universität wien



DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

„Monitoring mittels Bodenmoosen auf der Integrated Monitoringläche Zöbelboden 2010“

Verfasser

Georg Thomas

angestrebter akademischer Grad

Magister ODER Magistra der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)

Wien, 2012

Studienkennzahl lt. Studienblatt:	A 0406253
Studienrichtung lt. Studienblatt:	A 444
Betreuerin / Betreuer:	Priv. Doz. Dr. Mag. Harald Gustav Zechmeister

Danksagung

Ich möchte mich hiermit bei den Menschen bedanke die mich im Großen Maße unterstützten und die bei der Verwirklichung dieser Arbeit einen Großen Anteil gehabt haben.
Ein Großer Dank gebührt meinen Elter Dorith und Peter Thomas, meinem Bruder Max Philip Thomas und meinem Betreuer Professor Harald Gustav Zechmeister.
Diese Personen sprachen mir viel Mut zu, gaben mir viel Kraft und unterstützten mich wo immer es nur ging.

Danke Euch für alles.

Mein weiterer Dank gebührt meinen Freundinnen und Kollegin Mette Hanak und Dina Latek, die mir auch geholfen haben diese Arbeit fertigzustellen und mir sehr geholfen haben.

Danke an Euch, dafür.

Danke auch an alle Menschen die mich über diese lange Zeit immer wieder mehr oder weniger unterstützt und an mich geglaubt haben.

VIELEN HERZLICHEN DANK EUCH ALLEN

Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS 1

ABSTRACT 5

ZUSAMMENFASSUNG 7

EINLEITUNG 9

1. WAS IST EIN MOOS 9

1.1 Fortpflanzung 9
1.2 Systematik und Phylogenie 10
1.3 Beschreibung der Klassen der Bryophyta 10

2. ÖKOPHYSIOLOGIE DER MOOSE 12

2.1 Wasser 12
2.2 Photosynthese 13
2.3 Mineralstoffe 13

3. POPULATIONSÖKOLOGIE 15

3.1 Wuchs- und Lebensformen 15
3.2 Lebensstrategien 17
3.2.1 Dauer des Lebenszyklus 18
3.2.2 Sexuelle und asexuelle Vermehrung 18
3.2.3 Vermehrungs- und Ausbreitungsstrukturen 19
3.2.4 Die Lebensstrategien 20
3.3 Interaktionen 21
3.4 Metapopulationen 22
3.5 Vegetationsdynamik 22

4. BIOINDIKATION UND BIOMONITORING 23

4.1 Definitionen 24
4.1.1 Bioindikation 24
4.1.2 Biomonitoring 24
4.1.3 Aktives und Passives Monitoring 25
4.1.4 Integrated Monitoring 26

5. BIOINDIKATOREN UND BIOMONITORE 27

5.1 Bioindikatoren 28
5.2 Akkumulations- und Reaktionsindikatore 30
5.3 Moose als Bioindikatore 30

6. FRAGESTELLUNG 32

GEBIETSBESCHREIBUNG 33

1. DER ZÖBELBODEN 33

2. PROJEKT AM ZÖBELBODEN 34

3. MOOSE DER UNTERSUCHUNGSFLÄCHEN 35

MATERIAL UND METHODEN 38

1. ANFERTIGUNG DER DAUERPRÄPERATE 38

2. FOTOS DER DAUERPRÄPERATE 38

3. ARBEITEN IM FREILAND 38

4. ARBEITEN MIT GIS 9.3 39

5. ARBEITEN MIT EXCEL 2003 39

5.1 Fragestellung: Haben die Abundanzen der Arten in den folgenden Untersuchungsjahren einen bestimmten Trend? 39
5.2 Fragestellung: Gibt es Verschiebungen der Abundanzen zwischen den verschiedenen Arten in einem Plot? 40
5.3 Fragestellung: Ist die Veränderung der Abundanz der Arten im Laufe der Jahre zwischen den zwei Klassen, Plateau und Steilhang ähnlich? 40

6. ARBEITEN MIT STATISTICA 8 40

6.1 Fragestellung: Haben die Abundanzen der Arten in folgenden Untersuchungsjahren einen bestimmten Trend? 40
6.2 Fragestellung: Wie hat sich die Abundanz der Arten zueinander im Laufe der Untersuchungsjahren geändert? 40
6.3 Fragestellung: Ist die Veränderung der Abundanz der Arten im Laufe der Jahre zwischen den zwei Klassen, Plateau und Steilhang ähnlich? 41

7. TRENDTEST NACH NEUMANN 41

ERGEBNISSE 42

1. DIE PLOTS 42

1.1 Moosplot 3 (1003) 42
1.2 Moosplot 5 (1005) 42
1.3 Moosplot 6 (1006) 42
1.4 Moosplot 7 (1007) 42
1.5 Moosplot 12 (1012) 43
1.6 Moosplot 13 (1013) 43
1.7 Moosplot 15 (1015) 44
1.8 Moosplot 17 (1017) 44
1.9 Moosplot 21 (1021) 44
1.10 Moosplot 23 (1023) 45
1.11 Moosplot 28 (1028) 45
1.12 Moosplot 30 (1030) 45
1.13 Moosplot 32 (1032) 46
1.14 Moosplot 33 (1033) 46

2. DIE UNTERSCHIEDE ZWISCHEN PLATEAU UND STEILHANG 46

2.1 Hypnum cupressiforme 46
2.2 Hypnum cupressiforme schütterer Bestand 47
2.3 Hypnum cupressiforme wenig vital 47
2.4 Dicranum montanum 47
2.5 Dicranum scoparium 48
2.6 Isothecium alopecuroides 48
2.8 Thuidium tamariscinum 48
2.9 Leucobryum glaucum 48
2.10 Bazzania trilobata 49
2.11 höhere Pflanzen 49
2.12 unbelebte Strukturen 49

DISKUSSION 50

1. ERGEBNISSE 50

1.1 Vergleich der Plots 1003, 1005 und 1006 50
1.2 Plot 1007 53
1.3 Plot 1012 53
1.4 Plot 1013, Plot 1015, Plot 1017 54
1.5 Plot 1021 54
1.6 Plot 1023 55

1.7 Plot 1028 55
1.8 Plot 1030 55
1.9 Plot 1032 55
1.10 Plot 1033 56
1.11 General Mixed Linear Model 56

2. ALLGEMEINES 58

2.1 Probleme von Bioindikatoren 59
2.1.1 Fazit 60

LITERATURLISTE 61

ANHANG 67

1. CODIERUNG DER ARTEN IN DEN BODENPLOTS 67

2. DIE PLOTS 68

2.1 Moosplot 3 (Plot 1003) 68
2.1.1 Das Untersuchungsjahr 2010 69
2.1.2 Alle Untersuchungsjahre von 1992 - 2010 69
2.2 Moosplot 5 (Plot 1005) 74
2.2.1 Das Untersuchungsjahr 2010 75
2.2.2 Alle Untersuchungsjahre von 1992 - 2010 75
2.3 Moosplot 6 (Plot 1006) 81
2.3.1 Das Untersuchungsjahr 2010 81
2.3.2 Alle Untersuchungsjahre von 1992 - 2010 82
2.4 Moosplot 7 (Plot 1007) 88
2.4.1 Das Untersuchungsjahr 2010 89
2.4.2 Alle Untersuchungsjahre von 1992 - 2010 89
2.5 Moosplot 12 (Plot 1012) 98
2.5.1 Das Untersuchungsjahr 2010 99
2.5.2 Alle Untersuchungsjahre von 1992 - 2010 99
2.6 Moosplot 13 (Plot 1013) 108
2.6.1 Das Untersuchungsjahr 2010 109
2.6.2 Alle Untersuchungsjahre von 1992 – 2010 109
2.7 Moosplot 15 (Plot 1015) 110
2.7.1 Das Untersuchungsjahr 2010 111
2.7.2 Alle Untersuchungsjahre von 1992 – 2010 111
2.8 Moosplot 17 (Plot 1017) 112
2.8.1 Das Untersuchungsjahr 2010 113
2.8.2 Alle Untersuchungsjahre von 1992 - 2010 113
2.9 Moosplot 21 (Plot 1021) 114
2.9.1 Das Untersuchungsjahr 2010 115
2.9.2 Alle Untersuchungsjahr von 1992 – 2010 115
2.10 Moosplot 23 (Plot 1023) 135
2.10.1 Das Untersuchungsjahr 2010 135
2.10.2 Alle Untersuchungsjahre von 1992 – 2010 136
2.11 Moosplot 28 (Plot 1028) 144
2.11.1 Das Untersuchungsjahr 2010 145
2.11.2 Alle Untersuchungsjahr von 1992 – 2010 145
2.12 Moosplot 30 (Plot 1030) 151
2.12.1 Das Untersuchungsjahr 2010 152
2.12.2 Alle Untersuchungsjahre von 1992 – 2010 152
2.13 Moosplot 32 (Plot 1032) 162
2.13.1 Das Untersuchungsjahr 2010 163
2.13.2 Alle Untersuchungsjahre von 1992 – 2010 163
2.14 Moosplot 33 (Plot 1033) 172
2.14.1 Das Untersuchungsjahr 2010 173
2.14.2 Alle Untersuchungsjahre von 1992 – 2010 173

3. GENERAL MIXED LINEAR MODEL 178

3.1 Hypnum cupressiforme 178

3.2 Hypnum cupressiforme schütterer Bestand 179
3.3 Hypnum cupressiforme wenig vital 180
3.4 Dicranum montanum 181
3.5 Dicranum scoparium 182
3.6 Isothecium alopecuroides 183
3.7 Thuidium tamariscinum 184
3.8 Leucobryum glaucum 185
3.9 Bazzania trilobata 186
3.10 höhere Pflanzen 187
3.11 unbelebte Strukturen 188

4. ABBILDUNGSVERZEICHNIS 191

5. TABELLENVERZEICHNIS 194

Abstract

This diploma thesis is a part of an extensive research into the long-range Trans-Boundary air pollution. This program was formed by the UN-ECE, and includes a large part of the European continent.
Although the Alps Mountain Range provides Austria with a natural boundary, it also acts as an impediment by trapping and depositing the air pollution as it travels over Austria.
Integrated monitoring is a tool used to conduct the research into the air pollution deposits over the Alps. Essentially, integrated monitoring involves the participation of all participating countries in selecting a sensible ecosystem for long term monitoring.
In Austria, the integrated monitoring area is called Zöbelboden. It is a „Hintergrundgebiet," which simply means that there is hardly any production of air pollution in this region. Therefore, this area is an excellent test environment for long-range trans-boundary air pollution.
The Zöbelboden has two main formations; a slope and a plateau. One part of the integrated monitoring is the monitoring of epiphytic and terrestrial mosses. In each of those two formations, a number of plots for epiphytic and terrestrial mosses were laid out.
Mosses have already been used as bio-indicators for many years. The reasons why they are such great bio indicators is mainly because they intake most of their nutrition through the air or precipitation. Only a few species have roots, which allow absorption of nutrition from the soil.
Additionally, this diploma thesis will discuss the fifth terrestical moss monitoring, which occured over an 18 year period.
Some plots would have led to por data due to windfall. In one plot particulary no mosses could be located. Those two circumstances required the creation of new plots.
Photographs of each plot were taken at 90-degree angle. Those pictures were used to create the borders of the area which each species had been captured. A second visit to each plot was necessary to ensure that the borders were correctly drawn.With GIS 9.3, the areas from each species were digitalized and calculated.
The following questions were posed: Can a trend in each species' plot be identified over a period of time?
Are there any shifts in densities between other species in the same plot?
Is there a vast difference in the abundance of a species between the slope and plateau formations?
The Neumann trend test was used to determine a to determine fluctuations in species during the years of research. The Wilcoxon test assisted in finding out if there were any shifts between species in the plots. General mixed linear models were also created to compare differences in densities of species between the slope and plateau formations.
Statistica 8 and Microsoft Excel were used for statistical calculations. The first two questions were done for each plot, whereas the third question just included the more common moss species.
Amongst the slope and plateau formations, the general mixed linear model did not reveal any significant differences for any species. The model only displayed a main trend in the same direction of both formations. The only significant variances that the general mixed linear model identified, was between the plots, regardless of the formation the are
in and the years of which each monitoring had taken place.
In certain instances, a trend for some species in a plot could be detected with the Neumann

trend test. Specifically in the more common species, such as *Hypnum cupressiforme* and *Leucobryum glaucum*, just to name a few.
The Wilcoxon matched pair test also revealed variances of abundance between certain species in the plots.
The reasons for the shift in abundance might be because of mechanically damages from animals and or of eutrophication, as well as competition between the different moss species or higher plants.
One trend that peaked out was the increase of leaves in the plots. The question is weather the increase of leaves is just a subjective effect of the different researcher or a real trend.
Currently, a lot of questions still remain unanswered. With the help of additional monitoring, will we be closer to obtaining all of the answers.

Keywords: Bioindicators, *Bryophyta*, Long-range Trans-Boundary air pollution, „Hintergrundgebiet“, restricting effect of the alps, UN-ECE

Zusammenfassung

Diese Diplomarbeit umfasst das fünfte Monitoring der Bodenmoose am Zöbelboden. Das Integrated Monitoring am Zöbelboden ist ein Europa weites Projekt zur der Eindämmung der Luftschadstoffe und wird von der United Nations Economic Commission for Europe(UNECE) geleitet. Um einen Vergleich innerhalb des Projektes zwischen den verschiedenen Ländern zu ermöglichen, läuft das Monitoring nach bestimmten vorgegeben Kriterien ab. Neben dem Monitoring von Moosen beinhaltet das Integrated Monitoring noch viele andere Fachbereiche.
Österreich ist Teil des Projekts weil die Alpen eine natürliche Barriere bilden. Der dadurch verursachte Staueffekt hat als Resultat, dass viele der grenz überschreiteten Luftschadstoffe über Österreich verweilen. Der Zöbelboden als Hintergrundgebiets ist ein guter Standort für die Messung der grenzüberschreiteten Luftschadstoffe, weil in der Region des Zöbelbodens kaum Schadstoffe produziert werden.
Moose wurden schon seit langem als Bioindikatoren verwendet. Der Grund warum Moose so gute Bioindikatoren sind ist der, dass die meisten Moose ihre gesamten Nährstoffe über die Luft oder durch den Niederschlag aufnehmen. Nur wenige Gattungen haben Leitgewebe und Wurzeln die eine Aufnahme von Nährstoffen aus dem Boden ermöglichen.
Der Zöbelboden wird von zwei Geländeformationen geprägt, einen Steilhang und einem Plateau. In diesen beiden Geländeformationen wurden mehrere Untersuchungsplots für terrestrische sowie epiphytische Moose angelegt. Über die gesamte Zeit der Untersuchung wurden verschiedene Untersuchungsplots aus verschiedensten Gründen, wie zum Beispiel Windwurf oder auch Überwucherung von Macrophanerophyten, zerstört. Deswegen mussten neue Polts angelegt werden.
Von jedem Untersuchungsplot wurde eine Geländeaufnahme gemacht die stets immer auf demselben Winkel gemacht wurde wie in vorhergegangen Monitorings. Von den einzelnen Untersuchungsplots wurden Bilder aufgenommen, die Luftbilder ähneln. Die Bilder wurden mit einem Winkel von 90 Grad auf die Untersuchungsfläche gemacht. Mit dem Computerprogramm GIS 9.3 wurden die Grenzen gezogen die jede Moosart in den Plot einnimmt. Durch ein ground truthing wurden die gezogen grenzen nochmals im Freiland überprüft. Von den digitalisierten Untersuchungsplots wurden die Flächen die jede Art einnimmt berechnet.
Folgende Fragen wurden statistisch ausgearbeitet: Können steigende bzw. fallende Trends einer Art innerhalb eines Untersuchungsplots über den gesamten Zeitraums des Projekts gezeigt werden?
Gibt es Verschiebungen der Abundanz, zwischen den im Untersuchungsplot vorkommenden Arten?
Können Unterschiede der Abundanz zwischen Steilhang und Plateau festgestellt werden?
Der Neumann Trend Test sollte bestehende Trends die sich im Laufe der Jahre entwickelt haben zeigen.
Um Verschiebungen der Abundanz von zwei Arten in einem Untersuchungsplots festzustellen wurde der Wilcoxon matched pair test verwendet.
Ein General Mixed Linear Model wurde erstellt um herauszufinden ob bestimmte Arten unterschiedliche Abundanzen im Steilhang zum Plateau aufweisen.
Das General Mixed Linear Model konnte allerdings für keine Art signifikante Unterschiede zwischen Plateau und Steilhang zeigen. Es wurden lediglich auf Abweichungen der Abundanz

zwischen den einzelnen Untersuchungsjahren und oder der einzelnen Plots hingewiesen. Außerdem konnte das General Mixed Linear Model für manche Arten einen bestimmten Trend in dieselbe Richtung von Plateau und Steilhang beweisen.
Ein fallender oder steigender Trend wurde von Neumann Trent Test für manche Arten bestätigt. Dabei handelte es sich vorwiegende um Arten in allen Untersuchungsflächen vermehrt vorkamen, wie das zum Beispiel bei *Hynum cupressiforme* und *Leucobryum glaucum* der Fall war um nur einige wenige zu nennen.
Auch der Wilcoxon matched pair test konnte Verschiebungen zwischen zwei im Plot vorkommenden Arten über die gesamten Jahre des Öfteren bestätigen.
Neben mechanischen Zerstörungen aufgrund von Tierfraß sowie Eutrophierung war die Konkurrenz von anderen im Plots vorkommenden Moosarten sowie höheren Pflanzen der Hauptgrund für diese, von Wilcoxon matched pair test gezeigten, Verschiebungen der Abundanzen.
Der monoton steigende Trend von Laubblättern in fast allen Plots ist sehr markant. Die zu stellende Frage ist hierzu nur ob es sich wirklich um einen Trend handelt oder einfach nur um einen subjektiven Effekt der verschiedenen Biologen.
Weiterführende Untersuchungen und Monitorings sind zu der Beantwortung der noch unbeantworteten Fragen von Nöten.

Einleitung

1. Was ist ein Moos

Moose werden auch *Bryophyta* genannt. Das Wort wird von dem griechischen stammenden Wort *bryophyt* abgeleitet und bezieht sich auf Pflanzen die wenn sie Feuchtgeit ausgesetzt sich aufquellen.
Es wird angenommen das *Bryophyta* die heutigen nächsten Verwandten jener Pflanzen sind, die vor 100 Millionen von Jahren das Land erobert haben. Daher nehmen sie eine besondere Rolle der evolutionären Geschichte der Landpflanzen ein. Als Hinweise dafür, dass *Bryophyta* und Gefäßpflanzen aus einem ursprünglichen Vorfahren entstanden sind, und daher der Gruppe der *Embryophyta* angehören, wären das Vorhandensein einer Oberhaut, vielzelliger Geschlechtsorgane (Gametangien) und eine Zygote die in der Mitose geteilt wird (Vanderpoorten, Goffinet, 2009).

1.1 Fortpflanzung

Bryophyta (Moose) haben zwei Generationen einen haploiden Gametophyt und einen diploiden Spermatophyten. Bei den *Bryophyta* ist der haploide Gametophyt die dominierende Generation (Rothe 2001a; Vanderpoorten, Goffinet, 2009). Der Gametophyt kann ein Thallus sein, dann handelt es sich um thallose Moose (Rothe, 2001a). Als Beispiel kann hier *Conocephalum conicum* angeführt werden (Frahm, Frey, 2003). In dem Fall das maneine Gliederung von Stämmchen (Cauloiden), Rhizoiden und Blättern (Phylloiden) erkennen kann, spricht man von foliosen Moosen (Rothe, 2001a). Das Laubmoos *Hypnum cupressiforme* kann als gutes Beispiel dafür herangenommen werden (Frahm, Frey, 2003).
Aufgrund der haploiden und der diploiden Generationen, sind Moose oogame Haplodiplonten.
Die haploiden Meiosporen werden von dem Wind, oder anderen Faktoren wie zum Beispiel auftreffende Regentropfen (Frahm, 2001; Vanderpoorten, Goffinet, 2009) an andere Standorte verfrachtet um dort einen Vorkeim, ein sogenanntes Protonema zubilden. Dieses ist schon zur Photosynthese befähigt. Das Protonema bildet Rhizoide aus, welche zur Verankerung und Stoffaufnahme dienen. Auf dem Protonema werden vielzellige Auswüchse, sogenannte Knospen ausgebildet. Aus diesen Knospen wächst, der haploide Gametophyt heran, das eigentliche Moospflänzchen (Rothe, 2001a).
Die männlichen und weiblichen Geschlechtszellen werden als Schutz von sterilen Hüllen umgeben, sogenannte Gametangien (Frahm, 2001). Die männlichen Gametangien werden als Antheridien bezeichnet und die weiblichen als Archegonien.
Das Moospflänzchen, der Gametophyt, bilden männliche und weibliche Gametangien aus (Rothe, 2001a). Es gibt sowohl einhäusige als auch zweihäusige Moose (Goffinet et. al., 2009; Rothe, 2001a). In den Antheridien werden, zwei mit Geiseln ausgestatte Spermatozoide gebildet. Moose sind bei der Befruchtung auf Wasser angewiesen daher erfolgt der Transport der Spermatozoiden entweder durch aufschlagende Regentropfen (Frahm, 2001; Rothe, 2001a) oder aufgrund von Feuchtigkeit. Im zweiten Fall finden so die Spermatozoiden den Weg zur Eizelle aktiv chemotaktisch.
Die befruchtete Eizelle (Zygote) ist der erste Teil des diploiden Zyklus der Moose. Nach einer Teilung (bei Laub- und Lebermoosen handelt es sich um eine Querteilung) entsteht aus der oberen Zelle der Embryo. Die untere Zelle ist meist vergänglich (Frahm, 2001).

Aus dem Embryo entwickelt sich ein diploider Sporogon, dieser ist der Vertreter der Sporophytengeneration (Rothe, 2001a). Dieser Sporophyt ist noch immer abhängig vom Gametophyt und erhält von ihm Wasser, Minerale und organische Stoffe. Diese physische Abhängigkeit wird Matrotrophy genannt (Vanderpoorten, Goffinet, 2009).
Aus den diploiden Sporenmutterzellen werden durch Meiose vier Meiosporen gebildet, die dann nach dem Öffnen der Kapsel wieder entlassen werden (Rothe, 2001a).

1.2 Systematik und Phylogenie

Laut Frahm und Frey (2003) werden die *Anthocerotophyta* (Hornmoose) in eine Abteilung gegliedert; während die *Bryophyta* zu denen Laub- als auch Lebermoose zählen, einer zweiten Abteilung zugeordnet werden.
Für Vanderpoorten und Goffinet (2009) gibt es drei große Abteilungen, nämlich die der *Marchantiophyta*, die der *Bryopophyta* und die der *Anthocerotophyta*, die sich alle im Bau des Gametophyten und Sporophyten unterscheiden und leicht im Feld zu unterscheiden sind.
In ihrem Buch zitieren Vanderpoorten und Goffinet (2009) chronologisch mehrere Arbeiten in denen auf die Verwandtschaft der einzelnen Abteilungen eingegangen wird. Durch DNA Sequenzen wird gezeigt, dass die *Anthocerotophyta* gemeinsame Vorfahren mit den Gefäßpflanzen haben. Die *Marchantiophyta* sind die Schwesterngruppen der zu allen anderen existierenden *Embryophyten*. Die *Bryophyta* bilden die Verbindung zwischen den beiden Abteilungen der *Anthocerotophyta* und der *Marchantiophyta*.
Ein weiterer Ansatz, den Rothe (2001b) verwendet, ist es alle vier Klassen, die *Anthocerotopsida* (Hornmoose), die *Marchantiopsida* (thallose Lebermoose), *Jungermaniopsida* (foliose Lebermoose) und die *Bryopsida* (Laubmoose), zusammen als *Bryophyta* anzuführen.
Anthocerotopsida können aufgrund ihrer abweichenden Merkmale, auf zytologischer Ebene, direkte Nachfahren von Grünalgen ähnlichen Organismen sein (Kadereit, 2008; Rothe, 2001b). Als zytologische Merkmale für die Annahme, dass *Anthocerotopisida* direkte Nachfahren von Grünalgen sein könnten gelten, der Besitz von nur einem schlüsselförmigen Chloroplast in jeder Zelle sowie der von Pyrenoiden (Kadereit, 2008; Rothe, 2001b). Pyrenoide sind im Chloroplastenstroma Strukturen, die ausschließlich RubisCo enthalten, dies ist ein Enzym zur Kohlendioxidfixierung (Nagasato et. al., 2003). Die anderen drei Klassen besitzen keine Pyrenoiden außerdem besitzen sie mehrere linsenförmige Chloroplasten.
Vermutet wird, dass die *Jungermaniopsida*, die *Marchantiopsida* und die *Bryopsida* aus urtümlichen Farngewächsen aus dem Silur hervorgingen. Aus dieser hypothetischen Gruppe gingen neben den *Jungermaniopsida*, den *Marchantiopsida* und den *Bryopsida* auch noch die *Psilophytopsida* hervor (Rothe, 2001b).

1.3 Beschreibung der Klassen der Bryophyta

Die Klasse der *Anthocerotopsida* umfasst weltweit in etwa 150 Arten und ist somit die kleinste Klasse der *Bryophyta*. Die *Marchantiopsida* sind die zweit größte Klasse mit ungefähr 5000 Arten. Als größte Klasse, mit etwa 13000 Arten werden die *Bryopsida* angführt (Crandall-Stotler, et. al., 2009; Goffinet et. al., 2009; Renzaglia et. al., 2009).
In Österreich gibt es derzur vier Arten von *Anthocerotopsida*, 264 Arten von *Marchantiopsida* und 848 Arten der Klasse der *Bryophyta* (Köckinger et. al., 2012).
Die vier Klassen haben unterschiedliche Merkmale. Während der Gametophyt bei *Anthocerotopsida* und *Marchantiopsida* immer thallos ist, gibt ein bei den *Jungermaniopsida* thallose und foliose Formen. Der Gametophyt der *Bryopsida* ist immer folios und hat Leitgewebe. Diese Leitgewebe fehlen solwohl bei de Klasse der *Anthocerotopsida* als auch den *Marchantiopsida* und sind außerdem bei den *Jungermaniopsida* selten vorhanden.

Wie bereits erwähnt sind weder *Anthocerotopsida* noch *Marchantiopsida* in Cauloiden und Phylloiden gegliedert. Die Beblätterung der *Jungermaniopsida* ist entweder ein Thallus oder zwei- manchmal dreizeilig angeordnet (Rothe, 2001b). Im Gegensatz dazu ist die Beblätterung der *Bryopsida* fast ausschliesslich dreizeilig. Manche Arten können allerdings auch nur eine zweizeilige aufweisen. Die Beblätterung der *Bryopsida* ist entweder schraubig angeordnet oder sie bildet eine Blattrosette (Vanderpoorten, Goffinet, 2009).
Die Phylloiden der *Jungermaniopsida* sind entweder vorne abgerundet oder enden in zwei oder mehr gespaltenen Zipfel. Eine Mittelrippe gibt es allerdings nicht. Bei den *Bryopsida* ist immer eine Mittelrippe vorhanden und die Phylloiden enden in einer mehr oder weniger ausgezogen Spitze.
Die Rhizoide der *Bryopsida* ist mehrzellig und verzweigt während alle drei anderen Klassen einzellige, unverzweigte Rhizoide besitzen.
Eine Art Stomata beim Gametophyt findet man nur in der Klasse der *Anthocerotopsida*. Eine Ausnahme in der Klasse der *Marchantiopsida* ist die Gattung der *Marchantia*, in der auch Luftkanäle vorkommen (Rothe, 2001b). Diese einfachen Atemporen, die sich bei den *Anthocerotopsida* auf der Thallusunterseite und bei den *Marchantia* auf der Oberseite befinden, sind mit Schleim gefüllt und von Cyanobakterien besiedelt (Frahm, 2001). Den Begriff Stomata kann man deshalb bei den *Anthocerotopsida* nicht verwenden, da die Oberhaut der Hornmoose nicht dick genug ist um den Gasaustausch zu beeinträchtigen (Vanderpoorten, Goffinet, 2009). Vanderpoorten und Goffinet nennen sie deshalb Schleimspalte. Nur der Sporophyt der *Bryopsida* hat Stomata vom Mnium – Typ.
Bei den *Anthocerotopsida* sind die Archegonien und Antheridien im Thallus eingebettet. Die Antheridien und Archegonien der *Marchantiopsida*, sind auf Gametangienständen empor gehoben (Rothe, 2001b) während die der *Bryopsida* in sterile Zellfäden sogenannte Paraphysen eingebettet sind. Die Gametangienstände der *Bryopsida* sind knospenförmig oder rosettenartig zusammengefasst (Frahm, 2001). Die Gametangien der *Jungermaniopsida* befinden sich entweder am Ende des Cauloide oder auf dem Thallus.
Der Sporophyt der *Anthocerotopsida*, ist ungestielt und hornförmig mit einer Columella, einem Nähr- und Wasserspeichergewebe ausgestattet. Auch Stomata sind vorhanden. Weder die Kapsel der *Marchantiopsida*, noch der *Jungermaniopsida* besitzen eine Kalpytra (Haube), die bei den *Bryopsida* vorhanden ist.
Die Seta, ein Stiel auf dem sich die Sporenkapsel befindet, ist bei den *Marchantiopsida* relativ kurz im Gegensatz zu der Seta der *Jungermaniopsida* und der *Bryopsida*.
Sowohl eine Columella als auch Leitstränge fehlen den *Jungermaniopsida*, sowie den *Marchantiopsida*. Die Kapsel entwickelt sich bei beiden Klassen sehr rasch. Hinzugefügt werden muss, dass sie bei den *Jungermaniopsida* in eine windexponierte Position gebracht wird.
Die Kapsel der *Bryopsida* entwickelt sich erst nachdem sich die Seta gestreckt hat und bleibt auch nachdem die Sporen entlassen wurden stehen. Leitstränge, eine Columella sowie Stomata des Mnium – Typs sind vorhanden.
Das Öffnen der Kapsel erfolgt bei den *Anthoceratopsida* durch einen Längsriss in zwei Klappen. Ähnlich geschieht es auch bei den *Jungermaniopsida* wobei allerdings meist vier Klappen durch den Längsaufriss entstehen. Bei den *Marchantiopsida* geschieht das Öffnen der Kapsel entweder durch einen Zerfall der dünnen Kapselwand oder durch einen Aufriss mit mehr als vier Klappen. Die Kapsel der *Bryopsida* wird durch die Bewegung von hygroskopischen Zähnchen geöffnet.
Die Sporenmutterzellen und Elaterenzellen aller Klassen sind Schwesternzellen. Als einzige Ausnahme müssen hier die *Bryopsida* angeführt werden, da diese keine Elateren besitzen.
Die Elateren der *Anthoceratopsida*, sind oftmals glatt während die der *Jungermaniopsida* und die der *Marchantiopsida*, meist schraubig gebändert sind.

Im Gegensatz zu der Bildung der Sporen bei den Anthocerotopsida, wo sie kontinuierlich ist, läuft sie bei den anderen drei Klassen simultan ab (Rothe, 2001b).

2. Ökophysiologie der Moose

Jede Art hat einen bestimmten Toleranzbereich für all jene Umweltfaktoren, die auf sie an einem Standort wirken. Je größer die Amplitude für einen Umweltfaktor ist, umso besser kann die Art Veränderungen unbeschadet überstehen. Dadurch entsteht eine bestimmte Zusammensetzung von Arten aufgrund ihrer Eigenschaft, sich am besten an die von Standort vorgegeben Umweltfaktoren anzupassen. Jede Veränderung bedeutet Stress für die Pflanze. Dadurch können Veränderungen der Umweltfaktoren auch als Stressfaktoren bezeichnet werden. Solche Stressfaktoren sind zum Beispiel: Schwankungen des Klimas, Veränderung der Einstrahlung, Parasiten, Krankheiten und Konkurrenz durch die eigene Art (Markert et. al., 2003).
Bryophyta sind sogenannte Pioneerpflanzen, die es geschafft haben sämtliche Gebiete der Erde, bis auf Salzwasserhabitate und Habitate, die das ganze Jahr über gefroren sind zu bewohnen (Vanderpoorten, Goffinet, 2009). Moose können zu jeder Jahreszeit gefunden werden, besonders an konkurrenzschwächeren Standorten. Oftmals sind das schattige, feuchte Waldstücke, Felsen, Äste, Äckern, Grabrändern, Trockenrasen, Moore, anthropogen Bauten und sogar submers in Fließgewässer (Frahm, Frey, 2003; Vanderpoorten, Goffinet, 2009).

2.1 Wasser

Bryophyta sind vorwiegend poikilohydre Pflanzen (Frahm, 2001; Larcher, 2001; Proctor, 2009; Veranderpoorten, Goffinet, 2009). Dies bedeutet, dass der Wasserhaushalt in der Pflanze, an den ihrer Umgebung angeglichen ist (Larcher, 2001; Vanderpoorten, Goffinet, 2009). Wasser wird von der Umgebung über die gesamte Oberfläche absorbiert. Ies ist auch der Grund dafür warum die Oberfläche von Moosen auch durchlässig sein muss (Vanderpoorten, Goffinet, 2009). Nur solange Moose Feuchtigkeit ausgesetzt sind und dadurch turgeszent sind, kann Stoffwechsel betrieben werden (Bates, 1997; Frahm, 2001). Das bedeutet, dass sich die Biomasseproduktion verringert, wenn die Moospflanze austrocknet (Bates, 1997). *Bryophyta* sind meist ectohydrisch und Wasser wird vorwiegend an der Außenseite der Pflanze, durch kapillare Mechanismen, transportieren (Frahm, 2001; Proctor, 2009). Wasser kann zwischen den Blättern oder auch zwischen Blattgrund und Stämmchen transportiert werden. Weitere Möglichkeiten des äußeren Wassertransportes sind entweder zwischen den Rhizoiden aber auch zwischen den Papillen oder an der Blattoberfläche (Frahm, 2001). Manche Gattungen der Klasse der *Bryopsida* haben Leitstränge und ein Teil des Wassers wird im Inneren der Pflanze transportiert. Sie sind deshalb endohydrisch (Frahm, 2001; Proctor, 2009). Der Hauptteil des Wassertransportes geschiet aber trotzdem an der Außenseite der Pflanze (Proctor, 2009).
Poikilohydrie ist der Grund dafür, dass ectohydre Moose keine Wurzeln zur Nährstoffaufnahme besitzen. Die Rhizoide der Moose dienen vorwiegend zur Verankerung, deshalb können sie auch auf vielen verschiedenen Untergründen leben, die für Gefäßpflanzen unzugänglich sind wie zum Beispiel Steine oder Stämme (Vanderpoorten, Goffinet, 2009). Nährstoffe werden vorwiegend mit Wasser über die Oberfläche aufgenommen. Vereinzelt gibt es endohydrische Arten die Nährstoffe auch über ihre Leitstränge transportieren. Wasser ist also ein wichtiger Faktor für Moose, was allerdings nicht bedeutet das Moose nur feuchte Standorte besiedeln können (Frahm, 2001).
Um Trockenheit zu bewältigen haben Moose mehrere Strategien entwickelt.

Sie können quasi vor dieser flüchten, indem austrocknungstolerante Diasporen und auch Sporen am Boden verweilen. Diese Strategie verfolgen viele einjährige *Bryophyta*, die in einer Umgebung leben, in der ein Wechsel von Trocken- und Regenzeit gegeben ist (Vanderpoorten, Goffinet, 2009). Auch während einer Trockenphase halten sie ihr inneres Wassermilieu entweder durch Hyalocysten, Zellen in denen Wasser gespeichert werden kann, oder durch Hydroiden, Wasser leitende Zellen die einen Strang bilden (Frahm, Frey, 2003; Vanderpoorten, Goffinet, 2009).
Austrocknungstolerante Arten können fast zur Gänze austrocknen und ihren Metabolismus fortsetzen, sobald ihnen wieder Wasser zur Verfügung steht (Vanderpoorten, Goffinet, 2009).

2.2 Photosynthese

Die Photosynthese wird zu einem großen Teil von Wasser bestimmt. *Bryophyta* benötigen zwar Wasser für die Photosynthese, gleichzeitig aber behindert zuviel Wasser die Fixierung von Kohlendioxid, welches ein noch wichtigerer Bestandteil der Photosynthese ist (Frahm, 2001; Proctor, 2009; Vanderpoorten, Goffinet, 2009). Manche Arten lösen das Problem indem sie das Wasser im inneren Teil des Blattes speichern, während der äußere Teil dem Gasaustausch zu Verfügung steht (Proctor, 2009; Vanderpoorten, Goffinet, 2009).
Andere Arten besitzen Papillen oder Mamillen, die trocken bleiben und dadurch den Gasaustausch für die Pflanze ermöglicht (Proctor, 2009).
Bryophyta haben aufgrund ihrer sehr dünnen Assimilationsorgane ein sehr geringes Photosynthesevermögen. Photosynthesevermögen bedeutet, dass mehr CO_2 bei der Photosynthese verbraucht wird als bei der Atmung in der Pflanze selbst entsteht (Larcher, 2001). Manche Arten haben aufgrund des oben erwähnten Problems eine dünne Cuticula damit die äußere Schicht trocken bleibt und somit zugänglich für den Gasaustausch ist (Vanderpoorten, Goffinet, 2009). Aufgrund hoher Atmungsaktivität von Bodenmikroorganismen, und des daraus resultierenden erhöhten CO_2 Angebot, welches für *Bryophyta* niedriger Moosschichten zu Verfügung steht, kann die Nettoassimilationsrate manchmal sogar denen höherer Pflanzen betragen (Frahm, 2001; Zechmeister, 1994).
Bryophyta brauchen genug Feuchtigkeit sodass die Photosynthese überhaupt stattfinden kann. Die Oberfläche muss daher, so groß wie möglich sein, um viel Strahlung absorbieren zu können. Gleichzeitig darf es aber nicht zu Feucht sein, da sonst keine CO_2 Fixierung stattfinden kann. Aus diesem Grund weisen *Bryophyta* ein Strahlungsoptimum auf (Vanderpoorten, Goffinet, 2009). *Bryophyta* reagieren empfindlich auf Starklicht, weshalb sie auch weniger atmen, aber bereits bei geringerer Helligkeit dieses Licht besser ausnutzen können (Larcher, 2001). Deswegen findet die Photosynthese vorwiegend während regnerischem oder bewölktem Wetter statt (Proctor, 2009; Vanderpoorten, Goffinet, 2009).
Das geringe Lichtangebot hat zu strukturellen Anpassungen geführt und einem höheren Anteil von Chlorophyll b im Verhältnis zum Chlorophyll a geführt. Der Quotient von Chlorophyll a zu Chlorophyll b beträgt 1,1 – 2,4 (Proctor, 2009; Zechmeister, 1994).

2.3 Mineralstoffe

Pflanzen benötigen für ihre Ernährung Mineralstoffe. Diese Stoffe werden in Form von Ionen aufgenommen (Larcher, 2001). Zu den wichtigsten Anionen zählen Stickstoff, Phosphor und Schwefel. Die, für die *Bryophyta* lebensnotwendigen Kationen sind Kalium, Calzium und Magnesium (Bates, 2009).
Auch Schwermetalle können aufgenommen werden (Bates, 2009; Larcher, 2001). Ein Großteil der Nährstoffe wird über den Niederschlag, oder über Aerosole aber auch über Staub an der Oberfläche absorbiert (Vanderpoorten, Goffinet, 2009; Zechmeister, 1994).

Trotzdem werden bei endohydre, sowie ectohydre Arten ein kleiner Teil der Nährstoffe über den Boden aufgenommen (Vanderpoorten, Goffinet, 2009).
Die Aufnahme von Nährstoffen erfolgt nicht nur wenn die Umgebung feucht ist, sondern auch während einer Trockenphase. Allerdings fällt sie niedriger aus und die Biomassenproduktion ist dadurch auch geringer. Die Aufnahmekapazität während der Trockenphase ist von Art zu Art verschieden und hängt mit der jeweiligen Austrocknungstoleranz der Moospflanze zusammen (Bates, 1997).
Aufgrund der hohen Kationenaustauschfähigkeit der Zellwand, können von außen Stoffe an sie gebunden werden (Frahm, 2001), insbesondere wenn diese in erhöhter Form in der Umgebung vorkommen (Bates, 1997; Vanderpoorten, Goffinet, 2009; Zechmeister, 1994). Die Nährstoffe werden nach der Fixierung in die Zelle transportiert (Bates, 1997).
Diese Fähigkeit von Moosen wird als CEC (cation exchange capacity) bezeichnet und kann als ein weiterer Weg gesehen werden, wie Moose an Nährstoffe gelangen (Vanderpoorten, Goffinet, 2009).
Die Aufnahme von im Regen gelösten Stoffen passiert bereits während der ersten Minuten nachdem der Regen eingetreten ist. Dabei hat der Zustand in der sich die Pflanze befindet keine Auswirkung auf die Aufnahme der Stoffe, die Affinität der Zellwand zu den Stoffen hängt ausschließlich von den Stoffen ab. Während die Zellwand zu einwertigen Kationen wie zum Beispiel Natrium und Kalium eine geringere Affinität aufweist, werden zweiwertige Stoffe mit Klassen B Charakeristiken wie Blei und Kupfer am stärksten angezogen, noch stärker als zweiwertige Klasse A Metalle wie das bei Magnesium, Zink und Cadmium der Fall wäre. Bei Schwermetallen spielen allerdings auch noch der pH Wert des Regens sowie Lufttemperatur eine Rolle. Die Aufnahmekapazität der Stoffe ist Außerdem noch abhäning von der Anzahl der freien Stellen an der, die Stoffe gebunden werden können und diese ist von Art zu Art verschieden (Zechmeister et. al., 2003).
Daraus kann geschlussfolgert werden, dass der bereits erwähnte, Nährstoffeintrag bei Moosen sehr standortsspezifisch ist.
Durch Kronenschluss und den Stammablauf wird der Niederschlag für Waldbodenmoose stark verändert. Während die Bäume Großteils den Stickstoff filtern, findet man am Stammfluss vermehrt Magnesium, Mangan oder Phosphor. Im Gegensatz dazu gilt dies für Moose an offenen Stellen nicht (Frahm, 2001; Zechmeister, 1994).

3. Populationsökologie

Moose können als Kosmopoliten bezeichnet werden, da sie sich fast über den gesamten Planet Erde ausgebreitet haben.
Der Zeitraum, in dem ein Habitat besteht, kann sich von wenigen Wochen bis hin zu tausenden von Jahren ziehen. Die Gefahr, dass eine Art aus einem Habitat verdrängt wird und daraufhin keinen Platz mehr in diesem Habitat findet ist groß. Hinzu kommt, dass es weitere Faktoren wie Parasitismus und Herbivore Arten, die starken Druck auf Moose in ihrem Habitat ausüben können.
Nachdem die Ressourcen in einem Habitat begrenzt sind gibt es unterschiedliche Strategien (Vanderpoorten, Goffinet, 2009).
Diese Strategien beruhen auf:

- Das Verhältnis zwischen geschlechtlicher und ungeschlechtlicher Vermehrung
- Der Effektivität von beiden Vermehrungstypen
- Der Größe und der Zahl der produzierten Sporen
- Der Zeit bis zur Sporenreife
- Der Dauer des Lebenszyklus

(Frahm, 2001)

3.1 Wuchs- und Lebensformen

Frahm (2001) unterscheidet Wuchsform und Lebensform bei Moosen.
Wuchsformen sieht er als Unterschiede in der Größe oder der Verzweigung der einzelnen Arten. Lebensformen hingegen sind der Gesamthabitus den mehrere Moose bilden (Frahm, 2001; Mägdefrau, 1969).
Gimingham und Birse (1957), Grace (1995), sowie Vanderpoorten und Goffinet (2009) verwenden den oben genannten Begriff Lebensform und beschreiben damit den Gesamthabitus mehrer Moose und nennen ihn „growthforms“ – zu Deutsch Wuchsform. Der Author dieser Arbeit stimmt mit dieser Terminologie überein und wird diesen Begriff im Laufe der Arbeit in diesem Zusamenhang weiterverwenden.
Auch der Begriff der Lebensform kann eng in diesem Zusammenhang gesehen werden.

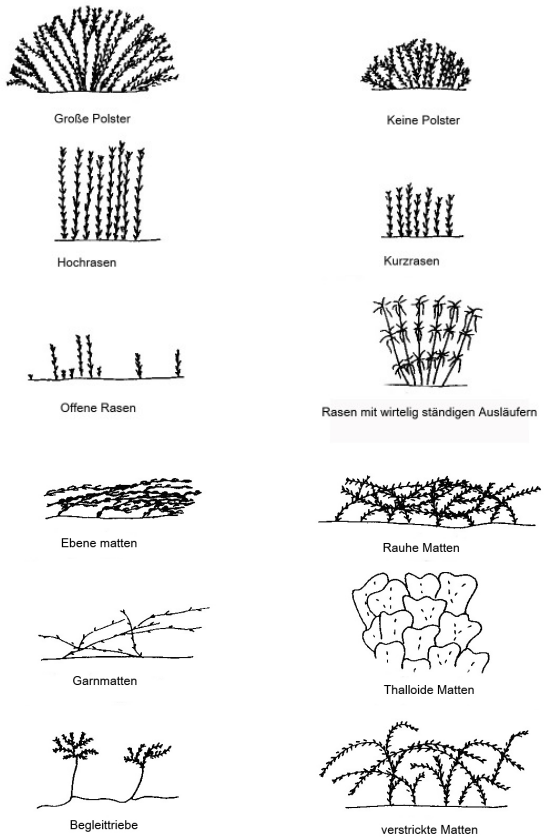


Abb. 1: Wuchsformen der Moose adaptiert nach Grace (1995)

Moose werden selten als Einzelindividuen vorgefunden, meist bilden sie sogenannte Individuenverbände. Die Wuchsformen setzten sich aus drei Komponenten zusammen: Erstens der Verzweigung der Einzelpflanze (Mägdefraus „Wuchsform“). Zweitens des Individuenverbandes und drittens den Einflüssen äußerer Faktoren (Mägdefrau, 1969).

Drei Hauptarten von Wuchsformen werden bei Moosen unterschieden: Polster, Rasen und Matten (Vanderpoorten, Goffinet, 2009). Jede dieser Hauptkategorien kann laut Grace (1995) noch weiter unterteilt werden (siehe dazu Abb. 1).
Die Wuchsformen hängen eng mit dem lokalen Umweltzustand zusammen (Frahm, 2001; Grace, 1995; Mägdefrau, 1969) und entstehen aufgrund ökologischer Anpassungen einer Art (Frahm, 2001). Besonders Bodenwasser, Lichtintensität und relative Luftfeuchtigkeit sind ausschlaggebende Faktoren in diesem Zusammenhang (Grace, 1995).
Rasen entstehen durch die Eigenschaft der Acrocarpie (Vanderpoorten, Goffinet, 2009). Acrocarpie bedeutet gipfelfrüchtig. Der Gametophyt dieser Moose ist vorwiegend aufrecht und wenig verzweigt (Frahm, Frey, 2003). Matten hingegen basieren auf der Eigenschaft der Pleurokarpie (Vanderpoorten, Goffinet, 2009), also Seitenfrüchtigkeit. Die Gametophyten dieser Moose sind meist niedrig liegend und stark verzweigt (Frahm, Frey, 2003). Laut Gimigham und Birse (1957) haben auch manche pleurokarbe Moose die Möglichkeit aufrechte Rasen zu bilden. Matten und Rasen hängen auch oft mit einer Abnahme des Bodenwassergehalts zusammen (Grace, 1995). Die Wuchsform des Polsters kommt dadurch zustande, dass sich Moose strahlenförmig von einem zentralen Punkt ausbreiten (Vanderpoorten, Goffinet, 2009).
Lichtintensität und relative Luftfeuchtigkeit hängen oft miteinander zusammen. Wenn die Lichtintensität abnimmt, hat das oftmals eine Zunahme der relativen Luftfeuchtigkeit zur Folge. Durch diese Gegebenheit kommt es oft zur Bildung von kurzen Rasen und kleinen Polstern (Grace, 1995).
Mädgefrau (1969) unterteilt die Wuchsformen (also Mädgefraus „Lebensformen“) in zehn Kategorien.

1) Einjährige: Das Wachstum des Gametophyten wird mit der Bildung von Gametangien beendet und stirbt ohne Erneuerungssprosse gebildet zu haben, nach der Reife des Sporogons ab.
2) Kurzrasen: Dicht aneinander stehende Sprosse die kaum höher als 1cm werden.Nach der Sporogonreife wachsen Erneuerungssprosse. Ihre Lebensdauer beträgt nicht länger als wenige Jahre.
3) Hochrasen: Die Sprosse sind aufrecht und wenig bis gar nicht verzweigt. Sie können bis zu mehreren Dezimetern hoch werden. Die Sprosse wachsen nach der Gametangienbildung einfach weiter oder Erneuerungssprosse werden gebildet. Im Gegensatz zu Kurzrasen können Hochrasen sehr alt werden.
4) Polster: Die Sprosse sind aufrecht und an der Basis entsteht meist eine Vielzahl von Erneuerungssprossen. Sie wachsen seitlich und nicht wie die Hochrasen nach oben.
5) Decken: niederliegende Moose. Die Haupt- und Seitensprossen liegen auf dem Substrat auf.
6) Filze: niederliegende Moose. Die Stämmchen der Moose sind locker ineinander verstrickt. Der Moosefilz ist von Substrat leicht abzuheben und jährlich wird ein neues Stockwerk gebildet.
7) Gehänge: epiphytische niederliegende Moose. Der Hauptspross dieser Lebensform hängt vom Baum herab während die kurzen Seitensprosse horizontal abstehen.
8) Schweife: Moose mit kriechendem Spross die meist auf Bäumen oder Felsen wachsen und deren abstehende Sprosse wenig bis gar nicht verzweigt sind. Außerdem sind die Sprosse radiär beblättert.
9) Wedel: Genau wie Schweife, sind das Moose von dem Kriechsprosstyp, die in einer Ebene verzweigt sind und die meist horizontal oder schräg nach unten gerichtet weg stehen. Meist sind die Sprosse flach beblättert.
10) Bäumchen: Moose die am Boden wachsen und deren Spross am Ende einen Schopf großer Blätter oder zahlreicher Seitentriebe trägt.

