

Vergleich der Waldbehandlung in Nord- und Südtirol anhand ausgewählter Bestandesmerkmale und Waldgruppen



Diplomarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades

Diplomingenieur

der Forstwissenschaft (Dipl.-Ing.)

von

Lukas Kofler

Betreuer: Ao.Univ.Prof. DI Dr. MAS (GIS) Harald Vacik

eingereicht am 19.05.2016

Institut für Waldbau

Departement für Wald und Bodenwissenschaften

der Universität für Bodenkultur Wien

Danksagungen

Zunächst möchte ich mich an dieser Stelle bei all jenen bedanken, die mich bei der Erstellung dieser Arbeit und während der Studienzeit unterstützt haben:

Ganz besonderer Dank gilt meinem Betreuer, Ao.Univ.Prof. DI Dr. Harald Vacik für die aufgebrauchte Geduld und die ausgezeichnete fachliche Unterstützung. Durch seine konstruktive Kritik hat sich die Arbeit wesentlich verbessert. Weiters möchte ich mich bei den Mitarbeitern des Instituts für Waldbau im Allgemeinen bedanken. Besonders hervorheben möchte ich dabei Dipl.-Ing. Herwig Ruprecht, der mich bei der Datenanalyse tatkräftig unterstützte.

Für so manchen Rat möchte ich mich bei Dr. Silvester Regele vom Forstinspektorat Bruneck bedanken, der mir vor allem in der initialen Phase der Arbeit sehr geholfen hat.

Meine Familie hat mich während der gesamten Studienzeit unterstützt. Besonders bedanken möchte ich mich bei meinem Vater Paul und meiner Mutter Elisabeth. Ohne ihre Förderung wäre diese Arbeit nie zustande gekommen. Auch meinem Bruder Michael und meiner Schwester Judith gebührt ein herzlicher Dank.

Weiters möchte ich mich bei meiner Freundin Sara bedanken, die für mich einen sicheren Rückhalt darstellt, und mir Freude und Zuversicht schenkt. Zusätzlich möchte ich mich bei ihr ganz herzlich für das Korrekturlesen der Arbeit bedanken.

Ein letzter Dank gebührt meinen zahlreichen Freunden, die ich während der Studienzeit kennengelernt habe. Besonders hervorheben möchte ich an dieser Stelle Benjamin, Erich und Stefan. Auch wenn die Zeit, die ich mit ihnen verbracht habe, für den Studienfortschritt nicht immer förderlich war, bedeutet sie mir viel.

Kurzfassung

In dieser Arbeit werden Unterschiede in der Bewirtschaftung der Bergwälder zwischen Nord- und Südtirol anhand verschiedener Bestandesparameter aufgezeigt und mögliche Gründe dafür ermittelt. Die Nutzungsart und Nutzungsintensität wird anhand der Daten aus Projekten zur Waldtypisierung beider Länder untersucht. Dabei wurde, in dieser Arbeit, auf das gesammelte Wissen zu den Waldtypen und Waldgruppen sowie auf die Daten der Stichprobeninventur, die zur Charakterisierung der Bestände erhoben wurden, zurückgegriffen.

Um die Unterschiede in der Nutzung quantifizieren zu können, wurden vor allem Strukturparameter wie h/d Wert, BHD- Spreitung, Höhe und Wuchsklassenverteilung verwendet. Auch Baumartenanteile sowie die erhobene Nutzungsintensität, wurden zwischen Nord- und Südtirol verglichen.

Die Ergebnisse zeigen, dass sich durchaus Unterschiede in der Waldbehandlung zwischen Nord- und Südtirol feststellen lassen. In Südtirol ist der Anteil ungleichartiger Bestände erheblich größer als in Nordtirol. Die Nutzungsintensität ist dagegen in Nordtirol größer. Die verglichenen Strukturparameter weisen darauf hin, dass die Wälder in Nordtirol im Allgemeinen besser gepflegt sind als in Südtirol. Die Einzelbaumstabilität ist dort höher und die Überschildung geringer. Weiters fällt auf, dass in Südtirol die Unterständer in älteren Beständen durch niederdurchforstungsartige Eingriffe entnommen wurden. Der Anteil von Mischbaumarten ist dagegen in Südtirol höher, ebenso sind es die Anteile von Tanne (*Abies Alba*) und Lärche (*Larix decidua*).

Viele dieser Unterschiede sind zumindest zu einem Teil auf die unterschiedlichen gesetzlichen Voraussetzungen, sowie auf andere Waldbaustrategien in der Vergangenheit zurückzuführen.

Schlagwörter: Forstwirtschaft, Waldtypisierung, Nordtirol, Südtirol, Waldbau, Baumarten, potentielle Waldgesellschaft

Abstract

In this thesis, differences in the management of the mountain forest between North and South Tyrol and possible reasons these differences are analyzed based upon various stand parameters. Specifically, the type and intensity of use is studied using data about the forest typology of both countries. In this context the accumulated knowledge on the forest associations and forest types as well as the forest inventory sampling in both countries was utilized in the analysis.

To quantify differences in forest management, especially structural stand parameters such as h/d ratio, dbh range, heights and age class distributions were used. Also the share of tree species and the investigated intensities in the field were compared.

The results show that some differences in the forest management between North and South Tyrol can be observed. In South Tyrol, the share of unevenly aged stands is much higher than in North Tyrol whereas the intensity of use is higher in North Tyrol. The structural parameters compared indicate, that forests are better tended in North Tyrol than in South Tyrol. There is a higher stand stability and a lower canopy cover in North Tyrol. Furthermore, it is noticeable that suppressed trees are missing in older stands in South Tyrol due to low thinning activities. However, the proportion of mixed tree species is higher in South Tyrol and the share of silver fir (*Abies alba*) and European larch (*Larix decidua*) is higher as well.

Many of these differences, are at least partly, a consequence of the differences in legislation, as well as the different silvicultural strategies in the past.

Bywords: forestry, forest typology, North Tirol, South Tyrol, silviculture, tree species, potential forest tree association

Inhaltsverzeichnis

Danksagungen	II
Kurzfassung	III
Abstract	IV
Inhaltsverzeichnis	V
1 Einleitung	1
2 Stand des Wissens	7
2.1 Allgemeines.....	7
2.2 Die montanen Fichtenwälder in Nord- und Südtirol	7
2.2.1 <i>Standörtliche Faktoren</i>	7
2.2.2 <i>Aufbau und Dynamik</i>	8
2.2.3 <i>Waldbauliche Behandlung</i>	9
2.3 Die Fichten-Tannenwälder in Nord- und Südtirol.....	11
2.3.1 <i>Standörtliche Faktoren</i>	11
2.3.2 <i>Aufbau und Dynamik</i>	12
2.3.3 <i>Waldbauliche Behandlung</i>	13
2.4 Der Montane Silikat-Fichtenwald (Fi 1).....	14
2.4.1 <i>Standörtliche Faktoren</i>	14
2.4.2 <i>Aufbau und Dynamik</i>	15
2.4.3 <i>Waldbauliche Behandlung</i>	15
3 Material und Methoden	17
3.1 Allgemeines.....	17
3.2 Verwendete Daten aus der Waldtypisierung	18
3.2.1 <i>Verwendete Waldtypen</i>	18
3.2.2 <i>Verwendete Primärdaten</i>	20
3.2.3 <i>Analysierte taxative Bestandesmerkmale</i>	21
3.2.4 <i>Verwendete Daten aus der N-Baumstichprobe</i>	21
3.2.5 <i>Detailbeschreibung der für die Vergleiche verwendenden Bestandesmerkmale</i> 22	
3.3 Abgeleitete Parameter und Datenanalyse	27
3.3.1 <i>Wuchsklassen</i>	27
3.3.2 <i>Berechnung von Nutzungsintensitäten und Zuweisung in Klassen</i>	27
3.3.3 <i>Weitere abgeleitete Parameter</i>	28
3.3.4 <i>Überprüfung der Validität</i>	29
3.4 Wahl der Vergleichsebene	30
3.5 Durchgeführte statistische Tests	31
3.5.1 <i>Chi-Quadrat-Tests</i>	31
3.5.2 <i>T-Test unabhängiger Stichproben</i>	32

4	Ergebnisse	35
4.1	Ergebnisse auf der Gesamtebene.....	35
4.1.1	<i>Unterschiede in der Wuchsklassenverteilung</i>	35
4.1.2	<i>Unterschiede in der Nutzungsintensität</i>	36
4.1.3	<i>Vergleich der Überschirmung, der h/d-Werte und des Kronenprozents</i>	40
4.1.4	<i>Vergleich der Distanz zum 6. Baum und der BHD-Spreitung</i>	46
4.2	Ergebnisse auf Waldgruppenebene.....	50
4.2.1	<i>Auswahl der für den Vergleich verwendeten Waldtypen</i>	50
4.2.2	<i>Unterschiede in den montanen Fichtenwäldern</i>	53
4.3	Unterschiede in den Fichten-Tannenwäldern.....	61
4.4	Ergebnisse auf Ebene des Waldtyps Fi 1.....	68
5	Diskussion	74
5.1	Wuchsklassenverteilung.....	74
5.2	Nutzungsintensität.....	75
5.3	Unterschiede in der Bestandespflege.....	77
5.4	Entnahme von Unterständern in älteren Beständen.....	79
5.5	Unterschiede in der Baumartenzusammensetzung.....	80
5.5.1	<i>Unterschiede in den montanen Fichtenwäldern</i>	80
5.5.2	<i>Unterschiede in den Fichten-Tannenwäldern</i>	81
5.5.3	<i>Anmerkungen zur Statistik</i>	83
5.6	Unterschiede im Waldtyp Fi 1.....	83
6	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	85
	Abbildungsverzeichnis	89
	Tabellenverzeichnis	90
	Literaturverzeichnis	94
	Eidesstattliche Erklärung	99

1 Einleitung

Süd- und Nordtirol gehören, ebenso wie das Trentino, zur Europaregion Tirol. Beides sind gebirgige Länder mit hohem Waldanteil. Sowohl in Süd- als auch in Nordtirol ist neben der Nutzfunktion die Schutzfunktion sehr wichtig. Die Besitzstrukturen sind ähnlich, in beiden Ländern dominiert der bäuerliche Kleinwald. In Nordtirol ist der Besitzanteil von Privatbesitzern mit 37% geringer als in Südtirol. Hier gehören 51% der Waldfläche privaten Eigentümern (Autonome Provinz Bozen¹, 2015; Amt der Tiroler Landesregierung¹, 2015). Beide Länder haben im Rahmen zahlreicher EU-Interreg Projekte die aktuellen und potenziellen Waldgesellschaften erhoben. (European Regional Development Fund¹, 2015). Dabei wurde festgelegt, dass die Erhebungsmethoden ähnlich und vergleichbar sein sollen (European Regional Development Fund², 2015). Damit sind die wichtigsten Voraussetzungen für einen Vergleich erfüllt: Die Wälder sind ähnlich aufgebaut, haben vergleichbare Waldfunktionen zu erfüllen und es gibt einen vergleichbaren Datensatz.

In Südtirol begann man 2001 mit den Arbeiten zur Erstellung der Waldtypisierung. Der gesamte Wald des Landes sollte bestimmten Waldtypen zugewiesen werden, die der potenziell natürlichen Waldgesellschaft entsprechen. Für die einzelnen Waldtypen wurden waldbauliche Empfehlungen erarbeitet. In der Praxis dienen diese Empfehlungen als Entscheidungshilfe bei waldbaulichen Fragestellungen für das Forstpersonal.

Beteiligt waren, neben dem Amt für Forstplanung, das Institut für Waldbau der Universität für Bodenkultur Wien, das „Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali“ der Universität Padova und das technische Büro Wald Landschaft Mensch. Fertiggestellt wurden die Arbeiten im Jahr 2009. Insgesamt wurden 1290 Stichproben durchgeführt, und 111 verschiedene Waldtypen ausgeschieden (Autonome Provinz Bozen², 2010).

Die Zielsetzung war in Nordtirol ident. Auch hier ging es im Wesentlichen darum, dem Forstpraktiker ein Werkzeug in die Hand zu geben, in dem die Möglichkeiten und Grenzen des Waldbaus für die einzelnen Waldtypen dargestellt sind (Ruprecht, H., Vacik, H., 2009).

In Nordtirol begannen die Arbeiten 2003 und sind bis heute nicht vollständig abgeschlossen. Der Abschluss ist für das Jahr 2016 geplant (Amt der Tiroler Landesregierung₂, 2015). Beteiligt sind, neben der Abteilung Forstplanung, das Institut für Waldbau der Universität für Bodenkultur Wien, das technische Büro Wald Landschaft Mensch und das technische Büro Revital (Ruprecht, H., Vacik, H., 2009). In Summe wurden 193 Waldtypen ausgeschieden (Amt der Tiroler Landesregierung₄, 2015). Zu Beginn der Datenanalyse am 01.04. 2015 standen 1509 Stichproben zur Verfügung.

Die gewaltige Datenbasis, die bei den Aufnahmen gewonnen wurde und noch immer gewonnen wird, eignet sich aufgrund der ähnlichen Erhebungsmethoden gut für einen Ländervergleich. Unterschiede in der Bewirtschaftung sind vor allem deshalb zu erwarten, da Südtirol im Jahr 1919 im Vertrag von Saint-Germain Italien zugesprochen wurde. Seit diesem Zeitpunkt gilt in Süd- und Nordtirol unterschiedliches Recht, was auch einen Einfluss auf die Waldbewirtschaftung haben kann. Auch die Forstpolitik war von diesem Zeitpunkt an in beiden Ländern eine andere.

In Italien ist das Forstrecht prinzipiell Staatskompetenz (Verfassung der Republik Italien). Allerdings gibt es seit 1948 eine Ausnahmeregelung für die Autonome Region Trentino-Südtirol (Erstes Autonomiestatut). 1972 ging die Forstkompetenz dann auf die Provinz Bozen über (Dekret vom 31.08.1972). Im derzeit gültigen Landesgesetz, das 1996 als Forstgesetz beschlossen wurde und 1997 in Kraft getreten ist, ist die Waldbewirtschaftung in Abschnitt 2 geregelt. Jeder Baum der geschlägert werden soll, muss von der Behörde als solcher ausgezeigt werden. Für jedes Waldstück gibt es eine Waldkartei, beziehungsweise ab einer Größe von hundert ha einen Waldbewirtschaftungsplan, in dem der Hiebsatz festgelegt ist. Auch dieser wird von der Behörde erstellt. Bis 1996 wurde mit dem alten Staatsgesetz „Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani“ aus dem Jahr 1923 und der Durchführungsbestimmung „Grundsätzliche und Forstpolizeiliche Vorschriften“ (Vinkulierung) aus dem Jahr 1955 gearbeitet. Auch hier war die Nutzung streng geregelt.

Auch in Österreich ist das Forstrecht Staatskompetenz. Die Behörde wirkt allerdings wesentlich weniger direkt auf die Waldbewirtschaftung ein als in Südtirol. Völlig frei sind die Waldeigentümer jedoch auch hier nicht. Im Schutzwald bedürfen alle Fällungen einer Bewilligung, im Wirtschaftswald erst bei Kahlschlägen über 0,5 ha (BGBl.

Nr. 440/1975). Das Vorgängergesetz von 1852 gab dem Waldbesitzer noch mehr Freiheiten (Schreckenthal, 1949). Im Unterschied zu den anderen Bundesländern gibt es in Tirol sogenannte Waldbetreuungsgebiete, die von Waldaufsehern betreut werden. Diese stehen den Waldbesitzern zusätzlich zu ihrer Kontrollfunktion beratend zur Seite (Tiroler Waldordnung, 2005).

Der hohe Schutzwaldanteil von über 60 Prozent (Amt der Tiroler Landesregierung³, 2015) sowie die Tätigkeit der Waldaufseher in einigen Gebieten, schränkt die Freiheit der Waldeigentümer in Nordtirol im Verhältnis zu jenen im restlichen Österreich ein.

Neben den gesetzlichen Bestimmungen unterschieden sich nach der Trennung von Nord- und Südtirol auch die forstpolitischen Zielsetzungen. In der Ausbildung ging man andere Wege, und auch die Förderschwerpunkte waren andere.

Es ist zu erwarten, dass die Unterschiede in den gesetzlichen Rahmenbedingungen sowie die unterschiedlichen forstpolitischen Zielsetzungen in Nord- und Südtirol bis auf die Bestandesstrukturen durchschlagen.

Konkret werden Unterschiede in Bewirtschaftungsart und Bewirtschaftungsintensität erwartet. Es ist anzunehmen, dass in Nordtirol die Bewirtschaftungsintensität höher ist, und die Struktur der Wälder eher auf schlagweise Bewirtschaftung schließen lässt als in Südtirol. Weiters ist anzunehmen, dass die Bestände in Nordtirol intensiver gepflegt werden. In Südtirol werden Wälder mit teils mehrstufigem Charakter und einem höheren Anteil an Mischbaumarten erwartet. Es wird erwartet, dass der Einfluss der Behörde sowohl bei der Pflege als auch bei der Endnutzung erkennbar ist. Die Unterschiede sollen in dieser Arbeit anhand der Waldgruppe der submontanen Fichtenwälder und der Waldgruppe der Fichten-Tannenwälder analysiert werden. In diesen beiden Waldgruppen ist es aufgrund des vorhandenen Datenmaterials und der starken anthropogenen Nutzungen in der Vergangenheit am wahrscheinlichsten, Unterschiede zu finden.

Die genannten Daten werden im Konkreten anhand der folgenden Forschungsfragen analysiert. Dabei ist zu beachten, dass aufgrund der Datenlage Vergleiche nur im Baumholz, Altholz und in plenterartigen Beständen durchgeführt werden.

Die konkreten Forschungsfragen, die mit den genannten Daten bearbeitet werden, lauten:

1. Ist die Wuchsklassenverteilung in den submontanen Fichtenwäldern und den Fichten-Tannenwäldern in Nordtirol anders als in Südtirol?
2. Sind die in der Inventur erhobenen Nutzungsintensitäten in den submontanen Fichtenwäldern und den Fichten-Tannenwäldern in Nordtirol höher als in Südtirol?
3. Lassen sich unterschiedliche Effekte der Vornutzung in den Beständen in Nord- und Südtirol mit geeigneten Parametern in den submontanen Fichtenwäldern und den Fichten-Tannenwäldern nachweisen?
4. In welchem der beiden Länder werden Unterständer in älteren Beständen konsequenter durch niederdurchforstungsartige Eingriffe entnommen (entrümpelt)?
5. Wie wirkt sich die unterschiedliche Nutzung in Nord- und Südtirol auf die Baumartenzusammensetzung in den submontanen Fichtenwäldern und den Fichten-Tannenwäldern aus?
6. Lassen sich die Ereignisse aus den übergeordneten Ebenen auf einen einzelnen Waldtyp herunterbrechen (montanen Silikat-Fichtenwald)?

Mit den ersten beiden Forschungsfragen wird die Nutzungsintensität zwischen Nord- und Südtirol verglichen. Aufgrund der vorliegenden Argumente ist davon auszugehen, dass in Südtirol mehr Altholz und plenterartige Strukturen aufzufinden sind als in Nordtirol. Die in den Stichproben erhobene Nutzungsintensität sollte dagegen in Nordtirol größer sein als in Südtirol.

Durch den Vergleich der Art und Wirksamkeit der Vornutzungen sollen deren Auswirkungen in beiden Ländern verglichen werden. Die Entnahme von Unterständern in älteren Beständen wird in Südtirol voraussichtlich häufiger vorkommen als in Nordtirol, da ältere Bestände dort traditionell niederdurchforstet (entrümpelt) werden.

In der Baumartenzusammensetzung sollte sich die höhere Nutzungsintensität in Nordtirol widerspiegeln. Unterschiede in der Nutzungsart können dadurch ebenfalls aufgezeigt werden. Anhand der Forschungsfrage 6 sollen die in den höheren Ebenen aufgezeigten Unterschiede auf kleiner Ebene überprüft werden.

Während die in den Forschungsfragen 2 und 5 untersuchten Parameter direkt vorliegen, stellt sich bei den anderen Forschungsfragen die Frage, mit welchen Daten sie sich am besten beantworten lassen.

Für den Vergleich der Wuchsklassenverteilung (Forschungsfrage 1) müssen die Stichproben in Wuchsklassen eingeteilt werden. Dafür wird eine Kombination aus Schichtung, Alter und BHD der einzelnen Bäume verwendet.

Die in Forschungsfrage 3 untersuchten Effekte der Vornutzung werden durch Gegenüberstellung des h/d-Wertes, des Kronenprozents und der Überschirmung geprüft. Diese Parameter werden durch die Durchforstung besonders stark beeinflusst (Röhrig, Gussone, 1990).

In welchem der beiden Länder vermehrt Unterständler durch niederdurchforstungsartige Eingriffe in älteren Beständen entfernt werden (Forschungsfrage 4), wird durch Vergleich der BHD-Spreitung sowie den Abstand zum 6. Baum untersucht. Aus dem Abstand zum 6. Baum kann die Stammzahl je Hektar abgeleitet werden, welche sich gut mit anderen Arbeiten vergleichen lässt.

Der Vergleich des Waldtyps montaner Silikat-Fichtenwald erfolgt mit den Parametern Baumartenzusammensetzung, Alter, Höhe und BHD. Diese scheinen besonders geeignet, um die auf größerer Ebene gewonnenen Erkenntnisse zu überprüfen.

In Tabelle 1 sind zusammenfassend die Forschungsfragen und die zur Beantwortung verwendeten Parameter aufgelistet.

Forschungsfrage	Verwendete Parameter
1. Wuchsklassenverteilung	Wuchskasse, abgeleitet aus Schichtung, Alter, und BHD
2. Nutzungsintensität	Nutzungsarten und deren Intensitäten, historisch sowie aktuell
3. Art und Wirksamkeit der Bestandespflege	H/d-Wert, Kronenprozent und Überschirmung
4. Entnahme von Unterständern in älteren Beständen	BHD-Spreitung und Distanz zum 6. Baum
5. Baumartenzusammensetzung	Aktueller sowie potenzieller Deckungswert in Dominanzklassen, Baumartenanteile (Grundfläche) aus den 6-Baum-Stichproben
6. Unterschiede in einem einzelnen Waldtyp	Baumartenanteil aus den 6-Baum-Stichproben, Alter, Höhen, BHDs

Tabelle 1: Gestellte Forschungsfragen und die zur Beantwortung verwendeten Parameter.

2 Stand des Wissens

2.1 Allgemeines

Die Wälder im Alpenraum werden schon seit langer Zeit intensiv im Rahmen wissenschaftlicher Studien untersucht. Es gibt zahlreiche Diplomarbeiten die sich mit den Wäldern in Nord- und Südtirol befassen.

Im Zuge der Waldtypisierung wurde dieses Wissen in einer umfangreichen Literaturrecherche gesammelt, und Waldgruppen- sowie Waldtypenbeschreibungen erstellt. In dieser Arbeit wird bei der Beschreibung der beiden untersuchten Waldgruppen auf diese Beschreibungen zurückgegriffen.

Auf die einzelnen Waldtypen wird in dieser Arbeit nicht eingegangen. Hier wird auf die Beschreibungen in den Waldtypisierungen der beiden Länder verwiesen (Autonome Provinz Bozen₂, 2010, Amt der Tiroler Landesregierung₄, 2015). Nur der Waldtyp Fi 1 (montaner Silikat-Fichtenwald), der Gegenstand der Forschungsfrage 6 ist, wird gesondert behandelt.

Auch wenn es sowohl über die Wälder Nordtirols, als auch über die Wälder Südtirols eine Menge Literatur gibt, sind die sie noch nie hinsichtlich verschiedener Bestandesparameter verglichen worden. Ergebnisse können deshalb jeweils nur getrennt mit Erkenntnissen aus den beiden Ländern verglichen werden.

2.2 Die montanen Fichtenwälder in Nord- und Südtirol

2.2.1 Standörtliche Faktoren

Die montanen Fichtenwälder sind die Schlusswaldgesellschaft in den inneralpinen Fichtenwaldgebieten, aber auch in den südlichen Zwischenalpen kommt diese Waldgesellschaft häufig vor (Autonome Provinz Bozen₃, 2010). In den nördlichen Randalpen kommt diese Waldgruppe dagegen nicht so häufig vor (Amt der Tiroler Landesregierung₄, 2015). Je nach Regionalklima nehmen die montanen Fichtenwälder unterschiedliche Lagen in der hochmontanen Stufe ein. In den niederschlagsreichen randalpinen Zonen kommen sie mit Ausnahme steiler Bergflanken fast auf allen hochmontanen Standorten vor. In den Tannengebieten dieser Zone kommt diese Waldgesellschaft vor allem auf den Sonnenhängen vor, da auf der Schattseite Fich-

ten-Tannengesellschaften überwiegen. In niederschlagsarmen inneralpinen Regionen tritt ein gegenteiliger Effekt ein: Auf der Sonnenseite dominiert Kiefer und Lärche, während auf der Schattseite Fichtenwälder stocken (Autonome Provinz Bozen₃, 2010).

Montane Fichtenwälder sind häufig Ersatzgesellschaften von Fichten-Tannenwäldern und im Buchen-Verbreitungsgebiet auch von Bergmischwäldern, in denen neben Fichte und Tanne auch Buche natürlich vorkommt. Auch in der collin-submontanen Höhenstufe kann diese Waldgesellschaft anstelle von Eichen-Mischwäldern auftreten (Mayer, 1974).

Die Waldgruppe lässt sich in verschiedene Untertypen einteilen. Wichtig ist die Einteilung nach dem Grundsubstrat; in silikatische oder karbonatische Fichtenwälder. Weiter unterschieden wird nach der angetroffenen Bodenvegetation und Bodenart (Mayer, 1974). Näher eingegangen wird in dieser Arbeit nur auf den Waldtyp Fi 1 (Silikat-Ehrenpreis-Fichtenwald). Zur Beantwortung der Forschungsfrage 6 wird dieser eingehender betrachtet.

2.2.2 Aufbau und Dynamik

Die Waldgruppe der montanen Fichtenwälder ist oft von gleichförmigen Fichtenwäldern geprägt. Neben der dominierenden Fichte kommt oft auch Lärche und Rotkiefer vor, andere Baumarten sind oft nur eingesprengt vorhanden. Fichte baut als Klimaxbaumart meist geschlossene Bestände auf, die generell recht homogen sind. Das Kronendach ist meist dicht geschlossen, es herrscht große Konkurrenz zwischen den Bäumen, was zu schlanken, vollholzigen Stämmen führt. Der dichte Kronenschluss führt dazu, dass die grünen Baumkronen oft nur das oberste Drittel der Baumhöhe einnehmen. Unterdrückte Bäume sterben meist ab, weshalb sich einschichtige Bestände bilden. Vor allem auf homogenen Hängen entsteht deshalb ein recht einheitliches Bestandesbild. Auf extremen Standorten kommt es zu einer stärkeren Differenzierung (Ott et al., 1997).

Der Lärchenanteil ist vom Standort, von menschlichen Eingriffen sowie von der Art der Sukzession abhängig. Auf Extremstandorten und dort vor allem in Hangwäldern und auf trockenen Standorten ist der Lärchenanteil immer recht hoch. Hier besitzt die Lärche auch im Alter noch einen Höhenvorsprung gegenüber der Fichte. Auf wüchsigen Standorten wird die Lärche dagegen von der Fichte im Höhenwachstum einge-

holt, und fällt dadurch aus. Auf durchschnittlichen Standorten spiegelt der Lärchenanteil oft die menschlichen Eingriffe wider. Die Lärche keimt bevorzugt auf Rohboden, welcher bei anthropogener Nutzung (Waldweide, Kahlschlage, Streunutzung) häufig freigelegt wird. Darüber hinaus begünstigt auch ein plötzlicher Bestandeszusammenbruch, wie er beispielsweise durch Windwürfe verursacht wird, das Aufkommen von Lärche. Auf großen Freiflächen hat die Lärche gegenüber der Fichte durch ihr rasches Jugendwachstum einen Vorteil. Zudem kann die Lärche im Gegensatz zur Fichte nur auf Freiflächen keimen. Im Jungwuchs können weiters Eberesche und Tanne zahlreich aufkommen, ihr Anteil nimmt aber analog zu dem der Lärche mit zunehmenden Bestandesalter ab (Mayer, 1974).

Der anthropogene Einfluss ist in diesen Wäldern stark spürbar. Vor 100 bis 200 Jahren wurden in vielen Wäldern Kahlschläge durchgeführt, die anschließend beweidet wurden. Zudem wurde in vielen Wäldern Waldweide betrieben. Das führte zu einer flächigen Verjüngung von Fichte und Lärche. Daher sind heute häufig gleichförmige Bestandesstrukturen anzutreffen. Viele heute bestehende Lärchen- und Kiefernreiche Bestände gehen auf solche anthropogene Nutzungen oder Waldbrände zurück (Ott et al., 1997).

Montane Fichtenwälder liegen in nutzungsgünstigen Lagen, und sind deshalb vorwiegend Wirtschaftswald. In steileren Lagen übernehmen solche Wälder auch oft eine Schutzfunktion. Als Gefährdungen sind vor allem Steinschlag und Hanginstabilität zu nennen. Hinzu kommen der Schutz vor Massenbewegungen sowie Bodenerosion (Frehner et al., 2005).

Limitierende Faktoren gibt es in den montanen Fichtenwäldern viele. In älteren hochstämmigen Beständen sind vor allem Windwurf und der Borkenkäfer als Gefährdungen zu nennen. Die Verjüngung wird durch Austrocknung und Schneebewegungen gefährdet. Im Stangenholz droht Schneebruch. Wild ist sowohl bei der Verjüngung (Verbiss) als auch im Stangenholz (Schälen) ein limitierender Faktor (Ott et al., 1997).

2.2.3 Waldbauliche Behandlung

Fichtenverjüngung stellt sich unter Schirm nur schlecht ein. Ein Ansamen ist zwar möglich, aber für den vitalen Aufwuchs braucht der Sämling Licht und Wasser. Dabei ist Licht auf der Schattseite und Wasser auf der Sonnseite der limitierende Faktor.

Verjüngung ist im Bestand aus diesen Gründen auf günstige Kleinstandorte angewiesen. Der Traufbereich, Wurzelteller und Moderstöcke sowie Stellen mit Mineralerde sind als solche zu nennen. Sehr günstig für die Verjüngung sind Lücken oder der Bestandesrand. In den ersten Jahren entwickelt sich die Verjüngung nur sehr langsam und ist deshalb der Konkurrenz der Bodenvegetation ausgesetzt.

All diese Rahmenbedingungen sind bei Nutzung in montanen Fichtenwäldern zu beachten. Die Hiebsrichtung und -größe ist je nach Standort so zu wählen, dass sich Verjüngung einstellen kann. Auf Südhängen muss besonderes sorgfältig vorgegangen werden. Nur kleinräumige Verjüngungsverfahren kommen hier in Frage, die möglichst gegen Osten hin ausgerichtet sein sollten. Auf Nordhängen ist die waldbauliche Freiheit größer. Bei flächigen Endnutzungen ist aber zu beachten, dass sich auf der Fläche im Anschluss gleichaltrige, einschichtige Bestände bilden, die frei von natürlichen Kleinstrukturen sind. Zur Sicherung eventueller Schutzwirkungen sowie des nachhaltigen Holzertrags sind deshalb häufig Maßnahmen nötig, um die Struktur zu erhöhen. Das kann durch kleinflächige Eingriffe erreicht werden.

Für aktive Strukturverbesserungen eignet sich die Dickungsphase besonders gut, da hier noch eine lange grüne Krone vorhanden ist. In einschichtigen Stangenwäldern ist die Eingriffsart und Eingriffsstärke nach der vorhandenen Stabilität zu wählen. In vitalen Beständen mit langen Kronen können starke Hochdurchforstungen durchgeführt werden, während in instabilen Beständen nur schwache und dafür häufigere Eingriffe zu empfehlen sind. Wenn sich im Bestand schon Kleinkollektive gebildet haben, so können diese mit Gruppendurchforstungen gefördert werden.

An bestimmten Standorten macht es auch durchwegs Sinn, den Lärchen- oder Kiefernanteil zu erhöhen. Dadurch kann die Stabilität, aber auch die Wertleistung verbessert werden. Die Holzqualität der Lärche ist jener der Fichte überlegen, allerdings ist zur Erhaltung einer gesunden Mischung auch ein gewisser Pflegeaufwand nötig (Mayer, Ott, 1991).

In steinschlaggefährdeten Gebieten ist die maximale Schlaglänge auf 20 m zu begrenzen. Weiters ist darauf zu achten, dass immer genügend Stämme mit unterschiedlichen Durchmessern pro ha vorhanden sind. Lärche und Tanne sind besser geeignet als Fichte, da sie nach Verletzungen nicht so anfällig für Pathogene sind. Stämme sind hoch abzustocken.

Bei flachgründigen Rutschungen sowie bei Erosionsgefahr ist im Gegensatz zu den Steinschlagschutzwäldern die maximale Schlaggröße allgemein gering zu halten. Zudem ist auf eine ausreichende Überschildung zu achten. Baumarten mit guter Tiefenerschließung sind hier besonders geeignet (Tanne, Kiefer, Edellaubhölzer) (Frehner et al., 2005).

