



Hochschule Neubrandenburg
University of Applied Sciences



Eidg. Forschungsanstalt für Wald,
Schnee und Landschaft WSL

Diplomarbeit des Studienganges
Landschaftsarchitektur und Umweltplanung

Die natürliche Wiederbewaldung der Brandfläche Leuk (Wallis)

vorgelegt von

Christoph Hester

1. Prüfer: Prof. Dr. rer. nat. M. Grünwald
2. Prüfer: Prof. Dr. T. Wohlgemuth

Birmensdorf (CH), 11/2008

Zusammenfassung

Die natürliche Wiederbewaldung der Brandfläche Leuk.

Ein verheerendes Feuer, das durch Brandstiftung verursacht wurde, zerstörte am 13. August 2003 rund 300 ha Bergwald oberhalb der Stadt Leuk (Wallis) in den Schweizer Zentralalpen. Das Feuer breitete sich von der montanen Stufe, beginnend bei 800 m. ü. M., bis hinauf zur Baumgrenze, der subalpinen Stufe, auf 2100 m. ü. M. aus. Die Fläche liegt südexponiert im Walliserhaupttal, dem Rhonetal. Seit 2004 wird diese Fläche von der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) untersucht. Für diese Diplomarbeit wurde im Sommer 2008 auf 154 Stichprobeflächen die natürliche Baumverjüngung erhoben, um Aussagen über die Wiederbewaldung der Fläche zu treffen. Die Verjüngungszahlen erlauben eine Bewertung der sich entwickelnden Sukzession. Während die Baumverjüngung in den ersten drei Jahren nach dem Brand (2004, 2005 und 2006) zunahm, fällt sie seitdem leicht ab und liegt für das Jahr 2008 unter dem Niveau von 2005. Standortfaktoren wie Höhenlage, Hangneigung und Exposition spielen eine entscheidende Rolle für die Entwicklung der Verjüngung. Ein Zusammenhang von Bodentiefe und Verjüngung zeigte sich nicht. Erwartungsgemäß sind es vor allem Laub-Pioniergehölze, die die Fläche zuerst wieder besiedeln. Einige Randlinieneffekte sind zu erkennen, die vom Waldrand und den Strassen ausgehen. Diese Effekte beeinflussen die natürliche Bewaldung positiv. Beispielsweise hat der Waldrand einen günstigen Einfluss auf einige Nadelhölzer. Ein überraschender Befund ist, dass die Föhre (*Pinus sylvestris*) auch im fünften Jahr nach dem Brand auf der gesamten Fläche sehr spärlich vertreten ist, obwohl sie zuvor große Teile des Bestandes bildete. Es konnte eine charakteristische Gruppierung (Klumpung) bestimmter Arten festgestellt werden.

Abstract

Natural reafforestation after the forest fire at Leuk.

In August 2003 a devastating fire caused by arson destroyed 300 ha of mountain forest, situated above the town Leuk (Valais) in the central Alps of Switzerland. The fire spread from the montane zone at 800 m.a.s.l. up to the timberline, the subalpine zone, at 2100 m.a.s.l. The affected area is south-facing and forms part of the main valley of the Valais, the Rhone valley. Since 2004 the area has been scrutinized by the Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research (WSL). This diploma thesis presents data on saplings collected from 154 small sample areas in summer 2008. The purpose is to draw conclusions on the natural reafforestation of the region. The collected data allows for an assessment of the advance of afforestation. Whereas the number of saplings increased during the first three years after the fire (2004, 2005, 2006), it has been slightly decreasing since then and has fallen in 2008 below the level of 2005. Natural local conditions such as altitude, gradient and exposition are playing key roles for the development of the afforestation. There was no discernable relation between the depth of soil and the progress of afforestation. As expected, the area was first recolonised mainly by typical pioniers under the deciduous trees. Several fringe effects could be observed which were caused by edges of forest and roads. They positively influenced natural afforestation. For instance, the edge of forest is beneficial for certain conifers. It was an unreckoned finding that pines (*Pinus sylvestris*) were rarely to be found in the whole area even five years after the fire, although major parts of the former forest had consisted of them. For certain species, it could be observed that they cropped up in groups (clustering).

Dank

An erster Stelle möchte ich mich bei Prof. Dr. rer. nat. M. Grünwald und Prof. Dr. T. Wohlgemuth für die Unterstützung und Betreuung dieser Arbeit bedanken. Besonderer Dank geht an T. Wohlgemuth der mir die Arbeit an der WSL ermöglicht hat. Ich bedanke mich bei U. Wasem für eine wunderbare, lehrreiche Feldsaison in Leuk. Für die kritische Durchsicht der Arbeit und vielen hilfreichen Kommentaren bedanke ich mich ganz besonders bei D. Otto und H. Bachofen.

Nicht vergessen möchte ich hier alle Mitarbeiter der Gruppe "Störungsökologie" der WSL, die jederzeit ein offenes Ohr für meine Fragen hatten.

Schließlich bedanke ich mich auch bei meinen Eltern. Sie haben mich während meiner ganzen Ausbildung in vielerlei Hinsicht unterstützt.

Danke.

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	1
Abstract.....	2
Dank	3
Inhaltsverzeichnis	4
1 Einleitung und Zielsetzung	6
1.1 Störungsökologie und Sukzession.....	6
1.2 Ökologische Bedeutung von Waldbränden.....	7
1.3 Waldbrand in Leuk	9
1.4 Ziel der Arbeit	10
2 Material und Methoden.....	12
2.1 Untersuchungsgebiet	12
2.2 Klima, Vegetation und Boden.....	12
2.2.1 Boden-, Klima-, und Vegetationsveränderungen nach dem Feuer	14
2.3 Datenerhebung.....	15
2.3.1 Lage und Größe der Stichproben.....	16
2.3.2 Gemessene Daten.....	16
2.3.3 Datenaufbereitung.....	18
2.3.4 Klassenbildung.....	18
2.3.5 Statistische Analysen	21
3 Ergebnisse	22
3.1 Verjüngung 2008	22
3.1.1 Bäume und Sträucher auf allen Stichprobenflächen.....	22
3.1.2 Wuchshöhen 2008.....	23
3.2 Verjüngungsentwicklung.....	24
3.2.1 Baumverjüngung der Jahre 2004 bis 2008.....	24
3.2.2 Verjüngung der häufigsten Baumarten.....	25
3.3 Einfluss natürlicher Standortfaktoren.....	26
3.3.1 Entwicklung der Verjüngung in Höhenstufen	26
3.3.2 Entwicklung der Verjüngung der wichtigsten Baumarten in drei Höhenstufen.....	27
3.3.3 Standortfaktor Hangneigung	28
3.3.4 Standortfaktor Exposition.....	29
3.3.5 Standortfaktor Bodentiefe	30
3.3.6 Distanz zum Waldrand.....	31

3.3.6.1 Nadelbäume	31
3.3.6.2 Laubbäume	32
3.4 Räumliche Verteilung der Verjüngung	33
3.4.1 Klumpung der Baumarten.....	33
3.5 Wildverbiss 2008	34
3.5.1 Endtriebverbiss.....	34
3.5.2 Seitentriebverbiss.....	35
4 Diskussion.....	36
4.1 Allgemeine Verjüngung	36
4.1.1 Stand 2008.....	36
4.1.2 Folgejahre nach dem Brand.	36
4.1.3 Standörtliche Faktoren.....	38
4.1.4 Klimatische Einflüsse	39
4.1.5 Wilddruck.....	39
4.2 Klumpung der Verjüngung.....	40
5 Schlussfolgerung	42
6 Literaturverzeichnis	44
Anhang	49

1 Einleitung und Zielsetzung

1.1 Störungsökologie und Sukzession

Eine der wichtigsten Ursachen walddynamischer Variabilität sind Störungen (OTTO 1994). Natürliche und anthropogene Störungen, wie z. B. Feuer, Sturm und Überflutungen, beeinflussen Ökosysteme auf verschiedenen räumlichen und zeitlichen Skalen. Sie sind zeitlich abgegrenzte (diskrete) Ereignisse, die zu einer Änderung der Ressourcenbasis, der Substratverfügbarkeit oder einer abiotischen Umwelt führen (WHITE & PICKET 1985). Im umgangssprachlichen Gebrauch wird der Begriff „Störung“ oft negativ belegt, in der Ökologie sollte man ihn aber weitgehend neutral verwenden, da Störungen auf viele Lebensgemeinschaften durchaus positiven Einfluss haben können. Laut FORMAN & GORDON (1986) führen Störungen lediglich dazu, dass sich Systeme von ihrem Normalzustand entfernen. Dieses sollte als Grundlage für den Begriff Störung gesehen werden. Die Einsicht, dass sich alle ökologischen Systeme laufend durch "Störungen" verändern, ist von grundlegender Bedeutung für das Verständnis der Natur und die Stellung des Menschen in ihr (OTTO 1994). Die durch Änderung von Standortfaktoren bewirkte zeitliche Aufeinanderfolge von Pflanzengesellschaften, ist in allen Ökosystemen die Regel. Diese Abfolge wird Sukzession genannt. Es gibt primäre und sekundäre Sukzessionen. Erstere findet auf freigelegtem oder neu gebildetem Substrat (keine Vegetation, keine Diasporen etc.) statt (z. B. nach Vulkanausbrüchen). Bei sekundärer Sukzession findet ein Ersatz der vorherigen Vegetation nach Störung statt (Reproduktion von Diasporenbanken und Verjüngungsbanken). Beispiele für sekundäre Sukzessionen finden sich z. B. auf Waldbrand- und Windwurf Flächen. Veränderungen in Ökosystemen können durch natürliche oder durch anthropogene Einflüsse verursacht werden. Natürliche Ereignisse können Windwurf, Lawinen, Insektenkalamitäten, Waldbrände oder Überschwemmungen sein. Anthropogene Ereignisse können allgemein Land - und Ressourcennutzungen, wie Kahlschläge, Brandrodungen oder Bodenabtragungen sein. Verschiedene Autoren nehmen an, dass im Zusammenhang mit der Klimaerwärmung auch Störungen durch Stürme, Waldbrände und Trockenheit häufiger auftreten werden als früher (REINHARD et al. 2005, WESTERLING et al. 2006, KORN & EPPLE 2006). und Trockenheiten ebenfalls häufiger auftreten, ist neben der aktuellen Nutzung im zunehmenden Masse auch der Klimawandel von Bedeutung. Extreme

Dürreperioden können innerhalb von wenigen Jahren zum totalen Ausfall einer Baumart führen. Dies wurde in New Mexico (USA) an Beständen der Ponderosa Pine (*Pinus ponderosa*) beobachtet. Dort führten extreme Trockenheiten innerhalb von wenigen Jahren zu großflächigem Absterben und einer Entmischung der Wälder (ALLEN & BRESHEARS 1998). Anzeichen, dass ausgeprägte Dürren auch in Europa relativ schnell zu Absterben einzelner Baumarten führen können, liefern die Analyse einer 10-jährigen Datenreihe einer Untersuchungsfläche im Wallis. Dort wurde eine erhöhte Föhrenmortalität im Folgejahr der Trockenjahre 1998 und 2003 nachgewiesen (RIGLING et al. 2006).

1.2 Ökologische Bedeutung von Waldbränden

Waldbrände sind in vielen Waldökosystemen häufig. Weltweit sind 46% der Ökoregionen von Feuer abhängig oder beeinflusst. In diesen Regionen sind Waldbrände für die Erhaltung der natürlichen Flora und Fauna notwendig (HIRSCHBERGER 2007). REMMERT (1985) weist darauf hin, dass lichtbedürftige Laubbäume, wie z. B. die Eiche, ihre Konkurrenzfähigkeit dem Feuer verdanken. Einige Baumarten haben sich genetisch an Waldbrände angepasst. Die im frühen Alter einsetzende Rauborkigkeit der Douglasie (*Pseudotsuga menziesii*) als Schutz gegen Kambiumüberhitzung, kann als Anpassung an Waldbrände gewertet werden (OTTO 1994). Einige Kiefernarten (*Pinus sp.*), besonders in Nordamerika, sind zum dauerhaften Überleben sogar auf Feuer angewiesen. Durch hohe Temperaturen nach Feuer öffnen sich ihre Zapfen und die Samen werden freigesetzt. Diese Reaktion kann ebenfalls als eine Anpassung der Bäume gesehen werden, da die meisten Samen und Zapfen nach Waldbrand am Boden verbrannt sind (FIELDING 1964).

Feuer ist in erster Linie eine Störung, die ein Waldökosystem aus dem momentanen Gleichgewicht bringt und Biomasse vernichtet. Bei hohen Hitzeentwicklungen verbrennen die empfindlichen, unverholzten Teile der Pflanzen fast vollständig. Diese Feuer verursachen am Wachstumsgewebe (Kambium) schwere Schäden (MORETTI & CONDERA 2003). Die Charakteristiken und die Wirkungen von Bränden, sind je nach Intensität und Art des Feuers unterschiedlich. Waldbrände lassen sich nach ihrer Typologie klassieren:

- Bodenfeuer (mottende Feuer, die das unterirdische Brandgut langsam verbrennen),
- Lauffeuer (schnell voranschreitende Oberflächenfeuer, die nur das Brandgut auf der Bodenoberfläche verbrennen),
- Kronenfeuer (heftige Flammen, die bis zum Kronendach der Bäume reichen),
- Kombinationen aus diesen 3 Typen.

Je nach Wetterlage und Brandtypologie können Waldbrände mit ganz unterschiedlicher Konzentration, Saisonalität und Häufigkeit auftreten. Die Kombination dieser Faktoren nennt man das Feuerregime (MORETTI & CONDERA 2003). Ätherische Öle von Nadelbäumen, besonders das von Waldföhren, verflüchtigen sich bei Hitze und können sich explosionsartig entzünden (WOHLGEMUTH et al. 2005).

Feuer reduziert im Ökosystem Wald einerseits die Individuenzahl und die Überlebenschance feuerempfindlicher Arten. Andererseits schafft es aber neue Lebensbedingungen, indem es z. B. die Biomasse reduziert und eine lichtere Waldstruktur schafft. Es gibt zahlreiche Organismen, die die Bedingungen auf Waldbrandflächen zu ihren Gunsten ausnutzen können (MÜLLER 2001). Oft stimulieren Brände die Keimung von im Boden vorhandenen Samen von Lichtungspflanzen (OTTO 1994, SCHERZINGER 1996). Da die organisch gebundenen Nährstoffe durch das Feuer plötzlich mineralisiert werden, ist ihre Konzentration unmittelbar nach dem Brand besonders hoch. Diese durch Feuer freigewordenen Mineralstoffe werden, sofern nicht verglüht, sofort und in großer Menge pflanzenverfügbar (VEILLEUX 1972). Brände wirken sich nicht nur auf die Bodenbeschaffenheit aus, sondern auch auf die Pflanze selbst. So haben einige Pflanzen besondere Eigenschaften entwickelt mit Feuer umzugehen. Ein durch Brand zerstörter Haupttrieb veranlasst zu vermehrter Stockausschlagsaktivität (TRABAUD 1987). Dickborkige Baumarten wie Eichen, alte Birken und Kastanien, schaffen es - dank der isolierenden Wirkung der Borke - oberirdisch unbeschädigt zu überleben. Pflanzen, die sich stark vegetativ vermehren, treiben aus den vorhandenen Wurzelorganen schnell wieder aus und sind wie die in der Samenbank vorhandenen und vom Wind verbreiteten Arten damit klar im Vorteil (SCHERZINGER 1996, MORETTI & CONDERA 2003).

1.3 Waldbrand in Leuk

Ein gewaltiges Feuer zerstörte in den Walliser Gemeinden Leuk, Albinen und Guttet (Schweiz) am 13. August 2003, Nadelwald auf einer zusammenhängenden Fläche von 300 ha. Von den 800 im Wallis dokumentierten Waldbränden der letzten 100 Jahre, war dieser der größte (GIMMI et al. 2004). Mit dem Verlust des Gebirgswaldes war über Nacht auch die wichtige Schutzfunktion gegen Steinschlag und Lawinen nicht mehr erfüllt. Die ersten und wichtigsten Grundschutzmassnahmen gegen Steinschlag wurden im gleichen Jahr durchgeführt (Mitteilung Revierförster K. EGGER). Temporäre Steinschlagverbauungen und teilweise quergelegte Baumstämme sollen die Dörfer und Strassen, unterhalb der Brandfläche, vor herabfallenden Steinen schützen. Aufforstungen als Präventivmassnahme gegen Steinschlag und Rutschungen wurden bisher nur in wenigen Risikozonen durchgeführt.

In den letzten Jahren nahm die Waldbrandhäufigkeit in der Schweiz zu (BERLI 1996, SCHÖNENBERGER und WASEM 1997). Auch in Zukunft ist durch die räumliche und zeitliche Abfolge des Klimawandels mit einer Zunahme von Dürreperioden zu rechnen. Diese erhöhen die Brandanfälligkeit von Wäldern, in denen Feuer bisher kaum eine Rolle spielte (WOHLGEMUTH et al. 2008). Um die Resistenz und die Resilienz von Wäldern gegenüber Feuer, besser untersuchen zu können, wurde vom Kanton Wallis und der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) ein Forschungsprojekt begründet, welches u. a. die Regenerationsfähigkeit und die Sukzession auf dieser Fläche dokumentieren soll. Die Forschungseinheit Walddynamik, welche auch Störungen in Waldökosystemen untersucht, hat zu diesem Ereignis das Rahmenprojekt „Waldbrand im Wallis“ aufgestellt. Besonders interessant für die Forschung ist die große Höhenausdehnung des Brandgebietes. Verschiedene Vegetationstypen sind betroffen und die natürliche Wiederbesiedlung von Pflanzen und Tieren kann auf unterschiedlichen Höhenstufen dokumentiert und erforscht werden. In der vorliegenden Arbeit wird erstmalig, auf Grundlage einer punktgenauen Erhebung aller Nadel- und Laubgehölze, auf Stichproben die Baumverjüngung der Brandfläche dargestellt.

1.4 Ziel der Arbeit

Ziel dieser Arbeit ist die Beschreibung der Wiederbewaldung der Brandfläche in Leuk nach dem Feuer.

Katastrophale Zerstörungen von Waldbeständen hinterlassen Witterungsexponierte und voll besonnte Freiflächen, auf denen sich neuer Wald über sehr unterschiedliche Wege regenerieren kann (SCHERZINGER 1996). Die aufkommende Verjüngung stammt je nach Art und Intensität der Störung aus überlebenden Jungpflanzen, aus Wurzelsprosslingen der zerstörten Waldgeneration oder aus Samen, die bereits im Boden deponiert waren oder über Wind, Wasser und Tiere eingetragen werden (WEST et al. 1981).

Nach Extremereignissen wie Waldbränden hat sich bisher in fast allen Gebieten der Schweiz zwar wieder Wald entwickelt, doch gibt es beträchtliche Unterschiede im Ablauf der natürlichen Wiederbesiedelung (WOHLGEMUTH et al. 2008).

Die Faktoren, welche die Verjüngung beeinflussen, sind u. a. Licht, offener Boden, Samenangebot, und Konkurrenz. Triebverbiss hat einen nachhaltigen Einfluss auf die Bäume. Ist der Verbiss zu hoch, erleiden Bäume Höhenzuwachsverluste. Wildverbiss führt zu geringerem Höhenzuwachs und eventuell auch zu mehr Ausfällen (EIBERLE 1989). Je nach Ausprägung dieser Faktoren wird die Verjüngung gehemmt oder gefördert.

Folgende Fragestellungen sollen beantwortet werden:

- Wie verläuft die Sukzession der Fläche?

Die Baumverjüngung hat ein bis drei Jahre nach Waldbrand noch gute Startbedingungen (WOHLGEMUTH et al. 2005). Durch die Erhebung der Baumdaten im Jahr 2008 und dem Vergleich mit den Verjüngungsdaten 2004 bis 2007 sollen Rückschlüsse auf die fortschreitende Sukzession gezogen werden.

