

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



Effekt von Waldbrand auf die Mortalität und Regenerationsfähigkeit von Schutzwald im inneralpinen Raum am Fallbeispiel Absamer Vorberg

Masterarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades
Diplom-Ingenieur
der Studienrichtung Forstwissenschaften

von

Franz Stubenböck

Betreuung

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

Wien, September 2016

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich all jenen danken, die durch ihre fachliche und persönliche Unterstützung zum Gelingen dieser Diplomarbeit beigetragen haben.

Ich bedanke mich sehr herzlich bei meinem Betreuer Harald Vacik für seine kompetente und motivierende Unterstützung beim Verfassen der Masterarbeit. Er hatte stets ein offenes Ohr und half mir bei jedem noch so kleinen Problem.

Ein großer Dank gilt auch Alois Simon (LFD – Tirol) für die Unterstützung bei der Durchführung der Aufnahmen und der Auswertungen der Daten sowie seine wertvollen Anregungen.

Mein Dank gilt auch Günther Brenner für die Inspiration und dem Land Tirol für die Möglichkeit der Durchführung der Arbeit und der Zurverfügungstellung der Daten in diesem Untersuchungsgebiet.

Besonders bedanken möchte ich mich bei meiner Schwester Julia für das kritische Lesen meiner Arbeit und die Hilfe in jeglicher Hinsicht. Mit ihrer Unterstützung ließen sich viele Aufgaben leichter bewältigen.

Herzlicher Dank gebührt auch Simon Zuenelli.

Bedanken möchte ich mich bei meinen Kolleginnen und Kollegen für zahlreiche spannende Diskussionen und einen regen Austausch während der gesamten Zeit des Studiums.

Großer Dank gebührt meiner Freundin Angelika, die mich unentwegt unterstützt und immer ein offenes Ohr und Herz für mich hat.

Meinen Eltern Verena und Franz gebührt mein größter Dank. Sie gaben mir stets die Möglichkeit, meine Ideen zu verwirklichen und haben mich über die Jahre auf viele Arten unterstützt. Ohne sie wäre das Studium – und vieles mehr – nicht denkbar gewesen.

Vielen Dank!

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit dem Effekt des Waldbrandes auf die Baumvegetation und Verjüngung am Absamer Vorberg im mittleren Inntal in Tirol. Aufgrund des hohen Anteils an Standorts- und Objektschutzwald wurde hinsichtlich der Funktionserfüllung auf der Projektfläche eine Untersuchung der Schutzfunktionalität mittels des NaiS-Konzeptes nach Frehner et al. (2005) durchgeführt. Die Aufnahmen zur Bestandesbewertung erfolgten mittels Winkelzählproben, die Einschätzung der Verjüngung wurde anhand von Traktflächen mit den Maßen 4 x 25 m nach den Projektsteuerungsaufnahmen des Landes Tirols auf den 38 GPS-vermessen Rasterpunkten erhoben. Gleichermaßen wurde auf diesen Traktflächen auch der Bodenbewuchs aufgenommen. Die Einteilung der untersuchten Plots in Schadstufen ermöglichte es, eine Aussage über die Effekte des Waldbrandes zu treffen. Bei der Untersuchung der Stammzahl, der Grundfläche und des Vorrats wird ein deutlicher Unterschied sichtbar. Die Stammzahl nimmt von 511 N/ha vor dem Brandereignis im Jahr 2014 auf 360,0 N/ha im Jahr 2015 nach Brand ab, die Grundfläche verringert sich von 21,1 m²/ha auf 16,8 m²/ha und der Vorrat nimmt von 123,9 VfmS/ha auf 101,7 VfmS/ha ab. Das mittlere Kronenprozent beträgt 86,3% und unterscheidet sich signifikant zwischen den Baumarten. Die mittlere Flammenhöhe nimmt mit der Schadstufe zu. Auch die Verjüngungssituation stellt sich in Abhängigkeit von der Schadstufe sehr unterschiedlich in Bezug auf Verjüngungszahl und Baumartenzusammensetzung dar. Besonders wichtig ist im Zusammenhang mit der Verjüngungsentwicklung, die Etablierung der Begleitvegetation. Der dargestellte Bestandesaufbau wirkt sich nicht förderlich auf nachhaltige Schutzfunktionserfüllung bezogen auf Lawine, Steinschlag und Erosion aus. Die Schutzfunktionserfüllung ist nur teilweise gegeben. Die getroffenen Sofortmaßnahmen wirken sich jedoch größtenteils fördernd auf den Bestand und die damit verbundene Schutzfunktionserfüllung aus.

Schlagwörter: Waldbrand, Schutzwald, Walddynamik, Naturgefahren, Verjüngung, Gebirgswald

Abstract

This thesis deals with the effects of a wildfire on the trees and natural regeneration of the forests of Absamer Vorberg (AV) in the Inn valley (Tyrol). Due to the importance of the protection forest in the study area the fulfilment of the present protection function of the forest was evaluated according to the NaiS-concept (*Sustainability in protection forests*) by Frehner et al. (2005). The evaluation was done based on inventory data using the angle-count method on 38 plots predetermined by GPS data. The assessment of the natural regeneration was based on tract areas (measuring 4 x 25 meters) investigated by the Province of the Tyrol. In addition, the ground cover was recorded in these areas. As the investigated plots were classified according to damages it was possible to draw conclusions about the effects of the forest fire event: In examining the number of trees, the ground area and the growing stock, significant differences became visible. Before the fire in 2014 the number of stems was 511,5 N/ha, in 2015 after the fire event the number of stems was reduced to 360,0 N/ha, the ground area was reduced from 21,1 m²/ha to 16,8 m²/ha and the growing stock has diminished from 123,9 m³/ha to 101,7 m³/ha. The average ratio of the living crown amounts to 86,3 % and differs between the various tree species significantly. The medium height of flames increases with the level of damage. It turned out that depending on the damage classes the condition of the natural regeneration differs significantly in regard of number of stems and tree species composition. In this context the dominance of the understorey vegetation is very important for the establishment. As a final conclusion from this evaluation it can be drawn, that the main protection functions of the AV in respect of avalanche, rock fall and erosion are only partially fulfilled. However, the emergency measures have had largely positive effects for the future development of the forest and its protection function.

Keywords: forest fire, protection forest, forest dynamics, natural hazards, rejuvenation, mountain forests

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	I
Zusammenfassung	II
Abstract	III
Inhaltsverzeichnis	IV
Abbildungsverzeichnis	VII
Tabellenverzeichnis	XI
1 Einleitung	1
1.1 Hintergrund und Problemstellung	1
1.2 Waldbrände und deren Folgen	2
1.3 Waldbrandsituation in Österreich.....	2
1.4 Brandgeschichte von Tirol und Absam	3
1.5 Ziel der Arbeit und Forschungsfragen.....	4
2 Beschreibung des Untersuchungsgebiets	6
2.1 Projektgebiet	6
2.1.1 Brand 2014	6
2.1.2 Beschreibung der Projektfläche.....	7
2.1.3 Maßnahmen nach dem Brand	9
2.1.4 Besitzstrukturen und Zuständigkeiten.....	12
2.2 Ökologische Charakterisierung.....	12
2.2.1 Geographische Lage	12
2.2.2 Klima.....	13
2.2.3 Geologie und Böden	16
2.2.4 Wuchsgebiet und Waldtypen	17
3 Methoden	19
3.1 Datenerhebung	19
3.1.1 Mortalitäts- und Zustandserhebung.....	20
3.1.2 Verjüngungsanalyse	23
3.1.3 Bodenbedeckungsanalyse.....	26

3.1.4	Bewertung der Schutzfunktion – NaiS-Konzept.....	27
3.2	Datenanalyse und Auswertung	28
3.2.1	Auswertung der Mortalitäts- und Zustandserhebung – Bestandesanalyse.....	28
3.2.2	Auswertung der Verjüngung – Verjüngungsanalyse.....	30
3.2.3	Analyse der Schutzfunktionserfüllung – NaiS-Verfahren	30
3.2.4	Analyse der Sofortmaßnahmen	39
4	Ergebnisse	40
4.1	Charakterisierung des Untersuchungsgebiets	40
4.2	Unmittelbare Folgen des Brandes	41
4.2.1	Flammenhöhe	41
4.2.2	Schwarzfärbung/Kambiumschäden	43
4.2.3	Bodenbeeinträchtigung.....	44
4.2.4	Borkenkäferbefall.....	44
4.3	Entwicklung des Bestandes nach dem Brandereignis	45
4.3.1	Veränderung der Bestandesstruktur	45
4.3.2	Entwicklung des Kronenzustands.....	56
4.3.3	Veränderung der Verjüngung zwischen 2014 nach dem Brand und 2015	62
4.4	Aktuelle Situation am AV	69
4.4.1	Bestandessituation	69
4.4.2	Stabilitätsmerkmale	73
4.4.3	Verjüngungssituation	76
4.4.4	Sofortmaßnahmen	95
4.5	Schutzfunktionserfüllung.....	96
4.5.1	Anforderungen aufgrund des Standorttyps.....	97
4.5.2	Anforderungen aufgrund von Lawinenereignissen	101
4.5.3	Anforderungen aufgrund von Steinschlagereignissen	103
4.5.4	Anforderungen aufgrund von Erosion.....	105
5	Diskussion	107
5.1	Waldbrände in Österreich	107
5.2	Bestandesanalyse.....	108

5.3	Verjüngungssituation	110
5.4	Keimlinge und Bodenvegetation	112
5.5	Latschenbestand.....	114
5.6	Naturgefahren und Bodeneigenschaften	115
5.7	Folgeerscheinungen	118
5.8	Ökologische Sicht	119
5.9	Diskussion der Methoden	119
6	Schlussfolgerung	121
	Literaturverzeichnis	124
	Anhang	I
	Anfertigungserklärung	XVI

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Darstellung der Waldbrandsituation für die Jahre von 2005 bis 2015 in Österreich und Tirol	3
Abb. 2 Brandausmaß am Absamer Vorberg (Foto: Daniel Liebl, 22.03.2014)	7
Abb. 3 Darstellung der Brandintensität anhand des Orthofotos nach Regner (2014)	8
Abb. 4 Maßnahmendarstellung am Absamer Vorberg nach dem Brand 2014 (Simon & Zangerl, 2014)	10
Abb. 5 Baumsaatmischung für die Hubschrauberausbringung am AV (Simon & Zangerl, 2014)	11
Abb. 6 Gebietsabgrenzung des Natura-2000-Gebiets mit der relevanten Untersuchungsfläche (Naturpark Karwendel, 2016)	12
Abb. 7 Die Lage der Gemeinde Absam in Tirol (rot schraffiert), nördlich von Hall und nordöstlich von Innsbruck; M 1:175000 m (Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, 2016)	13
Abb. 8 Mittlere Temperatur und mittlerer Niederschlag im Frühjahr, bezogen auf den Zeitraum 1970 – 2015 (HISTALP Management, 2016)	15
Abb. 9 Orthofoto des Projektgebiets mit den verpflockten Aufnahmepunkten; Punkte die sowohl 2014 als auch 2015 aufgenommen wurden = grün, Punkte die nur 2014 aufgenommen wurden = blau, Punkte die nur 2015 aufgenommen wurden = gelb (Land Tirol, 2014)	19
Abb. 10 Anordnung des Analysetrakts (Amt der Tiroler Landesregierung, 2010)	23
Abb. 11 Anordnung der Verjüngungsanalyse unterteilt nach den 4 Aufnahmequadranten (Amt der Tiroler Landesregierung, 2010)	24
Abb. 12 Darstellung der Verteilung der Exposition bezogen auf das gesamte Untersuchungsgebiet	40
Abb. 13 Darstellung der Verteilung der Hangneigung bezogen auf das gesamte Untersuchungsgebiet	41
Abb. 14 Darstellung der mittleren Flammenhöhe und Baumhöhe bezogen auf die Schadstufen; links Schwarzfärbung (schwarzer Balken) im Verhältnis zur Baumhöhe (hellgrauer Balken), rechts relativer Anteil der Schwarzfärbung (schwarzer Balken) zu der Baumhöhe (hellgrauer Balken); [n = 113]	42

Abb. 15 Darstellung der mittleren Flammenhöhe und Baumhöhe bezogen auf die Baumarten und Schadstufen 3 und 5; links Schwarzfärbung (schwarzer Balken) im Verhältnis zur Baumhöhe (hellgrauer Balken) bezogen auf die Schadstufe 3 (Fichte [n = 20], Weißkiefer [n = 32], Schwarzkiefer [n = 25]), rechts relativer Anteil der Schwarzfärbung (schwarzer Balken) zu der Baumhöhe (hellgrauer Balken) bezogen auf Schadstufe 5 Fichte [n = 1], Weißkiefer [n = 11], Schwarzkiefer [n = 6];.....	43
Abb. 16 Darstellung der mittleren relativen Schwarzfärbung in Prozent des Stammumfangs (Schwarzer Balken = Schwarzfärbung, grauer Balken = unbeeinträchtigt); links auf der Höhe von 30 cm und rechts auf der Höhe von 130 cm [n = 113].....	44
Abb. 17 Darstellung der Veränderung der Stammzahl, der Grundfläche und des Vorrats bezogen auf die Jahre 2014 vor dem Brand, 2014 nach dem Brand und 2015; links Stammzahl, Mitte Grundfläche und rechts Vorrat	46
Abb. 18 Darstellung der gemittelten Stammzahlen pro Hektar über die Jahre 2014 vor dem Brand, 2014 nach dem Brand und 2015	50
Abb. 19 Mittlere Verteilung der Stammzahl in N/ha über die Baumarten bezogen auf die Jahre 2014 vor dem Brand, 2014 nach dem Brand und 2015	51
Abb. 20 Darstellung der relativen Stammzahlenverhältnisse bezogen auf die Schadstufen und Baumarten für die Jahre 2014 vor dem Brand, 2014 nach dem Brand und 2015 (n = 25 Plots)	53
Abb. 21 Darstellung der prozentuellen Anteile der Stammzahl bezogen auf die Altersklasse (AKL) 4, die relevanten Baumarten und die 4 betroffenen Schadstufen in den Jahren 2014 vB, 2014 nB und 2015 (n = 16 Plots)	55
Abb. 22 Darstellung der mittleren Kronenzustände über die Waldtypen bezogen auf die Jahre 2014 und 2015 nach dem Brand (n = 102).....	56
Abb. 23 Darstellung der mittleren Kronenzustände über die Schadstufen bezogen auf die Jahre 2014 und 2015 nach dem Brand (n = 102).....	57
Abb. 24 Darstellung der Veränderung des Kronenprozents der einzelnen BA bezogen auf die Schadstufen über die vergleichbaren Individuen (n = 102 Bäume).....	58
Abb. 25 Darstellung des mittleren Kronenansatzes (Abstand der lebenden Krone bis zum Boden) im Verhältnis zur Baumhöhe bezogen auf die BHD-Klassen für die Jahre 2014 nach dem Brand und 2015; Schadstufe 3 (oben) (n = 70), Schadstufe 5 (unten) (n = 16)	60
Abb. 26 Darstellung des mittleren Kronenansatzes (Abstand der lebenden Krone bis zum Boden) im Verhältnis zur Baumhöhe für die Jahre 2014 nach dem Brand und 2015; Die Darstellung erfolgt baumartenspezifisch bezogen auf die Schadstufen (n = 102)	61

Abb. 27 Mittlere Stammzahl [N/ha] der vergleichbaren Verjüngungsanalysen in den beiden Untersuchungsjahren (oben 2014 und unten 2015) (n = 16 Plots)	64
Abb. 28 Direkte Gegenüberstellung der mittleren Verjüngungszahlen der Baumarten bezogen auf die verschiedenen Höhenklassen über die Jahre 2014 (linker Balken) und 2015 (rechter Balken)	65
Abb. 29 Differenz der mittleren Stammzahlen der Verjüngungsanalysen auf den 16 vergleichbaren Plots für die Jahre 2014 und 2015, bewertet nach den 7 Höhenklassen	67
Abb. 30 Veränderung der Verjüngung in Bezug auf diverse Beeinträchtigungen für die Jahre 2014 (linker Balken) und 2015 (rechter Balken)	68
Abb. 31 Darstellung der mittleren Stammzahl, der Grundfläche und des Vorrats bezogen auf das Jahr 2015; links Stammzahl, Mitte Grundfläche und rechts Vorrat;	69
Abb. 32 Mittlere Verteilung der Stammzahlen bezogen auf die vorkommenden BA im Jahr 2015	72
Abb. 33 Darstellung des mittleren Kronenprozents und des mittleren Kronenansatzes der grünen Krone bezogen auf die Baumarten und Schadstufen (n = 154)	74
Abb. 34 Mittleres Kronenprozent über die Waldtypen im Jahr 2015 (n = 154)	75
Abb. 35 Mittleres Kronenprozent über die Schadstufen im Jahr 2015 (n = 154)	76
Abb. 36 Prozentanteil der Bodenbedeckung am Absamer Vorberg (n = 38)	77
Abb. 37 Prozentanteil der Bodenbedeckung untergliedert in die möglichen sechs Bodenbedeckungsarten am AV (n = 38)	77
Abb. 38 Prozentueller Anteil der Bodenvegetation der Krautschicht auf vegetationsfähigem Untergrund (n = 38)	78
Abb. 39 Prozentuelle Verteilung der Begleitvegetation bezogen auf die Schadstufen	79
Abb. 40 Verteilung der Verjüngung (Baumarten) über die 8 Höhenklassen dargestellt für die 5 häufigsten Arten (n = 38 Plots)	81
Abb. 41 Verteilung der verholzten Straucharten über die 8 Höhenklassen dargestellt nach den 5 häufigsten Arten (n = 38 Plots)	82
Abb. 42 Mittlere Anzahl der Bäume bezogen auf die Höhenklassen und Schadstufen im Jahr 2015	89
Abb. 43 Mittlere Anzahl der Bäume nach Baumarten und bezogen auf die Schadstufe 0 im Aufnahmejahr 2015	90
Abb. 44 Mittlere Anzahl der Bäume nach Baumarten und bezogen auf die Schadstufe 1 im Aufnahmejahr 2015	91

Abb. 45 Mittlere Anzahl der Bäume nach Baumarten und bezogen auf die Schadstufe 2 im Aufnahmejahr 2015	92
Abb. 46 Mittlere Anzahl der Bäume nach Baumarten und bezogen auf die Schadstufe 3 im Aufnahmejahr 2015	92
Abb. 47 Mittlere Anzahl der Bäume nach Baumarten und bezogen auf die Schadstufe 4 und 5 im Aufnahmejahr 2015	93
Abb. 48 Relative Häufigkeiten der Verjüngungszustände/Verjüngungbeeinträchtigungen. In die Wertung wurde sämtliche verholzte Vegetation über alle 38 Verjüngungspunkte vom Jahr 2015 mitaufgenommen. (n = 993)	94
Abb. 49 Darstellung der Beeinträchtigung der Baumarten bezogen auf die Höhenklassen 2015; Beeinträchtigung durch Pilze/Insekten (oben), Beeinträchtigung durch Trockenstress (unten) (n = 473)	95
Abb. 50 Darstellung der Bodenvegetation über die 8 relevanten Aufnahmepunkte in Bezug auf die Baumsaat	96
Abb. 51 Erfüllung des Minimalprofils bezogen auf den Standort und das Szenario I	99
Abb. 52 Darstellung der Schutzfunktionserfüllung bezogen auf Lawine und das Szenario I	102
Abb. 53 Darstellung der Schutzfunktionserfüllung bezogen auf Steinschlag und das Szenario I	104
Abb. 54 Darstellung der Schutzfunktionserfüllung bezogen auf Erosion und das Szenario I	106
Abb. 55 Übersichtskarte Höhenschichtenlinien Absamer Vorberg [m]	I
Abb. 56 Übersichtskarte Hangneigung Absamer Vorberg [°]	II
Abb. 57 Übersichtskarte Exposition Absamer Vorberg.....	III
Abb. 58 Minimalprofilserfüllung bezogen auf den Standort und das Szenario II	IX
Abb. 59 Darstellung der Schutzfunktionserfüllung bezogen auf Lawine und das Szenario II	XIII
Abb. 60 Darstellung der Schutzfunktionserfüllung bezogen auf Steinschlag und das Szenario II	XIV
Abb. 61 Darstellung der Schutzfunktionserfüllung bezogen auf Erosion und das Szenario II	XV

Tabellenverzeichnis

Tab. 1 Flächenstatistik beurteilt über das Orthofoto nach Regner (2014)	8
Tab. 2 Darstellung der Niederschlags- und Temperaturdaten für den Zeitpunkt des Brandes 2014, bezogen auf die Station Innsbruck Flughafen (ZAMG - Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, 2016)	16
Tab. 3 Darstellung der Winddaten für den Zeitpunkt des Brandes 2014, bezogen auf die Station Innsbruck Flughafen (ZAMG - Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, 2016)	16
Tab. 4 Einteilung der Verjüngungsklassen mit den zugehörigen Zentimeterangaben	25
Tab. 5 Codes für die Beeinträchtigung der Verjüngung (Amt der Tiroler Landesregierung, 2010)	25
Tab. 6 Anführung der Bewertungsparameter samt Gewichtung der Kriterien zur Erfüllung des Minimal- und Idealprofils	32
Tab. 7 Minimalprofil des Waldtypen Fkb1 modifiziert nach dem Waldtypenkatalog und den Standorttypen aus dem NaiS-Konzept	34
Tab. 8 Minimalprofil des Waldtypen Ftb7 modifiziert nach dem Waldtypenkatalog und den Standorttypen aus dem NaiS-Konzept	34
Tab. 9 Minimalprofil des Waldtypen Bu3 modifiziert nach dem Waldtypenkatalog und den Standorttypen aus dem NaiS-Konzept	35
Tab. 10 Minimalprofil des Waldtypen Bu17 modifiziert nach dem Waldtypenkatalog und den Standorttypen aus dem NaiS-Konzept	35
Tab. 11 Bewertungsschema für die Auswertung bezogen auf die Naturgefahr Lawine	36
Tab. 12 Minimale Anforderungen des Waldes gegenüber Lawinen	37
Tab. 13 Bewertungsschema für die Auswertung bezogen auf die Naturgefahr Steinschlag	37
Tab. 14 Minimale Anforderungen des Waldes gegenüber Steinschlag	38
Tab. 15 Bewertungsschema für die Auswertung bezogen auf die Naturgefahr Erosion	38
Tab. 16 Minimale Anforderungen des Waldes gegenüber Erosion	39
Tab. 17 Überblick über die Veränderung der mittleren Stammzahl bezogen auf die gesamte Aufnahme­fläche über die Jahre 2014 und 2015	45
Tab. 18 Veränderung der Stammzahl [N/ha], der Grundfläche [m ² /ha] und des Volumens [VfmS/ha] vor dem Brand und nach dem Brand 2014 und 2015 bezogen auf die Baumarten	47

Tab. 19 Änderung der Baumartenzusammensetzung dargestellt als Stammzahl/ha; relative und absolute Zahlen bezogen auf die Waldtypen und die Baumarten	49
Tab. 20 Darstellung der mittleren Stammzahlen bezogen auf die 3 häufigsten BA Fichte, WK und SK sowie auf die Durchmesserklassen 10,0 – 49,9 cm	52
Tab. 21 Darstellung des grünen Kronenzustands als Mittelwert mit Standardabweichung bezogen auf die Jahre 2014 und 2015	57
Tab. 22 Vergleich der Mittelwerte über den prozentuellen Anteil der grünen Krone bezogen auf die Schadstufen und Baumarten für die Jahre 2014 nB und 2015	59
Tab. 23 Darstellung des mittleren Kronenansatzes (Abstand der lebenden Krone bis zum Boden) bezogen auf die Baumarten und die Schadstufen für die Jahre 2014 nach dem Brand und 2015 (n = 102)	62
Tab. 24 Einteilung der Verjüngungsklassen mit den zugehörigen Größenangaben	63
Tab. 25 Differenz der Stammzahlen pro Hektar und der mittleren Stammzahlen pro Hektar der 16 vergleichbaren Verjüngungsanalysen verteilt über den AV für die 7 unterschiedlichen Höhenklassen	65
Tab. 26 Darstellung der mittleren Stammzahl, Grundfläche und des mittleren Vorrats bezogen auf die Baumarten für das Jahr 2015	69
Tab. 27 Darstellung der mittleren Stammzahl, Grundfläche und des mittleren Vorrats bezogen auf die einzelnen Waldtypen für das Jahr 2015 [n = 38 Plots]	70
Tab. 28 Darstellung der mittleren Stammzahl, Grundfläche und des mittleren Vorrats bezogen auf die Schadstufen für das Jahr 2015 [n = 38 Plots]	70
Tab. 29 Die Baumartenzusammensetzung bezogen auf die Stammzahl pro Hektar für die einzelnen Waldtypen	71
Tab. 30 Die Baumartenzusammensetzung bezogen auf die Stammzahl pro Hektar für die Schadstufen	71
Tab. 31 Darstellung der mittleren Stammzahl von 2015 bezogen auf die Baumarten und BHD-Klassen	72
Tab. 32 Darstellung des mittleren H/D-Verhältnisses bezogen auf die Baumarten und die unterschiedlichen Schadstufen	73
Tab. 33 Klasseneinteilung der Stammzahl/ha der Verjüngung von Baum- und Straucharten im Jahr 2015 (n = 38 Plots)	80
Tab. 34 Mittlere Verjüngungszahlen der verholzten Vegetation in den Klassen „0 (< 10cm)“, „1 (10 – 30cm)“, „2 (31 – 50cm)“, „3 (51 – 80cm)“, „4 (81 – 130cm)“ getrennt nach Baumarten in absoluten und relativen Häufigkeiten über den gesamten AV (n = 38 Plots); Vorkommen von Kunstverjüngung sind mit * gekennzeichnet	84

Tab. 35 Mittlere Verjüngungszahlen der verholzten Vegetation in den Klassen „0 (< 10cm)“, „1 (10 – 30cm)“, „2 (31 – 50cm)“, „3 (51 – 80cm)“, „4 (81 – 130cm)“ getrennt nach Baumarten in absoluten und relativen Häufigkeiten für den Waldtyp Bu3 (n = 10 Plots) Vorkommen von Kunstverjüngung sind mit * gekennzeichnet	85
Tab. 36 Mittlere Verjüngungszahlen der verholzten Vegetation in den Klassen „0 (< 10cm)“, „1 (10 – 30cm)“, „2 (31 – 50cm)“, „3 (51 – 80cm)“, „4 (81 – 130cm)“ getrennt nach Baumarten in absoluten und relativen Häufigkeiten für den Waldtyp Fkb1 (n = 7 Plots) Vorkommen von Kunstverjüngung sind mit * gekennzeichnet	86
Tab. 37 Mittlere Verjüngungszahlen der verholzten Vegetation in den Klassen „0 (< 10cm)“, „1 (10 – 30cm)“, „2 (31 – 50cm)“, „3 (51 – 80cm)“, „4 (81 – 130cm)“ getrennt nach Baumarten in absoluten und relativen Häufigkeiten für den Waldtyp Ftb7 (n = 12 Plots) Vorkommen von Kunstverjüngung sind mit * gekennzeichnet	87
Tab. 38 Mittlere Verjüngungszahlen der verholzten Vegetation in den Klassen „0 (< 10cm)“, „1 (10 – 30cm)“, „2 (31 – 50cm)“, „3 (51 – 80cm)“, „4 (81 – 130cm)“ getrennt nach Baumarten in absoluten und relativen Häufigkeiten für den Waldtyp Lat2 (n = 8 Plots) Vorkommen von Kunstverjüngung sind mit * gekennzeichnet	88
Tab. 39 Einstufung und Bewertung der Schutzfunktion zum aktuellen Zeitpunkt (2015) bezogen auf die einzelnen Plots und Bewertungsparameter für das Szenario I	100
Tab. 40 Veränderung der Stammzahl [N/ha], der Grundfläche [m ² /ha] und des Volumens [V _{fmS} /ha] vor dem Brand und nach dem Brand 2014 sowie 2015 bezogen auf die Waldtypen	IV
Tab. 41 Veränderung der Stammzahl [N/ha], der Grundfläche [m ² /ha] und des Volumens [V _{fmS} /ha] vor dem Brand und nach dem Brand 2014 sowie 2015 bezogen auf die Schadstufen	V
Tab. 42 Darstellung des mittleren Kronenprozents und des mittleren Kronenansatzes der grünen Krone bezogen auf die Baumarten und Schadstufen (n = 154)	VI
Tab. 43 Einstufung und Bewertung der Schutzfunktion nach 10 Jahren (2025) bezogen auf die einzelnen Plots und Bewertungsparameter für das Szenario I	VII
Tab. 44 Einstufung und Bewertung der Schutzfunktion nach 50 Jahren (2065) bezogen auf die einzelnen Plots und Bewertungsparameter für das Szenario I	VIII
Tab. 45 Einstufung und Bewertung der Schutzfunktion zum aktuellen Zeitpunkt (2015) bezogen auf die einzelnen Plots und Bewertungsparameter für das Szenario II	X
Tab. 46 Einstufung und Bewertung der Schutzfunktion nach 10 Jahren (2025) bezogen auf die einzelnen Plots und Bewertungsparameter für das Szenario II	XI

Tab. 47 Einstufung und Bewertung der Schutzfunktion nach 50 Jahren (2065) bezogen auf die einzelnen Plots und Bewertungsparameter für das Szenario II XII

1 Einleitung

1.1 Hintergrund und Problemstellung

In einer Zeit des Klimawandels und der damit verbundenen Variationen ist es wichtig, durch aktuelle Forschung einen Beitrag zur momentanen Situation zu leisten. Um das Verständnis für Waldökosysteme und deren Reaktion auf Störungen besser verstehen zu können, sind praxisorientierte Untersuchungen unumgänglich.

Natürliche Störungen sind ein fixer Bestandteil der Dynamik heimischer Waldökosysteme. Auch das Interesse an Bränden und speziell an Waldbränden nimmt zusehends zu, nicht zuletzt durch die mediale Berichterstattung dieses Themengebiets. Dies ist auch der Grund, weshalb die Austrian Forest Fire Research Initiative (AFFRI) an der Universität für Bodenkultur initiiert wurde. AFFRI beschäftigt sich mit der Analyse der Häufigkeit, der Verteilung und der Gefahr von Waldbränden in Österreich. Der Klimawandel spielt in diesem Bereich eine wesentliche Rolle: Hypothesen gehen davon aus, dass die Feueranfälligkeit der österreichischen Wälder steigt (Gossow & Frank, 2003). Des Weiteren erhöhen sich die Wetterextreme in Form von längeren Dürreperioden, welche ein erhöhtes Risiko für Waldbrände darstellen (Flannigan, et al., 2000, Gossow, et al., 2007), speziell auch in alpinen Lagen (Gossow, et al., 2009). Als entscheidender Auslöser werden jedoch anthropogene Ursachen angeführt. Weltweit gesehen werden 90 % der Waldbrände direkt oder indirekt durch menschliche Tätigkeiten ausgelöst. In Österreich liegt dieser Wert bei 85 %. Ausschlaggebende Ursachen reichen von achtlos weggeworfenen Zigaretten bis hin zum Funkenflug bei Zügen (Institut für Waldbau - BOKU, 2016).

Ein Brandereignis hat eine wesentliche Veränderung der standörtlichen Gegebenheiten und der Bestandeszusammensetzung zur Folge. Eine Beeinflussung zeigt sich sowohl anhand der nachkommenden Pflanzenvorkommen, aber auch anhand des Zustands der vorhandenen Vegetation. Auch die Bodenbeschaffenheit und Artenzusammensetzung sind davon beeinflusst. In weiterer Folge hat dies auch Einfluss auf die Wirkung des Waldes in Form von Schutz für Standorte und Objekte. Das Interesse über das Ausmaß dieser Störung ist ausschlaggebend in dieser Untersuchung, sowohl bezogen auf die Vegetation und dessen Veränderung als auch auf die Schutzfunktion. Erosion ist eine wesentliche Folge von Waldbrand und wird nach einer derartigen Störung intensiver. Massenbewegung und langandauernde Verringerung der Bodenfruchtbarkeit sind die Folge (Vacik & Gossow, 2011).

1.2 Waldbrände und deren Folgen

Schädigt ein Waldbrand einen Standort in einer sehr intensiven Form, kommt es größtenteils zu einer Variation der Vegetation. Lebensformen wie Gräser und Kräuter verbreiten sich direkt nach dem Brand in einer hohen Anzahl, erst später folgen Sträucher und Bäume. Bis der Ausgangszustand wieder erreicht wird, verstreichen viele Jahre – und selbst dann sind die Einflüsse des Brandes meist noch erkennbar. Viele Ökosysteme können den Zustand vor dem Brand auch nie mehr erreichen (Fuller, 1991, p. 86). Betrachtet man Extremstandorte wie in den Hanglagen der nördlichen Kalkalpen, geht man von einer Regenerationszeit von Jahrzehnten bis hin zu Jahrhunderten aus (Sass, et al., 2012). Weitere Autoren sprechen von einer extremen Veränderung des gesamten Standorts und einer „nie wieder gutzumachenden Katastrophe“ (Grabherr, 1929).

Insgesamt nehmen viele Faktoren Einfluss auf das Ökosystem nach einem Brand. Einen wesentlichen Teil trägt die Brandintensität dazu bei. Die Regenerationsfähigkeit eines Ökosystems steht in einer direkten Beziehung zur Intensität des Feuers (Kennard, 2008). Das Verhalten des Waldbrandes hängt weiters vom Brennmaterial und den Wetterbedingungen ab. Anfängliche Oberflächenfeuer, welche zu Beginn nur die Bodenvegetation betreffen, können sich unter ansteigender Intensität zu einem Kronenfeuer entwickeln (Hesser, 2011). Das Verhalten des Feuers kann mittels einigen Kernindikatoren eingeschätzt werden. Dabei spielt die Ausbreitungsrate und die Flammenhöhe, die wiederum die Intensität widerspiegelt, eine wesentliche Rolle (Rothermel, 1972).

Waldbrandereignisse degradieren in weiterer Folge die Schutzwirkung der Bestände. Auf reinen karbonatischen Oberflächen kann es zu einer kompletten Zerstörung des organischen Bodenhorizontes kommen. Langfristige Entwaldung spiegelt sich in vermehrten geomorphologischen Aktivitäten inklusive Steinschlägen, Bodenerosionserscheinungen, Geröllbewegungen und auch Lawinen wider (Sass, et al., 2010).

Untersuchungen von Waldbränden treten vor allem in Bezug auf Bereiche in der mediterranen Klimazone und in borealen Wäldern auf. In Mitteleuropa und den nördlichen Alpen nimmt diese Thematik noch keinen so hohen Stellenwert ein wie Störungen anderer Art (Tinner, et al., 2005). Aus diesem Grund ist es wichtig, Analysen in diese Richtung anzustellen und umzusetzen.

1.3 Waldbrandsituation in Österreich

Stellt man einen Vergleich der Waldbrände in den USA, Kanada oder Australien und jenen in Österreich an, wird schnell klar, dass die betroffenen Flächen in Österreich wesentlich geringer sind. Die Waldbrände in Österreich belaufen sich meist auf eine Fläche von unter 1 ha, nur

wenige sind größer als 10 ha (Vacik, et al., 2011). Die Dokumentation der Waldbrände von 1951 bis 1991 wurden von der Forstsektion des Ministeriums durchgeführt (Müller, 2010). Später wurden die Statistiken weitergeführt und anhand von Projekten wie Austrian Forest Fire Research Initiative (AFFRI) und Alpine Forest Fire Warning System (ALP FFIRS) an der Universität für Bodenkultur in Wien archiviert (Vacik & Gossow, 2011). In der Zeitspanne 1993 und 2009 wurden bereits 1660 Waldbrände aufgezeichnet. Von Anfang 2009 bis Ende 2015 konnten in ganz Österreich 1432 Brände festgestellt werden. Betrachtet man den Zeitraum von Anfang 2005 bis Ende 2015, so beläuft sich die Anzahl der Waldbrände total auf 2089, die Anzahl der Brände über 1 ha liegt dabei nur bei 162 Bränden. **Abb. 1** zeigt, dass der überwiegende Teil der Brände seine Ursache in der anthropogenen Entzündung aufweist und nur ein geringer Teil natürlich entflammt (Institut für Waldbau BOKU, 2016). Wobei der Anteil der natürlichen verursachten Waldbrände in Tirol höher ist.

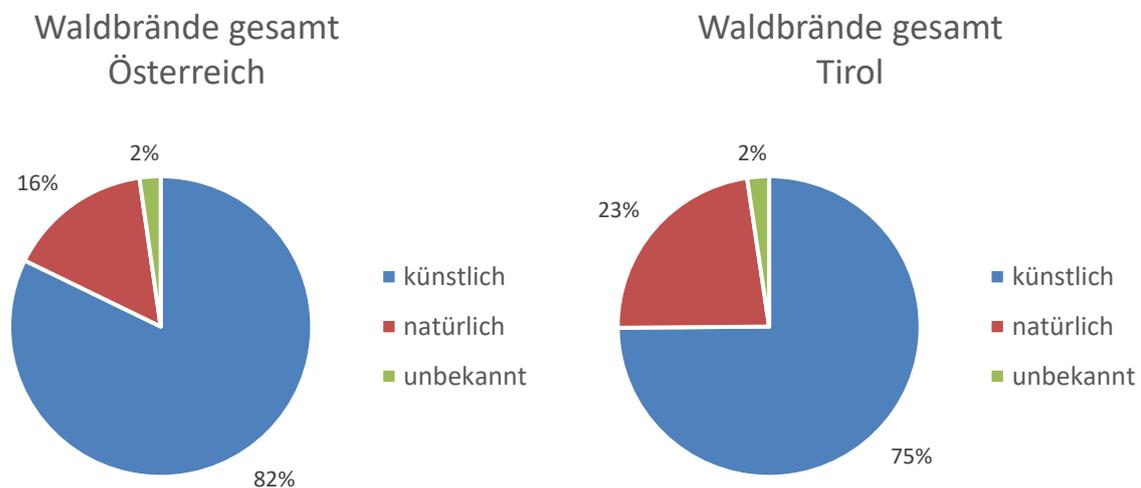


Abb. 1 Darstellung der Waldbrandsituation für die Jahre von 2005 bis 2015 in Österreich und Tirol

Natürliche Ursachen können Trockenheit und Blitzschlag in Verbindung mit Wind sein. Alpine Nadelwälder in südexponierten Steilhängen sind besonders anfällig für eine Brandentstehung (Gossow, et al., 2009). Vor zirka 50 Jahren traten die Waldbrände vor allem im März und April auf. Ab den 1980-Jahren geht der Trend eher hin zu Sommer- und Spätsommerbränden (Hesser, 2011).

1.4 Brandgeschichte von Tirol und Absam

Der zentrale Teil der Nordtiroler Kalkalpen war im letzten Jahrhundert schon mehrmals Schauplatz von Waldbränden verschiedenster Art. Die größeren historischen Feuer in diesem

Bereich brannten oft über mehrere Wochen und zerstörten große Flächen entlang des Karwendels, des Wettersteinmassivs und der Mieminger Kette (Sass, et al., 2012).

Die belegbare Brandgeschichte am Absamer Vorberg beginnt im Jahr 1923. In diesem Jahr vernichtet ein Waldbrand den dortigen Schutzwald (Sass, et al., 2012). Aufgrund der extremen Standortbedingungen blieben die Wiederaufforstungsversuche ohne technische Unterstützung aber ohne Erfolg. In den 1960er-Jahren brach erneut ein Waldbrand aus. Dieser zerstörte weitere Schutzwaldflächen. Als Folge des Waldbrandes und der beeinträchtigten Vegetation kam es zur Entwicklung von Erosionsrinnen, die sich bis in die 1980er-Jahre durch Gewitterregen und Hagelschläge unaufhaltsam vertieften und sich gefährlich schnell und intensiv ausbreiteten. Überschotterung von Wald- und Siedlungsbereichen waren die Folge, auch eine Intensivierung von Steinschlagereignissen und flächiger Erosion konnten beobachtet werden.

Nicht nur Steinschlag und Erosion nahmen zu, auch die Anbruchgebiete für Lawinen vergrößerten sich aufgrund des Verlustes der baumförmigen Vegetation. Dadurch wurde des Weiteren der darunterliegende Schutzwald laufend reduziert. Ferner weisen die umliegenden Waldbereiche seit einigen Jahren deutliche Symptome einer zunehmenden pathologischen Anfälligkeit und eine Verschlechterung des Waldzustands auf. Dies veranlasste die Umsetzung des ersten flächenwirtschaftlichen Projekts namens „Absamer Vorberg 1985“ (Brenner, et al., 2015). Dieses Projekt beinhaltete sowohl biologische als auch technische Maßnahmen über das damalige Projektgebiet.

1.5 Ziel der Arbeit und Forschungsfragen

Untersuchungen, bezogen auf die Wirkungen von Waldbränden, werden immer wichtiger. Anhand des Fallbeispiels am Absamer Vorberg werden lokale Einblicke in die Mortalitäts-, Zustands- und Schutzwirkungsbestimmung gegeben und versucht eine Aussage über den momentanen Zustand des Ökosystems oberhalb des Ortes Absam zu treffen. Weiters stellt sich die Frage, inwieweit es möglich sein wird, eine Prognose für die Entwicklung der Waldfläche bzw. die Entwicklung der Bodenvegetation abzugeben und weiterführend auch die Schutzwirkung des Waldes einzuschätzen.

Es ergeben sich folgende Ziele:

- = Darstellung des Effekts des Brandes auf die Mortalität und den Baumzustand von den Hauptbaumarten
- = Darstellung der aktuellen Bestandessituation am Absamer Vorberg
- = Beurteilung der Schutzfunktion
- = Beurteilung der aktuell und zukünftig durchgeführten Maßnahmen nach dem Brandereignis

Die formulierten Ziele werden mittels folgender forschungsrelevanter Fragestellungen näher untersucht:

- + Wie lassen sich das betroffene Brandgebiet und die angrenzenden Flächen am Absamer Vorberg charakterisieren bzw. wie unterscheidet sich die Bestandessituation zwischen den Untersuchungszeitpunkten?
- + Welche Unterschiede gibt es in Hinblick auf die untersuchten Baumarten, Schadstufen, Altersklassen und Waldtypen?
- + Wie stellt sich die Baumartenzusammensetzung und der Zustand der Verjüngung ein Jahr nach dem Brand dar?
- + Welchen Effekt haben die getroffenen Sofortmaßnahmen nach dem Brand?
- + Welche Empfehlungen können für Sofortmaßnahmen und begleitende Maßnahmen nach einem Waldbrand auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse gegeben werden?
- + Ist die aktuelle Schutzerfüllung gegenüber Naturgefahren gegeben?
- + Welche Prognosen bezüglich der Schutzerfüllung lassen sich anstellen?

2 Beschreibung des Untersuchungsgebiets

2.1 Projektgebiet

2.1.1 Brand 2014

Durch eine unachtsam weggeworfene Zigarette wurde der Waldbrand am Absamer Vorberg am späten Vormittag des 20.03.2014 ausgelöst. Der Brandbeginn lässt sich zirka auf 10 Uhr schätzen. Die Meldung bei der Landesleitstelle Tirol ging um 10:24 Uhr ein, worauf umgehend der Alarm aktiviert wurde (Kirchner, 2014). Die klimatischen Gegebenheiten waren zu diesem Zeitpunkt sehr vorteilhaft für die Ausbreitung des Feuers. Die warmen Temperaturen und die Föhnentwicklung auf den südexponierten Hangflächen sowie die geringe Schneedecke trugen das Übrige dazu bei. Darüber hinaus muss man davon ausgehen, dass sowohl die Vegetationsdecke als auch der Oberboden ausgetrocknet waren. Die Folge war eine extrem schnelle Ausbreitung des Brandherds auf etwa 1 ha. Die Flammen wurden vom aufkommenden Föhn immer weiter vorangetrieben und erfassten ausgedörrte Gras und Latschenfelder (Brenner, et al., 2015). Zusätzlich erschwerte das steile Gelände die Löscharbeiten massiv (Kirchner, 2014). Auch die im vergangenen Jahrzehnt aufgeforsteten Jungpflanzen wurden vom Feuer nicht verschont (Brenner, et al., 2015). Um den Brand besser unter Kontrolle zu bekommen, wurden Fluggeräte unter anderem vom Österreichischen Bundesheer und dem Innenministerium angefordert (Kirchner, 2014). In den Abendstunden drehte der Wind und wehte talwärts, somit breitete sich der flächige Brand in alle Richtungen aus. Die Flammen waren auch nicht über den Tageswechsel unter Kontrolle zu bekommen (Brenner, et al., 2015). In der Nacht vom 20.03.2014 auf 21.03.2014 wurden Löscharbeiten vom Boden aus durchgeführt, um einerseits das Feuer zu löschen und andererseits den Brand einzudämmen und eine weitere Ausbreitung zu vermeiden (Kirchner, 2014). Der nächste Tag setzte sich mit ähnlichen Verhältnissen fort. In der ersten Tageshälfte herrschte starker Föhn vor, welcher am späten Nachmittag vom Talwind abgelöst wurde (Brenner, et al., 2015). Die Löscharbeiten dauerten noch an, der ausgetrocknete Boden und der starke Wind erschwerten die Maßnahmen jedoch extrem. Neben den üblichen Löschleitungen und der Brandbekämpfung aus der Luft wurden am Boden die Glutnester mit Feuerpatschen, Schaufeln, Spitzhauen und Brandrucksäcken bearbeitet. Zusätzlich kamen Sonderfahrzeuge mit Infrarotkameras zum Einsatz, um auch in der Dunkelheit noch Glutnester ausfindig machen zu können (Kirchner, 2014). In der Nacht vom 22.03.2014 auf 23.03.2014 setzten Regen- und Schneefälle ein und es herrschten Temperaturen unter 0°C (zum Zeitpunkt des Brandbeginns wurden 18°C und starke Trockenheit festgestellt), durch die günstigen klimatischen

Gegebenheiten konnte am Sonntag, den 23.03.2014, um die Mittagszeit „Brand aus“ gegeben werden (Kirchner, 2014). **Abb. 2** zeigt das Ausmaß des Waldbrandes nach den Löscharbeiten.

Im Einsatz standen insgesamt:

- 750 Einsatzkräfte (EK) der Feuerwehr aus den Mitgliedern der Bezirkszentrale IBK-Land, aus 63 Feuerwehren aus dem Bezirk IBK-Land, 2 Feuerwehren aus dem BFV IBK-Stadt, den Flughelfern aus den Bezirken Innsbruck, Innsbruck-Land, Imst, Kufstein und Schwaz, der Berufsfeuerwehr IBK, der Betriebsfeuerwehr Sandoz-Kundl, der Landesfeuerwehrverband Tirol, der Bezirksfeuerwehrverband Innsbruck-Land und der Landesfeuerwehrschule für Tirol mit 156 Fahrzeugen
- 55 Einsatzkräfte – Rotes Kreuz
- 130 Einsatzkräfte – Bundesheer
- 15 Einsatzkräfte – Polizei
- 40 Einsatzkräfte – Bergrettung
- 8 Hubschrauber mit 2000 Flugbewegungen



Abb. 2 Brandausmaß am Absamer Vorberg (Foto: Daniel Liebl, 22.03.2014)

2.1.2 Beschreibung der Projektfläche

Das untersuchte Interessensgebiet umfasst 126 ha, davon sind 99 ha als Wald und 27 ha als Nichtwald (Rasen, Fels, Schuttfläche) ausgeschieden worden. Die am stärksten vertretenen

2 Beschreibung des Untersuchungsgebiets

Vegetationseinheiten sind die Latschenflächen, gefolgt von Weißkiefer- und Fichtenbeständen mit zum Teil nicht klar abzugrenzenden Übergängen. Laubbäume sind lediglich reliktiert in Kleinbeständen (Buche) anzutreffen. Als Datengrundlage für diese Bewertung lagen die Orthophotos 2009 und die flugzeuggestützten Laserscanning-Daten des Landes Tirol zugrunde (Regner, 2014).

Das Brandgebiet selbst umfasst rund 70 ha, davon sind 54 ha Waldfläche (siehe **Tab. 1**) Die Brandfläche besteht zum größten Teil aus Latschen- und Weißkiefernbeständen.

Flächennutzung	Projektgebiet		Brandfläche		Nichtbrandfläche	
	[ha]	[%]	[ha]	[%]	[ha]	[%]
Wald	99,22	78,73	53,68	42,59	45,54	36,14
Nichtwald	28,81	21,27	16,38	13,00	10,43	8,28
Summe	126,04	100,00	70,06	55,59	55,98	44,41

Tab. 1 Flächenstatistik beurteilt über das Orthofoto nach Regner (2014)

Abb. 3 zeigt die Brandintensität anhand der Orthophotos. Betrachtet man die einzelnen Brandintensitätsklassen, werden 25,5 ha zur Kategorie Vollbrand gezählt. 26,6 ha weisen ein Kronenfeuer und 1,7 ha lediglich ein Bodenfeuer auf (Regner, 2014).

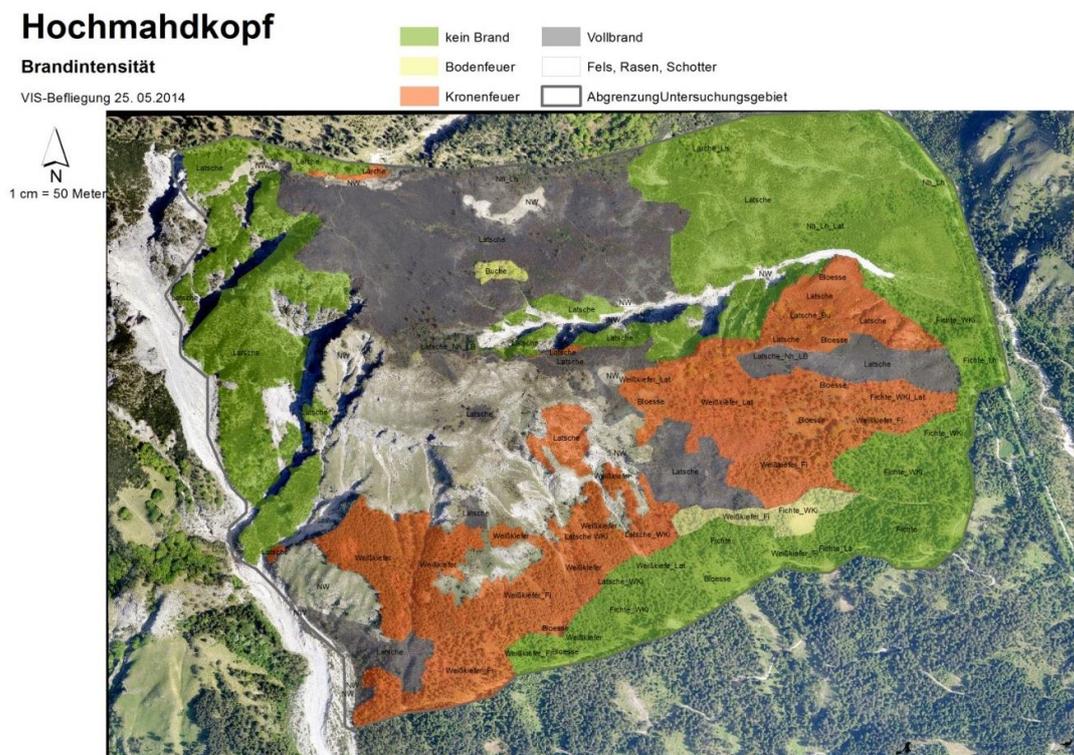


Abb. 3 Darstellung der Brandintensität anhand des Orthofotos nach Regner (2014)

2.1.3 Maßnahmen nach dem Brand

Projektziele seitens der Behörde

Das Brandereignis vernichtete sowohl bewaldete Flächen und Grasmatten als auch Wildbach- und Lawinenschutzbauten. Die betroffenen Flächen werden zum größten Teil als Objekt- bzw. Standortsschutzwald (96 %) ausgeschieden und haben somit stark an Schutzwirkung eingebüßt. Um die Regeneration und Schutzfunktion der Flächen wiederherzustellen, wurde ein flächenwirtschaftliches Projekt angestrebt. Dies soll die Siedlungsräume, Infrastruktureinrichtungen und die landwirtschaftlichen Gründe wieder vor Naturgefahren wie Lawinen, Steinschlägen, Wildbachbachprozessen und Erosion bewahren. Der Schutz des Oberbodens vor Erosion und Verkarstung stellt ein wesentliches Ziel dar. Die baldmöglichste Wiederbewaldung und die Errichtung bzw. Ergänzung der Schutzbauwerke standen im Vordergrund. Dies beinhaltete die Aussaat von standortgerechten Gras- und Baumsamen, die Erosionssicherung an neuralgischen Stellen sowie die Errichtung von Maßnahmen zur Schneedeckenstabilisierung mittels Gleitschneeböcken und Rensenverbauungen. Als mittel- und langfristige Ziele wurden vor allem biologische Maßnahmen wie Aufforstungen, Pflegemaßnahmen und forsthygienische Schritte, die durch technische Hilfestellungen zu ergänzen sind, ins Auge gefasst. Aus wildtierökologischer Sicht sind begleitende Aktionen bei der Schalenwildbewirtschaftung notwendig. Für die Sanierung des Absamer Vorbergs wurde eine Finanzierungszusage seitens des Bundes, des Landes und der Gemeinde Absam für die geplanten Gesamtkosten in der Höhe von insgesamt 3 Millionen Euro zugesichert (Brenner, et al., 2015).

Realisierung des Projekts

Die ersten flächenbezogenen Sanierungsmaßnahmen starteten bereits ein Monat nach dem Brand (siehe **Abb. 4**). Die Kompetenzen teilten sich die Bezirksforstinspektion Innsbruck in Bezug auf die biologischen Maßnahmen und der Forsttechnische Dienst für Wildbach und Lawinenverbauung, Gebietsbauleitung Mittleres Inntal für die technische Umsetzung. Erhebungen über die betroffene Fläche bildeten die Grundlage für den Maßnahmenplan, diese sollen das Ausmaß des Brandes darstellen und das Selbstheilungsvermögen der Natur berücksichtigen (Brenner, et al., 2015).

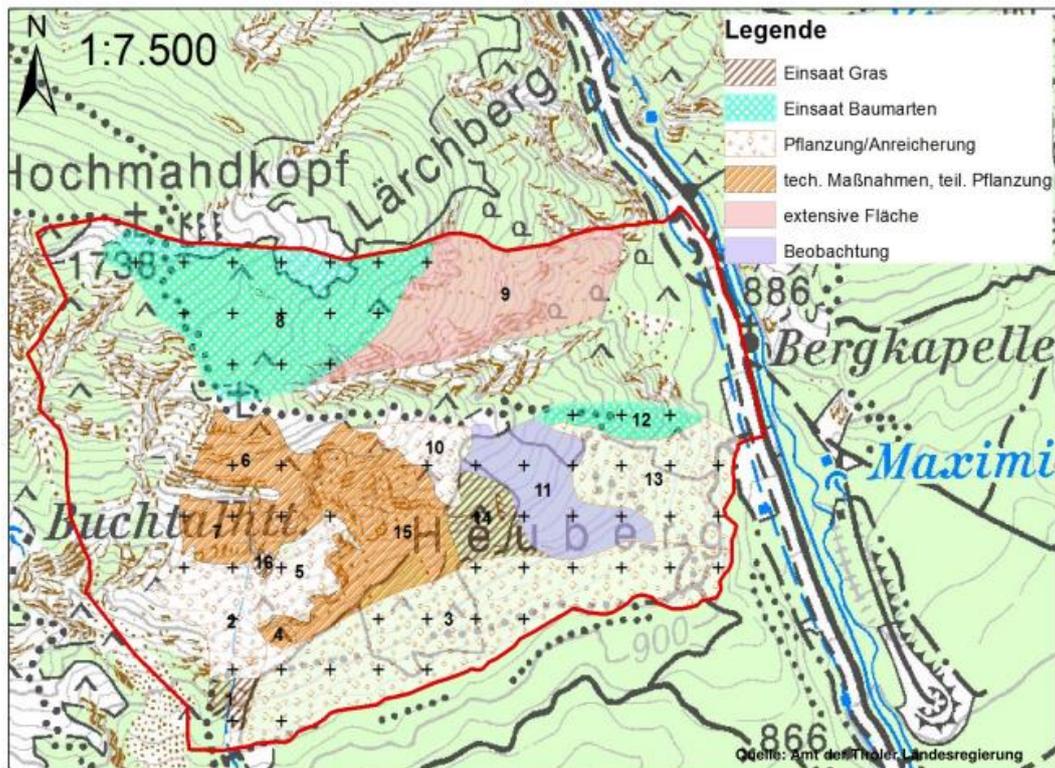


Abb. 4 Maßnahmandarstellung am Absamer Vorberg nach dem Brand 2014 (Simon & Zangerl, 2014)

Die Einsaat erfolgte mittels Hubschrauber und wurde als Grassaat (80 % Gräser und 20 % Kräuter) und Baumsaat ausgebracht (siehe **Abb. 5**). Bei der Wahl der Einsaat und auch der Aufforstungspflanzen wurden zielgerechte Mischungen in Anlehnung an die potentielle natürliche Waldgesellschaft ausgesucht. Weißkiefer, Spirke, Bergahorn, Rotbuche, Eberesche, Fichte und Vogelkirsche wurden mit Hilfe von Freiwilligen aufgeforstet. Die Angepasstheit bezogen auf Provenienz und Höhenstufe wurde sichergestellt. Dem Verbisschutz wurde mittels Schutzhüllen Rechnung getragen. Die Pflanzungen wurden bezogen auf den Fortschritt der technischen Verbauungen etappenweise geplant. Die anfänglichen Pflanzungen erfolgten mit Freiwilligen, welche sich unter der Freiwilligenplattform „Team Karwendel“ des Alpenparks Karwendel für Aufforstungsarbeiten anmelden konnten.

	Baumart	Gesamt	Hochlage	Tieflage
Deutsch	Latein	kg	Anzahl/ha	Anzahl/ha
Bergahorn	Acer pseudoplatanus	6,5	0	10.000
Birke	Betula pendula	9,0	1.760.000	2.180.000
Weißdorn	Crataegus monogyna	0,2	0	680
Latsche	Pinus mugo	0,45	6.500	0
Spirke	Pinus uncinata	4,5	37.000	19.000
Mehlbeere	Sorbus aria	3,0	10.800	0
Vogelbeere	Sorbus aucuparia	1,0	14.000	22.500
	Gesamt [kg]	24,6	1.828.300	2.222.180

Abb. 5 Baumsaatmischung für die Hubschrauberausbringung am AV (Simon & Zangerl, 2014)

Um Lawinen vorzubeugen wurde mittels Gleitschneeböcken und Anbruchverbauungen nachgeholfen. Um die Verjüngung zu unterstützen, speziell auf exponierten Hängen mit hohen Neigungen, wurden technische Gleitschneeschutzmaßnahmen wie Stahlschneebrücken und Gleitschneeböcke installiert. Eine vorangegangene Schadensevaluierung der bestehenden Verbauungen hat gezeigt, dass kein Stützwerk funktionstüchtig blieb (Forsttechnischer Dienst für Wildbach und Lawinenverbauung, 2014). Die neuen Gleitschneeböcke wurden aus Robinienholz hergestellt und sind als Dreibein mit einer Bauhöhe von zirka 1,8 m ausgeführt. Zur Anbruchverhinderung in steilen Bereichen und als Gleitschneeschutz sind Lawinenwerke geplant. Die zusätzlich geschädigten Flächen werden mittels Stahlschneebrücken gesichert, um die beeinträchtigten Bestände zu entlasten.

Mit Beginn des Frühjahrs 2015 wurden weitere Aufforstungen im Bereich der Gleitschneeböcke und der Stahlschneebrücken durchgeführt. Die Auswahl der Baumarten orientiert sich an der potentiellen natürlichen Waldgesellschaft, Spirke, Latsche, Fichte und Mehlbeere kommen zum Einsatz.

Die Sanierung der 18 bestehenden und stark beeinträchtigten Rensenverbauungen soll in den kommenden Jahren umgesetzt werden. Die verbrannten Bauwerke sollen ersetzt und renoviert werden.

Ziel ist es, die technischen Maßnahmen über eine Laufzeit von 5 Jahren schrittweise umzusetzen (Brenner, et al., 2015).

2.1.4 Besitzstrukturen und Zuständigkeiten

Das Projektgebiet rund um den Waldbrand am Hochmahdkopf fällt in das Gemeindegebiet von Absam. Den Grundbesitz für die betroffene Waldbrandfläche beansprucht ebenfalls die Gemeinde Absam. Aus forstlicher Sicht fällt die Untersuchungsfläche somit in den Forstbezirk Hall, das Waldbetreuungsgebiet steht hingegen unter der Hoheit der Gemeinde Absam (Amt der Tiroler Landesregierung, 2014).

Weiters zählt der Absamer Vorberg zum Landschaftsschutzgebiet Nordkette und dem Alpenpark Karwendel und wird somit als Natura-2000-Gebiet deklariert. Das Landschaftsschutzgebiet Nordkette erstreckt sich über ein Gebiet von 18,46 km² und betrifft Teile der Bezirke Innsbruck und Innsbruck-Land (Amt der Tiroler Landesregierung, 2015). Zusammen mit dem Landschaftsschutzgebiet Nordkette zählt das Projektgebiet auch zur Zone des Alpenparks Karwendel, dieser erstreckt sich über eine Fläche von 727 km² und trägt die Schutzkategorien Naturschutzgebiet, Landschaftsschutzgebiet, Ruhegebiet und auch Natura-2000-Gebiet (siehe **Abb. 6**) (Naturpark Karwendel, 2016).

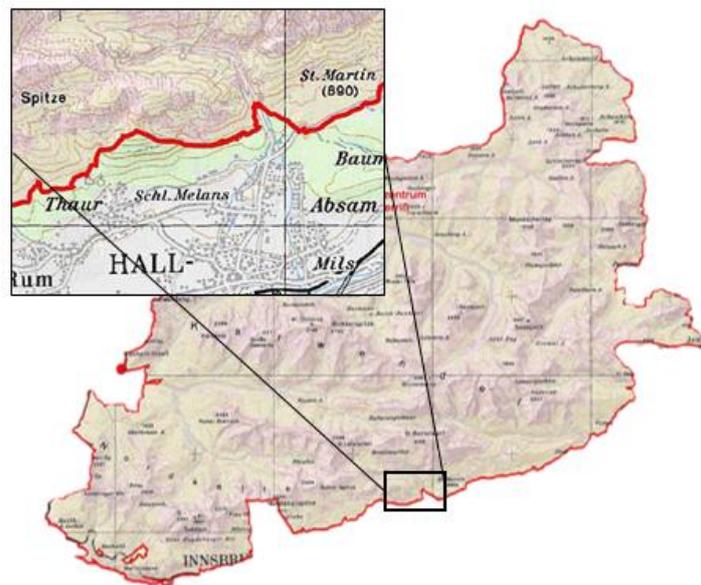


Abb. 6 Gebietsabgrenzung des Natura-2000-Gebiets mit der relevanten Untersuchungsfläche (Naturpark Karwendel, 2016)

2.2 Ökologische Charakterisierung

2.2.1 Geographische Lage

In der Mitte von Tirol und im Haupttal des Landes (Inntal) befindet sich die Gemeinde Absam. Sie liegt in der Nähe der Stadt Hall in Tirol und der Landeshauptstadt Innsbruck (siehe **Abb. 7**). Das Untersuchungsgebiet umfasst den Bereich um den „Absamer Vorberg“, dieser befindet sich nördlich von Absam am rechtsufrigen Eingang des Halltals auf der südexponierten

Talflanke des Hochmahdkopfs. Der Absamer Vorberg wird im Westen vom Halltal und im Osten von der Weissen Reisse begrenzt. Talwärts im Süden läuft er am Runstboden aus, daran schließen Siedlungsobjekte und Infrastruktureinrichtungen sowie Kulturgründe an (Amt der Tiroler Landesregierung, 2014).