2.3 Die Fichten-Tannenwälder in Nord- und Südtirol

2.3.1 Standörtliche Faktoren

Fichten-Tannenwälder stellen die natürliche klimabedingte Schlusswaldgesellschaft in den südlichen Zwischenalpen dar (Autonome Provinz Bozen³, 2010). In Nordtirol kommt diese Waldgesellschaft vor allem knapp hinter dem Alpenhauptkamm vor (Amt der Tiroler Landesregierung⁴, 2015). In dieser niederschlagsreichen und temperaturbegünstigten Zone gedeiht die Tanne am besten. Aber auch in nicht so günstigen Lagen stellt diese Waldgesellschaft in einigen Gebieten die potenziell natürliche Waldgesellschaft dar. Als Beispiele können die nördlichen Randalpen oder der sehr trockene Vinschgau genannt werden (Autonome Provinz Bozen³, 2010; Amt der Tiroler Landesregierung⁴, 2015). Gewöhnlich findet man Fichten-Tannenwälder in Höhenlagen zwischen 1000 und 1500 mSH (Autonome Provinz Bozen³, 2010).

Der ursprüngliche Tannenanteil dieser Wälder ist durch den menschlichen Einfluss und den hohen Wilddruck stark zurückgegangen. Heute kommen Fichten-Tannenwälder häufig nur noch in stark abgeschatteten Steilhängen vor. Nur auf sehr günstigen, niederschlagsreichen Standorten kommt die Tanne auch noch in Sonnenlagen der hochmontanen Stufe vor (Mayer, 1974).

Fichten-Tannenwälder besiedeln recht unterschiedliche Standorte. Es gibt Waldtypen, die auf Karbonatgestein anzutreffen sind, andere bevorzugen Braunerden oder podsolierte Böden. Dementsprechend unterschiedlich ist auch die Bodenvegetation. In Südtirol wurden 11 verschiedene Waldtypen ausgeschieden (Autonome Provinz Bozen³, 2010), in Nordtirol 17 (Amt der Tiroler Landesregierung⁴, 2015).

Im Bereich des Hauptareals liegen die Tannenanteile bei bis zu 50%. In den weniger günstigen Arealen erreicht die Tanne 5 bis 25 % und kann als beigemischt angenommen werden. Darüber hinaus kommen Tannen im Randbereich der montanen

Fichtenwälder eingesprengt vor, oder deuten Änderungen der Umweltbedingungen an (Autonome Provinz Bozen₃, 2010).

2.3.2 Aufbau und Dynamik

Sowohl Tanne als auch Fichte können einige hundert Jahre alt werden und bauen deshalb, mit wechselnden Anteilen, typische Mischbestände mit stark schwankenden Anteilen auf. Auch Lärche, Rotkiefer, Vogelbeere, Bergahorn und Birke können eingesprengt vorkommen. Der Buche kommt aufgrund der großen Winterkälte und der häufigen Spätfroste nur eine untergeordnete Rolle zu.

Der Tannenanteil schwankt erheblich, weshalb die Abgrenzung hin zu den montanen Fichtenwäldern undeutlich ist. Vor allem, wenn die Tanne in Grenzlagen leicht zurückgedrängt wurde, ist es nicht einfach zu erkennen, dass die potenziell natürliche Waldgesellschaft an diesem Standort ein Fichten-Tannenwald ist (Mayer, 1974).

Gleichförmige Bestände sind bei dieser Waldgesellschaft seltener anzutreffen als bei den montanen Fichtenwäldern. Bei ausreichender Tannenbeimischung ist die Stabilität höher, da die Tanne tiefer wurzelt und resistenter gegen Stammfäule ist. Zudem fördert Tanne die Stufigkeit, da sie sich auch bei wenig Licht unter Schirm gut verjüngt. Wichtig ist, dass die Konkurrenz durch Bodenvegetation und der Wilddruck nicht zu hoch sind. Bei rascher Bestandesöffnung kommt vermehrt Fichte an. Bergahorn und Vogelbeere kommen in der Verjüngung oft zahlreich vor, allerdings fallen sie später durch die Konkurrenz von Fichte und Tanne wieder zurück. Beide Baumarten keimen auf wenig mächtigen, mäßig sauren, organischen Auflagen, die nicht zur Austrocknung neigen. Fichte kann zusätzlich auf Mineralerde keimen (Ott et al., 1997).

Der menschliche Einfluss hat ehemalige Fichten-Tannenwälder häufig in Fichten- oder Lärchenreiche Ersatzwaldgesellschaften umgewandelt. Örtlich kam durch intensive Nutzung (Streunutzung, Schneitelung) auch Rotkiefer auf. Auf den großen Schlagflächen, die vor 100 bis 200 Jahren entstanden, waren die Verjüngungsbedingungen für Tanne ungünstig. Das Freiflächenklima begünstigte Fichte und Lärche deutlich. Dazu kam, dass Tanne bis vor kurzem auch waldbaulich vernachlässigt wurde, da der Preis für Fichtenholz höher ist. Auch die hohe Wilddichte trug dazu bei, dass sich die Tanne nicht verjüngen konnte, es fehlen oft ganze Altersklassen (Autonome Provinz Bozen₃, 2010).

Im Fichten-Tannen-Wirtschaftswald ist teilweise eine Gefährdung durch Steinschlag zu berücksichtigen. In Wäldern, in welchen an den der Schutzwaldcharakter überwiegt, ist neben Steinschlag auch der Schutz vor Erosion und Schneeschub wichtig. Auf besonders feuchten Standorten ist der Schutz vor Rutschungen vorrangig (Frehner et al., 2005).

Als limitierende Faktoren sind in Fichten-Tannenwäldern der Borkenkäfer, Spätfröste sowie hoher Wilddruck zu nennen. Während der Borkenkäfer in älteren Beständen gefährlich ist, bedrohen Spätfröste und hohe Wilddichten die Verjüngung. Gefährdet ist dabei vor allem die Tanne, die sehr anfällig ist (Ott et al., 1997).

2.3.3 Waldbauliche Behandlung

Für die Erhaltung der langfristigen Stabilität und Leistungsfähigkeit ist ein angemessener Tannenanteil notwendig. Tannenverjüngung kann durch leichte Auflichtung eingeleitet werden, wenn nicht schon die bestehenden Lichtverhältnisse ausreichen. Je kleinflächiger das Vorgehen, desto höher wird der Tannenanteil und die kleinflächige Ungleichaltrigkeit. Allerdings sind auch entsprechend lange Verjüngungszeiträume nötig. Bei rascher Verjüngung wird dagegen Fichte und Lärche begünstigt. Großflächige Verjüngungsverfahren fallen infolgedessen aus, wenn ein hoher Tannenanteil das Ziel ist. Die Lichtverhältnisse müssen durch Femelhiebe, Plenterungen, Schlitzhiebe oder gruppenweise Nutzungen so gesteuert werden, dass Tanne aufkommen kann.

Ist Tanne vorhanden, ist ein klassischer Plenterbetrieb möglich, der für das Aufkommen von Naturverjüngung vorteilhaft ist. In Schutzwäldern sind Dauerwälder als besonders günstig einzustufen, da die Schutzfunktion ständig gewährleistet ist.

Bei Fehlen von Samenbäumen kann Tanne auch künstlich unter Schirm eingebracht werden. Allerdings ist zu beachten, dass Tannen Verbisschutz benötigen. Der Schirm über der Verjüngung muss bei Heranwachsen der Verjüngung langsam aufgelichtet werden. Weiters ist zu beachten, dass Tannenverjüngung besser unter Fichten als unter Alttannen aufkommt, da unter Fichten die Lichtverhältnisse besser sind.

Bildet sich in Fichten-Tannenwäldern eine homogene Schicht, so kommt es zu starker Konkurrenz. Die Kronenlänge nimmt ab und der h/d-Wert wird größer, Stabilitäts-

pflege wird notwendig. Um die Struktur zu erhöhen, sollen möglichst Stabilitätsträger in unregelmäßigen Abständen gefördert werden. Stabilitätsträger können dabei Gruppen oder Einzelbäume sein. Je früher diese Förderung stattfindet, desto besser. Zu vermeiden sind homogene Auflichtungen, da diese die Homogenität zusätzlich fördern. In bereits instabilen Beständen muss allerdings die Stabilitätserhaltung in den Vordergrund gestellt werden.

In jungen Beständen sind sowohl Strukturverbesserungen, als auch eine Korrektur der Baumartenmischung noch einfacher möglich. Die Strukturdurchforstung kann angewandt werden, um aufkommenden Altersklassenwald in plenterartige Bestände umzuwandeln. Dabei sind Einzelbäume in der Ober- und Mittelschicht zu fördern. Dadurch nimmt die Durchmesserstreue und die Struktur der Bestände zu.

In steinschlaggefährdeten Gebieten ist die maximale Schlaglänge in Falllinie auf 20 m zu begrenzen. Weiters ist darauf zu achten, dass immer genügend Stämme mit unterschiedlichen Durchmessern pro ha vorhanden sind. Tannen, Edellaubhölzer und Lärchen sind besser geeignet als Fichten, da sie nach Verletzungen nicht so rasch faulen. Stämme sind hoch abzustocken (Mayer, Ott, 1991).

Bei flachgründigen Rutschungen sowie bei Erosionen ist, im Gegensatz zu den Steinschlagschutzwäldern, die maximale Schlaggröße allgemein gering zu halten. Zudem ist auf eine ausreichende Überschildung zu achten. Baumarten mit guter Tiefenerschließung sind hier besonders geeignet (Tanne, Kiefer Edellaubhölzer) (Frehner et al., 2005).

2.4 Der montane Silikat-Fichtenwald (Fi 1)

2.4.1 Standörtliche Faktoren

Der Waldtyp Fi 1 wird in Nordtirol mit deutschem Namen als „Montaner frischer Silikat-(Lärchen-)Fichtenwald“ bezeichnet (Amt der Tiroler Landesregierung⁴, 2015). In Südtirol nennt man den Waldtyp dagegen „Montanen Silikat-Ehrenpreis-Fichtenwald“ (Autonome Provinz Bozen², 2010). Trotz dieses Unterschieds in der deutschen Bezeichnung ist damit der gleiche Waldtyp gemeint.

Der Waldtyp Fi 1 kommt in der montanen Höhenstufe auf hauptsächlich nordexponierten, durchschnittlich geneigten Hängen vor. Die Wasser und Nährstoffversorgung

ist ausreichend. Der Waldtyp stockt auf intermediären (sauren) Silikatgesteinen oder silikatischen Lockersedimenten. Die Bodenart kann als mäßig bis sehr frische, mittel- bis tiefgründige, feinerdenreiche, basenarme bis podsolierte Braunerde beschrieben werden. Die Auflage besteht meist aus typischem Moder, bei Degradation kann dieser auch in Rohhumus übergehen (Amt der Tiroler Landesregierung⁴, 2015).

Die Bodenvegetation deckt unterschiedlich stark, im Regelfall beherrschen Gräser (wolliges Reitgras, Weiße Hainsimse), Kräuter (Sauerklee, Ehrenpreis) und Farne (Eichenfarn) gemeinsam das Vegetationsbild. Auch Moose können stark decken, wobei hier vor allem das Stockwerkmoos zu erwähnen ist. Besonders auf Moränen kann zudem die Heidelbeere flächig auftreten (Autonome Provinz Bozen², 2010).

2.4.2 Aufbau und Dynamik

Die dominierende Baumart ist in diesem Waldtyp eindeutig Fichte, Lärche kommt beigemischt vor. Daneben können noch Hängebirke und Vogelbeere eingesprengt vorhanden sein. In tieferen Lagen sind auch Esche und Bergahorn vereinzelt möglich. Im Allgemeinen handelt es sich um gut wüchsige Bestände, die Höhen von Lärche und Fichte erreichen im Mittel 30-35m. Auch die Holzqualität ist ansprechend.

Die Bestände sind in der Regel sehr homogen, die Bäume sind sehr gleichmäßig über die Fläche verteilt, das Kronendach ist geschlossen. Fichte ist dabei bestandesbildend, die anderen Baumarten sind einzeln beigemischt. Erst im Übergang zur subalpinen Höhenstufe sind Ansätze von Rottenstrukturen vorhanden.

Historisch wurden diese Bestände stark genutzt, was ein Grund für den heute relativ hohen Lärchenanteil ist. In naturnahen Beständen kann sich Lärche in diesem Waldtyp kaum gegen Fichte behaupten. In steilen Lagen ist neben der Nutzfunktion auch der Schutz vor Naturgefahren wichtig.

Als Risiken sind in diesem Waldtyp vor allem der Borkenkäfer, Rotfäule, der Verlust von Lärche als Mischbaumart sowie Konkurrenzvegetation, die das Aufkommen von Verjüngung hemmt, zu nennen (Amt der Tiroler Landesregierung⁴, 2015).

2.4.3 Waldbauliche Behandlung

Bei der Baumartenwahl ist aus Stabilitätsgründen Lärche zu fördern. Im Endbestand sollte zumindest 1/10 Lärche vorhanden sein. Tanne kommt aus klimatischen Gründen nur in Übergangsbereichen zur Tannenzone in Frage.

Bei der Verjüngungseinleitung besteht in diesen Beständen relativ große Freiheit. Große Schläge sowie diffuses Auflichten sollten aber vermieden werden, da Vergrasung droht. Günstig sind Schlitzhiebe, Femelschläge sowie einzelstammweise Nutzung. Fichtenverjüngung kommt am besten auf nicht überschirmten Flächen mit geringer Besonnung auf. Lärche braucht dagegen größere Freiflächen und Mineralböden zur Verjüngung.

Zur Steigerung der Holzqualität sind in diesem Waldtyp Pflegeeingriffe nötig. Zu empfehlen sind Auslese- und Strukturdurchforstungen. Niederdurchforstungsartige Eingriffe sollten vermieden werden, da solche negative Auswirkungen auf die Bestandesstabilität haben. Für Lärche sowie für andere Mischbaumarten ist bereits im Jungwuchsstadium das Bilden von Gruppen nötig. Bei Naturgefahren ist je nach Art der Gefährdung die Baumartenwahl und die waldbauliche Behandlung darauf abzustimmen. Allgemein verbessern jedoch die Erhöhung des Mischbaumanteils und eine Strukturhöhung die Stabilität. (Amt der Tiroler Landesregierung⁴, 2015).

3 Material und Methoden

3.1 Allgemeines

Wie erwähnt, wurden die im Rahmen dieser Arbeit verwendeten Daten im Großprojekt Waldtypisierung erhoben. Ziel der Waldtypisierung war es, die Waldbestände in Nord- und Südtirol als Waldgruppen und Waldtypen zu beschreiben.

Die Waldgruppen stellen dabei die übergeordnete Ebene dar. Sie setzen sich aus mehreren Waldtypen zusammen, in denen die gleichen Hauptbaumarten dominieren. Als Beispiele können die montanen Fichtenwälder und die Fichten-Tannenwälder genannt werden, die in dieser Arbeit für die entsprechenden Vergleiche herangezogen werden.

Waldtypen sind dagegen weit enger definiert und entsprechen der potenziell natürlichen Waldgesellschaft auf dem jeweiligen Standort. In Südtirol wurden 111 Typen ausgeschieden, um der Diversität der angetroffenen Standorte Rechnung zu tragen (Autonome Provinz Bozen¹, 2010). In Nordtirol sind es gar 193 (Amt der Tiroler Landesregierung⁴, 2015). Viele Waldtypen kommen sowohl in Süd- als auch in Nordtirol mehr oder weniger häufig vor und sind auch gleich oder ähnlich benannt. Es gibt allerdings auch Ausnahmen: Einige Waldtypen tragen zwar die gleiche Bezeichnung, sind aber in beiden Ländern unterschiedlich definiert. Solche Typen wurden in dieser Arbeit nicht verwendet.

Die Zuteilung zu den einzelnen Waldtypen erfolgte mit einer GIS- gestützten Modellierung. Jeder Standort wurde über die Parameter Höhenstufe, Exposition, Neigung, Geländeform, Geologie, Substrat sowie den Bodentyp mit dem entsprechenden Wasser- und Nährstoffhaushalt, dem jeweiligen Waldtyp zugeordnet. Die Kalibrierung des verwendeten Modells wurde mit im Gelände erhobenen Daten durchgeführt. In Südtirol wurden hierfür etwa 1300 Stichproben durchgeführt (Autonome Provinz Bozen², 2010). Wie viele Stichproben in Nordtirol schlussendlich anfallen, steht erst nach der Fertigstellung der Arbeiten, die voraussichtlich 2016 erfolgen wird, fest. Zu Beginn der Datenanalyse am 01.04. 2015 standen 1509 Stichproben zur Verfügung.

Zu erwähnen ist allerdings, dass die Stichproben in beiden Ländern nicht zufällig über die jeweilige Waldfläche verteilt sind. Bei der Inventur wurden vor allem Bestände ausgewählt, die sich in einem halbwegs naturnahen Zustand befanden (Autono-

me Provinz Bozen₂, 2010). Dadurch konnte leichter auf die potenziell natürliche Waldgesellschaft geschlossen werden, welche für die Kalibrierung des Modells notwendig war.

An jedem Stichprobenpunkt wurde eine Vielzahl von Parametern erhoben. Standorts- und Bestandesmerkmale, wie zum Beispiel Schichtung und Überschirmung, wurden auf einer größeren Fläche gutachtlich angesprochen. Biometrische Daten wurden mit einer 6-Baum-Stichprobe erhoben. Dabei wurden die sechs nächsten Bäume aufgenommen. Zu beachten ist dabei, dass Stichproben nur in älteren Beständen durchgeführt wurden. Die Kluppschwelle war mit 6 cm festgelegt (Gruber et al, 2005).

Auch wenn die Inventur vor allem darauf ausgelegt war, das entsprechende GIS-Modell zu kalibrieren, sind neben den zahlreichen Standortdaten genügend Bestandesdaten erhoben worden, welche die Beantwortung der vorliegenden Forschungsfragen möglich machen.

3.2 Verwendete Daten aus der Waldtypisierung

In der Arbeit wurde auf die benötigten Aufnahmedaten sowie auf die Zuordnung der einzelnen Stichproben zum jeweiligen Waldtyp zurückgegriffen.

3.2.1 Verwendete Waldtypen

In der vorliegenden Arbeit wurden Nutzungsunterschiede zwischen Süd- und Nordtirol in den Waldgruppen der montanen Fichtenwälder und in der Waldgruppe der Fichten-Tannenwälder untersucht. Aus den genannten Waldgruppen wurden Waldtypen, die in beiden Ländern ähnlich definiert sind, ausgewählt.

In den montanen Fichtenwäldern wurden die Waldtypen Fi 1, Fi 3, Fi 4, Fi 5, Fi 6, Fi 7, Fi 8, Fi 11, Fi 12 und Fi 13 gewählt. Die lateinischen Bezeichnungen sowie die Anzahl der Stichproben, die in den einzelnen Waldtypen der beiden Länder aufgenommen wurden, sind in Tabelle 2 aufgelistet.

Kurzbez.	Lateinische Bezeichnung	N Nordtirol	N Südtirol
Fi 1	<i>Veronico latifoliae-Piceetum typicum</i>	31	24
Fi 3	<i>Luzulo luzuloidis-Piceetum typicum</i>	24	23
Fi 4	<i>Luzulo luzuloidis-Piceetum vaccinietosum vitis-idaeae</i>	11	31
Fi 5	<i>Melico-Piceetum clematidetosum alpinae</i>	15	31
Fi 6	<i>Erico-Piceetum seslerietosum albicantis</i>	9	11
Fi 7	<i>Melico-Piceetum typicum</i>	10	23
Fi 8	<i>Erico-Piceetum brachypodietosum rupestre, Calamagrostio variaae-Piceetum</i>	15	32
Fi 11	<i>Polypodio-Piceetum</i>	8	14
Fi 12	<i>Hypno-Piceetum</i>	4	8
Fi 13	<i>Asplenio-Piceetum</i>	2	4
Summe		129	201

Tabelle 2: Gewählte Waldtypen der Waldgruppe montaner Fichtenwälder mit der Anzahl der Stichproben in Nord- und Südtirol

In den Fichten-Tannenwäldern wurden die Waldtypen FT 1, FT 5, FT 6, FT 12, FT 15 und FT 19 in die Analyse aufgenommen (Tabelle 3).

Kurzbez.	Lateinische Bezeichnung	N Nordtirol	N Südtirol
FT 1	<i>Calamagrostio villosae-Abietetum calamagrostietosum arundinaceae</i>	12	33
FT 5	<i>Galio rotundifolii-Abietetum (Oxali-Abietetum) dryopteridetosum</i>	13	16
FT 6	<i>Adenostylo alliariae-Abietetum petasitetosum albae</i>	23	7
FT 12	<i>Luzulo-Abietetum (Calamagrostio villosae-Abietetum) rhododendretosum ferruginei</i>	7	16
FT 15	<i>Adenostylo glabrae-Abietetum caricetosum flaccae (A.gl.-Ab. caricetosum albae)</i>	15	24
FT 19	<i>Adenostylo glabrae-Abietetum caricetosum ferrugineae</i>	23	2
Summe		95	98

Tabelle 3: Gewählte Waldtypen der Waldgruppe Fichten-Tannenwälder mit der Anzahl der Stichproben in Nord- und Südtirol

Näheres zu den einzelnen Waldtypen ist in den Waldtypenbeschreibungen der beiden Länder zu finden. (Autonome Provinz Bozen², 2010; Amt der Tiroler Landesregierung⁴, 2015).

3.2.2 Verwendete Primärdaten

Die gestellten Forschungsfragen werden mit den in der Einleitung genannten Parametern beantwortet. Teilweise werden dafür direkt Primärdaten verwendet, andere werden aus mehreren Primärvariablen abgeleitet. In Tabelle 4 sind die zur Beantwortung der einzelnen Forschungsfragen verwendeten Parameter sowie die dazugehörigen Primärdatensätze aufgelistet.

Forschungsfragen	Verwendete Parameter	Verwendete Rohdaten
1. Wuchsklassenverteilung	Wuchsklasse	Schichtung, Alter, BHDs
2. Nutzungsintensität	Nutzungen und deren Intensitäten	Nutzungen und deren Intensitäten
3. Art und Wirksamkeit der Bestandespflege	H/d-Wert, Kronenprozent und Überschirmung	Überschirmung, Baumhöhen, Höhen der Kronenansätze, BHDs
4. Entnahme von Unterständern in älteren Beständen	BHD-Spreitung und Distanz zum 6. Baum	BHDs, Distanz zum 6. Baum
5. Baumartenzusammensetzung	Aktueller sowie Potenzieller Deckungswert in Dominanzklassen, Baumartenanteile (Grundfläche) in den 6-Baum-Stichproben	Aktueller sowie Potenzieller Deckungswert in Dominanzklassen, Baumartenanteile (Grundfläche) in den 6-Baum-Stichproben
6. Unterschiede in einem einzelnen Waldtyp	Baumartenanteile, Alter, Höhen BHDs	Baumartenanteile, Alter, Höhen, BHDs

Tabelle 4: Gestellte Forschungsfragen, die zur Beantwortung verwendeten Parameter sowie die dafür benötigten Primärdaten aus den jeweiligen Waldtypisierungen.

Bei den Primärdaten kann zwischen zwei Typen unterschieden werden. Bestandesmerkmale wurden von dem jeweiligen Aufnahmeteam auf einer größeren Fläche gutachtlich erhoben, während Baumerkmale wie Höhe und BHD im Rahmen der 6-Baum-Stichprobeninventur gemessen wurden. Daraus resultiert, dass mit der N-Stichprobe erhobene Baumdaten pro Stichprobe 6 mal vorliegen, während die Bestandesdaten nur einmal pro Stichprobe erhoben wurden. Eine Ausnahme stellt dabei die Distanz zum 6. Baum dar. Dieser Parameter liegt pro Stichprobe nur einmal vor.

Die Forschungsfrage 5 (Baumartenanteile) ist als einzige sowohl mit gutachtlich erhobenen, als auch mit Daten aus der 6-Baum-Stichprobeninventur zu beantworten.

Durch den Vergleich der beiden Resultate ist eine gewisse Kontrolle möglich, was das Ergebnis dieser Forschungsfrage noch aussagekräftiger macht.

3.2.3 Analyisierte taxative Bestandesmerkmale

Von den in den Beständen erhobenen Strukturparametern wurden die in Tabelle 5 aufgelisteten für die einzelnen Vergleiche verwendet.

Variable	Beschreibung
Baumarten aktuell/potenziell	Die Baumartenanteile der mehr als 5 m hohen Holzgewächse wurden beurteilt und in Dominanzklassen (dominant, subdominant, etc.) angesprochen. Potenziell war jene Baumartenkombination anzugeben, welche unter den gegebenen Standortverhältnissen zu erwarten wäre
Schichtung	Aufbau des Bestandes nach der Höhendifferenzierung der Baumarten (ein-, zweischichtig, etc.).
Überschirmung	Gesamtüberschirmung der Baumschicht in Zehntel
Nutzungen	Nutzungsart und – Intensität von Nutzungen (Forstliche Endnutzung, Forstliche Vornutzung, Waldweide, etc.) wurden erhoben; getrennt nach aktueller oder historischer Nutzung

Tabelle 5: Taxatorisch erhobene Bestandesmerkmale, übernommen von Ruprecht und Vacik, 2009.

3.2.4 Verwendete Daten aus der N-Baumstichprobe

Die ertragskundlichen Daten wurden mit einer 6-Baum-Stichprobe nach PRODAN (1965) erhoben. Die für die Vergleiche verwendeten Variablen sind in Tabelle 6 aufgelistet.

Variable	Beschreibung
Baumart	Angabe der Baumart.
BHD	Messung des Stammdurchmessers in Brusthöhe (1,3 m) in cm.
Baumhöhe	Höhe des Baumes in m.
Baumalter	Das Alter jedes Baumes wurde durch Bohrung ermittelt. Der Bohrkern wurde in Stockhöhe entnommen und das Alter gezählt.
Kronenansatz	Es wurde der Kronenansatz in m gemessen.
Horizontaldistanz zum 6. Baum	Horizontale Distanz vom Probekreiszentrum zur Stammachse des 6. Baums in cm.

Tabelle 6: Für die Vergleiche verwendete Daten aus den N- Baum Stichproben, übernommen von Ruprecht und Vacik, 2009.

3.2.5 Detailbeschreibung der für die Vergleiche verwendenden Bestandesmerkmale

3.2.5.1 Baumartenverhältnis aktuell/potenziell

Für die Beurteilung der Abweichung der aktuellen Waldgesellschaft von der potenziellen wurde an jedem Inventurpunkt sowohl die aktuelle, als auch die potenzielle Waldgesellschaft vom Inventurteam angesprochen.

Die aktuelle Waldgesellschaft wurde aus der Überschirmung für jede Baumart in Klassen abgeleitet. Das Klassenmittel wurde dann für die weitere Berechnung verwendet. Das potenzielle Baumartenverhältnis wurde aus den Standortmerkmalen und der erwarteten, potenziell natürlichen Waldgesellschaft, abgeleitet und mit dem gleichen System bewertet. In Tabelle 7 sind die einzelnen Deckungsintervalle sowie die für die Berechnung verwendeten mittleren Deckungswerte aufgelistet.

Bezeichnung	Deckungsintervall / erwartetes Deckungsintervall[%]	Mittlerer Deckungswert / erwarteter mittlerer Deckungswert[%]
Baumart dominant	> 50	75
Baumart subdominant	26 – 50	37,5
Baumart beigemischt	5 – 25	15
Baumart eingesprengt	1 – 5	3

Tabelle 7: Deckungsintervall / erwartetes Deckungsintervall und für die Berechnung verwendetes Klassenmittel, übernommen von Ruprecht und Vacik, 2009.

Zu beachten ist dabei, dass ein Aufsummieren der einzelnen Prozentwerte de facto nie 100 ergibt. Trotzdem können die Klassenwerte als Prozentwerte interpretiert und in der Berechnung als solche verwendet werden.

3.2.5.2 Schichtung

Die Schichtung beschreibt die Vertikalstruktur eines Bestandes. Diese wurde vom Inventurteam okular angesprochen.

Jede Schicht muss zumindest 30% Deckungsgrad aufweisen, sonst wird sie nicht beachtet. Altersunterschiede und Stammstärken wurden nicht berücksichtigt, es geht rein um die Höhendifferenzen. Die okulare Ansprache erfolgte nach Tabelle 8 in einer 6-teiligen Skala.

Schichtung	Definition
kein Bestand	Unbestockte Blöße/Bestandeslücke oder Schlagfläche/Jungwuchs
einschichtig	Eine Bestandesschicht, weitere Bestandesschicht fehlt, bzw. < 1/10 Deckung
schwach zweischichtig	Zweite Bestandesschicht schwach (1/10 - < 3/10 Deckung) ausgebildet
deutlich zweischichtig	Zweite Bestandesschicht deutlich ($\geq 3/10$ Deckung) ausgebildet
mehrschichtig	Mehr als 2 horizontale Kronenschichten vorhanden
stufig	Stufiger oder plenterwaldartiger Bestand. Es ist auf kleinflächigem Raum eine starke Höhendifferenzierung gegeben; die Bäume konnten nicht eindeutig einer Schicht zugeordnet werden.

Tabelle 8: Verwendetes Schichtungsklassen, übernommen von Ruprecht und Vacik, 2009.

3.2.5.3 Überschirmung

Die Gesamtüberschirmung wurde in Zehnteln angegeben. 10 bedeutet dabei, dass 100 Prozente der Fläche überschirmt waren. Nur die mehr als 5 m hohen Holzgewächse werden betrachtet.

3.2.5.4 Nutzungen

Anthropogene Eingriffe wurden differenziert angesprochen. Es wurde dabei sowohl die Art als auch die Stärke der Nutzungen aufgenommen. Auch zwischen aktueller (bis 10 Jahre) und historischer Nutzung (mehr als 10 Jahre) wurde unterschieden. Die in Tabelle 9 genannten Nutzungsarten fanden Aufnahme in diese Arbeit. Touristische Nutzungen, Wildeinfluss, Bodennutzungen sowie sonstige Nutzungen wurden nicht erhoben. Auch Mehrfachnennungen waren möglich.

Nutzungen	Definition
Forstliche Endnutzung	Nutzungen, die im Zeitraum der forstlichen Umtriebszeit des Bestandes lagen oder durch einen bestimmten Zieldurchmesser definiert waren.
Forstliche Vornutzung	Vornutzungen, Durchforstungsmaßnahmen, Kulturpflege, Lichtung, etc.
Schneitelung	Entnahme unterer Äste unter Belassung des Wipfels zur Gewinnung von Fein- und Laubreisig, als Futter in Notzeiten und zur Brennholzgewinnung.
Streunutzung	Entnahme von Nadel- oder Laubstreu (organischer Bestandesabfall auf der Bodenoberfläche), als Einstreu oder Dünger in der Landwirtschaft.
Waldweide	Nutzung durch Weidevieh (Trittsiegel, Weidegangeln, Kuhfladen, Verbißschäden)

Tabelle 9: In der Arbeit berücksichtigte Nutzungsarten, Übernommen von Ruprecht und Vacik, 2009.

Die Nutzungsintensität wurde über eine Kombination von Eingriffsfläche und Eingriffsstärke ermittelt (Tabelle 10).

Nutzungsintensität	Definition	Rechenwert
keine	Keine Nutzung feststellbar/sichtbar	0
gering/vereinzelt	Nur punktförmig oder auf Teile der Fläche beschränkt bzw. <10% des Vorrats	1
mittel/kleinflächig	Mind. halbe Fläche o. Auswirkung unter 5000 m ² (auch außerhalb) bzw. 10-30% des Vorrats	2
stark/großflächig	Gesamte Fläche oder Auswirkung über 5000 m ² (auch außerhalb) bzw. >30% des Vorrats	3

Tabelle 10: Nutzungsintensität, übernommen von Ruprecht und Vacik, 2009.

Die genaue Intensitätsklasseneinteilung für die einzelnen Nutzungsarten erfolgte nach KOCH (1995):

Forstliche Endnutzung (Tabelle 11)

Intensität 1:	Intensität 2:	Intensität 3:
<p>Einzelstammnutzung bzw. Plenterung verteilt auf die Probefläche oder auf Teile dieser;</p> <p>Femlung: Unregelmäßige Entnahme eines Teiles der Bäume auf einer annähernd runden Fläche mit einem Durchmesser, der höchstens der Bestandeshöhe entspricht (max. 1000 m²);</p> <p>Nutzungen im Zuge von Freistellung und Erweiterung von Jungwuchskernen (max. 1000 m²);</p> <p>Schirmschlag: Entnahme so vieler Bäume, daß nur ein mehr oder weniger lockerer, gleichmäßiger Schirm über der Fläche erhalten bleibt (bei Buchenreinbeständen). Die Nutzung erfolgt auf einer Fläche bis 0,5 ha.</p>	<p>Kleinkahlschlag: Totalentnahme von Bäumen auf einer Fläche von 0,1 bis 0,5 ha;</p> <p>kleinflächige Schadholzaufarbeitung bis zu einer Fläche von 0,5 ha;</p> <p>Mittelwaldnutzung;</p> <p>Niederwaldnutzung;</p> <p>Räumung auf einer Fläche von 0,1 bis 0,5 ha.</p> <p>Schirmschlag auf einer Fläche über 0,5 ha;</p>	<p>Großkahlschlag: Totalentnahme von Bäumen auf einer Fläche > 0,5 ha;</p> <p>Schadholzaufarbeitung großflächig auf einer Fläche von > 0,5 ha;</p> <p>Räumung auf einer Fläche von > 0,5 ha</p>

Tabelle 11: Genaue Einteilung der Nutzungsart „forstliche Endnutzung“ in Intensitätsklassen, übernommen von Ruprecht und Vacik, 2009.

