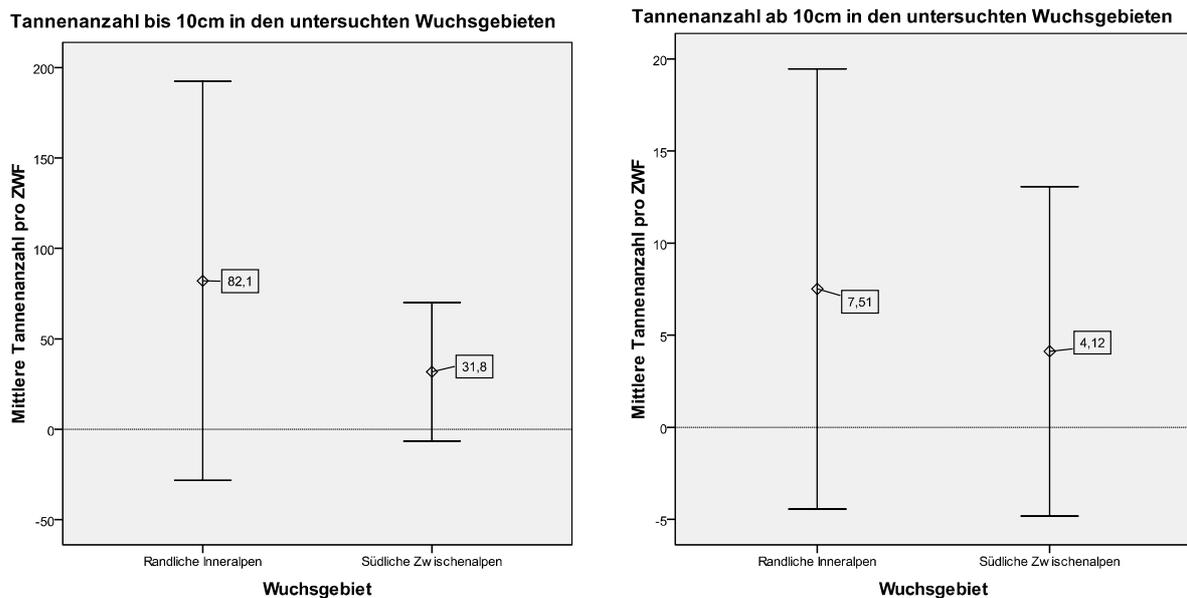


ABB. 28: BEZUG ZWISCHEN TANNENANZAHL UND WUCHSGEBIET

Für die Tannenverjüngung ab 10cm besteht ein signifikanter Unterschied zwischen der Verjüngungsanzahl der beiden untersuchten Wuchsgebiete, wobei im Durchschnitt auf den ZWF der randlichen Inneralpen mit 7,5 Tannen ab 10cm pro ZWF mehr Tannen-Naturverjüngung vorkommt.

#### 4.3.1.3. WALDTYPEN

Ebenso wie die Wuchsgebiete werden die Waldtypen anhand von bestimmten klimatischen, standörtlichen und lokalen Faktoren ausgewiesen und repräsentieren somit eine Kombination von Eigenschaften, die für eine Baumart günstig oder ungünstig sein kann. Auf der Basis des Wasser- und Nährstoffhaushaltsökogramm der Waldtypen, entnommen aus dem Handbuch der Waldtypisierung Südtirol (AUTONOME PROVINZ BOZEN, 2009), wurden die im Rahmen der Untersuchung vorgekommenen Waldtypen nach ihrer Eignung für eine erfolgreiche Etablierung der Tannenverjüngung klassifiziert.

Jene Waldtypen sind als günstiger Tannenstandort definiert worden, welche eine mittlere bis gute Wasserversorgung gewährleisten, d.h. wenn sich der Kernbereich des Wasserhaushalts auf der 7-teiligen Bewertungsskala oberhalb der Stufe 4 „frisch“ befindet. Die Nährstoffversorgung wurde dabei nur als sekundäres Kriterium bewertet, da für die Tanne ein ausreichender Wasserhaushalt wichtiger ist (KÖLLING ET AL., 2011). Somit wurden die Waldtypen FT1, FT5, FT12 und FT16 als günstig für die An- und Aufwuchsbedingungen der Tannenverjüngung klassifiziert und

die Typen FT11, FT15 und Fi6 als weniger günstig. Für diese Analyse wurden alle Zwischenflächen berücksichtigt, auf welchen auch Verjüngung zu erwarten ist, sprich auf solchen, wo im Umkreis von 50m auch Samenbäume stocken. Insgesamt sind dies 232 ZWF, wobei sich 165 (71%) auf günstigen Waldtypen befinden und 67 (29%) ZWF auf weniger günstigen.

Die linke Grafik der Abb. 29 zeigt die mittlere Tannenanzahl pro ZWF auf günstigeren bzw. ungünstigeren Waldtypen für den Anwuchs während sich die rechte Grafik auf den Aufwuchs (>10cm) bezieht. 165 ZWF (71%) sind auf günstigen, 67 (29%) auf ungünstigen Tannenstandorten entfallen.

Abb. 29 zeigt – getrennt nach den zwei Verjüngungsklassen bis 10cm und ab 10cm Höhe - die unterschiedliche mittlere Verjüngungsanzahl der untersuchten Waldtypen. Es zeigte sich, dass ein statistisch signifikanter Unterschied in der Tannenanzahl bis 10cm zwischen günstigen und weniger günstigen ZWF besteht. Das Keimbett in den günstigen Waldtypen wirkt sich positiv auf die Anzahl der Tannen bis 10cm aus. Mehr als doppelt so viele Tannen unter einer Höhe von 10cm kommen auf den Waldtypen mit den günstigeren Bedingungen vor. Im späteren Verlauf spielt der Waldtyp für den Aufwuchs keine signifikante Rolle mehr. Mit durchschnittlich 6 Jungtannen pro ZWF stocken auf günstigen und weniger günstigen Probeflächen gleich viele Pflanzen.

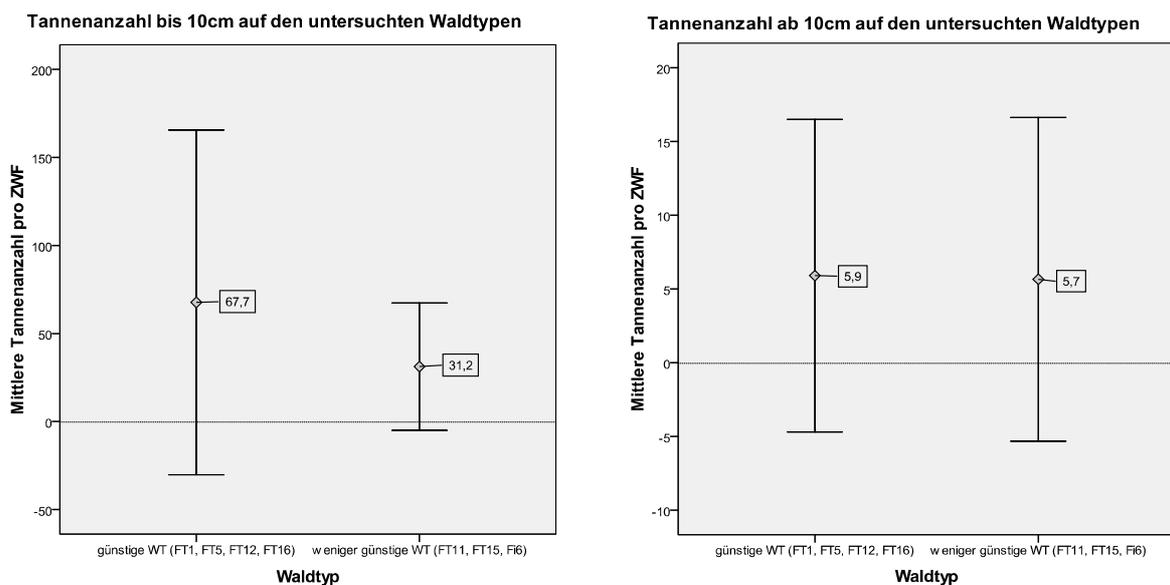


ABB. 29: EINFLUSS DER WALDTYPEN AUF DIE ANZAHL DER TANNENVERJÜNGUNG

Tab. 14 zeigt den Zusammenhang zwischen Tannenanzahl und Waldtyp. In der Klasse bis 10cm besteht nur eine sehr leichte negative Korrelation zwischen den untersuchten Variablen, welche signifikant ist. In die Korrelationsberechnung wurden jeweils nur zwei Variablen einbezogen. Im ersten Fall des Wuchsgebiets gingen die randlichen Inneralpen als erster und die südlichen Zwischenalpen als zweiter Parameter mit ein. Der negative Korrelationskoeffizient bedeutet, dass sich der zweite Parameter im Vergleich zum ersten negativ auf die Verjüngungszahl auswirkt. Genauso ist der Korrelationskoeffizient beim Parameter Waldtyp zu verstehen. Günstige Waldtypen wurden als erste Variable definiert, weniger günstige als zweite. Demnach besteht eine geringfügig negative Korrelation, die bedeutet, dass auf den untersuchten Flächen weniger günstige Waldtypen eine geringere Verjüngungsdichte aufweisen als günstige.

Für die Klasse ab 10cm kann kein Zusammenhang zwischen Waldtyp und Tannenvorkommen gefunden werden.

TAB. 14: KORRELATIONSMATRIX NACH SPEARMAN MIT TANNENANZAHL UND WUCHSGEBIET BZW. WALDTYP

Korrelation Tannenanzahl * Wuchsgebiet und Waldtyp			
		Ta bis 10cm	Ta ab 10cm
Spearman's rho	Wuchsgebiet (n=241)	-,247**	-,150*
	Waldtyp (n=232)	-,139*	,016

\*. Correlation is signifikant at the 0,05 level (2-tailed).

\*\*.. Correlation is signifikant at the 0,01 level (2-tailed).

#### 4.3.1.4. SEEHÖHE

Hat die Höhenstufe einen Einfluss auf die Häufigkeit der Tannenverjüngung? Um diese Fragestellung zu klären, wurde die montane Höhenstufe in hoch- und tiefmontan aufgeteilt. Obwohl die Grenze in der Natur von den lokalen Gegebenheiten abhängt, wurde sie einheitlich für das gesamte Untersuchungsgebiet bei 1250m ü.d.M. festgelegt. Somit liegt sie ungefähr in der Mitte der Höhenspanne, welche von der Tanne besiedelt wird. Es fallen daher alle ZWF, welche unter 1250m ü.d.M. liegen in die tiefmontane Höhenstufe und jene die darüber liegen in die hochmontane Stufe. Es wurden jedoch nur jene ZWF in Betracht gezogen, auf welchen auch Tannenverjüngung zu erwarten ist, d.h. welche im Bereich von Samenbäumen sowie auf potenziellen FT-Waldflächen liegen. Somit wurden 218 ZWF für die Analyse berücksichtigt, wobei 75 (34%) in der tiefmontanen und 143 (66%) ZWF in der hochmontanen Stufe liegen.

Abb. 30 zeigt als Boxplot-Diagramm die vertikale Ausdehnung der aufgenommenen ZWF. 50% der Probeflächen befinden sich zwischen 1200 und 1450 m ü.d.M., der Median liegt bei beinahe 1286m ü.d.M.

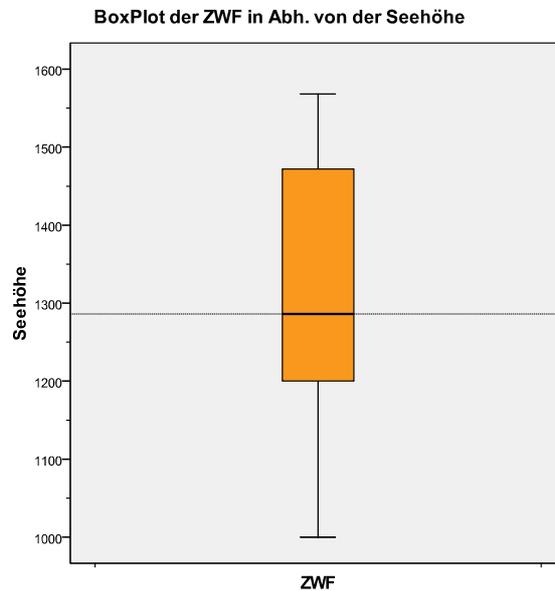


ABB. 30: DARSTELLUNG DER VERTIKALEN AUSDEHNUNG DER AUFGENOMMENEN ZWF.

Geht man davon aus, dass mit zunehmender Höhe die Verjüngungschancen der Tanne aufgrund der erschwerten klimatischen Bedingungen geringer werden, müsste im tiefmontanen Bereich mehr Tannenverjüngung zu erwarten sein.

Abb. 31 zeigt die unterschiedlichen Verjüngungsanzahlen der Tanne auf den ZWF unterschiedlicher Höhestufe. In der Klasse bis 10cm befinden sich auf den tiefer gelegenen Flächen dreimal so viele Tannen als auf den ZWF über 1250m ü.d.M. Es konnte ein signifikanter Unterschied zwischen den Höhenstufen für die Klasse bis 10cm nachgewiesen werden. Durchschnittlich 107 Tannen kommen auf einer ZWF in tiefmontaner Lage vor, hingegen sind es nur 32 Tannen auf hochmontanen Probeflächen. Mithilfe der Spearman Korrelation konnte weiters ein hochsignifikant negativer Zusammenhang ( $r=-0,434^{**}$ ) zwischen Tannenanzahl bis 10cm und ansteigender Seehöhe nachgewiesen werden (Tab. 15). Der Korrelationskoeffizient von -0,434 zeugt von einer relativ straffen Beziehung zwischen dem Vorkommen von Tannenverjüngung und der Seehöhe.

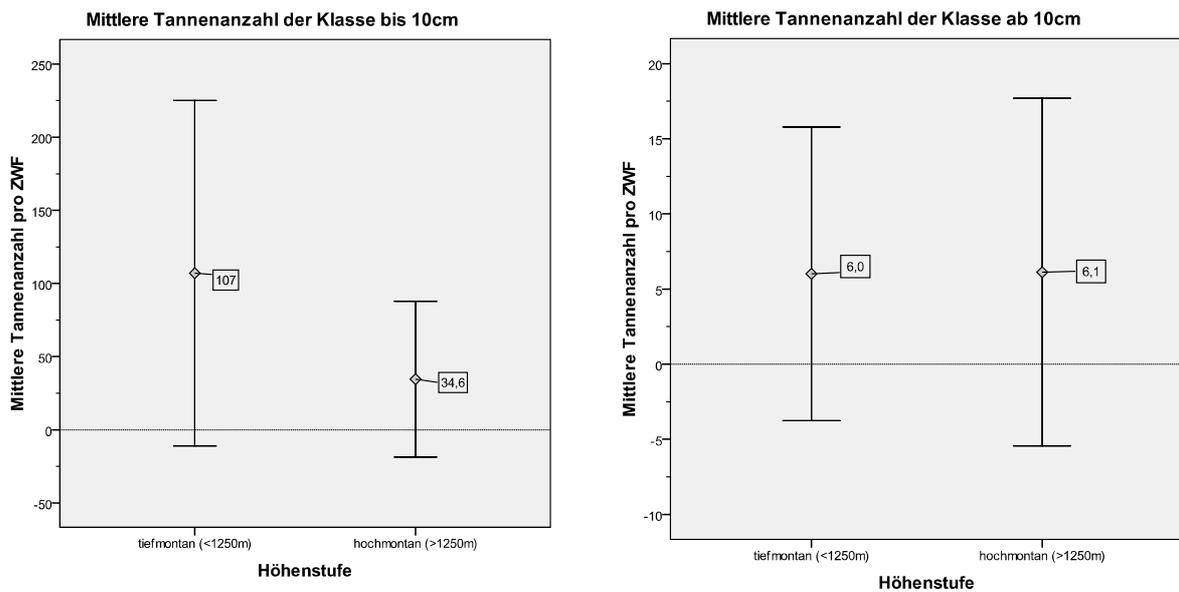


ABB. 31: DIE MITTLERE TANNENANZAHL IN ABHÄNGIGKEIT VON DER HÖHENSTUFE UND DER VERJÜNGUNGSKLASSE

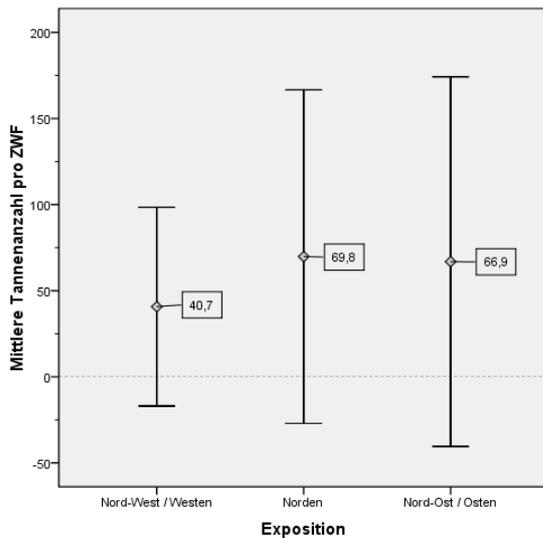
Im Gegensatz zum hochsignifikanten Zusammenhang des Tannenvorkommens in der Klasse bis 10cm besteht für das Tannenvorkommen ab 10cm Höhe kein Zusammenhang mit der Seehöhe mehr (Tab. 15). Unabhängig von der Seehöhe befinden sich durchschnittlich sechs Jungpflanzen in der Kategorie höher als 10cm auf einer ZWF.

#### 4.3.1.5. EXPOSITION

Die Daten der folgenden Analyse beziehen sich auf die ZWF von FT-Waldtypen mit Samenbäumen. Die Daten der Exposition wurden in drei Kategorien zusammengefasst: Norden, Nord-Ost/Osten und Nord-West/Westen. Die Exposition Osten und Westen wurde mit den Gruppen Nord-Ost bzw. Nord-West zusammengeführt, da die Anzahl der ZWF auf O- bzw. W-Flächen sehr gering war (15 bzw. 6 ZWF). Insgesamt werden somit 209 ZWF für die Analyse berücksichtigt und teilen sich wie folgt auf die drei Kategorien auf: 77 ZWF (37%) liegen im Norden, 63 ZWF (30%) im Nord-Osten / Osten und 69 (33%) der ZWF befinden sich auf nord-westlich oder westlich exponierten Hängen.

Abb. 32 zeigt die durchschnittlichen Tannenanzahlen der zwei Verjüngungsklassen auf den untersuchten Expositionen. Die linke Grafik beinhaltet alle Tannenpflanzen kleiner als 10cm Höhe, die rechte all jene größer als 10cm Höhe bis 300cm.

Durchschnittliche Tannenanzahl pro ZWF der Klasse bis 10cm



Durchschnittliche Tannenanzahl pro ZWF der Klasse ab 10cm

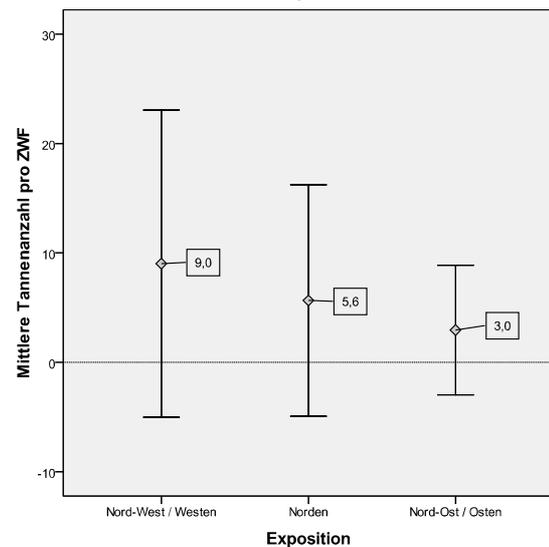


ABB. 32: MITTLERE TANNENANZAHL PRO ZWF AUF VERSCHIEDEN EXPONIERTE WALDHÄNGEN SOWIE UNTERSCHIEDLICHEN HÖHENKLASSEN.

Aus der linken Grafik der Abb. 32, welche den Einfluss der Exposition auf die Anwuchsfreudigkeit der Tanne untersucht, geht hervor, dass kein signifikanter Unterschied in der Anzahl der Tannenverjüngung zwischen nord und nord-ost exponierten Flächen besteht. Auf den nord-westlich exponierten Probeflächen kommen im Durchschnitt zwar deutlich weniger Tannen vor, dennoch konnte kein signifikanter Unterschied zu anders exponierten Flächen nachgewiesen werden. Wie Tab. 15 zeigt, besteht in der Verjüngungsklasse bis 10cm kein Zusammenhang zwischen Tannenanzahl und Exposition. Dafür kann in der Klasse ab 10cm ein signifikant schwacher Zusammenhang statistisch belegt werden. Interessanterweise kommen jedoch auf den ZWF mit den geringsten Keimlingsvorkommen die meisten Tannen ab 10cm vor (Abb. 32).

TAB. 15: ZUSAMMENHANG ZWISCHEN DER TANNENANZAHL, DER NEIGUNG, EXPOSITION UND SEEHÖHE MITTELS KORRELATIONSMATRIX NACH SPEARMAN

Korrelation Tannenanzahl*Neigung, Exposition, Seehöhe						
		Ta bis 10cm	Ta ab 10cm	Neigung	Exposition	Seehöhe
Spearman's rho	Ta bis 10cm	1,000				
	Ta ab 10cm	,147*	1,000			
	Neigung	-,191**	,011	1,000		
	Exposition	-,093	,150*	-,046	1,000	
	Seehöhe	-,448**	,001	,212**	,073	1,000

\*. Correlation is signifikant at the 0,05 level (2-tailed).

\*\*.. Correlation is signifikant at the 0,01 level (2-tailed).

Die meisten Tannen ab 10cm befinden sich auf nord-westlich exponierten Flächen und das, obwohl dort die wenigsten Keimlinge vorhanden waren. So gibt es auf nordwestlich exponierten Probeflächen dreimal so viele, auf nördlichen durchschnittlich doppelt so viele Verjüngungspflanzen.

#### 4.3.1.6. NEIGUNG

Aufgrund der in der Einleitung erwähnten Ursachen hinsichtlich des negativen Einflusses von starker Neigung auf die Dichte der Tannenverjüngung, liegt es nahe, dass in flachen Waldgebieten mehr Keimlinge zu erwarten sind und sich dadurch in den folgenden Jahren auch mehr Verjüngung einstellen kann. Das folgende Streudiagramm (Abb. 33) zeigt die Tannenanzahlen auf den ZWF in Abhängigkeit von der Hangneigung.

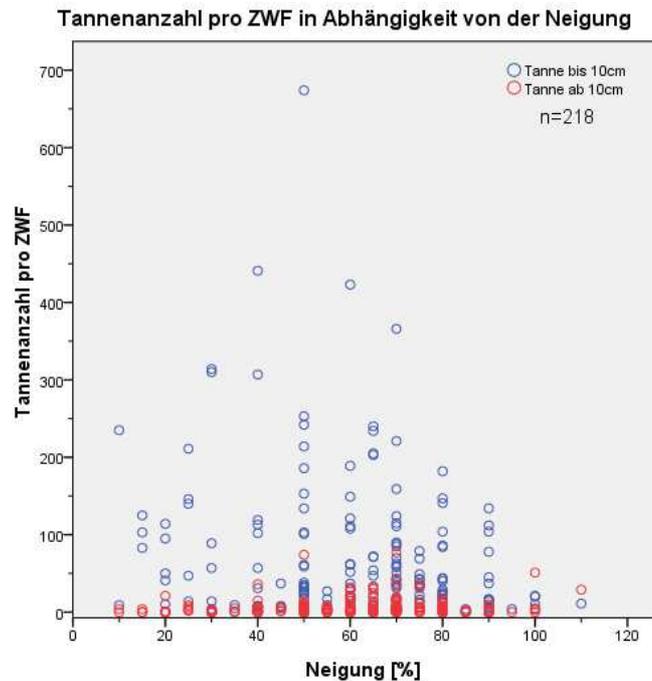


ABB. 33: STREUDIAGRAMM DER TANNENANZAHLEN PRO ZWF IN ABHÄNGIGKEIT DER NEIGUNG.

Auf den ersten Blick fällt auf, dass die größte Anzahl an Tannen der Klasse bis 10cm auf Flächen mit mittlerer Steilheit (40-70%) vorkommt. In der Klasse ab 10cm kann man einen leichten Anstieg der Anzahlen im Neigungsbereich von 60-80% feststellen. Am deutlichsten ist die Abnahme der Verjüngungszahlen in den schroffen Waldbereichen. In Abb. 34 wurde die Neigung in vier Gruppen unterteilt und die mittlere Tannenanzahl pro ZWF berechnet. Wie bei den vorherigen Analysen der Exposition und Seehöhe wurden auch hier nur jene ZWF berücksichtigt, auf welchen auch Tannenverjüngung zu erwarten ist, d.h. ZWF des Waldtyps Fichten-Tannenwälder mit Samenbäumen.

Mit Hilfe der Spearman-Korrelation konnte für die Klasse bis 10cm ein hochsignifikanter negativer Zusammenhang zwischen Anzahl der Tannenverjüngung und Hangneigung nachgewiesen werden (Tab. 15). Der Zusammenhang ist mit dem Korrelationskoeffizient von -0,191\*\* nicht unbedingt deutlich, es ist aber sicher ein Trend zu erkennen, wie auch aus Abb. 34 hervorgeht.

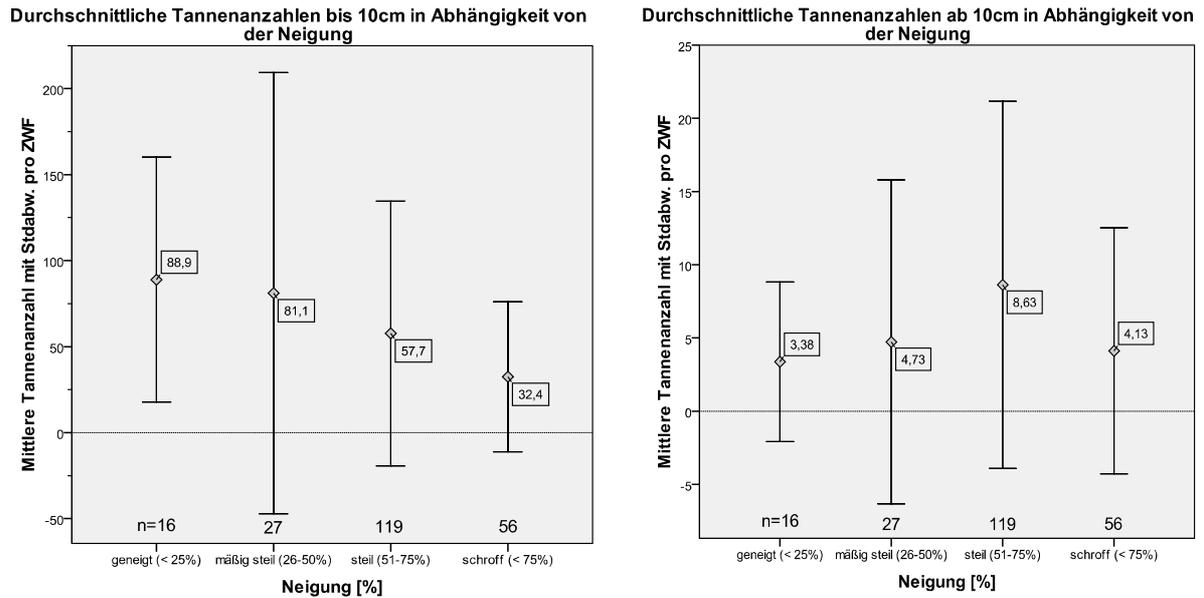


ABB. 34: DARSTELLUNG DER MITTLEREN TANNENANZAHL PRO ZWF IN BEZUG AUF DIE NEIGUNG. LINKS DIE KLASSE BIS 10CM, RECHTS DIE VERJÜNGUNGSZAHLEN AB 10CM

Die bereits im Streudiagramm (Abb. 33) festgestellte Abnahme der Tannenanzahlen mit größer werdender Hangneigung kann durch Abb. 34 bestätigt werden. Es besteht ein signifikanter Unterschied zwischen den Tannenanzahlen in den verschiedenen Neigungsklassen. So kommen auf ebenen bis geneigten Flächen durchschnittlich 90 Tannen bis 10cm pro ZWF vor, auf den steilen Hangpartien noch 58 und auf schroffen Probenflächen nur mehr durchschnittlich 32 Tannen pro ZWF.

Anders als erwartet, führt die hohe Anzahl der Keimlinge in den flachen Probenflächen nicht zu einem vermehrten Vorkommen von mehrjähriger Tannenverjüngung bis 300cm. Grund dafür könnte das Samenjahr im Komplex Vintl sein. Die größte mittlere Tannenanzahl ab 10cm pro ZWF stellt sich auf den steilen Hangpartien ein, wobei dies auch das Resultat der ungleichmäßigen Anzahl der ZWF pro Neigungsklassen sein kann (Abb. 35). Insgesamt weichen die Tannenanzahlen der Klasse ab 10cm, mit Ausnahme der steilen Probenflächen, nur gering voneinander ab. Laut Kruskal-Wallis-Test bestehen aber dennoch signifikante Unterschiede zwischen den Mittelwerten der Neigungsklassen. Insgesamt kann die Spearman-Korrelation statistisch keinen signifikanten Zusammenhang zwischen der Tannenverjüngung ab 10cm und den Neigungsklassen nachweisen (vgl. Tab. 15).

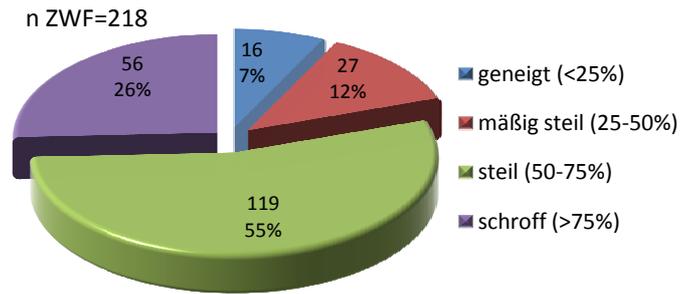
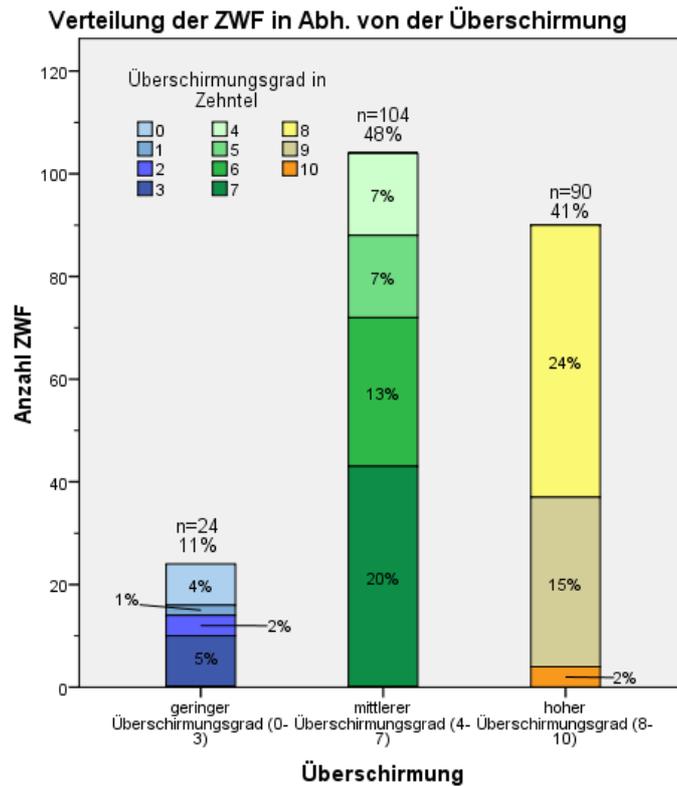


ABB. 35: ANZAHLEN DER ZWF IN DEN VIER NEIGUNGSKLASSEN "GENEIGT", "MÄßIG STEIL", "STEIL" UND "SCHROFF".

### 3.3.2. EINFLUSS DES BESTANDES

#### 4.3.2.1. ÜBERSCHIRMUNG

Die Überschirmung wurde während der Aufnahme in Zehntel geschätzt, wobei immer dieselbe Person zuständig war, um soweit wie möglich den subjektiven Einfluss auszuschließen. Für die Auswertung wurde die Überschirmung in drei Kategorien zusammengefasst: geringe Überschirmung ( $<3/10$  der ZWF wird durch das Kronendach überschirmt), mittlere Überschirmung ( $4/10-7/10$ ) und starke Überschirmung ( $>7/10$ ). Abb. 36 zeigt die Verteilung der ZWF in Abhängigkeit vom Überschirmungsgrad. Am häufigsten fielen die Probestellen in mäßig lockere Bestände mit einer Überschirmungsbereich von  $4-7/10$  (48% der ZWF). Mit 24% war lag der häufigste Überschirmungsgrad bei  $8/10$ .



**ABB. 36: VERTEILUNG DER AUFGENOMMENEN ZWF IN BEZUG AUF DEN ÜBERSCHIRMUNGSGRAD DER BESTÄNDE**

Abb. 37 zeigt die Verteilung der Tannenverjüngung in den Klassen bis und ab 10cm in Abhängigkeit vom Überschirmungsgrad. Folgender Trend lässt sich erkennen: Je mehr sich das Kronendach schließt, umso mehr Keimlinge befinden sich auf der Probefläche. Die Mittelwerte in den Überschirmungsklassen sind für beide Verjüngungsklassen jedoch knapp nicht signifikant. Für die bereits fortgeschrittene Verjüngung kann der entgegengesetzte Trend erkannt werden. Sobald mehr Licht zur Verfügung steht, können sich mehr Tannen entwickeln.

In der Klasse bis 10cm kommen auf ZWF mit dichter Überschirmung durchschnittlich 74 Tannenpflanzen pro ZWF vor, während auf den ZWF mit lockerer Überschirmung durchschnittlich nur 40 Tannen pro ZWF vorkommen. In der Klasse ab 10cm dreht sich der Trend um, sodass auf ZWF mit lockerer Überschirmung mit durchschnittlich 8 Tannen pro ZWF beinahe doppelt so viele Pflanzen vorkommen, als auf Probeflächen mit hohem Kronenschlussgrad.

Auch wenn man die jungen AKL (Blöße, Jungwuchs, Dichtung), welche keinen bzw. einen 100%-igen Überschirmungsgrad aufwiesen, nicht berücksichtigt und somit die Überschirmung im

geschlossenen Bestand beurteilt, ändert sich am vorher festgestellten Trend nicht viel. In der Klasse bis 10cm besteht kein Unterschied mehr in der durchschnittlichen Tannenanzahl pro ZWF auf Flächen mit geringer und mittlerer Überschirmung. In der Klasse ab 10cm zeichnet sich der Trend, dass in lichterem Beständen mehr Tannen vorkommen als in dicht überschrümt, noch deutlicher ab. Signifikante Unterschiede zwischen den Überschirmungsklassen können aber auch hier nicht festgestellt werden.