- Wie wirken Faktoren wie Neigung, Exposition, Bodentiefe und Höhe auf die Baumverjüngung?

Die Diskussion dieser Parameter soll zeigen wie sich Baumarten im Einfluss von diesen Faktoren auf der Brandfläche verhalten.

- Stellt sich die Verjüngung zufällig verteilt ein oder sind Klumpungen gleicher oder unterschiedlicher Arten zu finden?

Eine räumlich nah verteilte Verjüngung von Baumindividuen gleicher und ungleicher Art soll untersucht werden.

- Welchen Einfluss hat der angrenzende Waldtyp auf die Verjüngung?

Unter dem Schirm der angrenzenden Schlusswaldbaumarten herrschen andere Bedingungen wie auf der Freifläche. Ob sich diese Bedingungen positiv auf die Wiederbewaldung auswirken soll hiermit untersucht werden.

- Wie groß ist der Einfluss des Wildes auf die natürliche Verjüngung?

Mit den erhobenen Verbissdaten soll der Schaden abgeschätzt werden.

2 Material und Methoden

2.1 Untersuchungsgebiet

Die südexponierte Untersuchungsfläche liegt am orthographisch rechten Talhang der Rhone oberhalb der Stadt Leuk (Wallis). Das Brandgebiet beginnt im Bannwald oberhalb der Stadt auf 800 m ü. M. und erstreckt sich bis zur Waldgrenze auf 2100m ü. M. In ost- westlicher Richtung ist die Fläche von zwei Geländerippen eingegrenzt. Das Untersuchungsgebiet bildet eine leicht ansteigende und breit ausladende Rinne von 600 bis 1000 m Breite.

2.2 Klima, Vegetation und Boden

Klimatisch gesehen gehört das Rhonetal im Wallis zu den inneralpinen Trockentälern mit kontinentalen Bedingungen. Seine Tieflagen liegen im Regenschatten der umliegenden Gebirgszüge. Es ist die trockenste Gegend der Schweiz mit nur halb soviel Niederschlägen wie im Mittelland (WERNER, 1994).

Die Niederschläge nehmen vom Talboden gegen die Höhenlagen durchschnittlich um 40-50 mm pro 100 Höhenmeter zu. Diese Tendenz bestätigen auch die Niederschlagsmessungen der Eidg. Forschungsanstalt für

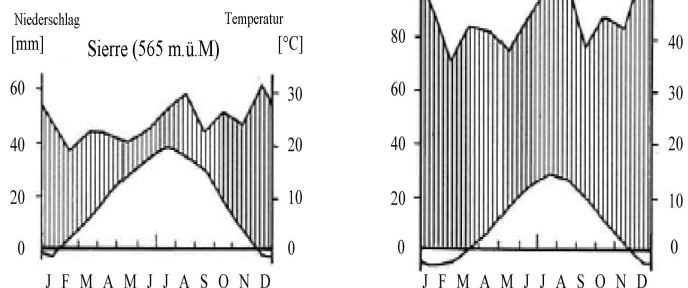


Abb. 2.1: Klima- und Niederschlagsdiagramme von Leukerbad und Sierre (geändert aus WERNER 1994, S.14).

Wald Schnee und Landschaft auf der Brandfläche im Sommer 2005. Mit zunehmender Höhe verändert sich das lokale Klima. Der Vergleich der Klimadaten von Meteorostationen, Sierre und Leukerbad, in der Nähe der Versuchsfläche veranschaulicht dies (Abb.2.1). Dementsprechend ändert sich die Vegetation mit der Höhe. Hohe Sonneneinstrahlung am Tag und rascher Temperaturrückgang in der Nacht sowie kalte Winter und trockene Sommer, zeichnen dieses kontinentale Klima aus. Die Temperatur nimmt im Gebirge pro 100 m um ca. 0,55°C ab. Das Rhonetal wird als inneralpines Trockental bezeichnet. Inneralpine Trockentäler sind tief gelegene Täler in den Alpen die im Regenschatten der Gebirge liegen. Die feuchte Luft staut sich an

den umliegenden Bergen und regnet dort ab. Der Talboden bleibt weitestgehend trocken und warm.

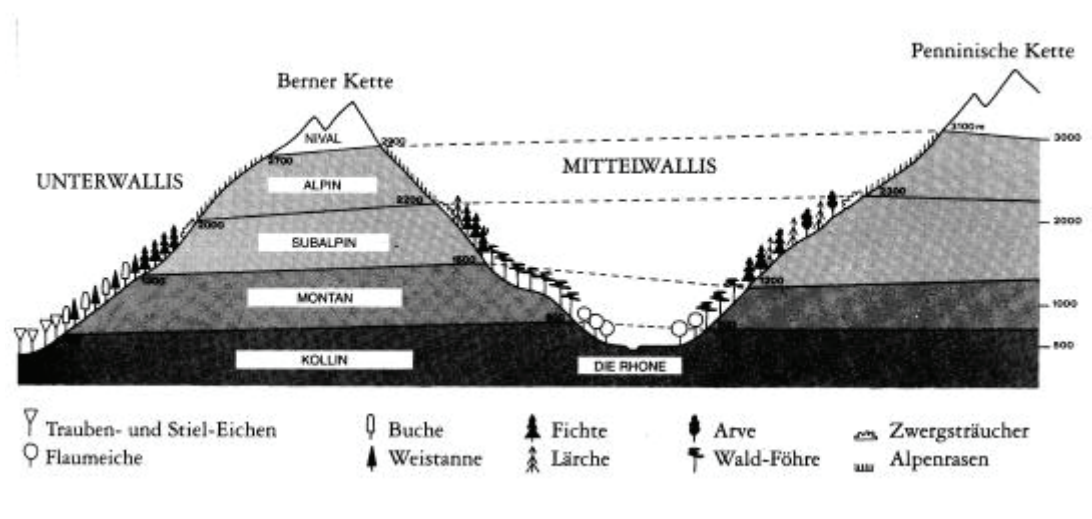


Abb. 2.2: Querschnitt durch das Wallis: Schematische Darstellung der Vegetationsstufen (aus WERNER 1994, S.27).

Die Vegetation im Waldbrandgebiet, das erst auf 800 m ü. M. beginnt, kann in drei Waldgürtel mit verschiedenen Hauptbaumarten unterschieden werden: Föhren-, Fichten-, und Lärchenwälder (GÖDICKEMEIER 1998).

Der Bodenaufbau im Wallis ändert sich mit der Meereshöhe, beeinflusst durch die Klimafaktoren Temperatur und Niederschlag sowie den Pflanzenbewuchs (WERNER 1994). Nach WOHLGEMUTH et al. (2005) herrschen im Untersuchungsgebiet zwischen 900 m und 1500 m Rendzinen vor mit der Kalkgrenze an der Bodenoberfläche und einer leicht basischen Oberschicht. In der mittleren Stufe zwischen 1500 m und 2000 m sind Braunerden mit leicht saurem Oberboden vorhanden. In diesem Bereich ist auch die Humusaufgabe besonders stark ausgeprägt. In der Höhenstufe über 2000 m sind schwach podsolierte Braunerden und eine geringe Humusaufgabe vorzufinden.

2.2.1 Boden-, Klima-, und Vegetationsveränderungen nach dem Feuer

Der Oberboden hat sich nach dem Brand deutlich verändert. Die Humusschicht verbrannte vielerorts fast vollständig (WOHLGEMUTH et al. 2005).

Obwohl die meisten Stämme der verbrannten Bäume noch auf der Fläche stehen, haben sich durch das Brandereignis die Standortverhältnisse dramatisch verändert. Das schattenspendende Kronendach fehlt völlig. Die Strahlungsintensität ist durch diese Bedingungen am Boden höher. Ein Waldbrand verursacht eine Veränderung der Nährstoffe im Boden. Die in den Pflanzen gebundenen Mineralstoffe (P-, K-, Mg-, Ca- und N-Verbindungen) werden freigesetzt. Sie werden einerseits mit den Rauchgasen verfrachtet und bleiben andererseits in der Ascheschicht in großen Mengen in pflanzenverfügbarer Form zurück (BERLI 1996, SCHÖNEBERGER & WASEM 1997). Bodenuntersuchungen im Waldbrandgebiet Leuk 2004 ergaben, dass beim Brand ca. 80 % der Masse der Organischen Auflage verloren ging. Die verbleibende Asche durchmischte sich mit dem obersten Mineralboden. Durch die Verbrennung von organischen Säuren erhöhte sich der pH-Wert um bis zu 1,5 Einheiten, von sauer zu leicht basisch. (WOHLGEMUTH et al. 2005).

Die Krautschicht im Untersuchungsgebiet ist fünf Jahre nach dem Brand durch die typische Schlagflur gekennzeichnet. Das Weidenröschen (*Epilobium augustifolium*), der Färberwaid (*Istatis Tinctoria*) und das rote Seifenkraut (*Saponaria ocymoides*) sind weit und flächendeckend verbreitet.

2.3 Datenerhebung

Im Zeitraum vom 5. Mai bis zum 18. Juni 2008 wurden die Feldaufnahmen mit einem technischen Mitarbeiter der Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, auf der Brandfläche in Leuk durchgeführt. Die Erhebungen fanden auf dem bereits im Jahr 2004 vermessenen und verpflochten Stichprobennetz (Abb.2.3) mit einer Maschenweite von 125 m statt.

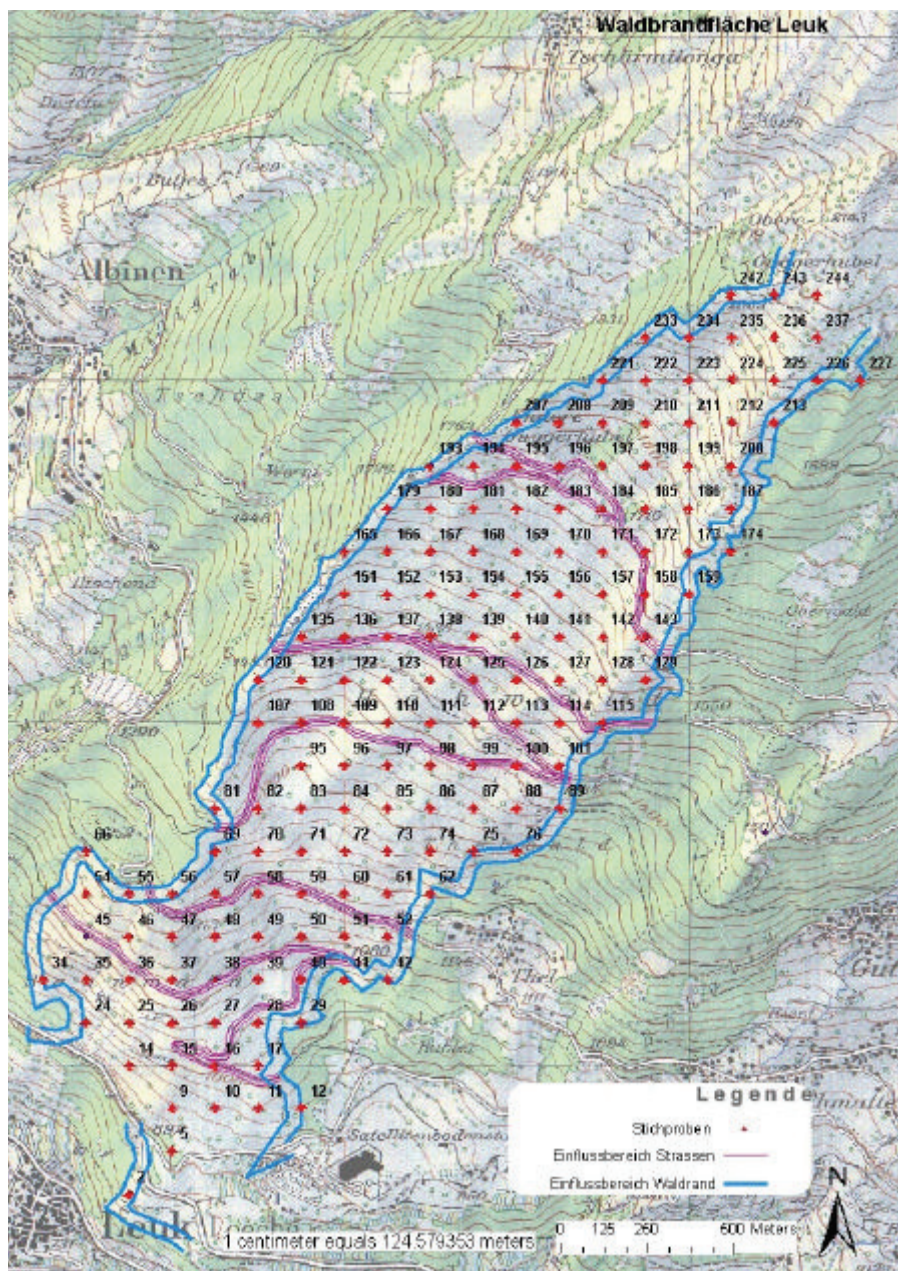


Abb. 2.3:
Lage der 154 Stichproben im Waldbrandgebiet. Die roten Linien markieren den Einflussbereich der Strassen und Wege (10 m) beidseitig. Die blauen Linien markieren den Einflussbereich des Waldrandes (40 m).

2.3.1 Lage und Größe der Stichproben

Die Aufnahme­fläche besteht aus zwei geometrischen Formen. Ein 50 m² Dreieck,

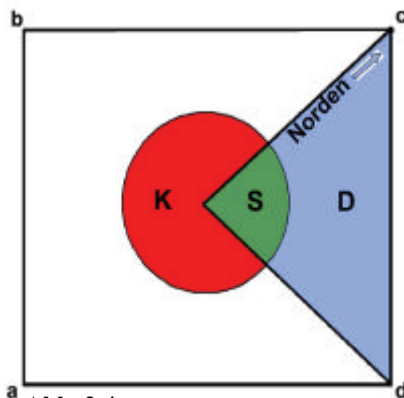


Abb. 2.4:
Stichprobenflächen der Verjüngungsaufnahmen:
K=Kreisfläche (50qm²), D
=Dreieck (50 qm²)
,S=Schnittfläche (17,5qm²)

welches in den Folgejahren nach dem Brand beprobt wurde, und ein zusätzlicher 50 m² Kreis der erst im Aufnahmejahr 2008 hinzukam. Diese bilden die zusammengesetzte Grundfläche der Stichprobe (Abb.2.4). Den Mittelpunkt der Stichprobe kennzeichnet im Feld ein rotes Eisen, die Eckpunkte (a, b, c, d) sind jeweils mit einem weißen Stahlstab verpflockt. Somit ist das Stichprobendreieck fest definiert. Der Radius des Kreises am Hang hingegen ist abhängig von der Geländeneigung. Mit gemessener Neigung und der

Neigungskorrektur (s. Anhang B.) wurde der maßgebende Kreisradius angepasst. 154 Stichprobenpunkte konnten im Feld lokalisiert werden. Flächen, welche durch mechanische Schäden, z. B. durch Wegebau oder Forstarbeiten zerstört wurden, konnten nicht aufgenommen werden.

2.3.2 Gemessene Daten

Auf jeder Stichprobenfläche wurden folgende Parameter aufgenommen:

- Die Neigung des Geländes,
- alle Baum- und Straucharten über 20 cm (Wuchshöhe der letzten Vegetationsperiode),
- Alter der Bäume wurde geschätzt,
- Wildverbiss des Baumes

Exposition und Bodentiefe sowie die Distanz der Stichprobe zum Waldrand wurden von früheren Erhebungen (WOHLGEMUTH et al. 2005) übernommen. Die geographischen Höhen der Stichproben konnten von den gemessenen GPS-Daten aus dem Jahr 2007 übernommen werden.

Die Baum- und Straucharten wurden im Feld mit AMANN (2004) und LAUBER & WAGNER (2007) bestimmt.

Um einen Baum an seinem Standort genau zu situieren, wurde jede Pflanze vom Stichprobenmittelpunkt aus mit der Fernrohrbussole durch Azimut und einem Ultraschall-Distanzmessgerät auf die horizontale Entfernung angepeilt und vermessen. Hierbei musste zunächst die genaue Wuchsposition, also der Ansatz des oberirdischen Pflanzenteils definiert werden. Diese genaue Position wurde mit Hilfe eines Fluchtstabes (2 m) markiert, welcher die Anvisierung erleichterte. Die Schafthöhe des Baumes wurde bis zur Höhe der letzten gemessen. Dies lässt eine klar definierte Höhengrenze zu. Das Alter des Baumes wurde anhand der Triebblängen, der Baumdicke und der Nodien geschätzt. Dies erwies sich im Feld jedoch als äußerst schwierig. Eine genaue dendrochronologische Bestimmung konnte aus zeitlichen Gründen nicht durchgeführt werden.

Als Baumarten kamen vor: *Abies alba* (Mill.), *Acer campestre* (L.), *Acer pseudoplatanus* (L.), *Betula pendula* (Roth.), *Fraxinus exelsior* (L.), *Juglans regia* (L.), *Larix decidua* (Mill.), *Picea abies* (L.), *Pinus sylvestris* (L.), *Populus alba* (L.), *Populus nigra* (L.), *Populus tremula* (L.), *Prunus avium* (L.), *Prunus mahaleb* (L.), *Quercus* sp., *Robinia pseudoacacia* (L.), *Salix appendiculata* (L.), *Salix purpurea* (L.), *Sorbus aria* (L.), *Sorbus aucuparia* (L.). Als Sträucher kamen vor: *Berberis vulgaris* (L.), *Cornus* sp., *Corylus avellana* (L.), *Cotoneaster* sp., *Crataegus* sp., *Rosa* sp., *Ligustrum vulgare* (L.), *Lonicera* sp., *Prunus* sp., *Rhamnus* sp., *Sambucus* sp., *Solanum dulcamara* (L.), *Viburnum* sp..

Alle Sträucher wurden gezählt und in die Wuchshöhen-Klassen 20-40 cm, 41-70 cm, 71-100 cm, 101-130 cm, 131-160 cm, 161-190 cm und >190 cm eingeteilt. In dieser Arbeit wurden die Straucharten weitestgehend außer Acht gelassen. Zwar spielen Sträucher bei der Bewertung von Kleinstandorts-Faktoren eine Rolle, doch soll es hier nur um die Entwicklung der Pionier- und der Schlusswald-Baumarten gehen. Als wichtigste Baumarten wurden demnach jene ausgewählt, die am häufigsten vertreten waren und Indizien für diese Waldgefügetypen aufweisen. Die wichtigsten Pionierbaumarten sind hier: *Betula pendula*, *Salix appendiculata* und *Populus tremula*. Prioritäre Schlusswaldbaumarten sind: *Larix decidua*, *Picea abies*, *Pinus sylvestris* und *Quercus* sp.

2.3.3 Datenaufbereitung

Die Auswertung der aufgenommenen Daten erfolgte mit dem Tabellenkalkulationsprogramm MS EXCEL 2000. Die Auswertung des Jahres 2008 bezieht sich auf die Daten aus Kreis- und Dreiecksfläche. Für die Analyse der Baumverjüngungsentwicklung der vergangenen Jahre bis heute, wurden nur die Dreiecksfläche herausgestellt und die Daten von 2004 bis 2007 von T. WOHLGEMUTH übernommen.

2.3.4 Klassenbildung

Die Bildung von Klassen ermöglicht eine Gruppierung von gemeinsamen Eigenschaften und vereinfacht die Interpretation der Ergebnisse. Für die Auswertung wurde für folgende Parameter Klassen gebildet:

Neigung

Mit steigendem Gefälle steigt auch die Gefahr der Hang- und Schneerutschung im Gebirge. Erhebungen in der Schweiz zeigten, dass bei einer Hangneigung von 31-40° rund 80 % der Waldlawinen abgebrochen sind (MAYER & OTT 1991). Um einen eventuellen Zusammenhang zwischen Steilheit und Verjüngung festzustellen wurden folgende Klassen gebildet:

Tab. 2.1: Definition der Neigungsklassen.