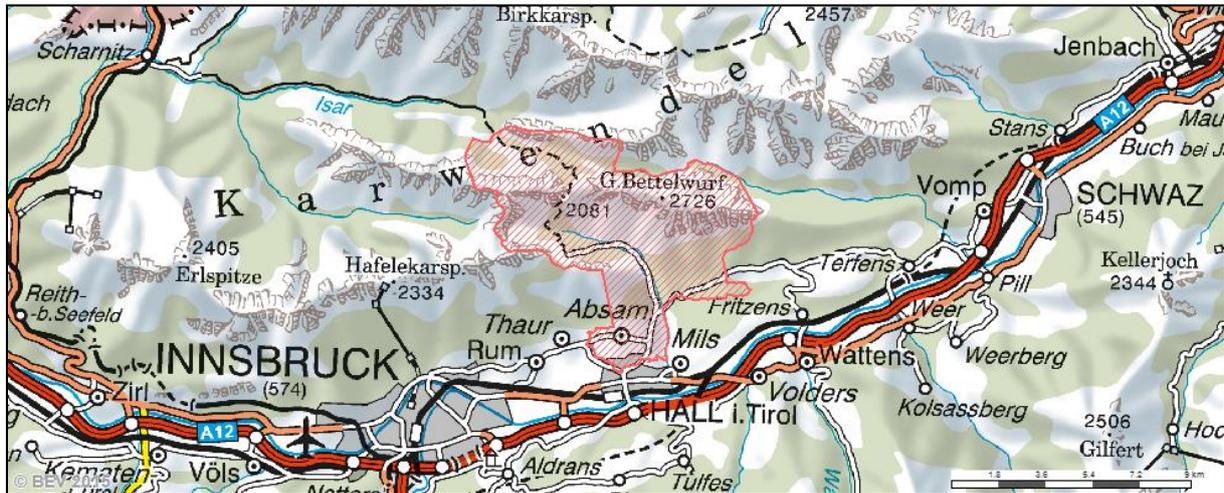


Abb. 7 Die Lage der Gemeinde Absam in Tirol (rot schraffiert), nördlich von Hall und nordöstlich von Innsbruck; M 1:175000 m (Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, 2016)

Die Gemeindefläche von Absam beläuft sich auf 51,92 km², wobei das Untersuchungsgebiet eine Fläche von 126 ha einnimmt. Die steilen bis sehr steilen Hänge sind von Rinnen und Felsbändern durchzogen und erstrecken sich über eine Seehöhe zwischen 900 m und rund 1750 m ü. A. Auf den teilweise entwaldeten Flächen bilden sich fortlaufend Rutschungen bzw. Erosionsflächen aus, die in mehreren Trockenrinnen bis zum Siedlungsrand von Absam vordringen. Die Steilheit der Hänge nimmt gegen die Grate hin zu. Es können Hangneigungen von mehr als 50° erreicht werden. Zusätzlich sind noch Felsabstürze ausgebildet (Brenner, et al., 2015).

2.2.2 Klima

Die klimatischen Gegebenheiten weisen ein Übergangsklima vom subkontinentalen trockenen inneralpinen Bereich zu den kühl-humiden Randalpen auf. Ausgeprägte Föhnlagen und ein Niederschlagsmaximum im Sommer sind für das Wuchsgebiet 2.1 Nördliche Zwischenalpen – Westteil charakteristisch (Kilian, et al., 1993).

Die Klimadaten für den Absamer Vorberg beziehen sich auf jene von der nahegelegenen Wetterstation Innsbruck-Universität. Diese befindet sich auf 587 m ü. A. Die mittlere jährliche Lufttemperatur liegt bei 9,4°C, der kälteste Monat mit –1°C im Mittel ist der Januar, der wärmste Monat der Juli mit 19,2°C. Höchstwerte im Juli können bis zu 37,4°C erreichen. Der mittlere Niederschlag liegt über das gesamte Jahr verteilt bei 911 mm, der meiste Niederschlag

fällt im Mittel im Juli mit 136 mm, am wenigsten Niederschlag fällt im Durchschnitt im Februar mit 41 mm (ZAMG - Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, 2016).

Die Klimadaten zeigen einen Durchschnitt der Temperatur und des Niederschlags vom Zeitraum 1970 – 2015 (HISTALP Management, 2016). Aufgrund des Brandzeitpunktes wird der Frühling näher untersucht. Die mittlere Temperatur im März beträgt 5,4 °C und der mittlere monatliche Tageshöchstwert der Lufttemperatur beträgt 11,8 °C. Der mittlere monatliche Niederschlag im März wird mit 57 mm angegeben, der absolute monatliche Höchstwert der täglichen Niederschlagssumme kann bis zu 47 mm erreichen.

Bewertet man die Daten für das Frühjahr 2014, sind im Schnitt keine gravierenden Abweichungen über den jährlichen Trend erkennbar. Zwischen den Jahren 1970 und 2015 ist bezogen auf die mittlere Temperatur ein Anstieg feststellbar. Die Werte im Jahr 2014 weichen jedoch nicht überraschend ab, ähnliches gilt auch für den Niederschlag im Frühjahr (siehe **Abb. 8**).

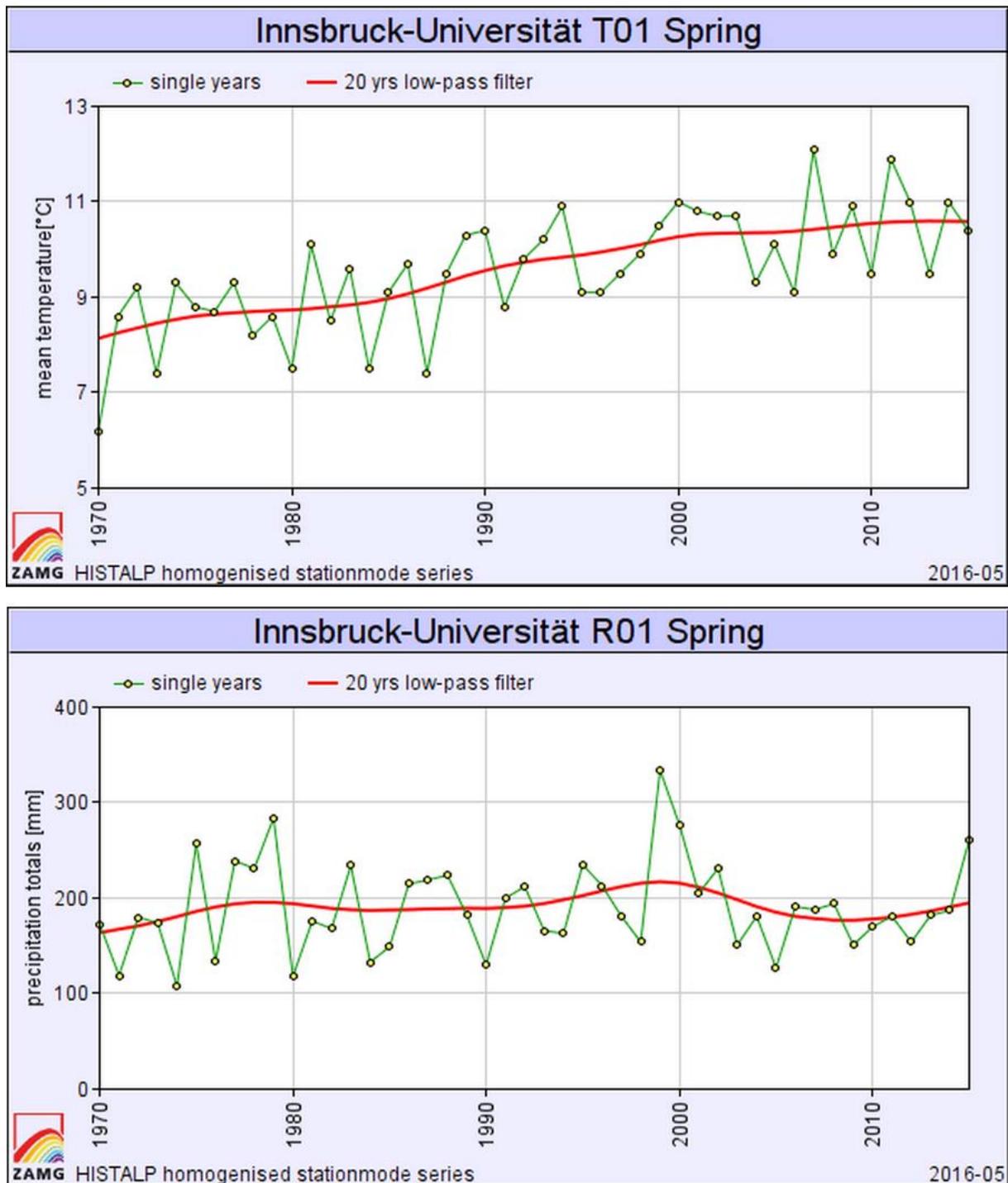


Abb. 8 Mittlere Temperatur und mittlerer Niederschlag im Frühjahr, bezogen auf den Zeitraum 1970 – 2015 (HISTALP Management, 2016)

Die detaillierten Niederschlags- und Temperaturdaten für den Zeitraum des Brandereignisses beziehen sich auf die Messstelle Innsbruck Flughafen, da derartig spezifische Daten für die Messstation Innsbruck-Universität nicht verfügbar sind. Die Angaben sind nicht exakt mit den Bedingungen am Absamer Vorberg kompatibel, zeigen jedoch den Beginn des Niederschlags an. Bezogen auf die Zeitspanne des Waldbrandes setzte der unterstützende Niederschlag erst am 22.03. bzw. am 23.03. ein. Die Niederschlagsmenge vom 01.03.2014 bis zum 21.03.2014

in der Wetterstation Innsbruck Flughafen belief sich lediglich auf eine Menge von 7,8 mm. Die ausschlaggebende Niederschlagsmenge vom 22.03 und 23.03 war hingegen ein Vielfaches (42,1 mm) (siehe **Tab. 2**). Die Temperaturen bezogen auf den Beginn des Brandes am 20.03 und am Ende des Brandes am 24.03 weichten im Mittel um 7,5 °C voneinander ab (ZAMG - Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, 2016).

Parameter	19.03.	20.03.	21.03.	22.03.	23.03.	24.03.	25.03.
Niederschlag (mm)	0	0	0	12,6	29,5	0,2	0
Lufttemperatur um 07 MEZ (°C)	12,6	2,2	5,7	4,4	1	1	0,5
Lufttemperatur um 14 MEZ (°C)	16,2	19,9	19,2	15,6	0,9	5,4	8,9
Lufttemperatur um 19 MEZ (°C)	10,8	16,3	16,6	13,4	1,1	3,1	4,6
Mittelwert der Lufttemperatur (°C)	12,3	10,5	11,5	10,1	7	4	4,7
Maximum der Lufttemperatur (°C)	17,4	20,3	19,7	16,6	13,6	7,6	9
Minimum der Lufttemperatur (°C)	7,1	0,7	3,3	3,6	0,4	0,3	0,4

Tab. 2 Darstellung der Niederschlags- und Temperaturdaten für den Zeitpunkt des Brandes 2014, bezogen auf die Station Innsbruck Flughafen (ZAMG - Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, 2016)

Untersucht man die Windgeschwindigkeiten für den Zeitraum des Brandes (20.03 – 24.03.2014), so konnte eine kontinuierliche Windentwicklung in den ersten beiden Tagen erkannt werden (siehe **Tab. 3**). Ab 14:00 Uhr wurde eine durchgehende Windgeschwindigkeit zwischen 20 – 28 km/h gemessen. Erst ab Sonntag, den 23.03.2014, beruhigten sich die Windverhältnisse und die Geschwindigkeit nahm ab (ZAMG - Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, 2016).

Parameter	19.03.	20.03.	21.03.	22.03.	23.03.	24.03.
Windrichtung um 07 MEZ	W	W	W	W	W	W
Windstärke um 07 MEZ [km/h]	39 – 49	3 – 5	20 – 28	12 – 19	3 – 5	12 – 19
Windrichtung um 14 MEZ	W	SE	SE	E	E	E
Windstärke um 14 MEZ [km/h]	12 – 19	20 – 28	20 – 28	20 – 28	3 – 5	6 – 11
Windrichtung um 19 MEZ	E	SE	SE	E	C	SW
Windstärke um 19 MEZ [km/h]	6 – 11	20 – 28	20 – 28	6 – 11	0 – 2	6 – 11

Tab. 3 Darstellung der Winddaten für den Zeitpunkt des Brandes 2014, bezogen auf die Station Innsbruck Flughafen (ZAMG - Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, 2016)

2.2.3 Geologie und Böden

Die Nordkette in Tirol und somit auch der Absamer Vorberg setzt sich aus den Ablagerungen der Trias zusammen. In den tiefsten Lagen finden sich Bundsandsteine und Dolomit der Reichenhaller-Schichten sowie Mergel, Kalke und Raibler-Schichten, diese werden an vielen Stellen von Moränen- und Terrassenablagerungen überdeckt. Oberhalb von Innsbruck steht die Höttinger Breccie an. Die höheren Lagen werden von einem breiten Band aus Muschelkalk durchzogen. Darüber lagern Partnach-Schichten. Der Grat wird von Wettersteinkalk gebildet (Geologische Bundesanstalt, 2008, Brenner, et al., 2015).

Die Bodentypen im Untersuchungsgebiet sind unterschiedlich ausgebildet. Auf den Steilhängen der Trockentäler sind jegliche Übergänge von Rendsina bis kalkfreien Lockersediment-Braunerden anzutreffen. Die Wasserversorgung ist bezogen auf die Exposition und Hangneigung recht unterschiedlich und reicht von trocken bis feucht. Zum größten Teil werden die Böden aus Dolomitschotter mit einer geringen Humusaufgabe gebildet (Stöhr, 2000).

2.2.4 Wuchsgebiet und Waldtypen

Der Absamer Vorberg und somit das Untersuchungsgebiet liegt im Wuchsgebiet 2.1 Nördliche Zwischenalpen – Westteil. Die Höhenstufen reichen im Wuchsgebiet 2.1 von submontan (500 m) bis hochsubalpin (2050 m). Legt man die Höhenausdehnung auf den Brandbereich um, werden die Höhenstufen tiefmontan ab 750 m bis tiefsupalpin mit 1800 m abgedeckt. Als Leitgesellschaft in der montanen Stufe des Wuchsgebiet 2.1 wird zwar der *Picea abies* - *Abies alba* Wald ausgeschieden, im Inntal überwiegen jedoch zum größten Teil *Pinus sylvestris* Wälder. Die Weißkiefernwälder etablieren sich überwiegend auf flachgründigen, sonnigen Dolomit-Steilhängen in der submontanen bis mittelmontanen Höhenstufe (Kilian, et al., 1993). Laut der Waldtypisierung Tirols lassen sich 5 Waldtypen innerhalb des Projektgebietes unterscheiden und werden näher betrachtet. Die Einteilung der Waldtypen hängt vor allem von natürlichen Gegebenheiten wie der Höhenstufe, der Exposition, der Seehöhe und Bodenparametern ab. Bezogen auf das Gebiet rund um den Hochmahdkopf werden folgende Waldtypen ausgeschieden; die Anführung erfolgt gemäß der Höhenstufe

„Mäßig frischer Karbonat- und Lehm-Buchenwald – Bu17“

Wasserversorgung: mäßig frisch

Nährstoffreichtum: mesotroph – eutroph

Als natürliche Waldgesellschaft würde sich Buche, Fichte, Tanne und Kiefer einstellen. Eiche, Eibe, Mehlbeere und einzelne Edellaubhölzer wären eingesprengt.

„Warmer Karbonat-Buchenwald – Bu3“

Wasserversorgung: mäßig frisch

Nährstoffreichtum: mesotroph

Als natürliche Waldgesellschaft würde sich Buche, Fichte, Tanne und Kiefer einstellen. Eiche, Eibe, Mehlbeere und einzelne Edellaubhölzer wären eingesprengt.

„Mäßig frischer Karbonat-Fichten-Tannen-Buchenwald – Ftb7“

Wasserversorgung: mäßig frisch

Nährstoffreichtum: mesotroph

Als natürliche Waldgesellschaft würde sich Buche und Fichte, teilweise Tanne und selten Kiefer einstellen. Bergahorn wäre beigemischt, Mehlbeere und Eibe eingesprengt.

„Mäßig trockener Karbonat-Kiefern-Fichten-Buchenwald – Fkb1“

Wasserversorgung: mäßig trocken – mäßig frisch

Nährstoffreichtum: oligotroph – mesotroph

Als natürliche Waldgesellschaft würde sich Buche und Fichte und beigemischt Kiefer einstellen. Mehlbeeren würden regelmäßig und Bergahorn, Vogelbeere und Eibe selten auftreten.

„Trockenes Karbonat-Latschen-Spirken-Gebüsch – Lat2“

Wasserversorgung: trocken – mäßig trocken

Nährstoffreichtum: oligotroph

Das Schneeheide-Latschengebüsch etabliert sich vor allem auf sonnig-warmen, trockenen Lagen als Dauergesellschaft.

Die Eigenschaften der Waldtypen unterscheiden sich primär in Bezug auf die Höhenstufe, den Nährstoff- und Wasserhaushalt und die Bodeneigenschaften (Gründigkeit, Skelettgehalt und Bodenart) (Amt der Tiroler Landesregierung, 2015).

3 Methoden

3.1 Datenerhebung

Um die gesetzten Ziele und Forschungsfragen beantworten zu können, wurden im Jahr 2014 direkt nach dem Brand und im Jahr 2015 Aufnahmen am Absamer Vorberg durchgeführt. Die ersten Erhebungen fanden im Frühjahr und Sommer 2014 durch Firmen im Auftrag der Bezirksforstdirektion Innsbruck-Land statt, die Folgeaufnahmen 2015 wurden vom Autor durchgeführt. Anhand der Beschreibung der Methodik soll die Vorgangsweise von der Aufnahme bis zur Analyse aufgezeigt werden.

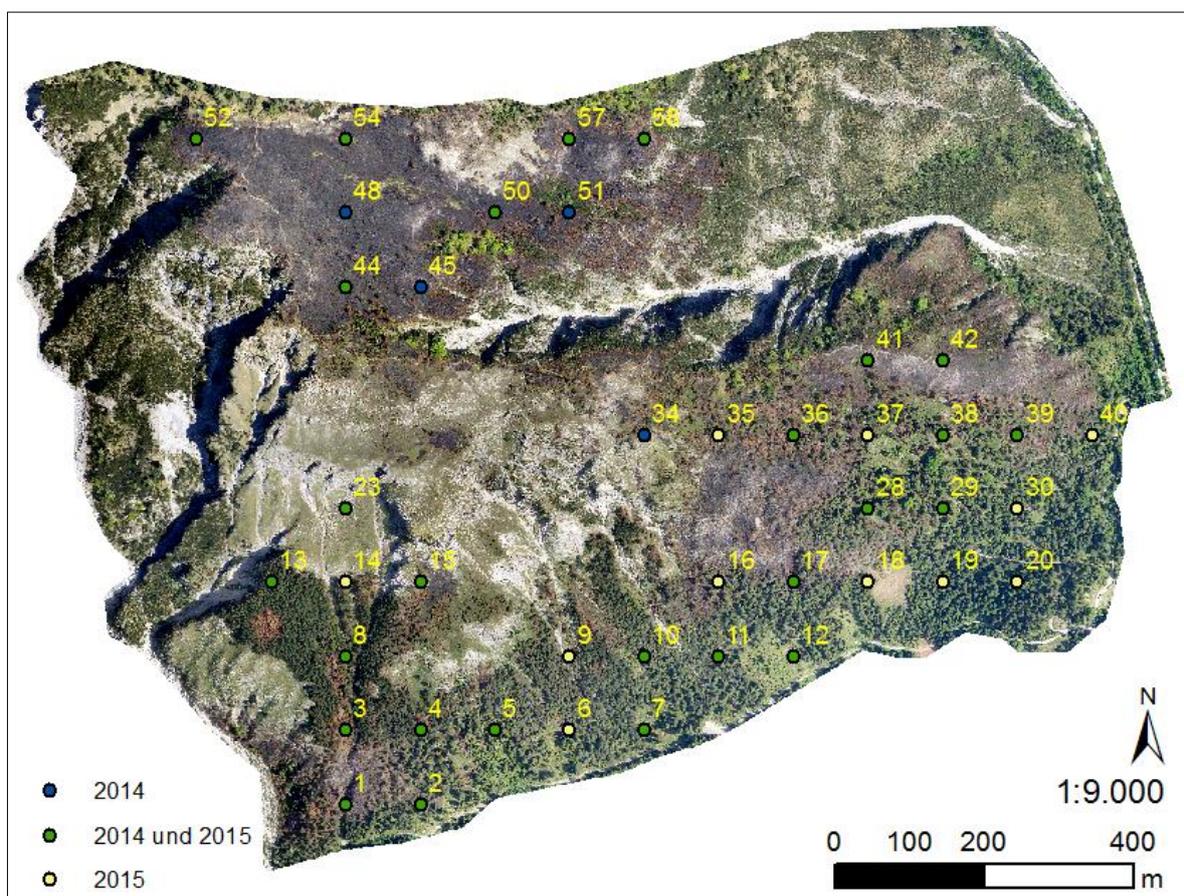


Abb. 9 Orthofoto des Projektgebiets mit den verpflockten Aufnahmepunkten; Punkte die sowohl 2014 als auch 2015 aufgenommen wurden = grün, Punkte die nur 2014 aufgenommen wurden = blau, Punkte die nur 2015 aufgenommen wurden = gelb (Land Tirol, 2014)

Nach dem Brandereignis im Jahr 2014 wurde das Projektgebiet ausgeschieden und abgegrenzt. Wichtig war es, Punkte über das gesamte Projektgebiet bzw. das gesamte Brandgebiet zu verteilen. Mittels eines Rasters wurden die Punkte über das Gebiet gelegt und mit GPS-Koordinaten versehen, um die Zufälligkeit der Stichprobenpunkte zu gewährleisten. Die Maschenbreite des Rasters betrug 100 x 100 m. Um die Punkte auch nach einem längeren Zeitraum wiederzufinden, wurden sie mit einem Holzpflock versehen und markiert. Durch die

GPS-Koordinaten und die Pflöcke sollte ein zuverlässiges Wiederfinden gegeben sein. Die Zahl der ausgeschiedenen Punkte beläuft sich auf 49, jedoch wurde eine unterschiedliche Anzahl an Punkten in den Jahren 2014 und 2015 aufgenommen und untersucht. Eine genaue Darstellung der erhobenen Punkte wird in **Abb. 9** deutlich gemacht. Verjüngungs-, Mortalitäts- und Bestandeszustandsaufnahmen wurden sowohl 2014 als auch 2015 getätigt, Bodenbedeckungs- sowie Naturgefareneinschätzungen wurden hingegen lediglich 2015 durchgeführt.

3.1.1 Mortalitäts- und Zustandserhebung

Die Mortalitäts- und Zustandserhebungen wurden im Rahmen einer Winkelzählprobe aufgenommen. Die Aufnahmen selbst wurden mit einem Spiegelrelaskop, Vertex und einer Messkluppe durchgeführt. Die Erhebungen fanden im Sommer/Herbst 2014 nach dem Waldbrand und im Sommer 2015 statt. Im Jahr 2015 wurde eine Erweiterung der Plots durchgeführt, sodass 11 neue Punkte auf dem vorhandenen Rastergitter erhoben wurden. Insgesamt wurden 2014 31 Punkte und 2015 38 Punkte aufgenommen. Die Differenz von 11 Punkten wird aufgrund der Unzugänglichkeit von 4 Punkten im Jahre 2015 nicht erreicht. Auf 6 Punkten (11, 12, 23, 42, 52, 54) waren sowohl 2014 als auch 2015 keine Bäume über der Kluppschwelle von 6 cm in der WZP anzutreffen, die Punkte 44 und 57 wiesen lediglich abgestorbene Bäume auf. Von jenen Punkten, die 2015 zusätzlich aufgenommen wurden, befanden sich 5 Punkte (18, 19, 20, 30, 40) in der Schadstufe 0 und wurden somit vom Brand nicht direkt beeinflusst. Insgesamt konnten von den Jahren 2014 und 2015 25 Punkte direkt miteinander verglichen werden. Als Kluppschwelle wurde laut den Projektsteuerungsaufnahmen des Landes Tirol 6 cm festgelegt. In der Winkelzählprobe wurden alle Bäume berücksichtigt, welche sich in der Zählbreite 4 befanden.

Die Daten wurden mittels der Programme MS Excel und ArcGis aufbereitet und ausgewertet. Der aktuelle Zustand bezieht sich auf die 38 Aufnahmeplots vom Jahr 2015.

Um Vergleiche zwischen den Erhebungen anstellen zu können, müssen dieselben Individuen derselben Stichprobenpunkte aus den unterschiedlichen Jahren herangezogen werden. Dies ist sowohl für die Mortalitätserhebung als auch für die Zustandsveränderung der einzelnen Bäume wichtig.

Um die Vergleichbarkeit herstellen zu können, wurden die Erhebungen anhand der „Anleitung zur Mortalitätserhebung auf Waldbrandflächen in Österreich“ durchgeführt (Institut für Waldbau BOKU, 2014). Nachfolgende Aufnahmedaten wurden für jeden GPS-vermessen Plot durchgeführt.

Brandart & Brandintensität

Für den gesamten Plot werden Zahlen von 0 bis 5 definiert. Folgende Unterscheidungen werden vorgenommen:

- 0** = kein Feuer (ggf. Referenzflächen, die an die Brandfläche angrenzen)
- 1** = Glimm-/Humusbrand | Humusschicht schwarz/verbrannt, Stamm meist unbeschädigt
- 2** = Boden-/Lauffeuer | Stammansatz schwarz verbrannt, keine Kronenschäden (= grün)
- 3** = Boden-/Lauffeuer | Stamm geschwärzt, Kronen teilweise gelb/versengt, teilweise grün
- 4** = Boden-/Lauffeuer | Stamm geschwärzt, Kronen komplett gelb/versengt
- 5** = Vollfeuer/Totalbrand | Nadeln verbrannt, Kronen kahl

Die Brandklassen wurden vor Ort und für jeden Plot separat ausgeschieden.

Des Weiteren wurden die Bäume nummeriert, die Baumarten erfasst, die Wuchsklassen bestimmt und die Brusthöhendurchmesser sowie die Baumhöhen gemessen.

Um die Auswirkungen des Brandes zu unterscheiden, wurden die Kronenverhältnisse erhoben:

Abstand vom Boden bis zum Kronenansatz in Meter

Als Kronenansatz gilt der erste benadelte (bzw. vor dem Brand benadelte) Quirl (mehr als ein Ast) am Stamm.

Abstand vom Boden zur lebenden Krone in Meter

Als lebende Krone gilt jener Teil des Baums, der (nach dem Brandereignis) noch grün ist, d. h. der Abstand vom Boden bis zum ersten grünen Quirl am Stamm wird eingetragen. Existiert keine grüne Krone (mehr), ist der Abstand vom Boden zur lebenden Krone gleich der Baumhöhe.

Kronenzustand

- a. *verbrannt* (= keine Nadeln mehr vorhanden)
- b. *versengt* (= Nadeln gelb oder bräunlich verfärbt)
- c. *grün* (= Nadeln grün)

Die Angabe und Einteilung des Kronenzustands erfolgt in 5-%-Schritten. Zusammen müssen die drei Kategorien (a, b, c) 100 % ergeben.

Darüber hinaus wurden weiteren Angaben bezüglich des Stammes, des Bodens und aus entomologischer Sicht getätigt.

Flammenhöhe/Schwarzfärbung

Abschätzung der größten Flammenhöhe (= Schwarzfärbung der Borke) am Stamm, berechnet vom Boden aus. Ist oft an der windabgewandten Seite zu finden. Angabe erfolgt in (ganzen) Metern.

Schwarzfärbung Borke (BHD)

Angabe des Anteils der schwarzgefärbten Borke auf BHD-Höhe in Prozent des Stammumfangs (0 – 100 %, in 5%-Schritten).

Schwarzfärbung Borke (30 cm)

Angabe des Anteils der schwarzgefärbten Borke auf einer Höhe von 30 cm über dem Boden in Prozent des Stammumfangs (0 – 100 %, in 5%-Schritten).

Streu-/Moosschicht

Höhe der Moos- und/oder Streuschicht (nicht zersetzter Humus) am Stammansatz, Angabe in (ganzen) Zentimetern; wenn verbrannt = 0 cm.

Humus

Höhe des Humus (ohne Streuschicht bzw. Rohhumus und ohne ev. vorhandenem Moos) am Stammansatz; in Nadelwäldern i. d. R. kaum oder nicht vorhanden (dann 0 cm); Angabe in 0,5-cm-Schritten.

Tiefe Schwarzfärbung

Angabe der Tiefe der Schwarzfärbung der Borke auf 30 cm Höhe über Grund in 0,5-cm-Schritten. Wird über eine Rindenbohrung (Akkuschrauber bzw. Jahrringbohrer von Vorteil) erhoben.

Kambium

Angabe, ob das Kambium des Einzelindividuums auf 30 cm Höhe über Grund geschädigt ist oder nicht („ja“ bzw. „nein“). Eine Schädigung ist durch eine Braun-/Graufärbung erkennbar.

Bodenbrandklasse

Bezeichnet die Brandintensität am Stammansatz des Baumindividuums und wird im Nadelwald wie folgt in vier Stufen unterteilt:

- 1 = unverbrannt | Moos-/Streuschicht noch vorhanden
- 2 = schwach | Moos-/Streuschicht z. T. verbrannt, z. T. noch grün bzw. braun
- 3 = mäßig | Moos-/Streu-/Moos-/Streuschicht verbrannt (schwarze Reste möglich)
- 4 = stark | Moos/Streu/Moder komplett verschwunden, oberer Mineralboden rötlich oder schwarz verfärbt

Borkenkäfer

Sind Spuren von Borkenkäfern am Baumindividuum vorhanden? Beispielsweise Käfer (tot oder lebend), Fraßspuren, Einbohrlöcher; Angabe mittels „ja“ bzw. „nein“.

Sonstige Anmerkungen

Bemerkungen allgemeiner Art, die von Relevanz sein könnten, z. B. Baum maschinell entfernt, etwa aufgrund von Borkenkäferbefall; Brandintensität nicht eindeutig; aufgrund der Lage schwierige/unmögliche Baumhöhenmessung können zusätzlich erfasst werden.

(Institut für Waldbau BOKU, 2014)

Schlankheitsgrad

Der Schlankheitsgrad wird im Waldbau und in der Waldwachstumslehre vor allem für die Einschätzung hinsichtlich Stabilität und Vitalität von Einzelbäumen oder Beständen herangezogen. Der Schlankheitsgrad (h/d-Wert) gibt das Verhältnis der Baumhöhe zum Baumdurchmesser an. Erfahrungsgemäß variiert der Schlankheitsgrad mit der sozialen Stellung und dem zur Verfügung stehenden Wuchsraum und ist somit direkt von der Bestandesbehandlung abhängig. Mit zunehmendem Schlankheitsgrad nimmt die Resistenz gegenüber abiotischen Einflüssen wie Wind und Schneedruck ab. Untersuchungen belegen, dass Fichten und Kiefern mit einem h/d-Wert unter 80 als weitgehend sicher gelten (Kramer & Akca, 2007).

3.1.2 Verjüngungsanalyse

Prinzipiell wurde die Verjüngungsanalyse anhand des Vorbilds der Projektsteuerung des Amtes der Tiroler Landesregierung durchgeführt (Amt der Tiroler Landesregierung, 2010).

Die Verjüngungsanalyse kam auf allen untersuchten Plots in den Jahren 2014 und 2015 zur Anwendung. Die Anzahl und die Punkte zwischen den Jahren waren jedoch nicht ident. Im Jahr 2014 wurden nach dem Brand 27 verschiedene Plots untersucht. 2015 waren es hingegen 38 Plots. 2015 wurden einige Punkte aus dem Rastergitter ergänzt, allerdings konnten auch einige Punkte, welche 2014 aufgenommen wurden, aus Sicherheitsgründen nicht mehr begangen werden.

Bei der Aufnahme fläche handelte es sich um einen Trakt mit 25 m Länge und 4 m Breite (Horizontalmaß) (siehe **Abb. 10**). Die Traktanlage erfolgte schichtlinienparallel und bedeutet demnach, dass die Neigung von Pflöck zu Pflöck 0° sein muss. Die Traktendpunkte und die Richtungsänderungen im Trakt mussten verpflockt werden.

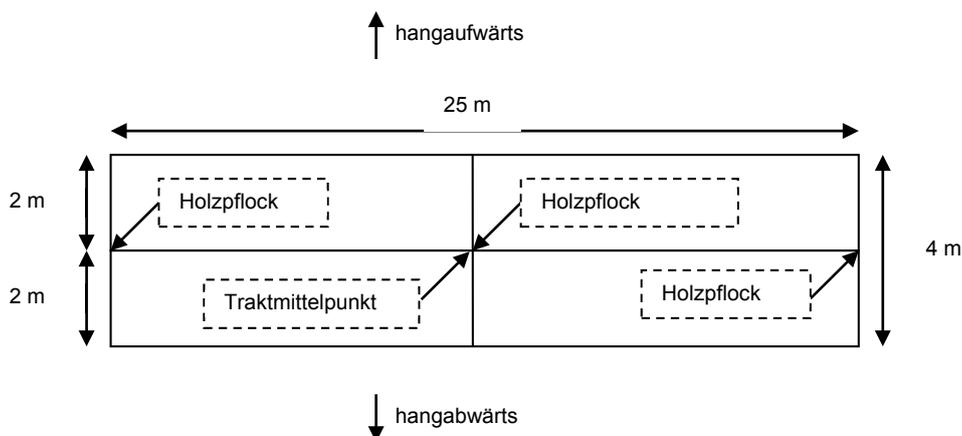


Abb. 10 Anordnung des Analysetrakts (Amt der Tiroler Landesregierung, 2010)

Die Trakte sollten so gelegt werden, dass möglichst keine Vegetationstypengrenzen oder Randlinien (Wald-Bestandesränder, Straßen, Trassen, Rückewege, Seiltrassen) geschnitten werden. Tote Bäume wurden nicht aufgenommen.

Um die Übersichtlichkeit bei den Erhebungen zu gewährleisten, wurden die Trakte in 4 unterschiedliche Teilbereiche klassifiziert. Insbesondere bei der Naturverjüngung konnte es vorkommen, dass die Traktfläche mit einer Baumart sehr dicht bestockt war und dadurch schnell der Überblick verloren ging (siehe **Abb. 11**). Des Weiteren konnte bei Vorliegen einer homogenen Baumartenzusammensetzung und Struktur eine Hochrechnung eines Quadranten auf den anderen unter bestimmten Parametern angewandt werden. Die Aufnahme der Verjüngung wurde, hangabwärts gesehen, immer rechts unten (Quadrant 1) begonnen. Die weitere Aufnahme der Quadrantfelder erfolgte danach gegen den Uhrzeigersinn.

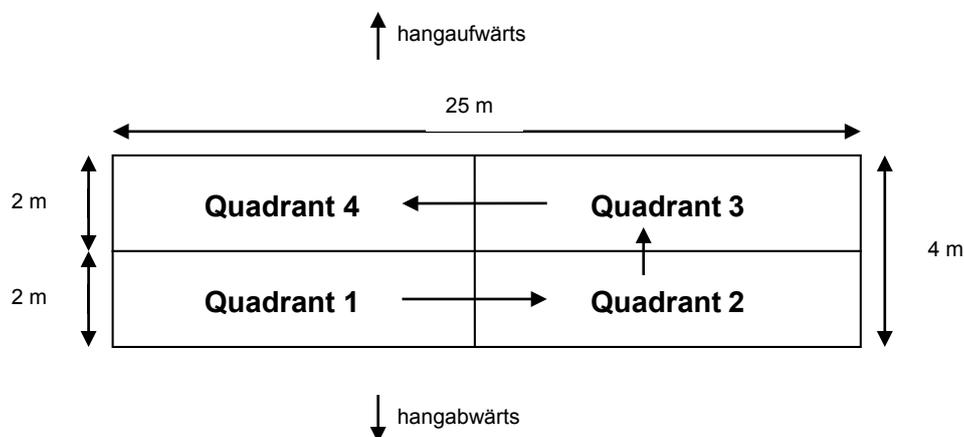


Abb. 11 Anordnung der Verjüngungsanalyse unterteilt nach den 4 Aufnahmequadranten (Amt der Tiroler Landesregierung, 2010)

Jede auf der Traktfläche vorgefundene Pflanze wurde im Aufnahmeformular nur einmal angeführt. Gesunde und geschädigte Pflanzen wurden unterschieden. Die beeinträchtigten Pflanzen wurden mit dem passenden Code versehen und anschließend auspunktiert. Hatte eine Pflanze mehrere Schäden, wurde gutachtlich festgestellt, welcher Schaden für das Wachstum der Pflanze eine größere Beeinträchtigung darstellt. Die Beeinträchtigung wurde mit den nachfolgenden Codes definiert (siehe **Tab. 5**). Für die Höhenansprache sowie für die Beeinträchtigung wurde der Trieb des vergangenen Jahres herangezogen. Der in der Vegetationsperiode des Aufnahmejahres heranwachsende Terminaltrieb wurde für die Beeinträchtigungs- und Höhenstufenansprache nicht berücksichtigt. Im Jahr 2014 wurden nur jene Bäume aufgenommen, welche von > 10 cm bis zu 10 m reichen, im Jahr 2015 hingegen wurden auch jene unter 10 cm in die Aufnahmen miteinbezogen. Insgesamt wurden 2015 8 verschiedene Höhenklassen bei der Verjüngung unterschieden (siehe **Tab. 4**)

3 Methoden

Einteilung	Klasse 0	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 4	Klasse 5	Klasse 6	Klasse 7
[cm]	< 10	10 – 30	31 – 50	51 – 80	81 – 130	131 – 200	201 – 500	501 – 1000

Tab. 4 Einteilung der Verjüngungsklassen mit den zugehörigen Zentimeterangaben

Die im Jahr 2014 aufgenommenen Arten unterscheiden sich von jenen, die 2015 aufgenommen wurden. 2014 wurden strikt nur jene Sträucher und Bäume aus der Artenliste der Projektsteuerungsanleitung des Landes Tirols aufgenommen (Amt der Tiroler Landesregierung, 2010). 2015 wurden hingegen alle verholzten Sträucher angesprochen und analysiert (Amt der Tiroler Landesregierung, 2010).

Beeinträcht.	Bezeichnung	Definition
11	Schalenwildverbiss	Terminaltrieb mehr oder weniger gequetscht, fasrig abgebissen (o. wegen Verbiss nicht erkennbar) bzw. über 50 % der Seitentriebe (bei NH der obersten drei Quirle) verbissen innerhalb des letzten Jahres
12	Hasen/Nagerverbiss	Terminaltrieb charakteristisch durch Hasen oder Nager verbissen. Trieb glatt abgebissen, scharfkantig mit schrägem Bissverlauf (ca. 45°) inkl. Mäuse, Hasen- und Siebenschläfer-Schäle
13	Schlag/Fegescha-den	Fasrig ausgefranste Rindenverletzungen durch Horn- und Geweihträger
14	Schäl-scha-den	Im letzten Jahr geschält (unabhängig vom Verbiss)
15	Weideeinfluss	Weidespuren auf dem Trakt klar erkennbar (Kuhfladen, Bodenverdichtung durch Weidevieh), Schäden durch Vertritt, Schäl-en und Verbeißen
16	Beeinträchtigung Wild/Weide-Kombination	Terminaltrieb verbissen (o. wegen Verbiss nicht erkennbar) bzw. über 50 % der Seitentriebe verbissen. Der Schaden ist nicht klar Schalenwild bzw. Weidevieh zuordenbar.
17	Altfeger	Hier werden noch lebende Bäume erfasst, die nicht im vergangenen Jahr, sondern schon vorher gefegt wurden. Anschließend wird das Bäumchen auf dem Trakt mit Spray markiert.
21	Pilze/Insekten	Rostpilz, Nadelrost, Schneeschimmel, Triebsterben, Hallimasch, Tannentrieblaus, Rüsselkäfer, Sirococcus etc.
31	Läuterung/Stock	Bei Pflegearbeiten beschädigte Pflanzen und falsche Bewirtschaftung wie Läuterung durch Aushacken von Laubholz
32	Herbizid/Düngung	Menschlicher Einfluss wie unsachgemäße Düngerausbringung (zu hohe Konzentration), Streusalzschäden, Klärschlammausbringung etc.
33	Ernteschaden	Bei der Fällung, Rückung und Lieferung entstandene Schäden am verbleibenden Bestand
34	Schikanten	Durch Skifahren entstandene Verletzungen an der Pflanze (eindeutige Zuordnung möglich), Rindenverletzungen, Abschneiden von Ästen, Wipfel oder Stämmchen
35	Aufforstungsfehler	Wurzelschäden (einseitige Wurzel-ausbildung) oder Wachstumsbeeinträchtigung wegen falschem Pflanzverfahren
41	Frostschäden	Frosttrocknis, Knospen oder Maitrieblnadeln braun verfärbt, trocken und nach unten gekrümmt
42	Hagelschaden	An Trieben und Ästen oberhalb platzartige Verletzungen unterschiedlicher Größe, die vernarben und umwallt werden
43	Erosion/Steinschlag	Substratverlust durch Muren oder Hangrutschungen bzw. Rindenverletzungen durch Steinschlag z. B. beim Forststraßenbau
44	Schneescha-b/-druck	Bruch von Zweigen durch Schneedruck bzw. Entwurzelung durch Schneescha-b (Säbelwuchs ist aber kein Verjüngungshemmnis); Lawinen
45	Trockenschaden	Frisch aufgeforstete Jungpflanzen aufgrund einer Trockenperiode im Aufforstungsjahr vom Absterben bedroht (Pfl. vertrocknet)
51	Lichtmangel/Verdämmung	Pflanze ist noch nicht tot, dunkelt aber aus
52	Wasserhaushalt	Pflanze ist aufgrund von Wassermangel vertrocknet oder verträgt zuviel Nässe nicht
53	unbekannt	Bitte nur in Ausnahmefällen verwenden, Pflanze ist vom Absterben bedroht – Ursache unbekannt

Tab. 5 Codes für die Beeinträchtigung der Verjüngung (Amt der Tiroler Landesregierung, 2010)

3.1.3 Bodenbedeckungsanalyse

Die Untersuchung der Bodenbedeckung wurde ebenfalls auf den Traktflächen der Verjüngung aufgenommen, in 4 Quadranten unterteilt und in derselben Reihenfolge, nämlich gegen den Uhrzeigersinn, aufgenommen.

Erhebung der Bedeckung

Die Erhebung der Bedeckung wurde in ganzen Prozenten angegeben. Die totale Schätzung konnte maximal 100 % betragen. Die Mindesteinheit bei sämtlichen Schätzungen betrug 1%. Die Unterscheidung erfolgte innerhalb 6 Kategorien.

Offener Boden	Bereiche offener Erde oder bereits zur Unkenntlichkeit zersetztes Streu
Steine	Mindestgröße: Daumennagelgroß Maximalgröße: noch per Hand verrückbar
Fels	nicht per Hand verrückbar
Totholz	Totholz mit noch erkennbarer Holzstruktur (sonst offener Boden) inklusive noch anhaftende Rinde Berücksichtigt wird nur auf dem Boden aufliegendes Totholz mit einer Deckung von mindestens 10 x 10 cm, sonst zu Streu.
Lebendholz	lebendes Holz, Mindestgröße: Daumennagelgroß. Die Deckungsschätzung bei Stämmen erfolgt unter der Vorstellung, dass diese an der Erdoberfläche abgeschnitten sind.
Streu	abgestorbene Blätter, Nadeln, Knospenschuppen, Zweige, abgefallene bzw. abgeblätterte Rinde etc., die noch so unzersetzt sind, dass man deren Herkunft noch erkennen kann, zu schwaches Totholz, Pilze.

Steine, Fels, Totholz und Lebendholz wurden auch berücksichtigt, wenn Moose einen Überzug bildeten. War bereits eine cm-mächtige Erdschicht darüber ausgebildet, wurde dieser Bereich dem „offenen Boden“ zugerechnet (Institut für Waldwachstum und Waldbau BFW, 2014).

Erhebung der Krautschicht

Je Untersuchungsfläche wurden sämtliche vorkommende Arten an Gefäßpflanzen berücksichtigt, deren Ursprung sich innerhalb des untersuchten Bereichs befindet. Hineinragende Pflanzenteile wurden nicht berücksichtigt. Abgestorbenen Pflanzen wurden nicht mit aufgenommen. Pflanzen, die höher als 130 cm waren, wurden nur berücksichtigt, wenn sie eine grüne Blattmasse im Bereich des gedachten 130 cm hohen Zylinders hatten.

Die Quantität wurde anhand von Prozentwerten bestimmt. Die Taxonomie richtete sich anhand der Exkursionsflora für Österreich, Liechtenstein und Südtirol (Fischer, et al., 2008).

Die Dominanz der Arten in der Krautschicht wurde angeschätzt. Anstatt die Arten aufzuzählen wurden nur die folgenden physiognomischen Straten getrennt angesprochen:

Gräser

Kräuter

Farne

Zwergsträucher

Großsträucher

Bäume

Die Einschätzung konnte bei einer Überlappung der unterschiedlichen Klassen auch einen Wert über 100 % pro untersuchtem Quadranten erreichen (Institut für Waldwachstum und Waldbau BFW, 2014).

3.1.4 Bewertung der Schutzfunktion – NaiS-Konzept

Zur Analyse der Schutzfunktionalität wurde die Bewertungsgrundlage von Frehner et al. (2005) herangezogen. Das Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) in Bern publizierte das Konzept mit dem Namen: „Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald – Wegleitung für Pflegemaßnahmen in Wäldern mit Schutzfunktion“. Die herangezogene Publikation ist ein Instrument für die Praxis. Ziel ist es einen nachhaltig wirksamen Schutzwald mit minimalem Aufwand sicherzustellen. Das NaiS-Konzept sieht jedoch nicht nur die Bewertung des aktuellen Waldzustands bezogen auf Naturgefahren vor, es werden auch zukünftige Einschätzungen getroffen. Weiters können Ansätze bezogen auf den Handlungsbedarf und in weiterer Folge Planungskonzepte hergeleitet werden.

Anhand des Waldzustands und der relevanten Naturgefahren ist es möglich, Minimal- und Idealprofile des Waldes zu unterscheiden und somit eine Klassifizierung des Ist-Zustands vorzunehmen. Die Bewertung beruht auf einem Vergleich mit einem naturnahen Wald in Anlehnung an die natürliche potentielle Waldgesellschaft (Frehner, et al., 2005). Nicht alle Ausprägungsformen eines Naturwaldes sind jedoch als günstig zu interpretieren, da sich der Wald auch ohne Eingriffe ständig verändert. Nicht zuletzt wird auch deshalb die wahrscheinliche Entwicklung des Waldes für die folgenden 10 und 50 Jahren miteinbezogen (Frehner, et al., 2005).

Die aktuelle Schutzfunktion anhand des Standorts, anhand der spezifischen Naturgefahren und eine Prognose für die kommenden 10 bzw. 50 Jahre wurden dargestellt. Die Ansprache des aktuellen Zustands erfolgte mit Hilfe des Formular 2 „Herleitung Handlungsbedarf“. Der

aktuelle Zustand setzte sich aus einem Konglomerat an Einschätzungen aus dem Gelände, dem Bestand, der Stabilitätsträger und der Verjüngung zusammen. Weiters trugen auch die Berechnungen aus den empirischen Erhebungen einen wesentlichen Anteil dazu bei. Auch Abschätzungen der zukünftigen Entwicklung für die nächsten 10 und 50 Jahre wurden aus diesen Daten hergeleitet.

Die Minimalprofile für die einzelnen Flächen wurden mittels der Angaben aus dem Waldtypenkatalog des Landes Tirol und der NaiS-Publikation festgelegt. Die Relevanz bezogen auf die Naturgefahren wurden für jeden Punkt separat bewertet und in weiterer Folge untersucht. Die Klassifizierung erfolgte anschließend unter dem Vergleich des aktuellen Zustands mit jenem des vorgegebenen Minimal- bzw. Idealprofils.

3.2 Datenanalyse und Auswertung

Die Analyse der Daten aus sämtlichen Erhebungen wurden mittels MS Excel 365 durchgeführt. Weiters wurden sowohl rechnerische als auch grafische Auswertungen mit ArcGIS 10.3 von ESRI erstellt.

3.2.1 Auswertung der Mortalitäts- und Zustandserhebung – Bestandesanalyse

Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Probestamm in die Winkelzählprobe fällt, ist direkt proportional zu seiner Kreisfläche (Sterba, 2010).

Stammzahl

Die Stammzahl ist essentiell für die Analyse der Mortalität. Für den Absamer Vorberg wurde die Stammzahl mit jenen Werten aus der WZP und der Formel für die repräsentierte Stammzahl ermittelt.

$$n_{rep} = \frac{k}{\left(\frac{BHD}{100}\right)^2 * \frac{\pi}{4}} \quad (1)$$

k = Zählfaktor

BHD = Brusthöhendurchmesser [cm]

Grundfläche

Die Kreisflächendichte der Winkelzählprobe wurde mit der nachkommenden Formel errechnet. Die Einheit für die Grundfläche ist m²/ha.

$$G = n * k \quad (2)$$

G = Grundfläche [m²/ha]

n = Stammzahl

k = Zählfaktor

Volumen

Das Volumen für den stehenden Einzelbaum wurde nach Formel (3) berechnet:

$$V = \left(\frac{BHD}{100} \right)^2 * \frac{\pi}{4} * h * f \quad (3)$$

V = Volumen [Vfm/ha]

BHD = Brusthöhendurchmesser [cm]

h = Höhe [m]

f = Formzahl

Die Formzahl wurde anhand der Schätzfunktion zur Ermittlung von Schaftholzformzahlen nach Pollanschütz (1974) für jeden aufgenommenen Baum in der WZP ermittelt.

$$f_{SmR} = b_1 + b_2 * \ln^2 d + b_3 * \frac{1}{h} + b_4 * \frac{1}{d} + b_5 * \frac{1}{d^2} + b_6 * \frac{1}{d * h} + b_7 * \frac{1}{d^2 * h} \quad (4)$$

f_{SmR} = unechte Schaftholzformzahl (bezogen auf Vorratsfestmeter Schaftholz mit Rinde)

b_{1-7} = Regressionskoeffizienten

d = Brusthöhendurchmesser [dm]

h = Höhe [dm]

Die Regressionskoeffizienten für Fichte, Kiefer (gilt für Weißkiefer und Schwarzkiefer) wurden von Pollanschütz (1974) entnommen.

3.2.2 Auswertung der Verjüngung – Verjüngungsanalyse

3.2.2.1 Auswertung und Analyse der Bodenbedeckung

Um eine Vergleichbarkeit unter den einzelnen Punkten sicherzustellen, war es für die Berechnung der Bodenbedeckung notwendig, die 4 Quadranten pro Plot zu kumulieren und einen Gesamtwert für jeden Punkt zu ermitteln.

3.2.2.2 Auswertung und Analyse der Verjüngung

Um eine repräsentative Aussage treffen zu können, wurde für alle Individuen und Baumarten die Stammzahl je Ha hochgerechnet. Die Berechnung erfolgte anhand eines Blow-up-Faktors.

$$BF = \frac{10.000}{A} \quad (5)$$

BF = Blow-up-Faktor

A = Größe der Aufnahmefläche [m²]

Die Stammzahlberechnung erfolgte danach mittels der Funktion

$$N/ha = \sum_{i=1}^n BF \quad (6)$$

N = Stammzahl

n = Anzahl der Stämme

BF = Blow-up-Faktor

Der Blow-up-Faktor bezieht sich auf die Fläche der Untersuchung und wurde anschließend auf einen Hektarwert hochgerechnet. Der Blow-up-Faktor für die Probefläche von 100 m² aus der Projektsteuerung des Landes Tirol beträgt 100. Der errechnete Faktor wurde anschließend für die Stammzahlberechnung herangezogen.

3.2.3 Analyse der Schutzfunktionserfüllung – NaiS-Verfahren

Die Untersuchung nach dem Vorbild von NaiS sieht mehrere Bezugsebenen vor, die jedoch miteinander in Verbindung stehen und auch voneinander abhängen. Eine Prüfungsbewertung mit anschließender Klassifizierung wird von Fehner (2005) nicht dezidiert vorgeschlagen. Die Einstufung erfolgte grundsätzlich in Anlehnung an das Bewertungsverfahren nach Winter (2009) und Becker (2015). Um die Untersuchung der Schutzfunktion besser an den Standort

anpassen zu können und mögliche Unterschiede zu erkennen, wurde die Situation anhand zweier Szenarien untersucht.

Schutzfunktionsbewertung anhand des Standortstyps

Der Klassifizierung liegt ein Punktesystem zugrunde. Die einzelnen untersuchten Kriterien wurden mittels einer Punktzahl zwischen -3 und +3 beurteilt, da das Konzept nach NaiS lediglich zwischen einem Minimalprofil und einem Idealprofil differenziert. Das Minimalprofil zeichnet sich dadurch aus, dass es auch langfristig eine Schutzwirkung erwarten lässt und dient als Grundlage für weitere Handlungsoptionen. Das Idealprofil hingegen beschreibt einen Waldzustand, der langfristig die optimale Schutzwirkung erfüllen kann (Frehner, et al., 2005). Die Punktevergabe bezogen auf den Standorttyp wurde anhand des Minimalprofils erstellt und die Bedeutung der mannigfaltigen Parameter mit einer zugewiesenen Gewichtung beurteilt.

Für die Unterteilung der Szenarien wurde die Vergabe der Gewichtungen variiert. In Szenario I wurden für die Bewertung des Minimalprofils die Parameter Mischung, Gefüge, Stabilitätsträger und Verjüngung berücksichtigt. In Szenario II wurde jedoch der Parameter Mischung und beim Parameter Verjüngung – Anwuchs der Faktor Baumart nicht berücksichtigt. Szenario II stellt somit eine Baumarten-unspezifische Bewertung der Schutzfunktion dar.

Die Gewichtung wurde nach der Relevanz der Kriterien für die Schutzfunktionserfüllung bestimmt und in der nachfolgenden **Tab. 5** **Tab. 6** dargestellt. Die Werte für Szenario II wurden in Klammer angeführt. Um die Vergleichbarkeit der beiden Szenarien zu erhalten, wurden die nicht vergebenen 25 % in Szenario II - aus dem Wegfallen des Parameters Mischung - auf die übrigen Parameter anteilig aufgeteilt.

Parameter	Merkmale	Gewichtung [%]	Relevante Kriterien	Quantitative Merkmale
Mischung	Art und Grad	25 (0)	Baumart und prozentueller Anteil der Baumart	%-Anteil der Baumarten
Gefüge	BHD-Streuung	20 (26,7)	Einteilung von BHD-Klassen à 4-cm-Stufen; BHD \geq 10cm	Anzahl BHD-Klassen
Stabilitätsträger	Kronenprozent und Schlankheitsgrad	15 (20)	Untersuchung der prozentuellen Kronenlänge zur Baumhöhe und des Schlankheitsgrads	Kronenprozent und H/D-Wert
	Schadmerkmale und Beeinflussungen	10 (13,3)	Einschätzung von Beeinträchtigungen in Form von Borkenkäfern und Harzfluss	Bewertung der Merkmale: Borkenkäferbefall Gewichtung 70 % Harzfluss 30 %
Verjüngung	Keimbett	10 (13,3)	Bewertung der vegetationsfähigen Fläche und die darauf anzutreffende Konkurrenz	Anteil der Vegetationskonkurrenz auf der vegetationsfähigen Fläche
	Anwuchs (10 – 40 cm)	10 (13,3)	Bewertung der Stammzahlen und der Baumarten der Verjüngung	Anzahl, Baumart
	Aufwuchs (40 – 1000 cm)	10 (13,3)	Beurteilung der Stammzahlen sowie die Verteilmuster der Verjüngung am Standort anhand der Aufnahmeformulare	Anzahl, Verteilungsmuster (einzeln, Gruppen)

Tab. 6 Anführung der Bewertungsparameter samt Gewichtung der Kriterien zur Erfüllung des Minimal- und Idealprofils

Die Bewertung der Kriterien wurde nicht nur anhand quantitativer Angaben bestimmt, auch qualitative Angaben flossen in die Bewertung mit ein. Anhand der bewerteten Parameter und der Gewichtungen war es möglich, für die einzelnen Plots eine Aussage zu treffen und in weiterer Folge auch für das gesamte Aufnahmegebiet, sofern Stichprobenpunkte vorhanden waren. Die Einteilung der gewichteten Mittelwerte wurde wie folgt durchgeführt.

–3,0	bis	–0,1	Schutzfunktion anhand des Standorts wird nicht erfüllt
0	bis	0,9	Schutzfunktion anhand des Standorts wird minimal erfüllt
1,0	bis	3,0	Schutzfunktion anhand des Standorts wird ideal erfüllt

(Becker, 2015)

Um die Anforderungen aufgrund des Standorttyps herleiten zu können, wurden die fünf vorkommenden Standorttypen herangezogen. Dabei handelte es sich um die Typen „Ftb7-Mäßig frischer Karbonat-Fichten-Tannen-Buchenwald“, „Fkb1-Mäßig trockener Karbonat-Kiefern-Fichten-Buchenwald“, „Bu3-Warmer Karbonat-Buchenwald“, „Bu17-Mäßig frischer Karbonat- und Lehm-Buchenwald“ und „Lat2-Trockenes Karbonat-Latschen-Spirken-Gebüsch“ (Amt der Tiroler Landesregierung, 2014). Prinzipiell wurde für die Bewertung der Waldtypenkatalog herangezogen, allerdings wurden die Angaben mit jenen aus der Schweiz verglichen. Die vergleichbaren Waldtypen waren:

Ftb7 und „18*-Karbonat-Tannen-Buchenwald mit Weißegge“

Fkb1 und „16-Blaugras-Buchenwald“

Bu3 und „12e-Trockener Bingelkraut-Buchenwald/Trockener Zahnwurz-Buchenwald“

Bu17 und „10a-Lungenkraut-Buchenwald – mit Immenblatt/Platterbsen-Buchenwald – mit Immenblatt“

Lat2 und „67-Erika-Bergföhrenwald“ (Frehner, et al., 2005)

Die minimalen Anforderungen wurden grundsätzlich aus den „Standortanforderungen bei Naturgefahren“ aus dem Waldtypenkatalog übernommen. Jene Parameter, die nicht dezidiert aus dem Waldtypenkatalog entnommen werden konnten, wurden ergänzend aus dem NaiS-Konzept entnommen und an den Standort bzw. die Gegebenheiten angepasst.

Für den Waldtyp Lat2 wurden sowohl im Waldtypenkatalog, als auch im vergleichbaren Standorttyp aus dem NaiS-Konzept keine Anforderungen an den Standort festgelegt.

Die Prognosen für die Jahre 2025 und 2065 wurden anhand der aufgenommenen und ausgewerteten Daten und der gutachterlichen Einschätzung für die kommenden Jahre erstellt und interpretiert. Bei jenen Parametern, die sich auf den vorhandenen Bestand beziehen, wurde das potentielle physische Alter (Mayer, 1992) herangezogen.

Fkb1	Minimal Anforderungen
Mischung	30 % Buche, 20 % Fichte, 20 % Weißkiefer; Samenbäume von andere BA
Gefüge	Bestände mit entwicklungsfähigen Bäumen in mind. 2 verschiedenen Durchmesserklassen. (Annahme entwicklungsfähig = Kronenprozent > = 30)
Stabilitätsträger	Kronenprozent (der gesunden Krone) von mindestens 50; Schlankheitsgrad < 80
Merkmale	Bäume ohne Borkenkäferbefall, Bäume ohne Harzfluss
Verjüngung (Keimbett)	verjüngungsfähige Fläche ohne starke Verjüngungskonkurrenz (Gräser) > 1/3
Verjüngung (Anwuchs 10 – 50 cm)	Mindestens 1500 Individuen pro ha; Buchenanteil von mindestens 500 Individuen pro ha
Verjüngung (Aufwuchs 51 – 1000 cm)	Mindestens 1500 Individuen pro ha, Vorkommen der Verjüngung vereinzelt oder in Gruppen/Trupps

Tab. 7 Minimalprofil des Waldtypen Fkb1 modifiziert nach dem Waldtypenkatalog und den Standorttypen aus dem NaiS-Konzept

Ftb7	Minimal Anforderungen
Mischung	30 % Buche, 20 % Fichte, 20 % Tanne, Samenbäume von andere BA
Gefüge	Bestände mit entwicklungsfähigen Bäumen in mind. 2 verschiedenen Durchmesserklassen (Annahme entwicklungsfähig = Kronenprozent > =30)
Stabilitätsträger	Kronenprozent (der gesunden Krone) von mindestens 50; Schlankheitsgrad < 80
Merkmale	Bäume ohne Borkenkäferbefall, Bäume ohne Harzfluss
Verjüngung (Keimbett)	verjüngungsfähige Fläche ohne starke Verjüngungskonkurrenz (Gräser) > 75 %
Verjüngung (Anwuchs 10 – 50cm)	Mindestens 1500 Individuen pro ha
Verjüngung (Aufwuchs 51 – 1000cm)	Mindestens 1500 Individuen pro ha, Vorkommen der Verjüngung vereinzelt oder in Gruppen/Trupps

Tab. 8 Minimalprofil des Waldtypen Ftb7 modifiziert nach dem Waldtypenkatalog und den Standorttypen aus dem NaiS-Konzept

Bu3	Minimal Anforderungen
Mischung	40 % Buche, 20 % Fichte, 20 % Weißkiefer, Samenbäume von andere BA
Gefüge	Bestände mit entwicklungsfähigen Bäumen in mind. 3 verschiedenen Durchmesserklassen (Annahme entwicklungsfähig = Kronenprozent > =30)
Stabilitätsträger	Kronenprozent (der gesunden Krone) von mindestens 50; Schlankheitsgrad < 80
Merkmale	Bäume ohne Borkenkäferbefall, Bäume ohne Harzfluss
Verjüngung (Keimbett)	verjüngungsfähige Fläche ohne starke Verjüngungskonkurrenz (Gräser) > 1/3
Verjüngung (Anwuchs 10 – 50cm)	Mindestens 1500 Individuen pro ha
Verjüngung (Aufwuchs 51 – 1000cm)	Mindestens 1500 Individuen pro ha, Vorkommen der Verjüngung vereinzelt oder in Gruppen/Trupps

Tab. 9 Minimalprofil des Waldtypen Bu3 modifiziert nach dem Waldtypenkatalog und den Standorttypen aus dem NaiS-Konzept

Bu17	Minimal Anforderungen
Mischung	40 % Buche, 20 % Fichte, Samenbäume von andere BA
Gefüge	Bestände mit entwicklungsfähigen Bäumen in mind. 2 verschiedenen Durchmesserklassen (Annahme entwicklungsfähig = Kronenprozent > =30)
Stabilitätsträger	Kronenprozent (der gesunden Krone) von mindestens 50; Schlankheitsgrad < 80
Merkmale	Bäume ohne Borkenkäferbefall, Bäume ohne Harzfluss
Verjüngung (Keimbett)	verjüngungsfähige Fläche ohne starke Verjüngungskonkurrenz (Gräser) > 1/3
Verjüngung (Anwuchs 10 – 50cm)	Mindestens 1500 Individuen pro ha; Buchenanteil von mindestens 500 Individuen pro ha
Verjüngung (Aufwuchs 51 – 1000cm)	Mindestens 1500 Individuen pro ha, Vorkommen der Verjüngung vereinzelt oder in Gruppen/Trupps

Tab. 10 Minimalprofil des Waldtypen Bu17 modifiziert nach dem Waldtypenkatalog und den Standortstypen aus dem NaiS-Konzept

Tab. 7, Tab. 8, Tab. 9 und Tab. 10 zeigen die minimalen Anforderungen aufgrund des Standortstyps für die vier relevanten Waldtypen. Die Anführungen beziehen sich auf die Bewertung nach Szenario I. Für Szenario II wurde die Mischung und beim Anwuchs (Verjüngung) der Buchenanteil, falls laut Waldtypenkatalog gefordert, nicht berücksichtigt.