Die Morphologie der Moose können auch nach der Position des Sporophyten eingeteilt werden. Doch eine Einteilung nach akrokarp und pleurokarp ist laut Frahm (2001) deshalb nicht sinnvoll, da es einerseits niederliegende akrokarpe Moose gibt und es andererseits auch zu einer Pseudapleurokarpie kommen kann. Das bedeutet, dass bei akrokarpen Arten die Seitenäste übergipfelt werden. Deswegen werden Moose durch ihre Wuchsrichtung, ihre Symmetrie, ihre Verzweigung, ihre Perodizität im Wuchs, der Ausbildung von Seitentrieben unterschieden und es kommt zu der Einteilung orthotrope (aufrechte) und plagiotrope (niederliegende) Moose (Frahm, 2001).
Bei den orthotropen Moosen werden Protonema Moose und Rasen unterschieden. Protonema Moose sind Moose deren orthotrope Sprosse einjährig sind. Die Sprosse werden vom Protonema gebildet und gehen nach der Reife des Sporogons ein.
Bei Rasen werden wieder neue orthotrope Seidentriebe gebildet, die je nach Höhe von Rasen basiton (am unteren Teil des Muttersprosses nahe am Substrat) oder akroton (am oberen Teil des Muttersprosses) befinden können.
Bei plagiotropen Moosen unterscheidet man Fadenmoose, Kammmoose und Kriechmoose. Während bei Fadenmoosen kaum Haupt- und Seitenspross unterschieden werden kann, findet man bei den Kammmoosen einen niederliegenden oder aufrechten Hauptspross mit mehreren Seitensprossen. Die Seitensprossen können selbst auch verzweigt sein.
Auch bei den Kriechmoosen ist eine Unterscheidung von Haupt- und Seitenspross möglich. Ein kriechender, nahe am Substrat anliegender Hauptspross trägt emporwachsende Seitensprosse die verzweigt sein können (Mägdefrau, 1969).
Auch bei der Verbreitung von Klonen kommt es innerhalb der Wuchsformen zu Unterschieden. Die Ausbreitung durch Klone kann in zwei Strategien unterteilt werden, nämlich in die Guerilla Strategie und in die Phalanx Strategie. Die Guerilla Strategie wird von pleurokarpen Arten verfolgt und es entstehen dadurch Matten (Cronberg et. al., 2006). Dadurch wird intraspezifischer Konkurrenz aus dem Weg gegangen und im Gegensatz dazu entsteht ein vermehrter interspezifischer Kontakt (Rydin, 2009). Acrocarpe Arten die dichte Polster bilden verfolgen die Phalanx Strategie (Cronberg et. al., 2006). Bei dieser Strategie wird versucht, dass so viele Individuen, wie möglich, der eigenen Art entstehen und es zu geringer interspezifischen Konkurrenz kommt (Rydin, 2009).

3.2 Lebensstrategien

Lebensstrategien, auch „life strategies“ sind angepasste Merkmale oder Verhaltensweisen, die eine Art oder eine Population, im laufe der Zeit, entwickelt hat.
Viele verschiedene Aspekte spielen hier zusammen. Die Ausbreitung von Moosen steht eng im Zusammenhang mit ihrer Vermehrung. Das ist vor allem dann wichtig, wenn diese mit den Veränderungen der Umweltfaktoren und deren Zeitpunkten in Verbindung gebracht werden. Der nächste wichtige Parameter ist der Zeitpunkt und die Regulation der Phasen des Lebenszyklus der einzelnen Moosearten. Bei sexuellen Moosen wären das, Sporen, Protonema, Knospe, voll ausgewachsener Gametophyt, Gametangien, Sporophyt.
Der asexuelle Zyklus von Moosen beinhaltet folgenden Phasen, Diaspore, Protonema (welches oft nicht nötig ist) und den voll ausgewachsenen Gametophyt. Meist wird jede neue Phase des Lebenszyklus durch eine Veränderung in der Umwelt und von den physiologischen Merkmalen des Mooses eingeleitet. (During, 1979)

Die Lebensstrategien von Bryophyta werden von fünf verschiedenen Faktoren bestimmt:

- Das Verhältnis zwischen geschlechtlicher und ungeschlechtlicher Vermehrung
- Wie Effektivität der beide Vermehrungstypen
- Die Größe und die Anzahl der produzierten Sporen
- Die Zeit bis zur Sporenreife
- Die Dauer des Lebenszyklus.

(Frahm, 2001)

3.2.1 Dauer des Lebenszyklus

Frahm (2001) unterscheidet vier verschiedene Kategorien bezüglich der Dauer des Lebenszyklus. Die vier Kategorien sind ephemere, annuelle, kurzlebige und langlebige Arten (Frahm, 2001). During (1979) unterscheidet jedoch, fünf verschiedene Kategorien wobei drei davon ident mit denen von Frahm (2001) sind.

1) Die ephemeren Moose, deren Lebenszyklus kürzer als ein Jahr beträgt und nicht in Zusammenhang mit einer bestimmten Jahreszeit steht. Hier können abiotische Faktoren als Grund für das Absterben der Moose gesehen werden.
2) Annuelle Moose: Ihr Lebenszyklus beträgt meist ein ganzes Jahr. Sie sind an Jahreszeiten gebunden und haben eine Ruhephase in der nur Sporen am Leben sind. Genau wie bei den ephemeren Moosen steht die Mortalität im Zusammenhang mit abiotischen Faktoren.
3) Paucienniale Moose: Ihre Lebenserwartungen bewegen sich zwischen einem und ein paar Jahren. Sie sind sehr stark an bestimmte Jahreszeiten gebundenAußerdem sind meist biotische Faktoren ausschlaggebend für ihre Mortalität.
4) Plurienniale Moose haben normalerweise einen mehrjährigen Lebenszyklus. Manche Arten können sogar 5 bis 10 Jahre alt werden und können als kurzlebige perennials gesehen werden. Veränderungen des Habitates sowie ein starker Konkurrenzdruck durch Phanerogamen sind der häufigste Grund für das Sterben pluriennialer Moose.
5) Lang lebende perennierende Moose: Sind sehr langlebige Moose, deren Alter meist über 5 Jahre beträgt und die kaum saisonal sind. Ihre Mortalität hängt meist mit Herbivoren und kleine Katastrophen innerhalb ihres Habitates zusammen.

3.2.2 Sexuelle und asexuelle Vermehrung

Die Ausbreitung von Bryophyta erfolgt durch Sporen, vegetativ oder durch Fragmente des Gametophyten (Vanderpoorten, Goffinet, 2009). Eine besondere Fähigkeit der Moose ist, dass sich jeder Teil des Gametophyten wieder regenerieren kann, nachdem dieser abgetrennt wurde (Rydin, 2009).
Vegetative Fortpflanzung kann durch bestimmte Strukturen, die von Gametophyten ausgebildet, und später abgetrennt werden erfolgen. Solche Strukturen wären zum Beispiel Brutfäden, Brutblätter, Brut – oder Bruchäste, Brutbecher und Bulbillen (Frahm, Frey, 2003). Es ist darauf hinzuweisen, dass trotz der unterschiedlichen Fortpflanzungsmechanismen, sie eines gemein haben, nämlich, dass sie alle haploid sind (Cronberg et. al., 2006).
Asexuelle Fortpflanzung spielt zwar eine besondere Rolle für Bryophyta (During, 1979; Vanderpoorten, Goffinet, 2009) allerdings ist die Distanz der Ausbreitung bei asexueller Fortpflanzung, mittels asexueller Diasporen oft limitiert und spielt sich im Zentimeter bereich ab. Neben der vegetativen Vermehrung durch Gametophytenfragmenten oder durch die oben genannten speziellen Strukturen die vom Gametophyten gebildet werden, gibt es noch die Möglichkeit einen Klon zu bilden, der als Ausläufer bezeichnet wird. Der Vorteil eines

Ausläufers ist, dass er mit der Mutterpflanze verbunden ist und daher eine höhere Überlebenschance hat als ein Gametophytenfragment (Rydin, 2009).
Sexuelle Fortpflanzung dient zur Durchmischung des Erbgutes. Allerdings sind viele Moose monözisch, was zur Selbstbefruchtung führt und dadurch der bereits erwähnteVorteil der sexuellen Fortpflanzung, für jene Moose wegfällt. Das Größte Problem für diözische Moose ist, dass die Spermatozoide nicht mehr als 1,5cm von alleine zurücklegen können (Frahm, 2001).
Ähnlich wie bei der asexuellen Vermehrung kann auch die Sexuelle Fortpflanzung nur über kurze Strecken erfolgen und ist dadurch eingeschrenkt (Frahm, 2001; Vanderpoorten, Goffinet, 2009). Hinzu kommt, dass die Produktion von Sporen Wetter abhängig ist. Das heißt, sollte es z einer Trockenperiode kommen, kann es sein, dass die Sporenproduktion geringer ausfällt (Rydin, 2009). Vor allem bei diözische Arten ist sexuelle Fortpflanzung eher selten (Rydin, 2009; Vanderpoorten, Goffinet, 2009). Als ein Extrembeispiel kann hier *Syntrichia pagorum,* ein diözisches Moos, angeführt werden. Männliche Vertreter dieser Art gibt es nur in Nord Amerika, wohingegen weibliche Exemplare nur in Europa vertreten sind.
Die sexuelle Fortpflanzung hat außerdem noch andere Nachteile: Der Aufwand, der dadurch von dem Moos betrieben werden muss, ist im Vergleich, wesentlich höher. Außerdem können viele Probleme mit der Produktion von einem Sporophyt in Verbindung gebracht werden. Oftmals kann es zu einer höheren Sterberate von weiblichen Trieben kommen, oder zu einer geringeren Größe von vegetativen Ausläufern. Weitere Probleme, die die Produktion von einem Sporophyt bewirken können, sind eine geringere Verzweigung und eine geringere Produktion von neuen Reproduktionsorganen (Vanderpoorten, Goffinet, 2009).
Einen Vorteil diözischer Arten, soll hier angeführt werden. Sie haben die Möglichkeit schlechte Phasen durch vegetative Vermehrung zu überstehen und dadurch ungüstige Umweltbedingungen zu bewältigen. Sobald die Umweltbedingungen sich wieder bessern, kann durch sexuelle Fortpflanzung auch ein Genaustausch erfolgen (Frahm, 2001).

3.2.3 Vermehrungs- und Ausbreitungsstrukturen

Jede Art hat eine eigene Verbreitungsstratgie die mit der größe der Sporen zusammen hängt. Entweder die Sporen sind sehr groß und dafür nicht so zahlreich oder es werden viele kleinere Sporen produziert (Vanderpoorten, Goffinet, 2009). Bei großen Sporen ist der Radius ihrer Verbreitung nicht so groß (Frahm, 2001; Rydin, 2009; Schmidt, 1918; Vanderpoorten, Goffinet, 2009), Die Einbussen der geringeren Sporenanzahl wird damit konpensiert, dass die Sporen aufgrund ihrer Größe eine höhere Chance haben, zu einem Protonema ausgebildet zu werden oder als Diaspore eine schwierige Periode gut überdauern zu können (Frahm, 2001; Vanderpoorten, Goffinet, 2009;). Eine weitere Möglichkeit, für Moose schwierige Zeiten zu überdauern, ist dies mit Hilfe von Brutbechern zu tun (Rydin, 2009).
Die Resistenz gegenüber lebensfeindlicher Umwelteinflüsse nimmt von Sporen über vegetative Verbreitungsstrukturen bis hin zu Gametophyten Ausläufern ab (During, 1979). Diese Strategie, mit Hilfe von Diasporen oder Brutbecher schwierige Phasen zu überstehen, verfolgen vorwiegend Arten die unstabile Habitate bewohnen. Das heißt das sind Habitate die zwar verschwinden aber an anderen Standorten wieder auftauen können (Vanderpoorten, Goffinet, 2009).
Es wurde gemessen, dass die Kolonisationsrate bei jenen Arten sehr hoch ist, die viele Sporophyten und viele Sporen pro Kapsel produzierten (Rydin, 2009).
Aus diesem Grund ist die zweite Strategie, wobei viele kleine Sporen produziert werden, die sich weit ausbreiten können, bei vielen Moosarten weit verbreitet (Rydin, 2009; Schmidt, 1918; Vanderpoorten, Goffinet, 2009). Diese Strategie verfolgen vorwiegend Arten die neue Habitate besiedeln wollen oder Arten die in Habitaten leben die nicht sehr lange vorhanden sind (Vanderpoorten, Goffinet, 2009).

Die Ausbreitung von Sporen erfolgt vorwiegend anemochor also durch den Wind. Allerdings ist nicht die Stärke des Windes ausschlaggebend, da oftmals Baumkronen und Gebüsche die Ausbreitung behindern können (Frahm, 2001). Munoz et. al. (2004) zeigen, dass die Muster der Ausbreitung von Moosen von Wind abhängig ist und durch sogenannte „wind highways" bestimmt werden (Munoz et. al., 2004). Auch die Verbreitung durch Tiere, vor allem durch Vögel, kann als ein wichtiger Faktor gesehen werden (Frahm, 2001; Rydin, 2009; Vanderpoorten, Goffinet, 2009).
Bei Moosen die sich in unmittelbarer Nähe von einem Gewässer befinden muss man auch mit Hydrochorie rechnen (Frahm, 2001).

3.2.4 Die Lebensstrategien

- Flüchtlinge (fugitives)
  sind emphemere bis annuelle kurzlebige Moose, die keine asexuelle Vermehrung besitzen. Sie produzieren sehr oft viele kleine Sporen, die sehr langlebig und ausdauernd sind. Meist werden offene Rasen, in Habitaten gebildet in denen Umwelteinflüsse nur sehr schwer vorhersehbar sind. Flüchtlinge sind oft die ersten Arten sekundär sukzessiver Standorte.

- Pioniere (colonists)
  Der Lebenszyklus, dieser Moose ist noch immer kurz, vorwiegend paucienniale bis plurienale Moose. Allerdings gibt es auch annuelle Arten. Ihre Reproduktion ist sehr hoch und kann asexuell sowie sexuell sein. Vor allem die asexuelle Fortpflanzung wird in den frühen Lebensabschnitten forciert. Die erste sexuelle Fortpflanzung passiert meist erst nach dem ersten Lebensjahr.
  Es werden viele sehr resistente kleine Sporen produziert. Trotzdem können die asexuellen Fortpflanzungsstrukturen noch mehr aushalten, als die schon sehr restistenten Sporen.
  Es werden meist offene Rasen oder thalloide Matten gebildet (During, 1979).
  Den Unterschied der beiden Strategien, der Pioniere und der Flüchtlinge, sehen Vanderpoorten und Goffinet (2009) vorwiegend darin, dass „colonists" Pioniere etwas langlebigere Habitate neu besiedeln, um sich dort auszubreiten (Vanderpoorten, Goffinet, 2009).
  Vanderpoorten und Goffinet (2009) unterteilen die Strategie der Pioniere nochmals in drei Gruppen: Die Typischen Pioniere „typical colonists" bilden kleine Sporen und Brutkörper aus und sind Vertreter sekundär sukzessiver Standorte wie zum Beispiel Ruderale Habitate. Lückenbüßer „Cap dependent colonists" haben einen sehr kurzlebigen Gametophyten und verweilen mittels einer unterirdischen Knolle. Ein Beispiel dieses Habitats, wäre eine Wiese an der Herbivore grasen und dadurch offene Stellen entstehen. Die letzte Unterteilung sind die echten Pioniere „pioneers" - Die Ausbreitung erfolgt durch Sporen und sie besiedeln vorwiegend sehr unfreundliche und schwer zu besiedelnde Habitate (Vanderpoorten, Goffinet, 2009).

- „annual shuttle species"
  Die Lebensspanne von Moosen die diese Strategie verfolgen ist relativ kurz, es handelt sich vorwiegend um annuelle – paucienniale Arten. Sie betreiben nur sexuelle Fortpflanzung, die meist vor dem ersten Jahr zum ersten Mal geschieht. Es werden viele kleine Sporen produziert die mehrere Jahre überdauern können. „Annual Shuttle species" erzeugen kurze Rasen oder thalloide Matten.

- „short lived shuttle species“
  Diese Strategie ist der vorherigen sehr ähnlich, im Unterschied zu der bereits erwähnten, kann die Lebensspanne etwas länger sein , pauci – pluriennal, also bis zu mehreren Jahren. Es werden sehr oft, viele kleine Sporen produziert. Asexuelle Fortpflanzung ist zwar sehr selten, kann es aber im Gegensatz zu den „annual shuttle species“ geben. Die Wuchsformen sind dieselben wie bei den „annual shuttle species“, kurze Rasen und thalloide Matten.

- „perennial shuttle species“
  Es handelt sich hierbei um Arten die sehr langlebig sind. Sie bewohnen sehr stabile Lebensräume, in denen es kaum zu Veränderungen kommt, die allerdings auch irgendwann verschwinden. Ihr Lebenszyklus kann von plurennial bis hin zu perennial sein. Es kann zu sexueller wie asexueller Fortpflanzung kommen. Allerdings wenn die sexuelle Reproduktion gering ausfällt bewirkt das ein Ansteigen der asexuellen Fortpflanzung. Bereits im ersten Lebensjahr kann es zu einer asexueller Fortpflanzung kommen, sexuelle Fortpflanzung hingegen beginnt erst nach dem 5. Lebensjahr. Es entstehen große Sporen und Diasporen deren Lebensspanne eher kurz ist.
  Wuchsformen die gebildet werden sind Polster, rauhe und glatte Matten und Rasen.

- „perennial stayers“
  Eine vorallem für in Klimaxgesellschaften lebende Moose, charakteristische Lebensstrategie. Es handelt sich um sehr lang lebende, perenniernde Arten. Diese Strategie wird auch „*Brachythecium rutabulum* Gruppe“ genannt. Beide Arten der Fortpflanzung, sexuelle wie asexuelle können vorhanden sein, allerdings ist ihre Fortpflanzungsrate eher gering. Die erste Reproduktion geschieht erst nach mehreren Jahren. Die Sporen sind eher klein und ihre Lebensspanne kann variieren. Es werden Matten und große Polster gebildet (During, 1979).

3.3 Interaktionen

Moose sind, gegenüber höheren Pflanzen, aufgrund ihrer geringen Größe und ihres langsamen Wachsens, konkurrenzschwach. Die Konkurrenz bezieht sich aber nicht auf Ressourcen wie Wasser und Nährstoffe, sondern vielmehr um Platz (Frahm, 2001).
Ein wichtiger Begriff der Populationsökologie, ist die ökologische Nische. In einem Habitat gibt es viele verschiedene ökologische Nischen, die aufgrund einer Kombination von verschiedenen Umwelteinflüssen entstehen. Um den Konkurrenzkampf der Ressourcen einer Nische zu vermeiden, wird eine ökologische Nische meist nur von einer einzigen Art besetzt. Bei nahverwandten Arten kann es aber auch zu einer Überlappung dieser Nischen kommen, bzw. kann auch eine Koexistenz verschiedener Arten in derselben Nische auftreten.
Wasser ist für Moose, wie bereits im besprochen (siehe dazu Kapitel 2.1) ein sehr wichtiger Faktor. Moosen verlieren, wenn sie in einer Gemeinschaft leben, aufgrund des geringeren Durchmessers der Kapillaren zwischen den Nachbarn, weniger Wasser als einzelne Ausläufer. Allerdings kann es bei einem sehr dicht bewachsenen Teppich von Moosen zu negativen Interaktionen kommen. Aufgrund der Dichte kann es vorkommen, dass kleinere Individuen von anderen größeren Nachbarn überwachsenen werden und dadurch weniger Licht bekommen. Dieser Wettkampf führt dazu, dass sich die Gesellschaft auflockert. Die Dynamik in einer Moosgesellschaft ist immer nach oben gerichtet, dass bedeutet, dass alte Moose nicht einfach verschwinden sondern, dass neue Moose die alten Moose einfach überwuchern.
Zwei Strategien wurden von weniger wettbewerbsfähigen Moosen entwickelt: Entweder sie ziehen sich in eine Nische zurück, an deren Anforderungen sie weniger gut angepasst sind,

dafür ist der Konkurrenzdruck geringer oder sie flüchten gleich in ein anderes neu entstandenes Habitat (Vanderpoorten, Goffinet, 2009).

3.4 Metapopulationen

Das Metapopulationskonzept besagt, dass eine lokale Population einer Art mehrere Subpopulationen in ihrem Verbreitungsgebiet ausbildet, zwischen denen ein Hin- und Herwandern von Individuen möglich ist (Abbott, 2011; McPherson, Bright, 2011; Rydin, 2009; Smith, Smith, 2009).
Damit man mehrere Populationen derselben Art als Metapopulation bezeichnen kann, müssen bestimmte Bedingungen gelten. Es müssen klar abgegrenzt Habitatsinseln bestehen die besiedelt werden können (Smith, Smith, 2009). Eine Habitatsinsel (patch) ist ein kleines Gebiet in dem die Umwelteinflüsse für eine Art besonders günstig sind (Rydin, 2009).
Eine weitere Einschränkung ist, dass jede einzelne Subpopulation zwar immer aussterben kann, aber jederzeit die Möglichkeit einer Neubsiedlung durch eine Nachbarspopulation gegeben sein muss. Daraus ergibt sich, dass die Populationsdynamik uneinheitlich ist (Smith, Smith, 2009).
Metapopulationsmodelle sind ein gutes Werkzeug um dynamischen Prozesse zu beschreiben, die sich in einem Gebiet abspielen, dessen einzelne Habitate der gleichen Art nicht zusammenhängend sind (McPherson, Bright, 2011).
Sämtliche Interaktionen der Lokalen Population, die mit anderen Arten zustande kommt, werden als Lokale Dynamik (local dynamics) bezeichnet.
Die wichtigsten Prozesse der Populationsdynamik sind Emigration, Immigration und Kolonisation (Smith, Smith, 2009).
Es gibt mehrere verschiedene Metapopulationstheorien aber in jeder ist der Begriff der Erschließungsfähigkeit (Connectivity) sehr wichtig. Die Erschließungsfähigkeit von einer Habitatsinsel ist dann hoch, wenn es noch viele andere Habitatsinseln in näherer Umgebung gibt, die von derselben Art besiedelt werden (Rydin, 2009; Smith, Smith, 2009).
Eine schlechte Erschließungsfähigkeit von einer Habitatsinsel kann zu einer Isolation der Habitatsinsel führen (Saura et. al., 2011; Smith, Smith, 2009). Es kann daher zu Problemen kommen wie zum Bespiel eingeschränkte Sporenverbreitung oder geringerer Genfluss (Saura et. al., 2011).
Auch das Gegenteil kann zu Problemen führen, ist der Austausch zwischen den Populationen sehr groß und ein bestimmtes Maß wird überstiegen, entsteht eine große Population. Dabei gehen die Unterschiede zwischen den verschiedenen Subpopulationen verloren. Dadurch können bestimmte Faktoren, aufgrund geringerer Resistenz, größere Schäden anrichten und es kann zum Aussterben der gesamten Population führen (Smith, Smith, 2009).

3.5 Vegetationsdynamik

Vegetationsdynamik ist ein sich ständig verändernder Prozess. Es entstehen aufgrund verschiedener Ansprüche von Arten wechselnde Muster. Nicht nur die abiotischen Faktoren bestimmen das Muster sondern auch das Ressourcenreichtum des Standortes, der Lebenszyklus, die Stresstoleranz jeder Art, wie auch der Konkurrenzdruck (Schulze et. al., 2002).
Moose können als Ingenieure des Ökosystems bezeichnet werden, da sie Habitate neu besiedeln können und somit zugänglich für andere Pflanzen machen. Außerdem können sie Habitate modifizieren und oder erhalten. Durch chemische und physikalische Verwitterung können Moose den Boden für andere Pflanzen aufbereiten. Außerdem stabilisieren Moose den Boden gegen Erosionen von Wind und Wasser. Moose sind gute Isolatoren für Permafrostböden während des Sommers. Der dauergefrorene Boden ist ein Grund dafür,

warum es für Gefäßpflanzen besonders schwierig ist, jene Gebiete mit Permafrostböden zu besiedeln (Vanderpoorten, Goffinet, 2009).

4. Bioindikation und Biomonitoring

Das rapide Ansteigen der Weltbevölkerung in den letzten 200 Jahren hat zu einer großen Belastung der Umwelt und dadurch schwerwiegenden Veränderungen in der Natur geführt. Prognosen zufolgen wird der Bevölkerungszuwachs auf 250 000 Menschen pro Tag ansteigen, was zur Folge hat, dass dadurch immer mehr Menschen in Armut gtrieben weden (Markert et. al., 2003).
Das steigende Bevölkerungswachstum bringt einen steigenden Ressourcenverbrau mit sich.Dies hat zur Folge, dass Land- und Forstwirtschaft, Industrielle Produktion und Welthandel das globale Klima und die Biodiversität beeinflussen (Schulze et. al., 2002).
Vor allem die Industrie und die Landwirtschaft setzen große Mengen an Nitrogen und Sulfur frei, zwei Stoffe deren Auswirkungen besonders schädlich für die Umwelt sind. Die größten anthropogene Sulfur Emissionen sind Sulfurdioxide (SO_2), die bei fossilen Brennstoffen wie Kohle und Öl freigesetzt werden. Bei Nitrogen sind es Nitrogenoixide und Nitrogendioxide (NO und NO_2), sowie Ammoniak (NH_3). Stoffe die bei der Verbrennung von Biomasse, Industrieabgasen und anderen antropogenen Aktivitäten produziert werden.
Als Folge des Sulfur- und Nitrogenanstieges kommt es in vielen Teilen der Welt zur Übersäuerung von Böden und Wasser, was weiterführende Probleme zur Folge hat. Hier sollen einige wenige der daraus resultierenden Probleme angeführt werden wie zum Beispiel eine Verschiebung von Pflanzenarten, da manche Arten aufgrund des hohen Nitrogengehalts nicht mehr so konkurrenzstark sind (Bouwman et. al., 2002), was wiederum zu einer Artenverarmutung führt. Ein weiteres Resultat das erhöhten Nitrogengehalt habe kann ist, das die Empfindlichkeit der Pflanze erhöht wird und es dadurch zu einem Sekundären Stress kommt, der die Pflanze anfälliger gegenüber Krankheitserreger und Pflanzenschädlingen macht. Als Langzeiteffekt, kann die Veringerung des pH-Wertes im Boden, aufgrund von Sulfurverbindungen angeführt werden. Dieser Langzeiteffekt führt zu einer Erhöhung von giftigen Metallen wie zum Beispiel Al^{3+} (Bobbink et. al., 2010).
Schwermetalle können einerseits eine natürliche Quelle haben, wie das zum Beispiel bei einem Vulkanausbruch, einem aufgrund von Hitze verursachten Feuer in der Vegetation oder einfach bei kosmischen oder terrestischen Staub der Fall ist. Auf der anderen Seite kann ihre Quelle auch aufgrund von anthropogenen Tätigkeiten herrühren. Der Anteil der Schwermetalle die aus natürlichen Quellen entsteht, ist im Verhältnis allerdings gering (Zechmeister et. al., 2003).
Viele der anthropogenen Schwermetalle werden durch verschiedene Industriezweige in die Umwelt entlassen. Die Metallindustrie produziert zum Großteil Aluminium, Arsen, Chrom, Kupfer, Eisen und Zink.
Durch den Ausstoß von Fabriken, dem Baugewerbe, der Landwirtschaft sowie der Produktion von Strom und Wärme werden Stoffe wie Arsen, Cadmium, Chrom, Quecksilber, Nickel und Blei in die Umwelt abgegeben. Gleichzeitig entlässt Verkehr, Stoffe wie Kupfer, Antimon, Blei, Zink und Vanadium (Harmes et. al., 2010).
Schätzungen zur Folge, verchwinden täglich alle 1,5 Sekunden eine Fläche von 2500 m^2 Regenwald. Gleichzeitg durch Übergrasung und Überbevölkerung, entsteht ein weiteres Problem der Desertifikation (Markert et. al., 2003). Außerdem werden Grundwasser sowie Flüsse und Seen durch Eutrophierung geschädigt (Schulze et. al. 2002). Durch eben diese Probleme und dem daraus resultierenden Habitatsverlust wird befürchtet, dass täglich zehn bis hundert Arten aussterben. Ein Großteil der bereits erwähnten Probleme beruhen auf Annahmen, da eine Überprüfung dieser als unmöglich erscheint und eine spezielle

Herrausforderung stellen würde. Aber auch die Zukunft birgt keine besseren Prognosen (Markert et. al., 2003).
Es wird angenommen, dass sich die CO_2 Konzentration in der Atmosphäre im nächsten Jahrhundert verdoppeln wird (Pelin et. al., 2008). Der Klimawandel ist ein daraus resultierendes Problem. (Markert et. al. 2002)
Gerade beim Abbau von Kohlenstoff und Nährstoffen im Globalen Kreislauf spielen *Bryophyta*. eine große Rolle. Ein Beispiel dafür ist *Sphagnum* welches an die 90 – 100% der Grünmasse von Mooren einnimmt. Mooren leisten einen großen Beitrag bei der Langzeit Fixierung von CO_2, indem organische Masse in Mooren akkumuliert wird (Vanderpoorten, Goffinet, 2009). 12% der Emissionen die der Mensch produziert werden von Mooren in der Nordhemisphäre gespeichert (Hajek, 2011).
Gründe dafür sind, die klimatischen Bedingungen wie ein niedriger pH-Wert, geringe Temperatur und einem anaeroben Boden. Diese oben genannten Parameter, erschweren in diesen Gegenden den Abbau von organischer Masse. Ein weitere erschwerden Faktor der hinzukommen, ist das hohe Kohlenstoff: Nährstoff Verhältnis welches man in Mooren findet. Der letzte genannte Faktor betrifft vorallem *Bryophyta* die kein Lignin in ihren Zellwänden besitzen sondern nur ein Lignin ähnliches Polymere. Dashat zur Folge, dass mehr Kohlenstoff in lebenden *Sphagnum* und auch in totem *Sphagnum* fixiert wird, als in jeder anderen Pflanzenggattung (Vanderpoorten, Goffinet, 2009).
Aufgrund dieser Entwicklung und der dadurch resultierenden Auswirkung auf die Umwelt, werden neue Methoden der unterschiedlichen Bereiche der Naturwissenschaften, nämlich Ökologie, Physiologie und Chemie notwendig (Markert et. al. 2002; Markert, 2007).

4.1 Definitionen

Luftschadstoffe sind laut Economic Commission for Europe (2004) Substanzen oder Energien in der Luft, die vom Menschen direkt oder indirekt abgegeben werden und deren schädliche Wirkung die Gesundheit des Menschen, lebende Ressourcen und Ökosystemen schadet.

Weitreichende und grenzüberschreitende Luftschadstoffe haben ihren Ursprung in einem Staat und ihre schädlichen Auswirkungen in einem anderen. Die Distanz zwischen der Quelle der Luftschadstoffe und deren Wirkung ist so groß, dass die Quelle nicht leicht zu eruieren ist.

4.1.1 Bioindikation

Um neue Richtlinien zuschaffen, die den Schadstoffverbrauch eindämmen, bedarf es Informationen. Untersuchungen über Veränderungen der Umwelt und des daraus resultierenden Wandels im Ökosystem sowie der Biodiversität, liefern Wissenschaftler, Politikern die benötigten Informationen (Zechmeister et. al., 2007).
Information, die uns lebende Organismen liefern werden dazu, als Beurteilung über den Umweltzustand (Klein, 2010; Koch, 2010).

4.1.2 Biomonitoring

Für Biomonitoring, konnten viele Definitionen gefunden werden, die im folgenden Abschnitt angeführt werden sollen:

- Als Biomonitoring versteht man qualitative und quantitative Beobachtungen, die unter standardisierten Bedingungen durchgeführt werden und nicht wiederholt werden können (Markert et. al., 2003).

- Es werden bestimmte Plots in einem vorgegeben Zeitrahmennach einer gewissen Zeit regelmäßig kontrolliert. Diese Kontrollen basieren meist auf die Erfassung von Individuen (Schulze et. al., 2002).
- Laut Hellawell ist Monitoring eine regelmäßige oder unregelmäßige periodische Überwachung, die sicherstellt, inweit die Reichweite der Nachgiebigkeit anhand des vorgegeben Standards sowie dem Grad der Abweichung von dem erwarteten Normalzustand entspricht (Markert et. al., 2003; McGeoch, 1998).

- Durch Monitoring werden Veränderungen in einem Ökosystem, mit Hilfe von Organismen sogenannten Bioindikatoren, angezeigt. Auf die direkte Ursache für die Veränderung kann nicht geschlossen werden (Kinzelbach, 1989).

- Klein sieht in seinem Paper (2010) Biomonitoring als ein Synonym der Umweltüberwachung.

4.1.3 Aktives und Passives Monitoring

Es gibt zwei Arten von Monitoring, aktives und passives. Beim aktivem Monitoring werden in einem Labor Bioindikatoren gezüchtet und unter standardisierten Bedingungen für eine bestimmte Zeit in die Umwelt eingesetzt oder entlassen (Frahm, 2001; Markert et. al., 2003; Markert, 2007; Vanderpoorten, Goffinet, 2009). Danach werden die Reaktionen, die aufgrund dessen hervorgerufen werden aufgenommen bzw. die aufgenommen Stoffe analysiert (Markert et. al., 2003).
Beim passives Monitoring, wird das Verhalten eines sich bereits in der Umwelt befindenden Organismus analysiert (Frahm, 2001; Markert et. al., 2003; Markert, 2007; Vanderpoorten, Goffinet, 2009).

4.1.4 Integrated Monitoring

Das Genfer Luftreinhalteabkommen wurde 1979 unterzeichnet und wird von der United Nations Economic Commission for Europe (UNECE) geleitet. Dieses Abkommen soll dazu führen das Luftschadstoffe eingedämmt werden. (Schmögernova, 2004; Economic Commission for Europe, 2000) Viele Europäische und Nordamerikanische Staaten haben dieses Abkommen unterzeichnet (siehe Abb. 2; Armenien, Aserbaidschan, Österreich, Belgien, Bosnien Herzegowina, Weißrussland, Bulgarien, Kanada, Kroatien, Zypern, Tschechien, Dänemark, Estland, Finnland, Frankreich Georgien, Deutschland, Griechenland, Ungarn, Island, Irland, Italien, Kasachstan, Lettland, Kirgistan, Liechtenstein, Litauen, Luxemburg, Malta, Monaco, Niederlande, Norwegen, Polen, Portugal, Moldawien, Rumänien, Russland, Slowakei, Slowenien, Spanien, Schweden, Schweiz, Mazedonien, Türkei, Ukraine, Großbritannien, Vereinigte Staaten von Amerika, Jugoslawien und EU).



Abb. 2: Alle Integrated Monitoring Standorte in Europa, Mirtel (1996)

Das Abkommen beruht auf die Koordination der Staaten, in den Bereichen Forschung und Monitoring betreiben. Ziel ist es neue Strategien zu entwickelt, die die Verringerung der Konzentrationen von Emissionen und Luftschadstoffemit sich bringt.

Das Kooperative Programm für Monitoring und der Evaluierung von weitreichendem grenzen überschreitenden Luftschadstoffe (EMEP) hat vier große Ziele, nämlich, dass ausreichend Daten von Emissionen geliefert werden sollen. Gleichzeitig sollen die Luftqualität und die Niederschläge gemessen werden und ein Modell über den atmosphärischen Transport und der Ablagerung von Luftschadstoffen gebildet werden. Hinzu kommt, dass ein Begutachtungsmodell erarbeitet wird (Economic Commission for Europe, 2000).

Eine einheitliche Messmethode soll sicherstellen, dass die gemessenen Ergebnisse der Stoffeinträge von Luft und Niederschlägen verglichen werden können.

Als ein wesentlichen Teil der Forschung, werden die Wirkungen auf, sowie das Verhalten dieser Stoffe im Ökosystem, die langfristige Entwicklung der Ökosystemteile und die Austräge durch das Oberflächenwasser und ins Grundwasser gesehen (Mirtel, 1996).

Integratives Monitoring wurde als Werkzeug für das Programm verwendet (Zechmeister et. al., 2007) und soll ein Bindeglied zwischen den unterschiedlichen Programmen, die sich mit der Messung der Luftschadstoffe und der Erforschung ihrer Wirkung befassen (Mirtel, 1996).

Die Veränderungen und die gesundheitliche Lage, des jeweils ausgewählten Ökosystems (Zechmeister et. al., 2007), wurden mittels des Zustandes von Wäldern, Kulturgütern, Binengewässer und Feldfrüchte untersucht (Mirtel, 1996), und Information herangezogen (Zechmeister et. al., 2007).

Als Objekt der Langzeitbeobachtung wurden Flächen in der Größeordnung von ca. einem Quadratkilometer von wichtigen sensiblen natürlichen und seminatürlichen herangezogen (Mirtel, 1996; Zechmeister et. al., 2007). Alle fünf Jahre wird ein Monitoring nach

einheitlicher Richtlinie durchgeführt (Genßler, 2010; Kaltz, 2010). Auch in Österreich befindet sich eines dieser Gebiete, die für das Programm ausgewählt wurden, nämlich der Zöbelboden (Zechmeister et. al., 2007).
Die Fragen, die sich dazu stellen lassen, waren einerseits wie gering die Luftverschmutzung wirklich an sogenannten Hintergrundgebieten (Gebiete die lokal kaum von Luftverschmutzung beeinträchtigt sind) ist, sowie inwieweit bereits geringe Mengen von Schad- und Nährstoffen, sich auf diese unbelasteten und empfindlichen Gebiete auswirken. Daraus resultierte die Frage, wie hoch denn Stoffeinträge sein dürfen, um die Funktionstüchtigkeit diese Ökosysteme nicht einzuschränken und dadurch lang erhalten bleiben können. Schlussendlich sollen Prognosen über die Entwicklung der Ökosysteme bei Einhaltung der Grenzwerte erstellt werden (Mirtel, 1996).
Moosmonitoring ist ein wichtiger Bestandteil des Integrativen Monitorings. Es ist das einzige räumliche Messprogramm, welches flächendeckende Informationen über Metall- und Stickstoffexpositionen liefert, die als grundlegende Daten für Ökotoxikologie und Humanmedizin dienen (Kaltz, 2010).

5. Bioindikatoren und Biomonitore

Industrialisierung und intensive Landwirtschaft, haben im letzten Jahrhundert zu vermehrter Luft- und Wasserverschmutzung geführt (Frahm, Klaus, 1997).
Organismen müssen auf bestimmte Umweltbedingungen reagieren indem sie, sie entweder nutzen, sich anpassen oder sie einfach meiden. Diese Faktoren können biotischer sowie abiotischer Art sein (Markert et. al., 2003; Markert, 2007; Schulze et. al.,2002).
Da Pflanzen, nicht wie Tiere einfach ihren Standort wechseln können sondern an diesen gebunden sind, ist Anpassung bei ihnen sehr häufig. Daraus, wie gut sich eine Pflanze an die äußeren Bedingungen ihres Lebensraums anpassen kann, resultiert ihre Fitness also die Möglichkeit zur Fortpflanzung und Ausbreitung (Schulze et. al., 2002).
Sollten die äußeren Bedingungen von dem Lebensoptimum der Pflanze abweichen, so hat dies Stress zur Folge. Gründe für Stress können Veränderungen von Temperatur, Wasserverfügbarkeit oder Strahlung sein. Auch können chemische Belastung von Schermetallen, Pestiziden und anderen Immissionen sowie mechanischer Belastung wie starker Wind oder Bodenbewegung als Grund für Stressentwicklung dazu gezählt werden (Larcher, 1994; Markert et. al., 2003; Schulze et. al., 2002). Umso länger eine Pflanze diesem Stress ausgesetzt ist desto größer können die Schäden sein. aAngefangen von reversiblen Veränderungen bis hin zu chronischen Erkrankungen sowie irreversiblen Schäden können die Folgen sein.
Vor allem viele anthropogene Schadstoffe sind für Pflanzen besonders schädlich. In der Luft befinden sich Stoffe wie Schwefeldioxid, Stickstoffoxide, Ozon, Ammoniak, Ruß. Teerdunst, Staub und Halogenwasserstoffe. In Boden und Gewässern findet man chemische Verbindungen wie zum Beispiel Schwermetalle die, die Pflanze beeinflussen (Larcher, 1994). Schwermetalle wie Silber, Aurum, Cadmium, Arsen, Blei, Antimon und Palladium können bereits, da sie nicht natürlich in der Zelle der Pflanze vorkommen, in geringen Mengen toxisch wirken. Aber auch Schwermetalle wie Kupfer und Zink, die die Pflanze braucht, können bei Übersteigen der üblichen Konzentrationen toxisch wirken (Larcher, 2001; Schulze et. al., 2002).
Beeinträchtigungen die es aufgrund von Schadstoffeinwirkungen geben kann sind Veränderungen der Morphologie, der Histologie, der Zellulären Struktur, des Verhaltens, der Population sowie der metabolischen und biochemischen Prozesse (Markert et. al., 2003).
Das Ausmaß der Beeinträchtigung hängt von vielen Faktoren ab. Die Art, das Alter, der Aktivitäts- und Ernährungszustand sowie die Wuchsform der Pflanze sind besonders

entscheidend. Umgebungsfaktoren wie klimatische und edaphische Bedingungen, sind weitere Faktoren, die das Ausmaß der Beeinträchtigung verändern können. HInzu kommt, dass die Art des Stoffes, um den es sich handelt, sowie die Höhe seiner Konzentration die Dauer der Einwirkung eine wichtige Rolle spielen (Larcher, 1994; Meyer et. al., 2011).
Organismen können verschieden auf Umweltveränderungen reagieren, aus diesem Grund unterscheidet man drei Typen: Zeigerorganismen, Testorganismen uns Überwachungsorganismen.
Zeigerorganismen haben sehr spezielle Standortsansprüche. Sie reagieren deshalb auf Veränderungen sehr empfindlich. Je nachdem wie sie an die Veränderungen anpassen können hat das verschiedene Resulatate für die Art zur Folge. Sie kann entweder verkümmern oder sie verschwinde. Es könnte allerdings auch passieren, dass dem Zeigeroragnismus die Veränderungzu gute kommen und er sich deswegen vermehrt oder gar üppiger wächst.
Testorganismen werden auch als Biosonden bezeichnet da sie gegenüber bestimmten Schadstoffen empfindlich reagieren und dadurch diese anzeigen können.
Durch Überwachungsorganismen können qualitative und quantitative Nachweise über bestimmte Schadstoffe getätigt werden, da sie sich gegenüber diesen Schadstoffen spezifisches Verhalten (Larcher, 1994).

5.1 Bioindikatoren

Bioindikatoren finden Verwendung bei der Überwachung des Umweltzustands (Klein, 2010). Genauer gesagt, liefern sie Informationen liefern die den Grad der Konzentration an Immissionen oder über die Stärke der Veränderung des Ökosystems (Markert et. al., 2003).
Markert (2007) definiert einen Bioindikator als einen Organismus oder eine Gemeinschaft die eine qualitative Information über die Umwelt geben kann. Das bedeutet, dass Bioindikatoren als Messinstrumente gesehen werden können. Hinzu kommt, dass Markert (2007) zwischen Bioindikator und Biomonitor unterscheidet. Um quantitative Informationen über den Umweltzustand zu erhalten, wereden Biomonitore benötigt (Markert et. al., 2003; Markert, 2007).
Ein Biomonitor ist immer ein Bioindikator jedoch umgekehrt muss dies nicht der Fall sein (Markert et. al., 2003).
Larcher (1994) definiert Bioindikatoren als Organismen oder Organismengesellschaften die entweder auf Immissionbelastung reagieren oder diese akkumulieren.
Für Gerhard (2009) sollten Bioindikatoren mehrere, der folgenden Aufgaben erfüllen:
Sie sollten Kosmopoliten sein um dadurch auf internationale Ebene Vergleiche ziehen zu können. Sie sollten mehrere ökologische Charakter aufweisen.
Sie sollten oft in einem bestimmten Ökosystem vorhanden sein und keine zu hohe Toleranz auf bestimmte Umweltfaktoren haben, um Veränderungen besser zu erkennen. Besonders wichtig ist auch, dass sie bestimmte Schlüsselposition in einem Ökosystem einnehmen sollen. Das heisst, dass die Veränderung ihres Zustandes auch eine Veränderung anderer Arten in diesem Ökosystem hervorruft. Sie sollten nicht kurzlebig sein und ihre Physiologie und Ökologie sollte weit gehenst bekannt sein. Hinzu kommt, dass ihre Handhabung praktisch sein sollte. Es sollte keine großen Schwierigkeiten geben die Arten zu erkennen und unterscheiden. Außerdem sollten sie leicht aufzuheben und zu kultivieren sein, einen geringer Kostenaufwand mit größtmöglicher Effektivität wird als wichtiger Faktor gesehen, den Bioindikator besitzen sollte. Gesellschaftliche Wichtigkeit ist ein weiterer Punkt, der für den Mneschen selbst eine Relevanz hat. Außerdem sollte dieser sowohl ökonomisch als auch für die Landwirtschaft einen großen Wert haben. Nicht unerwähnt zu bleiben wäre, dass Schadstoffe keine Beeinträchtigung auf Bioindikatoren haben sollten sondern diese bis zu einem gewissen Level akkumulieren sollten.

Selbstverständlich kann nicht eine einzige Art alle diese Kriterien erfüllen, aus diesem Grund werden oft Gruppen von Bioindikatoren verwendet (Gerhardt, 2009).
Markert et. al. (2003) ist nicht derselben Meinung wie Gerhardt (2009), für sie sollten Bioindikatoren sehr simple sein. Den Grund dafür beschreiben sie in „The dilemma of bioindication" dies wird in Kapitel (5.4) noch weiter diskutiert.
McGeoch (1998) Unterschiedet drei Arten von Bioindikatoren (Umweltindikator, Ökologische Indikatoren und Biodiversitätsindikatoren) nach ihren Anwendungsbereichen. Umweltindikator (Enviromental Indicators) ist eine Art oder eine Biozönose, die auf eine Veränderung oder Störung in der Umwelt mit einem bereits bekannten Verhalten reagiert. Ökologische Indikatoren (Ecological Indicators) sind eine Art die einen Effekt einer Umweltveränderung zeigt. Biodiversitäts Indikatoren sind eine Gruppe von Arten, die eine Messung über die Biodiversität in einem Habitat erlauben (Gerhardt, 2009; McGeoch, 1998).
Auf der Ebene der Landschaftsökologie können nach dem Stress-Reaktion Modell (PSIR chain), aufgrund einer Folge von verschiedenen Vorgängen vier Indikatoren unterschieden werden. Belastungsindikatoren (P = pressure indicator) beschreiben die Intensität von antropogenen Einwirkungen in die Umwelt und deren Auswirkungen auf die Veränderung der Qualität oder Quantität eines Ökosystems. Zustandsindikatoren (S = State Indicator) beschreiben den Zustand der Qualität oder Quantität eines Ökosystems. Eine Folge von Vorgängen, ist dafür verantwortlich, dass eine Belastung oftmals zu einem neuen Zustand führen kann. Auswirkungsindikatoren (I = impact indicator) beschreibt den Einfluss des neuen Zustand auf das gesamte Ökosystems. Sollten nun die Funktionen des Ökosystems verändert werden kommt es zu einer Antwort (R= response indicator) (Gerhardt, 2009).
Bioindikatoren können verschiedene Komplexitätsebenen anzeigen - Verwendet man bestimmte Individuen als Bioindikatoren werden Gesundheitszustand, Schadstoffgehalt, Verhalten und Stoffwechsel als Messgröße verwendet. Bei Populationen sind es Natalitäts- bzw. Mortalitätsrate, Expansion oder Regression im Verbreitungsgebiet, Parasitenbefall und physiologische Leistungsfähigkeit. Messgrößen bei Biozönosen sind Ausfall oder Vermehrung von Mitgliedern, Veränderung der Diversität von Arten, Veränderungen der Grundfunktionen wie Produktion, Reduktion und Konsumption sowie Umleitung und Verschiebung bestimmter Stoff-, Energie- und Informationsflüsse zwischen den Mitgliedern (Kinzelbach, 1989).
Schädigungen oder Absterbens des Bioindikators, sowie Zuwanderung von anderen Arten sind die Ergebnisse die man aufgrund von Veränderungen des Umweltzustandes erhält (Frahm, 2001).
Diese Nachweise können allerdings nur erbracht werden wenn man zumindest Vergleichsdaten von Lebewesen hat, die nur geringen Mengen von anthropogenen Schadstoffen ausgesetzt waren bzw. sind. Dadurch kann man den Unterschied der Konzentrationen von den, in den Lebewesen natürlich vorkommenden Elementen und denen die aufgrund von anthropogenen Auswirkungen sich im Lebewesen befinden, messen (Zechmeister et. al., 2011).
Die Anwendung von Bioindikatoren ist vor allem dann sinnvoll, wenn der Umweltfaktor der untersucht werden soll, nicht gemessen werden kann wie zum Beispiel bei einer Rekonstruktion eines Umweltzustandes aus der Vergangenheit, oder der Umweltfaktor sehr schwierig zu messen ist, wie dies bei Pestiziden der Fall ist, da viele verschiedene Chemikalien wirken. Außerdem kann es zwar sein, dass der bestimmte Umweltfaktor leicht zu messen ist, jedoch schwierig zu interpretieren. Wie das zum Beispiel der Fall wäre bei der Frage, ob die beobachten Veränderungen auch eine ökologische Signifikanz haben (Gerhardt, 2009).

5.2 Akkumulations- und Reaktionsindikatore

Bioindikatoren können besonders sensible auf Schadstoffeintrag reagieren bzw. diesen akkumulieren.
Daraus ergeben sich zwei Arten von Bioindikatoren: Die einen reagieren mit Veränderung ihrer Lebensfunktionen und sind sogenannte Reaktionsindikatoren (Larcher, 1994) und die anderen werden als Akkumulationsindikatoren bezeichnet (Frahm, 2001; Larcher, 1994; Markert et. al., 2003; Markert, 2007).
Markert (2002) sieht keinen gravierenden Unterschied in den beiden Terminologien, da sobald ein Stoff von einem Organismus akkumuliert wird, er automatisch auch eine Reaktion auslöst.