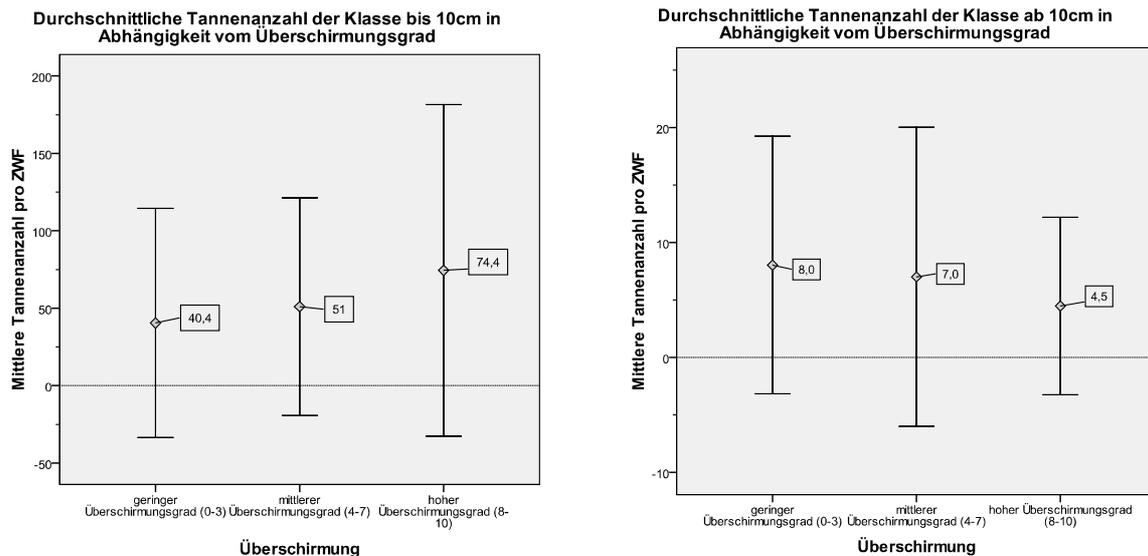


ABB. 37: MITTLERE TANNENANZAHL PRO ZWF AUF PROBEFLÄCHEN MIT UNTERSCHIEDLICHER ÜBERSCHIRMUNG. LINKS DIE VERJÜNGUNGSKLASSE BIS 10CM, RECHTS JENE AB 10CM HÖHE.

Obwohl kein signifikanter Unterschied zwischen den mittleren Tannenanzahlen in den Überschirmungsklassen besteht, korrelieren die Faktoren Anzahl der Tannenverjüngung und Überschirmungsgrad auf niedrigem Niveau (Tab. 16).

TAB. 16: KORRELATIONSTABELLE MIT TANNENANZAHL UND ÜBERSCHIRMUNGSGRAD

Korrelation Verjüngungsanzahl * Überschirmung					
Spearman's rho		Ta bis 10cm	Ta ab 10cm	Fi bis 10cm	Fi ab 10cm
	Überschirmung	,161*	-,207**	-,243**	-,480**
	Sonnenstunden/Tag im Juni	-0,74	-0,007	0,109	0,163*

\*. Correlation is signifikant at the 0,05 level (2-tailed).

\*\*.. Correlation is signifikant at the 0,01 level (2-tailed).

Vergleicht man die Anzahlen der deutlich stärker lichtbedürftigen Fichte auf den untersuchten ZWF in Bezug auf den Überschirmungsgrad, fällt auf, dass die Verjüngungszahlen in der Klasse bis 10cm, aber noch viel deutlicher in der Klasse ab 10cm mit steigendem Überschirmungsgrad signifikant abnehmen (Abb. 38). Der Kruskal-Wallis-Test bestätigt einen signifikanten Unterschied zwischen den Mittelwerten, aber nur für die Klasse ab 10cm. Der Trend, dass in der Klasse bis 10cm die Fichtenanzahlen bei zunehmender Überschirmung abnehmen, kann durch das Spearman's R von  $-0,243^{**}$  statistisch abgesichert werden (Tab. 16). Eine relativ straffe, negative Beziehung mit dem Korrelationskoeffizienten von  $-0,480^{**}$  kann für die Fichtenverjüngung ab 10cm mit steigendem Kronenschluss nachgewiesen werden (Tab. 16).

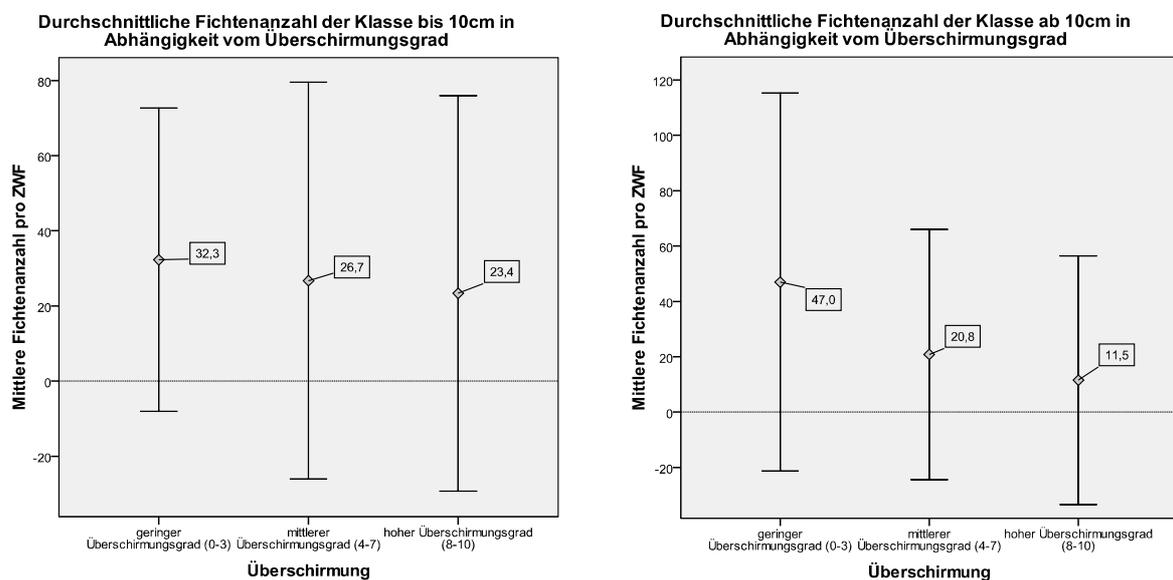


ABB. 38: DURCHSCHNITTliche FICHtenANZAHL AUf UNTERSCHIEDLICH ÜBERSCHIRMten PRöBEFLÄCHEN. LINKS DIE KLASSE BIS 10CM, RECHTS JENE AB 10CM.

Im weiteren Sinn kann die Überschirmung auch als Maß für die, in den Bestand eintretende Lichtmenge, gesehen werden. Neben dem Einfluss der Einstrahlungsverhältnisse auf das Etablieren von Naturverjüngung, hat die unterschiedliche Lichtverfügbarkeit auch Auswirkungen auf die Wachstumsleistung der Verjüngung zur Folge. Zahlreiche Studien belegen den positiven Einfluss von erhöhtem Lichteinfall auf die Wachstumsleistung der Naturverjüngung (OTT ET AL., 1991; MAYER, 1997; MOSANDL UND EL KATEB, 1988; AMMER, 1996; HUNZIKER UND BRANG, 2005). Ein geringerer Überschirmungsgrad bedeutet, dass mehr Licht, in Form von direkter und diffuser Strahlung, in den Bestand gelangt.

An 145 Tannen ohne Verbisseinwirkung zwischen 20 und 300cm Höhe wurde der 5-jährige Höhenzuwachs gemessen (Abb. 39). Die Werte der Überschirmung sowie der direkten Sonneneinstrahlung wurden aus der jeweiligen ZWF übernommen.

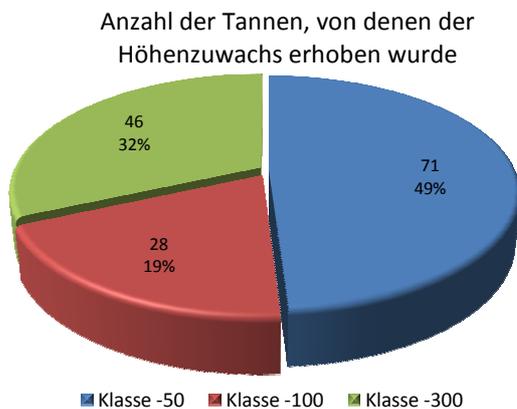


ABB. 39: ANZAHL UND HÖHENKLASSENVERTEILUNG DER TANNEN, VON DENEN DER HÖHENZUWACHS GEMESSEN WURDE. N=145

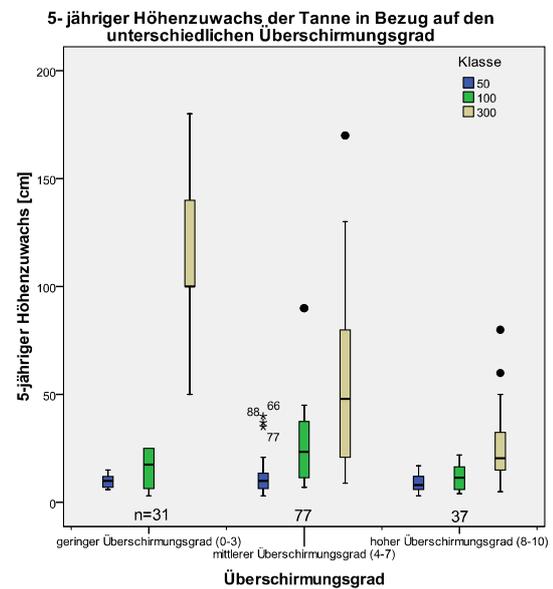


ABB. 40: 5-JÄHRIGER HÖHENZUWACHS DER TANNE IN ABHÄNGIGKEIT VON DER VERJÜNGUNGSKLASSE UND DEM ÜBERSCHIRMUNGSGRAD.

Entgegen den Erwartungen besteht kein statistisch signifikanter Zusammenhang (Spearman`s R) zwischen Überschirmungsgrad und Höhenzuwachs der Tanne. Es ist jedoch ein deutlicher Trend zu erkennen, dass mit abnehmender Überschirmung der mittlere 5-jährige Höhenzuwachs ansteigt (Abb. 40). Dies gilt zumindest ohne Ausnahme für die Verjüngungsklasse 100-300cm. Der Zuwachs der Tanne verdoppelt sich von gering zu mittelmäßig überschrmtten Beständen, sowie von jenen mittlerer zu hoher Überschirmung (vgl. Tab. 17). In der Klasse 10-50cm bleibt der 5-jährige Höhenzuwachs der Tanne über die verschiedenen Überschirmungsgrade ungefähr konstant bei circa 10cm. Der Zuwachs der Tannen zwischen 50-100cm variiert deutlich zwischen den kategorisierten Überschirmungsgraden (Tab. 17).

TAB. 17: STATISTISCHE KENNZAHLEN DES HÖHENZUWACHSES DER TANNE IN ABHÄNGIGKEIT DES ÜBERSCHIRMUNGSGRADES.

Überschirmungsgrad	Verjüngungsklasse	n Tanne	Mittlerer 5-jähriger Höhenzuwachs [cm]	Stdabw.	Median[cm]
gering (0-3)	10-50	18	10,22	± 3,191	10,0
	50-100	4	15,75	± 11,057	17,5
	100-300	9	<b>112,78</b>	± 43,092	100,0
mittel (4-7)	10-50	40	11,63	± 8,515	10,0
	50-100	16	30,63	± 26,094	23,5
	100-300	21	<b>60,81</b>	± 50,134	48,0
hoch (8-10)	10-50	13	8,85	± 4,018	8,0
	50-100	8	11,75	± 6,563	11,5
	100-300	16	<b>27,56</b>	± 19,913	20,5

Statistisch bestehen allerdings keine signifikanten Unterschiede zwischen den Mittelwerten des Höhenzuwachses in den verschiedenen Überschirmungs- bzw. Verjüngungsklassen.

#### 4.3.2.2. DIREKTE SONNENEINSTRALUNG

Die Wärme im Wurzelraum hängt eng mit der Wärmeenergie der direkten Sonneneinstrahlung zusammen, welche wiederum stark von der potenziellen Sonnenscheindauer abhängt (BRANG, 1996b). Die potenzielle Sonnenscheindauer im Juni stellt eine Schätzgröße für die direkte Sonneneinstrahlung dar (BRANG, 1996a). Die potenziell tägliche Sonnenscheindauer im Juni wurde deshalb als Faktor gewählt, da sie erwiesenermaßen großen Einfluss auf die Koniferenansamung ausübt (VACIK ET AL., 2010; BRANG, 1996a; FREHNER, 1989) und da sie mit dem Horizontoskop im Gelände sehr leicht und schnell zu bestimmen ist (SCHÜTZ UND BRANG, 1995).

Da für die Aufnahmen jedoch kein Horizontoskop zur Verfügung stand, wurde der Schweizer Nachbau des Horizontoskops, der Sonnenkompass verwendet. Dabei muss man die systematischen Messfehlern dieses Gerätes berücksichtigen, wie der Vergleich von BRANG (1996a) zeigt. Er verglich die potenzielle tägliche Sonnenscheindauer von Sonnenkompass und

den Auswertungen aus den Fischaugenfotos und kam auf einen Korrelationskoeffizienten von 0,50 auf Nordhängen (BRANG, 1996a).

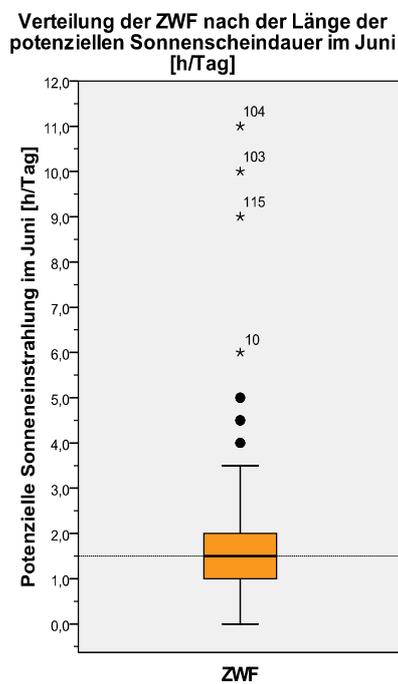


ABB. 41: BOXPLOT-DIAGRAMM DER VERTEILUNG DER ZWF IN ABHÄNGIGKEIT VON DER LÄNGE DER POTENZIELLEN SONNENSCHENDAUER.

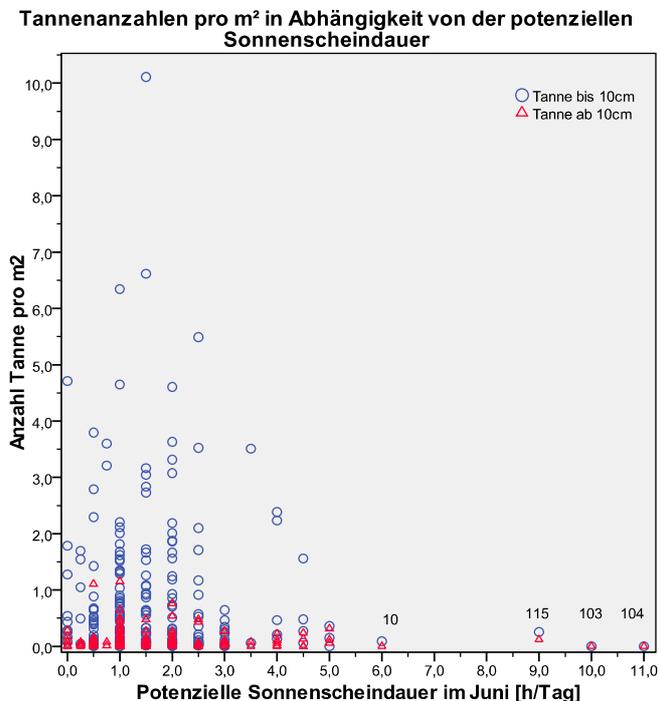


ABB. 42: VERTEILUNG DER TANNENANZAHLEN GETRENNT NACH DEN ZWEI VERJÜNGUNGSKLASSEN (BIS 10CM, AB10CM) IN RELATION DER LÄNGE DER POTENZIELLEN SONNENSCHENDAUER.

Abb. 41 zeigt als Box-Plot Diagramm die unterschiedliche potenzielle Sonnenscheindauer auf den untersuchten ZWF. Es wurden, wie auch schon in den Analysen zuvor, nur jene ZWF berücksichtigt, welche in potenziellen FT-Waldtypen liegen und von mindestens einem Samenbaum umgeben sind. Die drei schwarzen Punkte markieren jene ZWF, welche zwischen dem eineinhalb- bis dreifachen Interquartilsabstand (IQR) liegen. Weiters wurden vier extreme Ausreißer (ZWF 10, 103, 104, 115) ausgedeutet, welche über dem dreifachen IQR lagen.

Der Median der direkten Sonnenscheindauer liegt bei 1,5 h im Juni auf den Waldboden. 50% der ZWF weisen eine Sonnenscheindauer zwischen 1 und 2 h auf. Dabei besteht kein signifikanter Unterschied zwischen den Mittelwerten der verschiedenen exponierten ZWF.

Das Streudiagramm (Abb. 42) zeigt deutlich, dass die Verjüngungsanzahl bis 10cm mit steigender Einstrahlungsdauer zunimmt und ab 2 h täglicher direkter Sonneneinstrahlung im Juni wieder abnimmt. Auch für die Klasse ab 10cm ist ein ähnlicher Trend zu erkennen, jedoch weniger

ausgeprägt. ZWF im Bereich von 1-2 h direkter Sonneneinstrahlung weisen am meisten Tannenverjüngung auf.

Zwischen der täglichen direkten Sonnenscheindauer im Juni und der Anzahl der Tannenverjüngung besteht laut der Spearman-Korrelationsmatrix kein Zusammenhang, weder für die Klasse bis 10, noch für jene ab 10cm (Tab. 16). Die einzige signifikante Korrelation, auch wenn diese sehr locker ist, besteht für die Fichtenverjüngung ab 10cm, welche mit zunehmender potenzieller Sonnenscheindauer auch häufiger vorkommt ( $r=0,163^*$ ).

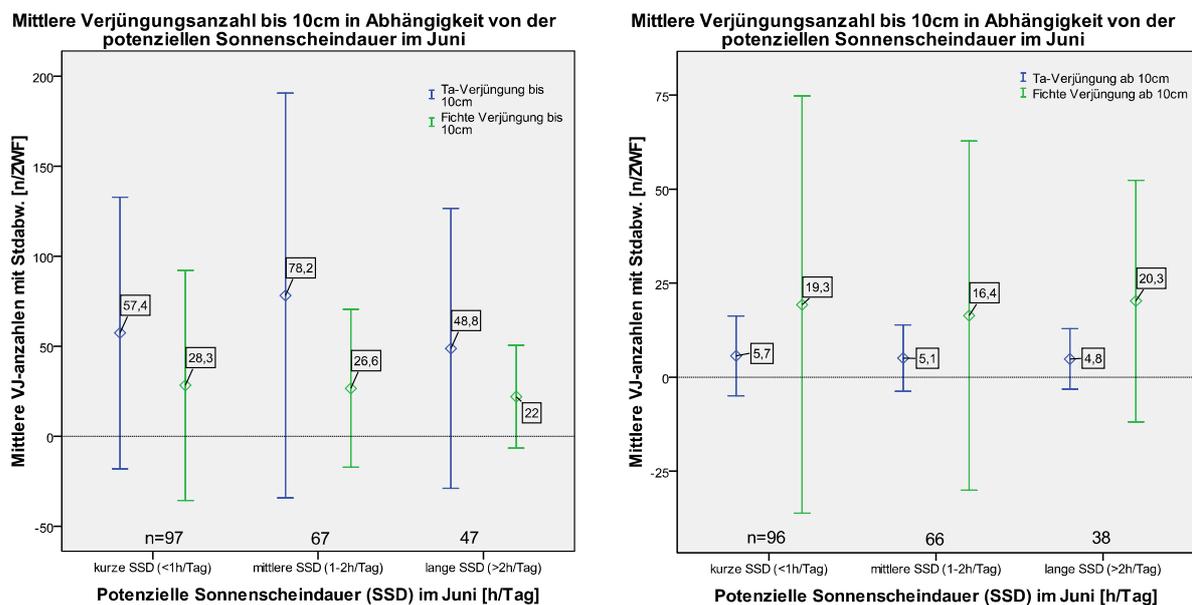


ABB. 43: DURCHSCHNITTICHE TANNENANZAHL PRO ZWF IN ABHÄNGIGKEIT VON DER DIREKTEN SONNENEINSTRALHUNG. LINKS BIS 10CM, RECHTS AB 10CM HÖHE.

Das Streudiagramm in Abb. 43 verdeutlicht die mittleren Tannenanzahlen der Klasse bis 10cm in den Sonnenscheinklassen. Auf ZWF mit kurzer bzw. langer direkter Sonneneinstrahlung nimmt die mittlere Verjüngungsanzahl ab, dabei ist die Tannenanzahl auf den lang besonnten ZWF am geringsten (49 Ind. /ZWF). Im Vergleich dazu kommen auf Probeflächen mit einer Sonnenscheindauer von 1-2 h durchschnittlich 78 Tannen bis 10cm pro ZWF vor (Abb. 43, links). Insgesamt kommen deutlich weniger Fichten bis 10cm vor. Für die Fichte ist ein abnehmender Trend zu erkennen: Je länger die Sonne direkt auf die Probefläche scheint, desto geringer wird die Anzahl der Fichten bis 10cm.

Um den Effekt der unterschiedlichen Einstrahlungsverhältnisse aufgrund von Altersstrukturen auszuschließen, wurden für die Analyse der Tanne ab 10cm zusätzlich nur mehr jene ZWF

berücksichtigt, welche auf Bestände der Altersklassen „Baumholz“, „Altholz“, „Altholz in Verjüngung“ und „Mehrstufig“ entfallen sind. Somit steuert die Variation des Überschirmungsgrades der unterschiedlichen Altersklassen die Einstrahlungsverhältnisse vor Ort. Nicht überschirmte Flächen bleiben unberücksichtigt. In überschirmten Beständen weist die mittlere Anzahl der Tannenverjüngung ab 10cm nur geringe Unterschiede zwischen den verschiedenen Einstrahlungsverhältnissen auf. Dabei ist ein abnehmender Trend zu erkennen. Längere Einstrahlungsdauer bewirkt im Mittel einen leichten Rückgang der Tannenanzahl. Im Mittel beträgt der Rückgang 0,5 Tannen pro Stunde Sonnenscheindauer im Juni. Berücksichtigt man die Alterklasse nicht, steigt die mittlere Tannenanzahl in der Klasse >2h direkte Sonneneinstrahlung marginal auf 5,21 an. Für die Fichte ab 10cm konnte ein leichter, positiver Zusammenhang mit der direkten Sonneneinstrahlung nachgewiesen werden (Tab. 16). Die Fichtenanzahl fällt bei mittlerer Einstrahlungsdauer zunächst auf 16 Individuen pro ZWF leicht ab und steigt dann mit zunehmender Sonnenscheindauer wieder auf durchschnittlich 25 Individuen pro ZWF an.

Bereits in Abb. 40 konnte der Trend, dass bei gesteigertem Lichtgenuss ein erhöhter Zuwachs zu erwarten ist, erkannt werden. Kann die direkte Sonneneinstrahlung ebenso eine gesteigerte Zuwachsleistung hervorrufen?

Es werden dieselben Tannen untersucht, welche auch für die Analyse des Einflusses der Überschirmung auf den Zuwachs verwendet wurden (Abb. 39). Der Großteil dieser Tannen stockte in kleinen Verjüngungskegeln zwischen bzw. unter Fichtenverjüngung. Vergleicht man den durchschnittlichen 5-jährigen Höhenzuwachs der Tannenverjüngung in den Verjüngungsklassen 10-50, 50-100 und 100-300cm, kann man sehen, dass durch den Konkurrenzdruck sowie durch die mangelnde Lichtversorgung der Zuwachs in der Klasse 10-20cm mit 11cm relativ schwach ausfällt (Abb. 44). Die Klasse von 100-300cm Höhe weist deutlich größeren durchschnittlichen Zuwachs auf, da die Individuen dieser Klasse häufig allein stockten bzw. die besseren Lichtverhältnisse auszunutzen wissen.

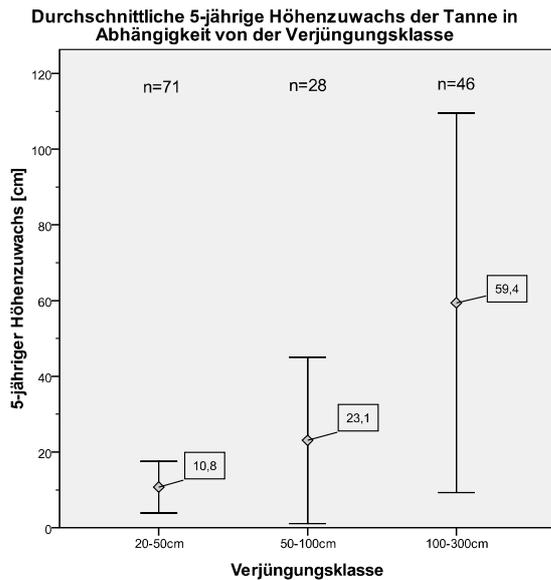


ABB. 44: DURCHSCHNITTLICHER HÖHENZUWACHS IN DEN VERJÜNGUNGSKLASSEN BIS 50CM, BIS 100CM UND BIS 300CM.

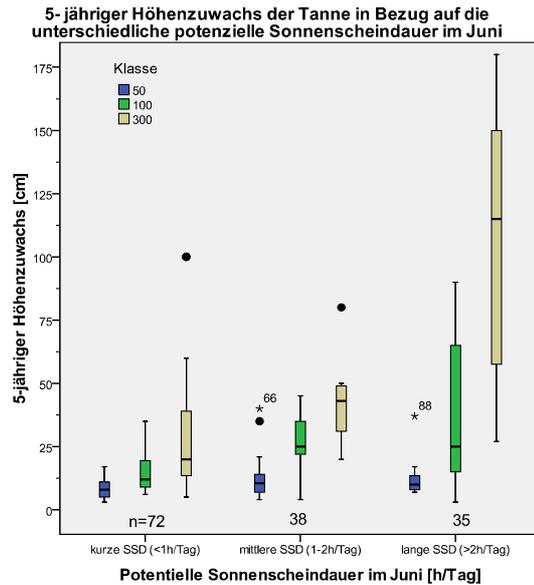


ABB. 45: HÖHENZUWÄCHSE DER TANNE IN ABHÄNGIGKEIT DER VERJÜNGUNGSKLASSE UND DER POTENZIELLEN SONNENSCHINDAUER (SSD).

Abb. 45 zeigt den unterschiedlichen Höhenzuwachs in Abhängigkeit von der Verjüngungsklasse und der Sonnenscheindauer. Wie bereits vorher angesprochen, weisen die Tannen, abhängig von ihrer Höhe, unterschiedlich starke Zuwächse auf. Zudem sieht man an Abb. 45, dass Tannen, welche eine längere Sonnenbestrahlung genießen, einen deutlich größeren Zuwachs aufweisen, als jene mit kurzem direktem Sonnenschein. Dies gilt hauptsächlich für die Klassen ab 50cm. Jene Tannen, welche eine Höhe zwischen 10 und 50cm aufweisen, können die guten Lichtverhältnisse noch nicht zu ihrem Vorteil nutzen und die Energie in den Höhenzuwachs lenken. Der durchschnittliche 5-jährige Höhenzuwachs bleibt über alle Klassen der Sonneneinstrahlung mit ca. 10cm derselbe (Tab. 18). Den größten Einfluss hat die Direktstrahlung auf die Tannen ab 100cm Höhe. Dort beträgt die Zuwachssteigerung ungefähr das 3,5-fache von kurz besonnten zu lang besonnten Tannen. Der durchschnittliche Höhenzuwachs (Tanne 100-300) beträgt für kurz besonnte  $31 \pm 26$ cm, für mittelmäßig lang der Sonne ausgesetzt Tannen  $43 \pm 20$ cm und für die höchste Klasse  $108 \pm 50$ cm.

Tab. 18 zeigt die statistischen Kennwerte für den Höhenzuwachs der Tannenverjüngung in Bezug auf die Dauer der direkten Sonneneinstrahlung.

TAB. 18: STATISTISCHE KENNZAHLEN DES HÖHENZUWACHS DER TANNE IN ABHÄNGIGKEIT DER POTENZIELLEN SONNENSCHINDAUER (SSD)

SSD	Verjüngungs- klasse	n Tanne	Mittlerer 5-jähriger Höhenzuwachs [cm]	Stdabw.	Median[cm]
kurz	10-50	33	8,67	± 4,09	8,0
	50-100	16	14,88	± 8,70	12,0
	100-300	23	30,57	± 26,24	20,0
mittel	10-50	26	12,50	± 8,31	10,5
	50-100	5	26,20	± 15,35	25,0
	100-300	7	43,29	± 20,09	43,0
lang	10-50	12	12,75	± 8,24	10,0
	50-100	7	39,71	± 36,27	25,0
	100-300	16	107,94	± 49,51	115,0

Gemäß der Korrelationsmatrix nach Spearman besteht ein hochsignifikanter Zusammenhang ( $r=0,328^{**}$ ) zwischen Höhenzuwachs und potenzieller Sonnenscheindauer. Dies kann durch Abb. 45 und Tab. 18 bestätigt werden. Weiters bestehen sowohl zwischen den Mittelwerten der Verjüngungsklassen, als auch zwischen jenen der Klassen der potenziellen SSD, statistisch signifikante Unterschiede (Kruskal-Wallis Test).

### 3.3.3. EINFLUSS DER KONKURRENZ

#### 4.3.3.1. DECKUNGSGRAD DER BODENVEGETATION

Von den insgesamt 965 erhobenen Teilflächen (Tfl) wurden auf 777 (81%) Tannenverjüngung gefunden. Tannen, welche auf Totholz (liegend oder Stock) oder auf Wurzelteller vorgekommen sind, wurden für die folgende Analyse nicht berücksichtigt, da sich diese unabhängig von der bereits existierenden Bodenvegetation entwickeln. Weiters wurden nur jene Tfl berücksichtigt, welche sich in der Nähe von Samenbäumen der Tanne befinden, in einem potenziellen FT-Waldtyp vorkommen und auf welchen auch tatsächlich Verjüngung gefunden wurde. Somit bleiben 718 bzw. 365 Tfl für die Auswertung des Einflusses der Bodenkonkurrenz auf die Tannenverjüngung bis 10cm bzw. ab 10cm übrig.

Die mittlere Anzahl der Tannen bis 10cm Höhe weist auf unterschiedlich bedeckten Waldböden nur geringfügige, jedoch signifikante Unterschiede auf (Kruskal- Wallis-Test). Die durchschnittliche Tannenanzahl nimmt mit steigender Vegetationsdeckung bis 75% zu um dann bei flächendeckender Bodenvegetation wieder abzunehmen. Dabei ist der Unterschied zwischen den Deckungsklassen 2-4 nur marginal. Die Klasse bis 25% Bodenbedeckung durch die Vegetation weist mit durchschnittlich 13 Tannen/Tfl deutlich die geringste Anzahl auf. Laut der Korrelationstabelle (Tab. 19) besteht kein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Deckungsgrad der Bodenvegetation und der Anzahl der Tannenpflanzen, weder für die Klasse bis 10cm, noch für jene ab 10cm Höhe.

Auch die durchschnittliche Tannenanzahl ab 10cm variiert abhängig von der unterschiedlichen Vegetationsbedeckung nur sehr gering (0,5 Pflanzen zwischen der höchsten und geringsten Anzahl) (Abb. 46). Dennoch erkennt der Kruskal-Wallis-Test einen signifikanten Unterschied zwischen den Mittelwerten in den Bodenvegetationsklassen. Es ist die Tendenz zu erkennen, dass sowohl ein geringer, als auch ein hoher Deckungsgrad der Bodenvegetation die Anzahlen der Tannenverjüngung negativ beeinflussen würden (Abb. 46). Im Durchschnitt kommen auf Tfl mit einem Vegetationsdeckungsprozent zwischen 26-50% am häufigsten Tannen ab 10cm vor.

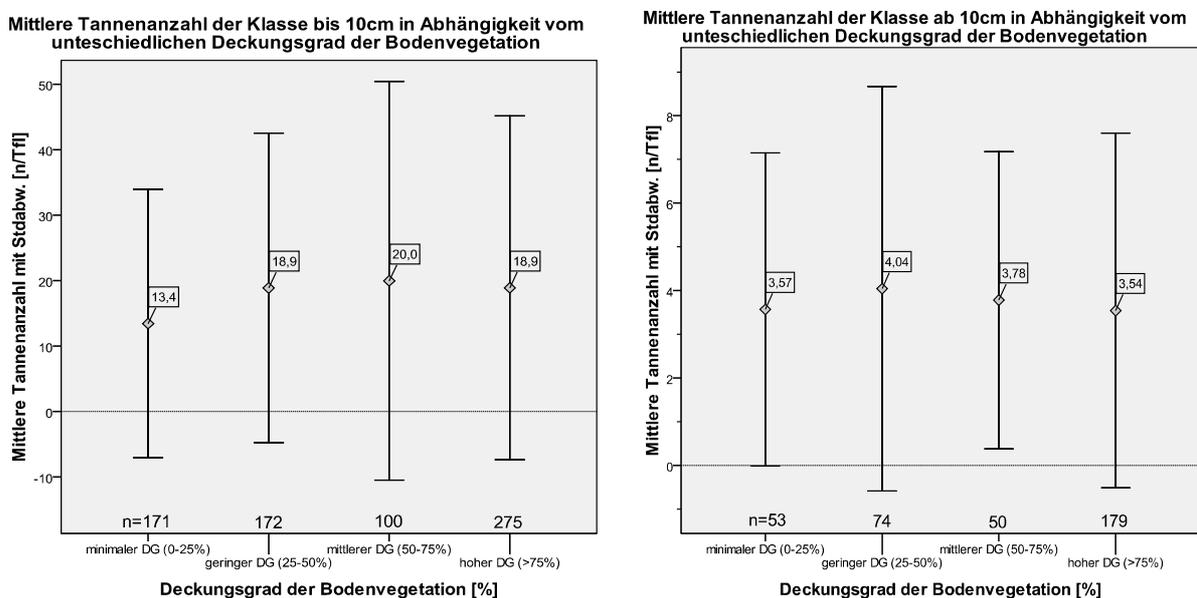
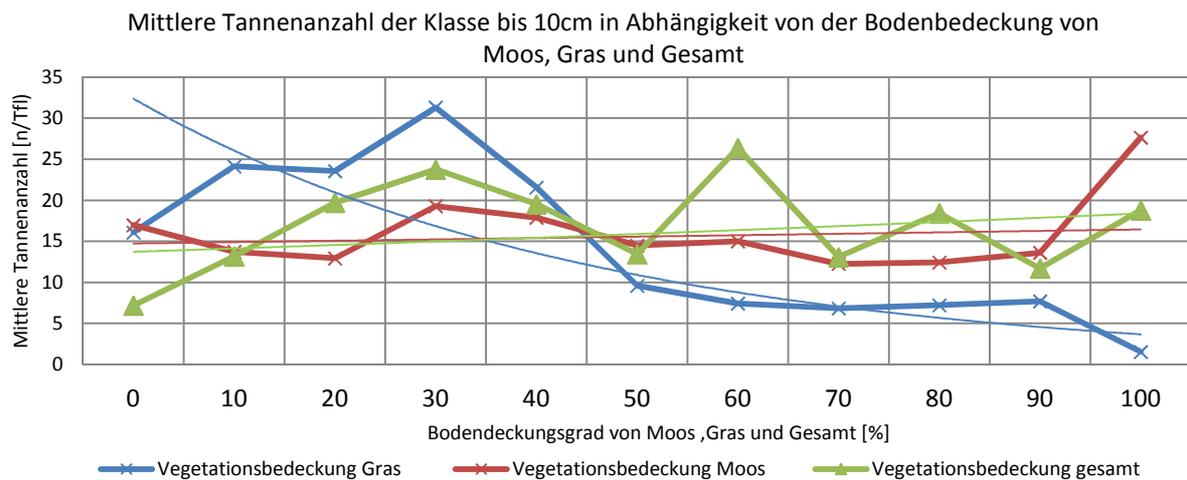


ABB. 46: MITTLERE ANZAHL DER TANNENVERJÜNGUNG IN DEN KLASSEN BIS 10CM (LI.) UND AB 10CM (RE.) IN ABHÄNGIGKEIT VOM DECKUNGSGRAD DER BODENVEGETATION AUF DER TFL.

Da sich der Deckungsgrad der Bodenvegetation auf die gesamte Vegetation bezieht, hat dies ein Überlappen der häufigsten Bodenpflanzen Moos und Gras, welche laut Literatur gegensätzliche

Wirkung auf die Verjüngungsgunst haben, zur Folge. Somit ist die Variable „Vegetationsdeckung gesamt“ nur teilweise aussagekräftig und eine weitere Unterteilung nach Arten der Bodenvegetation und deren Deckungsgrad notwendig.

Abb. 47 zeigt die Beziehung zwischen dem Deckungsgrad von Moos, Gras und der gesamten Bodenvegetation auf der jeweiligen Tfl und der Anzahl der vorhandenen Tannen.