Waren noch Stöcke mit Schnittflächen vorhanden, so konnte maximal die Intensitätsstufe 2 (mittel) vergeben werden. Wuch die Bestandesstruktur deutlich von der natürlichen Struktur ab, ohne dass Nutzungsrelikte vorhanden waren, so konnte die Intensität 1 (schwach) vergeben werden (Hinweis auf eine historische Nutzung).

Forstliche Vornutzung/Pflegemaßnahmen (Tabelle 12)

Intensität 1:	Intensität 2:	Intensität 3:
Schwache Durchforstungsmaßnahmen; Einzelstammentnahme im Zuge einer Vornutzung; Schwache Niederdurchforstung	Starke Niederdurchforstung bzw. schematische Durchforstung; Mäßige Auslesedurchforstung; Mechanische Kulturpflege.	Chemische Maßnahmen in der Kultur (Entfernen der Krautschicht und Pioniergehölzen, Läuterung) und chemische Standraumerweiterung; Starke Auslesedurchforstung; Lichtung.

Tabelle 12: Genaue Einteilung der Nutzungsart „forstliche Vornutzung/Pflegemaßnahmen“ in Intensitätsklassen, übernommen von Ruprecht und Vacik, 2009.

Waldweidenutzung (Tabelle 13)

Intensität 1:	Intensität 2:	Intensität 3:
Fläche für das Weidevieh freizugänglich, aber auf Grund der lokal ungünstigen Vegetationsverhältnisse (z.B. Zwergstrauchgesellschaften) nur gering angenommen; Vereinzelt Kotstellen/Kuhfladen.	Auf der Probefläche viele Kotstellen. Vereinzelt Trittschäden und Bodenverwundung	Auf der gesamten Probefläche viele Kotstellen und/oder starke Trittschäden; Deutliche Weidegangeln am Relief erkennbar Lagerflächen (Viehläger) bzw. Einstände auf der Probefläche Verbißschäden mit eindeutiger Zuordnung zum Weidevieh (z.B. in mehr als 1,5 m Höhe).

Tabelle 13: Genaue Einteilung der Nutzungsart „Weidenutzung“ in Intensitätsklassen, übernommen von Ruprecht und Vacik, 2009.

Schneitelung/Streunutzung (Tabelle 14)

Intensität 1:	Intensität 2:	Intensität 3:
Schneitelung bzw. Astung von weniger als 5% der Stämme.	Schneitelung bzw. Astung von 5 bis 20% der Stämme Historische Streunutzung erkennbar.	Schneitelung bzw. Astung von mehr als 20% der Stämme; Deutliche Streunutzung auf mehr als der Hälfte der Probefläche (aktuell).

Tabelle 14: Genaue Einteilung der Nutzungsart Schneitelung/Streunutzung in Intensitätsklassen, übernommen von Ruprecht und Vacik, 2009.

3.3 Abgeleitete Parameter und Datenanalyse

In diesem Abschnitt erfolgt, neben der Ableitung der in der Arbeit verwendeten Sekundärdaten, auch die Aufteilung der Daten in Wuchsklassen und Nutzungsintensitätsklassen, um die Daten differenziert vergleichen zu können. Dadurch können auch Unterschiede, die beispielsweise nur in alten Beständen oder bei besonders starker Nutzung auftreten, gefunden werden.

3.3.1 Wuchsklassen

Die Wuchsklasse ist für die in dieser Arbeit durchgeführten Vergleiche eine sehr wichtige Kenngröße. Unterschiedliche Bewirtschaftungsarten lassen sich häufig nur in einer speziellen Wuchsklasse erkennen. Bei einem Vergleich aller Datensätze würden diese Unterschiede nicht mehr sichtbar werden. Zudem ist die Wuchsklassenverteilung an sich ein interessanter Parameter, der in Forschungsfrage 1 verglichen wird.

Die Einteilung erfolgte über das Alter, die BHDs und über die Schichtung. Die Stichprobenpunkte wurden mit diesen Größen in Stangenholz, Baumholz, Altholz und plenterartige Bestände unterteilt. In jüngeren Beständen wurden bei dieser Inventur keine Stichprobenpunkte gesetzt. Mehrstufige und dreischichtige Bestände wurden der Klasse der plenterartigen Bestände zugewiesen. Alle anderen Stichprobenpunkte wurden über Alter und BHD einer Wuchsklasse zugewiesen. Stichprobenpunkte mit drei oder mehr Bäumen, welche ein Alter größer 120 Jahren aufwiesen, wurden der Wuchsklasse Altholz zugewiesen. Überwogen Bäume mit einem geringeren Alter, wurde der Punkt der Wuchsklasse Baumholz zugewiesen, wenn nicht mehr als 3 BHDs größer gleich 50 cm waren. In diesem Fall gehörte der Punkt unabhängig vom Alter zum Altholz. Wenn drei Bäume jünger und drei Bäume älter waren als 120 Jahre, erfolgte die Einteilung in Altholz oder Baumholz ebenfalls über den BHD. Hatte ein Baum einen BHD größer 50 cm, zählte der Punkt zum Altholz.

3.3.2 Berechnung von Nutzungsintensitäten und Zuweisung in Klassen

Ebenso wie die Aufteilung in Wuchsklassen kann auch die Einteilung in Nutzungsintensitätsklassen helfen, Unterschiede in der Bewirtschaftung zu zeigen, die bei undifferenzierter Betrachtung aller Datensätze verborgen bleiben würden. Weiters ist die Nutzungsintensität an sich ein für die Arbeit interessanter Parameter, der zur Beantwortung der Forschungsfrage 2 benötigt wird.

Die Nutzungsintensität wurde, wie in Punkt 3.2.5.4 beschrieben, für jede Nutzungsart einzeln ermittelt. Zusätzlich wurde noch zwischen aktueller und historischer Nutzung unterschieden. Die Werte der Nutzungsintensitäten aller Nutzungsarten wurden sowohl historisch als auch aktuell zusammengezählt. Der größtmögliche Wert für die Nutzungsintensität ist demzufolge 36 (3 x 2 x 6).

Bei der Einteilung in Nutzungsklassen wurde zwischen schwacher, mittlerer und starker Nutzungsintensität unterschieden. Schwache Nutzungsintensität wurde bei Werten von 0-3, mittlere Nutzungsintensität bei Werten von 4-6 und starke Nutzungsintensität bei Werten größer 6 vergeben.

3.3.3 Weitere abgeleitete Parameter

3.3.3.1 Unterschiede zwischen aktuell mittlerem und potenziell mittlerem Deckungswert

An allen Stichproben wurden sowohl die aktuellen mittleren Deckungswerte, sowie die mittleren erwarteten Deckungswerte für jede Baumart ermittelt. In dieser Arbeit werden die Werte der in den beiden verwendeten Waldgruppen wichtigsten Baumarten, Fichte, Tanne, Lärche und Rotkiefer, verwendet. Für jede dieser Baumarten wurden von den potenziellen Deckungswerten die aktuellen Werte abgezogen.

3.3.3.2 Der h/d-Wert

Der h/d-Wert ist ein Kennwert für die Baumstabilität. Je kleiner er ist, desto höher ist die Stabilität des entsprechenden Baumes. Der h/d-Wert ist folgendermaßen definiert (1) (Kramer, 1988):

$$\text{Baumhöhe [m]} / \text{Baumdurchmesser [m]} = h/d \text{ [-]} \quad (1)$$

3.3.3.3 Das Kronenprozent

Das Kronenprozent lässt eine Aussage über die Vitalität des entsprechenden Baumes zu. Je höher das Kronenprozent ist, desto mehr Möglichkeiten zur Photosynthese und zur Bildung von Speicherstoffen hat ein Baum. Berechnet wird das Kronenprozent nach (2) (Kramer, 1988):

$$(\text{Baumhöhe [m]} - \text{Kronenansatz [m]}) / \text{Baumhöhe [m]} \times 100 = \text{Kronenprozent.} \quad (2)$$

3.3.3.4 BHD-Spreitung

Die BHD-Spreitung gibt an wie die BHDs über die Durchmesserklassen innerhalb einer Stichprobe verteilt sind. Die Berechnung erfolgte in dieser Arbeit nach (3):

$$\text{BHD dickster Baum [cm]} - \text{BHD dünnster Baum [cm]} = \text{BHD-Spreitung [cm]} \quad (3)$$

3.3.4 Überprüfung der Validität

Die Erhebung und Eingabe großer Datenmengen ist oft mit gewissen Fehlern behaftet. Auch wenn anzumerken ist, dass der Datensatz in einem sehr guten Zustand war, gab es für einige wenige Datensätze Unstimmigkeiten. Datensätze waren teilweise unvollständig, oder besaßen sonstige Eigenheiten, wie zum Beispiel einen 7.ten Baum in der 6-Baum-Stichprobe. Diese Datensätze wurden entfernt.

Die Zuordnung der Stichproben zu einer PNWG war oft nicht eindeutig. Parameter wie Boden, Bodenvegetation und Exposition, können zu anderen Ergebnissen führen als die vom jeweiligen Inventurteam im Gelände angesprochene, potenziell natürliche Waldgesellschaft.

Vor allem bei den Fichten-Tannenwäldern war das ein großes Problem, das anfangs zu verwirrenden Ergebnissen führte. Viele Stichproben mit keinem oder einem sehr geringen Potenzial für Tanne, bzw. in weit selteneren Fällen auch Fichte, wurden dieser Waldgruppe zugeordnet. Diese Datensätze mussten entfernt werden. Als Grenzwert wurde in dieser Waldgruppe ein mittlerer erwarteter Deckungswert [%] von 15 (beigemischt) festgelegt. War entweder für Fichte oder Tanne der mittlere erwartete Deckungswert geringer, wurde der Datensatz nicht verwendet. Vor allem in Nordtirol musste dadurch eine große Menge von Daten aussortiert werden. In manchen Waldtypen fielen mehr als 50% der Stichproben aus.

Das gleiche Problem gab es auch bei den montanen Fichtenwäldern. Hier wurden alle Datensätze ausgeschlossen, bei denen der mittlere erwartete Deckungswert für Fichte unter 37,5 (subdominant) war. Die Anzahl der Stichproben, die dadurch nicht verwendet wurden, war im Gegensatz zur Waldgruppe der Fichten-Tannenwälder aber gering.

3.4 Wahl der Vergleichsebene

Nicht jede Forschungsfrage kann auf derselben Ebene beantwortet werden. Während es bei gewissen Parametern keine Rolle spielt, welche Stichproben aus Nord- und Südtirol miteinander verglichen werden, ist das bei anderen sehr wohl erheblich.

Im Allgemeinen gilt bei statistischen Vergleichen: Je mehr Datensätze, desto leichter lassen sich signifikante Ergebnisse ableiten. Dieser Grundsatz wird auch bei dieser Arbeit verfolgt. Parameter bei denen es nicht wesentlich ist, dass die Stichproben in Nord- und Südtirol in den Waldtypen in etwa gleich verteilt sind, wurden auf der Ebene aller ausgewerteten Waldtypen verglichen. Es wurden also sowohl Stichproben aus der Waldgruppe der montanen Fichtenwälder, als auch Punkte aus der Waldgruppe Fichten-Tannenwälder verwendet. Auf die Verteilung der Punkte innerhalb der Waldgruppen wurde nicht geachtet.

Das ist bei jenen Fragestellungen möglich, bei denen die unterschiedliche Bewirtschaftungsart unabhängig von Standortmerkmalen durchschlägt. Bei Fragestellung 1, 2, 3 und 4 sollte der Einfluss von Standortmerkmalen vernachlässigbar sein. Deshalb wurden alle ausgewerteten Daten für die Beantwortung dieser Fragestellung ausgewählt.

Beim Vergleich von Baumartenanteilen, wie es in Forschungsfrage 5 vorgesehen ist, spielt die Verteilung der einzelnen Stichproben aber sehr wohl eine Rolle. Abgesehen davon, dass die beiden untersuchten Waldgruppen bei dieser Fragestellung nicht in einen Topf geworfen werden können, ist noch zu prüfen, ob die Waldtypenverteilung in beiden Ländern in etwa gleich ist. Nur wenn der Unterschied in der Wuchsklassenverteilung zufällig ist, können die Baumartenanteile verglichen werden.

Folgendes Beispiel soll das bekräftigen: Nimmt man beispielsweise an, dass in Südtirol nur wenige Stichproben der Waldgruppe der montanen Fichtenwälder in Waldtypen mit hohem Lärchenanteil fallen, und in Nordtirol im Gegensatz dazu sehr viele, so könnte daraus geschlossen werden, dass der Lärchenanteil in Nordtirol höher ist als in Südtirol. Unterschiede in der Bewirtschaftung können damit allerdings nicht dargestellt werden. Das ist nur möglich, wenn die Waldtypen in Bezug auf die untersuchten Merkmale etwa gleich verteilt sind.

In der Forschungsfrage 6 werden die Baumartenverteilung, Alter, Höhen und BHDs genauer betrachtet. Um sicherzustellen, dass Unterschiede nicht auf standörtlichen Differenzen beruhen, werden nur Datensätze des gleichen Waldtyps verglichen.

In Tabelle 15 sind zusammenfassend die zur Beantwortung der Forschungsfragen verwendeten Daten aufgelistet.

Forschungsfragen und betrachtete Größen	Verwendete Rohdaten
1. Wuchsklassenverteilung	Alle Stichproben
2. Nutzungsintensität	Alle Stichproben
3. Art und Wirksamkeit der Bestandespflege	Alle Stichproben
4. Entnahme von Unterständern in älteren Beständen	Alle Stichproben
5. Baumartenzusammensetzung	Waldgruppenebene
6. Unterschiede in einem einzelnen Waldtyp	Waldtypenebene, eine Wuchsklasse

Tabelle 15: Zusammenfassung der verwendeten Vergleichsebenen

3.5 Durchgeführte statistische Tests

Die statistischen Tests wurden mit dem Statistikprogramm SPSS durchgeführt. In dieser Arbeit waren Chi-Quadrat-Tests, zum Prüfen von Verteilungen sowie T-Tests zum Vergleichen von unabhängigen Stichproben, für die eigentlichen Vergleiche nötig.

3.5.1 Chi-Quadrat-Tests

Mit dem Chi-Quadrat-Test kann festgestellt werden, ob Unterschiede zwischen zwei Verteilungen bestehen. Bei den Vergleichen auf Waldgruppenebene kann geprüft werden, ob die Verteilung der gewählten Waldtypen in Nord- und Südtirol signifikant voneinander abweicht. Nur wenn diese Abweichungen zufällig sind, kann die getroffene Waldtypenauswahl für die weiteren Vergleiche verwendet werden.

Beim Chi-Quadrat-Test handelt es sich um einen so genannten nicht parametrischen Test. Es wird nicht ein Parameter sondern die gesamte Verteilung verglichen. Voraussetzung für die Anwendung des Tests ist, dass es sich bei den verglichenen Verteilungen um Zufallsstichproben handelt. Bei einem signifikanten Ergebnis gibt der Test nicht an, an welcher Stelle der Verteilung die signifikanten Abweichungen auftreten. Das muss mit weiteren Tests festgestellt werden.

Im Statistikprogramm SPSS wird eine der beiden Verteilungen als Erwartungsverteilung festgelegt. Die Werte dieser Verteilung gelten für jeden Parameter als Erwartungswert e_{ij} . Dabei ist mit i die Zeile und mit j die Spalte der jeweiligen Tabelle zu verstehen.

Den Chi-Quadrat-Wert errechnet das Programm nach 4, wobei n der jeweils beobachtete Wert ist.

$$\chi^2 = \sum_i \sum_j \frac{(n_{ij} - e_{ij})^2}{e_{ij}} \quad (4)$$

n_{ij} = beobachtete Fälle in der Zelle der i -ten Reihe und j -ten Spalte

e_{ij} = unter H_0 (Nullhypothese) erwartete Fälle in der Zelle der i -ten Reihe und j -ten Spalte

Ist der Chi-Quadrat-Wert kleiner als der Quantilwert der Chi-Quadrat-Verteilung für die vorhandenen Freiheitsgrade und das gewünschte Signifikanzniveau, so ist die Abweichung zwischen den beiden Verteilungen signifikant (Janssen, Laatz, 2007).

3.5.2 T-Test unabhängiger Stichproben

Mit dieser Art von Test wurden die eigentlichen Vergleiche im Programm SPSS durchgeführt. Dabei werden die Mittelwerte der entsprechenden Vergleichsparameter paarweise gegenübergestellt. Wichtig ist dabei auch die Standardabweichung. Je nachdem, ob diese in beiden Ländern gleich oder unterschiedlich ist, kommt ein anderer Test zur Anwendung.

Mit dem Levene-Test werden die Varianzen der beiden Mittelwerte in SPSS miteinander verglichen. Als Ergebnis liefert der Test, ob die Unterschiede der beiden Standardabweichungen signifikant verschieden oder zufällig sind. Das Signifikanzniveau wurde dabei mit 0,05 festgelegt (Janssen, Laatz, 2007).

3.5.2.1 Prüfgröße bei ungleicher Varianz

Das Programm SPSS berechnet den t-Wert zwischen zwei Mittelwerten mit ungleicher Varianz nach Formel 5:

$$t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}} \quad (5)$$

$\bar{x}_1, \bar{x}_2 =$ Mittelwerte

$n_1, n_2 =$ Anzahl der vorhandenen Stichproben

$s_1, s_2 =$ Standardfehler

Der auf diese Weise errechnete t-Wert kann als Differenz zwischen den beiden Mittelwerten der Stichproben, ausgedrückt in Einheiten des Standardfehlers, verstanden werden. Der Wert wird anschließend dem entsprechenden Quantilwert der t-Verteilung gegenübergestellt. Dabei ist zu beachten, dass es sich hier um zweiseitige Fragestellungen handelt. Von den beiden verglichenen Mittelwerten kann sowohl der Wert in Süd- als auch in Nordtirol höher sein. Die Anzahl der Freiheitsgrade df wird dabei nach (6) berechnet

$$df = \frac{\left[\left(\frac{s_1^2}{n_1} \right) + \left(\frac{s_2^2}{n_2} \right) \right]}{\left[\frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1} \right)^2}{(n_1 - 1)} \right] + \left[\frac{\left(\frac{s_2^2}{n_2} \right)^2}{(n_2 - 1)} \right]} \quad (\text{Formel 6})$$

$n_1, n_2 =$ Anzahl der vorhandenen Stichproben

$s_1, s_2 =$ Standardfehler

Im Normalfall ergibt diese Berechnung keine ganze Zahl. SPSS nimmt näherungsweise die nächste ganze Zahl für die Berechnung des Signifikanzniveaus (Janssen, Laatz, 2007).

3.5.2.2 Prüfgröße bei gleicher Varianz

Bei gleicher Varianz berechnet das Programm SPSS den t-Wert zwischen zwei Mittelwerten nach (7)

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s_p \cdot \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \quad (\text{Formel 7})$$

$\bar{x}_1, \bar{x}_2 =$ Mittelwerte

$n_1, n_2 =$ Anzahl der vorhandenen Stichproben

$s_p =$ gewogene Mittel der beiden Varianzen

Da in diesem Fall bei der 0-Hypothese des t-Tests unterstellt wird, dass sowohl die Differenz zwischen den Mittelwerten als auch zwischen den beiden Varianzen aus der Zufallsstichprobe resultiert, kann der Standardfehler s_p wie folgt als gewogenes Mittel der beiden Varianzen berechnet werden:

Der daraus berechnete t-Wert kann, analog zur Berechnung bei ungleichen Varianzen, als Differenz zwischen den beiden Samplereittelwerten, ausgedrückt in Einheiten des Standardfehlers, verstanden werden.

Auch die weitere Berechnung erfolgt analog jener bei ungleichen Varianzen. Die Anzahl der Freiheitsgrade lässt sich aber weit einfacher mit der Formel 8

$$df = n_1 + n_2 - 2 \quad (\text{Formel 8})$$

$n_1, n_2 =$ Anzahl der vorhandenen Stichproben

berechnen (Janssen, Laatz, 2007).

4 Ergebnisse

4.1 Ergebnisse auf der Gesamtebene

Als Erstes werden die Ergebnisse auf Gesamtebene der Waldgruppen dargestellt. Mit den Vergleichen auf dieser Ebene lassen sich am ehesten Unterschiede zwischen Nord- und Südtirol finden, da die Anzahl der Stichproben am größten ist.

4.1.1 Unterschiede in der Wuchsklassenverteilung

Nach der Zuordnung der einzelnen Stichproben zu Wuchsklassen wurde die Wuchsklassenverteilung in Nord und Südtirol verglichen. Dabei konnten lediglich deskriptive Verfahren angewendet werden, da es sich bei den Wuchsklassen um eine nominal skalierte Variable handelt.

Untersucht wurde ebenso, ob es Unterschiede in der Nutzungsintensität über die einzelnen Wuchsklassen gibt, indem für die einzelnen Nutzungsintensitätsklassen ebenfalls der entsprechende Chi-Quadrat-Test angewendet wurde.

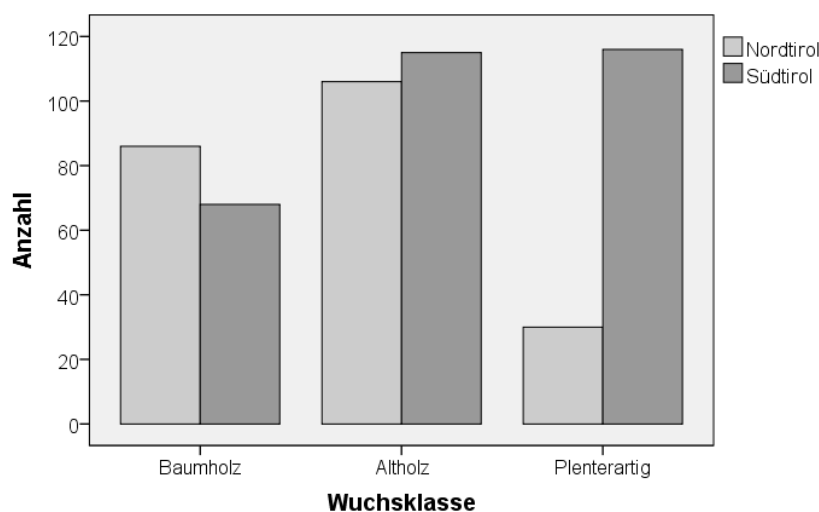


Abbildung 1: Anzahl der Stichproben in Nord- und Südtirol, getrennt nach Wuchsklassen, N = 521

Nutzungsintensität	Baumholz		Altholz		Plenterartig		Signifikanz des Unterschieds zwischen den Verteilungen laut Chi-Quadrat-Test
	Nordtirol	Südtirol	Nordtirol	Südtirol	Nordtirol	Südtirol	
Alle (N = 521)	86	68	106	115	30	116	0,000***
schwach (N = 279)	35	39	49	61	18	77	0,000***
mittel (N = 189)	36	28	35	47	8	35	0,001***
stark (N = 53)	15	1	22	7	4	4	0,052 NS

Tabelle 16: Wuchsklassenverteilung in Nord- und Südtirol getrennt nach Nutzungsintensität: Bei nicht signifikanten Differenzen ist ein NS nachgestellt, signifikante Differenzen sind wie folgt gekennzeichnet: * $p \leq 0.05$ / ** $p \leq 0.01$ / *** $p \leq 0.001$

Wie in Abbildung 1 und Tabelle 16 ersichtlich, variiert die Wuchsklassenverteilung zwischen Süd- und Nordtirol deutlich. In Nordtirol wurden mehr Stichproben der Wuchsklasse Baumholz zugeordnet als in Südtirol, Altholz-Stichproben kommen in etwa gleich viele vor. Den größten Unterschied gibt es bei der Anzahl der Stichproben, die als plenterartig eingestuft wurden. Hier ist Südtirol deutlich vorne.

Die berechneten Unterschiede in der Wuchsklassenverteilung in Nord- und Südtirol sind im Allgemeinen hoch signifikant. Es scheint, wie in Tabelle 16 gezeigt, auch weitgehend unabhängig zu sein, wie groß die Nutzungsintensität ist. Dass der Unterschied bei hoher Nutzungsintensität knapp nicht mehr signifikant ist, liegt vor allem daran, dass fast keine Stichproben in Südtirol in diese Klasse fallen.

4.1.2 Unterschiede in der Nutzungsintensität

Die Unterschiede in der Nutzungsintensität wurden auf verschiedene Art und Weise untersucht. Neben der Gesamtnutzungsintensität wurden die forstlichen Nutzungen und die forstlichen Nebennutzungen getrennt verglichen. Dabei erfolgte auch immer eine Analyse der Stichproben nach einzelnen Wuchsklassen.

4.1.2.1 Bedeutung der einzelnen Nutzungsarten

Land	Forstliche Nutzungen			
	Endnutzung historisch	Endnutzung aktuell	Vornutzung historisch	Vornutzung aktuell
Nordtirol	1,063	0,378	0,523	0,302
Südtirol	1,040	0,458	0,595	0,291

Land	Forstliche Nebennutzungen					
	Schneitelung historisch	Schneitelung aktuell	Streunutzung historisch	Streunutzung aktuell	Waldweide historisch	Waldweide aktuell.
Nordtirol	0,378	0,000	0,288	0,009	0,991	0,266
Südtirol	0,017	0,000	0,134	0,007	0,629	0,064

Tabelle 17: Durchschnittliche Nutzungsintensitäten für die einzelnen Nutzungsarten, N: 521.

Betrachtet man Tabelle 17, so kann festgestellt werden, dass bei den forstlichen Nutzungen Endnutzungen häufiger angesprochen worden sind als Vornutzungen. Bei den forstlichen Nebennutzungen sticht dagegen Waldweide hervor.

Weiters fällt auf, dass historische Nutzungen bei allen Nutzungsarten häufiger festgestellt werden konnten als aktuelle. Bei Schneitelung und Streunutzung gibt es de facto keine aktuelle Nutzung mehr.

4.1.2.2 Vergleich der forstlichen Nutzungsintensität

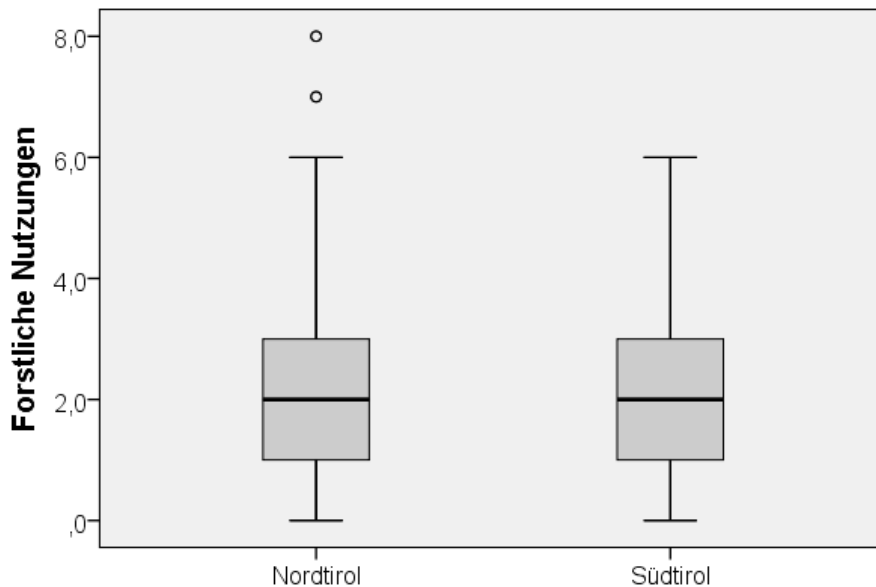


Abbildung 2: Forstliche Nutzungsintensität in Nord- und Südtirol, N = 521

Wuchsklasse	Nordtirol			Südtirol			Differenz N - S
	Anzahl	Mittelwert	Standardabw.	Anzahl	Mittelwert	Standardabw.	
Alle (N = 521)	222	2,27	1,78	299	2,38	1,30	-0,112 NS
Baumholz (N = 154)	86	2,34	1,92	68	2,38	1,28	-0,045 NS
Altholz (N = 221)	106	2,25	1,74	115	2,64	1,34	-0,389 NS
Plenterartig (N = 146)	30	2,10	1,54	116	2,11	1,23	-0,012 NS

Tabelle 18: Forstliche Nutzungsintensität in Nord- und Südtirol getrennt nach Wuchsklassen: Bei nicht signifikanten Differenzen ist ein NS nachgestellt, signifikante Differenzen sind wie folgt gekennzeichnet: * $p \leq 0.05$ / ** $p \leq 0.01$ / *** $p \leq 0.001$

Die forstlichen Nutzungsintensitäten unterscheiden sich, wie in Abbildung 2 und Tabelle 18 gezeigt, in Nord- und Südtirol nicht signifikant. Auch auf Ebene der Wuchsklassen lässt sich wie in Tabelle 18 ersichtlich keine signifikante Differenz finden. Allerdings ist feststellbar, dass die forstliche Nutzungsintensität in Nordtirol sowohl beim allgemeinen Vergleich als auch in den einzelnen Wuchsklassen etwas kleiner ist als in Südtirol, wobei die Standardabweichung größer ist.

Am schwächsten ist die forstliche Nutzungsintensität beider Länder in den plenterartigen Beständen. In Südtirol ist die Nutzungsintensität im Altholz am höchsten, in Nordtirol dagegen im Baumholz.

4.1.2.3 Vergleich der Intensität forstlicher Nebennutzungen

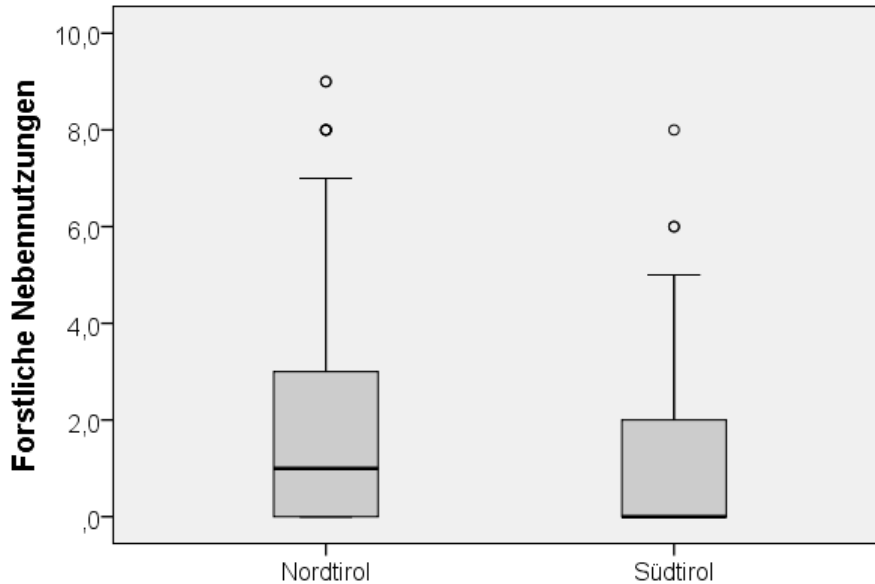


Abbildung 3: Intensität der forstlichen Nebennutzungen in Nord- und Südtirol, N = 521

Wuchsklasse	Nordtirol			Südtirol			Differenz N - S
	Anzahl	Mittelwert	Standardabw.	Anzahl	Mittelwert	Standardabw.	
Alle (N = 521)	222	1,93	2,26	299	0,850	1,23	1,08***
Baumholz (N = 154)	86	2,03	2,28	68	0,750	1,12	1,28***
Altholz (N = 221)	106	2,09	2,31	115	0,948	1,40	1,15***
Plenterartig (N = 146)	30	1,07	1,83	116	0,810	1,12	0,256 NS

Tabelle 19: Intensität der forstlichen Nebennutzungen in Nord- und Südtirol getrennt nach Wuchsklassen: Bei nicht signifikanten Differenzen ist ein NS nachgestellt, signifikante Differenzen sind wie folgt gekennzeichnet: * $p \leq 0.05$ / ** $p \leq 0.01$ / *** $p \leq 0.001$

Im Gegensatz zur forstlichen Nutzungsintensität ergeben sich bei der Intensität der forstlichen Nebennutzungen durchaus hoch signifikante Unterschiede, wie in Abbildung 3 und Tabelle 19 ersichtlich. In Nordtirol ist die Intensität dieser Art von Nutzungen weit höher als in Südtirol. Die einzige Ausnahme bildet dabei die Wuchsklasse der plenterartigen Bestände. Hier ist zwar auch ein schwacher Trend zu erkennen, aber der Unterschied ist nicht signifikant.

Während die Intensität der forstlichen Nebennutzungen in Südtirol mehr oder weniger in allen Wuchsklassen gleich hoch ist, gibt es in Nordtirol starke Differenzen zwischen den Wuchsklassen Baumholz, Altholz und den plenterartigen Beständen. In den plenterartigen Beständen ist die Nutzungsintensität nur etwa halb so hoch als in den anderen beiden Wuchsklassen.