5.3 Moose als Bioindikatore

Bryophyta reagieren sehr sensible auf Veränderungen in ihrem Habitat. Die Sensibilität ist in den verschiedenen Lebensabschnitten unterschiedlich. Im Stadium des Protonema ist die Pflanze am empfindlichsten (Frahm, 2001; Zechmeister et. al., 2003) und deswegen ist das Protonemastadium, dass anfälligste gegenüber ökotoxische Substanzen (Zechmeister et. al., 2003). Ein Grund, warum Moose Generall so sensible auf Veränderungen ihrer Umwelt reagieren, könnte an ihrer geringen Größe, ihrer einfachen Struktur und der Nähe zum Boden liegen. Dadurch kann es schnell zu Veränderungen in ihrer Verbreitung kommen (Gimingham, Birse, 1957).
Der Lebenszyklus von Moosen ist sehr kurz, weswegen sie auch sehr schnell Veränderungen in ihrer Umwelt anzeigen. Ein großer Vorteil von Moosen ist der, dass sie über das ganze Jahr als Bioindikatoren einsetzbar sind, den im Gegensatz zu den Blütenpflanzen deren Vegeationsperiode nur über eine bestimmte Zeit geht, sind Moose das ganze Jahr über präsent (Frahm, 2001; Frahm, Klaus, 1997).
Sie sind Immissionen ausgesetzt. Der Grund dafür ist ihrer poikilohydrischen Eigenschaften (Frahm, 2001; Frahm, Klaus, 1997; Vanderpoorten, Goffinet, 2009), das wenig bis nicht Vorhandenseins einer Cuticula die noch dazu hydrophobisch ist, und der Eigenschaft der CEC (Vanderpoorten, Goffinet, 2009).
Durch Regenwasser, Nebel, Wolken oder einfach nur durch die Luft beförderter Schmutz werden gelöste Stoffe über ihre Oberfläche aufgenommen und absorbiert (Proctor, 2009; Zechmeister et. al., 2006; Zechmeister et. al., 2007).
Es kann ein positiven Zusammenhang zwischen der Häufigkeit und Menge von Regen und den Nährstoffkonzentrationen in Moosen hergestellt werden (Zechmeister et. al., 2003).
Vor allem Mooses die Teppiche, also Filze bilden, nehmen den Großteil ihrer Nährstoffe aus Niederschlägen oder trockenen Ablagerungen über ihre Oberfläche auf. Nur ein geringer Teil von Metallen wird über den Boden aufgenommen (Harmes et. al., 2010).
Neben der Intensität und Dauer des Regens spielen Außerdem auch noch die Höhenlage und die Jahreszeit eine roße Rolle, denn mit zunehmender Höhenlage steigt auch die Konzentration der Ablagerungen und die verschiedenen Jahreszeiten in denen eine Probe entnommen wurde, hängt mit dem Wachstum und dem Stadium der Moose zusammen welches wiederum mit ihrer Sensibilität auf Schadstoffe in Zusammenhang steht (Zechmeister et. al., 2003).
Rühling und Tyler (1970) zeigten, dass die Konzentration von Metallionen in älteren Teilen des Moosteppichs höher ist als in den jüngeren. Das könnte damit zusammen hängen, dass die Metallionenkapazität in älteren Geweben zunimmt oder, dass die Metallinonen in Gewebe gebracht werden, die eine geringere Zersetzungsrate haben (Rühling, Tyler, 1970).
Bei einwertigen Kationen ist das Gegenteil der Fall. Dieser werden vorwiegend in den Jüngeren Teilen der Pflanzen in größeren Konzentrationen gefunden (Zechmeister et. al., 2003).

Weil Moose Sporen produzieren, ermöglicht das ihnen eine Ausbreitung über weite Strecken. Vor allem jenen Moosarten, die viele kleine Sporen produzieren. Es kann davon ausgegangen werden, dass einerseits Gebiete besiedelt werden die ihnen klimatisch Zugute kommen sowie, dass Sporen auch in Ökosysteme niedergehen die klimatisch nicht für sie geeignet sind. Allerdings besteht die Möglichkeit, wenn sich die Umweltbedingungen im Ökosystem ändern, das auch jene Ökosysteme besiedelt werden, in denen die Sporen anfangs nicht optimale Bedinungen vorgefunden haben (Frahm, Klaus, 1997).
Moose haben mehrere verschiedene strukturelle Eigenschaften, weswegen sie sehr gut an atmosphärische Mineralstoffaufnahme angepasst sind. Das Verhältnis zwischen Oberfläche und Volumen ist relativ groß (Frahm, 2001; Vanderpoorten, Goffinet, 2009). Auch bei den Moosen die eine Kutikula besitzen kann der Ionenaustausch nahezu ungehindert erfolgen. Außerdem hat die Zellwand eine hohe Kationenaustauschfähigkeit (Frahm, 2001).
Das wichtige dabei ist, dass der Vorgang nur durch Absorption passiert und das Monitoring nicht durch Schadstoffaufnahmen über den Boden verfälscht werden kann (Zechmeister et. al., 2006). Vor allem bei ectohydrischen Moosen ist dies der Fall, die deswegen sehr empfindlich auf Emissionen reagieren. Endohydrische Moose versorgen sich teilweise mit Wasser über dem Boden, wodurch die Wirkung des sauren Niederschlages abgeschwächt wird (Frahm, 2001).
Die Tolernanz die Bryophyta zu verschiedenen giftigen Substanzen haben, kann sehr unterschiedlich sein. Es gibt einerseits Arten die sehr sensible auf bestimmte Substanzen reagieren und andere Arten die gegenüber denselben Substanzen sehr tolernt sind. Allerdings, kann die Toleranz, mit der Substanz zusammenhängen, welche die Art ausgesetzt ist (Zechmeister et. al., 2003).
Bryophyta sind einerseits sehr resistent gegen verschiedene giftige Stoffe wie zum Beispiel Schwermetalle. Diese Stoffe werden von den Pflanzen akkumuliert, weswegen sie sich gut als Indikatoren dafür erweisen (Zechmeister et. al., 2003; Zechmeister et. al., 2007). Für andere Stoffe wie Stickstoff und Schwefel sind Moose gute Reaktionsindikatoren da sie sehr sensible darauf diese reagieren (Zechmeister et. al., 2007). Aufgrund der Stickstoffkonzentration in Moosen, können Rückschlüsse gemacht werden, wie hoch die Konzentration der Substanz in der Atmosphäre ungefähr sein könnte (Zechmeister et. al., 2003).
Veränderung der Verbreitung oder der Menge sowie der Struktur der Biozönose sind Auswirkungen die zu beobachten sind. Als weitere Reaktion kann die Beeinträchtigung der Gesundheit gesehen werden (Zechmeister et. al., 2007), die zum Beispiel in einer Änderung der Farbe, aufgrund der Beschädigung von Chloroplasten, resultieren kann. Neben den zwei oben genannten Reaktionen kann es Außerdem noch zu einer Verlagerung der Fortpflanzung kommen, weil aufgrund des Stresses, eine asexuelle Fortpflanzung bevorzugt wird (Zechmeister et. al., 2003).
Obwohl man keine direkte quantitative Aussage über die Ablagerungen geben kann machen die leichte Handhabung und die geringen Kosten, Moose zu idealen Bioindikatoren für die Wissenschaft (Harmes et. al., 2010).
Moose können auch indirekt als Indikatoren dienen, da sie auch der Lebensraum für ganze Gemeinschaften von Amöben verschiedener Arten sein können. Diese reagieren sehr sensible, mit Veränderungen in der Artenzusammensetzung auf Umweltveränderungen, Schwermetalle oder Luftschadstoffe und können dadurch als Bioindikatoren verwendet werden. Der Nachteil dabei ist, dass die Gesellschaften sehr verschieden sind und dadurch ein Vergleich von verschiedenen Studien nicht möglich ist (Meyer et. al., 2011).

6. Fragestellung

Mit vereinheitlichten Methoden soll durch das Integrated Monitoring, europaweit eine Langzeitbeobachtung von Stoffeinträgen durch die Luft und von Niederschlägen gemessen werden. Außerdem sollen deren Wirkung sowie das Verhalten der Stoffe im Ökosystem untersucht werden. Mittels dieser Daten will man die langfristige Entwicklung der Ökosystemteile erkennen (Mirtel, 1996).
Diese Diplomarbeit ist eine Fortsetzung des Monitorings der Bodenmoose am Zöbelboden. Es war bereits das fünfte Monitoring von Moosen am Zöbelboden. Durch die erhaltenen Daten der Monitorings, will man die Veränderungen der Artenzusammensetzung und die Abundanz von Moosen an bestimmten Plots erkennen.
Um die Veränderungen von Abundanzen sowie die allfälligen Trends von Arten innerhalb der Monitoringflächen festzustellen, wurden folgende Fragestellungen aufgestellt:

- Gibt es steigenden oder fallenden Trends in der Abundanz von einzelnen Moosarten innerhalb der einzelnen Untersuchungsplots?

- Gibt es Verschiebungen in der Artenzusammensetzung innerhalb der einzelnen Untersuchungsplots

- Gibt es Veränderungen in der Zusammensetzung und der Abundanz der Arten im Laufe der Jahre zwischen den zwei Klassen, Plateau und Steilhang.

  Nachdem es im Gebiet des Zöbelbodens zwei signifikant unterschiedliche Geländeformen gibt, Steilhang und Plateau, wurden die Plots in diese zwei Geländeformen aufgeteilt um herauszufinden inwiefern die einfließenden Schadstoffe die unterschiedlichen Geländeformen und deren Mossgesellschaften beeinflussen. Dadurch wurden die Veränderungen der Abundanz zwischen, den sich in beiden Geländeformen häufig vorkommenden Moosarten statistisch gezeigt.
  Zusätzlich konnte man Veränderungen der Abundanz der Art innerhalb der einzelnen Untersuchungsjahre gezeigt werden sowie der einzelnen Plots unabhängig von deren Lage in den zwei Geländeformen.

Gebietsbeschreibung

1. Der Zöbelboden

Das Gebiet des Zöbelbodens befindet sich im nemoralem Zonobiom, der winterkalten Gebiete mit laubwerfenden Wäldern. Der Winter bringt Frost, daher ist Wasser kaum noch verfügbar. Die geringe Wasserverfügbarkeit wirkt selektiv auf die Pflanzenwelt (Grabherr, 1997).
Der Nationalpark Zöbelboden wurde 1991 errichtet und ist außerdem ein GTOS Gebiet (Global Terrestical Observing System) - der Nationalpark erstreckt sich über 90 ha und befindet sich in den nördlichen Kalkalpen (siehe dazu Abb. 3). Das Karst Gebiet ist von Dolomit dominiert und hat einen Höhenunterschied von 406m wobei der höchste Punkt bei 956m über dem Meeresspiegel liegt. Der Durchschnittsniederschlag beträgt 1650 mm im Jahr und die Durchschnittstemperatur liegt bei 6,7 Grad Celsius (Mirtel, 1996; Zechmeister et. al., 2007). Aufgrund des für das nemorale Zonobiom hohen Durchschnittsniederschlags und der geringen Durchschnittstemperatur ergibt sich ein feuchtes Klima (Grabherr, 1997), welches für das Wachstum von Bryophyta sehr förderlich ist.

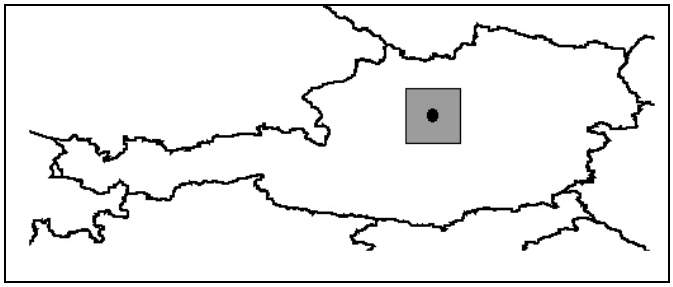


Abb. 3: Lage des Integrated Monitoring Gebiets Zöbelboden, Umweltbundesamt (2011)

Steile Abhänge, bis zu 70 Grad, und ein flaches Plateau sind Charakteristika dieses Gebiets. Auf den Steilhänge mit kalkhaltigen Boden ist ein Mischwald aus *Picea abies*, *Acer pseudoplatanus* und *Fagus sylvatica*, während das Plateau von *Picea abies* dominiert wird, siehe dazu Tab. 1 (Mirtel, 1996; Zechmeister et. al., 2007).

Tab. 1: Eckdaten des Integrated Monitoringgebiets Zöbelboden, Mirtel (1996)

Generalle Daten des Gebiets Zöbelboden		
Lage	Breite: 47° 50′ 30″/ Länge: 14° 26′ 30″	
Land, Bezirk	Oberösterreich, Steyr	
Gestein	Hauptdolomit, geringmächtige Kalkplattenauflagen	
Vegetaionszeit	Ca. 190 Tage/ Jahr	
Grundeigentümer	Österreichische Bundesforste	
Bewirtschaftung	Jagd- und Forstwirtschaft	
Schäden	Wildverbiss	
	Plateau	**Steilhang**
Seehöhe	850-956m ü. A.	550-850m ü. A.
Boden	Braunlehme	Rezina
Hangneigung	0-10 Grad	30-60 Grad, teils Felswände
Hangausrichtung	Alle Richtungen	Ost, Nordost, Nord, Nordwest, West
Bewirtschaftung	Kahlschlagwirtschaftung	Nur teilweise Kahlschlagnutzung
Erschliessung	Forststraßen	Keine

2. Projekt am Zöbelboden

Aufgrund des Staueffekts der Alpen und der geographischen Lage Österreichs kam es zu einem erhöhten Schadstoffeintrag in den letzten Jahren. Aus diesem Grund beschloss die Alpenrepublik Österreich an dem Programm zur Eindämmung von weitreichenden grenz überschreitenden Luftschadstoffen teilzunehmen (Kaiser, et. al., 2002; Mirtel, 1996; Zechmeister, 1999).
Die Untersuchungen, die in diesem Projekt durchgeführt werden (siehe Abb. 4), laufen nach bestimmten Kriterien ab, die im internationalen Projekthandbuch festgelegt sind.
Das Gebiet des Zöbelboden welches als erste und derzeit einzige Integrated Monitoring Fläche in Österrech ausgewählt wurde, wurde aus mehreren Gründen ausgewählt: das Gebiet ist sehr abgeschieden und die Entfernung zu lokalen Schadstoffen ist sehr groß. Es ist dadurch ein gutes Beispiel für ein einen Hintergrund – Waldstandort. Daraus können jene Effekte der Luftverschmutzung erkannt werden, die wirklich in diesem Gebiet entstanden sind.

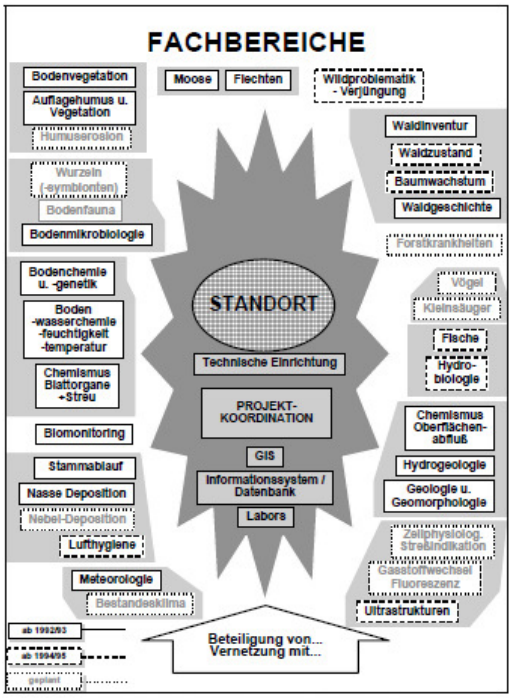


Abb. 4: Fachbereiche des Integrated Monitoringgebiets Zöbelboden, Mirtel (1996)

Hizu kommt, dass das im Nationalpark Kalkalpen liegende Gebiet ein sehr naturnaher Standort. Gründe dafür sind einerseits, dass der Zöbelboden für dieses Gebiet typische Wälder enthält und anderseits das Einzugsgebiet eines Baches ist.
Die größte Bedeutung für den Menschen, ist der Vergleich zwischen anderen Regionen mit kalkhaltigem Untergrund. Entscheidend dafür ist aber die Gesundheit des Bodens und der Vegetationsdecke. Beides hat einen großen Einfluss auf die Qualität des Wassers. Die Wichtigkeit findet sich im Zusammenhang mit dem österreichischen Trinkwasser, da der größte Teil des Österreichischen Trinkwassers seinen Ursprung in kalkhaltigen Regionen hat (Mirtel, 1996; Zechmeister, 1999).
Schlussendlich, hat der Zöbelboden auch noch, die für ein solches Projekt ausreichende Größe, eine gute Erreichbarkeit und kaum Tourismus.
Aus viele verschiedenen Bereichen werden Daten erhoben wie Geologie, Bodentypen, Bodenchemismus, Bodenvegetation, Flechte, Moose, Waldwachstum, Waldzustand, Baumsamen, Biotope, Chemismus von Blattorganen, Vögel, Wildverbiss und Wildverjüngung.
Außerdem werden stellvertretend für das Gebiet, an zwei Standorten, wobei sich einer am Hochplateau und der andere am Steilhang befindet, noch der Niederschlag im Wald, Schnee, Streufall, Stammablauf, Bodenenzymatik, Bodenwasser, Bodentemperatur, Humusschicht und Baumwachstum gemessen (siehe dazu Abb. 5; Mirtel, 1996).

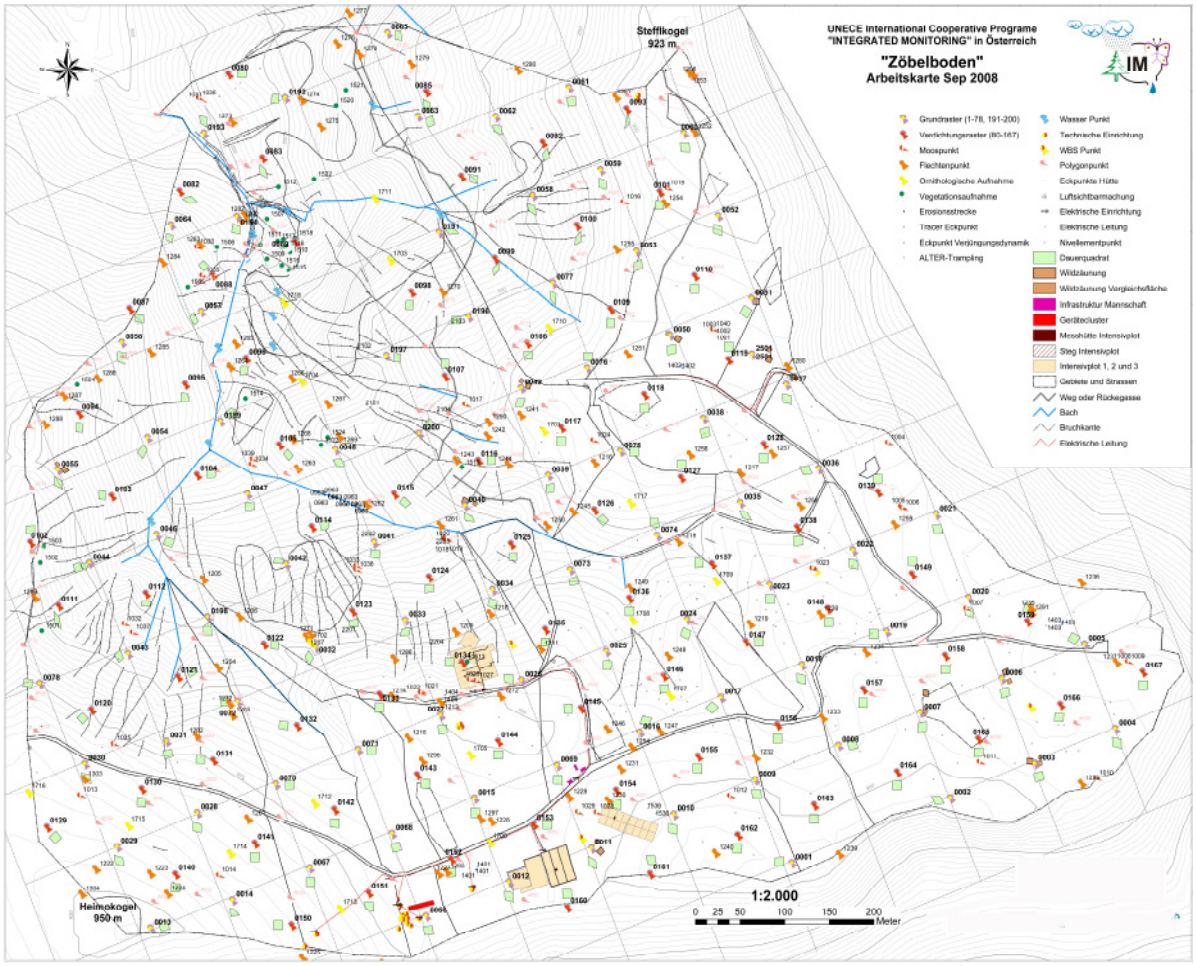


Abb. 5: nicht publizierte Arbeitskarte des Integrated Monitoringgebiets Zöbelboden, Umweltbundesamt

3. Moose der Untersuchungsflächen

Nomenklatur der Taxa richtet sich nach Köckinger et. al. (2012)

- *Hypnum cupressiforme*: Eine acidophile Art die oft an Rinden von Laub- und Nadelbäumen sowie Totholz vorkommt. Auch häufig auf Silikatgesteinen anzutreffen, besonders wenn der Boden etwas saurer wird, ist *Hypnum cupressiforme* seltener anzutreffen (Ricek, 1994).

- *Dicranodontium denudatum*: Es werden dichte Rasen gebildet, die aussen dunkelgrün und im Inneren braun sind. *Dicranodontium denudatum* ist sehr häufig auf morschen Nadelholz zu finden und bevorzugt vorallem die waagrechten Teile des morschen Holzes. An den Bäumen beginnend kann sich *Dicranodontium denudatum*, obwohl es kein typisches Bodenmoos ist, auch auf dem Waldboden ausbreiten. Vorallem in bodensauren Nadelwäldern, ist es oft am Waldboden anzutreffen. Am Boden ist *Dicranodontium denudatum* sehr konkurrenz schwach und wird meist von *Bazzania trilobata* überwuchert. Die Verbreitung ist vorwigend montan und bevorzugt dort luftfeuchte Standorte. Es kann auch an Silikatgestein vorkommen, solange es dort nicht zuviel Sonne ausgesetzt ist (Ricek, 1994).

- *Dicranum scoparium*: Diese Art bevorzugt mäßig bis stark saure Humus- und Rohhumusböden. Diese Art kann aber auch an der Rinde von lebenden Bäumen vorkommen (Frahm, Frey, 2003; Ricek, 1994). *Dicranum scoparium* bildet grüne bis bräunliche Rasen (Frahm, Frey, 2003). Sie ist sowohl auf Silikat wie auch auf Kalk in montaner bis subalpinen Waldgesellschaften anzutreffen (Frahm, Frey, 2003; Ricek, 1994).

- *Leucobryum glaucum*: *Leucobryum glaucum* ist ein weit verbreiteter Säurezeiger, der weißliche grüne Polster an feuchten, kalkfreien Humus, morschen Holz und Torf bildet (Frahm, Frey, 2003).

- *Bazzania trilobata*: *Bazzania trilobata* bildet niederliegende, deckenartige Hochrasen auf Humus, Rohhumus und Morschholz. Das Moos kann auch auf Waldmoortorf vorzufinden sein, dies ist eher selten der Fall. Oft kann es an den Wurzeln lebender Nadelbäume angetroffen werden, denn von diesem ausgehend, wird daraufhin der Waldboden besiedelt. *Bazzania trilobata* ist ein absoluter Säurezeiger (Frahm, Frey, 2003; Ricek, 1994).

- *Isothecium alopecuroides*: *Isothecium alopecuroides* ist ein sehr formenreiches Moos welches in Europa, Nordafrika und im Kaukasus seine Verbreitung hat. Dort ist es vorwiegend in Wäldern, an Bäumen und Felsen anzutreffen (Frahm, Frey, 2003).

- *Thuidium tamariscinum*: Das Moos bildet einen lockeren übereinander geschichteten lückenhaften dunklen bis gelb - grünen Filz. *Thuidium tamariscinum* ist sehr tolerant gegenüber dem Substrat, aber weder Feuchtigkeit, von Lichtintensität spielt dabei eine große Rolle. Es bevorzugt allerdings neurophile bis acidophile Standorte, wobei es an sehr sauren Standorten nicht vorhanden ist (Ricek, 1994).

- *Plagiochilla porelloides*: *Plagiochilla porelloides* ist ein Waldmoos, das dunkelgrüne lockere Decken bildet, die im unteren Teil verfilzt sind. Es ist vorwiegend auf Humus von Waldböden, bemoosten Steinen und an basalen Teilen der Rinde von Laubbäumen anzutreffen. *Plagiochilla porelloides* bevorzugt subneutrophile bis schwach acidophile Standorte. Dies ist der Grund für die Seltenheit des Mooses an hygrophilen Standorten (Ricek, 1994).

- *Bazzania tricrenata*: Die Art ist in den Alpen und im Mittelgebirge eher selten anzutreffen. Sie bevorzugt kalkfreien, feuchten, nackten oder humusbeschichtete Felsen. Auf morschem Holz ist diese Art kaum anzutreffen (Frahm, Frey, 2003).

- *Lejeunea cavifolia*: Dieses Moos bevorzugt feuchte bis nasse kalkfreie Felsen, an denen sie gelbgrüne Rasen bildet. *Lejeunea cavifolia* ist auch an Kalkfelsen anzutreffen, allerdings nur weil es über andere Moose drüber wächst. Außerdem findet man diese Art auf Rinde, morschen Holz und Erde (Frahm, Frey, 2003).

- *Dicranum montanum*: Diese Art bildet gelbgrüne Rasen auf acidophilen, hellen Standorten. *Dicranum montanum* bevorzugt trockene Standorte und ist vor allem an der Basis der Rinde von Laub- und Nadelbäumen, an morschen und modrigen Baumstümpfen und Baumleichen anzutreffen (Ricek, 1994).

- *Ctenidium molluscum*: *Ctenidium molluscum* bevorzugt calciphile, helle bis zeitweise vollsonnige Standorte, an denen Filze von heller Farbe gebildet werden. Diese Art ist auf Felsen, Steinblöcken, Steinen und Erde anzutreffen, an Karbonat- oder zu mindest kalkhaltigen Standorten. Es meidet sauren Humus und Rohhumus und ist in sauren Silikaten nicht vorhanden. Das Moos ist ein Kalkzeiger in montanen bis subalpinen Kalkfichten- und Buchenwäldern sowie an trockenen bis wechselfeuchten Biotope (Ricek, 1994).

Material und Methoden

1. Anfertigung der Dauerpräperate

Es wurden Dauerpräparate von Moose angefertigt, die wir, aufgunrd bisheriger Forschung, an den Monitoringflächen anzutreffen vermuteten. Die Dauerpräperate sollten verwendet werden um jederzeit Vergleiche mit den Moosen, die in der Monitoringfläche vorgefunden wurde, anstellen zu können.
Die Moose, der Dauerpräperate wurden aus der Sammlung von Herrn Prof. Harald Zechmeister entnommen.
Zum Anfertigen der Dauerpräparate wurden Elka Objektträger der Firma Assistent und Deckgläser in den Größen 18x18mm, 24x24mmund 24x32mm verwendet.
Die Deckgläser und die Objektträger wurden mit 96%-vergälltem Alkohol gereinigt. Auf die Objektträger wurde ein Tropfen Glyceringemisch (Glycerin:Wasser - 2:1) aufgetragen, in dem das gewünschte Moos, welches zuvor in Wasser aufgequollen wurde, eingelegt wurde. Darauf wurde das Deckglas mit gewünschter Größe positioniert und mit Nagellack der Firma L'Oreal Paris fixiert. Da einige Moose zu dick waren, wurde bei der Anfertigung der Dauerpräparate ein Trick angewendet: Es wurden zerbrochene Deckgläser an den Seiten des Glycerintropfens als Erhöhung angebracht, auf dieser Erhöhung wurde das Deckglas mit Nagellack fixiert.

2. Fotos der Dauerpräperate

Um den Vergleich der Moose, bei der Arbeit im Freiland zu erleichtern, wurden makroskopische und mikroskopische Fotos der Dauerpräperate gemacht.
Die makroskopischen und die mirkoskopischen Fotos wurden mit einer Samsung Digimax v50 fotografiert. Für die mikroskpischen Bilder der Moose wurde ein Nikon eclipse 55i mit einem Nikon plan 4x/0.10 als Objektiv verwendet. Mit einem Samsung lens adapter sla 3537 wurde die Kamera auf das Mikroskop montiert.

3. Arbeiten im Freiland

Die alten Markierungen der Plots wurden entfernt und neue rote und weiße Kunststoffbänder wurden zur Wiedererkennung an schon von Weitem sichtbare Stellen angebracht. Alle Fotos wurden mit einer Canon EOS 350 D mit einem Canon efs 18-55 Objektiv fotografiert. Von manchen Plots wurde ein Foto der Geländeansicht gemacht. Der Punkt, von dem aus die Geländeansicht fotografiert wurde, war derselbe von dem Bereits im Zuge des Monitorings im Jahre 2004 eine Geländeansicht gemacht wurde. Die fotografierten Bilder wurden teils als .jpeg und teils in .raw abgespeichert. Von jedem Plot wurden Luftbild ähnliche Bilder erstellt, die zur späteren Bearbeitung und Digitalisierung herangezogen wurden. Die Bilder der Plots wurden mit Hilfe von einem Stativ gemacht. Besonders wichtig dabei war, dass die Kamera sich genau in der Mitte des Plots befand, während sich die Beine des Stativs, um nicht Teile der Pflanzendecke am Foto zu verdecken, außerhalb des Plots befinden mussten. Die Kamera wurde so ausgerichtet, dass sie annähernd 90 Grad auf den Plot schaute und dadurch diesen senkrecht fotografierten konnte.

Die zu fotografierenden Plots sind durch Vermessungspunkten abgesteckt worden, die eine Fläche von 50x50 cm umfasste und Außerdem wurden die Plots mit Markierungsstäben gekennzeichnet. Der rote Vermessungspunkt signalisierte den nördlichsten Eckpunkt der Fläche.
Neu angelegte Plots wurden auch wieder sichtbar an einem naheliegenden Baum mit rot-weißen Bändern markiert. Die Vermessungspunkte wurden in den Boden geschlagen und danach wurde die Plotnummer hineingestanzt. Auch die Markierungsstäbe wurden von weitem sichtbar in dem Boden in der Nähe jedes der vier Eckpunkte geschlagen.

4. Arbeiten mit GIS 9.3

Für jeden Plot wurde ein Shapefile eingerichtet, welches nachher im Arc Gis 9.3 bearbeitet wurde. Die Bilder wurden mit dem Werkzeug „create new feature" eingerahmt und die einzelnen Polygone wurden mit „cut Polygone feature" ausgeschnitten und mit der Funktion „merge" verbunden. Wenn es in einem Bild nur drei statt vier Vermessungspunkte gab, wurde, der letzte fehlende Eckpunkt mit Hilfe von „finish and square" ermittelt.
Das digitalisieren erfolgte nach einer gewissen Hierarchie: Moose, belebte Struktur, Lebendholz, Todholz, Laub und Streu und Rohboden.
Den Polygonen wurde der jeweiligen Code zugeteilt und als Label in dem Polygon angezeigt. Die Schriftgröße des Labels wurde immer frei gewählt, nach dem Standpunkt: so groß wie möglich solange man das Label den verschiedenen Polygonen noch zuordnen konnte. Die Schriftgröße variierte von 7 Punkten bis hin zu 12 und wurde immer fett gemacht. Die Linienstärke der Polygone beträgt 1.
Mit „calculate geometrie" wurden die Größen der Flächen der einzelnen Polygone berechnet und mit „frequency" die Gesamtfläche errechnet. Die Häufigkeit der Polygone mit demselben Code wurde ebenfalls mit „frequency" ausgerechnet.
Die fertig digitalisierten Shapefiles wurden als .png Bilddatei hinausgespielt und gespeichert. Die Fläche Plot 1004 und Polt 1014 wurden nicht digitalisiert. Diese Flächen beinhalteten keine Moose mehr und war deshalb für das Monitoring nicht mehr nutzhaft.

5. Arbeiten mit Excel 2003

Die „frequency" Tabellen wurden in das Programm Excel hineingespielt. Bei den Polygonen in denen sich mehrere Arten befanden, wurde die Fläche durch den Anteil der Deckung, die die Art in diesem Polygon einnimmt dividiert. Danach wurden alle Flächenanteile jeder Art addiert um den Gesamtanteil der Deckung (in Prozent) jede Art in der Untersuchungsfläche zu eruieren.
Der prozentuelle Anteil, jeder Art wurde herangenommen um mit Hilfe von Excel wurde ein Kreisdiagramm erstellt. Aus den vorhergehen Arbeiten von Karall (2002), Zechmeister (1999) und Zechmeister (2006) wurden die damals aufgenommen Anteile der vorkommenden Arten herausgeschrieben. Die Unterschiede der Deckungen, die sich im Laufe der Jahre entwickelt haben, wurden mittels eines Säulendiagramms bildlich dargestellt.
Für jede statistische Fragestellung wurden in Excel verschiedene Tabellen entworfen.

5.1 Fragestellung: Haben die Abundanzen der Arten in den folgenden Untersuchungsjahren einen bestimmten Trend?

Für jeden Plot wurde eigens eine Tabelle angelegt, die erste Spalte beinhaltete den Artcode und daraus ergab sich, dass die erste Zeile die verschiedenen Untersuchungsjahre enthielt. Die

Ganzen Zahlen wurden durch 100 dividiert um Dezimalzahlen zubekommen. Danach wurden die Daten mit der arcsin-sqrt-Transformation umgewandelt (Leyer, Wesche, 2007).

5.2 Fragestellung: Gibt es Verschiebungen der Abundanzen zwischen den verschiedenen Arten in einem Plot?

Es wurden dieselben Tabellen wie bei 5.1 verwendet.

5.3 Fragestellung: Ist die Veränderung der Abundanz der Arten im Laufe der Jahre zwischen den zwei Klassen, Plateau und Steilhang ähnlich?

Es wurde in Excel eine Gesamttabelle mit den Kategorien: Jahr, Plot, Klasse, Art, Abundanz, Typus, Baumart, Exposition erstellt. Die Prozentzahlen wurden von Ganzen Zahlen in Dezimalzahlen umgerechnet. Um die Prozentzahlen zu Normalisieren wurde in einer neuen Spalte eine arcsin-sqrt-Transformation [=arcsin(wurzel(Spalte+Nummer))] durchgeführt (Leyer, Wesche, 2007). Aus dieser Gesamttabelle wurden signifikante Arten mit all ihren Daten hinauskopiert, um eine eigens für diese Art angelegte Tabelle zu erhalten. Mit dieser Tabelle wurde ein GLMM konstruiert.
Die Signifikanz einer Art wurde dadurch bestimmt, dass ihr n mindestens 14 beträgt. Außerdem sollte ihr Verhältnis zwischen der Anzahl vorkommender Daten im Steilhang zu der Anzahl vorkommender Daten im Plateau nicht zu klein sein (8:6 und 4:25).

6. Arbeiten mit Statistica 8

Die Exceltabellen der einzelnen Untersuchungsflächen von den Gesamtjahren wurden als „worksheet“ in Statistica 8 importiert. Die erste Spalte beinhaltete die „case names“ und die erste Reihe die Variablen die „variables names“.
Die Exceltabelle, die den Gesamtinhalt aller Plots enthält wurde so formatiert, dass die erste Spalte die „case names“ beinhaltete.

6.1 Fragestellung: Haben die Abundanzen der Arten in folgenden Untersuchungsjahren einen bestimmten Trend?

Die arcsin-sqrt transformierten Daten der Abundanzen der Arten, wurde mit Hilfe eines Histogramms auf deren Normalverteilung geprüft (Leyer, Wesche, 2007). Außerdem wurde der Lilliefors Test durchgeführt, der wenn $p < 0,05$ ist, eine signifikante Abweichung der Normalverteilung der Daten anzeigt (Lilliefors, 1967).
Jede Art, die nahezu eine Normalverteilung aufwies, wurde für den Neumann Trend Test verwendet (Sachs, 2004). Der Trendtest nach Neumann musste selbst von Hand durchgeführt werden, dessen Arbeitsschritte werden in Punkt 7 dieses Kapitels besprochen.

6.2 Fragestellung: Wie hat sich die Abundanz der Arten zueinander im Laufe der Untersuchungsjahren geändert?

Es wurde, mit den arcsin-sqrt transformierten Daten ein „Wilcoxon matched pair test“ durchgeführt. Der Grund, warum dieser Test herangezogen wurde war der, dass es sich um nicht parametrisch verbundene Stichproben handelt (Köhler et. al., 2007; Tremp, 2005; Zöfel, 1992). Weder der Kolmogorov-Smirnow Test, noch der weiterführende t-Test konnten durchgeführt werden, da mit n=5 oder teilweise noch kleiner, die Stichproben zu klein war

und sich daraus ein Problem mit der Normalität der Daten ergeben hätte können (Tremp, 2005).
Über „Statistics“, „non parametrics“, mit der Funktion „comparing two dependent samples (variables)“ wurde ein „Wilcoxon matched pair test“ mit einer Signifikanz von $p < 0,05$ gemacht. Dabei galt die Abundanz der Arten als Variablen. Die Ergebnisse wurde als PDF Datei gespeichert.

6.3 Fragestellung: Ist die Veränderung der Abundanz der Arten im Laufe der Jahre zwischen den zwei Klassen, Plateau und Steilhang ähnlich?

Es wurde ein „General linear mixed model“ erstellt. Als Variablen wurden die arcsin-sqrt- transformierten Abundanzen der Arten verwendet. Die kategorialen Prädiktoren waren Untersuchungsjahre, Klassen, Plot ID. Als „fixed factors“ wurden das Untersuchungsjahr und die Klasse verwendet. Die Plot ID war der „random factor“. Dazu wurde noch die Plot ID mit den Klassen verschachtelt („nested“).

7. Trendtest nach Neumann

Weiterführung von 5.1 und 6.1
Der Trendtest von Neumann zeigt an, ob ein gewisser Trend innerhalb einer Gruppe, von verbunden Daten, zu finden ist. Hierzu wurden die arcsin-sqrt transformierten Daten der Abundanzen der Arten genommen, wobei jede Art für sich getestet wurde.
Voraussetzung des Testes ist es, dass die Daten normal verteilt waren. Dazu wurde das Delta – Quadrat berechnet. Delta – Quadrat ist die sukzessive Differenzstreuung die folgendermaßen berechnet wurde:

$$\Delta^2 = \sum (\chi_i - \chi_{i-1})^2 / (n - 1)$$

(Neumann et. al., 1941; Sachs, 2004)
Sind die verbunden Daten unabhängig voneinander gilt: $\Delta^2 \simeq 2s^2 \rightarrow \Delta^2/s^2 \simeq 2$
Sollte allerdings ein Trend vorliegen, sind die benachbarten Daten ähnlicher, als jene Daten die in der Tabelle weiter voneinander entfernt sind. Deshalb gilt:

$$\Delta^2/s^2 < 2$$

Die Nullhypothese besagte, dass verbunden Daten unabhängig zueinander waren. Diese konnte verworfen werden wenn $\Delta^2/s^2 <$ als der Wert in der Tabelle war (siehe Tab. 2). War das der Fall lag für die berechnetet Art ein Trend vor.
(Sachs, 2004)

Tab. 2: Werten von Δ^2/s^2 für verschiedene Signifikanzen, adaptiert nach Hart (1942)

	Values of k			*Values of k'*				*Values of k*			*Values of k'*		
n	*P*=.001	*P*=.01	*P*=.05	*P*=.95	*P*=.99	*P*=.999	*n*	*P*=.001	*P*=.01	*P*=.05	*P*=.95	*P*=.99	*P*=.999
4	.7864	.8341	1.0406	4.2927	4.4992	4.5469	31	1.0115	1.2469	1.4746	2.6587	2.8864	3.1219
5	.5201	.6724	1.0255	3.9745	4.3276	4.4799	32	1.0245	1.2570	1.4817	2.6473	2.8720	3.1046
6	.4361	.6738	1.0682	3.7318	4.1262	4.3639	33	1.0369	1.2667	1.4885	2.6365	2.8583	3.0882
7	.4311	.7163	1.0919	3.5748	3.9504	4.2356	34	1.0488	1.2761	1.4951	2.6262	2.8451	3.0725
8	.4612	.7575	1.1228	3.4486	3.8139	4.1102	35	1.0603	1.2852	1.5014	2.6163	2.8324	3.0574
9	.4973	.7974	1.1524	3.3476	3.7025	4.0027							
10	.5351	.8353	1.1803	3.2642	3.6091	3.9093	36	1.0714	1.2940	1.5075	2.6068	2.8202	3.0429
							37	1.0822	1.3025	1.5135	2.5977	2.8085	3.0289
11	.5717	.8706	1.2062	3.1938	3.5294	3.8283	38	1.0927	1.3108	1.5193	2.5889	2.7973	3.0154
12	.6062	.9033	1.2301	3.1335	3.4603	3.7574	39	1.1029	1.3188	1.5249	2.5804	2.7865	3.0024
13	.6390	.9336	1.2521	3.0812	3.3996	3.6944	40	1.1128	1.3266	1.5304	2.5722	2.7760	2.9898
14	.6702	.9618	1.2725	3.0352	3.3458	3.6375							
15	.6999	.9880	1.2914	2.9943	3.2977	3.5858	41	1.1224	1.3342	1.5357	2.5643	2.7658	2.9776
							42	1.1317	1.3415	1.5408	2.5567	2.7560	2.9658
16	.7281	1.0124	1.3090	2.9577	3.2543	3.5386	43	1.1407	1.3486	1.5458	2.5494	2.7466	2.9545
17	.7548	1.0352	1.3253	2.9247	3.2148	3.4952	44	1.1494	1.3554	1.5506	2.5424	2.7376	2.9436
18	.7801	1.0566	1.3405	2.8948	3.1787	3.4552	45	1.1577	1.3620	1.5552	2.5357	2.7289	2.9332
19	.8040	1.0766	1.3547	2.8675	3.1456	3.4182							
20	.8265	1.0954	1.3680	2.8425	3.1151	3.3840	46	1.1657	1.3684	1.5596	2.5293	2.7205	2.9232
							47	1.1734	1.3745	1.5638	2.5232	2.7125	2.9136
21	.8477	1.1131	1.3805	2.8195	3.0869	3.3523	48	1.1807	1.3802	1.5678	2.5173	2.7049	2.9044
22	.8677	1.1298	1.3923	2.7982	3.0607	3.3228	49	1.1877	1.3856	1.5716	2.5117	2.6977	2.8956
23	.8866	1.1456	1.4035	2.7784	3.0362	3.2953	50	1.1944	1.3907	1.5752	2.5064	2.6908	2.8872
24	.9045	1.1606	1.4141	2.7599	3.0133	3.2695							
25	.9215	1.1748	1.4241	2.7426	2.9919	3.2452	51	1.2010	1.3957	1.5787	2.5013	2.6842	2.8790
							52	1.2075	1.4007	1.5822	2.4963	2.6777	2.8709
26	.9378	1.1883	1.4336	2.7264	2.9718	3.2222	53	1.2139	1.4057	1.5856	2.4914	2.6712	2.8630
27	.9535	1.2012	1.4426	2.7112	2.9528	3.2003	54	1.2202	1.4107	1.5890	2.4866	2.6648	2.8553
28	.9687	1.2135	1.4512	2.6969	2.9348	3.1794	55	1.2264	1.4156	1.5923	2.4819	2.6585	2.8477
29	.9835	1.2252	1.4594	2.6834	2.9177	3.1594							
30	.9978	1.2363	1.4672	2.6707	2.9016	3.1402	56	1.2324	1.4203	1.5955	2.4773	2.6524	2.8403
							57	1.2383	1.4249	1.5987	2.4728	2.6465	2.8331
							58	1.2442	1.4294	1.6019	2.4684	2.6407	2.8260
							59	1.2500	1.4339	1.6051	2.4640	2.6350	2.8190
							60	1.2558	1.4384	1.6082	2.4596	2.6294	2.8120

Die Berechnungen wurden mit Hilfe von Excel vorgenommen.

Ergebnisse

1. Die Plots

1.1 Moosplot 3 (1003)

Die höchste Signifikanz der Veränderungen der Abundanz aller Arten gab es bei *Hypnum cupressiforme*, bei der es zu einer starken Zunahme kam. Dieser Trend wurde durch den Neumann Test bestätigt (siehe Anhang 2.1.2; Tab. 7). Ansonsten lagen keine Trends bezüglich Zu- oder Abnahme der Abundanz von anderen Arten vor (siehe Anhang 2.1.2; Tab. 8). Allerdings zeigte der Wilcoxon match pair test signifikante Verschiebungen, über die gesamten Untersuchungsjahre, bezüglich der Abundanz von *Hypnum cupressiforme* als lebender Bestand und *Hypnum cupressiforme* als schütterer. Außerdem konnten Veränderungen der Abundanz von *Hypnum cupressiforme* zu *Dicranum scoparium*, sowie der Abundanzen der beiden vorher genannten Arten zu unbelebten Strukturen gezeigt werden (siehe Anhang 2.1.2; Tab. 6).

1.2 Moosplot 5 (1005)

Die Deckung von *Hypnum cupressiforme* wurde, in diesem Plot, in den letzten drei Untersuchungsjahren deutlich weniger. Allerdings lässt sich daraus kein eindeutiger Trend erkennen. Den Gegenteiligen Effekt zeigte *Hypnum cupressiforme* als wenig vital, allerdings konnte auch hier, ähnlich wie bei *Hypnum cupressiforme*, kein eindeutiger Trend durch den Neumann Test gezeigt werden (siehe Anhang 2.2.2; Tab. 12 und Tab. 13).
Signifikante Unterschiede der Abundanzen konnten, im Laufe der Untersuchungen, zwischen den Arten *Hypnum cupressiforme*, als lebender, schütterer sowie abgestorbener Bestand und *Thuidium tamariscinum* zu unbelebten Strukturen gezeigt werden. Wobei hier angemerkt werden muss, dass *Thuidium tamariscinum*, lediglich einmal mit 0,16% im Jahr 1998 beschrieben wurde (siehe Anhang 2.2.2; Tab. 11).

1.3 Moosplot 6 (1006)

Dicranodontium denudatum nahm im Laufe der Jahre ab und hatte im Jahr 2010 mit 1,6% den kleinsten Anteil seit Beginn des Monitorings. Auf der anderen Seite tauchte *Dicranum scoparium* zum ersten Mal 2010 auf, und auch *Hypnum cupressiforme* war zum ersten Mal 2010 in größerem Ausmaße vorhanden (siehe Anhang 2.3.2; Tab. 15). Allerdings konnten keine Trends von Zu- oder Abnahme der Abundanzen der genannten Arten erkannt werden (siehe Anhang 2.3.2; Tab. 17).
Signifikante Verschiebungen der Abundanzen zwischen den einzelnen Arten konnte man zwischen *Dicranum montanum, Isothecium alopecuroides*, *Leucobryum glaucum*, *Thuidium tamariscinum* zu *Dicranodontium denudatum* erkennen. Außerdem gab es zwischen unbelebten Strukturen und allen in diesem Plot vorkommenden Moosarten signifikante Veränderungen ihrer Abundanzen (siehe Anhang 2.3.2; Tab 16a und Tab 16b).

1.4 Moosplot 7 (1007)

Die Abundanzen aller Arten, waren nahezu, wenn man von kleinen Schwankungen absieht, annähernd gleichbleibend. Lediglich *Leucobryum glaucum* zeigte eine starke Abnahme der

Deckung und dieser Trend wurde auch mit Hilfe von dem Neumann Test bestätigt (siehe Anhang 2.4.2; Tab. 21, Tab. 22, Tab, 23).
Vereinzelte Arten traten in manchen Untersuchungsjahren auf und waren darauf hin später wieder verschwunden. Beispiele dafür waren *Pterigynandrum filiforme*, *Rhytidiadelphus loreus* und *Plagiothecium undulatum* (siehe Anhang 2.4.2; Tab. 19).
Der Wilcoxon matched pair test zeigte Verschiebungen der Abundanzen zwischen *Hypnum cupressiforme* zu *Dicranum scoparium*, *Polytrichum formosum*, *Pterigynandrum filiforme*, *Rhytidiadelphus loreus* sowie *Plagiothecium undulatum*.
Auch bei *Dricranum scoparium* gab es Veränderungen der Abundanzen zwischen allen bereits vorher genannten Arten und *Bazzania trilobata*.
Außerdem liesen sich signifikante Unterschiede, im Laufe aller Untersuchungsjahre, zwischen *Polytrichum formosum* zu *Pterigynandrum filiforme*, *Rhytidiadelphus loreus* sowie *Plagiothecium undulatum* erkennen.
Pterigynandrum filiforme und *Bazzania trilobata* zeigten Änderungen in ihren Abundanzen zueinander. Aber auch gegenüber unbelebten Strukturen und höheren Pflanzen konnten signifikante Verschiebungen derer Abundanzen zu *Pterigynandrum filiforme* gezeigt werden.
Weiter Veränderungen die durch den Wilcoxon matched pair test veranschaulicht wurden, waren zwischen *Bazzania trilobata* und *Rhytidiadelphus loreus* sowie *Plagiothecium undulatum*. Außerdem konnten Verschiebungen von *Rhytidiadelphus loreus* und *Plagiothecium undulatum* zu unbelebten Strukturen und höheren Pflanzen beobachtet werden (siehe Anhang; Tab. 20a und Tab. 20b).

1.5 Moosplot 12 (1012)

Eine starke Veränderung der Abundanz gab es bei unbelebten Strukturen, die sukzessive abgenommen haben. Diese, mit dem Neumann Test unterstütze Tendenz führte zu signifikanten Verschiebung der Abundanz zu *Dicranum montanum*, *Dicranum scoparium*, *Thuidium tamariscinum*, *Leucobryum glaucum* in wenig vitalen Zustand, *Lepidozia reptans*, *Pylaisia ployantha* und höheren Pflanzen (siehe Anhang 2.5.2; Tab. 26a, Tab 26b, Tab. 29).
Starke Schwankungen ihrer Abundanz gab es, im Laufe der 18 Untersuchungsjahre, bei *Dicranum scoparium* und *Leucobryum glaucum*. Allerdings konnte bei *Leucobryum glaucum* im Gegensatz zu *Dicranum scoparium* mittels des Neumann Tests ein Monotonieverhalten gezeigt werden (siehe Anhang 2.5.2; Tab. 25, Tab. 27, Tab. 28).
Leucobryum glaubcum zeigte mit fast allen, in diesem Plot vorkommenden Arten eine signifikante Verschiebung der Abundanzen. Die einzigen Ausnahmen, mit denen keine Veränderungen zu *Leucobryum glaucum* gezeigt werden konnte, waren *Dicranum scoparium* und unbelebte Strukturen.
Dicranum scoparium zeigte, ähnlich wie *Leucobryum glaucum*, im Wilxoxon matched pair test signifikante Verschiebungen mit allen anderen Arten, mit Ausnahem von *Leucobryum glaucum* (siehe Anhang 2.5.2; Tab26a und Tab 26b).
Viele Arten wie *Dicranum montanum*, *Thuidium tamariscinum*, *Pylaisia ployantha* und *Leucobryum glaucum* in wenig vitalen Zustand traten vereinzelt und nur im geringen Maße auf. Auch Höhere Pflanzen haben erst im letzten Untersuchungsjahr einen erhöhten Anteil an der Gesamtdeckung des Plots eingenommen (siehe Anhang 2.5.2; Tab. 25).