Neigungsklassen				
Definition	wenig steil	steil	sehr steil	extrem steil
Grad	11-20	21-30	31-40	41-75

Exposition

Sonnenhänge erhalten mehr direkte Strahlung und Wärme. Diese Wärme ist auf Südhängen aber nicht nur von Vorteil, denn sie führen u. U. zu höherer Verdunstung, Austrocknung Bodenüberhitzung und Verhagerung der Waldhumus. Um Aussagen über den Zusammenhang zwischen Exposition und Verjüngung in Leuk machen zu können, wurden für die Auswertung drei Expositionsklassen gebildet:

Tab. 2.2: Expositionsklassen in drei Himmelsrichtungen.

Exposition	minimum [gon]	maximum [gon]
Süd-Ost	101	200
Süd-West	201	300
Nord-West	301	400

Höhenlagen

Die Sonneneinstrahlung ist im Gebirge deutlich stärker als in tieferen Lagen. Auf 1800 m ü. M. mehr als doppelt so stark wie auf Meereshöhe (LANDOLT 1984). Eine zu starke Einstrahlung führt zu Überhitzungsschäden an Keimlingen und Sämlingen, vor allem an sonnenexponierten Hängen. Auf die Überhitzung am Tag folgt die Unterkühlung in der Nacht. Wie die Einstrahlung so ist auch die Abstrahlung in subalpiner Stufe höher als in tieferen Lagen (OTT ET AL. 1997). Die Baumverjüngung wurde in drei Höhenzonen diskutiert. Die drei Höhenstufen orientieren sich an (OTT ET AL. 1997) und die ursprüngliche Waldzusammensetzung.

GÖDICKEMEIER (1998) unterteilte die Brandfläche in drei Waldgürtel (s. o.). Die Einteilung in die drei Höhenzonen in denen die Hauptbaumarten (Waldföhre, Fichte und Lärche) vor dem Feuer dominierten, wurden als Höhenklassen übernommen. Die Höhenklassen:

- 800 - 1200 m ü. M.
- 1201-1600 m ü. M. und
- 1601 - 2000 m ü. M.

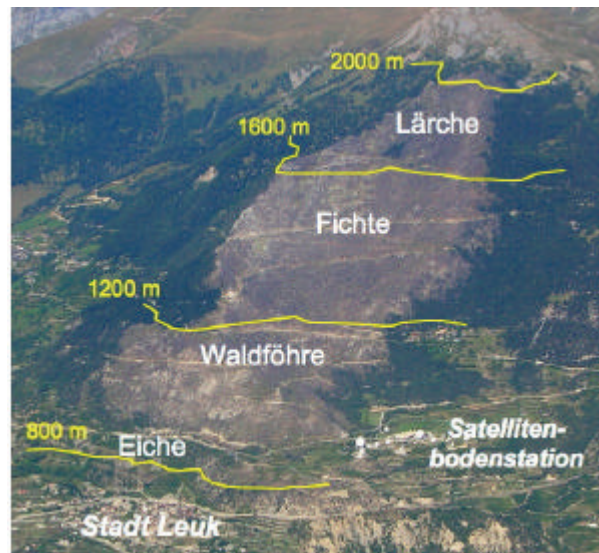


Abb. 2.5: Höhenzonen und Waldgürtel auf der Brandfläche in Leuk. (aus Wohlgemuth 2008).

wurden festgelegt (Abb.2.5). Die Höhenzonen unterliegen jedoch keiner scharfen Grenze, da besondere Bedingungen wie karge Böden, Lawinenrutschen, Kulturen oder andere menschliche Einflüsse diese Grenze verwischen (WERNER 1994).

Randeffekte

Geht man davon aus, dass der Waldrand und die Strassen einen Einfluss auf die Verjüngung haben, so müssen diese Bereiche als Einflussfaktoren separat für die Klumpung angesehen werden.

Für die Beschreibung der Klumpung wurde die Untersuchungsfläche in drei Bereiche gruppiert:

- Waldrand (Puffer 41m)
- Strassen (Puffer 10 m beidseitig)
- Zentrum (alle Stichproben ohne Einfluss von Strassen oder Waldrand)

Um die Klumpung quantitativ zu beurteilen, wurden zunächst alle Verjüngungsdreiecke mit mehr als neun Bäumen als "geklumpt" bezeichnet und dann ausgezählt.

Waldrandeffekte

Nach LÄSSIG et al. 1995 nimmt der Sameneintrag (z. B. bei Fichten) mit zunehmender Distanz zu den Samenbäumen (Waldrand) ab. Für die Samenverbreitung von Nadelhölzern werden etwa zwei Baumlängen (~ 40m) angegeben. Für die Bewertung der Waldrandeffekte auf der Untersuchungsfläche wurde die 40 m Distanz zum Wald angenommen und als Klasseneinheit weitergeführt. Folgende Klassen wurden gebildet:

Tab. 2.3: Klassen zum Waldrand in 40 m -Einheiten.

Klassen im [m]											
< 41	41-80	81-120	121-160	161-200	201-240	241-280	281-320	321-360	361-400	401-440	441-463

Die Wirkungsbereiche des Waldrandes und der Strassen wurden mit ArcGIS eingezeichnet (Abb.2.3).

Wildverbiss

Als häufigste Schadensart an der Verjüngung in Gebirgswäldern werden u. a. Verbisschäden genannt (OTT et al 1997). Verjüngungsintensität wurde in drei Klassen aufgeteilt.

Tab. 2.4: Klassen der Verbissintensität von End- und Seitentrieb.

Verbissart	Abkürzung	Klasse	Schadintensität
Gipfeltrieb	G	1	1/3
Seitentrieb	S	2	1/3 - 2/3
		3	über 2/3

2.3.5 Statistische Analysen

Aus dem Bereich der beschreibenden Statistik wurde neben Tabellen und graphischen Darstellungen das arithmetische Mittel (Mittelwert) bestimmt. Eine Aussage über die Güte des Mittelwertes liefert der errechnete Standardfehler. Je kleiner die Streuung, desto kleiner der Standardfehler.

3 Ergebnisse

3.1 Verjüngung 2008

3.1.1 Bäume und Sträucher auf allen Stichprobenflächen

Auf der Gesamtfläche in Leuk dominieren die Pionier-Laubbaumarten, *Salix appendiculata*, *Populus tremula* und *Betula pendula*. Davon ist *Populus tremula* - mit 40 % (n = 743) und *Salix appendiculata* mit 39 % (n = 731) am stärksten vertreten.

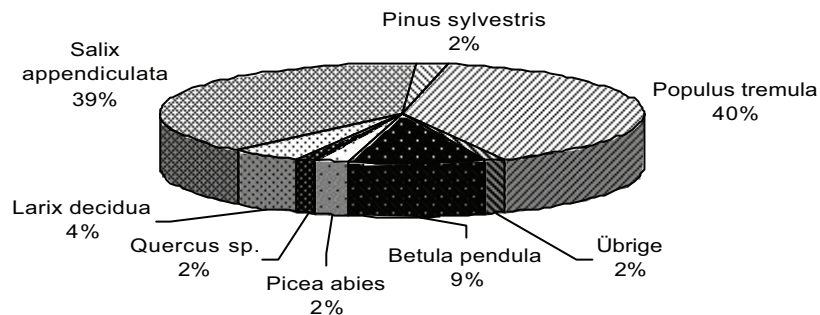


Abb.3.1: Anteil der Baumarten (%) aller aufgenommenen Bäume (n = 1890) auf der Brandfläche.

9% der Baumarten sind *Betula pendula* (n = 171). Einen weitaus geringeren Anteil haben die Nadelbaumarten. Hier führt *Larix decidua* mit 4% (n = 79), gefolgt von *Pinus sylvestris* und *Picea abies* mit je 2% (n = 39).

3.1.2 Wuchshöhen 2008

Bei den Wuchshöhen 2008 ist eine deutliche Tendenz abzulesen. Die Stammzahlen pro Hektar sind in den kleinen Wuchsklassen am größten und nehmen mit steigender Wuchshöhe exponentiell ab.

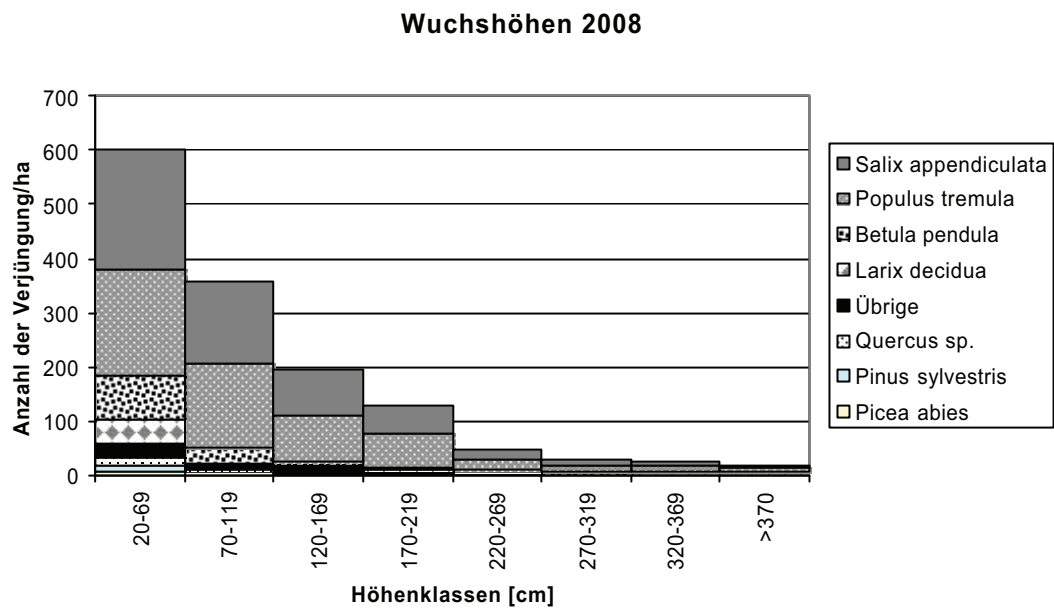


Abb. 3.2: Stammzahlverteilung im Jahr 2008 nach Höhenklassen in cm.

Den deutlich größten Anteil in den Wuchshöhenklassen bis 219 cm haben *Populus tremula* und *Salix appendiculata*. In der kleinsten Klasse ist noch ein geringer Anteil *Betula pendula* ($n = 83$) und *Larix decidua* ($n = 43$) zu sehen. Mit steigender Wuchshöhe nehmen diese Baumarten regressiv ab. Bäume mit Wuchshöhen über 270 cm sind nur noch geringfügig vorhanden.

3.2 Verjüngungsentwicklung

3.2.1 Baumverjüngung der Jahre 2004 bis 2008

Die Abbildung 3.3 lässt deutlich einen Unterschied der Verjüngungszahlen von 2004 zu 2005 erkennen. Der deutlich größte Anstieg ist bei *Populus tremula* und *Salix appendiculata* im 2. Jahr nach dem Brand zu erkennen.

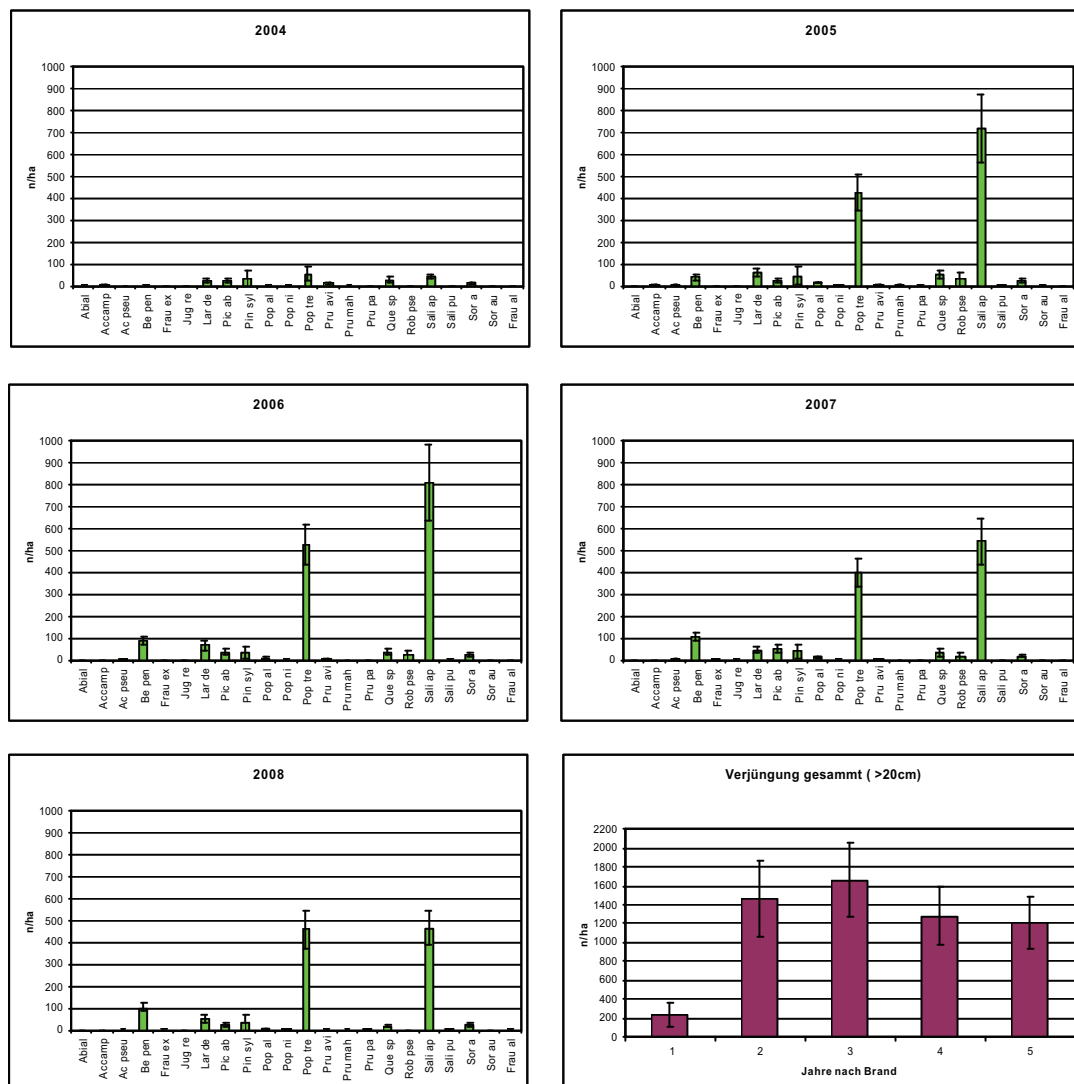


Abb. 3.3: Die Entwicklung der Baumverjüngung pro Hektar (Mittelwert) der Gesamtfläche in den Jahren 2004 bis 2008 (1 bis 5 Jahre nach Brand) mit Standardfehler.

Die Abnahme der mittleren Verjüngungszahlen im 4. und 5. Jahr nach dem Brand ist in der Gesamtansicht zu erkennen, wobei sich dieser Rückgang hauptsächlich auf die oben genannten Arten niederschlägt.

3.2.2 Verjüngung der häufigsten Baumarten

Die Zahl der häufigsten Baumarten aller Höhenklassen nimmt bei allen Arten im 2. Jahr nach dem Feuer, deutlich zu. Auf der gesamten Brandfläche sind die Pioniergehölze *Populus tremula* und *Salix appendiculata* am stärksten vertreten. Die meiste Verjüngung beider Arten ist 2006 (3. Jahr nach dem Waldbrand) zu erkennen. *Salix appendiculata* ist im Jahr 2006 mit dem Höchstwert 809 ± 174 Individuen /ha vertreten *Populus tremula* mit 525 ± 89 Bäumen/ha. Bei beiden Arten ist ab 2006 ein Abwärtstrend der Verjüngungszahlen zu erkennen.

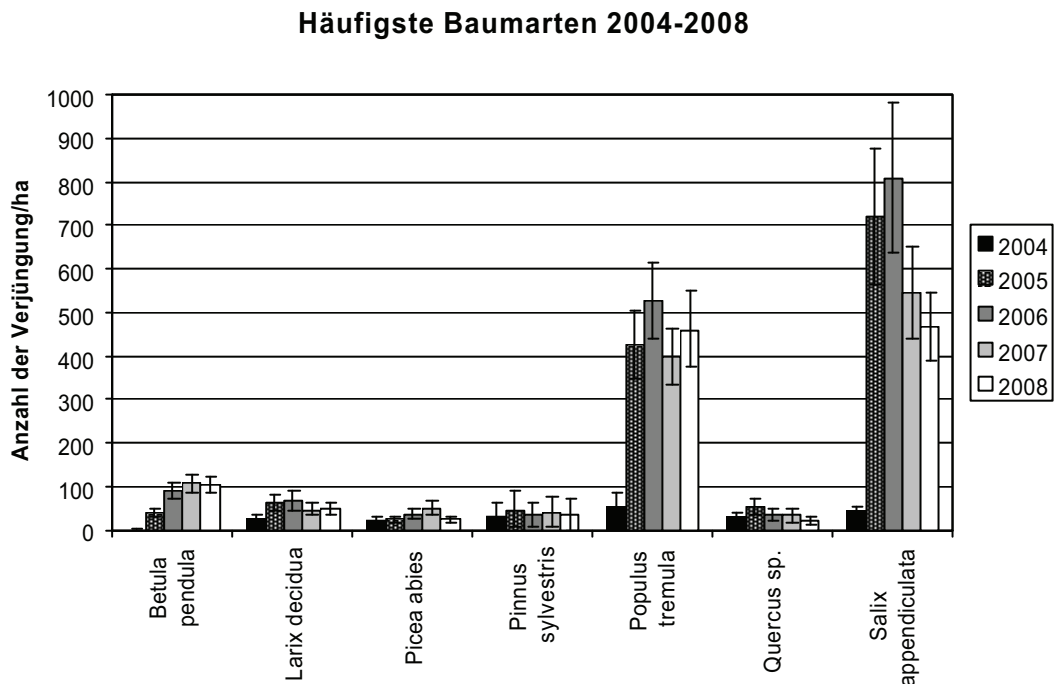


Abb. 3.4: Die Anzahl pro Hektar (Mittelwert $\pm$ Standardfehler) der häufigsten Baumarten der Brandfläche von 2004 bis 2008.

Betula pendula verzeichnet 2004 fast keine Verjüngung und steigt in den Folgejahren bis 2007 (105 ± 20 n/ha) an. Eine geringe Abnahme der Birkenverjüngung auf 102 ± 18 Bäume / ha ist sichtbar. Bei *Picea abies* ist eine kontinuierliche Verjüngungszunahme von 2004 (22 ± 9 n/ha) bis zum Jahr 2007 (50 ± 16 n/ha) zu sehen. Im Jahr 2008 fällt die Verjüngungszahl auf 23 ± 10 n/ha. Die Verjüngung von *Quercus sp.* steigt im 2. Jahr nach dem Feuer von 27 ± 11 auf 53 ± 16 n/ha an und verzeichnet dann bis 2008 Rückgänge in der Anzahl der Verjüngung.

3.3 Einfluss natürlicher Standortfaktoren

3.3.1 Entwicklung der Verjüngung in Höhenstufen

Bei der Baumverjüngung auf drei verschiedenen Höhenstufen sind deutliche Unterschiede zu sehen. Im ersten Jahr nach dem Brand sind in der unteren Höhenklasse mehr Bäume als in der nächst höher liegenden vorhanden. Ab den Jahr 2005, nimmt die Verjüngung mit steigender Höhe zu.