4.1.2.4 Vergleich der Gesamtnutzungsintensität

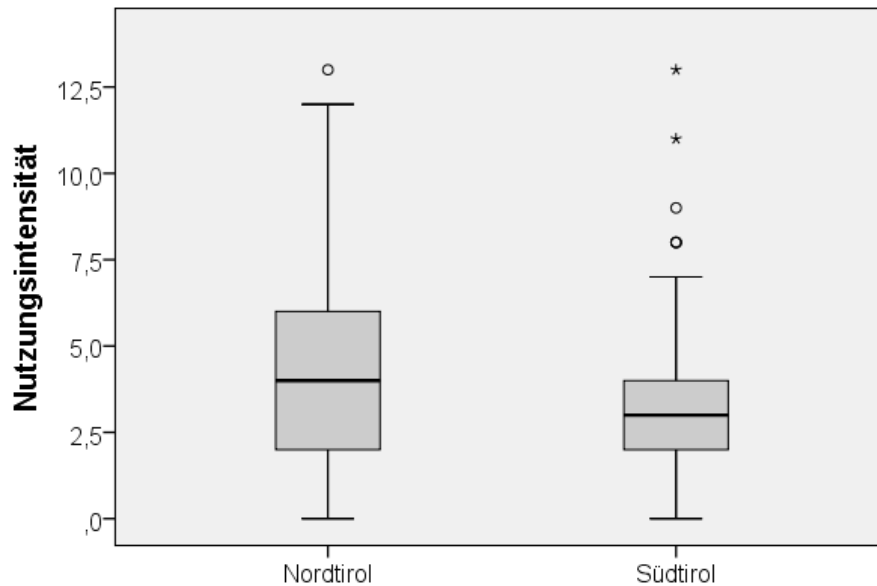


Abbildung 4: Gesamtnutzungsintensität in Nord- und Südtirol, N = 521

Wuchsklasse	Nordtirol			Südtirol			Differenz N - S
	Anzahl	Mittelwert	Standardabw.	Anzahl	Mittelwert	Standardabw.	
Alle (N = 521)	222	4,20	2,87	299	3,23	1,87	0,971***
Baumholz (N = 154)	86	4,37	2,75	68	3,13	1,89	1,24**
Altholz (N = 221)	106	4,35	3,04	115	3,59	1,97	0,758*
Plenterartig (N = 146)	30	3,17	2,39	116	2,92	1,70	0,244 NS

Tabelle 20: Gesamtnutzungsintensität in Nord- und Südtirol getrennt nach Wuchsklassen: Bei nicht signifikanten Differenzen ist ein NS nachgestellt, signifikante Differenzen sind wie folgt gekennzeichnet: * $p \leq 0.05$ / ** $p \leq 0.01$ / *** $p \leq 0.001$

Ebenso wie der Vergleich der forstlichen Nebennutzungsintensität liefert der Vergleich der Gesamtnutzungsintensität durchwegs signifikante Ergebnisse, wie in Abbildung 4 und Tabelle 20 ersichtlich. Das Signifikanzniveau ist allerdings etwas geringer. Die Gesamtnutzungsintensität ist in Nordtirol höher als in Südtirol. Am stärksten ist der Unterschied zwischen den beiden Ländern dabei in der Wuchsklasse

Baumholz ausgeprägt, am schwächsten dagegen in der Wuchsklasse der plenterartigen Bestände. Nicht signifikant ist nur die Differenz bei den plenterartigen Beständen, hier ist ein schwacher Trend in Richtung Nordtirol erkennbar.

4.1.2.5 Zusammenfassung

Die bei der Stichprobeninventur erhobene Nutzungsintensität ist in Nordtirol signifikant höher als in Südtirol (Tabelle 20). Die Unterschiede resultieren aus der deutlich höheren Intensität der forstlichen Nebennutzungen in Nordtirol (Tabelle 19). Die forstliche Nutzungsintensität unterscheidet sich dagegen nicht signifikant (Tabelle 18).

4.1.3 Vergleich der Überschirmung, der h/d-Werte und des Kronenprozents

Anhand von Bestandesmerkmalen sollen Unterschiede in der Art der Vornutzung und deren Effekt zwischen den beiden Ländern ermittelt werden. Als Parameter wurden die Überschirmung, der h/d-Wert und das Kronenprozent analysiert.

Die Vergleiche wurden neben dem allgemeinen Vergleich auch differenziert auf Ebene der Wuchsklassen und der Nutzungsintensitäten durchgeführt. h/d-Wert und Kronenprozent wurden auf Baumartenniveau verglichen, da diese Parameter sonst praktisch nur von der Baumartenzusammensetzung beeinflusst würden.

4.1.3.1 Vergleich der Überschirmung

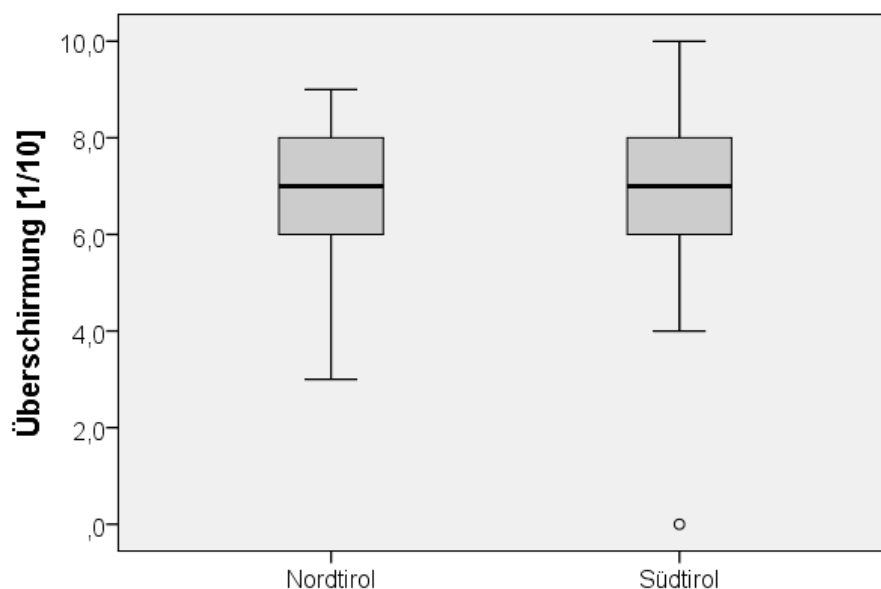


Abbildung 5: Mittlere Überschirmung in Nord- und Südtirol in Zehntel, N = 520

Ergebnisse

Wuchsklasse	Nordtirol			Südtirol			Differenz N - S
	Anzahl	Mittelwert	Standardabw.	Anzahl	Mittelwert	Standardabw.	
Alle (N = 520)	221	6,73	1,34	299	7,08	1,09	-0,352***
Baumholz (N = 153)	85	6,96	1,24	68	7,43	1,39	-0,462*
Altholz (N = 221)	106	6,69	1,32	115	7,16	0,854	-0,468**
Plenterartig (N = 146)	30	6,20	1,54	116	6,80	1,04	-0,602*

Nutzungsintensität- klasse	Nordtirol			Südtirol			Differenz N - S
	Anzahl	Mittelwert	Standardabw.	Anzahl	Mittelwert	Standardabw.	
Alle (N = 520)	221	6,73	1,34	299	7,08	1,09	-0,352***
schwach (N = 279)	102	6,68	1,37	177	7,10	1,19	-0,425**
mittel (N = 188)	78	6,79	1,42	110	7,10	0,928	-0,305 NS
stark (N = 53)	41	6,73	1,12	12	6,58	0,793	0,148 NS

*Tabelle 21: Mittlere Überschirmung in Nord- und Südtirol getrennt nach Wuchsklassen und Nutzungsintensität: Bei nicht signifikanten Differenzen ist ein NS nachgestellt, signifikante Differenzen sind wie folgt gekennzeichnet: * $p \leq 0.05$ / ** $p \leq 0.01$ / *** $p \leq 0.001$*

Die mittlere Überschirmung ist in Südtirol wie in Abbildung 5 und in Tabelle 21 ersichtlich höher als in Nordtirol. Das ist nicht nur beim allgemeinen Vergleich so, auch in den einzelnen Wuchsklassen ergeben sich signifikante Differenzen. Am größten ist die Differenz des Mittelwerts in den plenterartigen Beständen, die größte Signifikanz ergibt sich jedoch aufgrund der höheren Anzahl an Stichproben in der Wuchsklasse Baumholz.

Vergleicht man die Überschirmung bei unterschiedlicher Nutzungsintensität, so stellt man fest, dass lediglich in den schwach genutzten Beständen die Überschirmung in Nordtirol signifikant geringer ist als in Südtirol. In den mittelstark genutzten Beständen ist noch ein Trend in diese Richtung nachzuweisen, während in den stark genutzten Beständen die Überschirmung in Nordtirol größer ist als in Südtirol.

4.1.3.2 Vergleich der h/d-Werte

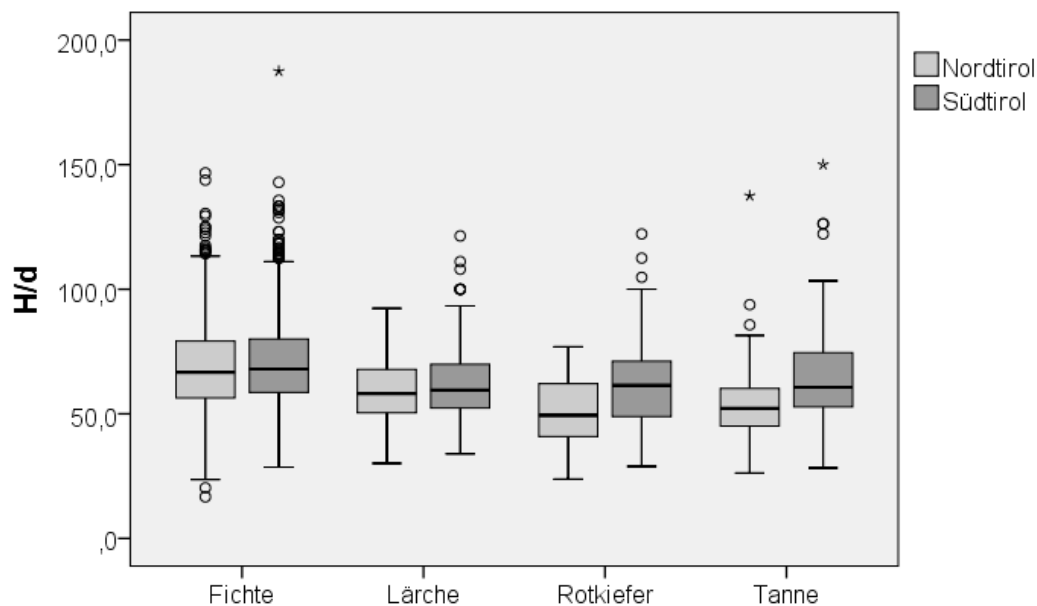


Abbildung 6: Mittlerer h/d-Wert in Nord- und Südtirol, N = 2468

Wuchsklasse	Baumart	Nordtirol			Südtirol			Differenz
		Anzahl	Mittelwert	Standardabw.	Anzahl	Mittelwert	Standardabw.	
Alle (N = 2468)	Fi	1081	68,5	17,4	1387	70,3	16,5	-1,76*
Baumholz (N = 725)		421	74,2	18,4	304	76,3	18,4	-2,05 NS
Altholz (N = 1085)		519	64,7	15,7	566	70,5	13,9	-5,73***
Plenterartig (N = 658)		141	65,1	15,5	517	66,5	17,0	-1,32 NS
Alle (N = 253)	Ta	119	54,1	14,3	134	64,6	19,4	-10,5***
Baumholz (N = 83)		40	58,0	17,7	43	76,1	22,7	-18,1***
Altholz (N = 94)		56	50,3	9,3	38	61,5	16,9	-11,2***
Plenterartig (N = 76)		23	56,7	16,1	53	57,4	13,2	-0,740 NS
Alle (N = 214)	Lä	55	58,9	13,6	159	62,8	16,1	-3,89 NS
Baumholz (N = 49)		22	63,6	13,9	27	67,8	18,3	-4,20 NS
Altholz (N = 93)		28	56,3	13,0	65	63,8	16,5	-7,53*
Plenterartig (N = 72)		5	53,2	10,8	67	59,8	14,3	-6,61 NS
Alle (N = 146)	RKi	40	50,8	13,2	106	63,0	17,9	-12,2***
Baumholz (N = 55)		21	51,8	13,7	34	69,5	18,0	-17,7***
Altholz (N = 39)		18	50,2	13,0	21	61,2	15,2	-11,1*
Plenterartig (N = 52)		1	40,0		51	59,4	17,9	-19,4 NS

Tabelle 22: Mittlerer h/d-Wert in Nord- und Südtirol getrennt nach Wuchsklassen: Bei nicht signifikanten Differenzen ist ein NS nachgestellt, signifikante Differenzen sind wie folgt gekennzeichnet: * p ≤ 0.05/ ** p ≤ 0.01/ *** p ≤ 0.001

Ergebnisse

Verwendet man alle zur Verfügung stehenden Stichproben wie in Abbildung 6 und in Tabelle 23 ersichtlich, so ist der mittlere h/d-Wert in Südtirol unabhängig von der Baumart höher als in Nordtirol. Signifikant sind die Unterschiede bei Fichte, Tanne und Rotkiefer, nicht signifikant bei Lärche. Auffallend ist, dass die Standardabweichung bei Tanne, Lärche und Kiefer in Südtirol deutlich größer ist als in Nordtirol.

In den einzelnen Wuchsklassen (Tabelle 23) lässt sich kein gesonderter Trend erkennen. Bei Fichte, Tanne und Rotkiefer ergeben sich auch hier mit einigen Ausnahmen signifikante Ergebnisse. Einzig und allein in der Wuchsklasse der plenterartigen Bestände lassen sich aufgrund der geringen Baumzahlen in Nordtirol keine signifikanten Differenzen feststellen. Bei der Baumart Lärche ergeben sich keine signifikanten Differenzen, der Trend geht aber in dieselbe Richtung wie bei den anderen Baumarten.

Nutzungsintensität	Baumart	Nordtirol			Südtirol			Differenz
		Anzahl	Mittelwert	Standardabw.	Anzahl	Mittelwert	Standardabw.	
Alle (N = 2468)	Fi	1081	68,5	17,4	1387	70,3	16,5	-1,76*
schwach (N = 1304)		499	68,4	18,1	805	69,6	16,2	-1,26 NS
mittel (N = 895)		370	68,9	17,3	525	71,7	17,1	-2,78*
stark (N = 269)		212	68,0	15,8	57	65,7	13,3	2,31 NS
Alle (N = 253)	Ta	119	54,1	14,3	134	64,6	19,4	-10,5***
schwach (N = 167)		57	53,7	14,8	110	65,5	19,7	-11,8***
mittel (N = 70)		48	55,9	14,7	22	62,8	16,5	-6,88 NS
stark (N = 16)		14	49,9	10,6	2	34,5	8,3	15,5 NS
Alle (N = 214)	Lä	55	58,9	13,6	159	62,8	16,1	-3,89 NS
schwach (N = 108)		22	55,3	14,1	86	60,2	13,9	-4,94 NS
mittel (N = 85)		21	63,3	11,0	64	67,8	18,2	-4,48 NS
stark (N = 21)		12	58,0	15,4	9	52,6	7,0	5,42 NS
Alle (N = 146)	Rki	40	50,8	13,2	106	63,0	17,9	-12,2***
schwach (N = 68)		14	51,7	9,9	54	57,3	14,4	-5,61 NS
mittel (N = 69)		21	49,1	15,7	48	69,9	19,6	-20,8 ***
stark (N = 9)		5	55,3	9,9	4	56,6	8,7	-1,34 NS

Tabelle 23: Mittlerer h/d-Wert in Nord- und Südtirol getrennt nach Nutzungsintensität: Bei nicht signifikanten Differenzen ist ein NS nachgestellt, signifikante Differenzen sind wie folgt gekennzeichnet: * $p \leq 0.05$ / ** $p \leq 0.01$ / *** $p \leq 0.001$

Ergebnisse

Vergleicht man die mittleren h/d-Werte der Fichten, Tannen und Rotkiefern in den verschiedenen Nutzungsintensitätsklassen (Tabelle 23), so lassen sich bei schwacher und mittlerer Nutzungsintensität noch teils signifikante Differenzen erkennen, bei starker Nutzungsintensität gibt es dafür nicht genug Bäume auf Südtiroler Seite. Bei Lärche ist die Differenz in keiner Wuchsklasse signifikant.

Zusammenfassend kann festgehalten werden dass der h/d-Wert der vier häufigsten Baumarten in den verglichenen Beständen in Nordtirol kleiner ist als in Südtirol. Die Differenz ist zwar bei Lärche nicht signifikant, es lässt sich aber die gleiche Tendenz feststellen.

4.1.3.3 Vergleich der Kronenprozente

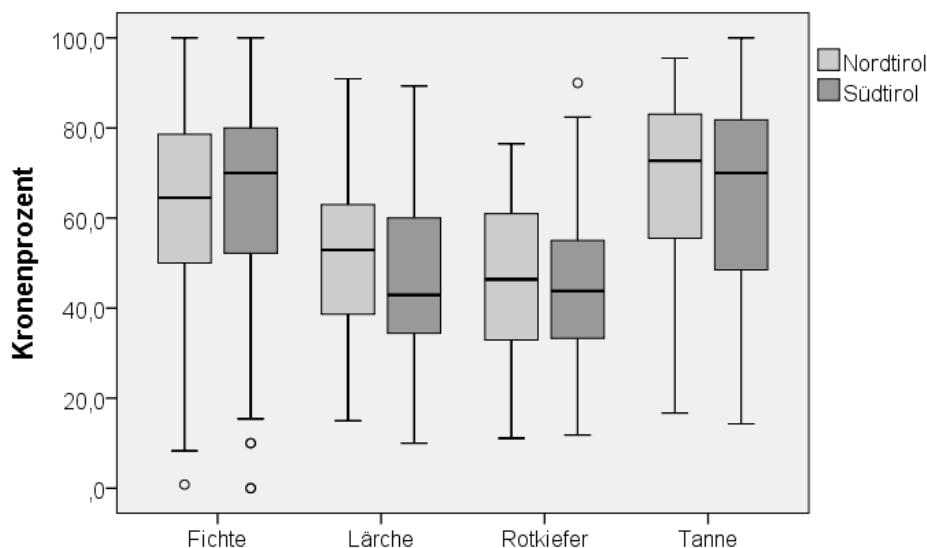


Abbildung 7: Mittleres Kronenprozent in Nord- und Südtirol, N = 2467

Wuchsklasse	Baumart	Nordtirol			Südtirol			Differenz [%]
		Anzahl	Mittelwert [%]	Standardabw. [%]	Anzahl	Mittelwert [%]	Standardabw. [%]	
Alle (N = 2467)	Fi	1080	63,4	19,1	1387	66,0	18,4	-2,57***
Baumholz (N = 724)		420	60,7	19,3	304	63,9	19,2	-3,27*
Altholz (N = 1085)		519	64,2	19,0	566	62,3	17,9	1,85 NS
Plenterartig (N = 658)		141	68,6	17,6	517	71,1	17,4	-2,50 NS
Alle (N = 253)	Ta	119	68,5	17,8	134	65,0	21,8	3,51 NS
Baumholz (N = 83)		40	64,3	17,4	43	54,8	22,5	9,51 *
Altholz (N = 94)		56	68,6	19,5	38	62,2	23,9	6,41 NS
Plenterartig (N = 76)		23	75,8	11,6	53	75,4	14,0	0,394 NS

Ergebnisse

Alle (N = 214)	Lä	55	52,2	17,1	159	46,9	16,7	5,29*
Baumholz (N = 49)		22	46,8	18,4	27	41,0	15,3	5,82 NS
Altholz (N = 93)		28	56,0	16,4	65	41,3	15,1	14,7***
Plenterartig (N = 72)		5	55,0	10,4	67	54,8	15,7	0,135 NS
Alle (N = 146)	RKi	40	43,6	20,6	106	45,0	16,5	-1,38 NS
Baumholz (N = 55)		21	46,3	18,5	34	39,5	13,1	6,79 NS
Altholz (N = 39)		18	39,4	22,8	21	35,4	11,4	4,02 NS
Plenterartig (N = 52)		1	62,5		51	52,6	17,0	9,93 NS

Tabelle 24: Mittleres Kronenprozent in Nord- und Südtirol getrennt nach Wuchsklassen: Bei nicht signifikanten Differenzen ist ein NS nachgestellt, signifikante Differenzen sind wie folgt gekennzeichnet: * $p \leq 0.05$ / ** $p \leq 0.01$ / *** $p \leq 0.001$

Vergleicht man das mittlere Kronenprozent zwischen Nord- und Südtirol wie in Abbildung 7 und in Tabelle 25 ersichtlich, so lässt sich kein so klarer Unterschied feststellen wie bei den h/d-Werten. Die Ergebnisse hängen stark von der Baumart ab. So ist beispielsweise bei der Fichte das mittlere Kronenprozent in Südtirol signifikant höher als in Nordtirol, während sich bei Lärche das Gegenteil zeigen lässt. Die Unterschiede bei Tanne und Rotkiefer sind nicht signifikant.

Auch auf Ebene der Wuchsklassen lässt sich kein klarer Trend zeigen (Tabelle 25). Das mittlere Kronenprozent der Fichten ist in der Wuchsklasse Baumholz signifikant höher als in Nordtirol. Tannen sind in der Wuchsklasse Baumholz in Nordtirol signifikant länger bekront als in Südtirol. Bei Lärchen ist das gleiche im Altholz zu beobachten. Bei den Rotkiefern ist auf keiner Ebene ein signifikanter Unterschied feststellbar.

Nutzungsin- tensität	Baumart	Nordtirol			Südtirol			Differenz [%]
		Anzahl	Mittelwert [%]	Standar- dabw. [%]	Anzahl	Mittelwert [%]	Standar- dabw. [%]	
Alle (N = 2467)		1080	63,4	19,1	1387	66,0	18,4	-2,57***
schwach (N = 1304)		499	63,7	19,4	805	66,1	19,1	-2,41*
mittel (N = 894)		369	62,7	19,9	525	65,6	17,6	-2,89*
stark (N = 269)		212	64,0	16,8	57	68,0	15,7	-4,04 NS
Alle (N = 253)	Ta	119	68,5	17,8	134	65,0	21,8	3,51 NS
schwach (N = 167)		57	68,0	20,6	110	65,4	21,5	2,62 NS
mittel (N = 70)		48	69,1	15,1	22	65,0	23,1	4,09 NS
stark (N = 16)		14	68,7	15,7	2	44,5	27,6	24,2 NS

Alle (N = 214)	Lä	55	52,2	17,1	159	46,9	16,7	5,29*
schwach (N = 108)		22	58,2	16,6	86	51,0	16,1	7,21 NS
mittel (N = 85)		21	47,5	15,6	64	41,3	16,5	6,20 NS
stark (N = 21)		12	49,6	18,9	9	48,8	13,3	0,858 NS
Alle (N = 146)	Rki	40	43,6	20,6	106	45,0	16,5	-1,38 NS
schwach (N = 68)		14	45,7	20,0	54	42,9	16,2	2,83 NS
mittel (N = 69)		21	43,3	22,4	48	47,9	16,9	-4,65 NS
stark (N = 9)		5	39,0	16,9	4	37,8	11,6	1,20 NS

Tabelle 25: Mittleres Kronenprozent in Nord- und Südtirol getrennt nach Nutzungsintensität: Bei nicht signifikanten Differenzen ist ein NS nachgestellt, signifikante Differenzen sind wie folgt gekennzeichnet: * $p \leq 0.05$ / ** $p \leq 0.01$ / *** $p \leq 0.001$

Auch auf Ebene der verschiedenen Nutzungsintensitäten lässt sich kein klarer Trend zeigen (Tabelle 25). Bei Fichte ist das mittlere Kronenprozent bei schwacher und mittlerer Nutzungsintensität in Südtirol signifikant höher als in Nordtirol. Die Lärchen weisen bei schwacher Nutzungsintensität dagegen in Nordtirol signifikant höhere mittlere Kronenprozent auf. Bei den Tannen und Rotkiefern ist auf keiner Ebene ein signifikanter Unterschied feststellbar.

4.1.3.4 Zusammenfassung

Die mittlere Überschildung ist in Südtirol signifikant höher als in Nordtirol (Tabelle 21). Das gleiche gilt auch für den mittleren h/d-Wert (Tabelle 22). Beim mittleren Kronenprozent ist dagegen kein eindeutiger Trend feststellbar. Die Fichte weist in Südtirol ein signifikant höheres mittleres Kronenprozent auf. Die Lärche hat in Nordtirol ein signifikant höheres mittleres Kronenprozent (Tabelle 24).

4.1.4 Vergleich der Distanz zum 6. Baum und der BHD-Spreitung

Wie in der Einleitung beschrieben soll mit den beiden Strukturparametern Distanz zum 6. Baum und BHD-Spreitung geprüft werden, in welchem Land Unterständler konsequenter entnommen werden.

4.1.4.1 Vergleich der Distanzen zum 6. Baum

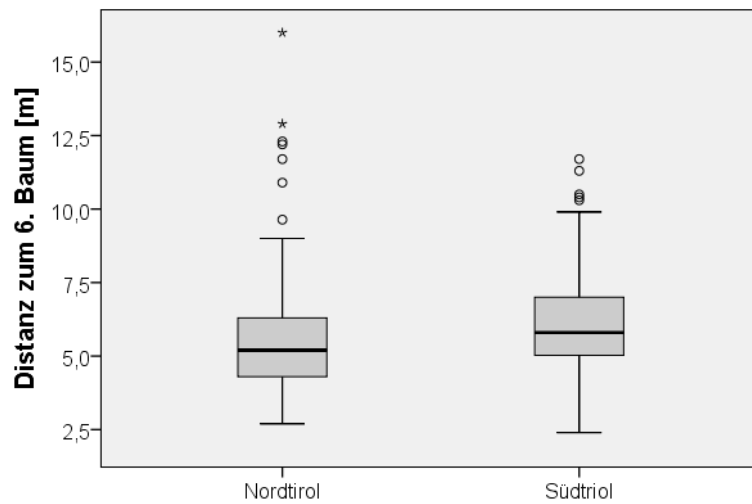


Abbildung 8: Mittlere Distanz zum 6. Baum in Nord- und Südtirol, N = 521

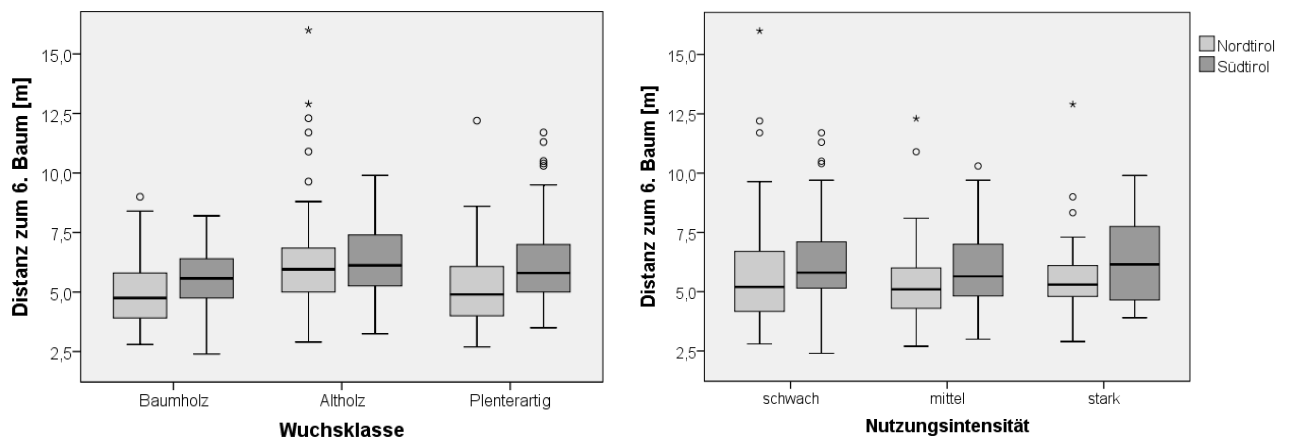


Abbildung 9: Mittlere Distanz zum 6. Baum in Nord- und Südtirol, differenziert nach Wuchsklasse und Nutzungsintensität, N = 521

Wuchsklasse	Nordtirol			Südtirol			Differenz N – S [m]
	Anzahl	Mittelwert [m]	Standardabw. [m]	Anzahl	Mittelwert [m]	Standardabw. [m]	
Alle (N = 521)	222	5,55	1,84	299	6,07	1,55	-0,520***
Baumholz (N = 154)	86	4,96	1,28	68	5,52	1,26	-0,561**
Altholz (N = 221)	106	6,10	2,04	115	6,33	1,52	-0,230 NS
Plenterartig (N = 146)	30	5,28	1,94	116	6,13	1,66	-0,848*

Nutzungsintensitätsklasse	Nordtirol			Südtirol			Differenz N – S [m]
	Anzahl	Mittelwert [m]	Standardabw. [m]	Anzahl	Mittelwert [m]	Standardabw. [m]	
Alle (N = 520)	222	5,55	1,84	299	6,07	1,55	-0,520***
schwach (N = 279)	102	5,68	2,07	177	6,13	1,55	-0,448 NS
mittel (N = 189)	79	5,33	1,53	110	5,94	1,50	-0,610**
stark (N = 53)	41	5,63	1,78	12	6,32	2,00	-0,687 NS

Tabelle 26: Mittlere Distanz zum 6. Baum in Nord- und Südtirol getrennt nach Wuchsklassen und Nutzungsintensität: Bei nicht signifikanten Differenzen ist ein NS nachgestellt, signifikante Differenzen sind wie folgt gekennzeichnet: * $p \leq 0.05$ / ** $p \leq 0.01$ / *** $p \leq 0.001$

Die mittlere Distanz zum 6. Baum ist in Nordtirol geringer als in Südtirol (siehe Abbildung 8, Abbildung 9 und Tabelle 26). Vergleicht man alle vergleichbaren Stichproben, so ist dieser Unterschied höchst signifikant. Auf der Ebene der einzelnen Wuchsklassen ist der Unterschied sowohl im Baumholz, als auch in den plenterartigen Beständen signifikant, in den Altholzbeständen allerdings nicht. Aber auch hier ist ein Trend in dieselbe Richtung erkennbar. Die größte Absolutdifferenz lässt sich bei den plenterartigen Beständen beobachten.

Differenziert man die Gesamtheit nach Nutzungsintensität (siehe Abbildung 9 und Tabelle 26), so lässt sich feststellen, dass der Unterschied zwischen Nord- und Südtirol bei zunehmender Intensität größer wird. Signifikant ist der Unterschied aber nur bei mittlerer Nutzungsintensität. Bei geringer Nutzungsintensität ist der Unterschied nicht groß genug, und bei hoher Nutzungsintensität reicht die Anzahl der Stichproben nicht aus, um signifikante Ergebnisse zu erhalten.

4.1.4.2 Vergleich der BHD-Spreitung

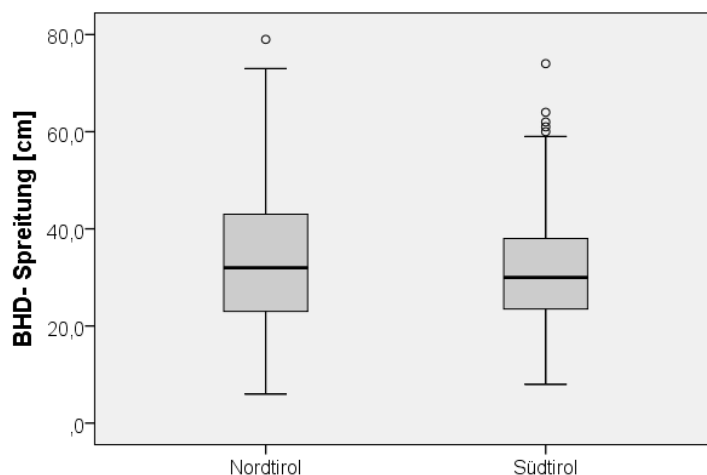


Abbildung 10: Mittlere BHD-Spreitung in Nord- und Südtirol, N = 521

Ergebnisse

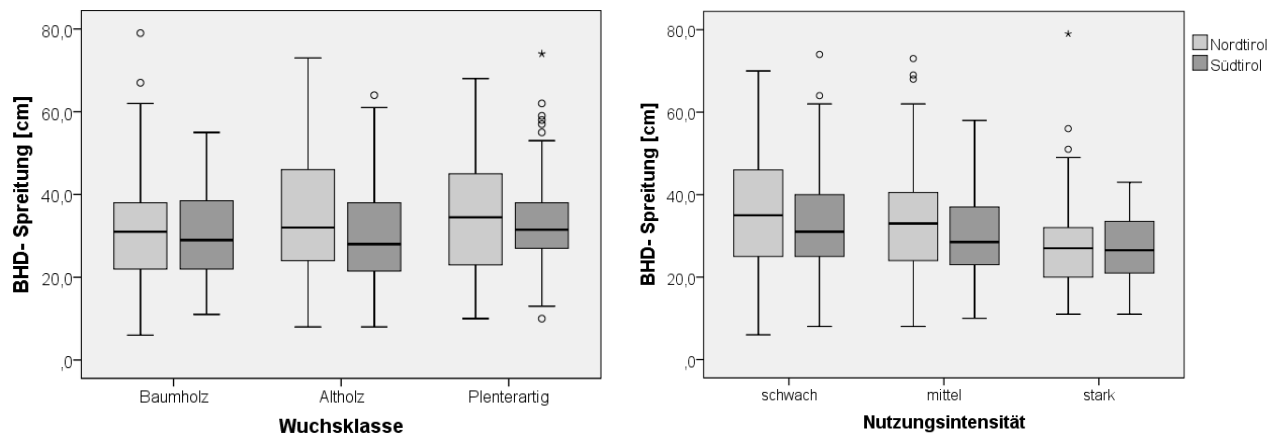


Abbildung 11: Mittlere BHD-Spreitung in Nord- und Südtirol, differenziert nach Wuchsklasse und Nutzungsintensität, N = 521

Wuchsklasse	Nordtirol			Südtirol			Differenz N – S [cm]
	Anzahl	Mittelwert [cm]	Standardabw. [cm]	Anzahl	Mittelwert [cm]	Standardabw. [cm]	
Alle (N = 521)	222	33,94	14,4	299	31,43	11,3	2,51*
Baumholz (N = 154)	86	31,27	13,0	177	30,32	10,1	0,944 NS
Altholz (N = 221)	106	35,47	14,9	110	30,14	12,1	5,33**
Plenterartig (N = 146)	30	36,17	14,4	12	33,36	11,0	2,80 NS

Nutzungsintensitätsklasse	Nordtirol			Südtirol			Differenz N – S [cm]
	Anzahl	Mittelwert [cm]	Standardabw. [cm]	Anzahl	Mittelwert [cm]	Standardabw. [cm]	
Alle (N = 520)	222	33,94	14,4	299	31,43	11,3	2,51*
schwach (N = 279)	102	36,2	14,5	177	32,5	11,9	3,74*
mittel (N = 189)	79	33,6	14,1	110	30,2	10,5	3,44 NS
stark (N = 53)	41	28,8	13,5	12	27,2	9,70	1,66 NS

Tabelle 27: Mittlere BHD-Spreitung in Nord- und Südtirol getrennt nach Wuchsklassen und Nutzungsintensität: Bei nicht signifikanten Differenzen ist ein NS nachgestellt, signifikante Differenzen sind wie folgt gekennzeichnet: * $p \leq 0.05$ / ** $p \leq 0.01$ / *** $p \leq 0.001$

Die BHD-Spreitung ist in Nordtirol auf der allgemeinen Ebene signifikant größer als in Südtirol, wie in Abbildung 10 und Tabelle 27 ersichtlich. Vergleicht man die BHD-Spreitung in den einzelnen Wuchsklassen (siehe Abbildung 11 und Tabelle 27), so ist die Differenz im Altholz am größten, gefolgt von den plenterartigen Beständen und vom Baumholz. Einzig und allein im Altholz ist der Unterschied zwischen Nord- und Südtirol signifikant.