**ABB. 47: DARSTELLUNG DER MITTLEREN TANNENANZAHL DER KLASSE BIS 10CM IN ABHÄNGIGKEIT VON DER BODENBEDECKUNG DURCH MOOS, GRAS UND DER GESAMTEN VEGETATION.**

Die in der Literatur häufig beschriebenen Zusammenhänge zwischen Moos- und Grasanteil (BAIER ET AL., 2007; BRANG, 1996a; OTT ET AL., 1997; DIACI, 2002; HUNZIKER UND BRANG, 2005) und der Anzahl von Keimlingen kann auch in dieser Arbeit bestätigt werden. Ein steigender Grasanteil wirkt sich deutlich negativ auf das Vorkommen von Tannenkeimlingen aus (Abb. 47). Vergleicht man diesen Zusammenhang mit der Korrelationstabelle (Tab. 19), besteht ein signifikanter Zusammenhang zwischen Grasanteil und Tannenanzahl bis 10cm ( $r=-0,184^{**}$ ). Umgekehrt zeigt sich die Situation für den steigenden Moosanteil. Auch wenn die Tendenz hin zu einem positiven Einfluss des Moosanteils auf die Verjüngungszahlen in der Grafik (Abb. 47) nicht deutlich zu erkennen ist, so bestätigt die Korrelationstabelle doch einen signifikanten Zusammenhang zwischen Moosanteil und Tannenvorkommen bis 10cm (Tab. 19). Dabei berechnet die Korrelationstabelle den Einfluss des Deckungsgrades der unterschiedlichen Vegetationsbedeckungen und gibt den Zusammenhang anhand des Korrelationskoeffizienten ( $r$ ) wieder. Am Beispiel von Gras kann man erkennen, dass ein hoher Deckungsgrad von Gras einen negativen Einfluss auf die Dichte der Tannenverjüngung hat.

Auf die Darstellung der Ergebnisse für die Klasse ab 10cm wurde verzichtet, da die Vegetationsbedeckung des Waldbodens für den Aufwuchs der Tannenpflanze nur eine untergeordnete Rolle spielt.

TAB. 19: KORRELATIONSTABELLE DER TANNENVERJÜNGUNG UND DES DECKUNGSRADES DER UNTERSCHIEDLICHEN BODENVEGETATION

		Korrelation Tannenanzahl * DG der Bodenvegetation							
		Deckungs- grad (1-10)	Vegetation gesamt	Gras	Moos	Wald- wachtel- weizen	Heidelbeere	Alpenrose	Art der Boden- vegetation
Spearman- Rho	Tanne bis 10cm	r	,066	-,184**	,166**	-,207**	,227**	-,093*	-,058
		n	718	718	718	718	718	718	718
	Tanne ab 10cm	r	-,028	-,179**	,053	,127*	-,066	-,091	,009
		n	356	356	356	356	356	356	356

\*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

\*\*.. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

#### 4.3.3.2. ART DER BODENVEGETATION

Klassifiziert man die Probestellen nach der Pflanzenart der vorherrschenden Bodenvegetation erhält man folgende Klassen: Streu, Gras, Moos, Heidelbeere, Alpenrose und die Kategorie „Mix“. Dabei wurde versucht, die Tfl jener Klasse zuzuordnen, welche den höchsten Bodendeckungsgrad aufweist. Sollten mehrere Arten in derselben Größenordnung (im Rahmen von 30%) vorhanden sein, wurden sie der Kategorie „Mix“ zugeordnet, welche eine Mischung von allen vorkommenden Pflanzenarten darstellt (Abb. 48). Eine Tfl wurde der Gruppe „Streu“ zugeordnet, wenn die Vegetationsbedeckung weniger als 30% der Tfl betrug.

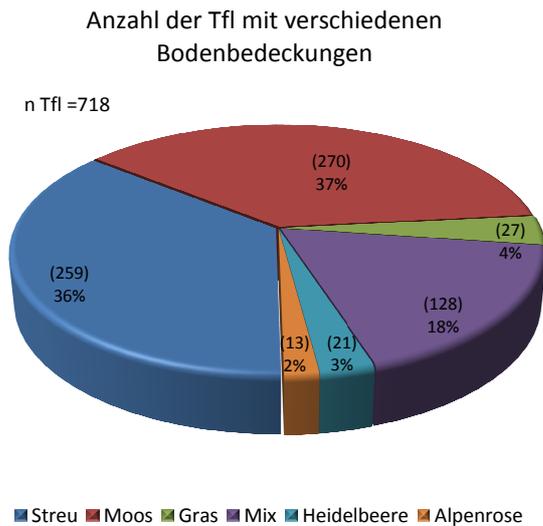


ABB. 48: VERTEILUNG DER TEILFLÄCHEN NACH ART DER VORHERRSCHENDEN BODENVEGETATION.

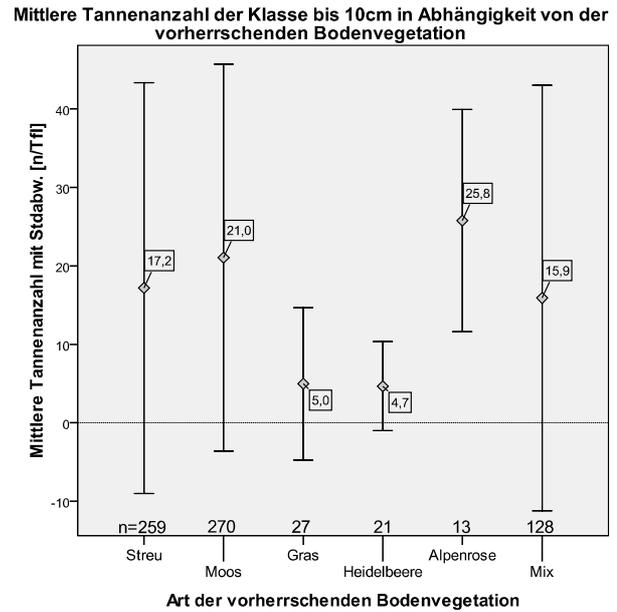
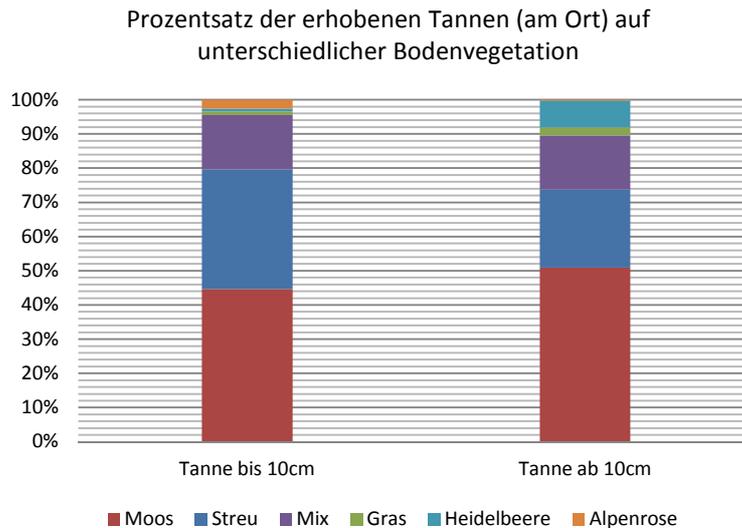


ABB. 49: MITTLERE TANNENANZAHL BIS 10CM IN ABHÄNGIGKEIT DER VORHERRSCHENDEN BODENDECKUNGSART.

Die durchschnittlichen Tannenanzahlen der Bodenbedeckungsarten sind signifikant voneinander verschieden (Kruskal-Wallis-Test). Jene Tfl, welche einen hohen Grad an Moos bzw. Alpenrose aufweisen, stellen offenbar günstigere Anwuchsbedingungen zur Verfügung als jene, die großteils mit Gras oder Heidelbeere bedeckt sind. Durchschnittlich kommen auf Tfl mit vorwiegender Moos- oder Alpenrosenbedeckung über 20 Tannen bis 10cm vor, auf jenen mit einer hohen Gras- oder Heidelbeerbedeckung durchschnittlich fünf. Erstaunlich ist, dass Tfl ohne oder mit nur geringem Bodenbedeckungsgrad ( $\leq 30\%$ ) und somit als Streu kategorisiert wurden, mit 17 Tannen/Tfl eine vergleichsweise hohe Keimlingsdichte zulassen (Abb. 49). Insgesamt konnte jedoch kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen Art der Bodenvegetation und Anzahl von Verjüngungspflanzen nachgewiesen werden (Tab. 19).

In der Klasse ab 10cm kommen mit 2,3 Ind./Tfl auf der Bodenvegetationsart „Moos“ deutlich mehr Verjüngungspflanzen vor, als auf den Tfl mit anderem Bewuchs (0,9 auf Streu, 0,6 auf Gras, 0,2 auf Alpenrose, 1,4 Tannen/Tfl auf Mix). Eine Ausnahme stellt die Bodenbedeckung Heidelbeere dar, auf der durchschnittlich 3,8 Tannen pro Tfl vorkommen.



**ABB. 50: PROZENTSATZ UND VERTEILUNG DER GESAMTEN TANNENVERJÜNGUNG NACH ART DER BODENVEGETATION DER TFL.**

In Abb. 50 sind die absolut vorgekommenen Tannenzahlen nach der vorwiegenden Vegetationsart der Tfl gegliedert. 45% der 13.047 erhobenen Tannen in der Klasse bis 10cm sind auf Teilflächen mit vorwiegender Moosbedeckung vorgekommen, dementsprechend ist auch die Mehrheit der Tannen ab 10cm (55%) auf moosbedeckten Probeflächen gefunden worden. Auf den Flächen ohne Vegetationsbedeckung (<30%) kommen 38% bzw. 23% der Tannen vor. In der Klasse bis 10cm etablierten sich 16% der Keimlinge auf „gemischten“ Tfl und 5% kamen auf Tfl mit vorwiegend Gras, Heidelbeere und Alpenrose vor. In der Klasse ab 10cm gilt ähnliches: 18% der Tannen fallen in die „Mix-Klasse“, 10% wuchsen auf Gras, Heidelbeere und Alpenrose, wobei die Heidelbeere den größten Prozentsatz ausmacht. Insgesamt entspricht die Tannenverteilung stark der Häufigkeitsverteilung der Tfl mit den jeweiligen Bodenvegetationsarten (Abb. 48).

Bisher wurde der Konkurrenzeinfluss der Bodenvegetation nur auf Tfl mit aktuellem Tannenbewuchs untersucht und die Beziehung zwischen Bodenvegetation und Häufigkeit der Naturverjüngung berechnet. Da die Bodenvegetation ein Aufkommen der Naturverjüngung auch ganz unterbinden kann (VACIK ET AL., 2010), wurden auch die Tfl ohne Tannenvorkommen bezüglich Vegetations-, Moos- und Grasdeckung hin untersucht, um daraus einen Schluss für ungünstige Keimbedingungen ziehen zu können. Für die folgenden Analysen wurden die 155 Tfl ohne Tannenvorkommen bis 10cm mit den 718 Tfl mit Tanne verglichen. Für die Klasse ab 10cm besteht das Verhältnis aus 356 mit und 517 Tfl ohne Tannenvorkommen (Abb. 55).

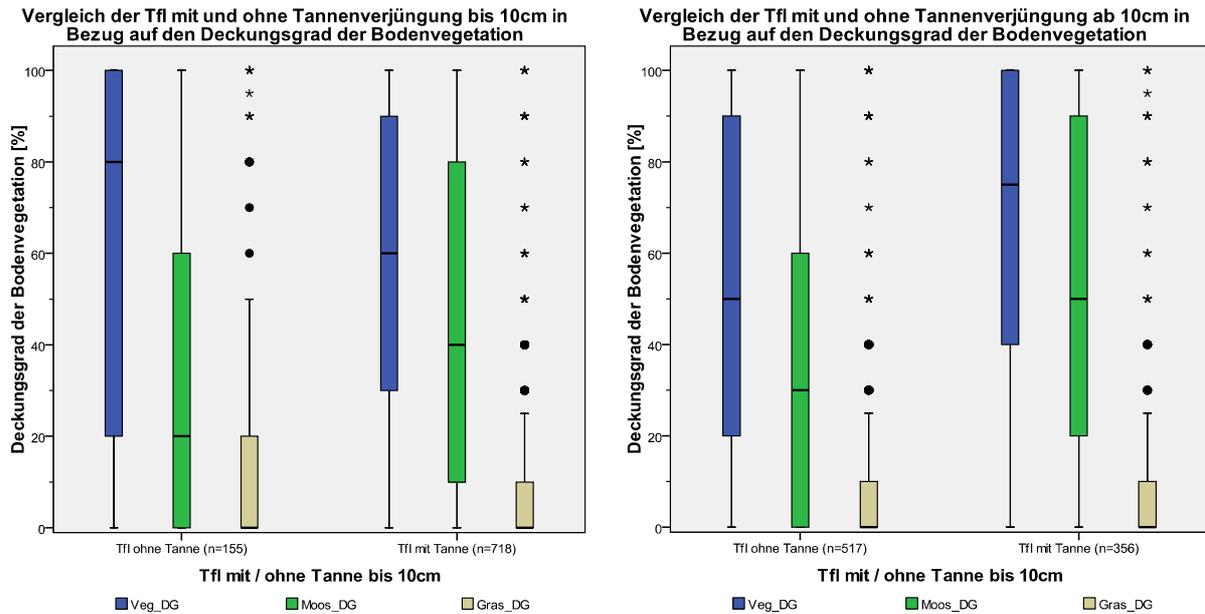


ABB. 51: BOXPLOT-DIAGRAMM DER TFL MIT UND OHNE TANNENVERJÜNGUNG IN BEZUG AUF DIE BODENVEGETATION.

Abb. 51 zeigt die Verteilung des Deckungsgrades der Bodenvegetation auf Tfl mit und ohne Tannenvorkommen. In der Klasse bis 10cm konnten die Unterschiede der Mittelwerte auf den Tfl mit und ohne Tannenverjüngung bis auf die Vegetationsbedeckung statistisch abgesichert werden. Bezüglich der Vegetationsbedeckung fällt jedoch auf, dass der Median deutlich höher liegt (80%), das heißt, 50% der Tfl ohne Tannenbewuchs weisen einen Deckungsgrad der Bodenvegetation von über 80% auf, im Gegensatz zu Tfl mit Tannen, wo der Median bei 60% Vegetationsbedeckung liegt. Der Median des Deckungsgrades von Moos ist auf Flächen ohne Tanne geringer (20%) als auf Flächen mit Tannenverjüngung (40%). Auch der Mittelwert der Moosbedeckung ist mit  $35,1\% \pm 34,4$  auf Tfl ohne Tanne signifikant geringer gegenüber  $43,5\% \pm 35,1$  auf Tfl mit Tanne. Das Vorkommen von Gras in der Bodenschicht bietet weniger günstige Bedingungen für die Etablierung der Tannenverjüngung. Während auf 50% der Tfl mit Tanne der Deckungsgrad von Gras zwischen 0 und 20% schwankt, ist dieser Bereich auf Tfl ohne Tannenvorkommen mit einem Deckungsgrad zwischen 0-50% größer. Auch der Mittelwert des Deckungsgrades von Gras ist auf Tfl ohne Tanne mit  $18,2\% \pm 31,3$  doppelt so hoch als auf Flächen mit Tanne.

In der Klasse Tannen ab 10cm fällt auf, dass Tfl mit Tannenvorkommen häufiger sowohl eine höhere Bodenvegetationsbedeckung, als auch Moosbedeckung aufweisen. Kein Unterschied kann für den Deckungsgrad des Grasses erkannt werden (Abb. 51). Allgemein kann man sagen, dass das Vorkommen der Tanne größer als 10cm vom Deckungsgrad der Bodenvegetation und

der Mooschicht beeinflusst wird, da diese Bedingungen vermutlich auch schon bei der Keimung verkehrt herrschen.

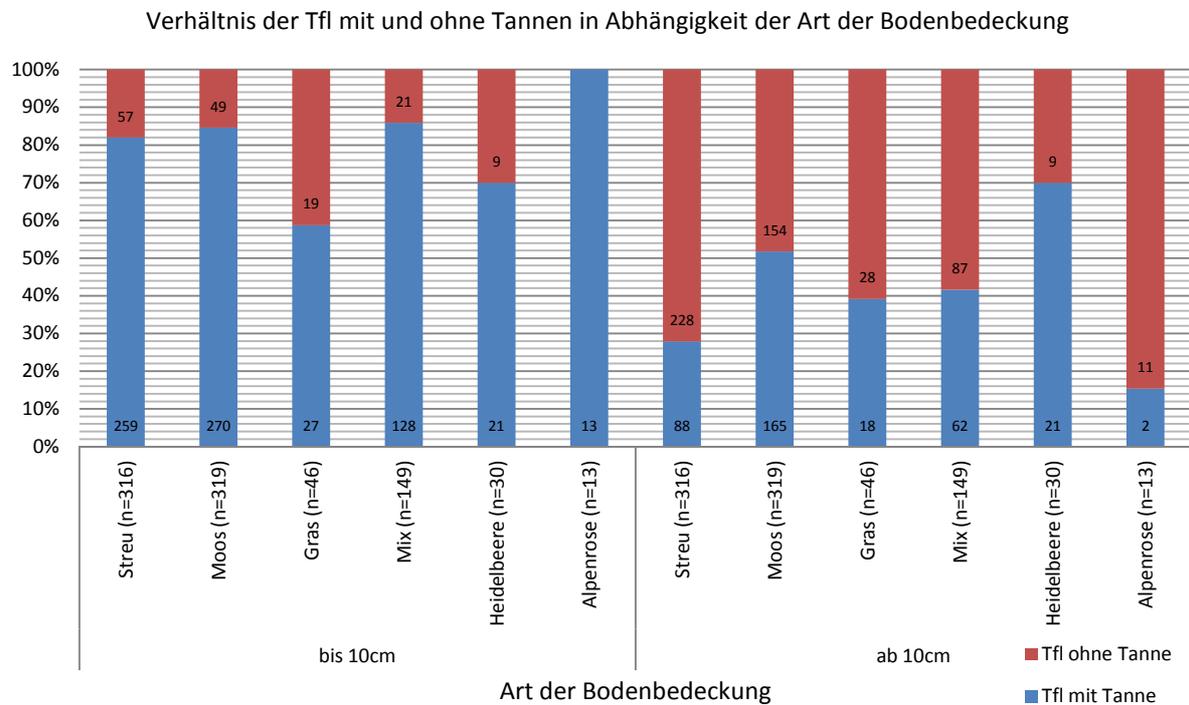


ABB. 52: VERGLEICH DER ANZAHL DER TFL MIT UND OHNE TA AUF DEN VERSCHIEDENEN ARTEN DER BODENBEDECKUNG

Vergleicht man die Anzahlen der Tfl mit und ohne Tannenvorkommen in Bezug auf die verschiedenen Arten der Bodenbedeckung erhält man folgendes Bild (Abb. 52). In der Klasse bis 10cm kommt auf 14-18% der Tfl mit „Streu“, „Moos“ und „Mix“ als vorherrschende Bodenvegetation keine Tannenverjüngung vor. Deutlich ungünstiger präsentieren sich die Tfl mit dominierendem Grasbewuchs: 41% der Tfl weisen in dieser Klasse keine Tanne bis 10cm auf. Auch der Prozentsatz der Tfl ohne Tanne auf den Flächen mit dominierendem Heidelbeerbewuchs ist relativ hoch mit 30%. Interessanterweise wurden auf allen Tfl mit hohem Deckungsgrad der Alpenrose Tannenpflanzen gefunden. Insgesamt stellen Flächen mit dominierendem Grasbewuchs die ungünstigsten Bedingungen für ein Vorkommen der Tannenverjüngung dar.

Anders zeigt sich die Situation für das Tannenvorkommen ab 10cm Höhe. Neben der Bodenbedeckung „Alpenrose“ stellen Probeflächen ohne Bodenvegetation die schlechtesten Voraussetzungen für den Tannenaufwuchs dar (Abb. 52). Auf 85% bzw. 72% der Tfl mit „Alpenrose“ bzw. „Streu“ konnten keine Tannen größer als 10cm gefunden werden. Auf Gras-

und gemischten Flächen fehlt auf 59% bzw. 55% der Tfl die Verjüngung. Am häufigsten kommen Tannenpflanzen auf Tfl mit Moosbedeckung vor, auf immerhin 52% ist mindestens eine Tanne >10cm zu finden.

### 3.3.4. EINFLUSS DES BODENMILIEUS

#### 4.3.4.1. WASSERHAUSHALT

Für die folgende Analyse wurden wiederum nur Tfl berücksichtigt, auf denen Verjüngung bis 10cm bzw. ab 10cm vorhanden war. Tannen, welche auf Totholz oder auf Wurzelteller stockten, wurden nicht berücksichtigt. Weiters wurden die Tfl ohne Samenbäume und Fi-Waldtypen herausgefiltert. Somit wurden für die Klasse bis 10cm 718 Tfl und für die Klasse ab 10cm 356 Tfl berücksichtigt (Abb. 55).

Gemäß Abb. 53 bieten Waldböden mit feuchterem Wasserhaushalt für Tannen bis 10cm deutlich günstigere Keimungsbedingungen als trockene Bodenverhältnisse. Mäßig trockene Tfl weisen in der Klasse bis 10cm im Durchschnitt 7 Tannen/Tfl auf, jene mit frischem Wasserhaushalt 21 Tannen und damit 3mal so viele. Auf sehr frischen Flächen kommen im Durchschnitt mit beinahe 23 die meisten Tannen bis 10cm vor. Die Unterschiede zwischen den Mittelwerten der Wasserhaushaltsklassen konnte statistisch ebenso nachgewiesen werden, wie der deutlich positive Zusammenhang zwischen Wasserhaushalt und Anzahl der Tannenverjüngung bis 10cm (Spearman's  $r = 0,223^{**}$ ). Im Gegensatz dazu kann für die Höhenklasse ab 10cm keine statistische Absicherung erreicht werden.

Dennoch ist für die Klasse ab 10cm die Tendenz hin zu einer positiven Korrelation zwischen Tannenanzahl und Wasserhaushalt erkennbar (Abb. 53). Auch in der Klasse ab 10cm kommen auf „frischen“ Probeflächen doppelt so viele Tannenpflanzen vor als auf „mäßig trockenen“ Tfl. Der Unterschied der Mittelwerte der Verjüngungspflanzen zwischen den untersuchten Gruppen ist jedoch nicht signifikant (Kruskal-Wallis-Test). Die Gruppe mit „sehr frischem“ Bodenzustand zeigt einen leichten Rückgang der Tannenanzahl auf, welcher jedoch auch andere Ursachen haben kann.

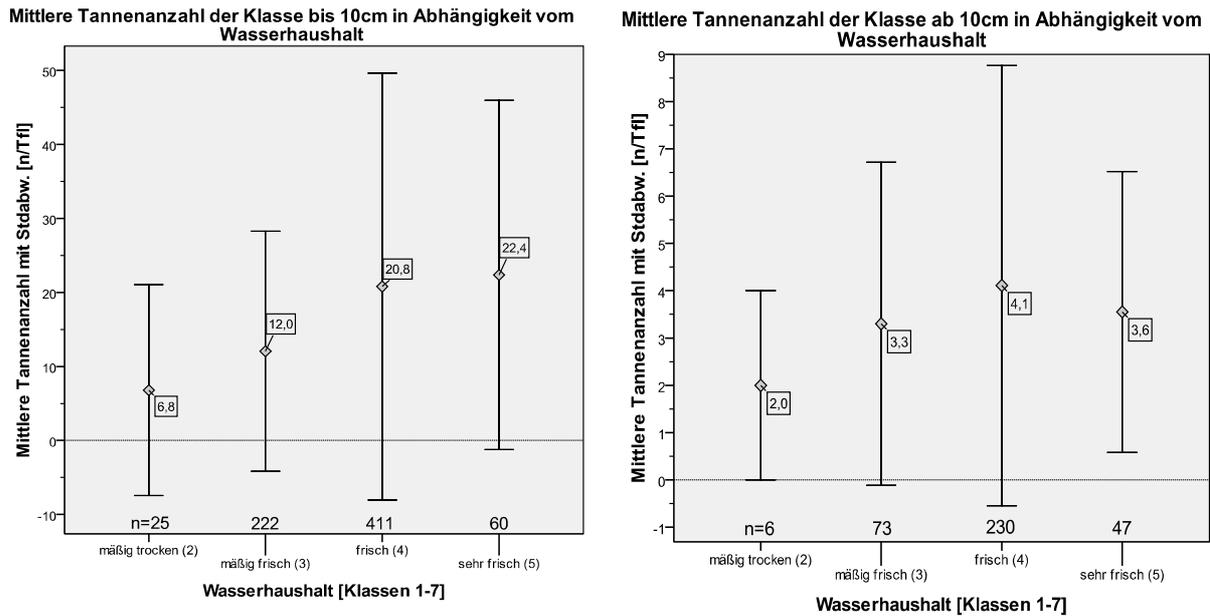


ABB. 53: DARSTELLUNG DER MITTLEREN TANNENANZAHLN AUF TFL MIT UNTERSCHIEDLICHEM WASSERHAUSHALT. LINKS DIE KLASSE TANNE BIS 10CM, RECHTS TANNE AB 10CM

Gliedert man die Tfl nach dem Kriterium, ob eine Tannenverjüngung vorhanden ist oder nicht und setzt diese in Beziehung zum Feuchtigkeitsgehalt des Bodens, erhält man Abb. 54. Für die Klasse bis 10cm kann im Ansatz erkannt werden, dass die Anzahl der Tfl ohne Tannenverjüngung sinkt, sobald der Bodenzustand feuchter wird. Sobald der Wasserhaushalt sehr feucht wird, steigt die Anzahl der Tfl ohne Verjüngung wieder an. Auf frischen Böden sind 14% der Tfl ohne Verjüngung, auf sehr frischen bzw. mäßig trockenen sind es schon 24% bzw. 32%. Der Trend hin zu einem positiven Einfluss der feuchteren Böden auf die erfolgreiche Ansamung kann durch den Korrelationskoeffizienten von  $r=,181^*$  statistisch abgesichert werden.

Deutlicher sind die Ergebnisse in der Klasse ab 10cm. 31 von 37 Tfl (84%) der mäßig trockenen Tfl weisen keine Verjüngung auf, auf mäßig frischen Probeflächen sind es noch 73%. Je feuchter die Probefläche wird, desto geringer wird der Anteil der Tfl ohne Tannenverjüngung: 51% bzw. 39% der frischen bzw. sehr frischen Tfl konnte keine Verjüngung größer als 10cm gefunden werden. Es besteht ein hochsignifikanter Zusammenhang zwischen dem Vorkommen einer Tanne ab 10cm und dem Feuchtigkeitszustand des Bodens (Spearman`s Rho:  $r=0,253^{**}$ ).

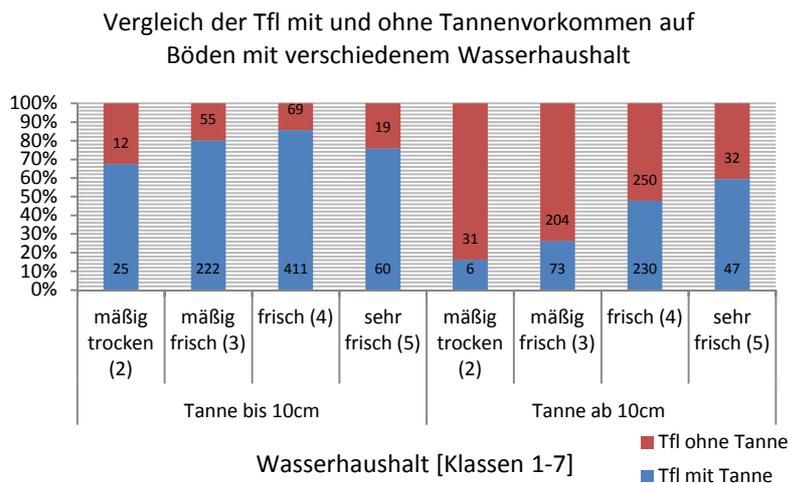


ABB. 54: DARSTELLUNG DER ANZAHL DER TFL MIT UND OHNE TANNENVORKOMMEN IN ABHÄNGIGKEIT DER VERJÜNGUNGSKLASSE UND DEM WASSERHAUSHALT

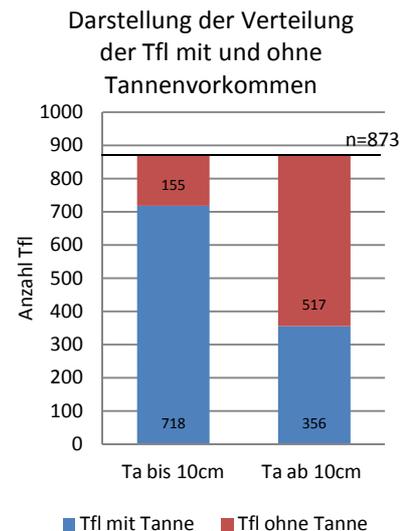


ABB. 55: VERTEILUNG DER TFL MIT UND OHNE TANNENVERJÜNGUNG IN DEN VERJÜNGUNGSKLASSEN BIS UND AB 10CM

#### 4.3.4.2. MIKRORELIEF

In der folgenden Analyse soll der Einfluss des Mikroreliefs auf das Vorhandensein und die Anzahlen der Tannenverjüngung untersucht werden. Dazu wurden die untersuchten Tfl in folgende Kategorien erhoben und in drei Gruppen klassifiziert:

Kategorie Kleinrelief	Gruppen Ausformung Kleinrelief
Kleinrelief ausgeglichen	Ausgeglichen
Rinnen, Mulden, Gräben, Furchen, Verebnungen	Konkav
Buckel, Schichtköpfe	Konvex
Blockflur, Steinhalden	Konvex
Anbruch, Steilstufe, anstehender Fels	Konvex
Kleinrelief unruhig	Konkav

Wie zuvor wurden zunächst nur jene Tfl berücksichtigt, auf welchen auch Tannenverjüngung vorkommt (Abb. 55). Zudem wurden wieder jene Tfl, welche keine Samenbäume und in potenziellen Fi-Waldtypen liegen, nicht berücksichtigt.

Aufgrund der Gewinnlage von konkaven Geländeformen, sei es bezüglich Wasser- oder Nährstoffhaushalt oder durch die Funktion als Auffangbecken, wird erwartet, dass auf solchen

Tfl mehr Keimlinge aufkommen können und somit mehr Tannenverjüngung vorhanden wäre. Zumindest für die Klasse bis 10cm kann diese Hypothese bestätigt werden. Die Unterschiede der Mittelwerte der Tannenanzahlen auf den verschiedenen Mikrorelief-Typen sind signifikant. Es kommen im Mittel deutlich mehr Tannenkeimlinge auf konkaven Tfl vor als auf konvexen (Abb. 56). Tfl mit ausgeglichenem, gleichmäßigem Kleinrelief weisen mit 19 Ind./Tfl eine knapp geringere Anzahl an Tannen bis 10cm auf wie konkave Tfl.

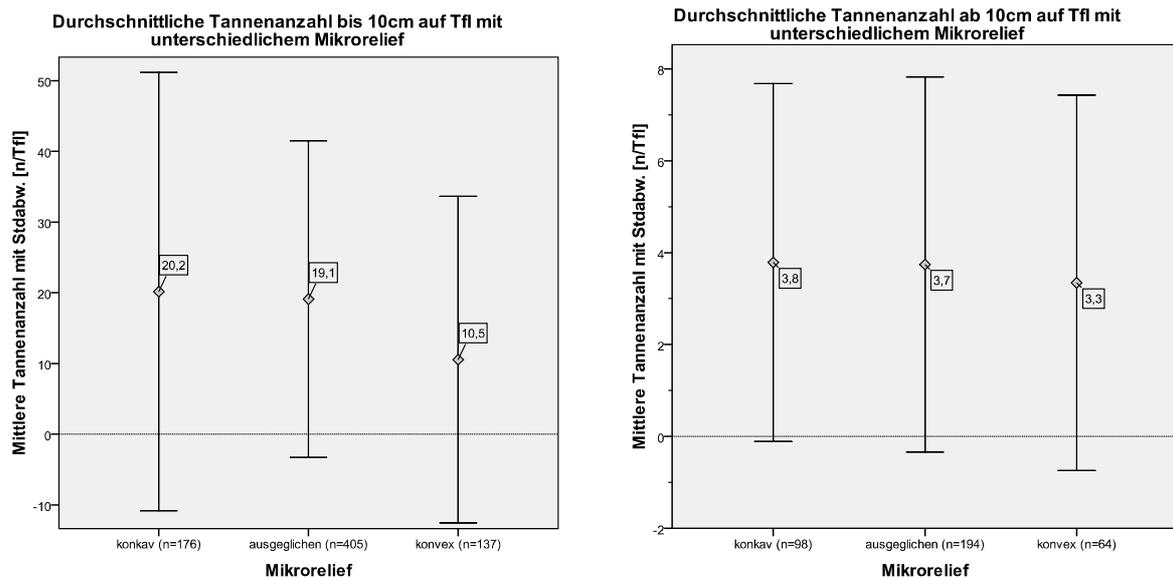


ABB. 56: EINFLUSS DES MIKRORELIEFS AUF DIE MITTLERE TANNENANZAHL DER KLASSE BIS 10CM (LI.) UND AB 10CM (RE.)

Für die Verjüngung ab 10cm ist es nicht ausschlaggebend, auf welchem Mikrorelief sie aufgewachsen sind. Es konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den drei Gruppen „ausgeglichen“, „konvex“ und „konkav“ nachgewiesen werden. Im Mittel kommen zwischen 3,4 und 3,7 Tannen pro Tfl vor (Abb. 56).

Da die Zuordnung der Geländeformen zu den Gruppen konkav, konvex und ausgeglichen teilweise schwierig ist, wurde auf Abb. 57 die Tannenanzahl in Abhängigkeit von der Geländeform dargestellt. Es wird wieder deutlich, dass auf Flächen mit kleinen und größeren Einbuchtungen, welche als Auffangbecken fungieren, mehr Tannen bis 10cm vorkommen. In Gräben oder Mulden sowie auf unruhigen Flächen beträgt die mittlere Tannenanzahl <10cm zwischen 19 und 23 Tannen / Tfl. Auch auf den Tfl mit einem ausgeglichenen Kleinrelief konnten ähnlich viele Tannen beobachtet werden. Auf den Verlustlagen, wie Buckeln oder Anbrüchen und Steilstufen, kommen hingegen deutlich weniger junge Tannen vor. Auf den

ungünstigen Standorten, wie den Steinhalden, sind immerhin noch, meist wenn die Blockhalden von Moos überzogen waren, durchschnittlich 11 Tannen bis 10cm / Tfl gefunden worden. Der Kruskal-Wallis-Test sichert die statistische Signifikanz der Unterschiede zwischen den Mittelwerten der Tannenanzahlen auf den unterschiedlichen Formen des Kleinreliefs.

Im Gegensatz dazu konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den Relieftypen und den Tannenanzahlen der Klasse größer als 10cm gefunden werden. Mit Ausnahme der Gruppe „Anbrüche, Steilstufen, anstehender Fels“ und „Blockflur, Steinlammer“ kommen ungefähr überall gleich viele Tannen >10cm vor (zwischen 3,5 und 4,4 Tannen pro Tfl). Wie erwartet kommt auf den Steinhalden deutlich weniger Verjüngung vor als auf den restlichen Gruppen. Interessanterweise kommen auf Flächen mit Anbrüchen und Steilstufen im Schnitt die häufigsten Tannen vor, dabei ist die geringe Anzahl an Tfl zu beachten (Abb. 57).