1.6 Moosplot 13 (1013)

Zu diesem Plot gibt es keine Informationen aus vorherigen Untersuchungsjahren.

1.7 Moosplot 15 (1015)

Zu diesem Plot gibt es keine Informationen aus vorherigen Untersuchungsjahren.

1.8 Moosplot 17 (1017)

Zu diesem Plot gibt es keine Informationen aus vorherigen Untersuchungsjahren.

1.9 Moosplot 21 (1021)

Schwankungen der Abundanz von *Hypnum cupressiforme* im Laufe der Jahre waren mit einer steigenden Tendenz zuerkennen (siehe Anhang 2.9.2; Tab. 34). Diese Tendenz konnte allerdings nicht mit dem Neumann Test bestätigt werden (siehe Anhang 2.9.2; Tab. 36). *Hypnum cupressiforme* zeigte im Laufe aller Untersuchungsjahre, durch den Wilcoxon matched pair test, signifikante Veränderungen der Abundanz mit fast allen im Plot vorkommenden Arten, mit Ausnahmen von *Leucobryum glaucum*, *Lophozia ventricosa* und höhere Pflanzen (siehe Anhang 2.9.2; Tab 35a - f).
Hypnum cupressiforme im wenig vitalen Zustand und als schütterer Bestand werden im Laufen der gesamten Untersuchung lediglich jeweils nur einmal beschrieben.
Außerdem kann bei *Ctenidium molluscum*, ähnlich wie bei *Hypnum cupressiforme* ein aufsteigender Trend erkannt werden (siehe Anhang 2.9.2; Tab. 34). Es konnte allerdings kein Neumann Test durchgeführt werden, weil die Daten nicht normal verteilt waren. Signifikante Verschiebungen der Abundanz gab es zwischen *Ctenidium molluscum* zu *Hypnum cupressiforme* im wenig vitalen Zustand und als schütterer Bestand, *Leucobryum glaucum*, *Fissidens cristatus*, *Plagiochilla porelloides*, welches in den letzten drei Untersuchungsjahren plötzlich häufiger vorkam, sowie unbelebten Strukturen (siehe Anhang 2.9.2; Tab. 35a - f).
Bei *Plagiochilla porelloides* wird der scheinende Trend, der letzten drei Jahre, nicht durch den Neumann Test bestätigt (siehe Anhang 2.9.2; Tab. 42).
Eine fallende Tendenz der Abundanz zeigte hingegen *Leucobryum glaucum*. Dieser Trend konnte mit Hilfe des Neumann Tests bestätigte werden. Ähnlich, wie *Leucobryum glaucum* verhielt sich *Bazziana trilobata*, auch hier konnte der Neumann Test den Trend bestätigen (siehe Anhang 2.9.2; Tab. 34, Tab. 39, Tab. 40).
Auf Grund des vorher beschriebenen Trends, zeigte *Leucobryum glaucum* zu den meisten Arten, im Laufe der Jahre, signifikante Unterschiede in der Abundanz. Arten zu denen es keine signifikanten Verschiebungen gab waren *Hypnum cupressiforme*, *Dicranum scoparium*, unbelebte Strukturen und Höhere Pflanzen.
Das Gegenteil trat bei *Bazzania trilobata* auf, die zu fast keiner anderen im Plot vorkommenden Art signifikante Unterschiede der Abundanz aufwies. Lediglich *Leucobryum glaucum*, *Hypnum cupressiforme* und unbelebte Strukturen bildeten die Ausnahme (siehe Anhang 2.9.2; Tab. 35a – f).
Die Abundanz von *Isothecium alopecuroides* ist monoton steigend. Diesen Trend bestätigt der Neumann Test (siehe Anhang 2.9.2; Tab. 38). Dadurch kam es zu Veränderungen der Abundanz zwischen allen, jemals in diesem Plot vorkommenden Formen von *Hypnum cupressiforme* (vital, wenig vital und schütterer Bestand). Weitere Veränderungen konnten zwischen *Leucobryum glaucum*, *Tortella tortuosa* und unbelebten Strukturen beobachtet werden (siehe Anhang 2.9.2; Tab. 35a – f).
Dicranum scoparium wies, im Laufe der gesamten Untersuchung starke Schwankungen der Abundanz auf. Im vorletzten Monitoring wurde die Art gar nicht mehr beschrieben, bis sie fünf Jahre später wieder auftauchte (siehe Anhang 2.9.2; Tab. 34).
Aufgrund der nicht normal verteilten Daten von *Dicranum scoparium* war es nicht möglich einen Neumann Test durchzuführen und dadurch einen möglichen Trend zu bestätigen.

Dicranodontium denudatum zeigte geringe Schwankung in der Abundanz bis die Art im letzten Untersuchungsjahr zur Gänze verschwand. Da der Neumann Test negativ ausfiel, ist die Wahrscheinlichkeit sehr hoch, dass es keinen Trend der Abundanz von *Dicranodontium denudatum* gab (siehe Anhang 2.9.2; Tab. 34 und Tab. 41).
Unbelebte Strukturen nahmen, in dem dritten Monitoring, in ihrer Deckung stark ab. In den folgenden Jahren konnte aber eine monoton steigende Tendenz beobachtet werden. Der Neumann Test konnte die starke Zunahme von *Dicranodontium denudatum*, zuletzt nicht bestätigen. Der Wilcoxon matched pair test zeigte hingegen eine Verschiebung der Abundanz mit allen jemals im Plot vorkommenden Arten, mit Ausnahme von *Leucobryum glaucum* (siehe Anhang 2.9.2; Tab. 34, Tab. 35a – f, Tab. 43).
Im Laufe der Untersuchungsjahre traten folgende Arten nur vereinzelt und im geringen Maße auf, *Fissidens cristatus*, *Tortella tortuosa*, *Mylia taylorii*, *Lophozia ventricosa* (siehe Anhang 2.9.2; Tab. 34).

1.10 Moosplot 23 (1023)

Thuidium tamariscinum hatte sehr starke Schwankungen der Abundanz über die gesamte Zeit der Untersuchung. Immer den gegenteiligen Trend zu *Thuidium tamariscinum* haben unbelebte Strukturen gehabt, deren Zu- und Abnahmen immer kohärent zu denen von *Thuidium tamariscinum* waren (siehe Anhang 2.10.2; Tab. 45). Eine Tendenz, aufgrund der Schwankungen konnte mittels des Neumann Tests weder für *Thuidium tamariscinum* noch für unbelebte Strukturen gezeigt werden (siehe Anhang 2.10.2; Tab. 47, Tab. 50).
Es gab Verschiebungen der Abundanzen von *Thuidium tamariscinum* zu *Polytrichum formosum*, *Bazzania trilobata*, *Rhytidiadelphus loreus* und *Thuidium tamariscinum* als schütteren Bestand. Alle der oben genannten Arten, zu denen der Wilcoxon matched pair test Verschiebungen der Abundanz mit *Thuidium tamariscinum* erkennen lies, kamen nur in den ersten Untersuchungsjahren vor. Des Weiteren wiesen unbelebte Strukturen Veränderungen in der Abundanz zu *Polytrichum formosum*, *Rhytidiadelphus loreus* und Höheren Pflanzen auf (siehe Anhang 2.10.2; Tab. 46).

1.11 Moosplot 28 (1028)

Dieser Plot wurde über die gesamten Untersuchungsjahre von *Polytrichum formosum* dominiert. Erst im letzten Untersuchungsjahr nahm der Bestand etwas ab und *Thuidium tamariscinum* konnte deswegen zunehmen. Diese Verschiebung der Abundanzen konnte mit Wilcoxon matched pair test nachgewiesen werden (siehe Anhang 2.10.2; Tab. 53).
Der Neumann Trendtest konnte allerdings nur bei *Thuidium tamariscinum* durchgeführt werden. weil die Daten der Abundanz von *Polytrichum formosum* nicht normal verteilt waren. Allerdings wies *Thuidium tamariscinum* keinen signifikanten Trend der Abundanz auf (siehe Anhang 2.11.2; Tab. 54).
Der Wilcoxon matched pair test zeigte signifikante Veränderungen der Abundanzen zwischen *Polytrichum formosum* mit Höheren Pflanzen und unbelebten Strukturen (siehe Anhang 2.10.2; Tab. 53).

1.12 Moosplot 30 (1030)

In diesem Plot tauchten immer wieder Arten auf und verschwanden darauf hin wieder. Lediglich unbelebte Strukturen wiesen immer einen größeren Anteil der Gesamtdeckung des Plots auf.
Dicranodontium denudatum war im ersten Untersuchungsjahr stark vorhanden, nahm allerdings in ihrer Abundanz stark ab und viel bereits im dritten Monitoring komplett aus. Im

Gegensatz dazu tauchte *Hypnum cupressiforme* im letzten Jahr, zum ersten Mal verstärkt auf. *Dicranum scoparium* war, in geringem Maße, in allen drei Untersuchungen beschrieben worden.
Zwei Arten wurden 2010 zum ersten Mal überhaupt in der Untersuchung beschrieben, dass waren *Lejeunea cavivola*, und *Rynochostegiela reuella*. Die meisten Arten waren, in diesem Plot überhaupt nur einmal beschrieben worden. Dazu gehörten *Plagiochilla porelloides*, *Lepidozia reptans*, *Frullania dilatata*, *Pylaisia ployantha*, *Dicranum montanum* (siehe Anhang 2.12.2; Tab. 58). Leider konnte in diesem Plot, für keine Art, ein Neumann Test durchgeführt werden, da diese Untersuchungsfläche erst zum dritten Mal untersucht wurde und daher die Grundgesamtheit jeder Art n = 3 und dadurch zu klein war um einen Neumann Test durchzuführen. Auch der Wilcoxon matched pair test konnte keine signifikanten Verschiebungen von Arten zeigen (siehe Anhang 2.12.2; Tab. 59a - h).

1.13 Moosplot 32 (1032)

Aufgrund der geringen Grundgesamtheit jeder Art mit n = 3, war es nicht möglich ein Neumann Trendtest durchzuführen. Allerdings konnte im Anhang 2.13.2, Tab. 61 einen steigenden Trend von *Hypnum cupressiforme* ausgemacht werden, während *Hypnum cupressiforme* im wenig vitalen Zustand sukzessive abnahm. Ein ähnlich steigendes monotones Verhalten der Abundanz, wenn auch nicht in derselben Größenordnung wie bei *Hypnum cupressiforme*, zeigte *Dicranum scoparium* und *Isothecium alopecuroides*. *Leucobryum glaucum* und *Ctenidium molluscum* zeigten, im Laufe der drei Monitorings Schwankungen in ihrer Abundanz.
Plagiochilla porelloides nahm erst im letzten Untersuchungsjahr einen größeren Teil der Gesamtdeckung des Plots ein. Durch den Wilcoxon matched pair test wurden keine signifikanten Veränderungen der Abundanzen der Arten untereinander gezeigt (siehe Anhang 2.13.2; Tab. 62a - g).

1.14 Moosplot 33 (1033)

Den größten Teil der Gesamtdeckung diese Plots, machte jedes Jahr *Dicranodontium denudatum* und unbelebte Strukturen aus. Im Jahr 2005 hatten auch *Dicranum scoparium*, *Dicranum montanum*, *Bazzania trilobata* und *Leucobryum glaucum* einen größeren Anteil an der Deckung des Plots. Vor allem *Leucobryum glaucum* zeigte eine stark sinkende Tendenz, welche leider nicht mit dem Neumann Test überprüft werden konnte, da die Untersuchung dieses Plots nur über einen Zeitraum von drei Jahren gegangen war und dadurch die Grundgesamtheit mit n = 3, zu klein ausfiel. Die Moosarten dieses Plots zeigten in Wilcoxon matched pair test keine signifikanten Verschiebungen der Abundanzen (siehe Anhang 2.14.2; Tab. 64, Tab. 65a - c).

2. Die Unterschiede zwischen Plateau und Steilhang

2.1 *Hypnum cupressiforme*

Hypnum cupressiforme kam in acht verschiedenen Plots vor. Vier der acht Plots befanden sich im Steilhang, die anderen vier im Plateau. Alle Plots im Steilhang in denen sich *Hypnum cupressiforme* befand, waren an Stammabflussflächen, während es beim den Plateau Plots einen der vier Plot gab, der sich auf einer Zwischenstammfläche befand.
Ansonsten waren, auch im Plateau die restlichen drei Plots an Stammabflussflächen (siehe Anhang 3.1; Tab. 66).

Das General Mixed Linear Model zeigte, dass es signifikante Unterschiede, der Abundanz von *Hypnum cupressiforme*, zwischen den einzelnen Plots gab. Die verschiedenen Geländeformationen Plateau und Steilhang, wiesen keine signifikanten Unterschiede, der Abundanz von *Hypnum cupressiforme* zueinander auf. Allerdings musste es eine ähnliche Veränderung der Abundanz von *Hypnum cupressiforme* zwischen Steilhang und Plateau gegeben haben. Die Richtung, in welche sich dieser Trend entwickelte, konnte nicht mittels des General Mixed Linear Model bestimmt werden. Eine Veränderung von der Abundanz von *Hypnum cupressiforme* zwischen den einzelnen Untersuchungsjahren liegt nicht vor (siehe Anhang 3.1; Tab. 67).

2.2 *Hypnum cupressiforme* schütterer Bestand

Hypnum cupressiforme als schütterer Bestand kam nur in zwei, sich im Plateau befindlichen Plots vor. Von diesen zwei Plots gab es einen, der in dem *Hypnum cupressiforme* als schütterer Bestand nur einmal innerhalb der 18 Untersuchungsjahre beschrieben wurde. Auch bei dem zweiten Plot im Plateau gab es ein Jahr in dem die Art als schütterer Bestand komplett ausfiel.
Ähnlich wie bei den Plots im Plateau, kam *Hypnum cupressiforme* als schütterer Bestand in den vier Plots im Steilhang, nur einmal pro Plot vor. Der Großteil dessen war im Jahr 2005, lediglich einmal wurde es im Jahr 2010 beschrieben.
Alle Plots die *Hypnum cupressiforme* als schütteren Bestand enthielten befanden sich auf Stammabflussflächen (siehe Anhang 3.2; Tab. 68).
Wie es die vorherigen Beschreibungen erwarten lies, gab es weder signifikante Unterschiede der Abundanzen zwischen Steilhang und Plateau noch zwischen den einzelnen Plots. Es konnte auch kein Trend gezeigt werden, welcher im Plateau genauso wie im Steilhang stattgefunden haben könnte. Lediglich ein Unterschied zwischen den einzelnen Untersuchungsjahren konnte mittels des General Mixed Linear Model zu hoher Wahrscheinlichkeit bewiesen werden (siehe Anhang 3.2; Tab. 69).

2.3 *Hypnum cupressiforme* wenig vital

Hypnum cupressiforme wenig vital kam im Plateau nur in einem einzigen Plot vor und in diesem anfänglich nur in geringen Zahlen. Im Jahr 2005 fiel es nach einem kurzen Anstieg der Abundanz sogar komplett aus. Während 2010 fast 50% der Gesamtdeckung ausmachte.
Im Steilhang war *Hypnum cupressiforme* im wenig vitalen Zustand zwar in drei Plots vorhanden, allerdings immer nur vereinzelt und meist in geringer Abundanz. Ledglich im Plot 32 wurde es 1998 mit fast 42% beschrieben, nahm allerdings bereits im Jahr 2005 rapide ab und fiel 2010 komplett aus in diesem Plot (siehe Anhang 3.3; Tab. 70).
Im General Mixed Linear Model konnten keine signifikanten Veränderungen der Abundanz von *Hypnum cupressiforme* im wenig vitalen Zustand gezeigt werden (siehe Anhang 3.3; Tab. 71).

2.4 *Dicranum montanum*

Aufgrund der Tatsache, dass in den Tabellen der Wert 0% als Deckung sehr häufig vorkam, konnten keine signifikanten Ergebnisse gezeigt werden.

2.5 *Dicranum scoparium*

Dicranum scoparium wurde in fünf Plots des Plateaus und in vier Plots des Steilhangs beschreiben. In zwei Plots des Plateaus kam die Art dauerhaft, über die gesamte Untersuchung, vor. Der Trend war allerdings negativ gerichtet.
Auch im Steilhang gab es zwei Plots in denen es *Dicranum scoparium* über die gesamten drei Untersuchungen mit geringen Schwankungen nahezu konstant halten konnte (siehe Anhang 3.5; Tab. 74).
Innerhalb der einzelnen Plots kam es zu signifikanten Veränderungen der Abundanz von *Dicranum scoparium*. Es konnte auch gezeigt werden, dass es zu ähnliche Unterschiede der Abundanz in den Plots des Steilhang und denen sich im Plateau befindlichen Plots, im Laufe der Zeit kam (siehe Anhang 3.6; Tab. 75).

2.6 *Isothecium alopecuroides*

Isothecium alopecuroides kam, im Laufe der Untersuchung, in nur zwei Plots insgesamt drei Mal vor. 2010 konnte es im Plot 15 mehr als 31% der Gesamtdeckung einnehmen.
Im Plot 6 waren es anfänglich nur 0,8% und bereits im dritten Monitoring war die Art nicht mehr in dem Plot vorhanden. Im Steilhang, indem die Art auch nur in zwei Plots vorkam, ist die Deckung der Art, in beiden Plots monoton steigend. Nur in einem Plot konnte das alerdings mittels des Neumann Test bewiesen werden (siehe Anhang 2.9.2; Tab 38).
Alle Plots, in denen *Isothecium alopecuroides* vorkam, lagen an Stammabflussflächen (siehe Anhang 3.7; Tab. 76).
Trotz des gegensätzlichen Trend von *Isothecium alopecuroides* im Steilhang und im Plateau konnten weder signifikante Unterschiede zwischen den beiden Standorten noch zwischen den einzelnen Untersuchungsjahren festgestellt werden. Lediglich die einzelnen Plots weisen signifikante Unterschiede zueinander auf (siehe Anhang 3.7; Tab. 77).

2.8 *Thuidium tamariscinum*

Thuidium tamariscinum kam im Steilhang nur in zwei Plots vor und in diesen auch nur einmal, dies war der Fall im Untersuchungsjahr 2010. Im Plateau gab es fünf Plots die *Thuidium tamariscinum* beinhaleten. In drei von den fünf Plots war die Art im Jahr 2010 nicht mehr vorhanden und in zwei der drei Plots schien die Art jeweils nur im Untersuchungsjahr 1998 auf.
In einem Plot im Plateau, war *Thuidium tamariscinum* über die gesamten Untersuchungsjahre immer sehr stark vertreten (Siehe Anhang 3.8; Tab. 78).
Sehr große signifikante Unterschiede wurden durch das General Mixed Linear Model zwischen den einzelnen Plots festgestellt.
Es gab allerdings weder Unterschiede zwischen den zwei Standorten, noch konnte ein ähnlicher Trend zwischen den zwei Standorten gezeigt werden. Des weiteren konnten keine signifikante Unterschiede innerhalb der einzelnen Untersuchungsjahre gefunden werden (siehe Anhang 3.8; Tab. 79).

2.9 *Leucobryum glaucum*

Leucobryum glaucum kommt im Plateau in zwei Plots vor. Ein höheres Vorhandensein der Art kann man im Steilhang erkennen. In fünf Plots des Steilhangs wurde die Art innerhalb der Untersuchung beschrieben. In vier dieser fünf Plots war sie im Jahr 2010 vorhanden und in drei der fünf Plots konnte die Art über die gesamte Zeit in welcher, der Plot an der Untersuchung teilnahm, gefunden werden.

Nur ein Plot, welcher sich im Plateau befand, in dem die Art sukzessive an Abundanz verlor, war in der Ebene. Alle anderen hatten eine Exposition. Dieser eine Plot war auch der einzige der sich in einer Zwischenstammfläche befand während hingegen alle anderen als Stammabflussfläche beschrieben wurden (siehe Anhang 3.9; Tab 80).
Signifikante Unterschiede der Abundanz von *Leucobryum glaucum* gab es zwischen den einzelnen Plots. Außerdem gab es mit hoher Wahrscheinlichkeit ein ähnliches Monotonieverhalten der Abundanz zwischen Plateau und Steilhang.
Die zwei Standorte Plateau und Steilhang hingegen wiesen keine relevanten Unterschiede auf. Ähnlich verhielten sich auch die einzelnen Untersuchungsjahre (siehe Anhang 3.9; Tab 81).

2.10 *Bazzania trilobata*

Bazzania trilobata wurde jeweils in zwei Plots vom Plateau und dem Steilhang vorgefunden. In jeweils einem Plot fiel die Art im Jahr 2010 aus. Während es im Plot 33, der sich im Steilhang befindet, ein negativer Trend zu erscheinen vermag, vermehrte sich die *Bazzania trilobata* im anderen Plot des Plateaus zunehmend (siehe Anhang 3.10; Tab 82).
Durch diesen ähnlichen Verlauf der Art auf beiden Standorten konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen Plateau und Steilhang erkannt werden, auch nicht zwischen den einzelnen Untersuchungsjahren.
Lediglich die einzelnen Plots wiesen genug Unterschiede auf um diese im General Mixed Linear Model darstellen zu können (siehe Anhang, 3.10; Tab 83).

2.11 höhere Pflanzen

Höhere Pflanzen kamen in fast allen Plots vor. Im Steilhang fehlten sie in nur drei von allen sieben Plots und im Plateau kamen sie in allen Plots vor (siehe Anhang 3.11; Tab. 84).
Das General Mixed Linear Model zeigte signifikante Veränderungen von der Abundanz höherer Pflanzen innerhalb der einzelnen Untersuchungsjahre.
Außerdem gab es mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit einen ähnlichen Trend zwischen den zwei Standorten Steilhang und Plateau. Zwischen den einzelnen Plots hingegen konnten keine Unterschiede erkannt werden (siehe Anhang 3.11; Tab. 85).

2.12 unbelebte Strukturen

Unbelebte Strukturen kamen in allen Plots vor (siehe Anhang 3.12; Tab. 86).
Auch hier ähnlich wie bei den höheren Pflanzen konnte mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit ein bestimmter Trend, ähnlich des Steilhang und Plateau erkannt werden, sowie signifikante Unterschiede von unbelebten Strukturen innerhalb der einzelnen Untersuchungsjahre angezeigt werden. Allerdings im Gegensatz zu den höheren Pflanzen gab es signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Plots (siehe Anhang 3.12; Tab. 87).

Diskussion

1. Ergebnisse

Über die gesamten Untersuchungsjahre kann ein negativer Trend von Sulphur Emissionen gezeigt werden, während hingegen Nitrogen Emissionen über die gesamte Zeit unverändert bleiben (Mayer et al., 2013).
Derselbe Trend, für Nitrogen und Sulphur Emissionen wird auch von Bouwman et al. (2002) in ihrem Paper beschrieben.
Seit den Messungen in Jahr 1980, zeigten Schwermetalle wie Zink, Nickel, Kupfer, Cadmin und Blei ein negatives Monotonieverhalten, weshalb sie in ihrer Konzentrationen unter den Richt- und Grenzwerten gefallen waren. Von 2000 – 2003 gab es innerhalb der drei Jahre einen kurzzeitigen dramatischen Anstieg der Depositionen. Lediglich Kupfer bildete die einzige Ausnahme. Der Grund für den plötzlichen Anstieg der Depositionen ist mit großer Wahrscheinlichkeit auf die regionale Metallverarbeitung zurückzuführen (Offenthaler et al., 2009).
Die Konzentration von Schwermetallen nimmt mit zunehmender Distanz zu der Quelle ab. Die größten Konzentrationen von Schwermetallen sind innerhalb von 500-2000m von ihrem Ursprung zu finden (Gonzalez-Miqueo et al., 2010).
Allerdings kann es trotzdem vorkommen, dass auch in größerer Entfernung von der Quelle, höhere Schwermetallkonzentrationen vorhanden sein können. Der Grund dafür kann darauf zurückgeführt werden, dass aufgrund der lokaler geologischer und klimatischer Bedingungen, der Wind meist aus derselben Richtung bläst und dadurch die Depositionen in diese Richtung weiter in die Umgebung hinaus transportiert werden (Boquete et al., 2009; Gonzalez-Miqueo et al., 2010). Das bedeutet, dass es dadurch zu einer Anhäufung von Konzentrationen im Luv Bereich und einer deutlich niedrigeren Schadstoffkonzentration im Leebereich des Windes kommen kann.
Dabei wird die Größe, die der Wind bei der Verbreitung von Schadstoffen spielt, gezeigt (Gonzalez-Miqueo et al., 2010).
Andere Gründe für die unterschiedlichen Ausbreitungsmuster von Schwermetallen kommt, sind die Lage, die Anzahl und die individuellen Eigenschaften der Schadstoffquelle (Boquete et al., 2010).
Die oben genannten Faktoren, sind alles mögliche Gründe für eine Veränderung der Artenzusammensetzung, die in einem Gebiet stattgefunden haben.
Olson und Kellner (2006) beschreiben in ihrer Arbeit, dass eine erhöhte Stickstoffzufuhr aufgrund von Düngung, zwar keine Veränderung des Vegetationstypes zur Folge hat, sie allerdings das „Ranking“ der Arten innerhalb eines Plots verändern kann.
Außerdem kann eine Veränderung der Konzentrationen der Luftschadstoffe, neben der vorher erwähnten Veränderung der Vegetationszusammensetzung, auch noch eine veränderte Wachstumsrate und eine Zu- oder Abnahme der Schadstoffe im Gewebe der Moose zur Folge haben.

1.1 Vergleich der Plots 1003, 1005 und 1006

Die Abnahme von *Hypnum cupressiforme* im Jahr 2005 wurde auf mechanische Schädigung zurückgeführt (Zechmeister, 2006).

Diese Schädigungen konnten im letzten Untersuchungsjahr, 2010, nicht mehr festgestellt werden. Der, über die gesamten Untersuchungsjahre festgestellte und mit dem Neumann Test bestätigte (siehe Anhang 2.1.2; Tab. 7) steigende Trend von *Hypnum cupressiforme* im Plot 1003, könnte mit einer Abnahme der Abundanz von unbelebten Strukturen zusammen hängen. Eine Bestätigung für diese Annahme konnte der Wilcoxon matched pair Test nicht liefern (siehe Anhang 2.1.2; Tab. 6).
Im Untersuchungsjahr 2010 war der größte Teil von unbelebten Strukturen Laub- und Nadelstreu. Die Annahme liegt daher nahe, dass Laub- und Nadelstreu auch in den vorherigen Untersuchungsjahren den größten Teil der unbelebten Strukturen eingenommen haben. Nachdem Laub- und Nadelstreu negativ mit der Deckung von Moosen korrelieren (Zechmeister, 1994), würde eine Abnahme von Laub- und Nadelstreu eine Zunahme von Moosen bedeuten.
Dicranum scoparium ist ein sehr weitverbreitetes acrocarpes Moos. Der Grund dafür ist, dass es sehr hohe Toleranz gegenüber verschiedenen Substraten und verschiedenen pH-Werten hat. Außerdem ist es einerseits ein terrestisches Moos andererseits allerdings auch ein epiphytisches (Leith et al., 2008).
Dicranum scoparium nimmt, ähnlich wie unbelebte Strukturen, im Laufe der Untersuchung ab, obwohl *Dicranum scoparium* und *Hypnum cupressiforme* oft zusammen im Verband (*Hypnum-Dicranetum*) anzutreffen sind (Frahm, Frey, 2003). Allerdings bevorzugt *Dicranum scoparium* mesosauren bis stark sauren Rohhumus- und Humusboden während hingegen *Hypnum cupressiforme* ein sehr häufiger Vertreter an der Rinde von Laub- und Nadelbäumen ist (Ricek, 1994). Es ist anzunehmen, dass eventuell *Hypnum cupressiforme*, an der Rinde von Bäumen konkurrenzstärker als *Dicranum scoparium* ist.
Wenn das der Fall wäre, könnte er einer der Gründe sein, dass *Hypnum cupressiforme* zunimmt, während *Dicranum scoparium* abnimmt, da ein sehr großer Teil des Plots besteht aus einer Wurzel von *Fagus sylvatica* besteht.
Leith et al. (2008) haben gezeigt, das *Dicranum scoparium* weniger Stickstoff in ihr Gewebe akkumuliert als andere Arten. Sie zogen in ihrer Arbeit einen Vergleich mit dem Moos *Thuidium tamariscinum*.
Eine Zufuhr von Stickstoff, wäre also ein weiterer Grund dafür, warum es zu der sukzessiven Abnahme von *Dicranum scoparium* kommt.
Der Wilcoxon matched pair Test zeigt auf jedenfall an, dass es eine Veränderung zwischen den Abundanzen von *Dicranum scoparium* und *Hypnum cupressiforme* stattgefunden hat (siehe Anhang 2.1.2; Tab. 6).
Ein Plot, der eine ähnliche Artenzusammensetzung hat wie Plot 1003 ist der Plot 1006. Ähnlich wie auch das zuvor im Plot 1003 der Fall war, nehmen unbelebte Strukturen auch im Plot 1006 ab. Im Untersuchungsjahr 2010 waren fast 50% der unbelebten Strukturen entweder Laub- und Nadelstreu oder freiliegende Wurzeln. Unbelebte Strukturen haben 2010 ihren niedrigsten Wert in diesem Plot. Genau wie im Plot 1003 handelt es sich, auch bei Plot 1006, um eine Stammabflussfläche. Der eigentliche Unterschied ist lediglich, dass es sich beim Plot 1003 um eine Stammabflussfläche einer *Fagus sylvatica* handelt, die nach Südwest exponiert ist und beim Plot 1006 ist eine Stammabflussfläche einer *Picea abies*, die nach Nordwesten exponiert ist.
Allerdings ist im Plot 1003 die Abundanz von *Dicranum scoparium* schon fast vernachlässigbar gering. Ein weiterer Unterschied ist, das *Hypnum cupressiforme* weniger stark im Plot 1006 vertreten ist als im Plot 1003 und dafür hat *Dicranum scoparium* einen größeren Anteil an der Deckung des Plots.
Ein Plot, der von den äußerlichen Voraussetzungen ähnlich den der beiden vorher genannten Plots ist, ist Plot 1005. Hier haben wir, wie im Plot 1003, mit einer Stammabflussfläche von einer *Fagus sylvatica* zu tun, die genauso wie im Plot 1006 nach Nordwesten exponiert ist. *Dicranum scoparium* ist allerdings in diesem Plot nie vorhanden gewesen, trotzdem gibt es

viele andere Ähnlichkeiten. Genau wie im Pot 1006 sind die unbelebten Strukturen in nahezu 50% Laub- und Nadelstreu und 50% in freiliegende Wurzeln aufgeteilt. Während aber der Artcode 500-799 im Plot 1006 zur Gänze von Flechten eingenommen wird, wurde der Artcode bei den Plots 1003 und 1005 mit höheren Pflanzen beschrieben. Lediglich der Prozentuelle Anteil des Artcodes ist nahezu bei allen drei Plots gleich.
Nachdem in dem Plot 1005 keine mechanischen Schäden vorzufinden waren wurde angenommen, dass es Einträge aus der Luft sein könnten die zur Abnahmen von *Hypnum cupressiforme* geführt haben könnten (Zechmeister, 2006). Allerdings kommt *Hypnum cupressiforme* oft an urbanen Stellen vor und scheint dadurch sehr Tolerant gegen erhöhten Schadstoffeintrag zu sein (Mitchel et al., 2005). Trotz der Abnahme von *Hypnum cupressiforme* im Laufe der Untersuchungsjahre gab es eine starke Zunahme von *Hypnum cupressiforme* im wenig vitalen Zustand im Jahr 2010 und eine sehr große Abnahme von unbelebten Strukturen.
Es gibt auch einen Zusammenhang zwischen dem einfallenden Regen und der Konzentration im Stammabflusswasser. Diese hängt von vielen verschiedenen Faktoren ab: die Größe und die Art des Baumes, die Dichte des Stammes, die Intensität des Niederschlages sowie die Windgeschwindigkeit (Leith et al., 2008).
Es könnte auch einen Unterschied zwischen der Konzentration des Stammabflusswassers von *Fagus sylvatica* und *Picea abies* geben, welches der Grund dafür ist, dass im Plot 1006 *Dicranum scoparium* einen größeren Anteil an der Gesamtdeckung des Plots hat als in den zwei anderen Plots 1003 und 1005, im Gegensatz dazu ist *Hypnum cupressifrome* im Plot 1006 in geringerem Maße vorhanden.
Es ist zwar noch nicht genau geklärt wie Arten mit ähnlichen Lebensformen und –strategien sowie einer überlappender Toleranz der Standortsfaktoren in einem mehr oder weniger homogenen Lebensraum in Coexistenz leben können, allerdings werden offene Stellen meist von jenen Arten wieder besiedelt die bereits in dem Gebiet eine dominante Rolle spielen. Neubesiedlungen sind meist selten und passieren fast nur aufgrund von asexuellen Diasporen die im Boden überdauern (Heinken, Zippel, 2004).
Das würde erklären warum kaum neue Arten in das Programm aufgenommen werden. In diesem Untersuchungsjahr waren es genau zwei neue Arten, *Lejeunea cavivola* und *Rynochostegiela reuella*.
Außerdem scheint es so als ob viele Arten im Laufe der Untersuchung in einzelnen Plots verschwunden sind.
Das könnte darauf beruhen, dass es in diesem Gebiet wenige bis keine Störungen gibt, und dadurch langsam eine Klimaxgesellschaft entsteht. Durch Störungen würde das Gleichgewicht der Gesellschaft zerstört werden und auch Neubesiedlungen wären möglich. Wenn es allerdings zu keinen Störungen kommt, können sich ein paar wenige dominante Arten durchsetzen, die nicht mehr verdrängt werden können und es entsteht die oben bereits genannte Klimaxgesellschaft (Heinken, Zippel, 2004).
Die vorher angenommene Hypothese, dass die Abnahme von unbelebten Strukturen, in den drei Plots 1003, 1005 und 1006, im Zusammenhang mit der Verschiebung der Artenabundanz zu tun hat, könnte sich als richtig erweisen. Denn in allen drei Plots nehmen unbelebte Strukturen ab und die dabei entstandenen offenen Stellen könnten mit der Zunahme von *Hypnum cupressiforme* in den verschiedensten Zuständen sowie von *Dicranum scoparium* im Plot 1006 im Zusammenhang stehen.
Gerade weil eine Neubesiedlung einer Plot fremden Art, wie bereits angesprochen, relativ selten ist, liegt es nahe, dass die Besiedlung der offenen Stellen von einer, sich bereits im Plot befindlichen Art erfolgt.
Hypnum cupressiforme und *Dicranum scoparium* sind beides Arten denen es möglich ist durch kleine abgetrennte Fragmente einen neuen Gametophyten entstehen zu lassen und dadurch offene Stellen zu besiedeln. *Dicranum scoparium* welches kurze Rasen bildet ist

allerdings sehr langsam im besiedeln von neuen Habitaten oder offenen Stellen darum wird diese Art oft in Zusammenhang mit trockenen und arme Habitaten gebracht (Heinken, Zippel, 2004).
Beide bereits erwähnten Faktoren würden erklären warum die Abnahme von unbelebten Strukturen im Plot 1003 und 1005 einen Zuwachs von *Hypnum cupressiforme* bedeutent. Nur bei Plot 1006 ist die Frage warum plötzlich beide Arten *Hypnum cupressiforme* und *Dicranum scoparium* in fast gleichem Maße so stark an Deckung gewonnen haben.

1.2 Plot 1007

Bei *Leucobryum glaucum* handelt es sich um eine sehr langlebige Art, umso verwunderlicherer ist der komplette Ausfall der Art im Jahr 2005, nachdem es 1992 noch fast die halbe Fläche des Plots eingenommen hat (Zechmeister, 2006).
Im letzten Untersuchungsjahr ist *Leucobryum glaucum* wieder in den Plot zurückgekehrt. Die Abnahme von *Leucobryum glaucum*, welche ein Säurezeiger ist, könnte wie im Plot 1021 mit einem Nitrogenen Anstieg zu tun haben (Zechmeister, 2006). Auch *Bazzania trilobata*, ein zweiter Säurezeiger nimmt in den Jahren von 1992 – 2005 ein wenig ab.
Im Gegenzug dazu nimmt *Hypnum cupressiforme* zu.
Im letzten Untersuchungsjahr, in dem *Leucobryum glaucum* wieder auftaucht und *Bazzania trilobata* starke an Deckung zunimmt, kommt es daher im Gegenzug zu einer Abnahme von *Hypnum cupressiforme*.
Nachdem *Leucobryum glaucum* zu den Colonists zählt und viele kleinere Sporen bildet (100000 Sporen), welche sich über ein weites Gebiet ausbreiten können und dadurch mit größere Wahrscheinlichkeit neue offene Stellen in anderen Gebiete besiedeln (Vanderpoorten, Goffinet, 2009), ist es auch dadurch zu erklären warum *Leucobryum glaucum* nach seinem Verschwinden im Jahre 2005 bereits fünf Jahre später im nächsten Monitoring wieder auftaucht.
Ein Zusammenhang könnte auch dadurch bestehen, dass die Art mittels Diasporen, aufgrund einer schlechten Umweltsituation, diese zu überbrücken versuchte, um fünf Jahre später wieder aufzutauchen als sich die Umweltbedinugen stabilisierten (Heinken, Zippel, 2004).
Allerdings nehmen Höhere Pflanzen stark zu. Vielleicht gab es aufgrund des möglichen Nitrogenen Anstiegs eine Verschiebung der Konkurrenz in Richtung der Höheren Pflanzen (Koranda et al., 2007).
Auch *Polytrichum formosum* nimmt seit 2002 sukzessive an Deckung ab.
Eine andere Hypothese die das Verschwinden von *Hypnum cupressiforme* im Jahr 2010 und von *Leucobryum glaucum* im Jahr 2005 erklären würde, könnte mit dem starken Anstieg von Laub- und Nadelstreu, in den zwei Untersuchungsjahren zu tun haben.

1.3 Plot 1012

Zechmeister (2006) sieht einen Zusammenhang in der konstanten Zunahme von *Leucobryum glaucum*, der verlangsamten Zunahme von *Dicranum scoparium* und der Abnahme von bislang nicht besiedelten sauren Substraten (primär Nadelstreu), welche sich in diesem Plot im laufe der Jahre abgespielt hat.
Der steigende Trend von *Leucobryum glaucum*, der sich auch im Jahr 2010 fortsetzt wurde mit hoher Wahrscheinlichkeit durch den Neumann Test (siehe Anhang 2.5.2, Tab. 28) bestätigt.
Ähnlich wie bei den bisher angesprochenen Plots bei denen es sich auch um Stammabflussflächen handelt, wird wieder ein negativer Trend von unbelebten Strukturen (siehe Anhang 2.5.2, Tab. 29), genauer noch von Laub- und Nadelstreu mit einer Zunahme von Moosen beobachtet. Dies könnte wie Zechmeister (2006) schon angesprochen hat einen relevanten Zusammenhang haben. Es wäre möglich, dass die Abnahme von *Dicranum scoparium* damit zusammenhängen könnte, dass diese Art einfach zu langsam wächst

(Heinken, Zippel, 2004) und dadurch kein ebenbürtiger Konkurrent für *Leucobryum glaucum* ist.
Das könnte auch daraus rühren, dass *Leucobryum glaucum* ein Säurezeiger ist (Frahm, Frey, 2003), und die Neubesiedlungen auf Kosten von sauren Substraten basierte (Zechmeister, 2006).

1.4 Plot 1013, Plot 1015, Plot 1017

Alle drei Plots sind im Jahre 2010 zum ersten Mal untersucht worden, weshalb es nicht möglich ist Vergleiche mit davor beschriebenen Monitorings anzustellen.

1.5 Plot 1021

Im Plot 1021 kam es im Jahr 2005 zu einer starken Zunahme von *Hypnum cupressiforme* und einer Abnahme von allen Rohhumus bzw. Säurezeiger wie zum Beispiel, *Leucobryum glaucum*, *Bazzania trilobata*, *Dicranodontium denudatum*. Ein weiterer Säurezeiger, *Dicranum scoparium* ist komplett ausgefallen. Anstelle dieser Säurezeiger haben nitrophile Algen stark zugenommen. Daher liegt die Annahme nahe, dass sukzessive erhöhte Stickstoffeinträge diese Fläche prägen (Zechmeister, 2006).
Erhöhter Stickstoffeintrag kann negative wie auch positive Effekte haben. Es kann zur Reduzierung aber auch zur Erhöhung der Produktivität, von Moosarten führen. Das kann sogar innerhalb derselben Art passieren (Koranda et al., 2007).
Bereits im Jahre 2010 konnte eine Abnahme von *Hypnum cupressiforme* verzeichnet werden und im Gegenzug dazu ein steigender Trend von *Isothecium alopecuroides* gezeigt werden. Auch *Dicranum scoparium* hat, im letzten Untersuchungsjahr, stark an Abundanz zugenommen.
Der negative Trend von *Leucobryum glaucum* setzt sich auch im Jahr 2010 fort (siehe Anhang 2.9.2, Tab. 39). Andere Säurezeiger wie *Bazzania trilobata* und *Dicranodontium denudatum* fallen komplett aus.
Die nitrophile Algen sind nur im Jahr 2005 vorhanden. In sonst keinem anderen Jahr werden sie beschrieben. Auch im Jahr 2010 sind es *Poaceen* und *Primula sp.* die, die gesamte Deckung des Artcodes 500-700 einnehmen.
Erhöhter Stickstoffeintrag kann nicht nur toxische und produktionssteigernde Wirkungen auf Moose haben sondern auch indirekte Effekte. Es können dadurch höhere Pflanzen gefördert werden, was zu Beschattung von Moosen sowie Konkurrenz von Raum und Ressourcen führen würde. Das würde zu einer Verschiebung des Konkurrenzvermögens führen (Koranda et al., 2007) und eine Abnahme von Moosen zum Resultat haben.
Im Fall von diesem Plot könnte der Erhöhte Stickstoffeintrag einen solchen indirekten Effekt gehabt haben, dass es zu einer plötzlichen Zunahme von *Poaceen* und *Primula sp.* gekommen war. Ein Grund für die Zunahme von *Dicranum scoparium* könnte einerseits mit der Fähigkeit, der Art zu tun haben, sehr tolerant gegenüber verschiedene Substrate und pH-Werte zu sein (Leith et al., 2008), und andererseits damit, dass *Dicranum scoparium* aus jedem Fragment einen neuen Gametophyten bilden kann.
Eine weitere Möglichkeit, für die plötzliche Zunahme von *Dicranum scoparium* wäre, dass die Art mit Hilfe von Diasporen den schlechten Zustand des erhöhten Stickstoffeintrages im Boden überdauert hat und erst durch eine Verbesserung des Zustandes wieder präsent wurde (Heinken, Zippel, 2004).
Die sukzessive stetige Zunahme von *Ctenidium molluscum* beweist, dass es zu einer Veränderung des pH-Wertes gekommen sein muss. Diese Art ist ein eindeutiger Kalkzeiger und meidet saure Böden und Rohhumus (Ricek, 1994). Ein weiterer Beweis für die Veränderung des Umweltzustandes in diesem Plot, wäre die Abnahme bzw. der komplette Ausfall der Säurezeiger.

1.6 Plot 1023

Zechmeister (2006) konnte nicht genau bestätigen, in wie weit die Konkurrenz von Gefäßpflanzen, nach der rapiden Zunahme von Höheren Pflanzen von 1998 bis 2005 und der daraus wahrscheinlich resultierenden Abnahme der Abundanz von *Thuidium tamariscinum*, eine Rolle spielt.
Fünf Jahre später konnte *Thuidium tamariscinum* wieder an Deckung gewinnen. Inwiefern das einfach nur mit einer wirklichen Zunahme von *Thuidium tamariscinum* oder einer einfach subjektiven unterschiedlichen Wahrnehmung der verschiedenen Biologen zu tun hat, kann nicht geklärt werden. Nur beim visuellen Vergleich der beiden Bilder im Jahre 2005 und 2010 nimmt der Autor an, dass im Jahr 2005 weit mehr *Thuidium tamariscinum* vorhanden war als im Jahr 2010. Auch Laub- und Nadelstreu scheinen einen größeren Anteil im Jahr 2010 zu haben als bei der vorherigen Untersuchung. Trotzdem zeigen die Tabellen einen gegenteiligen Effekt an.

1.7 Plot 1028

Nachdem *Polytrichum formosum*, über die ersten vier Jahre fast konstant 100% der Deckung ausgemacht hat, kam es im Jahre 2010 zu den von Zechmeister (2006) angesprochen populationsdynamischen Folgen aufgrund der Einwanderung von *Thuidium tamariscinum* im Jahr 2005. Bereits in nur fünf Jahren hat *Polytrichum formosum* um mehr als 30% abgenommen und das schneller wachsende *Thuidium tamariscinum* (Zechmeister, 2006) hat um genau um diesen Betrag an Abundanz zugenommen.
Es ist davon auszugehen, dass ein erhöhter Stickstoffeintrag zu einer veränderten Wachstumsrate innerhalb der Moose führen kann (Leith et al., 2008).
Thuidium tamariscinum ist ein sehr weit verbreitetes pleurocarpes Moos (Leith et al., 2008), das erhöhter Stickstoffeintrag in der Umgebung dazu verwenden kann, seine Produktion zu erhöhen (Koranda et al., 2007).

1.8 Plot 1030

Zechmeister (2006) stuft die Veränderungen der Moospopulation in diesem Plot als geringfügig ein. Lediglich die Vitalität von *Dicranodontium denudatum* zeigte, im vorangegangen Monitoring eine größere Veränderung. In der gesamten Untersuchung kamen insgesamt zehn verschiedene Moosarten, in unterschiedlichen vitalen Zuständen vor. Von diesen zehn Arten waren im Jahr 2010 nur noch sechs vorhanden. Dieser stetige Wechseln von Arten weist auf stärke Störungen in desem Plot hin (Heinken, Zippel, 2004).
Die größte Veränderung ist der komplette Ausfall von *Dicranodontium denudatum* im Jahr 2010. Vorallem weil das Moos in den vor rangegangen Untersuchungen stets das Moos mit der größten Deckung war.
Eine Möglichkeit für den Ausfall von *Dicranodontium denudatum* wäre, dass das konkurrenzschwache Moos (Ricek, 1994) von *Hypnum cupressiforme*, *Dicranum montnum*, *Lejeunea cavifolia* und *Rynochostegiela reuella* verdrängt wurde.
Nachdem allerdings *Dicanodontium denudatum* im Jahr 2005 bereits einen größen Anteil von abgestorbenen Teilen aufwies, liegt die Annahme näher, dass die vorher genannten Moose lediglich die Lücken, welche das Verschwinden von *Dicranodontium denudatum* zur Folge hatte, auffüllten und es zu keinem direkten Konkurrenzkampf zwischen den Arten kam.

1.9 Plot 1032

Nachdem 2005 die Verschiebungen der Populationsgrößen in viele verschiedene Richtungen

zu gehen schienen und dadurch eine genaue Interpretation nicht möglich war (Zechmeister, 2006), ist es 5 Jahre später noch immer schwierig die verschiedenen Veränderungen zu verstehen.
Alle Säurezeiger des Plots *Dicranum scoparium* und *Leucobryum glaucum* mit Ausnahme von *Bazzania tricrenata*, welches 2005 zum ersten Mal in dem Plot beschrieben wurden und bereits im Jahr 2010 nicht mehr vorhanden war, haben zugenommen.
Auch der Kalkzeiger *Plagiochilla asplenoides*, welcher genau wie *Bazzania tricrenata* 2005 zum ersten Mal beschrieben wurde, ist 2010 nicht mehr vorhanden. Allerdings gab es eine erneute Zunahme des Nitrophyten *Isothecium alopecuroides* und eine Neubesiedlung von *Thuidium tamariscinum*, welches auch viel Stickstoff in seinem Gewebe akkumulieren kann (Leith et al., 2008).
Hypnum cupressiforme im vitalen Zustand hat zugenommen während es einen kompletten Ausfall von *Hypnum cupressiforme* im wenig vitalen Zustand und im schütteren Bestand gegeben hat.
Auch der Kalkzeiger *Ctenidium molluscum* hat 2010 wieder zugenommen. Obwohl es eigentlich ein Kalkzeiger ist, gibt es eine Variation von *Ctenidium molluscum*, die eine sehr robuste neutrophile und Nässe liebende Art ist, die ausschließlich im europäischen Gebirge vorkommt. Die Variation wird *C. procerum* genannt (Frahm, Frey, 2003).
Natürlich kann nicht aufgrund der Zunahme der verschiedenen Nitrphyten in diesem Plot daraus geschlossen werden, dass es sich genau um diese Variation handelt, allerdings würde der neurophile Charakter dieser Variation erklären, inwiefern sich der Umweltzustand in diesem Plot verändert haben könnte und warum manche Kalkzeiger abgenommen haben und alle Säurezeiger und nitrophile Arten den gegentiligen Effekt erfahren haben.
Es gab allerdings auch eine sehr starke Zunahme von *Plagiochila porelloides*, welches eine Art ist die sich nur auf Kalkfelsen oder Kalkreichen Waldboden aufhält (Frahm, Frey, 2003). Das wiederrum würde die Annahme von einer erhöhten Stickstoffzufuhr und einer daraus resultierenden Versauerung wieder hinfällig machen.