Auf der Ebene der unterschiedlichen Nutzungsintensitäten (siehe Abbildung 11 und Tabelle 27) nimmt die Differenz zwischen Nord- und Südtirol mit steigender Nutzungsintensität ab. Einzig und allein bei geringer Nutzungsintensität zeigt sich ein signifikanter Unterschied.

Hervorzuheben ist aber, dass es auf keiner der verglichenen Ebenen eine gegenteilige Tendenz gibt. Die BHD-Spreitung ist in Südtirol kleiner als in Nordtirol.

4.1.4.3 Zusammenfassung

Die mittlere Distanz zum 6. Baum ist in Südtirol auf allen verglichenen Ebenen größer als in Nordtirol. Großteils sind diese Unterschiede auch signifikant. Die mittlere BHD-Spreitung ist dagegen in Nordtirol auf allen verglichenen Ebenen größer als in Südtirol. Die gefundenen Unterschiede sind hier aber nicht so signifikant wie beim mittleren Abstand zum 6. Baum

4.2 Ergebnisse auf Waldgruppenebene

4.2.1 Auswahl der für den Vergleich verwendeten Waldtypen

Wie in Kapitel 3.4 dargelegt, ist es für gewisse Vergleiche essentiell, dass die Verteilung der verglichenen Stichproben auf die verschiedenen Waldtypen nicht signifikant voneinander abweicht. Gewählt wurde für den Vergleich auf Waldgruppenebene jene Waldtypenkombination mit den meisten Stichproben, die nicht signifikant unterschiedlich ist.

4.2.1.1 Geeignete Waldtypen für Vergleiche im montanen Fichtenwald

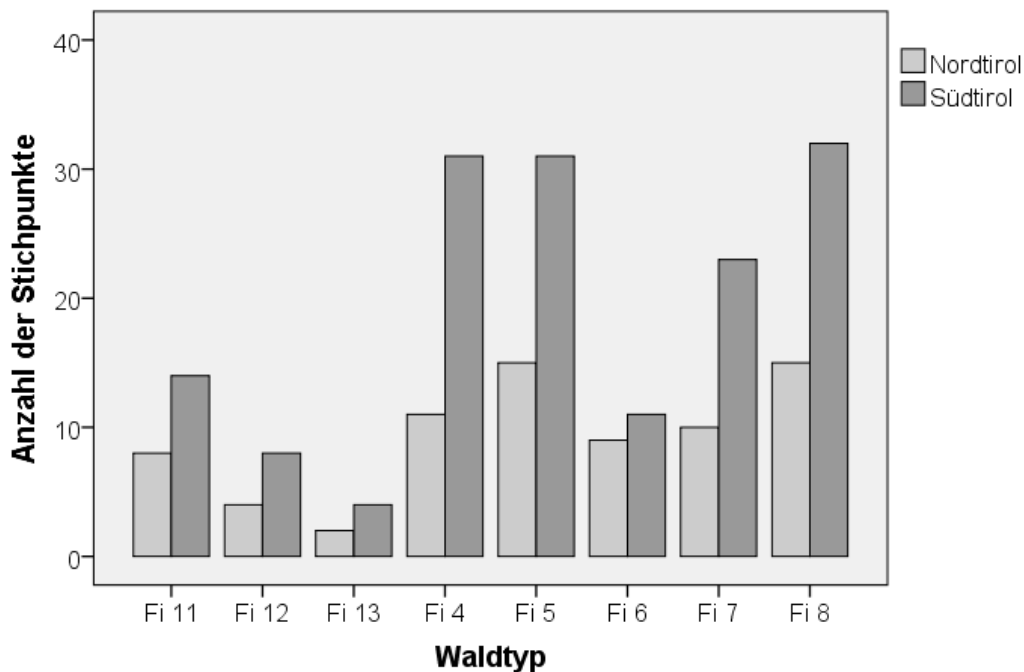


Abbildung 12: Geeignete Waldtypen für Vergleiche in den montanen Fichtenwäldern, N = 228

Waldtyp	Fi 4	Fi 5	Fi 6	Fi 7	Fi 8	Fi 11	Fi 12	Fi 13	Summe
Anzahl der Stichproben Nordtirol	11	15	9	10	15	8	4	2	74
Anzahl der Stichproben Südtirol	31	31	11	23	32	14	8	4	154

Signifikanz des Unterschieds zwischen den Verteilungen laut Chi- Quadrat- Test	0,933 NS
--	----------

Tabelle 28: Gewählte Waldtypen in Nord- und Südtirol mit den jeweiligen Stichproben sowie Signifikanzniveau des Unterschiedes der beiden Verteilungen.

Von den insgesamt 10 für die Vergleiche herangezogenen Waldtypen sind die Stichproben von 8 Waldtypen in Nord und Südtirol so verteilt, dass sich kein signifikanter Unterschied zwischen Süd- und Nordtirol berechnen lässt. Signifikant wäre der Unterschied wenn der Chi-Quadrat-Wert kleiner 0,05 wäre. In Summe werden daher 228, Stichproben von denen 74 in Nordtirol und 154 in Südtirol liegen, verglichen. Die verwendeten Waldtypen und deren Häufigkeiten sind in Abbildung 12 und Tabelle 28 dargestellt.

4.2.1.2 Geeignete Waldtypen für Vergleiche im Fichten-Tannenwald

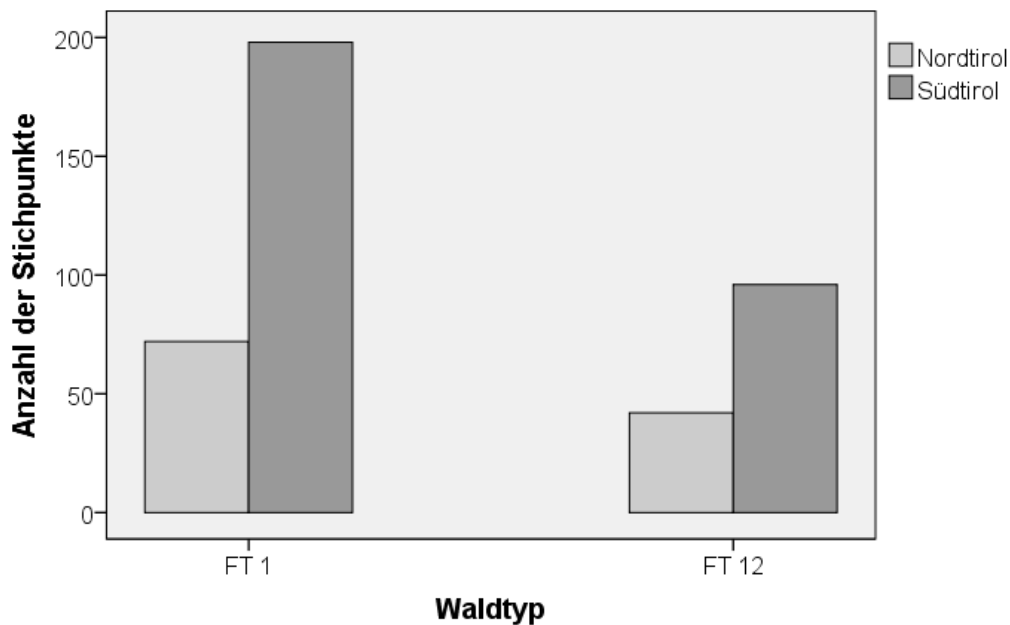


Abbildung 13: Geeignete Waldtypen für Vergleiche in den Fichten-Tannenwäldern, N = 68

Waldtyp	FT 1	FT 12	Summe
Anzahl der Stichproben Nordtirol	12	7	19
Anzahl der Stichproben Südtirol	33	16	49

Signifikanz des Unterschieds zwischen den Verteilungen laut Chi- Quadrat- Test	0,780 NS
--	----------

Tabelle 29: Gewählte Waldtypen in Nord- und Südtirol mit den jeweiligen Stichproben sowie Signifikanzniveau des Unterschiedes der beiden Verteilungen.

Wesentlich schwieriger als bei den montanen Fichtenwäldern ist es in der Waldgruppe der Fichten-Tannenwälder, eine nicht signifikant verschieden verteilte Auswahl von Waldtypen zu finden. Am Ende blieben nur zwei der insgesamt 6 zu vergleichenden Waldtypen übrig. Verglichen werden also in Summe 68 Punkte, von denen 19 in Nordtirol und 49 in Südtirol liegen. Es ist in dieser Waldgruppe aufgrund der geringen Anzahl an Stichproben daher wesentlich schwieriger, signifikante Differenzen zu ermitteln. Die verwendeten Waldtypen und deren Häufigkeiten sind in Abbildung 13 und in Tabelle 29 dargestellt.

4.2.2 Unterschiede in den montanen Fichtenwäldern

Zur Beantwortung der Forschungsfrage 5 werden, wie in Kapitel 3.2.2 beschrieben, drei Parameter miteinander verglichen. Zuerst wird das Potenzial und die derzeitige Zusammensetzung der einzelnen Baumarten in den beiden Ländern verglichen, um anschließend die Abweichung der derzeitigen Bestockung von der potenziellen Bestockung analysieren zu können. Verwendet werden hierfür die in Kapitel 3.2.5.1 beschriebenen, in Klassen geschätzten Anteile an der Überschirmung.

Für den Vergleich ist eine Überprüfung der Qualität der Daten besonders wichtig. Als erstes ist es wesentlich, dass sich bei den potenziellen Anteilen keine groben Unterschiede ergeben. Das würde darauf hinweisen, dass die Waldtypen in den beiden Ländern nicht gleich definiert sind. Als zweites wurden die geschätzten Anteile der aktuellen Bestockung mit den in den Stichproben erhobenen Baumartenanteilen verglichen. Dieser Test wurde gesondert durchgeführt.

4.2.2.1 Unterschiede in der potenziellen Baumartenzusammensetzung

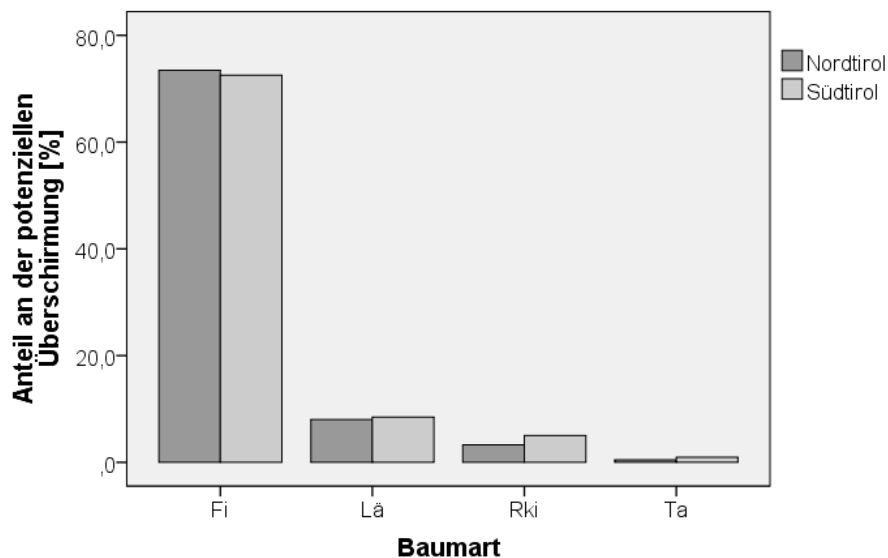


Abbildung 14: Anteil der einzelnen Baumarten an der geschätzten potenziellen Überschirmung, als Mittelwert je Baumart [%]. N: 228

Wuchsklasse	Baumart	Nordtirol			Südtirol			Differenz [%]
		Anzahl	Mittelwert [%]	Standardabw. [%]	Anzahl	Mittelwert [%]	Standardabw. [%]	
Alle (N = 228)	Fi	74	73,5	7,55	154	73,5	7,38	-0,060 NS
Baumholz (N = 55)		27	73,6	7,31	28	73,6	7,18	-0,050 NS
Altholz (N = 84)		32	72,6	9,35	52	74,3	5,27	-1,64 NS
Plenterartig (N = 87)		15	75,0	0,00	72	72,9	8,77	2,11 NS
Alle (N = 228)	Ta	74	0,473	1,85	154	0,955	3,35	-0,482 NS
Baumholz (N = 55)		27	0,296	0,724	28	0,786	2,86	-0,489 NS
Altholz (N = 84)		32	0,250	0,672	52	1,02	3,53	-0,769 NS
Plenterartig (N = 87)		15	1,27	3,86	72	1,00	3,46	0,267 NS
Alle (N = 228)	Lä	74	8,12	12,82	154	8,60	9,33	-0,474 NS
Baumholz (N = 55)		27	7,63	14,8	28	7,29	6,84	0,344 NS
Altholz (N = 84)		32	8,13	11,4	52	7,33	7,88	0,802 NS
Plenterartig (N = 87)		15	9,00	12,6	72	10,0	11,0	-1,03 NS
Alle (N = 228)	RKi	74	3,28	8,95	154	5,03	9,63	-1,75 NS
Baumholz (N = 55)		27	3,67	10,0	28	4,89	8,75	-1,23 NS
Altholz (N = 84)		32	3,97	9,71	52	3,17	8,13	0,796 NS
Plenterartig (N = 87)		15	1,13	3,87	72	6,54	10,9	-5,41***

Tabelle 30: Anteile der einzelnen Baumarten an der potenziellen Überschilderung in Nord- und Südtirol, getrennt nach Wuchsklassen: Bei nicht signifikanten Differenzen ist ein NS nachgestellt, signifikante Differenzen sind wie folgt gekennzeichnet: * $p \leq 0.05$ / ** $p \leq 0.01$ / *** $p \leq 0.001$

Die potenziellen Baumartenanteile in den montanen Fichtenwäldern variieren kaum voneinander, wie in Abbildung 14 und in Tabelle 30 gezeigt. Auf der allgemeinen Ebene gibt es keine signifikanten Unterschiede. Am größten ist der absolute Unterschied in der potenziellen Baumartenzusammensetzung bei der Rotkiefer. Hier ist das Potenzial in Südtirol etwas höher. Auf Ebene der Wuchsklassen treten bei dieser Baumart in der Wuchsklasse plenterartige signifikante Unterschiede auf. Auch für Tanne und Lärche ist das Potenzial in Südtirol etwas höher angegeben worden als in Nordtirol, während es bei Fichte sehr ausgeglichen ist.

In Summe kann davon ausgegangen werden, dass die potenzielle Baumartenzusammensetzung der untersuchten Waldgruppe vergleichbar ist.

4.2.2.2 Unterschiede in der aktuellen Baumartenzusammensetzung

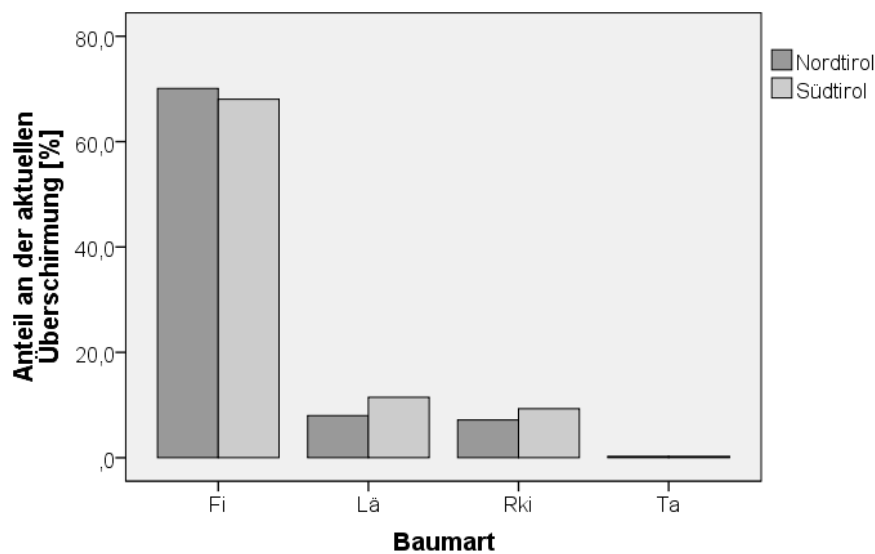


Abbildung 15: Anteil der einzelnen Baumarten an der geschätzten Überschirmung als Mittelwert je Baumart [%]. N: 228

Wuchsklasse	Baumart	Nordtirol			Südtirol			Differenz [%]
		Anzahl	Mittelwert [%]	Standardabw. [%]	Anzahl	Mittelwert [%]	Standardabw. [%]	
Alle (N = 228)	Fi	74	70,1	13,5	154	69,0	15,6	1,06 NS
Baumholz (N = 55)		27	67,1	17,2	28	63,9	20,2	3,22 NS
Altholz (N = 84)		32	70,3	12,8	52	72,4	11,0	-2,14 NS
Pflichterartig (N = 87)		15	75,0	0,00	72	68,4	16,3	6,60**
Alle (N = 228)	Ta	74	0,270	1,76	154	0,273	1,74	-0,002 NS
Baumholz (N = 55)		27	0,037	0,192	28	0,179	0,548	-0,142 NS
Altholz (N = 84)		32	0,031	0,177	52	0,039	0,277	-0,007 NS
Pflichterartig (N = 87)		15	1,20	3,86	72	0,486	2,50	0,714 NS
Alle (N = 228)	Lä	74	8,00	14,1	154	11,6	16,8	-3,59 NS
Baumholz (N = 55)		27	7,07	11,9	28	9,54	15,5	-2,46 NS
Altholz (N = 84)		32	7,88	15,6	52	11,7	16,2	-3,80 NS
Pflichterartig (N = 87)		15	9,93	14,9	72	12,4	18,1	-2,48 NS
Alle (N = 228)	RKi	74	7,18	17,5	154	9,40	18,7	-2,23 NS
Baumholz (N = 55)		27	9,56	21,5	28	14,3	25,0	-4,69 NS
Altholz (N = 84)		32	8,00	17,5	52	4,35	12,2	3,65 NS
Pflichterartig (N = 87)		15	1,13	3,87	72	11,2	19,3	-10,1***

Tabelle 31: Anteile der einzelnen Baumarten an der aktuellen Überschirmung in Nord- und Südtirol, getrennt nach Wuchsklassen: Bei nicht signifikanten Differenzen ist ein NS nachgestellt, signifikante Differenzen sind wie folgt gekennzeichnet: * $p \leq 0.05$ / ** $p \leq 0.01$ / *** $p \leq 0.001$

Ergebnisse

Wie in Abbildung 15 und in Tabelle 31 gezeigt, gibt es auch bei der aktuellen Baumartenverteilung keine signifikanten Unterschiede, wenn alle verwendeten Daten ohne weitere Differenzierung verwendet werden. Die absoluten Unterschiede sind hier aber deutlich größer als bei der potenziellen Baumartenzusammensetzung. Fichte kommt in Nordtirol häufiger vor als in Südtirol, bei Rotkiefer und Lärche ist es umgekehrt. Der Tannenanteil ist in beiden Ländern sehr niedrig.

In der Wuchsklasse der Plenterartigen ist signifikant, dass Fichte in Nordtirol häufiger vorkommt als in Südtirol (Tabelle 32). In Südtirol ist im Gegenzug Rotkiefer in derselben Wuchsklasse signifikant häufiger.

Nutzungsintensität	Baumart	Nordtirol			Südtirol			Differenz [%]
		Anzahl	Mittelwert [%]	Standardabw. [%]	Anzahl	Mittelwert [%]	Standardabw. [%]	
Alle (N = 228)	Fi	74	70,1	13,5	154	69,0	15,6	1,06 NS
schwach (N = 130)		35	71,7	10,8	95	70,2	14,7	1,57 NS
mittel (N = 81)		28	66,1	17,8	53	67,7	16,7	-1,65 NS
stark (N = 17)		11	75,0	0,00	6	62,3	19,6	12,7 NS
Alle (N = 228)	Ta	74	0,270	1,76	154	0,273	1,74	-0,002 NS
schwach (N = 130)		35	0,114	0,404	95	0,232	1,57	-0,117 NS
mittel (N = 81)		28	0,571	2,83	53	0,340	2,08	0,232 NS
stark (N = 17)		11	0,000	0,000	6	0,333	0,817	-0,333 NS
Alle (N = 228)	Lä	74	8,00	14,1	154	11,6	16,8	-3,59 NS
schwach (N = 130)		35	6,49	12,1	95	10,2	16,4	-3,73 NS
mittel (N = 81)		28	10,9	18,0	53	13,3	16,0	-2,41 NS
stark (N = 17)		11	5,36	6,22	6	18,0	28,8	-12,6 NS
Alle (N = 228)	Rki	74	7,18	17,5	154	9,40	18,7	-2,23 NS
schwach (N = 130)		35	3,46	9,39	95	7,39	14,7	-3,93 NS
mittel (N = 81)		28	11,4	24,5	53	12,6	24,7	-1,25 NS
stark (N = 17)		11	8,27	14,9	6	12,7	5,72	-4,39 NS

Tabelle 32: Anteile der einzelnen Baumarten an der aktuellen Überschilderung in Nord- und Südtirol, getrennt nach Nutzungsintensität: Bei nicht signifikanten Differenzen ist ein NS nachgestellt, signifikante Differenzen sind wie folgt gekennzeichnet: * $p \leq 0.05$ / ** $p \leq 0.01$ / *** $p \leq 0.001$

Vergleicht man die aktuellen Baumartenanteile (Tabelle 32) auf Ebene der Nutzungsintensitätsklassen, ergibt sich kein signifikanter Unterschied. Auffällig ist, dass sich der Anteil der Pionierbaumarten Lärche und Kiefer in allen Fällen von der Nutzungsintensität „schwach“ auf die Nutzungsintensität „mittel“ erhöht. Es lässt sich aber nur bedingt zeigen, dass sich dieser Trend bei starker Nutzungsintensität fortsetzt. Das liegt höchstwahrscheinlich an der geringen Anzahl an Stichproben.

4.2.2.3 Unterschiede in der Baumartenzusammensetzung potenziell versus aktuell

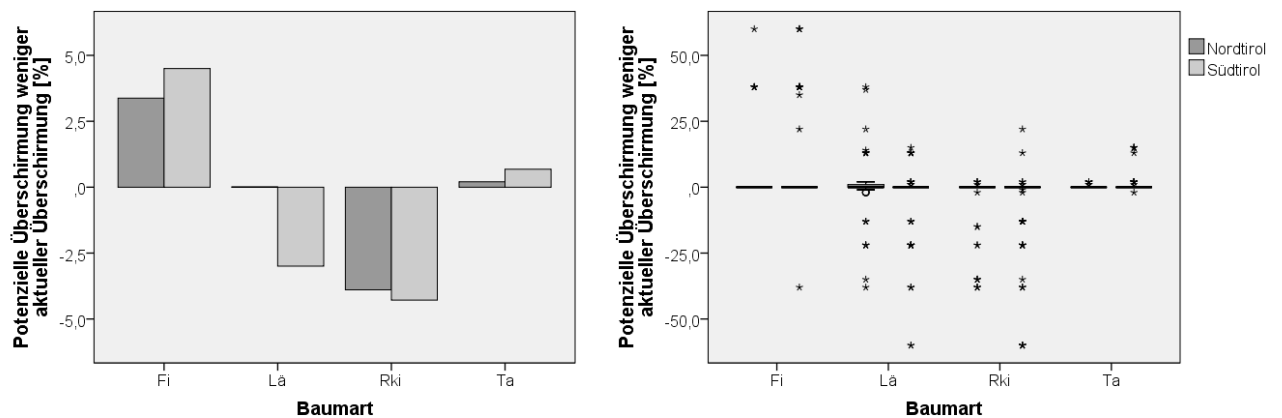


Abbildung 16: Mittlere Abweichung der potenziellen Überschirmung von der aktuellen Überschirmung, links als Mittelwert je Baumart [%], rechts als Boxplot. N: 228

Wuchsklasse	Baumart	Nordtirol			Südtirol			Differenz [%]
		Anzahl	Mittelwert [%]	Standardabw. [%]	Anzahl	Mittelwert [%]	Standardabw. [%]	
Alle (N = 228)	Fi	74	3,38	11,7	154	4,50	13,9	-1,12 NS
Baumholz (N = 55)		27	6,44	16,2	28	9,71	19,56	-3,27 NS
Altholz (N = 84)		32	2,38	9,35	52	1,89	12,3	0,490 NS
Pfentertartig (N = 87)		15	0,000	0,000	74	4,37	11,9	-4,37 NS
Alle (N = 228)	Ta	74	0,203	0,57	154	0,682	2,87	-0,479 NS
Baumholz (N = 55)		27	0,259	0,656	28	0,607	2,90	-0,348 NS
Altholz (N = 84)		32	0,219	0,608	52	0,981	3,53	-0,762 NS
Pfentertartig (N = 89)		15	0,067	0,258	74	0,500	2,319	-0,433 NS
Alle (N = 228)	Lä	74	0,014	11,5	154	-2,99	11,4	3,01 NS
Baumholz (N = 55)		27	0,556	11,2	28	-2,25	12,9	2,81 NS
Altholz (N = 84)		32	0,000	10,3	52	-4,35	10,4	4,35 NS
Pfentertartig (N = 89)		15	-0,933	14,8	74	-2,32	11,6	1,39 NS

Ergebnisse

Alle (N = 228)	RKi	74	-3,89	10,7	154	-4,29	13,0	0,394 NS
Baumholz (N = 55)		27	-5,89	13,4	28	-9,36	19,8	3,47 NS
Altholz (N = 84)		32	-4,03	10,4	52	-1,17	9,59	-2,86 NS
Plenterartig (N = 89)		15	0,000	0,000	74	-4,55	11,3	4,55**

*Tabelle 33: Mittlere Abweichung der potenziellen Überschirmung von der aktuellen Überschirmung in Nord- und Südtirol, getrennt nach Wuchsklassen: Bei nicht signifikanten Differenzen ist ein NS nachgestellt, signifikante Differenzen sind wie folgt gekennzeichnet: * $p \leq 0.05$ / ** $p \leq 0.01$ / *** $p \leq 0.001$*

Vergleicht man die Abweichungen der aktuellen Baumartenzusammensetzung mit der potenziellen Baumartenzusammensetzung in Nord- und Südtirol, so stellt man fest, dass die mittleren Abweichungen in Südtirol bei allen Baumarten größer sind als in Nordtirol (siehe Abbildung 16 und Tabelle 34). Auf dem allgemeineren Niveau mit allen verfügbaren Stichproben ist die Differenz aber nirgends signifikant, ein Trend kann aber doch abgeleitet werden. Am größten ist der Unterschied in der Abweichung bei den Lärchen. Diese sind in Südtirol deutlich stärker überrepräsentiert.

Absolut betrachtet sind die Abweichungen in beiden Ländern bei der Fichte am größten. Diese ist oft unterrepräsentiert, die Differenz zwischen potenzieller und aktueller Waldgesellschaft beträgt in Südtirol knapp 5%, in Nordtirol um die 3%. An zweiter Stelle kommt die Rotkiefer, die oft überrepräsentiert ist. An dritter Stelle folgt die überrepräsentierte Lärche vor der unterrepräsentierten Tanne.

Vergleicht man die Differenzen in den einzelnen Wuchsklassen, so stellt man fest, dass auch hier keine signifikanten Unterschiede vorliegen. Einzig und allein bei Rotkiefer in der Wuchsklasse der plenterartigen Bestände ergibt sich ein signifikanter Unterschied. Das liegt aber vor allem daran, dass in Nordtirol die Anzahl der Stichproben sehr gering ist.

Nutzungsintensität	Baumart	Nordtirol			Südtirol			Differenz [%]
		Anzahl	Mittelwert [%]	Standardabw. [%]	Anzahl	Mittelwert [%]	Standardabw. [%]	
Alle (N = 228)	Fi	74	3,38	11,7	154	4,50	13,9	-1,12 NS
schwach (N = 130)		35	2,17	8,95	96	2,80	12,5	-0,631 NS
mittel (N = 81)		28	6,21	15,9	52	6,69	15,3	-0,478 NS
stark (N = 17)		11	0,000	0,000	6	12,7	19,6	-12,7 NS
Alle (N = 228)	Ta	74	0,203	0,573	154	0,682	2,87	-0,479 NS
schwach (N = 130)		35	0,229	0,598	96	0,698	2,94	-0,469 NS
mittel (N = 81)		28	0,179	0,548	52	0,731	2,93	-0,552 NS
stark (N = 17)		11	0,182	0,603	6	0,000	0,000	0,182 NS
Alle (N = 228)	Lä	74	0,014	11,5	154	-2,99	11,4	3,01 NS
schwach (N = 130)		35	1,20	9,34	96	-1,73	9,27	2,93 NS
mittel (N = 81)		28	-2,64	14,4	52	-4,58	12,6	1,93 NS
stark (N = 17)		11	-7,73	14,2	6	-4,50	6,60	-3,23 NS
Alle (N = 228)	Rki	74	-3,89	10,7	154	-4,29	13,0	0,394 NS
schwach (N = 130)		35	-1,94	7,30	96	-2,87	10,6	0,922 NS
mittel (N = 81)		28	-4,82	12,4	52	-6,89	16,8	2,06 NS
stark (N = 17)		11	3,00	8,71	6	-9,50	24,8	12,5 NS

Tabelle 34: Mittlere Abweichung der potenziellen Überschirmung von der aktuellen Überschirmung in Nord- und Südtirol, getrennt nach Nutzungsintensität: Bei nicht signifikanten Differenzen ist ein NS nachgestellt, signifikante Differenzen sind wie folgt gekennzeichnet: * $p \leq 0.05$ / ** $p \leq 0.01$ / *** $p \leq 0.001$

Vergleicht man die Differenzen auf Ebene der einzelnen Nutzungsintensitäten, (Tabelle 34) können keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Auffällig ist, dass die Abweichung der potenziellen von der aktuellen Baumartenverteilung mit zunehmender Nutzungsintensität mit wenigen Ausnahmen größer wird.