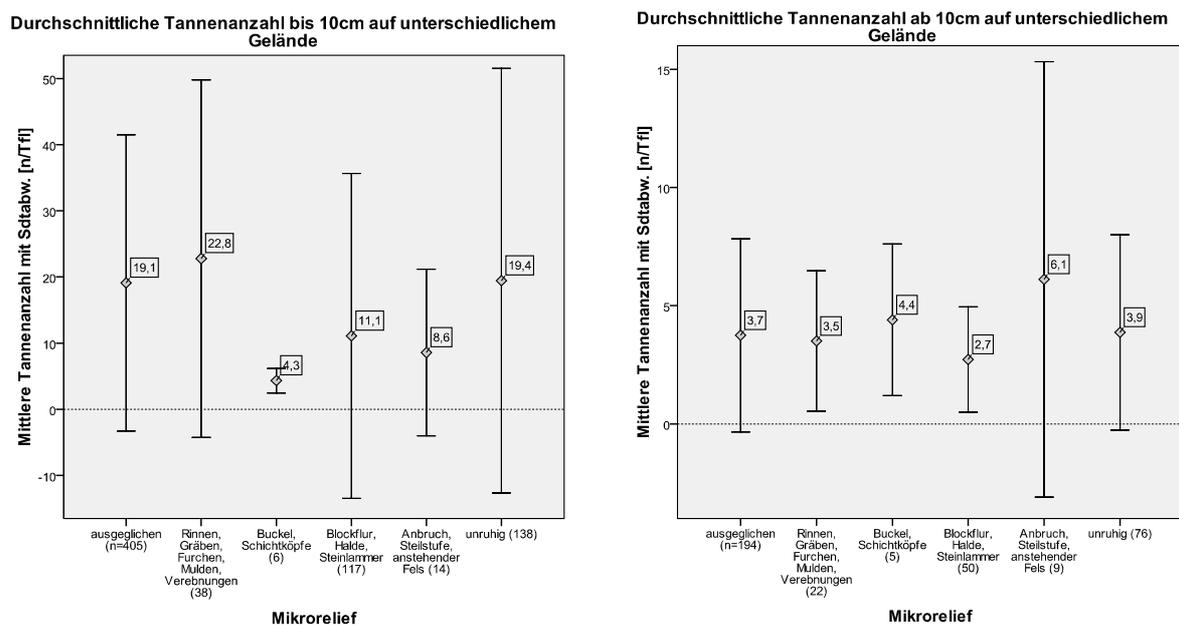
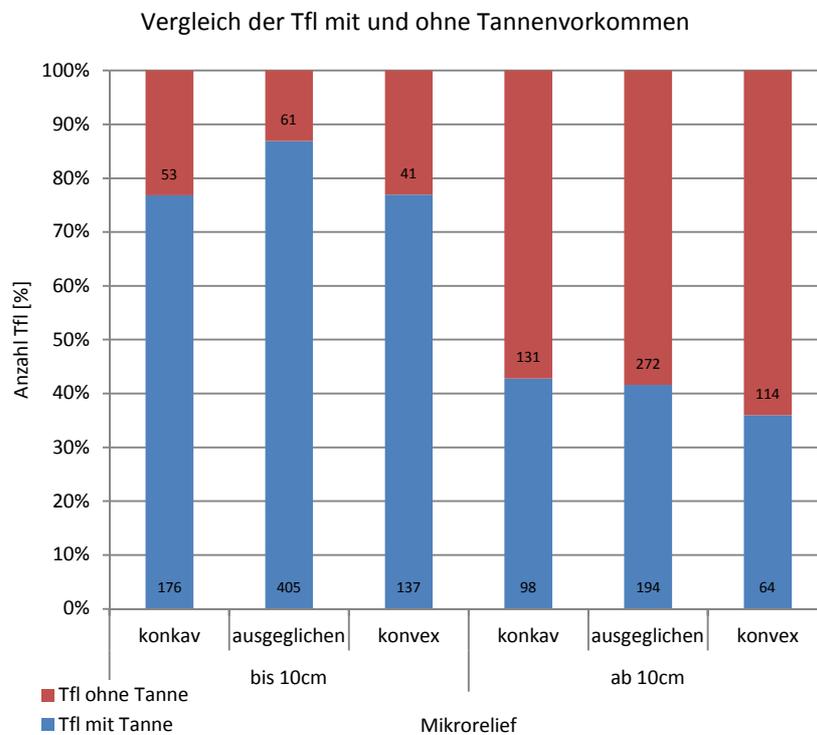


ABB. 57: EINFLUSS DES MIKRORELIEFS AUF DIE VERJÜNGUNGSZAHLEN DER TANNE

Um eine Aussage treffen zu können, ob das Kleinrelief das Vorkommen der Tanne begünstigt, werden die Tfl in solche mit und ohne Tannenverjüngung eingeteilt. 23% der Tfl auf konkaven, sowie auch 23% der konvexen Bodenformen sind frei von Tannenverjüngung bis 10cm (Abb. 58). Auf gleichmäßig geformten Tfl sind nur mehr 13% aller Tfl ohne Tannenkeimlinge. In der

Klasse ab 10cm sind deutlich mehr Probeflächen ohne Verjüngung. Auf immerhin noch 43% der konkaven Tfl kommt mindestens eine Tanne ab 10cm vor. Mit 64% sind konvexe Tfl am häufigsten ohne Verjüngung.



**ABB. 58: VERGLEICH DER TFL MIT UND OHNE TANNENVORKOMMEN IN BEZUG AUF UNTERSCHIEDLICHES MIKRORELIEF**

Aufgegliedert nach den ursprünglichen Aufnahmeklassen bezüglich des Kleinreliefs ergibt Abb. 58 folgendes Bild: Auf bis zu 90% aller Tfl mit ausgeglichenem Kleinrelief oder Gräben, Mulden usw. kommt Tannenverjüngung bis 10cm vor. Auf 20-25% der Tfl auf Buckeln, Steinlammern oder unruhigen Flächen konnte keine Verjüngung gefunden werden. Die prozentuell größte Anzahl von Tfl ohne Verjüngung bis 10cm wurde auf Flächen wie Anbrüchen, Steilstufen oder anstehendem Fels gefunden (Abb. 59).

Teilweise anders verhält sich das Vorkommen der Tanne ab 10cm. Tfl mit Buckel oder Schichtköpfen weisen prozentuell die meisten Flächen mit Tannenvorkommen auf. Dies kann die geringe Anzahl an Tfl zurückzuführen sein, da wieder mehr Flächen mit vorhandener Tannenverjüngung ab 10cm auf Tfl mit Mulden aufgenommen worden sind. Verhältnismäßig die wenigsten Tfl mit Tannenvorkommen weisen die aus Blockfluren bestehenden Flächen auf. Auch auf den ausgeglichenen Flächen bleibt ein großer Anteil (58%) ohne Verjüngung.

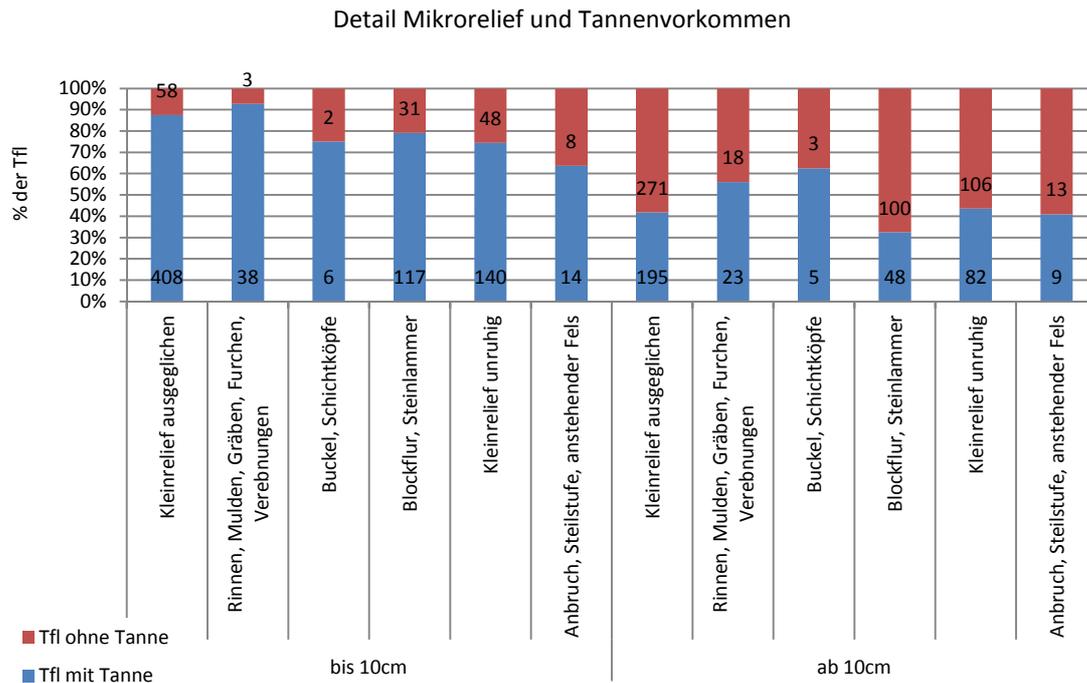


ABB. 59: DETAILLIERTE DARSTELLUNG DES MIKRORELIEFS UND DESSEN BEDEUTUNG FÜR DAS TANNENVORKOMMEN

#### 4.3.4.3. HUMUS

Nachdem sich die Probeflächen ausschließlich im Nadelwald der montanen Stufe befinden, ist die Humusform Mull nie vorgekommen. Überwiegend waren verschiedene Untertypen von Moder und Rohhumus zu finden. Aufgrund des Aufbaus von Rohhumus mit mächtigen L- und F-Schichten übt dieser einen besonderen Einfluss auf die bodenklimatischen Gegebenheiten, den Wasser-, Wärme- und Lufthaushalt aus (SCHUME, 2008). Die in der Einleitung angesprochenen Probleme der Bodenaustrocknung, sowie der gesteigerten Bodentemperatur haben besonders für Rohhumusböden starke Auswirkung (BRANG, 1996a) und stellen somit die ungünstigsten Keimbettbedingungen für die Tanne dar.

Für die folgende Auswertung wurden wieder nur Tfl mit Ta-Verjüngung herangezogen, sowie jene mit Samenbäumen und auf potenziellen FT-Waldtypen. Die mittlere Tannenanzahl ist in der Klasse bis 10cm auf den drei erhobenen Humustypen signifikant verschieden. Es kommen mit 25 Individuen pro Tfl auf Moderhumus deutlich die meisten Tannen bis 10m vor (Abb. 60). Auf Rohböden, darunter fallen Steinlammern, Schuttkegel und Fels, sind beinahe 10 Tannen bis 10cm pro Tfl vorhanden. Sie kommen auf dünnen Moospolstern, welche sich teilweise auf den

Steinen gebildet haben, auf. Der Rohhumus stellt sehr deutlich den geringsten Mittelwert der Tannenverjüngung bis 10cm dar. Mit  $6 \pm 6,6$  Tannen / Tfl bietet der Rohhumus eindeutig die ungünstigsten Bedingungen für eine erfolgreiche Etablierung der Tanne. Insgesamt besteht ein signifikanter Zusammenhang zwischen Humustyp und darauf vorkommender Tannenverjüngung. Der Korrelationskoeffizient von  $0,446^{**}$  (Spearman) zeigt eine relativ straffe Beziehung auf.

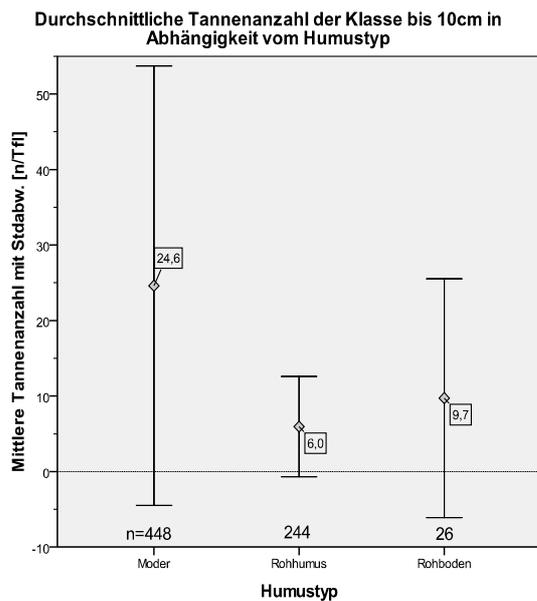


ABB. 60: ABHÄNGIGKEIT DER MITTLEREN TANNENANZAHL BIS 10CM VOM HUMUSTYP

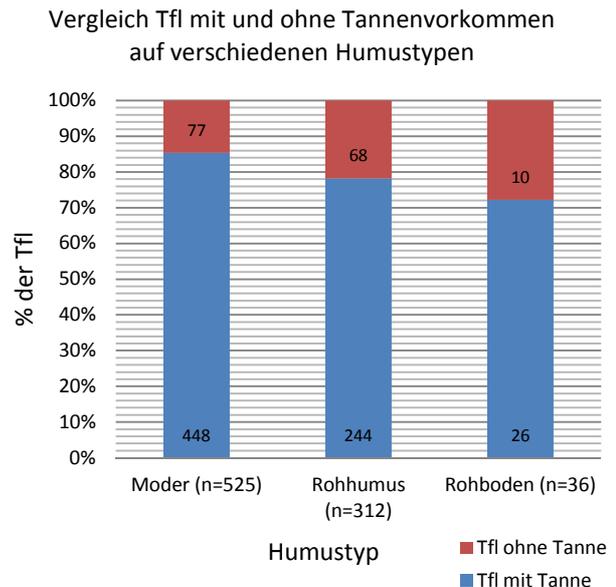


ABB. 61: VERGLEICH DER TFL MIT UND OHNE TANNENVORKOMMEN BIS 10CM BEZÜGLICH HUMUSTYP.

Auch wenn man die Tfl mit und ohne Tannen auf den jeweiligen Humustyp untersucht, schneidet „Moder“ am besten ab. Auf 85% der Flächen mit Moderhumus konnte mindestens eine Tanne bis 10cm gefunden werden. Auf Rohhumus sind 23% der Tfl ohne Tannenverjüngung und auf den Tfl ohne wirklicher Humusausbildung sind 28% der Probeflächen ohne Tannenvorkommen bis 10cm.

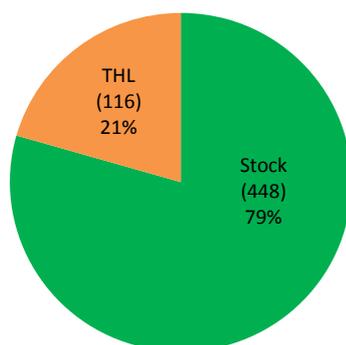
Auf die Darstellung der Ergebnisse für die Klasse ab 10cm wurde verzichtet, da diese einerseits keinen signifikanten Zusammenhang zwischen Tannenanzahl und Humustyp ergaben und andererseits die Tanne, sobald sie den Oberboden durchwachsen hat, weder vom Humustyp noch von eventuellen Effekten desselben (Austrocknung) betroffen ist.

### 3.3.5. EINFLUSS DES TOTHOLZES

Auf den Probeflächen wurden liegendes und stehendes Totholz, sowie Baumstöcke aufgenommen. Insgesamt wurden so auf den 965 Tfl 505 Baumstümpfe, 163 liegende sowie 31 stehende tote Baumstämme als Totholz erhoben. Weiters wurden die Anzahl und Baumart der Verjüngung, welche auf dem Totholz zu finden war, beschrieben. Um die Verjüngungszahlen auf unterschiedlichem Totholz vergleichen zu können, wurde die jeweilige Projektionsfläche des Totholzes berechnet, welche der Verjüngung als mögliches Keimbett zur Verfügung steht. Die Projektionsfläche der toten Stöcke beträgt 44,8m<sup>2</sup>, jene des liegenden Totholzes 50,6m<sup>2</sup>. Auf die Berechnung der Projektionsfläche des stehenden Totholzes wurde verzichtet, da sich dort keine Verjüngung etablieren kann.

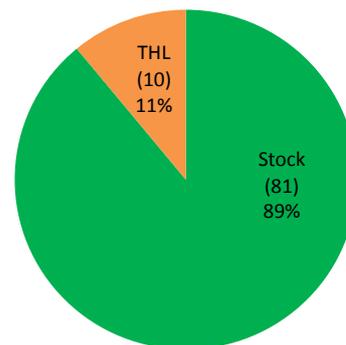
Abb. 62 zeigt das Bild der Verjüngungsdichte auf Totholz. Auffallend ist, dass auf Stöcken deutlich mehr Verjüngung aufkommt als auf liegendem Totholz, sei es für Tanne bis 10cm als auch für mehrjährige Pflanzen. 79% der Jungpflanzen unter 10cm kommen auf Stöcken an, nur 21% auf liegendem Totholz. Noch bezeichnender sind die Werte für mehrjährige Verjüngung über 10cm Höhe: nur 11% der gesamten Verjüngung auf Totholz können sich auf liegendem Totholz etablieren, der Rest kommt auf Stöcken vor. Auf stehendem Totholz konnte keine Verjüngung gefunden werden, da diese die verjüngungsgünstige „fortgeschrittene Zerfallsphase“ (Tab. 20) noch nicht erreicht hat.

Verteilung der gesamten Verjüngung bis 10cm auf den verschiedenen Totholzarten



**THL = 51m<sup>2</sup>**  
**Stock = 45m<sup>2</sup>**

Verteilung der gesamten Verjüngung ab 10cm auf den verschiedenen Totholzarten



**ABB. 62: VERTEILUNG DER ABSOLUTEN VERJÜNGUNGSZAHLEN IN BEZUG AUF DEN TOTHOLZTYP**

Baumartenmischung der Verjüngung bis 10cm auf dem gesamten Totholz

Baumartenmischung der Verjüngung ab 10cm auf dem gesamten Totholz

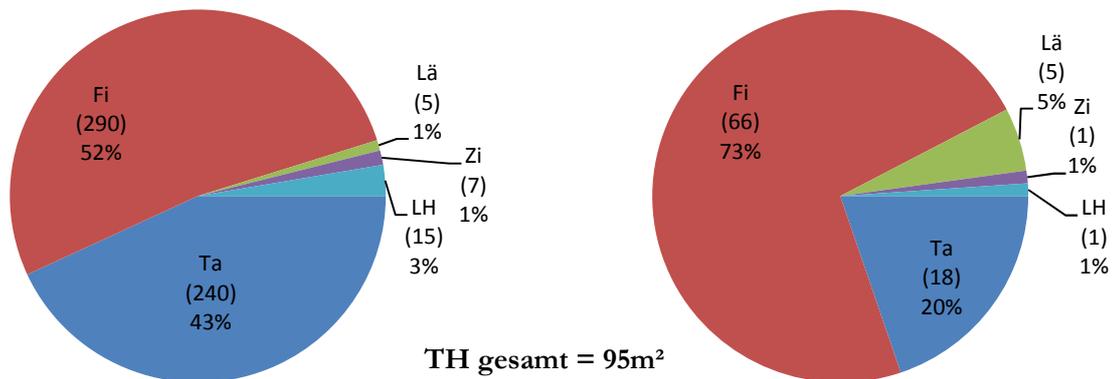


ABB. 63: BAUMARTENVERTEILUNG DER VERJÜNGUNG AUF DEM GESAMTEN TOTHOLZ

Insgesamt waren 50% der Verjüngungspflanzen bis 10cm, welche auf Totholz keimen konnten, Fichten, 43% waren Tannen (Abb. 63). Der Rest setzt sich aus LH (5%), Lä und Zi (1%) zusammen. In der Baumartenverteilung der mehrjährigen Pflanzen beträgt der Fichtenanteil noch mehr: 72% der Pflanzen ab 10cm, welche auf Totholz aufgekommen sind, sind Fichten, nur mehr 20% der mehrjährigen Verjüngung auf Totholz sind Tannen.

Vergleicht man die Verjüngungsdichte der verschiedenen Baumarten auf Totholz, kann man feststellen, dass Moderholz vor allem für Fichte und Tanne ein sehr gutes Keimbett darstellt (Abb. 64). Die Zahlen in den Klammern stellt die Projektionsfläche des Totholzes dar. Tannenkeimlinge sind mit 4 Ind./m<sup>2</sup> im Mittel weniger oft auf toten Stöcken vorgekommen als Fichtenkeimlinge mit 5,4 Ind./m<sup>2</sup>. Auf liegendem Totholz dreht sich das Verhältnis um und es überwiegen die Tannenkeimlinge knapp mit 1,3 Tannen bis 10cm pro m<sup>2</sup>. Auf den insgesamt 505 Stöcken sind nur 25 Pflanzen der Arten Lärche, Zirbe und LH vorgekommen, auf liegendem Totholz gar nur 2.

Mittlere Verjüngungsanzahl getrennt nach Baumarten und Verjüngungsklassen  
in Abhängigkeit von der Art des Totholzes

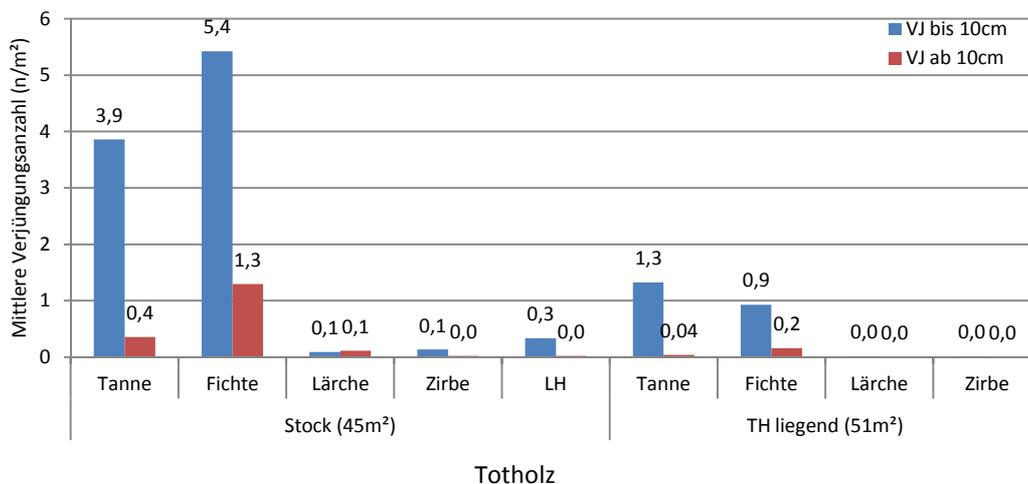


ABB. 64: VERTEILUNGSDICHTE DER VERJÜNGUNG AUF STÖCKEN UND LIEGEMDEM TOTHOLZ AUFGETEILT NACH BAUMART UND VERJÜNGUNGSKLASSE.

In der Klasse ab 10cm kommt die Fichte am häufigsten auf Totholz vor und zwar mit 1,3 Individuen pro m<sup>2</sup> Totholz „Stock“ (Abb. 64). Im Gegensatz dazu kommen nur 0,4 Tannen größer als 10cm pro m<sup>2</sup> toten Stöcken vor. Dasselbe gilt für das liegende Totholz, wobei die Verjüngungsdichte mit 0,04 bzw. 0,2 Individuen / m<sup>2</sup> für Tanne bzw. Fichte sehr gering ist. Auf den 163 liegenden und verschieden stark zersetzten Stämmen wurden nur zehn Pflanzen größer als 10cm gefunden, zwei Tannen und acht Fichten.

TAB. 20: MERKMALE DER UNTERSCHIEDLICHEN ZERSETZUNGSGRAD E VON TOTHOLZ (NACH VACIK ET AL., 2009)

Code	Zersetzungsgrad	Holzmerkmale	Rindenmerkmale
A	frisch tot	nagelfest	Rinde noch fest am Holz haftend
B	beginnende Zersetzung	nagelfest	Rinde beginnt abzufallen
C	fortgeschrittene Zersetzung	nicht mehr nagelfest	Rinde teilweise abgefallen
D	stark zersetzt, vermodert	weich, Holzstruktur noch erkennbar	
E	Humus	keine Holzstruktur mehr erkennbar	

Gliedert man die Verjüngungsdichte nicht nach Baumarten sondern nach dem Zersetzungsgrad des Totholzes erkennt man sofort, dass mit fortschreitender Zersetzung des Totholzes auch ein Anstieg der Keimlinge und mehrjährigen Pflanzen erfolgt (Abb. 65). Es besteht ein

hochsignifikanter Zusammenhang zwischen Zersetzungsgrad und Anzahl der NV (Tab. 21). Dabei ist der Zusammenhang für die Verjüngung kleiner als 10cm deutlich straffer ( $r= 0,366^{**}$ ).

**TAB. 21: BEZIEHUNG ZWISCHEN ZERSETZUNGSGRAD UND VERJÜNGUNGSANZAHLEN MITTELS KORRELATIONSMATRIX NACH SPEARMAN**

Korrelation Tannenanzahl * Zersetzungsgrad (ZG)				
		ZG TH liegend	ZG Stock	ZG TH gesamt
Spearman's rho	Vj bis 10cm	,436**	,342**	,366**
	Vj ab 10cm	,165*	,115**	,127**

\*. Correlation is signifikant at the 0,05 level (2-tailed).

\*\*.. Correlation is signifikant at the 0,01 level (2-tailed).

Auf frischen toten Stöcken kommt - wie erwartet - keine Verjüngung vor, aber bereits in der zweiten Zerfallsphase, in der die Rinde bereits beginnt abzufallen, können Sämlinge keimen (Abb. 65). Vermutlich keimen diese nicht direkt auf dem Holz, sondern in liegegebliebenen und verrotteten Streu- und Erdresten (STÖCKLI, 1995). Mit fortschreitender Zersetzung des Totholzes steigt auch die Keimlingsanzahl auf den Stöcken an. Auf toten Stöcken kommen in den Zerfallsklassen C, D und E von 3,5 bis 19 Keimlinge pro m<sup>2</sup> vor. Derselbe Trend zeigt sich auch für Pflanzen ab 10cm, jedoch bei weitem nicht so deutlich. So beträgt der Unterschied in der Pflanzenanzahl zwischen der Phase „fortgeschrittene ZS“ und „Humus“ nur mehr 2,2 Pflanzen pro m<sup>2</sup> Stockfläche.

Auch für das liegende Totholz gilt: Je weiter die Holzzersetzung vorangeschritten ist, desto mehr Pflanzen können darauf vorkommen. Die An- und Aufwuchsbedingungen sind dabei nicht so günstig wie auf vermoderten Stöcken, wie man an den Pflanzenanzahlen der Abb. 65 sehen kann. Insgesamt sind sowohl die VJ-Zahlen der Klasse bis 10cm als auch ab 10cm in den verschiedenen Zersetzungsphasen signifikant voneinander verschieden. Die Zahlen in den Klammern geben die Anzahlen der vorgekommenen Stöcke bzw. liegenden Stämme wieder.

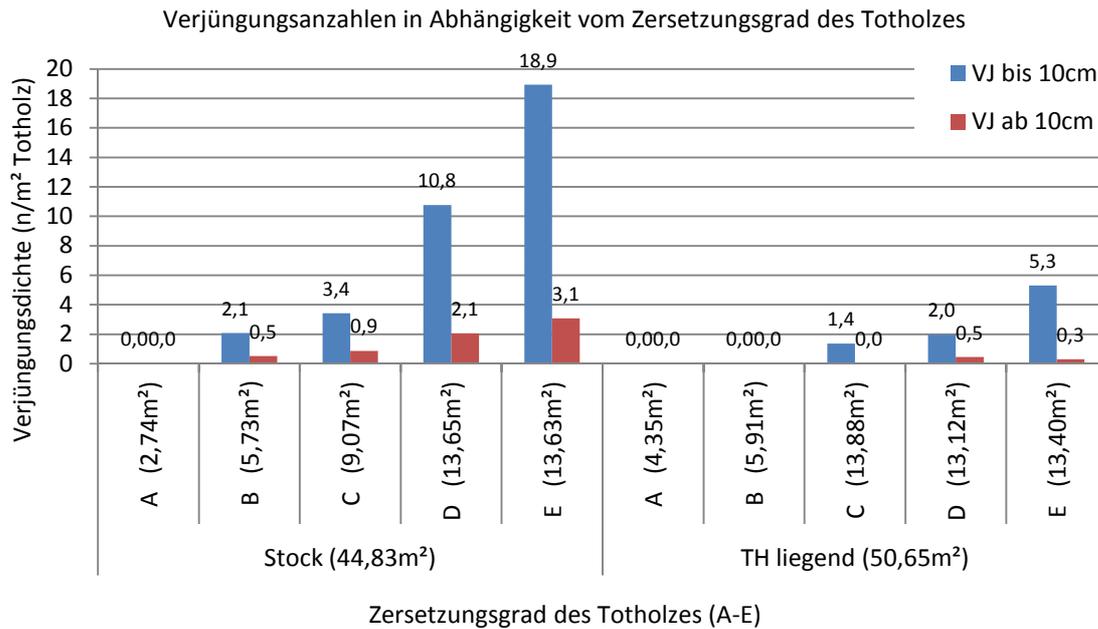


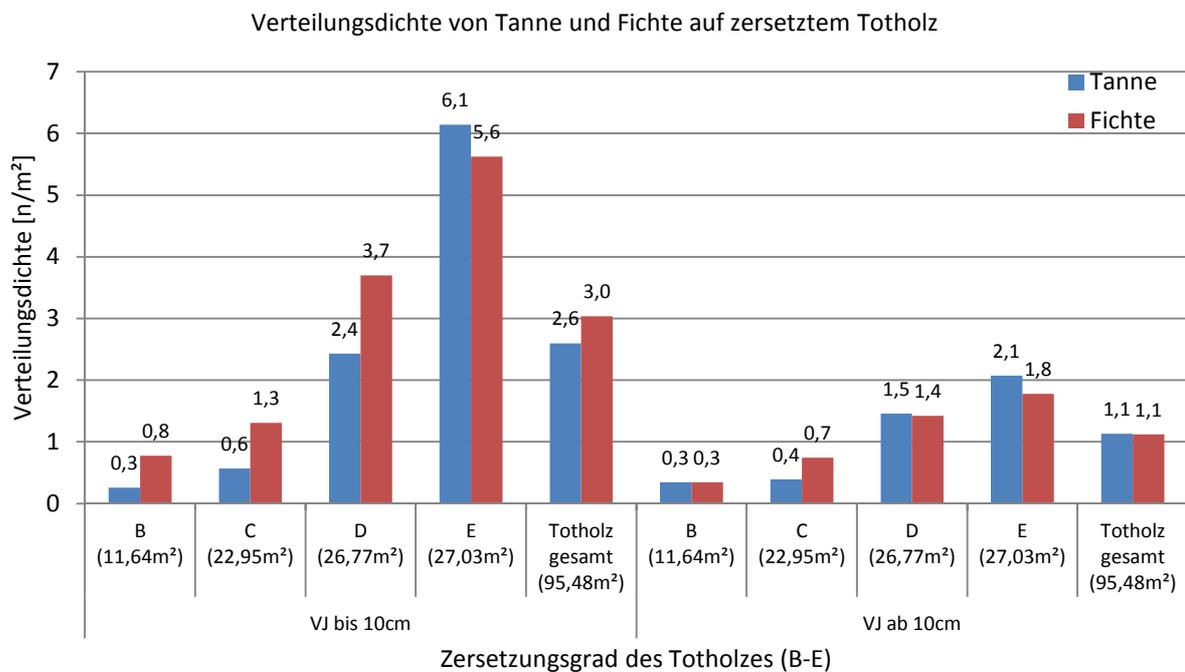
ABB. 65: VERJÜNGUNGSDICHTE ALLER BAUMARTEN PRO M<sup>2</sup> AUF UNTERSCHIEDLICH STARK ZERSETZTEM TOTHOLZ

Insgesamt beträgt der Durchschnitt der Verjüngung bis 10cm 2,3 Pflanzen pro m<sup>2</sup> liegendem Totholz und jener auf toten Stöcken 10 Pflanzen /m<sup>2</sup> (Tab. 22). Liegende tote Stämme kommen zahlenmäßig deutlich weniger oft vor als tote Stöcke. Vergleicht man jedoch die Projektionsfläche des Totholzes, so ist die Gesamtfläche des liegenden Totholzes mit 50,7 m<sup>2</sup> größer als jene der Stöcke mit 44,8 m<sup>2</sup>. Dennoch sind, wie bereits vorher festgestellt, die mittleren Anzahlen der auf liegendem Totholz keimenden bzw. aufwachsenden Pflanzen deutlich geringer. Dasselbe gilt für die Verjüngung größer als 10cm. Nur 10% der auf totem Holz aufkommenden Verjüngung >10cm konnte sich auf liegendem Totholz einstellen, der Rest wurde auf zersetzten Stöcken gefunden.

TAB. 22: MITTLERE ANZAHL (± STANDARDABWEICHUNG) DER VERJÜNGUNGSKLASSEN ALLER VORGEKOMMENEN BAUMARTEN AUF TOTHOLZ.

	Anzahl Totholz	Mittlere Fläche Totholz [m <sup>2</sup> ]	VJ bis 10cm /m <sup>2</sup>	VJ ab 10cm /m <sup>2</sup>
TH liegend	163	0,29 ± 0,16	2,3	0,2
Stock	505	0,08 ± 0,07	10,0	1,8
Gesamt	668	0,13 ± 0,13	5,9	1,0

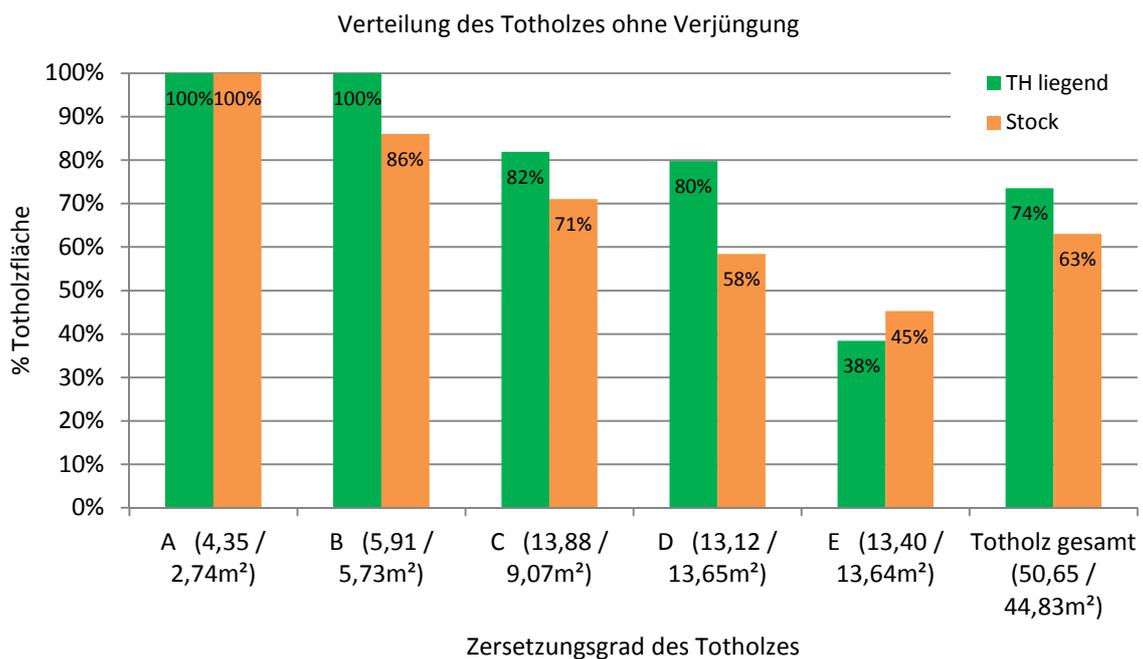
Vergleicht man das Vorkommen von Tannen- und Fichtenverjüngung auf den unterschiedlichen Zersetzungsgraden des Totholzes, fällt auf, dass bezüglich der Verjüngungszahlen nur geringe Unterschiede zwischen der mittleren Tannen- und Fichtenanzahl bestehen (Abb. 66). In den Zersetzungsstufen B und C kommt doppelt so viel Fichtenverjüngung bis 10cm auf, die Größenordnung ist mit rund 1 Pflanze / m<sup>2</sup> aber sehr gering. Deutlich häufiger kann sich die Fichte auf Totholz der Klasse D (stark zersetztes TH) mit 3,7 Pflanzen / m<sup>2</sup> etablieren, im Gegensatz zur Tanne, welche in der Klasse D 2,4 Ind. / m<sup>2</sup> Totholz aufweist. Auf bereits total zersetztem Totholz überwiegt die Tannenverjüngung knapp. Insgesamt kommt im Mittel mehr Fichtenverjüngung auf Totholz vor als Tannenverjüngung (vgl. Abb. 64). Die Anzahlen der mehrjährigen Verjüngung von Tanne und Fichte weisen keine nennenswerten Unterschiede zwischen unterschiedlich stark zersetztem Totholz auf.