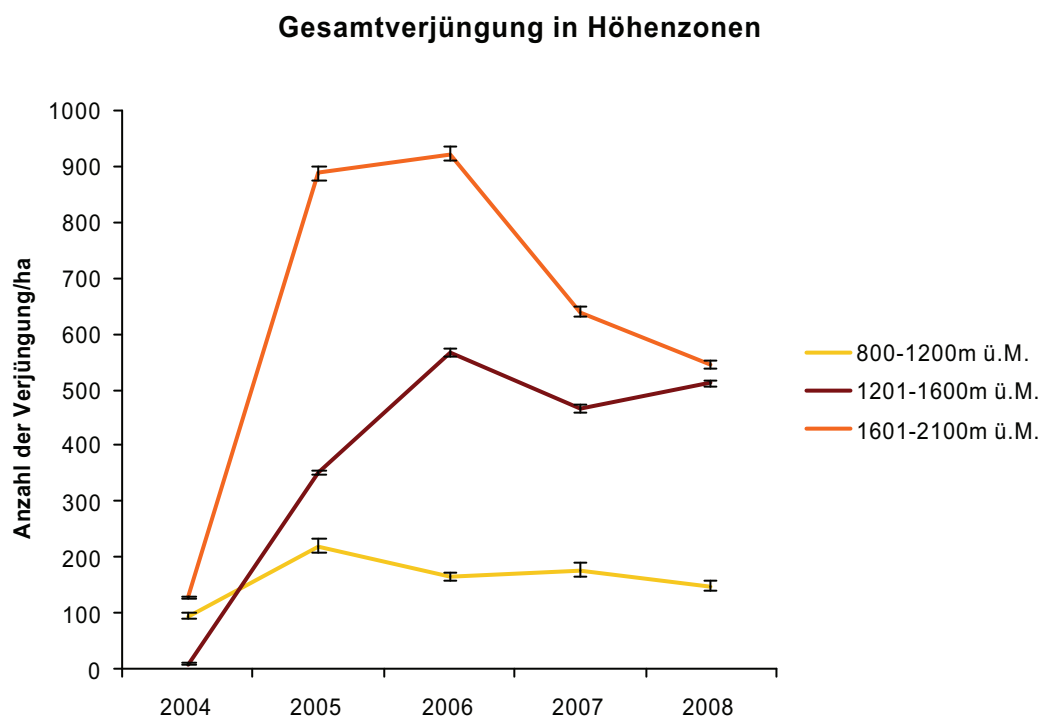


Abb. 3.5: Verteilung der Naturverjüngung aller Stichprobenflächen (Mittelwert) in drei Höhenstufen : 800-1200 m ü. M., 1201-1600 m ü. M. und 1601-2100 m ü. M.

Die Verjüngung in den oberen Höhenlagen (1201 m ü. M. bis 2100 m ü. M.) nimmt bis zum Jahr 2006 deutlich zu. Während sich die Anzahl pro Hektar ein Jahr nach dem Waldbrand im oberen Teil auf rund 140 Individuen pro Hektar beläuft, sind im darauf folgenden Jahr schon 1250 Bäume pro Hektar zu verzeichnen. Ab 2006 ist eine deutliche Abnahme der Verjüngung in den höher gelegenen Gebieten zu erkennen.

3.3.2 Entwicklung der Verjüngung der wichtigsten Baumarten in drei Höhenstufen

Betrachtet man die häufigsten Baumarten in den einzelnen Höhenstufen, so ist erkennbar, dass der untere Teil der Brandfläche (800 - 1200 m ü. M.) insgesamt die geringste Verjüngungsdichte hat. Die

Eichen und die Waldföhren sind in dieser unteren Höhenstufe am stärksten vertreten.

In der Mittleren Höhenstufe (1201 - 1600 m ü. M.) der Brandfläche ändert sich das Verhältnis. Hier dominieren alle

Pionierbaumarten stark. Nadelbäume und Eichen kommen fast nicht vor. Die Verjüngungsdichte ist allerdings auch in dieser Höhenstufe immer noch sehr gering.

Auf der oberen Höhenstufe (1601-2100 m ü. M.) nimmt die Gesamtzahl der häufigsten Baumarten zu. Weide und Pappel sind noch am häufigsten vertreten. Die Birke kommt bereits an den oberen Rand ihres Verbreitungsgebietes. Geringfügig mischen sich Lärchen und Fichten ein.

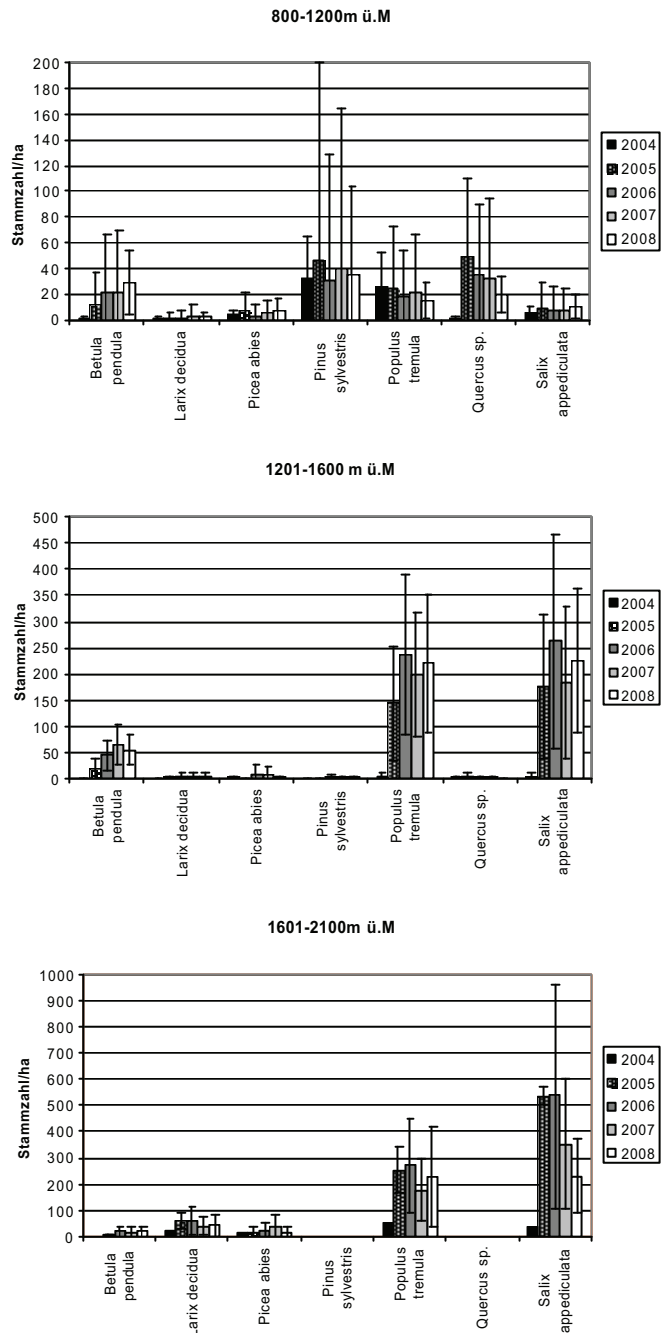


Abb. 3.6: Stammzahl der Verjüngung pro Hektar (Mittelwert $\pm$ Standardfehler) der wichtigsten Baumarten nach den drei Höhenstufen der Jahre 2004 bis 2008.

3.3.3 Standortfaktor Hangneigung

In allen Hangneigungsklassen nehmen die aufgenommenen Nadel- und Laubbäume auf der Brandfläche vom 1. bis zum 3. Jahr nach dem Waldbrand zu. Ab dem 3. Jahr (2006) ist in den drei größeren Steilheitsklassen, ein Abwärtstrend der Verjüngungszahlen zu erkennen. Die größten Verjüngungszahlen sind in der 21-30° Klasse ("steil") vorhanden. Einen Höchstwert in dieser Neigungsklasse erreicht die Verjüngung im Jahr 2006 mit 623 ± 498 Individuen / ha (Mittelwert $\pm$ Standardfehler). In den folgenden Jahren bis 2008 ist ein leichter Abwärtstrend auch in dieser Klasse zu erkennen.

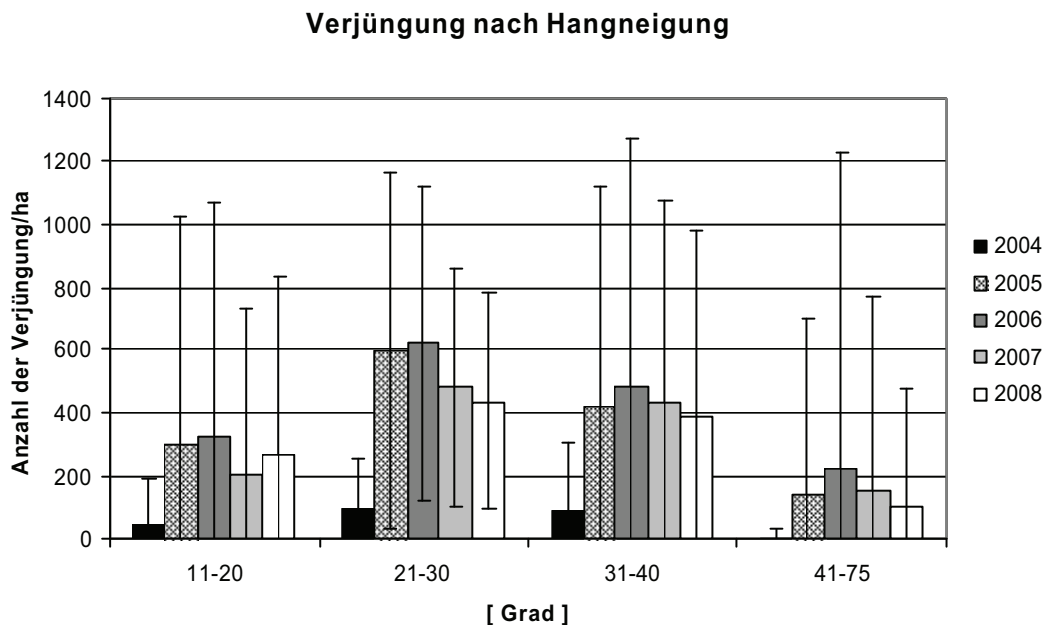


Abb. 3.7: Die Verjüngung aller Baumarten in vier Neigungsklassen der Jahre 2004 bis 2006.

Ein Anstieg der Verjüngungszahlen von der Neigungsklasse 11-20° ("wenig steil") zur steileren Klasse 21-30° ist erkennbar. Ab der 21-30° Klasse ist ein Abwärtstrend der Baumverjüngung mit zunehmender Hangneigung zu erkennen. Die kleinsten Verjüngungszahlen sind in der 41- 75° Neigungsklasse ("extrem steil") vorhanden.

3.3.4 Standortfaktor Exposition

An den süd-westlich ausgerichteten Untersuchungsflächen ist die Verjüngung am dichtesten. Ein Anstieg der Baumverjüngung ist mit zunehmender Sonnenexposition zu erkennen.

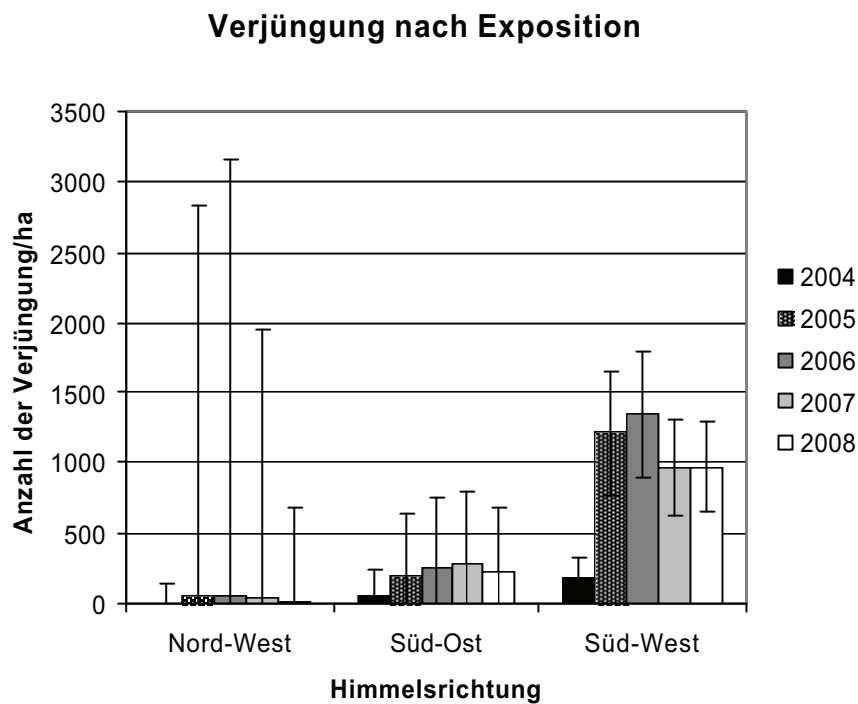


Abb. 3.8: Die gesamte Baumverjüngung in drei Expositionsklassen.

Auf Süd - Westlich ausgerichteten Stichproben sind die Verjüngungszahlen / ha bis 2006 auf das Maximum von 1345 ± 457 (Mittelwert $\pm$ Standardfehler) gestiegen. In der Expositionsklasse Nord - West ist die Anzahl / ha am kleinsten. Der hohe Standardfehler zeigt die große Streuung der nur wenigen Stichproben in dieser Klasse. Auf Süd - West - exponierten Hängen ist die Verjüngung doppelt so hoch wie auf Süd - Ost - geneigten Hängen.

3.3.5 Standortfaktor Bodentiefe

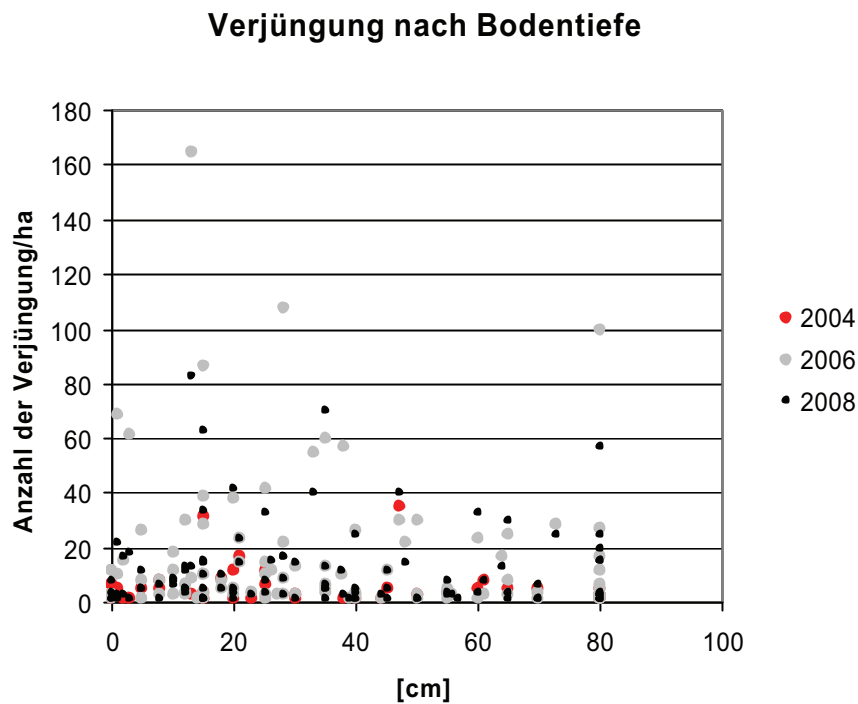


Abb. 3.9: Verjüngungsdichte in Abhängigkeit der Bodentiefe. Um Übersichtlichkeit zu schaffen, sind nur die drei Jahre 2004, 2006 und 2008 abgebildet.

Die Anzahl der Bäume ist im Jahr 2004 am geringsten und steigt bis zum Jahr 2008 an. Eine Abhängigkeit der Stammzahl/ha mit zunehmender Bodentiefe (bis 80 cm) ist nicht erkennbar. Die Koeffizienten der linearen Regression sind entsprechend klein:

2004	$r^2 = 0,0029$
2006	$r^2 = 0,0162$
2008	$r^2 = 0,0004.$

3.3.6 Distanz zum Waldrand

3.3.6.1 Nadelbäume

Die Verjüngung von *Picea abies* ist unter in der Distanz von 41 m zum Waldrand an stärksten. Nimmt die Distanz zum Waldrand zu, wird die Verjüngungszahl kleiner. Im Jahr 2006 ist Fichtenverjüngung in der Distanzklasse 121-160 m vorhanden, die im Jahr 2008 gänzlich fehlt.

Pinus sylvestris verjüngt sich fast ausschließlich in den Klassen bis 40 m Waldranddistanz. Schon im ersten Jahr nach dem Brand ist hier Verjüngung zu erkennen. Geringe Baumverjüngung der Kiefer im Jahr 2006 ist im Folgejahr nicht mehr vorhanden.

Auch bei der dritten wichtigen Nadelbaumart (*Larix decidua*) ist eine sinkende Verjüngungszahl mit steigender Distanz zum

Waldrand zu erkennen. Die meiste Verjüngung ist in der nahe liegenden Distanzklasse (< 41 m) vorhanden. Die am weitesten vom Waldrand entfernten Bäume dieser Art sind zwischen 281 und 320 m Distanz vorhanden.

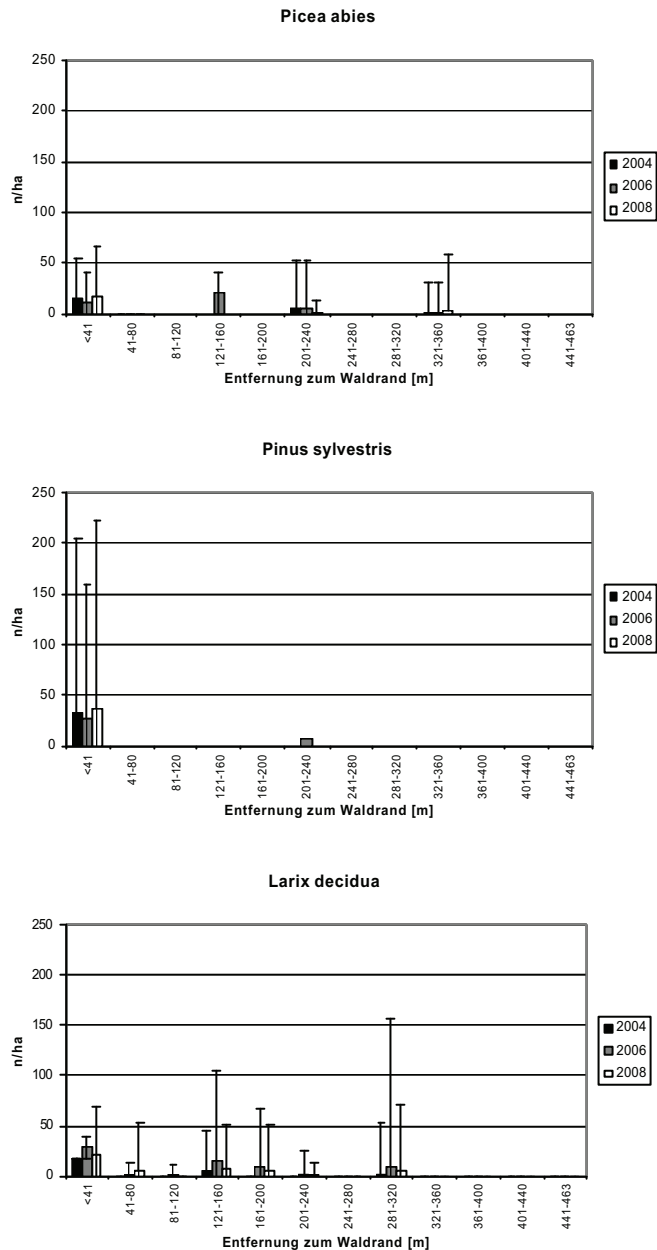


Abb. 3.10: Die Verjüngung der drei wichtigsten Nadelbaumarten in Distanz zum Waldrand der Jahre 2004, 2006 und 2008.