Schutzfunktionsbewertung anhand der relevanten Naturgefahren

Die für den Absamer Vorberg wesentlichen Naturgefahren wurden, bezogen auf die einzelnen Punkte, ebenfalls mit einem Punktesystem bewertet. Die Anforderungskriterien bezogen auf die potentiellen Naturgefahren wurden aus dem NaiS-Konzept nach Frehner et al. (2005) entnommen und auf die Punkte umgelegt. Die drei essentiellen Naturgefahren sind Lawinen, Steinschlag und Erosion.

Die betroffenen Punkte in Bezug auf die Gefährdung durch Lawinen wurden anhand der Lage im Gelände und der Hangneigung ausgeschieden. Prinzipiell wurden nur jene Punkte analysiert, die sich im Entstehungsgebiet bzw. im Anbruchgebiet befinden.

Die Auswertung bezüglich der Naturgefahren erfolgt in weiterer Folge nach dem „Ja-Nein-Prinzip“. Bei der Erfüllung der vorgegebenen Anforderung hinsichtlich einer Naturgefahr wurde das Kriterium mit 1 bewertet, bei Nichterfüllung bekam das Kriterium die Zahl 0.

Anforderung aufgrund der Naturgefahr Lawine	Bewertung	Dummy- Variable	Gewichtung [%]
Lückengröße wird nicht überschritten	Ja	1	0,25
	Nein	0	
Deckungsgrad > 50 %	Ja	1	0,25
	Nein	0	
Minimalprofil aufgrund des Standortstyps erfüllt	Ja	1	0,5
	Nein	0	

Tab. 11 Bewertungsschema für die Auswertung bezogen auf die Naturgefahr Lawine

Die gebildeten Mittelwerte (zwischen 0 und 1) zeigen den Erfüllungsgrad des untersuchten Plots hinsichtlich der analysierten Naturgefahr. Dies wurde für jede Naturgefahr unabhängig voneinander durchgeführt. In dieser Bewertung wurde von einer Gewichtung der Parameter abgesehen.

0,0	Schutzfunktion anhand der Naturgefahr wird nicht erfüllt
0,1 – 0,9	Schutzfunktion anhand der Naturgefahr wird teilweise erfüllt
1,0	Schutzfunktion anhand der Naturgefahr wird erfüllt

Die Ausscheidung der Schutzfunktionserfüllung wurde für alle potentiellen Naturgefahren nach demselben Schema erstellt.

Die Beurteilung der Schutzerfüllung hinsichtlich Lawinen wurde für jeden Punkt einzeln durchgeführt. **Tab. 12** zeigt die verwendeten Parameter in Bezug auf Lawinen.

Lawine	Minimal Anforderungen
Lückenzlänge	Ab einer Hangneigung von $\geq 35^\circ$ (70 %) sollte die Lückenzlänge in Falllinie kleiner als 50 m sein. Mit zunehmender Hangneigung muss die Lückenzlänge geringer werden (pro 5° um 10 m).
Deckungsgrad	Der Deckungsgrad muss $> 50\%$ betragen.
Minimalprofil	Das Minimalprofil sollte aufgrund des Standortstyps erfüllt werden ($\geq 0,0$)

Tab. 12 Minimale Anforderungen des Waldes gegenüber Lawinen

Für die Bewertung bezüglich Steinschlag waren jene Punkte relevant, die sich im Entstehungsgebiet, Transit- oder Auslaufgebiet befinden. Die Relevanz ergab sich aus der Lage im Gebiet (exponierter Plot) und der Hangneigung. In diesem Fall wurde eine Gewichtung der Kriterien zugunsten der Stammzahl pro Ha durchgeführt (siehe **Tab. 13**).

Anforderung aufgrund der Naturgefahr Steinschlag	Bewertung	Dummy- Variable	Gewichtung [%]
Mindeststammzahl je Hektar mit gefordertem BHD	Ja	1	0,25
	Nein	0	
Lückengröße wird nicht überschritten	Ja	1	0,25
	Nein	0	
Minimalprofil aufgrund des Standortstyps erfüllt	Ja	1	0,5
	Nein	0	

Tab. 13 Bewertungsschema für die Auswertung bezogen auf die Naturgefahr Steinschlag

Die Steinschlagwahrscheinlichkeit steigt mit erhöhter Hangneigung, beginnend etwa bei $\geq 30^\circ$ im Transitgebiet. Die Gefährdung durch Steinschlag wurde im Projektgebiet am Absamer Vorberg bei der Mehrzahl der Punkte angenommen, da auch in den Entstehungsgebieten und den unmittelbar folgenden Transitzonen die Beeinflussung auf den Wald durch den Brand 2014 am intensivsten war. Um eine Bewertung gegenüber der Steinschlaggefahr über das gesamte Untersuchungsgebiet zu erhalten, wurde auch in den tieferliegenden Standpunkten

eine Analyse durchgeführt. Um die bestmögliche Bewertung bezogen auf den Standort und die zur Verfügung stehenden Informationen zu eruieren, wurden die Parameter anhand einer Mischung aus den Vorgaben aus dem Waldtypenkatalog des Landes Tirol (Amt der Tiroler Landesregierung, 2015) und den Anführungen aus dem NaiS-Konzept des BUWAL (Frehner, et al., 2005) hergeleitet. **Tab. 14** zeigt die minimalen Anforderungen an die einzelnen zu bewertenden Plots. Alte Baumstümpfe wurden aufgrund des geringen Ausmaßes auf der Projektfläche nicht in die Bewertung miteinbezogen.

Steinschlag	Minimal Anforderungen
Gefüge	Mind. 600 Bäume/ha (BHD > 12cm)
Lückengröße	Öffnungen in der Falllinie < 20m
Minimalprofil	Das Minimalprofil sollte aufgrund des Standortstyps erfüllt werden ($\geq 0,0$)

Tab. 14 Minimale Anforderungen des Waldes gegenüber Steinschlag

Die Erosionbewertung wurde auf alle Plots durchgeführt. Vor allem die Oberflächenerosion ist nach der Beeinflussung durch das Feuer ein wesentlicher Faktor. Anhand der nachfolgenden Kriterien wurde eine Einschätzung erstellt.

Anforderung aufgrund der Naturgefahr Erosion	Bewertung	Dummy- Variable	Gewichtung [%]
Überschirmungsgrad ≥ 60 %	Ja	1	0,2
	Nein	0	
Lückengröße wird nicht überschritten	Ja	1	0,1
	Nein	0	
Tiefwurzelnde Baumarten	Ja	1	0,2
	Nein	0	
Minimalprofil aufgrund des Standortstyps erfüllt	Ja	1	0,5
	Nein	0	

Tab. 15 Bewertungsschema für die Auswertung bezogen auf die Naturgefahr Erosion

Um eine Analyse der aktuellen Situation durchführen zu können, wurden die Parameter für die Beurteilung sowohl aus dem Waldtypenkatalog des Landes Tirol (Amt der Tiroler Landesregierung, 2015) als auch aus den Vorgaben des NaiS-Konzepts (Frehner, et al., 2005) herangezogen. Die Kriterien aus diesen beiden Vorlagen wurden anschließend den Gegebenheiten auf dem Absamer Vorberg angepasst und ein Bewertungsleitfaden erstellt (siehe **Tab. 15**).

Erosion	Minimal Anforderungen
Überschirmung	Über 60 %
Lückengröße	maximal 400 m ²
Baumarten	Mindestens 2 tiefwurzelnde Baumarten pro Plot (Lärche, Weißkiefer, Schwarzkiefer)

Tab. 16 Minimale Anforderungen des Waldes gegenüber Erosion

Die Bewertung der Schutzfunktion für die kommenden 10 und 50 Jahre wurde unter der Annahme der natürlichen Regeneration und Resilienz durchgeführt. Bei dieser Prognose handelt es sich um eine gutachterliche Einschätzung. Etwaige Folgeerscheinungen in Form von Stammzahlverlusten und Zustandsveränderung der Bäume flossen auch in die Prognose mit ein. Angesichts des extremen Standorts und der hohen Reaktionszeit der Individuen aber auch anhand der künstlichen Aufforstungsmaßnahmen wurde von einer geringen Änderung der aktuellen Einschätzung ausgegangen.

3.2.4 Analyse der Sofortmaßnahmen

Für die Untersuchung des Keimungserfolgs der Baumsaat wurden die Daten der Bodenbedeckungsaufnahmen und der Verjüngungsaufnahmen herangezogen. 8 Aufnahmepunkte (Punkte 41, 42, 44, 50, 52, 54, 57, 58) fielen in die Abgrenzungsfläche für die Ausbringung der Baumsaat. Die Erhebung und Auswertung der Bodenbedeckung erfolgte wie in Kapitel 3.1.3 und Kapitel 3.2.2.1 beschrieben.

Die Bewertung der künstlichen Verjüngung wurde anhand der angetroffenen Individuen in den Aufnahmeflächen der Verjüngung erstellt. Insgesamt wurde auf 7 Aufnahmepunkten künstliche Verjüngung angetroffen. Die Anlage der Verjüngungsflächen und die Durchführung der Auswertungen erfolgte wie in Kapitel 3.1.2 und Kapitel 3.2.2.2 angeführt. Eine genaue Aussage über den Erfolg und die Mortalität lässt sich zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch nicht treffen. Die durchgeführten Vollaufnahmen seitens des Landesforstdienstes ließen keine Interpretation zu, da aufgrund der Pflanzung mittels Freiwilligen nicht mehr alle Individuen der beiden Jahre identifiziert werden konnten.

Technische Maßnahmen seitens der Wildbach- und Lawinenverbauung Sektion Tirol wurden nicht erhoben und ausgewertet.

4 Ergebnisse

4.1 Charakterisierung des Untersuchungsgebiets

Exposition

Die untersuchte Fläche am Absamer Vorberg ist zum größten Teil südlich bis südöstlich exponiert. 37 % der Fläche weisen eine südöstlich und 29 % eine südliche Ausrichtung auf. Nur 5 % des Untersuchungsgebiets sind nördlich, westlich oder nordwestlich angeordnet. Die Verteilung zeigt jedoch einen Anteil an Südost-, Süd-, Ost-, Nordost-, Südwest-, Nord-, West- und Nordwest-exponierten Stellen (siehe **Abb. 12**).

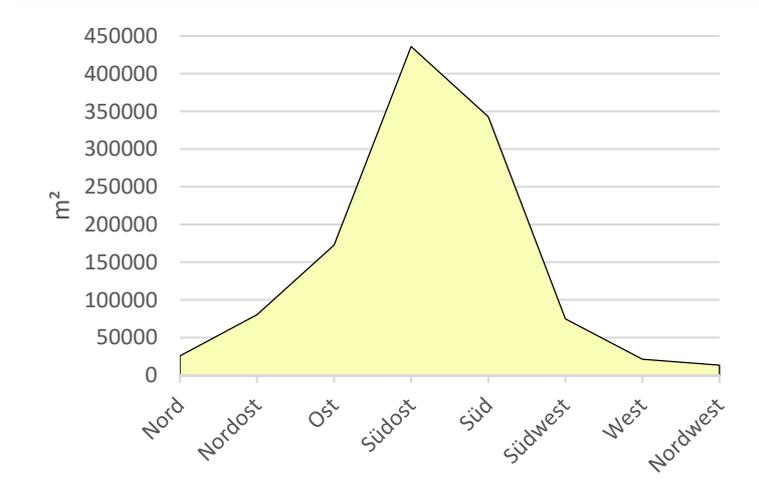


Abb. 12 Darstellung der Verteilung der Exposition bezogen auf das gesamte Untersuchungsgebiet

Hangneigung

Die Untersuchungsfläche am Absamer Vorberg weist Hangneigungen von unter 20° bis über 60° auf, wobei der Großteil dazwischen angesiedelt ist. 32 % der Fläche liegen zwischen 40° und 50° Neigung, dahinter folgen Stellen mit einer Neigung zwischen 30° und 40°. Der Anteil der Flächen mit über 60° nimmt 9 % der Gesamtfläche ein. Jener der unter 20° geneigten Fläche jedoch nur 5 % (siehe **Abb. 13**). Zusammenfassend kann das Untersuchungsgebiet als sehr steil und unwegsam klassifiziert werden.

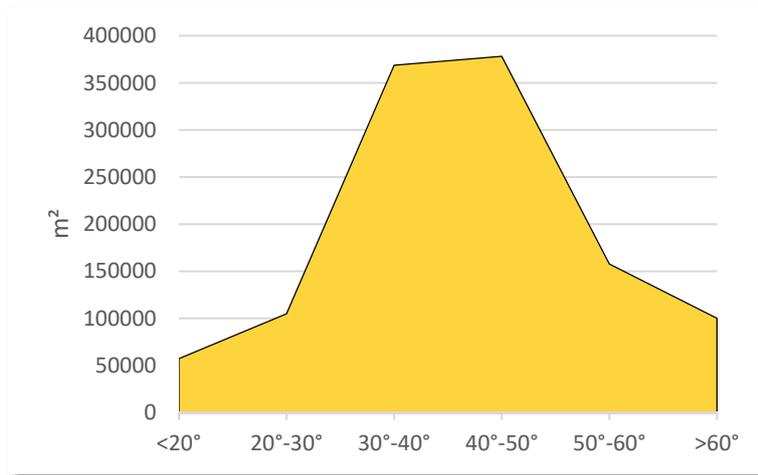


Abb. 13 Darstellung der Verteilung der Hangneigung bezogen auf das gesamte Untersuchungsgebiet

4.2 Unmittelbare Folgen des Brandes

Die Untersuchungen der Brandesauswirkung auf die Bäume und die direkt damit verbundene Umgebung bezieht sich auf 25 Plots, welche sowohl im Jahr 2014 als auch im Jahr 2015 aufgenommen wurden. Bei der Auswertung wurden all jene Bäume miteinbezogen, welche im Jahr 2014 nach dem Brand noch nicht abgestorben waren, um eine bessere Aussage treffen zu können. Anhand der Intensität der unmittelbaren Beeinträchtigung durch das Brandereignis lässt sich auch die Klassifizierung in die verschiedenen Brandstufen/Schadstufen erklären (siehe auch 3.1.1.).

Die Einteilung der Schadstufen wurde wie folgt gewählt:

- 0 = kein Feuer (ggf. Referenzflächen, die an die Brandfläche angrenzen)
- 1 = Glimm-/Humusbrand | Humusschicht schwarz/verbrannt, Stamm meist unbeschädigt
- 2 = Boden-/Lauffeuer | Stammansatz schwarz verbrannt, keine Kronenschäden (= grün)
- 3 = Boden-/Lauffeuer | Stamm geschwärzt, Kronen teilweise gelb/versengt, teilweise grün
- 4 = Boden-/Lauffeuer | Stamm geschwärzt, Kronen komplett gelb/versengt
- 5 = Vollfeuer/Totalbrand | Nadeln verbrannt, Kronen kahl

(Institut für Waldbau BOKU, 2014)

4.2.1 Flammenhöhe

Die Betrachtung der Flammenhöhe zeigt deutliche Unterschiede zwischen den Schadstufen. Schadstufe 0 weist keine Schwarzfärbung auf (laut Definition 3.1.1). Schadstufe 2 zeigt hingegen eine geringe mittlere Schwarzfärbung von $0,6 \pm 0,5$ m über alle Bäume auf. Schadstufe 3 weist einen ähnlichen Wert von $1,2 \pm 1,3$ m auf. Die mittleren Baumhöhen liegen im Vergleich bezogen auf die Schadstufe 2 bei $13,3 \pm 2,1$ m und bei der Schadstufe 3 bei $13,8 \pm 5,6$ m. Der prozentuelle Anteil der Flammenhöhe zur Baumhöhe liegt somit bei den

Schadstufen 2 und 3 bei unter 10 %. Die Flammenhöhe bezogen auf die Schadstufe 5 liegt im Vergleich deutlich über jener der Schadstufen 2 und 3. Der mittlere Anteil der Flammenhöhe an der Baumhöhe liegt bei 39,1 % (siehe **Abb. 14**). Die mittlere Flammenhöhe nimmt demnach mit der Schadstufe zu.

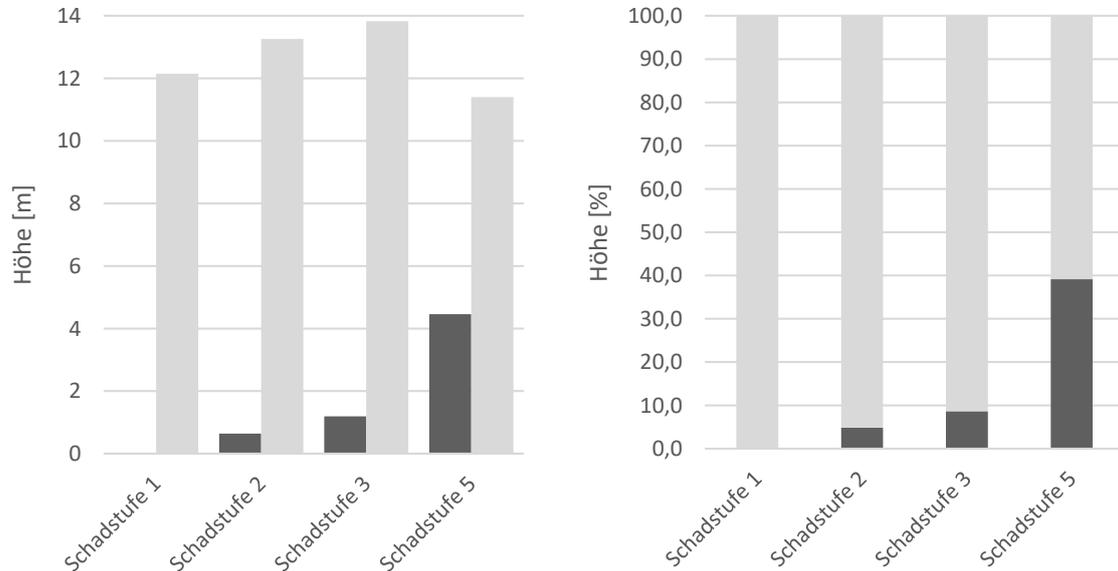


Abb. 14 Darstellung der mittleren Flammenhöhe und Baumhöhe bezogen auf die Schadstufen; links Schwarzfärbung (schwarzer Balken) im Verhältnis zur Baumhöhe (hellgrauer Balken), rechts relativer Anteil der Schwarzfärbung (schwarzer Balken) zu der Baumhöhe (hellgrauer Balken); [n = 113]

Die **Abb. 15** stellt die mittlere Flammenhöhe und die Baumhöhe in Bezug zu den Baumarten dar. Die Weißkiefer (*Pinus sylvestris*) ist bezogen auf die Schadstufe 3 mit 14,3 % Flammenhöhe im Verhältnis zur Baumhöhe am stärksten betroffen, Fichte (*Picea abies*) weist in derselben Schadstufe nur einen relativen Anteil von 1,9 % auf. In der Schadstufe 5 hingegen, zeigt die Schwarzkiefer (*Pinus nigra*) die höchste relative Flammenhöhe von 68,8 % auf. Keine Schwarzfärbung wurde bei der Fichte in der Schadstufe 5 festgestellt. Die Fichte ist jedoch nur mit einem Individuum in dieser Schadstufe vertreten. Der relative Anteil der Flammenhöhe zur Baumhöhe liegt bei der Weißkiefer in der Schadstufe 5 bei 24,1 %. Die mittlere Flammenhöhe an der Fichte lag somit unter jener der Kiefernarten.

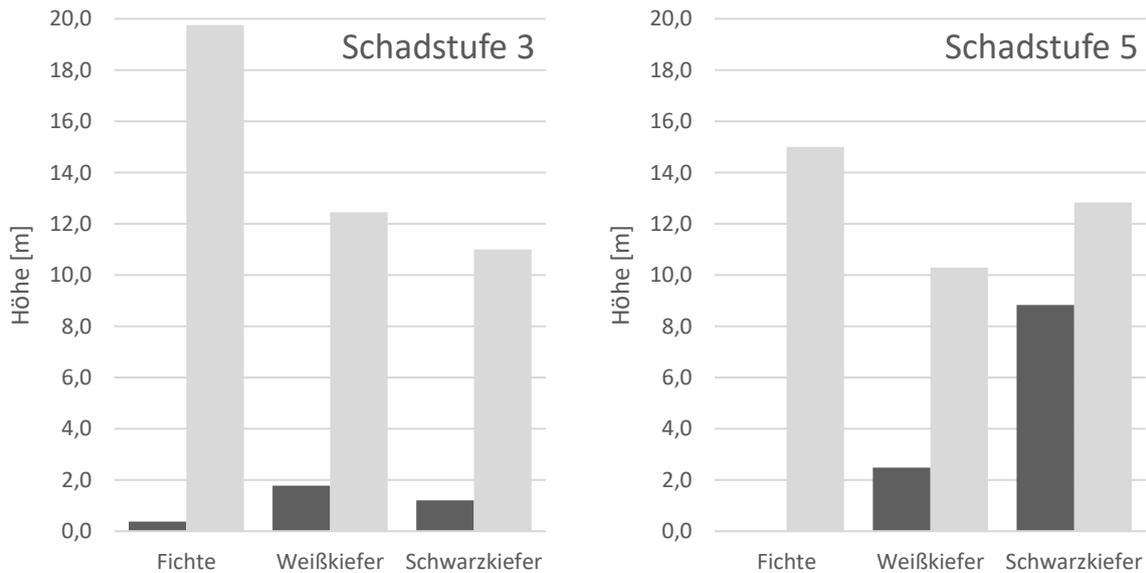


Abb. 15 Darstellung der mittleren Flammenhöhe und Baumhöhe bezogen auf die Baumarten und Schadstufen 3 und 5; links Schwarzfärbung (schwarzer Balken) im Verhältnis zur Baumhöhe (hellgrauer Balken) bezogen auf die Schadstufe 3 (Fichte [n = 20], Weißkiefer [n = 32], Schwarzkiefer [n = 25]), rechts relativer Anteil der Schwarzfärbung (schwarzer Balken) zu der Baumhöhe (hellgrauer Balken) bezogen auf Schadstufe 5 Fichte [n = 1], Weißkiefer [n = 11], Schwarzkiefer [n = 6];

4.2.2 Schwarzfärbung/Kambiumschäden

Die untersuchte Borke zeigt einen deutlichen Trend in Bezug auf die Schwarzfärbung. Sowohl auf der Höhe von 30 cm als auch auf der Höhe des Brusthöhendurchmessers nimmt der mittlere prozentuelle Anteil der schwarzgefärbten Borke mit der Schadstufe zu (siehe **Abb. 16**). Die untersuchte Borke auf der Höhe von 30 cm zeigt im Mittel eine Schwarzfärbung von $36,0 \pm 33,6$ % bezogen auf die Schadstufe 2. Schadstufe 5 hat hingegen einen Anteil von $58,9 \pm 45,4$ % schwarz gefärbter Borke. Auf der Höhe des BHDs zeigt sich vor allem in der Schadstufe 5 eine stark eingefärbte Borke auf $50,8 \pm 49,0$ % des Stammumfangs. Der schwarzverfärbte Anteil bezogen auf den Umfang in der Schadstufe 2 liegt bei $12,0 \pm 26,8$ %. Mit steigender Schadstufe nimmt auch der relative Anteil der Schwarzfärbung am Stammumfang zu. Der Vergleich zwischen den beiden untersuchten Höhen zeigt eine geringere Schwarzfärbung in den Schadstufen 2 und 3 auf der Höhe von 130 cm. Schadstufe 5 hingegen zeigt sowohl auf der Höhe von 30 cm als auch auf der Höhe des Brusthöhendurchmessers eine ähnliche Intensität.

Die Untersuchung der Tiefe der Schwarzfärbung auf 30 cm Höhe zeigt nur eine geringe Intensität. Die maximale Tiefe durch die Feuerbeeinflussung liegt im Mittel bei der Schwarzkiefer bei $0,5 \pm 0,2$ cm in der Schadstufe 5. Das Mittel für die Schadstufe 5 liegt über alle Baumarten bei $0,3 \pm 0,3$ cm. Eine Kambiumschädigung wurde in der untersuchten Höhe von 30 cm bei keinem Individuum festgestellt.

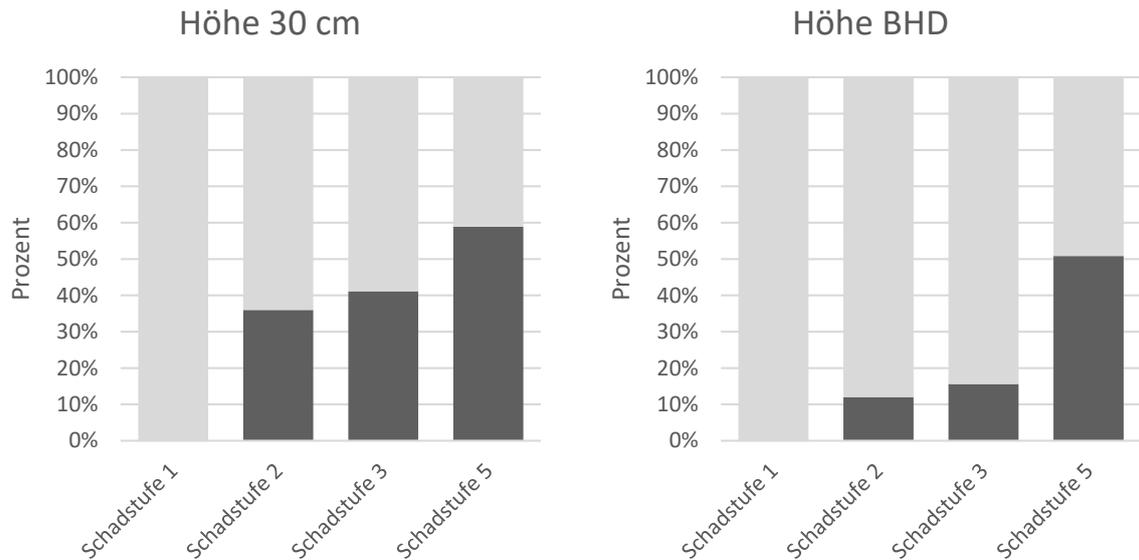


Abb. 16 Darstellung der mittleren relativen Schwarzfärbung in Prozent des Stammumfangs (Schwarzer Balken = Schwarzfärbung, grauer Balken = unbeeinträchtigt); links auf der Höhe von 30 cm und rechts auf der Höhe von 130 cm [n = 113]

4.2.3 Bodenbeeinträchtigung

Die Untersuchung der Höhe der Streu-/Moosschicht zeigte keine gravierenden Unterschiede in Bezug auf die Schadstufen. Jedoch liegt der Mittelwert der Schadstufe 1 ($2,9 \pm 2,0$ cm) und der Schadstufe 2 ($4,0 \pm 1,4$ cm) über dem gesamten Mittelwert aller Schadstufen ($2,2 \pm 1,2$ cm). Der gemittelte Wert der Schadstufe 3 ($2,0 \pm 0,9$ cm) und der Schadstufe 5 ($2,2 \pm 1,2$ cm) liegt unter bzw. gleich dem Mittelwert aller Schadstufen.

Die Einteilung der Bodenbrandklassen (BBK) anhand der Schadstufen lässt keinen eindeutigen Trend zu, da die Mittelwerte der Schadstufen 2 (2 ± 0 BBK), 3 ($1,9 \pm 0,5$) und 5 ($2,1 \pm 0,8$ BBK) eng beieinanderliegen. Die Untersuchung der Bodenbrandklasse nach den Baumarten unterscheidet sich jedoch voneinander. Schwarzkiefer zeigt die höchste mittlere Bodenbrandklasse ($2,2 \pm 0,4$ BBK) und Fichte die geringste mittlere Brandklasse mit $1,6 \pm 0,8$ BBK. Weißkiefer weist eine mittlere Bodenbrandklasse von $1,7 \pm 0,8$ BBK auf. Die Bodenbrandintensität wird somit gerundet über alle Baumarten als schwach eingestuft.

4.2.4 Borkenkäferbefall

Die untersuchten Individuen aller Baumarten und Schadstufen zeigten keinen Borkenkäferbefall. Lediglich eine Fichte in der Schadstufe 3 wies einen Borkenkäferbefall auf.

4.3 Entwicklung des Bestandes nach dem Brandereignis

4.3.1 Veränderung der Bestandesstruktur

Die Winkelzählproben im Jahr 2014 und 2015 schlossen alle Bäume mit ein, welche in der WZP mit der Zählbreite 4 aufgenommen worden sind (siehe **Tab. 15** und **Tab. 17**). Es wurden somit sowohl tote als auch gesunde Bäume mit aufgenommen. Bäume der Kategorie „Vor Brand“ wurden ebenfalls 2014 aufgenommen, da diese vor dem Brandereignis noch in einem vitalen Zustand waren. Durch die Nummerierung der einzelnen Bäume konnte in der Folgeaufnahme 2015 eine eindeutige Identifizierung erfolgen.

	2014 vor Brand		2014 nach Brand		2015	
	N [N/ha]	relativ [%] (bezogen auf 2014 vor Brand)	N [N/ha]	relativ [%] (bezogen auf 2014 vor Brand)	N [N/ha]	relativ [%] (bezogen auf 2014 vor Brand)
Lebend	511,5	100,0	411,3	80,4	360,0	70,4
Abgestorben	---	---	100,2	19,6	51,3	29,6
Gesamt	511,5	100,0	511,5	100,0	411,3	100,0

Tab. 17 Überblick über die Veränderung der mittleren Stammzahl bezogen auf die gesamte Aufnahme­fläche über die Jahre 2014 und 2015

Bestandesstrukturparameter

Die Bestandesstrukturparameter Stammzahl, Grundfläche und Volumen weisen im Vergleich über die Jahre eine deutliche Abnahme in allen 3 Bereichen auf. **Abb. 17** zeigt die Stammzahl, die Grundfläche und den Vorrat für das Jahr 2014 vor und nach dem Brand sowie für das Jahr 2015. Um die Vergleichbarkeit zu gewährleisten, wurden sowohl 2014 als auch 2015 dieselben 25 Plots untersucht. Die durchschnittliche Stammzahl, Grundfläche und der durchschnittliche Vorrat bezogen auf die vergleichbaren Plots nimmt mit Voranschreiten der Jahre deutlich ab. Die Stammzahl beträgt über den gesamten Absamer Vorberg 2014 vor dem Brand $511,5 \pm 682,1$ N/ha und nach der Aufnahme von 2015 nur mehr $360,0 \pm 586,6$ N/ha. Das ist ein Unterschied von 29,6 %. Der Unterschied zeichnet sich unter anderem auch bei der Grundfläche mit einer Differenz von 20,5 % und beim Vorrat mit einer Abnahme von 17,9 % ab. Von 2014 nB auf 2015 kam es auf den vergleichbaren Flächen zusätzlich zu einer weiteren Abnahme von 12,5 % bei der Stammzahl, 7,1 % bei der Grundfläche und 5,2 % beim Vorrat. Die statistische Untersuchung ergibt bei der Stammzahl, der Grundfläche und dem Vorrat

einen signifikanten Unterschied zwischen den Auswertungen 2014 vor Brand, 2014 nach Brand und 2015.

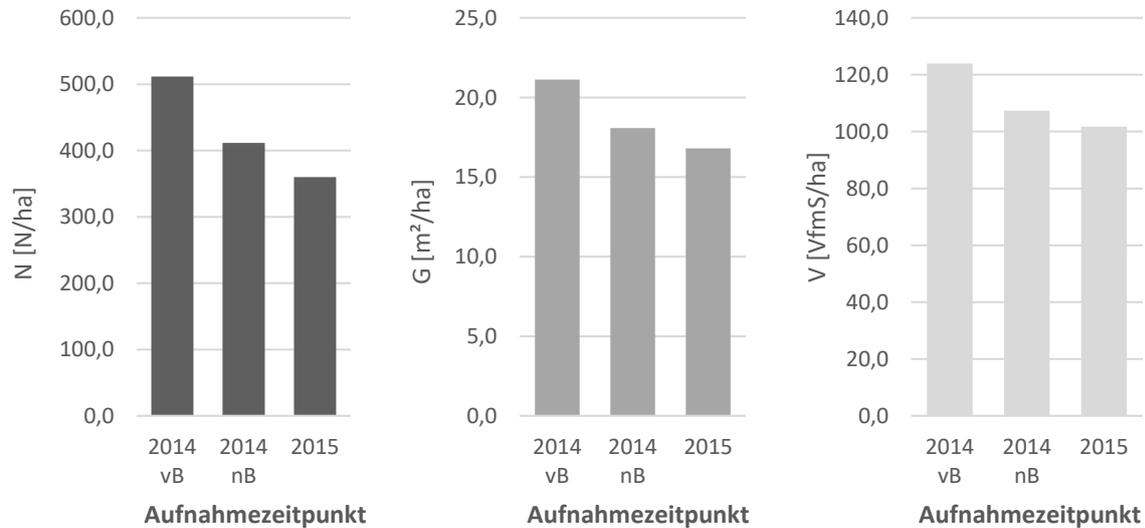


Abb. 17 Darstellung der Veränderung der Stammzahl, der Grundfläche und des Vorrats bezogen auf die Jahre 2014 vor dem Brand, 2014 nach dem Brand und 2015; links Stammzahl, Mitte Grundfläche und rechts Vorrat

Geht man auf die Baumarten ein, zeigt die Fichte vor dem Brand eine Stammzahl von $145,5 \pm 249,6$ N/ha und im Jahr 2014 nach dem Brand eine Stammzahl von $99,3 \pm 187,2$ N/ha und büßt somit 31,8 % ein, im Jahr 2015 sind es dann insgesamt 43,3 % der Individuen. Bei der Grundfläche lässt sich ein Defizit von insgesamt 25,0 % und beim Vorrat von 18,9 % feststellen.

Die mittlere Stammzahlenverteilung verändert die Weißkiefer nach den ersten Aufnahmen um 18,0 %, nach den zweiten im Jahr 2015 um 17,2 % und insgesamt um 32,1 % auf $112,1 \pm 178,5$ N/ha. Der Rückgang bezogen auf die Grundfläche liegt insgesamt bei 18,3 % und bezogen auf den Vorrat bei 15,9 %. Es bleibt ein mittlerer Vorrat von $43,5 \pm 67,3$ Vfms/ha. Die Anteile der Schwarzkiefer und Lärche (*Larix decidua*) verändern sich zum größten Teil nach der ersten Aufnahme. SK verliert insgesamt vor allem an Vorrat um 18,3 % auf $25,8 \pm 89,6$ Vfms/ha. Die größte Differenz bei der Lärche scheint bei der Grundfläche mit einem Minus von 33,3 % auf $0,3 \pm 1,1$ m²/ha.

		N [N/ha]	SD [±]	G [m ² /ha]	SD [±]	V [VfmS/ha]	SD [±]
2014 vor Brand	Fi	145,5	249,6	5,1	7,1	36,9	59,4
	Lä	4,6	12,8	0,5	1,3	3,4	9,7
	Wk	165,1	254,2	9,6	13,6	51,7	76,1
	Sk	188,3	584,4	5,8	17,6	31,6	99,8
	AV	<u>511,5</u>	<u>682,1</u>	<u>21,1</u>	<u>21,2</u>	<u>123,9</u>	<u>126,1</u>
2014	Fi	99,3	187,2	4,0	6,8	30,6	59,5
	Lä	3,2	10,9	0,3	1,1	2,6	8,9
	Wk	135,4	214,0	8,6	12,6	47,0	72,5
	Sk	165,6	559,9	5,0	16,2	26,9	90,9
	AV	<u>411,3</u>	<u>614,0</u>	<u>18,1</u>	<u>19,8</u>	<u>107,4</u>	<u>119,6</u>
2015	Fi	82,5	175,6	3,8	6,9	29,9	59,8
	Lä	3,2	10,9	0,3	1,1	2,6	8,9
	Wk	112,1	178,5	7,8	11,6	43,5	67,3
	Sk	162,3	558,2	4,8	16,0	25,8	89,6
	AV	<u>360,0</u>	<u>586,6</u>	<u>16,8</u>	<u>19,1</u>	<u>101,7</u>	<u>116,1</u>
Differenz vor Brand 2014	Fi	-46,2	-31,8 %	-1,1	-21,9 %	-6,3	-17,1 %
	Lä	-1,5	-32,1 %	-0,2	-33,3 %	-0,9	-25,1 %
	Wk	-29,7	-18,0 %	-1,0	-10,0 %	-4,7	-9,1 %
	Sk	-22,7	-12,1 %	-0,8	-13,9 %	-4,7	-14,9 %
	AV	<u>-100,2</u>	<u>-19,6 %</u>	<u>-3,0</u>	<u>-14,4 %</u>	<u>-16,6</u>	<u>-13,4 %</u>
Differenz 2014/2015	Fi	-16,8	-17,0 %	-0,2	-4,0 %	-0,7	-2,2 %
	Lä	0,0	0,0 %	0,0	0,0 %	0,0	0,0 %
	Wk	-23,3	-17,2 %	-0,8	-9,3 %	-3,5	-7,5 %
	Sk	-3,3	-2,0 %	-0,2	-3,2 %	-1,1	-4,0 %
	AV	<u>-51,3</u>	<u>-12,5 %</u>	<u>-1,3</u>	<u>-7,1 %</u>	<u>-5,6</u>	<u>-5,2 %</u>
Differenz vor Brand 2015	Fi	-63,1	-43,3 %	-1,3	-25,0 %	-7,0	-18,9 %
	Lä	-1,5	-32,1 %	-0,2	-33,3 %	-0,9	-25,1 %
	Wk	-53,0	-32,1 %	-1,8	-18,3 %	-8,2	-15,9 %
	Sk	-26,0	-13,8 %	-1,0	-16,7 %	-5,8	-18,3 %
	AV	<u>-151,5</u>	<u>-29,6 %</u>	<u>-4,3</u>	<u>-20,5 %</u>	<u>-22,2</u>	<u>-17,9 %</u>

Tab. 18 Veränderung der Stammzahl [N/ha], der Grundfläche [m²/ha] und des Volumens [VfmS/ha] vor dem Brand und nach dem Brand 2014 und 2015 bezogen auf die Baumarten

Betrachtet man die einzelnen Waldtypen in der **Tab. 40** näher, so zeigt der Waldtyp Lat2 den größten Unterschied, sowohl direkt nach dem Brand als auch ein Jahr danach. Der Unterschied bei den Stammzahlen beträgt vor dem Brand und nach dem Brand im Jahr 2015 52,3 %, bei der Grundfläche sind es 35,0 % und beim Vorrat 35,9 %. Am Punkt 57 des Waldtyps Lat2 sind alle Bäume (n = 2) im Zuge des Brandes abgestorben. Auch der Waldtyp Fkb1 hat bezogen auf die Stammzahl einen Verlust von 48,8 %, bei der Grundfläche von 26,2 % und beim Volumen von 18,1 % zu verzeichnen. Auffallend ist, dass beim Waldtyp Fkb1 ein großer Teil der Ausfälle erst während des Folgejahres passiert ist. Die Differenz zwischen den Aufnahmen 2014 und 2015 bezogen auf den Waldtyp Fkb1 beträgt somit 31,8 % für die

Stammzahl, 13,9 % für die Grundfläche und 8,5 % für den Vorrat. Keine sichtbaren Variationen bezogen auf die Bestandesparameter zeigt der Waldtyp Bu3. Dieser erfuhr keine starken Veränderungen im Bereich der Stammzahlen, Grundflächen und Volumina. **Tab. 41** zeigt die Veränderung der Stammzahl, der Grundfläche und des Vorrats bezogen auf die Schadstufen. Schadstufe 3 und 5 weisen die höchste Mortalitätsrate auf. Die Stammzahl verringert sich im Jahr 2015 um 64,2 %, die Grundfläche um 48,4 % und der Vorrat um 50,7 %.

Baumartenzusammensetzung

Betrachtet man die Verteilung bezogen auf den gesamten Absamer Vorberg und über alle vergleichbaren Plots, so überwiegt der Anteil der Weißkiefer vor der Schwarzkiefer und der Fichte vor dem Brand. Bei den Folgeaufnahmen verschiebt sich die Stammzahl zugunsten der Schwarzkiefer. Einen sehr geringen Anteil weist die Mehlbeere (*Sorbus aria*) 2014 auf, die im Jahr 2015 schlussendlich völlig verschwindet. Auch die Lärche liegt mit unter 1 % weit abgeschlagen hinter den anderen Nadelbäumen. Bei näherer Betrachtung der **Tab. 19** ist jedoch auf die Differenzierung unter den Waldtypen zu achten. Die Waldtypen Bu3, Fkb1 und Lat2 zeigen ein ähnliches Bild bei der Baumartenverteilung, Weißkiefer und Fichte dominieren, der Rest verteilt sich auf Lärche und Mehlbeere. Ftb7 hingegen unterscheidet sich mit einem sehr großen Schwarzkieferteil von über 70 %, gefolgt von Weißkiefer, Fichte und Lärche. Die Schwarzkiefer wird aufgrund von anthropogener Bevorzugung im Rahmen des Projekts „Absamer Vorberg 1985“ lediglich im Waldtyp Ftb7 angetroffen. Die relative Baumartenverteilung zeigt bei allen Waldtypen (außer Lat2) eine homogene Beeinflussung der Individuen durch das Feuer. Die Anzahl der Bäume verringert sich über die Jahre nach dem Brand. Das relative Verhältnis bleibt jedoch annähernd konstant. Der Waldtyp Lat2 weist andererseits eine prozentuelle Verschiebung auf. Der Anteil der Fichte geht über die Jahre um fast 20 % zurück, die Weißkiefer hingegen erfährt einen relativen Zuwachs.

		Fi		Lä		WK		SK		Mb		Gesamt
		N/ha	%	N/ha	%	N/ha	%	N/ha	%	N/ha	%	N
vor Brand 2014	Bu3	767	49,7	37	2,4	738	47,8	0	0,0	0	0,0	1542,4
	Fkb1	1559	46,2	0	0,0	1814	53,8	0	0,0	0	0,0	3372,4
	Ftb7	445	7,3	42	0,7	865	14,3	4708	77,7	0	0,0	6059,5
	Lat2	867	47,8	37	2,1	710	39,2	0	0,0	199	11,0	1814
	AV	3639	28,5	116	0,9	4127	32,3	4708	36,8	199	1,6	12788
nach Brand 2014	Bu3	767	49,7	37	2,4	738	47,8	0	0,0	0	0,0	1542,4
	Fkb1	1116	44,1	0	0,0	1416	55,9	0	0,0	0	0,0	2531,6
	Ftb7	445	8,7	42	0,8	519	10,1	4139	80,4	0	0,0	5145,6
	Lat2	155	14,5	0	0,0	710	66,8		0,0	199	18,7	1064,1
	AV	2483	24,1	79	0,8	3384	32,9	4139	40,3	199	1,9	10284
2015	Bu3	767	49,7	37	2,4	738	47,8	0	0,0	0	0,0	1542,4
	Fkb1	695	40,2	0	0,0	1033	59,8	0	0,0	0	0,0	1727,6
	Ftb7	445	9,2	42	0,9	321	6,6	4058	83,4	0	0,0	4865,1
	Lat2	155	17,9	0	0,0	710	82,1	0	0,0	0	0,0	865,15
	AV	2062	22,9	79	0,9	2802	31,1	4058	45,1	0	0,0	9000,3

Tab. 19 Änderung der Baumartenzusammensetzung dargestellt als Stammzahl/ha; relative und absolute Zahlen bezogen auf die Waldtypen und die Baumarten

Durchmesserverteilung

Anhand der Durchmesserverteilung lässt sich die Veränderung über die Jahre und den Brand sehr gut darstellen. Allgemein gesehen nimmt die Anzahl der Individuen über den Anstieg der BHD-Klassen hinweg ab. Die Stammzahl ist zugunsten der geringeren BHD-Klassen verteilt (siehe **Abb. 18**). Verluste treten vor allem in den BHD-Klassen 10,0 – 49,9 cm auf, die Klassen über 50 cm BHD bleiben unbeeinträchtigt und zeigen somit keine Mortalität in den Folgejahren auf. Der Mittelwert über alle Waldtypen beträgt im Jahr 2014 vor dem Brand (vB) $511,5 \pm 682,1$ N/ha, im Jahr 2014 nach dem Brand (nB) beträgt der Wert $411,3 \pm 614,0$ N/ha und im Jahr 2015 wird dieser Wert mit $360,0 \pm 586,6$ N/ha beziffert. Die Stammzahl variiert somit im Jahr 2014 vor und 2014 nach dem Brand um 100,2 N/ha. Im Jahr 2014 nach dem Brand und 2015 vermindert sich die Stammzahl um weitere 51,3 N/ha. Insgesamt wird die Stammzahl um 151,5 N/ha reduziert.

Der Waldtyp Lat2 hat einen Totalausfall in der Bhd-Klasse 10,0 – 19,9 im Jahr 2015 zu verzeichnen.

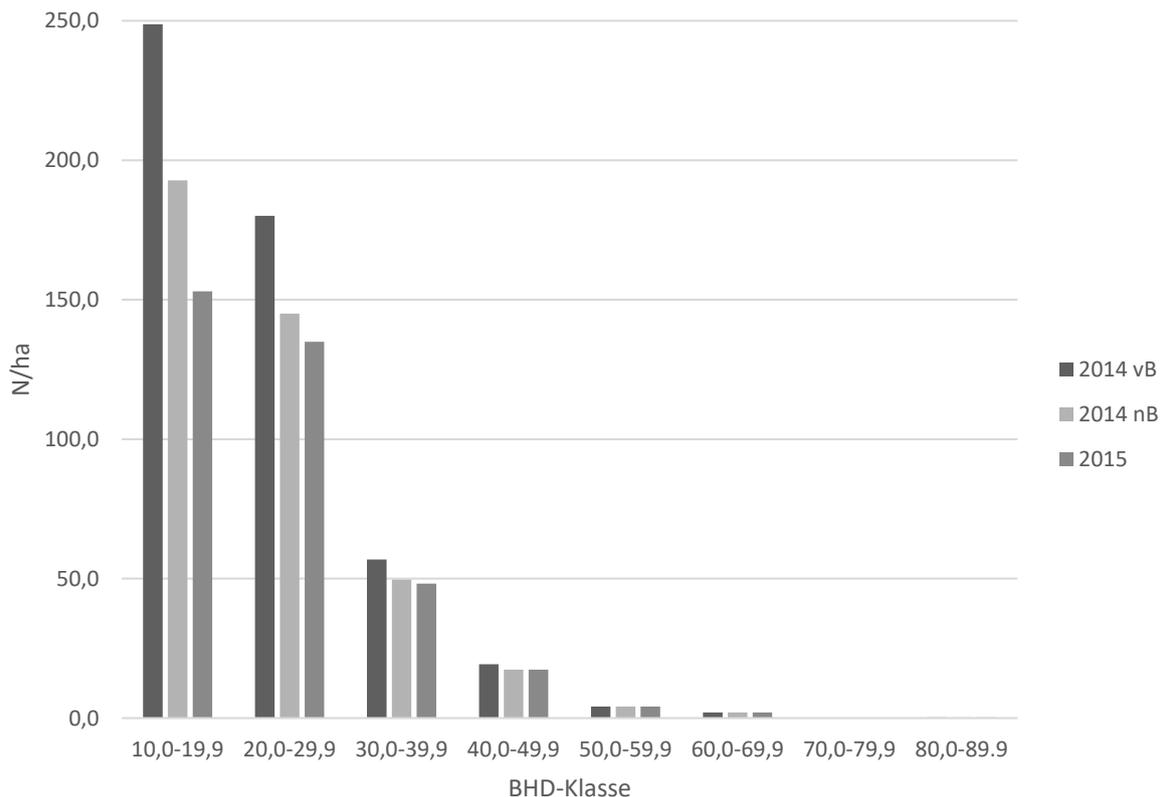


Abb. 18 Darstellung der gemittelten Stammzahlen pro Hektar über die Jahre 2014 vor dem Brand, 2014 nach dem Brand und 2015

Am intensivsten wird die Klasse 10,0 – 19,9 cm BHD beeinträchtigt. 2014 vB ergibt sich ein Wert von $248,8 \pm 424,4$ N/ha, 2014 nach dem Brand sind es $192,8 \pm 379,2$ N/ha und im Jahr 2015 beträgt der Wert $153,0 \pm 363,6$ N/ha. Das ist ein Gesamtminus von 38,5 %. Die Klasse 20,0 – 29,9 cm ist nach der Klasse 10,0 – 19,9 cm ebenfalls sehr stark betroffen. Nach den Aufnahmen im Jahr 2014 ist eine Einbuße von 19,5 % zu verzeichnen, ein Jahr danach noch einmal ein Minus von 7,0 %. Der Gesamtverlust liegt somit bei 25,1 % bezogen auf den Ausgangsbestand im Jahr 2014 vor dem Brand. Die Klasse 30,0 – 39,9 cm zeigt einen Verlust von 15,2 % über beide Jahre. Die Klasse 40,0 – 49,9 weist das geringste Defizit mit 10,0 % auf. Damit zeigt sich, dass die höheren Durchmesserklassen relativ gesehen geringere Ausfälle aufweisen.

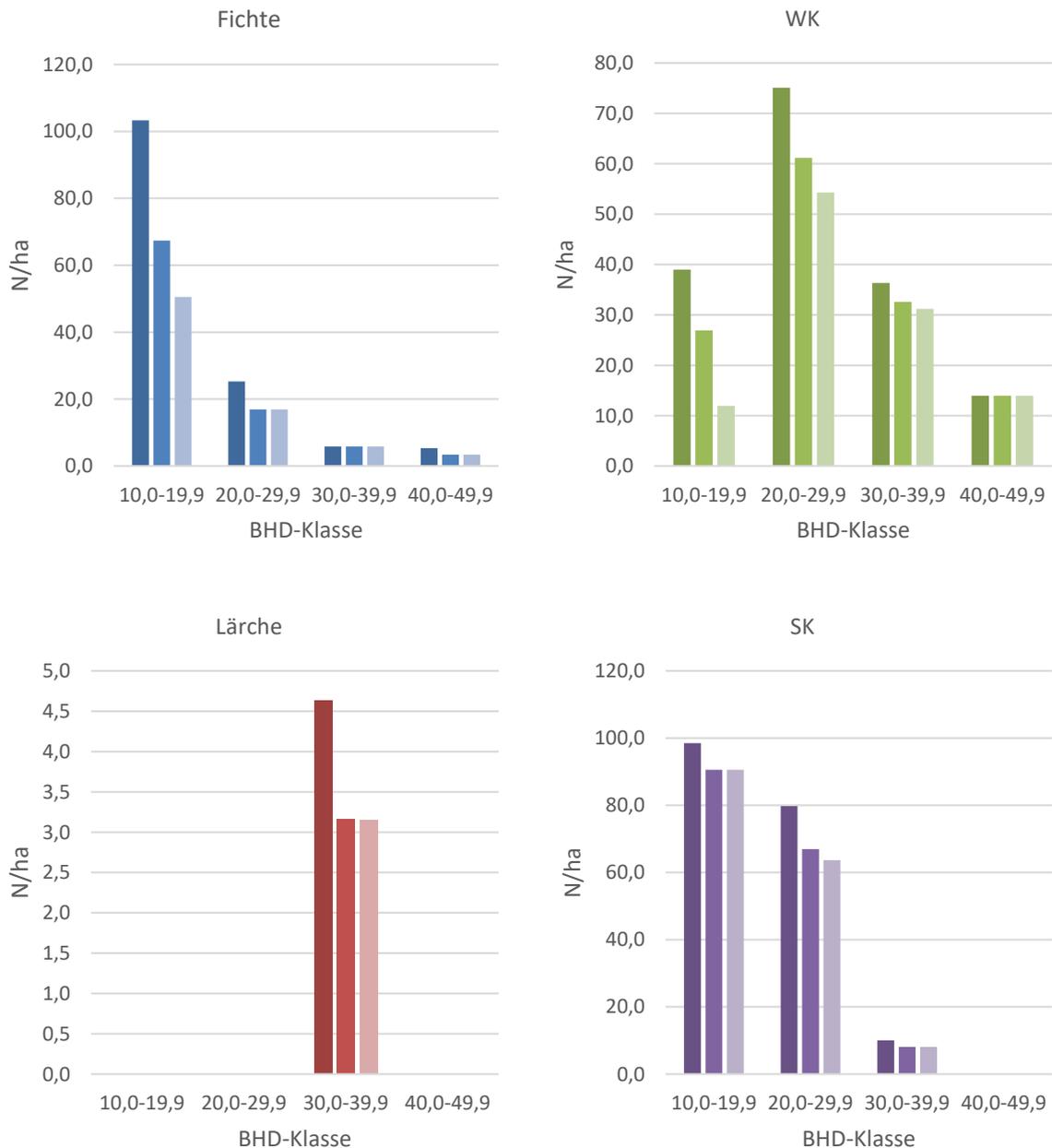


Abb. 19 Mittlere Verteilung der Stammzahl in N/ha über die Baumarten bezogen auf die Jahre 2014 vor dem Brand, 2014 nach dem Brand und 2015

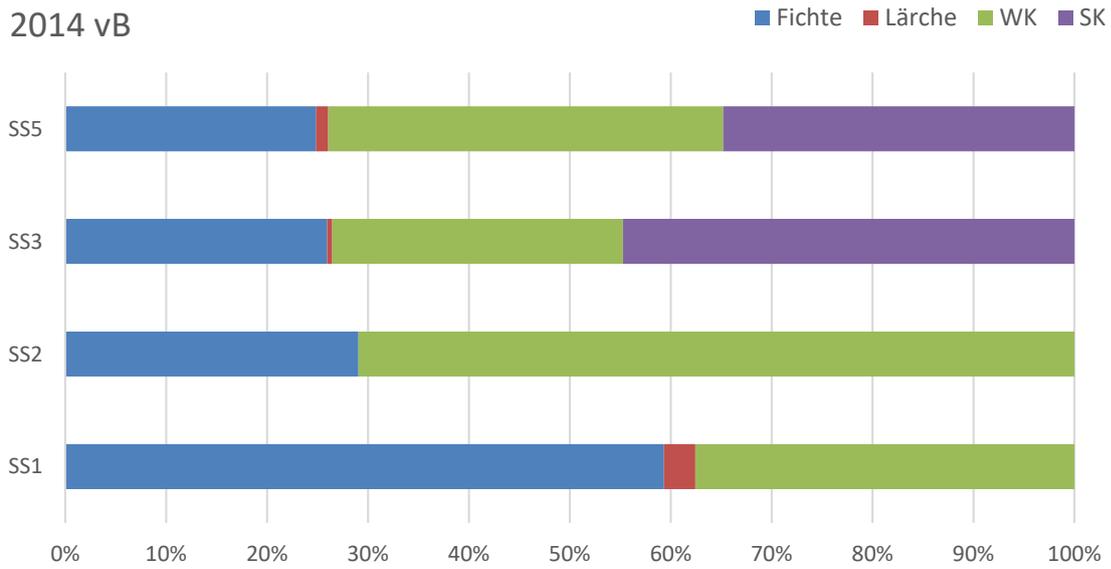
Die Darstellung nach Baumarten in **Abb. 19** zeigt ein ähnliches Bild wie in **Abb. 18**. Betrachtet man die Baumarten, ist die Veränderung bei der Fichte am stärksten. Die Verringerung beträgt 43,3 % bezogen auf die Ausgangssituation im Jahr 2014 vor dem Brand. Der Mittelwert lag 2014 vB bei $145,5 \pm 249,6$ N/ha, im Jahr 2015 hingegen bei einem Wert von $82,5 \pm 175,6$ N/ha. Auch die Weißkiefer büßt zwischen den Jahren 2014 vor dem Brand und 2015 32,1 % ein, das ist im Mittel ein Rückgang von 53,0 N/ha. Bei der Schwarzkiefer wird ein Minus von 13,8 % oder 26,0 N/ha im Mittel erreicht. Die größte Beeinträchtigung der Stammzahl findet vor allem direkt nach dem Brandereignis statt, wirkt sich jedoch auch noch in den Folgejahren auf die Bäume und die Mortalität aus (siehe Tab. 20). Die Lärche zeigt nur direkt nach dem

Brand eine Mortalität von 32,1 % gegenüber dem Ausgangsbestand 2014 auf, die Stammzahl ist jedoch mit 116 N/ha 2014 vB relativ gering. Die Mehlspeise weist 2014 vor und nach dem Brand eine Stammzahl von 199 N/ha 2014 auf, 2015 fällt sie total aus.

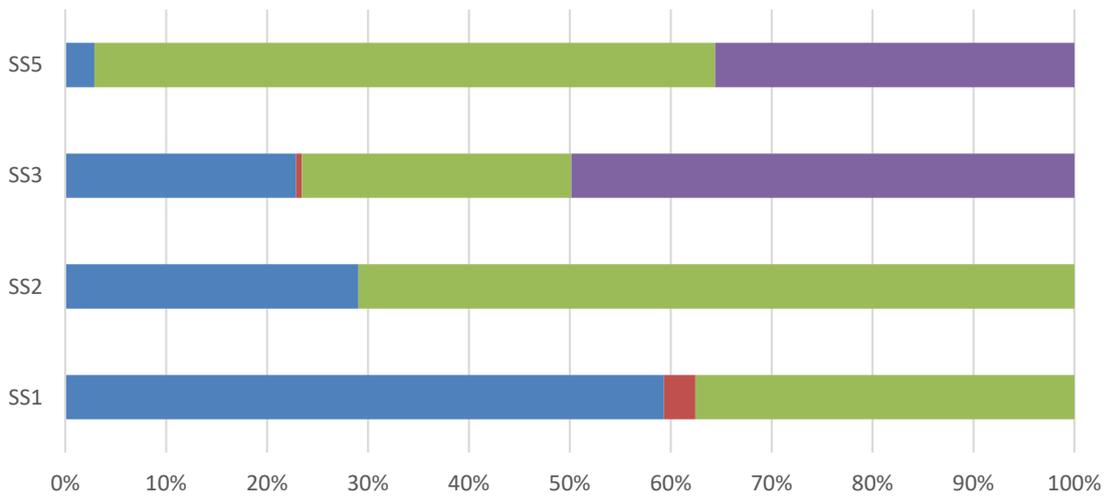
Stammzahlen N [N/ha]		Fichte	SD [±]	WK	SD [±]	SK	SD [±]
2014 vor Brand	10,0 – 19,9	103,3	236,4	39,0	119,6	98,5	336,6
	20,0 – 29,9	25,3	54,2	75,1	127,5	79,7	243,1
	30,0 – 39,9	5,8	16,3	36,3	61,8	10,1	29,8
	40,0 – 49,9	5,4	11,0	14,0	25,4	/	/
	AV	<u>145,5</u>	<u>249,6</u>	<u>165,1</u>	<u>254,2</u>	<u>188,3</u>	<u>584,4</u>
2014	10,0 – 19,9	67,4	175,1	26,9	79,7	90,6	336,5
	20,0 – 29,9	16,9	48,5	61,2	103,0	66,9	212,4
	30,0 – 39,9	5,8	16,3	32,6	59,6	8,1	25,1
	40,0 – 49,9	3,4	9,5	14,0	25,4	/	/
	AV	<u>99,3</u>	<u>187,2</u>	<u>135,4</u>	<u>214,0</u>	<u>165,6</u>	<u>559,9</u>
2015	10,0 – 19,9	50,5	159,2	11,9	41,4	90,6	336,5
	20,0 – 29,9	16,9	48,5	54,3	94,4	63,7	207,0
	30,0 – 39,9	5,8	16,3	31,2	58,7	8,1	25,1
	40,0 – 49,9	3,4	9,5	14,0	25,4	/	/
	AV	<u>82,5</u>	<u>175,6</u>	<u>112,1</u>	<u>178,5</u>	<u>162,3</u>	<u>558,2</u>
Differenz vor Brand – 2014	10,0 – 19,9	-35,9	-34,8 %	-12,1	-30,9 %	-8,0	-8,1 %
	20,0 – 29,9	-8,4	-33,0 %	-13,9	-18,5 %	-12,8	-16,0 %
	30,0 – 39,9	0,0	0,0 %	-3,8	-10,3 %	-2,0	-19,8 %
	40,0 – 49,9	-1,9	-36,1 %	0,0	0,0 %	/	/
	AV	-46,2	-31,8 %	-29,7	-18,0 %	-22,7	-12,1 %
Differenz 2014 – 2015	10,0 – 19,9	-16,8	-25,0 %	-15,0	-55,7 %	0,0	0,0 %
	20,0 – 29,9	0,0	0,0 %	-6,9	-11,2 %	-3,3	-4,9 %
	30,0 – 39,9	0,0	0,0 %	-1,4	-4,3 %	0,0	0,0 %
	40,0 – 49,9	0,0	0,0 %	0,0	0,0 %	/	/
	AV	-16,8	-17,0 %	-23,3	-17,2 %	-3,3	-2,0 %
Differenz vor Brand – 2015	10,0 – 19,9	-52,8	-51,1 %	-27,1	-69,4 %	-8,0	-8,1 %
	20,0 – 29,9	-8,4	-33,0 %	-20,8	-27,7 %	-16,1	-20,1 %
	30,0 – 39,9	0,0	0,0 %	-5,2	-14,2 %	-2,0	-19,8 %
	40,0 – 49,9	-1,9	-36,1 %	0,0	0,0 %	/	/
	AV	-63,1	-43,3 %	-53,0	-32,1 %	-26,0	-13,8 %

Tab. 20 Darstellung der mittleren Stammzahlen bezogen auf die 3 häufigsten BA Fichte, WK und SK sowie auf die Durchmesserklassen 10,0 – 49,9 cm

2014 vB



2014 nB



2015

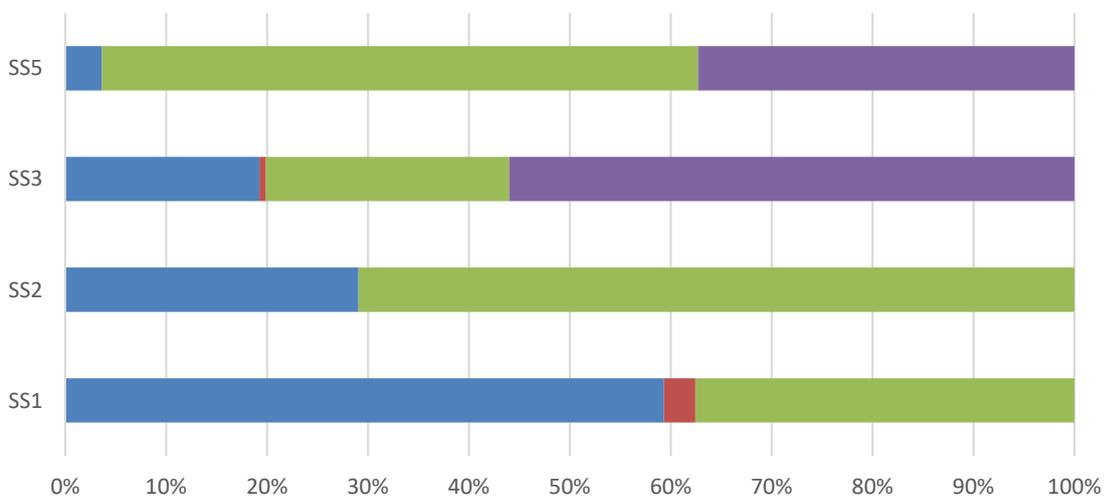


Abb. 20 Darstellung der relativen Stammzahlenverhältnisse bezogen auf die Schadstufen und Baumarten für die Jahre 2014 vor dem Brand, 2014 nach dem Brand und 2015 (n = 25 Plots)

Abb. 20 stellt das Stammzahlenverhältnis über die Aufnahmejahre bezogen auf die Schadstufen und Baumarten dar. Die oberste Grafik bezieht sich auf das Jahr 2014 vor dem Brand, die mittlere bezieht sich auf das Jahr 2014 nach dem Brand und die untere auf das Jahr 2015. Die nähere Auseinandersetzung mit der Fichte und der Schadstufe 3 legt einen hohen Rückgang offen. Im Jahr 2014 vor dem Brand wurde ein Wert von $163,0 \pm 252,4$ N/ha erreicht, nach dem Brand 2014 waren es nur noch $128,9 \pm 173,6$ N/ha und im Folgejahr 2015 $96,6 \pm 152,6$ N/ha. Das ist ein Defizit von 20,9 % nach den ersten Aufnahmen im Jahr 2014 und 40,8 % nach den Aufnahmen im Jahr 2015. Die mittlere Stammzahl der Weißkiefer verändert sich über die Jahre. 2014 vor dem Brand wurde eine Stammzahl von $181,1 \pm 283,0$ N/ha errechnet, 2014 nach dem Brand lag die Stammzahl bei $150,5 \pm 237,1$ N/ha (–16,9 %) und 2015 verringerte sich der Wert auf $121,0 \pm 168,3$ N/ha (–33,2 %). Die Mehlbeere büßt alle Individuen von 2014 nach dem Brand und 2015 ein. Bei der Fichte wurde in der Brandstufe 3 nur eine Veränderung in der Klasse 10,0 – 19,0 cm und in der Klasse 40,0 – 49,9 cm festgestellt. In der Klasse 10,0 – 19,0 wurde im Jahr 2014 vor dem Brand ein Mittelwert von $109,2 \pm 250,9$ N/ha festgestellt, 2014 nach dem Brand war es ein Wert von $76,8 \pm 158,7$ N/ha und im Jahr 2015 belief sich die Stammzahl nur mehr auf $44,5 \pm 121,2$ N/ha. Fasst man diese Ergebnisse in einen Prozentwert, beläuft sich der Verlust direkt nach dem Brand auf 29,6 % und insgesamt auf 59,3 %. In der Klasse 40,0 – 49,9 cm, gab es einen Verlust von insgesamt 26,7 %. Weißkiefer war nur in den Klassen 10,0 – 39,9 cm von Ausfällen betroffen. Die prozentuellen höchsten Ausfälle wurden in der Klasse 20,0 – 29,9 cm angetroffen, mit einem Minus von 20,6 % direkt nach dem Brand und einem Gesamtminus von 43,9 %. In der untersten Klasse 10,0 – 19,9 cm verringerte sich die Stammzahl im Jahr 2015 und gesamt um 37,1 %. Die Klasse 30,0 – 39,9 cm zeigte einen Verlust im Jahr 2014 nach dem Brand von 10,5 % und im Jahr 2015 einen Verlust von 17,9 %.