**ABB. 66: VERTEILUNGSDICHTE DER TANNEN- UND FICHTENVERJÜNGUNG AUF TOTHOLZ INSGESAMT MIT VERSCHIEDENEN ZERSETZUNGSSTUFEN**

Lenkt man die Aufmerksamkeit auf jenen Teil des Totholzes, auf dem keine Verjüngung vorkommt, kann man deutlich sehen, dass der Prozentsatz des Totholzes ohne Verjüngung mit fortschreitender Zersetzung um mehr als die Hälfte abnimmt (Abb. 67). Während auf dem frischen, toten Holz keine Verjüngung zu finden war, ist auf bereits 20 bzw. 30% des Totholzes der Klasse C („fortgeschrittene Zersetzung“) Verjüngung vorhanden. Sobald das Holz durch Mikroorganismen zu Humus zersetzt worden und kaum noch als ehemaliges Totholz zu

erkennen ist, weisen 62% bzw. 55% aller ehemaligen Totholzstämme Verjüngung auf. Der Anteil der mehrjährigen Verjüngung ist dabei jedoch sehr gering (vgl. Abb. 65), sodass nur 14% der auf Totholz der Klasse E (Humus) stockenden Pflanzen mehrjährig bzw. über 10cm hoch sind. Insgesamt ergibt sich auf den untersuchten Flächen folgendes Resultat: nur auf ¼ der liegenden Totholzstämme bzw. auf 37% der toten Stöcke sind Verjüngungspflanzen zu finden (Abb. 67). Die Zahlen in den Klammern stellen die Projektionsfläche des liegenden Totholzes bzw. der Stöcke dar.



**ABB. 67: PROZENTUELLE VERTEILUNG DES TOTHOLZES OHNE VERJÜNGUNG AUF DEN VERSCHIEDENEN ZERSETZUNGSGRADEN VON TOTHOLZ.**

Zahlreiche Studien belegen den günstigen Einfluss des Totholzes auf die Etablierung der Naturverjüngung (BAIER ET AL., 2007; STÖCKLI, 1995; EICHRODT, 1987; VACIK ET AL., 2010). Auch in dieser Studie kann nachgewiesen werden, dass sich auf Totholz eine größere Anzahl an Naturverjüngung einstellt, als auf dem Waldboden (Tab. 23).

**TAB. 23: VERGLEICH DER TANNENANZAHLEN PRO M<sup>2</sup> AUF TOTHOLZ UND WALDBODEN**

	VJ bis 10cm [n/m <sup>2</sup> ]		VJ ab 10cm [n/m <sup>2</sup> ]	
	Totholz	Waldboden	Totholz	Waldboden
Tanne	2,6	0,8	1,13	0,08
Fichte	3,0	0,3	1,12	0,28
Gesamt	5,9	1,2	0,95	0,42

In der Klasse bis 10cm beträgt die Anzahl der Verjüngung aller Baumarten auf Totholz das Fünffache der Verjüngung auf Waldboden. Für die Berechnung der Verjüngung pro m<sup>2</sup> Waldboden wurden alle Pflanzen auf allen Tfl berücksichtigt. Durchschnittlich sind 5,9 Pflanzen auf einem m<sup>2</sup> Totholz vorgekommen, auf einem m<sup>2</sup> Waldboden hingegen nur 1,2 Pflanzen. Für die mehrjährige Verjüngung gilt dasselbe: auf dem gesamten Totholz sind pro m<sup>2</sup> mehr als doppelt so viele mehrjährige Pflanzen vorgekommen als auf Waldboden. Am größten ist der Unterschied zwischen den Tannen ab 10cm. Auf einem m<sup>2</sup> Totholz kommen 1,13 Tannen vor, während auf einem m<sup>2</sup> Waldboden nur 0,08 Tannen ab 10cm vorkommen.

### 3.3.6. EINFLUSS DES VERBISS

Im folgenden Kapitel sollen der Wildeinfluss auf den Untersuchungsflächen und die Auswirkung auf die Tannenverjüngung analysiert werden.

Für die Auswertung des Verbisses wird die Tannenverjüngung in drei Höhenklassen unterteilt:

- Klasse 1: von 10-50 cm Höhe
- Klasse 2: von 50-100 cm Höhe
- Klasse 3: von 100-300 cm Höhe

Die Klasse bis 10cm wurde für die folgenden Berechnungen des Verbisses nicht berücksichtigt, da schätzungsweise 85% der Tannen bis 10cm Sämlinge und Keimlinge waren. Diese werden von wildlebenden Paarhufern (Hirsch, Reh, Gams) als Nahrung meist ignoriert werden (SENN UND SUTER, 2003), da die kleinen Pflanzen zu wenig Energie und Aufbaustoffe enthalten (GROSS ET AL., 1993). Die aufzuwendende Energie zum Erschließen der Nahrung ist im Vergleich zur Energie- und Nährstoffaufnahme durch die kleine Pflanze zu groß (SENN UND HÄSLER, 2005). Dies kann man auch am berechneten Verbissprozent für die Tanne <10cm sehen. In beiden Erhebungsjahren wurden insgesamt 25.824 Tannen < 10cm erhoben. Davon wiesen 523 Pflanzen Verbisspuren vom Schalenwild auf, was einer Verbissprozent von 2% entspricht. Dasselbe Verbissprozent ergibt sich auch, wenn man alle Verjüngungspflanzen <10cm berücksichtigt.

Eine viel größere Bedeutung für die Überlebensrate und den Verbiss von Keimlingen haben Nager (SENN UND SUTER, 2003; SENN UND HÄSLER, 2005; PALUCH, 2005). Der Einfluss der Nager auf die Tannenverjüngung wird jedoch in dieser Studie nicht behandelt.

REIMOSER (REIMOSER UND REIMOSER, 1999) definiert das Verbissprozent als das Verhältnis von verbissenen Bäumen bezogen auf die gesamte Anzahl der im Gebiet vorhandenen Bäume oder Baumtriebe bestimmter Baumarten unter Berücksichtigung von einer bestimmten Expositionsdauer. Diese wurde für die untersuchten Bäume bei drei Jahren angesetzt.

Für die Analyse stehen insgesamt 6.824 Pflanzen aus dem Datensatz von 2009 und 8.961 aus jenem von 2008 zwischen 10-300 cm Höhe zur Verfügung. Da in den Erhebungen von 2008 der Verbiss nicht getrennt als TT- oder ST-Verbiss aufgenommen wurde, können diese Daten nur als grober Richtwert gesehen werden.

Abb. 71: Darstellung der Verbissverteilung der Tanne auf den untersuchten Komplexen. Die Zahlen in Klammern geben die jeweilige Tannenanzahl / ha an. (TT: Terminaltrieb; ST: Steitentrieb)

zeigt jedoch, dass der ST-Verbiss eine untergeordnete Rolle spielt und angenommen werden kann, dass auch der größte Teil der verbissenen Pflanzen vom Datensatz 2008 vorwiegend einmaligen bzw. mehrmaligen TT-Verbiss aufweist. Die Daten von 2008 werden nur für die Abb. 68 und Abb. 69 verwendet, die weitere Auswertung erfolgt mit den Daten von 2009.

Abb. 68 zeigt die Baumartenverteilung des Jungwuchses von 10 bis 300cm Höhe. Beinahe 2/3 der Verjüngungspflanzen sind Fichten (65%), die Tanne stellt mit 21% die zweithäufigste Baumart in der Verjüngung dar. Dazu muss beachtet werden, dass sich die Probeflächen in den aktuellen Kerngebieten des Tannenvorkommens im Eisacktal befinden. Neben dem Laubholz, welches vor allem in der Klasse bis 50cm vorkommt, kommen die Baumarten Lärche, Zirbe und Kiefer nur marginal auf den untersuchten Probeflächen in der montanen Stufe des Fichten-Tannenwaldes des Eisacktals vor (Abb. 68). Die Zahlen in Klammern geben die absolut vorgekommenen Pflanzen je Baumart von 2008 und 2009 an.

Abb. 69 soll einen ersten Überblick über den Verbissdruck auf den Probeflächen geben. Wie bereits vorher erwähnt, beziehen sich die Daten auf die Datensätze von 2008 und 2009. Ohne auf den spezifischen Ort des Verbisses einzugehen, zeigt die Grafik deutlich, dass die Tannenverjüngung häufiger verbissen wird als die anderen vorgekommenen Baumarten. Jede zweite Tanne zwischen 10 und 300 cm Höhe weist Verbissspuren auf. Im Vergleich dazu wurde das Laubholz, wobei vor allem die Eberesche vorgekommen ist, mit 25% deutlich weniger

verbissen. Als wirtschaftlich wichtigste Baumart im Eisacktal wird im Mittel 16% der Fichtenverjüngung auf irgendeine Weise verbissen.

Analysiert man das Verbissprozent der drei Höhenklassen der Verjüngung, so ergibt sich für die zweite Klasse (50-100cm) der höchste Verbissdruck. Ab einem Meter Baumhöhe fällt das Verbissprozent, unabhängig von der Baumart, wieder ab. Die Tanne weist eine deutlich höhere Verbissbelastung für die erste Klasse der NV (10-50cm) im Vergleich zur dritten Klasse (100-300cm) auf. Für die Fichte besteht auf den Probeflächen kein großer Unterschied zwischen den Verbissprozenten der 1. und 3. Klasse von 13 bzw. 16% (Abb. 69).

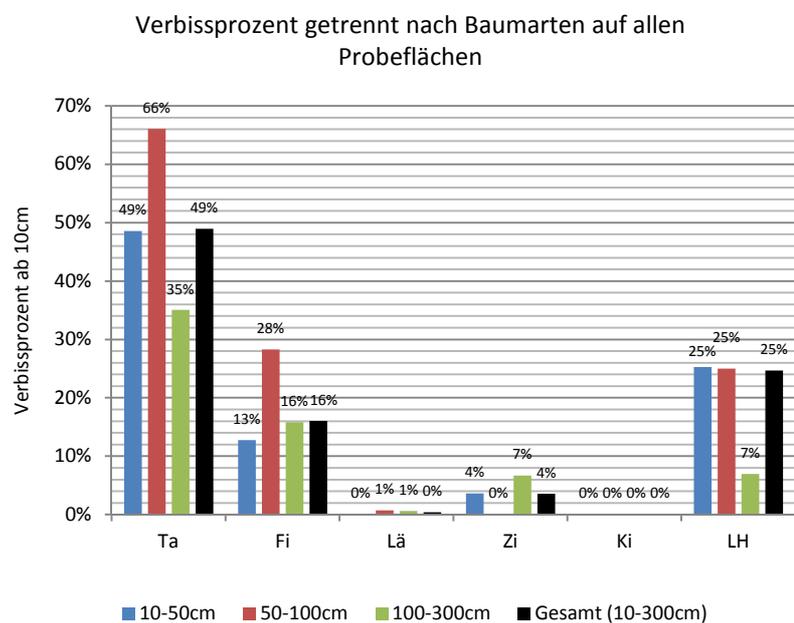
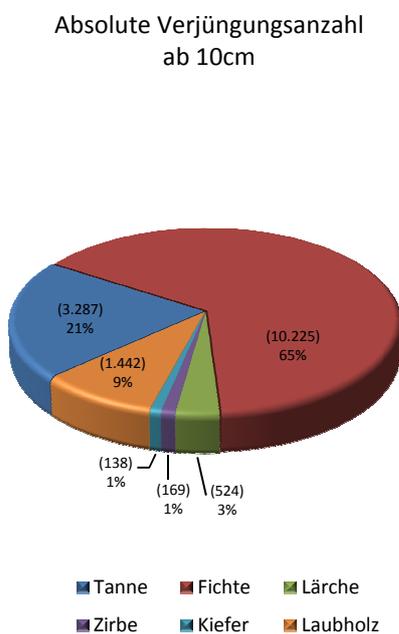


ABB. 68: BAUMARTENVERTEILUNG DER VERJÜNGUNG AUF DEN PROBEFLÄCHEN VON 2008 UND 2009.

ABB. 69: VERBISSPROZENTE DER VERJÜNGUNG IN VERSCHIEDENEN HÖHENKLASSEN PRO BAUMART (INSGESAMT 15.785 PFLANZEN, DATENSATZ 2008 UND 2009).

Da die Angabe des Verbissprozents ohne die dazugehörigen Stammzahlen wenig aussagekräftig ist (GUTHÖRL, 1992; REIMOSER ET AL., 1997), werden in Tab. 24 die Stammzahlen der Verjüngung von 10-300cm Höhe pro Hektar angegeben. Der Verbiss an einer Pflanze selbst ist kein Schaden für die Waldregeneration (REIMOSER UND REIMOSER, 1997), vielmehr könne die Auswirkungen des Verbisses zu Schäden führen (ODERMATT, 2009). Ob Verbissauswirkungen Schadensstatus haben, kann erst mit einem Vergleich der Verjüngungssollwerte beurteilt werden (REIMOSER ET AL., 1997; RÜEGG, 1999).

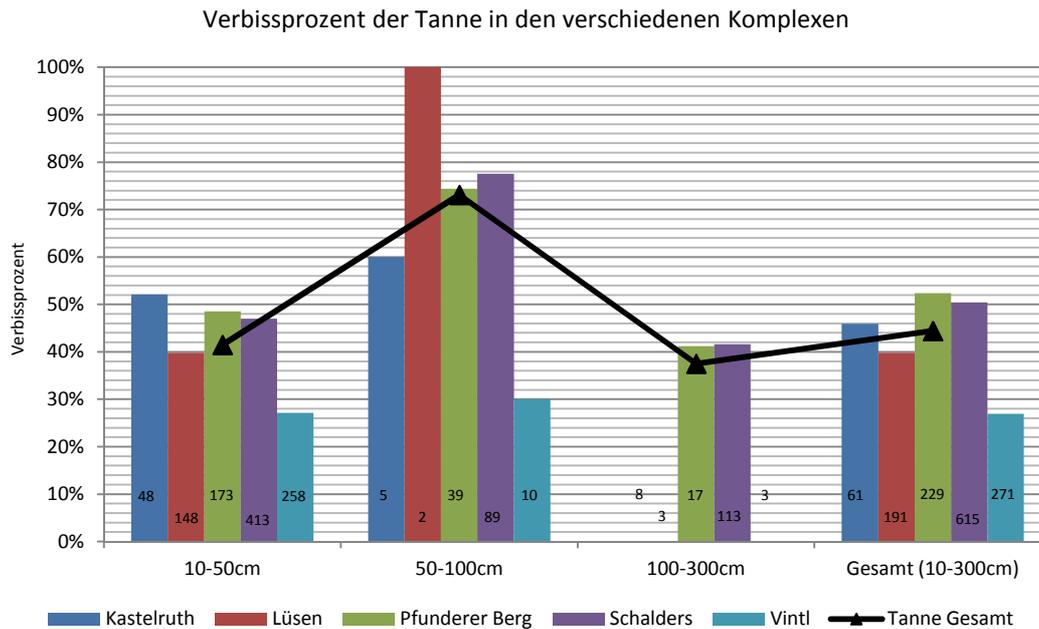
TAB. 24: STAMMZAHLEN PRO HEKTAR DER VERJÜNGUNG VON 10-300CM HÖHE AUF ALLEN PROBEFLÄCHEN VON 2008 UND 2009.

Stammzahlen der VJ ab 10cm [n/ha] über alle Probeflächen von 2008 und 2009							
n Tsk	Tanne	Fichte	Lärche	Zirbe	Kiefer	LH	<b>Gesamt</b>
249	662	2059	106	34	28	290	3178

Geht man von der Annahme aus, dass für einen Endbestand im montanen Fichten-Tannenwald von 400 Bäumen /ha eine Aufforstung von ca. 3500 Pflanzen notwendig ist, müssten, um einen 20%-igen Tannenanteil beizubehalten, rein rechnerisch mindestens 700 Tannen / ha in der Verjüngung vorhanden sein. Nach dem Modell von BRANG UND DUC (2003) braucht es mind. 1000 Stück Verjüngungspflanzen in einem Fichten-Tannenwald, um von einer ausreichenden, allerdings „ungesicherten“ Verjüngung im Bergmischwald sprechen zu können.

Der derzeitige Anteil der Tanne in der Naturverjüngung beträgt knapp 21%, die Stammzahlen entsprechen mit 662 Ta/ha nicht dem Soll. Zudem wurden die Stammzahlen ohne Berücksichtigung des Wildeinflusses berechnet. Wenn man bedenkt, dass 50% der Tannen eine Verbissbelastung aufweisen, liegt die Vermutung nahe, dass zusätzlich eine bestimmte Anzahl von Tannen aufgrund von Totalverbiss ausfallen werden. Um diesen Ausfall schätzen zu können, ist eine genaue Analyse der Verbissart und Intensität notwendig, welche weiter unten folgt (sh. Abb. 71).

Da es sich bei den Probeflächen um geografisch getrennte Komplexe handelt und diese in verschiedenen Schalenwildhabitaten liegen, wird im folgenden der Verbissdruck der Tanne in den verschiedenen Komplexen untersucht. Für die folgende Auswertung wird nur der Datensatz von 2009 verwendet, um die detaillierteren Aufnahmeparameter verwenden zu können.



**ABB. 70: VERBISSPROZENT DER TANNE VON 10-300CM AUFGETEILT NACH KOMPLEXEN (2009).**

Abb. 70 gibt die Verbissprozente für die fünf untersuchten Komplexe wieder. Die Zahlen an der Basis der Balken stellen die absolut vorgekommenen Tannenanzahlen pro Höhenklasse und Komplex dar. Wie bereits vorher erwähnt, steigt das Verbissprozent in allen Komplexen von der ersten in die zweite Höhenklasse an. Für die Komplexe Lüsen und Kastelruth sind die Verbissprozente der Höhenklasse 50-100cm jedoch aufgrund der geringen Anzahl an erhobenen Tannen mit Vorsicht zu interpretieren. Die Grafik zeigt deutlich, dass im Komplex Vintl die Verbissrate am niedrigsten ist, sowohl in den verschiedenen Höhenklassen als auch insgesamt. Während das Verbissprozent in allen anderen Komplexen zwischen 40% und 52% schwankt, beträgt es im Komplex Vintl 27%. Anhand der absoluten Stammzahlen kann man sehen, dass im Komplex Schalders mit 615 Tannen ab 10cm mehr als doppelt so viele Tannen erhoben werden als in dem Komplex mit dem zweithäufigsten Tannenvorkommen, Vintl.

Hinsichtlich der Art des Verbisses wurde bei der Datenaufnahme zwischen Terminal- und Seitentriebverbiss, sowie zwischen einmaligem oder mehrmaligem Verbiss unterschieden. Abb. 71 zeigt die Ergebnisse aufgeteilt auf die Untersuchungsflächen.

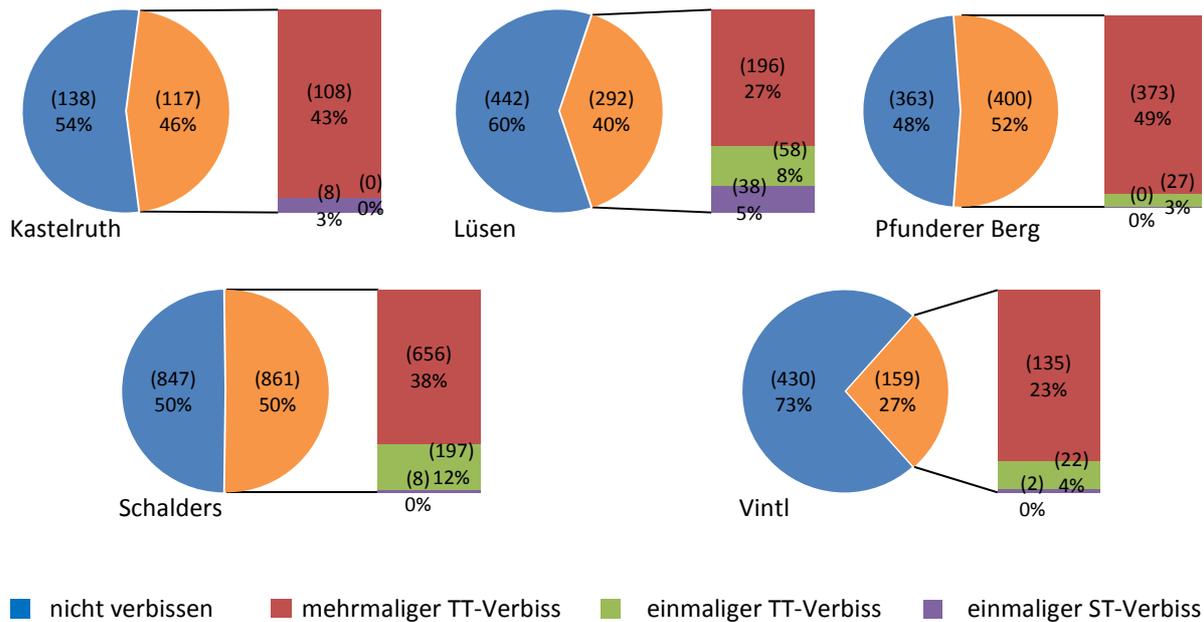


ABB. 71: DARSTELLUNG DER VERBISSVERTEILUNG DER TANNE AUF DEN UNTERSUCHTEN KOMPLEXEN. DIE ZAHLEN IN KLAMMERN GEBEN DIE JEWEILIGE TANNENANZAHL / HA AN. (TT: TERMINALTRIEB; ST: STEITENTRIEB)

Aus Abb. 71 geht hervor, dass die meisten verbissenen Tannen, nämlich insgesamt 80%, einen mehrmaligen TT-Verbiss aufwiesen und damit einer starken Belastung ausgesetzt sind. In Lüsen ist der Prozentwert der mehrmals verbissenen Tannen im Vergleich zu den verbissenen Tannen insgesamt mit 67% am geringsten, verglichen mit den anderen Komplexen. In Schalders beträgt der Prozentsatz der mehrmals verbissenen Tannen 76%, in Vintl 85% und in Kastelruth und auf dem Pfunderer Berg steigt der Prozentsatz auf 93%. Somit ist der Großteil der verbissenen Tannen einer sehr starken Schädigung durch die Wildtiere ausgesetzt und ist bezüglich der zukünftigen Höhenentwicklung sehr beschränkt (Abb. 72). Einmalig verbissene Leittriebe können auf günstigen Standorten (genügend Licht) innerhalb von zwei Jahren, meist durch das Auswachsen einer Adventivknospe, kompensiert werden (SENN UND HÄSLER, 2005). Wird eine Pflanze jedoch mehrmals im selben Jahr oder in mehreren aufeinander folgenden Jahren stärker verbissen, kann sie sich nicht mehr erholen und hat immer weniger Reserven (BAFU, 2010). Dadurch kann die Pflanze der verbissgefährdeten Höhenstufe (bis 1,3m) nicht entwachsen und ist weiterhin dem Wilddruck ausgeliefert.



ABB. 72: VERBISS AN TANNE. LINKS: EINMALIGER TERMINALTRIEBVERBISS. MITTE UND RECHTS: MEHRMALIGER TT-VERBISS EINER TANNE DER KLASSE 10-50CM.

Der Seitentriebverbiss spielt in Bezug auf Höhenwachstum und Mortalität eine untergeordnete Rolle. Nur extrem starker und wiederholter Seitentriebverbiss kann das Höhenwachstum von Jungbäumen nennenswert beeinflussen (VÖLK, 2005). Deshalb wurde in der Datenerhebung, sobald eine Pflanze einen mehrjährigen TT-Verbiss aufgewiesen hat, darauf verzichtet, ebenfalls den Seitentriebverbiss zu beurteilen.

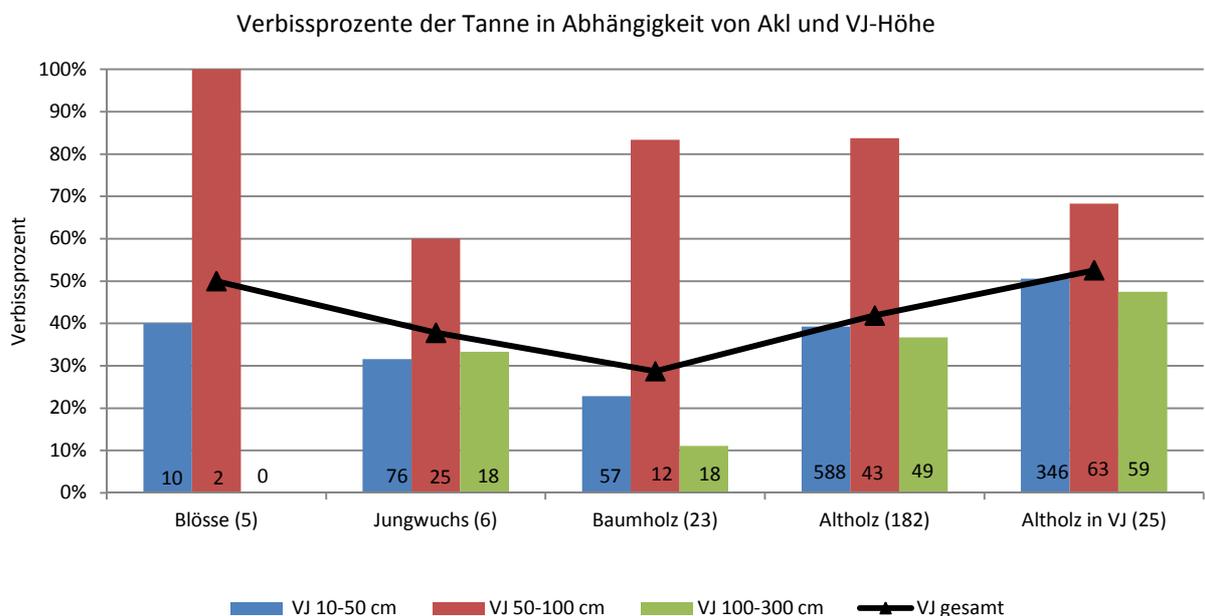
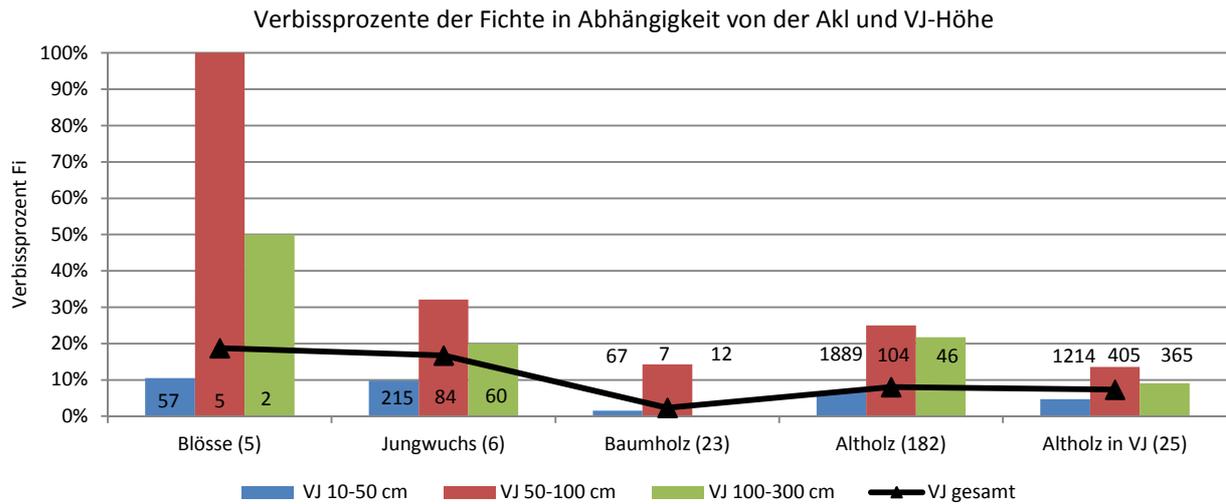


ABB. 73: VERBISSPROZENTE DER TANNE IN ABHÄNGIGKEIT VON DER ALTERSKLASSE, IN DER DIE VJ AB 10CM HÖHE VORKOMMT UND DEN VERSCHIEDENEN HÖHENSTUFEN DER ERHEBUNG VON 2009.

Aus Abb. 71 geht hervor, dass insgesamt 80% der verbissenen Pflanzen einen mehrmaligen TT-Verbiss und damit die gravierendste Art des Verbisses aufweisen. Deshalb wurde bei der Darstellung von Abb. 73 nicht zwischen den Verbissarten unterschieden. Somit wurden alle erhobenen Tannen mit Verbissspuren (607 Tannen) in die Grafik mit einbezogen. Die Zahlen in den Klammern der Abb. 73 geben die Anzahl der ZWF in den jeweiligen Akl wieder und jene Zahlen an der Basis der Säulen stellen die absolut vorgekommen Anzahlen der VJ in den jeweiligen Höhenklassen dar. Bezüglich der Verbissbelastung in unterschiedlichen Bestandestypen kann festgestellt werden, dass im Untersuchungsgebiet insgesamt die höchste Verbissbelastung in der Altersklasse „Altholz in VJ“ aufgetreten ist. 53% aller Tannen, welche im Bestandestyp „Altholz in VJ“ vorgekommen sind, weisen Verbissspuren auf. 40% bzw. 30% der Tannen im Bestandestyp „Altholz“ bzw. „Baumholz“ sind verbissen. Dabei konnte kein Unterschied in der Verbissart zwischen den Bestandestypen festgestellt werden. Das Verbissprozent im Jungwuchs beträgt 38%, jenes auf Blößen 50%. Diese beiden Prozentwerte sind jedoch mit Vorsicht zu interpretieren, da nur eine geringe Anzahl an Probeflächen in den jeweiligen Bestandestypen vorhanden ist.

Vergleicht man auch das Verbissprozent der Fichte in Beständen mit unterschiedlichen Entwicklungsstadien kann man sofort erkennen, dass das durchschnittliche Verbissprozent der Fichtenverjüngung unter jenem der Tanne liegt (Abb. 74). Im Vergleich zur Tanne steigt das Verbissprozent der Fichte im „Altholz“ nur mehr gering an und fällt dann wieder hin zum „Altholz in Verjüngung“ ab. Insgesamt beträgt das Verbissprozent der Fichte ab 10cm unter Berücksichtigung beider Datensätze 16% (Abb. 69). Berechnet man hingegen das Verbissprozent nur für die Daten von 2009, senkt sich der Prozentsatz auf 8%.



**ABB. 74: VERBISSPROZENT DER FICHTE IN ABHÄNGIGKEIT VON AKL UND HÖHENSTUFE DER VERJÜNGUNG**

Fasst man die Bestandestypen in „geschlossenen, dichten Bestand“ (Baumholz und Altholz) sowie „offenen Bestand“ (Blöße, Jungwuchs und Altholz in VJ) zusammen, erhält man folgende Ergebnisse. Für die Tanne ist das Verbissprozent in offenen Beständen (767 Tannen) mit 50% höher als in geschlossenen, dichten Beständen (599 Tannen) mit 40%. Für die Fichte ist das Verbissprozent in beiden Gruppen mit 8 bzw. 9% ungefähr gleich groß.

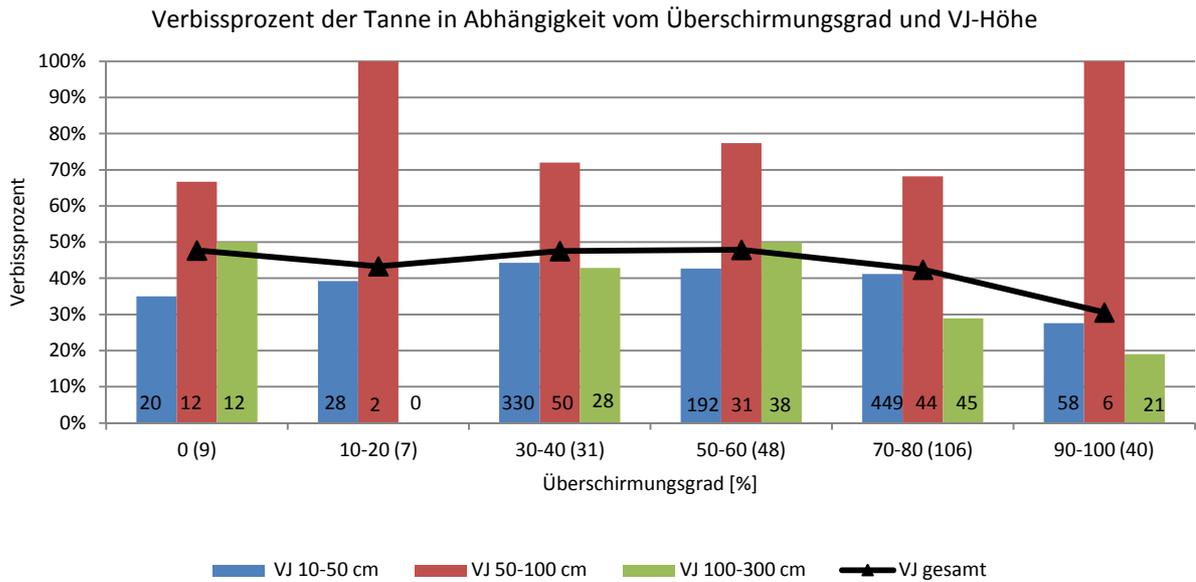


ABB. 75: VERBISSPROZENTE DER TANNE IN ABHÄNGIGKEIT VON DER ÜBERSCHIRMUNG DES BESTANDES.

Wiederum stellen die Zahlen in den Klammern die Anzahl der ZWF in den jeweiligen Überschirmungsklassen dar und jene an der Basis der Diagrammbalken die absolut vorgekommen Anzahlen der VJ von 2009 in den jeweiligen Höhenklassen.

Abb. 75 verdeutlicht, wie bereits vorher festgestellt, dass die Verbissbelastung auf Flächen mit hohem Überschirmungsgrad abnimmt. Während das Verbissprozent bei einem Überschirmungsgrad zwischen 30-40 bzw. 50-60 bei 48% liegt, sinkt es bei einem Überschirmungsgrad von 90-100 bis auf 31% ab. Aufgrund der geringen Probeflächenanzahl bzw. Tannenanzahl in den locker bestockten Waldpartien ist bei der Interpretation dieser Werte wiederum Vorsicht geboten. Außerdem ist auch die eindeutig höhere Verbissbelastung der Tannen zwischen 50-100cm Höhe deutlich zu erkennen.

Vergleicht man die Anzahl von ZWF mit und ohne Verbissbelastung in Abhängigkeit von unterschiedlichem Überschirmungsgrad, findet man, dass auf locker bestockten Flächen verhältnismäßig mehr ZWF unter Wildeinfluss leiden als in dichten Bestandespartien (Abb. 76). Der Grund dafür könnte die kleinflächige Konzentration der Verjüngung in Bestandesöffnungen sein. Nicht nur die Anzahl von verbissenen ZWF insgesamt, sondern auch die Anzahl von stark bzw. extrem stark verbissenen ZWF nimmt mit steigendem Überschirmungsgrad ab.

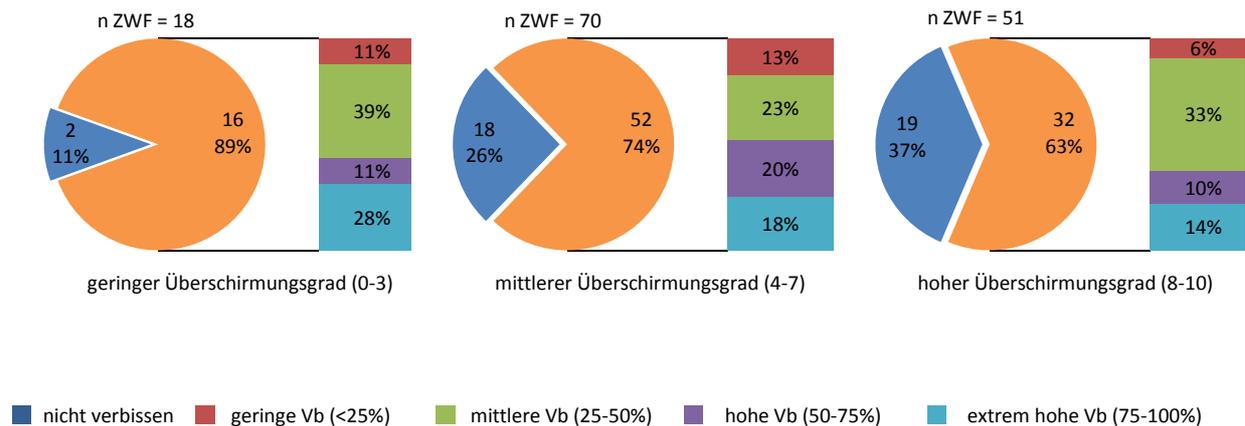


ABB. 76: VERBISSBELASTUNG IN ABHÄNGIGKEIT VOM ÜBERSCHIRMUNGSGRAD.