1.10 Plot 1033

Es wurden im Untersuchungsjahr 2005 von Zechmeister (2006) darauf hingewiesen, dass eine Zunahme von *Dicranum montanum* und *Dicranum scoparium* und der daraus starken Abnahme von *Dicranodontium denudatum*, einer Verringerung des Säuregrades erklären würde.
Bereits im Jahr 2010 kam es zu einem kompletten Ausfall der zwei Arten. Auch *Leucobryum glaucum* und *Bazzania trilobata* nahmen ab. Lediglich *Dicranodontium denudatum* und unbelebte Strukturen (Rohboden) konnten einen Zuwachs verbuchen. Diese Veränderung könnte, wie Zechmeister (2006) schon vermutete, mit einer Erhöhung des Säuregrades zusammenhängen.

1.11 General Mixed Linear Model

Das General Mixed Linear Model zeigt für keine Art signifikante Unterschiede in ihrer Abundanz zwischen Plateau und Steilhang.
Bereits im Jahr 1998 (Zechmeister, 1999) konnte, ähnlich wie auch im Jahr 2010 keine Unterschiede zwischen Plateau und Steilhang festgestellt werden.
Das Verwunderliche daran ist eigentlich, dass das Relief das lokale Klima sehr beeinflussen kann. Vor allem die Himmelsrichtung der Exposition ist hierbei sehr ausschlaggebend. Der Grund dafür hängt damit zusammen, dass Süd- und Südwestlagenhänge in der Nordhemisphäre am meisten Sonneneinstrahlung haben und Nordhänge die geringste. Das hat

zur Folge, dass sich die unterschiedliche Sonneneinstrahlung auf die Feuchtigkeit und die Temperatur des Habitatsklimas auswirkt (Smith, Smith, 2009).
Zechmeister (1999) verglich außerdem nur die Stammabflussflächen von Buche miteinander und bekam als Resultat signifikanten Unterschied der beiden Geländeformationen. In den Steilhängen wurden qualitativ und quantitativ ein weit aus größer Anteil der Deckung der Plots von Säurezeigern eingenommen als im Plateau. Den Grund dafür sieht Zechmeister (1999) darin, dass Säurezeiger im Plaeau vorwiegend auf Rohhumus oder aber auch aufgrund von Nadel- und Laubstreu versauerten Boden vorkommen.
Im Jahr 2010gab es, im Gegensatz zum vorherigen Untersuchungsjahr 2005, in fast allen Flächen, mit Ausnahme von 1007, 1021, 1028 und 1033, eine Abnahme von unbelebten Strukturen. Von diesen vier, oben aufgezählten, Flächen befinden sich nur zwei im Plateau.
Ein weiterer Punkt, der nicht verstehen lässt, warum das General Mixed Linear Model keinen signifikanten Unterschied der Abundanzen der Arten zwischen Steilhang und Plateau zeigt.
Zechmeister (2006) weist in seinem Paper im Jahr 2006 darauf hin, dass die Konzentration der Schadstoffablagerungen im Plateau, aufgrund des höheren Anteils von *Picea abies*, größer ist als im, aus *Fagus silvatica*, *Acer pseudoplatanus* und *Picea abies* bestehenden Mischwald, welcher die dominierenden Formation im Steilhang darstellt.
Allerdings wird von Bouwman et. al., (2002) darauf hingewiesen, dass die Konzentration von einem Schadstoff der zu einer Übersauerung von Böden führen würde, nämlich Sulphur in den meisten Teilen von Europa abnahm.
Die von Zechmeister (2006) angesprochene erhöhte Schadstoffablagerung in Plateau wurde wahrscheinlich eher zu einer Eutrophierung als zu einer Versauerung des Bodens führen.
Eine Moosart die ein sogenannter Zeiger für Stickstoff ist, ist *Hypnum cupressiforme*.
Allerdings hat *Hypnum cupressiforme* eine große Toleranz gegenüber vielen verschiedenen Standortsfaktoren. Das ist der Grund warum die Art sehr viele verschiedene Standorte besiedeln kann und dadurch von Zechmeister et. al. (1994) als Ubiquist bezeichnet wird (Zechmeister et. al., 1994). Aufgrund dieser Eigenschaft, besteht die Möglichkeit, dass das General Mixed Linear Model keine signifikanten Unterschiede zwischen Plateau und Steilhang erkennen lässt.
Ein Moos, welches auch sehr tolerant gegenüber die verschiedensten Standortsfaktoren ist, ist *Thuidium tamariscium* (Ricek, 1994).
Zechmeister (2006) weist auf eine sehr hohe „Turnover rate“ der Moosarten hin. Nur vier Moose wurden bis zum Jahr 2005 immer in denselben Plots wie in den Jahren zuvor beschrieben.
Von den insgesamt 37 Arten, welche über alle Untersuchungsjahre beschrieben wurden, waren im Jahr 2010 nur noch 13 vorhanden. Das könnte daran liegen, dass sich die wenigen dominaten Arten in diesem Gebiet nach langer Zeit durchgesetzt haben und sich eine Klimaxgesellschaft entwickelt (Heinken, Zippel, 2004).
Das General Mixed Linear Model konnte allerdings bei verschiedenen Arten einen ähnlichen Trend nachweisen, welche im Steilhang wie auch im Plateau über die Jahre stattgefunden haben soll.
Arten bei denen dieses nachgewiesen wurden, waren zum Beispiel *Hypnum cupressiforme*, *Dicranum scoparium*, *Leucobryum glaucum*, höhere Pflanzen und unbelebete Strukturen.
Die Richtung des Trends wird von dem General Mixed Linear Model nicht angezeigt. Allerdings ist aus den Ergebnissen erkennbar, dass es sich bei *Hypnum cupressiforme* um einen steigenden Trend handelt, während bei unbelebten Strukturen der gegenteilige Effekt aufscheint. *Hypnum cupressiforme* hat, in allen Plots bis auf zwei im Jahr 2010, an Abundanz zugenommen.
Ein Grund, der das erklären würde, wäre der, dass *Hypnum cupressiforme* eine perennial shuttle species ist. Aufgrund der erhöhten Vermehrungsrate (Zechmeister et. al., 1994) kann

es schnell zu einer Neubesiedlung von offenen Stellen, durch diese Art, kommen (Heinken, Zippel, 2004) und dem daraus resultierenden Zuwachs der Abundanz.
Außerdem geht eine Abnahme von Laub und Nadelstreu, um welches es sich vorwiegend bei unbelebten Strukturen handelt, mit einer Zunahme von Moosen einher (Zechmeister, 1994).
Ein Unterschied der Abundanz, welches sich innerhalb der verschiedenen Untersuchungsjahre ergab, zeigte das General Mixed Linear Model bei *Hypnum cupressiforme* als schütterer Bestand, höherer Pflanzen und unbelebten Strukturen.
Das könnte daran liegen, dass *Hypnum cupressiforme* seine Wachstumsperiode zu der Zeit hat, in der der Niederschlag sehr hoch ist und die Evaporation niedrig. Das bedeutet, dass es zu einer Sommerstagnation kommen kann. Im Winter kann die Art, wenn die Temperaturen um die Null Grad sind und kein Schnee vorhanden ist, eine positive Photosyntheseleistung aufweisen (Zechmeister et. al., 1994).
Der, vom General Mixed Linear Model gezeigte Unterschied bei *Hypnum cupressiforme* als schütterer Bestand könnte also damit Zusammenhängen, dass die Monitorings nicht immer zur selben Zeit gemacht wurden und deswegen die Wachstumsperiode von *Hypnum cupressiforme* nicht immer an ihrem Höhepunkt war.
Auch bei höheren Pflanzen, bei denen es sich vorwiegend um den Unterwuchs des Waldes handelt, kann ein zeitlicher Unterschied der einzelnen Monitorings, eine Verschiebung der Abundanz herbeirufen. Viele frühblühende Pflanzen könnten bereits ihren Vegetationshöhepunkt gehabt haben und sind zu der Zeit, von einem später angesetzen Monitorings, nicht mehr vorhanden.
Das hängt damit zusammen, dass Makrophanerophyten für den Unterwuchs eine sehr große Konkurrenz darstellen, weil sie den Unterwuchs beschatten. Wenn die Vegetationsperiode der Makrophanerophyten noch nicht am Höhepunkt ist, ist noch genügend Licht für die Pflanzen des Unterwuches vorhanden.
Auch unbelebte Strukturen zeigen Unterschiede in ihrer Abundanz zwischen den verschiedenen Untersuchungsjahren.
Das könnte damit zusammenhängen, dass die Abbaurate zwischen den verschiedenen Pflanzenteilen sehr unterschiedlich sein kann. Während Feinwurzeln noch im selben Jahr abgebaut werden, kann das bei Blättern und Nadeln von einem bis 20 Jahre dauern und bei Totholz kann dieser Vorgang bis zur Endgültigen Zersetzung mehr als 100 Jahre dauern. Der Grund dafür hat mit der unterschiedlichen Zusammsetzung der Pflanzenteile zu tun. Während der Abbau von leicht abbaubare Kohlenstoffe und dem anschliessend Abbau von N haltigen Substanzen durch Mikroorganismen sehr schnell geht und danach nur noch 40% der Masse vorhanden sind, ist der Prozess des Ligninabbaus durch Pilze sehr viel langsamer (Schulze et. al., 2002).
Andere Faktoren, welche die Zersetzungsrate beeinflussen sind das Bodenklima, der Bodentyp, der pH-Wert, die Temperature und der Niederschlag. Vorallem niedrige Temperaturen und Trockenheit verringern oder stoppen die Aktivität von Mikroorganismen (Smith, Smith, 2009).
Der Unterschied zwischen den einzelnen Plots, der durch das General Mixed Linear Model für manche Arten gezeigt wird, wurde bereits in den vorherigen Punkten der Diskussion besprochen (siehe Diskussion 1.1 – 1.10)

2. Allgemeines

Ein für mich bestehendes Problem, dass sich bei der Gesamtarbeit ergibt ist, dass jedes Monitoring von verschiedenen Personen und mit verschiedenen Methoden durchgeführt wurde.

Nachdem das digitalisieren, trotz einer bestimmten vorgegebenen Hierarchie immer noch sehr subjektiv ist, sehe ich genau an dieser Stelle das größte Problem. Daraus ergibt sich eine große Inkogruenz der Daten. Vor allem bei der Frage, ob eine Art noch als vital oder bereits mit wenig vital eingestuft werden sollte, bzw. ob es sich doch eher um einen schütteren Bestand handelt, wird von jeder Person unterschiedlich beurteilt. Eine Subjektivität wird in diesem Zusammenhang sichtbar.
Oftmals gab es das Problem, dass Deckungen mancher Plots in früheren Untersuchungsjahren über 100% betrug.
Während 1998 zum Beispiel ein spezielles Stativ, eigens für das Fotografieren von den Plots gebaut wurde, damit die Kamera mit Sicherheit zu 90 Grad auf die Plotfläche fotografiert (Karall, 2002), wurde in den Jahren 2005 und 2010 ein einfaches Stativ verwendet (Zechmeister, 2006). Mit diesem wurde versucht so gut wie möglich mit 90 Grad die Fläche zu fotografieren.
Bei den ersten zwei Monitorings wurden die Plots nicht mit einem Photoapparat fotografiert sondern mit Hand gezeichnet. Allerdings wurde in Zechmeister (2006) und Zechmeister (1999) darauf hingewiesen das der Wilcoxon matched pair Test keine signifikanten Unterschiede der beiden Mehtoden erkennen lies.
Während 1998 zum digitalisieren ein CAD Programm (AutoCAD R14) verwendet wurde und es aufgrund der limitierenden Bildschirmauflösung Probleme beim Genauigkeitsgrad bei der Digitalisierung der Polygone gab (Karall, 2002) wurde 2010 mit dem Programm GIS 9.3 gearbeitet. Gerade weil es Plots gab, die nur mehr aus drei Eckpunkten bestanden musste der vierte mit Hilfe von GIS 9.3 dazugerechnet werden. Es ist daher anzunehmen, dass aufgrund unterschiedlicher Programme, die Plots in unterschiedlicher Größe erscheinen.
Ich will darauf hinweisen, dass es aufgrund der nicht standartisierten Verfahren zu Unterschiede der Daten kommen kann. Inwiefern all diese verschiedenen Methodiken eine große Varianzbreite der Ergebnisse bedeuten könnten, wurde bisher noch nicht ausgiebig statistisch überprüft.

2.1 Probleme von Bioindikatoren

Die Informationen die man von Bioindikatoren über den Umweltzustand erhält, müssen entschlüsselt werden. Das ist nicht immer leicht, da es im Zusammenhang mit Bioindikatoren viele Schwierigkeiten gibt (Klein, 2010).
Ein sehr großes Problem ist, dass eine Aussage über den gesamten Umweltzustandes eines Ökosystems, mit Hilfe von ein paar wenigen repräsentiven Bioindikatoren gemacht werden soll. Da auf einen Organismus mehrere biotische und abiotische Faktoren wirken und der Organismus meinst mehreren verschiedenen Schadstoffen ausgesetzt ist, ist es oft schwer zu erkennen, was die Ursache der Veränderung ist. Außerdem kann es sein, dass verschiedene Schadstoffe miteinander interagieren. Ein weiteres Problem das sich ergeben kann ist, dass der Organismus der als Bioindikator eingesetzt wird gar nicht auf den Schadstoff reagiert sondern, dass die Reaktion von einem anderen Organismus der viel sensibler ist, auf diesen Schadstoff reagiert und so den Bioindikator beeinträchtig (Markert et. al., 2003; Markert, 2007).
Es können außerdem keine Schlüsse auf das Inneren der Exposition zur Bioverfügbarkeit eines Stoffes gezogen werden (Klein, 2010; Markert, et. al., 2002). Denn nach der Aufnahme eines Stoffes wird nicht alles vom Organismus im Gewebe oder in den Organen eingelagert. Ein Teil wird nicht genutzt, ein anderer Teil wird ausgeschieden, veratmet oder eliminiert.
Ein weiteres Problem, dass sich bei Bioindikatoren ergibt ist folgendes: Die Informationen die man über den Umweltzustand erhält, nehmen von der Biozönose bis zur molekularen Ebene ab. Allerdings hat ein Stoff der auf molekularer Ebene wirkt, eine weitaus größere Wirkung auf die Veränderung, als einer der nur auf die Biozönose wirkt.

Der Grund dessen ist, dass je höher man in der Hierarchie aufsteigt, umso mehr Kompensationsmechanismen gibt es, die der Zuordnung der Wirkung eines Stoffes eine gewisse Plastizität geben (Klein, 2010).
Ein weiteres Problem, dass sich bei Bioindikatoren ergibt, sind organische Verbindungen. Diese können sehr lange in der Umwelt verweilen und können ihren Ursprung natürlich sowie anthropogen haben. Bei natürlichen organischen Verbindungen handelt es sich um kettenförmige Kohlenwasserstoffe, mono- oder polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, polychlorierte Biphenyle und Biologische Pestizide. Die, für die Umwelt gefährlicheren organischen Verbindungen sind jene, die aufgrund von anthropogenen Täigkeiten entstehen wie das zum Beispiel bei der Verbrennung von Kaustobiolite oder Abfall, dem Einsatz von Lösungsmitteln, Pestiziden und Holzschutzmitteln der Fall wäre. Bei diesen Vorgängen entstehen toxische Dioxine und Furan sowie Chloroform und Pentachlorophenol. All diese Stoffe, weisen ein großes Problem für die Bioindikation mit Moosen auf, weil sie augrund ihres natürlichen Verhaltens entweder sehr unstabil sind oder ausserhalb der Nachweisgrenze (Zechmeister et. al., 2003).

2.1.1 Fazit

Die bereits, in der Einleitung sowie im vorangegangen Kapitel, beschrieben Eigenschaften sollen zeigen, dass Bioindikatoren und Biomonitore zwar gute Werkzeuge sind um den Zustand von Ökosystemen zu untersuchen, es allerdings auch Probleme gibt. Der Grund warum sie so beliebt sind um den Zustand von Ökosystemen zu untersuchen ist einerseits, dass sie billig sind und andererseits geben sie die Möglichkeit die Veränderung von Ökosystemen über einen längeren Zeitraum zu untersuchen. Außerdem ist es möglich Vergleiche zwischen Ökosystemen die Schadstoffen ausgesetzt sind und den Ökosystemen bei denen das nicht der Fall ist, zu ziehen (Markert et. al., 2003).

Literaturliste

Abbot, K.C., 2011, A dispersal-induced paradox: synchrony and stability in stochastic metapopulations, Ecology Letters, 14, 1158-1169

Bates, J.W., 1997, Effects of Intermittent Desiccation on Nutrient Economy and Growth of Two Ecologically Contrasted Mosses, Annals of Botany, 79, 299-309

Bates, J.W., 2009, Mineral nutrition and substratum egology, In: Goffinet, B., Shaw, J., *Bryophyte Biology*, Cambridge University Press, United Kingdom, 299-356

Bobbink, R., Hicks, K., Galloway, J., Spranger, T., Alkemade, R., Ashmore, M., Bustamante, M., Cinderby, S., Davidson, E., Dentener, F., Emmett, B., Erisman J.W., Fenn, M., Gilliam, F., Nordin, A., Pardo, L., De Vries, W., 2010, Global assessment of nitrogen deposition effects on terrestical plant diversity: A synthesis, Ecological Applications, 20, 30-59

Boquete, M.T., Fernandez, J.A., Aboal, J.R., Real, C., Carballeira, A., 2009, Spatial structure of trace elements in extensive biomonitoring surveys with terrestrial mosses, Science of the total Environment, 408, 153-162

Bouwman, A.F., Van Vuuren, D.P., Derwent, R.G., Posch, M., 2002, A global analysis of acidification and eutrophication of terrestical ecosystems, Water Air and Soil Pollution, 141, 349-382

Crandall-Stotler, B., Stotler, R.E., Long, D.G., 2009, Morphology and Classification of Marchantiophyta, In: Goffinet, B., Shaw, J., *Bryophyte Biology*, Cambridge University Press, United Kingdom, 1-54

Cronberg, N., Rydgren, K., Okland, R.H., 2006, Clonal structure and genet-level sex ratios suggest different roles of vegetative and sexual reproduction in the clonal moss Hylocomium splendens, Ecography, 29, 95-103

During, H.J., 1979, Life strategies of Bryophytes: A preliminary review, Lindbergia, 5, 2-18

Economic Commission for Europe, 2004, Handbook for the 1979 Convention on Long-range transboundary air pollution and ist protocols, United Nation Publication, New York und Geneva

Economic Commission for Europe, 2000, *Executive summary 2000 Review of Strategies and Policies for Air Pollution Abatement*, United Nation Publication, Geneva

Frahm, J.P., 2001, *Biologie der Moose*, Spektrum Akademischer Verlag, Berlin

Frahm, J.P., Frey, W., 2003, *Moosflora 4. Auflage*, Ulmer Verlag, Stuttgard

Frahm, J.P., Klaus, D., 1997, Moose als Indikatoren von Klimafluktionen in Mitteleuropa, Erdkunde, 51, 181-190

Genßler, L., Harmens, H., Holy, M., Ilyin, I., Pesch, R., Schröder, W., 2010, Anreicherung atmosphärischer Depositionen von Metallen und Stickstoff in Moosen Mecklenburg-Vorpommerns von 1990 bis 2005, Umweltwissenschaften und Schadstoff-Forschung, 22, 596-609

Gerhardt, A., 2009, Bioindicator species and their use in biomonitoring, In: Inyang, H.I., Daniels, J.L., *Enviromental Monitoring*, EOLSS Publishers Co Ltd, United Kingdom

Gimingham, C.H., Birse, E.M., 1957, Ecological Studies on Growth-Form in Bryophytes: I. Correlations Between Growth-Form and Habitat, Journal of Ecology, 45, 533-545

Goffinet, B., Buck, W.R., Shaw, A.J., 2009, Morphology, anatomy and classification of Bryophyta, In: Goffinet, B., Shaw, J., *Bryophyte Biology*, Cambridge University Press, United Kingdom, 55-138

Gonzalez-Miqueo, L., Elustondo, D., Lasheras, E., Santamaria, J.M., 2010, Use of native mosses as biomonitors of heavy metals and nitrogen deposition in the surroundings of two steel works, Chemosphere, 78, 965-971

Grabherr, G., 1997, *Farbatlas Ökosysteme der Erde*, Ulmer Verlag, Stuttgart

Grace, M., 1995, A key to the growth-forms of mosses and liverworts and guide to their educational value, Journal of Biological Education, 29, 272-278

Hajek, T., Ballance, S., Limpens, J., Zijlstra, M., Verhoeven, J.T.A., 2010, Cell-wall polysaccharides play an important role in decay resistance of Sphagnum and actively depressed decomposition in vitro, Biochemistry, 103, 45-57

Harmes, H., Norris, D.A., Steinnes, E., Kubin, E., Piispanen, J., Alber, R., Aleksiayenak, Y., Blum, O., Coskun, M., Dam, M., De Temmerman, L., Fernandez, J.A., Frolova, M., Frontasyeva, L., Golzalez-Miqueo, L., Grodzinska, K., Jeran, Z., Korzekwa, S., Krmar, S., Kvietkus, K., Leblond, S., Liiv, S., Magnusson, S.H., Mankovska, B., Pesch, R., Rühling, A., Santamaria, J.M., Schröder, W., Spiric, Z., Suchara, I., Thöni, L., Urumov, V., Yurukova, L., Zechmeister, H.G., 2010, Mosses as bioindicators of atmospheric heavy metal deposition: Spatial patterns and temporal trends in Europe, Enviromental Pollution, 158, 3144-3156

Heinken, T., Zippel, E., 2004, Natural re-colonization of experimental gaps by terricolous bryophytes in Central European pine forests, Nova Hedwigia, 79, 329-351

Kadereit, J.W., 2008, Systematik und Stammesgeschichte, In: Bresinsky, A., Körner, C., Kadereit, J.W., Neuhaus, G., Sonnewald, U., 2008, *Straßburger Lehrbuch der Botanik 36. Auflage*, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 609-945

Kaiser, A., Scheifinger, H., Langer, M., Spangl, W., Mirtel, M., 2002, Analyse der Herkunft der gemessenen NO_2-, SO_2- und Ozonkonzentrationen an der Hintergrundmessstelle Zöbelboden mittels Trajektorien- Verweilzeitstatistik für 2000, IM-Rep-033, Umweltbundesamt, Wien

Kaltz, A., Harmens, H., Holy, M., Ilyin, I., Pesch, R., Schröder, W., 2010, Metalle und Stickstoff angereichert in Moosen Sachsen, Umweltwissenschaften und Schadstoff-Forschung, 22, 610-626

Karall, A., 2002, Anwendung bildgestützter Methoden für Monitoringprogramme auf Kryptogamendominierten Flächen, Diplomarbeit Universität Wien

Kinzelbach, R.K., 1989, *Ökologie, Naturschutz, Umweltschutz*, Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt

Klein, R., 2010, Zum Einsatz von Bioindikatoren zur Überwachung des Umweltzustands, Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft, 68, 430-434

Koch, E., 2010, Bioindikation - noch immer von großer Bedeutung, Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft, 70, 113

Köckinger, H., Schröck, C., Krisai, R., Zechmeister, H.G., 2012, Checkliste der Moose Österreichs, http://131.130.59.133/projekte/moose/, 23. Februar. 2012

Köhler, W., Schachtel, G., Voleske, P., 2007, *Biostatistik – Eine Einführung für Biologen und Agrarwissenschaftler 4. Auflage*, Springer Verlag, Berlin

Koranda, M., Kerschbaum, S., Wanek, W., Zechmeister, H., Richter, A., 2007, Physiological Responses of Bryophytes Thuidium tamariscinum and Hylocomium splendens to Increased Nitrogen Deposition, Annals of Botany, 99, 161-169

Larcher, W., 2001, *Ökophysiologie der Pflanze*, Ulmer, Stuttgart

Leith, I.D., Mitchell, R.J., Truscott, A.M., Cape, J.N., van Dijk, N., Smith, R.I., Fowler, D., Sutton, M.A., 2008, The influence of nitrogen in stemflow and precipitation on epiphytic bryophytes, Isothecium myosuroides Brid., Dicranum scoparium Hewd.
and Thuidium tamariscinum (Hewd.) Schimp of Atlantic oakwoods, Environmental Pollution, 155, 237-246

Leyer, I., Wesche, K., 2007, *Multivariate Statistik in der Ökologie*, Springer Verlag, Berlin

Lilliefors, H.W., 1967, On the Kolmogorov-Smirnov Test for Normality with Mean and Variance Unknown, Journal of the American Statistical Association, 67, 399-402

Mägdefrau, K., 1969, Lebensformen der Laubmoose, Vegetatio, 16, 285-297
Markert, B, 2007, Definitions and principles for bioindication and biomonitoring of trace metals in the enviroment, Journal of Trace Elements in Medicine and Biology, 21, 77-82

Markert, B.A., Breure, A.M., Zechmeister, H.G., 2003, *Definitions, strategies and principles for bionindication/ biomonitoring of environment*, In: Markert, B.A., Breure, A.M., Zechmeister, H.G., Bioindicators/ Biomonitors (principles, assessment, concepts), Elsevier, Amsterdam, 3-39

Mayer, W., Pfefferkorn-Dellali, V., Türk, R., Dullinger, S., Mirtel, M., Dirnböck, T., 2013, Long-term air pollution effects on epiphytic lichens and lichen diversity in a remote area in the European Alps Austria, in prep.

McGeoch, M., 1998, The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators, Biological Review, 73, 181-201

McPherson, J.L., Bright, P.W., 2011, Metapopulation dynamics and a landscape approach to conservation of lowland water voles (Arvicola amphibius), Landscape Ecology, 26, 1395-1404

Meyer, C., Gilbert, D., Gillet, F., Moskura, M., Franchi, M., Bernard, N., 2011, Using bryophytes and their associated testate amoeba microsystem as indicators of atmospharic pollution, Ecological Indicators, 13, 144-151

Mirtel, M., 1996, *Kurzbeschreibung des Integrated Monitoring in Österreich 1995/96*, IM-Rep-001, Umweltbundesamt, Wien

Mitchell, R.J., Truscott, Leith, I.D., A.M., Cape, J.N., van Dijk, N., Tang, Y.S., Fowler, D., Sutton, M.A., 2005, A study of epiphytic communities of Atlantic oak woods along an atmospheric nitrogen deposition gradient, Journal of Ecology, 93, 482-492

Munoz, J., Felicisimo, A.M., Cabezas, F., Burgaz, A.R., Martinez, I., 2004, Wind as a Long-Distance dispersal vehicle in the Southern Hemisphere, Science, 304, 1144-1147

Nagasato, C., Yoshikawa, S., Yamashita, M., Kawai, H., Motomura, T., 2003, Pyrenoid formation associated with the cell cycle in the brown alga scytosiphon lomentaria, Journal of Phycology, 39, 1172-1180

Neumann, J., Kent, R.H., Bellison, H.R., 1941, The Mean Square Successive Difference, The Annals of Mathematical Statistic, 12, 153-162

Offenthaler, I., Dirnböck, T, Grabner, M.T., Kobler, J., Mirtel, M., Riemer, S., 2009, *Long term deposition of trace metals at the integrated monitoring site Zöbelboden – element concentrations and loads between1994 and 2008*, IM-Rep-0246, Umweltbundesamt, Wien

Olsson, B.A., Kellner, O., 2006, Long-term effects of nitrogen fertilization on ground vegetation in coniferous forests, Forest Ecology and Managment, 237, 458-470

Peli, E.R., Ötvös, E., Juhasz, A., Benkö, Z., 2008, Effects of elevated air CO_2 concentrations on heavy metalcontents of terricolous mosses and liches: A preliminary study of bioindication under double air CO_2 concentration, Cereal Research Communications, 36, 2011-2014

Proctor, M.C.F., 2009, Physiological Ecology, In: Goffinet, B., Shaw, J., *Bryophyte Biology*, Cambridge University Press, United Kingdom, 237-268

Renzaglia, K.S., Villarreal, J.C., Duff, R.J., 2009, New insights into morphology, anatomoy and systematics of hornhornworts, In: Goffinet, B., Shaw, J., *Bryophyte Biology*, Cambridge University Press, United Kingdom, 139-172

Ricek, E.W., 1994, *Die Waldbodenmoose Österreichs*, Zoologisch-Botanische Gesellschaft in Österreich, Wien

Rothe, U., 2001a, Fortpflanzung und Vermehrung, In: Munk, K., 2001, *Grundstudium Biologie Botanik*, Spektrum Akademischer Verlag, Berlin, 3-1 – 3-39

Rothe, U., 2001b, Das Pflanzenreich, In: Munk, K., 2001, *Grundstudium Biologie Botanik*, Spektrum Akademischer Verlag, Berlin, 11-1 – 11-42

Rühling, A., Tyler, G., 1970, Sorption and Retention of heavy metals in Woodland Moss Hylocomium splendens, Oikos, 21, 92-97

Rydin, H., 2009, Population and community ecology, In: Goffinet, B., Shaw, J., *Bryophyte Biology*, Cambridge University Press, United Kingdom, 393-444

Sachs, L., 2004, *Angewandte Statistik – 11. Auflage*, Springer Verlag, Berlin

Saura, S., Estreguil, C., Mouton, C., Rodriguez-Freire, M., 2011, Network analysis to assess landscape connectivity trends: Application to European forests (1990–2000), Ecological Indicators, 11, 407-416

Schmidt, T., 1918, Die Verbreitung von Samen und Blütenstaub durch die Luftbewegung, Österreichische Botanische Zeitschrift, 67, 313 - 328

Schmögernova, B., 2004, Foreword, In: Economic Commission for Europe, *Handbook for the 1979 Convention on Long-range transboundary air pollution and ist protocols*, United Nation Publication, New York und Geneva, viii

Schulze, E.D., Beck, E., Müller-Hohensteiner, K., 2002, *Pflanzenökologie*, Spektrum Akademischer Verlag, Berlin

Smith, T.M., Smith, R.L., 2009, *Ökologie 6. Auflage*, Pearson Studium, München

Tremp, H., 2005, *Aufnahme und Analyse vegetationsökologischer Daten*, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgard

Umweltbundesamt, 2011, Site descirption Lter Zöbelboden, Umweltbundesamt, Wien

Vanderpoorten, A., Goffinet, B., 2009, *Introduction to Bryophytes*, Cambridge University Press, United Kingdom

Zechmeister H.G., 1994, Einleitung, In: Ricek, E.W., *Die Waldbodenmoose Österreichs*, Zoologisch-Botanische Gesellschaft in Österreich, Wien, 3-5

Zechmeister, H.G., 1999, *Wiederholungsinventur der Moose zur Reaktionsindikation und passiven Akkumulationsindikation am Zöbelboden 1998*, Umweltbundesamt, Wien

Zechmeister, H.G., 2006, Biomonitoring mit Moosen am UNECE Integrated Monitoring Standort Zöbelboden – Wiederholungsinventur 2004/ 2005 & Zusammenfassende Berichte der Jahre 1992-2005, Umweltbundesamt, Wien

Zechmeister, H.G., Riss, A., Horak, O., Smoliner, C., Benetka, E., Rebler, R., Zach, I., Deweiß, M., Kaitna, M., 1994, Biomonitoring der Schwermetalldepositionen mittels Moose in Österreich, In: Umweltbundesamt, *Monographien Band 42*, Umweltbundesamt, Wien

Zechmeister, H.G., Dirnböck, T., Hübler, K., Mirtl, M., 2007, Assessing airborne pollution effects on bryophytes - lessons learned through long-term integrated monitoring in Austria, Enviromental Pollution, 147, 696-705

Zechmeister, H.G., Dullinger, S., Koellensperger, G., Ertl, S., Lettner, C., Reiter, K., 2011, Do metal concentrations in moss from the Zackenberg area, Northeast Greenland, provide a baseline for monitoring?, Enviromental Science and Pollution Research, 18, 91-98

Zechmeister, H.G., Grodzinska, K., Szarek-Lukaszewska, G., 2003, *Bryophytes*, In: Markert, B.A., Breure, A.M., Zechmeister, H.G., Bioindicators/ Biomonitors (principles, assessment, concepts), Elsevier, Amsterdam, 329-375

Zechmeister, H.G., Hagendorfer, H., Hohenwallner, D., Hanus-Illnar, A., Riss, A., 2006, Analyses of platinum group elements in mosses as indicators of road traffic emissions in Austria, Atmospheric Enviroment, 40, 7720-7732

Zöfel, P., 1992, *Statistik in der Praxis 3. Auflage*, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart

Anhang

1. Codierung der Arten in den Bodenplots

Tab. 3: Codierung der Arten der Bodenplots

Code	Moose	Code	Moose
0	*blank*	28	*Scapania umbrosa*
1	*Hypnum cupressiforme*	29	*Scleropodium purum*
1.1	*H.c. schütterer Bestand*	30	*Lophozia ventricosa*
1.2	*H.c. wenig vital*	31	*Pylaisia ployantha*
1.3	*H.c. abgestorben*	32	*n.a.*
2	*Dicranum montanum*	33	*Calypogeia trichomanes*
3	*Dicranum scoparium*	34	*Bazzania tricrenata*
3.1	*D.s. schütterer Bestand*	35	*Lejeunea cavivola*
3.2	*D.s. wenig vital*	37	*Rynochostegiela reuella*
3.3	*D.s. abgestorben*		
4	*Isothecium alopecuroides*		
5	*Thuidium tamariscinum*	**Code**	**Flechten**
5.1	*T.t. schütterer Bestand*	500	*Flechten sp.*
5.2	*T.t. wenig vital*		
5.3	*T.t. abgestorben*		
6	*Ulota crispa*	**Code**	**Höhere Pflanzen**
7	*Leucobryum glaucum*	611	*Fagus sylvatica*
7.1	*L.g. schütterer Bestand*	705	*Primula sp.*
7.2	*L.g. wenig vital*	708	*Poacea*
7.3	*L.g. abgestorben*	710	*Höhere Pflanzen*
8	*Polytrichum formosum*	713	*Acer pseudplatanus*
8.1	*P.f. schütterer Bestand*		
8.2	*P.f. wenig vital*		
8.3	*P.f. abgestorben*	**Code**	**Unbelebte Strukturen**
9	*Fissidens cristatus*	800	*Totholz*
10	*Ctenidium molluscum*	801	*Fichtenzapfen*
11	*Plagiochila asplenoides*	802	*Holzige Wurzeln freiliegend*
12	*Pedinophyllum interrumptum*	804	*Nadel- und Laubstreu*
13	*Neckera crispa*	805	*Markierung*
14	*Metzgeria conjugata*	806	*Nordmarkierung*
15	*Pterigynandrum filiforme*	807	*Abbruchkante*
16	*Radula complanata*	808	*Rindenstück lose*
17	*Bazzania trilobata*	809	*Rohboden*
18	*Dicranodontium denudatum*	810	*Gestein*
18.1	*D.d. schütterer Bestand*		
18.2	*D.d. wenig vital*		
18.3	*D.d. abgestorben*		
19	*Tortella tortuosa*		
20	*Rhytidiadelphus loreus*		
21	*Plagiothecium undulatum*		
22	*Plagiochila porelloides*		
23	*Lepidozia reptans*		
24	*Mylia taylorii*		
25	*Frullania dilatata*		
26	*Scapania aspera*		
27	*Plagiothecium nemorale*		

2. Die Plots

2.1 Moosplot 3 (Plot 1003)

Typus: Stammabflussfläche
Exposition: SW
Baumart: Buche
(Zechmeister, 1999; Zechmeister, 2006)



Abb. 6: Plot 1003 (Blende: 5,6; Belichtungszeit: 1/60; ISO: 400)

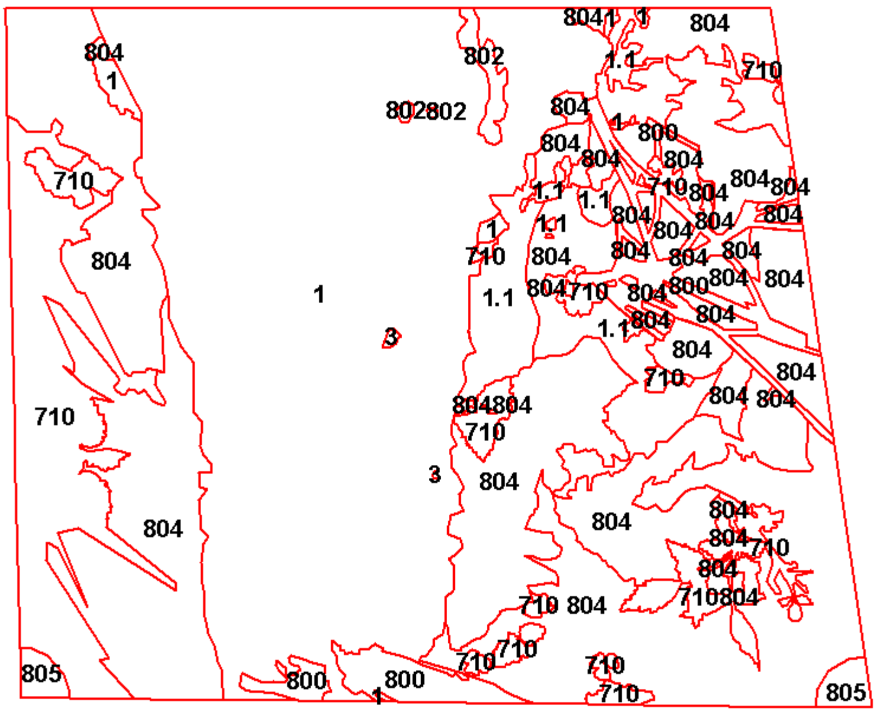


Abb. 7: Plot 1003 - digitalisierte Arten

2.1.1 Das Untersuchungsjahr 2010

Tab. 4: Plot 1003 Prozentueller Anteil der Deckung 2010

Artcode	Deckung
1	37,696%
1.1	2,573%
3	0,041%
710	11,066%
800	4,003%
802	0,494%
804	43,404%
805	0,722%

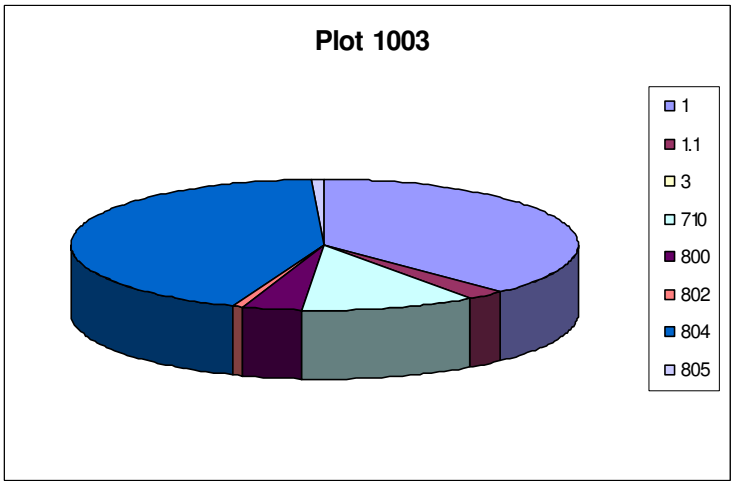


Abb. 8: Kreisdiagramm der Deckung in Prozent im Untersuchungsjahr 2010

2.1.2 Alle Untersuchungsjahre von 1992 - 2010

Tab. 5: Deckung aller Untersuchungsjahre

Artcode	1992	1993	1998	2005	2010
1	13,37	16,65	30,28	28,43	37,7
1.1	3,94	3,89	0	4,1	2,57
3	0,63	0,58	1,05	0	0,04
500-799	0	0	51,65	0	11,07
800-900	82,06	78,87	17,02	67,47	48,62

(Karall, 2002; Zechmeister, 1999; Zechmeister, 2006)

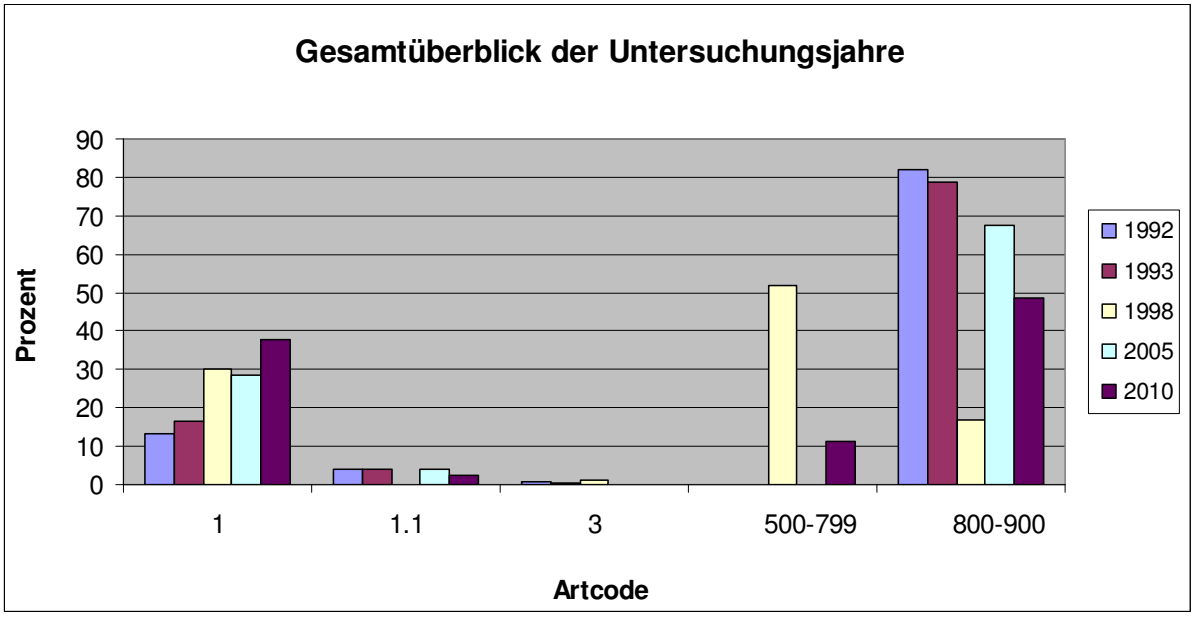


Abb. 9: Balkendiagramm der Deckung der Arten in Prozent über die Gesamtjahre im Vergleich

Tab. 6: Wilcoxon matched pair Test für den Plot 1003

Pair of Variables	Wilcoxon Matched Pairs Test für Plot 1003; Marked tests are significant at p <,0500			
	Valid N	T	Z	p-level
1 & 1				
1 & 1.1	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
1 & 3	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
1 & 500-799	5	1,000000	1,752920	0,079617
1 & 800-900	5	2,000000	1,483240	0,138012
1.1 & 1	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
1.1 & 1.1				
1.1 & 3	5	1,000000	1,752920	0,079617
1.1 & 500-799	5	6,000000	0,404520	0,685831
1.1 & 800-900	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
3 & 1	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
3 & 1.1	5	1,000000	1,752920	0,079617
3 & 3				
3 & 500-799	5	3,000000	0,730297	0,465209
3 & 800-900	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
500-799 & 1	5	1,000000	1,752920	0,079617
500-799 & 1.1	5	6,000000	0,404520	0,685831
500-799 & 3	5	3,000000	0,730297	0,465209
500-799 & 500-799				
500-799 & 800-900	5	1,000000	1,752920	0,079617
800-900 & 1	5	2,000000	1,483240	0,138012
800-900 & 1.1	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
800-900 & 3	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
800-900 & 500-799	5	1,000000	1,752920	0,079617
800-900 & 800-900				

Neumann Test:

- *Hypnum cupressiforme*

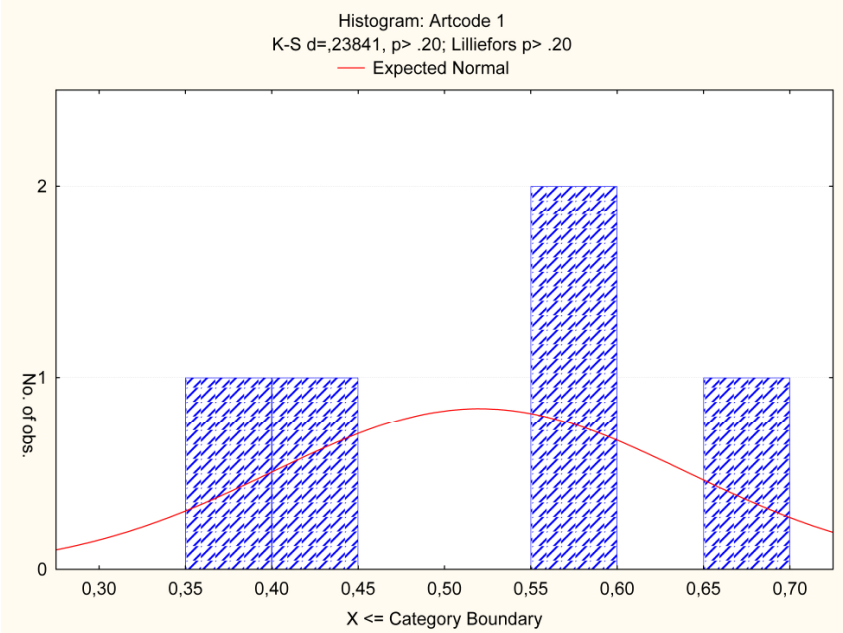


Abb. 10: Normalverteilung von *Hypnum cupressiforme*

Tab. 7: Neumann Trend Test für *Hypnum cupressiforme*

	Beobachtungen	$\sum (\chi_i - \chi_{i-1})^2$
1992	0,374331181	
1993	0,420310684	0,002114115
1998	0,582690747	0,026367285
2005	0,562376147	0,000412683
2010	0,661122532	0,009750849
	Summe	0,038644931
	Δ^2	0,009661233
	s^2	0,014199666
	s	0,119162351
	Prüfgröße = Δ^2/ s^2	**0,68038452**
	p = 0,05	**0,8204**

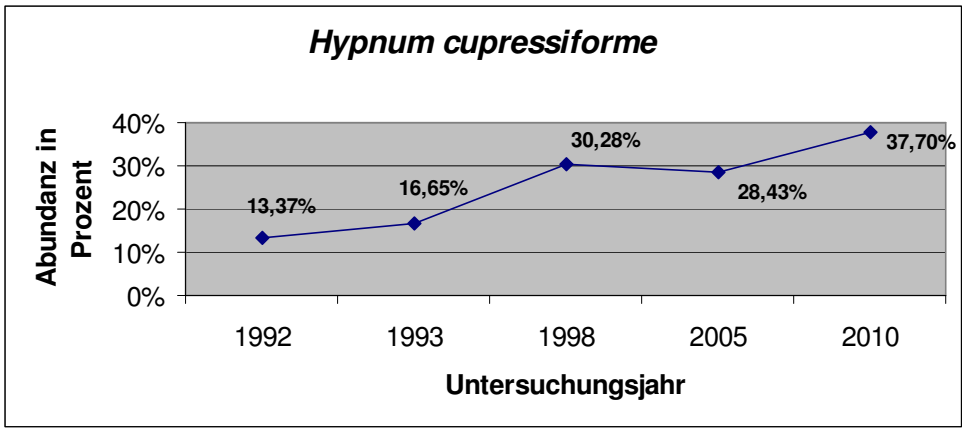


Abb. 11: Der Trend von *Hypnum cupressiforme* im Plot 1003 über die gesamten Untersuchungsjahre

- *Dicranum scoparium*

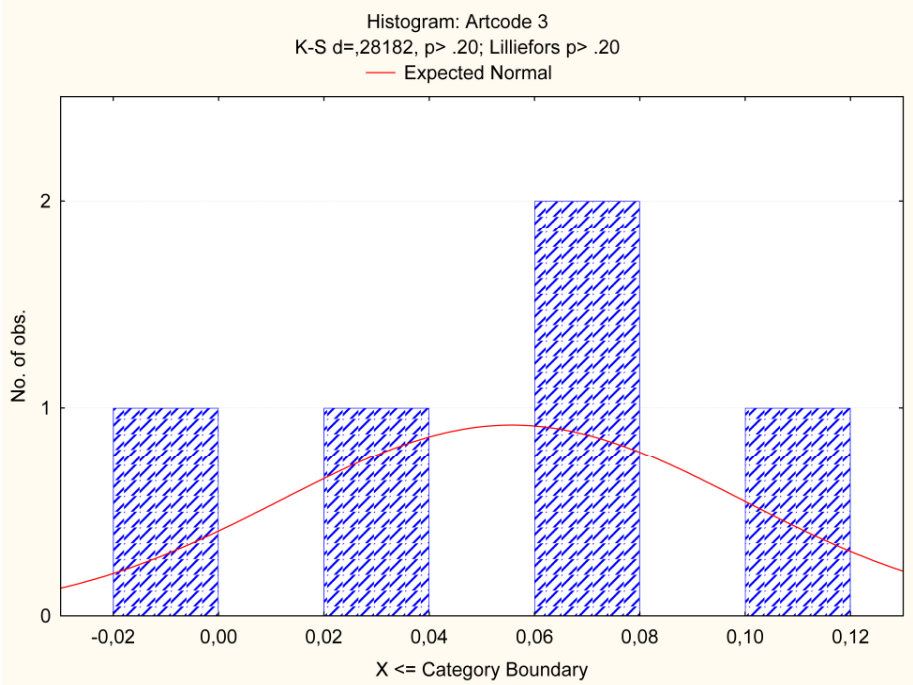


Abb. 12: Normalverteilung von *Dicranum scoparium*

Tab. 8: Neumann Trend Test für *Dicranum scoparium*

	Beobachtungen	$\sum (\chi_i - \chi_{i-1})^2$
1992	0,079456118	
1993	0,076231543	1,03979E-05
1998	0,102649682	0,000697918
2005	0	0,010536957
2010	0,020001334	0,000400053
	Summe	0,011645326
	Δ^2	0,002911332
	s^2	0,001891762
	s	0,043494395
	Prüfgröße = Δ^2/ s^2	**1,53895205**
	p = 0,05	**0,8204**

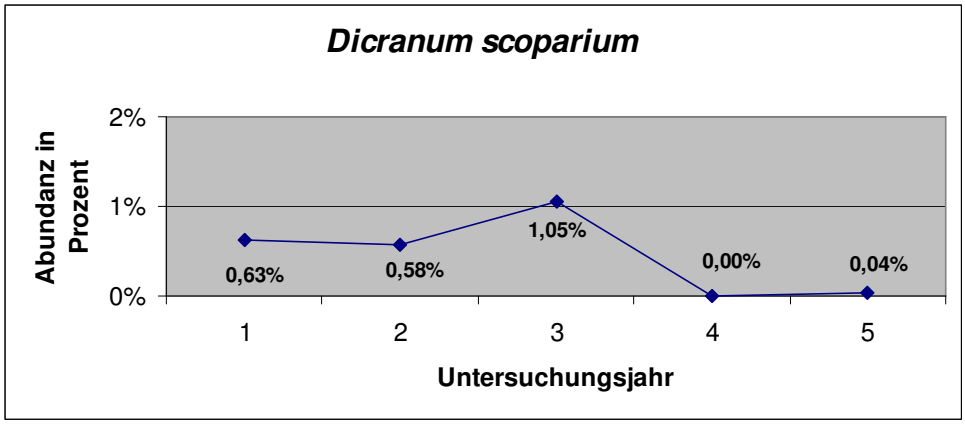


Abb. 13: Der Trend von *Dicranum scoparium* im Plot 1003 über die gesamten Untersuchungsjahre