3.3.6.2 Laubbäume

Die Laubbaumarten *Populus tremula* und *Salix appendiculata* sind in der Distanzklasse < 41 m am häufigsten vertreten. Mit zunehmender Distanz zum Waldrand nehmen die Baumarten nur leicht ab. Ein eindeutiger Trend ist nicht zu erkennen.

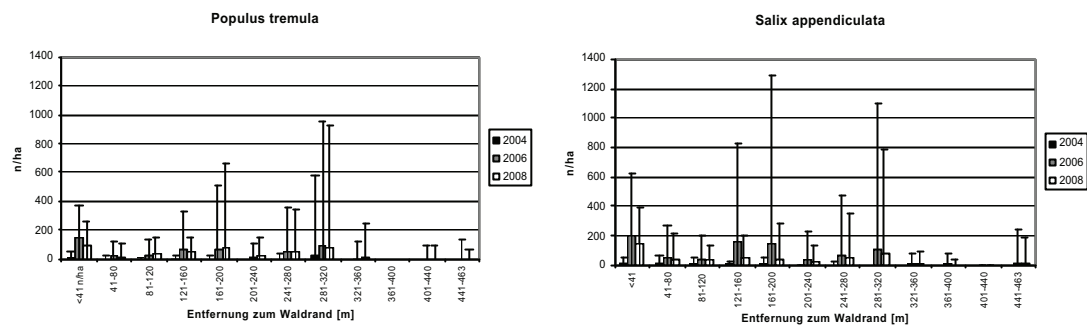


Abb. 3.11: *Populus tremula* und *Salix appendiculata* - Verjüngung (Y-Achse bis 1400n/ha) in Abhängigkeit zum Waldrand (2004, 2006, 2008).

Bei *Quercus sp.* und *Betula pendula* ist ein deutlicher Trend zu erkennen: Beide haben die grösste Anzahl an Verjüngung in der Waldrandnähe. Bei *Quercus sp.* ist die sehr deutlich ausgeprägt sichtbar. Ab 120 m Entfernung zum Waldrand ist die Verjüngung bereits sehr gering. Ab 120 m Entfernung vom Waldrand ist die Verjüngung bereits sehr gering und über 320 Meter sind keine Eichen mehr zu finden.

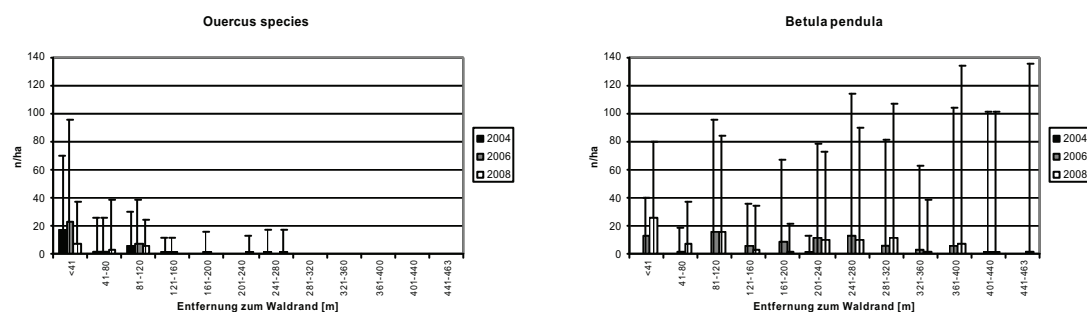


Abb. 3.12: *Quercus sp.* und *Betula pendula* - Verjüngung (Y-Achse bis 140 n/ha) in Abhängigkeit zum Waldrand (2004, 2006, 2008).

3.4 Räumliche Verteilung der Verjüngung

Durch den Effekt der Bestandöffnung (z. B. durch Strassen und Waldrändern) ergeben sich andere Standortbedingungen für die Verjüngung (OTTO 1994). Dies wird durch die Randlinieneffekte deutlich. Nicht nur Randeffekte wirken auf die räumliche Verteilung der Verjüngung. Innerhalb der Artenzusammensetzung zeichnen sich deutlich Gruppierungen ab. Dies kann als eine Artenklumpung bezeichnet werden.

3.4.1 Klumpung der Baumarten

Schon bei der Feldaufnahme zu dieser Arbeit fiel auf, dass einige *Salix appendiculata*, *Betula pendula*, und *Populus tremula* unmittelbar nebeneinander wuchsen. Die Anzahl der beiden Arten waren auf einigen Plots erstaunlich hoch. Azimut und Distanzmessungen ermöglichen es die Positionierung der Baumarten genau zu bestimmen. Durch graphische Darstellung (s. Anhang) der Position der Verjüngung sollte geklärt werden, ob es eine offensichtliche Klumpung der Arten auf den Stichprobenplots gibt.

Die Baumverjüngung, besonders die der Pionierbaumarten kommt nach Störungseignissen geklumpt vor. Die Graphen (s. Anhang) zeigen die Ansammlung von Birke, Weide, Pappel und übrigen Arten im Verjüngungsdreieck des Jahres 2008. Eine deutliche Klumpung der Baumarten konnte quantitativ auf 17 % (n=72) der Plots im Zentrum der Brandfläche ermittelt werden. Innerhalb dieser Plots ist eine direkt nebeneinander (unter 5 cm Distanz) aufkommende Baumverjüngung besonders bei *Salix appendiculata* und *Populus tremula* der Fall.

Tab. 3.1: Zeigt in den drei Einflussbereichen die Klumpung der Bäume in den Stichprobendreiecken in Anzahl und Prozent sowie die quantitativ erfassten Baumpaare in den einzelnen Plots.

	Waldrand [24]	Strasse [9]	Zentrum [72]	Gesamt
Klumpung in Dreiecken*	11	2	18	31
in % aller Dreiecke/Stichproben (n=105)	10	1,9	17	29,5
Baumpaare** (Anzahl)				
Weide - Pappel	24	14	35	73
Birke - Pappel	2	0	4	6
Birke - Weide	1	1	6	8

* Schwellenwert (> 9 Individuen pro Plot). ** unter 5 cm Distanz.

3.5 Wildverbiss 2008

3.5.1 Endtriebverbiss

Besonders an den Laubbäumen sind die Endtriebe stark verbissen. Bei keinen der untersuchten Laubbäume ist die Verbissbelastung unter 50 %. Grosse Mengen der *Populus tremula* (53%) und *Salix appendiculata* (61%) wurden verbissen.

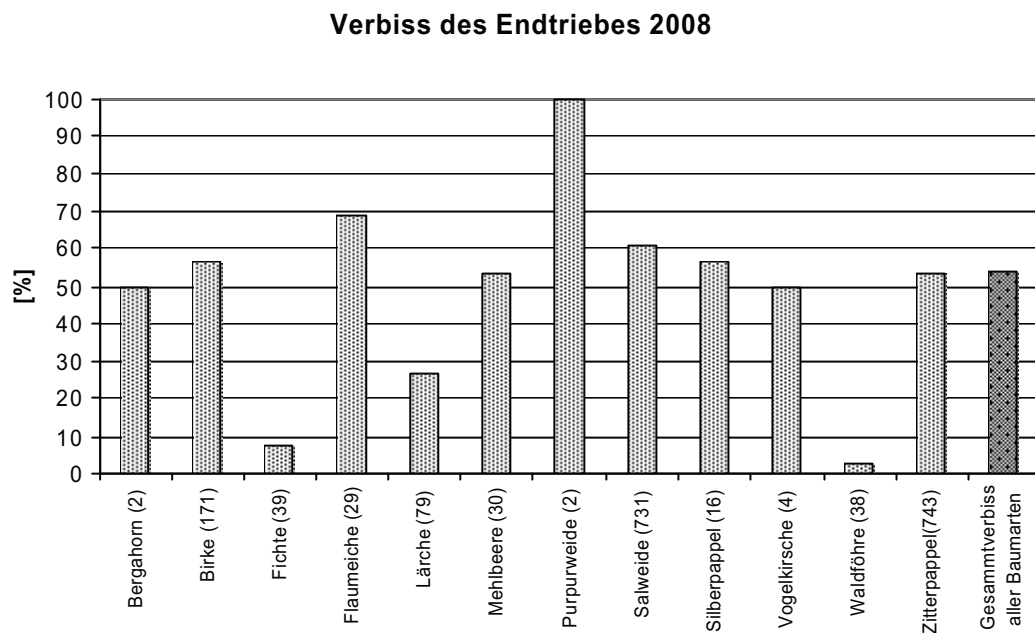


Abb. 3.13: Endtriebverbiss aller Baumarten in % der Gesamtzahl der Art (Wert in Klammer).

Weniger stark sind die Nadelbäume vom Verbiss betroffen. *Pinus sylvestris* weist die geringsten Endtriebverbisspuren auf. *Larix decidua* ist der am stärksten verbissene Nadelbaum. Bei 54 % aller Bäume ist die Knospe des Endtriebes verbissen.

3.5.2 Seitentriebverbiss

Die Verbissintensität des Seitentriebes ist in schwach, mittel und gering unterteilt (vgl. Tab.2.4) Besonders starken Seitentriebverbiss haben die Laubbäume. *Salix appendiculata* und *Populus tremula* sind die am meisten verbissenen Baumarten (hohe Anzahl).

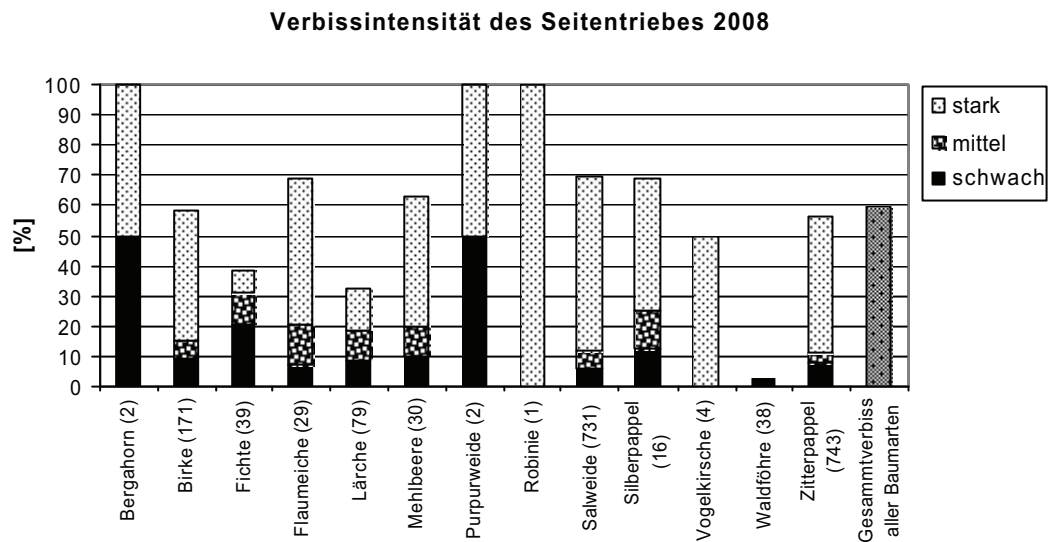


Abb. 3.14: Seitentriebverbiss aller Baumarten in % zur Gesamtzahl der einzelnen Art (Wert in Klammer).

Schwache Seitentriebverbisse sind bei den Nadelbäumen zu erkennen. Bei *Pinus sylvestris* wurden die Seitentriebe nur schwach verbissen. *Larix decidua* und *Picea abies* zeigen höhere Verbissintensität.

4 Diskussion

4.1 Allgemeine Verjüngung

4.1.1 Stand 2008

Pionierbaumarten als Arten der frühen Sukzessionsstadien sind in großer Zahl vorhanden. Ihre Eigenschaften der fast jährlichen Fruktifikation und der Bildung von großen Mengen durch Wind und Wasser weit verbreiteter Samen (OTTO 1997) sind ein Indiz für die Dominanz dieser Gehölze auf der Brandfläche. Da sie jedoch trotz ihrem schnellen Jugendwachstum nur eine Lebensdauer von wenigen Jahrzehnten aufweisen kann dieser Zustand in Leuk nicht als stabil gesehen werden. Die Pionierbaumarten *Salix appendiculata* und *Populus tremula*, gefolgt von *Betula pendula* sind mit Abstand am häufigsten vertreten (Abb.3.3). Die meiste Verjüngung ist in den ersten drei Wuchshöhenklassen vorhanden und nimmt in den größeren Wuchsklassen ab (Abb.3.2). Die Stammzahl von Verjüngungspflanzen nimmt normalerweise mit zunehmender Pflanzenhöhe exponentiell ab (ASSMANN 1961; KRAMER 1988, WENK et al. 1990, BACHOFEN 2008 in Druck). Dies kann in Leuk bestätigt werden. Die Nadelbaumarten des ursprünglichen Waldtyps, *Pinus sylvestris*, *Larix decidua* und *Picea abies* sind nur spärlich zu finden.

4.1.2 Folgejahre nach dem Brand.

Während im ersten Jahr nach dem Brand die Baumverjüngung allgemein sehr spärlich vorhanden ist, nimmt sie im Folgejahr stark zu. Besonders die Laub-Pionierbaumarten setzten sich durch. Obwohl in diesen Arten ab 2006 eine leichte Abnahme der Verjüngungszahlen zu sehen ist, prägen sie weiterhin das Bild. Die Pioniergehölze finden nach Waldbrand einerseits gute Ansamungsverhältnisse (Licht, Substrat, etc.), andererseits weisen sie besondere Resistenzeigenschaften gegenüber Waldbränden auf. Diese sind an Bäumen im Tessin untersucht worden. Sehr gute Austriebseigenschaften nach Waldbrand wurden besonders bei *Populus tremula* festgestellt (Tab.4.1). Sehr gute Austriebseigenschaften nach Waldbrand wurden besonders bei *Populus tremula* festgestellt.

Tab. 4.1: Resistenz gegenüber Waldbrand (Bodenfeuer) und Überlebensstrategie für ausgesuchte Baumarten des Kantons Tessin hier auf die wichtigsten Baumarten der Brandfläche Leuk reduziert: --- sehr gering, -- gering bis sehr gering, - gering, + vorhanden, ++ groß, +++ sehr groß, 1 intolerant/stark geschädigt, 2 empfindlich, 3 indifferent, 4 bevorteilt.

	Feuerintensität						Feuerhäufigkeit	
	klein	gross	klein	gross	klein	gross	klein	gross
	Überleben		Austrieb		Ansamung		Anpassung	
<i>Betula spp.</i>	++	+	+	+	++	+	4	3
<i>Larix decidua</i>	++	+	---	---	+	+	3	3
<i>Picea abies</i>	-	--	---	---	-	-	2	1
<i>Pinus sylvestris</i>	++	+	---	---	+	+	3	2
<i>Populus tremula</i>	--	---	+++	++	++	+	4	3
<i>Quercus spp.</i>	+++	+	++	+	++	+	4	2

Quellen: Eigene Darstellung verändert aus WOHLGEMUTH ET AL. 2008.

Es zeigen sich auch bei *Quercus sp.* gute Resistenzeigenschaften gegenüber Waldbränden. Einige *Quercus sp.* könnten den Brand überlebt, und später wieder ausgetrieben haben. Allgemein haben die Nadelbaumarten, die größten Schwierigkeiten bei Austrieb und Ansamung nach Feuer. Die Föhre keimt auch im vierten Samenjahr (2008) nach dem Feuer nicht auf der zentralen Brandfläche. Als Lichtbaumart, so scheint es, hat die Föhre ihren Lichthabitus auf der Brandfläche, doch ist sie abgesehen von den Waldrändern nicht zu finden. Dass sich Föhrenverjüngung nach Waldbrand nur sehr langsam etabliert, wurde in früheren Arbeiten erwähnt. Zum Beispiel nach dem Waldbrand von Eschermatt (DELARZE & WERNER 1985) und nach dem Brand von Glaivaz (Kanton Waadt) im Jahr 1997 (DELARZE 2001). Eine regressive Veränderung der Verjüngungszahlen im 4. und 5. Jahr nach dem Feuer ist erkennbar. Gründe dafür können schlechte Samenjahre der angrenzenden Baumbestände sein oder Mortalität durch inter- oder intraspezifischer Konkurrenz unter den Verjüngungspflanzen, Lichtmangel, Mäuse und Insekten sowie pathogene Pilze (ASSMANN 1961, OTTO 1994). Welche der genannten Faktoren hier die größte Rolle spielen ist unklar. Vitalität und Mortalität könnten aber auch durch Standortseigenschaften bedingt sein. Dies soll im nächsten Abschnitt diskutiert werden.

4.1.3 Standörtliche Faktoren

Unter dem „Standort“ eines Baumbestandes versteht man die Gesamtheit aller Einflüsse, die auf die Bäume des Waldbestandes wirken (OTT et al. 1997).

Neigung

Ein signifikanter Unterschied der Verjüngung in den Neigungsklassen zwischen 11° und 40° konnte nicht festgestellt werden (Abb.3.7). Auf extrem steilen Hängen, ist die Etablierung von Bäumen jedoch schwer und es verjüngen sich dort nur wenige Bäume. In steilen Hängen ist Schneegleiten und Schneekriechen häufiger als in ebenen Zonen. Das Kriechen des Schnees im Steilhang beeinträchtigt das Gedeihen von Baumpflanzen stark oder macht es sogar unmöglich (BISCHOFF 1997). Juvenile Bäumchen können durch Schneekriechen gebrochen sowie teilweise bis ganz entwurzelt werden (OTT et al. 1997).

Exposition

Die Exposition hat großen Einfluss auf den Wärmehaushalt. Sonnenhänge erhalten beispielsweise mehr direkte Strahlung, trocknen dafür aber auch schneller aus. Der größte Teil des Untersuchungsgebietes liegt Südwest exponiert. In dieser Expositionsklasse sind auch die meisten Bäume vorhanden (Abb.3.8). In den anderen Expositionsklassen liegen weniger Stichproben, der Standardfehler ist entsprechend größer. Allgemein ist aber zu sagen, dass sonnenseitige (S-W) Hanglagen bessere Verjüngungsbedingungen haben (MAYER & OTT 1991). Hier könnten Vegetationszeitwärme, Bodentemperatur und Wurzelwachstum positiv auf die Jungpflanzen wirken. SCHÖNENBERGER schreibt 1986: "Südseiten haben eine kleinere standörtliche Amplitude für einen ausreichenden (Verjüngungs-) Erfolg".

Höhenzonen

Die Baumverjüngung nimmt mit steigender Höhe zu. In Leuk verjüngen sich die meisten Bäume in den zwei oberen Höhenklassen. Die Nadelbäume sind erst in der obersten Höhenzone auf dem Vormarsch. Über 1600 m ü. M. konnten bereits die ersten Lärchen nachgewiesen werden. Grund für dieses Phänomen können Trockenheit und hohe Temperatur im unteren Teil der Brandfläche sein (vgl. Kap.4.1.4).

Boden

Ein direkter Zusammenhang zwischen Verjüngung und Bodentiefe konnte im Rahmen dieser Arbeit nicht festgestellt werden (Abb.3.9). Für die Ansamung von Bäumen spielt die Tiefe des Substrates demnach nur eine untergeordnete Rolle. Für die Etablierung und Wuchsleistung im Alter kann sie aber noch von großer Bedeutung sein. Die Bodentiefe ist entscheidend für das Wurzelwachstum der Pflanzen. Durch Temperaturschwankungen, Wasserverluste und Überhitzung kann sich das Wachstum einstellen (POLOMSKI & KUHN 1998).