4.2.2.4 Vergleich der geschätzten aktuellen Baumartenzusammensetzung mit jener in den 6-Baum-Stichproben

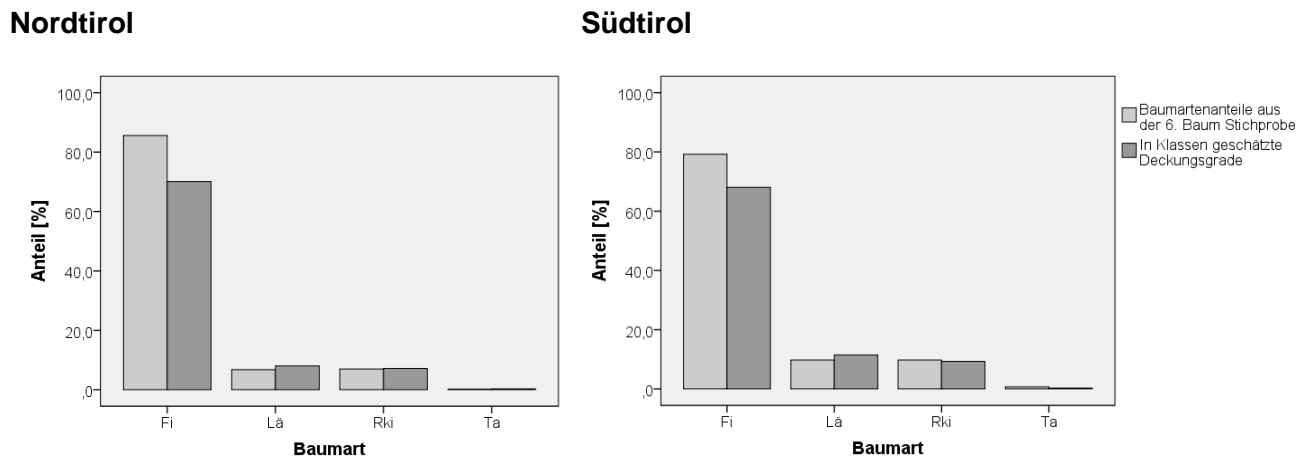


Abbildung 17: In Klassen geschätzte Anteile der aktuellen Baumartenzusammensetzung sowie errechnete Baumartenanteilen aus den 6-Baum-Stichproben getrennt nach Nord- und Südtirol

Vergleicht man die von den Inventurteams in Dominanzklassen geschätzten aktuellen Baumartenanteile mit den aus den Grundflächen berechneten Anteilen aus der 6-Baum-Stichprobe, so kann man, wie in Abbildung 17 gezeigt, kaum Differenzen feststellen. Einzig und allein bei Fichte kann ein nennenswerter Unterschied festgestellt werden.

4.2.2.5 Zusammenfassung

Beim Vergleich der potenziellen und aktuellen Baumartenzusammensetzung in den montanen Fichtenwäldern zwischen Nord- und Südtirol gibt es keine signifikanten Unterschiede (Tabelle 30, Tabelle 31). Auch die mittlere Abweichung der potenziellen von der aktuellen Überschilderung ist nicht signifikant verschieden (Tabelle 33). Die aus den Daten der 6-Baum-Stichproben berechnete Baumartenverteilung unterscheidet sich nur bei den Fichten wesentlich von der von den Inventurteams geschätzten Baumartenverteilung. Diese wurde in beiden Wäldern von den Inventurteams mit geringeren Anteilen angegeben (Abbildung 17).

4.3 Unterschiede in den Fichten-Tannenwäldern

4.3.1.1 Unterschiede in der potenziellen Baumartenzusammensetzung

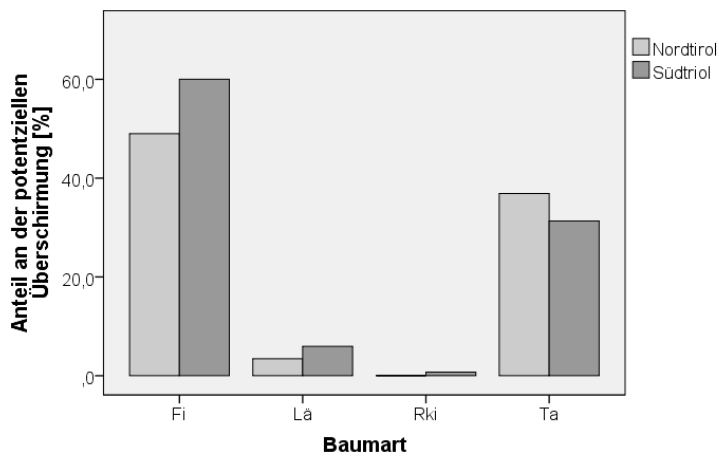


Abbildung 18: Anteil der einzelnen Baumarten an der geschätzten potenziellen Überschirmung als Mittelwert je Baumart [%]. N: 68

Wuchsklasse	Baumart	Nordtirol			Südtirol			Differenz [%]
		Anzahl	Mittelwert [%]	Standardabw. [%]	Anzahl	Mittelwert [%]	Standardabw. [%]	
Alle (N = 68)	Fi	19	49,0	18,1	49	60,0	21,5	-11,0 NS
Baumholz (N = 19)		10	48,4	18,4	9	42,3	26,3	6,07 NS
Altholz (N = 27)		6	37,0	0,000	21	69,6	13,6	-32,6***
Plenterartig (N = 22)		3	75,0	0,000	19	57,8	21,2	17,2**
Alle (N = 68)	Ta	19	36,9	22,6	49	31,3	19,5	5,57 NS
Baumholz (N = 19)		10	38,0	21,9	9	49,0	26,1	-11,0*
Altholz (N = 27)		6	46,0	24,0	21	24,4	11,2	21,6 NS
Plenterartig (N = 22)		3	15,0	0,000	19	30,6	18,9	-15,6 NS
Alle (N = 68)	Lä	19	3,42	5,23	49	5,96	6,40	-2,54 NS
Baumholz (N = 19)		10	2,50	4,50	9	4,67	5,90	-2,17 NS
Altholz (N = 27)		6	5,67	7,29	21	6,76	6,65	-1,10 NS
Plenterartig (N = 22)		3	2,00	0,000	19	5,68	6,55	-3,68 NS
Alle (N = 68)	RKi	19	0,000	0,000	49	0,735	3,01	-0,735 NS
Baumholz (N = 19)		10	0,000	0,000	9	0,000	0,000	
Altholz (N = 27)		6	0,000	0,000	21	0,095	0,436	-0,095 NS
Plenterartig (N = 22)		3	0,000	0,000	19	1,79	4,70	-1,79 NS

Tabelle 35: Anteile der einzelnen Baumarten an der potenziellen Überschirmung in Nord- und Südtirol, getrennt nach Wuchsklassen und Nutzungsintensität: Bei nicht signifikanten Differenzen ist ein NS nachgestellt, signifikante Differenzen sind wie folgt gekennzeichnet: * $p \leq 0.05$ / ** $p \leq 0.01$ / *** $p \leq 0.001$

Wie in Abbildung 18 und in Tabelle 35 ersichtlich variieren die potenziellen Baumartenanteile in den Fichten-Tannenwäldern viel stärker als in den montanen Fichtenwäldern (Kapitel 4.2.2.1). Allerdings ist auch hier bei Verwendung aller Stichproben der Unterschied nicht signifikant. Der Unterschied im Potenzial ist bei Fichte am größten, hier beträgt er 11%. An zweiter Stelle folgt Tanne vor Lärche und Rotkiefer. In Südtirol ist dabei das Potenzial für Fichte, Lärche und Rotkiefer größer, während es in Nordtirol mehr Potenzial für Tanne gibt.

Vergleicht man die Differenzen in den einzelnen Wuchsklassen wie in Tabelle 35, so ergeben sich doch einige signifikante Unterschiede. Der potenzielle Fichtenanteil ist in Südtirol im Altholz signifikant geringer als in Nordtirol, während er in den plenterartigen Beständen signifikant größer ist. Weiters ist signifikant, dass Tanne im Baumholz in Südtirol weniger Potenzial hat als in Nordtirol. Es ist allerdings zu beachten, dass die Stichprobenanzahl sehr gering ist.

4.3.1.2 Unterschiede in der aktuellen Baumartenzusammensetzung

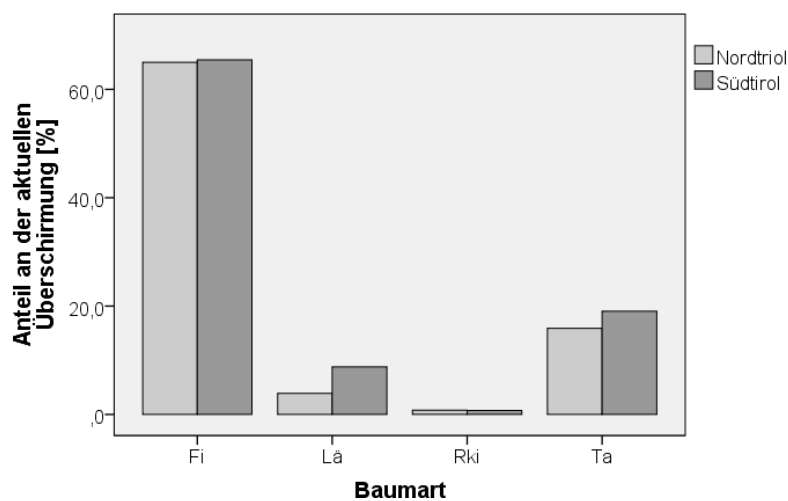


Abbildung 19: Anteil der einzelnen Baumarten an der geschätzten Überschirmung als Mittelwert je Baumart [%], rechts als Boxplot. N: 228

Wuchsklasse	Baumart	Nordtirol			Südtirol			Differenz [%]
		Anzahl	Mittelwert [%]	Standardabw. [%]	Anzahl	Mittelwert [%]	Standardabw. [%]	
Alle (N = 68)	Fi	19	65,0	17,2	49	65,4	19,7	-0,449 NS
Baumholz (N = 19)		10	67,4	16,0	9	44,1	30,1	23,3 NS
Altholz (N = 27)		6	56,0	20,8	21	73,2	8,29	-17,2 NS
Plenterartig (N = 22)		3	75,0	0,00	19	67,0	15,9	8,00 NS
Alle (N = 68)	Ta	19	15,9	20,3	49	19,1	24,8	-3,17 NS
Baumholz (N = 19)		10	18,3	24,7	9	47,6	28,5	-29,3 NS
Altholz (N = 27)		6	17,3	16,6	21	7,76	14,6	9,57 NS
Plenterartig (N = 22)		3	5,00	8,66	19	18,1	22,0	-13,1 NS
Alle (N = 68)	Lä	19	3,90	5,96	49	8,78	10,6	-4,88 NS
Baumholz (N = 19)		10	5,10	6,89	9	9,78	12,2	-4,68 NS
Altholz (N = 27)		6	3,50	5,72	21	9,14	9,16	-5,64 NS
Plenterartig (N = 22)		3	0,667	1,16	19	7,90	11,8	-7,23 NS
Alle (N = 68)	RKi	19	0,790	3,44	49	0,735	3,01	0,055 NS
Baumholz (N = 19)		10	1,50	4,74	9	0,000	0,000	1,50 NS
Altholz (N = 27)		6	0,000	0,000	21	0,000	0,000	
Plenterartig (N = 22)		3	0,000	0,000	19	1,90	4,68	-1,90 NS

Tabelle 36: Anteile der einzelnen Baumarten an der aktuellen Überschilderung in Nord- und Südtirol, getrennt nach Wuchsklassen: Bei nicht signifikanten Differenzen ist ein NS nachgestellt, signifikante Differenzen sind wie folgt gekennzeichnet: * $p \leq 0.05$ / ** $p \leq 0.01$ / *** $p \leq 0.001$

Wie in Abbildung 19 und in Tabelle 36 ersichtlich, variieren die geschätzten Baumartenanteile in den Fichten-Tannenwäldern zwischen Nord- und Südtirol kaum. Der Anteil von Fichte und Rotkiefer ist in beiden Ländern ähnlich hoch, während bei Tanne und Lärche die Anteile in Südtirol etwas höher sind. Die in beiden Ländern am häufigsten vorkommende Baumart ist die Fichte, gefolgt von Tanne, Lärche und Rotkiefer.

Eine detailliertere Betrachtung der Stichproben nach Wuchsklassen (Tabelle 36), führt ebenfalls zu keinen signifikanten Unterschieden. Interessant ist, dass der Tannenanteil in Süd- und in Nordtirol vom Baumholz ins Altholz abnimmt, und der Fichtenanteil im Gegenzug zunimmt.

Ergebnisse

Nutzungsintensität	Baumart	Nordtirol			Südtirol			Differenz [%]
		Anzahl	Mittelwert [%]	Standardabw. [%]	Anzahl	Mittelwert [%]	Standardabw. [%]	
Alle (N = 68)	Fi	19	65,0	17,2	49	65,4	19,7	-0,449 NS
schwach (N = 43)		11	61,2	19,2	32	62,8	22,3	-1,57 NS
mittel (N = 20)		5	67,4	17,0	15	69,9	13,4	-2,53 NS
stark (N = 5)		3	75,0	0,00	2	75,0	0,00	
Alle (N = 68)	Ta	19	15,9	20,3	49	19,1	24,8	-3,17 NS
schwach (N = 43)		11	17,5	16,6	32	24,4	25,9	-6,83 NS
mittel (N = 20)		5	18,4	32,3	15	10,1	20,6	8,33 NS
stark (N = 5)		3	5,67	8,15	2	1,50	0,707	4,17 NS
Alle (N = 68)	Lä	19	3,90	5,96	49	8,78	10,6	-4,88 NS
schwach (N = 43)		11	3,46	5,79	32	7,53	9,86	-4,08 NS
mittel (N = 20)		5	6,80	7,53	15	11,5	12,3	-4,67 NS
stark (N = 5)		3	0,667	1,16	2	8,50	9,19	-7,83 NS
Alle (N = 68)	Rki	19	0,790	3,44	49	0,735	3,01	0,055 NS
schwach (N = 43)		11	0,000	0,000	32	1,00	3,69	-1,00 NS
mittel (N = 20)		5	3,00	6,71	15	0,267	0,704	2,73 NS
stark (N = 5)		3	0,000	0,000	2	0,000	0,000	

*Tabelle 37: Anteile der einzelnen Baumarten an der aktuellen Überschilderung in Nord- und Südtirol, getrennt nach Nutzungsintensität: Bei nicht signifikanten Differenzen ist ein NS nachgestellt, signifikante Differenzen sind wie folgt gekennzeichnet: * $p \leq 0.05$ / ** $p \leq 0.01$ / *** $p \leq 0.001$*

Vergleicht man die Differenzen zwischen den beiden Ländern auf Ebene der einzelnen Nutzungsintensitäten (Tabelle 37) können keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Auffällig ist, dass der Tannenanteil sowohl in Süd- als auch in Nordtirol bei steigender Nutzungsintensität abnimmt.

4.3.1.3 Unterschiede in der Baumartenzusammensetzung aktuell versus potenziell

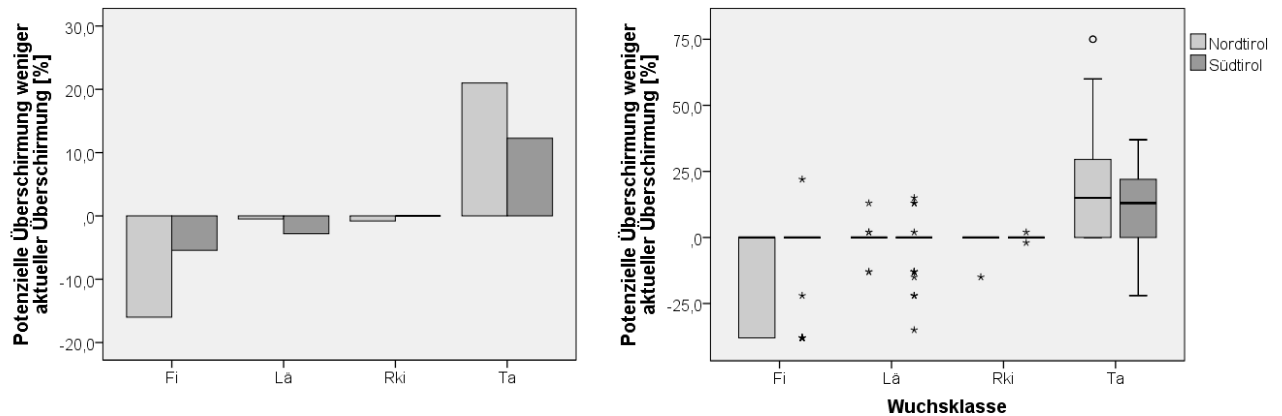


Abbildung 20: Mittlere Abweichung der potenziellen Überschirmung von der aktuellen Überschirmung, links als Mittelwert je Baumart [%], rechts als Boxplot. N: 68

Wuchsklasse	Baumart	Nordtirol			Südtirol			Differenz [%]	
		Anzahl	Mittelwert [%]	Standardabw. [%]	Anzahl	Mittelwert [%]	Standardabw. [%]		
Alle (N = 68)	Fi	19	-16,0	19,3	49	-5,43	14,2	-10,6*	
		Baumholz (N = 19)	10	-19,0	20,0	9	-1,78	15,4	-17,2*
		Altholz (N = 27)	6	-19,0	20,8	21	-3,62	11,4	-15,4 NS
		Plenterartig (N = 22)	3	0,0	0,000	19	-9,16	16,1	9,16 NS
Alle (N = 68)	Ta	19	21,0	24,93	49	12,3	13,7	8,74 NS	
		Baumholz (N = 19)	10	19,7	22,7	9	1,44	14,5	18,3 NS
		Altholz (N = 27)	6	28,7	33,7	21	16,7	12,4	12,0 NS
		Plenterartig (N = 22)	3	10,0	8,66	19	12,5	12,5	-2,52 NS
Alle (N = 68)	Lä	19	-0,474	5,33	49	-2,82	9,42	2,34 NS	
		Baumholz (N = 19)	10	-2,60	5,48	9	-5,11	8,59	2,51 NS
		Altholz (N = 27)	6	2,17	5,31	21	-2,38	8,47	4,55 NS
		Plenterartig (N = 22)	3	1,33	1,16	19	-2,21	11,0	3,54 NS
Alle (N = 68)	RKi	19	-0,790	3,44	49	0,000	0,408	-0,789 NS	
		Baumholz (N = 19)	10	-1,50	4,74	9	0,000	0,000	-1,50 NS
		Altholz (N = 27)	6	0,000	0,000	21	0,095	0,436	-0,095 NS
		Plenterartig (N = 22)	3	0,000	0,000	19	-0,105	0,459	0,105 NS

Tabelle 38: Mittlere Abweichung der potenziellen Überschirmung von der aktuellen Überschirmung in Nord- und Südtirol, getrennt nach Wuchsklassen: Bei nicht signifikanten Differenzen ist ein NS nachgestellt, signifikante Differenzen sind wie folgt gekennzeichnet: * $p \leq 0.05$ / ** $p \leq 0.01$ / *** $p \leq 0.001$

Ergebnisse

Betrachtet man den Differenzbetrag zwischen potenzieller und aktueller Überschirmung, wie in Abbildung 20 und in Tabelle 38 dargestellt, so stellt man fest, dass sowohl in Süd- als auch in Nordtirol ein Mangel an Tannen und ein Überschuss an Fichten herrscht, während die aktuelle Überschirmung bei Lärche und Rotkiefer in etwa der potenziellen entspricht. Dabei sind die Abweichungen in Nordtirol deutlich größer. Bei Fichte ist die Differenz zwischen den beiden Ländern sogar signifikant.

Bei einer detaillierteren Betrachtung der Ergebnisse nach Wuchsklassen (Tabelle 38), zeigt sich in den Wuchsklassen Baumholz und Altholz der gleiche Trend wie beim Vergleich aller Wuchsklassen. Fichte ist in Nordtirol stärker überrepräsentiert, während Tanne stärker fehlt. In der Wuchsklasse der plenterartigen Bestände sind die Abweichungen dagegen in Südtirol größer als in Nordtirol.

Nutzungsin- tensität	Baumart	Nordtirol			Südtirol			Differenz [%]
		Anzahl	Mittelwert [%]	Standar- dabw. [%]	Anzahl	Mittelwert [%]	Standar- dabw. [%]	
Alle (N = 68)	Fi	19	-16,0	19,3	49	-5,43	14,2	-10,6*
schwach (N = 43)		11	-13,8	19,2	32	-4,75	13,9	-9,07 NS
mittel (N = 20)		5	-15,2	20,8	15	-7,60	15,7	-7,60 NS
stark (N = 5)		3	-25,3	21,9	2	0,000	0,000	-25,3 NS
Alle (N = 68)	Ta	19	21,0	24,9	49	12,3	13,7	8,74 NS
schwach (N = 43)		11	11,5	12,5	32	8,25	13,0	3,21 NS
mittel (N = 20)		5	25,0	31,8	15	19,2	12,1	5,80 NS
stark (N = 5)		3	49,3	32,3	2	24,5	14,8	24,8 NS
Alle (N = 68)	Lä	19	-0,474	5,33	49	-2,82	9,42	2,34 NS
schwach (N = 43)		11	0,364	5,87	32	-2,19	8,91	2,55 NS
mittel (N = 20)		5	-2,60	5,81	15	-4,53	11,1	1,93 NS
stark (N = 5)		3	0,000	0,000	2	0,000	0,000	
Alle (N = 68)	Rki	3	1,33	1,16	19	-2,21	11,0	3,544 NS
schwach (N = 43)		11	0,000	0,000	32	0,000	0,000	
mittel (N = 20)		5	-3,00	6,71	15	-0,133	0,516	-2,87 NS
stark (N = 5)		3	0,000	0,000	2	1,00	1,41	-1,00 NS

Tabelle 39: Mittlere Abweichung der potenziellen Überschirmung von der aktuellen Überschirmung in Nord- und Südtirol, getrennt nach Nutzungsintensität: Bei nicht signifikanten Differenzen ist ein NS nachgestellt, signifikante Differenzen sind wie folgt gekennzeichnet: * $p \leq 0.05$ / ** $p \leq 0.01$ / *** $p \leq 0.001$

Teilt man die Stichproben nach Nutzungsintensität wie in Tabelle 39 auf, zeigt sich, dass in Südtirol der Fehlbetrag im Baumholz bei Fichte signifikant geringer ist als in Nordtirol. Weiters lässt sich feststellen, dass die Differenz zwischen potenzieller und aktueller Überschirmung bei Tanne vom Baumholz zum Altholz größer wird. Ebenfalls lässt sich beobachten, dass der Fehlbetrag bei steigender Nutzungsintensität unabhängig vom untersuchten Land zunimmt.

4.3.1.4 Vergleich der geschätzten aktuellen Baumartenzusammensetzung mit jener in den 6-Baum-Stichproben

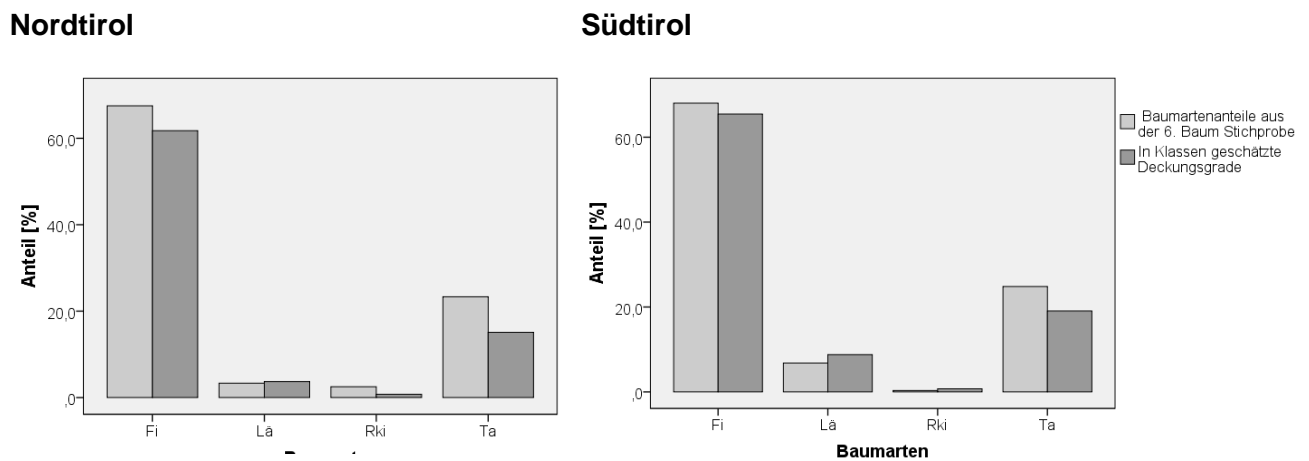


Abbildung 21: In Klassen geschätzte Anteile der aktuellen Baumartenzusammensetzung sowie errechnete Baumartenanteile aus den 6-Baum-Stichproben getrennt nach Nord- und Südtirol

Vergleicht man wie in Abbildung 21 dargestellt die in Dominanzklassen geschätzte Überschirmung mit den Baumartenanteilen an der Grundfläche aus der 6-Baum-Stichprobe, so stellt man fest, dass der Fichten- und Tannenanteil in beiden Ländern etwas unterschätzt wurde, während der Lärchenanteil leicht überschätzt wurde.

4.3.1.5 Zusammenfassung

In den Fichten-Tannenwäldern weichen die Potenziale der einzelnen Baumarten zwischen Nord- und Südtirol deutlich stärker ab, als in den montanen Fichtenwäldern (Tabelle 30, Tabelle 35). Die Unterschiede sind auf der allgemeinen Ebene mit allen Stichproben aber nicht signifikant (Tabelle 35). Auch die aktuelle Baumartenzusammensetzung weicht in Südtirol nicht signifikant von jener in Nordtirol ab. In den einzelnen Wuchsklassen sind die numerischen Unterschiede aber teilweise sehr groß (bis zu 30%) (Tabelle 36).

Der Vergleich der mittleren Abweichung der potenziellen von der aktuellen Baumartenzusammensetzung zeigt, dass sowohl in Süd- als auch in Nordtirol ein Mangel an Tannen und ein Überschuss an Fichten herrscht. Dabei sind die Abweichungen in Nordtirol deutlich größer. Bei Fichte ist die Differenz zwischen den beiden Ländern signifikant (Tabelle 38).

Die aus den Daten der 6-Baum-Stichproben berechnete Baumartenverteilung zeigt, dass die von den Inventurteams geschätzte Baumartenverteilung den Fichten- und Tannenanteil leicht überschätzt (Abbildung 21).

4.4 Ergebnisse auf Ebene des Waldtyps Fi 1

Auf Waldtypenebene soll anhand eines konkreten Beispiels überprüft werden, wie gut die waldbaulichen Empfehlungen der beiden Länder für einen bestimmten Waldtyp in einer bestimmten Wuchsklasse an die vorherrschenden Bestandesmerkmale angepasst sind.

Zur Beantwortung dieser Fragestellung ist der Waldtyp Fi 1 (*Veronico latifoliae-Piceetum typicum*) am besten geeignet. Für den Vergleich gewählt wurde dabei die Wuchsklasse Altholz, da dort am meisten Punkte vorliegen.

Verglichen wurden Baumartenanteile von Lärche und Fichte, die minimalen und maximalen Alter, Höhen, und BHDs sowie die BHDs von Fichte und Lärche.

4.4.1.1 Vergleich der Baumartenverteilung

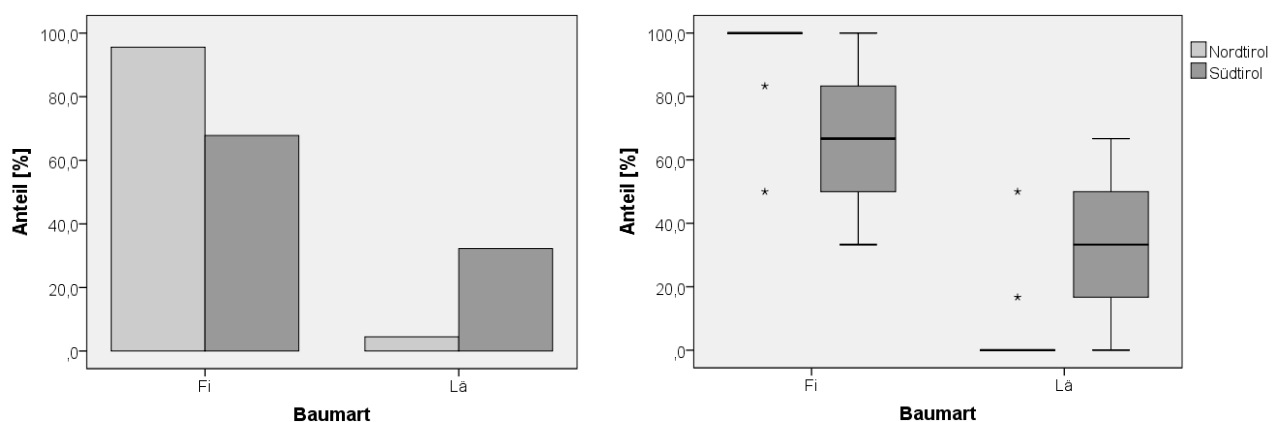


Abbildung 22: Baumartenanteile im Waldtyp Fi 1, Wuchsklasse Altholz, links als Mittelwert je Baumart [%], rechts als Boxplot. N = 25

Baumart	Nordtirol			Südtirol			Differenz N - S [%]
	Anzahl	Mittelwert [%]	Standardabw. [%]	Anzahl	Mittelwert [%]	Standardabw. [%]	
Fichte (N = 25)	15	95,6	13,3	10	66,7	22,2	28,9***
Lärche (N = 25)	15	4,45	13,3	10	31,7	21,4	-27,2**

Tabelle 40: Vergleich der Baumartenanteile im Waldtyp Fi 1, Wuchsklasse Altholz: Bei nicht signifikanten Differenzen ist ein NS nachgestellt, signifikante Differenzen sind wie folgt gekennzeichnet: * $p \leq 0.05$ / ** $p \leq 0.01$ / *** $p \leq 0.001$

Wie in Abbildung 22 ersichtlich, ist der Fichtenanteil in diesem Waldtyp aktuell in Nordtirol deutlich höher als in Südtirol. In Südtirol ist im Gegenzug der Lärchenanteil deutlich größer. Vergleicht man die Anteile der Baumarten an der Gesamtüberschirmung, so erhält man hoch signifikante Ergebnisse (Tabelle 40).

4.4.1.2 Vergleich der größten und kleinsten Alter der Stichproben

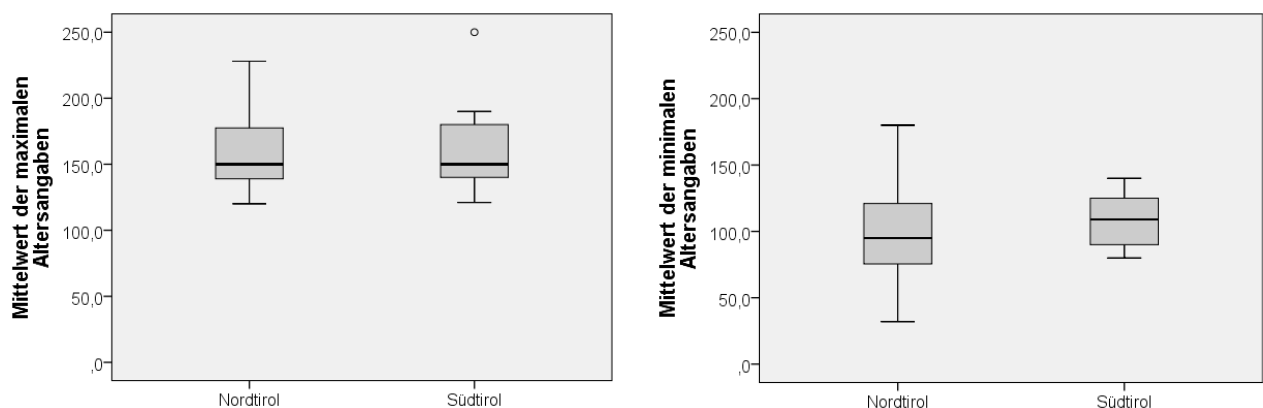


Abbildung 23: Mittelwert der maximalen und minimalen Altersangaben je Stichprobe, Waldtyp Fi 1, Wuchsklasse Altholz, N = 25

Alter	Nordtirol			Südtirol			Differenz N - S
	Anzahl	Mittelwert	Standardabw.	Anzahl	Mittelwert	Standardabw.	
Maximales Alter (N = 25)	15	160	33,4	10	163	37,5	-2,60 NS
Minimalers Alter (N = 25)	15	99,3	35,6	10	109	20,2	-9,67 NS

Tabelle 41: Vergleich des Mittelwerts der maximalen und minimalen Altersangaben je Stichprobe, Waldtyp Fi 1, Wuchsklasse Altholz: Bei nicht signifikanten Differenzen ist ein NS nachgestellt, signifikante Differenzen sind wie folgt gekennzeichnet: * $p \leq 0.05$ / ** $p \leq 0.01$ / *** $p \leq 0.001$

Vergleicht man den Mittelwert der maximalen Altersangaben der Stichproben, so stellt man fest, dass es zwischen Nord- und Südtirol praktisch keine Unterschiede gibt (Abbildung 23). Beim Mittelwert der minimalen Altersangaben der Probepunkte

lässt sich feststellen, dass das minimale Alter in Südtirol etwas höher ist als in Nordtirol. Statistische Unterschiede lassen sich aber keine feststellen (Tabelle 41).