2.2 Moosplot 5 (Plot 1005)

Typus: Stammabflussfläche
Exposition: NW
Baumart: Buche
(Zechmeister, 1999; Zechmeister, 2006)



Abb. 14: Plot 1005 (Blende: 4,0; Belichtungszeit: 1/60; ISO: 400)

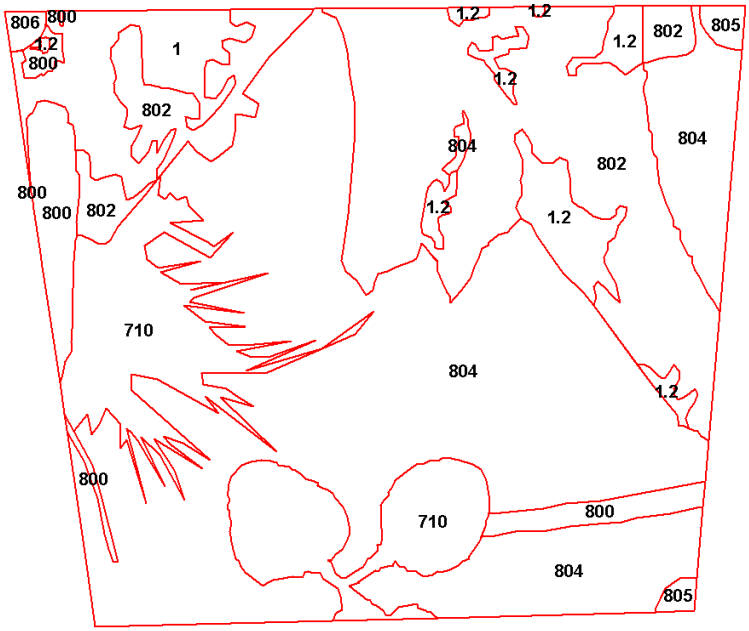


Abb. 15: Plot 1005 - digitalisierte Arten

2.2.1 Das Untersuchungsjahr 2010

Tab. 9: Prozentueller Anteil der Deckung im Jahre 2010

Artcode	Deckung
1	2,517%
1.2	46,400%
710	15,087%
800	1,134%
802	18,283%
804	16,300%
805	0,188%
806	0,091%

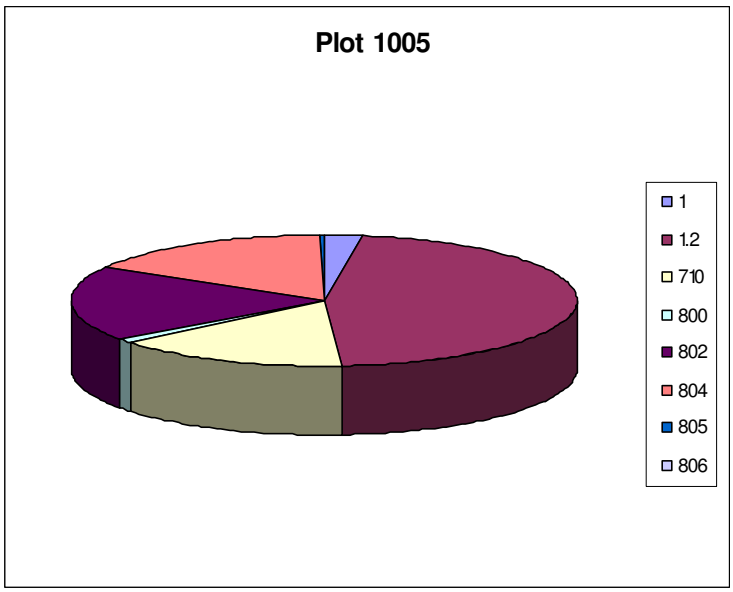


Abb. 16: Kreisdiagramm der Deckung in Prozent im Untersuchungsjahr 2010

2.2.2 Alle Untersuchungsjahre von 1992 - 2010

Tab. 10: Deckung aller Untersuchungsjahre

Artcode	1992	1993	1998	2005	2010
1	25,24	25,4	0	6,34	2,52
1.1	0	0	0	4,25	0
1.2	3,24	3,15	19,46	0	46,4
1.3	0	0	12,26	0	0
5	0	0	0,16	0	0
500-799	0	0	5,62	0	15,09
800-900	71,52	71,45	62,49	89,4	36

(Karall, 2002, Zechmeister, 1999; Zechmeister 2006)

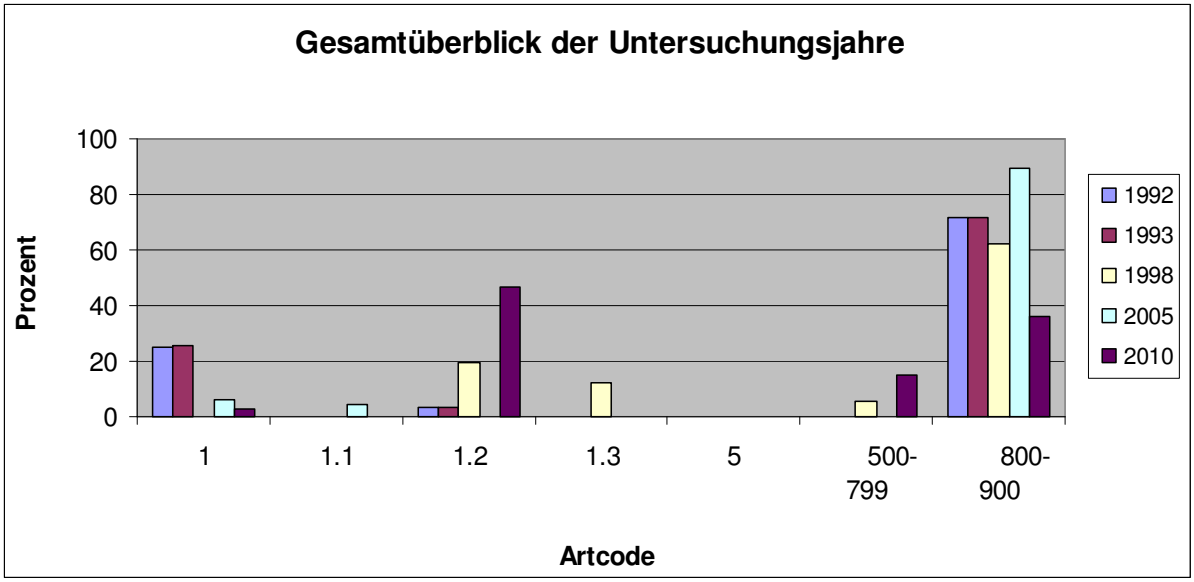


Abb. 17: Balkendiagramm der Deckung der Arten in Prozent über die Gesamtjahre im Vergleich

Tab. 11: Wilcoxon matched pair Test für den Plot 1005

Pair of Variables	Wilcoxon Matched Pairs Test für Plot 1005; Marked tests are significant at p <,0500			
	Valid N	T	Z	p-level
1 & 1				
1 & 1.1	5	0,000000	1,825742	0,067890
1 & 1.2	5	6,000000	0,404520	0,685831
1 & 1.3	5	3,000000	1,213560	0,224917
1 & 5	5	1,000000	1,752920	0,079617
1 & 500-799	5	3,000000	1,213560	0,224917
1 & 800-900	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
1.1 & 1	5	0,000000	1,825742	0,067890
1.1 & 1.1				
1.1 & 1.2	5	3,000000	1,213560	0,224917
1.1 & 1.3	5	0,000000		
1.1 & 5	5	0,000000		
1.1 & 500-799	5	1,000000	1,069045	0,285050
1.1 & 800-900	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
1.2 & 1	5	6,000000	0,404520	0,685831
1.2 & 1.1	5	3,000000	1,213560	0,224917
1.2 & 1.2				
1.2 & 1.3	5	0,000000	1,825742	0,067890
1.2 & 5	5	0,000000	1,825742	0,067890
1.2 & 500-799	5	0,000000	1,825742	0,067890
1.2 & 800-900	5	1,000000	1,752920	0,079617
1.3 & 1	5	3,000000	1,213560	0,224917
1.3 & 1.1	5	0,000000		
1.3 & 1.2	5	0,000000	1,825742	0,067890
1.3 & 1.3				
1.3 & 5	5	0,000000		
1.3 & 500-799	5	0,000000		
1.3 & 800-900	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
5 & 1	5	1,000000	1,752920	0,079617
5 & 1.1	5	0,000000		
5 & 1.2	5	0,000000	1,825742	0,067890
5 & 1.3	5	0,000000		
5 & 5				
5 & 500-799	5	0,000000		
5 & 800-900	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
500-799 & 1	5	3,000000	1,213560	0,224917
500-799 & 1.1	5	1,000000	1,069045	0,285050
500-799 & 1.2	5	0,000000	1,825742	0,067890
500-799 & 1.3	5	0,000000		
500-799 & 5	5	0,000000		
500-799 & 500-799				
500-799 & 800-900	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
800-900 & 1	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
800-900 & 1.1	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
800-900 & 1.2	5	1,000000	1,752920	0,079617
800-900 & 1.3	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
800-900 & 5	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
800-900 & 500-799	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
800-900 & 800-900				

Neumann Test:

- *Hypnum cupressiforme*

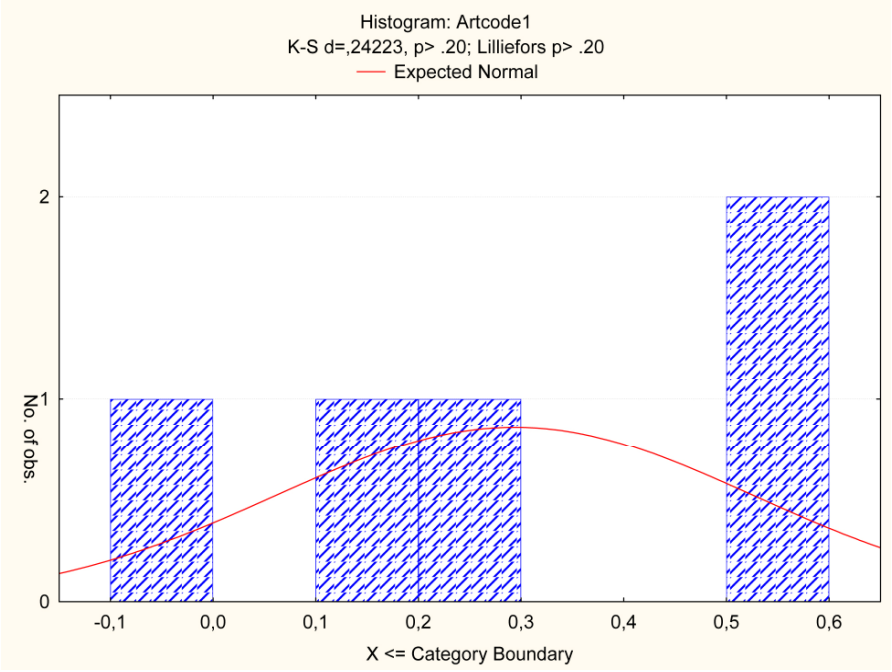


Abb. 18: Normalverteilung von *Hypnum cupressiforme*

Tab. 12: Neumann Trend Test für *Hypnum cupressiforme*

	Beobachtungen	$\sum (\chi_i - \chi_{i-1})^2$
1992	0,526365651	
1993	0,528205391	3,38464E-06
1998	0	0,279000935
2005	0,254533087	0,064787092
2010	0,159419484	0,009046597
	Summe	0,352838009
	Δ^2	0,088209502
	s^2	0,053737769
	s	0,231814084
	Prüfgröße = Δ^2/ s^2	**1,641480533**
	p = 0,05	**0,8204**

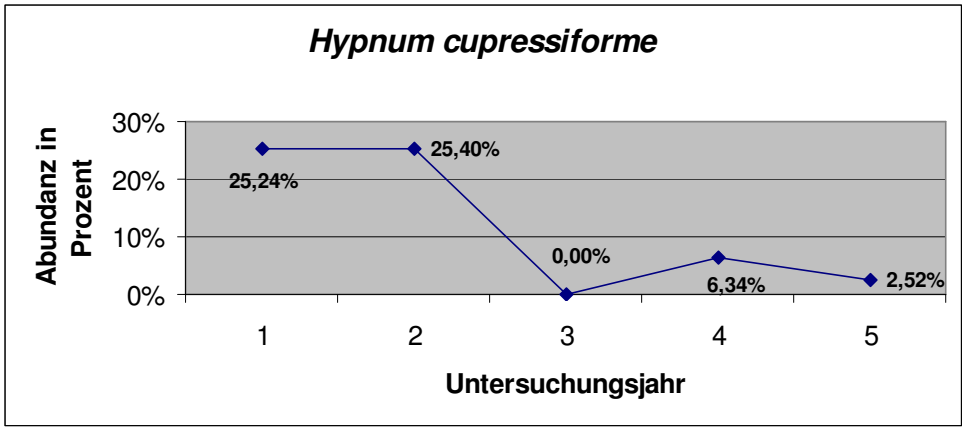


Abb. 19: Der Trend von *Hypnum cupressiforme* im Plot 1005 über die gesamten Untersuchungsjahre

- *Hypnum cupressiforme* wenig vital

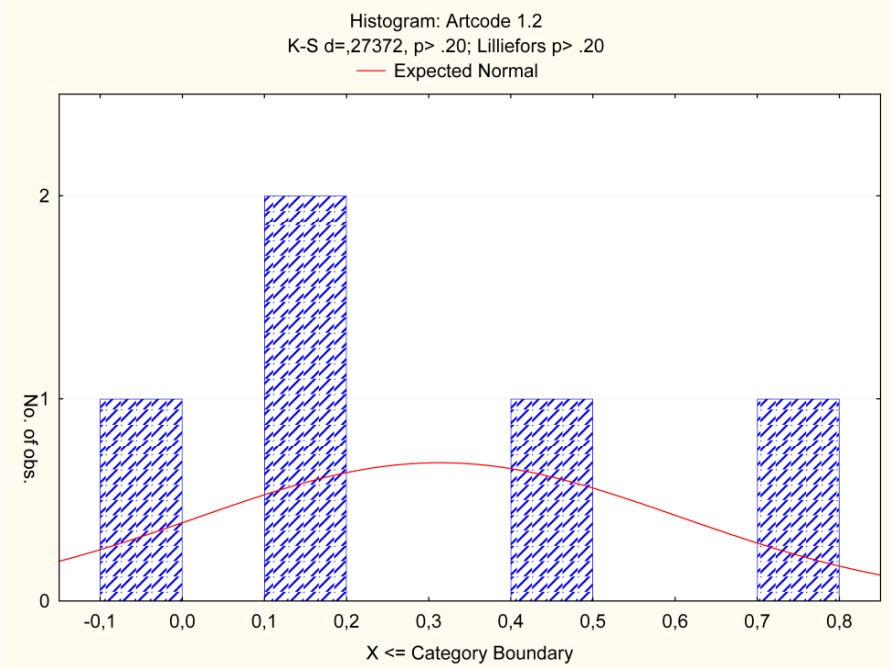


Abb. 20: Normalverteilung von *Hypnum cupressiforme* wenig vital

Tab. 13: Neumann Trend Test für *Hypnum cupressiforme* wenig vital

	Beobachtungen	$\sum (\chi_i - \chi_{i-1})^2$
1992	0,180986451	
1993	0,178427637	6,54753E-06
1998	0,456862877	0,077526183
2005	0	0,208723688
2010	0,749366987	0,561550881
	Summe	0,847807299
	Δ^2	0,211951825
	s^2	0,086154722
	s	0,293521247
	Prüfgröße = Δ^2/ s^2	**2,46013009**
	p = 0,05	**0,8204**

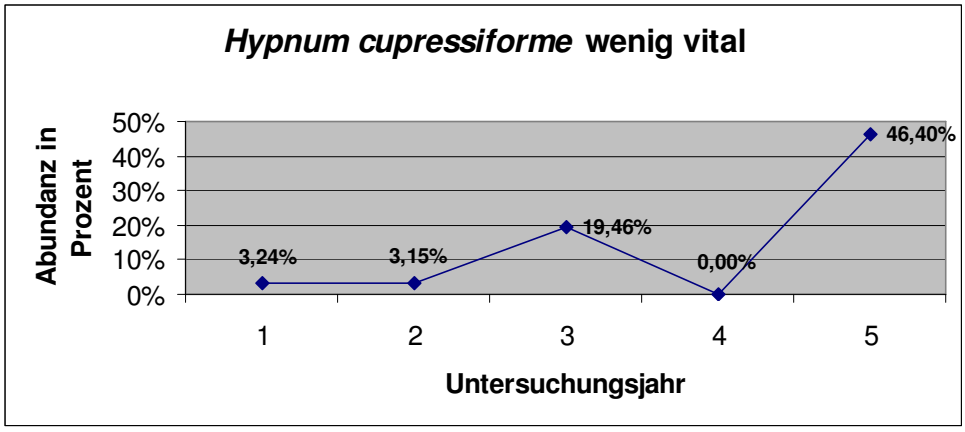


Abb. 21: Der Trend von *Hypnum cupressiforme* wenig vital im Plot 1005 über die gesamten Untersuchungsjahre

2.3 Moosplot 6 (Plot 1006)

Typus: Stammabflussfläche
Exposition: NW
Baumart: Fichte
(Zechmeister, 1999; Zechmeister, 2006)



Abb. 22: Plot 1006 (Blende: 4,0; Belichtungszeit: 1/60; ISO: 400)

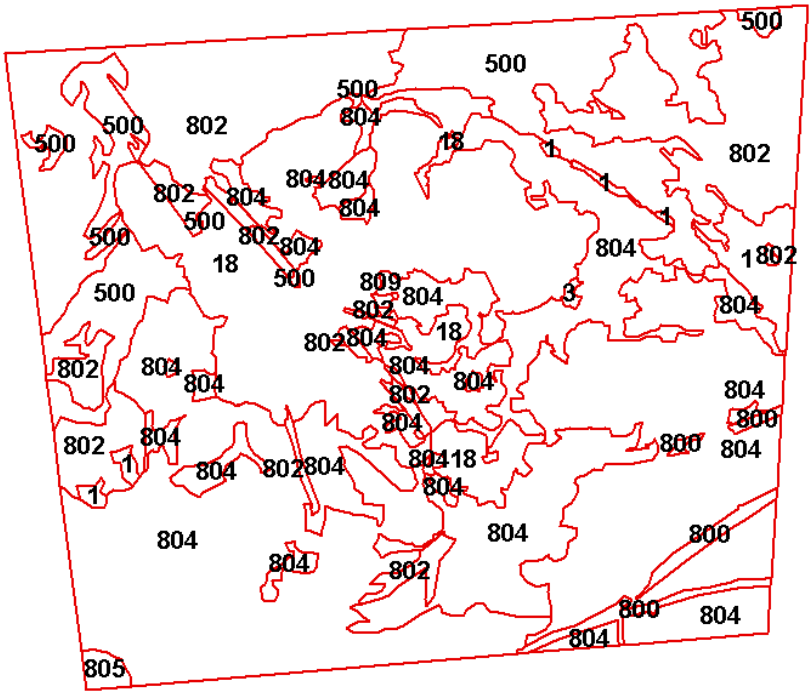


Abb. 23: Plot 1006 - digitalisierte Arten

2.3.1 Das Untersuchungsjahr 2010

Tab. 14: Prozentueller Anteil der Arten 2010

Artcode	Deckung
1	12,346%
3	8,592%
18	1,604%
500	23,433%
800	0,592%
802	27,782%
804	25,454%
805	0,174%
809	0,024%

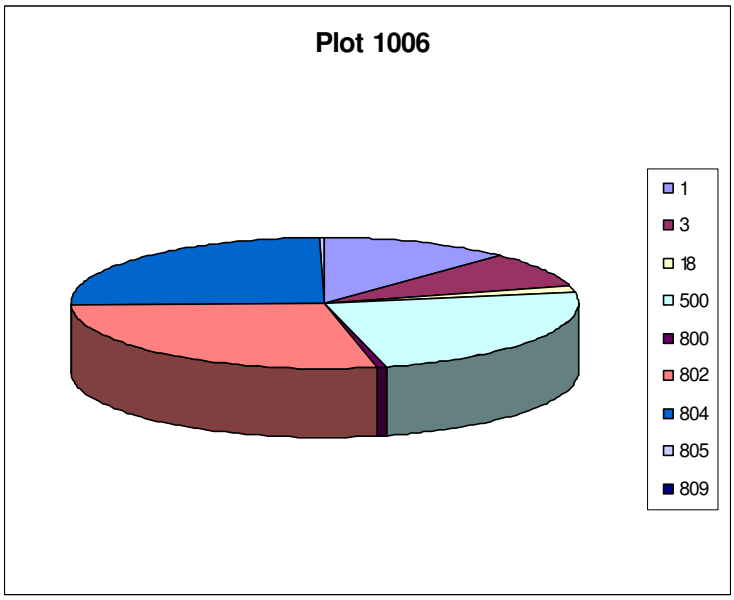


Abb. 24: Kreisdiagramm der Deckung in Prozent im Untersuchungsjahr 2010

2.3.2 Alle Untersuchungsjahre von 1992 - 2010

Tab. 15: Deckung aller Untersuchungsjahre

Artcode	1992	1993	1998	2005	2010
1	0	0	0,22	0	12,35
2	0	0	0,23	0	0
3	0	0	0	0	8,95
4	0,86	0,28	0	0	0
5	1,05	0,27	0,9	0	0
7	0	0	0	0	0
18	29,12	24,8	30,52	20,96	1,6
500-799	0	2,17	1,71	0,32	23,43
800-900	68,97	72,48	66,42	77,69	54,03

(Karall, 2002; Zechmeister, 1999; Zechmeister, 2006)

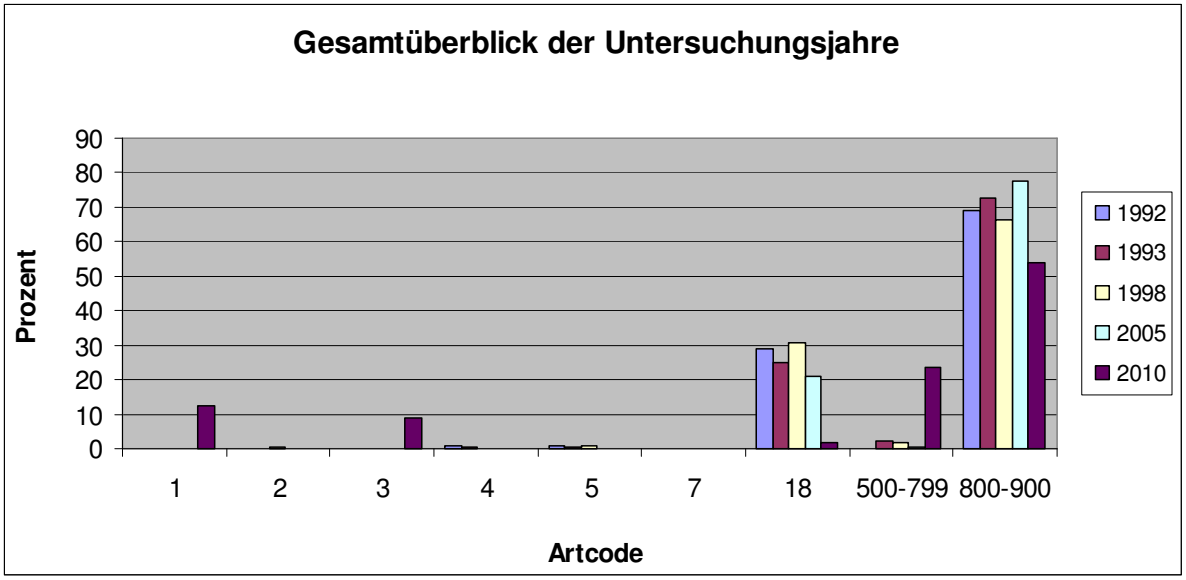


Abb. 25: Balkendiagramm der Deckung der Arten in Prozent über die Gesamtjahre im Vergleich

Tab. 16a: Wilcoxon matched pair Test für den Plot 1006

Pair of Variables	Wilcoxon Matched Pairs Test für Plot 1006; Marked tests are significant at p <,0500			
	Valid N	T	Z	p-level
1 & 1				
1 & 2	5	0,000000		
1 & 3	5	0,000000		
1 & 4	5	5,000000	0,000000	1,000000
1 & 5	5	4,000000	0,365148	0,715001
1 & 7	5	0,000000		
1 & 18	5	1,000000	1,752920	0,079617
1 & 500-799	5	0,000000	1,825742	0,067890
1 & 800-900	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
2 & 1	5	0,000000		
2 & 2				
2 & 3	5	0,000000		
2 & 4	5	1,000000	1,069045	0,285050
2 & 5	5	0,000000	1,603567	0,108810
2 & 7	5	0,000000		
2 & 18	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
2 & 500-799	5	0,000000	1,825742	0,067890
2 & 800-900	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
3 & 1	5	0,000000		
3 & 2	5	0,000000		
3 & 3				
3 & 4	5	3,000000	0,000000	1,000000
3 & 5	5	4,000000	0,365148	0,715001
3 & 7	5	0,000000		
3 & 18	5	1,000000	1,752920	0,079617
3 & 500-799	5	0,000000	1,825742	0,067890
3 & 800-900	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
4 & 1	5	5,000000	0,000000	1,000000
4 & 2	5	1,000000	1,069045	0,285050
4 & 3	5	3,000000	0,000000	1,000000
4 & 4				
4 & 5	5	1,000000	1,069045	0,285050
4 & 7	5	0,000000		
4 & 18	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
4 & 500-799	5	2,000000	1,483240	0,138012
4 & 800-900	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
5 & 1	5	4,000000	0,365148	0,715001
5 & 2	5	0,000000	1,603567	0,108810
5 & 3	5	4,000000	0,365148	0,715001
5 & 4	5	1,000000	1,069045	0,285050
5 & 5				
5 & 7	5	0,000000	1,603567	0,108810
5 & 18	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
5 & 500-799	5	4,000000	0,943880	0,345232
5 & 800-900	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
7 & 1	5	0,000000		
7 & 2	5	0,000000		
7 & 3	5	0,000000		
7 & 4	5	0,000000		

Tab. 16b: Wilcoxon matched pair Test für den Plot 1006

Pair of Variables	Wilcoxon Matched Pairs Test für Plot 1006; Marked tests are significant at p <,0500			
	Valid N	T	Z	p-level
7 & 5	5	0,000000	1,603567	0,108810
7 & 7				
7 & 18	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
7 & 500-799	5	0,000000	1,825742	0,067890
7 & 800-900	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
18 & 1	5	1,000000	1,752920	0,079617
18 & 2	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
18 & 3	5	1,000000	1,752920	0,079617
18 & 4	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
18 & 5	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
18 & 7	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
18 & 18				
18 & 500-799	5	2,000000	1,483240	0,138012
18 & 800-900	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
500-799 & 1	5	0,000000	1,825742	0,067890
500-799 & 2	5	0,000000	1,825742	0,067890
500-799 & 3	5	0,000000	1,825742	0,067890
500-799 & 4	5	2,000000	1,483240	0,138012
500-799 & 5	5	4,000000	0,943880	0,345232
500-799 & 7	5	0,000000	1,825742	0,067890
500-799 & 18	5	2,000000	1,483240	0,138012
500-799 & 500-799				
500-799 & 800-900	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
800-900 & 1	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
800-900 & 2	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
800-900 & 3	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
800-900 & 4	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
800-900 & 5	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
800-900 & 7	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
800-900 & 18	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
800-900 & 500-799	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
800-900 & 800-900				

Neumann Test:

- *Thuidium tamariscinum*

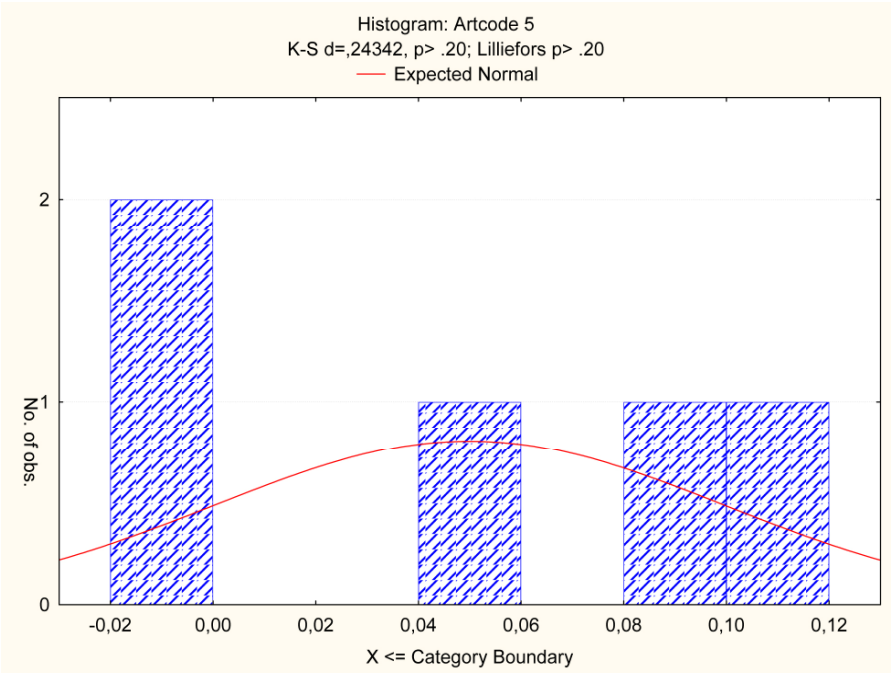


Abb. 26: Normalverteilung für *Thuidium tamariscinum* für Plot 1006

Tab. 17: Neumann Trend Test für *Thuidium tamariscinum*

	Beobachtungen	$\sum (\chi_i - \chi_{i-1})^2$
1992	0,102649682	
1993	0,051984935	0,00256692
1998	0,095011212	0,00185126
2005	0	0,00902713
2010	0	0
	Summe	0,01344531
	Δ^2	0,00336133
	s^2	0,00245048
	s	0,04950231
	Prüfgröße = Δ^2/ s^2	**1,37170237**
	p = 0,05	**0,8204**

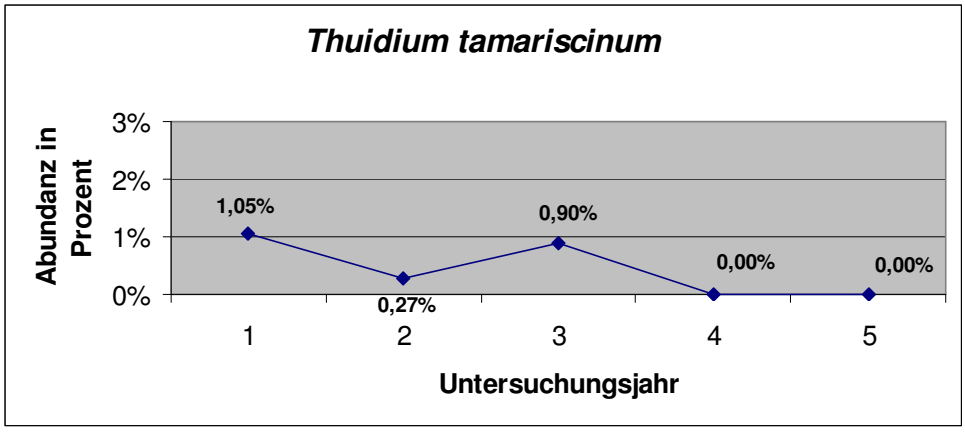


Abb. 27: Der Trend von *Thuidium tamariscinum* im Plot 1006 über die gesamten Unteruschungsjahre

2.4 Moosplot 7 (Plot 1007)

Typus: Zwischenstammfläche
Standort: Fichtendominierter
Bestand
Exposition/Neigung: ebene Lage
(Zechmeister, 1999; Zechmeister, 2006)



Abb. 28: Plot 1007 (Blende: 7,1; Belichtungszeit: 1/13; ISO: 100)

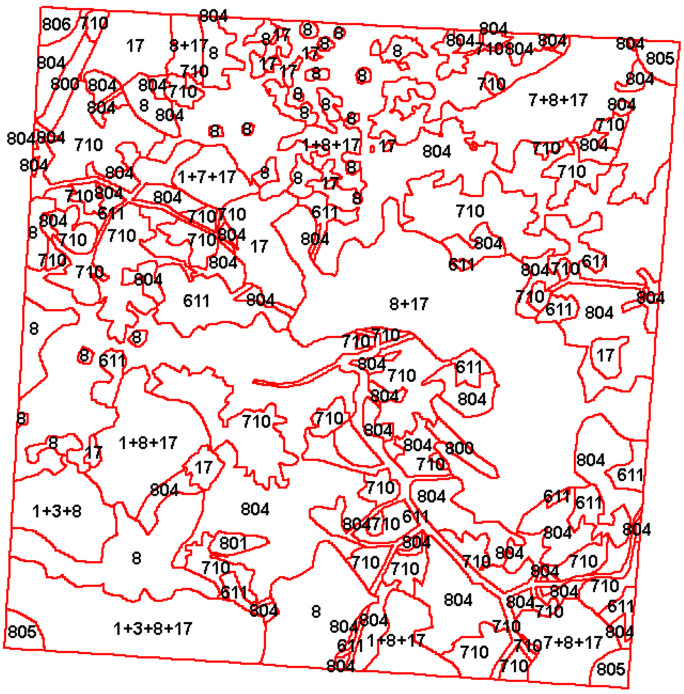


Abb. 29: Plot 1007 – digitalisierte Arten

2.4.1 Das Untersuchungsjahr 2010

Tab. 18: Plot 1007 Prozentueller Anteil der Deckung 2010

Artcode	Deckung
1	4,062%
3	1,574%
7	1,784%
8	14,625%
17	18,329%
611	8,128%
710	14,726%
800	0,674%
801	0,228%
804	34,626%
805	0,958%
806	0,287%

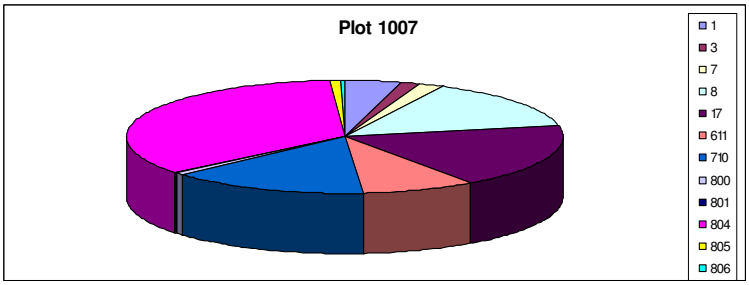


Abb. 30: Kreisdiagramm der Deckung in Prozent im Untersuchungsjahr 2010

2.4.2 Alle Untersuchungsjahre von 1992 - 2010

Tab. 19: Deckung aller Untersuchungsjahre

Artcode	1992	1993	1998	2005	2010
1	15,15	15,15	27,22	19,21	4,1
3	2,92	6,19	3,03	1,02	1,59
7	44,24	41,61	6,1	0	1,8
8	17,34	17,21	39,35	19,76	14,77
15	0	3,35	0	0	0
17	5,16	10,52	10,61	5,93	17,55
20	0	0	1,38	0,39	0
21	0	0	2,33	0	0
500-799	5,83	3,85	7,55	8	23,07
800-900	9,36	17,26	2,44	20,19	37,13

(Karall, 2002; Zechmeister, 1999; Zechmeister, 2006)

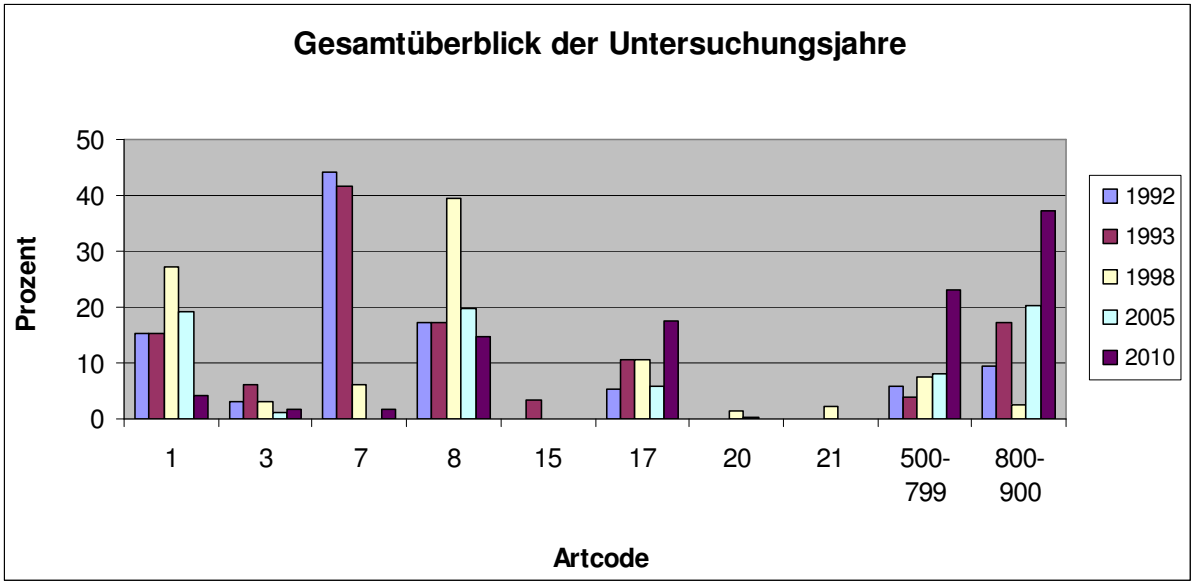


Abb. 31: Balkendiagramm der Deckung der Arten in Prozent über die Gesamtjahre im Vergleich

Tab. 20a: Wilcoxon matched pair Test für den Plot 1007

Pair of Variables	Wilcoxon Matched Pairs Test für Plot 1007; Marked tests are significant at p <,0500			
	Valid N	T	Z	p-level
1 & 1				
1 & 3	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
1 & 7	5	7,000000	0,134840	0,892738
1 & 8	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
1 & 15	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
1 & 17	5	5,000000	0,674200	0,500185
1 & 20	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
1 & 21	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
1 & 500-799	5	5,000000	0,674200	0,500185
1 & 800-900	5	7,000000	0,134840	0,892738
3 & 1	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
3 & 3				
3 & 7	5	3,000000	1,213560	0,224917
3 & 8	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
3 & 15	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
3 & 17	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
3 & 20	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
3 & 21	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
3 & 500-799	5	1,000000	1,752920	0,079617
3 & 800-900	5	1,000000	1,752920	0,079617
7 & 1	5	7,000000	0,134840	0,892738
7 & 3	5	3,000000	1,213560	0,224917
7 & 7				
7 & 8	5	5,000000	0,674200	0,500185
7 & 15	5	0,000000	1,825742	0,067890
7 & 17	5	6,000000	0,404520	0,685831
7 & 20	5	1,000000	1,752920	0,079617
7 & 21	5	0,000000	1,825742	0,067890
7 & 500-799	5	6,000000	0,404520	0,685831
7 & 800-900	5	6,000000	0,404520	0,685831
8 & 1	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
8 & 3	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
8 & 7	5	5,000000	0,674200	0,500185
8 & 8				
8 & 15	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
8 & 17	5	1,000000	1,752920	0,079617
8 & 20	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
8 & 21	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
8 & 500-799	5	1,000000	1,752920	0,079617
8 & 800-900	5	7,000000	0,134840	0,892738
15 & 1	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
15 & 3	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
15 & 7	5	0,000000	1,825742	0,067890
15 & 8	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
15 & 15				
15 & 17	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
15 & 20	5	3,000000	0,000000	1,000000
15 & 21	5	0,000000		
15 & 500-799	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*

Tab. 20b: Wilcoxon matched pair Test für den Plot 1007

Pair of Variables	Valid N	T	Z	p-level
	Wilcoxon Matched Pairs Test für Plot 1007; Marked tests are significant at p <,0500			
15 & 800-900	5	0,000000	2,022600	0,043115
17 & 1	5	5,000000	0,674200	0,500185
17 & 3	5	0,000000	2,022600	0,043115
17 & 7	5	6,000000	0,404520	0,685831
17 & 8	5	1,000000	1,752920	0,079617
17 & 15	5	0,000000	2,022600	0,043115
17 & 17				
17 & 20	5	0,000000	2,022600	0,043115
17 & 21	5	0,000000	2,022600	0,043115
17 & 500-799	5	7,000000	0,134840	0,892738
17 & 800-900	5	3,000000	1,213560	0,224917
20 & 1	5	0,000000	2,022600	0,043115
20 & 3	5	0,000000	2,022600	0,043115
20 & 7	5	1,000000	1,752920	0,079617
20 & 8	5	0,000000	2,022600	0,043115
20 & 15	5	3,000000	0,000000	1,000000
20 & 17	5	0,000000	2,022600	0,043115
20 & 20				
20 & 21	5	0,000000		
20 & 500-799	5	0,000000	2,022600	0,043115
20 & 800-900	5	0,000000	2,022600	0,043115
21 & 1	5	0,000000	2,022600	0,043115
21 & 3	5	0,000000	2,022600	0,043115
21 & 7	5	0,000000	1,825742	0,067890
21 & 8	5	0,000000	2,022600	0,043115
21 & 15	5	0,000000		
21 & 17	5	0,000000	2,022600	0,043115
21 & 20	5	0,000000		
21 & 21				
21 & 500-799	5	0,000000	2,022600	0,043115
21 & 800-900	5	0,000000	2,022600	0,043115
500-799 & 1	5	5,000000	0,674200	0,500185
500-799 & 3	5	1,000000	1,752920	0,079617
500-799 & 7	5	6,000000	0,404520	0,685831
500-799 & 8	5	1,000000	1,752920	0,079617
500-799 & 15	5	0,000000	2,022600	0,043115
500-799 & 17	5	7,000000	0,134840	0,892738
500-799 & 20	5	0,000000	2,022600	0,043115
500-799 & 21	5	0,000000	2,022600	0,043115
500-799 & 500-799				
500-799 & 800-900	5	2,000000	1,483240	0,138012
800-900 & 1	5	7,000000	0,134840	0,892738
800-900 & 3	5	1,000000	1,752920	0,079617
800-900 & 7	5	6,000000	0,404520	0,685831
800-900 & 8	5	7,000000	0,134840	0,892738
800-900 & 15	5	0,000000	2,022600	0,043115
800-900 & 17	5	3,000000	1,213560	0,224917
800-900 & 20	5	0,000000	2,022600	0,043115
800-900 & 21	5	0,000000	2,022600	0,043115

Pair of Variables	Valid N	T	Z	p-level
	Wilcoxon Matched Pairs Test für Plot 1007; Marked tests are significant at p <,0500			
800-900 & 500-799	5	2,000000	1,483240	0,138012
800-900 & 800-900				

Neumann Test:

- *Dicranum scoparium*

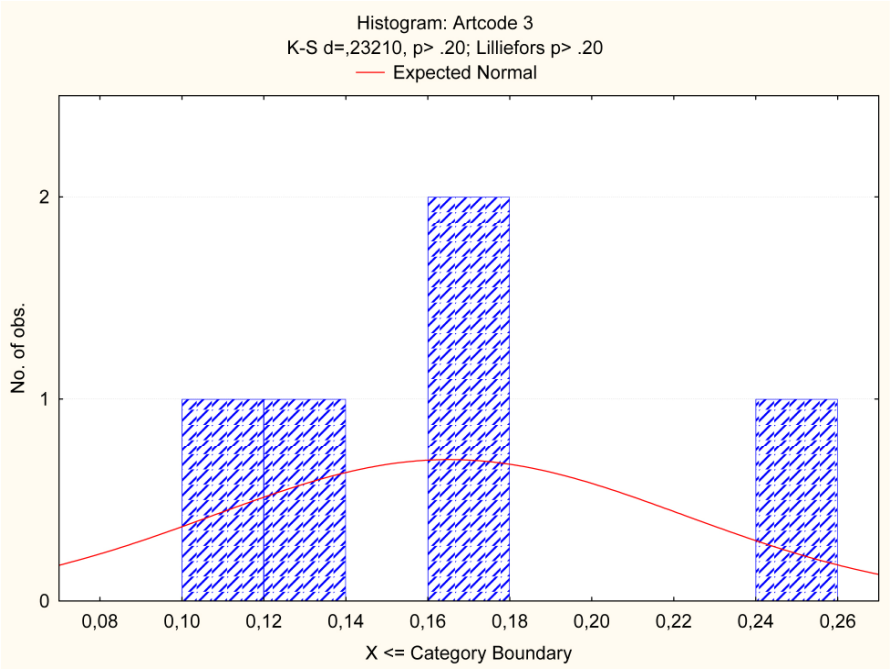


Abb. 32: Normalverteilung für *Dicranum scoparium*

Tab. 21: Neumann Trend Test für *Dicranum scoparium*

	Beobachtungen	$\sum (\chi_i - \chi_{i-1})^2$
1992	0,171722812	
1993	0,251438111	0,006354529
1998	0,174960207	0,00584887
2005	0,101167534	0,005445359
2010	0,126431768	0,000638282
	Summe	0,018287039
	Δ^2	0,00457176
	s^2	0,003294484
	s	0,057397599
	Prüfgröße = Δ^2/ s^2	**1,387701139**
	p = 0,05	**0,8204**

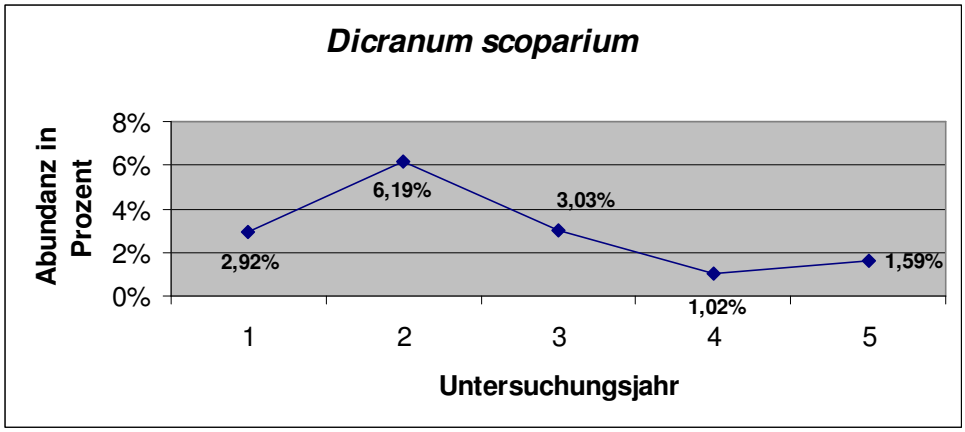


Abb. 33: Der Trend von *Dicranum scoparium* im Plot 1007 über die gesamten Untersuchungsjahre

- *Leucobryum glaucum*

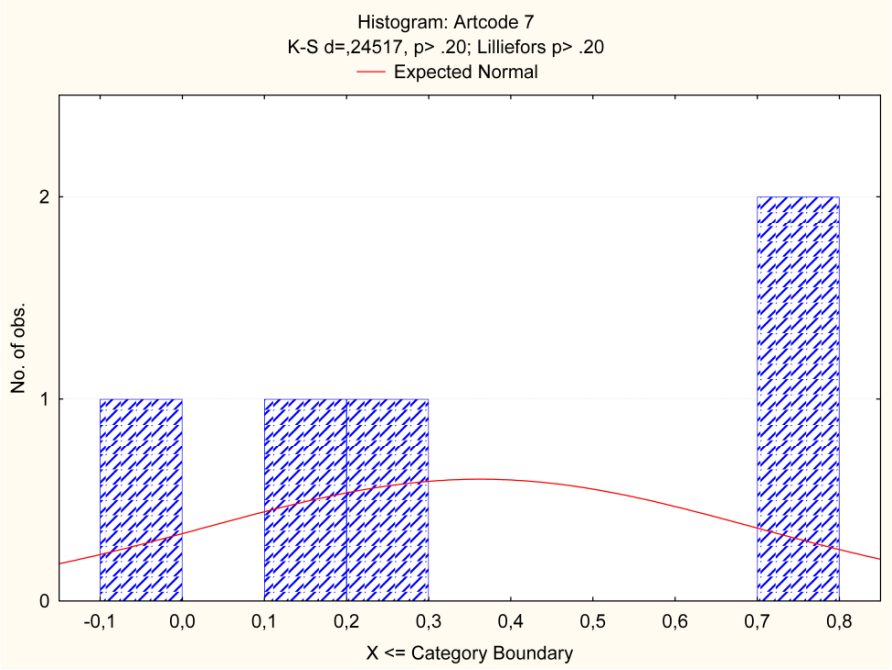


Abb. 34: Normalverteilung von *Leucobryum glaucum*

Tab. 22: Neumann Trend Test für *Leucobryum glaucum*

	Beobachtungen	$\sum (\chi_i - \chi_{i-1})^2$
1992	0,727669995	
1993	0,701099363	0,000706
1998	0,2495643	0,20388391
2005	0	0,06228234
2010	0,134569866	0,01810905
	Summe	0,2849813
	Δ^2	0,07124533
	s^2	0,11102787
	s	0,33320845
	Prüfgröße = Δ^2/ s^2	**0,64168865**
	p = 0,05	**0,8204**