4.1.4 Klimatische Einflüsse

Niederschlagsmenge und Temperatur scheinen bei der Entwicklung der Verjüngung wesentliche Faktoren zu sein. Diese Faktoren verändern sich auf der Brandfläche mit zunehmender Höhe. In den oberen Höhenlagen fallen mehr Niederschläge und die Temperaturen sind durchschnittlich tiefer als in den unteren Höhenlagen. Niederschlagsmessungen haben gezeigt, dass auf 900 m ü. M. während der Vegetationsperiode 260 mm Niederschlag und auf 2100 m ü. M. um ein vielfaches mehr, nämlich 385 mm Niederschlag fallen (TEMPERLI 2007).

Wachstumslimitierende Faktoren für die Verjüngung sind Hitze und Trockenheit, welche im unteren Bereich der Brandfläche größer sind (WOHLGEMUTH 2005).

4.1.5 Wilddruck

Grundsätzlich wird zwischen End- und Seitentriebverbiss unterschieden. Ersterer liegt vor, wenn einem Jungbaum die Gipfelknospe verbissen wurde. Er beeinflusst das weitere Wachstum des Baumes ungleich mehr als der Verbiss mehrerer Seitentriebe. Als Reaktion auf diesen Verbiss versuchen Seitentriebe die Funktion des Leittriebes zu übernehmen. Sie wachsen nicht mehr zur Seite sondern steil in die Höhe (HESPELER 1999).

Die zulässigen Grenzwerte für die Jahresverbissintensität des Endtriebes von Kiefer und Fichte liegen im Gebirgswald bei 12 % und bei der Lärche bei 22 % (EIBERLE & NIGG 1987). Unter Jahresverbissintensität versteht man den prozentualen Anteil der verbissenen Endtriebe pro Jahr im Verhältnis zur Gesamtanzahl

(EIBERLE 1980). Werden diese Grenzwerte überschritten, kommt es zum Verbissbedingten Ausfall von Individuen der entsprechenden Baumarten.

Die verwendete Methode der Ansprache von Verbisssschäden (vgl.Tab.2.4). berücksichtigt im Gegensatz zur oben definierten Jahresverbissintensität nur den prozentualen Anteil der gesamten verbissenen End - und Seitentriebe pro Pflanze.

Eine klare Verbisschadensbeurteilung ist Anhand dieser Daten nicht möglich. Solche Kennzahlen, welche die absolute Häufigkeit des Verbisses zum Ausdruck bringen und die lediglich die Feststellung des Ist-Zustandes widerspiegeln, sollten grundsätzlich nicht mit einem Wildschaden, der sich nur aus einem Soll-Ist-Vergleich ergeben kann, verwechselt werden (REIMOSER 1986). Nicht jeder vom Wild verbissene Zweig bedeutet Schaden für den Baum und nicht jeder Schaden für den Baum bedeutet Schaden für den Waldbestand. (REIMOSER & GOSSOW 1996, REIMOSER1997).

4.2 Klumpung der Verjüngung

Durch den Effekt der Bestandöffnung (z. B. durch Strassen und Waldrändern) ergeben sich andere Standortbedingungen für die Verjüngung. Diese werden als Randlinienneneffekte bezeichnet (OTTO 1994). Randlinienneneffekte, welche positiven Einfluss auf die Verjüngung haben, wurden in Leuk besonders am Waldrand festgestellt. Hier verjüngen sich zwar auch die Pioniergehölze, doch die entscheidenden Schlusswaldbaumarten sind auch in diesen Randgebieten vermehrt zu finden. In der dynamischen Entwicklung und Ausbreitungstendenz des Waldes sind Waldränder als Beginn einer sekundären Sukzession anzusehen (OTTO 1994). Positiv, mit großer Verjüngung auf den Waldrandlinienneneffekt reagieren besonders die Nadelbaumarten (Abb.3.10) und *Quercus sp.* (Abb.3.12). In Leuk sind zum einen Bodenverletzungen z. B. durch Straßenbau, gute Ansamungsflächen, zum anderen kann man davon ausgehen, dass schon vor dem Brand die vorhandene Verjüngung an den Strassen oft weniger beschädigt wurde als auf dem Rest der Fläche (Safe-Sites). HARPER (1977), beschreibt Safe -Sites als günstige Standortbedingungen die in unmittelbarer Nähe auf Samen wirken und die Keimung verbessern. Beim Brand in Leuk haben sich solche Safe-Sites durch aerodynamische Effekte des Feuers an den Strassen ergeben. Nach WINKLER (1944) überspringt ein aufsteigendes Feuer, bedingt durch den Sogeffekt der heißen Luft, die Strassen und Wege (Feuerflug). In diesen Bereichen hat die Hit-

ze demnach eine weniger Zerstörerische Wirkung auf die Verjüngung und die Samen.

Bei der Bewertung der räumlichen Verteilung der Verjüngung auf der Fläche, konnten drei Gruppierungsmuster festgestellt werden. Wenn man (1.) Waldränder und (2.) Strassen als Übergeordnete Bereiche für vermehrte Verjüngung (Klumpung) ansieht, kann dies in Leuk bestätigt werden. Diese Randeffekte wirken verjüngungsfreundlich. Innerhalb der Arten zeichnen sich eine (3.) deutliche Gruppierungen ab (Tab. 3.1). Dies kann als eine Artenklumpung bezeichnet werden. Hinweise auf gruppenförmige Verjüngung beschreibt OTT et al. 1997: Im subalpinen Wald sind Bäume in einer für ihn typischen Art angeordnet: Urregelmäßig; "klumpig", oft rottenförmig.

5 Schlussfolgerung

Die Sukzessionsvorgänge, bedingt durch die vorhergegangene Störung durch Waldbrand sind auf der Untersuchungsfläche erkennbar. Die nach Störungen oft typische Wiederbewaldung durch Vorwaldarten schreitet voran. Höhen- und Hanglagen haben Einfluss auf das örtliche Klima und sind damit für die Wachstumsvoraussetzungen entscheidend. Koniferen verjüngen sich vom Waldrand ausgehend und sind in den oberen Höhenzonen häufiger vertreten. Klimaxbaumarten, also diese der späten Sukzessionsstadien, sind nur spärlich vertreten.

Teilweise kommt die Baumverjüngung von *Betula pendula*, *Salix appendiculata* und *Populus tremula* in drei zu unterscheidenden Bereichen (Waldrand, Strassen, Zentrum) geklumpt vor. Welche Auswirkungen die Artenklumpung auf die weitere Bewaldung hat, wie das Konkurrenzverhalten der Arten untereinander ist und welche Kleinstandorte dieses Phänomen begünstigen sind noch zu klärende Fragen.

Extreme Trockenheiten können auch in der Zukunft die Verjüngung in den unteren Höhenstufen verzögern. Ob die geringe Verjüngung von *Pinus sylvestris* bereits eine Reaktion auf stetig steigende Jahrestemperaturen (Klimawandel) ist oder ob sich diese Baumart in den folgenden Jahren etablieren wird sollte weiter untersucht werden. WERLEN (1968), DELARZE & WERNER (1985) weisen bereits in früheren Arbeiten darauf hin, dass die Verjüngung an trockensten Waldfähigen Lagen im Wallis stark eingeschränkt sein dürfte. Die Einflüsse der Bodentiefe auf die oberirdischen Pflanzenteile zeigen keine Zusammenhänge. Ob eine Wachstumshemmung durch die dünne Bodenauflage stattfindet sollte näher untersucht werden.

Um genauere Aussagen über den Wilddruck und die Verbissintensität machen zu können sollten Kontrollzäune auf der Brandfläche errichtet werden. Mit diesen Anlagen könnte ein Vergleichsflächenverfahren durchgeführt werden.

Waldökosysteme sind einer nie endenden Veränderung unterworfen. In diesen Veränderungen spielen auch "Störungen" eine große Rolle. Doch im Gegensatz zu diesen schlagartig auftretenden Störungen (Waldbrände, Windwurf, etc.) werden schleichende Veränderungen wie z. B. Klimawandel kaum wahrgenommen und, werden

Fragen zur 1.Bewirtschaftung, 2.Umweltplanung und 3.Prozessschutz auf. Für die Bewirtschaftung in Form von Aufforstung, wird die richtige Baumartenwahl im Vordergrund stehen. So könnte mit trockenheitstoleranten Arten die Wiederbewaldung künstlich beschleunigt werden. Umweltplanerische Fragen können nur beantwortet werden, wenn die zukünftige Funktion der Waldbrandfläche beantwortet ist. An erster Stelle ist hier sicher die Schutzwaldfunktion gegen Steinschlag und Lawinen zu nennen. Der Prozessschutz, eine Naturschutzstrategie welche auf dem "nicht - eingreifen" von natürlichen Prozessen in Ökosystemen basiert, ist hier schwer umzusetzen, weil die oben erwähnte Schutzfunktion gewährleistet werden muss. Eine Schutzgebietsausweisung auf Teilflächen des Gebietes liegt jedoch nahe.

6 Literaturverzeichnis

- ALLEN, C. D. & BRESHEARS, D. D. (1998):** Drought – induced shift of a forest woodland ecotone: Rapid landscape response to climate variation. *Proceedings of the national Academy of Sciences*, 95: S.14839-14842.
- AMANN, G. (2004):** Bäume und Sträucher des Waldes. 18. Aufl., Melsungen. Neumann-Neudamm: 232 S.
- ASSMANN, E. (1961):** Waldertragskunde. München, Bonn, Wien: BLV.490 S.
- BACHOFEN, H. (2008):** Nachhaltige Verjüngung in ungleichförmigen Beständen. Schweiz Z. Forstwesen (in Druck).
- BERLI, S. (1996):** Brandspuren in den Wäldern der Alpensüdseite - Tracce da incendio nei boschi del Sud delle Alpi. Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (Hrsg.), Birmensdorf. 123 S.
- BISHOFF, N. (1987):** Pflege des Gebirgswaldes. Leitfaden für die Begründung und forstliche Nutzung von Gebirgswäldern. Bundesamt für Forstwesen und Landschaftsschutz (Hrsg). Bern. 377 S.
- DELARZE, R. & WERNER, P. (1985):** Evolution après des incendies d'une pelouse steppique et d'une pinède dans une vallée intra -alpine (Valais Central). *Phytocoenologia* 13: p.305-321.
- DELARZE, R. (2001):** Suivi scientifique de l'impact des incendies du Bois de la Glaivaz (Commune d'Ollon). Rapport final 1997-2000. Etat de Vaud, Service des forêts, de la faune et de la nature. Rapport interne. p.25.
- EIBERLE, K. (1980):** Methodische Möglichkeiten zum Verständnis der waldbaulich tragbaren Verbissbelastung. Schweiz. Z. Forstwesen 131, 4: S.311- 326.
- EIBERLE, K. & NIGG, H. (1987):** Grundlagen zur Beurteilung des Wildverbisses im Gebirgswald. Schweiz. Z.Forstwesen.138, 9: S.747-785.
- EIBERLE, K. (1998):** Über den Einfluss des Wildverbisses auf die Mortalität von jungen Waldbäumen in der oberen Montanstufe. Schweiz. Z. Forstwesen. 140, 12: S.1031-1042.
- ELLENBERG, H. (1986):** Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht. Stuttgart: Ulmer. 1095 S.

- FIELDING, J.M. (1964):** Seeds dissemination in forests of *Pinus radiata*. Aust.For.Res.1, p.48-50.
- FORMAN, R.T.T. & GORDON, M. (1986):** Landscape Ecology. New York: Wiley & Sons. 620 S.
- GIMMEL, U., BÜRGL, M. & WOHLGEMUTH T. (2004):** Wie oft brannte der Walliser Wald im 20. Jahrhundert? Schweiz. Z. Forstwesen 155, 10: S.437-440.
- GÖDICKEMEIER, I. (1998):** Analyse des Vegetationsmusters eines zentralen Bergwaldgebietes. Diss. ETH Zürich, Nr.12641.
- HARPER, J. L. (1977):** Population Biology of Plants. London: Academic Press. 824 S.
- HESPELER, B. (1999):** Wildschäden heute. Vorbeugung, Feststellung, Abwehr. München: BLV. 223 S.
- HIRSCHBERGER, P. (2007):** Wälder in Flammen. Ursachen und Folgen der weltweiten Waldbrände. WWF Deutschland, Frankfurt am Main. 43 S.
- KORN, H. & EPPLE, C. (2006):** Biologische Vielfalt und Klimawandel- Gefahren, Chancen, Handlungsoptionen. -Bundesamt für Naturschutz Bonn. BfN Scripten Bd.148, 27 S.
- KRAMER, H. (1988):** Waldwachstumslehre. Hamburg, Berlin: Paul Parey. 374 S.
- KÜTTEL, P. (2004):** Vegetationswechsel nach Waldbrand in Leuk. Diplomarbeit Hochschule Wädenswil 37 S.
- LANDOLT, E. (1984):** Unsere Alpenflora. 5.Auflage. Zürich: Verlag SAC. 318 S.
- LÄSSIG R., EGLI, S., ODERMATT, O., SCHÖNENBERGER, W., STÖCKLI, B. & WOHLGEMUTH T. (1995):** Beginn der Wiederbewaldung auf Windwurfflächen. Schweiz. Z. Forstwesen. 146, 11: S.893-911.
- LAUBER, K. & WAGNER, G. (2007):** Flora Helvetica 4.Auflage. Bern: Paul Haupt. 1631 S.
- MAYER, H. & OTT, E. (1991):** Gebirgswaldbau, Schutzwaldpflege. Ein waldbaulicher Beitrag zur Landschaftsökologie und zum Umweltschutz. 2., vollständig neu bearbeitete Auflage. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag. 587 S.

- MONETTI, A. & CONEDERA, M. (2003):** Waldbrände im Kreuzfeuer. GAIA, Nr. 4. München: Oekom Verlag. S. 275-279.
- MÜLLER, M. (2001):** Ursachen und ökologische Bedeutung von Waldbränden in Mitteleuropa. AFZ- Der Wald, 56. S. 548-549.
- OTT, E., FREHNER, M., FREY, H.-U. & LÜSCHER, P. (1997):** Gebirgsnadelwälder. Ein praxisorientierter Leitfaden für eine standortgerechte Waldbehandlung. - Bern: Haupt Verlag. 287 S.
- OTTO, H. J. (1994):** Waldökologie. Stuttgart:Ulmer Verlag. 391 S.
- POLOMSKI, J., KUHN, N. (1998):** Wurzelsysteme. Eidg Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (Hrsg.), Birmensdorf Bern: Paul Haupt Verlag. S.290.
- REIMOSER, F. (1986):** Wechselwirkung zwischen Waldstruktur, Rehwildverteilung und Rehwildbejagbarkeit in Abhängigkeit von der waldbaulichen Betriebsform. Wien: VWGÖ - Verlag. Diss. Univ. f. Bodenkultur 28, 318 S.
- REIMOSER, F., GOSSOW, H. (1996):** Impact of ungulates on forest vegetation and its dependence on the silvicultural system. Forest Ecology and Management 88: p.107 - 119.
- REIMOSER, F., REIMOSER, S. (1997):** Wildschäden und Wildnutzen - Objektive Beurteilung des Einflusses von Schalenwild auf die Waldvegetation. Zeitschrift für Jagdwissenschaft 43: S.186-196.
- REINHARD, M., REBETEZ, M., SCHLAEPPER, R. (2005):** Recent climate change: rethinking drought in the context of forest fire research in Ticino, South of Switzerland. Theor Appl Climatol 82: S.17-25.
- REMMERT, H. (1985):** Was geschieht im Klimaxstadium? Naturwissenschaft 72: S.505-512.
- RIGLING, A., DOBBERTIN, M., BÜRGI, M., GIMML, U., GRAF PANNATIER, E., GUGERLL, F., HEINIGER, U., POLOMSKI, J., REBETEZ, M., RIGLING, D., WEBER, P., WERMELINGER, B., WOHLGEMUTH, T. (2006):** Verdrängen Flaumeichen die Walliser Waldföhren? Birmensdorf: Eidg. Forsch. anstalt Wald, Schnee und Landschaft (Hrsg.). Merkblatt für die Praxis 41. S. 1- 16.

- SCHERZINGER, W. (1996):** Naturschutz im Wald. Qualitätsziele einer dynamischen Waldentwicklung. Stuttgart: Ulmer Verlag. 447 S.
- SCHÖNENBERGER, W. & WASEM, U. (1997):** Wiederbewaldung einer Brandfläche in der subalpinen Stufe bei Müstair. Schweiz. Zeitschrift für Forstwesen 148: S.405-424.
- SCHÖNENBERGER, W. (1986):** Rottenaufforstung im Gebirge. Schweiz. Z. Forstwesen. 137. S. 501-509.
- TEMPERLI, C. (2007):** Vegetation dynamics after forest fire in comparsion to the pre-fire state. Diplomarbeit WSL & ETH Zürich, Birmensdorf. p.66.
- TRABAUD, L. (1987):** The role of Fire in ecological systems. The Hague: ESB Academic Publishing.
- VEILLEUX, J.M. (1974):** Effects of controlled burnig on the pysical and chemical properties of the humus layer. Mémoire, Service de la rechere, Ministère des terres et forêts, Quebec, No.9: p.33.
- WENK, G., VAIDOTAS, A., SMELKO, S. (1990):** Waldertragslehre. Berlin: Deutscher Landwirtschaftsverlag. 448 S.
- WERLEN, C. (1968):** Etude de la végétation des surfaces brulées de la foret de Finges suivie de quelques donnèes en vue d'une reboisement. Travail de diplôme, Inst. de sylviculture ETH, Zürich. 41p.
- WERNER, P. (1994):** Erkenne die Natur im Wallis Nr. 2: Die Flora. Martigny. Pillet. 262 S.
- WESTERLING, A. L., HIDALGO, H., CAYAN, D. R. & SWETNAM, T. (2006):** Trends in large wildfire in western U.S. forests since 1970: Affects of changes in the timing of Spring. Science 1128834.
- WHITE, P.S. & PICKETT, S.T.A. (1985):** Patch dynamics: A sythesis.-In Pickett, S.T.A. & White, P.S. (eds): The ecology of natural disturbance and patch dynamics. San Diego: Academic Press. p. 371-384.
- WINKLER, O. (1944):** Erfahrungen und Lehren aus der Waldbrandkatastrophe am Calanda bei Chur. August / September 1944. Schweiz. Z. Forstwesen. 95: S.386 - 404.

- WOHLGEMUTH, T., CONEDERA, M., KUPFERSCHMID ALBISETTI, A., MOSER, B.,
USBECK, T., BRANG, P., DOBBERTIN, M. (2008):** Effekte des Klimawandels
auf Windwurf, Waldbrand und Walddynamik im Schweizer Wald. Schweiz.
Z. Forstwes. 159: S.326-334.
- WOHLGEMUTH, T., DUELLI, P., GINZLER, C., GÖDICKMEIER, I., HADRORN, S., HA-
GEDORN, F., KÜTTEL, P., LÜSCHER, P., MORETTI, P., SCHNEITER, G., SIAC-
CA, S. & WERMERLINGER, B. (2005):** Ökologische Resilienz nach Feuer; Die
Waldbrandfläche Leuk als Modellfall. Schweizerische Zeitschrift für Forst-
wesen 156, 9: S.345-352.

Anhang

A: Klumpungsgraphen

B: Neigungskorrekturtabelle

C: Standortangaben zu den Stichproben

D: Verjüngungsdaten 2004 bis 2007

E: Auszug der Aufnahmedaten 2008

F: Bilderserie

Anhang A: Klumpungsgraphen in den Verjüngungsdreiecken (50 m²).