4.4.1.3 Vergleich der maximalen und minimalen Höhen der Stichproben

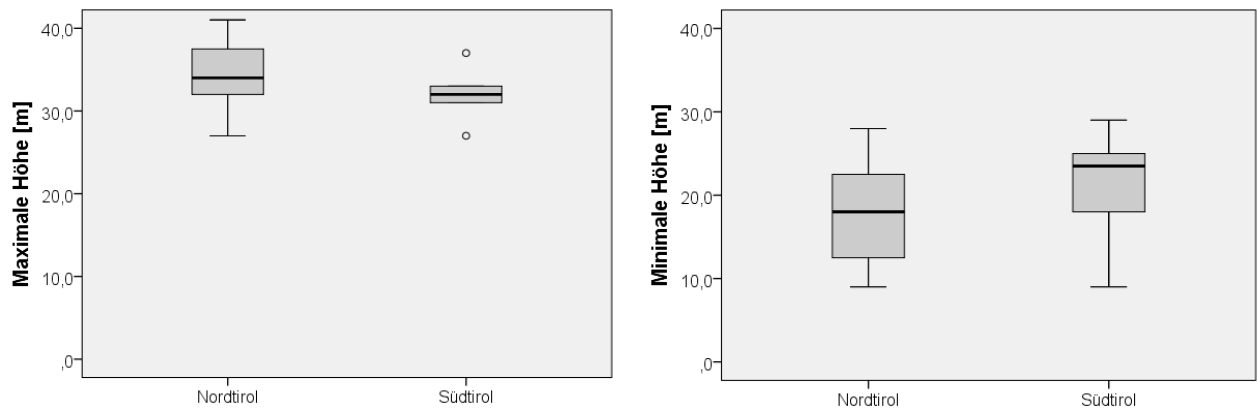


Abbildung 24: Maximale und minimale Baumhöhe je Stichprobe, Waldtyp Fi 1, Wuchsklasse Altholz, N = 25

Höhe	Nordtirol			Südtirol			Differenz N - S
	Anzahl	Mittelwert	Standardabw.	Anzahl	Mittelwert	Standardabw.	
Maximale Höhe (N = 25)	15	34,6	4,01	10	31,9	2,47	2,70 NS
Minimale Höhe (N = 25)	15	17,9	6,74	10	20,6	6,88	-2,73 NS

Tabelle 42: Vergleich der maximalen und minimalen Baumhöhe je Stichprobe, Waldtyp Fi 1, Wuchsklasse Altholz: Bei nicht signifikanten Differenzen ist ein NS nachgestellt, signifikante Differenzen sind wie folgt gekennzeichnet: * $p \leq 0.05$ / ** $p \leq 0.01$ / *** $p \leq 0.001$

Betrachtet man Abbildung 24 und Tabelle 42, so stellt man fest, dass die maximalen Höhen in Nordtirol etwas größer sind als in Südtirol. Die Differenz beträgt knapp 3 m. Die minimalen Höhen sind dagegen in Südtirol um knapp 3 m höher. Damit ist die Bandbreite der Bestandeshöhe offensichtlich in Südtirol geringer. Signifikant ist aber keiner dieser Unterschiede.

4.4.1.4 Vergleich der maximalen und minimalen BHDs der Stichproben

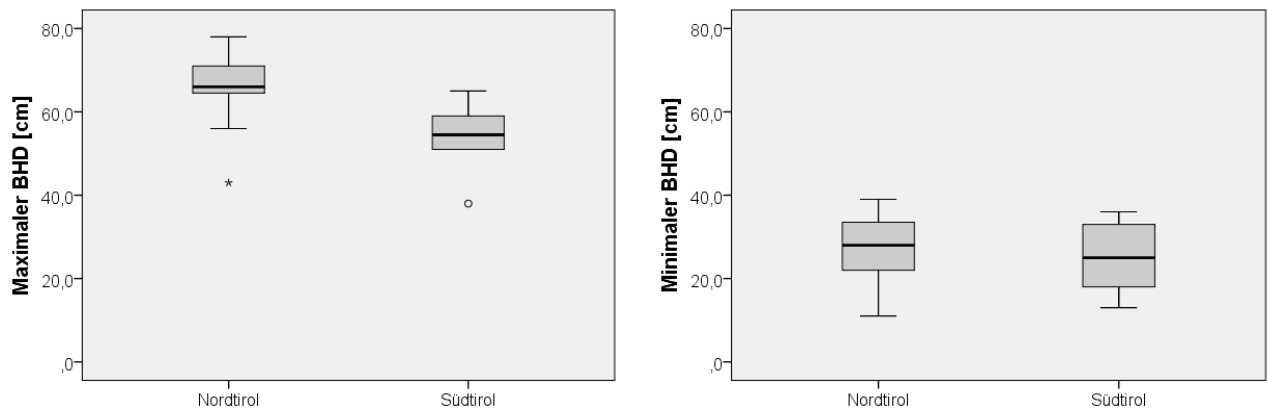


Abbildung 25: Maximaler und minimaler BHD je Stichprobe, Waldtyp Fi 1, Wuchsklasse Altholz, N = 25

BHD	Nordtirol			Südtirol			Differenz N - S
	Anzahl	Mittelwert	Standardabw.	Anzahl	Mittelwert	Standardabw.	
Maximale BHD (N = 25)	15	65,9	8,19	10	54,6	7,68	11,3**
Minimale BHD (N = 25)	15	26,8	8,60	10	25,5	7,88	1,37 NS

Tabelle 43: Vergleich des maximalen und minimalen BHDs je Stichprobe, Waldtyp Fi 1, Wuchsklasse Altholz: Bei nicht signifikanten Differenzen ist ein NS nachgestellt, signifikante Differenzen sind wie folgt gekennzeichnet: * $p \leq 0.05$ / ** $p \leq 0.01$ / *** $p \leq 0.001$

Vergleicht man die maximalen BHDs der Stichproben von Nord- und Südtirol miteinander, so unterscheiden sich diese deutlich (siehe Abbildung 25). Sie sind in Nordtirol deutlich größer. Bei den minimalen BHDs sieht die Verteilung dagegen kaum unterschiedlich aus. Wie in Tabelle 43 ersichtlich, ist der Unterschied bei den stärksten BHDs höchst signifikant. Der absolute Unterschied beträgt 11,3 cm. Bei den kleinsten BHDs ist dagegen kein signifikanter Unterschied feststellbar.

4.4.1.5 Vergleich der mittleren BHDs- von Fichte und Lärche

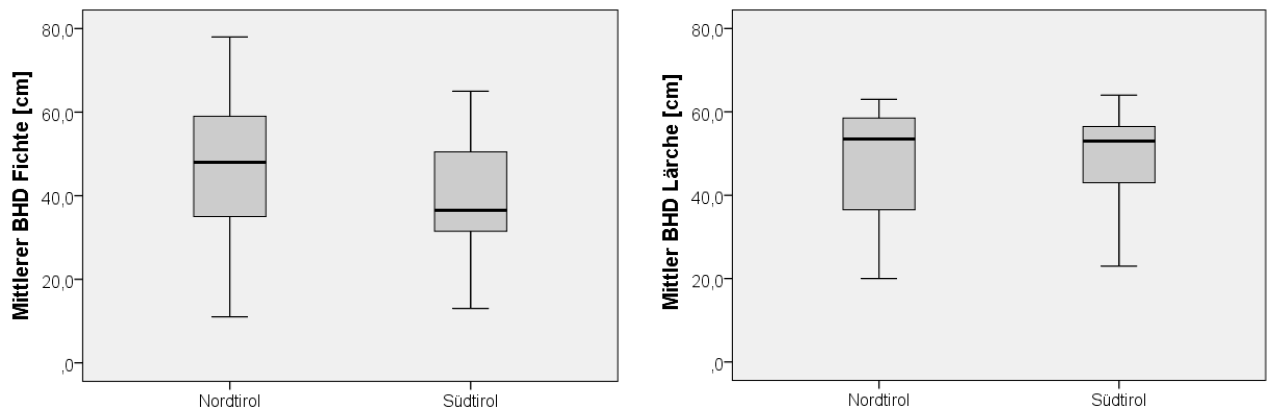


Abbildung 26: Mittlere BHDs von Fichte und Lärche, Waldtyp Fi 1, Wuchsklasse Altholz, N = 106 bzw. 23

Baumart	Nordtirol			Südtirol			Differenz N - S
	Anzahl	Mittelwert	Standardabw.	Anzahl	Mittelwert	Standardabw.	
Fichte (N = 106)	86	47,2	15,4	40	38,9	12,5	8,37**
Lärche (N =23)	4	47,5	18,9	19	48,2	12,3	-0,710 NS

Tabelle 44: Vergleich der mittleren BHDs, Waldtyp Fi 1, Wuchsklasse Altholz: Bei nicht signifikanten Differenzen ist ein NS nachgestellt, signifikante Differenzen sind wie folgt gekennzeichnet: * $p \leq 0.05$ / * $p \leq 0.01$ / * * * $p \leq 0.001$

Abbildung 26 und Tabelle 44 zeigen, dass die mittleren Brusthöhendurchmesser von Fichte und Lärche in Südtirol kleiner sind als in Nordtirol. Die Differenz ist mit knapp 8,5 zwar 3 cm geringer als beim Vergleich der maximalen BHDs, der Unterschied ist jedoch signifikant. Bei Lärche sind die BHDs in beiden Ländern ähnlich stark.

4.4.1.6 Zusammenfassung

Die Baumartenanteile zwischen Nord- und Südtirol im Waldtyp Fi 1, Wuchsklasse Altholz unterscheiden sich signifikant. In Südtirol ist der Lärchenanteil höher, in Nordtirol dagegen der Fichtenanteil (Tabelle 40). Der Vergleich des Mittelwerts der maximalen und minimalen Alter liefert keine signifikanten Ergebnisse. Der Mittelwert der minimalen Altersangaben ist in Südtirol aber ca. 10 Jahre höher als in Nordtirol (Tabelle 41). Die maximalen und minimalen Höhen unterscheiden sich nicht signifikant. Die Bandbreite der Bestandeshöhe ist in Südtirol geringer (kleinere Maximalhöhen, größere Minimalhöhen, siehe Tabelle 42).

Die maximalen Brusthöhendurchmesser sind in Nordtirol signifikant größer als in Südtirol. Die minimalen Brusthöhendurchmesser unterscheiden sich dagegen kaum (Tabelle 43). Vergleicht man die mittleren BHDs von Fichte, so stellt man fest, dass dieser in Nordtirol signifikant größer ist als in Südtirol. Der mittlere BHD von Lärche ist dagegen fast gleich groß (Tabelle 44).

5 Diskussion

Es ist zu beachten, dass die Ergebnisse der Arbeit nicht die Waldbehandlung direkt widerspiegeln, sondern hauptsächlich Effekte der Waldbehandlung aus der Vergangenheit abbilden. Unterschiede bei einzelnen Parametern sind nicht auf rezente Eingriffe zurückzuführen, sondern wurden vor allem durch Eingriffe, die bereits Jahrzehnte zurückliegen, verursacht.

Weiters ist zu berücksichtigen, dass die Stichproben in beiden Ländern nicht zufällig über die Waldfläche des jeweiligen Landes verteilt liegen, sondern in möglichst naturnahen Beständen durchgeführt wurden. Unterschiede könnten theoretisch durch die nicht zufällige Auswahl der Stichprobenpunkte entstanden sein. Die Tatsache, dass in beiden Ländern Bestände nach dem gleichen Schema ausgewählt wurden sowie die große Anzahl von Stichproben, vermindern allerdings das Risiko von Falschaussagen durch nicht zufällig verteilte Stichproben deutlich.

5.1 Wuchsklassenverteilung

Die Wuchsklassenverteilung legt nahe, dass es Unterschiede in der Nutzungsintensität und Nutzungsart zwischen Nord- und Südtirol gibt. Im Verhältnis gibt es in Südtirol weit weniger Bestände mit homogenem Alter, dafür ist aber der Anteil plenterartiger Bestände deutlich höher.

Der Unterschied zwischen Nord- und Südtirol tritt unabhängig von der vorhandenen Nutzungsintensität auf. Anzumerken ist, dass der Anteil plenterartiger Bestände bei steigender Nutzungsintensität stark abnimmt.

Ein möglicher Grund dafür könnte die Auszeige der Schlagflächen durch die Behörde in Südtirol sein (Südtiroler Forstgesetz). Diese achtet tendenziell stärker auf ökologische Grundlagen als der einzelne Grundeigentümer, der vor allem an einem hohen Deckungsbeitrag interessiert ist. Es kann davon ausgegangen werden, dass die durchschnittliche Schlaggröße in Südtirol deshalb etwas kleiner ausfällt, was die Entstehung von kleinflächigen, ungleichaltrigen Strukturen fördert. In diesem Zusammenhang ist allerdings anzumerken, dass die Intensität der forstlichen Endnutzungen in Südtirol gleich hoch ist wie in Nordtirol (Tabelle 17).

Auch die Eigentümerstruktur könnte einen Einfluss auf die Wuchsklassenverteilung haben. In Nordtirol ist der Besitzanteil von Einzelprivaten mit 37% geringer als in Südtirol. Hier gehören 51% der Waldfläche privaten Inhabern. In beiden Ländern gibt es kaum große Privateigentümer, der Großteil der Fläche ist Bauernwald. (Autonome Provinz Bozen₁, 2015; Amt der Tiroler Landesregierung₁, 2015). Es ist anzunehmen, dass Waldbesitzer mit wenig Fläche eher zu kleinflächiger Nutzung neigen, was das Entstehen ungleichaltriger Strukturen fördert (Rauch, 2003).

5.2 Nutzungsintensität

Ebenso wie bei der Wuchsklassenverteilung gibt es auch bei der Nutzungsintensität zwischen Nord- und Südtirol (Kapitel 4.1.2) signifikante Unterschiede. Wenig überraschend ist dabei, dass die Gesamtnutzungsintensität in Nordtirol größer ist als in Südtirol (Tabelle 20). Interessant ist aber, dass der Unterschied in der Gesamtnutzungsintensität nicht wie erwartet bei den forstlichen Nutzungen zu finden ist. Der Unterschied rührt von den forstlichen Nebennutzungen her (Tabelle 19). Bei der forstlichen Nutzungsintensität wurde sogar in Südtirol ein etwas größerer Wert festgestellt (Tabelle 18).

Der Unterschied bei den Schneitelungen und bei Waldweide ist besonders groß. Die historischen Nutzungen (länger als 10 Jahre) haben einen größeren Einfluss auf die verglichenen Nutzungsintensitäten als aktuelle Nutzungen. Die historischen Nutzungsintensitäten sind im Mittel etwa drei Mal so hoch wie die aktuellen. Am kleinsten ist der Unterschied zwischen historischen und aktuellen Nutzungen bei den Vornutzungen. Bei Schneitelung und Streunutzung gibt es dagegen de facto keine aktuelle Nutzung mehr.

In der Wuchsklasse der plenterartigen ist die Gesamtnutzungsintensität geringer als in den gleichaltrigen Beständen. Auch der Unterschied zwischen Süd- und Nordtirol ist in dieser Wuchsklasse am geringsten.

Dass die geschätzten forstlichen Nutzungsintensitäten in Südtirol höher sind als in Nordtirol, erscheint auf den ersten Blick nicht nachvollziehbar. Vergleicht man die mittlere Nutzung auf der gesamten Landesfläche, so ergibt sich folgendes Bild: In Nordtirol lag der Einschlag von 2009 bis 2014 im Mittel bei etwa 1.450.000 m³ (Amt

der Tiroler Landesregierung⁵, 2015). Die Waldfläche Nordtirols beträgt 505.762 ha (Amt der Tiroler Landesregierung⁶, 2015). In Südtirol wurden von 2009 bis 2013 durchschnittlich etwa 650.000 m³ genutzt (ASTAT, 2014). Hier beträgt die Waldfläche 336.689 ha (Autonome Provinz Bozen⁴, 2015). In Nordtirol lag die Einschlagsintensität damit in etwa bei 2,87 m³/ha/a, in Südtirol nur bei 1,93 m³/ha/a. Allerdings machen in Nordtirol gutwüchsige Flächen einen größeren Anteil an der Gesamtwaldfläche aus. Der Zuwachs in Nordtirol liegt im Durchschnitt bei 6,5 m³/ha/a (Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald¹, 2015). In Südtirol ist der Anteil forstwirtschaftlich unbedeutender Flächen weit höher. In den tiefer gelegenen Landesteilen sowie auf den Vinschgauer Sonnenbergen ist die Produktivität sehr gering. Der durchschnittliche Zuwachs liegt hier bei 5,5 m³/ha/a (Autonome Provinz Bozen⁵, 2015).

Aus diesen Gründen ist es durchwegs möglich, dass die forstliche Nutzungsintensität der beiden betrachteten produktiven Waldgruppen in Südtirol etwa gleich hoch ist als in Nordtirol. Die stärkere Kontrolle der Behörde in Südtirol scheint in den verglichen Waldgruppen keinen Einfluss auf die Nutzungsintensität gehabt zu haben. Forstwirtschaft wurde in Südtirol in der Vergangenheit intensiv betrieben. Bis etwa um 1900 herrschte insbesondere in der Nähe von Bergwerken großer Holzbedarf (Prettau, Ridnaun) (Autonome Provinz Bozen³, 2010). Schon vor der Annexion durch Italien war der Export in das generell eher holzarme Land eine wichtige Einnahmequelle. Durch den Wegfall der Zölle nach dem Anschluss nahm dieser stark zu (Lechner, 1999).

Überraschend ist auch, dass es so große Differenzen bei der Intensität der forstlichen Nebennutzungen zwischen Nord- und Südtirol gibt. Vor allem Waldweide wurde zumindest historisch auch in Südtirol sehr häufig betrieben. Betrachtet man die Naturraumbeschreibungen im Abschlussbericht der Waldtypisierung Südtirol Band 2, so ist kaum ein Bezirk zu finden, in dem die Beweidung nicht eine Rolle spielte. Aber auch in Nordtirol ist die Waldweide seit Langem weit verbreitet (Glatzel, 1995). Im Jahr 2012 wurden ca. 90.000 ha beweidet, was in etwa einem Viertel der Nordtiroler Ertragswaldfläche entspricht. In der Vergangenheit war die Nutzung dort noch stärker. Im Jahr 1992 wurden noch ca. 140.000 ha beweidet (Amt der Tiroler Landesregierung⁷, 2012). Da es keine offiziellen Daten für Südtirol gibt, ist ein direkter Ver-

gleich nicht möglich. Die Ergebnisse der Arbeit legen jedoch nahe, dass die Waldweide in Nordtirol mit größerer Intensität erfolgte als in Südtirol.

Während Berichte von Streunutzungen in Südtirol häufig zu finden sind, stellen Schneitelungen eine Ausnahme dar (Bsp. Naturraum mittleres Sarntal) (Autonome Provinz Bozen₃, 2010). In Nordtirol wurden beide Nutzungsformen intensiv betrieben, was zur starken Degradation der Waldstandorte führte (Glatzel, 1995). Die in der Arbeit gezeigten Unterschiede untermauern diese Erkenntnis.

5.3 Unterschiede in der Bestandespflege

Die Frage, ob es Unterschiede in der Bestandespflege gibt, kann zu einem überwiegenden Teil mit ja beantwortet werden. Es zeigt sich, dass die Überschirmung in Südtirol auf den meisten untersuchten Ebenen signifikant größer ist als in Nordtirol. Die höhere Überschirmung in Südtirol ist dabei nicht auf den Unterschied in der Wuchsklassenverteilung zurückzuführen. Der höhere Anteil von plenterartigen Beständen in Südtirol wirkt sich sogar negativ auf den Unterschied aus, da plenterartige Bestände eine geringere Überschirmung als gleichaltrige Bestände aufweisen (Tabelle 21).

Mit etwas mehr Ausnahmen als bei der Überschirmung, ist auch bei den h/d-Werten ein signifikanter Unterschied zwischen Nord- und Südtirol nachweisbar. In Südtirol ist der h/d-Wert, unabhängig von der Baumart größer als in Nordtirol. Der Trend geht in praktisch allen Vergleichsebenen in diese Richtung. Einzig und allein bei starker Nutzungsintensität ist der h/d-Wert in wenigen Fällen in Nordtirol größer (Tabelle 23).

Beim Kronenprozent lässt sich dagegen nicht so einfach ein Trend feststellen. Hier gibt es große Unterschiede zwischen den Baumarten. Das Kronenprozent der Fichten ist in Nordtirol signifikant kleiner, während es bei Lärche und Tanne signifikant höher ist (Tabelle 25).

Hervorzuheben ist allerdings, dass sowohl der durchschnittliche h/d-Wert als auch das durchschnittliche Kronenprozent in beiden Ländern sehr gut ist. Gassebner (1986), der bei seiner Dissertation Daten aus Neustift im Stubaital analysierte, gibt für Fichte in der montanen Stufe einen h/d-Wert von 70 und ein Kronenprozent von 50% als erstrebenswert an. Der durchschnittliche h/d-Wert von Fichte ist mit 68,5 in Nord-

und 70,3 in Südtirol somit als sehr gut zu beurteilen. Auch das durchschnittliche Kronenprozent liegt in beiden Ländern mit über 60% deutlich über den angegebenen 50%. Auch bei Lärche ist der mittlere h/d-Wert gering, und das mittlere Kronenprozent hoch. In beiden Ländern liegen die Kennwerte unter (h/d) bzw. über (Kronenprozent) den von Zöhler (1968) angegebenen Kennwerten für lichte Bestände.

Die analysierten Parameter Überschirmung, h/d-Wert und Kronenprozent lassen sich gut durch die Bestandespflege steuern. Die Überschirmung ist in einschichtigen Beständen am höchsten. Diese bilden sich, wenn in die Oberschicht bei Durchforstungen nicht eingegriffen wird (Röhrig, Gussone, 1990). Der h/d-Wert kann als Maß für die Stabilität von Beständen herangezogen werden (Abetz, 1976). Stärkere Durchforstungen, die auch in die herrschende Schicht eingreifen, wirken sich positiv auf die Entwicklung des h/d-Wertes und den Zuwachs aus (Röhrig, Gussone, 1990). Leibundgut (1943) und Pollanschütz (1982) zeigten, dass stark durchforstete Bestände mit geringen h/d-Werten weit weniger anfällig gegen Windwurf und Schneebruch sind. Zudem konnten höhere Zuwächse gemessen werden. Mit zunehmender Eingriffsstärke nimmt auch das Kronenprozent der Einzelbäume zu. Durch die Absenkung der Grundfläche steht den verbleibenden Bäumen mehr Licht zur Verfügung. Dadurch steigt die Vitalität und damit auch die Widerstandskraft der Bestände gegen biotische Schädlinge (Mayer, 1992).

Überschirmung, h/d-Wert und Kronenprozent zeigen, dass die auf Bestandesebene gesetzten Pflegemaßnahmen in Nordtirol zu etwas besseren Resultaten geführt haben, obwohl die Intensität der Vornutzung laut den taxatorisch erhobenen Nutzungsintensitäten gleich groß ist (Tabelle 17). Es kann davon ausgegangen werden, dass in Nordtirol schon etwas früher als in Südtirol der Trend, von Niederdurchforstung in Richtung Hochdurchforstung ging, welche zu niedrigeren h/d-Werten, einem offeneren Kronendach und zu längeren Kronen führt. Mittlerweile empfehlen beide Länder überwiegend die Hochdurchforstung (Autonome Provinz Bozen³, 2010; Amt der Tiroler Landesregierung⁴, 2015).

5.4 Entnahme von Unterständern in älteren Beständen

Wie in Kapitel 4.1.4 gezeigt, kann mittels Distanz zum 6. Baum und der Analyse der BHD-Spreitung nachgewiesen werden, dass in Südtirol Unterständler in älteren Beständen konsequenter entnommen werden. Der Abstand zum 6. Baum ist in Südtirol signifikant größer als in Nordtirol (Tabelle 26), während die BHD-Spreitung in Nordtirol signifikant größer ist. Interessant sind die Resultate auf Ebene der Wuchs- und Nutzungsintensitätsklassen. Hier überrascht, dass in Klassen mit geringen Differenzen beim Abstand zum 6. Baum der Unterschied bei der BHD-Spreitung umso deutlicher ist (beispielsweise im Altholz). In die andere Richtung gibt es denselben Trend. Bei starker Nutzungsintensität ist der Unterschied beim Abstand zum 6. Baum groß, die Differenz in der BHD-Spreitung aber sehr gering.

Aus der Distanz zum 6. Baum kann die mittlere Baumzahl je ha abgeleitet werden, für die es in der Literatur zahlreiche Vergleichswerte gibt. Im Mittel stocken in Nordtirol 568 Bäume pro ha, während in Südtirol nur 475 Bäume pro ha stocken. Mayer (1966) gibt etwa für stabile Fichten-Steilhangwälder eine mittlere Baumzahl im Endbestand von 540 bis 630 Individuen an. Daraus ist ersichtlich dass die mittlere Baumzahl pro Hektar in den in Südtirol aufgenommenen Beständen gering ist. Hervorzuheben ist weiters, dass niederdurchforstungsartige Eingriffe prinzipiell zu stammzahlärmeren Beständen führen (Burschel, Huss, 1997). Wiedermann (1937) gibt in den Ertragstafeln für Niederdurchforstungen (Fichte), je nach Eingriffsstärke, Endbaumzahlen von 250 bis 350 Bäume/ha an. Nach Abetz (1975) sollen bei Anwendung der Auslese-durchforstung dagegen rund 400 Bäume/ha auf der Fläche verbleiben.

Die Tatsache, dass schwache Bäume in Südtirol häufiger entnommen werden als in Nordtirol ist keine Überraschung. In Südtirol gibt es dafür den eigenen Begriff der Entrümpelung, der im waldbaulichen Glossar der Waldtypisierung Südtirol Band 2 definiert ist. Konkret ist unter einer Entrümpelung ein niederdurchforstungsartiger Eingriff in sehr dichten, ungepflegten Baumhölzern zu verstehen, bei der nur die schwächeren Dimensionen (Unterständler) entfernt werden. In älteren Beständen wird durch Auflichtung im Zuge einer Entrümpelung oft die Verjüngung eingeleitet.

Interessant ist, dass diese späte Art der Niederdurchforstung so weit auf die Bestandesstruktur schlägt, dass sich die Auswirkungen mithilfe der für die Waldtypisierung erhobenen Daten zeigen lässt.

5.5 Unterschiede in der Baumartenzusammensetzung

5.5.1 Unterschiede in den montanen Fichtenwäldern

In den montanen Fichtenwäldern gibt es kaum einen Unterschied in der Baumartenzusammensetzung zwischen Süd- und Nordtirol. Die Baumartenanteile scheinen sowohl potenziell (Tabelle 30) als auch aktuell (Tabelle 32) relativ ähnlich zu sein. Auch die Abweichung der aktuellen Waldgesellschaft von der potenziellen Waldgesellschaft (Tabelle 34) ist in Nord- und Südtirol recht ähnlich.

Bei einer detaillierteren Betrachtung gibt es aber dennoch einige Unterschiede. Beim Vergleich der potenziellen Baumartenzusammensetzung wurde in der Wuchsklasse der plenterartigen Bestände in Südtirol für Rotkiefer ein höheres Potenzial festgestellt. Ansonsten gibt es aber keinen signifikanten Unterschied, was für die Inventurteams spricht. Das Potenzial für einzelne Baumarten muss in gleich verteilten Waldtypen gleich groß sein. Bei der Betrachtung der aktuellen Baumartenanteile kommt man zum Ergebnis, dass in Südtirol der Lärchen- und Rotkiefernanteil höher ist als in Nordtirol. Dafür ist der Anteil an Fichte etwas geringer. Signifikant sind die Unterschiede jedoch kaum. Die Abweichungen der aktuellen Waldgesellschaften von der potenziellen Waldgesellschaft sind in beiden Ländern ähnlich. Fichte ist in den montanen Fichtenwäldern unterrepräsentiert während Rotkiefer überrepräsentiert ist. Die Lärche ist nur in Südtirol überrepräsentiert. Signifikant ist dieser Unterschied aber nicht.

Der erhöhte Anteil von Pionierbaumarten (vor allem der Rotkiefer) ist zu einem Teil auf die starke Nutzung der Wälder zwischen 1800 und 1900 zurückzuführen (Autonome Provinz Bozen³, 2010). Allerdings entspricht ein hoher Lärchenanteil auch den möglichen waldbaulichen Zielen in dieser Waldgruppe (Autonome Provinz Bozen³, 2010, Amt der Tiroler Landesregierung², 2015). Interessant ist, dass dieses in Südtirol etwas besser erreicht wird als in Nordtirol, obwohl die Überschirmung (Tabelle 21) in Südtirol höher ist. Auch der höhere Anteil plenterartiger Bestände sollte sich eigentlich gegenteilig auf den Lärchenanteil auswirken (Buschel, Huss, 1997).

Positiv für die Lärchenverjüngung in Südtirol ist dagegen, dass der Wald allgemein nicht so stark als Weidefläche genutzt wird wie in Nordtirol. Während sich Waldweide mit geringer Intensität aufgrund der Bodenverwundung positiv auf die Lärchenverjüngung auswirkt, ist intensiv betriebene Waldweide ein Verjüngungshemmnis. Vor al-

lem Schafe und Ziegen wirken sich sehr negativ auf die Verjüngungsfähigkeit von Lärchenbeständen aus (Delvai, 2015).

Die aufkommenden Lärchen sind in Südtirol stärker der Konkurrenz anderer Baumarten ausgesetzt. Das Kronenprozent der Lärchen ist in Nordtirol signifikant höher (Tabelle 25).

Vergleicht man die geschätzten Überschirmungsanteile mit den in den 6-Baum-Stichproben erhobenen Baumartenanteilen (Abbildung 17), so kann man lediglich bei den Fichten einen nennenswerten Unterschied feststellen. Dieser liegt allerdings an der Methodik: Der Deckungswert für „Baumart dominant“ war mit 75 festgelegt (dominant = höchstmöglicher Wert). War der tatsächliche Anteil praktisch immer über 75%, so ergibt sich gezwungenermaßen ein Unterschied, da immer abgerundet wird. Wenn der tatsächliche Anteil zwischen zwei Klassenmittelwerten (z.B. zwischen subdominant und beigemischt) liegt, wurde dagegen je nach Bestandesbild ab- bzw. aufgerundet. Im Mittel ergibt sich dann ein korrekter Wert.

5.5.2 Unterschiede in den Fichten-Tannenwäldern

Die Fichten-Tannenwälder unterscheiden sich zwischen Süd- und Nordtirol deutlicher als die montanen Fichtenwälder. Die potenziellen Baumartenanteile weisen größere absolute Unterschiede auf, welche aber nicht signifikant sind, wenn alle Stichproben verwendet werden (Tabelle 35). In Nordtirol ist das Potenzial für Tanne im Allgemeinen höher als in Südtirol. Dafür ist das Potenzial für Fichte und Lärche geringer. In einigen Wuchsklassen sind diese Unterschiede signifikant. In wenigen anderen Wuchsklassen treten aber auch gegenläufige Trends auf, die ebenfalls zu teilweise signifikanten Ergebnissen führen. Ein Grund für diese teilweise divergierenden Ergebnisse ist zweifelsohne die weit geringere Stichprobenanzahl als bei den montanen Fichtenwäldern. Zusätzlich trägt die verwendete Statistik ihren Teil dazu bei (siehe Kapitel 5.5.3).

Die aktuellen Baumartenanteile unterscheiden sich ebenfalls deutlicher als bei den montanen Fichtenwäldern (Tabelle 37). Die Tanne hat in Südtirol einen größeren Anteil an der Überschirmung als in Nordtirol. Auch Lärche kommt in Südtirol häufiger vor. Bei Fichte gibt es keinen Unterschied. Auch wenn ein klarer Trend ableitbar ist, ist kein Ergebnis signifikant, mehr Stichproben wären nötig.

Die Abweichungen der aktuellen Waldgesellschaften von der potenziellen Waldgesellschaft sind in beiden Ländern ähnlich (Tabelle 39). Fichte ist in den Fichten-Tannenwäldern überrepräsentiert, während Tanne fehlt. In Nordtirol ist dieser Trend ausgeprägter, es ist aber lediglich signifikant, dass in Nordtirol Fichte stärker überrepräsentiert ist. In Südtirol ist zudem auch die Lärche leicht überrepräsentiert.

Dass die Tanne weit über die Landesgrenzen hinaus Schwierigkeiten mit der Waldbewirtschaftung hat, ist allgemein bekannt. Die starken, großflächigen Nutzungen in der Vergangenheit, die hohen Wildstände sowie die waldbauliche Vernachlässigung aufgrund des schlechteren Preises, haben ihren Anteil stark sinken lassen. Es fehlen ganze Altersklassen (Autonome Provinz Bozen₂, 2010). Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen, dass die Situation der Tanne in Südtirol etwas besser ist als in Nordtirol. Vor allem im Baumholz ist die Tanne gut repräsentiert.

Der mittlere Anteil der Tannen an der aktuellen Überschirmung beträgt in Südtirol ca. 19% (Tabelle 37). Bei der Hemerobiestudie Südtirol (1998) wurde ein Tannenanteil von 15% festgestellt. Die Verjüngung stellt dabei das Hauptproblem der Tanne dar. In vielen Beständen fehlt es dabei an Samenbäumen. Oberegger (2012) zeigte, dass im Eisacktal nur auf 7% der potenziellen Tannenflächen der Tannenanteil über 10% liegt. Aber auch wenn die Tanne im Bestand gut vertreten ist, kommt sehr wenig Verjüngung auf. De Jel (2007) zeigte dies anhand von Beständen im Vinschgau mit einem Tannenanteil von 10-15%, Feichter (2011) im Pustertal bei einem Tannenanteil von ca. 30%. Das Hauptproblem stellt dabei vor allem Verbiss durch Schalenwild dar (De Jel, 2007; Feichter, 2011).

In Nordtirol zeigten Grabherr et al. 1998, dass Tanne in den in Tirol vorkommenden Wuchsgebieten deutlich unterrepräsentiert ist. Auch hier hat die Tanne Probleme beim Aufwuchs. Das Wildeinflussmonitoring des Bundesforschungszentrums für Wald₂ von 2004 – 2012 zeigt auf, dass in Tirol nur 5% der Tannen eine Höhe von 130 cm erreichen.