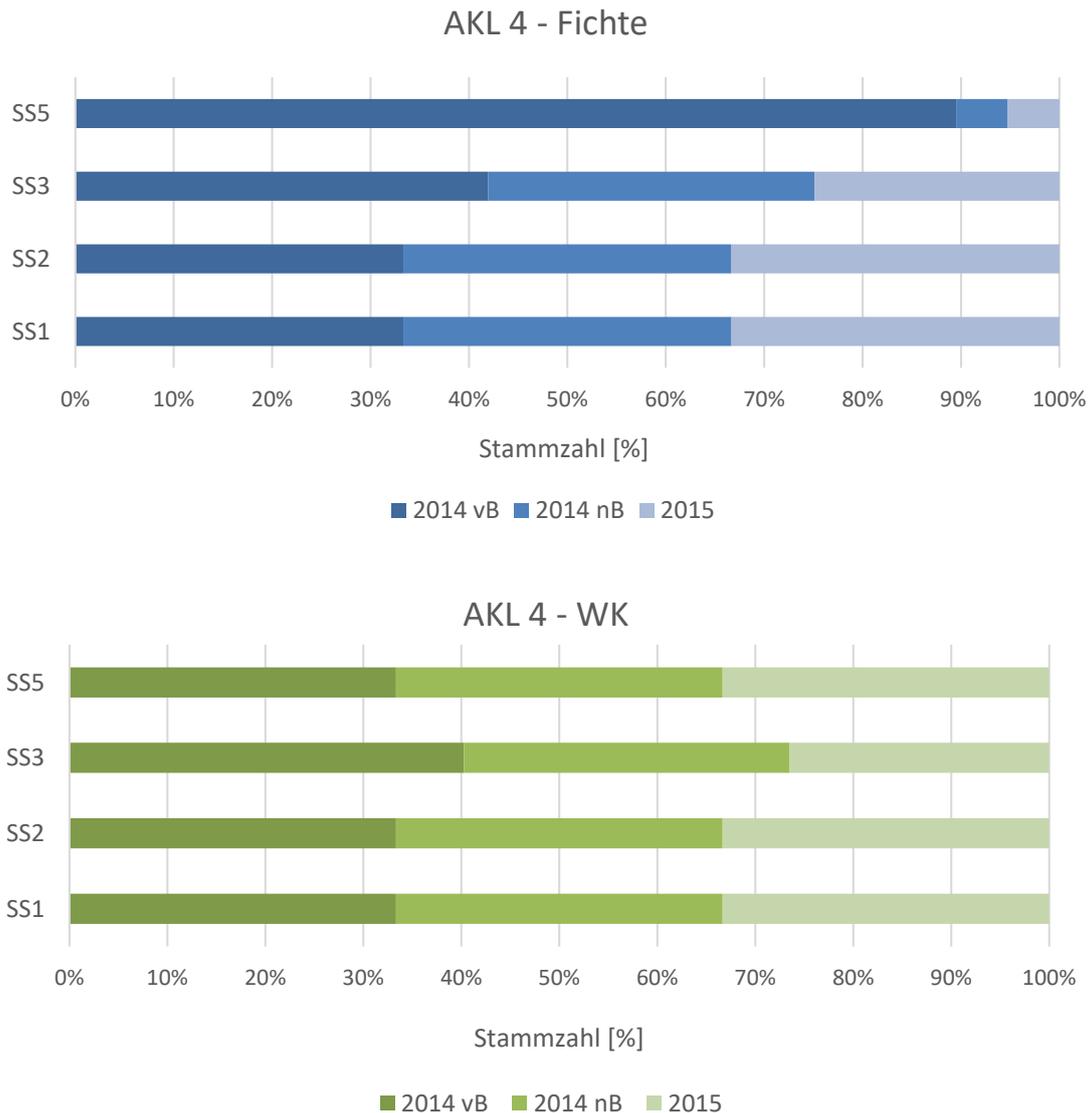


Abb. 21 Darstellung der prozentuellen Anteile der Stammzahl bezogen auf die Altersklasse (AKL) 4, die relevanten Baumarten und die 4 betroffenen Schadstufen in den Jahren 2014 vB, 2014 nB und 2015 (n = 16 Plots)

Abb. 21 zeigt den relativen Anteil der Stammzahl bezogen auf die Altersklasse 4. Die Untersuchung beschäftigt sich mit dieser Klasse (Baumholz), da hier 16 Plots betroffen waren. Auf die Altersklasse 5 wird nicht näher eingegangen, da nur 2 Plots in diese Altersklasse fallen. (Die restlichen Plots verteilen sich auf die Bestandesklasse 1 (5 Plots) und 2 (2 Plots)). Untersucht man die Altersklasse 4 genauer, fällt der Bezug zu den Schadstufen auf. Die Fichte zeigt deutliche Einbuße in der Schadstufe 5 über die Jahre. Schadstufe 1 und Schadstufe 2 bleiben bezogen auf den relativen Anteil der Stammzahl für die Baumarten Fichte und Weißkiefer über die 3 Untersuchungszeitpunkte konstant. Die Weißkiefer zeigt eine kontinuierliche Verringerung der Stammzahl in der Schadstufe 3. Schadstufe 5 weist hingegen keine Variation über die Analysezeitpunkte auf. Damit zeigt sich, dass Fichte im Vergleich zu Weißkiefer eine relative Abnahme in den stärker durch Brand geschädigten Klassen aufweist.

4.3.2 Entwicklung des Kronenzustands

Kronenzustand

Anhand der Untersuchung des Kronenzustands lassen sich Veränderungen in Bezug auf den Verlichtungsgrad zwischen den vergleichbaren Individuen erkennen. Die Einschätzung des Kronenzustands lässt sich für die Jahre 2014 nach dem Brand und 2015 untersuchen. Eine Bewertung für den Zustand vor dem Brandgeschehen wäre spekulativ und es wird somit von einer Analyse abgesehen. Weiters wird von einer Darstellung über die Altersklassen abgesehen, da diese aufgrund der geringen Anzahl an Individuen in den jeweiligen Altersklassen wenig aussagekräftig wäre. Die Veränderung des Kronenzustands bezogen auf die Schadstufen wurde hingegen durchgeführt.

In jeder Schadstufe war mindestens ein Plot mit Individuen vertreten. Aufnahmeplätze mit der Schadstufe 0 wurden erst 2015 zum ersten Mal aufgenommen. Diese Punkte wurden im Zuge der Erweiterung der Aufnahmen aufgenommen und stehen somit nicht für einen Vergleich zur Verfügung. Vergleichbar waren nur jenen Individuen, die auch im Jahr 2015 bei der Folgeaufnahme noch nicht abgestorben waren.

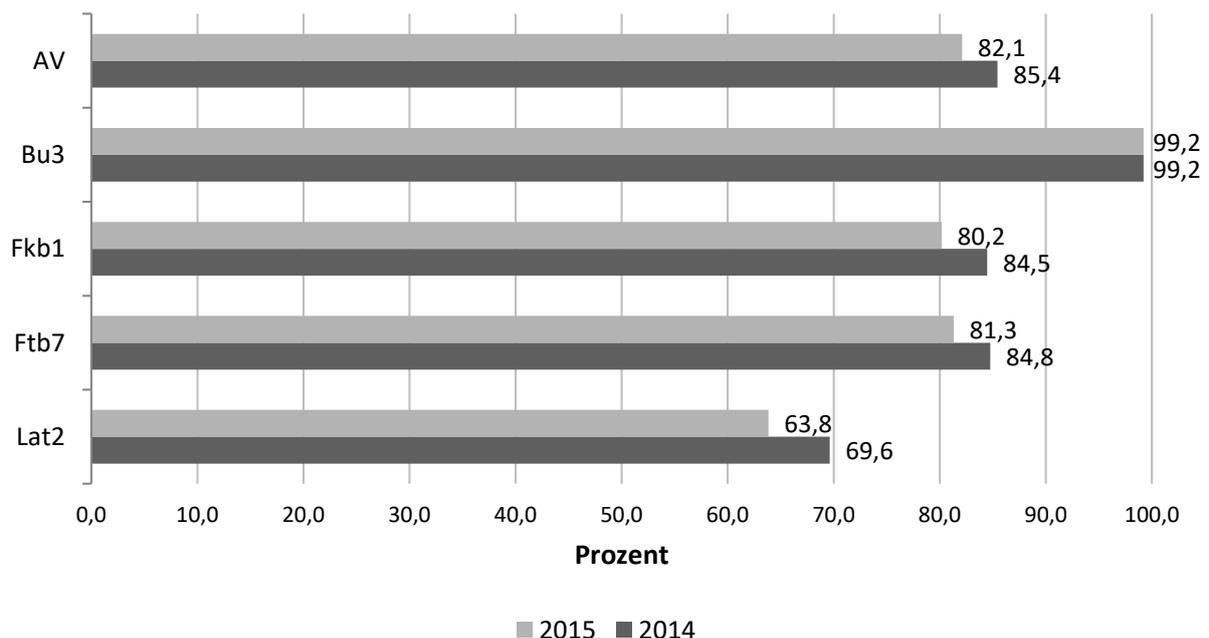


Abb. 22 Darstellung der mittleren Kronenzustände über die Waldtypen bezogen auf die Jahre 2014 und 2015 nach dem Brand ($n = 102$)

Abb. 22 zeigt einen Vergleich des Kronenzustands der grünen Krone gemittelt über die zugewiesenen Waldtypen laut Waldtypenkatalog. Eine Veränderung über die beiden Aufnahmejahre ist vor allem bei den Waldtypen Fkb1 ($-4,3\%$), Ftb7 ($-3,5\%$) und Lat2 ($-5,8\%$) auffällig, der Kronenzustand der grünen Krone der untersuchten Individuen aus dem Waldtyp Bu3 wurde offensichtlich nicht beeinflusst. In Summe über alle vergleichbaren Bäume

am Absamer Vorberg ergibt sich eine Differenz von $(-3,3 \%)$ (siehe **Tab. 21**). Die statistische Untersuchung ergibt einen signifikanten Unterschied des Kronenprozents der Waldtypen Fkb1, Ftb7 und Lat2 zwischen den Auswertungen 2014 nach Brand und 2015.

Waldtypen	Kronenprozent grüne Krone				Anzahl [n]
	2014 [%]	SD [%]	2015 [%]	SD [%]	
Bu3	99,2	1,9	99,2	1,9	19
Fkb1	84,5	19,5	80,2	24,2	28
Ftb7	84,8	26,7	81,3	29,7	42
Lat2	69,6	29,2	63,8	33,5	13
AV	85,4	23,7	82,1	27,4	102

Tab. 21 Darstellung des grünen Kronenzustands als Mittelwert mit Standardabweichung bezogen auf die Jahre 2014 und 2015

Kronenprozent

Abb. 23 zeigt einen Vergleich des Kronenzustands der grünen Krone gemittelt über die Schadstufen. Eine Veränderung des Kronenprozents bezogen auf die Schadstufen wird nur bei den Schadstufen 3 und 5 beobachtet. Die Schadstufen 1 und 2 weisen nur eine sehr geringe Modifikation auf. Die Individuen in der Schadstufe 3 gemittelt über alle angetroffenen Baumarten zeigen eine Verringerung des Kronenprozents von 2,6 %, bezogen auf die Schadstufe 5. Das Kronenprozent verringert sich im Mittel um 10,3 %. Die statistische Untersuchung ergibt einen signifikanten Unterschied des Kronenprozents der Schadstufen 3 und 5 zwischen den Auswertungen 2014 nach Brand und 2015.

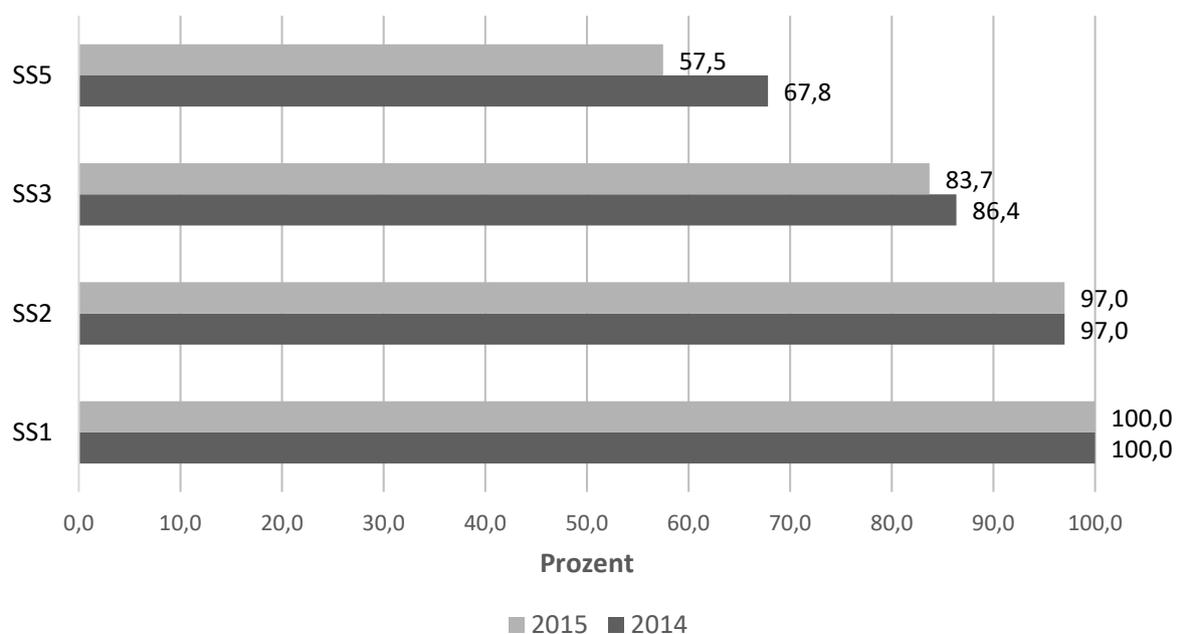


Abb. 23 Darstellung der mittleren Kronenzustände über die Schadstufen bezogen auf die Jahre 2014 und 2015 nach dem Brand (n = 102)

Abb. 24 soll besonders die Beeinträchtigung in den Schadstufen 3 und 5, separiert für jede relevante Baumart, hervorheben. Schadstufe 5 (–10,3 %) und Schadstufe 3 (–2,6 %) weisen die größte Veränderung des Kronenzustands auf. In der Regel verändert sich die grüne Krone fast bei jeder Baumart zwischen den Aufnahmejahren. Vor allem in der Schadstufe 5 kommt es bei der Schwarzkiefer und der Weißkiefer zu einem Unterschied von fast –16,0 % bzw. – 8,5 %. Fichte offenbarte in der Schadstufe 3 eine Verringerung des Kronenprozents um 1,8 %. Bei der Weißkiefer beläuft sich die Differenz auf 4,0 %. Es fällt auf, dass bei der Fichte in der Schadstufe 5 kein Unterschied festgestellt werden kann ($n = 1$). Das Kronenprozent der Lärche wird zwischen den Aufnahmejahren 2014 und 2015 um 10 % vermindert. Mehlbeere wurde lediglich eine angetroffen, diese war jedoch im Aufnahmejahr 2015 bereits zur Gänze abgestorben (siehe **Tab. 22**).

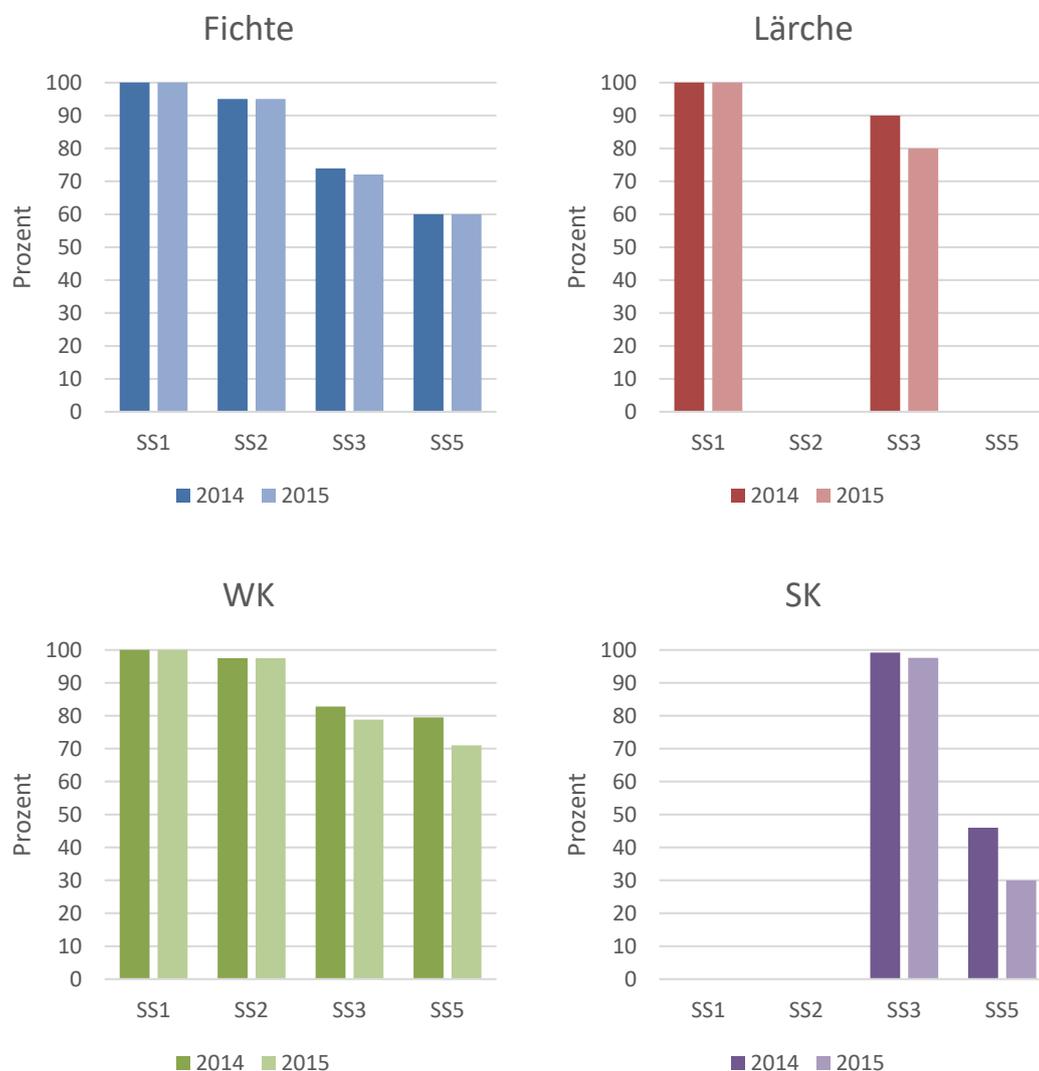


Abb. 24 Darstellung der Veränderung des Kronenprozents der einzelnen BA bezogen auf die Schadstufen über die vergleichbaren Individuen ($n = 102$ Bäume)

Baumarten		Fi	Lä	WK	SK	AV
Schadstufe 1	2014 [%]	100,0	100,0	100,0	--	100,0
	SD [%]	0,0	0,0	0,0	--	0,0
	2015 [%]	100,0	100,0	100,0	--	100,0
	SD [%]	0,0	0,0	0,0	--	0,0
	[n]	3	1	7	--	11
Schadstufe 2	2014 [%]	95,0	--	97,5	--	97,0
	SD [%]	0,0	--	2,9	--	2,7
	2015 [%]	95,0	--	97,5	--	97,0
	SD [%]	0,0	--	2,9	--	2,7
	[n]	1	--	4	--	5
Schadstufe 3	2014 [%]	73,9	90,0	82,8	99,2	86,4
	SD [%]	25,2	--	28,1	2,4	23,4
	2015 [%]	72,1	80,0	78,8	97,6	83,7
	SD [%]	25,3	--	31,8	6,6	25,5
	[n]	19	1	25	25	70
Schadstufe 5	2014 [%]	60,0	--	79,5	46,0	67,8
	SD [%]	--	--	23,9	20,7	26,6
	2015 [%]	60,0	--	71,0	30,0	57,5
	SD [%]	--	--	34,4	16,6	34,0
	[n]	1	--	10	5	16

Tab. 22 Vergleich der Mittelwerte über den prozentuellen Anteil der grünen Krone bezogen auf die Schadstufen und Baumarten für die Jahre 2014 nB und 2015

Kronenansatz

Die Veränderung des Kronenansatzes der lebenden Krone zeigt den Einfluss des Brandes auf die Bäume. Die Baumhöhen veränderten sich über die beiden Aufnahmejahre nicht nachweislich, deshalb wurde für die Auswertung das Höhenwachstum nicht berücksichtigt.

Abb. 25 zeigt das Verhältnis des Kronenansatzes der lebenden Krone zur Baumhöhe und die Veränderung über die Jahre. Die Schadstufen 3 und 5 wurden im Detail untersucht. Schadstufe 3 offenbart eine Verschiebung der lebenden Krone im Mittel von +0,2 m (+2,8 %), in der Schadstufe 5 sind es im Mittel sogar +0,7 m (+10,5 %). Bei der Schadstufe 2 beläuft sich die Veränderung lediglich auf ein mittleres Plus von 0,1 m (+1,7 %). Die Individuen der Schadstufe 1 bleiben unverändert.

Betrachtet man die einzelnen Baumarten in der **Abb. 26**, so steigt der Abstand vom Boden bis zur lebenden Krone bei der Schwarzkiefer in der Schadstufe 5 um 13,6 % und in der Schadstufe 3 um 1,6 % in Bezug auf die Baumhöhe. Die Weißkiefer zeigt hingegen in der Schadstufe 5 eine Erhöhung des Abstandes zur lebenden Krone von 3,1 %. In der Schadstufe 3 verändert sich der Abstand um 2,1 % und in der Schadstufe 2 um 0,8 % bezogen auf die mittlere Höhe. Bei der Fichte erhöht sich in der Schadstufe 5 der Abstand zur lebenden Krone bezogen auf die mittlere Baumhöhe um 0,7 %. In der Schadstufe 3 verändert sich der Abstand

um lediglich 0,9 %. Die grüne Krone der Lärche bleibt über die Aufnahmejahre unverändert (siehe auch **Tab. 23**).

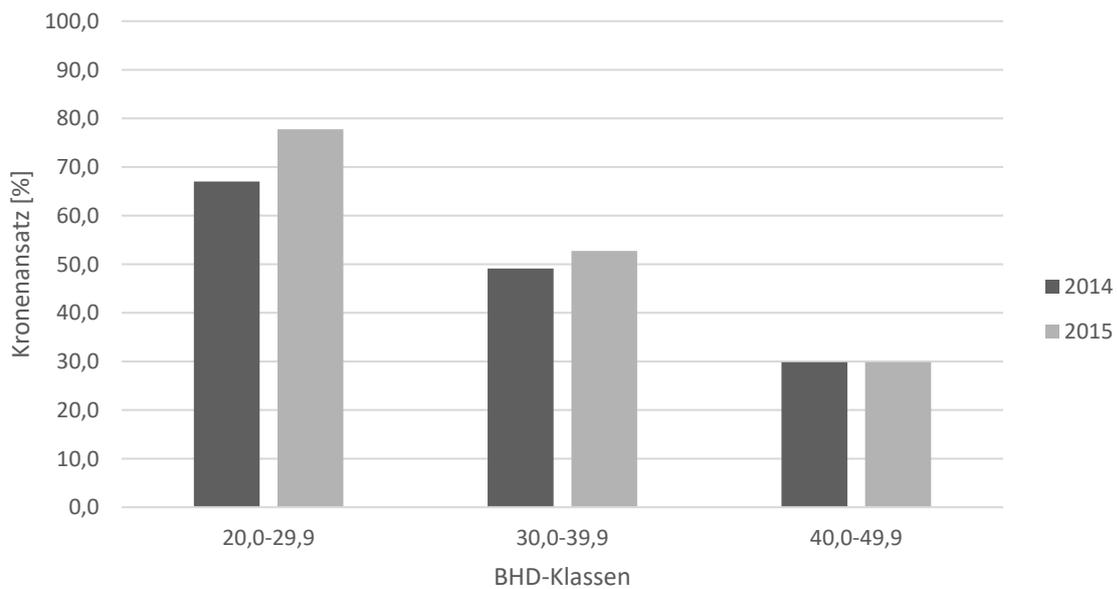
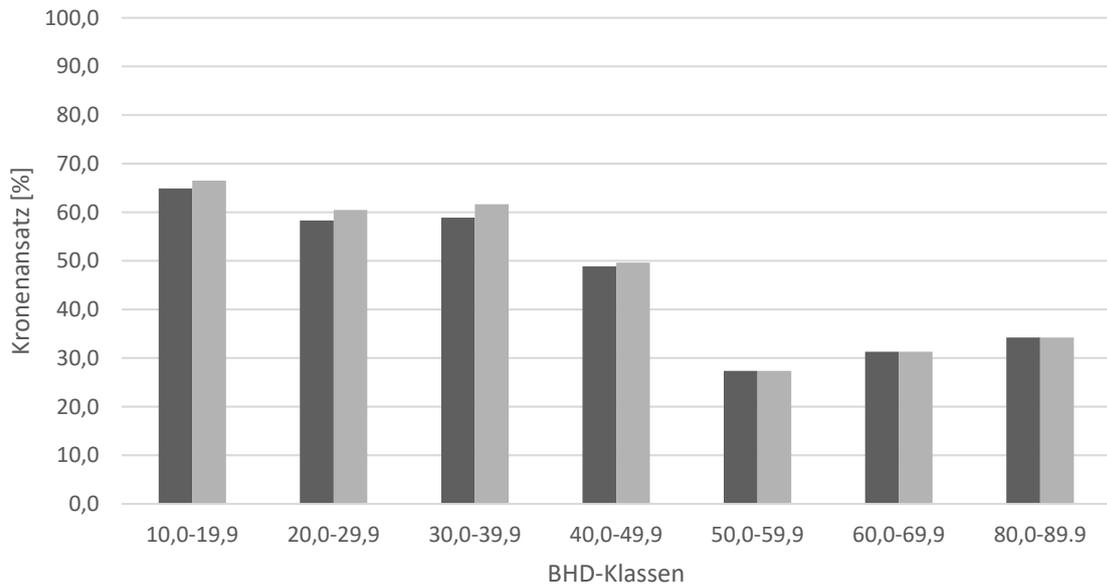


Abb. 25 Darstellung des mittleren Kronenansatzes (Abstand der lebenden Krone bis zum Boden) im Verhältnis zur Baumhöhe bezogen auf die BHD-Klassen für die Jahre 2014 nach dem Brand und 2015; Schadstufe 3 (oben) (n = 70), Schadstufe 5 (unten) (n = 16)

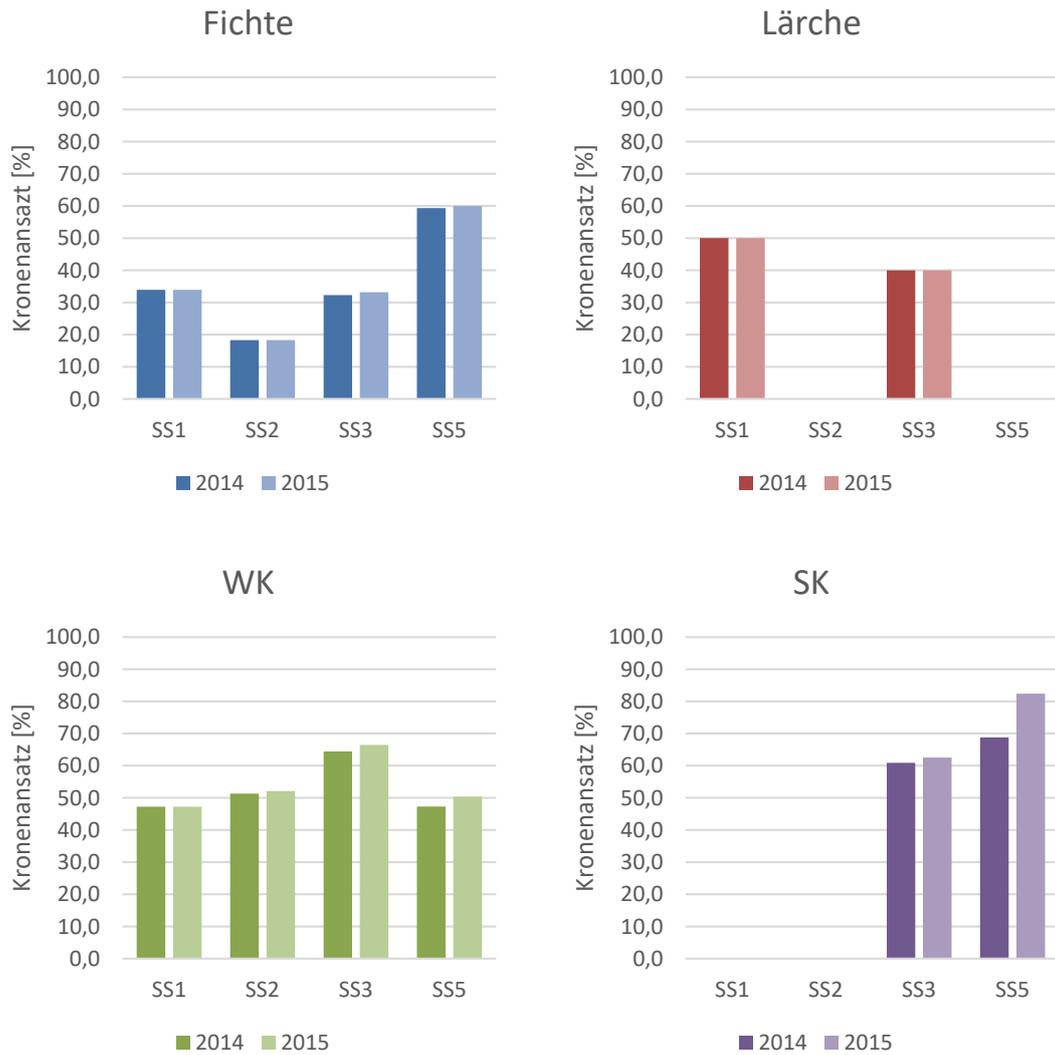


Abb. 26 Darstellung des mittleren Kronenansatzes (Abstand der lebenden Krone bis zum Boden) im Verhältnis zur Baumhöhe für die Jahre 2014 nach dem Brand und 2015; Die Darstellung erfolgt baumartenspezifisch bezogen auf die Schadstufen (n = 102)

	Baumarten	Fi	Lä	WK	SK	AV
Schadstufe 1	2014 [m]	4,3	10,0	5,1	--	5,3
	SD [m]	1,5	--	1,5	--	2,1
	2015 [m]	4,3	10,0	5,1	--	5,3
	SD [m]	1,5	--	1,5	--	2,1
	[n]	3	1	7	--	11
Schadstufe 2	2014 [m]	3,0	--	6,4	--	5,7
	SD [m]	--	--	0,3	--	1,5
	2015 [m]	3,0	--	6,5	--	5,8
	SD [m]	--	--	0,4	--	1,6
	[n]	1	--	4	--	5
Schadstufe 3	2014 [m]	6,6	8,0	8,1	6,7	7,2
	SD [m]	2,9	--	2,8	1,8	2,5
	2015 [m]	6,8	8,0	8,4	6,9	7,4
	SD [m]	2,9	--	2,8	1,5	2,5
	[n]	19	1	25	25	70
Schadstufe 5	2014 [m]	8,9	--	4,9	8,6	6,3
	SD [m]	--	--	1,2	0,4	2,1
	2015 [m]	9,0	--	5,2	10,3	7,0
	SD [m]	--	--	1,4	1,0	2,7
	[n]	1	--	10	5	16

Tab. 23 Darstellung des mittleren Kronenansatzes (Abstand der lebenden Krone bis zum Boden) bezogen auf die Baumarten und die Schadstufen für die Jahre 2014 nach dem Brand und 2015 (n = 102)

4.3.3 Veränderung der Verjüngung zwischen 2014 nach dem Brand und 2015

Verjüngungsvergleich 2014 und 2015

Durch die Verjüngungsaufnahmen in den Jahren 2014 und 2015 ist es möglich, einen unmittelbaren Vergleich der Verjüngung anzustellen. 2015 wurden 38 Verjüngungsaufnahmen durchgeführt, 2014 waren es hingegen nur 27 Verjüngungsaufnahmen. 2014 wurden Teile der Verjüngung mit der Bezeichnung „Laubholz“ erhoben, bei den Folgeaufnahmen 2015 war es jedoch nicht mehr nachvollziehbar, welche Arten in diese Kategorie eingeteilt wurden. Um die bestmögliche Kompatibilität aus dieser Gegenüberstellung zu erhalten, blieben schlussendlich 16 vergleichbare Verjüngungsaufnahmen auf 16 verschiedenen Plots übrig. Bei dem Vergleich der Baumarten ist zudem darauf zu achten, dass nur jene BA herangezogen wurden, welche in den beiden Untersuchungsjahren aufgenommen wurden. 2015 wurden bei den Feldaufnahmen 24 verschiedene Arten unterschieden, dabei handelte es sich um Baumarten und Arten der verholzten Vegetation. 2014 wurden hingegen nur 14 verschiedene Arten unterschieden. Zusammenfassend konnten daher über die Jahre 2014 und 2015 nur 9 verschiedene Arten verglichen werden. Eine Gliederung der Verjüngungsklassen wurde in **Tab. 24** dargestellt. Bei der Verjüngungsanalyse im Jahr 2015 wurde auch die Klasse 0 aufgenommen, diese schließt alle Pflanzen unter 10 cm ein. Im Jahr 2014 wurde diese Klasse

nicht ausgeschieden. Aus diesem Grund wird sie nicht in den Vergleich miteinbezogen. Die 7 zu unterscheidenden Klassen sind folgendermaßen zusammengefasst:

Einteilung	Klasse 0	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 4	Klasse 5	Klasse 6	Klasse 7
[cm]	< 10	10 – 30	31 – 50	51 – 80	81 – 130	131 – 200	201 – 500	501 – 1000

Tab. 24 Einteilung der Verjüngungsklassen mit den zugehörigen Größenangaben

Bei der Gegenüberstellung wurden auch die Flächen mit keiner Verjüngung in die Analyse miteinbezogen, um die Darstellung nicht zu verzerren. Insgesamt soll der Vergleich einen Einblick über die Veränderung am Absamer Vorberg geben. Aufgrund der nicht eindeutig zuordenbaren Individuen auf den verschiedenen Plots ist ein direkter Baum – Baum Vergleich nicht möglich und wird bei dieser Gegenüberstellung nicht angestrebt.

Abb. 27 stellt die Verteilung der Verjüngung für jedes Jahr separat dar. Bei den vergleichbaren Arten handelt es sich um *Acer pseudoplatanus*, *Picea abies*, *Corylus avellana*, *Larix decidua*, *Sorbus aria*, *Quercus robur*, *Sorbus aucuparia*, *Salix* und *Pinus sylvestris*. Die Darstellung zeigt, dass im Jahr 2015 die Klasse 2 die höchste Stammzahl mit $156,3 \pm 394,9$ N/ha aufwies. Die hohe Stammzahl lässt sich auch auf die zusätzliche künstliche Verjüngung der Weißkiefer zurückführen. Im Jahr 2014 zeigte hingegen die Klasse 3 mit einer mittleren Stammzahl von $118,8 \pm 332,6$ N/ha den größten Anteil auf. Die geringste relative Häufigkeit im Jahr 2015 war in der Klasse 5 mit durchschnittlich $18,8 \pm 87,3$ N/ha zu beobachten. Im Aufnahmejahr 2014 befand sich der niedrigste Wert ebenfalls in der Klasse 5 mit $25,0 \pm 125,0$ N/ha.

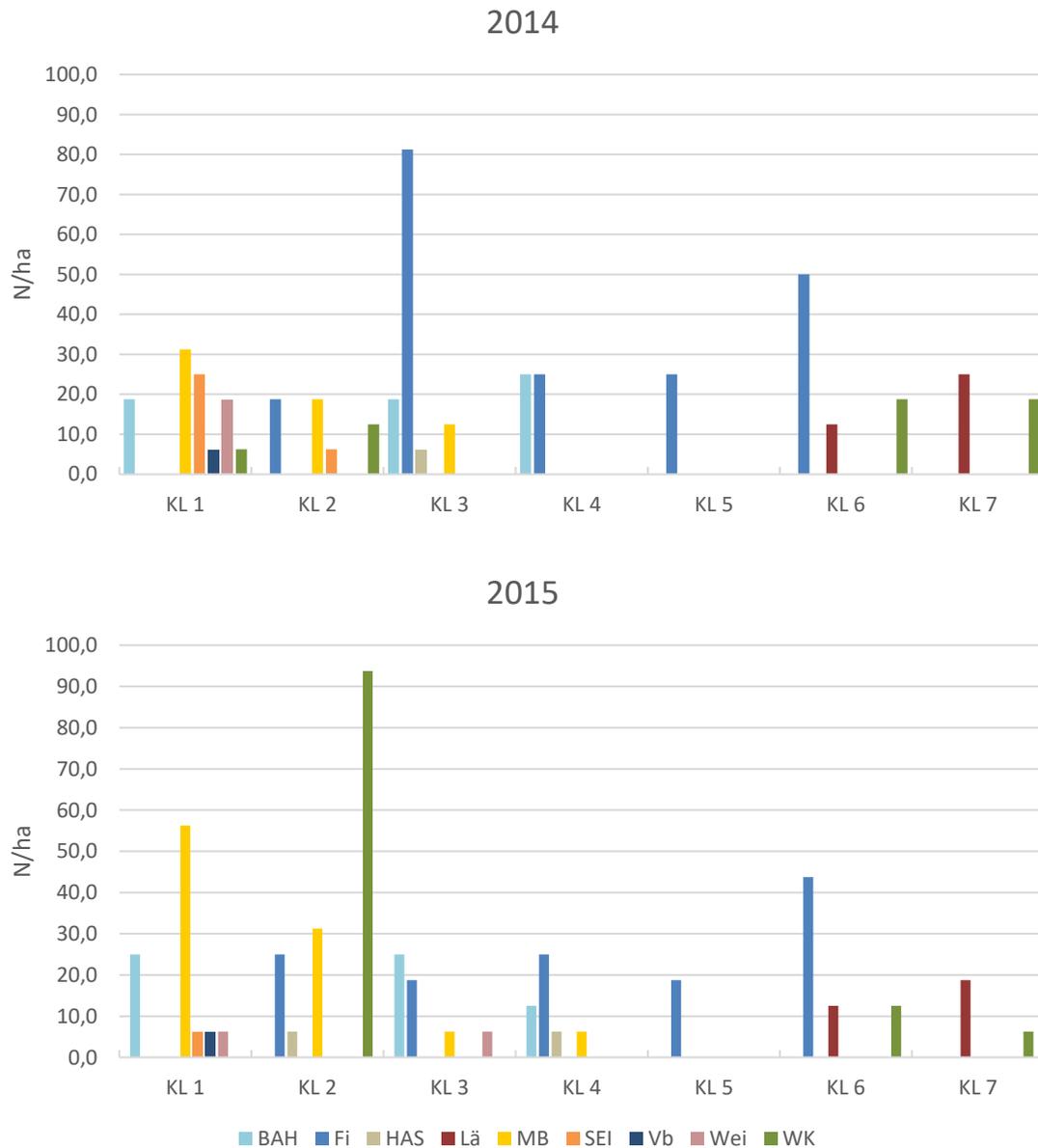


Abb. 27 Mittlere Stammzahl [N/ha] der vergleichbaren Verjüngungsanalysen in den beiden Untersuchungsjahren (oben 2014 und unten 2015) (n = 16 Plots)

Für eine bessere Veranschaulichung werden die Stammzahlverteilungen bezogen auf die Baumarten und die Höhenklassen in der **Abb. 28** direkt gegenübergestellt. Insgesamt legt die Verjüngung 2015 im direkten Vergleich mit 2014 nur in der Klasse 2 zu. In den übrigen 6 Höhenklassen überwiegt die Verjüngung vom Jahr 2014.

4 Ergebnisse

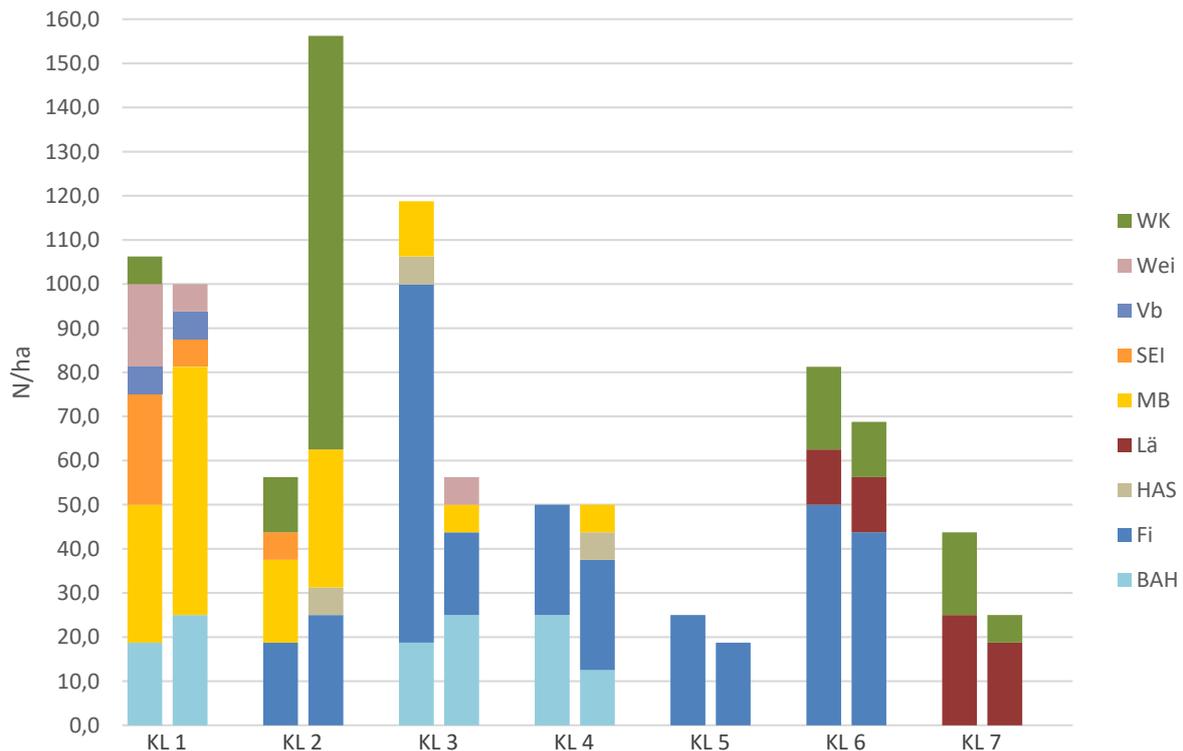


Abb. 28 Direkte Gegenüberstellung der mittleren Verjüngungszahlen der Baumarten bezogen auf die verschiedenen Höhenklassen über die Jahre 2014 (linker Balken) und 2015 (rechter Balken)

	KL 1		KL 2		KL 3		KL 4		KL 5		KL 6		KL 7		Gesamt	
	Σ N/ha	\bar{x} N/ha														
BAH	100	6,3	--	--	100	6,3	-200	-12,5	--	--	--	--	--	--	0	0,0
Fi	--	--	100	6,3	-1000	-62,5	0	0,0	-100	-6,3	-100	-6,3	0	0,0	-1100	-68,8
HAS	--	--	100	6,3	-100	-6,3	100	6,3	--	--	--	--	--	--	100	6,3
Lä	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0	0,0	-100	-6,3	-100	-6,3
MB	400	25,0	200	12,5	-100	-6,3	100	6,3	--	--	--	--	--	--	600	37,5
SEI	-300	-18,8	-100	-6,3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-400	-25,0
Vb	0	0,0	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0	0,0
Wei	-200	-12,5	--	--	100	6,3	--	--	--	--	--	--	--	--	-100	-6,3
WK	-100	-6,3	1300	81,3	0	0,0	--	--	--	--	-100	-6,3	-200	-12,5	900	56,3
AV	-100	-6,3	1600	100,0	-1000	-62,5	0	0,0	-100	-6,3	-200	-12,5	-300	-18,8	-100	-6,3

Tab. 25 Differenz der Stammzahlen pro Hektar und der mittleren Stammzahlen pro Hektar der 16 vergleichbaren Verjüngungsanalysen verteilt über den AV für die 7 unterschiedlichen Höhenklassen

Tab. 25 und **Abb. 29** stellen in tabellarischer und grafischer Form den Vergleich der 16 analogen Verjüngungsanalysen auf den 16 verschiedenen Plots dar. Für die Erstellung der Differenz wurden sowohl die 7 Höhenklassen von 1 bis 7 als auch die 9 verschiedenen Baum- und Straucharten herangezogen. Die Darstellungen beziehen sich auf die Jahre 2014 und 2015. **Tab. 25** macht sowohl die Differenz aus der Summe der N/ha, als auch die Differenz

der mittleren Häufigkeit der Stammzahl pro Hektar deutlich. Betrachtet man die einzelnen Klassen näher, fallen deutliche Veränderungen auf. Klasse 1 zeigt insgesamt ein Defizit von 100 Individuen pro Hektar, im Mittel 6,3 N/ha. Mehlbeere und Bergahorn zeigen jedoch einen Zuwachs von insgesamt 500 N/ha. Stieleiche, Weide und Weißkiefer eine Verringerung um insgesamt 600 N/ha. Klasse 2 weist bis auf eine Kürzung bei der Steileiche nur Zuwächse auf. Bei den Klassen 3 – 7 werden sowohl Steigerungen als auch Einbußen bezogen auf die einzelnen Baumarten deutlich.

Eine negative Zahl bedeutet nicht zwangsweise einen Verlust von Individuen in den einzelnen Klassen. Das Einwachsen der einzelnen Pflanzen in die nächste Klasse ist auch ein möglicher Grund für die Verringerung in der Klasse und somit für eine negative Differenz. Auch das Herauswachsen aus der Analyse bezogen auf die Klasse 7 bei Höhen über 10 m stellt eine Option dar. Umgekehrt gilt dies auch für das Einwachsen von Individuen in die Klasse 1, sobald eine Höhe von über 10 cm erreicht wird. Betrachtet man die Baum- und Straucharten näher, fallen große Unterschiede auf. Bergahorn zeigt gesamt ein gleichbleibendes Muster. In der Klasse 1 und 3 wird eine Zunahme und in der Klasse 4 eine Abnahme von 200 N/ha festgestellt. Fichte hingegen zeigt einen deutlichen Verlust an Individuen über fast alle Klassen (außer Klasse 2). In Summe kommt gemittelt über alle Plots ein Minus von 68,8 N/ha heraus. Der ausschlaggebende Schwund ergibt sich in der Klasse 3 mit einer Dezimierung von 62,5 Individuen pro Hektar. Die Lärche wird nur in der Klasse 7 angetroffen und zeigt hier einen Abgang von 100 N/ha, dies wird jedoch mit dem Herausfall aus der Klasse 7 zu erklären sein. Die Mehlbeere zeigt insgesamt mit einem Plus von 37,5 N/ha im Mittel einen Trend nach oben. Stieleiche weist insgesamt einen Verlust mit einem Minus von 25,0 N/ha im Mittel auf, diese Minderungen sind mit hoher Wahrscheinlichkeit der Mortalität zuzuschreiben. Betrachtet man bei der Weißkiefer die einzelnen Klassen, sind in der Klasse 1, Klasse 6 und Klasse 7 eine Reduktion der Individuen von insgesamt 400 Pflanzen pro Hektar zu erkennen. Das Endergebnis ist jedoch ein positives. Dies ist nicht zuletzt auf die rund 1300 künstlich verjüngten Individuen pro Hektar zurückzuführen. Fasst man abschließend alle Pflanzen aus allen Höhenklassen und Baum- bzw. Straucharten zusammen, so ergibt das trotzdem eine Verringerung der Verjüngungszahl von 100 Pflanzen pro Hektar, das sind im Mittel 6,3 Pflanzen pro Hektar.

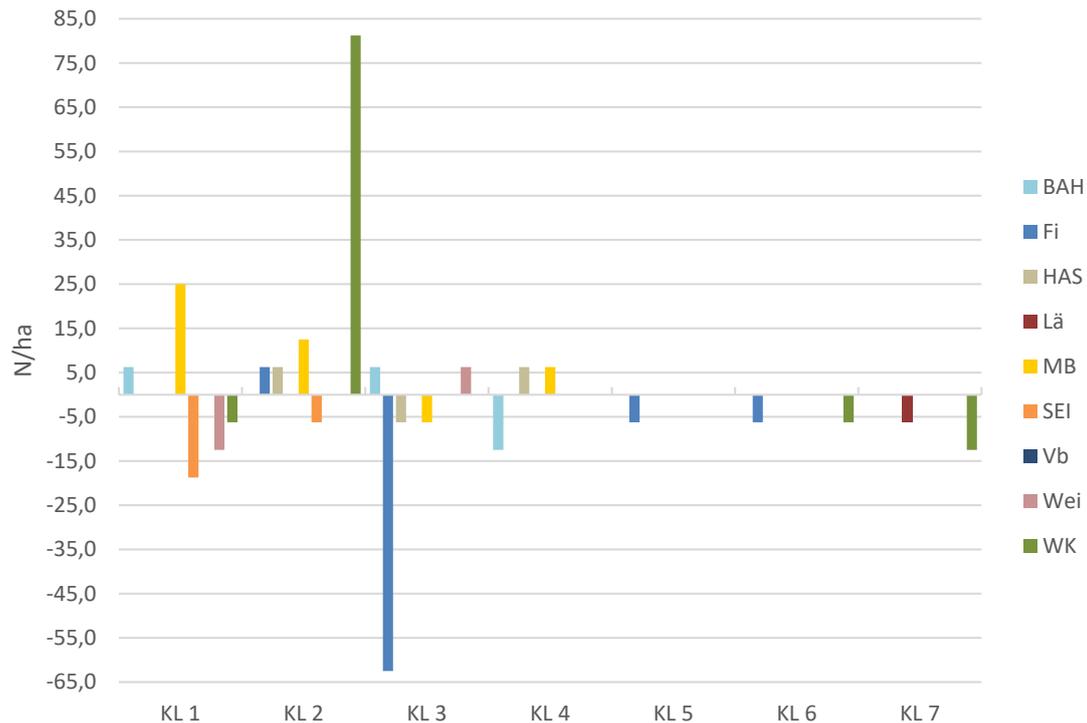


Abb. 29 Differenz der mittleren Stammzahlen der Verjüngungsanalysen auf den 16 vergleichbaren Plots für die Jahre 2014 und 2015, bewertet nach den 7 Höhenklassen

Verjüngungsschäden

Vergleicht man die Schäden der Individuen auf den 16 vergleichbaren Plots während der verschiedenen Aufnahmezeitpunkte, kommt man zu einer unterschiedlichen Quantifizierung der Schäden. Die Untersuchung vergleicht die Plots miteinander und nicht die Individuen an sich, es handelt sich damit nicht um einen direkten Vergleich. Zur Beurteilung wurden die vergleichbaren Plots aus den Aufnahmejahren und die vergleichbaren Baumarten gewählt. Betrachtet man **Abb. 30**, kann man einen positiven Trend in Richtung unbeeinträchtigte Verjüngung erkennen, die Zunahme beträgt im Jahr 2015 über 30 %. Schalenwildverbiss wurde auf den untersuchten Flächen im Jahr 2015 nur einmal erkannt. Die Anzahl der pilz- bzw. insektenbefallenen Individuen nahm 2015 um 80 % zu. Die Beeinträchtigung „unbekannt“ wurde im Jahr 2014 für Schäden durch den Waldbrand verwendet.

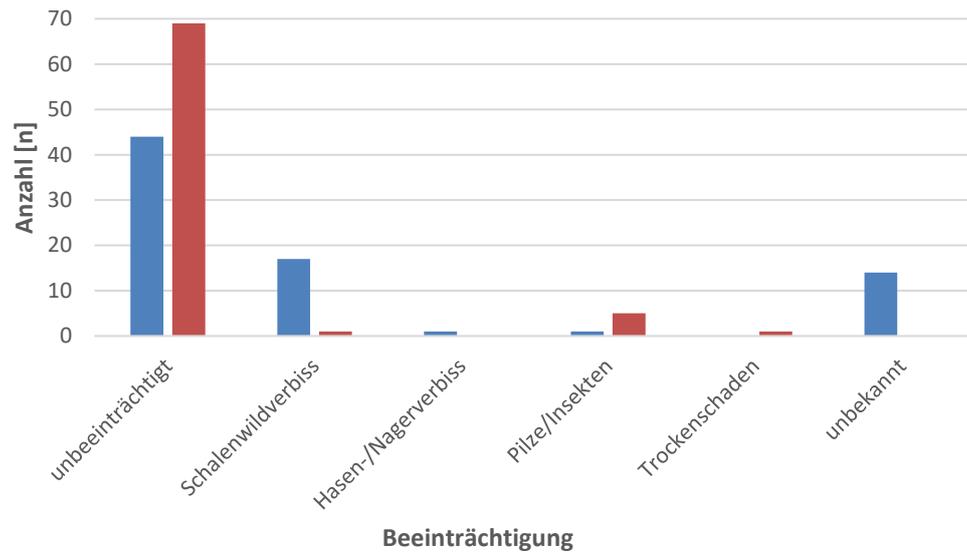


Abb. 30 Veränderung der Verjüngung in Bezug auf diverse Beeinträchtigungen für die Jahre 2014 (linker Balken) und 2015 (rechter Balken)

4.4 Aktuelle Situation am AV

4.4.1 Bestandessituation

Bestandestrukturparameter

Die Bestandesstrukturparameter Stammzahl, Grundfläche und Volumen für das Jahr 2015 (siehe **Tab. 26**, **Tab. 27** und **Tab. 28**) zeigen sich in Bezug auf die einzelnen Bezugsgrößen unterschiedlich. Die mittlere Stammzahl über die aufgenommenen Punkte 2015 beträgt $348,7 \pm 517,0$ N/ha, die mittlere Grundfläche beträgt $16,2 \pm 17,0$ m²/ha und der mittlere Vorrat liegt bei $102,8 \pm 111,5$ VfmS/ha. Fichte weist die höchste mittlere Stammzahl mit $137,6 \pm 257,8$ N/ha und den höchsten mittleren Vorrat mit $47,6 \pm 83,1$ VfmS/ha. Die höchste mittlere Grundfläche wird von der Weißkiefer mit $6,8 \pm 10,1$ m²/ha eingenommen (siehe **Abb. 31**).

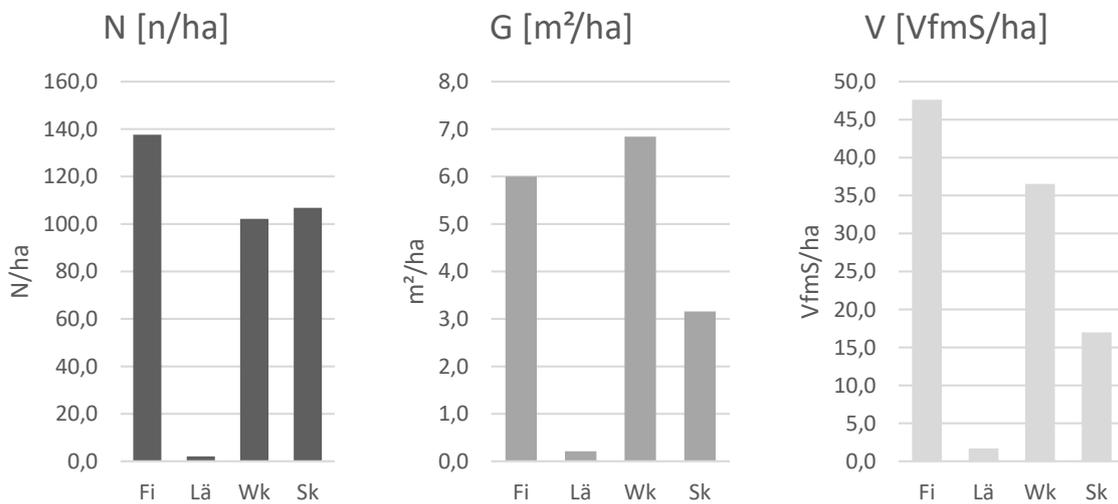


Abb. 31 Darstellung der mittleren Stammzahl, der Grundfläche und des Vorrats bezogen auf das Jahr 2015; links Stammzahl, Mitte Grundfläche und rechts Vorrat;

		N [N/ha]	SD [±]	G [m ² /ha]	SD [±]	V [VfmS/ha]	SD [±]
2015	Fi	137,6	257,8	6,0	9,4	47,6	83,1
	Lä	2,1	8,9	0,2	0,9	1,7	7,3
	Wk	102,2	159,5	6,8	10,1	36,5	57,9
	Sk	106,8	456,3	3,2	13,1	17,0	73,2
	AV	<u>348,7</u>	<u>517,0</u>	<u>16,2</u>	<u>17,0</u>	<u>102,8</u>	<u>111,5</u>

Tab. 26 Darstellung der mittleren Stammzahl, Grundfläche und des mittleren Vorrats bezogen auf die Baumarten für das Jahr 2015

Es wurden auch jene Untersuchungspunkte in die Analyse miteinbezogen, auf denen keine WZP möglich war, da keine Bäume in den Probestrich fielen, allerdings weitere Erhebungen durchgeführt worden sind. Beim Waldtyp Ftb7 war das bei 2 Winkelzählproben der Fall, beim Waldtyp Bu3 waren es ebenfalls 2 Winkelzählproben und beim Waldtyp Lat2 waren es 5

Winkelzählproben. Auffallend ist auch die relativ starke Variation zwischen den Waldtypen. Fkb1 weist eine geringe Stammzahl, dafür aber einen höheren Vorrat auf, beim Waldtyp Ftb7 ist dies genau umgekehrt (siehe **Tab. 27**). **Tab. 28** stellt die Stammzahl, Grundfläche und den Vorrat bezogen auf die Schadstufe dar.