Gerahmte Nummern = < 9 Bäume Verjüngung (geklumpt).

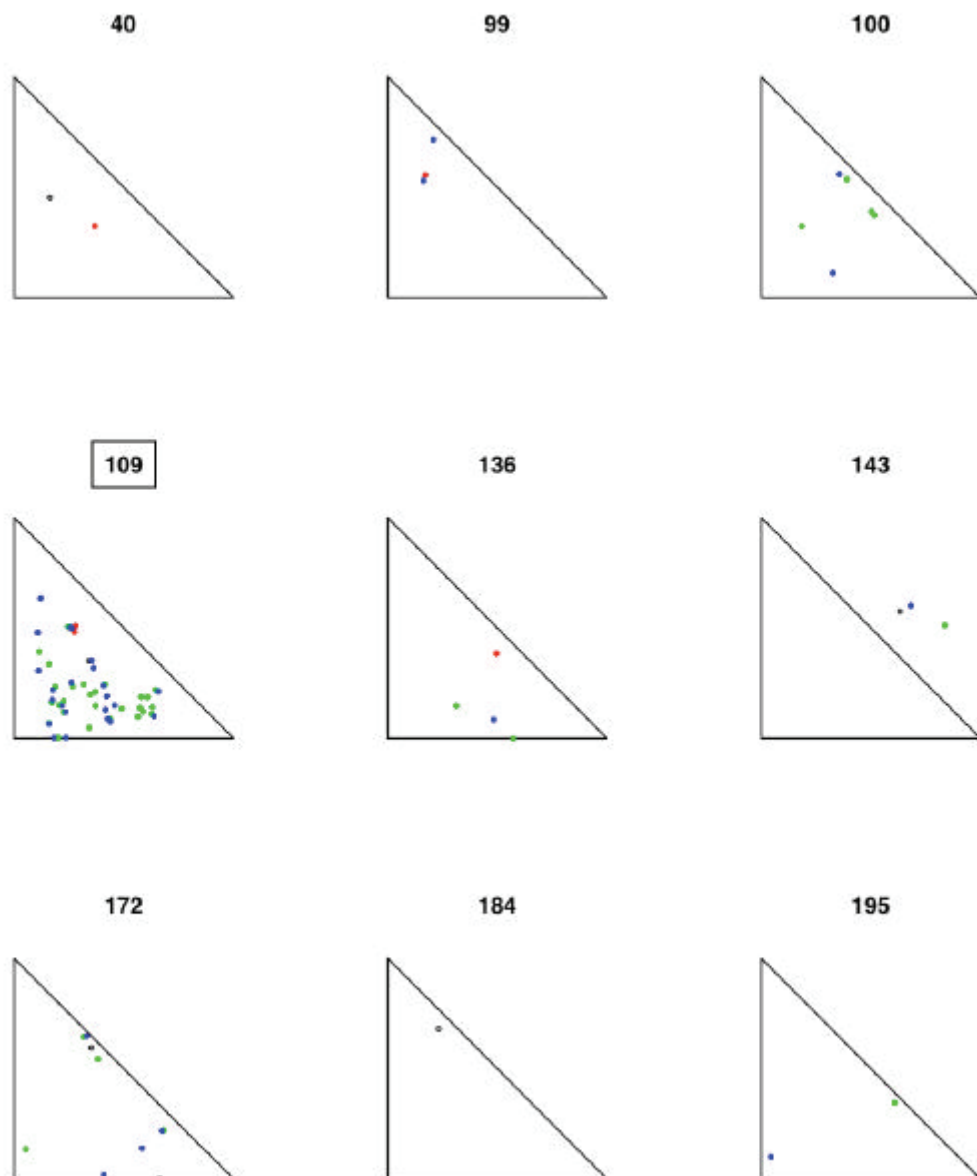
Salix appendiculata - Blau

Populus tremula - Grün

Betula pendula - Rot

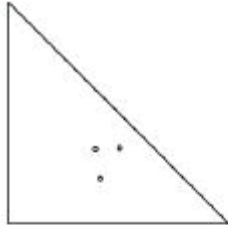
Übrige - Weiss

Strassenbereich:

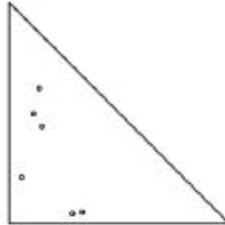


Waldrand:

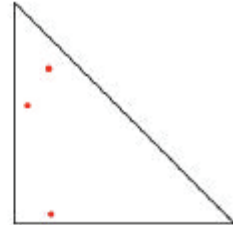
2



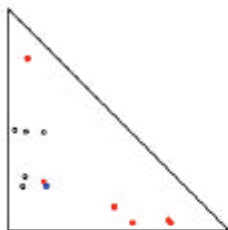
12



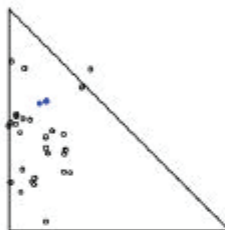
29



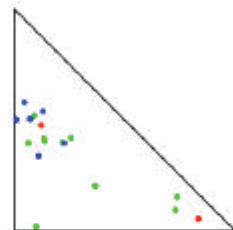
41



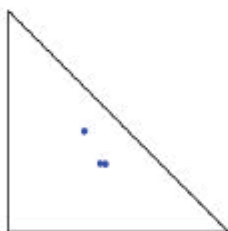
42



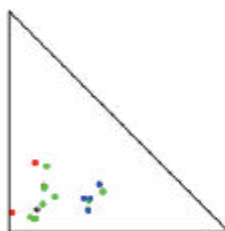
55



56



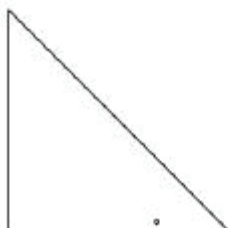
62



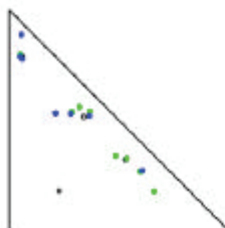
66



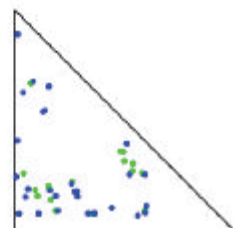
75



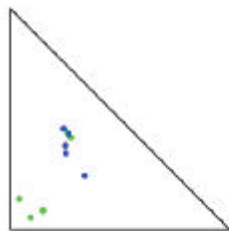
76



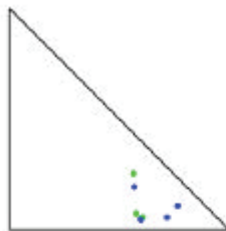
81



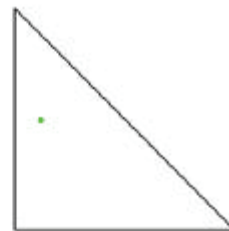
89



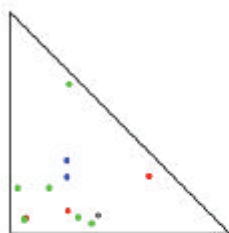
120



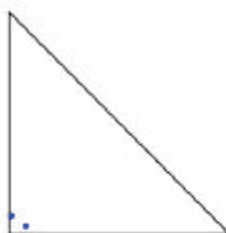
165



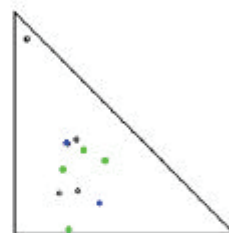
179



193



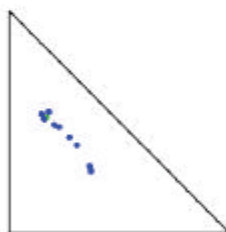
207



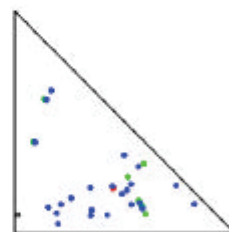
213



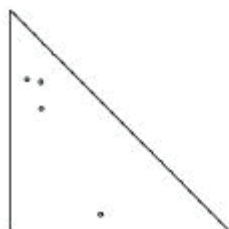
221



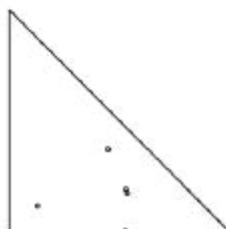
226



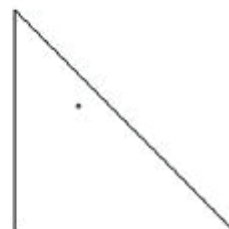
227



233

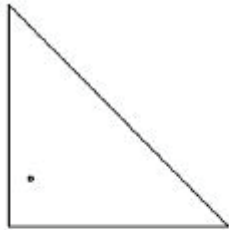


242

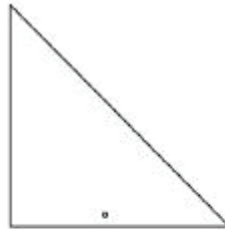


Zentrum:

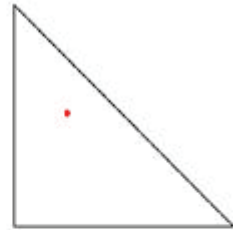
9



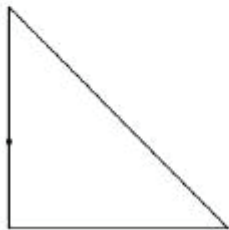
11



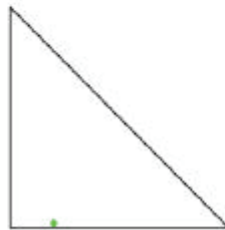
14



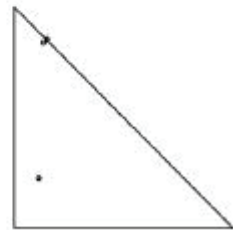
15



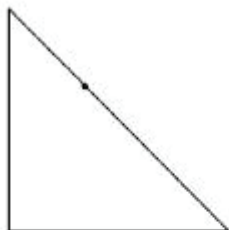
17



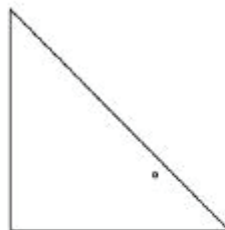
24



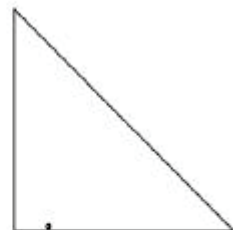
26



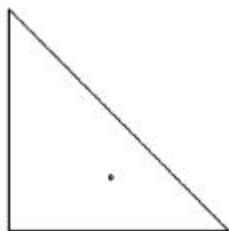
27



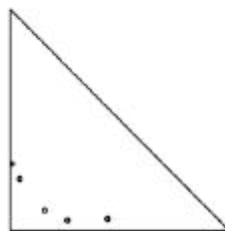
28



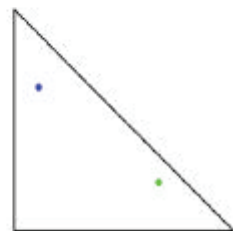
35



37



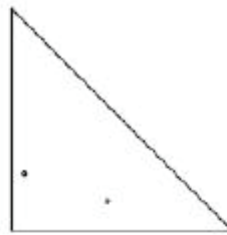
46



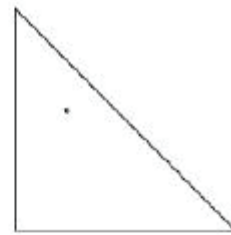
50



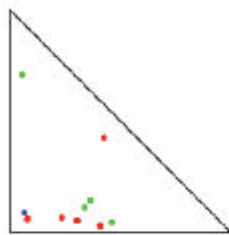
51



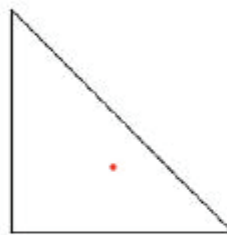
52



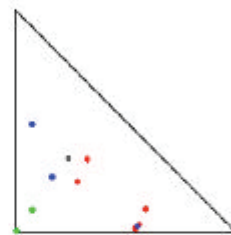
54



57



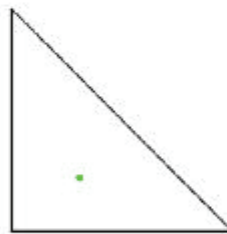
58



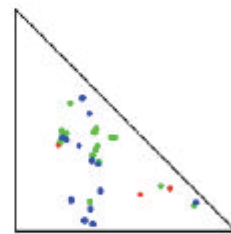
60



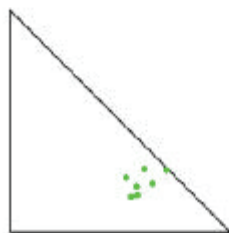
69



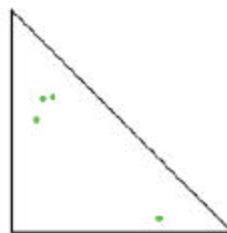
71



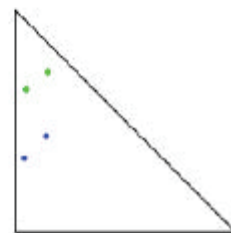
74



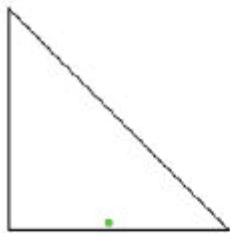
82



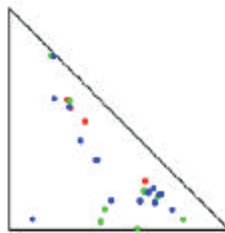
83



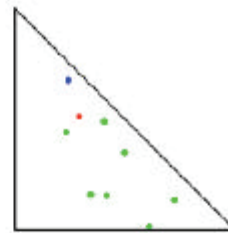
85



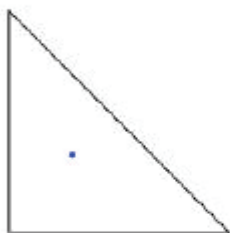
95



96



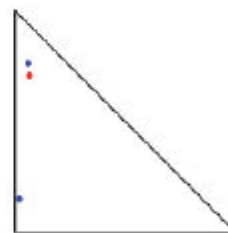
97



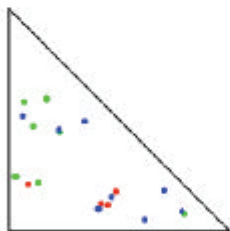
98



101



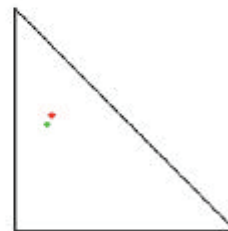
107



110



113



114



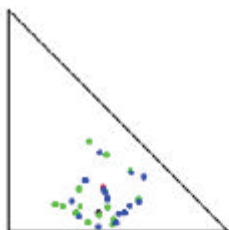
124



125



126



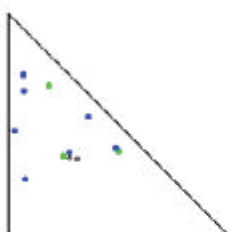
127



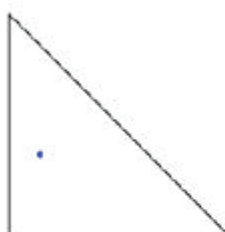
128



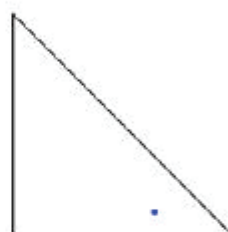
129



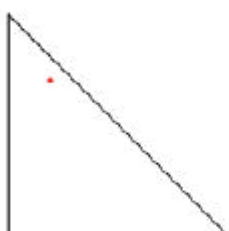
135



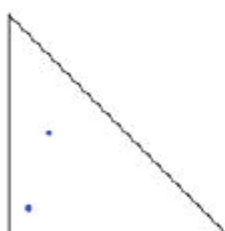
139



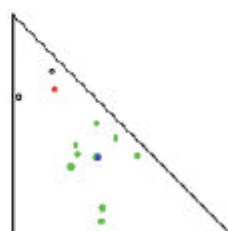
140



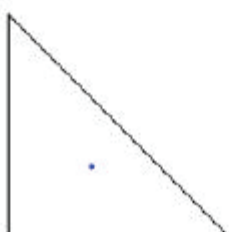
141



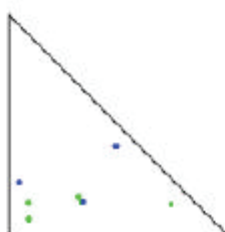
142



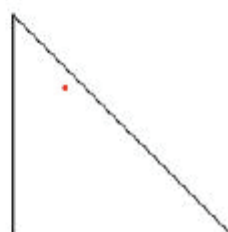
151



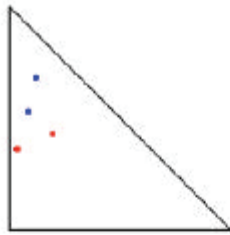
152



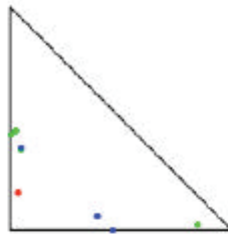
153



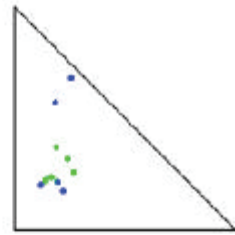
155



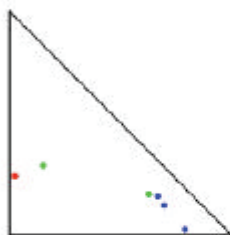
156



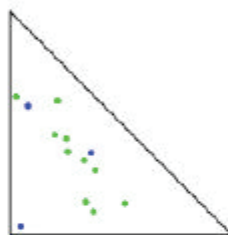
157



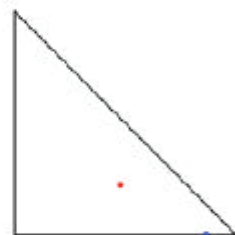
166



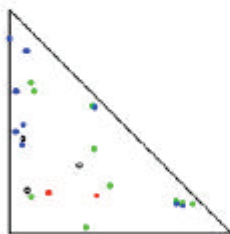
171



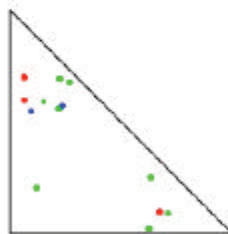
173



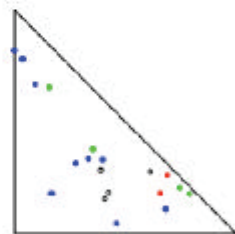
185



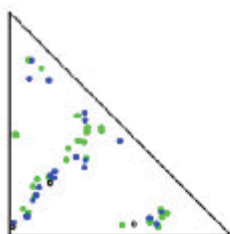
186



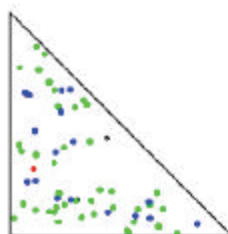
187



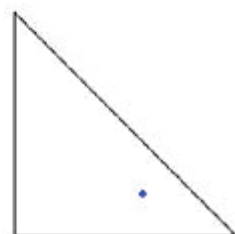
198



199



200



Anhang B: Neigungskorrekturtabelle

400 Grad

Einteilung

Grad	Radius
0	3.99
1	3.99
2	3.99
3	3.99
4	3.99
5	4.00
6	4.00
7	4.00
8	4.01
9	4.01
10	4.01
11	4.02
12	4.03
13	4.03
14	4.04
15	4.05
16	4.05
17	4.06
18	4.07
19	4.08
20	4.09
21	4.10
22	4.11
23	4.12
24	4.14
25	4.15
26	4.16
27	4.18
28	4.19
29	4.21
30	4.23
31	4.24
32	4.26
33	4.28
34	4.30