Ein Grund für das häufigere Vorkommen der Tanne in Südtirol verglichen mit Nordtirol könnten unterschiedliche Wilddichten sein. Auch die Auszeige durch die Behörde könnte einen Einfluss auf den Tannenanteil haben.

Beim Vergleich der geschätzten Überschirmungsanteile mit den Anteilen der Baumarten in den 6-Baum-Stichproben sind größere Unterschiede als bei den montanen

Fichtenwäldern sichtbar (Abbildung 21). In beiden Ländern wurde der Tannenanteil unterschätzt, während der Fichtenanteil leicht überschätzt wurde.

5.5.3 Anmerkungen zur Statistik

Auffällig ist, dass sich signifikante Unterschiede sowohl bei der aktuellen Baumartenzusammensetzung als auch bei der potenziellen Baumartenzusammensetzung und beim Vergleich potenziell versus aktuell meist in der Wuchsklasse der plenterartigen Bestände und bei starker Nutzungsintensität ergeben. In diesen Klassen befinden sich die wenigsten Punkte. Obwohl die absoluten Unterschiede in anderen Klassen mit mehr Punkten zu keinen signifikanten Ergebnissen führten, waren die Unterschiede hier signifikant. Das liegt daran, dass die Überschirmungsgrade sowohl aktuell als auch potenziell in Klassen geschätzt wurden. Bei geringer Stichprobengröße ergeben sich so viele gleiche Werte, und damit geringe Standardabweichungen, was schnell zu signifikanten Unterschieden führt.

Durch die Verwendung einer anderen statistischen Analyse (z.B Analyse der Rangordnung) würden sich die Ergebnisse zweifelsohne verbessern lassen. Weiters ist anzumerken, dass auf vielen Vergleichsebenen die Anzahl der Stichproben vor allem bei den Fichten-Tannenwäldern zu gering ist, um bei größeren Standardabweichungen signifikante Aussagen zu erhalten. Hier konnte oft nur der Trend herangezogen werden.

5.6 Unterschiede im Waldtyp Fi 1

Auch auf der Waldtypebene ergaben sich signifikante Unterschiede. In der verglichenen Wuchsklasse Altholz ist der Lärchenanteil in Südtirol signifikant höher als in Nordtirol (Tabelle 40). Der Vergleich der höchsten und der geringsten Alter ergab keine signifikanten Ergebnisse (Tabelle 41). Während die ältesten Bäume in etwa gleich alt sind, sind die jüngsten Bäume in Südtirol um rund 10 Jahre älter. Auch der Vergleich der höchsten und geringsten Höhen je Stichprobe liefert keine signifikanten Resultate (Tabelle 42). Die größten Höhen sind in Nordtirol etwas größer, die geringsten Höhen sind dagegen in Südtirol größer. In Nordtirol haben die dicksten Bäume signifikant höhere BHDs als in Südtirol (Tabelle 43) Die dünnsten Bäume je Stichprobe haben im Mittel etwa den gleichen BHD. Vergleicht man alle BHDs von

Fichte und Lärche so sind die BHDs der Fichten in Nordtirol signifikant größer als in Südtirol (Tabelle 44). Bei der Lärche gibt es dagegen kaum einen Unterschied.

Die Erkenntnisse in der Wuchsklasse Altholz des Waldtyps Fi 1 bestätigen im Großen und Ganzen die Ergebnisse aus den vorangegangenen Forschungsfragen. Der Lärchenanteil ist, wie schon beim Vergleich auf Waldgruppenebene, in Südtirol höher als in Nordtirol.

Durch den Vergleich der Bonitäten, die für jede Stichprobe erhoben wurden, kann festgestellt werden, ob und wie sehr sich die Wüchsigkeit in den beiden Ländern unterscheidet. In Nordtirol kommt man im Mittel etwa auf eine 8. Fichtenbonität, in Südtirol ist die Bonität mit einem Mittelwert von 7,7 knapp darunter. Beim Vorrat pro Hektar macht dieser Unterschied in der Bonität beim entsprechenden Bestandesalter ca. 40 m³/ha aus (Marschall, 1975).

Beim Vergleich der stärksten BHDs je Stichprobe ist der Mittelwert in Nordtirol in etwa 11 cm höher als in Südtirol (Tabelle 43). Vergleicht man die BHDs aller Fichten, so ist der mittlere BHD in Nordtirol etwa 8cm größer (Tabelle 44). Über den Unterschied in der Bonität lässt sich nur knapp ein halber cm der Differenz des BHDs des Mittelstamms erklären. Der restliche Unterschied ist wahrscheinlich zu einem großen Teil durch unterschiedliche Nutzungsarten bedingt. Die Art der Bestandespflege hat einen großen Einfluss darauf. Die Tatsache, dass die Überschirmung (Tabelle 21) und der h/d-Wert (Tabelle 23) in Südtirol im Allgemeinen signifikant größer sind als in Nordtirol, legt den Schluss nahe, dass in Südtirol die Bestände homogener sind, und eher nieder- als hochdurchforstet werden.

Die geringsten Alter, die kleinsten Höhen, und die kleinsten BHDs sind im Gegenteil zu den jeweils größten Werten in Südtirol immer größer oder zumindest gleich groß als in Nordtirol. Das bekräftigt, dass in Südtirol in älteren Beständen Unterständer entnommen wurden bzw. werden.

Vergleicht man die Resultate mit den in den Waldtypisierungen gegebenen Empfehlungen für diesen Waldtyp, so zeigt sich, dass in Nordtirol die Pflege schon früher eher dem heutigen Vorstellungen entsprochen hat. Auch von der so bezeichneten Entrümpelung steht nichts mehr in den waldbaulichen Empfehlungen. Der Lärchenanteil ist dagegen in Südtirol höher, dieses Ziel wurde südlich des Brenners besser erreicht.

6 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

In dieser Diplomarbeit wurde die Nutzungsintensität und Nutzungsart in Nord- und Südtirol verglichen. Möglich gemacht wurde dieser Ländervergleich durch die in beiden Ländern durchgeführte Waldtypisierung. In Südtirol ist diese bereits abgeschlossen, in Nordtirol wird mit einem Abschluss im Jahr 2016 gerechnet. Im Zuge dieser wurden die Bestände beider Länder in Waldgruppen und Waldtypen eingeteilt. Dafür war eine Stichprobeninventur zur Kalibrierung des für die Einteilung verwendeten GIS-Modells nötig. Weiters wurden die ausgewiesenen Einheiten detailliert beschrieben sowie waldbauliche Empfehlungen verfasst. Auf das gesammelte Wissen zu den einzelnen Einheiten sowie auf die erhobenen Stichproben konnte in dieser Arbeit zurückgegriffen werden.

Da Unterschiede in der Nutzung am besten in intensiv genutzten Waldgruppen sichtbar sind, wurden die Waldgruppe der montanen Fichtenwälder und die der Fichten-Tannenwälder gewählt. Im Standardfall erfolgte die Gegenüberstellung von Nord- und Südtirol durch einen klassischen Mittelwertvergleich der bei der Waldtypisierung erhobenen Daten. Bei nominal skalierten Variablen, wie zum Beispiel den Wuchsklassen, wurde auf den Chi-Quadrat-Test zurückgegriffen. Einige Forschungsfragen lassen sich zudem nicht auf Ebene aller Stichproben beantworten. Baumartenanteile beispielsweise wurden auf Waldgruppenebene verglichen.

Im Folgenden werden die 6 gestellten Forschungsfragen und dazu erarbeiteten Ergebnisse aufgelistet:

1. Ist die Wuchsklassenverteilung in den submontanen Fichtenwäldern und den Fichten-Tannenwäldern in Nordtirol anders als in Südtirol?

In Südtirols Wäldern ist der Anteil plenterartiger Bestände signifikant höher als in Nordtirol. In Nordtirol sind dagegen Baum- und Altholzbestände deutlich häufiger anzutreffen.

2. Sind die in der Inventur erhobenen Nutzungsintensitäten in den submontanen Fichtenwäldern und den Fichten-Tannenwäldern in Nordtirol höher als in Südtirol?

Die Nutzungsintensität ist in Summe in Nordtirol größer als in Südtirol. Dies rührt jedoch nicht von der höheren forstlichen Nutzungsintensität her, sondern viel mehr von den forstlichen Nebennutzungen. Diese ist sowohl historisch als auch aktuell viel größer als in Südtirol. Aktuell hebt sich vor allem Waldweide deutlich ab.

3. Lassen sich Unterschiede in der Vornutzung zwischen Nord und Südtirol mit geeigneten Parametern in den submontanen Fichtenwäldern und den Fichten-Tannenwäldern nachweisen?

Die jeweiligen Vornutzungen scheinen sich voneinander zu unterscheiden. In den verglichenen Beständen ist der h/d-Wert in Südtirol größer als in Nordtirol. Die Gesamtüberschirmung ist ebenfalls in Südtirol größer als in Nordtirol. Es ist anzunehmen, dass in Südtirol im Gegensatz zu Nordtirol die Niederdurchforstung der Hochdurchforstung vorgezogen wurde, auch wenn beim Kronenprozent kein Trend in eine bestimmte Richtung gefunden wurde.

4. In welchem der beiden Länder werden Unterständer in älteren Beständen konsequenter entnommen (entrümpelt)?

Die Resultate der Forschungsfrage vier bestätigen die in Forschungsfrage 3 gewonnenen Erkenntnisse. In den älteren Beständen ist die BHD-Spreitung in Südtirol geringer als in Nordtirol. Beim Abstand zum 6. Baum der Stichprobe ist das Gegenteil der Fall. In Südtirol werden Unterständer in älteren Beständen konsequenter entnommen als in Nordtirol. Dieser Eingriff, auch Entrümpelung genannte, kann als Art späte Niederdurchforstung angesehen werden (Autonome Provinz Bozen₁, 2010).

5. Wie wirkt sich die unterschiedliche Nutzung in Nord- und Südtirol auf die Baumartenzusammensetzung in den submontanen Fichtenwäldern und den Fichten-Tannenwäldern aus?

Die Baumartenanteile in den beiden Waldgruppen variieren kaum voneinander. Es konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. In den montanen Fichtenwäldern ist in Südtirol der Lärchen- und Rotkiefernanteil etwas höher als in Nordtirol. Auch in den Fichten-Tannenwäldern ist der Anteil der Mischbaumarten in Südtirol geringfügig höher als in Nordtirol. Sowohl Lärche als auch Tanne kommen in Südtirol häufiger vor. Vergleicht man die Resultate mit den geschätzten Anteilen der potenziell natürlichen Waldgesellschaft, so stellt man fest, dass in beiden Ländern ein massiver Tannenmangel herrscht.

6. Lassen sich die Ereignisse aus den übergeordneten Ebenen auf einen einzelnen Waldtyp herunterbrechen (Fi 1)?

Die Ergebnisse in Waldtyp Fi 1 bestätigen im Großen und Ganzen die Ergebnisse der anderen Vergleichsebenen. Die verglichenen Strukturparameter deuten, wie schon beim Vergleich aller Stichproben, darauf hin, dass in Südtirol eher niederdurchforstet wurde, während in Nordtirol offensichtlich schon früher auf Hochdurchforstungen gesetzt wurde. Die Bäume sind in Nordtirol im Mittel signifikant dicker. Das untere Ende der BHD-Verteilung fehlt dagegen in Südtirol. Der Lärchenanteil ist in Südtirol signifikant höher als in Nordtirol.

Die gezeigten Unterschiede können als Hinweise verstanden werden, auf welche Dinge bei der weiteren Nutzung der jeweiligen Wälder besonders Wert gelegt werden soll, um Defizite rasch ausgleichen zu können.

Ein Teil der angetroffenen Differenzen lässt sich mit der unterschiedlichen gesetzlichen Lage erklären. Viele Unterschiede scheinen weiters durch andere Ansätze in der Beratung und Lehre der einzelnen Waldeigentümer in der Vergangenheit zu liegen. Um genauere Aussagen über den Ursprung der Unterschiede treffen zu können, ist jedoch noch weitere Forschungsarbeit notwendig. Die in den einzelnen Forschungsfragen untersuchten Themen müssen detaillierter betrachtet werden. Dafür ist eine breitere gemeinsame Datenbasis wichtig. Deshalb sollten die beiden Länder

bei kommenden Untersuchungen ebenfalls vergleichbare Erhebungsmethoden anwenden, um die Datenbasis, die durch die Waldtypisierung entstanden ist, entsprechend zu erweitern.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Anzahl der Stichproben in Nord- und Südtirol, getrennt nach Wuchsklassen, N = 521	35
Abbildung 2: Forstliche Nutzungsintensität in Nord- und Südtirol, N = 521	37
Abbildung 3: Intensität der forstlichen Nebennutzungen in Nord- und Südtirol, N = 521	38
Abbildung 4: Gesamtnutzungsintensität in Nord- und Südtirol, N = 521	39
Abbildung 5: Mittlere Überschirmung in Nord- und Südtirol in Zehntel, N = 520.....	40
Abbildung 6: Mittlerer h/d-Wert in Nord- und Südtirol, N = 2468.....	42
Abbildung 7: Mittleres Kronenprozent in Nord- und Südtirol, N = 2467	44
Abbildung 8: Mittlere Distanz zum 6. Baum in Nord- und Südtirol, N = 521.....	47
Abbildung 9: Mittlere Distanz zum 6. Baum in Nord- und Südtirol, differenziert nach Wuchsklasse und Nutzungsintensität, N = 521	47
Abbildung 10: Mittlere BHD-Spreitung in Nord- und Südtirol, N = 521.....	48
Abbildung 11: Mittlere BHD-Spreitung in Nord- und Südtirol, differenziert nach Wuchsklasse und Nutzungsintensität, N = 521	49
Abbildung 12: Geeignete Waldtypen für Vergleiche in den montanen Fichtenwäldern, N = 228.....	51
Abbildung 13: Geeignete Waldtypen für Vergleiche in den Fichten-Tannenwäldern, N = 68	52
Abbildung 14: Anteil der einzelnen Baumarten an der geschätzten potenziellen Überschirmung, als Mittelwert je Baumart [%]. N: 228	53
Abbildung 15: Anteil der einzelnen Baumarten an der geschätzten Überschirmung als Mittelwert je Baumart [%]. N: 228	55
Abbildung 16: Mittlere Abweichung der potenziellen Überschirmung von der aktuellen Überschirmung, links als Mittelwert je Baumart [%], rechts als Boxplot. N: 228	57
Abbildung 17: In Klassen geschätzte Anteile der aktuellen Baumartenzusammensetzung sowie errechnete Baumartenanteile aus den 6-Baum-Stichproben getrennt nach Nord- und Südtirol.....	60

Abbildung 18: Anteil der einzelnen Baumarten an der geschätzten potenziellen Überschirmung als Mittelwert je Baumart[%]. N: 68	61
Abbildung 19: Anteil der einzelnen Baumarten an der geschätzten Überschirmung als Mittelwert je Baumart [%], rechts als Boxplot. N: 228	62
Abbildung 20: Mittlere Abweichung der potenziellen Überschirmung von der aktuellen Überschirmung, links als Mittelwert je Baumart [%], rechts als Boxplot. N: 68	65
Abbildung 21: In Klassen geschätzte Anteile der aktuellen Baumartenzusammensetzung sowie errechnete Baumartenanteilen aus den 6-Baum-Stichproben getrennt nach Nord- und Südtirol.....	67
Abbildung 22: Baumartenanteile im Waldtyp Fi 1, Wuchsklasse Altholz, links als Mittelwert je Baumart [%], rechts als Boxplot. N = 25	68
Abbildung 23: Mittelwert der maximalen und minimalen Altersangaben je Stichprobe, Waldtyp Fi 1, Wuchsklasse Altholz, N = 25	69
Abbildung 24: Maximale und minimale Baumhöhe je Stichprobe, Waldtyp Fi 1, Wuchsklasse Altholz, N = 25	70
Abbildung 25: Maximaler und minimaler BHD je Stichprobe, Waldtyp Fi 1, Wuchsklasse Altholz, N = 25	71
Abbildung 26: Mittlere BHDs von Fichte und Lärche, Waldtyp Fi 1, Wuchsklasse Altholz, N = 106 bzw. 23.....	72

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Gestellte Forschungsfragen und die zur Beantwortung verwendeten Parameter.....	6
Tabelle 2: Gewählte Waldtypen der Waldgruppe montaner Fichtenwälder mit der Anzahl der Stichproben in Nord- und Südtirol.....	19
Tabelle 3: Gewählte Waldtypen der Waldgruppe Fichten-Tannenwälder mit der Anzahl der Stichproben in Nord- und Südtirol.....	19
Tabelle 4: Gestellte Forschungsfragen, die zur Beantwortung verwendeten Parameter sowie die dafür benötigten Primärdaten aus den jeweiligen Waldtypisierungen.....	20
Tabelle 5: Taxatorisch erhobene Bestandesmerkmale, übernommen von Ruprecht und Vacik, 2009.....	21

Tabelle 6: Für die Vergleiche verwendete Daten aus den N- Baum Stichproben, übernommen von Ruprecht und Vacik, 2009.....	21
Tabelle 7: Deckungsintervall / erwartetes Deckungsintervall und für die Berechnung verwendetes Klassenmittel, übernommen von Ruprecht und Vacik, 2009.	22
Tabelle 8: Verwendetes Schichtungsklassen, übernommen von Ruprecht und Vacik, 2009.....	23
Tabelle 9: In der Arbeit berücksichtigte Nutzungsarten, Übernommen von Ruprecht und Vacik, 2009.....	24
Tabelle 10: Nutzungsintensität, übernommen von Ruprecht und Vacik, 2009.....	24
Tabelle 11: Genaue Einteilung der Nutzungsart „forstliche Endnutzung“ in Intensitätsklassen, übernommen von Ruprecht und Vacik, 2009.	25
Tabelle 12: Genaue Einteilung der Nutzungsart „forstliche Vornutzung/Pflegemaßnahmen“ in Intensitätsklassen, übernommen von Ruprecht und Vacik, 2009.....	26
Tabelle 13: Genaue Einteilung der Nutzungsart „Weidenutzung“ in Intensitätsklassen, übernommen von Ruprecht und Vacik, 2009.....	26
Tabelle 14: Genaue Einteilung der Nutzungsart Schneitelung/Streunutzung in Intensitätsklassen, übernommen von Ruprecht und Vacik, 2009.	26
Tabelle 15: Zusammenfassung der verwendeten Vergleichsebenen	31
Tabelle 16: Wuchsklassenverteilung in Nord- und Südtirol getrennt nach Nutzungsintensität	35
Tabelle 17: Durchschnittliche Nutzungsintensitäten für die einzelnen Nutzungsarten, N: 521.....	36
Tabelle 18: Forstliche Nutzungsintensität in Nord- und Südtirol getrennt nach Wuchsklassen	37
Tabelle 19: Intensität der forstlichen Nebennutzungen in Nord- und Südtirol getrennt nach Wuchsklassen.....	38
Tabelle 20: Gesamtnutzungsintensität in Nord- und Südtirol getrennt nach Wuchsklassen	39
Tabelle 21: Mittlere Überschirmung in Nord- und Südtirol getrennt nach Wuchsklassen und Nutzungsintensität	41
Tabelle 22: Mittlerer h/d-Wert in Nord- und Südtirol getrennt nach Wuchsklassen...	42

Tabelle 23: Mittlerer h/d-Wert in Nord- und Südtirol getrennt nach Nutzungsintensität	43
Tabelle 24: Mittleres Kronenprozent in Nord- und Südtirol getrennt nach Wuchsklassen	45
Tabelle 25: Mittleres Kronenprozent in Nord- und Südtirol getrennt nach Nutzungsintensität	46
Tabelle 26: Mittlere Distanz zum 6. Baum in Nord- und Südtirol getrennt nach Wuchsklassen und Nutzungsintensität	48
Tabelle 27: Mittlere BHD-Spreitung in Nord- und Südtirol getrennt nach Wuchsklassen und Nutzungsintensität	49
Tabelle 28: Gewählte Waldtypen in Nord- und Südtirol mit den jeweiligen Stichproben sowie Signifikanzniveau des Unterschiedes der beiden Verteilungen.	51
Tabelle 29: Gewählte Waldtypen in Nord- und Südtirol mit den jeweiligen Stichproben sowie Signifikanzniveau des Unterschiedes der beiden Verteilungen.	52
Tabelle 30: Anteile der einzelnen Baumarten an der potenziellen Überschirmung in Nord- und Südtirol, getrennt nach Wuchsklassen.....	54
Tabelle 31: Anteile der einzelnen Baumarten an der aktuellen Überschirmung in Nord- und Südtirol, getrennt nach Wuchsklassen.....	55
Tabelle 32: Anteile der einzelnen Baumarten an der aktuellen Überschirmung in Nord- und Südtirol, getrennt nach Nutzungsintensität	56
Tabelle 33: Mittlere Abweichung der potenziellen Überschirmung von der aktuellen Überschirmung in Nord- und Südtirol, getrennt nach Wuchsklassen.....	58
Tabelle 34: Mittlere Abweichung der potenziellen Überschirmung von der aktuellen Überschirmung in Nord- und Südtirol, getrennt nach Nutzungsintensität	59
Tabelle 35: Anteile der einzelnen Baumarten an der potenziellen Überschirmung in Nord- und Südtirol, getrennt nach Wuchsklassen und Nutzungsintensität	61
Tabelle 36: Anteile der einzelnen Baumarten an der aktuellen Überschirmung in Nord- und Südtirol, getrennt nach Wuchsklassen.....	63
Tabelle 37: Anteile der einzelnen Baumarten an der aktuellen Überschirmung in Nord- und Südtirol, getrennt nach Nutzungsintensität	64
Tabelle 38: Mittlere Abweichung der potenziellen Überschirmung von der aktuellen Überschirmung in Nord- und Südtirol, getrennt nach Wuchsklassen.....	65

Tabelle 39: Mittlere Abweichung der potenziellen Überschirmung von der aktuellen Überschirmung in Nord- und Südtirol, getrennt nach Nutzungsintensität	66
Tabelle 40: Vergleich der Baumartenanteile im Waldtyp Fi 1, Wuchsklasse Altholz	69
Tabelle 41: Vergleich des Mittelwerts der maximalen und minimalen Altersangaben je Stichprobe, Waldtyp Fi 1, Wuchsklasse Altholz.....	69
Tabelle 42: Vergleich der maximalen und minimalen Baumhöhe je Stichprobe, Waldtyp Fi 1, Wuchsklasse Altholz.....	70
Tabelle 43: Vergleich des maximalen und minimalen BHDs je Stichprobe, Waldtyp Fi 1, Wuchsklasse Altholz.....	71
Tabelle 44: Vergleich der mittleren BHDs, Waldtyp Fi 1, Wuchsklasse Altholz	72

Literaturverzeichnis

1. AUTONOMIESTATUT: Verfassungsgesetz vom 26. Februar 1948, Nr. 5. Aus <http://www.landtag-bz.org/de>, abgerufen am 08.03.2015.

ABETZ, P. (1975): Eine Entscheidungshilfe für die Durchforstung von Fichtenbeständen. Allgemeine Forstzeitschrift 666-7.

ABETZ, P. (1976): Beiträge zum Baumwachstum. Der h/d-Wert mehr als ein Schlankheitsgrad. Der Forst- und Holzwirt, Auflage 31.

AMT DER TIROLER LANDESREGIERUNG₁, Abteilung Forstorganisation: <https://www.tirol.gv.at/umwelt/wald/datenundfakten/waldbesitz/> abgerufen am 10.03.2015.

AMT DER TIROLER LANDESREGIERUNG₂, Abteilung Forstplanung: <https://www.tirol.gv.at/umwelt/wald/schutzwald/waldtypisierung/stand/> abgerufen am 08.03.2015.

AMT DER TIROLER LANDESREGIERUNG₃, Abteilung Forstplanung: <https://www.tirol.gv.at/umwelt/wald/schutzwald/bedeutung/> abgerufen am 08.03.2015.

AMT DER TIROLER LANDESREGIERUNG₄, Abteilung Forstplanung. (2015): Waldtypisierung Tirol, Waldtypenhandbuch. Innsbruck.

AMT DER TIROLER LANDESREGIERUNG₅, Gruppe Forst (2015): Tiroler Waldbericht 2015. Innsbruck.

AMT DER TIROLER LANDESREGIERUNG₆, Abteilung Forstorganisation: <https://www.tirol.gv.at/umwelt/wald/datenundfakten/waldflaeche/> abgerufen am 05.12.2015.

AMT DER TIROLER LANDESREGIERUNG₇, Abteilung Forstschutz (2012): Bericht gemäß § 16 (6) Forstgesetz 1975 – Bundesland Tirol. Innsbruck.

ASTAT (2014): Statistisches Jahrbuch 2014, Land- und Forstwirtschaft. Bozen.

AUTONOME PROVINZ BOZEN₁, Abteilung Forstwirtschaft: <http://www.provinz.bz.it/forst/wald-holz-almen/eigentumsverhaeltnisse.asp> abgerufen am 10.03.2015.

AUTONOME PROVINZ BOZEN₂ (2010): Waldtypisierung Südtirol, Band 1. Autonome Provinz Bozen- Südtirol.

AUTONOME PROVINZ BOZEN₃ (2010): Waldtypisierung Südtirol, Band 2. Autonome Provinz Bozen- Südtirol.

AUTONOME PROVINZ BOZEN₄, Abteilung Forstwirtschaft: <http://www.provinz.bz.it/forst/wald-holz-almen/zahlen.asp>. abgerufen am 05.12.2015.

AUTONOME PROVINZ BOZEN₅, Abteilung Forstwirtschaft: <http://www.provinz.bz.it/forst/wald-holz-almen/2292.asp>. abgerufen am 07.12.2015.

BESTIMMUNGEN ÜBER DIE WILDHEGE UND DIE JAGDAUSÜBUNG (1987): Landesgesetz Nr. 14/1987. Aus lexbrowser.provinz.bz.it, abgerufen am 09.12.2015.

BUNDESFORSCHUNGS- UND AUSBILDUNGSZENTRUM FÜR WALD₁: <http://bfw.ac.at/rz/wi.auswahl> abgerufen am 07.12.2015.

BUNDESFORSCHUNGS- UND AUSBILDUNGSZENTRUM FÜR WALD₂: BFW Praxisinformation, Wildeinflussmonitoring 2004- 2012, Tirol und Vorarlberg.

BUSCHEL, P., HUSS, J. (1997): Grundriss des Waldbaus. Parey Buchverlag, Berlin.

DE JEL S. (2007): Die Weißtannen des Mittel- und Obervinschgau und ihre Verjüngungssituation. Diplomarbeit an der Fachhochschule Weihenstephan Freising.

DEKRET DES PRÄSIDENTEN DER REPUBLIK VOM 31. AUGUST 1972, NR. 6701: Genehmigung des vereinheitlichten Textes der Verfassungsgesetze, die das Sonderstatut für Trentino-Südtirol betreffen. Aus lexbrowser.provinz.bz.it, abgerufen am 08.03.2015.

DELVAI, M. (2015): Untersuchungen zur Verjüngungsentwicklung der Europäischen Lärche (*Larix Decidua* L.) an Schutzwaldstandorten auf den Sonnenberg im Südtiroler Vinschgau. Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur Wien.

EUROPEAN REGIONAL DEVELOPMENT FOUND, INTERREG ALPINE SPACE <http://www.alpine-space.org/nab.html> abgerufen am 08.03.2015.

EUROPEAN REGIONAL DEVELOPMENT FOUND, INTERREG EUROPE: <http://www.interreg4c.eu/programme/> abgerufen am 08.03.2015.

FEICHTER, S. (2011): Die Weißtanne (*Albies alba* Mill.) und ihre Verjüngungssituation im Hochpustertal, Südtirol. Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur Wien.

FORSTGESETZ. (1975): StF: BGBl. Nr. 440/1975. Aus www.ris.bka.gv.at abgerufen am 08. 03.2015.

FORSTGESETZ. (1996): Landesgesetz Nr. 21/1996. Aus lexbrowser.provinz.bz.it, abgerufen am 08.03.2015.

FREHNER, M., WASSER, B., SCHWITTER, R. (2005): Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald. Wegleitung für Pflegemaßnahmen in Wäldern mit Schutzfunktion. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern.

GASSEBNER, H. (1986): Integrale Schutzwaldinventur in Neustift im Stubaitale Dissertation an der Universität für Bodenkultur Wien.

GESETZ VOM 11. MAI 2005: Über die Regelung bestimmter Angelegenheiten des Forstwesens in Tirol (Tiroler Waldordnung 2005). Aus www.ris.bka.gv.at abgerufen am 08. 03.2015.

GLATZEL G. (1995): Nährstoffverarmung und Bodenversauerung in Waldökosystemen des österreichischen Alpenraums. In: Glatzel G., Katzensteiner K., Leitgeb E. & Hager H.: Organische Düngung im Forst - Rahmenbedingungen und Auswirkungen ihrer Anwendung. Österr. Gesell. F. Waldökosystemforschung und experimentelle Baumpforschung, Forstliche Schriftenreihe d. Univ. f. Bodenkultur, Band 9.

GRABHERR, G., KOCH, G., KIRCHMEIR, H., REITER, K (1998): Hemerobie Österreichischer Waldöko- Systeme. Universitätsverlag Wagner, Innsbruck.

GRUBER, G., PLETTENBACHER, T., KLOSTERHUBER, R., VACIK, H. (2005): Forstliche Standortserkundung in Südtirol, Aufnahmemanual.

HANDELS- INDUSTRIE- HANDWERKS- UND LANDWIRTSCHAFTSKAMMER (1975): Grundsätzliche und Forstpolizeiliche Vorschriften. Bozen.

JANSSEN, J., LAATZ, W. (2007): Statistische Datenanalyse mit SPSS für Windows. Springer Verlag.

KRAMER, H. (1988): Waldwachstumslehre. Paul Parey Verlag. Hamburg und Berlin.

KUNDMACHUNG DER LANDESREGIERUNG VOM 15. JUNI 2004: Über die Wiederverlautbarung des Tiroler Jagdgesetzes 1983. LGBl. Nr. 41/2004. Aus www.ris.bka.gv.at abgerufen am 09.12.2015.

LECHNER, (1999): Streiflichter zur Geschichte des Gewerbes und des Handels. In: Gemeinde Ahrntal (Hrsg.): Ahrntal. Ein Gemeindebuch, Steinhaus.

LEIBUNDGUT, H., (1943): Über kritische Schneelasten. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, Auflage 94.

MARSCHALL, J. (1975): Hilfstafeln für die für die Forsteinrichtung. Österreichischer Agrarverlag, Wien.

MAYER, H. (1966): Analyse eines urwaldnahen, subalpinen Fichten- Lärchenwald (Piceetum subalpinum) im Lungau. Centralblatt für das gesamte Forstwesen, Auflage 83.

MAYER, H. (1974): Wälder des Ostalpenraums. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.

MAYER, H. (1992): Waldbau auf soziologisch ökologischer Grundlage. 4., neu bearbeitete Auflage. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.

MAYER, H., OTT, E. (1991): Gebirgswaldbau, Schutzwaldpflege. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York.

OBEREGGER, P. (2012): Die aktuelle Verbreitung der Tanne (*Abies alba* Mill.) und deren Verjüngungssituation im Eisacktal. Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur Wien.

OTT, E., FREHNER, M., FREY, H., LÜSCHER, P. (1997): Gebirgsnadelwälder: praxisorientierter Leitfaden für eine standgerechte Waldbehandlung. Verlag Paul Haupt, Bern Stuttgart Wien.

POLLANSCHÜTZ, J., ENK, H., JOHANN, K. (1982): Auslesedurchforstung in Fichte. Seminar Hernstein/NÖ. Forstliche Bundesversuchsanstalt. Wien- Schönbrunn.

RAUCH, P. (2003): Strategien und Maßnahmen für eine effiziente Kleinwaldbewirtschaftung. Dissertation an der Universität für Bodenkultur Wien.

R.D. 30 DICEMBRE 1923, N. 3267: Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani. Aus www.minambiente.it abgerufen am 08.03.2015.

RÖHRING, E., GUSSONE, H. A. (1990): Waldbau auf ökologischer Grundlage. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.

RUPRECHT, H., VACIK, H. (2009): Waldbaulichen Empfehlungen für die Waldtypen Tirols im Rahmen der Waldtypisierung. Endbericht im Auftrag der Landesforstdirektion Tirol.

SCHRECKENTHAL, P. (1949): Das Forstgesetz vom 3. Dezember 1852, RGBI. 250. Wien, Manz Verlag.

VACIK, H., EGGER, A., HINTNER, CH., KOCH, G., KIRCHMEIR, H. (1998): Hemerobiestudie Südtirol - Naturnähebewertung Südtirols Wälder. Projektendbericht. Universität für Bodenkultur, Wien.

VERFASSUNG DER REPUBLIK ITALIEN. (1947): Nr. 298 – Sondernummer. Aus lexbrowser.provinz.bz.it, abgerufen am 08.03.2015.

WEIDEMANN, E. (1937): Die Fichte 1936. Hannover.

ZÖHRER, F. (1968): Zuwachs und Struktur in drei verschieden dichten Lärchengruppen. Forstwissenschaftliches Centralblatt, Auflage 87.

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich an Eides statt, dass die vorliegende Masterarbeit von mir selbstständig verfasst wurde. Ich habe keine anderen als die angegebenen Quellen verwendet und die übernommenen Gedanken als solche kenntlich gemacht.

Kofler Lukas

Wien, 19.05.2016