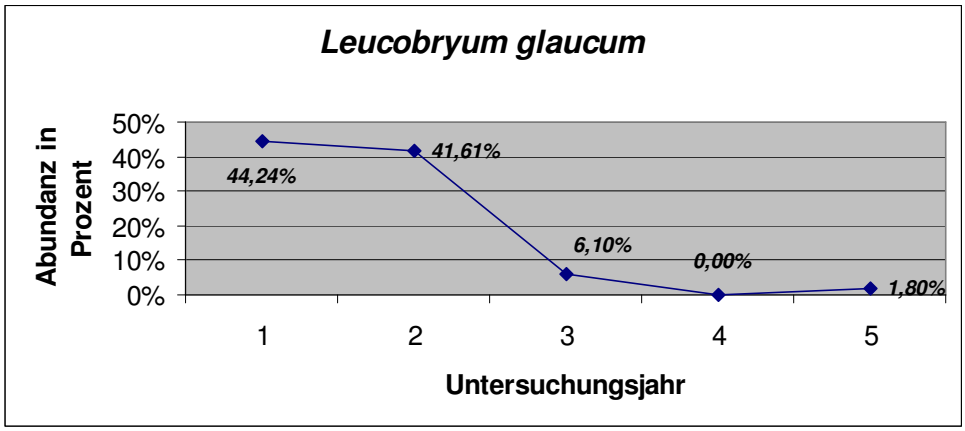


Abb. 35: Der Trend von *Leucobryum glaucum* im Plot 1007 über die gesamten Untersuchungsjahre

- *Bazzania trilobata*

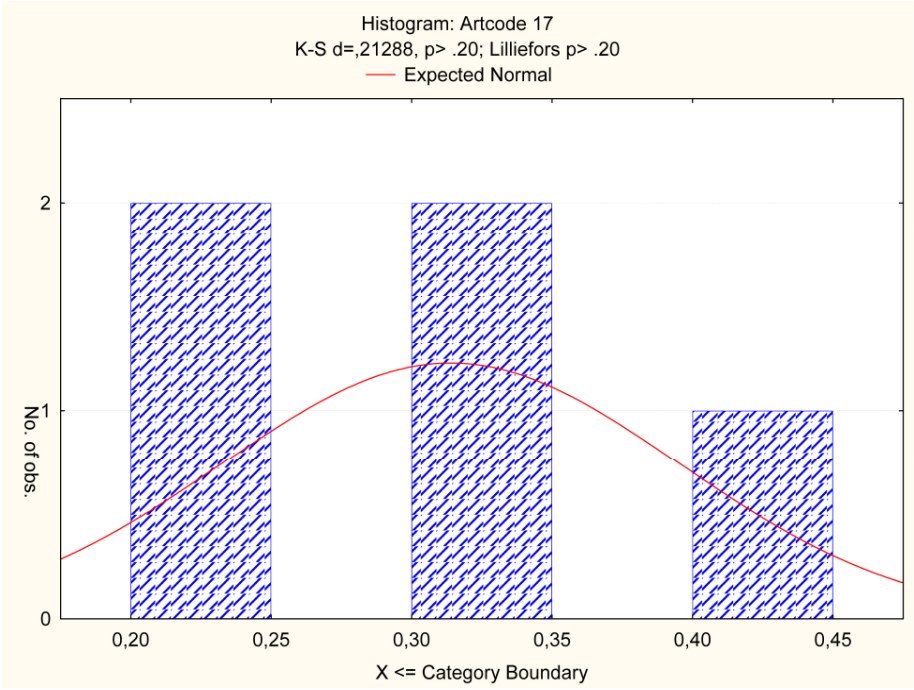


Abb. 36: Normalverteilung von *Bazzania trilobata*

Tab. 23: Neumann Trend Test für *Bazzania trilobata*

	Beobachtungen	$\sum (\chi_i - \chi_{i-1})^2$
1992	0,229156684	
1993	0,330319735	0,010233963
1998	0,331783681	2,14314E-06
2005	0,245989249	0,007360685
2010	0,432263527	0,034698107
	Summe	0,052294897
	Δ^2	0,013073724
	s^2	0,006598165
	s	0,081229087
	Prüfgröße = Δ^2/ s^2	**1,981418367**
	p = 0,05	**0,8204**

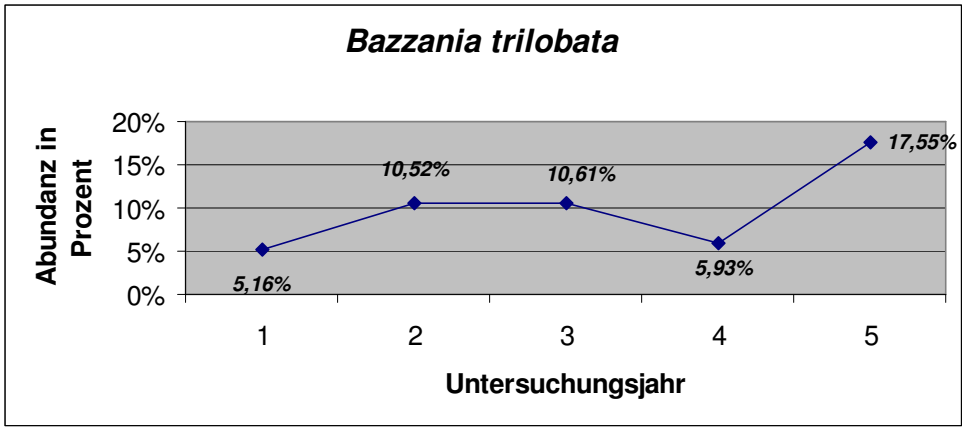


Abb. 37: Der Trend von *Bazzania trilobata* im Plot 1007 über die gesamten Untersuchungsjahre

2.5 Moosplot 12 (Plot 1012)

Typus: Stammabflussfläche
Exposition: NW
Baumart: Lärche
(Zechmeister, 1999; Zechmeister, 2006)



Abb. 38: Plot 1012 (Blende: 11; Belichtungszeit: 1/10; ISO: 100)

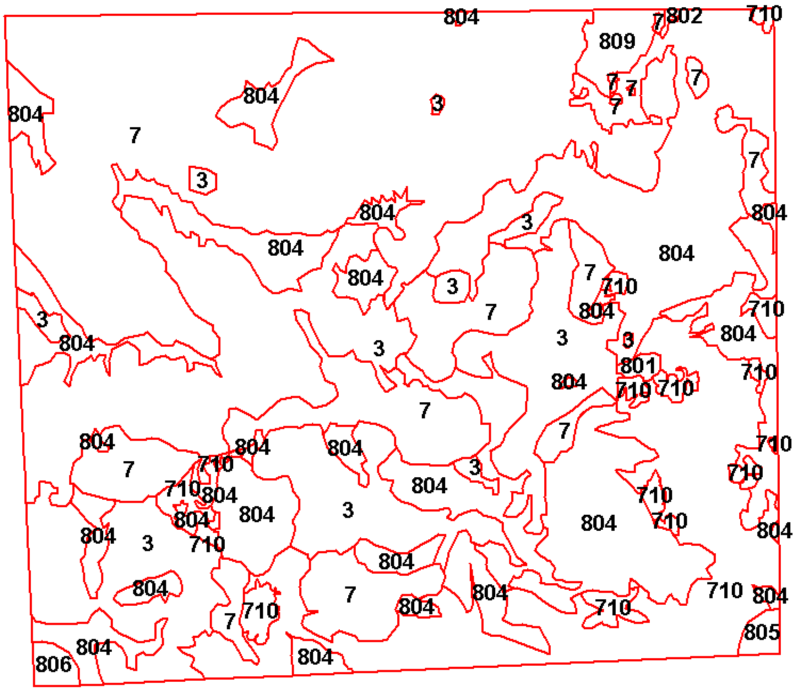


Abb. 39: Plot 1012 – digitalisierte Arten

2.5.1 Das Untersuchungsjahr 2010

Tab. 24: Plot 1012 prozentueler Anteil der Deckung 2010

Artcode	Deckung
3	21,693%
7	35,669%
710	12,852%
801	0,166%
802	0,041%
804	28,040%
805	0,306%
806	0,346%
809	0,886%

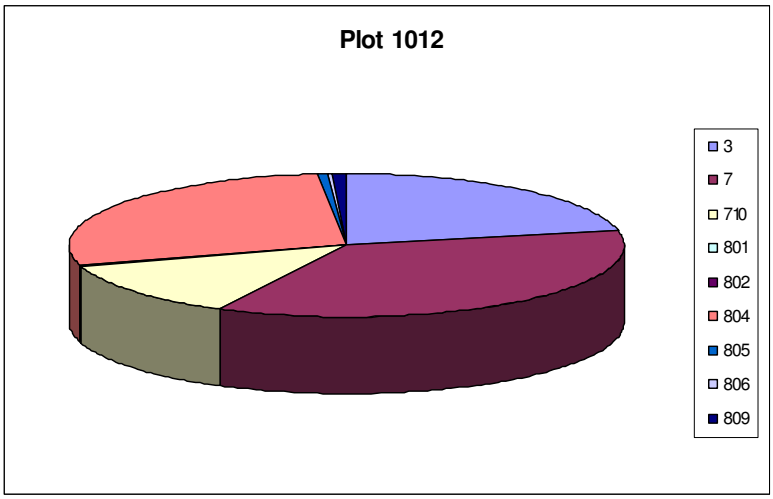


Abb. 40: Kreisdiagramm der Deckung in Prozent im Untersuchungsjahr 2010

2.5.2 Alle Untersuchungsjahre von 1992 - 2010

Tab. 25: Deckung aller Untersuchungsjahre

Artcode	1992	1993	1998	2005	2010
2	0	6,09	1,01	0	0
3	13,92	18,68	25,74	22,71	21,69
5	0	0	0,2	0	0
7	17,16	11,1	20,74	33,48	35,67
7.2	0	0	0	0,17	0
23	0	0	2,22	0	0
31	2,67	0	0	0	0
500-799	0	0	0,75	0	12,85
800-900	66,25	64,13	49,35	43,65	29,79

(Karall, 2002; Zechmeister, 1999; Zechmeister, 2006)

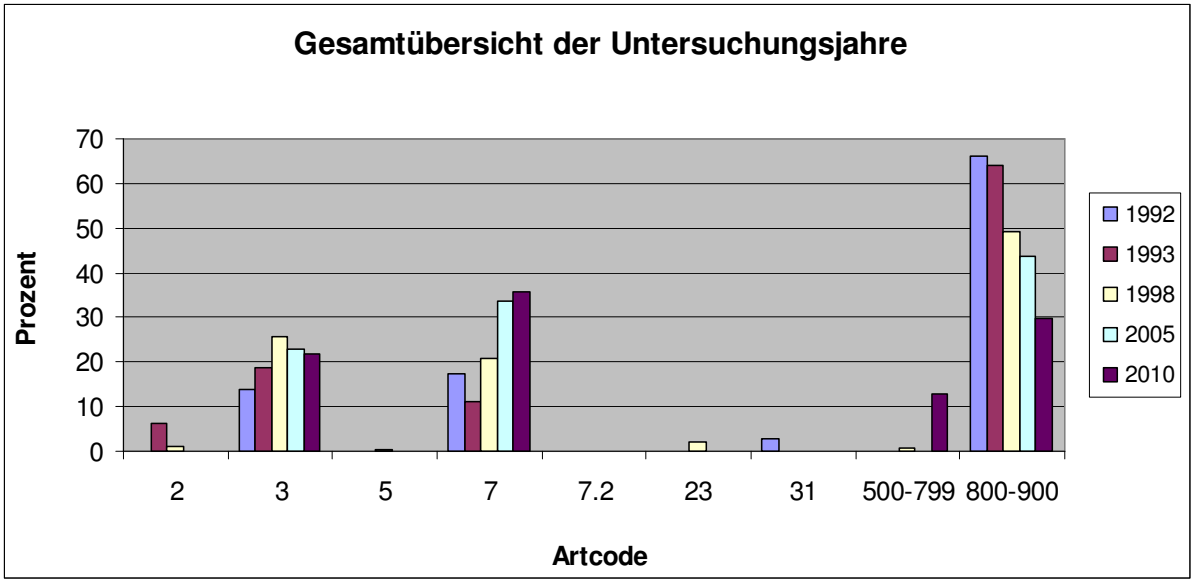


Abb. 41: Balkendiagramm der Deckung der Arten in Prozent über die Gesamtjahre im Vergleich

Tab. 26a: Wilcoxon matched pair Test für den Plot 1012

Pair of Variables	Valid N	T	Z	p-level
Wilcoxon Matched Pairs Test für Plot 1012; Marked tests are significant at p <,0500				
2 & 2				
2 & 3	5	0,000000	2,022600	0,043115
2 & 5	5	0,000000		
2 & 7	5	0,000000	2,022600	0,043115
2 & 7.2	5	1,000000	1,069045	0,285050
2 & 23	5	0,000000		
2 & 31	5	2,000000	0,534522	0,592980
2 & 500-799	5	3,000000	0,000000	1,000000
2 & 800-900	5	0,000000	2,022600	0,043115
3 & 2	5	0,000000	2,022600	0,043115
3 & 3				
3 & 5	5	0,000000	2,022600	0,043115
3 & 7	5	5,000000	0,674200	0,500185
3 & 7.2	5	0,000000	2,022600	0,043115
3 & 23	5	0,000000	2,022600	0,043115
3 & 31	5	0,000000	2,022600	0,043115
3 & 500-799	5	0,000000	2,022600	0,043115
3 & 800-900	5	0,000000	2,022600	0,043115
5 & 2	5	0,000000		
5 & 3	5	0,000000	2,022600	0,043115
5 & 5				
5 & 7	5	0,000000	2,022600	0,043115
5 & 7.2	5	0,000000		
5 & 23	5	0,000000		
5 & 31	5	0,000000		
5 & 500-799	5	0,000000		
5 & 800-900	5	0,000000	2,022600	0,043115
7 & 2	5	0,000000	2,022600	0,043115
7 & 3	5	5,000000	0,674200	0,500185
7 & 5	5	0,000000	2,022600	0,043115
7 & 7				
7 & 7.2	5	0,000000	2,022600	0,043115
7 & 23	5	0,000000	2,022600	0,043115
7 & 31	5	0,000000	2,022600	0,043115
7 & 500-799	5	0,000000	2,022600	0,043115
7 & 800-900	5	1,000000	1,752920	0,079617
7.2 & 2	5	1,000000	1,069045	0,285050
7.2 & 3	5	0,000000	2,022600	0,043115
7.2 & 5	5	0,000000		
7.2 & 7	5	0,000000	2,022600	0,043115
7.2 & 7.2				
7.2 & 23	5	0,000000		
7.2 & 31	5	0,000000		
7.2 & 500-799	5	1,000000	1,069045	0,285050
7.2 & 800-900	5	0,000000	2,022600	0,043115
23 & 2	5	0,000000		
23 & 3	5	0,000000	2,022600	0,043115
23 & 5	5	0,000000		
23 & 7	5	0,000000	2,022600	0,043115

Tab. 26b: Wilcoxon matched pair Test für den Plot 1012

Pair of Variables	Wilcoxon Matched Pairs Test für Plot 1012; Marked tests are significant at p <,0500			
	Valid N	T	Z	p-level
23 & 7.2	5	0,000000		
23 & 23				
23 & 31	5	0,000000		
23 & 500-799	5	0,000000		
23 & 800-900	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
31 & 2	5	2,000000	0,534522	0,592980
31 & 3	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
31 & 5	5	0,000000		
31 & 7	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
31 & 7.2	5	0,000000		
31 & 23	5	0,000000		
31 & 31				
31 & 500-799	5	2,000000	0,534522	0,592980
31 & 800-900	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
500-799 & 2	5	3,000000	0,000000	1,000000
500-799 & 3	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
500-799 & 5	5	0,000000		
500-799 & 7	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
500-799 & 7.2	5	1,000000	1,069045	0,285050
500-799 & 23	5	0,000000		
500-799 & 31	5	2,000000	0,534522	0,592980
500-799 & 500-799				
500-799 & 800-900	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
800-900 & 2	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
800-900 & 3	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
800-900 & 5	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
800-900 & 7	5	1,000000	1,752920	0,079617
800-900 & 7.2	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
800-900 & 23	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
800-900 & 31	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
800-900 & 500-799	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
800-900 & 800-900				

Neumann Test:

- *Dicranum Scoparium*

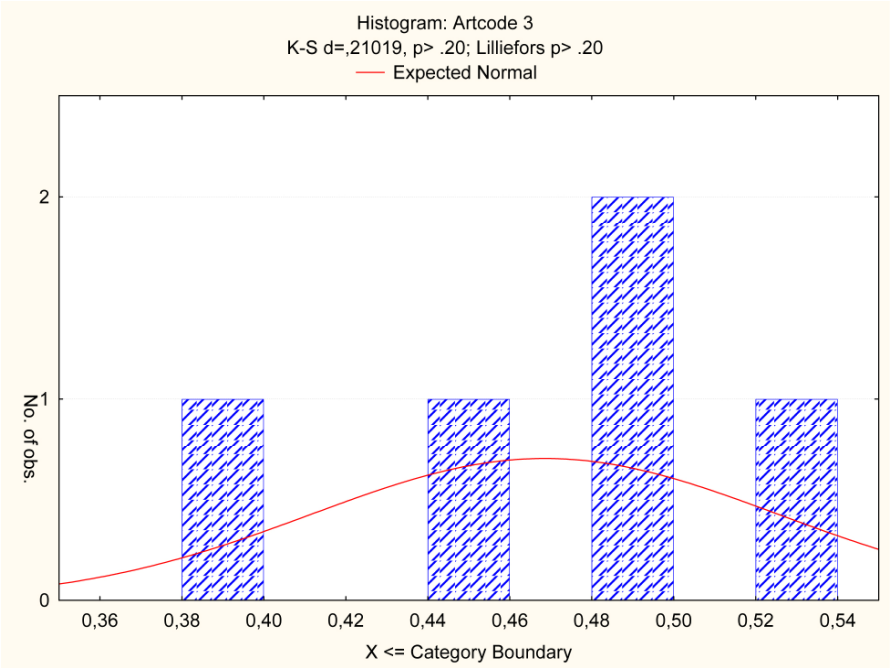


Abb. 42: Normalverteilung von *Dicranum scoparium*

Tab. 27: Neumann Trend Test für *Dicranum scoparium*

	Beobachtungen	$\sum (\chi_i - \chi_{i-1})^2$
1992	0,666627185	
1993	0,732233072	0,004304132
1998	0,817522483	0,007274284
2005	0,782124519	0,001253016
2010	0,769849639	0,000150673
	Summe	0,012982105
	Δ^2	0,003245526
	s^2	0,003296143
	s	0,057412049
	Prüfgröße = Δ^2/ s^2	**0,984643498**
	p = 0,05	**0,8204**

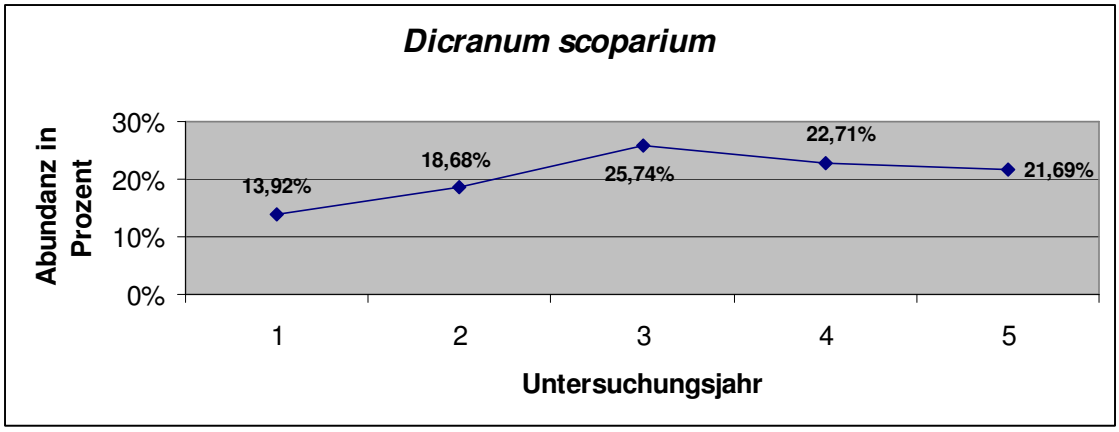


Abb. 43: Der Trend von *Dicranum scoparium* im Plot 1012 über die gesamten Untersuchungsjahre

- *Leucobryum glaucum*

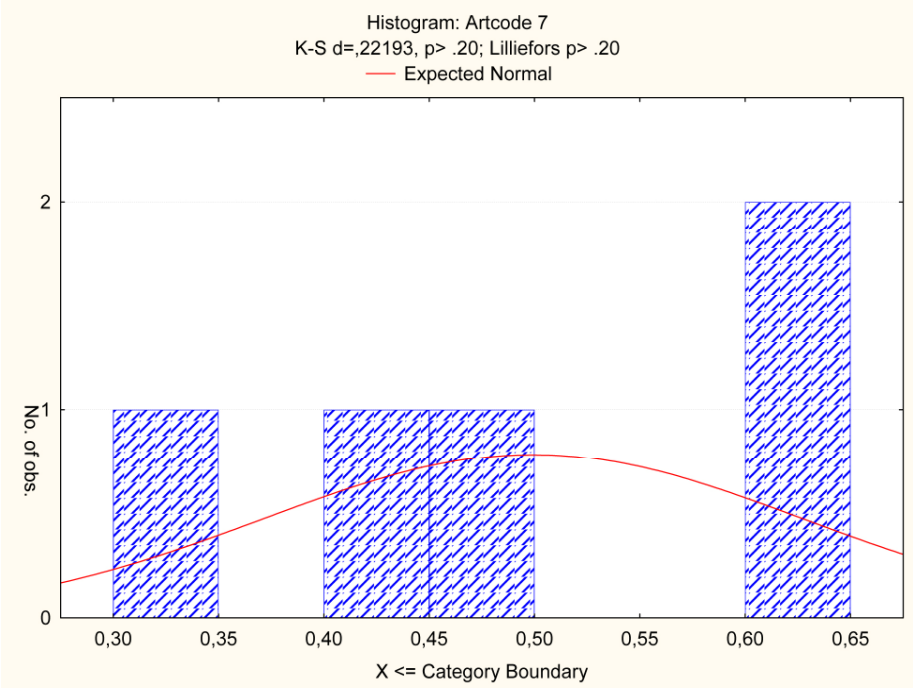


Abb. 44: Normalverteilung für *Leucobryum glaucum*

Tab. 28: Neumann Trend Test für *Leucobryum glaucum*

	Beobachtungen	$\sum (\chi_i - \chi_{i-1})^2$
1992	0,712252097	
1993	0,622174605	0,008113954
1998	0,758219605	0,018508242
2005	0,903528582	0,021114699
2010	0,927357853	0,000567834
	Summe	0,048304729
	Δ^2	0,012076182
	s^2	0,016708977
	s	0,129263209
	Prüfgröße = Δ^2/ s^2	**0,722736182**
	p = 0,05	**0,8204**

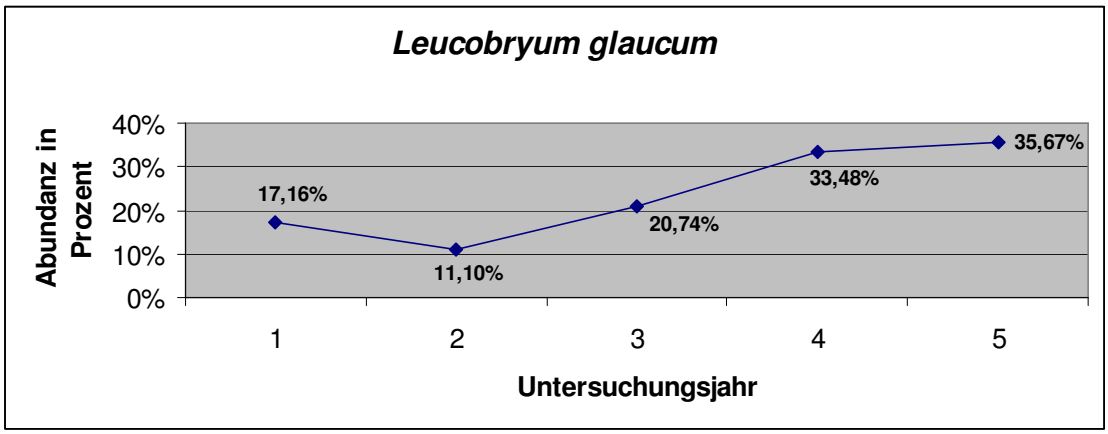


Abb. 45: Der Trend von *Leucobryum glaucum* im Plot 1012 über die gesamten Untersuchungsjahre

- Unbelebte Strukturen

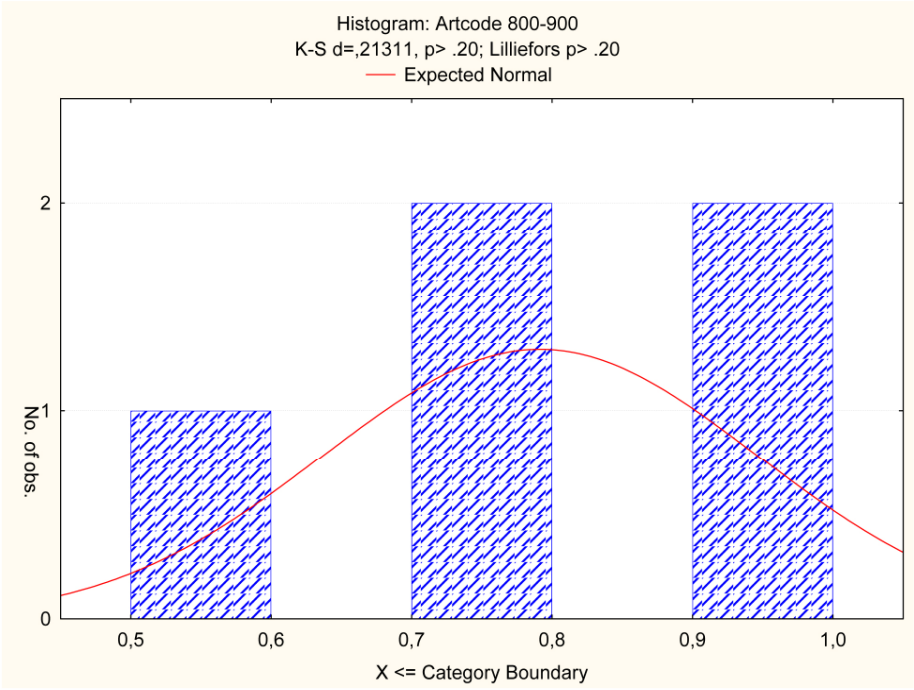


Abb. 46: Normalverteilung für unbelebte Strukturen

Tab. 29: Neumann Trend Test für unbelebte Strukturen

	Beobachtungen	$\sum (\chi_i - \chi_{i-1})^2$
1992	1,347365866	
1993	1,300398993	0,002205887
1998	1,081262105	0,048020975
2005	1,015121611	0,004374565
2010	0,86305616	0,023123901
	Summe	0,077725329
	Δ^2	0,019431332
	s^2	0,040687222
	s	0,20171074
	Prüfgröße = Δ^2/ s^2	**0,477578243**
	p = 0,05	**0,8204**

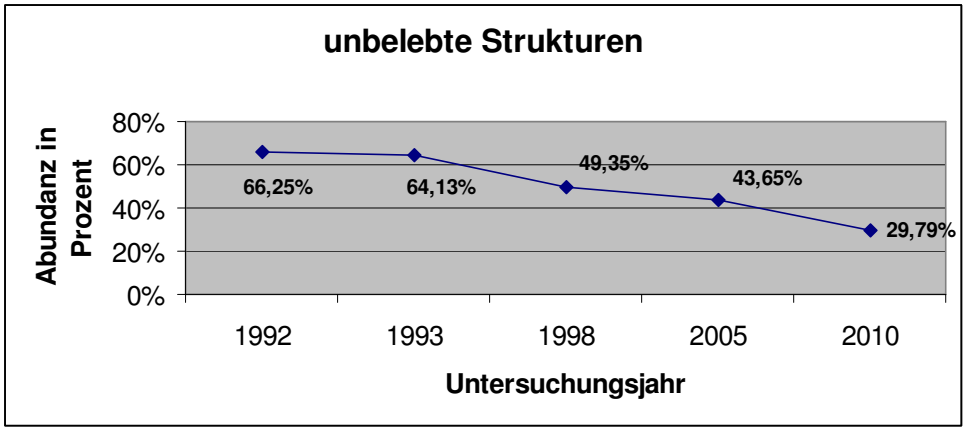


Abb. 47: Der Trend von unbelebte Strukturen im Plot 1012 über die gesamten Untersuchungsjahre

2.6 Moosplot 13 (Plot 1013)

Typus: Zwischenstammfläche
Standort: Fichten-Lärchenbestand
Exposition/ Neigung: NO
(Zechmeister, 1999; Zechmeister, 2006)



Abb. 48: Plot 1013 (Blende: 6,3; Belichtungszeit: 1/10; ISO: 100)

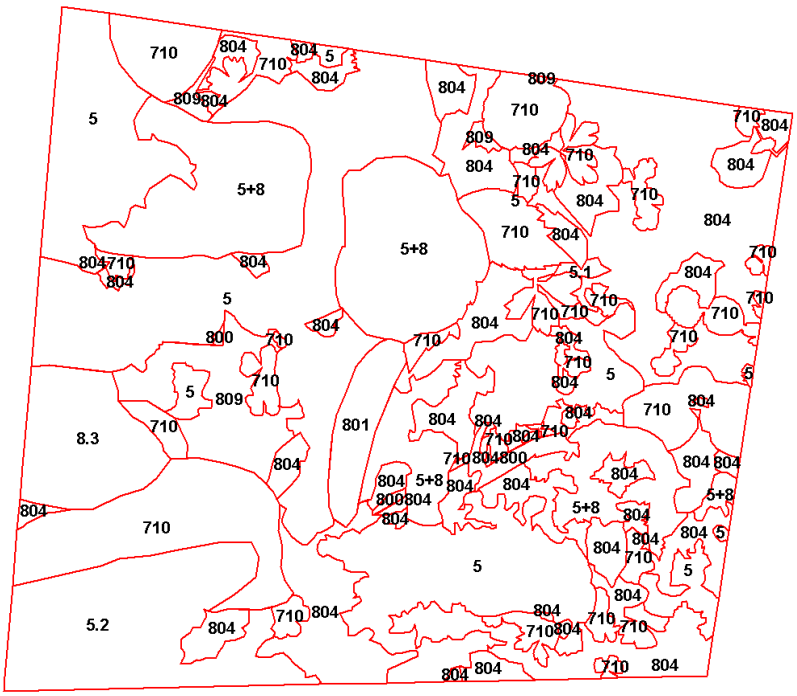


Abb. 49: Plot 1013 - digitalisierte Arten

2.6.1 Das Untersuchungsjahr 2010

Tab. 30: Plot 1013 Prozentueller Anteil der Deckung 2010

Artcode	Deckung 2010
5	36,477%
5.1	0,155%
5.2	6,877%
8	4,984%
8.2	3,503%
710	16,432%
800	0,644%
801	1,569%
804	26,190%
809	3,169%

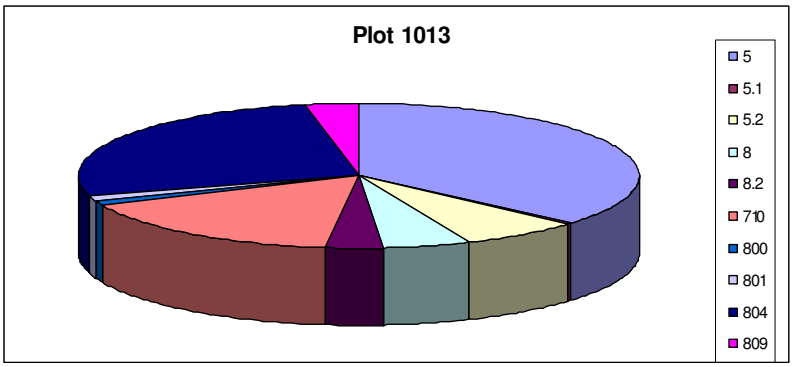


Abb. 50: Kreisdiagramm der Deckung in Prozent im Untersuchungsjahr 2010

2.6.2 Alle Untersuchungsjahre von 1992 – 2010

Hierzu gibt es keine Daten aus der Vergangenheit.

2.7 Moosplot 15 (Plot 1015)

Typus: Stammabflussfläche
Exposition: SW
Baumart: Fichte
Anmerkung : Abfolge von Rohhumus
und Kalkfels
(Zechmeister, 1999; Zechmeister, 2006)



Abb. 51: Plot 1015 (Blende: 3,5; Belichtungszeit: 1/30, ISO: 200)

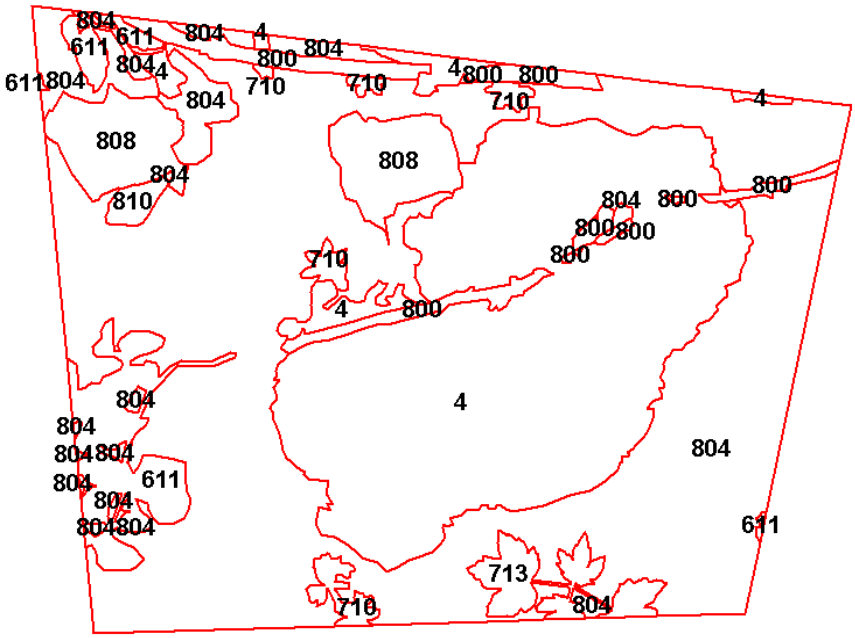


Abb. 52: Plot 1015 - digitalisierte Arten

2.7.1 Das Untersuchungsjahr 2010

Tab. 31: Plot 1015 Prozentueller Anteil der Deckung 2010

Artcode	Deckung
4	31,349%
611	4,658%
710	1,227%
713	1,822%
800	3,099%
804	52,305%
808	5,101%
810	0,439%

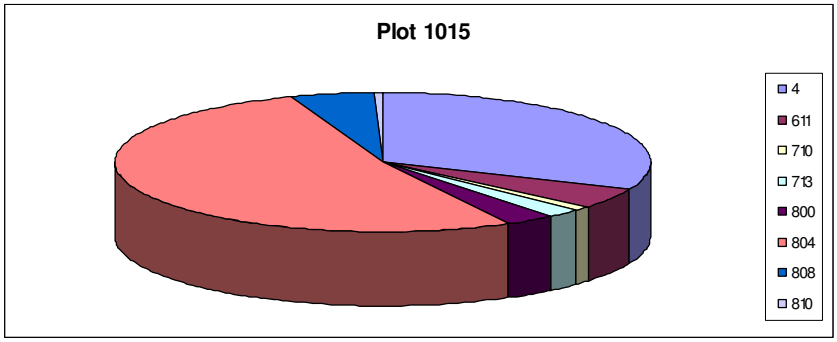


Abb. 53: Kreisdiagramm der Deckung in Prozent im Untersuchungsjahr 2010

2.7.2 Alle Untersuchungsjahre von 1992 – 2010

Hierzu gibt es keine Daten aus der Vergangenheit.

2.8 Moosplot 17 (Plot 1017)

Typus: Stammabflussfläche
Exposition: W
Baumart: Buche
(Zechmeister, 1999; Zechmeister, 2006)



Abb. 54: Plot 1017 (Blende: 4,0; Belichtungszeit: 1/40; ISO: 100)

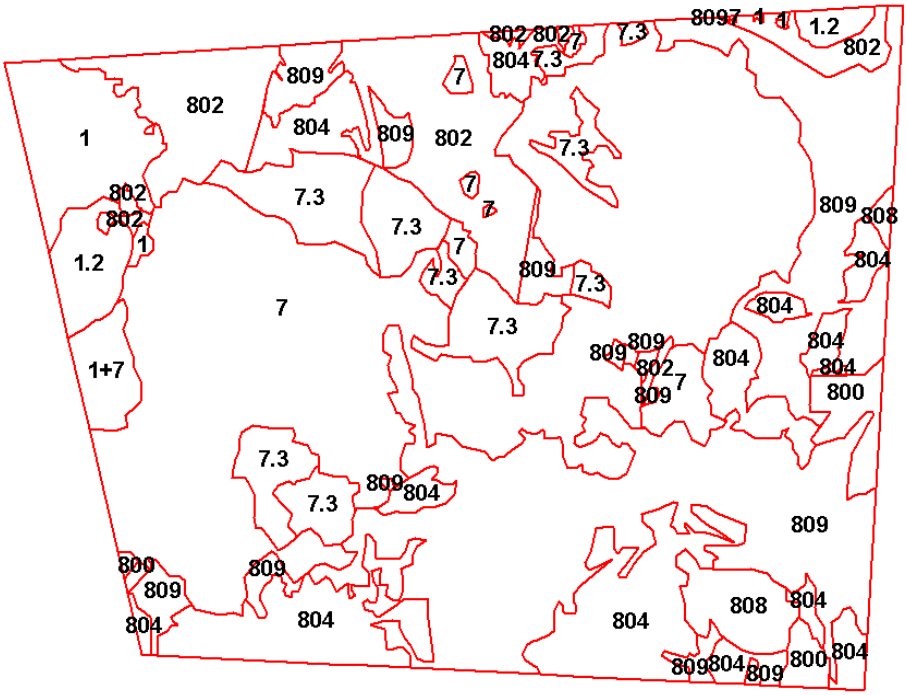


Abb. 55: Plot 1017 - digitalisierte Arten

2.8.1 Das Untersuchungsjahr 2010

Tab. 32: Plot 1017 Prozentueller Anteil der Deckung 2010

Artcode	Deckung
1	26,704%
1.2	2,475%
7	36,014%
7.3	9,885%
800	0,977%
802	5,846%
804	5,933%
808	0,786%
809	11,380%

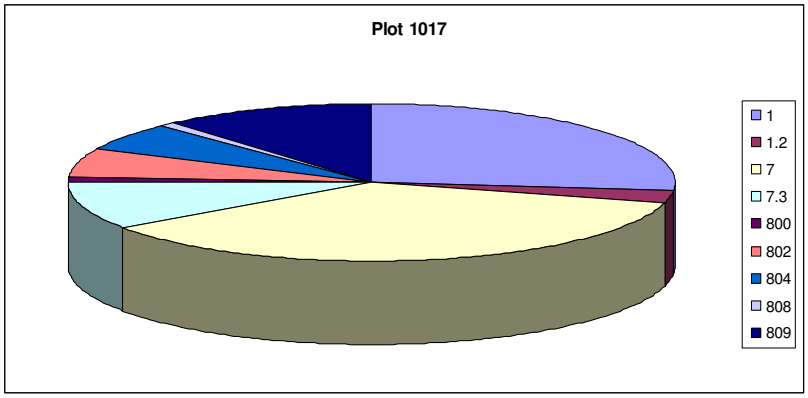


Abb. 56: Kreisdiagramm der Deckung in Prozent im Untersuchungsjahr 2010

2.8.2 Alle Untersuchungsjahre von 1992 - 2010

Hierzu gibt es keine Daten aus der Vergangenheit.

2.9 Moosplot 21 (Plot 1021)

Typus: Stammabflussfläche
Exposition: N
Baumart: Bergahorn
(Zechmeister, 1999; Zechmeister, 2006)



Abb. 57: Plot 1021 (Blende: 3,5; Belichtungszeit: 1/30; ISO: 100)

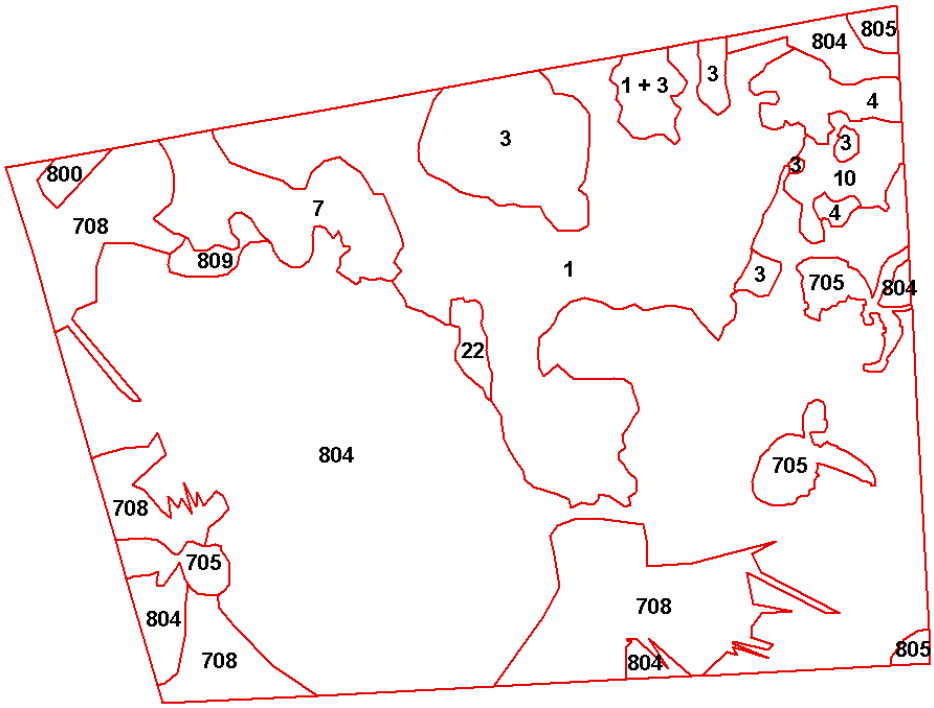


Abb. 58: Plot 1021 - digitalisierte Arten

2.9.1 Das Untersuchungsjahr 2010

Tab. 33: Plot 1021 prozentueller Anteil der Deckung 2010

Artcode	Deckung
1	19,402%
3	4,957%
4	1,736%
7	3,851%
10	1,555%
22	0,492%
705	2,868%
708	12,102%
800	0,383%
804	51,564%
805	0,564%
809	0,526%

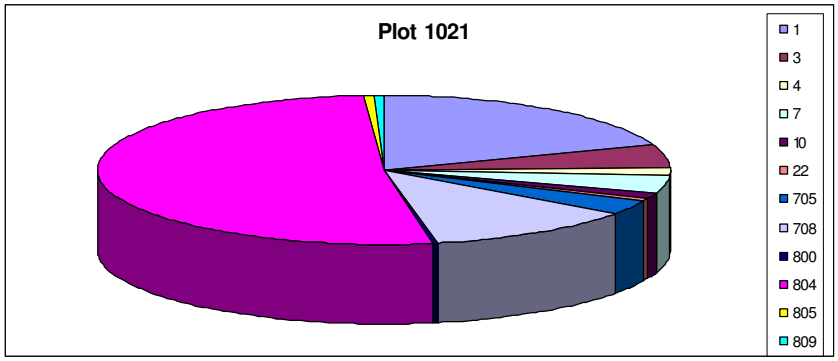


Abb. 59: Kreisdiagramm der Deckung in Prozent im Untersuchungsjahr 2010

2.9.2 Alle Untersuchungsjahr von 1992 – 2010

Tab. 34: Deckung aller Untersuchungsjahre

Artcode	1992	1993	1998	2005	2010
1	7,47	11,7	6,43	25,02	19,4
1.1	0	0	0	0,73	0
1.2	0	0	0,73	0	0
3	4,11	2,97	1,58	0	4,96
4	0,6	0,86	0,78	1,11	1,74
7	37,69	32,43	25,94	14,57	3,85
9	0	0	1,14	0	0
10	0,58	0,86	1,49	1,48	1,56
17	5,34	5,06	5,68	2,39	0
17.3	0	0	1,85	0	0
18	0,26	0,27	2,44	0,51	0
19	0,58	0	0,48	0	0
22	0	0	0,34	1,27	0,49
24	0	0	0	2,51	0
30	0	0	8,09	0	0
500-799	0	0	20,26	8,03	14,97
800-900	43,37	45,86	22,78	35,07	53,04

(Karall, 2002; Zechmeister, 1999; Zechmeister, 2006)

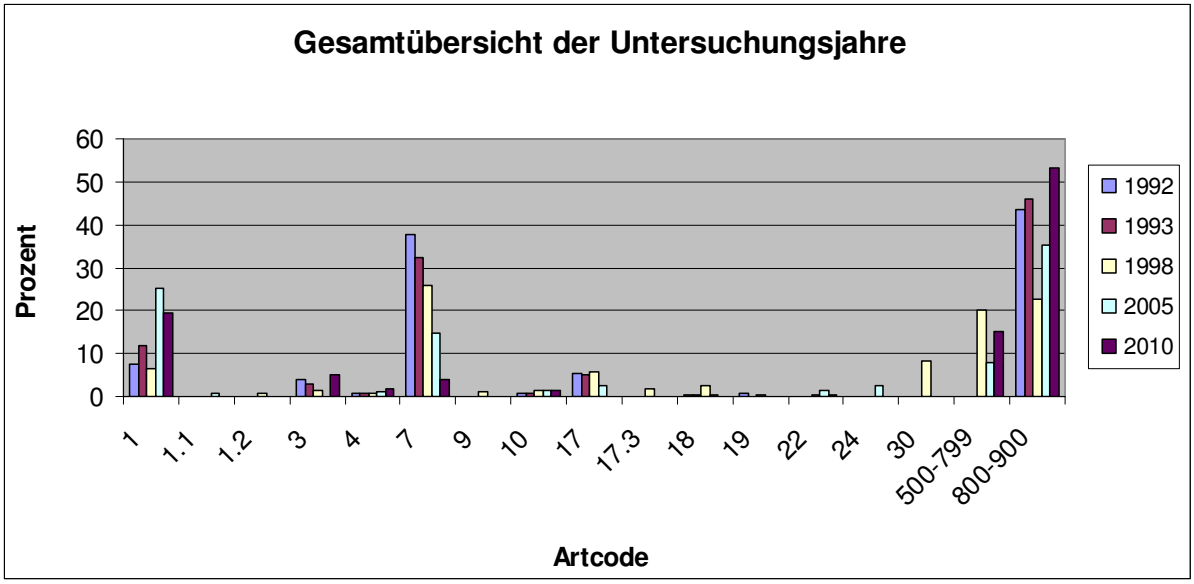


Abb. 60: Balkendiagramm der Deckung der Arten in Prozent über die Gesamtjahre im Vergleich

Tab. 35a: Wilcoxon matched pair Test für den Plot 1021

Pair of Variables	Wilcoxon Matched Pairs Test für Plot 1021; Marked tests are significant at p <,0500			
	Valid N	T	Z	p-level
1 & 1				
1 & 1.1	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
1 & 1.2	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
1 & 3	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
1 & 4	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
1 & 7	5	4,000000	0,943880	0,345232
1 & 9	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
1 & 10	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
1 & 17	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
1 & 17.3	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
1 & 18	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
1 & 19	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
1 & 22	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
1 & 24	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
1 & 30	5	1,000000	1,752920	0,079617
1 & 500-799	5	2,000000	1,483240	0,138012
1 & 800-900	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
1.1 & 1	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
1.1 & 1.1				
1.1 & 1.2	5	0,000000		
1.1 & 3	5	1,000000	1,752920	0,079617
1.1 & 4	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
1.1 & 7	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
1.1 & 9	5	0,000000		
1.1 & 10	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
1.1 & 17	5	0,000000	1,825742	0,067890
1.1 & 17.3	5	0,000000		
1.1 & 18	5	1,000000	1,460593	0,144128
1.1 & 19	5	3,000000	0,000000	1,000000
1.1 & 22	5	0,000000	1,603567	0,108810
1.1 & 24	5	0,000000		
1.1 & 30	5	0,000000		
1.1 & 500-799	5	0,000000	1,603567	0,108810
1.1 & 800-900	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
1.2 & 1	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
1.2 & 1.1	5	0,000000		
1.2 & 1.2				
1.2 & 3	5	0,000000	1,825742	0,067890
1.2 & 4	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
1.2 & 7	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
1.2 & 9	5	0,000000		
1.2 & 10	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
1.2 & 17	5	0,000000	1,825742	0,067890
1.2 & 17.3	5	0,000000		
1.2 & 18	5	0,000000	1,825742	0,067890
1.2 & 19	5	0,000000		
1.2 & 22	5	1,000000	1,069045	0,285050
1.2 & 24	5	0,000000		
1.2 & 30	5	0,000000		

Tab. 35b: Wilcoxon matched pair Test für den Plot 1021

Pair of Variables	Valid N	T	Z	p-level
	Wilcoxon Matched Pairs Test für Plot 1021; Marked tests are significant at p <,0500			
1.2 & 500-799	5	0,000000	1,603567	0,108810
1.2 & 800-900	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
3 & 1	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
3 & 1.1	5	1,000000	1,752920	0,079617
3 & 1.2	5	0,000000	1,825742	0,067890
3 & 3				
3 & 4	5	4,000000	0,943880	0,345232
3 & 7	5	1,000000	1,752920	0,079617
3 & 9	5	0,000000	1,825742	0,067890
3 & 10	5	4,000000	0,943880	0,345232
3 & 17	5	5,000000	0,674200	0,500185
3 & 17.3	5	1,000000	1,460593	0,144128
3 & 18	5	3,000000	1,213560	0,224917
3 & 19	5	0,000000	1,825742	0,067890
3 & 22	5	2,000000	1,483240	0,138012
3 & 24	5	2,000000	1,483240	0,138012
3 & 30	5	1,000000	1,460593	0,144128
3 & 500-799	5	5,000000	0,674200	0,500185
3 & 800-900	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
4 & 1	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
4 & 1.1	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
4 & 1.2	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
4 & 3	5	4,000000	0,943880	0,345232
4 & 4				
4 & 7	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
4 & 9	5	1,000000	1,752920	0,079617
4 & 10	5	3,000000	0,730297	0,465209
4 & 17	5	2,000000	1,483240	0,138012
4 & 17.3	5	1,000000	1,752920	0,079617
4 & 18	5	4,000000	0,943880	0,345232
4 & 19	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
4 & 22	5	1,000000	1,752920	0,079617
4 & 24	5	1,000000	1,752920	0,079617
4 & 30	5	5,000000	0,674200	0,500185
4 & 500-799	5	3,000000	1,213560	0,224917
4 & 800-900	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
7 & 1	5	4,000000	0,943880	0,345232
7 & 1.1	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
7 & 1.2	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
7 & 3	5	1,000000	1,752920	0,079617
7 & 4	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
7 & 7				
7 & 9	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
7 & 10	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
7 & 17	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
7 & 17.3	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
7 & 18	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
7 & 19	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
7 & 22	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*