Die Einteilung der Schadstufen wurde wie folgt gewählt:

- 0 = kein Feuer (ggf. Referenzflächen, die an die Brandfläche angrenzen)
- 1 = Glimm-/Humusbrand | Humusschicht schwarz/verbrannt, Stamm meist unbeschädigt
- 2 = Boden-/Lauffeuer | Stammansatz schwarz verbrannt, keine Kronenschäden (= grün)
- 3 = Boden-/Lauffeuer | Stamm geschwärzt, Kronen teilweise gelb/versengt, teilweise grün
- 4 = Boden-/Lauffeuer | Stamm geschwärzt, Kronen komplett gelb/versengt
- 5 = Vollfeuer/Totalbrand | Nadeln verbrannt, Kronen kahl

(Institut für Waldbau BOKU, 2014)

	Waldtyp	N [N/ha]	SD [±]	G [m ² /ha]	SD [±]	V [VfmS/ha]	SD [±]
2015	Bu17 [n = 1]	898,6	0,0	28,0	0,0	229,5	0,0
	Bu3 [n = 10]	323,4	429,6	15,2	13,3	94,5	83,3
	Fkb1 [n = 7]	307,0	272,1	21,1	12,4	144,8	102,8
	Ftb7 [n = 12]	508,6	756,3	19,7	22,0	122,9	140,7
	Lat2 [n = 8]	108,1	239,9	6,5	15,4	30,6	76,1
	AV [n = 38]	<u>348,7</u>	<u>517,0</u>	<u>16,2</u>	<u>17,0</u>	<u>102,8</u>	<u>111,5</u>

Tab. 27 Darstellung der mittleren Stammzahl, Grundfläche und des mittleren Vorrats bezogen auf die einzelnen Waldtypen für das Jahr 2015 [n = 38 Plots]

	SS	N [N/ha]	SD [±]	G [m ² /ha]	SD [±]	V [VfmS/ha]	SD [±]
2015	0 [n = 7]	444,0	452,8	18,3	14,8	146,9	126,6
	1 [n = 4]	306,3	510,4	12,0	16,3	68,4	86,9
	2 [n = 4]	253,9	178,5	17,0	8,9	84,1	56,2
	3 [n = 14]	486,9	704,2	22,0	20,0	138,2	126,2
	5 [n = 9]	120,4	248,7	7,1	15,3	37,2	77,9
	AV	<u>348,7</u>	<u>517,0</u>	<u>16,2</u>	<u>17,0</u>	<u>102,8</u>	<u>111,5</u>

Tab. 28 Darstellung der mittleren Stammzahl, Grundfläche und des mittleren Vorrats bezogen auf die Schadstufen für das Jahr 2015 [n = 38 Plots]

Baumartenzusammensetzung

Die Baumartenzusammensetzung für das Jahr 2015 wurde über 38 Plots und 154 Bäume erstellt. Die **Tab. 29** zeigt die Zusammensetzung über die Waldtypen. Über das gesamten Projektgebiet und alle Baumarten betrachtet ist die Fichte mit 39,5 % am häufigsten vertreten, dahinter reiht sich die Schwarzkiefer mit 30,6 %, obwohl diese nur im Waldtyp Ftb7 vorkommt.

Die Weißkiefer zeigt einen relativen Anteil von 29,3 %. Auch die Lärche ist nur mit 79 N/ha oder einem Anteil von 0,6 % präsent. Mehlsbeere fehlt komplett.

	WT	Fi		Lä		WK		SK		Gesamt N/ha
		N/ha	%	N/ha	%	N/ha	%	N/ha	%	
2015	Bu17	899	100,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	899
	Bu3	2065	63,9	37	1,2	1131	35,0	0	0,0	3234
	Fkb1	819	38,1	0	0,0	1330	61,9	0	0,0	2149
	Ftb7	1293	21,2	42	0,7	710	11,6	4058	66,5	6103
	Lat2	155	17,9	0	0,0	710	82,1	0	0,0	865
	AV	5231	39,5	79	0,6	3882	29,3	4058	30,6	13249

Tab. 29 Die Baumartenzusammensetzung bezogen auf die Stammzahl pro Hektar für die einzelnen Waldtypen

Tab. 30 stellt die Verteilung der Baumarten bezogen auf die Schadstufen 0 – 5 dar. Die Fichte ist in der Schadstufe 0 mit 92,6 % am stärksten vertreten, gefolgt von der Schadstufe 1. Der Weißkiefernanteil ist hingegen in der Schadstufe 2 mit 68,5 % und in der Schadstufe 5 mit 59,1 % am höchsten. In der Klasse 0 ist er mit lediglich 7,4 % am geringsten. Die Schwarzkiefer kommt nur in der Schadstufe 3 und in der Schadstufe 5 vor (53,6 % bzw. 37,3 %) vor. Lärche findet sich in der Schadstufe 1 und in der Schadstufe 3, der Anteil ist jedoch gering. Die Mehlsbeere fehlt komplett.

	SS	Fi		Lä		WK		SK		Gesamt N/ha
		N/ha	%	N/ha	%	N/ha	%	N/ha	%	
2015	0	2878	92,6	0	0,0	231	7,4	0	0,0	3108
	1	738	60,2	37	3,0	450	36,7	0	0,0	1225
	2	320	31,5	0	0,0	696	68,5	0	0,0	1016
	3	1255	18,4	42	0,6	1865	27,4	3654	53,6	6816
	5	39	3,6	0	0,0	641	59,1	404	37,3	1084
	AV	5231	39,5	79	0,6	3882	29,3	4058	30,6	13249

Tab. 30 Die Baumartenzusammensetzung bezogen auf die Stammzahl pro Hektar für die Schadstufen

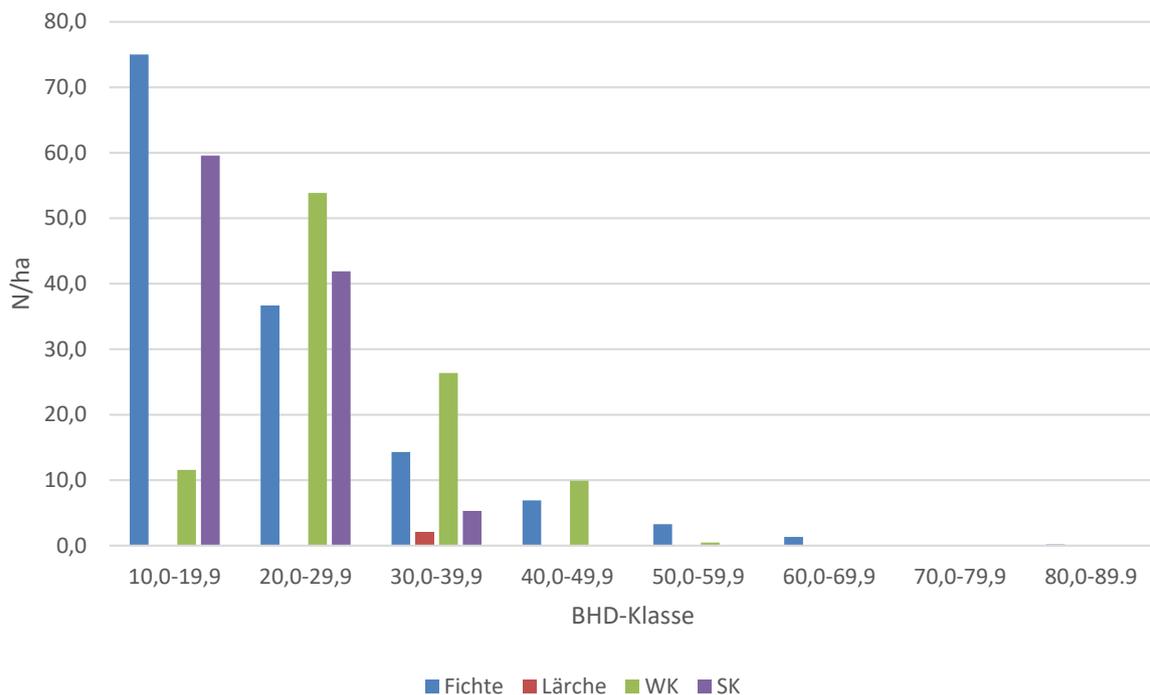
Durchmesserverteilung

Abb. 32 Mittlere Verteilung der Stammzahlen bezogen auf die vorkommenden BA im Jahr 2015

Bei der Durchmesserverteilung werden die aus den aufgenommenen Winkelzählproben errechneten Stammzahlen nach ihrer mittleren Häufigkeit in den einzelnen BHD-Klassen angeführt. Vor allem in den unteren BHD-Klassen zeigen sich hohe Anzahlen an Individuen. Fichte ist in der BHD-Klasse 10,0 – 19,9 cm mit $75,0 \pm 203,2$ N/ha am stärksten vertreten, die mittlere Anzahl nimmt mit Zunahme des BHDs ab. In der BHD-Klasse 80,0 – 89,9 cm sind lediglich $0,2 \pm 1,1$ N/ha vorhanden. Die Schwarzkiefer zeigt ein ähnliches Bild wie die Fichte, kommt jedoch nur bis zur BHD-Klasse 39,9 cm vor. Die Weißkiefer ist in den Klassen 10,0 – 49,9 cm präsent. Am häufigsten ist die Weißkiefer in der Klasse 20,0 – 29,9 cm mit $53,9 \pm 89,5$ N/ha. Die Lärche kommt nur in der Klasse 30,0 – 39,9 cm mit $2,1 \pm 8,9$ N/ha vor (siehe **Abb. 32** und **Tab. 31**).

Stammzahlen N [N/ha]		Fichte	SD [±]	WK	SD [±]	SK	SD [±]
2015	10,0 – 19,9	75,0	203,2	11,6	40,1	59,6	274,5
	20,0 – 29,9	36,7	85,6	53,9	89,5	41,9	169,5
	30,0 – 39,9	14,3	40,7	26,4	50,6	5,3	20,6
	40,0 – 49,9	6,9	17,5	9,9	21,7	106,8	456,3
	50,0 – 59,9	3,3	8,3	0,5	2,8	/	/
	60,0 – 69,9	1,3	6,4	/	/	/	/
	70,0 – 79,9	/	/	/	/	/	/
	80,0 – 89,9	0,2	1,1	/	/	/	/
	AV	137,6	257,8	102,2	159,5	106,8	456,3

Tab. 31 Darstellung der mittleren Stammzahl von 2015 bezogen auf die Baumarten und BHD-Klassen

4.4.2 Stabilitätsmerkmale

Die Analyse der Stabilitätsmerkmale bezieht sich ausschließlich auf die lebenden Individuen im Jahr 2015, die toten Bäume wurden für diese Bewertung nicht herangezogen.

Schlankheitsgrad

Tab. 32 zeigt die gemittelten Schlankheitsgrade bezogen auf die Baumarten und die Schadstufeneinteilung von 2014 nach dem Brand. Für die Untersuchung des h/d-Werts wurde näher auf die Baumarten *Picea abies*, *Pinus sylvestris* und *Pinus nigra* eingegangen, da für diese Baumarten Richtwerte aus der wissenschaftlichen Literatur vorliegen. Der Überblick zeigt deutlich, dass die Stabilität der Einzelbäume gegeben ist und auch schon vor dem Brandereignis gegeben war. Bezogen auf die Schadstufen 0 – 5 überschreitet keiner der gemittelten Werte 80 und gilt somit als stabil. Der höchste h/d-Wert von $69,3 \pm 12,4$ zeigt sich für die Fichte in der Schadstufe 0. Selbst wenn man die 2014 nach dem Brand abgestorbenen Bäume in den Schadstufen 3 und 5 untersucht, zeigen sie im Mittel über alle drei Baumarten einen h/d-Wert von $56,7 \pm 12,8$.

	Baumarten	Fi	WK	SK
Schadstufe 5	2015 [H/D]	41,7	34,8	48,7
	SD	0,0	4,8	5,6
	[n]	1	10	5
Schadstufe 3	2015 [H/D]	52,1	40,1	54,6
	SD [%]	18,3	12,1	16,0
	[n]	19	32	25
Schadstufe 2	2015 [H/D]	43,9	31,5	--
	SD [%]	8,9	11,2	--
	[n]	5	12	--
Schadstufe 1	2015 [H/D]	58,7	36,6	--
	SD [%]	19,6	11,3	--
	[n]	4	7	--
Schadstufe 0	2015 [H/D]	69,3	36,0	--
	SD [%]	12,4	11,6	--
	[n]	28	4	--
Gesamt AV	2015 [H/D]	60,1	37,0	53,6
	SD [%]	17,4	11,2	14,9
	[n]	57	65	30

Tab. 32 Darstellung des mittleren H/D-Verhältnisses bezogen auf die Baumarten und die unterschiedlichen Schadstufen

Kronenzustand

Das Kronenprozent der Baumarten und der Kronenabstand der grünen Krone vom Boden wurden untersucht, da diese Werte einen hohen Einfluss auf die Vitalität und Stabilität des Waldes haben.

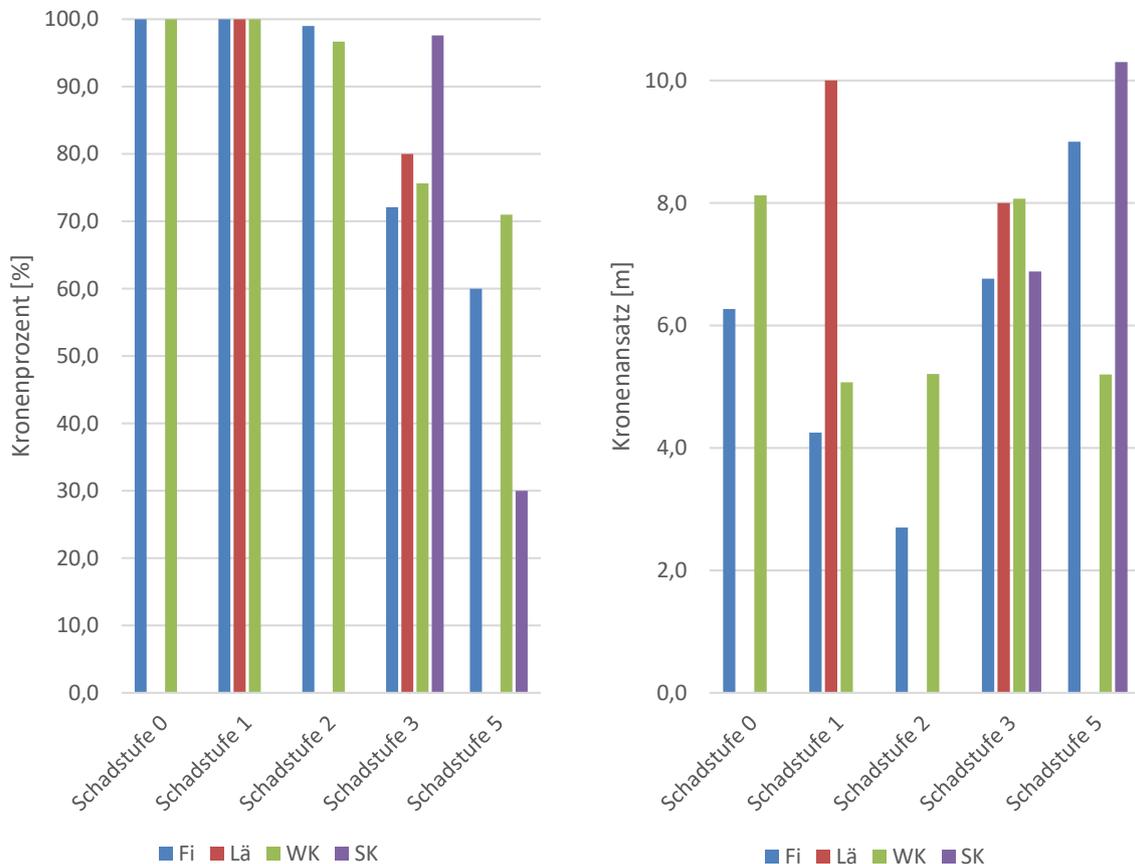


Abb. 33 Darstellung des mittleren Kronenprozents und des mittleren Kronenansatzes der grünen Krone bezogen auf die Baumarten und Schadstufen (n = 154)

Abb. 33 präsentiert die mittleren Kronenprozente und die Kronenansätze der grünen Krone getrennt nach Baumarten und Schadstufen. Die Balken in der linken Abbildung stellen den prozentuellen Anteil der grünen Krone bezogen auf die gesamte Krone dar. Das Kronenprozent in der Schadstufe 0 und der Schadstufe 1 beläuft sich auf 100 % über alle Baumarten. Schadstufe 2 offenbart bei der Fichte ein Kronenprozent von $99,0 \pm 2,2$ % und bei der WK von $96,7 \pm 8,6$ %. Betrachtet man die Schadstufe 3, lässt sich zwischen den Baumarten Fichte, Lärche, WK und SK ein Unterschied erkennen, die Schwarzkiefer überragt die anderen Baumarten in dieser Schadstufe mit $97,6 \pm 6,6$ %. In der Schadstufe 5 hingegen ist die Schwarzkiefer mit einem Kronenprozent von $30,0 \pm 16,6$ % im hinteren Bereich angesiedelt. Das Kronenprozent der Baumarten wurde in Bezug auf die Schadstufen statistisch untersucht. Mit fünfprozentiger Irrtumswahrscheinlichkeit kann die Nullhypothese, dass es hinsichtlich des Kronenprozents keinen Unterschied für die Baumarten Fichte,

Weißkiefer, Lärche und Schwarzkiefer zwischen den Schadstufen gibt, abgelehnt werden. Der Unterschied ist signifikant.

Der Kronenansatz verschiebt sich mit höherer Schadklasse nach oben. In der Schadstufe 3 liegt der Kronenansatz der Fichte bei $6,8 \pm 2,9\text{m}$. Bei der WK in der Schadstufe 3 ist der Kronenansatz bei $8,1 \pm 2,7\text{m}$ und in der Schadstufe 5 bei $5,2 \pm 1,4\text{m}$.

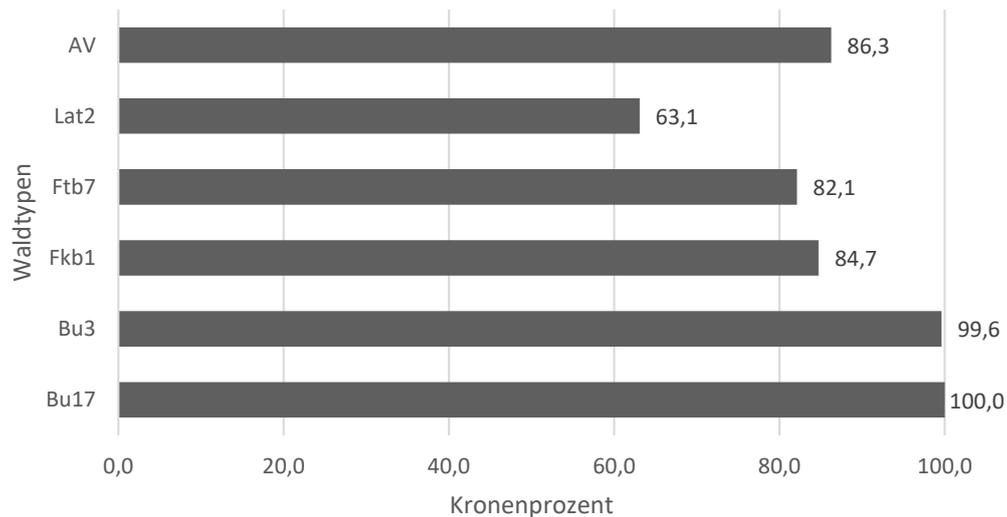


Abb. 34 Mittleres Kronenprozent über die Waldtypen im Jahr 2015 (n = 154)

Das mittlere Kronenprozent zeigt ein deutliches Gefälle über die Waldtypen. Der Waldtyp Bu17 kann als einziger Waldtyp ein Kronenprozent von $100,0 \pm 0,0 \%$ aufweisen. Bu3 erreicht ein mittleres Kronenprozent von $99,6 \pm 1,4 \%$, Fkb1 kommt hingegen nur noch auf ein mittleres Kronenprozent von $84,7 \pm 22,5 \%$. Der Waldtyp Ftb7 weist ein ähnliches mittleres Kronenprozent auf wie der Waldtyp Fkb1 mit $82,1 \pm 28,6 \%$. Lat2 hat das geringste Kronenprozent mit $63,1 \pm 34,4 \%$. Allgemein gesehen wird ein Kronenprozent über den gesamten AV und alle 38 Aufnahmepunkte von $86,3 \pm 25,1 \%$ erreicht (siehe **Abb. 34**).

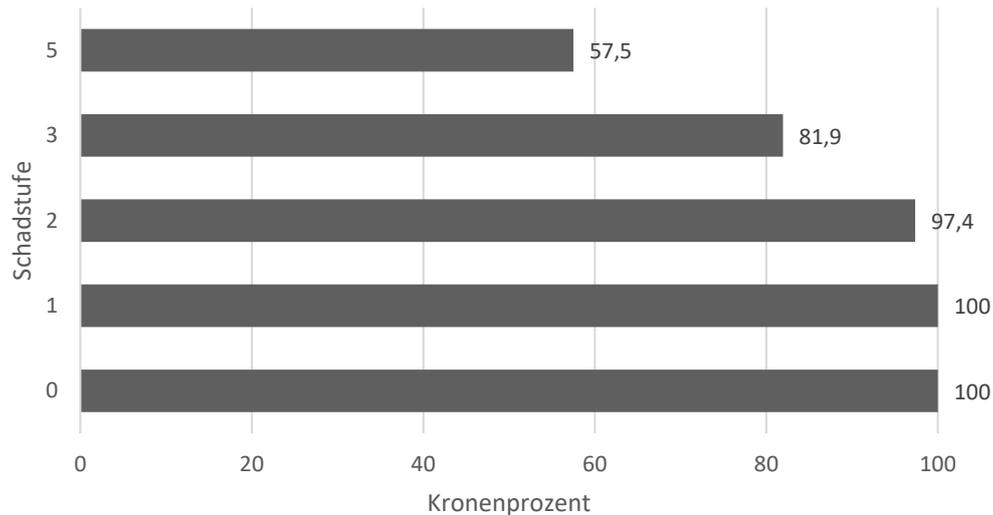


Abb. 35 Mittleres Kronenprozent über die Schadstufen im Jahr 2015 (n = 154)

Abb. 35 zeigt das mittlere Kronenprozent bezogen auf die Schadstufen. Schadstufe 1 und 2 sind von keiner Beeinträchtigung der Krone betroffen. Schadstufe 2 zeigt ein Kronenprozent von $97,4 \pm 7,3$ %. Schadstufe 3 weist nur mehr ein Kronenprozent von $81,9 \pm 26,4$ % auf. Schadstufe 5 zeigt ein Kronenprozent von $57,5 \pm 34,0$ % (siehe **Tab. 42**). Damit liegen die Werte für Schadstufe 3 und 5 unterm dem Durchschnitt im Untersuchungsgebiet.

4.4.3 Verjüngungssituation

Verjüngungsgrundlagen

Die Untersuchung der Bodenbedeckung wurde auf den Traktflächen der Verjüngungsanalyse durchgeführt. Sowohl die Verjüngungs- als auch die Bedeckungsaufnahmen wurden 2015 auf 38 Punkten zu je 100 m² pro Punkt aufgenommen. Die Analyse der Bedeckungsaufnahmen 2015 zeigt, dass $91,8 \pm 16,5$ % der untersuchten Fläche vegetationsfähiger Boden sind (offener Boden und Streu; kein Totholz). Sonstige Bodenbedeckung in Form von Steinen, Felsen, Totholz, und Lebendholz nehmen nur $8,3 \pm 16,5$ % der untersuchten Flächen ein, siehe (**Abb. 36**).

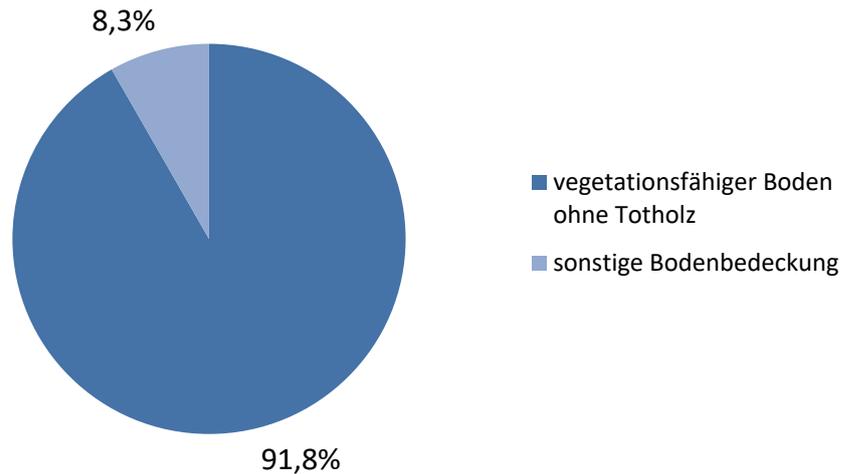


Abb. 36 Prozentanteil der Bodenbedeckung am Absamer Vorberg (n = 38)

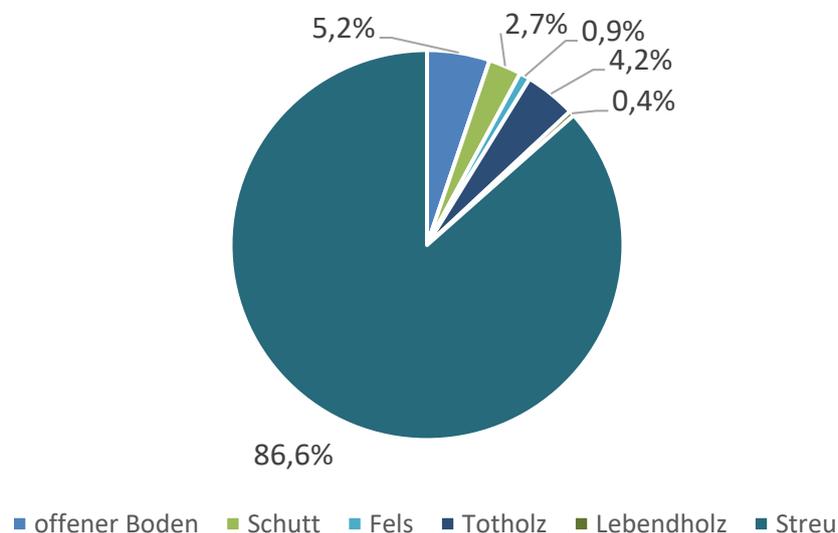


Abb. 37 Prozentanteil der Bodenbedeckung untergliedert in die möglichen sechs Bodenbedeckungsarten am AV (n = 38)

Abb. 37 zeigt die Verteilung der Bodenbedeckungsarten über die aufgenommenen Verjüngungspunkte am AV. Der größte Teil der Bodenbedeckung ist demnach Streu mit $86,6 \pm 19,9$ %. Der vermeintlich geringe Anteil an Lebendholz ($0,4 \pm 1,4$ %) lässt sich auf die Aufnahme zurückführen, welche die Deckungsschätzung bei Stämmen unter der Vorstellung, dass die Bäume an der Erdoberfläche abgeschnitten werden, festlegt. Der direkte Vergleich mit den Winkelzählproben ist nicht möglich, da sich die Bodenbedeckungsanalyse auf die 100 m² fixe Aufnahme­fläche bezieht und jene der Winkelzählprobe keine fixe Probefläche darstellt. Bezogen auf die einzelnen Waldtypen findet man eine ähnliche Verteilung der Bodenbedeckung vor, nur der Waldtyp Lat2 zeigt mit $18,3 \pm 25,5$ % Totholzanteil einen deutlichen Unterschied zu den anderen Waldtypen.

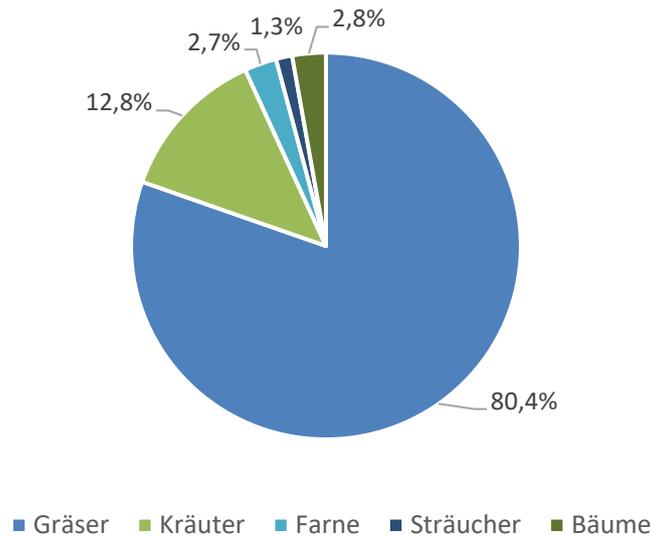


Abb. 38 Prozentueller Anteil der Bodenvegetation der Krautschicht auf vegetationsfähigem Untergrund (n = 38)

Wie bereits angeführt, wurde die Bodenbedeckung in verschiedene Arten unterteilt. Dabei wurde angenommen, dass nur die Unterteilungen „offener Boden“ und „Streu“ zum derzeitigen Zeitpunkt als vegetationsfähig gelten. „Totholz“ wird sicher in den kommenden Jahren sowohl für die Begleitvegetation als auch für die Verjüngung zur Verfügung stehen, wurde jedoch bei dieser Untersuchung bewusst herausgenommen, da es sich zum größten Teil um Totholz als Folge des Waldbrandes handelt und somit für den Anwuchs zu diesem Zeitpunkt nur wenig relevant ist. Die Darstellung in **Abb. 38** zeigt die prozentuelle Verteilung der Begleitvegetation des verjüngungsfähigen Untergrundes über alle 2015 aufgenommenen Plots, verteilt über den gesamten AV. Auffällig ist der dominante Anteil an Gräsern primär durch *Molinia* mit $80,4 \pm 50,2$ % über alle Aufnahmepunkte. Die zweitstärkste Gruppe der Kräuter mit $12,8 \pm 24,4$ % ist verhältnismäßig gering vertreten, den restlichen prozentuellen Anteil teilen sich Farne, Sträucher und Bäume. Eine Analyse der Bodenbedeckung auf den von der Grassaat betroffenen Punkten war nicht möglich, da die Punkte aus Sicherheitsgründen 2015 nicht aufgenommen werden konnten.

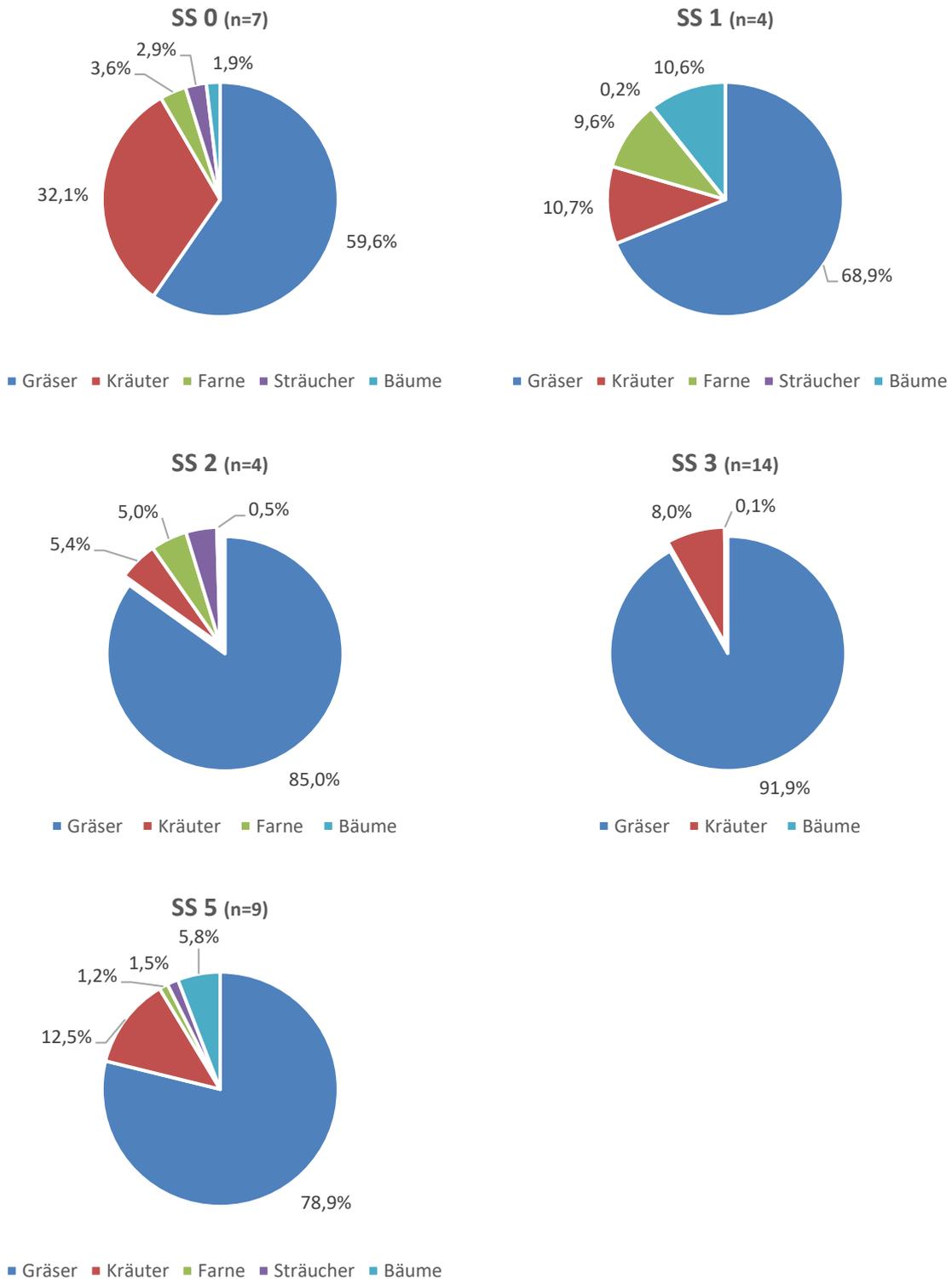


Abb. 39 Prozentuelle Verteilung der Begleitvegetation bezogen auf die Schadstufen

Betrachtet man in **Abb. 39** die verschiedenen Schadstufen, fällt auf, dass die Schadstufen 2, 3, 4 und 5 die höchsten Anteile an vergraster Fläche aufweisen (> 70 %). Die Schadstufen 0 und 1 zeigen einen geringeren Anteil. Mittels der einfaktoriellen Varianzanalyse wurde der Grasanteil in Bezug auf die Schadstufen überprüft. Mit fünfprozentiger

Irrtumswahrscheinlichkeit kann die Nullhypothese, dass es keinen Unterschied zwischen den Schadstufen hinsichtlich des Grasanteils gibt, abgelehnt werden. Der Unterschied ist signifikant.

Verjüngungsstruktur

Tab. 33 zeigt die Baum- und Straucharten auf dem Absamer Vorberg, welche in den 38 Verjüngungsaufnahmen im Jahre 2015 vorkamen. Für diese Darstellung wurden die angetroffenen Individuen in den vier Untersuchungsrechtecken (12,5 m x 2 m) herangezogen. In die Klasse 1 fielen insgesamt die meisten Individuen mit $1031,6 \pm 1454,0$, deutlich vor der Klasse 2 mit $494,7 \pm 664,5$. Die geringste Verjüngungszahl wiesen die Klassen 5 mit $100 \pm 191,7$ und die Klasse 7 mit $34,2 \pm 78,1$ auf.

	KI 0 (< 10 cm)	KI 1 (10–30 cm)	KI 2 (31–50 cm)	KI 3 (51–80 cm)	KI 4 (81–130 cm)	KI 5 (131– 200cm)	KI 6 (2–5 m)	KI 7 (5–10 m)
Bber	--	--	2,6	5,3	--	--	--	--
BAH	15,8	36,8	13,2	34,2	42,1	--	2,6	--
Bi	2,6	5,3	--	--	--	--	--	--
Bu	--	2,6	10,5	--	--	--	5,3	--
Eibe	--	--	2,6	--	--	--	--	--
Es	--	5,3	--	--	--	--	--	--
FLB	23,7	55,3	36,8	23,7	--	5,3	--	--
Fbirn	--	31,6	2,6	5,3	--	2,6	--	--
Fi	2,6	34,2	57,9	81,6	115,8	47,4	89,5	10,5
HAS	7,9	39,5	5,3	10,5	2,6	--	--	--
Hro	--	13,2	7,9	2,6	--	--	--	--
Hki	--	--	2,6	--	--	--	--	--
Lä	--	--	--	--	--	--	15,8	7,9
Lat	--	5,3	2,6	7,9	18,4	21,1	13,2	--
MB	102,6	263,2	73,7	42,1	23,7	--	--	--
SEI	28,9	60,5	--	--	--	--	--	--
Vb	10,5	28,9	5,3	--	--	--	--	--
VKI	2,6	--	--	2,6	--	--	--	--
Weil	--	28,9	7,9	2,6	--	--	--	--
Wdor	--	--	--	2,6	--	--	--	--
WK	13,2	7,9	55,3	23,7	36,8	18,4	36,8	15,8
WSch	23,7	413,2	207,9	44,7	23,7	5,3	2,6	--
AV	234,2	1031,6	494,7	289,5	263,2	100,0	165,8	34,2

Tab. 33 Klasseneinteilung der Stammzahl/ha der Verjüngung von Baum- und Straucharten im Jahr 2015 (n = 38 Plots)

Abb. 40 stellt die 5 häufigsten Baumarten über die 8 Höhenklassen dar. In den untersten 3 Klassen (Klasse 0 bis Klasse 2) dominiert die Mehlsbeere mit $102,6 \pm 161,9$, $263,2 \pm 427,1$ bzw. $73,7 \pm 155,4$ N/ha. *Sorbus aria* nimmt jedoch über die höheren Klassen deutlich ab, bis sie

schlussendlich in den Klassen 5, 6 und 7 komplett fehlt. Die Fichte zeigt in den Klassen 2 bis 6 eine deutliche Präsenz und nimmt in den Klassen 3 ($81,6 \pm 184,3$ N/ha), 4 ($115,8 \pm 229,6$ N/ha), 5 ($47,4 \pm 105,9$ N/ha) und 6 ($89,5 \pm 165,7$ N/ha) eine Vormachtstellung ein. Weißkiefer ist in allen Klassen vertreten, liegt im Schnitt deutlich hinter der Fichte. Stieleiche ist nur in den Klassen 0 ($28,9 \pm 80,2$ N/ha) und 1 ($60,5 \pm 117,5$ N/ha) vorhanden, liegt jedoch direkt hinter der Mehlspeere. Bergahorn findet sich in allen Klassen außer den Klassen 5 und 7. In den höheren Klassen fehlen viele Baumarten. Ab der Klasse 5 sind beinahe nur noch Fichten und Weißkiefern vorzufinden, vereinzelt mischen sich noch Laubbäume in diese Klassen.

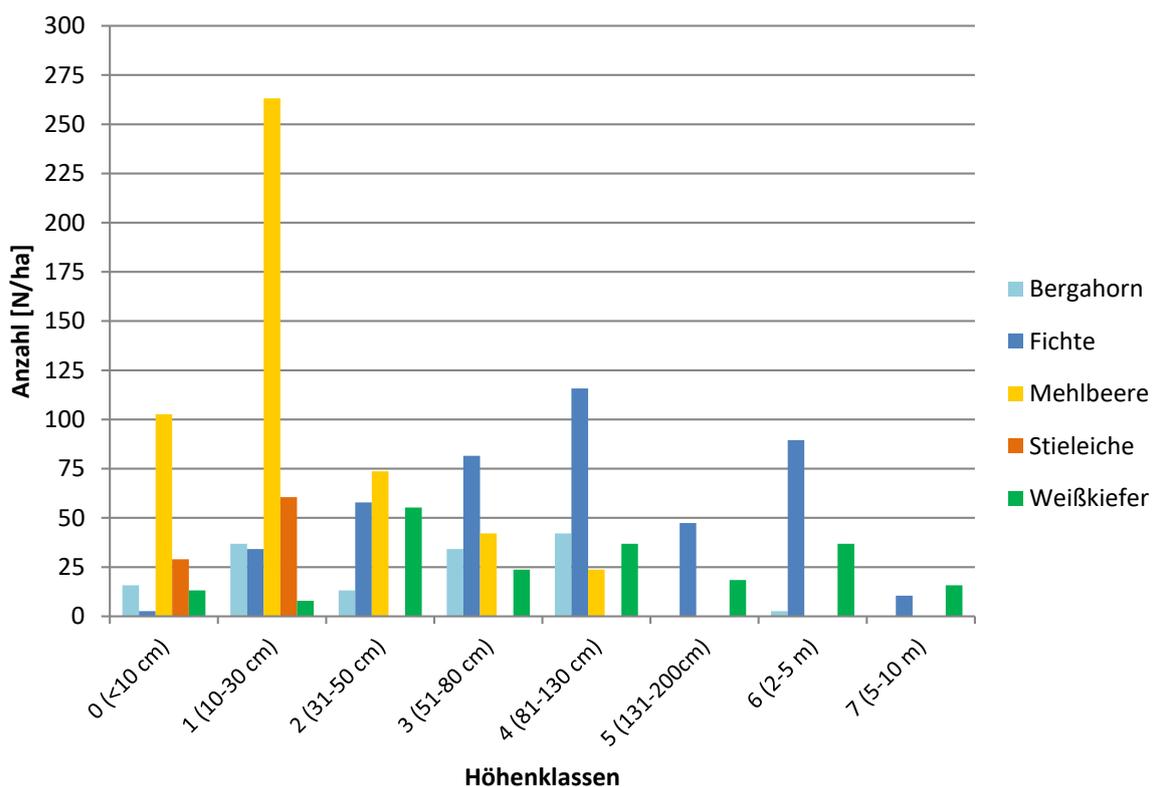


Abb. 40 Verteilung der Verjüngung (Baumarten) über die 8 Höhenklassen dargestellt für die 5 häufigsten Arten (n = 38 Plots)

Abb. 41 stellt die Verteilung der verholzten Sträucher der 5 häufigsten Arten über die 8 Höhenklassen dar. Der Wollige Schneeball ist im Gegensatz zu den anderen Arten in jeder außer der Klasse 7 vorhanden. Vor allem die Klasse 1 und 2 dominiert der Wollige Schneeball, die Anzahl an Individuen pro Hektar in der Klasse 1 beträgt $413,2 \pm 890,2$, in der Klasse 2 liegt der Wert bei $207,9 \pm 402,9$ Pflanzen pro Hektar. Die Häufigkeiten in den Klassen 3 ($44,7 \pm 151,9$ N/ha) und 4 ($23,7 \pm 82,0$ N/ha) liegen ebenfalls deutlich über jenen der anderen Straucharten. Der Faulbaum nimmt nach dem Wolligen Schneeball in den Klassen 1, 2 und 3 die zweithöchste Verjüngungszahl mit $55,3 \pm 130,9$ N/ha, $36,8 \pm 105,1$ N/ha bzw. $23,7 \pm 82,0$ N/ha ein. Felsenbirne kommt überwiegend in der Klasse 1 mit $31,6 \pm 96,2$ N/ha vor, ist jedoch in den anderen Klassen kaum oder gar nicht vertreten. Ähnlich wie bei der Felsenbirne ist es

auch bei der Hasel, vor allem im Bereich zwischen 10 und 30 cm ist diese stärker vertreten, verringert sich hingegen in den anderen Klassen deutlich. Weide ist nur in der Klasse 1 anzutreffen und vereinzelt in der Klasse 2 sowie in der Klasse 3.

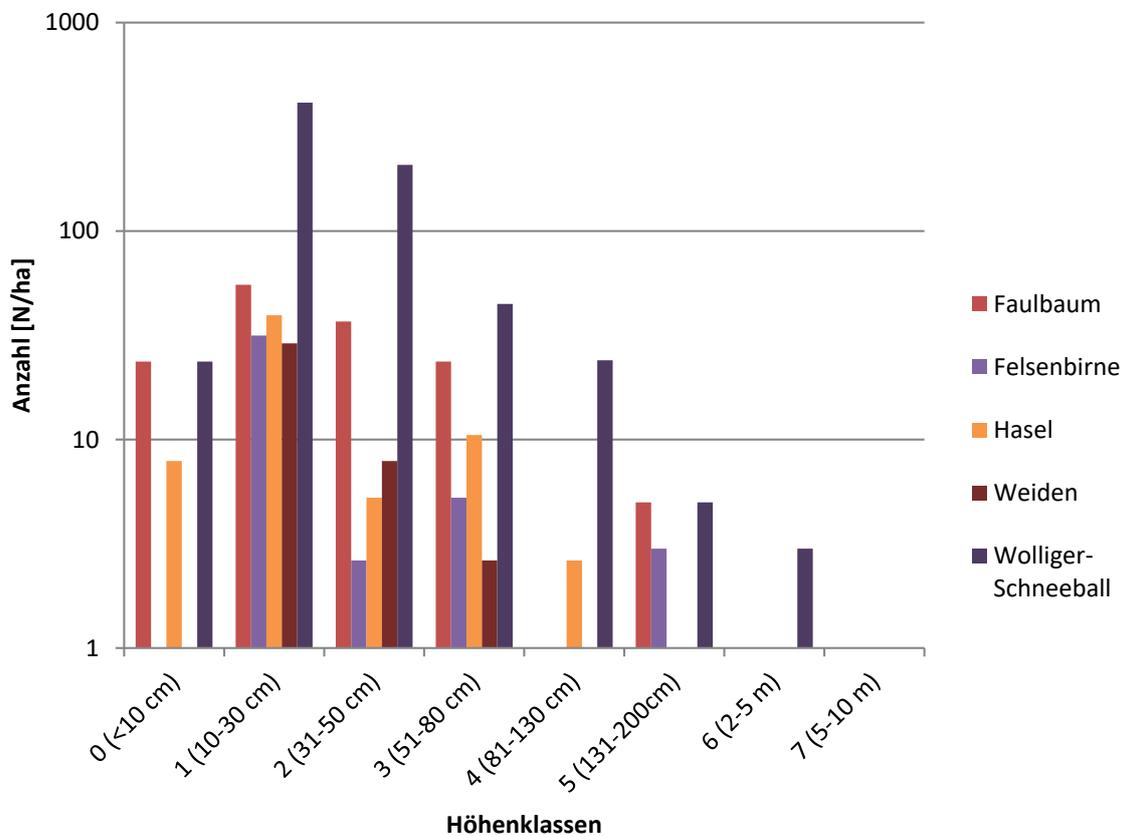


Abb. 41 Verteilung der verholzten Straucharten über die 8 Höhenklassen dargestellt nach den 5 häufigsten Arten (n = 38 Plots)

Verjüngungssituation

Die Verjüngungsdarstellung im Jahr 2015 zeigt neben den Baumarten auch verholzten Sträucher, die im Untersuchungsgebiet vorkommen. Die angeführten Tabellen (**Tab. 35**, **Tab. 36**, **Tab. 37**, **Tab. 38**) zeigen sowohl die relativen als auch absoluten Häufigkeiten der verschiedenen Arten über die Höhenklassen und Waldtypen. **Tab. 34** zeigt dies für das gesamte Untersuchungsgebiet. Bei den Höhenklassen wurden speziell die Klassen 0 (< 10 cm), 1 (10 – 30 cm), 2 (31 – 50 cm), 3 (51 – 80 cm) und 4 (81 – 130 cm) analysiert, da diese Bereiche für die Pflanzen am kritischsten sind. Der Waldtyp Bu17 wurde bewusst nicht als eigener Waldtyp angeführt, da nur ein einziger Punkt in diesem Waldtyp fällt und somit die Repräsentation gering ist. Auch die künstliche Verjüngung von Bergahorn, Buche und Weißkiefer wurde miteinbezogen.

In die Klasse 0 fallen alle Individuen unter 10 cm Höhe, auch die Keimlinge wurden in diesem Bereich zusammengefasst, da die Anzahl der Keimlinge über die gesamte Aufnahme- fläche zu

gering war, um eine eigene Klasse auszuscheiden. Bei näherer Betrachtung der **Tab. 34** über den gesamten AV fällt auf, dass sich die Artenzusammensetzung mit zunehmender Höhe verändert. Die verholzten Sträucher nehmen in den höheren Klassen deutlich ab, in den niederen Klassen sind sie jedoch sehr dominant, dies ist nicht zuletzt auf die Morphologie der Sträucher zurückzuführen. Die meisten Individuen pro Hektar befinden sich in der Klasse 1 mit $1031,6 \pm 1454,0$ N/ha vor der Klasse 2 mit $494,7 \pm 664,5$ N/ha. Auch der Vergleich zwischen den Klassen zeigt, dass sich die höchste absolute Häufigkeit an Individuen in der Klasse 1 befindet, mit zunehmender Höhe nimmt die Anzahl wieder kontinuierlich ab. Fichte, Weißkiefer und Mehlsbeere sind durchwegs präsent, da hier auch Samenbäume vorhanden sind, Lärche und Schwarzkiefer fehlen komplett. In der Klasse 0 ist die Mehlsbeere mit $102,6 \pm 161,9$ N/ha und in der Klasse 1 mit $263,2 \pm 427,1$ N/ha sehr stark vorhanden. Anzuführen ist weiters, dass die Stieleiche in den unteren Klassen (Klasse 0 $28,9 \pm 80,2$ N/ha und Klasse 1 $60,5 \pm 117,5$ N/ha) sehr verbreitet ist. Außerdem ist zu erwähnen, dass die künstliche Verjüngung einen wesentlichen Anteil in den Häufigkeiten einnimmt. Buche künstlich verjüngt kommt über alle Punkte auf einen Mittelwert von $10,5 \pm 64,9$ N/ha in der Klasse 2. Weißkiefer gesetzt und teilweise mit Verbisschutzmittel behandelt kommt auf eine Häufigkeit von $39,5 \pm 212,5$ N/ha in der Klasse 2. Bergahorn wurde künstlich verjüngt und mit Baumschutzhüllen versehen. *Acer pseudoplatanus* kommt auf eine Häufigkeit von $28,9 \pm 122,8$ N/ha in der Klasse 3 sowie $42,1 \pm 117,71$ N/ha in der Klasse 4. Betrachtet man dazu die Werte in der **Tab. 34**, fällt für die Buche in der Klasse 2 auf, dass der gesamte Anteil auf die künstliche Verjüngung zurückzuführen ist, ebenfalls ist dies beim Bergahorn in der Klasse 4 der Fall. Für die Weißkiefer in der Klasse 2 und den Bergahorn in der Klasse 3 ist die künstliche Verjüngung neben der natürlichen ein wichtiger Aspekt der Gesamtverjüngung am Absamer Vorberg.

	KL 0			KL 1			KL 2			KL 3			KL 4		
	N/ha	SD	[%]	N/ha	SD	[%]	N/ha	SD	[%]	N/ha	SD	[%]	N/ha	SD	[%]
Bber	--	--	--	--	--	--	2,6	16,2	0,5	5,3	22,6	1,8	--	--	--
BAH	15,8	54,7	6,7	36,8	91,3	3,6	13,2	34,3	2,7	34,2*	130,0*	11,8*	42,1*	117,7*	16*
Bi	2,6	16,2	1,1	5,3	32,4	0,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Bu	--	--	--	2,6	16,2	0,3	10,5*	64,9*	2,1*	--	--	--	--	--	--
Eibe	--	--	--	--	--	--	2,6	16,2	0,5	--	--	--	--	--	--
Es	--	--	--	5,3	22,6	0,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--
FLB	23,7	59,0	10,1	55,3	130,9	5,4	36,8	105,1	7,4	23,7	82,0	8,2	--	--	--
Fbirn	--	--	--	31,6	96,2	3,1	2,6	16,2	0,5	5,3	22,6	1,8	--	--	--
Fi	2,6	16,2	1,1	34,2	99,4	3,3	57,9	136,8	11,7	81,6	184,3	28,2	115,8	229,6	44
HAS	7,9	35,9	3,4	39,5	102,8	3,8	5,3	22,6	1,1	10,5	50,9	3,6	2,6	16,2	1
Hro	--	--	--	13,2	81,1	1,3	7,9	48,7	1,6	2,6	16,2	0,9	--	--	--
Hki	--	--	--	--	--	--	2,6	16,2	0,5	--	--	--	--	--	--
Lä	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Lat	--	--	--	5,3	32,4	0,5	2,6	16,2	0,5	7,9	35,9	2,7	18,4	83,4	7
MB	102,6	161,9	43,8	263,2	427,1	25,5	73,7	155,4	14,9	42,1	108,1	14,5	23,7	82,0	9
SEI	28,9	80,2	12,4	60,5	117,5	5,9	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Vb	10,5	50,9	4,5	28,9	76,8	2,8	5,3	22,6	1,1	--	--	--	--	--	--
VKI	2,6	16,2	1,1	--	--	--	--	--	--	2,6	16,2	0,9	--	--	--
WIE	--	--	--	28,9	108,8	2,8	7,9	27,3	1,6	2,6	16,2	0,9	--	--	--
Wdor	--	--	--	--	--	--	--	--	--	2,6	16,2	0,9	--	--	--
WK	13,2	41,4	5,6	7,9	35,9	0,8	55,3*	220,2*	11,2*	23,7	88,3	8,2	36,8	132,4	14
WSch	23,7	88,3	10,1	413,2	890,2	40,1	207,9	402,9	42,0	44,7	151,9	15,5	23,7	82,0	9
AV	234,2	305,2	100,0	1031,6	1454,0	100,0	494,7	664,5	100,0	289,5	403,2	100,0	263,2	408,3	100,0

Tab. 34 Mittlere Verjüngungszahlen der verholzten Vegetation in den Klassen „0 (< 10cm)“, „1 (10 – 30cm)“, „2 (31 – 50cm)“, „3 (51 – 80cm)“, „4 (81 – 130cm)“ getrennt nach Baumarten in absoluten und relativen Häufigkeiten über den gesamten AV (n = 38 Plots); Vorkommen von Kunstverjüngung sind mit * gekennzeichnet

Betrachtet man die Verteilung der einzelnen Waldtypen näher, dann wird ersichtlich, dass die verholzten Sträucher bei den Waldtypen Bu3 und Fkb1 vor allem in den niedrigen Klassen einen großen relativen Anteil für sich beanspruchen. Waldtyp Bu3 zeigt die höchste Anzahl an Individuen ($2090,0 \pm 2077,6$ N/ha) in der Klasse 1. Sehr dominant in den unteren drei Klassen (Klasse 0 – Klasse 2) ist neben der Mehlsbeere auch der Wollige Schneeball mit Werten bis zu über 40 % innerhalb der Klasse. Fichte und Weißkiefer sind vor allem in der Klasse 4 mit $330,0 \pm 322,5$ N/ha und $70,0 \pm 128,6$ N/ha stärker vertreten als in den unteren Klassen. Der Anteil der künstlichen Verjüngung bei der Weißkiefer mit Verbisschutz in der Klasse 2 beträgt $20,0 \pm 63,2$ N/ha (siehe **Tab. 35**).

Bu3	KL 0			KL 1			KL 2			KL 3			KL 4		
	N/ha	SD	[%]	N/ha	SD	[%]	N/ha	SD	[%]	N/ha	SD	[%]	N/ha	SD	[%]
Bber	--	--	--	--	--	--	10,0	30,2	1,0	20,0	40,5	2,8	--	--	--
BAH	10,0	30,2	2,9	90,0	147,1	4,3	30,0	46,7	2,9	--	--	--	--	--	--
Eibe	--	--	--	--	--	--	10,0	30,2	1,0	--	--	--	--	--	--
FLB	90,0	87,4	26,5	170,0	196,8	8,1	90,0	116,8	8,7	40,0	92,4	5,6	--	--	--
Fbirn	--	--	--	30,0	64,7	1,4	--	--	--	20,0	40,5	2,8	--	--	--
Fi	--	--	--	120,0	164,0	5,7	170,0	196,8	16,3	280,0	277,0	39,4	330,0	322,5	55,9
HAS	20,0	60,3	5,9	70,0	150,2	3,3	10,0	30,2	1,0	10,0	30,2	1,4	10,0	30,2	1,7
Hro	--	--	--	--	--	--	10,0	30,2	1,0	--	--	--	--	--	--
Lä	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Lat	--	--	--	20,0	60,3	1,0	10,0	30,2	1,0	30,0	64,7	4,2	70,0	150,2	11,9
MB	80,0	110,4	23,5	490,0	535,5	23,4	170,0	201,8	16,3	90,0	125,0	12,7	50,0	93,4	8,5
SEI	90,0	132,8	26,5	100,0	144,6	4,8	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Vb	--	--	--	50,0	121,4	2,4	10,0	30,2	1,0	--	--	--	--	--	--
VKI	10,0	30,2	2,9	--	--	--	--	--	--	10,0	30,2	1,4	--	--	--
Weiß	--	--	--	10,0	30,2	0,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Wdor	--	--	--	--	--	--	--	--	--	10,0	30,2	1,4	--	--	--
WK	20,0	40,5	5,9	20,0	60,3	1,0	80,0*	127,2*	7,7*	70,0	150,2	9,9	70,0	128,6	11,9
WSch	20,0	60,3	5,9	920,0	1488,1	44,0	440,0	519,6	42,3	130,0	263,9	18,3	60,0	121,4	10,2
Bu3	340,0	309,8	100,0	2090,0	2077,6	100,0	1040,0	629,3	100,0	710,0	460,6	100,0	590,0	558,7	100,0

Tab. 35 Mittlere Verjüngungszahlen der verholzten Vegetation in den Klassen „0 (< 10cm)“, „1 (10 – 30cm)“, „2 (31 – 50cm)“, „3 (51 – 80cm)“, „4 (81 – 130cm)“ getrennt nach Baumarten in absoluten und relativen Häufigkeiten für den Waldtyp Bu3 (n = 10 Plots) Vorkommen von Kunstverjüngung sind mit * gekennzeichnet

Tab. 36 zeigt die Häufigkeiten für den Waldtyp Fkb1, auch hier ist die Verringerung der Häufigkeit mit zunehmender Höhe zu beobachten. Mehlsbeere ist in der Klasse 0 mit $171,4 \pm 170,4$ N/ha und nimmt damit über 50 % der Verjüngung in dieser Klasse ein, in den Klassen über 3 ist sie jedoch nicht mehr anzutreffen, ähnlich auch bei der Vogelbeere. Der Anteil des Bergahorns nimmt mit der Höhe zu und kommt in der Klasse 4 auf eine Häufigkeit von $71,4 \pm 125,4$ N/ha, bei diesem Wert handelt es sich jedoch um 100 % künstliche Verjüngung mit Baumschutzhüllen. Auch in der Klasse 3 ist der Bergahorn mit $14,3 \pm 37,8$ N/ha zur Gänze künstlich verjüngt worden. In der Klasse 2 beträgt der Anteil der künstlichen Verjüngung $57,1 \pm 151,2$ N/ha für die Buche und $185,7 \pm 491,4$ N/ha für die Weißkiefer und ist somit die einzige Häufigkeit in dieser Klasse für die beiden Baumarten. Die Fichte zeigt hingegen in den höheren Klassen eine steigende Präsenz ohne ergänzende künstliche Maßnahmen.

	KL 0			KL 1			KL 2			KL 3			KL 4		
	N/ha	SD	[%]	N/ha	SD	[%]	N/ha	SD	[%]	N/ha	SD	[%]	N/ha	SD	[%]
BAH	14,3	37,8	4,3	42,9	78,7	10	--	--	--	14,3*	37,8*	25,0*	71,4*	125,4*	50*
Bu	--	--	--	14,3	37,8	3,3	57,1*	151,2*	19,0*	--	--	--	--	--	--
Es	--	--	--	14,3	37,8	3,3	--	--	--	--	--	--	--	--	--
FLB	--	--	--	14,3	37,8	3,3	--	--	--	14,3	37,8	25,0	--	--	--
Fi	--	--	--	--	--	--	14,3	37,8	4,8	28,6	48,8	50,0	71,4	189,0	50
HAS	--	--	--	28,6	75,6	6,7	--	--	--	--	--	--	--	--	--
MB	171,4	170,4	52,2	142,9	139,7	33,3	42,9	78,7	14,3	--	--	--	--	--	--
SEI	14,3	37,8	4,3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Vb	42,9	113,4	13,0	28,6	48,8	6,7	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Weiß	--	--	--	14,3	37,8	3,3	--	--	--	--	--	--	--	--	--
WK	--	--	--	--	--	--	185,7*	491,4*	61,9*	--	--	--	--	--	--
WSch	85,7	186,4	26,1	128,6	111,3	30,0	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Fkb1	328,6	354,6	100,0	428,6	275,2	100,0	300,0	621,8	100,0	57,1	97,6	100,0	142,9	299,2	100,0

Tab. 36 Mittlere Verjüngungszahlen der verholzten Vegetation in den Klassen „0 (< 10cm)“, „1 (10 – 30cm)“, „2 (31 – 50cm)“, „3 (51 – 80cm)“, „4 (81 – 130cm)“ getrennt nach Baumarten in absoluten und relativen Häufigkeiten für den Waldtyp Fkb1 (n = 7 Plots) Vorkommen von Kunstverjüngung sind mit * gekennzeichnet

Im Waldtyp Ftb7 gewinnen die bereits etablierten Nadelbaumarten Fichte und Weißkiefer vor allem in den höheren Klassen an Bedeutung, wobei die mittlere Stammzahl in der Klasse 4 mit $166,7 \pm 308,5$ relativ gering ist (siehe **Tab. 37**). Anders als bei Waldtyp Fkb1 verjüngen sich die Buche und die Weißkiefer auf natürliche Weise, ohne künstliche Eingriffe durch den Menschen. Bei den Laubbaumarten setzt sich in den höheren Klassen nur der Bergahorn ($41,7 \pm 144,3$ N/ha) durch, dies lässt sich jedoch auch wieder auf das künstliche Einbringen des Bergahorns mit Baumschutzhüllen zurückführen. Der natürlich angetroffene Anteil des Bergahorns in der Klasse 4 wäre 0.