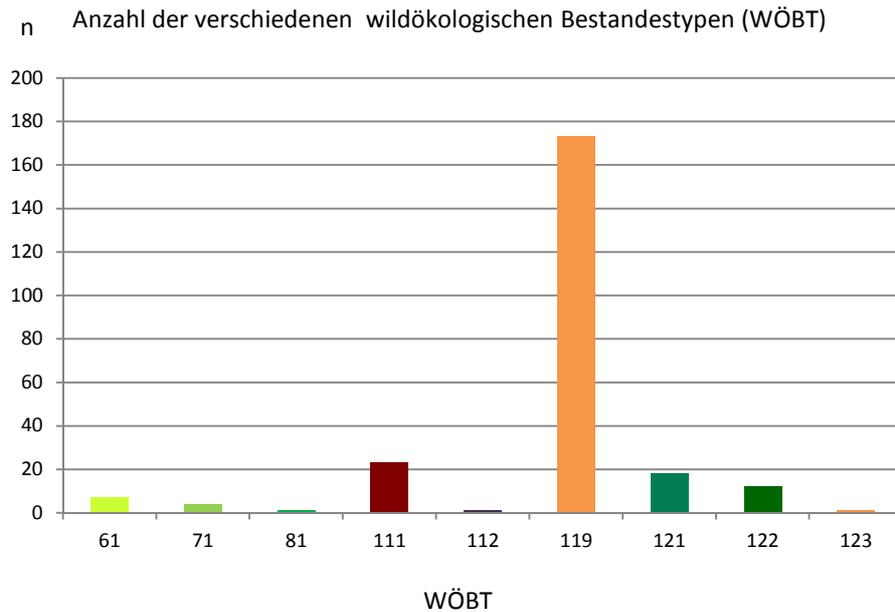
Die Attraktivität des Habitats für Wildtiere hängt nicht allein von der Reichhaltigkeit des Nahrungsvorkommens ab. Auch weitere Faktoren spielen dabei eine Rolle (vgl. Abb. 4), wie unter anderem der von REIMOSER UND GOSSOW (1996) beschriebene „Edge effect“. Dieser Randeffekt beschreibt den Zusammenhang zwischen der Präsenz von Rehwild und dem Vorhandensein von Strukturwechsel innerhalb der Bestände. Es hält sich mehr Wild in Strukturwechselzonen auf als in homogenen Beständen (REIMOSER UND GOSSOW, 1996).

Ein weiterer Parameter der das Habitat von Schalenwild charakterisiert ist der wildökologische Bestandestyp (WÖBT) nach REIMOSER (1986). Die folgende Analyse, welche den Zusammenhang zwischen der Art der Flächennutzung - hinsichtlich Nahrung und Einstand - des Wildes und der daraus resultierenden Verbissbelastung darstellen soll, ist an jene von FEICHTER (2011) angelehnt. Da der Beurteilungsradius des WÖBT relativ groß ist, können auch mehrere Typen nebeneinander und in der Aufnahme fläche vorkommen. In der vorliegenden Arbeit in einem solchen Fall der flächenmäßig größere WÖBT aufgenommen. Jedem WÖBT wurde weiters seine spezifischen Äsungs- und Deckungseigenschaften in Zehntel zugewiesen (Abb. 77).

WÖBT KODEX		Beschreibung des Wildökologischen Bestandes-Typ (WÖBT)	Äsungs- charakter	Deckungs- charakter
			1/10	
Nicht Wald- Typen	022	ungenutzte Grünfläche mit Sträuchern und/oder Bäumen über 70 cm Höhe	8	2
	040	Wiese, keine verholzte Vegetation, Gesamtbegrünungsgrad 100% (Gräser und Kräuter)	10	0
Wald-Typen	061	Äsungsjungwuchs - Baumjungwuchs (zumindest im Winter weitgehend deckungslose Fläche bis zu einer biol. Oberhöhe der Gehölze von 70 cm) incl. Kahlschlag, Kahlschlag mit Überhälter, vorübergehende Blöße	9	1
	071	Äsungs-Deckungs-Jungwuchs-Baumjungwuchs (incl. Sträucher, biol. Oberhöhe der Gehölze zwischen 70 und 130 cm)	7	3
	081	Deckungsjungwuchs - Baumjungwuchs (incl. Sträucher von 130 cm Oberhöhe bis Dichtschluss des Bestandes auf max. 50 % der Fläche)	5	5
	091	beginnende Dichtung. Baumvegetation ist relativ locker und ungleichmäßig verteilt	3	7
	092	typische Dichtung. Vegetationsschluss auf der gesamten Fläche. Astreinigung hat bei den Baumindividuen noch nicht eingesetzt	0	10
	093	auslaufende Dichtung. Wie 092 mit einsetzender Astreinigung auf weniger als 50 % der Fläche	0	10
	101	Stangenholz bodenvegetationsarm. Begrünungsgrad bis 130 cm Höhe maximal 50 %	3	7
	111	Baumholz - Altholz bodenvegetationsarm. Begrünungsgrad bis 130 cm Höhe kleiner 50 %	2	8
	112	Baumholz - Altholz bodenvegetationsreich. Begrünungsgrad bis 130 cm Höhe größer 50 % und der Anteil von Gehölzpflanzen über 70 cm Höhe bedeckt nicht mehr als 1/3 der Fläche	6	4
	121	Verjüngung mit Altholzüberschirmung >3/10 (Gehölzpflanzen von 71 bis 130 cm biologische Oberhöhe auf über 1/3 der Fläche)	6	4
	122	Verjüngung mit Altholzüberschirmung >3/10 (Gehölzpflanzen >130 cm biologische Oberhöhe auf über 1/3 der Fläche)	3	7
	123	Fortgeschrittene Verjüngung mit Dichtungscharakter mit Altholzüberschirmung >3/10	2	8
	124	Fortgeschrittene Verjüngung mit Stangenholzcharakter mit Altholzüberschirmung >3/10	0	10
	131	Pflenterstruktur (mehrschichtig - OS, MS, US und Verjüngung mit permanenter Verjüngungsnotwendigkeit) bodenvegetationsarm (Begrünungsgrad bis 130 cm Höhe < 50%)	2	8
	132	Pflenterstruktur (mehrschichtig - OS, MS, US und Verjüngung mit permanenter Verjüngungsnotwendigkeit) bodenvegetationsarm (Begrünungsgrad bis 130 cm Höhe Δ 50%)	5	5
	142	Feuchtbiotop (Sumpf, Nassgalle, Moor...) locker bestockt (Bestandesschluss über 130 cm zwischen 1/3 und 2/3 der Fläche)	5	5
143	Feuchtbiotop (Sumpf, Nassgalle, Moor...) nicht bestockt (Bestandesschluss über 130 cm auf weniger als 1/3 der Fläche)	7	3	
Sonder- Typen	151	Forststraße (LKW-befahrbar) inkl. Böschung	10	0
	152	Gewässer (Gebirgsbach)	neutral	neutral

ABB. 77: BESCHREIBUNG DER WILDÖKOLOGISCHEN BESTANDESTYPEN (WÖBT) MIT ANGABE DER ANTEILE VON ÄSUNGS- UND DECKUNGSEIGENSCHAFTEN (QUELLE: FEICHTER, 2011).

Aufgrund der spezifischen Aufnahmemethodik sind auf den untersuchten Flächen nur neun verschiedene WÖBT vorgekommen. Dabei fällt der Großteil auf den Typ „119“, der zum originalen Aufnahmeschlüssel hinzugefügt wurde, da keiner der bestehenden Typen das häufig vorgekommene Bild widerspiegeln konnte. Typ „119“ definiert Altholz mit Bodenvegetation und einem Begrünungsgrad bis 130cm Höhe von weniger als 30%. Aufgrund der dicht stockenden Altholzbestände kamen zahlreiche ZWF ohne Bodenvegetation und mit sehr wenig Verjüngung vor.



**ABB. 78: DARSTELLUNG DER ERHOBENEN WÖBT**

Jeder WÖBT wurde anhand des Verhältnisses aus Äsungs- und Deckungseigenschaften, einer Lebensraumklasse zugeordnet. Erreicht die Summe der Merkmale einer Lebensraumklasse mehr als  $\frac{2}{3}$  der maximal möglichen Ausprägung, so wird der ZWF diese als primäre Lebensraumklasse zugewiesen (sh. Abb. 69). Bei einem Wert zwischen drei und sechs wurde der Standort als geeigneter Deckungs- und Äsungslebensraum definiert.

Klassifiziert man die ZWF nach ihrer Lebensraumklasse, erhält man Abb. 79. 78% der untersuchten ZWF haben für das Schalenwild primär einen Deckungscharakter. Dieser hohe Prozentsatz resultiert aus der hohen Anzahl des WÖB-Typs „119“. 14% der ZWF dienen dem Wild vor allem als Äsungsfläche und 8% der ZWF haben sowohl Äsungs- als auch Deckungsfläche.

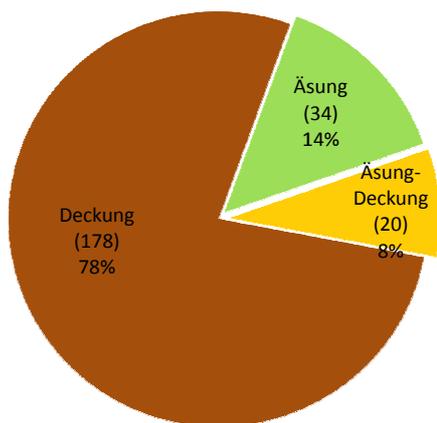


ABB. 79: VERTEILUNG DER LEBENSRAUMKLASSEN AUF DIE UNTERSUCHTEN ZWF

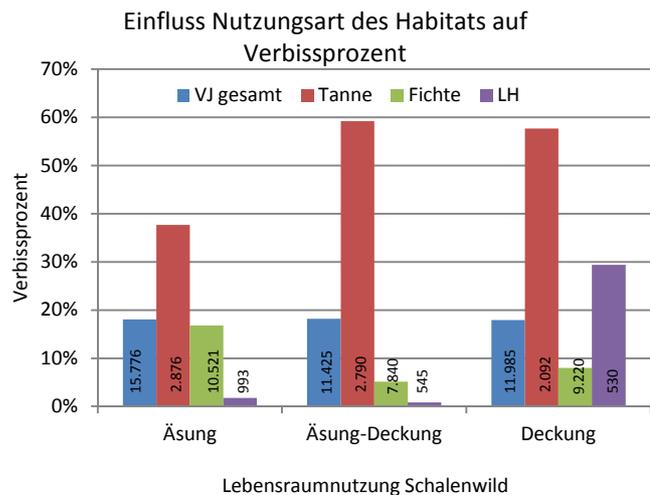
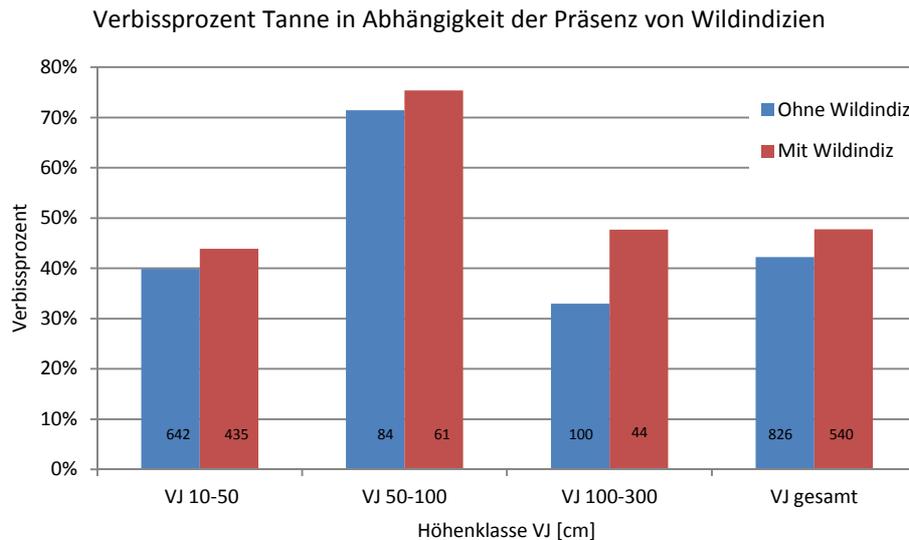


ABB. 80: VERBISSPROZENT DER VERJÜNGUNG IN ABHÄNGIGKEIT DER LEBENSRAUMKLASSE.

Abb. 80 zeigt den Wilddruck in den verschiedenen Lebensraumklassen. Als erstes fällt wiederum das deutlich höhere Verbissprozent der Tanne auf, welches jedoch anders als erwartet, auf den primären Äsungsflächen mit 38% am niedrigsten ist. In den anderen beiden Lebensraumklassen ist das Verbissprozent der Tanne mit knapp 60% beinahe gleich hoch. Für die Fichte kann gezeigt werden, dass diese auf den Äsungsflächen doppelt so viel verbissen wird als auf den Deckungsflächen. Das Verbissprozent auf den Äsungs- und Deckungsflächen liegt genau dazwischen. Für das Laubholz, welches v.a. aus Eberesche bestand, gilt genau das Gegenteil. Das Verbissprozent ist auf primären Deckungsflächen mit beinahe 30% um ein Vielfaches höher als jenes auf Äsungs- und Äsungs-Deckungsflächen, auf welchen der Wert unter 3% liegt.

Interessanterweise beträgt das Verbissprozent aller Baumarten zwischen 10-300 cm Höhe auf den drei untersuchten Lebensraumklassen mit 18% gleich viel. Somit hat neben der Baumart selbst auch deren Standort im Lebensraum des Schalenwildes einen großen Einfluss auf die Verbissbelastung.

Weiters wurde der direkte Zusammenhang zwischen Wildtierpräsenz und Verbissprozent der Verjüngung analysiert. Durch die Aufnahme von vorhandenen Wildnachweisen in Form von Wildwechsell, -losungen, -legern oder -plätzen sowie Haarresten wurde versucht, diesen Zusammenhang zu beschreiben.



**ABB. 81: VERBISSPROZENT TANNE IN ABHÄNGIGKEIT VON DER PRÄSENZ VON WILDINDIZIEN (WILDWECHSEL, -LOSUNG, -PLÄTZE, -LEGER,...).**

In Abb. 81 geben die Zahlen an der unteren Basis der Diagrammfläche die absolute Anzahl der erhobenen Tannen pro VJ-Klasse und vorhandenem Indiz für das tatsächliche Vorkommen von Schalenwild an. Es wird das Verbissprozent der Tanne in Abhängigkeit zur binominalen Variable „Wildindiz“ dargestellt. Sobald auf einer Tfl ein indirekter Nachweis von Schalenwild entweder durch Losung, Wildwechsel, -leger, -plätzen oder Haarresten gefunden wurde, ist das Verbissprozent in allen untersuchten Höhenklassen der VJ höher als auf Tfl, wo kein direkter Nachweis von Rot-, Reh- oder Gamswild gefunden wurde. Die Ergebnisse zeigen insgesamt nur einen geringen Unterschied zwischen Tfl mit und ohne gefundenen Wildindizien. 48% der Tannen ab 10cm, welche auf Flächen mit Wildnachweis vorkommen, sind verbissen. Auf den Flächen ohne indirekten Wildnachweis sind 42% der Tannen verbissen.

Bezieht man das Verbissprozent auf die Tfl, d.h. berechnet man für jede Tfl, je nachdem wie viele der Tannen verbissen sind, das Verbissprozent, so ergibt die Kruskal-Wallis-Analyse keinen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Verbissprozent auf der Tfl und dem Vorhandensein eines Wildnachweises.

Vergleicht man das Verbissprozent der Fichte in Bezug auf das Vorhandensein von Wildindizien mit der Tanne, ergibt sich ein ähnliches Bild. Mit Ausnahme der Klasse „100-300cm Höhe“ leiden Fichten auf Flächen mit Wildindiz mehr unter Verbiss als jene ohne. Insgesamt ist der Unterschied des Verbissprozents der Fichte auf Tfl mit und ohne Verjüngung mit ca. 3% sehr gering.

# 4. DISKUSSION DER ERGEBNISSE

## 4.1. STICHPROBENDESIGN

Bei dieser Arbeit werden verschiedene, geografisch getrennte Komplexe analysiert, welche sich hinsichtlich einiger Standortfaktoren geringfügig unterscheiden. Es handelt sich aber immer, bis auf den Komplex Hauenstein, um ausgeprägte Nordhänge im Eisacktal und deren Seitentäler und sind als solche auch vergleichbar. Die Ausweisung der Komplexe stützte sich vor allem auf die objektiven Auskünfte der vor Ort stationierten Mitarbeiter der Forstbehörde. Nach der Erstbegehung wurden die von den Förstern als tannenreich ausgeschiedenen Gebiete evaluiert und die zu untersuchenden Komplexe definiert.

Die Aufnahme wurde im Jahr 2008 auf zwei Arten durchgeführt: Einmal wurde entlang von 50x4m- Transekten jeder zu untersuchende Parameter aufgenommen. Auf diese Art konnte schnell eine große Fläche erhoben werden. Die zweite Methode lehnt sich an jene von FEICHTER (2011) an und erfolgte durch Aufnahmen von Satellitenstichproben. Dieses Verfahren war deutlich zeitaufwendiger und stellte sich zudem als unergiebig heraus, da aufgrund der spärlichen Verjüngung sehr wenig Pflanzen in die Probeflächen fielen. Es wurde deshalb die Methode der Transektaufnahme jener der Satellitenstichpunkte vorgezogen.

Vor allem die Aufnahmemethodik von 2008 war mit einigen Schwierigkeiten behaftet. Da als Referenzfläche immer das gesamte Transekt verwendet wurde, kamen oft ganz unterschiedliche Ausprägungen desselben Parameters auf einem Transekt vor. Somit war eine objektive Einschätzung aufgrund der sich ändernden Bedingungen auf demselben Transekt schwierig. Diese Probleme minimierten sich mit der Änderung des Stichprobendesigns im Jahr 2009. Durch die Verkleinerung der Referenzfläche konnten die Eigenschaften der Parameter mit großer Genauigkeit angesprochen werden.

Die aufgenommenen Standortparameter des Datensatzes 2009 wurden an jenen des Projekts „Elena“ (VACIK ET AL., 2010) angelehnt. Zusätzlich wurden wildökologische Parameter aufgenommen, wobei ein wichtiger, einfach zu erhebender Faktor, nicht berücksichtigt wurde, nämlich das Vorhandensein von Randlinien. Im Nachhinein ist es nicht möglich, diesen Parameter zu rekonstruieren, deshalb kann er in dieser Arbeit nur am Rande diskutiert werden.

Auf die Aufnahme von Standortfaktoren in potenziellen Tannengebieten, auf denen aktuell jedoch keine bzw. nur vereinzelt Tannen vorhanden sind, wurde verzichtet, da dort die primäre Voraussetzung für die Tannenverjüngung fehlt: die Samenbäume. Somit ist der hauptsächliche Grund für das Fehlen der Tanne auf vielen potenziellen Tannenflächen im Eisacktal bereits gefunden. Aufgrund der Waldbehandlung im letzten Jahrhundert konnte sich die Tanne gegen die Fichte nicht durchsetzen und wurde auch gezielt aussortiert. Dadurch sind keine bzw. nur mehr einzelne Samenbäume vorhanden, welche für das Aufkommen von Tannenverjüngung eine nicht ausreichende Samengrundlage darstellen.

Einige Parameter wurden während der Aufnahmen geschätzt, so z.B. der Überschirmungsgrad, der Deckungsgrad der Bodenvegetation oder die Baumartenanteile auf der ZWF. Somit gibt es auch einen subjektiven Einfluss auf die Ansprache der jeweiligen Parameter. Damit die Ergebnisse innerhalb der untersuchten Komplexe vergleichbar sind, wurden die schätzenden Faktoren immer von derselben Person durchgeführt.

## 4.2. ALTBESTAND

Auf den potenziellen Tannenflächen des Eisacktals stocken nur mehr auf kleiner Fläche Tannenbestände, welche mit der Fichte die typischen Fichten-Tannenwälder der montanen Stufe bilden. Auf den insgesamt ca. 11.500 ha potenziellen Fichten-Tannenwäldern (AUTONOME PROVINZ BOZEN, 2009) im Forstinspektorat Brixen kommen nur auf 7% (798ha) der Fläche Tannengebiete mit einem Anteil von mehr als 10% des Bestandesvolumens vor (Tab. 6). Diese Flächen konzentrieren sich auf die Nordhänge der Eisacktaler Seitentäler und zwar insbesondere auf das Schalderer Tal, das Lüsner Tal, das Tinnetal (Pfundener Berg), dem Eingang des Grödnertals, auf die Vintler Schattseite und auf den Nordwest-Hang oberhalb von Franzensfeste. Andere Täler, wie Villnöss oder Afers sind beinahe frei von Tannen. Primärer Grund ist hierbei sicher das systematische Entfernen der Tanne und der dadurch induzierten Baumartenentmischung hin zur Fichte. Auch wenn in gewissen Seitentälern auf potenziellen Tannenflächen beinahe keine Tanne mehr gefunden werden kann, so ist sie auf Standorten, welche zu Fuß und teilweise auch vom Schalenwild schlecht erreichbar sind, noch als Reliktbaumart vertreten, so z.B. in Pfunders.

Reduziert man die Bezugsfläche des potenziellen Tannengebietes auf die Talflanken der Seitentälerr, erhöht sich das Verhältnis zwischen dem Flächenanteil der aktuellen und jenem der potenziellen Tannenbestockung. In Schalders kommen somit auf 30% der ausgewiesenen

potenziellen Tannenfläche aktuell auch Tannen im Umfang von mehr als 10% des Bestandesvolumens vor (Tab. 7).

Die ausgewiesenen Komplexe stellen die Gebiete mit den höchsten Tannenanteilen in den Eisacktaler Wäldern dar. Die Zielvorgaben der Südtiroler Waldtypisierung (AUTONOME PROVINZ BOZEN, 2009) fordern für Fichten-Tannen-Wälder einen minimalen Tannenanteil von 20% am Bestandesvolumen, welcher in den Komplexen durchgehend erreicht wird. Da das Bestandesvolumen nicht direkt berechnet wurde, wurde aus dem Baumartenanteil und den Stammzahlen eine Annäherung an das Volumen hergeleitet. Da alle Transekte von 2009 und die meisten von 2008 vorwiegend in alten Bestandstrukturen platziert wurden, halten sich die strukturellen Unterschiede in Grenzen. Auch die Tarife von Fichte und Tanne waren größtenteils dieselben. In den älteren Strukturen ist die Tanne immer mit über 30% der Stammzahlen am Bestandaufbau beteiligt. Da Fichte und Tanne bei gleich hohem Alter ähnliche Durchmesser und Volumina, mit leichten Vorteilen für die Tanne (UTSCHIG, 2004), erreichen, beträgt auch der Volumenanteil der Tanne mindestens 30%.

Mit teilweise bis zu 40% erreicht die Tanne in den untersuchten Komplexen einen beträchtlichen Anteil an den Stammzahlen (Tab. 12). Besonders in Vintl und Pontives waren horstartig verteilt beinahe Tannenreinbestände zu finden. Der Tannenanteil auf den unterschiedlichen Fichten-Tannen-Waldtypen schwankte zwischen 30-40%, deutlich weniger war er auf den Waldtypen, welche das Vorkommen der Tanne nicht vorsahen (Tab. 8). Die untersuchten Bestände waren im Großteil gleichaltrige, dicht stockende und unstrukturierte Bestände meist ohne Bodenvegetation. In den Bestandeslücken, mit dementsprechendem Lichteinfall, können Verjüngungskegel entstehen, welche jedoch beinahe nur aus Fichten bestehen. Die Tanne kommt dabei im Schutz zwischen den Fichten auf.

### 4.3. VERJÜNGUNG

Die Zukunft der Tanne hängt von ihrer Fähigkeit ab, sich ausreichend zu verjüngen (Feichter, 2011). Die folgenden Faktoren tragen in erster Linie zum Aufkommen von An- und Aufwuchs der Tanne bei (FREHNER ET AL., 2005):

- Samenangebot (Fruktifikation)
- Licht im Bestand
- Konkurrenz durch Kraut- und Strauchschicht
- Verbiss durch Wild

Das Verjüngungspotenzial in Form von ausreichend vorkommenden, fruktifizierenden Samenbäumen ist auf den untersuchten Flächen beinahe immer gegeben (Abb. 26) und zeigt sich an der hohen Anzahl von Flächen mit Tannenansamung. Auf 18% der untersuchten Tfl konnte keine Tanne bis 10cm gefunden werden (Abb. 52). Damit ist die entscheidende Ausgangsgröße für eine erfolgreiche Ansamung der Naturverjüngung, das natürliche Samenangebot, teilweise nicht gegeben (MOSANDL UND EL KATEB, 1988). Die Präsenz von **Samenbäumen** hat für die Tanne einen signifikanten Einfluss auf die Anzahl der vorhandenen Tannen in der Verjüngung (Abb. 26). Auf ZWF mit Samenbäumen ist das Neunfache an Tannen vorgekommen. Neben der alleinigen Präsenz von Samenbäumen spielt auch deren Häufigkeit eine entscheidende Rolle. Je mehr Samenbäume im Altbestand vertreten sind, desto mehr Keimlinge sind zu erwarten (Abb. 27). Auch FEICHTER (2011) kam zu dem Ergebnis, dass bei steigendem Tannenanteil an der Grundfläche der vorkommenden Samenbäume, auch die Anzahl der Flächen mit vorhandener Naturverjüngung (mind. eine Pflanze) zunimmt. Zudem konnten MOSANDL UND EL KATEB (1988) dasselbe Ergebnis in ihrem Langzeitversuch in einem bayrischen Bergmischwald nachweisen. Auch DOBROWOLSKA UND VEBLEN (2008) konnten für Polen nachweisen, dass die Anzahl von Keimlingen in kleinen Bestandeslücken nicht von der Lückengröße abhängig war, sondern von der entsprechenden Anzahl der im Altbestand stockenden Samenbäume. In der vorliegenden Arbeit konnte dennoch nicht nachgewiesen werden, dass sich eine Mehrzahl an Tannen kleiner als 10cm auch auf eine erhöhte Tannenanzahl im Aufwuchsstadium auswirkt (Abb. 27). Eine hohe Anzahl an Tannenkeimlinge stellt also eine gute Ausgangsbasis für die Etablierung der Naturverjüngung dar, dennoch sichert allein die Präsenz nicht eine erfolgreiche Nachfolgeneration. Zu zahlreich sind die Beeinträchtigungen für einen Keimling, bis er das Stadium der gesicherten Verjüngung erreicht hat (vgl. Abb. 1).

Die klimatischen Größen, insbesondere die Temperatur, sind laut KÖLLING ET AL. (2011) die wichtigsten Steuergrößen für die Verbreitung von Baumarten. Erst auf lokaler Ebene kommen weitere Faktoren hinzu. Da die Komplexe geografisch getrennt liegen, kann durchaus angenommen werden, dass ein unterschiedliches Lokalklima vorherrscht. Aus diesem Grund wurden die Komplexe nach den vorherrschenden **Wuchszonen** klassifiziert. Für die Tanne stellt die „Tannenzone“ der randlichen Inneralpen das günstigere Lokalklima dar, als die Fichten-Tannenzone der südlichen Zwischenalpen. Sowohl in der Klasse bis 10cm als auch im Aufwuchsstadium sind durchschnittlich mehr Tannen in der Tannenzone der randlichen Inneralpen vorgekommen (Abb. 28). Die Waldtypisierung Südtirol (2009) identifiziert den Verbreitungsschwerpunkt und damit das Hauptareal der Fichten-Tannenwälder als natürliche klimabedingte Schlusswaldgesellschaft in den Zwischenalpen, vor allem in der Buchen- sowie der Fi-Ta-Bu- Zone der südlichen Zwischenalpen. Als Nebenareal wurde die Fichten-Tannenzone des Eisacktals, die Tannenzone der randlichen Inneralpen sowie die Tannenzone Dolomiten ausgewiesen, welche eine für die Tanne niederschlags- und thermisch begünstigte Zone darstellen. Reliktareale liegen in der Fichtenzone der randlichen Inneralpen, wo feuchtigkeits- und lokalklimatisch begünstigte Standorte das Vorkommen der Tanne zulassen. Vergleicht man die Verjüngungssituation im Hauptareal (BAUMGARTNER, in Ausarbeitung) mit jenem des Nebenareals, können deutliche Unterschiede, vor allem in der Anzahl der Verjüngungspflanzen zwischen 20-300cm, festgestellt werden. In diesen Gebieten ist die Tanne in der Verjüngung so zahlreich vertreten, dass sich der Verbiss nicht negativ auf die Bestandesentwicklung auswirkt (vgl. BAUMGARTNER, in Ausarbeitung).

Auch der **Waldtyp** beinhaltet wie das Wuchsgebiet/-zone, eine Vielzahl von Merkmalen, welche verschiedene Auswirkungen auf die Entwicklung einer Baumart haben kann. Die Waldtypen wurden in die Kategorien „günstig“ bzw. „ungünstig“ für die Tannenentwicklung eingeteilt. Für die Tannenklasse bis 10cm konnte der Effekt, dass Waldtypen mit günstigen Bedingungen für die Tanne, einen positiven Einfluss auf die Anzahl der Verjüngung haben, nachgewiesen werden. Dieser lässt sich aber bei der Analyse der Verjüngungszahlen zwischen 10-300cm nicht nachweisen.

Auch bezüglich der **Seehöhe** konnte auf dem Untersuchungsgebiet ein hochsignifikanter Zusammenhang mit der Tannenanzahl bis 10cm nachgewiesen werden. Beinahe das Dreifache an Tannenpflanzen <10cm sind in der tiefer gelegenen, tiefmontanen Stufe (zwischen 800-1250m u.d.M.) vorgekommen. In der hochmontanen Stufe oberhalb von 1250m kamen mit durchschnittlich 35 Ind. pro ZWF deutlich weniger vor (Abb. 10). Doch, wie auch die Analyse

der Samenbäume ergab, konnte für die Seehöhe nicht nachgewiesen werden, dass daraus mehr Tannenaufwuchs aus der größeren Anzahl der Keimlinge resultiert. In beiden Höhenstufen kamen durchschnittlich gleich viele Tannen ab 10cm vor. Die höchst gelegenen Tannen der untersuchten Komplexe wurden am Pfunderer Berg auf ca. 1600m Seehöhe gefunden. Vereinzelt kommt sie auch noch in tiefsubalpinen Bereichen vor. BUCHNER UND DUC (1999) konnten für die Schweiz ableiten, dass 70% des Schweizer Tannenvorkommens in einer Höhenlage von 600-1200 m u.d.M. stocken. Somit stellen die Wuchsbedingungen für die Tanne im Eisacktal bereits rauhere Bedingungen dar, wenn das tiefste Tannenvorkommen im Eisacktal erst auf ca. 900m u.d.M. auftritt.

Die Wichtigkeit der Exposition und Neigung für die Ansamung und das Aufkommen der Naturverjüngung wurde bereits in der Einleitung beschrieben. Es konnte in dieser Untersuchung aber kein signifikanter Zusammenhang zwischen **Exposition** und Anzahl von Tannen <10cm gefunden werden. Auf nord-west- bis westlich orientierten Flächen sind deutlich weniger Keimlinge vorgekommen als auf den anderen untersuchten Expositionen (Abb. 32). Dieses Ergebnis könnte durch eine geringere Fruktifikationsfreudigkeit der Tannenbäume auf unterschiedlichen Expositionen und der daraus resultierenden geringeren Samenproduktion erklärt werden. Im Gegensatz dazu kommen auf diesen Flächen deutlich die meisten Tannen ab 10cm vor, was durch einen leicht signifikanten Zusammenhang abgesichert werden kann (Tab. 15). Die Gründe für die entgegengesetzte Entwicklung auf den unterschiedlich exponierten Flächen können nur vermutet werden. Das Verbissprozent ist am kleinsten auf den nach Norden exponierten Flächen mit 61%, am stärksten hingegen mit 81% auf den nach Westen ausgerichteten Flächen. Damit kann ausgeschlossen werden, dass das Wild durch den Verbissdruck die Tannenanzahlen in der vorliegenden Art beeinflusst. Somit sind andere, wahrscheinlich vom Mikrorelief bedingte Ursachen für dieses Phänomen verantwortlich. oder es besteht ein Unterschied in der Fruktifikationsfreudigkeit der Tannenbäume auf unterschiedlichen Expositionen, welcher zu eine geringeren Samenproduktion führt.

Ein signifikanter Zusammenhang ließ sich zwischen der **Hangneigung** und dem Vorkommen von Tannen <10cm erkennen. Mit zunehmender Neigung des Geländes nimmt das Vorkommen der Tannenkeimlinge ab (Abb. 34). Einstrahlungsverhältnisse, Schneeschub und – druck sowie die mechanischen Belastungen durch Erosion, Steinschlag usw. sind die primären Gründe für den Rückgang der Tannenkeimlinge mit zunehmender Hangneigung (FREHNER ET AL., 2005; AMMER, 1990; VACIK ET AL., 2010). Für die Verjüngungsklasse ab 10cm konnte kein systematischer Trend festgestellt werden, daher wird angenommen, dass sich die Neigung für die

Entwicklung des Aufwuchses nur indirekt auswirkt. VACIK ET AL. (2010) haben hingegen mit Hilfe von logistischen Regressionsmodellen festgestellt, dass sich mit zunehmender Neigung die Wahrscheinlichkeit für die Etablierung der Naturverjüngung verringert.

Ein für die Verjüngung maßgeblicher Faktor ist die Lichtverfügbarkeit im Bestand (FREHNER ET AL., 2005). Um diesen Parameter für die Untersuchungsflächen beschreiben zu können, wurden der **Überschirmungsgrad** sowie die direkte Sonneneinstrahlung mittels Sonnenkompass aufgenommen. Die untersuchten Bestände wiesen zu 89% einen Überschirmungsgrad von mehr als vier Zehntel auf, 41% der Flächen mehr als acht Zehntel. Somit handelt es sich durchwegs um dunkle, dichtstockende Bestände. Entgegen den Erwartungen korrelierten Überschirmungsgrad und Anzahl der Tannenverjüngung nur auf niedrigem Niveau ( $r=0,161^*$ ). Zudem konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den unterschiedlichen Überschirmungsklassen nachgewiesen werden, dennoch ist ein Trend zu erkennen: Die Anzahl der Tannenkeimlinge nahm mit einer Zunahme des Überschirmungsgrades ebenso zu. DIACI (2002) untersuchte das Aufkommen von Keimlingen in unterschiedlich großen Bestandeslücken mit unterschiedlicher direkter und diffuser Strahlung. Er kam zum Ergebnis, dass die günstigsten Bereiche für das Überleben der Tanne auf dem Kleinstandort jene mit hoher direkter und geringer diffuser Strahlung sind. Diese Ergebnisse konnte er jedoch nur für die Fichte mit statistischer Signifikanz absichern. Diese hat die höchste Überlebensrate im Gegensatz zur Tanne auf Flächen mit hoher diffuser und geringer direkter Einstrahlung (DIACI, 2002). Im Gegensatz zur Tanne nahm die Fichtenanzahl der Klasse bis 10cm mit zunehmendem Überschirmungsgrad ab, was für eine Lichtbaumart auch zu erwarten war (Abb. 38).

Neben dem Aufkommen selbst wird auch die Mortalitätsrate der Keimlinge durch die Überschirmung bestimmt (MOSANDL UND EL KATEB, 1988). Die optimalen Überlebenschancen für die Keimlinge in Bergmischwäldern konnten bei einem Überschirmungsgrad von 40% erreicht werden (MOSANDL UND EL KATEB, 1988).