Grad	Radius
35	4.32
36	4.34
37	4.36
38	4.39
39	4.41
40	4.44
41	4.46
42	4.49
43	4.52
44	4.54
45	4.57
46	4.61
47	4.64
48	4.67
49	4.71
50	4.74
51	4.78
52	4.82
53	4.86
54	4.91
55	4.95
56	5.00
57	5.05
58	5.10
59	5.15
60	5.20
61	5.26
62	5.32
63	5.38
64	5.45
65	5.52
66	5.59
67	5.67
68	5.75
69	5.83
70	5.92

Anhang C: Standortangaben zu den Stichproben

plotnr	coordX	coordY	hoehe	bodentiefe (median)	neigung (Grad)	Exposition	Dis.wald (m)
2	615375	129625	870	55	20	255	22
5	615500	129750	900	50	12	300	0
6	615625	129750	920	18	17	215	0
9	615500	129875	940	80	28	265	84
10	615625	129875	960	55	28	250	157
11	615750	129875	980	50	32	180	105
12	615875	129875	960	25	20	205	0
14	615375	130000	950	30	38	230	90
15	615500	130000	990	3	42	245	201
16	615625	130000	1020	20	37	210	188
17	615750	130000	1010	45	12	200	68
24	615250	130125	950	80	44	245	48
25	615375	130125	1020	80	42	260	169
26	615500	130125	1060	15	52	215	261
27	615625	130125	1060	40	4	235	182
28	615750	130125	1040	50	75	112	63
29	615875	130125	1030	60	30	210	6
34	615125	130250	990	80	38	250	54
35	615250	130250	1030	80	48	250	99
36	615375	130250	1100	40	46	225	205
37	615500	130250	1140	8	30	235	272
38	615625	130250	1120	0	26	150	239
39	615750	130250	1080	51	16	125	159
40	615875	130250	1070	56	20	135	46
41	616000	130250	1050	80	31	210	0
42	616125	130250	1070	47	34	260	0
45	615250	130375	1120	0	30	280	168
46	615375	130375	1160	80	38	275	149
47	615500	130375	1200	10	22	190	150
48	615625	130375	1160	55	32	190	210
49	615750	130375	1140	73	28	135	213
50	615875	130375	1100	61	23	195	118
51	616000	130375	1110	80	36	215	100
52	616125	130375	1130	0	34	205	69
54	615250	130500	1180	48	20	270	85
55	615375	130500	1210	65	20	245	29
56	615500	130500	1240	20	28	220	38
57	615625	130500	1220	57	21	200	116
58	615750	130500	1170	21	32	100	206
59	615875	130500	1170	40	22	220	230
60	616000	130500	1180	40	24	255	220
61	616125	130500	1200	27	32	200	109
62	616250	130500	1200	40	36	190	0
66	615250	130625	1210	55	36	250	9
69	615625	130625	1260	80	51	150	55
70	615750	130625	1240	80	46	180	144
71	615875	130625	1230	33	20	180	267
72	616000	130625	1240	60	36	195	271

73	616125	130625	1260	27	26	220	165
74	616250	130625	1270	45	20	250	97
75	616375	130625	1290	12	23	185	31
76	616500	130625	1280	80	44	200	22
81	615625	130750	1330	80	29	220	6
82	615750	130750	1290	12	33	120	129
83	615875	130750	1280	18	16	200	256
84	616000	130750	1280	18	28	205	340
85	616125	130750	1310	40	15	260	262
86	616250	130750	1325	50	32	215	204
87	616375	130750	1340	50	36	230	154
88	616500	130750	1370	50	31	205	134
89	616625	130750	1380	64	49	200	18
95	615875	130875	1300	15	18	295	242
96	616000	130875	1330	37.5	12	225	359
97	616125	130875	1350	28	30	220	376
98	616250	130875	1370	15	18	250	310
99	616375	130875	1390	65	42	200	273
100	616500	130875	1410	0	17	295	152
101	616625	130875	1450	40	26	205	47
107	615750	131000	1360	73	36	160	82
108	615875	131000	1350	20	25	205	203
109	616000	131000	1360	35	16	280	305
110	616125	131000	1390	55	32	260	408
111	616250	131000	1420	22	28	205	426
112	616375	131000	1440	27	24	235	323
113	616500	131000	1465	80	26	230	217
114	616625	131000	1495	23	22	245	130
115	616750	131000	1540	45	60	170	29
120	615750	131125	1440	28	25	260	41
121	615875	131125	1410	22	36	215	129
122	616000	131125	1400	80	38	195	241
123	616125	131125	1420	19	24	225	343
124	616250	131125	1450	35	26	270	442
125	616375	131125	1470	35	30	245	395
126	616500	131125	1500	1	26	250	303
127	616625	131125	1540	65	23	285	204
128	616750	131125	1590	35	41	290	112
129	616875	131125	1620	80	40	190	37
135	615875	131250	1490	70	38	195	67
136	616000	131250	1480	12	27	205	170
137	616125	131250	1480	28	15	210	268
138	616250	131250	1500	36	28	255	363
139	616375	131250	1510	35	26	210	463
140	616500	131250	1550	15	22	270	382
141	616625	131250	1580	80	24	240	281
142	616750	131250	1615	8	20	290	190
143	616875	131250	1675	25	18	220	87
151	616000	131375	1540	8	32	180	96
152	616125	131375	1540	18	23	230	188
153	616250	131375	1550	15	31	245	287
154	616375	131375	1570	20	32	200	380
155	616500	131375	1590	20	32	220	456
156	616625	131375	1615	12	26	260	357
157	616750	131375	1640	30	22	205	243
158	616875	131375	1700	80	50	300	139

159	617000	131375	1745	80	18	230	25
165	616000	131500	1600	5	40	260	17
166	616125	131500	1595	10	26	205	112
167	616250	131500	1600	0	24	200	203
168	616375	131500	1610	25	20	0	285
169	616500	131500	1630	3	26	230	359
170	616625	131500	1660	23	22	240	391
171	616750	131500	1680	2	19	240	269
172	616875	131500	1700	13	30	255	151
173	617000	131500	1785	80	22	240	54
174	617125	131500	1795	65	30	195	0
179	616125	131625	1650	26	26	210	26
180	616250	131625	1660	15	30	215	115
181	616375	131625	1660	20	34	185	187
182	616500	131625	1680	13	20	230	240
183	616625	131625	1695	39	24	245	298
184	616750	131625	1720	44	16	230	324
185	616875	131625	1750	25	25	260	230
186	617000	131625	1810	28	41	270	130
187	617125	131625	1860	60	38	185	45
193	616250	131750	1730	38	30	250	13
194	616375	131750	1730	10	24	225	91
195	616500	131750	1730	2	44	220	130
196	616625	131750	1740	30	20	185	194
197	616750	131750	1750	8	30	255	229
198	616875	131750	1790	15	24	200	282
199	617000	131750	1830	13	38	295	194
200	617125	131750	1905	70	39	280	69
207	616500	131875	1790	15	32	195	21
208	616625	131875	1790	1	36	180	75
209	616750	131875	1790	1	29	200	111
210	616875	131875	1815	5	28	235	197
211	617000	131875	1860	25	18	260	225
212	617125	131875	1920	12	42	310	128
213	617250	131875	1960	21	30	180	15
221	616750	132000	1865	35	35	200	31
222	616875	132000	1865	10	30	235	125
223	617000	132000	1890	15	24	215	172
224	617125	132000	1930	1	40	280	181
225	617250	132000	2010	10	24	250	91
226	617375	132000	2020	20	38	210	8
227	617500	132000	2020	5	40	160	3
233	616875	132125	1930	70	26	220	26
234	617000	132125	1960	0	34	215	49
235	617125	132125	1970	3	34	230	121
236	617250	132125	2040	28	42	270	150
237	617375	132125	2070	15	22	210	76
242	617125	132250	2050	0	40	160	8
243	617250	132250	2080	14	16	240	43
244	617375	132250	2100	45	28	255	151

Anhang D: Verjüngungsdaten 2004 - 2007

	Baumarten																						
ID	Abial	Accamp	Ac pseu	Be pen	Frau ex	Jug re	Lar de	Pic ab	Pin syl	Pop al	Pop ni	Pop tre	Pru avi	Pru mah	Pru pa	Que sp	Rob pse	Sali ap	Sali pu	Sor a	Sor au	Frau al	
2004	Abial	Accamp	Ac pseu	Be pen	Frau ex	Jug re	Lar de	Pic ab	Pin syl	Pop al	Pop ni	Pop tre	Pru avi	Pru mah	Pru pa	Que sp	Rob pse	Sali ap	Sali pu	Sor a	Sor au	Frau al	
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	
6	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1	0	0	
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	7	0	0	0	1	0	0	
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3	0	0	
38	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
42	0	0	0	0	0	0	0	1	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	1	0	0	
51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	
52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
56	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

[illegible]

[illegible]

[illegible]

76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	15	0	0	0	0	0	5	0	1	0	0
81	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	30	0	0	0	0
82	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
86	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
87	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
88	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0
95	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0
96	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
97	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
98	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
101	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
107	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
108	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
109	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	0	0	0	23	0	0	0	0
110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
111	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
112	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
113	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
114	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0
115	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
120	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0
121	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
122	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
123	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
124	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
126	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	13	0	0	0	0	11	0	0	0	0
127	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
128	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
129	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	6	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
135	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
136	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
137	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
138	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
139	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
140	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
141	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
142	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
143	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0
151	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
152	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
153	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
154	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
155	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0
156	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
157	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
158	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
159	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	7	0	0	1	0
165	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
166	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0

[illegible]

76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	15	0	0	0	0	0	4	0	1	0	0
81	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	26	0	0	0	0	0	49	0	0	0	0
82	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
83	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
86	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
87	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
88	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0
95	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0
96	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
97	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
98	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
101	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
107	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0
108	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
109	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0	0	0	0	0	23	1	0	0	0
110	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
111	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
112	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
113	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
114	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
115	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
120	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0
121	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
122	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
123	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
124	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
125	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
126	0	0	0	1	0	0	1	6	0	0	0	21	0	0	0	0	0	24	0	0	0	0
127	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
128	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
129	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	9	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
135	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
136	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
137	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
138	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
139	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
140	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
141	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
142	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
143	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0
151	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
152	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
153	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
154	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
155	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0
156	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
157	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0
158	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
159	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0
165	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
166	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	5	0	1	0	0

167	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
168	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
169	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
170	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
171	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	8	0	0
172	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	4	0	0
173	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0
174	0	0	0	0	0	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
179	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	3	0	0
180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
181	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
182	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
183	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
184	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
185	0	0	0	1	0	0	2	4	0	1	0	7	0	0	0	0	0	17	0	0
186	0	0	0	3	0	0	0	2	0	1	0	8	0	0	0	0	0	3	0	0
187	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	12	0	0
193	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	5	0	0	0	0	0	37	0	0
194	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
195	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
196	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
197	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
198	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	27	0	0	0	0	0	34	0	0
199	0	0	0	4	0	0	4	5		1	0	31	0	0	0	0	0	82	0	0
200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
207	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
208	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
209	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
210	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	10	0	0
211	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
212	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	14	0	0

[illegible]

76	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	6	0	0	0	0	4	0	0	0	0
81	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0	40	0	0	0	0
82	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	1	0	0	0	0
83	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
85	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
86	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
87	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
88	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	6	0	0	0	0
95	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	8	0	0	0	0
96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
97	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
98	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
99	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
101	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
107	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	8	0	0	0	0
108	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
109	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0
110	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
111	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
112	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
113	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
114	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0
115	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
120	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	4	0	0	0	0
121	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
122	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
123	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
124	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	4	0	0	0	0
125	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
126	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	6	0	0	0	0	9	0	0	0	0
127	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
128	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
129	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	6	0	0	0	0	8	0	0	0	0
135	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
136	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
137	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
138	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
139	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
140	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
141	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	9	0	0	0	0	2	0	0	0	0
142	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
143	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
151	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
152	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	4	0	0	0	0
153	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
154	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
155	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
156	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0
157	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	4	0	0	0	0
158	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
159	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	3	0	0	0	0
165	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
166	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	4	0	0	0	0

Anhang E: Auszug aus der Grunddatentabelle 2008

Stichprobe	Sektor D/K/S	Neigung (Grad)	Distanz (cm)	Azimut (gon)	ART	Höhe 08 (cm)	Alter (v=vor dem Brand)	VI 08	GI 08	SE 08	Schaden 1	Intensität 1	Schaden 2	Intensität 2	X-Koordinate	Y-Koordinate
2 d	20	51	29	Mehlbeere	160	v				2	tv	2			615375	129623
2 d	20	67	38	Mehlbeere	56	v			1	3	ev	1	tv	3	615375	129623
2 d	20	57	45	Flaumeiche	131	v			1	3	ev	1	tv	3	615375	129623
9 s	28	26	72	Flaumeiche	49	v									615501	129876
11 d	32	48	7	Flaumeiche	38	v			1	3	ev	1	tv	3	615751	129876
12 s	20	32	10	Flaumeiche	23	v			1	3	ev	1	tv	3	615875	129876
12 s	20	37	10	Flaumeiche	24	v									615875	129876
12 d	20	51	79	Mehlbeere	68	v		2	1	3	ev	1	tv	3	615875	129876
12 s	20	24	83	Mehlbeere	21	v									615875	129876
12 d	20	56	86	Flaumeiche	59	v		2							615875	129876
12 d	20	69	86	Flaumeiche	20	v									615875	129876
12 k	20	22	170	Mehlbeere	49	v			1	1	ev	1	tv	1	615875	129876
12 k	20	26	206	Flaumeiche	21	v									615875	129876
12 k	20	26	247	Salweide	44	v			1	3	ev	1	tv	3	615875	129876
12 k	20	14	258	Flaumeiche	23	v			1	2	ev	1	tv	2	615875	129876
12 k	20	31	264	Flaumeiche	64	v			1		ev	1			615875	129876
12 k	20	36	288	Flaumeiche	20	v			1	3	ev	1	tv	3	615875	129876
12 k	20	35	327	Mehlbeere	33	v			1	3	ev	1	tv	3	615875	129876
12 k	20	33	341	Flaumeiche	32	v									615875	129876
14 d	38	62	72	Birke	173	4									615376	130001
14 k	38	35	190	Birke	205	v									615376	130001
15 s	42	43	100	Flaumeiche	75	v			1	3	ev	1	tv	3	615499	130001
15 k	42	5	126	Flaumeiche	59	v				1	tv	1			615499	130001
17 s	12	22	8	Zitterpappel	44	5			1		ev	1			615751	130000
24 s	44	28	71	Flaumeiche	157	v			1	2	ev	1	tv	2	615249	130125
24 d	44	95	89	Flaumeiche	58	v			1	2	ev	1	tv	2	615249	130125
24 d	44	93	90	Flaumeiche	68	v			1	2	ev	1	tv	2	615249	130125
24 k	44	11	280	Mehlbeere	41	4			1	1	ev	1	tv	1	615249	130125
24 k	44	32	317	Mehlbeere	27	4									615249	130125
25 k	42	20	45	Esche	24	v				2	tv	2			615376	130125
25 k	42	39	110	Flaumeiche	44	v			1	3	ev	1	tv	3	615376	130125
25 k	42	43	111	Flaumeiche	35	v			1	3	ev	1	tv	3	615376	130125
26 d	52	81	69	Flaumeiche	123	v			1	3	ev	1	tv	3	615501	130124
27 d	4	78	23	Silberpappel	45	5			1	3	ev	1	tv	3	615625	130125
27 k	4	38	182	Flaumeiche	103	v			1	3	ev	1	tv	3	615625	130125
28 d	20	17	6	Lärche	220	v									615749	130125
28 k	20	40	109	Zitterpappel	420	v									615749	130125
29 s	30	19	16	Birke	61	4			1	2	ev	1	tv	2	615875	130126
29 d	30	79	86	Birke	38	4			1	3	ev	1	tv	3	615875	130126
29 d	30	59	93	Birke	67	4			1	3	ev	1	tv	3	615875	130126
29 k	30	33	149	Birke	23	5			1		ev	1			615875	130126
29 k	30	20	165	Birke	92	v			1	3	ev	1	tv	3	615875	130126
29 k	30	30	245	Zitterpappel	145	v				3	tv	3			615875	130126
34 k	38	37	140	Flaumeiche	32	v			1	3	ev	1	tv	3	615125	130250
34 k	38	42	212	Zitterpappel	34	4			1	3	ev	1	tv	3	615125	130250
34 k	38	35	233	Birke	73	v			1	3	ev	1	tv	3	615125	130250
34 k	38	21	323	Flaumeiche	72	v			1	3	ev	1	tv	3	615125	130250
34 k	38	4	332	Birke	98	v									615125	130250
35 d	48	57	30	Flaumeiche	139	v			1	3	ev	1	tv	3	615250	130250
37 d	30	49	7	Mehlbeere	107	v				3	tv	3			615500	130250
37 s	30	29	11	Vogelkirsche	157	v			1	3	ev	1	tv	3	615500	130250
37 s	30	20	33	Mehlbeere	36	v			1	3	ev	1	tv	3	615500	130250
37 s	30	26	88	Faulbaum	127	v									615500	130250
37 s	30	33	98	Mehlbeere	58	v			1	3	ev	1	tv	3	615500	130250
37 k	30	23	130	Mehlbeere	124	v				2					615500	130250
37 k	30	22	138	Zitterpappel	46	4			1	3	ev	1	tv	3	615500	130250
37 k	30	27	147	Zitterpappel	110	v			1	3	ev	1	tv	3	615500	130250
37 k	30	18	169	Vogelkirsche	51	4			1	3	ev	1	tv	3	615500	130250
37 k	30	33	182	Mehlbeere	62	4			1	3	ev	1	tv	3	615500	130250
37 k	30	39	214	Silberpappel	230	v				1	tv	1	fe	1	615500	130250
37 k	30	42	340	Salweide	390	4									615500	130250
37 k	30	29	341	Zitterpappel	274	4									615500	130250
37 k	30	40	341	Salweide	309	4									615500	130250
37 k	30	40	355	Salweide	161	4			1	1	ev	1	tv	1	615500	130250
37 k	30	38	356	Zitterpappel	298	4									615500	130250
37 k	30	26	358	Zitterpappel	400	4									615500	130250
37 k	30	33	375	Zitterpappel	218	4				1	ev	1			615500	130250
37 k	30	34	378	Mehlbeere	86	4			1	3	ev	1	tv	3	615500	130250
37 k	30	40	381	Zitterpappel	185	4									615500	130250
37 k	30	15	384	Zitterpappel	208	4									615500	130250
37 k	30	38	387	Zitterpappel	317	4									615500	130250
37 k	30	27	388	Zitterpappel	20	6									615500	130250
39 k	16	20	162	Birke	27	4			1	3	ev	1	tv	3	615749	130251
39 k	16	36	330	Zitterpappel	40	4			1	3	ev	1	tv	3	615749	130251

Anhang F: Bilderserie



Steilhang der Brandfläche (06.06.2008)



Felsstufe im Gelände (19.06.2008)



**Färberwaid auf der Brandfläche
(06.06.2008)**



**Verbrannte Föhren in den oberen Höhenlagen.
(19.06.2008)**



Eichenverjüngung auf der Brandfläche (19.06. 2008)

Erklärung

Ich erkläre hiermit an Eides Statt,

- dass ich die vorliegende Studienarbeit selbstständig angefertigt,
- keine anderen als die angegebenen Quellen benutzt,
- die wörtlich oder dem Inhalt nach aus fremden Arbeiten entnommenen Stellen, bildlichen Darstellungen und dergleichen als solche genau kenntlich gemacht und
- keine unerlaubte fremde Hilfe in Anspruch genommen habe.

Birmensdorf, 5. November 2008

Autor der Arbeit