	KL 0			KL 1			KL 2			KL 3			KL 4		
	N/ha	SD	[%]	N/ha	SD	[%]	N/ha	SD	[%]	N/ha	SD	[%]	N/ha	SD	[%]
BAH	25,0	86,6	10,3	8,3	28,9	0,82	8,3	28,9	1,7	8,3	28,9	4,2	41,7*	144,3*	25*
Bi	8,3	28,9	3,4	16,7	57,7	1,6	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Bu	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Es	--	--	--	8,3	28,9	0,8	--	--	--	--	--	--	--	--	--
FLB	--	--	--	25,0	86,6	2,5	41,7	144,3	8,5	33,3	115,5	16,7	--	--	--
Fi	8,3	28,9	3,4	8,3	28,9	0,8	33,3	115,5	6,8	8,3	28,9	4,2	41,7	116,5	25,0
HAS	8,3	28,9	3,4	50,0	100,0	4,9	8,3	28,9	1,7	25,0	86,6	12,5	--	--	--
Hro	--	--	--	41,7	144,3	4,1	25,0	86,6	5,1	8,3	28,9	4,2	--	--	--
Lä	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Lat	141,7	219,3	58,6	316,7	506,0	31,1	50,0	173,2	10,2	58,3	144,3	29,2	--	--	--
MB	8,3	28,9	3,4	66,7	107,3	6,6	--	--	--	--	--	--	--	--	--
SEI	8,3	28,9	3,4	8,3	28,9	0,8	8,3	28,9	1,7	--	--	--	--	--	--
Vb	--	--	--	75,0	186,5	7,4	25,0	45,2	5,1	8,3	28,9	4,2	--	--	--
WK	25,0	62,2	10,3	8,3	28,9	0,8	--	--	--	16,7	57,7	8,3	58,3	202,1	35,0
WSch	8,3	28,9	3,4	383,3	575,0	37,7	291,7	444,1	59,3	33,3	77,8	16,7	25,0	86,6	15,0
Ftb7	241,7	337,0	100,0	1016,7	1321,0	100,0	491,7	697,3	100,0	200,0	307,5	100,0	166,7	308,5	100,0

Tab. 37 Mittlere Verjüngungszahlen der verholzten Vegetation in den Klassen „0 (< 10cm)“, „1 (10 – 30cm)“, „2 (31 – 50cm)“, „3 (51 – 80cm)“, „4 (81 – 130cm)“ getrennt nach Baumarten in absoluten und relativen Häufigkeiten für den Waldtyp Ftb7 (n = 12 Plots) Vorkommen von Kunstverjüngung sind mit * gekennzeichnet

Der Waldtyp Lat2 weist die geringsten Häufigkeiten in Bezug auf die aktuelle Präsenz der Baumarten und verholzten Sträucher auf (**Tab. 38**). Die Klasse 2 zeigt mit $25,0 \pm 46,3$ N/ha noch hinter der Klasse 0 mit $37,5 \pm 74,4$ N/ha die geringste Häufigkeit über alle 8 Plots auf. Bergahorn und Mehlbeere sind beinahe in allen Klassen vertreten. Die Ursache für das Vorkommen von Bergahorn auch in den höheren Klassen liegt in der künstlichen Verjüngung. In der Klasse 4 beträgt der Anteil des künstlich verjüngten Bergahorns mit einer Häufigkeit von $75,0 \pm 148,8$ N/ha und somit 100 % für diese Baumart. In der Klasse 3 nimmt die künstliche Verjüngung für den Bergahorn $125,0 \pm 254,95$ N/ha ein und dominiert in diesem Fall auch die Anteile in der gesamten Klasse. Fichte ist lediglich in der Klasse 4 mit $12,5 \pm 35,4$ N/ha vertreten, Weißkiefer setzt in der Klasse 2 aus und ist somit nicht in allen 5 Klassen vertreten. Klasse 3 wird von Bergahorn dominiert ($137,5 \pm 266,9$ N/ha).

	KL 0			KL 1			KL 2			KL 3			KL 4		
	N/ha	SD	[%]	N/ha	SD	[%]	N/ha	SD	[%]	N/ha	SD	[%]	N/ha	SD	[%]
BAH	12,5	35,4	33,3	12,5	35,4	5,556	--	--	--	137,5*	266,9*	100,0*	75,0*	148,8*	54,55*
FLB	--	--	--	112,5	180,8	50,0	12,5	35,4	50,0	--	--	--	--	--	--
Fi	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	12,5	35,4	9,091
Lä	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Lat	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
MB	25,0	70,7	66,7	12,5	35,4	5,6	12,5	35,4	50,0	--	--	--	50,0	141,4	36,4
SEI	--	--	--	12,5	35,4	5,6	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Vb	--	--	--	12,5	35,4	5,6	--	--	--	--	--	--	--	--	--
WK	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
WSch	--	--	--	62,5	118,8	27,8	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Lat2	37,5	74,4	100,0	225,0	315,1	100,0	25,0	46,3	100,0	137,5	266,9	100,0	137,5	206,6	100,0

Tab. 38 Mittlere Verjüngungszahlen der verholzten Vegetation in den Klassen „0 (< 10cm)“, „1 (10 – 30cm)“, „2 (31 – 50cm)“, „3 (51 – 80cm)“, „4 (81 – 130cm)“ getrennt nach Baumarten in absoluten und relativen Häufigkeiten für den Waldtyp Lat2 (n = 8 Plots) Vorkommen von Kunstverjüngung sind mit * gekennzeichnet

Die folgenden Untersuchungen beziehen sich auf die aktuelle Verjüngungssituation bezogen auf die Schadstufen. Das Hauptaugenmerk richtet sich auf die angetroffenen Baumarten (*Acer pseudoplatanus*, *Betula pendula*, *Fagus sylvatica*, *Taxus baccata*, *Fraxinus excelsior*, *Picea abies*, *Larix decidua*, *Sorbus aria*, *Quercus robur*, *Sorbus aucuparia*, *Prunus avium*, *Pinus sylvestris*), die verholzten Sträucher wurden außen vor gelassen. Für eine zukünftige Schutzwirkung ist die Stammzahl in den vom Brand stark betroffenen Gebieten essentiell, um auch für die nachfolgenden Jahre eine Sicherheit gegenüber Naturgefahren bieten zu können.

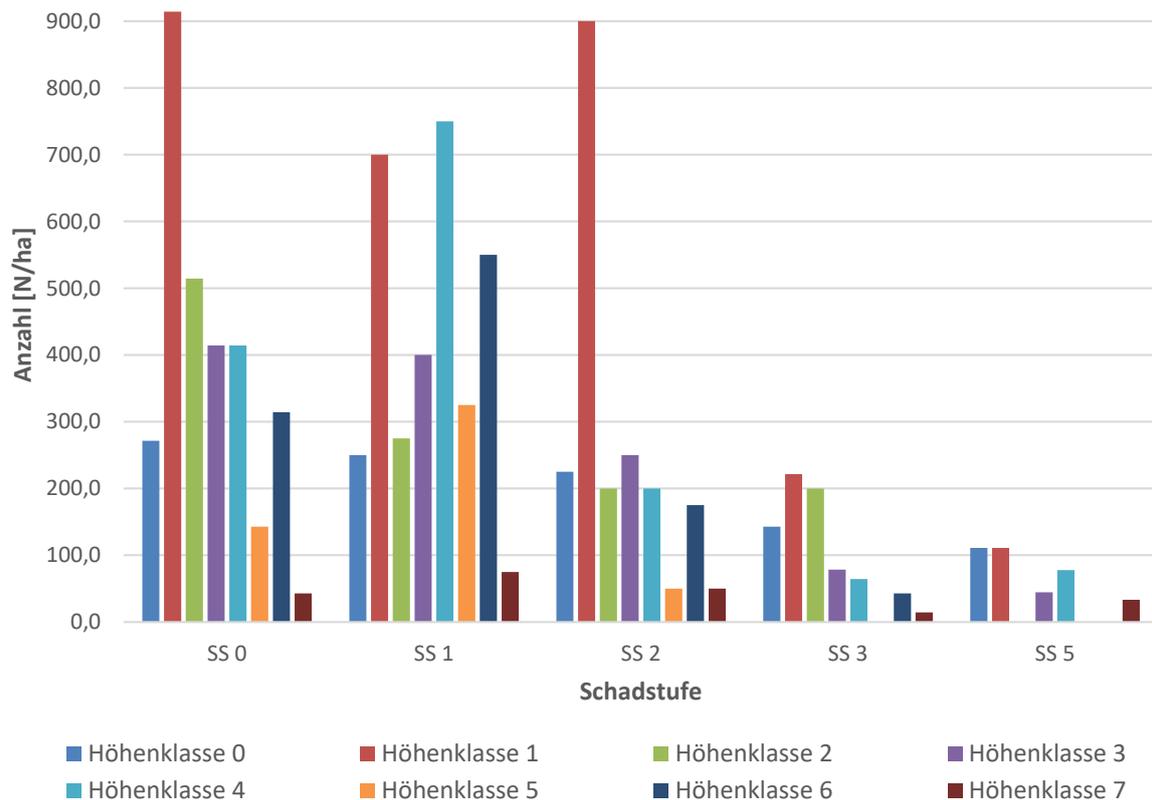


Abb. 42 Mittlere Anzahl der Bäume bezogen auf die Höhenklassen und Schadstufen im Jahr 2015

Abb. 42 stellt die Verteilung der Bäume über die Höhenklassen und die Schadstufen im Jahr 2015 dar. Über alle Schadstufen ist die Anzahl der Individuen pro Hektar in der Schadstufe 0 und der Höhenklasse 1 mit $914,3 \pm 949,4$ N/ha am größten. Keine Verjüngung wurde in der Schadstufe 3 und der Höhenklasse 5 sowie in der Schadstufe 5 und den Höhenklassen 2, 5 und 6 angetroffen. Die Darstellung zeigt einen deutlichen Unterschied zwischen den Schadstufen, vor allem in den Schadstufen 3 und 5. Die Verjüngungszahlen wurden in Bezug auf die Schadstufen statistisch untersucht. Mit fünfprozentiger Irrtumswahrscheinlichkeit kann die Nullhypothese, dass es keinen Unterschied der Verjüngungszahlen zwischen den Schadstufen gibt, abgelehnt werden. Der Unterschied ist signifikant. Die statistische Untersuchung wurde unter Ausschluss der künstlichen Verjüngung wiederholt und kam zum selben Ergebnis, die Nullhypothese, dass es keinen Unterschied der Verjüngungszahlen zwischen den Schadstufen gibt, kann mit fünfprozentiger Irrtumswahrscheinlichkeit abgelehnt werden. Auch in diesem Fall ist der Unterschied signifikant.

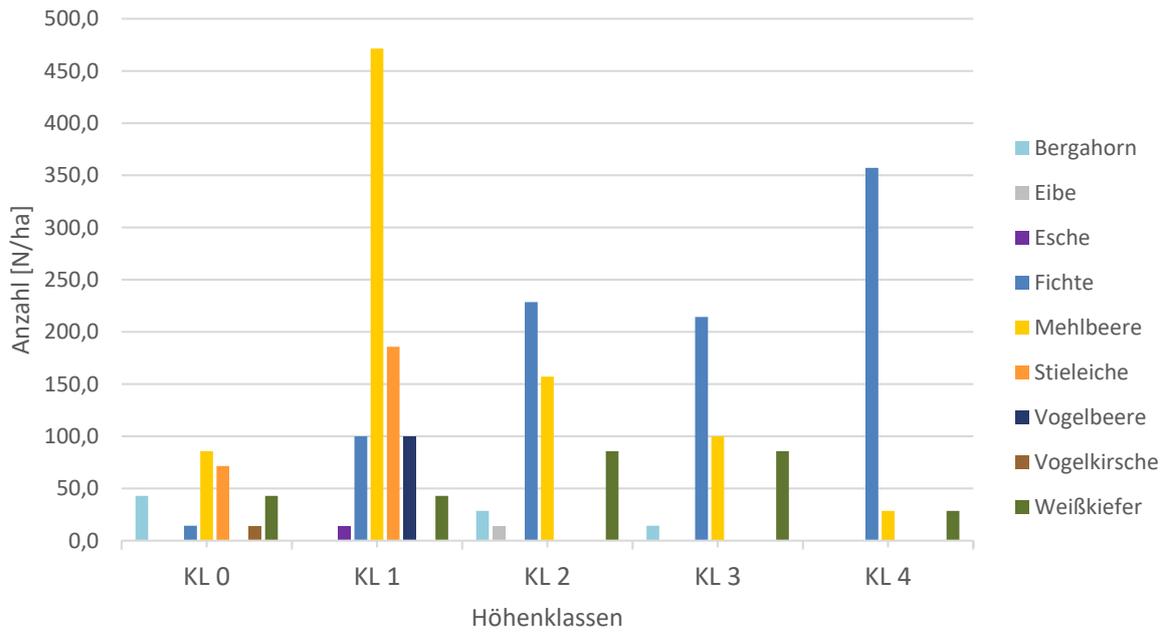


Abb. 43 Mittlere Anzahl der Bäume nach Baumarten und bezogen auf die Schadstufe 0 im Aufnahmejahr 2015

Abb. 43 zeigt die Verteilung der Verjüngung bezogen auf die Schadstufe 0. Vor allem der Anteil der Mehlbeere ist in der Klasse 1 sehr ausgeprägt mit $471,4 \pm 621,1$ N/ha und übertrifft damit alle anderen Baumarten in jeder Klasse. Die Fichte nimmt mit Zunahme der Höhenklasse zu, in der Klasse 4 beläuft sie sich auf $357,1 \pm 335,9$ N/ha, in der Klasse 1 ist sie noch bei $100,0 \pm 152,8$ N/ha vertreten. Auch die Mehlbeere ist in allen 5 angeführten Klassen vorhanden.

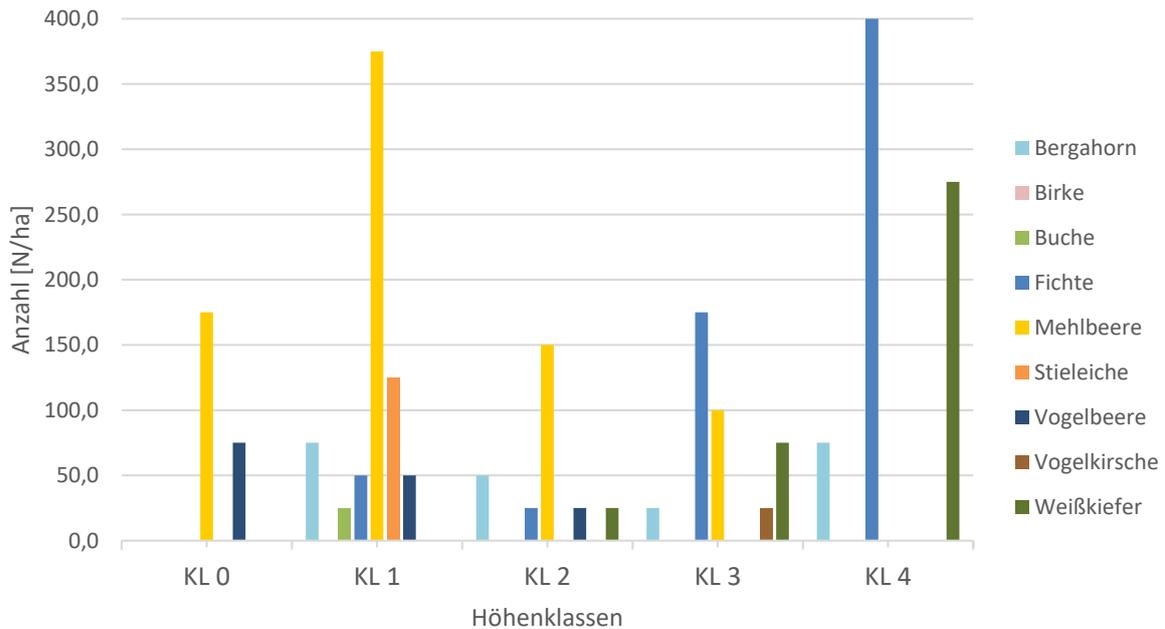


Abb. 44 Mittlere Anzahl der Bäume nach Baumarten und bezogen auf die Schadstufe 1 im Aufnahmejahr 2015

Betrachtet man die Schadstufe 1, zeigt diese bei der Fichte ein ähnliches Muster, eine Zunahme in den höheren Klassen, in der Klasse 4 mit der höchsten Stammzahl kommt sie auf einen Wert von $400,0 \pm 258,2$ N/ha, in der Klasse 3 sind es hingegen nur $157,0 \pm 221,7$ N/ha. Vor allem in der unteren Klasse ist die Mehlbeere stark vertreten mit $375,0 \pm 750,0$ N/ha in der Schadstufe 1. Weißkiefer zeigt sich in den oberen Klassen verstärkt, mit $270,0 \pm 340,3$ N/ha in Klasse 4 (siehe **Abb. 44**).

4 Ergebnisse

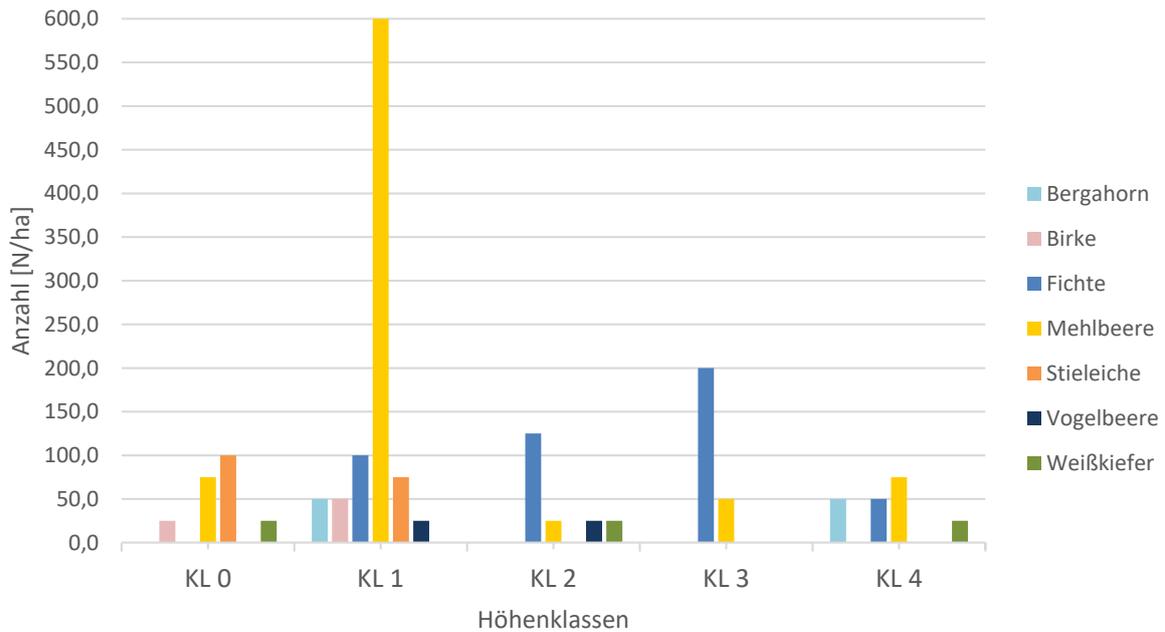


Abb. 45 Mittlere Anzahl der Bäume nach Baumarten und bezogen auf die Schadstufe 2 im Aufnahmejahr 2015

Abb. 45 präsentiert die Verteilung über die Schadstufe 2. Auffallend ist, dass sowohl die Anzahl der Individuen pro Hektar als auch die Anzahl der Baumarten sinkt. Die Mehlbeere sticht in der Klasse 1 mit einem Wert von $600,0 \pm 408,2$ N/ha heraus, kann diese Anzahl aber nur in jener Klasse aufweisen. Die Fichte ist über alle Klassen vertreten, außer in der Klasse 0, die höchste mittlere Stammzahl zeigt sie in der Klasse 3 mit $200,0 \pm 400,0$ N/ha.

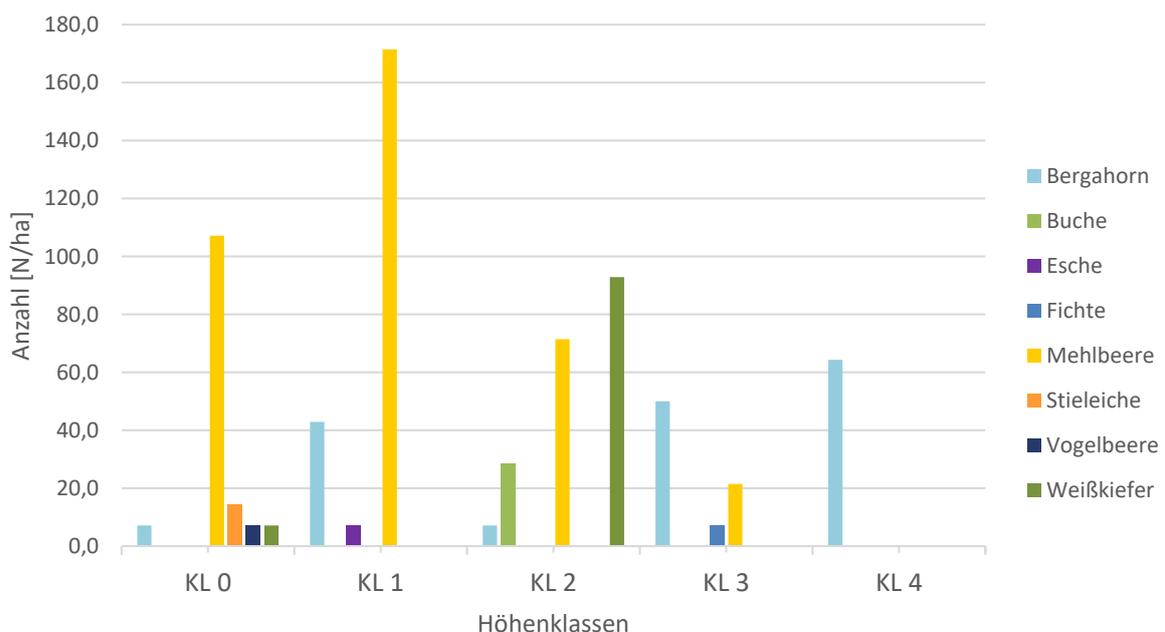


Abb. 46 Mittlere Anzahl der Bäume nach Baumarten und bezogen auf die Schadstufe 3 im Aufnahmejahr 2015

In der Schadstufe 3 zeigt vor allem die Mehlspeere eine starke Präsenz. In der Klasse 1 ist sie mit einer mittleren Stammzahl von $171,4 \pm 255,5$ N/ha vorhanden. Die Stammzahlen verringern sich jedoch mit dem Anstieg der Höhenklassen. Der Bergahorn ist als einzige Baumart in der Klasse 4 mit $64,3 \pm 164,6$ N/ha vertreten, dies ist nicht zuletzt auf die künstliche Verjüngung zurückzuführen. Auch die WK in der Klasse 2 wurde künstlich eingebracht (siehe **Abb. 46**).

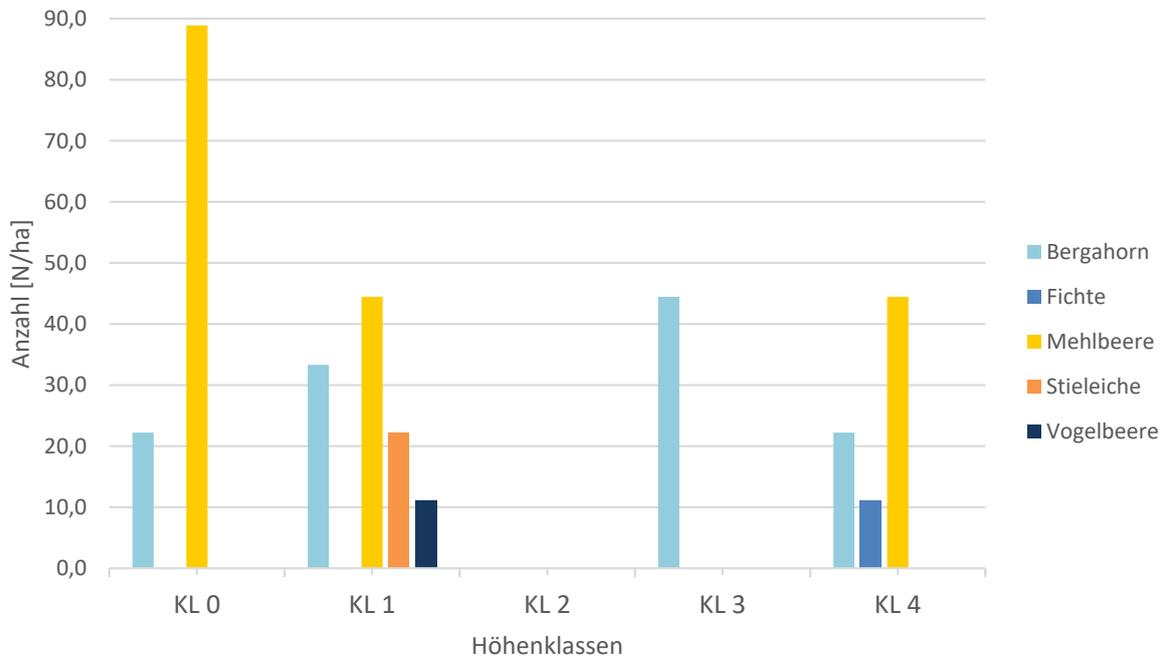


Abb. 47 Mittlere Anzahl der Bäume nach Baumarten und bezogen auf die Schadstufe 4 und 5 im Aufnahmejahr 2015

Die Stammzahl in der Schadstufe 5 ist allgemein sehr gering. Mehlspeere ist im Schnitt über die Klassen am häufigsten präsent, nämlich in der Klasse 0 mit $88,9 \pm 202,8$ N/ha und auch in der Klasse 4 mit $44,4 \pm 133,3$ N/ha. In die Klasse 2 fällt kein einziges Individuum. Klasse 3 weist nur den Bergahorn auf ($44,4 \pm 133,3$ N/ha). Der Bergahorn in der Klasse 3 und 4 wurde künstlich eingebracht. Die Fichte ist mit $11,1 \pm 33,3$ N/ha nur in der Klasse 4 vertreten (siehe **Abb. 47**).

Verjüngungsschäden

Bei der Feststellung der Verjüngungsbeeinträchtigungen konnte zwischen 22 möglichen Zuständen bzw. Beeinträchtigungen unterschieden werden. Im Jahr 2015 kamen von diesen 22 möglichen Optionen 6 zur Anwendung. In die Auswertung wurden alle 22 angetroffenen Arten miteinbezogen (Baum- und Straucharten). Auch die Klasse 0 (< 10 cm) wurde in die Bewertung mitaufgenommen. Beeinträchtigungen wurden nur berücksichtigt, wenn diese aus dem aktuellen Jahr stammten, alte Verbisschäden an bereits überwachsenen Zweigen und Ästen wurden nicht berücksichtigt. Betrachtet man die relative Häufigkeit über alle Arten und

den gesamten Absamer Vorberg, dann ist die Verjüngung mit 3,9 % (n = 39) im Jahr 2015 nur gering beeinflusst (siehe **Abb. 48**). Die intensivste Beeinträchtigung stellen in diesem Untersuchungsjahr Pilze und Insekten dar. Sehr gering ist außerdem die Schädigung der Verjüngung durch Schalenwildverbiss. Trockenschäden, alte Fegeschäden und sonstige Schäden nehmen insgesamt eine Intensität von 0,8 % ein. 96,1 % (n = 954) zeigen keinen Einfluss durch diverse Beeinträchtigungen auf.

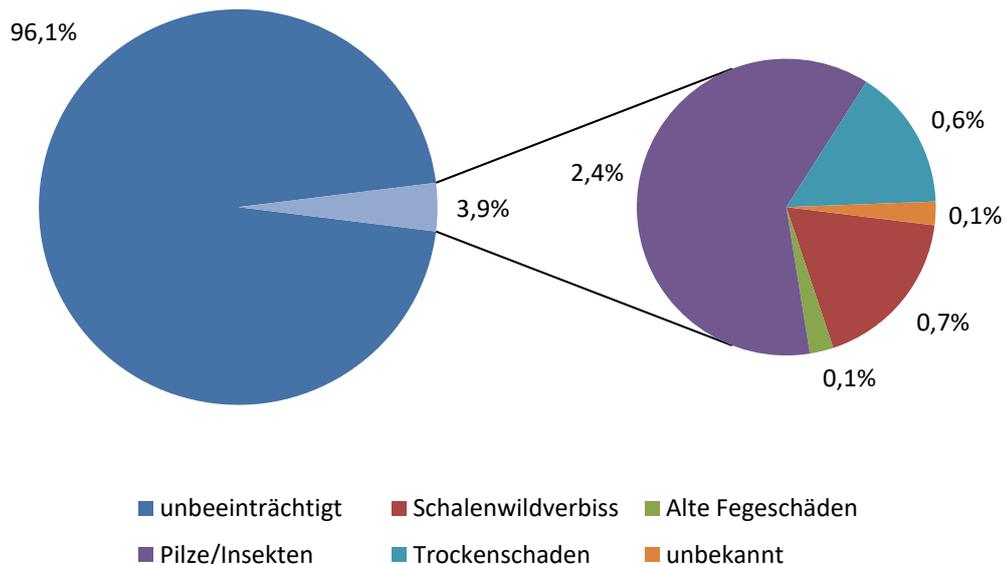


Abb. 48 Relative Häufigkeiten der Verjüngungszustände/Verjüngungsbbeeinträchtigungen. In die Wertung wurde sämtliche verholzte Vegetation über alle 38 Verjüngungspunkte vom Jahr 2015 mitaufgenommen. (n = 993)

Für die **Abb. 49** wurden insgesamt 12 potentielle Baumarten im Detail unterschieden (Bergahorn, Birke, Buche, Eibe, Esche, Fichte, Lärche, Mehlbeere, Stieleiche, Vogelbeere, Vogelkirsche und Weißkiefer). Bei den Klassen wurden jene von Klasse 0 bis Klasse 4 („0 (< 10 cm)“, „1 (10 – 30 cm)“, „2 (31 – 50 cm)“, „3 (51 – 80 cm)“ und „4 (81 – 130 cm)“) miteinbezogen. Von den 473 Individuen im Jahr 2015 wurden lediglich 27 mit einer Beeinträchtigung vermerkt. Die Verteilung dieser 27 Individuen zeigt den höchsten Wert in der Beeinträchtigung durch Pilze/Insekten mit 70,4 %. Dahinter liegen Trockenschäden und Schalenwildverbiss sowie Beeinträchtigung durch den Wasserhaushalt. Schalenwildverbiss und Trockenschäden wurden bei jeweils einem Individuum aufgenommen.

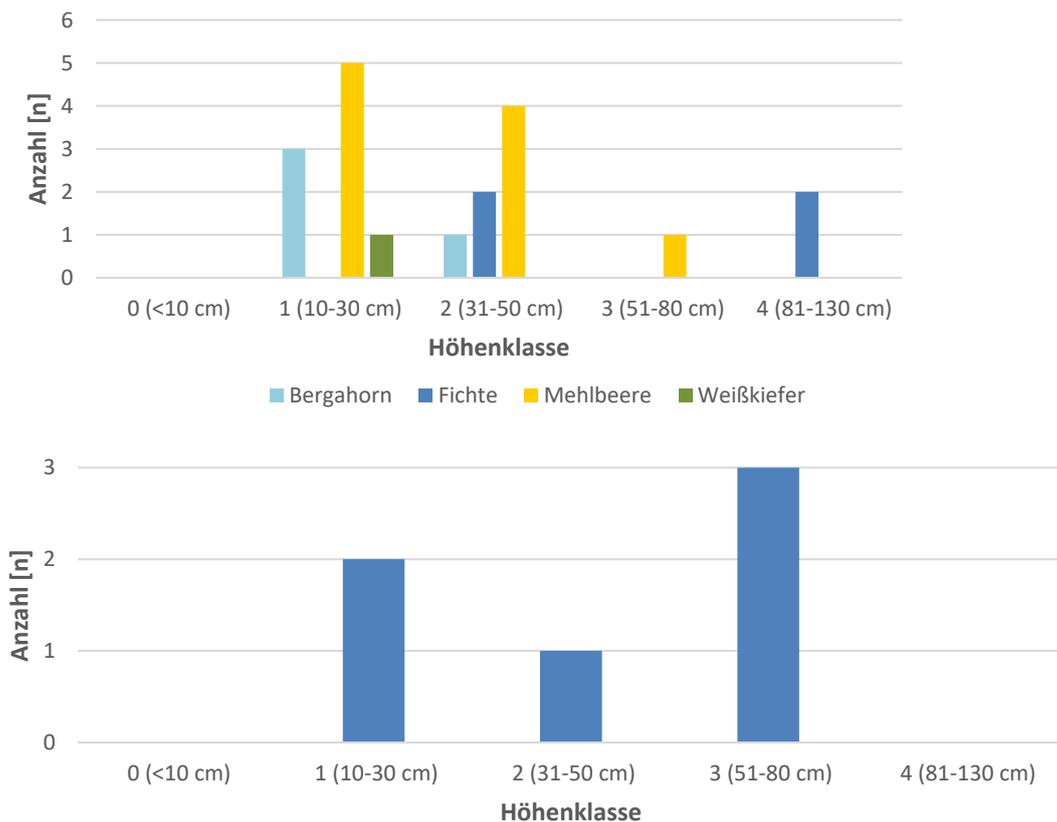


Abb. 49 Darstellung der Beeinträchtigung der Baumarten bezogen auf die Höhenklassen 2015; Beeinträchtigung durch Pilze/Insekten (oben), Beeinträchtigung durch Trockenstress (unten) (n = 473)

4.4.4 Sofortmaßnahmen

Einsaat mit Gras- und Baumsamen

Für die Bewertung des Erfolgs der Einsaat spielt unter anderem die Bodenbedeckung eine wesentliche Rolle. Jene 8 Aufnahmepunkte (Punkt 41, 42, 44, 50, 52, 54, 57, 58), die in die Abgrenzungsfläche für die Ausbringung von Baumsaat fallen (siehe **Abb. 4**), zeichnen ein einheitliches Bild. 94,3 % der Fläche wird von Gräsern eingenommen, besonders dominant ist dabei *Molinia*. 5,7 % des vegetationsfähigen Bodens werden von Kräutern und Sträuchern besiedelt (siehe **Abb. 50**). Auf den untersuchten Aufnahmepunkten wurden jedoch keine Baumkeimlinge vorgefunden.

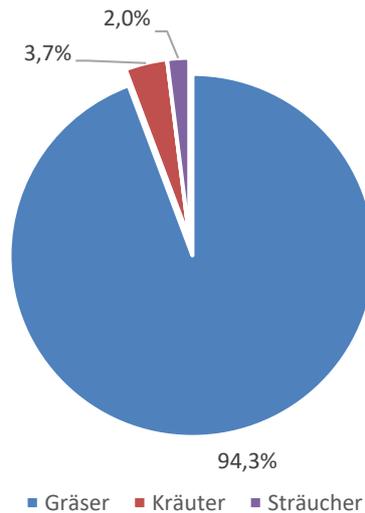


Abb. 50 Darstellung der Bodenvegetation über die 8 relevanten Aufnahmepunkte in Bezug auf die Baumsaat

Ausbringung Kunstverjüngung

Insgesamt wurde auf 7 Aufnahmepunkten eine künstliche Verjüngung vorgefunden. Eine genaue Abgrenzung der künstlich verjüngten Fläche ist nicht möglich. Insgesamt wurden bis zum Jahresende 2014 5915 Pflanzen aufgeforstet, wobei in etwa eine Dichte von 250 N/ha erreicht worden ist. Die anhand der Stichproben errechnete Dichte liegt bei 657 N/ha. Die angetroffenen Individuen befanden sich in den Klassen 2 (31 – 50 cm), 3 (51 – 80 cm) und 4 (81 – 130 cm). Bergahorn konnte auf 5 Plots festgestellt werden, und zwar in den Klassen 3 und 4. Die mittlere Verjüngungszahl bezogen auf die 5 Plots beträgt $270,0 \pm 221,4$ N/ha. Weißkiefer und Buche wurden auf 2 Plots in der Klasse 2 angetroffen, die mittlere Stammzahl beträgt $633,3 \pm 585,9$ N/ha. Bergahorn wurde künstlich eingebracht und mit einer Baumschutzsäule versehen. Die künstlich eingebrachten Weißkiefern wurde zum Teil mit chemischem Verbisschutz behandelt ($> 10\%$). Vereinzelt wurden auch Individuen, welche nicht vom Menschen gepflanzt wurden, mit Verbisschutzmittel versehen. Die Buche blieb unbehandelt. Auf den 7 untersuchten Plots fielen keine Ausfälle zum Zeitpunkt der Aufnahmen an, die Überlebensrate liegt anhand dieser Aufnahmen also bei 100 %.

4.5 Schutzfunktionserfüllung

Bei den Aufnahmen 2015 wurde auf den einzelnen Plots eine Erhebung der momentanen Schutzfunktion durchgeführt. Als Naturgefahren waren vor allem Lawine, Steinschlag und Erosion relevant. Die örtlichen Gegebenheiten begünstigen die Wahrscheinlichkeit für die Bildung einer Lawine im Nährgebiet, das Auslösen im An-/Abbruchgebiet und den Transit in der Sturzbahn. Die Höhenlage von zirka 1000 – 1700 m begünstigt den Niederschlag in Form von Schnee in den Wintermonaten (Amt der Tiroler Landesregierung, 2014). Auch die

aufgenommenen Neigungen von bis zu 121 % verstärken die Möglichkeit eines Lawinenereignisses. Die hohen Neigungen begünstigen auch die Gefahr von Steinschlag. Das Grundgestein aus Dolomit, karbonatischen Moränen und dolomitischem Hangschutt ermöglicht das Auftreten von Steinschlag.

4.5.1 Anforderungen aufgrund des Standorttyps

Grundsätzlich wurden 38 Plots im Gelände aufgenommen und untersucht, 8 Plots wurden jedoch aus der Untersuchung ausgeschlossen, da für den Waldtyp Lat2 keine Anforderungen an den Standort vorliegen und somit eine Interpretation nicht sinnvoll wäre. Betrachtet man die Ergebnisse der aktuellen Auswertung des Szenario I, so erfüllen 21 der 30 bewerteten Plots die minimalen Anforderungen bezogen auf die einzelnen Waldtypen nicht (siehe **Tab. 7, Tab. 8, Tab. 9, Tab. 10,**), Szenario II (ohne die Berücksichtigung der Baumartenzusammensetzung) erreicht auf 11 der 30 Plots die Erfüllung des Minimalprofils. Das gewichtete Mittel der Plots ohne Erreichung des Minimalprofils reicht von $-0,1$ bis $-2,7$ für beide Szenarien. Es wird davon ausgegangen, dass der Bereich zwischen $0,0$ und $0,9$ das Minimum darstellt, aktuell fallen 8 Plots für beide Szenarien in diesen Rahmen. Nur der Punkt 6 ($1,2$ Punkte) in Szenario I und die Punkte 6 ($1,2$ Punkte), 30 ($1,2$ Punkte) und 40 ($1,0$ Punkte) erfüllen bzw. übersteigen den Wert von $1,0$.

Die genauere Untersuchung der 7 relevanten Kriterienbereiche ergibt ein unterschiedliches Bild, ist jedoch für beide Szenarien gleich – bis auf das Wegfallen vom Parameter Mischung und die Variation des Parameters Verjüngung-Anwuchs in Szenario II. Die Kategorie Stabilitätsträger, zusammengesetzt aus Kronenprozent und Schlankheitsgrad, schneidet mit $0,5 \pm 1,8$ Punkten über die 30 bewerteten Plots am besten ab, gefolgt von der Kategorie Gefüge mit einer Wertung von $0,0 \pm 2,3$ Punkten, dabei fließt die Anzahl der verschiedenen Durchmesserklassen bei den entwicklungsfähigen Bäumen mit ein. Die Auswertung des Parameters Verjüngung-Anwuchs erreicht im Mittel für das Szenario I einen Wert von $-0,7 \pm 2,4$, dabei fließt wie beim Parameter Verjüngung-Aufwuchs die Mindestanzahl an Individuen pro Hektar, aber auch gegebenenfalls der Anteil der Buchenverjüngung mit ein (siehe **Tab. 39**). Szenario II weist im Mittel einen Wert für den Verjüngung-Anwuchs von $-0,5 \pm 2,4$ auf (siehe **Tab. 45**). Der Parameter Verjüngung-Keimbett ($-0,8 \pm 1,7$) und der Parameter Merkmale ($-0,8 \pm 1,1$) liegen im Mittel unter den Minimalanforderungen. Den schlechtesten Wert mit $-1,9 \pm 1,6$ Punkten im Mittel erlangte der Parameter Verjüngung-Aufwuchs und der Parameter Mischung mit $-1,0 \pm 1,1$ Punkten.

Vergleicht man die Plots untereinander, weisen die Punkte 9 und 23 einen Wert von $-2,7$ in Szenario I und einen Wert von $-2,6$ für das Szenario II auf und schneiden somit am schlechtesten ab. Umgekehrt verzeichnen die Plots 6 und 30 die höchsten positiven Werte ($1,2$ und $0,6$) bezogen auf das Szenario I, bezogen auf das Szenario II werden die beiden Plots

mit jeweils 1,2 bewertet. Stellt man die Waldtypen gegenüber, kommen im Mittel über alle Punkte negative Werte heraus. Nur der Waldtyp Bu17 ($n = 1$) hat einen Wert über den mittleren Anforderungen über den Standort. Der Waldtyp Bu3 kommt auf einen Wert von $-0,5$ in Szenario I und auf einen Wert von $-0,4$ in Szenario II, der Waldtyp Fkb1 weist einen Wert in Szenario I von $-0,5$ und $-0,4$ in Szenario II und der Waldtyp Ftb7 kommt auf einen Wert von $-0,8$ für das Szenario I und auf einen Wert von $-0,6$ für das Szenario II. Der Waldtyp Ftb7 schneidet somit am schlechtesten ab.

Die Einschätzungen für die Jahre 2025 (plus 10 Jahre) und 2065 (plus 50 Jahre) wurden unter denselben Parametern bewertet wie für das Jahr 2015, der Parameter „Merkmale“ wurde jedoch bei den zukünftigen Prognosen nicht miteinbezogen, da es nicht möglich ist, einen ungefähren Trend bei den Beeinflussungen am Baum selbst festzulegen. Die dadurch anfallenden 10 % wurden anteilig auf die übrigen Kriterien aufgeteilt, um die Vergleichbarkeit sicherzustellen. Bei den nachfolgenden Ergebnissen handelt es sich um Prognosen, deren Veränderung anhand der aufgenommenen Daten und Beurteilungen der aktuellen Gegebenheiten erstellt wurden. Betrachtet man die Veränderung zwischen den Jahren 2015 und 2025, so erkennt man nur eine geringe Veränderung der einzelnen Einstufungen, die maximale Variation beträgt $\pm 0,6$ Punkte für das Szenario I (siehe **Abb. 51**) und für das Szenario II (siehe **Abb. 58**) liegt die maximale Veränderung bei $\pm 0,5$ Punkte. Der Punkt 17 erfährt eine Verbesserung von über 0,5 Punkten in beiden Szenarien. Für die Interpretation über den Zeitraum von 50 Jahren und das Szenario I ergibt sich eine Verbesserung auf 22 von 30 Punkten, 5 Punkte erfahren eine Verschlechterung und 3 Punkte bleiben im Verhältnis zu 2015 gleich. Die Betrachtung des Unterschieds bezogen auf 50 Jahre und das Szenario II zeigt eine Verbesserung bei 25 Punkten, eine Verschlechterung wird lediglich für 5 Punkte prognostiziert. Die Variationen zwischen den untersuchten Jahren sind jedoch relativ gering und eine markante Veränderung ($\geq \pm 1,0$ Punkte) ist über die 50 Jahre lediglich bei 4 Plots für das Szenario I zu erkennen (Plot 9, Plot 11, Plot 12 und Plot 17), für das Szenario II trifft dies auf 2 Punkte zu (Plot 9 und Plot 12) (siehe **Tab. 43, Tab. 44, Tab. 46, Tab. 47**).

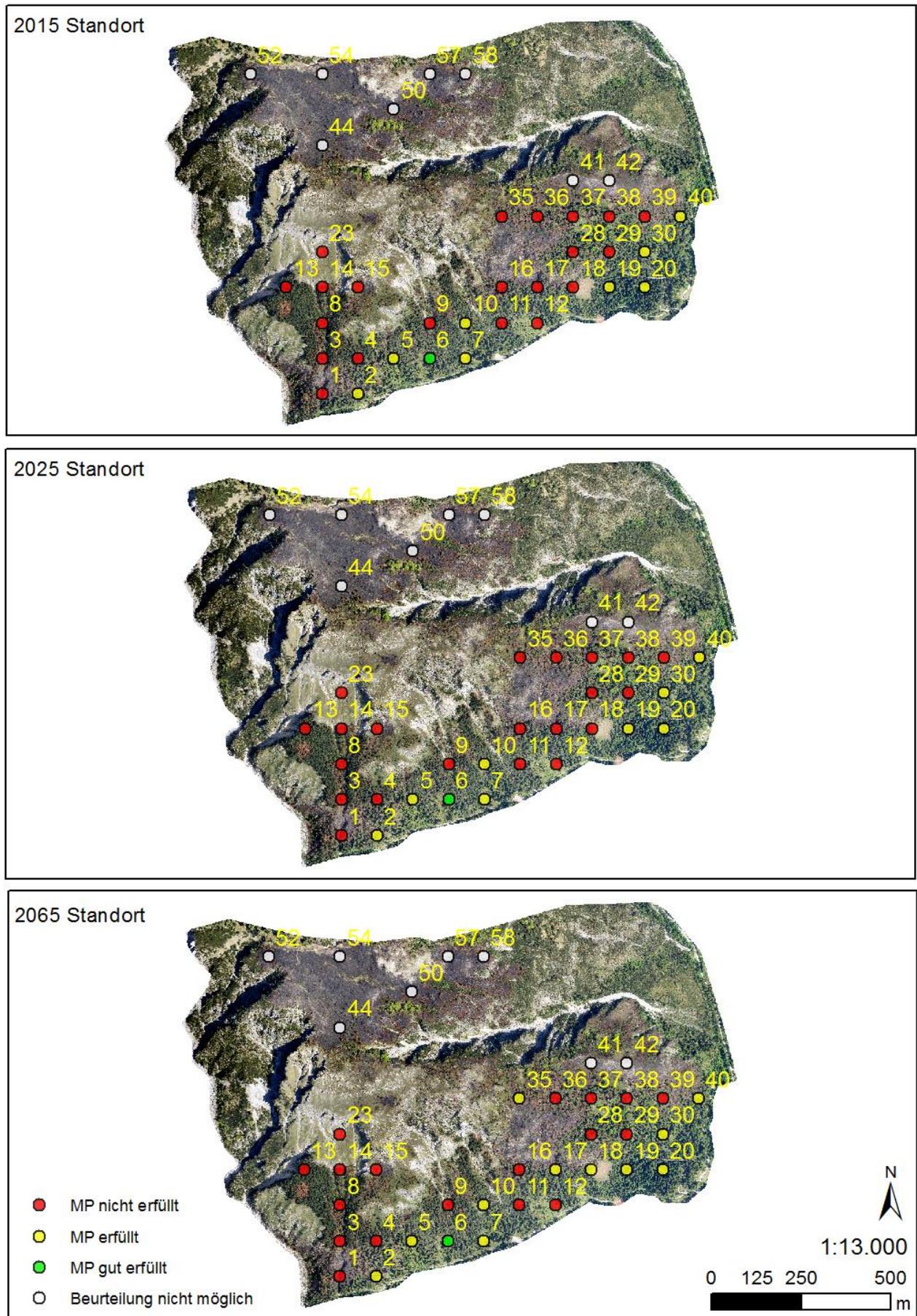


Abb. 51 Erfüllung des Minimalprofils bezogen auf den Standort und das Szenario I

4 Ergebnisse

Plot Nr.	Waldtyp	Mischung	Gefüge	Stabilitätsträger	Merkmale	Verjüngung-Keimbett	Verjüngung-Anwuchs	Verjüngung-Aufwuchs	Gewichtetes Mittel
1	Bu3	-3	-3	-3	-3	1	-2	-3	-2,5
2	Bu3	0	1	1,5	0	-3	3	-3	0,1
3	Ftb7	-1,2	-3	0	-0,6	-2	-2	-3	-1,7
4	Fkb1	-1	2	0	-0,6	0	-3	-3	-0,5
5	Fkb1	0	3	1	-0,3	0	-2,5	-3	0,2
6	Bu3	1	1	2	0	0	3	1,2	1,2
7	Bu3	-1	-2	2,5	0	1	0	1,8	0,0
8	Ftb7	-1	3	1	0	-2	-3	-3	-0,3
9	Ftb7	-3	-3	-3	-3	-1	-3	-1,8	-2,7
10	Bu3	0,5	2	1	0	-2	3	-2,4	0,5
11	Bu3	-3	-3	-3	-3	3	3	0,6	-1,4
12	Bu3	-3	-3	-3	-3	-3	0	1,2	-2,3
13	Ftb7	-1,2	3	0,5	-0,3	-1	-3	-3	-0,4
14	Ftb7	-1,2	1	1	-0,9	1	-3	-3	-0,5
15	Ftb7	-1,2	-1	2	0	-2	-3	-3	-1,0
16	Ftb7	-1,2	-2	0,5	0	-1	2	-1,8	-0,7
17	Bu3	-1	-2	0	-0,9	-1	2	-1,8	-0,8
18	Bu3	0,3	-1	1	0	2	-2	-1,2	-0,1
19	Bu17	0	3	0,5	0	2	-1,5	-3	0,4
20	Bu3	-1	0	3	0	-3	0	1,2	0,0
23	Ftb7	-3	-3	-3	-3	0	-3	-3	-2,7
28	Fkb1	-0,3	3	2	-0,9	-3	-3	-3	-0,2
29	Fkb1	0	1	2,5	-1,7	-3	-3	-3	-0,5
30	Ftb7	-1,2	3	0,5	0	2	3	-3	0,6
35	Fkb1	0	2	1,5	0	-2	-2	-3	-0,1
36	Fkb1	-1	-3	0	0	-2	-1,5	-3	-1,5
37	Fkb1	-1	-1	2,5	0	-1	-2,5	-1,8	-0,6
38	Ftb7	-1,2	1	1,5	-2	-2	2	-2,4	-0,3
39	Ftb7	-1,2	1	1	-1,7	-2	-2	-3	-0,8
40	Ftb7	-1,2	1	1,5	0	0	3	0,6	0,5
Mittel		-1,0	0,0	0,5	-0,8	-0,8	-0,7	-1,9	-0,5
SD [±]		1,1	2,3	1,8	1,1	1,7	2,4	1,6	1,0

Tab. 39 Einstufung und Bewertung der Schutzfunktion zum aktuellen Zeitpunkt (2015) bezogen auf die einzelnen Plots und Bewertungsparameter für das Szenario I

4.5.2 Anforderungen aufgrund von Lawinenereignissen

Die Einschätzung in Bezug auf die Schutzerfüllung des Waldes wurde für jeden Punkt durchgeführt. Betrachtet man das Orthofoto und die dazugehörigen Neigungen der einzelnen Plots, ist es möglich die relevanten Punkte bezogen auf eine mögliche Lawinengefahr festzumachen. Ausschlaggebend dafür ist eine Hangneigung von $\geq 35^\circ$ sowie eine gering bis kaum bewaldete Fläche im An-/Abbruchgebiet einer potentiellen Lawine. Insgesamt wurden 15 Plots eine große Relevanz bezogen auf die Schutzfunktion Lawine zugesprochen.

Der Waldtyp Ftb7 weist 5 Punkte im lawinenrelevanten Bereich auf, der Waldtyp Fkb1 2 Punkte und 8 Punkte kommen aus dem Waldtyp Lat2. Die Plots des Waldtyps Lat2 konnten aufgrund der fehlenden Standorteinschätzungen nicht bewertet werden.

Aus dem Waldtyp Fkb1 und dem Szenario I wird an keinem Punkt die Schutzfunktion erfüllt oder teilweise erfüllt, bezogen auf das Szenario II ist bei einem Punkt die Schutzfunktion teilweise gegeben. 2 Punkte des Waldtyps Ftb7 erfüllen die Schutzfunktion teilweise (jeweils 0,5), die restlichen 3 Punkte sind für die Entstehung einer Lawine relevant, zeigen jedoch keine Schutzwirkung. Die Bewertungen für den Waldtyp Ftb7 unterscheiden sich nicht zwischen den Szenarien. Fasst man diese Einschätzungen für das Szenario I zusammen, wird auf 5 Punkten die minimale Schutzerfüllung nicht erreicht und lediglich auf 2 Punkten ist eine geringe Schutzwirkung gegeben. Für das Szenario II ist eine teilweise Schutzerfüllung auf 3 Punkten gegeben, auf 4 Punkten hingegen ist die Schutzfunktion nicht gegeben. Auf 8 Punkten war keine Bewertung möglich.

Die Prognosen für die Jahre 2025 und 2065 zeigen keine Veränderung in Bezug auf die Bewertung der Schutzfähigkeit des Waldes, lediglich 1 Punkt verbessert sich nach 50 Jahren bezogen auf beide Szenarien (siehe **Abb. 52** und **Abb. 59**). Um eine wesentlichen Verbesserung/Verschlechterung zu beobachten, muss von größeren Zeiträumen ausgegangen werden. Betrachtet man die Flächen des Waldtyps Lat2, so wird es einige Zeit dauern, bis sich eine kräftige verholzte Vegetation etabliert.

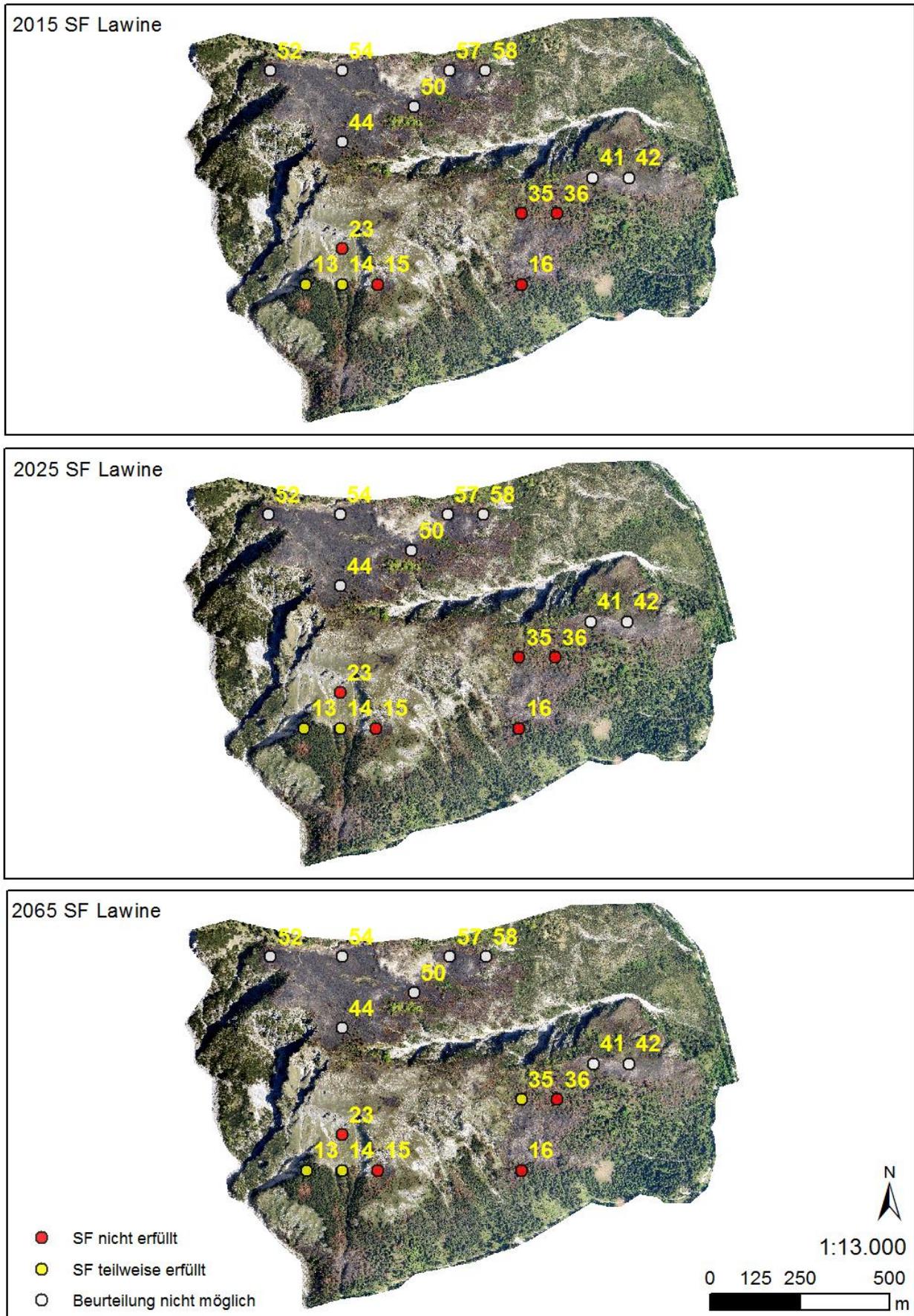


Abb. 52 Darstellung der Schutzfunktionserfüllung bezogen auf Lawine und das Szenario I

4.5.3 Anforderungen aufgrund von Steinschlagereignissen

Die Gefahr von Steinschlag ist neben der Gefahr durch Lawinen die häufigste natürliche Beeinflussung des Waldes. Nicht zuletzt handelt es sich bei der betroffenen Waldfläche um Objekt- bzw. Standortsschutzwald. Die Schutzfunktion des Waldes in Bezug auf Steinschlag ist sowohl im Transit- als auch im Auslauf- und Ablagerungsgebiet sowie im Entstehungsgebiet essentiell. Die untersuchte Fläche betrifft zum größten Teil die Transitzone eines Steinschlags, da sich die Bestände überwiegend unter einem potentiellen Entstehungsgebiet befinden.

Über das gesamte Projektgebiet und über alle potentiell möglichen Punkte die im Jahr 2015 aufgenommen wurden beträgt die Anzahl der relevanten Punkte insgesamt 24 Plots. 58,3 % der Punkte von Szenario I erfüllen die minimalen Anforderungen, 41,7 % hingegen erfüllen die minimalen Anforderung bestehend aus Gefüge, Lückengröße und dem Minimalprofil aus dem Standorttypen nicht (siehe **Abb. 53**). Betrachtet man das Szenario II, so erfüllen 62,5 % der Punkte die Schutzfunktion teilweise und die restlichen 37,5 % gar nicht (siehe **Abb. 60**). Untersucht man die Waldtypen einzeln, sind nur Punkte aus den Waldtypen Fkb1, Ftb7, Bu3 und Lat2 betroffen. Bezogen auf das Szenario I zeigt der Waldtyp Fkb1 2 Punkte ohne minimale Erfüllung und 4 Punkte mit einer minimalen Erfüllung der Parameter. Der Waldtyp Ftb7 hingegen erfüllt mit 3 Punkten die Anforderungen und mit 3 Punkten werden die Anforderungen an den minimalen Standorttyp nicht erfüllt, auch der Typ Bu3 weist insgesamt 6 relevante Punkte auf, vier davon erfüllen die zu bewertenden Anforderungen und 2 der 6 Punkte erfüllen diese nicht. Für das Szenario II wurden dieselben Werte bezogen auf die Waldtypen ausgewertet, lediglich der Waldtyp Fkb1 weist 1 Punkt auf, der die Schutzfunktion nicht erfüllt, 5 Punkte erfüllen die Schutzfunktion teilweise. Bezüglich des Waldtyps Lat2 wurde keine Bewertung durchgeführt, da die erforderlichen Grundlagen nicht gegeben waren.

Die Betrachtung der Punkte für die nächsten 10 Jahre zeigt keine wesentlichen Veränderungen, jene Prognose für die kommenden 50 Jahre unterscheidet sich etwas stärker. Sowohl die Variation der Lückengröße als auch die Modifikation der Stammzahlen tragen zu einer veränderten Situation bei. 50,0 % der Flächen erfüllen die Anforderungen teilweise, 45,8 % der Punkte erfüllen das Profil nicht und 4,2 % der Punkte erfüllen die Anforderung vollständig – bezogen auf beide Szenarien. Prinzipiell sind die Verbesserungen und Verschlechterungen über die Zeit ähnlich stark. 4 Punkte haben sich bezogen auf die 3 ausschlaggebenden Parameter verschlechtert und 4 Punkte haben sich verbessert. Allgemein überwiegen jedoch jene Punkte, die die Anforderungen gegenüber der Steinschlaggefahr zum Teil erfüllen.

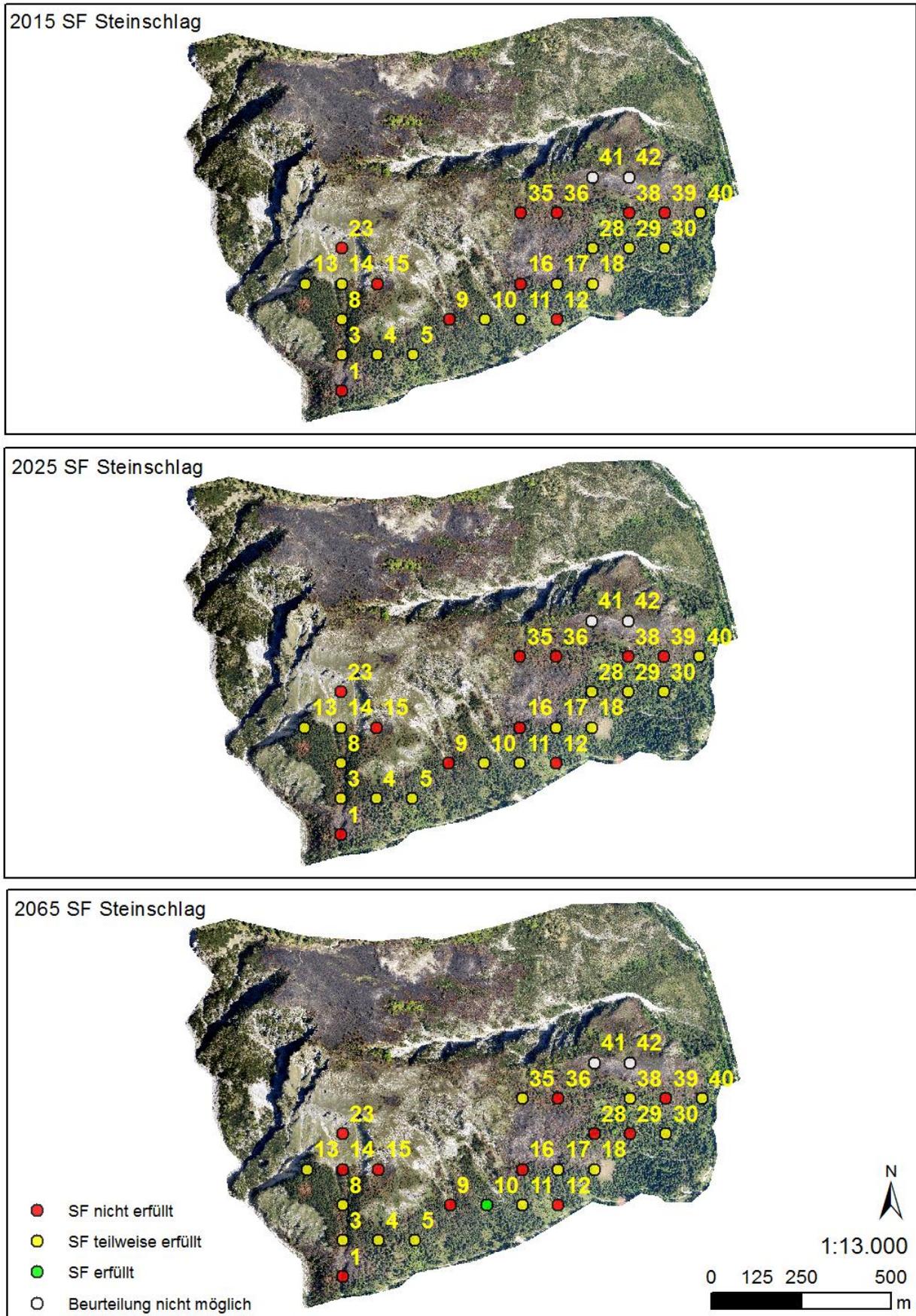


Abb. 53 Darstellung der Schutzfunktionserfüllung bezogen auf Steinschlag und das Szenario I

4.5.4 Anforderungen aufgrund von Erosion

Erosion ist über den gesamten Absamer Vorberg eine überaus relevante Erscheinung. Durch den kontinuierlichen Einfluss von Oberflächenwasser kommt es zu einer ständigen Verfrachtung des Oberflächenmaterials. Am Absamer Vorberg ist dies in erhöhter Form zu beachten, da die Bodenvegetation und die Überdeckung durch die Bäume an gewissen Punkten gar nicht mehr oder nur in einer verringerten Intensität vorhanden ist. Erosion führt über einen längeren Zeitraum gesehen zu einer Abtragung des Oberbodens und im weiteren Verlauf zu einer Degradierung des Standorts. Durch das Brandereignis kommt der Schutzfunktion noch eine höhere Bedeutung zu.