MOSANDL UND EL KATEB (1988) zeigten für einen Bergmischwald in den bayrischen Alpen, dass ein Kronenschlussgrad von über 75% eine verjüngungshemmende Wirkung hat, da die Wahrscheinlichkeit des Verjüngungsaufkommens ab diesem Kronenschlussgrad stark abnimmt. Für die untersuchten Flächen im Eisacktal konnte dasselbe Ergebnis für die Verjüngung ab 10cm erzielt werden. Die durchschnittliche Tannenanzahl nahm auf den Flächen mit einem Überschirmungsgrad von mehr als acht Zehntel um beinahe die Hälfte ab (Abb. 37). In den Überschirmungsklassen „gering“ und „mittel“ wurde ungefähr dieselbe Anzahl an Tannen über

10cm erreicht. Im Vergleich dazu nahm die lichtbedürftige Fichte bereits in der mittleren Überschirmungsklasse um durchschnittlich die Hälfte der Stammzahlen ab. Sobald es sich um stark überschirmte Bestände handelte, reduzierte sich die durchschnittliche Anzahl nochmals um die Hälfte. Im Gegensatz zur Tanne konnte für die Fichte auf den untersuchten Flächen ein hoher negativer Korrelationskoeffizient ( $r=-0,480^{**}$ ) für den Zusammenhang zwischen Überschirmung und Verjüngungsvorkommen ab 10cm ermittelt werden.

Die Tanne zeichnet sich durch ein außerordentlich langsames Höhenwachstum während der ersten Lebensjahre aus (BURSCHEL ET AL., 1990). Bei zunehmender Lichtmenge werden die Tannensämlinge von jenen der Fichte oder Buche überwachsen, da diese ein deutlich rascheres Höhenwachstum aufweisen (AMMER, 1996). Diese „Startschwierigkeiten“ der Tanne können überwunden werden, wenn in der frühen Verjüngungsphase die Bestände nur wenig aufgelichtet werden. Entgegen den Erwartungen konnten für den Zusammenhang zwischen Überschirmungsgrad und Höhenzuwachs der Tanne keine signifikanten Ergebnisse erzielt werden. Für die Verjüngungsklasse 100-300cm zeichnete sich aber eindeutig der positive Einfluss des Lichtes ab (Abb. 40). Für die Verjüngungsklassen 10-50 und 50-100 cm hingegen konnte kein Zusammenhang festgestellt werden. Möglicherweise kann dies durch den Wilddruck erklärt werden. Solange die Tanne dem Äser der Wildtiere nicht entwachsen ist, kann sie durch selektiven Verbiss des Terminaltriebs jederzeit in ihrem Höhenwachstum gestört werden. In diesem Zusammenhang liefern MOSANDL UND EL KATEB (1988) das Ergebnis, dass auch die durchschnittliche Baumhöhe der Verjüngung von der Überschirmung und der daraus resultierenden Lichtverfügbarkeit abhängt. Die höchste Verjüngung wurde auf jenen Flächen erreicht, auf denen das meiste Licht zur Verfügung stand. Erstaunlich war für die Autoren das geringe Wachstum der Verjüngung auch auf stark aufgelockerten Beständen im Vergleich zu den Kahlfächen. ROBAKOWSKI ET AL. (2004) konnten zudem feststellen, dass der Höhenzuwachs der Tannenverjüngung in lichtdurchlässigen Beständen wie Lärchenwalder deutlich größer war als in Fichtenwäldern, welche die Sonnenstrahlen relativ gut absorbieren können.

Das soll jedoch nicht für den Kahlschlag sprechen, der durch die rasch ausbreitende Bodenvegetation sowie durch das erhöhte Risiko von Spätfrösten die Verjüngungsprozesse behindern kann. Zudem stellen Kahlfächen eine erhöhte Befallsprädisposition durch die Tannentrieblaus (*Dreyfusia nordmanniana* ECKST.) dar (PETERCORD, 2008). Für die Tannenbewirtschaftung ist Kahlschlag nach Meinung vieler Autoren zu vermeiden (LEIBUNDGUT, 1983; MOSANDL UND EL KATEB, 1988; MAYER, 1976; REIMOSER UND MITTERBOCK, 1995).

Im Gegensatz zum nicht signifikanten Zusammenhang zwischen Überschirmungsgrad und Höhenzuwachs konnte für den Einfluss der **direkten Sonneneinstrahlung** auf den fünfjährigen Höhenzuwachs der Tanne eine hochsignifikante Korrelation ( $r=0,328^{**}$ ) festgestellt werden. Mit Ausnahme der Klasse von 10-50cm ist ein deutlicher Anstieg des fünfjährigen Höhenzuwachses bei längerer direkter Einstrahlung festzustellen (Abb. 45).

Keine signifikanten Ergebnisse konnten für den Einfluss der direkten Sonneneinstrahlung auf die Verjüngungsanzahl erzielt werden. Für die Tanne kleiner als 10cm zeigte sich, dass weder eine zu lange noch eine zu kurze Einstahlungsdauer einen positiven Einfluss auf die Stammzahlen hat. Hingegen wird die höchste Anzahl auf Flächen mit 1-2 Stunden direkter Sonneneinstrahlung im Juni erreicht. Für die Fichte bestätigt sich das Ergebnis von BRANG (1996a), dass sich lange direkte Sonneneinstrahlung negativ auf das Auftreten der Fichtenpflanzen bis 10cm auswirkt. Für die Individuen ab 10cm konnte kein Trend, weder für die Fichte, noch für die Tanne erkannt werden. HUNZIKER UND BRANG (2005) stellten in diesem Zusammenhang die These auf, dass die direkte Einstrahlung für das erfolgreiche Etablieren der Naturverjüngung in den Wäldern der montanen Höhenstufe nicht nötig sei. Diese These kann durch die vorliegende Arbeit widerlegt werden, da auch auf Tfl ohne direkte Sonneneinstrahlung sowohl Keimlinge, als auch mehrjährige Verjüngung vorhanden waren. SENN UND HÄSLER (2005) konnten nachweisen, dass junge Tannen wesentlich häufiger verbissen wurden, wenn sie unter Schirm wuchsen. Zudem stellten sie fest, dass bei genügend Lichtangebot die Regeneration schneller abläuft als bei beschatteten Bäumen. SENN UND HÄSLER (2005) kamen zum Schluss, dass am natürlichen Standort bei viel Licht nicht nur die Gefahr verbissen zu werden kleiner ist, sondern dass bei erfolgtem Verbiss auch die Fähigkeit zur Regeneration stärker ist, als an schattigen Standorten. Auch GHIRINGHELLI (2004) fand Hinweise, dass der Verjüngungserfolg von Tannen stärker von den Lichtbedingungen abhängt als von den Huftiereinflüssen.

In zahlreichen Studien (e.g. BRANG, 1996a; OTT ET AL. 1997; DIACI, 2002; HUNZIKER UND BRANG, 2005; VACIK ET AL., 2010) wurden die Effekte der **Bodenvegetation** auf die Keimungsfreudigkeit der Koniferen untersucht. Die meisten Ergebnisse belegen eine negative Beziehung zwischen dem Vorkommen von Gras und der erfolgreichen Keimung von Tannen- bzw. Fichtensamen. Für einen positiven Einfluss auf die Keimlingszahlen hingegen sorgen dünne Moospolster (BRANG, 1996a), sowie Flächen ohne Bodenvegetation mit Streuauflage (HUNZIKER UND BRANG, 2005). Insgesamt stellen VACIK ET AL. (2010) fest, dass für die erfolgreiche Etablierung der Fichtensamen eine Vegetationsdeckung zwischen 20-50% optimal ist. In der vorliegenden Arbeit konnten die wesentlichen Ergebnisse der oben genannten Studien

bestätigt werden. Für die Tanne konnte ähnlich wie bei VACIK ET AL. (2010) gezeigt werden, dass sich ein geringer sowie ein hoher Deckungsgrad der Bodenvegetation ungünstiger auf die Anwuchsfreudigkeit auswirken (Abb. 46). Somit liegt auch in der vorliegenden Studie der günstige Bereich für die Tannensämlinge zwischen 25 und 75% Bodenvegetationsbedeckung. Ein zu hoher Deckungsgrad bedeutet erhöhte Konkurrenz um Nährstoffe (DIACI, 2002). Ein zu geringer weist auf mangelnde Lichtverfügbarkeit hin, wodurch auch weniger Keimlinge zu erwarten sind. Im Gegensatz dazu konnte PALUCH (2005) zeigen, dass die Bodenvegetation die Keimung und das Überleben der Sämlinge in den ersten Wochen nur geringfügig beeinflusst. Auch DIACI (2002) konnte keine signifikante Korrelation zwischen einjährigen Tannensämlingen und Bodenvegetation feststellen.

Die Resultate des Einflusses der Gras- und Moosbedeckung auf die Etablierung der Tannenkeimlinge decken sich mit der Analyse von HUNZIKER UND BRANG (2005). Zwar konnten HUNZIKER UND BRANG (2005) keine signifikanten Ergebnisse erzielen, doch ein Trend war klar erkennbar. Positive Effekte konnten für Moose und Streu festgestellt werden, negative hingegen für hohe Grasanteile und anderen Bodenvegetationsarten. Der negative Einfluss des hohen Grasanteils sowie der positive des Moosanteils an der Bodenvegetation konnten in der vorliegenden Arbeit mit statistischer Signifikanz nachgewiesen werden (Abb. 47, Abb. 51). Neben der Bodenbedeckungsart „Streu“ und „Moos“ konnte auch für „Alpenrose (*Rhododendron ferrugineum*, L.)“, sowie „Mix“-Flächen ein positiver Einfluss nachgewiesen werden (Abb. 49). Über die Gründe für den positiven Einfluss der Alpenrose auf die Anzahl der Tanne <10cm kann nur gemutmaßt werden. Vielleicht kann sich die Tanne im Schutz der Alpenrose ungestört entwickeln und erhält trotzdem genügend Licht und Nährstoffe, um zu überleben. Neben dem Grasvorkommen wirkt sich auch das Vorkommen der Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*, L.) ungünstig auf die Anzahl der Tannenkeimlinge aus. Die Ergebnisse konnten jedoch nicht statistisch abgesichert werden.

Der erwartete positive Zusammenhang zwischen **Wasserhaushalt** (Bodenfeuchte) und Stammzahlendichte des Tannenanzwuchs konnte nachgewiesen werden (Abb. 53). Ein feuchterer Bodenzustand bedeutet für beide Verjüngungsklassen der Tanne eine signifikante Steigerung der Verjüngungszahlen. Dies kann auch FEICHTER (2011) für das Gebiet im Pustertal belegen. In diesem Zusammenhang kann festgestellt werden, dass auch der Rohhumus, welcher relativ trockene Bedingungen aufweist, negative Auswirkungen auf die Anzahl der Tannenverjüngung hat. Auf **Moderstandorten** konnten deutlich mehr Tannen bis 10cm gefunden werden als auf Rohhumus. Aufgrund der geringen Stichprobenanzahl auf Mineralboden konnte der von BRANG

(1996a) nachgewiesene positive Effekt des Mineralbodens nicht klar wiedergegeben werden. Der Mineralboden stellt zwar für das Untersuchungsgebiet die günstigeren Keimbedingungen dar, dennoch kamen auf Moder deutlich mehr Tannen bis 10cm vor (Abb. 53).

Auch die Ergebnisse für das **Mikrorelief** entsprachen den Erwartungen. Auf konkaven Geländeformen, welche MAYER (1992) als eindeutige „Gewinnlagen“ definiert hat, kommt neben den „ausgeglichenen Tfl“ die meiste Tannenverjüngung vor (Abb. 56). In beiden Verjüngungsklassen stellen die konvexen Hangformen ungünstigeren Bedingungen dar. Gliedert man die Geländeformen auf, kann man sehen, dass die niedrige Anzahl der konvexen Tfl nicht auf der Berücksichtigung der Blockfluren in dieser Klasse beruht. Dieselben Ergebnisse für die Ansamung konnte auch FEICHTER (2011) darstellen. Graben und Furchen ergeben ein günstiges Kleinrelief für die Ansamung der Tanne. Die Relieftypen „konvex“, „ausgeglichen“ und „konkav“ hatten in der logistischen Regression von HUNZIKER UND BRANG (2005) keinen signifikanten Einfluss auf die Verjüngung.

Bereits mehrere Studien haben die wichtige Funktion des **Totholzes** bei der Einleitung der Naturverjüngung wissenschaftlich untersucht (EICHRODT, 1969; MAYER, 1989; STÖCKLI, 1995; BRANG, 2001; MOTTA ET AL., 2006). Das Totholz hat vor allem im montanen und subalpinen Bereich einen weitreichenden Einfluss, da dort die Konkurrenzvegetation am Boden ein Aufkommen der Verjüngung verhindern kann (STÖCKLI, 1995). Neben der Wichtigkeit des Totholzes als Strukturparameter, spielt Moderholz auch für die Naturverjüngung in Bergmischwäldern aufgrund der standortlichen Verhältnisse eine außerordentliche Rolle (VACIK ET AL., 2010).

Ideale Keimbedingungen für Nadelholzsämlinge werden durch den ausgeglichenen Wärme- und Wasserhaushalt, den besonderen Kleinstandort, sowie dank der Mitwirkung symbiontischer Mykorrhizen geschaffen (EICHRODT, 1969; BAIER ET AL., 2007). Die höhere Position von Verjüngungspflanzen auf Moderholz verringert die Gefahr von Frostschäden (DIACI, 2002) und kann die Konkurrenz der Begleitvegetation mildern (MOTTA ET AL., 2006). Die Funktion des Totholzes für die Naturverjüngung hängt dabei im Wesentlichen vom Zersetzungsgrad, der Dimension, der Baumart sowie der Position (stehend oder liegend) ab (ALBRECHT, 1991). Im Gegensatz zu KASSEROLER (2011) konnte im untersuchten Gebiet sowohl für den Anwuchs als auch für den Aufwuchs festgestellt werden, dass auf toten Stöcken deutlich mehr Verjüngung aufgekommen ist, als auf liegendem Totholz (Abb. 62). In Bezug auf die Verteilung der Baumarten kann gezeigt werden, dass Fichte und Tanne deutlich häufiger auf Totholz stocken

als andere vorkommende Baumarten. Ein Unterschied zwischen den Stammzahlen von Fichte und Tanne auf Totholz kann nur anhand absoluter Zahlen gefunden werden. Vergleicht man die relativierten Werte pro m<sup>2</sup> kann für die Klasse bis 10cm nur ein geringer Vorteil für die Fichte festgestellt werden. Für die Klasse ab 10cm konnte kein Unterschied in den Anzahlen der gekeimten Fichten und Tannen auf Totholz gefunden werden (Abb. 66). Auch KASSEROLER (2011) konnte zeigen, dass Tanne und Fichte deutlich häufiger auf Totholz vorkamen als andere Baumarten. Durch diese Arbeit können die Ergebnisse von MOTTA ET AL. (2006), dass mit einer fortschreitenden Zersetzung des Totholzes die Anzahl der gekeimten Tannen bis 10cm ansteigt, bestätigt werden (Abb. 65). Im Gegensatz zu den Untersuchungen von SZEWCZYK UND SZWAGRZYK (1996), welche zeigten, dass Totholz keinen direkten Einfluss auf die Etablierung von Tannensämlingen hat, konnte in der vorliegenden Arbeit ein insgesamt positiver Effekt von Totholz hinsichtlich der Verjüngungsanzahl der Tanne nachgewiesen werden. Im Vergleich zum Waldboden kommt auf Moderholz das Dreifache an Tannen bis 10cm und das Vierzehnfache in der Klasse ab 10cm vor (Tab. 23).

Wald und Wild sind Teil des Waldökosystems und haben sich in ihrer wechselseitigen Entwicklung aneinander angepasst. Demnach ist **Verbiss**, welcher durch das Wild verursacht wird, eine natürliche Begleiterscheinung im Ökosystem Wald. Durch selektiven Verbiss der Hauptbaumarten kann sich die Waldentwicklung jedoch verändern und so zu einer Entmischung führen (REIMOSER UND REIMOSER, 1998).

Der Einfluss des Schalenwildes durch Verbiss ist in allen untersuchten Komplexen als deutlich zu hoch einzustufen (Abb. 71). Vintl stellt mit einem Verbissprozent von 27% den Komplex mit dem geringsten Verbissprozent dar. Auf den restlichen Komplexen beläuft sich das Verhältnis aus verbissenen zu unverbissenen Pflanzen zwischen 40 und 52%. Der Umstand, dass beinahe die Hälfte der vorgekommenen Verjüngungspflanzen Verbisszeichen aufweisen, stellt erhebliche Belastung für die Etablierung der Naturverjüngung dar. Die Tanne ist jene Baumart von den heimischen Nadelhölzern, deren Entwicklung am stärksten durch den hohen Wilddruck und den dadurch verursachten selektiven Verbiss gehemmt wird (EIBERLE UND NIGG, 1987). Das konnte auch in dieser Arbeit klar bestätigt werden: An 47% aller Tannen von 10-300cm Höhe, konnten Verbissspuren für einen Zeitraum von drei Jahren, nachgewiesen werden (Abb. 69). In der Verjüngung ist somit jede zweite Tanne ab 10cm verbissen worden. Am stärksten konnte der Verbiss der Tanne in der Höhenklasse von 50-100cm mit 66% festgestellt werden. Das Laubholz (v.a. Eberesche) wies ein Verbissprozent von 25% auf und damit halb so viel wie jenes der Tanne. Das Verbissprozent der Fichte beläuft sich auf 16%, wobei auch in diesem Fall die

Klasse 50-100cm stärker betroffen war. Mit einem Verbissprozent von über 47% wird die von EIBERLE UND NIGG (1987) als kritische definierte Verbissintensität von 9% für die Tanne, ab welcher wildbedingte Mortalität zu erwarten ist, bei weitem überschritten. Das Verbissprozent berücksichtigt auch den Seitentriebverbiss, da dieser allerdings nur auf 2% aller untersuchten Pflanzen festgestellt wurde, kann das Verbissprozent mit der Verbissintensität verglichen werden. Allerdings beziehen EIBERLE UND NIGG (1987) die kritischen Verbisszahlen auf eine Verbissexposition von 12 Monaten und nicht, wie in dieser Arbeit auf einen Zeitraum von 36 Monaten.

Durch den engen Zusammenhang zwischen verbissbedingtem Verlust des Höhenwachstums und der Mortalität der verbissenen Pflanzen kann über die Verbissintensität auch der Anteil der wildtierbedingten Mortalität berechnet werden (EIBERLE, 1989). Für die Tanne liegt dieser bei einer maximalen Verbissintensität von 37% bei einer wildbedingten Mortalität von 100%. Diese Richtwerte sollen jedoch mit Vorsicht auf einzelne Teilflächen des Untersuchungsgebiets bezogen werden (RUEGG UND NIGG, 2003), da die Aufnahmen von EIBERLE UND NIGG (1987) teilweise aus sehr ungünstigen Wuchsbedingungen stammen.

Im Bezug auf die Habitatbedingungen konnte für die Überschirmungsverhältnisse ein aussagekräftiges Ergebnis festgestellt werden. Je niedriger der Überschirmungsgrad des Bestandes, desto stärker wirkt sich der Verbiss auf die Tannen aus (Abb. 76). Für die gesamte Verjüngung ab 10cm konnten deutlich mehr ZWF auf stark überschirmten Tfl gefunden werden, welche keine verbissenen Pflanzen aufwiesen. Folglich werden in kleinen Bestandesöffnungen, in denen sich Jungwuchs einstellen kann, deutlich mehr Pflanzen verbissen als im Altbestand. Für die Fichte spiegelt sich dasselbe Ergebnis auch für die Habitatnutzung wider. Auf Flächen, welche primär als Äsung verwendet werden und auf denen somit mehr Verjüngung vorhanden ist, ist auch der Verbiss höher. Im Gegensatz dazu werden mehr Tannen auf Flächen verbissen, welche eigentlich in erster Linie Deckungseigenschaften besitzt. Dies kann vor allem dadurch erklärt werden, dass die Tanne häufig nicht direkt auf Freiflächen bzw. Bestandesöffnungen, sondern in deren Randbereichen aufkommen kann (HUNZIKER UND BRANG, 2005). Die Tanne profitiert dort von der Kombination aus moderaten Licht-, Feuchte- und Konkurrenzverhältnissen (HUNZIKER UND BRANG, 2005). Zudem stellen solche Randgebiete einen zusätzlichen Besiedelungsanreiz v.a. durch das Rehwild dar (REIMOSER UND GOSSOW, 1996). FEICHTER (2011) zeigte dagegen genau das gegenteilige Ergebnis: Äsungsflächen wiesen den stärksten, Deckungsflächen den geringsten Wildverbiss auf.

HÄSLER (unpubl. Daten) konnte einen signifikanten Zusammenhang zwischen Verbissintensität und Häufigkeit von Huftierspuren nachweisen. Dieser Zusammenhang wurde auch in der vorliegenden Arbeit untersucht. Für die Tanne konnten allerdings keine signifikanten Ergebnisse erzielt werden. Zwar weisen Tfl mit Wildindizien im Durchschnitt höhere Verbissraten als Flächen ohne Nachweis auf, jedoch ist der Unterschied mit 6% sehr gering und darf nicht als repräsentativ gewertet werden.

Die Stammzahlverteilung der gesamten Naturverjüngung in den untersuchten Komplexen des Eisacktals liegt deutlich über den „ungesicherten“ Sollstammzahlen von 1000 Verjüngungspflanzen pro Hektar in montanen Fichten-Tannenwäldern (DUC UND BRANG, 2003). Generell sollte somit die erfolgreiche Waldverjüngung im Untersuchungsgebiet kein Problem darstellen. Da der Wildverbiss dermaßen hoch ist, dass beinahe die Hälfte aller Tannen verbissen wird, kann der langfristig geforderte Mindestanteil der Tanne im Hauptbestand nur durch gezielte, auf die Förderung der Tanne ausgerichtete Schutzmaßnahmen in Kombination mit einer Reduzierung der Schalenwildpopulation, erreicht werden.

## 5.FAZIT

Tannenbestände kommen aktuell im Eisacktal nur mehr auf den Schattenseiten der Seitentäler vor. Die potenzielle Fläche, welche der Standortsansprüche der Tanne gerecht würde, ist bedeutend größer. Aufgrund der ehemaligen tannenfeindlichen Waldbewirtschaftung wurde diese Baumart aus vielen Waldbeständen vertrieben und kommt dort nur mehr als Reliktbaum vor. Somit ist bereits durch die Ausgangslage auf vielen potenziellen Tannenstandorten keine Verjüngung der Tanne mehr möglich. Sobald die Voraussetzung für die Etablierung einer Nachfolgegeneration, nämlich samentragende Alttannen, erfüllt ist, sind auf beinahe allen Flächen zahlreiche Sämlinge und Keimlinge vorhanden. In der vorliegenden Arbeit konnte der Einfluss einiger Standortparameter auf die Naturverjüngung der Tanne bis 10cm erfolgreich analysiert und beschrieben werden. Der Einfluss dieser Parameter wirkt sich vor allem auf die Verjüngungsgunst des Standorts aus. Der rapide Rückgang der Verjüngungsstammzahlen von der Klasse „bis 10cm“ auf die Klasse „10-50cm“ Höhe kann dadurch allerdings nicht erklärt werden. Während eine hohe Mortalitätsrate im Keimlingsalter noch im Bereich der Normalität liegt, überschreitet das beobachtete Ausmaß des Rückgangs der Verjüngungszahlen diesen deutlich (MAYER, 1976; OTT ET AL., 1997). Weitere Ursachen für den starken Rückgang sind Prädation durch Nager (SENN, 2000), Pilzbefall sowie lange Trockenperioden (GERSTGRASSER UND CARMIGNOLA, 2005). Der Einfluss des Schalenwildes ist im Keimlingsstadium nicht der hauptsächliche Faktor für den Rückgang der Tannen (SENN UND SUTER, 2003).

Deutlich sichtbar wird der Wildeinfluss dann im Aufwuchs. Mit einem Verbissprozent von 47% wird jede zweite Tanne durch das Schalenwild in Mitleidenschaft gezogen. Auch in Gebieten wie Schalders, wo die Wildanzahl vergleichsweise niedrig ist, konnte eine hohe Verbissbelastung der Tannen festgestellt werden. Die kritischen Verbisszahlen von EIBERLE UND NIGG (1987) sind bei weitem überschritten und es ist mit hohen wildbedingten Ausfällen zu rechnen. Neben dem starken Wildeinfluss spielt auch die Waldbewirtschaftung eine wichtige Rolle für die Regeneration der Wälder. Die Bestände in den untersuchten Wäldern stocken viel zu dicht und lassen beinahe kein Licht einfallen. Im Bestand selbst kommt durch die mangelnden Bestandeslücken nur wenig Verjüngung auf. Der größte Teil der Verjüngung kommt konzentriert auf den großflächigen Freiflächen vor.

Der Einfluss der Huftiere auf die Naturverjüngung im Wald ist einerseits von der Dichte der Huftierpopulation, andererseits vom Angebot an jungen Bäumen abhängig (MAIZERET ET AL.,

1989). In geschlossenen, relativ dunklen Wäldern, wo nur wenige junge Bäume sowie wenig alternatives Pflanzenmaterial vorhanden sind, kann der Verbiss durch Huftiere eine erfolgreiche Naturverjüngung der Tanne behindern oder sogar unmöglich machen (PARKS ET AL., 1998). Ist jedoch im Gegenteil zahlreiche Naturverjüngung mit zusätzlich reichlich alternativer Nahrung in Form Gras, Sträuchern oder Beeren vorhanden, kann auch eine relativ hohe Schalenwildpopulation die Vegetationsentwicklung nicht entscheidend beeinflussen (SENN UND HÄSLER, 2005; BAUMGARTNER, in Ausarbeitung). Die Huftiere können in diesem Fall die Baumentwicklung lediglich verlangsamen, aber nicht verhindern (GILL, 1992).

Um auch in Zukunft weiterhin die für die Bestandesstabilität wichtige Tanne in angemessener Weise in den Beständen zu erhalten, muss das Wild-Wald-Management von beiden Seiten her optimiert werden. Die Auflichtung der alten, dichten und verjüngungsnotwendigen Bestände in Form von Femelhieben, sollte mit einer konstanten, weithin geplanten Reduzierung der Schalenwildbestände einhergehen.

Auf den potenziellen Tannenflächen ohne aktuelles Vorkommen kann eine Beimischung nur durch Aufforstungen mit Tanne und entsprechendem Schutz derselben erreicht werden. Um die Tanne nachhaltig in solche Bestände einzuführen, sind viele kleinere Verjüngungskegel anzulegen, welche sich mosaikartig im gewünschten Gebiet verteilen. Dies ist natürlich vor allem für den Kleinwaldbesitzer ein kostenintensiver Aufwand. Will man allerdings die heimische Tanne in unseren Wäldern auch in Zukunft erhalten, wird man an solchen Maßnahmen nicht vorbeikommen. Durch entsprechend gestaltete Förderungsmaßnahmen kann aus forstpolitischer Sicht ein Anreiz für die gezielte Bewirtschaftung der Tanne geschaffen und dadurch die Weichen für die Erhaltung und Förderung zukünftigen Tannenbestände gestellt werden.

# ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 1: Schematische Abfolge der Entwicklungsstadien eines Baumes und die Dauer der Einflussfaktoren, welche das Absterben des Baumes verursachen könnten (gestrichelter Pfeil: seltene Ereignisse). Quelle: Suter, 2005.....	3
Abb. 2: Theoretische potenzielle Strahlung als Funktion von Hangneigung und Exposition (Anders, 1974. IN: Schütz, 2002) .....	6
Abb. 3: Rotwildabschuss landesweit ab 1953 (Amt für Jagd und Fischerei, 2009).....	11
Abb. 4: Wildökologischer Faktorenkomplex und Komponenten der Biotopattraktivität (Reimoser, 2004).....	13
Abb. 5: Verbreitung der Weisstanne ( <i>Abies alba</i> Mill.) in Europa. Quelle: EUFORGEN, 2003. 18	
Abb. 6: Wuchsgebiete in Südtirol (Autonome Provinz Bozen, 2009). .....	19
Abb. 7: Potenzielle Tannenflächen in Südtirol laut Waldtypisierung Südtirol (Autonome Provinz Bozen, 2009).....	21
Abb. 8: Untersuchte Komplexe in den Forststationen des Bezirks Brixen. ....	23
Abb. 9: Orthofoto und Verteilung der Bestandesstrukturtypen vom Komplex „Hauenstein“....	25
Abb. 10: Niederschlags- und Temperaturverteilung in Völs am Schlern im Beobachtungszeitraum 1956-2010 .....	26
Abb. 11: Orthofoto und Verteilung der Bestandesstrukturtypen vom Komplex „Lüsen“ (Legende sh. Abb. 9). .....	29
Abb. 12: Niederschlags- und Temperaturverteilung in Lüsen im Beobachtungszeitraum 1925-2010.....	30
Abb. 13: Orthofoto und Verteilung der Bestandesstrukturtypen vom Komplex „Pfundener Berg“ (Legende sh. Abb. 9). .....	33

Abb. 14: Niederschlags- und Temperaturverteilung in Latzfons im Beobachtungszeitraum 1924-2010.....	35
Abb. 15: Orthofoto und Verteilung der Bestandesstrukturtypen vom Komplex „Schalders“ (Legende sh. Abb. 9). .....	37
Abb. 16: Niederschlags- und Temperaturverteilung in Franzensfeste im Beobachtungszeitraum 1973-2010.....	38
Abb. 17: Orthofoto und Verteilung der Bestandesstrukturtypen vom Komplex „Vintl“ (Legende sh. Abb. 9).....	40
Abb. 18: Niederschlags- und Temperaturverteilung in Obervintl im Beobachtungszeitraum 1989-2010.....	41
Abb. 19: Stichprobendesign von 2008.....	45
Abb. 20: Stichprobendesign von 2009.....	46
Abb. 21: Potenzielle Tannenflächen auf den Talflanken, auf denen auch ein untersuchter Komplex liegt. ....	54
Abb. 22: Vergleich der Stammzahlverteilung von Tanne und Fichte getrennt nach Komplexen und Baumarten .....	64
Abb. 23: Stammzahlverteilung von Tanne und Fichte <10cm Höhe getrennt nach den untersuchten Komplexen .....	65
Abb. 24: Stammzahlenentwicklung von Fichten- und Tannenverjüngung auf den untersuchten Transekten.....	66
Abb. 25: Modell der Stammzahlreduktion der Verjüngung unter verschiedenen Gesichtspunkten. Die Darstellung zeigt die hypothetische Reduktion der Stammzahl von n (Jungwuchs) auf 1 (Adultbaum) über die Zeitdauer t. (Suter, 2005). .....	67
Abb. 26: Abhängigkeit der Tannenanzahl (VJ gesamt) von der Präsenz eines Samenbaumes. ....	68
Abb. 27: Beziehung zwischen Anzahl der Tannenverjüngung und dem Tannenanteil im Altbestand. ....	69
Abb. 28: Bezug zwischen Tannenanzahl und Wuchsgebiet .....	71
Abb. 29: Einfluss der Waldtypen auf die Anzahl der Tannenverjüngung.....	72
Abb. 30: Darstellung der vertikalen Ausdehnung der aufgenommenen ZWF.....	74
Abb. 31: Die mittlere Tannenanzahl in Abhängigkeit von der Höhenstufe und der Verjüngungsklasse.....	75
Abb. 32: Mittlere Tannenanzahl pro ZWF auf verschieden exponierten Waldhängen sowie unterschiedlichen Höhenklassen. ....	76

Abb. 33: Streudiagramm der Tannenanzahlen pro ZWF in Abhängigkeit der Neigung. ....	78
Abb. 34: Darstellung der mittleren Tannenanzahl pro ZWF in Bezug auf die Neigung. Links die Klasse bis 10cm, rechts die Verjüngungszahlen ab 10cm.....	79
Abb. 35: Anzahlen der ZWF in den vier Neigungsklassen "geneigt", "mäßig steil", "steil" und "schroff".....	80
Abb. 36: Verteilung der aufgenommenen ZWF in Bezug auf den Überschirmungsgrad der Bestände .....	81
Abb. 37: Mittlere Tannenanzahl pro ZWF auf Probeflächen mit unterschiedlicher Überschirmung. Links die Verjüngungsklasse bis 10cm, rechts jene ab 10cm Höhe.....	82
Abb. 38: Durchschnittliche Fichtenanzahl auf unterschiedlich überschrilmten Probeflächen. Links die Klasse bis 10cm, rechts jene ab 10cm.....	83
Abb. 39: Anzahl und Höhenklassenverteilung der Tannen, von denen der Höhenzuwachs gemessen wurde. n=145 .....	84
Abb. 40: 5-jähriger Höhenzuwachs der Tanne in Abhängigkeit von der Verjüngungsklasse und dem Überschirmungsgrad.....	84
Abb. 41: Boxplot-Diagramm der Verteilung der ZWF in Abhängigkeit von der Länge der potenziellen Sonnenscheindauer.....	86
Abb. 42: Verteilung der Tannenanzahlen getrennt nach den zwei Verjüngungsklassen (bis 10cm, ab10cm) in Relation der Länge der potenziellen Sonnenscheindauer.....	86
Abb. 43: Durchschnittliche Tannenanzahl pro ZWF in Abhängigkeit von der direkten Sonneneinstrahlung. Links bis 10cm, rechts ab 10cm Höhe.....	87
Abb. 44: Durchschnittlicher Höhenzuwachs in den Verjüngungsklassen bis 50cm, bis 100cm und bis 300cm. ....	89
Abb. 45: Höhenzuwächse der Tanne in Abhängigkeit der Verjüngungsklasse und der potenziellen Sonnenscheindauer (SSD).....	89
Abb. 46: Mittlere Anzahl der Tannenverjüngung in den Klassen bis 10cm (li.) und ab 10cm (re.) in Abhängigkeit vom Deckungsgrad der Bodenvegetation auf der Tfl. ....	91
Abb. 47: Darstellung der mittleren Tannenanzahl der Klasse bis 10cm in Abhängigkeit von der Bodenbedeckung durch Moos, Gras und der gesamten Vegetation.....	92
Abb. 48: Verteilung der Teilflächen nach Art der vorherrschenden Bodenvegetation.....	94
Abb. 49: Mittlere Tannenanzahl bis 10cm in Abhängigkeit der vorherrschenden Bodendeckungsart.....	94

Abb. 50: Prozentsatz und Verteilung der gesamten Tannenverjüngung nach Art der Bodenvegetation der Tfl. ....	95
Abb. 51: Boxplot-Diagramm der Tfl mit und ohne Tannenverjüngung in Bezug auf die Bodenvegetation.....	96
Abb. 52: Vergleich der Anzahl der Tfl mit und ohne Ta auf den verschiedenen Arten der Bodenbedeckung.....	97
Abb. 53: Darstellung der mittleren Tannenanzahlen auf Tfl mit unterschiedlichem Wasserhaushalt. Links die Klasse Tanne bis 10cm, rechts Tanne ab 10cm.....	99
Abb. 54: Darstellung der Anzahl der Tfl mit und ohne Tannenvorkommen in Abhängigkeit der Verjüngungsklasse und dem Wasserhaushalt.....	100
Abb. 55: Verteilung der Tfl mit und ohne Tannenverjüngung in den Verjüngungsklassen bis und ab 10cm .....	100
Abb. 56: Einfluss des Mikroreliefs auf die mittlere Tannenanzahl der Klasse bis 10cm (li.) und ab 10cm (re.) .....	101
Abb. 57: Einfluss des Mikroreliefs auf die Verjüngungszahlen der Tanne .....	102
Abb. 58: Vergleich der Tfl mit und ohne Tannenvorkommen in Bezug auf unterschiedliches Mikrorelief.....	103
Abb. 59: Detaillierte Darstellung des Mikroreliefs und dessen Bedeutung für das Tannenvorkommen .....	104
Abb. 60: Abhängigkeit der mittleren Tannenanzahl bis 10cm vom Humustyp .....	105
Abb. 61: Vergleich der Tfl mit und ohne Tannenvorkommen bis 10cm bezüglich Humustyp. ....	105
Abb. 62: Verteilung der absoluten Verjüngungszahlen in Bezug auf den Totholztyp .....	106
Abb. 63: Baumartenverteilung der Verjüngung auf dem gesamten Totholz .....	107
Abb. 64: Verteilungsdichte der Verjüngung auf Stöcken und liegendem Totholz aufgeteilt nach Baumart und Verjüngungsklasse.....	108
Abb. 65: Verjüngungsdichte aller Baumarten pro m <sup>2</sup> auf unterschiedlich stark zersetztem Totholz .....	110
Abb. 66: Verteilungsdichte der Tannen- und Fichtenverjüngung auf Totholz insgesamt mit verschiedenen Zersetzungsstufen.....	111
Abb. 67: Prozentuelle Verteilung des Totholzes ohne Verjüngung auf den verschiedenen Zersetzungsgraden von Totholz.....	112
Abb. 68: Baumartenverteilung der Verjüngung auf den Probeflächen von 2008 und 2009.....	115