Die Erosionsanalyse wurde für alle 30 Plots durchgeführt. Die 8 Plots des Waldtyps Lat2 konnten aufgrund der fehlenden Standortseinschätzungen nicht bewertet werden. 86,7 % der untersuchten Punkte erfüllen das minimale Anforderungsprofil, 13,3 % der Punkte, erreichen das minimale Profil nicht. Dies gilt für beide Szenarien. Lediglich 10,0 % der 30 Punkte erfüllen alle Kriterien und erlangen einen mittleren Wert von 1,0. Bezogen auf die Waldtypen schneidet der Waldtyp Bu3 mit zwei Plots in der höchsten Kategorie am besten ab. 11 Punkte des Waldtyps Ftb7 können die Schutzfunktion teilweise erfüllen, ein Punkt hingegen nicht. Bu3 präsentiert 6 Punkte mit einer teilweise erfüllten Schutzfunktion und 2 Punkte mit keiner Schutzfunktion gegenüber Erosion. Fkb1 zeigt einen Aufnahmepunkt mit der vollen Schutzfunktionserfüllung auf, einen weiteren, der das Minimalprofil nicht erreichen kann und 5 weitere, welche die Schutzfunktion teilweise erfüllen. Bu17 hat nur einen Punkt, der das Minimalprofil erfüllt.

Die Prognosen für beide Szenarien und die Jahre 2025 und 2065 scheinen keine großen Veränderungen mit sich zu bringen (siehe **Abb. 54** und **Abb. 61**). Das Jahr 2025 wird anhand der ausgewählten Faktoren auf jedem Plot gleich wie im Jahr 2015 bewertet und zeigt daher weder eine Verbesserung noch einer Verschlechterung. Betrachtet man das Jahr 2065, kommt es auf 7 Punkten zu einer Veränderung der Bewertung. 5 Punkte zeigen eine Verbesserung, 4 Plots erfüllen die Schutzfunktion jetzt teilweise und ein Plot erfüllt dieses zur Gänze. 2 Plots hingegen weisen eine Verschlechterung auf. Die Prognose für 2065 zeigt, dass Plot 5 das Minimalprofil gegenüber Erosion nur mehr teilweise erfüllen kann. Plot 39 erfüllt das Minimalprofil im Jahr 2065 nicht mehr. Auf den anderen Punkten wurde keine Modifizierung über die Jahre festgestellt.

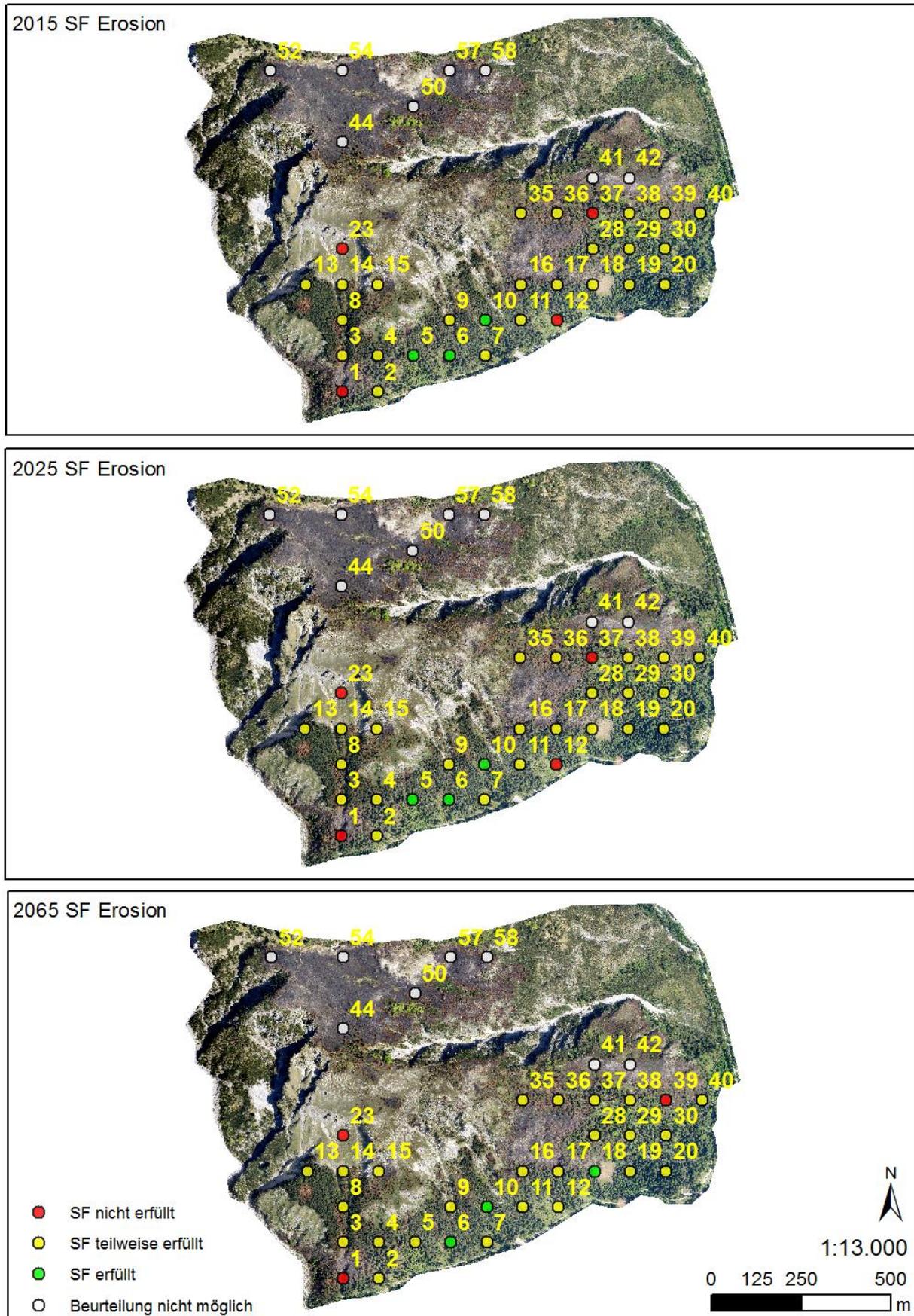


Abb. 54 Darstellung der Schutzfunktionserfüllung bezogen auf Erosion und das Szenario I

5 Diskussion

5.1 Waldbrände in Österreich

Beeinträchtigungen der Vegetation in Form von Waldbränden sind in Österreich selten und genießen kein großes Interesse in der Bevölkerung. Aufgrund des dichten Feuerwehernetzes und des raschen Handelns der Einsatzkräfte kommt es meist zu einer geringen Ausbreitung des Waldbrandes. Die Reaktionszeit in der Nähe von Städten liegt bei 10 – 15 Minuten. Ausbildungen speziell für Bergregionen und den Umgang mit Hubschraubern werden für die Feuerwehren angeboten (Schmuck, et al., 2015, p. 12). In den letzten Jahren stellt sich seitens der Regierung und der Bevölkerung ein Umdenken ein, mehr Hinweise und Vorschriften in Bezug auf Waldbrandgefahr und Waldbrandauslösung wurden getätigt. Vermehrt werden TV- und Radiobeiträge bezogen auf Brände ausgestrahlt. Weiters setzt der Österreichische Bundesfeuerwehrverband (ÖBFV) auf spezielle Trainings zur Bekämpfung von Waldbränden in Österreich und der gesamten Europäischen Union (Schmuck, et al., 2015, p. 12).

Der Klimawandel und die globale Erwärmung sind auch bei Waldbränden ein immer wichtiger werdender Aspekt. Am Beispiel des Absamer Vorbergs bzw. der Wetterdaten aus der Region rund um Absam ist ersichtlich, dass die Temperaturen speziell bezogen auf das Frühjahr von den Jahren 1970 – 2015 einen kontinuierlichen Anstieg zeigen. Eine Analyse von klimatischen Datensätzen ergab in Österreich eine allgemeine Erwärmung von 1,5° C über die letzten 50 Jahre. Eine Variation zwischen den örtlichen Regionen ist jedoch gegeben (Eastaugh, 2012). Die globale Erwärmung sollte im Alpenraum um bis zu 2° C steigen, im Hochgebirge im Durchschnitt sogar um 3° C. Des Weiteren wird von einer Niederschlagszunahme im Winter von bis zu 10 – 20 % und einer Abnahme des Niederschlags im Sommer ausgegangen. Bezogen auf Naturgefahren wird eine verstärkte Intensität und Häufigkeit vermutet (Rudolf-Miklau, 2006, p. 30).

Die Brandfläche am Absamer Vorberg befindet sich auf einer zum größten Teil südost- bis südexponierten Hanglage, was sich begünstigend auf die Ausbreitung der Flammen auswirkt, da die natürlichen Gegebenheiten die Austrocknung der Vegetation begünstigen. Erwärmt sich das Klima weiter, dürften Waldbrände nicht nur vermehrt auf der Alpensüdseite, sondern auch nördlich der Alpen häufiger werden. Zunehmende Dürreperioden fördern nicht nur extreme Brandereignisse, sondern erhöhen auch die Brandanfälligkeit von Wäldern. Die Beeinflussung durch Starkwinde wie zum Beispiel Föhn trägt ebenfalls zur Ausbreitung bei. Verstärkt sind Nadelwälder insbesondere Kiefernwälder, aber auch Buchenmischwälder von Bränden betroffen (Wohlgemuth, et al., 2008). Der Anteil der Waldkiefernwälder beträgt im Schweizer Kanton Wallis beispielsweise nur etwa 10 % der Gesamtwaldfläche, 30 % aller Feuer brechen

jedoch in diesen Beständen aus (Rigling, et al., 2004). Vergleicht man die Situation mit Österreich, so ist die Verteilung eine ähnliche.

66 % der Fläche des Absamer Vorbergs sind südöstlich und südlich exponiert. Lediglich 5 % des Untersuchungsgebiets sind nördlich, westlich oder nordwestlich angeordnet. Betrachtet man ganz Tirol, brachen 52 % der Brände seit 1990 auf südexponierten Flächen aus. Lediglich 29 % befanden sich auf nördlich exponierten Hängen (Öttel, 2012). Diese Anfälligkeit der südexponierten Lagen könnte auf die Hauptausrichtung der Alpen, die geringe Schneehöhe, die höhere thermische Energie und die erhöhten Trockenlagen der südexponierten Flächen aufgrund der längeren Sonneneinstrahlung zurückzuführen sein (Öttel, 2012). Eine Verbindung zwischen Waldbränden und Hangneigungen lässt sich jedoch anhand der österreichischen Beispiele nicht herstellen (Vacik, et al., 2011).

Die Ursache für Waldbrände in Österreich lässt sich in den meisten Fällen auf anthropogenen Auslöser zurückführen. Der Waldbrand am Absamer Vorberg zeigt, welche Auswirkungen eine Unachtsamkeit mit sich bringen kann. Die Untersuchung von Waldbränden in Österreich von Vacik et al. (2011) über den Zeitraum von 1993 – 2009 ergab, dass der Großteil der Waldbrände durch den Menschen hervorgerufen wurde, nur 18 % der Entzündungen sind auf Blitzschläge zurückzuführen. Die hohe Entzündungsrate durch menschliche Einflüsse wird mit der hohen Bevölkerungsdichte, den Anstieg der touristischen Aktivitäten und den Wechsel der Landnutzungsformen bzw. die Abwanderung der ländlichen Bevölkerung in Verbindung gebracht (Vacik, et al., 2011). Waldbrände durch Blitzschlag sind hingegen vor allem in Regionen mit erhöhter Blitzaktivität anzutreffen, insbesondere in den südlichen Teilen Niederösterreichs und in Kärnten. Erhöhte Unwetterwahrscheinlichkeit und das Trockenverhältnis der Region spielen unter anderem eine wesentliche Rolle (Müller, et al., 2012).

5.2 Bestandesanalyse

Das Untersuchungsgebiet oberhalb von Absam wird von der tiefmontanen Stufe bis zur tiefsubalpinen Stufe vor allem von *Pinus sylvestris*, *Picea abies* und teilweise auch *Sorbus aria* und *Larix decidua* dominiert. In den tieferen Lagen findet sich vereinzelt *Fagus sylvatica*, Lagen über der Waldgrenze werden von *Pinus mugo* besiedelt. Vor allem im südwestlichen Bereich des Untersuchungsgebiets tritt die künstlich eingebrachte *Pinus nigra* in einer hohen Anzahl auf. Der gesamte Vorratsverlust aufgrund des Waldbrandes im Jahr 2014 liegt nach dem ersten Untersuchungsjahr bei 17,9 %, das sind 22,2 VfmS/ha. Auch die Grundfläche aller Baumarten zeigt einen zweistelligen Verlust von 20,5 % oder 4,3 m²/ha. Die Verteilung der Baumarten nach Stammzahlen vor dem Brand über die gesamte Untersuchungsfläche sieht folgendermaßen aus: 36,8 % Schwarzkiefer, 32,2 % Weißkiefer, 28,5 % Fichte, 1,6 %

Mehlbeere und 0,9 % Lärche. Nach dem Brand und der eingerechneten Mortalität über die gesamte Fläche verschiebt sich die Verteilung weiter Richtung Schwarzkiefer. Diese nimmt im Jahr 2015 einen Anteil von 45,1 % ein, Weißkiefer fällt auf 31,1 %, Fichte auf 22,9 % und Lärche auf 0,9 %. Mehlbeere scheidet komplett aus.

Die baumartenspezifische Untersuchung weist eine Mortalität bezogen auf die Stammzahl bei der Fichte zwischen den Jahren 2014 vor dem Brand und 2015 von 43,3 % auf, bei der Weißkiefer sind es 32,1 %, bei der Schwarzkiefer 13,8 %, bei der Lärche 32,1 % und bei der Mehlbeere sind es 100 %. Verschiedene Autoren beschäftigten sich unter anderem mit der Mortalitäts- und Überlebensrate verschiedener Baum- und Straucharten nach Waldbränden. Wohlgemuth et al. (2008) unterscheidet in seiner Gliederung ähnlich wie bei der Untersuchung am Absamer Vorberg nach Feuerintensität. Die Quercusarten schneiden dabei sowohl bei kleiner als auch bei großer Feuerintensität am besten ab, darüber hinaus werden bei den Laubgehölzen *Betula spp.*, *Castanea sativa* und *Robinia pseudoacacia* angeführt. Untersuchungen der Nadelbaumarten offenbaren eine hohe Überlebensrate bei geringer und hoher Feuerintensität bezogen auf *Pinus sylvestris* und *Larix decidua*. Wohlgemuth et al. (2010) untersuchten das Brandgebiet von Leuk, welches sich im Walliser Zentraltal befindet und zirka 300 Hektar umfasst. Das Brandgebiet wird von Weißkiefern, Fichten und Lärchen dominiert. Die Untersuchung wurde 3 Jahre nach dem Brand durchgeführt. Unterhalb von 1000 m ü. M. wurde eine Mortalität bei der Flaumeiche von 8,3 % erhoben. Oberhalb von 1600 m ü. M. fallen 39,3 % aller Lärchen aus. Die mittlere Zone (1100 – 1600 m ü. M.), welche am stärksten vom Brand betroffen war, weist eine Mortalität von 49,4 % aller Waldkiefern auf. Die Fichte wird in dieser Zone bis auf 13,0 % überlebender Bäume schwer in Mitleidenschaft gezogen. Am Fallbeispiel Absamer Vorberg blieb eine kleine Insel inmitten des Latschenfeldes im oberen Teil des Untersuchungsgebiets vom Brand verschont. Derartige Inseln sind für die Wiederbewaldung der Flächen von großer Bedeutung (Wohlgemuth, et al., 2010). Eine Waldbranduntersuchung bei Getwing im Wallis 1997, 7 Jahre nach dem Brand, zeigte als direkte Folge des Waldbrandes eine Mortalität von 35 % in der herrschenden und mitherrschenden Waldkiefernsschicht. Unmittelbar neben der Brandfläche, in der Kontaktzone, sind weitere 16 % des Waldkiefernanteils abgestorben. Die Untersuchungen führen zum Schluss, dass die vom Feuer tangierten Bäume mit hoher Wahrscheinlichkeit Sekundärschädlingen zum Opfer gefallen sind. Auf dem Projektgebiet von Absam zeigen 44,1 % der 2014 nach dem Brand untersuchten Bäume über alle Schadstufen eine Beeinträchtigung der Krone und somit einen direkten Einfluss durch das Feuer. Die mittlere Verschiebung der grünen Krone bezogen auf die Baumhöhe beträgt in der Schadstufe 3 1,5 % und in der Schadstufe 5 6,5 % zwischen den Aufnahmejahren 2014 und 2015 nach dem Brandereignis. Es kann somit auch am Hochmahdkopf erwartet werden, dass die Mortalität noch steigen kann. Untersuchungen im subalpinen Bereich der Rocky Mountains beschäftigen

sich mit dem Zusammenhang von Waldbrand und dem *Dendroctonus rufipennis* (*Dendroctonus rufipennis* befällt vor allem reife Fichtenbestände im nördlichen Gebiet von Amerika) und kommen zur Erkenntnis, dass geschwächte Bäume anfälliger gegenüber Insektenbefall sind. Kalamitäten treten deshalb vorwiegend in Randbereichen von Waldbränden auf. Die Studie zeigt weiter, dass vom *Dendroctonus-rufipennis*-Ausbruch betroffene Flächen keine so hohe Anfälligkeit gegenüber nachfolgenden Bränden darstellen (Bebi, et al., 2003). Mit einer Variation der Baumartenzusammensetzung ist zunächst nicht zu rechnen. Die momentanen Klimabedingungen in der Alpenregion lassen die Kiefern nur auf extremen Standorten vorkommen. Des Weiteren fördern Störungen in Form von Insektenkalamitäten, Schneebrüchen und Waldbränden die Wiederbewaldung mit Kiefer (Walentowski, et al., 2007, p. 39). Untersuchungen im Kanton Wallis zeigen hingegen schon einen Wechsel der Baumarten über einen längeren Zeitraum auf. Die absterbenden *Pinus sylvestris* werden von *Quercus pubescens* Willd in der Verjüngung abgelöst. Als Ursache wird die deutliche Veränderung der mittleren Temperaturverhältnisse angeführt, vor allem die Trockenheit setzt der Weißkiefer vermehrt zu. Ein weiterer Grund ist der Wandel der Landnutzung. Streunutzungen und Waldweide, wie sie auch in Tirol üblich sind, verlieren an Bedeutung, dies wirkt sich direkt auf die Weißkiefernverjüngung aus (Rigling, et al., 2006, p. 31) & (Amt der Tiroler Landesregierung, 2000).

5.3 Verjüngungssituation

Waldbrände können die Artenzusammensetzung und die Vielfalt kurz- oder mittelfristig verändern. Diese Auswirkung kann anhand der Verjüngung bzw. durch die Besiedelung von Pflanzen bereits kurz nach der Störung ersichtlich werden. Die verholzte Verjüngung über das Projektgebiet oberhalb von Absam weist vor allem in der Klasse 10 – 30 cm Höhe den größten Anteil auf. 39 % (1031,6 N/ha) der Verjüngung befindet sich in diesem Bereich, 19 % (494,7 N/ha) fallen in die Klasse 31 – 50 cm Höhe, 9 % (234,2 N/ha) in die Klasse < 10 cm Höhe und der restliche Anteil wird auf die übrigen 5 Klassen verteilt. Konzentriert man sich auf die Schadstufen 3 und 5, zeigt sich ein abweichendes Bild zu jenen Probepunkten, welche vom Feuer nicht so stark betroffen sind. Um die Auswirkungen ein Jahr nach dem Brand (2015) feststellen zu können, wurde besonderes Augenmerk auf die Höhenklassen 0 (< 10 cm) bis 4 (< 130 cm) gelegt. Die angesprochene Vegetation umfasst sowohl Baum- als auch Straucharten. Schadstufe 3 und die Höhenklasse < 10 cm zeigen 57 % Mehlbeerenanteil und 23 % Wolliger Schneeball. Weißkiefer ist immerhin noch mit 3,8 % vertreten, während Fichte komplett fehlt. In der Klasse 1 (10 – 30 cm) zeigt sich ein ähnliches Bild, *Sorbus aria* und *Viburnum lantana* erreichen jeweils über 40 % des Anteils in dieser Klasse. Die Schadstufe 5 kann nur eine geringere Stammzahl als in der Schadstufe 3 aufweisen. In der Klasse 0 (< 10

cm) nimmt den größten Anteil mit 80 % abermals die Mehlbeere ein, Bergahorn die restlichen 20 %. Fichte, Weißkiefer und Wolliger Schneeball fehlen in dieser Klasse zur Gänze. In der Klasse 1 (10 – 30 cm) sind lediglich Laubbaumarten anzutreffen, dominant ist auch in diesem Fall wieder *Sorbus aria*. Der Vergleich mit der Fläche von Leuk in der Schweiz zeigt eine Ausbreitung der Pionierbaumarten wie Zitterpappel, Weiden und Birken über die gesamte Fläche (Wohlgemuth, et al., 2010). Aus den Untersuchungen von Wohlgemuth et al. (2008) geht hervor, dass die Verjüngungsdichte nach 4 Jahren speziell oberhalb von 1600 m ü. M. eine Pflanzenzahl von 2000 N/ha erreicht hat. Zwischen 1200 und 1600 m ü. M. liegt die Stammzahl hingegen bei 1200 N/ha, in diesem Bereich etablieren sich überwiegend Laubbäume mit 95 %. Unterhalb von 1200 m ü. M. wurden am Rand des intakten Waldes nur mehr 900 N/ha festgestellt. Der Unterschied entlang des Höhengradienten wird vor allem den Klimabedingungen zugeschrieben. Die geringen Stammzahlen lassen sich laut Wohlgemuth et al. (2010) auf das hohe Wasserdefizit in den unteren Höhenlagen zurückführen. Ausschlaggebend für eine Wiederbewaldung bzw. für die Dauer der Wiederbewaldung ist ein Konglomerat aus Samenverfügbarkeit, Keim- und Wuchsbedingungen in den ersten 2 Jahren nach dem Brandereignis. Einige Untersuchungen auf verschiedenen Brandflächen zeigen auf, dass die Regenerationsrate in den ersten Jahren stark ausgeprägt ist und später wieder abfällt (Jahn 1970; Ahlgren 1974). Aktuelle Bestandesbildende Baumarten könnten aufgrund des prognostizierten Klimawandels und der damit verbundenen Temperatur- und Niederschlagsvariationen beeinträchtigt werden (Wohlgemuth, et al., 2010). Malowerschnig & Sass (2014) untersuchten eine 1946 abgebrannte Waldfläche im Süden des Hochschwab in der Steiermark, eine Region in den nördlichen Kalkalpen mit Ramsaudolomit als überwiegendes Grundgestein. Auf den armen Standorten mit südlich ausgerichteter Exposition dominieren *Larix decidua* und *Pinus sylvestris*. Untersuchungen ergaben einen überwiegenden Anteil an *Larix decidua* des jetzigen AltBestandes über die Projektfläche, *Pinus sylvestris* setzte de facto zur Gänze aus. Das Regenerationspotential von *Picea abies* nach einem Waldbrand ist sehr gering. Ist die oberste Bodenschicht zerstört, wird der Keimungsprozess von Samen sehr stark beeinträchtigt (Malowerschnig & Sass, 2014). Von den 16 Hektar des 1946 abgebrannten Waldes sind lediglich 32 % der Fläche mit Altholz bestockt, dabei konnten sich nur *Larix decidua* und *Picea abies* behaupten, *Pinus sylvestris* ist immer noch fehlend. Nimmt man die Auswertungen von Wohlgemuth et al. (2008) her, so wird dort die Ansamung nach einer hohen und einer geringen Feuerintensität unterschieden. Diesen Ausführungen zufolge reagiert die *Robinia pseudoacacia* bei kleinen Feuerintensitäten am besten in Bezug auf die Ansamung. Relevante Arten für die Brandfläche bei Absam wie *Quercus spp.*, *Fagus sylvatica*, *Corylus avellana* und *Salix caprea* sind bei geringer Feuerintensität mit einer sehr hohen Ansamungsfähigkeit angeführt. *Larix decidua* und *Pinus sylvestris* befinden sich jedoch lediglich im mittleren Bereich der Einschätzung und *Picea abies*

im unteren Teil. Künstlich eingebrachte Verjüngung wurde auf 7 Plots angetroffen. Bei den angetroffenen Individuen handelt es sich um Bergahorn, Fichte und Buche. Odenthal-Kahabka (2005) setzt als Grundlage für die Baumartenwahl die forstliche Standortskartierung voraus, weiters sollte nur hochwertiges Pflanzenmaterial mit geeigneter Herkunft verwendet werden. Bepflanzungsmaßnahmen sind vor allem auf armen und zur starken Verunkrautung neigenden Standorten durchzuführen. Auch der Einsatz von Einzelschutzhüllen ist zweckmäßig (Odenthal-Kahabka, 2005). Wohlgemuth et al. (2010) gehen davon aus, dass die Waldentwicklung ohne Aufforstungen eine längere Zeitspanne in Anspruch nimmt, dies hängt jedoch auch stark von den Witterungsgegebenheiten ab.

5.4 Keimlinge und Bodenvegetation

Die Keimlingssituation auf der Waldbrandfläche von Absam wird als eher schlecht eingeschätzt. Aufgrund der sehr geringen bis nicht vorhandenen Anzahl an Keimlingen wurde die separate Aufnahme von ebendiesen eingestellt. Ähnliche Verhältnisse fand auch Hesser (2011) bei der Untersuchung der Waldbrandfläche bei Bad Bleiberg in Kärnten vor. 6 Jahre nach dem Brandereignis wurden lediglich 4 Keimlinge in den Stichprobenaufnahmen über das gesamte Untersuchungsgebiet (32,26 ha) angetroffen. Baumkeimlinge müssen sich sehr rasch etablieren, um sich gegen die mit Zunahme der Vegetationsperioden dichter werdende Krautschicht behaupten zu können. Die Dominanz der Begleitvegetation geht mit einer hohen Mortalitätsrate seitens der Keimlinge einher. Wohlgemuth et al. (2010) gehen von einer Absterberate in den ersten beiden Jahren von über 60 % bei den Nadelbaumkeimlingen und von unter 40 % bei den Pionierbaumarten aus. Der künstlich ausgebrachten Baumsaat am Absamer Vorberg fällt es auch im Jahr 2015 schwer, sich zu etablieren, auf den 8 relevanten Untersuchungspunkten konnte kein Keimling angetroffen werden. Die Aussaat von Samen ist vor allem in den USA eine beliebte Maßnahme, große Gebiete können in der Regel kostengünstig behandelt werden (Heel, 2015). Speziell die Intensität des Feuers und die damit direkt verbundene Schadstufe ist ausschlaggebend für die Keimung und die Entwicklung der Pflanzen nach dem Brand. Hohe Intensitäten führen zur starken Etablierung von Begleitvegetation und erschweren somit den Keimungsprozess (Pausas, et al., 2003).

Voraussetzung für das Ankeimen von Verjüngung und Begleitvegetation ist ein vegetationsfähiger Boden. 91,8 % des untersuchten Bodens über das Projektgebiet oberhalb von Absam wurden als besiedlungsfähig für die Pflanzenwelt ausgewiesen. 8,3 % der Bodenfläche stellen hingegen derzeit keine gute Anwuchssituation dar. Der Bewuchs auf dem verjüngungsfähigen Boden wird des Weiteren in 5 Kategorien unterteilt. Der größte Anteil über alle Probepunkte am Absamer Vorberg wird mit 80,4 % von Gräsern eingenommen, gefolgt vom Anteil der Kräuter mit 12,8 %. Die restlichen 6,8 % werden unter den Kategorien Farne,

Sträucher und Bäume aufgeteilt. Der Grasanteil ist über den gesamten Absamer Vorberg sehr gut ausgeprägt und erreicht ab der Schadstufe 2 einen Wert über 70 %. Das hohe Maß an Begleitvegetation vor allem in Form von Gras erschwert es der potentiellen Verjüngung, Fuß zu fassen und sich zu etablieren.

Die Fähigkeit von Pflanzen, sich nach einer Störung wieder auf einer Fläche anzusiedeln, ist im Allgemeinen von mehreren Faktoren abhängig, welche vor allem auf Ausprägungen durch das Feuer zurückzuführen sind. Wohlgemuth et al. (2010) unterscheiden nach seiner näheren Untersuchung der Waldbrandfläche bei Leuk in der Schweiz einige ausschlaggebende Parameter wie Humusaufgabe, Mikrorelief, Lichtverhältnisse, Samenverfügbarkeit/Sameneintrag und Konkurrenz zwischen den Arten. Wiederbegrünung erfolgte in höheren Lagen rascher als in Tieflagen (Wohlgemuth, et al., 2010). Die Untersuchung einer Brandfläche 1954, 8 Jahre nach dem Brandgeschehen in der Steiermark, lässt auf eine primär grasgeprägte Vegetationsform schließen. 43 % des Untersuchungsgebiets wurden als hauptsächlich grasbedeckt ausgewiesen, 19 % der Fläche wurden von Fels und Stein geprägt und stehen somit nicht als vegetationsfähiger Untergrund zur Verfügung (Malowerschnig & Sass, 2014). 20 Jahre nach dem Brandereignis verringerte sich der Grasanteil auf der Projektfläche auf 30 %. Topografische Untersuchungen zeigten, dass Grasflächen in flacheren Regionen eine kontinuierliche Entwicklung in Richtung Wiederbewaldung erfahren, steilere Flächen werden hingegen zusehends degradiert. In den ersten 1 – 2 Jahrzehnten nach dem Brand erreicht die Ausdehnung in Form von Grasflächen ihren Höhepunkt, anschließend folgt die Rückeroberung durch die Baumvegetation (Malowerschnig & Sass, 2014). Eine Untersuchung aus vier borealen Mischwaldbeständen in der Provinz von Manitoba, Kanada verweist auf eine kontinuierliche Rückführung der Artenzusammensetzung auf den Zustand vor dem Waldbrand nach einer Initialphase durch krautige Invasoren (Wang & Kembal, 2005). Die Schwierigkeit des Ankeimens von Baumverjüngung führen ebd. auch auf den Zeitpunkt der Verteilung der Samen der Mutterbäume zurück. Wie auch im Fall des Absamer Vorbergs fand der Brand im Frühjahr statt, viele Pflanzen verbreiten ihre Samen jedoch erst im Herbst, was einen limitierenden Faktor für die erste Saison darstellt. *Castanea*, *Molinia* und *Pteridium* besitzen laut Delarze et al. (1992) die Fähigkeit, vollkommene Verwundung zu meiden und extrem schnell zu wachsen, was auch als Grund für ihre Dominanz auf den Brandflächen direkt nach dem Feuerereignis gesehen werden kann. Vor allem die Verbreitung von *Molinia* kann auch auf der Untersuchungsfläche sehr gut beobachtet werden. Grime (2001) scheidet in diesem Zusammenhang die Kategorie „stresstolerant competitors“ aus, welche sich als sehr dominant darstellen. In diese Gruppe fallen unter anderem auch Gräser wie die *Molinia*. Untersuchungen in Kiefernwäldern im nördlichen Schweden zeigen ähnliche Verhältnisse mit dominanter Begleitvegetation auf (Engelmark, 1987). Sass et al. (2012) untersuchte die Brandflächen an

den Bettelwurf-Platten, welche sich in den Nördlichen Kalkalpen in Tirol befinden. Durch die vollkommene Zerstörung des Latschenfeldes am „Hohe-Wand-Hang“ stellte sich eine saure Ausprägung einer Blaugras-Horseggenhalde (*Seslerio-Caricetum sempervirentis*) mit einer Deckung von 70 % ein. Weiters kommen auf verschiedenen Brandhängen dichte Borstengrasrasen vor, welche eine Deckung von bis zu 100 % erreichen. Die Keimfähigkeit von Gehölzen geht aufgrund der dichten Rasendecke stark zurück (Sass, et al., 2012).

Die Beeinflussung durch das Wild stellt einen wesentlichen Faktor für die Vegetation und Verjüngung dar. Nach den Untersuchungen 2015 waren lediglich 3,9 % der aufgenommenen verholzten Vegetation beeinträchtigt, 0,7 % wurden als Schalenwildverbiss ausgeschieden. Diese Ergebnisse sind ähnlich zu Senn et al. (2002), welche eine Windwurffläche in Schwanden in der Schweiz untersuchten. Die Verbissintensität durch Schalenwild war überschaubar, der Grund könnte das große Nahrungsangebot auf der Störungsfläche sein. Eine Untersuchung aus dem Schweizer Leuk nach dem Waldbrand 2003 zeigt hingegen eine erhöhte Verbisszahl bei den aufkommenden Bäumen des beeinträchtigten Gebiets (Wohlgemuth, et al., 2010).

5.5 Latschenbestand

Auf dem Projektgebiet werden verschiedene Waldtypen unterschieden, die am intensivsten betroffenen Flächen zählen zu dem Waldtyp „Trockenes Karbonat-Latschen-(Spirken-) Gebüsch (Lat2)“. 75 % der zugehörigen Flächen sind zur Gänze abgebrannt, die Mortalitätsrate von *Pinus mugo* liegt speziell in diesen Bereichen bei 100 %. Jene Regionen, die dem Feuer nicht vollkommen zum Opfer gefallen sind, zeigen schwere Schäden. Untersuchungen von Sass et al. (2012) beschäftigen sich mit den Folgen bzw. der Entwicklung nach einem Waldbrand in den Jahren 1909 und 1946 in den Tiroler Kalkalpen. Latschenfelder in geschützten Lagen waren auch nach dem Brand wieder imstande, eine Latschenvegetation zu etablieren. Die zur Gänze vom Feuer beeinflussten Latschenbestände verschoben sich nach dem Brand in tiefere Lagen und erreichten somit nicht mehr ihre Ausdehnung vor dem Brand. Eine Etablierung der Latschenverjüngung auf den vorher besiedelten Hängen fand kaum statt. Gründe dafür sind laut Sass et al. (2012) der Einfluss durch das Wild, welches auf den offenen Flächen optimale Äsungsstandorte findet, sowie die schwer zersetzbare Nadelstreu, welche eine saure Humusaufgabe bildet und somit für das Aufkeimen von Samen wenig vorteilhaft ist. Wird der mächtige Oberboden jedoch teilweise abgetragen, ist auch auf diesen Standorten wieder eine Ansammlung möglich. Der Zeitraum für die Regeneration kann möglicherweise Jahrzehnte oder auch Jahrhunderte dauern (Sass, et al., 2012). Grabherr (1936) ist weiters der Meinung, dass es zu keiner Regeneration der Latsche kommen wird. Die lange Regenerationsphase der Latsche führt Sass et al. (2012) auch auf die Bevorzugung

von Mineralböden bei der Keimung zurück. *Pinus mugo ssp. mugo* muss also in steile und felsige Flächen ausweichen. Die Untersuchung der Waldbrandfläche am Bajazzbrunst (1840) in den nördlichen Kalkalpen Tirols, welche 1930 von Grabherr untersucht und 80 Jahre später von Sass et al. wiederaufgegriffen wurde, zeigte, dass über die gesamte Fläche Latschenfelder entstanden sind. Nach einem Jahrhundert der geringen Wiederbewaldung folgte eine Phase der rapiden Wiederbesiedlung. Die genaue Ursache für diesen plötzlichen Aufschwung ist unklar, könnte jedoch auf die Entwicklung von Mykorrhiza zurückzuführen sein, wie es auch bei einer Analyse einer Hochlagenaufforstung in Verbindung mit Mykorrhiza und Pilzen im Sellraintal in Tirol untersucht wurde (Göbl & Ladurner, 2000).

5.6 Naturgefahren und Bodeneigenschaften

Ein Waldbrand betrifft in erster Linie die Vegetation, in weiterer Folge werden jedoch mehrere Parameter beeinflusst. Die Schutzwirkung des Waldes verhält sich direkt proportional zum Zustand der Bestände. Dorren et al. (2004) gehen von 3 essentiellen Kritikpunkten für die Erfüllung der Schutzfunktion aus: zum ersten die unterschiedliche Zusammensetzung von Arten, zum zweiten die Möglichkeit der natürlichen Regeneration und zuletzt die optimale forstliche Struktur. Eine der besten Möglichkeiten wäre eine naturnahe Waldbewirtschaftung (Dorren, et al., 2004). Anhand des Konzepts für Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald versucht Frehner et al. (2005), einen nachhaltigen und langfristigen Waldzustand zu etablieren. Die Anforderungen an den Standort orientieren sich an der potentiellen natürlichen Waldgesellschaft und der natürlichen Entwicklung. Geht man von einer Einschätzung in Anlehnung an NaiS (Frehner, et al., 2005) für den Absamer Vorberg aus, so erfüllen 33,3 % der untersuchten Punkte bezogen auf das Szenario I das minimale Profil in Bezug auf die Standortbewertung. 3,3 % der analysierten Punkte zeigen eine gute Erfüllung der Schutzfunktion in Bezug auf den Standort. 63,3 % der Punkte erfüllen hingegen das Minimalprofil aufgrund des Standorts nicht. Bei der Interpretation der Untersuchungspunkte bezogen auf die Standortanforderungen ist es sehr wichtig, die Kriterien näher zu betrachten, um die teilweise mäßige Einschätzung der Schutzfunktion rechtfertigen zu können. Die Mischverhältnisse des bestehenden Bestandes und der Verjüngung tragen einen wesentlichen Teil zur Bewertung bei. Die Fläche des Absamer Vorbergs wurde nach mehreren Störungen stark anthropogen beeinflusst und weist daher nicht flächendeckend die gewünschte naturnahe Waldgesellschaft auf. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass die Schutzfunktionserfüllung aufgrund der Standortanforderung bereits vor dem Brand nicht wesentlich besser war, eine klare Einschätzung lässt sich jedoch zum heutigen Zeitpunkt nicht mehr treffen. Die Beurteilung für die nächsten 10 und 50 Jahre erfuh aufgrund der langsamen Entwicklung in dieser Höhenlage (Mayer & Ott, 1991) keine merkliche Veränderung.

Mischwälder sind laut Dorren et al. (2004) resistenter gegenüber Störungen und weisen eine höhere Resilienz als Monokulturen auf. Diese Erkenntnis setzt jedoch nicht voraus, dass die vereinzelt vorkommenden Schwarzkiefern-Monokulturen, welche im Zuge des Projekts „Absamer Vorberg 1985“ künstlich eingebracht wurden, die momentane Schutzfunktion unzureichend erfüllen.

Eine sehr wichtige Aufgabe geht von der Verjüngung und dem Keimbett aus. Durch den hohen Grasanteil auf über 2/3 der verjüngungsfähigen Fläche, vor allem auf den intensiv brandgeschädigten Punkten und dem geringen Verjüngungsanteil über alle Punkte, kommt es sehr oft zu einer schlechten Bewertung. Sowohl in der Kategorie Anwuchs als auch in der Kategorie Aufwuchs führen geringe Stammzahlen über das gesamte Untersuchungsgebiet zu geringen Werten, auch die räumliche Verteilung der Verjüngung wirkt sich nicht positiv aus.

Betrachtet man die Einschätzung der einzelnen Punkte bezogen auf die verschiedenen möglichen Naturgefahren, erhält man ein ähnliches Bild wie für die Bewertung nach den Standortanforderungen. Wald als Lawinenschutz ist eine essentielle Funktion, durch die stabilisierende Wirkung auf die Schneedecke und die Erhöhung der Oberflächenrauigkeit agiert er als natürliches Protektionsmittel (Margreth, 2004). Die Präsenz von Schutzwald ist vor allem im Anbruchgebiet ausschlaggebend. Die wichtigsten Eigenschaften des Waldes in Bezug auf Lawinenvermeidung sind Schneeinterzeption, Variation des Strahlenhaushalts im Vergleich zur Freifläche, Modifizierung der Windverhältnisse und Schutzwirkung durch die Baumstämme (Margreth, 2004). Beim Absamer Vorberg erfüllen 15 Punkte der Projektfläche eine spezielle Schutzfunktion in Zusammenhang mit Lawinen. 73 % dieser Punkte können anhand der unterstellten Bewertung die minimale Schutzfunktion nicht erfüllen, 27 % dieser relevanten Punkte können die Schutzfunktion teilweise erfüllen (Szenario I). Die Einschätzungen gehen mit der geringen Erfüllung der Schutzfunktion aufgrund des Standorts, geringen Deckungsgraden und hohen Lückengrößen einher. Von einer gravierenden Veränderung der Schutzfunktion in den nächsten Jahren kann man nicht ausgehen, da die Prozesse im Bereich der Waldgrenze deutlich langsamer ablaufen (Bebi & Ulrich, 2008).

Steinschlag ist im Gebiet oberhalb von Absam eine ernstzunehmende Naturgefahr. Die Schutzfunktion liegt darin, herabstürzende Steine und Blöcke durch den Aufprall auf die Bäume zu bremsen oder zu stoppen (Dorren, et al., 2015). Untersucht wurden im Kontext mit Steinschlag 24 Aufnahmeplots. 58,3 % der relevanten Untersuchungspunkte können die Funktion teilweise erfüllen, 41,7 % können keinen ausreichenden Schutz gegenüber Steinschlägen gewährleisten (Szenario I). Wie auch beim Lawinenschutz ist die Lückengröße ein wichtiger Einflussfaktor. Des Weiteren spielt die Erfüllung aufgrund des Standorts und die Stammzahl eine entscheidende Rolle. 600 Individuen (> 12 cm BHD) pro Hektar wären mindestens gefordert, um die Protektionswirkung erfüllen zu können (Frehner, et al., 2005).

Die Prognose bezüglich Steinschlag erfährt keine herausragenden Veränderungen für die nächsten Jahre.

Vor allem die Oberflächenerosion kann auf die Dauer zu einem gravierenden Problem werden, die schrittweise oberflächliche Abtragung bringt langfristige Folgen mit sich (Frehner, et al., 2005). Die Erosionsgefahr stellt sich auf dem überwiegenden Teil der Punkte als gering dar. 73,7 % der untersuchten Punkte können die Schutzfunktion teilweise oder zur Gänze (Szenario I & II) erfüllen. Von den angeführten 73,7 % entsprechen 21,1 % der Punkte einer guten Protektionswirkung vor Erosion. Sass et al. (2012) untersuchte mehrere Brandflächen in der nördlichen Kalkalpen Tirols. Die Darstellung der Erosionsbeeinflussung am Issanger in der Zeitspanne von 2006 – 2010 zeigt eine deutliche Veränderung über die Jahre. 2006 (3 Jahre nach dem Brand) wurde eine starke Beeinträchtigung festgestellt, 23 % der Fläche waren beinahe kahler Boden. 2010 stieg der Anteil des blanken Bodens bereits auf 41 % an. Eine Erosionsmessung über 5 Jahre ergab eine minimale Verlagerung von 0,16 Gramm pro Tag. Auf der vom Feuer unberührten Fläche lag dieser Wert bei 0,08 Gramm pro Tag. Die Erosionsrate gemessen am Issanger steigt laut Sass et al. (2012) um das 100-fache. Eine 150- bis 240-fache Erosionsrate stellten Moody & Martin (2001) bei der Untersuchung der Massenbewegungen auf einer Waldbrandfläche von 4690 ha im Colorado Front Range in den Vereinigten Staaten von Amerika fest. Mit einem Anstieg der Erosion ist vorrangig in den ersten Jahren nach dem Brand zu rechnen. Am Issanger erhöhte sich die Erosion über die 7 Jahre nach dem Brand kontinuierlich. Ähnliche Ergebnisse zeigt die Untersuchung an der Arnspitze. Der Zustand der erhöhten Erosion wird laut Sass et al. (2012) mehrere Jahrzehnte in Anspruch nehmen. Inbar et al. (1997) publizieren gleichartige Erkenntnisse in Bezug auf die maximale Erosionsrate in den ersten Jahren nach dem Brand. Geringe Bodenbedeckung erhöht die Bodenerosion und umgekehrt, Bodenerosion vermindert die Wahrscheinlichkeit für Bodenbedeckung. Die Größe des Hanges ist ausschlaggebend für die Wiederbesiedelung. Zwei weitere Aspekte sind in diesem Zusammenhang anzuführen; zum einen die Distanz zu unbeeinträchtigten Beständen wegen dem Samenpotential für die Wiederbewaldung und zum anderen die Erfüllung einer Mindestgröße zur Einleitung eines lawinenbildenden Prozesses (Sass, et al., 2012). Die Ursache für Erosion nach Brandereignis lässt sich des Weiteren auf das hohe Wasserabweisungsvermögen und die reduzierte Bodenbedeckung zurückführen (Sass, et al., 2012). Ähnliche Arbeiten verweisen ebenfalls auf den ausschlaggebenden Anteil der Bodenvegetation in Bezug auf Erosion, weiters spielen auch Niederschlagsparameter, Wind, das Georelief und die Bodeneigenschaften eine wesentliche Rolle (Marxer, 2003). Waldbrände fördern die Massenbewegung auf 2 Wege, erstens wird zusätzliches Material von den entwaldeten Hängen abgetragen und lagert sich im System ab und zweitens erhöht oberflächiger Hangabfluss den Wasserdruck der angehäuften Ablagerungen am Hangfuß.

Mittelfristig wird die Wiederherstellung der Schutzfunktion des Waldes sowie die Verhinderung von Erosion angestrebt, langfristig wird für das Projektgebiet die Herstellung einer nachhaltigen Baumartenmischung auf Basis der natürlichen potentiellen Waldgesellschaft beabsichtigt. Die Bezirksforstinspektion Innsbruck und der Forsttechnischen Dienst für Wildbach und Lawinenverbauung, Gebietsbauleitung Mittleres Inntal haben unmittelbar nach dem Brandereignis 2014 erste Maßnahmen durchgeführt und weitere sind geplant. Die biologischen Maßnahmen werden von technischen Hilfsstellungen unterstützt. In weiterer Folge sind auch begleitende Maßnahmen im Bereich der Wildbewirtschaftung vorzunehmen (Wildbach- und Lawinenverbauung Sektion Tirol, 2014).

Durch das Brandereignis werden sich auf den stark betroffenen Flächen auch die Bodeneigenschaften verändern. Auf der Untersuchungsfläche von Wohlgemuth et al. (2010) in Wallis finden sich ähnlich wie am Absamer Vorberg Rendzinen und Braunerden. Durch den Brand kam es in Leuk zu einer Reduktion von ungefähr 80 % der Masse des organischen Auflagehumus. Durch die entstandene Asche und die Vermengung mit dem obersten Mineralbodenhorizont wird der pH-Wert basischer im Vergleich zu den Referenzböden. Vergleichbare Veränderungen des pH-Werts wurden auch nach einer Aschedüngung festgestellt (Zimmermann & Frey, 2002). Basen (Kationen) und wichtige Nährstoffe werden durch Oxidation freigegeben. Kohlenstoff wurde durch die Feuereinwirkung zum größten Teil an die Atmosphäre abgegeben, Stickstoff wurde in Ammonium und Nitrat umgewandelt (Wohlgemuth, et al., 2010). Durch die Freisetzung von Kationen bildet sich des Weiteren eine hydrophobe Schicht, welche die Infiltrationskapazität der Böden beeinflusst und den Oberflächenabfluss forciert (Wohlgemuth, et al., 2005). Wenig intensive Brände können sowohl eine kurzfristige Erhöhung der Nährstoffverfügbarkeit als auch eine Reduktion von Krankheiten und Pilzbefall mit sich bringen (Neary, et al., 1999). Moderate bis starke Brände können hingegen einen starken Abfluss von Nährstoffen aus dem Ökosystem mit sich bringen, der Grund ist die Mineralisation von Nährstoffen und die Erhöhung von mikrobiologischen Prozessen (Neary, et al., 1999).

5.7 Folgeerscheinungen

Mehrere Untersuchungen gehen davon aus, dass geschwächte Bäume anfälliger gegenüber Insektenbefall sind und vor allem in den Grenzbereichen von Waldbrandrändern vermehrt auftreten und zu Kalamitäten führen können (Rigling, et al., 2004). Wohlgemuth et al. (2005) analysierten auf der Fläche von Leuk die Entwicklung der Wirbellosen über einen Zeitraum von 2 Jahren nach dem Brand. Die häufigste aufgetretene Gruppe waren die *Coleoptera*, gefolgt von den *Aculeata*. Die Autoren stellen bei dieser Untersuchung auch fest, dass die beschriebenen Arten vor allem am Rand und in der Mitte der Brandfläche anzutreffen sind,

weniger im angrenzenden Wald. Speziell die Übergangsfläche zwischen den vom Feuer beeinflussten und unbeeinflussten Gebieten erfüllen mehrere Funktionen. Sie sind nicht nur Übergang zwischen offenen und geschlossenen Habitatsgebieten, sondern auch Startzone für die Wiederbesiedelung der Brandfläche (Wohlgemuth, et al., 2005).

5.8 Ökologische Sicht

Prinzipiell geht mit einer Störung auch die Beeinträchtigung der aktuellen Vegetation einher. Nach der Überwindung der anfänglichen Pioniervegetation stellen sich jedoch im Laufe des Sukzessionsprozesses artenreichere Pflanzengesellschaften ein (Sass, et al., 2012). Eine derartige Entwicklung wäre auch für die Brandfläche bei Absam denkbar. Die Untersuchung auf der Brandfläche von Leuk zeigt spannende Einblicke in die Variation der Arten, 30 – 35 % der angetroffenen Bock-, Pracht- und Laufkäfer sind schützenswürdig und stehen auf der roten Liste. 90 % dieser Individuen wurden vorwiegend auf der offenen Brandfläche angetroffen (Wohlgemuth, et al., 2010). Auch die Zusammensetzung der Avifauna variierte auf der Untersuchungsfläche in Leuk bereits nach einer kurzen Zeitspanne. Eine seltene Vogelart wie der Gartenrotschwanz, der ansonsten nur mehr vereinzelt vorkommt, ist die häufigste Art im Waldbrandgebiet. In den ersten Jahren nach dem Waldbrand nehmen vermehrt Offenlandarten die Habitate ein, diese dezimieren sich jedoch mit zusehender Bewaldung wieder (Wohlgemuth, et al., 2010).

5.9 Diskussion der Methoden

Die Punktestlegung anhand des Rasters und mittels GPS-Koordinaten stellte sich als übersichtlich und gut auffindbar dar, nicht zuletzt auch aufgrund der guten Markierungen an den Bäumen. Die Absteckung der Traktflächen für die Verjüngungs- und Bodenbedeckungsaufnahmen war jedoch nicht immer leicht auffindbar bzw. nachvollziehbar. Eine Absteckung mittels Markierungen an den Eckpunkten der Traktflächen wäre in diesem Fall sicher von Vorteil. Dies ist aufgrund des unwegsamen und steilen Geländes jedoch mit einem hohen Mehraufwand verbunden.

2015 konnten nicht alle Stichproben wiederholt werden, dadurch wurde die Analyse deutlich erschwert.

Die Keimlingserhebung erwies sich als besonders schwierig, da die Dominanz der Begleitvegetation auf vielen Punkten eine 100%-Ansprache der Keimlinge nicht zuließ.

Für die Bewertung der Schutzfunktion am Absamer Vorberg wurde das Konzept nach Frehner et al. (2005) herangezogen. Die Bewertungsfaktoren und die dazugehörigen Gewichtungen wurden in Anlehnung an Becker (2015) erstellt. Das NaiS-Konzept von Frehner et al. (2005) sieht eine Bewertung anhand der Weiserflächen vor, die modifizierte Version in dieser Arbeit bezieht sich jedoch auf die Bewertung einzelner Plots.

Der Bewertung anhand des Minimalprofils liegt die potentielle natürliche Waldgesellschaft zugrunde. Die Aufforstungen in den 80er-Jahren weichen jedoch teilweise von dieser ab. Um die Schutzfunktion für diesen Bestand besser einschätzen zu können, wurden 2 Szenarien durchgespielt. Das erste Szenario wird mit der Baumartenmischung anhand der Waldtypisierung nach dem Original vom Amt der Tiroler Landesregierung (2015) bewertet, beim zweiten Szenario wird auf die Bewertung der Baumarten und auch auf die Verteilung der Baumarten in der Verjüngung verzichtet. Die Ergebnisse unterscheiden sich jedoch nur marginal. Bezogen auf das Minimalprofil des Szenario II verbessern sich nur 4 Punkte in die nächstbessere Klasse (zusätzlich erfüllen 2 Punkte das Minimalprofil und 2 Punkte die Schutzfunktion ideal im Vergleich zu Szenario I). Bezogen auf die Schutzfunktionen Lawine und Steinschlag erfüllt jeweils ein Punkt zusätzlich teilweise die Schutzfunktion. Bei der Schutzfunktionserfüllung Erosion unterscheiden sich die beiden Szenarien nicht voneinander. Ein Unterschied zwischen den Szenarien ist gegeben, wirkt sich jedoch nicht überdurchschnittlich hoch auf Bewertung der Schutzfunktionserfüllung des Waldes aus. Damit zeigt sich, dass auch unter Berücksichtigung der Wirkung der nicht naturnahen Baumartenzusammensetzung die Schutzfunktion nicht schlagartig besser erfüllt werden kann.

6 Schlussfolgerung

Waldbrand und dessen Folgen auf das Ökosystem Wald bilden die Grundlage für diese Diplomarbeit. Die konzipierten Forschungsfragen zu dieser Thematik sollen in den folgenden Ausführungen zusammenfassend beantwortet werden.

Wie lassen sich das betroffene Brandgebiet und die angrenzenden Flächen am Absamer Vorberg charakterisieren bzw. wie unterscheidet sich die Bestandessituation zwischen den Untersuchungszeitpunkten?

Bereits bei den Erhebungen der Daten auf den Untersuchungspunkten wurde die Einteilung der Untersuchungspunkte in Schadstufen getätigt. Es wurden auch jene Punkte, die vom Brandgeschehen nur mittelbar beeinflusst waren, klassifiziert. Des Weiteren wurde eine Einteilung aufgrund der Waldtypisierung des Landes Tirols durchgeführt (Amt der Tiroler Landesregierung, 2015).

Die Baumartenzusammensetzung bezogen auf die Schadstufen verhält sich unterschiedlich. Die Schadstufen 1 und 2 weisen keine Veränderung der Baumartenanteile zwischen den Untersuchungszeitpunkten auf, die Verteilung vor und nach dem Brandereignis bleibt gleich. Die Brandintensität wirkt sich vor allem auf die Baumartenzusammensetzung in den Schadstufen 3 und 5 zuungunsten der Fichte aus. In der am stärksten betroffenen Schadstufe 5 profitiert im Vergleich über die 3 Untersuchungszeitpunkte die Weißkiefer. Die Flammenhöhe und die Schwarzfärbung sind am intensivsten in der Schadstufe 5 zu beobachten, wobei die Schwarz- und Weißkiefer sowohl in der Schadstufe 3 als auch in der Schadstufe 5 stärker betroffen waren als die Fichte.

Welche Unterschiede gibt es in Hinblick auf die untersuchten Baumarten, Schadstufen, Altersklassen und Waldtypen?

Die Baumarten reagierten unterschiedlich auf den Waldbrand, bezogen auf die Stammzahl war die Fichte am stärksten betroffen und hatte die meisten Ausfälle. Fichte war jedoch im Gegensatz zur Weiß- und vor allem Schwarzkiefer bei der Verringerung der gesunden Krone am wenigsten betroffen. Die Mortalitätsrate nimmt mit abnehmender Schadstufe über alle Baumarten ab, bis sie schlussendlich in den Klassen 1 und 2 bei 0 % liegt. Die Verschiebung des Ansatzes der grünen Krone hängt auch unmittelbar mit der Schadstufe zusammen, die Individuen in den stärker geschädigten Gebieten weisen eine höhere Veränderung auf als jene auf den wenig betroffenen Flächen. Die Waldtypen unterscheiden sich sowohl bei der Mortalität als auch der Vitalität der Individuen. Jedoch hängt auch die Beurteilung der Waldtypen unweigerlich mit den Schadstufen zusammen. Am stärksten vom Waldbrand

betroffen wurden die Waldtypen Lat2 und Fkb1: Die meisten vom Feuer stark betroffenen Punkte liegen in diesen Waldtypen. Ein direkter Vergleich zwischen den Altersklassen war nicht möglich.

Wie stellt sich die Baumartenzusammensetzung und der Zustand der Verjüngung ein Jahr nach dem Brand dar?

Die Baumartenzusammensetzung variiert sehr stark mit der Schadstufe. Der aktuelle Stand 2015 zeigt: Je höher die Beeinflussung durch den Waldbrand ist, desto geringer ist der Anteil von *Picea abies*. Umgekehrt weist *Pinus sylvestris* den höchsten Baumartenanteil in der Schadstufe 5 auf und den geringsten in der Schadstufe 0. Die Betrachtung der Waldtypen zeigt ein ähnliches Bild, die einzelnen Waldtypen werden von unterschiedlichen Baumarten dominiert, dies lässt sich jedoch auf die standörtlichen Gegebenheiten und die Höhenstufe zurückführen.

Die Verjüngungssituation zwischen den Jahren 2014 und 2015 nach dem Brand unterscheidet sich deutlich. Fichte verzeichnet schwere Ausfälle in den niedrigeren Höhenklassen, in den höheren Klassen bleibt sie präsent. Der Trend im Jahr 2015 geht vor allem zur Etablierung der Mehlbeere. Die Anzahl der Individuen pro Hektar nimmt mit zunehmender Schadstufe deutlich ab. Die Intensität des Brandes auf die Verjüngung wirkt sich auch stark auf die Baumartenzusammensetzung aus, wenig geschädigte Untersuchungspunkte zeigen eine höhere Diversität als stark geschädigte Plots.

Die Bodensituation bzw. die Bodenbedeckung der Begleitvegetation ist ein entscheidender Faktor für die Etablierung der Verjüngung. Vermehrtes Auftreten von dichter Begleitvegetation erschwert die Entwicklung von verholzten Arten. Die Untersuchung der Bodenbedeckung zeigt eine deutliche Dominanz von Grasarten, im speziellen *Molinia*, auf den vom Feuer geschädigten Plots. Ein Vergleich der Bodenbedeckung zwischen den Aufnahmezeitpunkten war jedoch nicht möglich.

Welchen Effekt haben die getroffenen Sofortmaßnahmen nach dem Brand?

Welche Empfehlungen können für Sofortmaßnahmen und begleitende Maßnahmen nach einem Waldbrand auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse gegeben werden?

Die Etablierung von Verjüngung hängt von mehreren Faktoren ab, unter anderem von der Licht-, Wasser- und Nährstoffversorgung. Durch die starke Dominanz der schnellwachsenden Begleitvegetation, insbesondere der Gräser, konnte sich die ausgebrachte Baumsaat bis dato nicht sichtbar entwickeln. Die Grundversorgung für das Ankeimen der Saat ist somit momentan nur teilweise gegeben. Mit fortschreitender Sukzession kann sich dieser Zustand jedoch stets verändern.

Maßnahmen der künstlichen Verjüngung unterstützen den Wiederbewaldungsprozess, vor allem auf stark geschädigten und armen Standorten ist die künstliche Einbringung sehr wichtig. Erosion und Verkarstung kann mittels schneller Aufforstungen entgegengewirkt werden und der Standort somit erhalten werden. Kontroll- und Schutzmaßnahmen sollten auf jeden Fall über einen längeren Zeitraum durchgeführt werden. Im Optimalfall wird diese Zeitspanne bis zur Erreichung der Äserhöhe plus Schneehöhe anberaumt.

Eine rasche Sicherung der Bodeneigenschaften durch Maßnahmen in Form von Pflanzungen ist zu forcieren und wurden bereits von der Behörde eingeleitet. Die errichteten und geplanten technischen Bauwerke unterstützen die Etablierung von forstlichem Bewuchs deutlich, dahingehende Maßnahmen wurden direkt nach dem Brandereignis erarbeitet.

Ist die aktuelle Schutzerfüllung gegenüber Naturgefahren gegeben?

Welche Prognosen bezüglich der Schutzerfüllung lassen sich anstellen?

Die Schutzfunktionserfüllung stellt eine wesentliche Aufgabe des Waldes bei Absam dar. Lawinen, Steinschlag und Erosion können innerhalb des Projektgebiets auftreten. Die Schutzfunktionserfüllung bezogen auf Steinschlag und Erosion wird auf dem Großteil der Untersuchungsfläche nur teilweise erfüllt. Die Schutzfunktionserfüllung der Lawine liegt noch etwas darunter. Die Prognose für die nächsten 10 Jahre zeigt keine gravierenden Veränderungen des momentanen Zustands, der Trend für die nächsten 50 Jahre – ohne anthropogenes Einwirken - ist eher positiv bezogen auf die Schutzfunktionserfüllung für alle Naturgefahren. Die Erfüllung der Schutzfunktion hängt unmittelbar mit der Schadstufe durch den Brand zusammen, jene Punkte mit einer hohen Schadstufe neigen zu einer schlechteren Bewertung. Besonders die Degradation des Standorts durch die Feuereinwirkung stellt einen wesentlichen Aspekt dar. Verändernde Umstände im Bereich des Standorts können die Verjüngungsfähigkeit für Bäume dabei stark einschränken.

Literaturverzeichnis

Ahlgren, C. E., 1974. Effects of fires on temperate forests: Northcentral United. In: T. Kozlowski & C. Ahlgren, eds. *Fire and Ecosystems*. New York: Academic Press, pp. 195-223.

Amt der Tiroler Landesregierung, 2000. [Online] Available at: <http://www.tirol.gv.at/wald/> [Accessed 10 Juli 2016].

Amt der Tiroler Landesregierung, 2010. *einjährige Projektsteuerung - Aufnahmeanweisung*, Innsbruck: s.n.

Amt der Tiroler Landesregierung, 2014. *Tiroler Rauminformationssystem*. [Online] Available at: https://portal.tirol.gv.at/weboffice/tirisMaps/synserver;jsessionid=754E8A645F00FCB1E9C774BCB285D2A9?synergis_session=6bf81a6a-3e80-4dfe-9294-10aa6103f64f&user=quest&project=tmap_master [Accessed 08 04 2016].

Amt der Tiroler Landesregierung, 2015. *Tiroler Schutzgebiete*. [Online] Available at: <http://www.tiroler-schutzgebiete.at> [Accessed 24 Mai 2016].

Amt der Tiroler Landesregierung, 2015. *Waldtypisierung Tirol*, Innsbruck: Amt der Tiroler Landesregierung.

Bebi, P., Kulakowski, D. & Veblen, T. T., 2003. Interactions between fire and spruce beetles in a subalpine rocky mountain forest landscape. *Ecology*, 1 February, pp. 362-371.

Bebi, P. & Ulrich, M., 2008. *Gibt es immer mehr wirksamen Lawinenschutzwald?*, Birmensdorf: WSL.

Becker, S., 2015. *Bestandesentwicklung und Schutzfunktionalität des Naturwaldreservates Dürrwald, Montafon*. Wien: Masterarbeit, Institut für Waldbau, Boku.

Beichelt, F., 1995. *Stochastik für Ingenieure*. Stuttgart: B. G. Teubner.

Brenner, G., Raggl, P., Schreiner, I. & Simon, A., 2015. Der Waldbrand am Absamer Vorberg (Tirol). *Zeitschrift für Wildbach-, Lawinen-, Erosion- und Steinschlagschutz*, Juni.

Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, 2016. [Online] Available at: <http://www.austrianmap.at/amap/index.php?SKN=1&XPX=637&YPX=492> [Accessed 16 Mai 2016].

Delarze, R., Caldelari, D. & Hainard, P., 1992. Effects of fire on forest dynamics in southern Switzerland. *Journal of Vegetation Science*, pp. 55-60.

- Dorren, L. et al., 2015. Das neue NaiS-Anforderungsprofil Steinschlag. *Schweizerische Zeitung für Forstwesen*, January/February, pp. 16-23.
- Dorren, L. K. et al., 2004. Integrity, stability and management of protection forests in the European Alps. *Forest Ecology and Management*, 28 Juni, pp. 165-176.
- Eastaugh, C. S., 2012. *Impacts of extant climate change on forest growth and forest fire hazard in Austria*. Vienna: Dissertation, Universität für Bodenkultur Wien.
- Engelmark, O., 1987. Fire history correlations to forest type and topography in northern Sweden. *Annales Botanici Fennici*, pp. 317-324.
- Fischer, M., Oswald, K. & Adler, W., 2008. *Exkursionsflora für Österreich, Liechtenstein und Südtirol*. 3. ed. s.l.:Biologiezentrum der Oberösterreichischen Landesmuseen.
- Flannigan, M. D., Stocks, B. J. & Wotton, B. M., 2000. Climate Change and Forest Fires. *The Science of the Total Environment*, Issue 262, pp. 221-229.
- Forsttechnischer Dienst für Wildbach und Lawinenverbauung, 2014. *Absamer Vorberg - Dotation - Projekt 2014*, Innsbruck: Forsttechnischer Dienst für Wildbach und Lawinenverbauung.
- Frehner, M., Schwitter, R. & Wasser, B., 2005. *Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald – Wegleitung für Pflegemaßnahmen in Wäldern mit Schutzfunktion*. Bern: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft.
- Fuller, M., 1991. *Forest Fires – An Introduction to Wildland Fire Behaviour, Management, Firefighting and Prevention*. United States of America: John Wiley & Sons, Inc.
- Geologische Bundesanstalt, 2008. *Geofast - Zusammenstellung ausgewählter Archivunterlagen der Geologischen Bundesanstalt 1:50.000 - 118 Innsbruck*. Wien: s.n.
- Göbl, F. & Ladurner, H., 2000. Mykorrhizen und Pilze der Hochlagenaufforstung Haggen. *Mitteilungen der Forstlichen Bundesversuchsanstalt*, pp. 7-19.
- Gossow, H. & Frank, G., 2003. Waldbrand auf Windwurf - eine unheilige Allianz?. *Österreichische Forstzeitung*, pp. 8-9.
- Gossow, H., Hafellner, R. & Arndt, N., 2007. *More Forest Fires in the Austrian Alps-a real coming Danger*. Innsbruck, Verlag der Österreichischen Wissenschaften.
- Gossow, H., Hafellner, R. & Vacik, H., 2009. Major Fire Issues in the Euro-Alpine Region – the Austrian Alps. *International Forest Fire News* 38, pp. 1-10.
- Grabherr, W., 1929. Der größte Waldbrand Nordtirols von Georgenberg bis zum Hähnerbach im hinteren Achenal im Spätherbst 1705. *Tiroler Heimatblätter* 7, pp. 25-27.
- Grabherr, W., 1936. Die Dynamik der Brandflächenvegetation auf Kalk- und Dolomittböden des Karwendels. *Beihefte Botanisches Centralblatt*, pp. 1-94.

- Grime, J. P., 2001. *Plant Strategies, Vegetation Processes and Ecosystem Properties*. 2. ed. Chichester: John Wiley & Sons, LTD.
- Heel, M., 2015. „Waldbrände in den Nördlichen Kalkalpen - raumzeitliche Verteilung und Beispiele lokaler Auswirkungen“. Augsburg: Dissertation.
- Hesser, F., 2011. *Case Study of Post-fire Fuel Analysis and Habitat Structures and Pre-fire Reconstruction in Bad Bleiberg, Southern Austria*. - Master thesis, Wien: Universität für Bodenkultur.
- HISTALP Management, 2016. *HISTALP Management*. [Online] Available at: <http://zamg.ac.at/histalp/dataset/station/csv.php> [Accessed 16 05 2016].
- Inbar, M., Wittenberg, L. & Tamir, M., 1997. Soil Erosion and Forestry Management after Wildfire in a mediterranean Woodland, Mt. Carmel, Israel. *International Journal of Wildland Fire*, pp. 285-294.
- Institut für Waldbau BOKU, 2014. *Anleitung zur Mortalitätserhebungen auf Waldbrandflächen in Österreich*. s.l.: BOKU.
- Institut für Waldbau BOKU, 2016. *Waldbrand-Datenbank Österreich*. [Online] Available at: <http://fire.boku.ac.at> [Accessed 08 06 2016].
- Institut für Waldbau BOKU, 2016. *Waldbrände in Österreich*. [Online] Available at: <http://www.wabo.boku.ac.at/waldbau/forschung/fachgebiete/bewirtschaftungskonzepte/waldbewirtschaftung-und-klimaaenderung/waldbrand/> [Accessed 07 06 2016].
- Jahn, E., Schiechtl, H. M. & Schimitschek, G., 1970. *Möglichkeiten der natürlichen und künstlichen Regeneration einer Waldbrandfläche in den Tiroler Kalkalpen*, Innsbruck: Naturwissenschaftlich-medizinischer Verein Innsbruck.
- Kennard, D., 2008. *The Forest Encyclopedia Network*. [Online] Available at: <http://www.forestencyclopedia.net> [Accessed 9 Juni 2016].
- Kilian, W., Müller, F. & Starlinger, F., 1993. *Die forstlichen Wuchsgebiete Österreichs – Eine Naturraumgliederung nach waldökologischen Gesichtspunkten*, Wien: Forstliche Bundesversuchsanstalt.
- Kirchner, R., 2014. *Pressebericht*, Absam: s.n.
- Kramer, H. & Akca, A., 2007. *Leitfaden für Waldmesslehre*. Frankfurt am Main: J.D.Suaerländer's Verlag.

- Malowerschnig, B. & Sass, O., 2014. Long-term vegetation development on a wildfire slope in Innerzwain (Styria, Austria). *Journal of Forestry Research*, März, pp. 103-111.
- Margreth, S., 2004. Die Wirkung des Waldes bei Lawinen. *Forum für Wissen*, pp. 21-26.
- Marxer, P., 2003. *Oberflächenabfluss und Bodenerosion auf Brandflächen des Kastanienwaldgürtels der Südschweiz mit einer Anleitung zur Bewertung der post-fire Erosionsanfälligkeit (BA EroKaBr)*. 33 ed. Basel: Wepf & Co. AG.
- Mayer, H., 1992. *Waldbau auf soziologisch-ökologischer Grundlage*. 4. Edition ed. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag.
- Mayer, H. & Ott, E., 1991. *Gebirgswaldbau Schutzwaldpflege – Ein waldbaulicher Beitrag zur Landschaftsökologie und zum Umweltschutz*. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag.
- Moody, J. A. & Martin, D. A., 2001. Initial hydrologic and geomorphic response following a wildfire in the Colorado Front Range. *Earth Surface Processes and Landforms*, pp. 1049-1070.
- Müller, M., 2010. *Analyse der durch Blitzschlag verursachten Waldbrände in Österreich Masterarbeit*. Wien: Universität für Bodenkultur.
- Müller, M. et al., 2012. *Analysis of lightning-induced forest fires in Austria*. [Online] Available at: <http://link.springer.com> [Accessed 28 06 2016].
- Naturpark Karwendel, 2016. *Naturpark Karwendel*. [Online] Available at: <http://www.karwendel.org> [Accessed 25 Mai 2016].
- Neary, D. G., Klopatek, C. C., DeBano, L. F. & Ffolliott, P. F., 1999. Fire effects on belowground sustainability: a review and synthesis. *Forest Ecology and Management*, 13 September, pp. 51-71.
- Odenthal-Kahabka, J., 2005. *Handreichung Sturmschadensbewältigung*. s.l.:Landesforstverwaltung Baden-Württemberg und Landesforsten Rheinland-Pfalz.
- Öttel, J. K., 2012. *Forest fire and fuel characteristics of Tyrol - Including Case Studies*. Vienna: University of Natural Resources and Life Sciences.
- Pausas, J. G. et al., 2003. Fire severity and seedling establishment in *Pinus halepensis* woodlands, eastern Iberian Peninsula. *Plant Ecology*, pp. 205-213.
- Pollanschütz, J., 1974. Formzahlfunktionen der Hauptbaumarten Österreichs. *AFZ*, pp. 341-343.
- Regner, B., 2014. *Ergänzung zum „Technischen Bericht Befliegung und Auswertungen Absamer Vorberg (Hochmahdkopf)“*, Wien: Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW).

- Rigling, A. et al., 2006. Baumartenwechsel in den Walliser Waldföhrenwäldern. *Forum für Wissen*, pp. 23-33.
- Rigling, A., Weber, P., Cherubini, P. & Dobbertin, M., 2004. Bestandesdynamik zentralalpiner Waldföhrenwälder aufgezeigt anhand dendroökologischer Fallstudien aus dem Wallis, Schweiz. *Schweizerische Zeitung für Forstwesen*, Juni, pp. 178-190.
- Rothermel, R. C., 1972. *A Mathematical Model for Predicting Fire Spread in Wildland Fuels*, Ogden: US Department of Agriculture, Forest Service.
- Rudolf-Miklau, F., 2006. *Naturgefahrenmanagement in Österreich*. Wien: LexisNexis.
- Sass, O. et al., 2012. Impact of forest fires on geomorphic processes in the tyrolean limestone alps. *Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography*, March, pp. 117-133.
- Sass, O. et al., 2012. Die Brandflächen an den Bettelwurf-Platten. In: *Forum Hall in Tirol*. s.l.: Ablinger & Garber, pp. 46-59.
- Sass, O., Heel, M., Hoinkis, R. & Wetzel, K., 2010. A six-year record of debris transport by avalanches on a wildfire slope (Arnspitze, Tyrol). *Zeitschrift für Geomorphologie* 54, p. 181 – 193.
- Sass, O. et al., 2012. Disturbance, geomorphic processes and recovery of wildfire slopes in North Tyrol. *Earth Surface Processes and Landforms*, Juni, pp. 883-894.
- Schmuck, G. et al., 2015. *Forest Fires in Europe, Middle East and North Africa 2014*, Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Senn, J., Wasem, U. & Odermatt, O., 2002. Impact of browsing ungulates on plant cover and tree regeneration in windthrow areas. *Forest Snow and Landscape Research*, pp. 161-170.
- Simon, A. & Zangerl, A., 2014. *Waldbrand: Hochmahdkopf*, Innsbruck: Amt der Tiroler Landesregierung.
- Sterba, H., 2010. *Forstliche Biometrie I - Skriptum zur Lehrveranstaltung 914.147*. Universität für Bodenkultur Wien: Institut für Waldwachstum.
- Stöhr, D., 2000. *Umweltplan Innsbruck*, Innsbruck: Projektgruppe Boden.
- Tinner, W. et al., 2005. Ausmass und Auswirkungen der Waldbrände auf die Vegetation der Schweiz im Laufe der Jahrtausende. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 156, p. 325 – 330.
- Vacik, H. et al., 2011. Characterisation of forest fires in Austria. *Austrian Journal of Forest Science*, pp. 1-32.
- Vacik, H. & Gossow, H., 2011. Forest fire research and management options in Austria: Lessons learned from the AFFRI and the ALP-FFIRS Networks. *Managing Alpine Future II- Inspire and drive sustainable mountain regions-Book of Abstracts*, Issue 108.

- Walentowski, H., Kölling, C. & Ewald, J., 2007. Die Waldkiefer - bereit für den Klimawandel?. *LWF Wissen*, Juli, pp. 37-46.
- Wang, G. G. & Kembell, K. J., 2005. Effects of fire severity on early development of understory vegetation. *Canadian Journal of Forest Research*, pp. 252-262.
- Wildbach- und Lawinenverbauung Sektion Tirol, 2014. *Absamer Vorberg-Projekt 2014*, Innsbruck: Wildbach- und Lawinenverbauung Sektion Tirol.
- Winter, M., 2009. *Natural regeneration and protection efficiency of the upper montane forests in the Natural Forest Reserve Goldeck, Carinthia*. Wien: Masterarbeit, Institut für Waldbau, BOKU.
- Wohlgemuth, T. et al., 2010. Leben mit Waldbrand. *Merkblatt für die Praxis*, Jänner.
- Wohlgemuth, T. et al., 2008. Effekte des Klimawandels auf Windwurf, Waldbrand und Walddynamik im Schweizer Wald. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, Oktober, pp. 336-343.
- Wohlgemuth, T. et al., 2005. Ökologische Resilienz nach Feuer: Die Waldbrandfläche Leuk als Modellfall. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, September, pp. 345-352.
- Wohlgemuth, T. et al., 2010. Dynamik der Wiederbewaldung im Waldbrandgebiet von Leuk (Wallis). *Schweizerische Zeitung für Forstwesen*, November, pp. 450-459.
- ZAMG - Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, 2016. *Klimadaten von Österreich 1971-2000*. [Online] Available at: <https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/informationsportal-klimawandel/daten-download/klimamittel> [Accessed 16 05 2016].
- Zimmermann, S. & Frey, B., 2002. Soil respiration and microbial properties in an acid forest soil: effects of wood ash. *Soil Biology and Biochemistry*, November, pp. 1727-1737.

Anhang

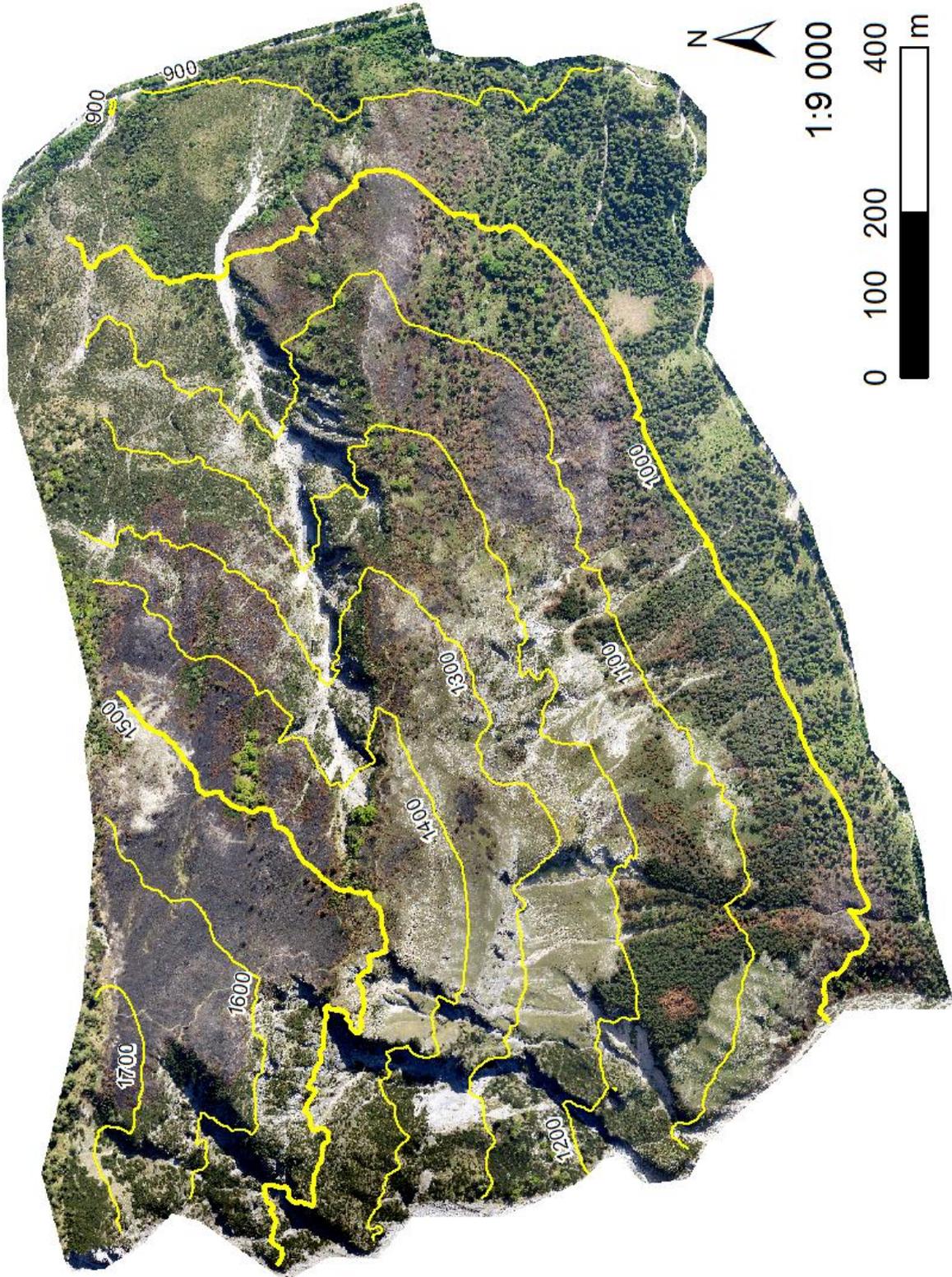


Abb. 55 Übersichtskarte Höhengschichtenlinien Absamer Vorberg [m]

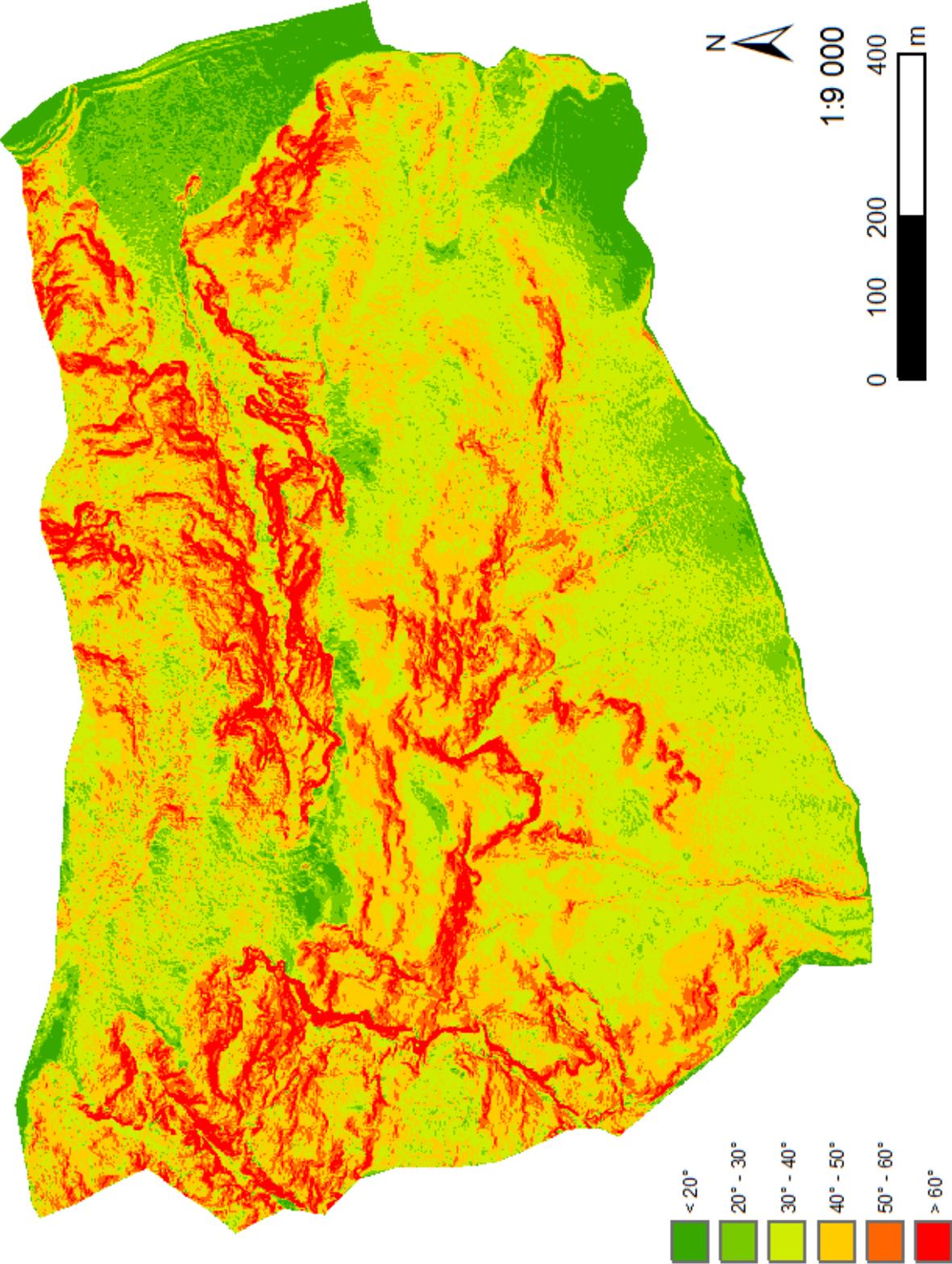


Abb. 56 Übersichtskarte Hangneigung Absamer Vorberg [°]

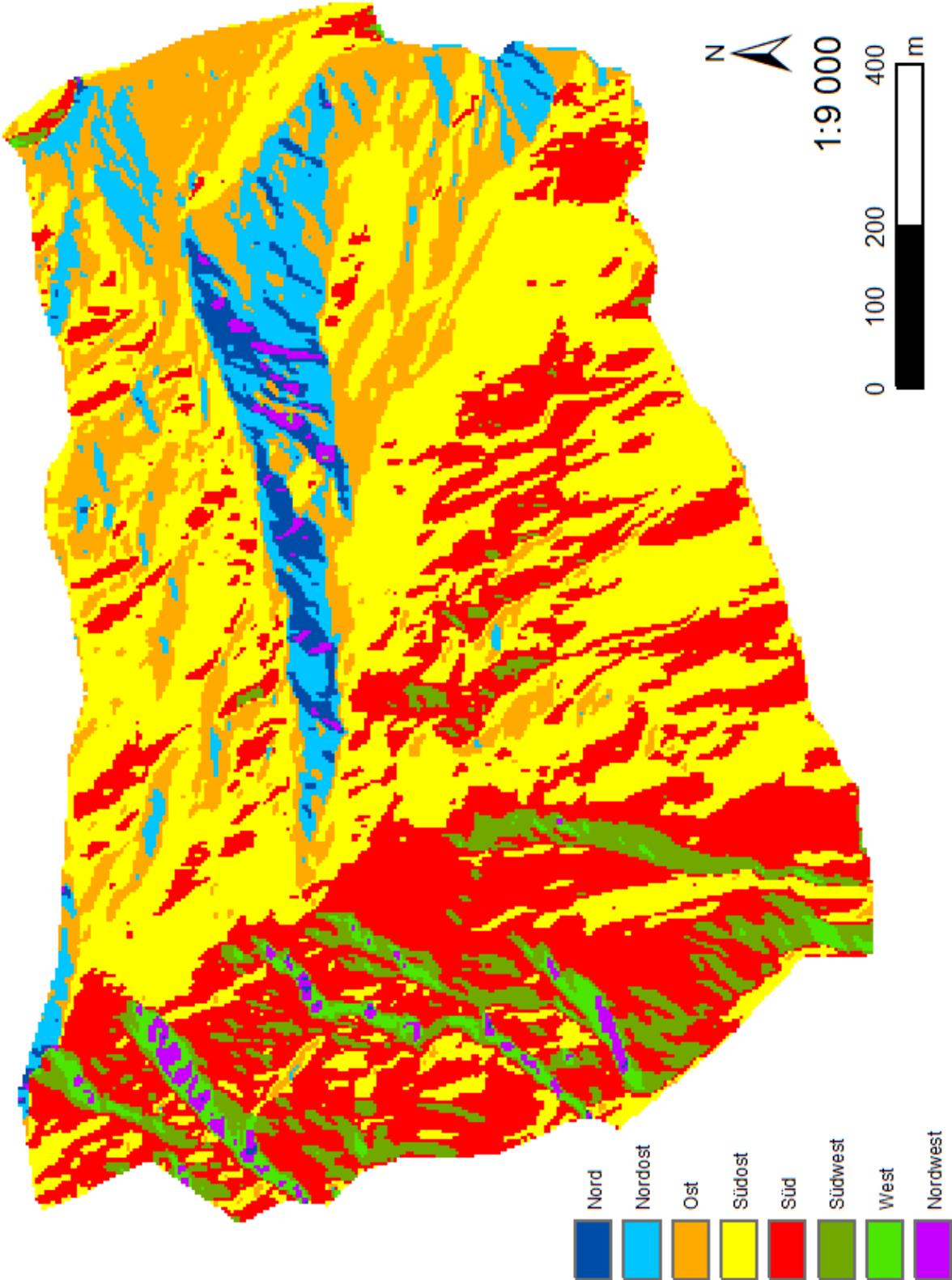


Abb. 57 Übersichtskarte Exposition Absamer Vorberg

		N [N/ha]	SD [±]	G [m ² /ha]	SD [±]	V [Vfms/ha]	SD [±]
2014 vor Brand	Bu3	257,1	405,0	12,7	13,7	70,0	75,4
	Fkb1	674,5	700,9	33,6	15,4	224,7	87,1
	Ftb7	865,6	998,6	29,1	29,0	167,6	168,6
	Lat2	259,1	303,4	11,4	15,7	54,6	78,8
	AV	511,5	682,1	21,1	21,2	123,9	126,1
2014	Bu3	257,1	405,0	12,7	13,7	70,0	75,4
	Fkb1	506,3	506,8	28,8	14,0	201,2	98,4
	Ftb7	735,1	945,2	25,1	26,5	143,6	152,7
	Lat2	152,0	273,3	8,0	16,5	36,1	81,1
	AV	411,3	614,0	18,1	19,8	107,4	119,6
2015	Bu3	257,1	405,0	12,7	13,7	70,0	75,4
	Fkb1	345,5	296,4	24,8	11,8	184,1	94,8
	Ftb7	695,0	953,6	24,0	26,5	137,0	152,7
	Lat2	123,6	254,8	7,4	16,4	35,0	81,1
	AV	360,0	586,6	16,8	19,1	101,7	116,1
Differenz vor Brand-2014	Bu3	0,0	0,0 %	0,0	0,0 %	0,0	0,0 %
	Fkb1	-168,2	-24,9 %	-4,8	-14,3 %	-23,5	-10,4 %
	Ftb7	-130,6	-15,1 %	-4,0	-13,7 %	-24,0	-14,3 %
	Lat2	-107,1	-41,3 %	-3,4	-30,0 %	-18,5	-33,8 %
	AV	-100,2	-19,6 %	-3,0	-14,4 %	-16,6	-13,4 %
Differenz 2014-2015	Bu3	0,0	0,0 %	0,0	0,0 %	0,0	0,0 %
	Fkb1	-160,8	-31,8 %	-4,0	-13,9 %	-17,2	-8,5 %
	Ftb7	-40,1	-5,4 %	-1,1	-4,5 %	-6,7	-4,6 %
	Lat2	-28,4	-18,7 %	-0,6	-7,1 %	-1,1	-3,2 %
	AV	-51,3	-12,5 %	-1,3	-7,1 %	-5,6	-5,2 %
Differenz vor Brand-2015	Bu3	0,0	0,0 %	0,0	0,0 %	0,0	0,0 %
	Fkb1	-329,0	-48,8 %	-8,8	-26,2 %	-40,6	-18,1 %
	Ftb7	-170,6	-19,7 %	-5,1	-17,6 %	-30,6	-18,3 %
	Lat2	-135,5	-52,3 %	-4,0	-35,0 %	-19,6	-35,9 %
	AV	-151,5	-29,6 %	-4,3	-20,5 %	-22,2	-17,9 %

Tab. 40 Veränderung der Stammzahl [N/ha], der Grundfläche [m²/ha] und des Volumens [Vfms/ha] vor dem Brand und nach dem Brand 2014 sowie 2015 bezogen auf die Waldtypen

		N [N/ha]	SD [±]	G [m ² /ha]	SD [±]	V [VfmS/ha]	SD [±]
2014 vor Brand	SS 0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	SS 1	598,9	662,5	22,0	19,8	121,8	103,9
	SS 2	194,8	/	20,0	/	118,1	/
	SS 3	643,7	800,9	26,2	22,1	158,4	135,0
	SS 5	432,6	594,4	17,7	23,1	96,9	129,7
	AV	<u>511,5</u>	<u>682,1</u>	<u>21,1</u>	<u>21,2</u>	<u>123,9</u>	<u>126,1</u>
2014	SS 0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	SS 1	598,9	662,5	22,0	19,8	121,8	103,9
	SS 2	194,8	/	20,0	/	118,1	/
	SS 3	579,0	752,5	24,3	21,2	149,4	133,3
	SS 5	194,9	332,9	10,3	18,2	54,4	94,3
	AV	<u>411,3</u>	<u>614,0</u>	<u>18,1</u>	<u>19,8</u>	<u>107,4</u>	<u>119,6</u>
2015	SS 0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	SS 1	598,9	662,5	22,0	19,8	121,8	103,9
	SS 2	194,8	/	20,0	/	118,1	/
	SS 3	501,8	730,6	22,5	20,7	142,1	130,5
	SS 5	154,9	276,2	9,1	17,1	47,8	86,6
	AV	<u>360,0</u>	<u>586,6</u>	<u>16,8</u>	<u>19,1</u>	<u>101,7</u>	<u>116,1</u>
Differenz vor Brand-2014	SS 0	0,0	/	0,0	/	0,0	/
	SS 1	0,0	0,0%	0,0	0,0%	0,0	0,0%
	SS 2	0,0	0,0%	0,0	0,0%	0,0	0,0%
	SS 3	-64,7	-10,0%	-1,8	-7,1%	-9,0	-5,7%
	SS 5	-237,7	-54,9%	-7,4	-41,9%	-42,4	-43,8%
	AV	<u>-100,2</u>	<u>-19,6%</u>	<u>-3,0</u>	<u>-14,4%</u>	<u>-16,6</u>	<u>-13,4%</u>
Differenz 2014-2015	SS 0	0,0	/	0,0	/	0,0	/
	SS 1	0,0	0,0%	0,0	0,0%	0,0	0,0%
	SS 2	0,0	0,0%	0,0	0,0%	0,0	0,0%
	SS 3	-77,2	-13,3%	-1,8	-7,6%	-7,2	-4,8%
	SS 5	-40,1	-20,6%	-1,1	-11,1%	-6,7	-12,2%
	AV	<u>-51,3</u>	<u>-12,5%</u>	<u>-1,3</u>	<u>-7,1%</u>	<u>-5,6</u>	<u>-5,2%</u>
Differenz vor Brand-2015	SS 0	0,0	/	0,0	/	0,0	/
	SS 1	0,0	0,0%	0,0	0,0%	0,0	0,0%
	SS 2	0,0	0,0%	0,0	0,0%	0,0	0,0%
	SS 3	-141,8	-22,0%	-3,7	-14,1%	-16,2	-10,3%
	SS 5	-277,8	-64,2%	-8,6	-48,4%	-49,1	-50,7%
	AV	<u>-151,5</u>	<u>-29,6%</u>	<u>-4,3</u>	<u>-20,5%</u>	<u>-22,2</u>	<u>-17,9%</u>

Tab. 41 Veränderung der Stammzahl [N/ha], der Grundfläche [m²/ha] und des Volumens [VfmS/ha] vor dem Brand und nach dem Brand 2014 sowie 2015 bezogen auf die Schadstufen

Kronenprozent	Baumarten	Fi	Lä	WK	SK	AV
Schadstufe 0	2015 [%]	100,0	--	100,0	--	100,0
	SD [%]	0,0	--	0,0	--	0,0
	[n]	28	--	4	--	32
Schadstufe 1	2015 [%]	100,0	100,0	100,0	--	100,0
	SD [%]	0,0	--	0,0	--	0,0
	[n]	4	1	7	--	12
Schadstufe 2	2015 [%]	99,0	--	96,7	--	97,4
	SD [%]	2,2	--	8,6	--	7,3
	[n]	5	--	12	--	17
Schadstufe 3	2015 [%]	72,1	80,0	75,6	97,6	81,9
	SD [%]	25,3	--	31,7	6,6	26,4
	[n]	19	1	32	25	77
Schadstufe 5	2015 [%]	60,0	--	71,0	30,0	57,5
	SD [%]	--	--	34,4	16,6	34,0
	[n]	1	--	10	5	16
Kronenansatz	Baumarten	Fi	Lä	WK	SK	AV
Schadstufe 0	2015 [m]	6,3	--	8,1	--	6,5
	SD [m]	2,4	--	1,2	--	2,4
	[n]	28	--	4	--	32
Schadstufe 1	2015 [m]	4,3	10,0	5,1	--	5,2
	SD [m]	1,3	--	1,5	--	2,0
	[n]	4	1	7	--	12
Schadstufe 2	2015 [m]	2,7	--	5,2	--	4,5
	SD [m]	0,4	--	1,8	--	1,9
	[n]	5	--	12	--	17
Schadstufe 3	2015 [m]	6,8	8,0	8,1	6,9	7,3
	SD [m]	2,9	--	2,7	1,5	2,5
	[n]	19	1	29	25	74
Schadstufe 5	2015 [m]	9,0	--	5,2	10,3	7,0
	SD [m]	--	--	1,4	1,0	2,7
	[n]	1	--	10	5	16

Tab. 42 Darstellung des mittleren Kronenprozents und des mittleren Kronenansatzes der grünen Krone bezogen auf die Baumarten und Schadstufen (n = 154)

Plot Nr.	Waldtyp	Mischung	Gefüge	Stabilitätsträger	Verjüngung –Keimbett	Verjüngung –Anwuchs	Verjüngung– Aufwuchs	Gewichtetes Mittel
1	Bu3	–3	–3	–3	1	–2	–2,4	–2,1
2	Bu3	0	1	1,5	–3	3	–3	0,1
3	Ftb7	–1,8	–3	0	–2	–2	–3	–1,8
4	Fkb1	–1	2	0	0	–3	–3	–0,5
5	Fkb1	0	3	1	0	–2	–3	0,3
6	Bu3	0,3	2	2	0	3	1,8	1,3
7	Bu3	–1	–1	3	1	1	1,8	0,4
8	Ftb7	–1,3	3	1	–2	–3	–3	–0,4
9	Ftb7	–3	–3	–3	–1	–2	–1,8	–2,3
10	Bu3	0,5	2	1	–2	3	–1,8	0,6
11	Bu3	–3	–3	–3	3	3	0,6	–1,1
12	Bu3	–3	–3	–3	–3	1	1,2	–1,9
13	Ftb7	–1,8	3	0,5	–1	–3	–3	–0,5
14	Ftb7	–1,5	1	1	1	–3	–3	–0,5
15	Ftb7	–1,5	–1	2	–2	–3	–3	–1,1
16	Ftb7	–1,5	–1	0,5	–1	2	–1,8	–0,6
17	Bu3	0	–1	0	–1	3	–1,8	–0,2
18	Bu3	0	–1	1	2	–2	–1,2	–0,2
19	Bu17	0	3	0,5	2	–2	–3	0,4
20	Bu3	–1	0	3	–3	0	1,2	0,0
23	Ftb7	–3	–3	–3	0	–3	–3	–2,4
28	Fkb1	–0,3	3	2	–3	–3	–3	–0,1
29	Fkb1	0	1	2,5	–3	–3	–3	–0,3
30	Ftb7	–1,5	3	0,5	2	2	–2,4	0,5
35	Fkb1	0	2	1,5	–2	–2	–3	–0,1
36	Fkb1	–1	–3	0	–2	–1,5	–3	–1,5
37	Fkb1	–1	–1	2,5	–1	–2,5	–1,2	–0,5
38	Ftb7	–1,5	1	1,5	–2	2	–2,4	–0,2
39	Ftb7	–0,8	1	1	–2	–2	–3	–0,6
40	Ftb7	–0,8	1	1,5	0	3	0,6	0,6
Mittel		–1,1	0,2	0,5	–0,8	–0,6	–1,8	–0,5
SD [±]		1,1	2,2	1,8	1,7	2,4	1,6	0,9

Tab. 43 Einstufung und Bewertung der Schutzfunktion nach 10 Jahren (2025) bezogen auf die einzelnen Plots und Bewertungsparameter für das Szenario I

Plot Nr.	Waldtyp	Mischung	Gefüge	Stabilitätsträger	Verjüngung- Keimbett	Verjüngung- Anwuchs	Verjüngung- Aufwuchs	Gewichtetes Mittel
1	Bu3	-3	-3	-3	1	-1	-1,8	-2,0
2	Bu3	0	1	1	-2	2	-2	0,2
3	Ftb7	-1,8	-3	0	-1	-2	-3	-1,7
4	Fkb1	-1	2	0	0	-2,5	-3	-0,4
5	Fkb1	0	2	0,5	0	-2	-2,4	0,0
6	Bu3	0,7	3	2,5	0	2	0,6	1,4
7	Bu3	0,8	0	3	1	0	1,2	0,9
8	Ftb7	-1	3	1	-1	-3	-3	-0,2
9	Ftb7	-1,5	-2	-2,5	0	-2	-1,8	-1,5
10	Bu3	0,7	2	1	-1	2	-2,4	0,6
11	Bu3	-1	-2	-2,5	3	2	1,2	-0,4
12	Bu3	-0,5	-2	-2,5	-2	1	1,2	-0,9
13	Ftb7	-1,8	3	0,5	-1	-3	-3	-0,5
14	Ftb7	-1,5	1	1	1	-3	-3	-0,5
15	Ftb7	-1,5	-1	1	-1	-3	-2,4	-1,1
16	Ftb7	-1,5	0	0,5	-1	1	-0,6	-0,4
17	Bu3	1	-1	0	0	2	-0,6	0,2
18	Bu3	0	0	1	2	-2	-1,2	0,0
19	Bu17	0	3	0,5	2	-2	-2,4	0,4
20	Bu3	-1	1	2,5	-2	1	1,2	0,3
23	Ftb7	-3	-3	-3	0	-3	-3	-2,4
28	Fkb1	-0,3	2	1,5	-2	-2,5	-2,4	-0,1
29	Fkb1	0	0	2,5	-2	-2,5	-2,4	-0,3
30	Ftb7	-1,5	3	0,5	2	1	-2,4	0,4
35	Fkb1	0,3	2	1,5	-1	-2	-3	0,1
36	Fkb1	-1	-2	0	-1	-2	-3	-1,3
37	Fkb1	-1	-1	2	-1	-3	-1,8	-0,7
38	Ftb7	-1,5	1	1,5	-1	1	-2,4	-0,2
39	Ftb7	-1,5	1	0,5	-1	-2	-3	-0,7
40	Ftb7	-0,8	2	1,5	0	2	0	0,6
Mittel		-0,8	0,4	0,5	-0,3	-0,9	-1,7	-0,3
SD [±]		1,0	2,0	1,6	1,3	2,0	1,5	0,9

Tab. 44 Einstufung und Bewertung der Schutzfunktion nach 50 Jahren (2065) bezogen auf die einzelnen Plots und Bewertungsparameter für das Szenario I

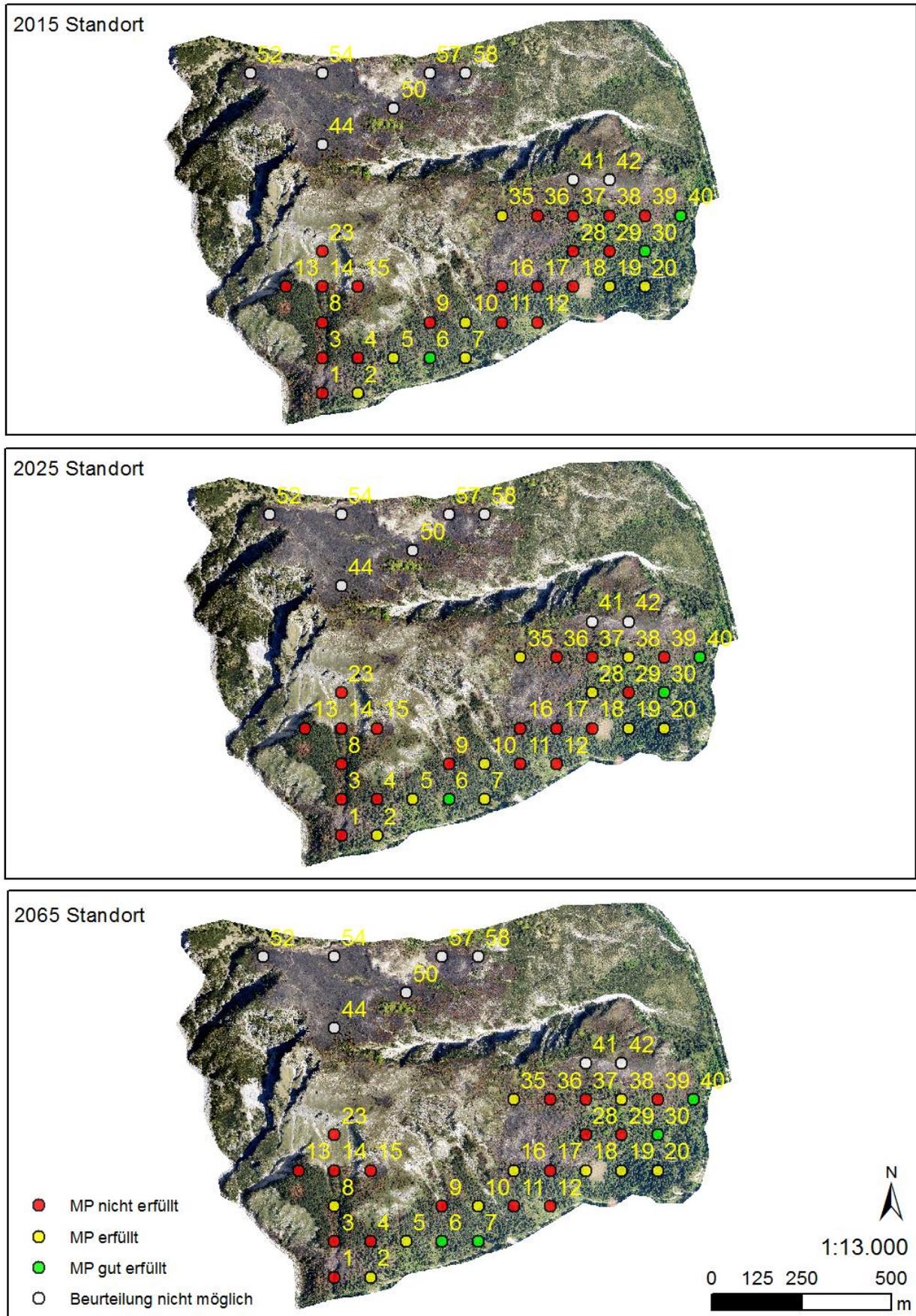


Abb. 58 Minimalprofilserfüllung bezogen auf den Standort und das Szenario II

Plot Nr.	Waldtyp	Gefüge	Stabilitätsträger	Merkmale	Verjüngung- Keimbett	Verjüngung- Anwuchs	Verjüngung- Aufwuchs	Gewichtetes Mittel
1	Bu3	-3	-3	-3	1	-2	-3	-2,3
2	Bu3	1	1,5	0	-3	3	-3	0,2
3	Ftb7	-3	0	-0,6	-2	-2	-3	-1,8
4	Fkb1	2	0	-0,6	0	-3	-3	-0,3
5	Fkb1	3	1	-0,3	0	-2	-3	0,3
6	Bu3	1	2	0	0	3	1,2	1,2
7	Bu3	-2	2,5	0	1	0	1,8	0,3
8	Ftb7	3	1	0	-2	-3	-3	-0,1
9	Ftb7	-3	-3	-3	-1	-3	-1,8	-2,6
10	Bu3	2	1	0	-2	3	-2,4	0,5
11	Bu3	-3	-3	-3	3	3	0,6	-0,9
12	Bu3	-3	-3	-3	-3	0	1,2	-2,0
13	Ftb7	3	0,5	-0,3	-1	-3	-3	-0,1
14	Ftb7	1	1	-0,9	1	-3	-3	-0,3
15	Ftb7	-1	2	0	-2	-3	-3	-0,9
16	Ftb7	-2	0,5	0	-1	2	-1,8	-0,5
17	Bu3	-2	0	-0,9	-1	2	-1,8	-0,8
18	Bu3	-1	1	0	2	-2	-1,2	-0,2
19	Bu17	3	0,5	0	2	0	-3	0,8
20	Bu3	0	3	0	-3	0	1,2	0,4
23	Ftb7	-3	-3	-3	0	-3	-3	-2,6
28	Fkb1	3	2	-0,9	-3	-3	-3	-0,1
29	Fkb1	1	2,5	-1,7	-3	-3	-3	-0,7
30	Ftb7	3	0,5	0	2	3	-3	1,2
35	Fkb1	2	1,5	0	-2	-1	-3	0,0
36	Fkb1	-3	0	0	-2	0	-3	-1,5
37	Fkb1	-1	2,5	0	-1	-2	-1,8	-0,4
38	Ftb7	1	1,5	-2	-2	2	-2,4	0,0
39	Ftb7	1	1	-1,7	-2	-2	-3	-0,7
40	Ftb7	1	1,5	0	0	3	0,6	1,0
Mittel		0,0	0,5	-0,8	-0,8	-0,5	-1,9	-0,4
SD [±]		2,3	1,8	1,1	1,7	2,4	1,6	1,0

Tab. 45 Einstufung und Bewertung der Schutzfunktion zum aktuellen Zeitpunkt (2015) bezogen auf die einzelnen Plots und Bewertungsparameter für das Szenario II

Plot Nr.	Waldtyp	Gefüge	Stabilitätsträger	Verjüngung- Keimbett	Verjüngung- Anwuchs	Verjüngung- Aufwuchs	Gewichtetes Mittel
1	Bu3	-3	-3	1	-2	-2,4	-1,9
2	Bu3	1	1,5	-3	3	-3	0,2
3	Ftb7	-3	0	-2	-2	-3	-1,8
4	Fkb1	2	0	0	-3	-3	-0,3
5	Fkb1	3	1	0	-1	-3	0,5
6	Bu3	2	2	0	3	1,8	1,6
7	Bu3	-1	3	1	1	1,8	0,9
8	Ftb7	3	1	-2	-3	-3	-0,1
9	Ftb7	-3	-3	-1	-2	-1,8	-2,1
10	Bu3	2	1	-2	3	-1,8	0,7
11	Bu3	-3	-3	3	3	0,6	-0,5
12	Bu3	-3	-3	-3	1	1,2	-1,6
13	Ftb7	3	0,5	-1	-3	-3	0,0
14	Ftb7	1	1	1	-3	-3	-0,2
15	Ftb7	-1	2	-2	-3	-3	-1,0
16	Ftb7	-1	0,5	-1	2	-1,8	-0,3
17	Bu3	-1	0	-1	3	-1,8	-0,2
18	Bu3	-1	1	2	-2	-1,2	-0,2
19	Bu17	3	0,5	2	0	-3	0,8
20	Bu3	0	3	-3	0	1,2	0,4
23	Ftb7	-3	-3	0	-3	-3	-2,3
28	Fkb1	3	2	-3	-2	-3	0,1
29	Fkb1	1	2,5	-3	-2	-3	-0,3
30	Ftb7	3	0,5	2	2	-2,4	1,2
35	Fkb1	2	1,5	-2	-1	-3	0,0
36	Fkb1	-3	0	-2	0	-3	-1,5
37	Fkb1	-1	2,5	-1	-2	-1,2	-0,3
38	Ftb7	1	1,5	-2	2	-2,4	0,3
39	Ftb7	1	1	-2	-2	-3	-0,5
40	Ftb7	1	1,5	0	3	0,6	1,1
Mittel		0,2	0,5	-0,8	-0,3	-1,8	-0,3
SD [±]		2,2	1,8	1,7	2,3	1,6	1,0

Tab. 46 Einstufung und Bewertung der Schutzfunktion nach 10 Jahren (2025) bezogen auf die einzelnen Plots und Bewertungsparameter für das Szenario II

Plot Nr.	Waldtyp	Gefüge	Stabilitätsträger	Verjüngung- Keimbett	Verjüngung- Anwuchs	Verjüngung- Aufwuchs	Gewichtetes Mittel
1	Bu3	-3	-3	1	-1	-1,8	-1,7
2	Bu3	1	1	-2	2	-2	0,2
3	Ftb7	-3	0	-1	-2	-3	-1,7
4	Fkb1	2	0	0	-2,5	-3	-0,2
5	Fkb1	2	0,5	0	-1	-2,4	0,2
6	Bu3	3	2,5	0	2	0,6	1,7
7	Bu3	0	3	1	0	1,2	0,9
8	Ftb7	3	1	-1	-3	-3	0,1
9	Ftb7	-2	-2,5	0	-2	-1,8	-1,6
10	Bu3	2	1	-1	2	-2,4	0,6
11	Bu3	-2	-2,5	3	2	1,2	-0,2
12	Bu3	-2	-2,5	-2	1	1,2	-1,0
13	Ftb7	3	0,5	-1	-3	-3	0,0
14	Ftb7	1	1	1	-3	-3	-0,2
15	Ftb7	-1	1	-1	-3	-2,4	-1,0
16	Ftb7	0	0,5	-1	1	-0,6	0,0
17	Bu3	-1	0	0	2	-0,6	-0,1
18	Bu3	0	1	2	-2	-1,2	0,0
19	Bu17	3	0,5	2	0	-2,4	0,9
20	Bu3	1	2,5	-2	1	1,2	0,8
23	Ftb7	-3	-3	0	-3	-3	-2,3
28	Fkb1	2	1,5	-2	-2	-2,4	0,0
29	Fkb1	0	2,5	-2	-2	-2,4	-0,4
30	Ftb7	3	0,5	2	1	-2,4	1,0
35	Fkb1	2	1,5	-1	-1	-3	0,2
36	Fkb1	-2	0	-1	0	-3	-1,1
37	Fkb1	-1	2	-1	-2	-1,8	-0,5
38	Ftb7	1	1,5	-1	1	-2,4	0,3
39	Ftb7	1	0,5	-1	-2	-3	-0,5
40	Ftb7	2	1,5	0	2	0	1,1
Mittel		0,4	0,5	-0,3	-0,6	-1,7	-0,1
SD [±]		2,0	1,6	1,3	1,9	1,5	0,9

Tab. 47 Einstufung und Bewertung der Schutzfunktion nach 50 Jahren (2065) bezogen auf die einzelnen Plots und Bewertungsparameter für das Szenario II

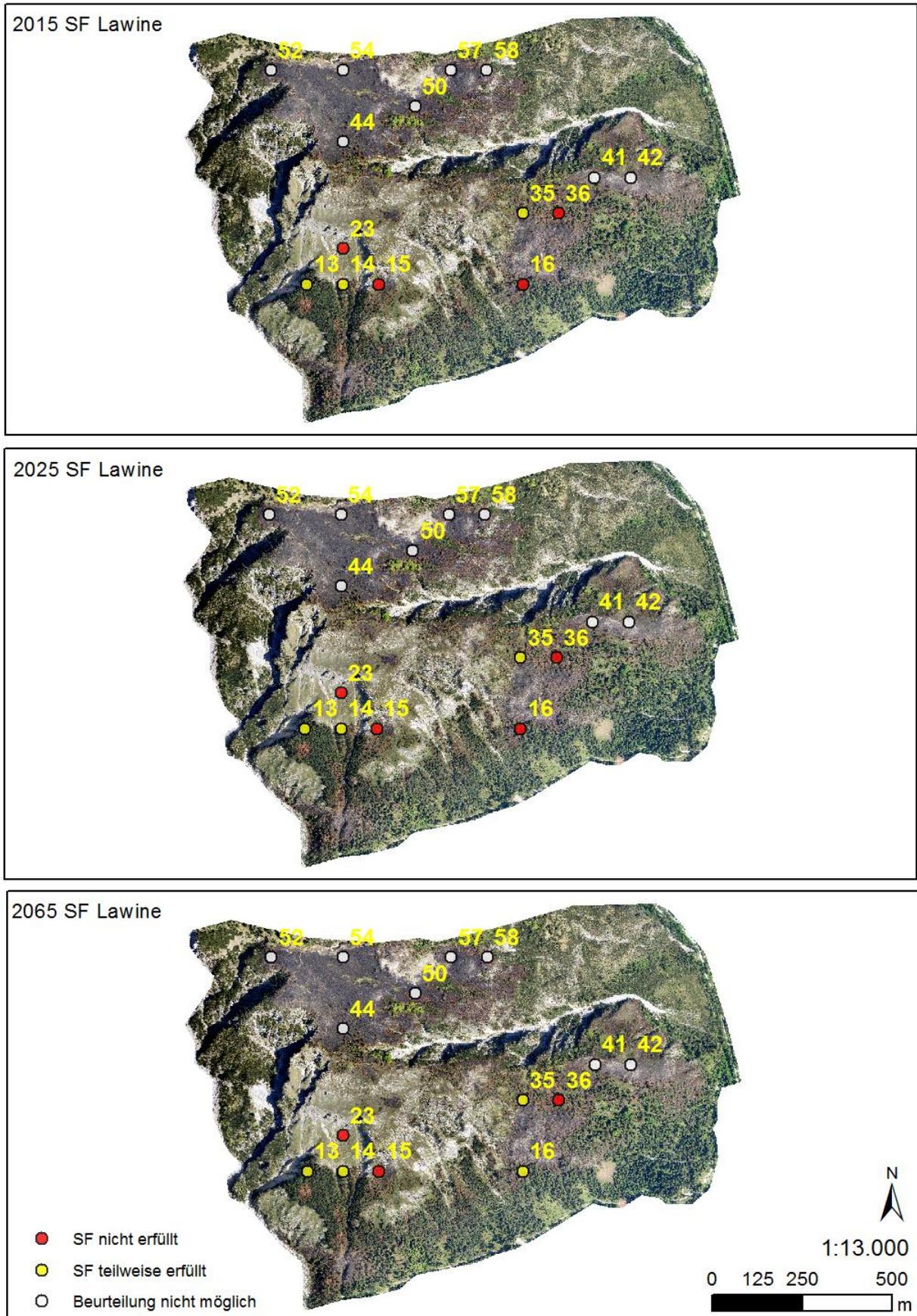


Abb. 59 Darstellung der Schutzfunktionserfüllung bezogen auf Lawine und das Szenario II

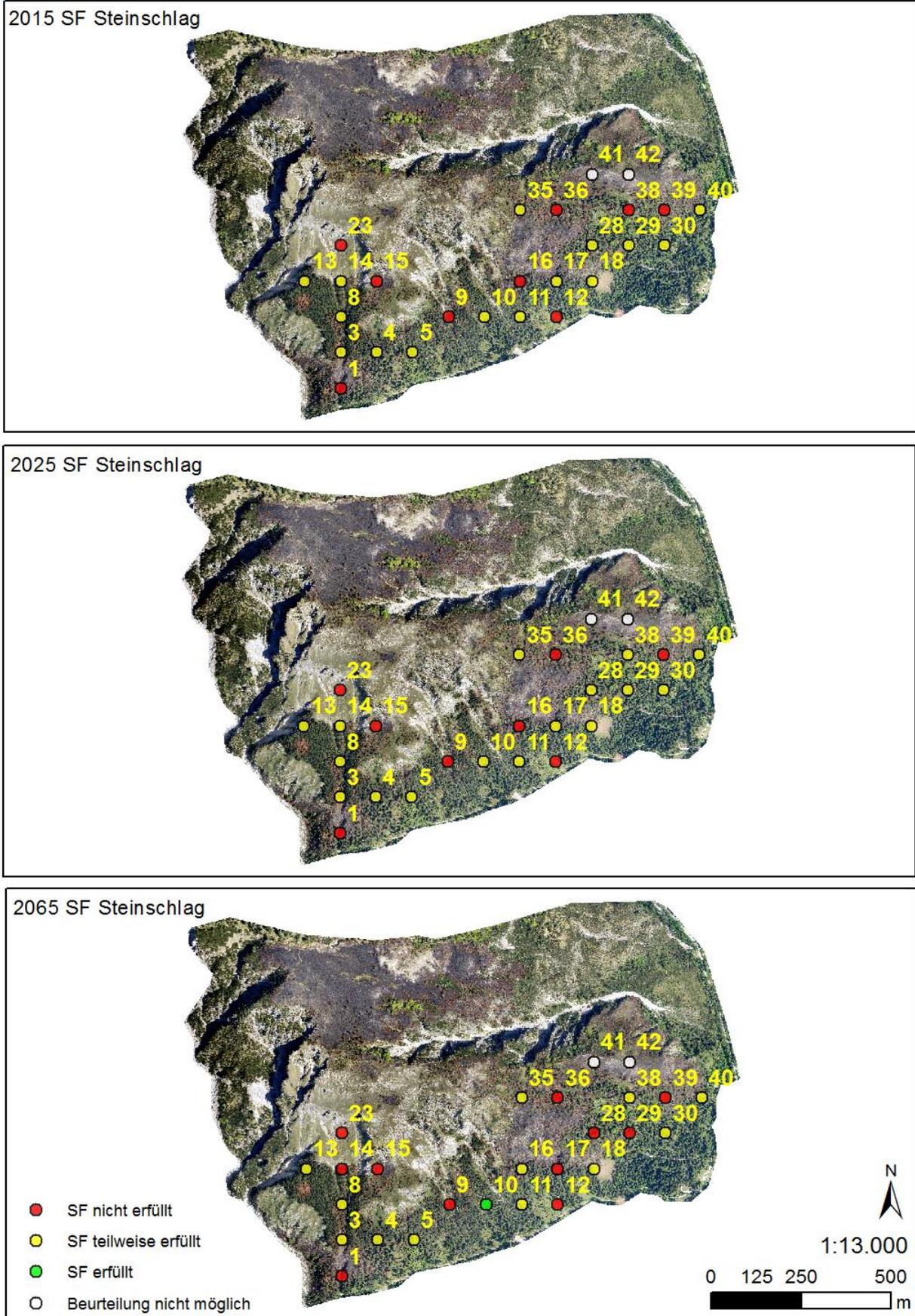


Abb. 60 Darstellung der Schutzfunktionserfüllung bezogen auf Steinschlag und das Szenario II

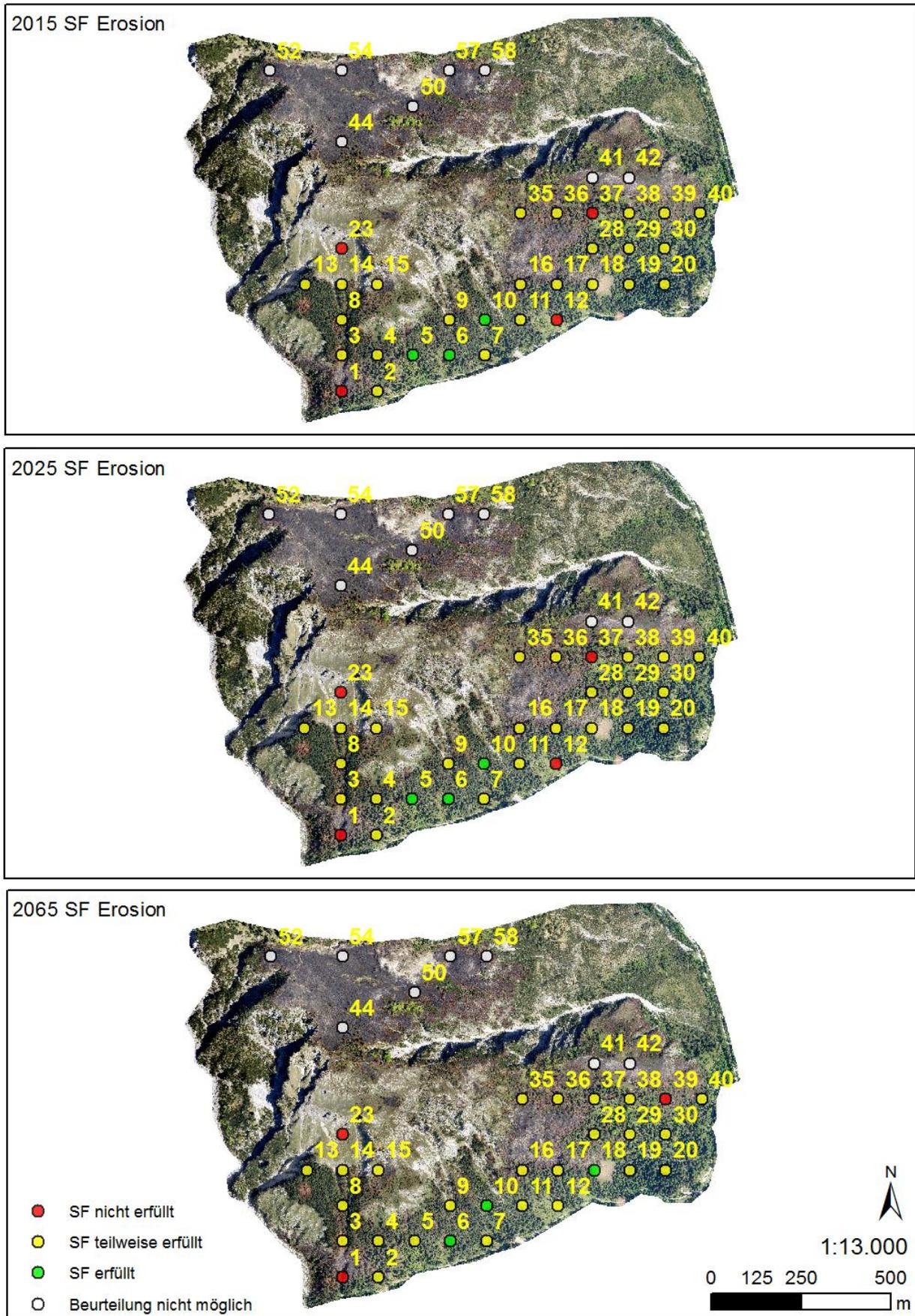


Abb. 61 Darstellung der Schutzfunktionserfüllung bezogen auf Erosion und das Szenario II

Anfertigungserklärung

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

Stubenböck Franz

Wien, September 2016