Abb. 69: Verbissprozente der Verjüngung in verschiedenen Höhenklassen pro Baumart (insgesamt 15.785 Pflanzen, Datensatz 2008 und 2009).....	115
Abb. 70: Verbissprozent der Tanne von 10-300cm aufgeteilt nach Komplexen (2009).....	117
Abb. 71: Darstellung der Verbissverteilung der Tanne auf den untersuchten Komplexen. Die Zahlen in Klammern geben die jeweilige Tannenanzahl / ha an. (TT: Terminaltrieb; ST: Steitentrieb).....	118
Abb. 72: Verbiss an Tanne. Links: einmaliger Terminaltriebverbiss. Mitte und Rechts: mehrmaliger TT-Verbiss einer Tanne der Klasse 10-50cm.....	119
Abb. 73: Verbissprozente der Tanne in Abhängigkeit von der Altersklasse, in der die VJ ab 10cm Höhe vorkommt und den verschiedenen Höhenstufen der Erhebung von 2009.....	119
Abb. 74: Verbissprozent der Fichte in Abhängigkeit von AKL und Höhenstufe der Verjüngung .....	121
Abb. 75: Verbissprozente der Tanne in Abhängigkeit von der Überschildung des Bestandes.	122
Abb. 76: Verbissbelastung in Abhängigkeit vom Überschildungsgrad.....	123
Abb. 77: Beschreibung der wildökologischen Bestandestypen (WÖBT) mit Angabe der Anteile von Äsungs- und Deckungseigenschaften (Quelle: Feichter, 2011).....	124
Abb. 78: Darstellung der erhobenen WÖBT.....	125
Abb. 79: Verteilung der Lebensraumklassen auf die untersuchten ZWF.....	126
Abb. 80: Verbissprozent der Verjüngung in Abhängigkeit der Lebensraumklasse.....	126
Abb. 81: Verbissprozent Tanne in Abhängigkeit von der Präsenz von Wildindizien (Wildwechsel, -Losung, -Plätze, -Leger,...). .....	127

# TABELLENVERZEICHNIS

Tab. 1: Abschussplan Revier Kastelruth und Eigenjagd Salegg (interne Daten Amt für Jagd und Fischerei).....	28
Tab. 2: Abschussplan Revier Lüsen und Eigenjagd Bannwald (interne Daten Amt für Jagd und Fischerei).....	32
Tab. 3: Abschussplan Revier Vahrn (interne Daten Amt für Jagd und Fischerei).....	39
Tab. 4: Abschussplan Revier Vintl (interne Daten Amt für Jagd und Fischerei).....	42
Tab. 5: Abschussplan des Jagdbezirks Brixen (interne Daten Amt für Jagd und Fischerei). .....	43
Tab. 6: Flächenvergleich von aktuellen und potenziellen Tannenflächen bezogen auf die Forststationen im FI Brixen.....	53
Tab. 7: Flächenmäßiger Vergleich der untersuchten Komplexe und dem potenziellen Tannenvorkommen auf der Talflanke.....	55
Tab. 8: Aktuelle Baumartenverteilung des Bestandes getrennt nach den vorkommenden Waldtypen im Untersuchungsgebiet .....	56
Tab. 9: Baumartenverteilung der Verjüngung ab 10 bis 300cm Höhe im gesamten Untersuchungsgebiet.....	58
Tab. 10: Baumartenverteilung des Altbestandes getrennt nach AKL im Untersuchungsgebiet...	60
Tab. 11: Baumartenverteilung der Naturverjüngung getrennt nach AKL im Untersuchungsgebiet .....	61
Tab. 12: Stammzahlverteilung in den untersuchten Komplexen getrennt nach Baumarten.....	62
Tab. 13: Stammzahlverteilung der Verjüngung ab 10cm in den untersuchten Komplexen getrennt nach Baumarten.....	63
Tab. 14: Korrelationsmatrix nach Spearman mit Tannenanzahl und Wuchsgebiet bzw. Waldtyp .....	73

Tab. 15: Zusammenhang zwischen der Tannenanzahl, der Neigung, Exposition und Seehöhe mittels Korrelationsmatrix nach Spearman.....	77
Tab. 16: Korrelationstabelle mit Tannenanzahl und Überschirmungsgrad .....	82
Tab. 17: Statistische Kennzahlen des Höhenzuwachses der Tanne in Abhängigkeit des Überschirmungsgrades.....	85
Tab. 18: Statistische Kennzahlen des Höhenzuwachs der Tanne in Abhängigkeit der potenziellen Sonnenscheindauer (SSD) .....	90
Tab. 19: Korrelationstabelle der Tannenverjüngung und des Deckungsgrades der unterschiedlichen Bodenvegetation.....	93
Tab. 20: Merkmale der unterschiedlichen Zersetzungsgrade von Totholz (nach Vacik et al., 2009) .....	108
Tab. 21: Beziehung zwischen Zersetzungsgrad und Verjüngungsanzahlen mittels Korrelationsmatrix nach Spearman.....	109
Tab. 22: Mittlere Anzahl ( $\pm$ Standardabweichung) der Verjüngungsklassen aller vorgekommenen Baumarten auf Totholz.....	110
Tab. 23: Vergleich der Tannenanzahlen pro m <sup>2</sup> auf Totholz und Waldboden .....	112
Tab. 24: Stammzahlen pro Hektar der Verjüngung von 10-300cm Höhe auf allen Probeflächen von 2008 und 2009. ....	116

# LITERATURVERZEICHNIS

- AMMER, C. (1990): *Auswirkungen des Bestockungswandels und der Waldschäden auf die Schutzfunktion des Bergwaldes gegenüber Schneebewegungen*. Beih. Forstw. Cbl., 40, 102-111
- 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, 41-53
- AUTONOME PROVINZ BOZEN – SÜDTIROL (2009): *Walddtypisierung Südtirol*. Bozen: Amt für Forstplanung. 950 S.
- AUTONOME PROVINZ BOZEN – SÜDTIROL (2012): *Homepage der Forstverwaltung*. Verfügbar in: <http://www.provinz.bz.it/forst>. Abgerufen am: 10.01.2012
- AMT FÜR JAGD UND FISCHEREI (2009): *Rotwildreport 2009*. Verfügbar in: <http://www.provinz.bz.it/forst/download/landesweit2009.pdf>. Abgerufen am: 14.02.2012
- ALBRECHT, L. (1991): *Die Bedeutung des toten Holzes im Wald*. Forstw. Cbl. 110: 106-113
- BAIER, R.; MEYER, J.; GÖTTLEIN, A. (2007): *Regeneration niches of Norway Spruce (Picea abies (L.) Karst.) saplings in small canopy gaps in mixed mountain forests of the Bavarian Limestone Alps*. Eur. J. Forest. Res. 126: 11-22
- BAUMGARTNER, M. (in Ausarbeitung): *Die Tanne im Süden Südtirol*. Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur, Wien.
- BECKER, M. (1979): *Indice de climat lumineux combinant pente et exposition*. Bull. Ecol. 10, 2: 125-137.

- BRÄNDLI, U.-B. (1995): *Zur Verjüngungs- und Wildschadensituation im Gebirgswald der Schweiz*. Schweiz. Z. Forstwes. 146: 355-378
- BRANG, P. (1996a): *Experimentelle Untersuchungen zur Ansamlungsökologie der Fichte im zwischenalpinen Gebirgswald*. Beih. Schweiz. Z. Forstwes. 77: 375 pp.
- BRANG, P. (1996b): *Ansamlungsgunst und Verteilung der Direktstrahlung in schlitzförmigen Bestandesöffnungen zwischenalpiner Fichtenwälder*. Schweiz. Z. Forstwes. 147: 761-784
- BRANG, P. (2001): *Resitance and elasticity: promising concepts for the management of protection forests in the European Alps*. Forest Ecology and Management 145: 107-119
- BREITENMOSER, U. (1998): *Large predators in the Alps: the fall and rise of man's competitors*. Biological Conservation 83: 279-289
- BUCHNER, H.U. und DUC, P. (1999): *Die Weisstanne ist auf dem Rückzug*. Wald Holz 16: 8–11
- BUCHER, H.U. und SIEBER, M. (1999): *Die größten Bäume Europas sind Weisstannen*. Faktenblatt Weisstanne. Wald und Holz 1999/2000
- BUCHLI, C. (1979): *Zur Populationsdynamik, Kondition und Konstitution des Rothirsches Cervus elaphus L. Im und um den Schweizerischen Nationalpark*. Diss. phil. II Zürich: 99, 22 S.
- BUNDESAMT FÜR UMWELT BAFU (Hrsg.) (2010): *Wald und Wild – Grundlagen für die Praxis. Wissenschaftliche und methodische Grundlagen zum integralen Management von Reh, Gämse, Rothirsch und ihrem Lebensraum*. Umwelt-Wissen Nr. 1013, Bern. 232 S.
- BURSCHEL, P.; EL KATEB, H.; HUSS, J.; MOSANDL, R. (1985): *Die Verjüngung im Bergmischwald*. Forstwissenschaftliches Zentralblatt 104: 65-100
- DE JEL, S. und VACIK, H. (2012): *Die waldbauliche Charakterisierung der Weisstanne in Südtirol*. Wien: in review: Die Bodenkultur.
- DIACI, J.; PISEK, R.; BONCINA, A. (1997): *Regeneration in experimental gaps of subalpine Picea abies forests in the Slovenian Alps*. Eur. J. Forest. Res., 124, 29-36.

- DIACI, J. (2002): *Regeneration dynamics in a Norway spruce plantation on a silver fir- beech forest site in the Slovenian Alps*. Forest Ecology and Management 161: 27-38
- DOBROWOLSKA, D. und VERBLEN, T. (2008): *Treefall-gap structure and regeneration in mixed Abies alba stands in central Poland*. Forest Ecology and Management 255: 3469-3476
- DUC, P. und BRANG, P. (2003): *Die Verjüngungssituation im Gebirgswald des Schweizerischen Alpenraumes*. BFW-Berichte 130: 31-49
- EIBERLE, K. und NIGG, H. (1987): *Grundlagen zur Beurteilung des Wildverbisses im Gebirgswald*. Schweiz. Zeitschr. Forstwes. 138: 747-785
- EIBERLE, K. (1989): *Über den Einfluss des Wildverbisses auf die Mortalität von jungen Waldbäumen in der oberen Montanstufe*. Schweiz. Z. Forstwes. 140: 1031–1042
- EICHRODT, R. (1969): *Über die Bedeutung von Moderholz für die natürliche Verjüngung im subalpinen Fichtenwald*. Diss ETHZ Nr. 4261, Zürich.
- ENGESSER, R.; FORSTER, B.; ODERMATT, O. (2000): *Nicht alle Weisstannen wachsen in den Himmel*. Faktenblatt Weisstanne. Wald und Holz 81: 51-56
- ESRI - Environmental Systems Research Institute (2008): *ArcGIS Desktop*; Version 9.3; Geoinformation System; Software; Redlands; California
- EUFORGEN (2003): *Distribution map of Silver fir (Abies alba)*. Verfügbar in: [http://www.euforgen.org/fileadmin/www.euforgen.org/Documents/Maps/PDF/Abies\\_alba.pdf](http://www.euforgen.org/fileadmin/www.euforgen.org/Documents/Maps/PDF/Abies_alba.pdf). Abgerufen am: 29.02.2012
- FEICHTER, S. (2011): *Die Weisstanne und ihre Verjüngungssituation im Hochpustertal, Südtirol*. Masterarbeit an der Universität für Bodenkultur, Wien.
- FLIRI, F. (1982): *Tirol-Atlas. Klima*. Herausgeg. im Auftrag der Tiroler Landesregierung. Innsbruck: Universitätsverlag Wagner.
- FREHNER, M. (1989): *Beobachtungen zur Einleitung der Naturverjüngung an einem nordexponierten Steilhang im subalpinen Fichtenwald*. Schweiz. Zeitschr. Forstwes. 140: 1013-1022

- FREHNER, M.; WASSER, B.; SCHWITTER, R. (2005): *Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald. Wegleitung für Pflegemassnahmen in Wäldern mit Schutzfunktion*. Bern: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft. 564 S.
- FREY, H.-U. (2003): *Die Verbreitung und die waldbauliche Bedeutung der Weisstanne in den Zwischenalpen. Ein Beitrag für die waldbauliche Praxis*. Schweiz. Z. Forstwes. 154, 3-4: 90-98
- GASSER, M. (2000): *Die Tanne, das Mauerblümchen der Holzwirtschaft*. Faktenblatt Weisstanne. Maienfeld: Fachstelle für Gebirgswaldpflege. 4 S.
- GERSTGRASSER, L. und CARMIGNOLA, G. (2005): *Untersuchung über die Trockenbestände des Vinschgau*. Endbericht. Bozen: Amt für Jagd und Fischerei.
- GERSTGRASSER, L. (2011): *Südtirols Rotwildbejagung auf dem Prüfstand*. Jägerzeitung – Mitteilungsblatt des Südtiroler Jagdverbandes 2/2011: S. 8-11
- GHIRINGHELLI, A. (2004): *Verbiss und Habitatnutzung durch wilde Huftiere in zwei Gebieten mit kontrastreicher Tannenverjüngung*. Diplomarbeit, WSL und ETHZ, Zürich.
- GILL, R.M.A. (1992): *A review of damage by mammals in north temperate forests: 3. Impact on trees and forests*. Forestry 65: 363–388
- GOSSOW, H. (1983): *Zur geschichtlichen Entwicklung der Beziehungen zwischen Jagd und Waldwirtschaft*. Cent.bl. Gesamte Forstwes. 100: 191–207
- GROSS, J.E.; HOBBS, N.T.; WUNDER, B.A. (1993): *Independent variables for predicting the intake rate of mammalian herbivores: biomass density, plant density, or bite size?* Oikos 68, 75–81
- GUTHÖRL, V. (1992): *Schalenwildverbiss und Waldvegetation*. Wild Hund 18: 32–35. IN: ODERMATT, O. (2009): *Wildtiereinfluss auf die Waldverjüngung messen: mit Stammzahlen oder mit dem Verbissprozent?* Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 160 (10): 303-310
- HÄSLER, H. (unpubl. Daten). IN: SENN, J. und H. HÄSLER (2005): *Wildverbiss: Auswirkungen und Beurteilung*. Forum für Wissen 2005: 17-25

- HOLST, T.; ROST, J.; SCHINDLER, D.; MATZARAKIS, A.; MAYER, H. (2000): *Mikroklimatische Untersuchungen in südwestdeutschen Buchenbeständen*. – Ber. Meteor. Inst. Univ. Freiburg Nr. 5, 123-135
- HOME PAGE PFUNDERER BERGWERK: <http://www.bergwerk.it/de/>. Abgerufen am: 15.09.2011
- HUNZIKER, U. und BRANG, P. (2005): *Microsite patterns of conifer seedling establishment and growth in a mixed stand in the southern Alps*. For. Ecol. Manage., 210: 67-79
- IMBECK, H. und OTT, E. (1987): *Verjüngungsökologische Untersuchungen in einem hochstaudenreichen subalpinen Fichtenwald, mit spezieller Berücksichtigung der Schneeablagerung und der Lawinenbildung*. Mitt. Eidg. Inst. Schnee- und Lawinenforsch. 42: 202
- INFC, 2007: *Le stime di superficie*. Verfügbar in: [http://www.sian.it/inventarioforestale/doc/dati/cap\\_01\\_superficieforestale/01\\_t1.4\\_1.5.pdf](http://www.sian.it/inventarioforestale/doc/dati/cap_01_superficieforestale/01_t1.4_1.5.pdf)  
Abgerufen am: 28.02.2012
- KASSEROLER, M. (2011): *Vergleichende Analyse der Naturverjüngung in unbewirtschafteten und bewirtschafteten Gebirgswäldern am Beispiel des NWR Krimpenbachkessel, Salztal*. Masterarbeit an der Universität für Bodenkultur, Wien.
- KÖLLING, C.; FALK, W.; WALENTOWSKI, H. (2011): *Standörtliche Möglichkeiten für den Anbau der Tanne (Abies alba und Abies grandis) in Bayern*. LWF Wissen 66: 11-19
- KORPEL', S. und VINS, B. (1965): *Pestovanie jedle*. Bratislava: SVLP. IN: PALUCH, J.G. (2005): *The influence of the spatial pattern of trees on forest floor vegetation and silver fir (Abies alba Mill.) regeneration in uneven-aged forests*. Forest Ecology and Management 205: 283-298
- LEIBUNDGUT, H. (1983): *Die waldbauliche Behandlung wichtiger Waldgesellschaften der Schweiz*. Mitteilungen Eidg. Anst. Forstl. Versuchswes., Bd. 59/1: 1-78
- MAIZERET, C.; BOUTIN, J.M.; CIBIEN, C.; CARLINO, J.P. (1989): *Effects of population density on the diet of roe deer and the availability of their food in Chizé forest*. Acta Theriol. 34: 35–246
- MARKART, G.; KOHL, B.; KIRNBAUER, R. (2003): *Abschätzung von Abflussbeiwerten - Übersicht über wissenschaftliche Grundlagen*. Bericht im Rahmen des Projektes ETALP - Gesamtheitliche

- Erfassung und Bewertung von Abfluss-, Erosions- und Transportvorgängen in Wildbacheinzugsgebieten, Teilprojektgruppe Niederschlag/Abfluss. Wien: BMLFUW. 22 S.
- MAYER, H. und HOFMANN, A. (1969): *Tannenreiche Wälder am Südabfall der mittleren Ostalpen*. München: BLV Verlagsgesellschaft. 259 S.
- MAYER, H. (1976): *Die Verjüngung des Gebirgswaldes*. Schweiz. Z. Forstwes. 127: 14-30
- MAYER, H. (1989): *Urwaldreste, Naturwaldreservate und schützenswerte Naturwälder in Österreich*. Universität für Bodenkultur, Wien. 971 S.
- MAYER, H. (1992): *Waldbau – auf soziologisch-ökologischer Grundlage*. 4. Auflage, Stuttgart: Fischer. 522 S.
- MAYER, A. (1997): *Einflussfaktoren auf das Wachstum von gepflanzten Fichten in Bestandeslücken eines subalpinen hochstaudenreichen Fichtenwaldes*. Diplomarbeit Forstliche Fakultät der Universität Freiburg, angefertigt am EISLF, unveröffentlicht.
- MEISTER, G. (2004): *Tanne, Waldumbau und Jagd*. LWF Wissen 45: 87-90
- MOSANDL, R. und EL KATEB, H. (1988): *Die Verjüngung gemischter Bergwälder – Praktische Konsequenzen aus 10 jähriger Untersuchungsarbeit*. Forstw. Cbl. 107: 2-13
- MOSER, O. (1965): *Untersuchungen über die Abhängigkeit der natürlichen Verjüngung der Fichte vom Standort*. Centr.bl. f. d. Ges. Forstwes. 82: 18-55
- MOTTA, R. (1996): *Impact of wild ungulates on forest regeneration and tree composition of mountain forests in the Western Italian Alps*. For. Ecol. Manage. 88: 93–98
- MOTTA, R.; BERETTI, R.; LINGUA, E.; PIUSSI, E. (2006): *Coarse woody debris, forest structure and regeneration in the Valbona Forest Reserve, Paneveggio, Italian Alps*. Forest Ecology and Management 234: 155-163
- MUNTER, A. (2012): Schriftliche Auskunft über den *Abschlussplan im Revier Pfunderer Berg*. Email eingegangen am 10.04.2012.

- NIELSEN, B.O. (1978): Above ground food resources and herbivory in a beech forest ecosystem. *Oikos* 31: 273–279
- ODERMATT, O. (2009): *Wildtiereinfluss auf die Waldverjüngung messen: mit Stammzahlen oder mit dem Verbissprozent?* Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 160 (10): 303-310
- OTT, E.; LÜSCHNER, F.; FREHNER, M.; BRANG, P. (1991): *Verjüngungsökologische Besonderheiten im Gebirgsfichtenwald im Vergleich zur Bergwaldstufe.* Schweiz. Z. Forstwes. 142, 11, 879–904
- OTT, E.; FREHNER, M.; FREY, H.U.; LÜSCHNER, P. (1997): *Gebirgsnadelwälder: praxisorientierter Leitfaden für eine standortgerechte Waldbehandlung.* Bern/Stuttgart/Wien: Verlag Paul Haupt. 287 S.
- PALUCH, J.G. (2005): *The influence of the spatial pattern of trees on forest floor vegetation and silver fir (Abies alba Mill.) regeneration in uneven-aged forests.* Forest Ecology and Management 205: 283-298
- PARKS, C.G.; BEDNAR, L.; TIEDEMANN, A.R. (1998): *Browsing ungulates – an important consideration in dieback and mortality of Pacific yew (Taxus brevifolia) in a Northeastern Oregon stand.* Northwest Sci. 72: 190–197
- PEER, T. (1995): *Die natürliche Pflanzendecke Südtirols.* Begleittext und Karte der natürlichen Vegetation 1:200.000. Bozen: Autonome Provinz Bozen-Südtirol, 32 S.
- PETERCORD, R. (2008): *Aktuelle Schäden durch die Tannentireblaus.* Blickpunkt Waldschutz (LWF) 17/2008: 1-3
- PIUSSI, P. (1970): *Indagini sull' ecologia dei semenzali di Picea.* Giorn. Botan. Ital. 104: 193-214
- PODESSER, A.; PRETTENTHALER, F.; PLIGER, H. (2010): *Klimaatlas Steiermark.* Wien: ÖAW.
- REIMOSER, F. (1986): *Wechselwirkung zwischen Waldstruktur, Rehwildverteilung und Rehwildbejagbarkeit in Abhängigkeit der waldbaulichen Betriebsform.* Diss. Univ. Bodenkultur, Wien.
- REIMOSER, F. und MITTERBÖCK, F. (1995): *FIW II – Fallstudie Gleinalm. Waldbau und Verjüngungsökologie.* FIW – Forschungsberichte 1995/2. 91 S.
- REIMOSER, F. und GOSSOW, H. (1996): *Impact of ungulates on forest vegetation and its dependence on the silvicultural system.* Forest Ecology and Management 88: 107-119

- REIMOSER, F.; ODERMATT, O.; ROTH, R.; SUCHANT, R. (1997): *Die Beurteilung von Wildverbiss durch Soll-Ist-Vergleich*. Allg Forst- Jagdztg 168: 214–227
- REIMOSER, F. und REIMOSER, S. (1997): *Wildschaden und Wildnutzen – zur objektiven Beurteilung des Einflusses von Schalenwild auf die Waldvegetation*. Z.Jagdwiss. 43: 186-196
- REIMOSER, F. und REIMOSER, S. (1998): *Wild & Wald - Richtiges Erkennen von Wildschäden am Wald*. Arbeitsbroschüre der Zentralstelle Österr. Landesjagdverbände, Wien. 95 S.
- REIMOSER, F. und DUCHER, A. (2003): *Bedarf an Landbedeckungsdaten in der Wildtierökologie*. Workshop „Geodaten zur Landbedeckung Österreichs“ – 05.12.2003, BOKU – IVFL, Wien. S. 109-117
- REIMOSER, F. (2004): *Äsungsverbesserung und Fütterung für Schalenwild in der mitteleuropäischen Kulturlandschaft Grundsätzliche Aspekte aus wildökologischer Sicht unter besonderer Berücksichtigung der Wildschadensvermeidung im Wald*. Tagung für die Jägerschaft 2004, BAL Gumpenstein. Äsungsverbesserung und Fütterung für Schalenwild in der mitteleuropäischen Kulturlandschaft: S. 77-84.
- REIMOSER, F.; REIMOSER, S.; KLANSEK, E. (2006): *Wild-Lebensräume: Habitatqualität, Wildschadensanfälligkeit, Bejagbarkeit*. Wien: Zentralstelle österreichischer Landesjagdverbände.
- ROBAKOWSKI, P.; WYKL, T.; SAMARDAKIEWICZ, S.; KIERZKOWSKI, D. (2004): *Growth, photosynthesis, and needle structure of silver fir (Abies alba Mill.) seedlings under different canopies*. Forest Ecology and Management 201: 211-227
- RÜEGG, D. (1999): *Zur Erhebung des Einflusses von Wildtieren auf die Waldverjüngung*. Schweiz. Z. Forstwes. 150: 327–331
- RÜEGG, D. und NIGG, H. (2003): *Mehrstufige Verjüngungskontrollen und Grenzwerte für die Verbissintensität*. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 154 (2003) 8: 314 - 321
- SAILER, O. (1994): *Wild und Weidwerk in Südtirol*. Bozen: Athesia Druck. 136 S.
- SCHMIDT, W. (1918): *Die Verbreitung von Samen und Blütenstaub durch die Luftbewegung*. Österreichische Botanische Zeitung, Nr. 10-12: 313-328

- SCHUME, H. (2008): *Skriptum zur Vorlesung Waldbodenkunde und Waldernährung*. Wien: Universität für Bodenkultur.
- SCHÜTT, P.; WEISGERBER, H.; LANG, J.; ROLOFF, A.; STIMM, B. (1994): *Enzyklopädie der Holzgewächse*. Weinheim: WILEY-VCH. 480 S.
- SCHÜTZ, J.-PH. und BRANG, P. (1995): *L'horizontoscope: un étonnant outil pratique de sylviculture, notamment en haute-montagne*. Off. Nat. d. Forêts, Bull. Techn. 28: 7. IN: BRANG, P. (1996a): *Experimentelle Untersuchungen zur Ansamlungsökologie der Fichte im zwischenalpinen Gebirgswald*. Beih. Schweiz. Z. Forstwes. 77: 375 pp.
- SCHÜTZ, J.-PH. (2002): *Die Technik der Waldverjüngung von Wäldern mit Ablösung der Generationen*. Skript zur Vorlesung Waldbau 2. Zürich: ETH Zentrum
- SCHWINGENSCHLÖGL, R. (2005): *Skriptum zur Vorlesung „Allgemeine Geologie“*. Wien: Universität für Bodenkultur.
- SCHWITTER, R. und HERRMANN, B. (2000): *Die Weisstanne ist das Rückgrat vieler Wald-Ökosysteme*. Faktenblatt Weisstanne. Wald und Holz 1999/2000
- SENN, J. (2000): *Huftiere und Verjüngung im Gebirgswald: eine Geschichte mit vielen Variablen und noch mehr Interaktionen*. Schweiz. Z. Forstwes. 151: 99–106
- SENN, J. und SUTER, W. (2003): *Ungulate browsing on silver fir (Abies alba) in the Swiss Alps: beliefs in search of supporting data*. Forest Ecology and Management 181: 151–164
- SENN, J. und HÄSLER, H. (2005): *Wildverbiss: Auswirkungen und Beurteilung*. Forum für Wissen 2005: 17-25
- STAINES, B.W. (1977): *Factors affecting the seasonal distribution of red deer (Cervus elaphus) at Glen Dye, north-east Scotland*. Ann. Appl. Biol. 87, 495–512.
- STÖCKLI, B. (1995): *Moderholz für die Naturverjüngung im Bergwald*. Markblatt für die Praxis, WSL. Sonderdruck aus Wald und Holz 76, 16: 8-14
- SUTER, W. (2005): *Vom Verbissprozent zur Walddynamik: Der weite Weg zum Verständnis der Wechselbeziehungen zwischen Wald und Huftieren*. Forum für Wissen 2005: 7-16

- SZEWCZYK, J. und SZWAGRZYK, J. (1996): *Tree regeneration on rotten wood and on soil in old-growth stand*. Vegetation 122: 37–46
- TONNE, F. (1954): *Besser bauen mit Besonnungs- und Tageslichtplanung*. Schorndorf/Stuttgart: K. Hofmann.
- UTSCHIG, H. (2004): *Waldwachstumskundliche Charakterisierung der Tanne*. LWF-Wissen 45: Beiträge zur Tanne: 18-23
- VACIK, H.; EGGER, A.; HINTNER, CH.; KOCH, G.; KIRCHMEIR, H. (1998): *Hemerobiestudie Südtirol - Naturnähebewertung Südtirols Wälder*. Wien: Projektendbericht.
- VACIK, H.; RUPRECHT, H.; STEINER, H.; FRANK, G. (2010): *Empfehlungen für die Naturverjüngung von Gebirgswäldern - eine Studie zur natürlichen Regeneration in Naturwaldreservaten (ELENA)*; Endbericht der Universität für Bodenkultur. Wien: Für das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft.
- VÖLK, F. (2005): Handout zum Vortrag „*Wildschadensvorbeugung durch Grundeigentümer und Jäger*“. Pyhra.
- WASEM, U. und SENN, J. (2000): *Fehlende Weisstannenverjüngung: Hohe Schalenwildbestände können die Ursache sein*. Wald Holz 9: 11–14
- WAGENKNECHT, E. (1981): *Rotwild*. 4. Auflage, Berlin: Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin GmbH. 489 S.
- ZANI, K.F. (1984): *Schalders. Beiträge zur älteren Geschichte des Hochtals*. Der Schlern, 58. Jahrgang; Heft 10: 591-611
- ZUBER, R. (2000): *Giganten und Überlebenskünstler. Bedeutung und Gefährdung der Weisstanne*. Faktenblatt Weisstanne. Graubünden: Amt für Wald

# EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Hiermit versichere ich, dass die vorliegende Masterarbeit:

*„Die aktuelle Verbreitung der Tanne (Abies alba Mill.) und deren Verjüngungssituation im Eisacktal.“*

selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe.

Philipp Oberegger

Wien, Juni 2012

# ANHANG

- Formblatt 2009
- Formblatt 2008
- Aufnahmemanual



Formblatt 2008			-10	-20	-50	-100	-300	-10	-20	-30	-40	-50	>50				
	nicht verbissen	Tanne												AKL	Exp/Neig	Licht	Bemerkung
		Fichte															
		Lärche															
		Föhre												WÖBST	Übersch.		
		Buche															
		s. L.holz															
	verbissen	Tanne												Veg (1/10)		Gras	
		Fichte															
		Lärche															
		Föhre														Humus	
		Buche															
		s. L.holz															
	nicht verbissen	Tanne												AKL	Exp/Neig	Licht	Bemerkung
		Fichte															
		Lärche															
		Föhre												WÖBST	Übersch.		
		Buche															
		s. L.holz															
	verbissen	Tanne												Veg (1/10)		Gras	
		Fichte															
		Lärche															
		Föhre														Humus	
		Buche															
		s. L.holz															
	nicht verbissen	Tanne												AKL	Exp/Neig	Licht	Bemerkung
		Fichte															
		Lärche															
		Föhre												WÖBST	Übersch.		
		Buche															
		s. L.holz															
	verbissen	Tanne												Veg (1/10)		Gras	
		Fichte															
		Lärche															
		Föhre														Humus	
		Buche															
		s. L.holz															
																Datum:	
																Ort:	
																Seite:	

## Aufnahmemanual

I...III → Zwischenpunkte

1...4 → Teilflächen

Die Transekte werden in die verschiedenen AKL (Ausnahme Stangenholz) zufällig hineingelegt. Dabei wird der Schwerpunkt vor allem auf jene Bestände gelegt, wo Verjüngungsnotwendigkeit besteht (Baumholz und Altholz).

Einige Transekte werden auch in Jungwüchse gelegt, um das Verhältnis von Ta und Fi in der eventuell gesicherten Verjüngung zu untersuchen.

Aufnahme auf Zwischenpunkten (I...III):

- AKL:
  - JW (bis 1,3m Höhe)
  - DI (1,3m bis 10cm Bhd)
  - SH (10cm bis 20cm Bhd)
  - BH (20 bis 40cm Bhd)
  - AH (ab 40cm Bhd oder 100 Jahre) → hiebsreife erreicht
- WÖBT (Nach Reimoser):
  - Auf Transekt
  - Unterhalb Transekt angrenzende WÖBT
  - Oberhalb Transekt angrenzende WÖBT
- Samenbäume Tanne:
  - Vorhanden/ nicht vorhanden im Umkreis von ~50m
- Exposition und Neigung
- Überschirmung in Zehntel
- Sonnenstunden:
  - Stunden/Jahr
- Verjüngungshemmnisse (siehe ELENA):
  - Keine
  - Licht
  - Wasser (Trockenheit)
  - Humusaufgabe/Rohhumus
  - Bodenerosion/Steinschlag
  - Schnee (Schneeschiebung, -druck, -aufgabe)
  - Vergrasung
  - Schalenwildverbiss
  - Kleinsäugerverbiss
  - Weideeinfluss
  - Pilze oder Insekten
  - Frostschäden
- Baumartenverteilung anschätzen

Aufnahme auf Teilflächen (1...4):

- Anzahl der Verjüngung in Höhenklassen getrennt nach Baumart:
  - 0-10 cm
  - 10 – 20cm
  - 20 – 50 cm
  - 50 – 100 cm
  - 100 – 300 cm
- Höhenzuwachs (5 jährige, in cm)
  - Über 50cm, wenn TT Verbiss mehr als letzter Jahrestrieb nicht aufnehmen, ansonsten schon
- Verjüngung verbissen (evtl. geschält):
  - TT (einmalig , mehrmalig)
  - ST (wenn 2/3 der letzten 5 Quirle verbissen sind, dann ST)
- Aufnahme Altbestand:
  - Baumart
  - Bhd
  - 2-3 Höhen Pro Transekt pro Baumart
- Bodenvegetation
  - Deckungsgrad gesamt in % (Überschirmung)
  - Deckungsgrad Gras in % auf Teilfläche
  - DG Moos in % auf Teilfläche
  - DG sonstige Vegetation (Heidelbeere, Sauerklee,...) in % auf Teilfläche
- Humustyp
  - Terrestrische Humusformen
    - Mull
      - moderartiger Mull
      - mullartiger Moder
      - Rhizomull
    - Moder
      - Kalkmoder
      - Saurer Moder
      - Rhizomoder
      - Rohhumusartiger Moder
    - Rohhumus
      - aktiver Rohhumus
      - inaktiver Rohhumus
      - Rhizo-Rohhumus
- Totholz (kluppiert):
  - Liegend (MDM, Länge)
    - NV vorhanden ja(Anzahl)/nein
  - Stöcke (StockDM)
    - NV vorhanden ja(Anzahl)/nein
  - Stehend (BHD, höhe)
  - Zersetzungsgrad (sh. ELENA)

- Frisch tot
- Beginnende Zersetzung
- Fortgeschrittene Zersetzung
- Stark zersetzt, vermodert
- Humus, keine Holzstruktur erkennbar
- Entrindungsgrad (sh. ELENA)
  - Stamm / Stock voll berindet (75-100%)
  - Stamm 50-75% berindet
  - Stamm 25-50% berindet
  - Stamm 0-25% berindet
- Mesorelief: (siehe ELENA)
  - Verebnung
  - Talboden
  - Terasse
  - Plateau
  - Oberhang
  - Mittelhang
  - Unterhang
  - Mulde, Kessel
  - Graben
  - Kuppe
  - Rücken
  - Hangfuß
  - Schwemm./Schuttkegel
- Mikrorelief (sh. Elena):
  - keine Besonderheiten
  - ehemaliges Totholz
  - erhöhter Standort
  - im Traufbereich
  - Anbruch
  - Mulde
  - Unruhig
- Wasserhaushalt: (siehe ELENA)
  - Trocken
  - Mäßig trocken
  - Mäßig frisch
  - Frisch
  - Sehr frisch
  - Feucht
  - Nass
- Wildwechsel vorhanden ja/nein
- Sonstige Bemerkungen