Tab. 35c: Wilcoxon matched pair Test für den Plot 1021

Pair of Variables	Wilcoxon Matched Pairs Test für Plot 1021; Marked tests are significant at p <,0500			
	Valid N	T	Z	p-level
7 & 24	5	0,000000	2,022600	0,043115
7 & 30	5	0,000000	2,022600	0,043115
7 & 500-799	5	3,000000	1,213560	0,224917
7 & 800-900	5	1,000000	1,752920	0,079617
9 & 1	5	0,000000	2,022600	0,043115
9 & 1.1	5	0,000000		
9 & 1.2	5	0,000000		
9 & 3	5	0,000000	1,825742	0,067890
9 & 4	5	1,000000	1,752920	0,079617
9 & 7	5	0,000000	2,022600	0,043115
9 & 9				
9 & 10	5	0,000000	2,022600	0,043115
9 & 17	5	0,000000	1,825742	0,067890
9 & 17.3	5	0,000000		
9 & 18	5	0,000000	1,825742	0,067890
9 & 19	5	0,000000		
9 & 22	5	1,000000	1,069045	0,285050
9 & 24	5	0,000000		
9 & 30	5	0,000000		
9 & 500-799	5	0,000000	1,603567	0,108810
9 & 800-900	5	0,000000	2,022600	0,043115
10 & 1	5	0,000000	2,022600	0,043115
10 & 1.1	5	0,000000	2,022600	0,043115
10 & 1.2	5	0,000000	2,022600	0,043115
10 & 3	5	4,000000	0,943880	0,345232
10 & 4	5	3,000000	0,730297	0,465209
10 & 7	5	0,000000	2,022600	0,043115
10 & 9	5	0,000000	2,022600	0,043115
10 & 10				
10 & 17	5	3,000000	1,213560	0,224917
10 & 17.3	5	1,000000	1,752920	0,079617
10 & 18	5	2,000000	1,483240	0,138012
10 & 19	5	0,000000	1,825742	0,067890
10 & 22	5	0,000000	2,022600	0,043115
10 & 24	5	1,000000	1,752920	0,079617
10 & 30	5	5,000000	0,674200	0,500185
10 & 500-799	5	3,000000	1,213560	0,224917
10 & 800-900	5	0,000000	2,022600	0,043115
17 & 1	5	0,000000	2,022600	0,043115
17 & 1.1	5	0,000000	1,825742	0,067890
17 & 1.2	5	0,000000	1,825742	0,067890
17 & 3	5	5,000000	0,674200	0,500185
17 & 4	5	2,000000	1,483240	0,138012
17 & 7	5	0,000000	2,022600	0,043115
17 & 9	5	0,000000	1,825742	0,067890
17 & 10	5	3,000000	1,213560	0,224917
17 & 17				
17 & 17.3	5	0,000000	1,825742	0,067890
17 & 18	5	0,000000	1,825742	0,067890

Tab. 35d: Wilcoxon matched pair Test für den Plot 1021

Pair of Variables	Wilcoxon Matched Pairs Test für Plot 1021; Marked tests are significant at p <,0500			
	Valid N	T	Z	p-level
17 & 19	5	0,000000	1,825742	0,067890
17 & 22	5	2,000000	1,483240	0,138012
17 & 24	5	1,000000	1,460593	0,144128
17 & 30	5	1,000000	1,460593	0,144128
17 & 500-799	5	7,000000	0,134840	0,892738
17 & 800-900	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
17.3 & 1	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
17.3 & 1.1	5	0,000000		
17.3 & 1.2	5	0,000000		
17.3 & 3	5	1,000000	1,460593	0,144128
17.3 & 4	5	1,000000	1,752920	0,079617
17.3 & 7	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
17.3 & 9	5	0,000000		
17.3 & 10	5	1,000000	1,752920	0,079617
17.3 & 17	5	0,000000	1,825742	0,067890
17.3 & 17.3				
17.3 & 18	5	0,000000	1,825742	0,067890
17.3 & 19	5	0,000000		
17.3 & 22	5	2,000000	0,534522	0,592980
17.3 & 24	5	0,000000		
17.3 & 30	5	0,000000		
17.3 & 500-799	5	0,000000	1,603567	0,108810
17.3 & 800-900	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
18 & 1	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
18 & 1.1	5	1,000000	1,460593	0,144128
18 & 1.2	5	0,000000	1,825742	0,067890
18 & 3	5	3,000000	1,213560	0,224917
18 & 4	5	4,000000	0,943880	0,345232
18 & 7	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
18 & 9	5	0,000000	1,825742	0,067890
18 & 10	5	2,000000	1,483240	0,138012
18 & 17	5	0,000000	1,825742	0,067890
18 & 17.3	5	0,000000	1,825742	0,067890
18 & 18				
18 & 19	5	1,000000	1,460593	0,144128
18 & 22	5	5,000000	0,674200	0,500185
18 & 24	5	3,000000	0,730297	0,465209
18 & 30	5	4,000000	0,365148	0,715001
18 & 500-799	5	3,000000	1,213560	0,224917
18 & 800-900	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
19 & 1	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
19 & 1.1	5	3,000000	0,000000	1,000000
19 & 1.2	5	0,000000		
19 & 3	5	0,000000	1,825742	0,067890
19 & 4	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
19 & 7	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
19 & 9	5	0,000000		
19 & 10	5	0,000000	1,825742	0,067890
19 & 17	5	0,000000	1,825742	0,067890

Tab. 35e: Wilcoxon matched pair Test für den Plot 1021

Pair of Variables	Wilcoxon Matched Pairs Test für Plot 1021; Marked tests are significant at p <,0500			
	Valid N	T	Z	p-level
19 & 17.3	5	0,000000		
19 & 18	5	1,000000	1,460593	0,144128
19 & 19				
19 & 22	5	4,000000	0,365148	0,715001
19 & 24	5	3,000000	0,000000	1,000000
19 & 30	5	0,000000		
19 & 500-799	5	1,000000	1,460593	0,144128
19 & 800-900	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
22 & 1	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
22 & 1.1	5	0,000000	1,603567	0,108810
22 & 1.2	5	1,000000	1,069045	0,285050
22 & 3	5	2,000000	1,483240	0,138012
22 & 4	5	1,000000	1,752920	0,079617
22 & 7	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
22 & 9	5	1,000000	1,069045	0,285050
22 & 10	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
22 & 17	5	2,000000	1,483240	0,138012
22 & 17.3	5	2,000000	0,534522	0,592980
22 & 18	5	5,000000	0,674200	0,500185
22 & 19	5	4,000000	0,365148	0,715001
22 & 22				
22 & 24	5	1,000000	1,069045	0,285050
22 & 30	5	3,000000	0,000000	1,000000
22 & 500-799	5	0,000000	1,603567	0,108810
22 & 800-900	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
24 & 1	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
24 & 1.1	5	0,000000		
24 & 1.2	5	0,000000		
24 & 3	5	2,000000	1,483240	0,138012
24 & 4	5	1,000000	1,752920	0,079617
24 & 7	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
24 & 9	5	0,000000		
24 & 10	5	1,000000	1,752920	0,079617
24 & 17	5	1,000000	1,460593	0,144128
24 & 17.3	5	0,000000		
24 & 18	5	3,000000	0,730297	0,465209
24 & 19	5	3,000000	0,000000	1,000000
24 & 22	5	1,000000	1,069045	0,285050
24 & 24				
24 & 30	5	0,000000		
24 & 500-799	5	0,000000	1,603567	0,108810
24 & 800-900	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
30 & 1	5	1,000000	1,752920	0,079617
30 & 1.1	5	0,000000		
30 & 1.2	5	0,000000		
30 & 3	5	1,000000	1,460593	0,144128
30 & 4	5	5,000000	0,674200	0,500185
30 & 7	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
30 & 9	5	0,000000		

Tab. 35f: Wilcoxon matched pair Test für den Plot 1021

Pair of Variables	Valid N	T	Z	p-level
	Wilcoxon Matched Pairs Test für Plot 1021; Marked tests are significant at p <,0500			
30 & 10	5	5,000000	0,674200	0,500185
30 & 17	5	1,000000	1,460593	0,144128
30 & 17.3	5	0,000000		
30 & 18	5	4,000000	0,365148	0,715001
30 & 19	5	0,000000		
30 & 22	5	3,000000	0,000000	1,000000
30 & 24	5	0,000000		
30 & 30				
30 & 500-799	5	0,000000	1,603567	0,108810
30 & 800-900	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
500-799 & 1	5	2,000000	1,483240	0,138012
500-799 & 1.1	5	0,000000	1,603567	0,108810
500-799 & 1.2	5	0,000000	1,603567	0,108810
500-799 & 3	5	5,000000	0,674200	0,500185
500-799 & 4	5	3,000000	1,213560	0,224917
500-799 & 7	5	3,000000	1,213560	0,224917
500-799 & 9	5	0,000000	1,603567	0,108810
500-799 & 10	5	3,000000	1,213560	0,224917
500-799 & 17	5	7,000000	0,134840	0,892738
500-799 & 17.3	5	0,000000	1,603567	0,108810
500-799 & 18	5	3,000000	1,213560	0,224917
500-799 & 19	5	1,000000	1,460593	0,144128
500-799 & 22	5	0,000000	1,603567	0,108810
500-799 & 24	5	0,000000	1,603567	0,108810
500-799 & 30	5	0,000000	1,603567	0,108810
500-799 & 500-799				
500-799 & 800-900	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
800-900 & 1	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
800-900 & 1.1	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
800-900 & 1.2	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
800-900 & 3	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
800-900 & 4	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
800-900 & 7	5	1,000000	1,752920	0,079617
800-900 & 9	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
800-900 & 10	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
800-900 & 17	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
800-900 & 17.3	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
800-900 & 18	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
800-900 & 19	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
800-900 & 22	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
800-900 & 24	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
800-900 & 30	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
800-900 & 500-799	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
800-900 & 800-900				

Neumann Test:

- *Hypnum cupressiforme*

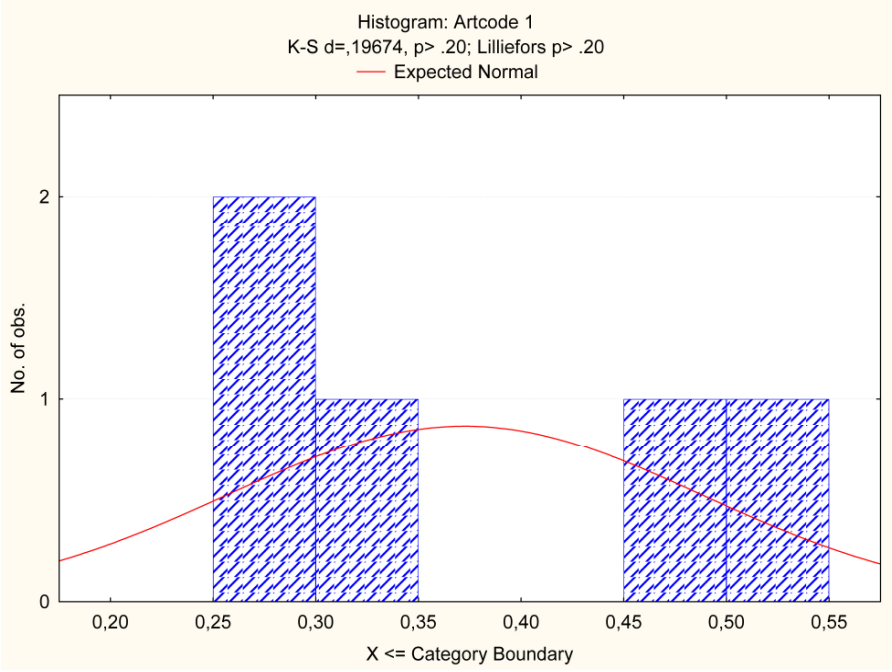


Abb. 61: Normalverteilung für *Hypnum cupressiforme*

Tab. 36: Neumann Trend Test für *Hypnum cupressiforme*

	Beobachtungen	$\sum (\chi_i - \chi_{i-1})^2$
1992	0,276835497	
1993	0,34910042	0,005222219
1998	0,256373697	0,008598245
2005	0,523829685	0,071532705
2010	0,456104652	0,00458668
	Summe	0,089939849
	Δ^2	0,022484962
	s^2	0,013268738
	s	0,11519001
	Prüfgröße = Δ^2/ s^2	**1,694581776**
	p = 0,05	**0,8204**

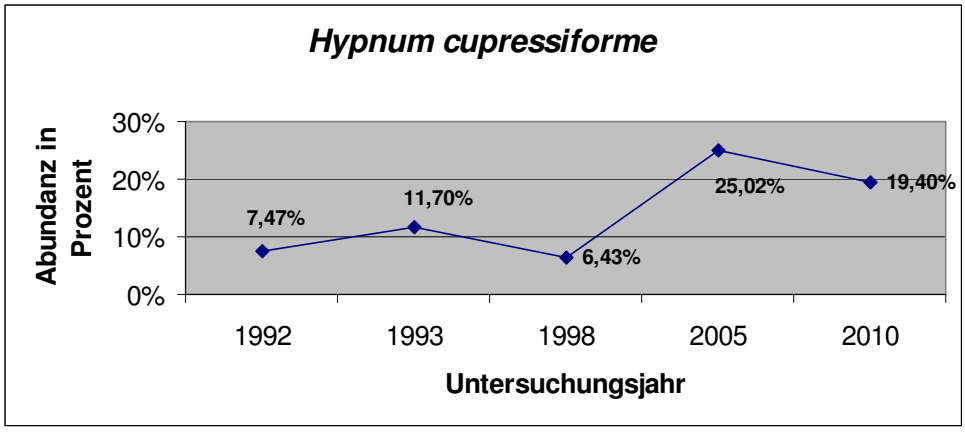


Abb. 62: Der Trend von *Hypnum cupressiforme* im Plot 1021 über die gesamten Untersuchungsjahre

- *Dicranum scoparium*

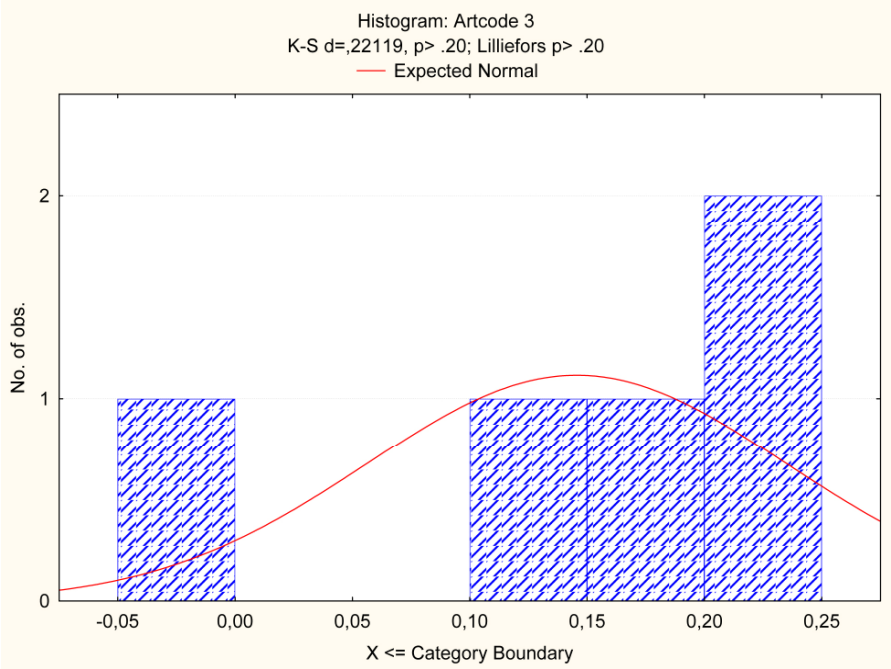


Abb. 63: Normalverteilung von *Dicranum scoparium*

Tab. 37: Neumann Trend Test für *Dicranum scoparium*

	Beobachtungen	$\sum (\chi_i - \chi_{i-1})^2$
1992	0,20414639	
1993	0,173201554	0,000957583
1998	0,126031432	0,00222502
2005	0	0,015883922
2010	0,224593997	0,050442464
	Summe	0,069508989
	Δ^2	0,017377247
	s^2	0,008002966
	s	0,089459301
	Prüfgröße = Δ^2/ s^2	**2,17135074**
	p = 0,05	**0,8204**

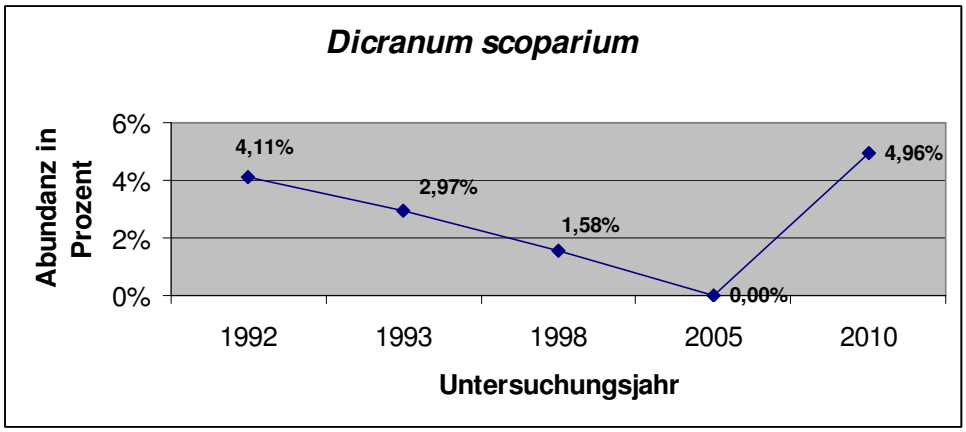


Abb. 64: Der Trend von *Dicranum scoparium* im Plot 1021 über die gesamten Untersuchungsjahre

- *Isothecium alopecuroides*

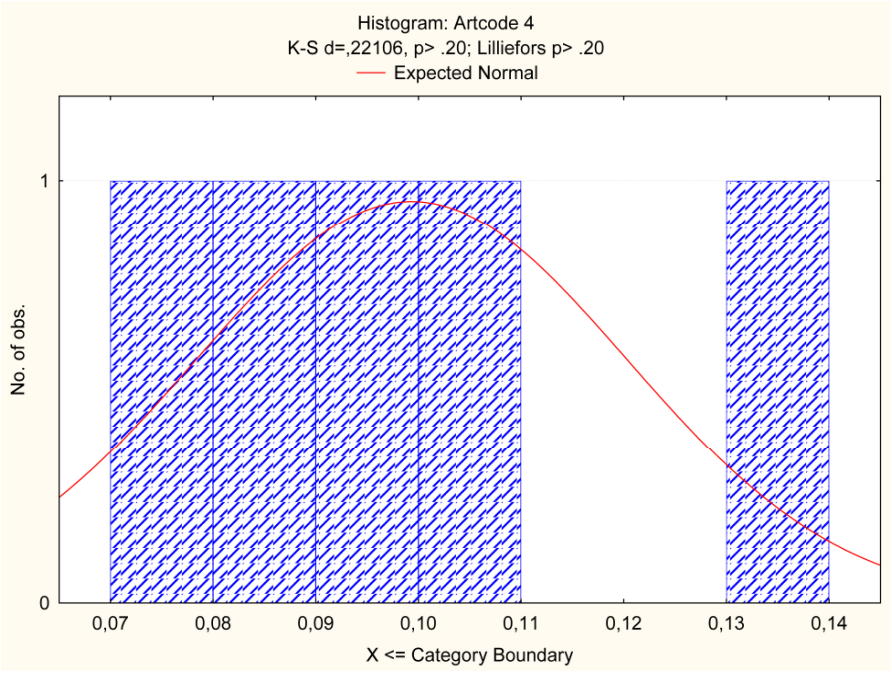


Abb. 65: Normalverteilung von *Isothecium alopecuroides*

Tab. 38: Neumann Trend Test für *Isothecium alopecuroides*

	Beobachtungen	$\sum (\chi_i - \chi_{i-1})^2$
1992	0,077537336	
1993	0,092869624	0,000235079
1998	0,088432826	1,96852E-05
2005	0,105552427	0,000293081
2010	0,132294623	0,000715145
	Summe	0,00126299
	Δ^2	0,000315747
	s^2	0,000440197
	s	0,020980882
	Prüfgröße = Δ^2/ s^2	**0,717286084**
	p = 0,05	**0,8204**

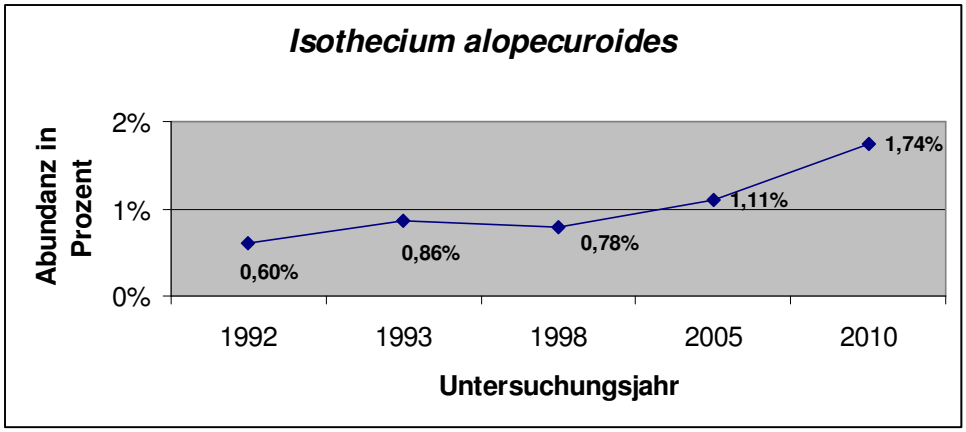


Abb. 66: Der Trend von *Isothecium alopecuroides* im Plot 1021 über die gesamten Untersuchungsjahre

- *Leucobryum glaucum*

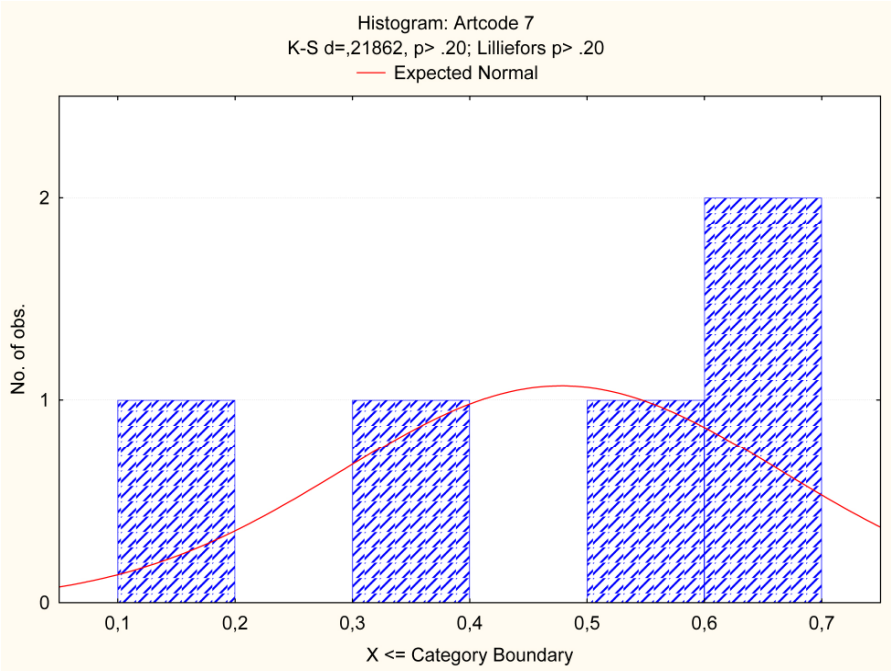


Abb. 67: Normalverteilung von *Leucobryum glaucum*

Tab. 39: Neumann Trend Test für *Leucobryum glaucum*

	Beobachtungen	$\sum (\chi_i - \chi_{i-1})^2$
1992	0,661019359	
1993	0,605865138	0,003041988
1998	0,53438661	0,00510918
2005	0,391642099	0,020375995
2010	0,197495536	0,037692888
	Summe	0,066220051
	Δ^2	0,016555013
	s^2	0,034791359
	s	0,18652442
	Prüfgröße = Δ^2/ s^2	**0,475836908**
	p = 0,05	**0,8204**

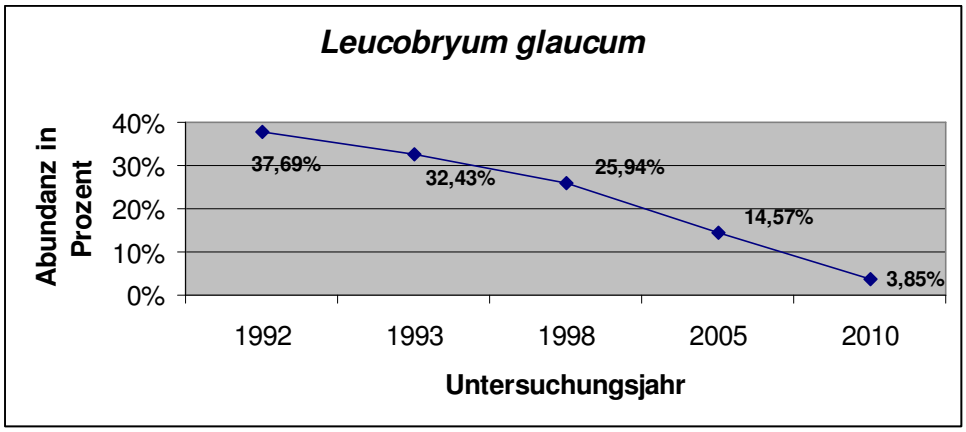


Abb. 68: Der Trend von *Leucobryum glaucum* im Plot 1021 über die gesamten Untersuchungsjahre

- *Bazzania trilobata*

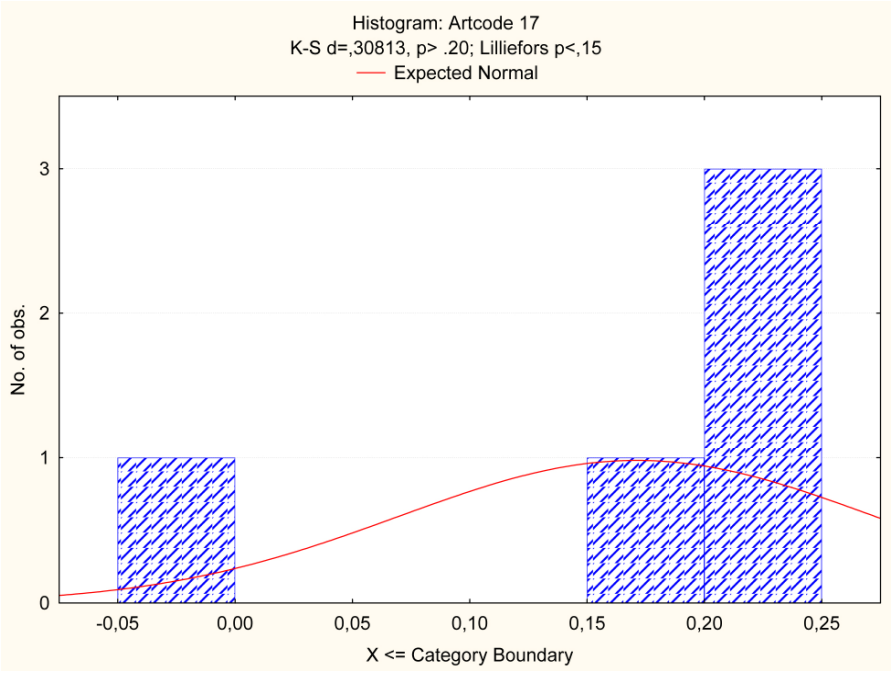


Abb. 69: Normalverteilung von *Bazzania trilobata*

Tab. 40: Neumann Trend Test für *Bazzania trilobata*

	Beobachtungen	$\sum (\chi_i - \chi_{i-1})^2$
1992	0,233192103	
1993	0,226886012	3,97668E-05
1998	0,240643369	0,000189265
2005	0,155218776	0,007297361
2010	0	0,024092868
	Summe	0,031619261
	Δ^2	0,007904815
	s^2	0,010332793
	s	0,101650348
	Prüfgröße = Δ^2/ s^2	**0,765022106**
	p = 0,05	**0,8204**

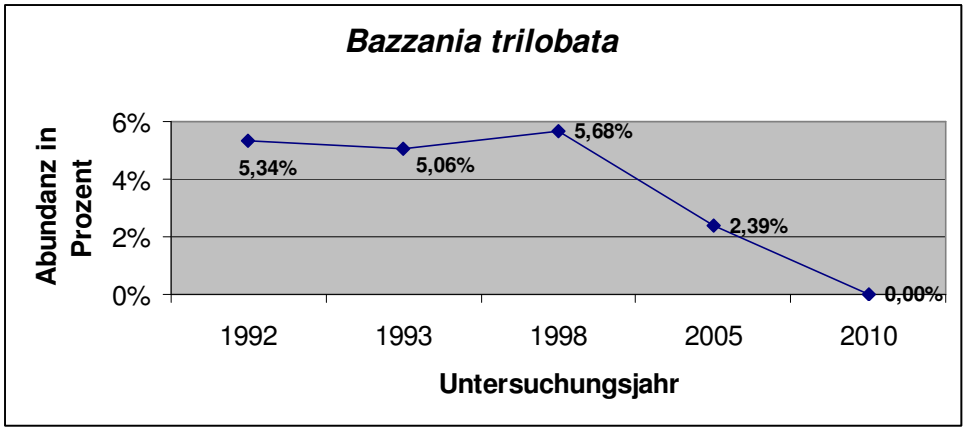


Abb. 70: Der Trend von *Bazzania trilobata* im Plot 1021 über die gesamten Untersuchungsjahre

- *Dicranodontium denudatum*

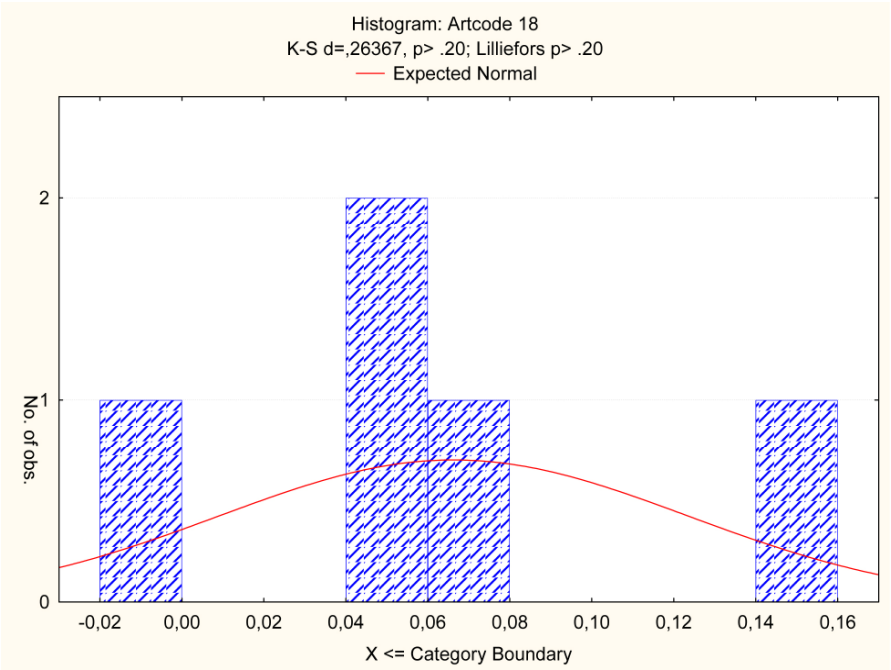


Abb. 71: Normalverteilung von *Dicranodontium denudatum*

Tab. 41: Neumann Trend Test für *Dicranodontium denudatum*

	Beobachtungen	$\sum (\chi_i - \chi_{i-1})^2$
1992	0,051012317	
1993	0,051984935	9,45987E-07
1998	0,156847305	0,010996117
2005	0,071475126	0,007288409
2010	0	0,005108694
	Summe	0,023394165
	Δ^2	0,005848541
	s^2	0,003264979
	s	0,057139991
	Prüfgröße = Δ^2/ s^2	**1,791295468**
	p = 0,05	**0,8204**

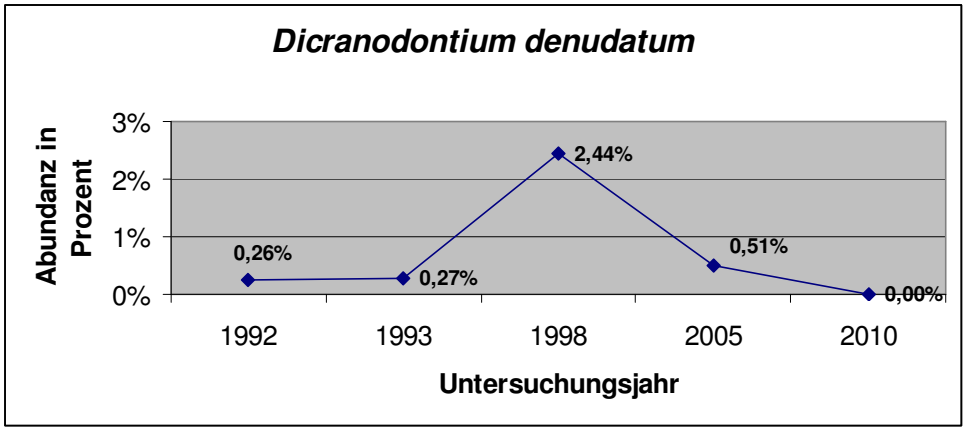


Abb. 72: Der Trend von *Dicranodontium denudatum* im Plot 1021 über die gesamten Untersuchungsjahre

- *Plagiochilla porelloides*

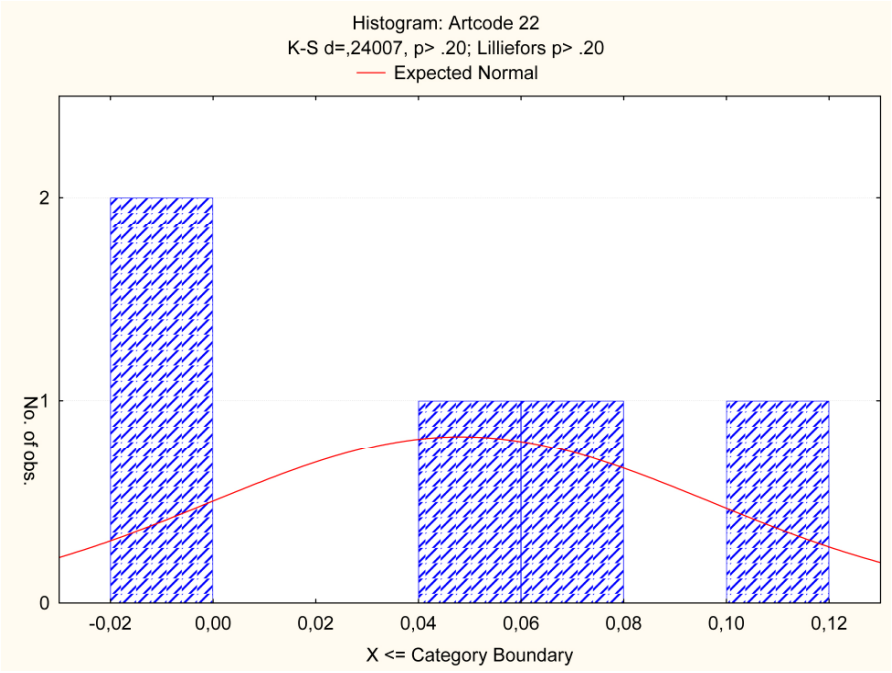


Abb. 73: Normalverteilung von *Plagiochilla porelloides*

Tab. 42: Neumann Trend Test von *Plagiochilla porelloides*

	Beobachtungen	$\sum (\chi_i - \chi_{i-1})^2$
1992	0	
1993	0	0
1998	0,058342612	0,00340386
2005	0,112934187	0,00298024
2010	0,070057293	0,001838428
	Summe	0,008222528
	Δ^2	0,002055632
	s^2	0,002354397
	s	0,048522125
	Prüfgröße = Δ^2/ s^2	**0,873103576**
	p = 0,05	**0,8204**

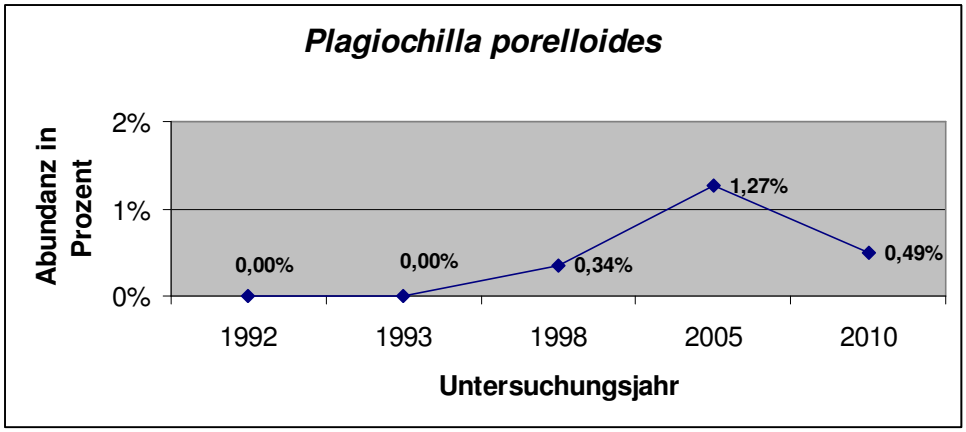


Abb. 74: Der Trend von *Dicranodontium denudatum* im Plot 1021 über die gesamten Untersuchungsjahre

- unbelebte Strukturen

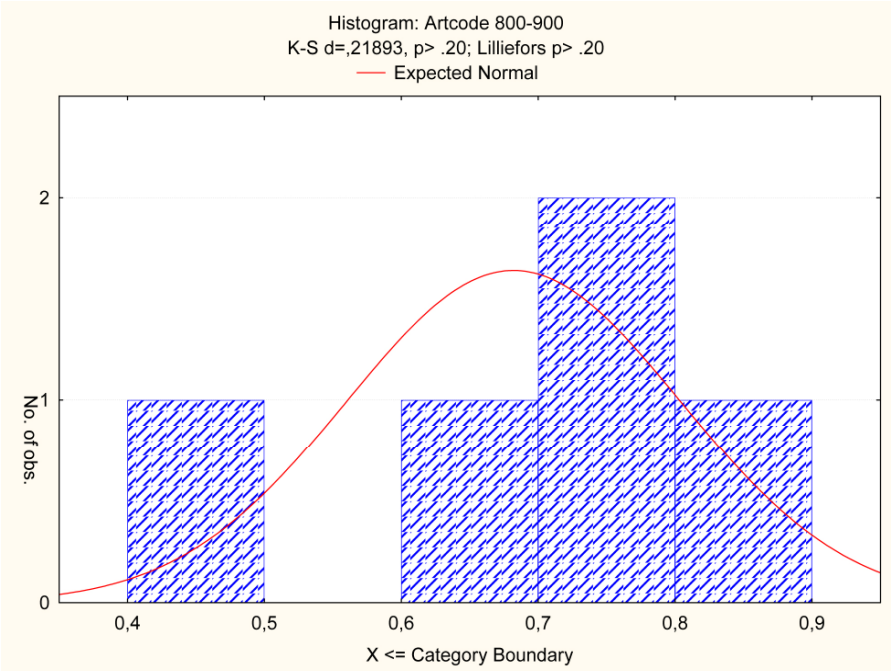


Abb. 75: Normalverteilung von unbelebte Strukturen

Tab. 43: Neumann Trend Test für unbelebte Strukturen

	Beobachtungen	$\sum (\chi_i - \chi_{i-1})^2$
1992	0,71890232	
1993	0,743950712	0,000627422
1998	0,497561332	0,060707726
2005	0,633785467	0,018557015
2010	0,815816924	0,033135452
	Summe	0,113027615
	Δ^2	0,028256904
	s^2	0,014862226
	s	0,12191073
	Prüfgröße = Δ^2/ s^2	**1,901256475**
	p = 0,05	**0,8204**

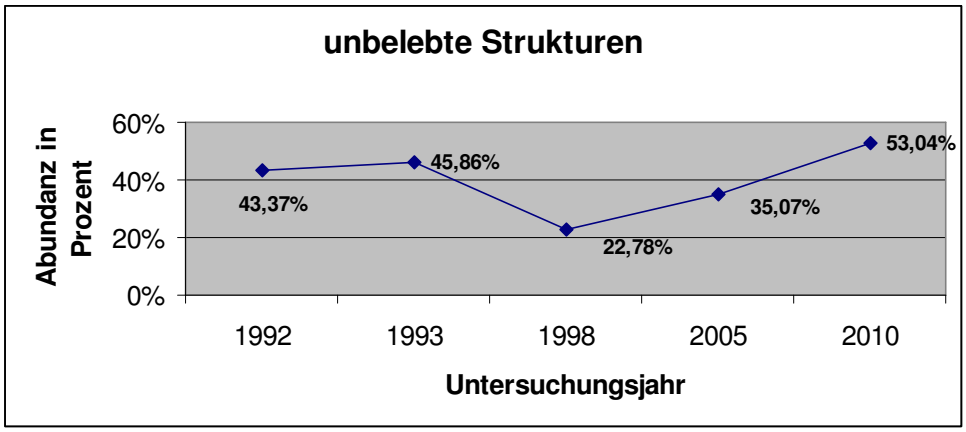


Abb. 76: Der Trend von unbelebten Strukturen im Plot 1021 über die gesamten Untersuchungsjahre

2.10 Moosplot 23 (Plot 1023)

Typus: Zwischenstammfläche
Standort: Fichten-Lärchenbestand
Exposition/ Neigung: Ebene Fläche
(Zechmeister, 1999; Zechmeister, 2006)



Abb. 77: Plot 1023 (Blende: 4,0; Belichtungszeit: 1/60; ISO: 400)

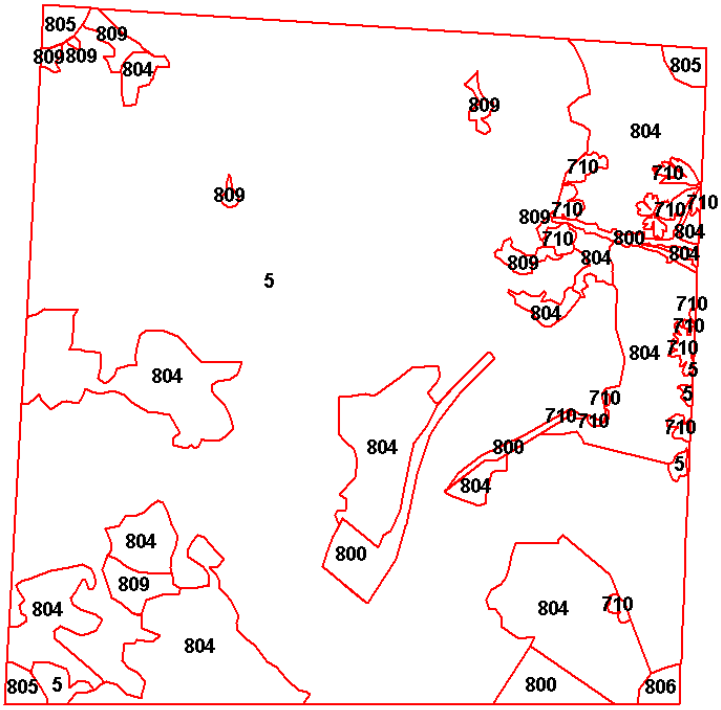


Abb. 78: Plot 1023 - digitalisierte Arten

2.10.1 Das Untersuchungsjahr 2010

Tab. 44: Plot 1023 Prozentueller Anteil der Deckung 2010

Artcode	Deckung
5	69,889%
710	1,372%
800	2,628%
804	23,458%
805	0,933%
806	0,293%
809	1,428%

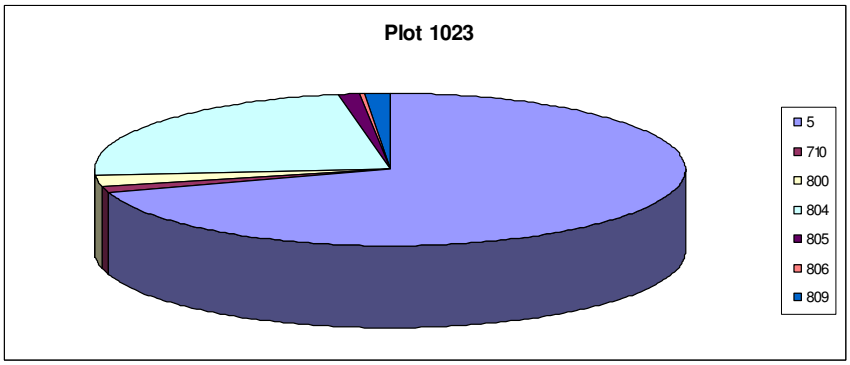


Abb. 79: Kreisdiagramm der Deckung in Prozent im Untersuchungsjahr 2010

2.10.2 Alle Untersuchungsjahre von 1992 – 2010

Tab. 45: Deckung aller Untersuchungsjahre

Artcode	1992	1993	1998	2005	2010
3	0,41	0,4	0	0	0
5	69,54	35,86	92,94	59,64	69,89
5.1	18,38	11,6	0	0	0
17	1,85	1,89	5,12	0	0
20	1,79	0	0	0	0
500-799	0,23	0,23	0,07	0	1,372
800-900	7,81	50,02	1,88	38,54	28,74

(Karall, 2002; Zechmeister, 1999; Zechmeister, 2006)

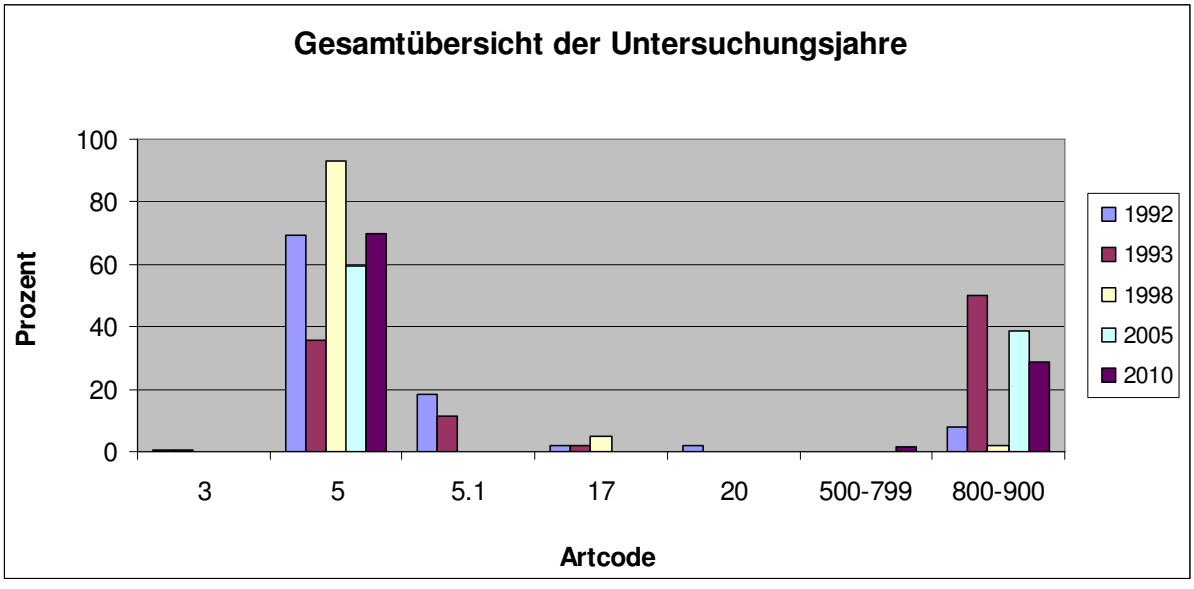


Abb. 80: Balkendiagramm der Deckung der Arten in Prozent über die Gesamtjahre im Vergleich

Tab. 46: Wilcoxon matched pair Test für den Plot 1023

Pair of Variables	Wilcoxon Matched Pairs Test für Plot 1023; Marked tests are significant at p <,0500			
	Valid N	T	Z	p-level
3 & 3				
3 & 5	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
3 & 5.1	5	0,000000		
3 & 17	5	0,000000	1,603567	0,108810
3 & 20	5	0,000000		
3 & 500-799	5	3,000000	0,730297	0,465209
3 & 800-900	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
5 & 3	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
5 & 5				
5 & 5.1	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
5 & 17	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
5 & 20	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
5 & 500-799	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
5 & 800-900	5	1,000000	1,752920	0,079617
5.1 & 3	5	0,000000		
5.1 & 5	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
5.1 & 5.1				
5.1 & 17	5	2,000000	0,534522	0,592980
5.1 & 20	5	0,000000		
5.1 & 500-799	5	3,000000	0,730297	0,465209
5.1 & 800-900	5	2,000000	1,483240	0,138012
17 & 3	5	0,000000	1,603567	0,108810
17 & 5	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
17 & 5.1	5	2,000000	0,534522	0,592980
17 & 17				
17 & 20	5	0,000000	1,603567	0,108810
17 & 500-799	5	3,000000	0,730297	0,465209
17 & 800-900	5	1,000000	1,752920	0,079617
20 & 3	5	0,000000		
20 & 5	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
20 & 5.1	5	0,000000		
20 & 17	5	0,000000	1,603567	0,108810
20 & 20				
20 & 500-799	5	3,000000	0,730297	0,465209
20 & 800-900	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
500-799 & 3	5	3,000000	0,730297	0,465209
500-799 & 5	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
500-799 & 5.1	5	3,000000	0,730297	0,465209
500-799 & 17	5	3,000000	0,730297	0,465209
500-799 & 20	5	3,000000	0,730297	0,465209
500-799 & 500-799				
500-799 & 800-900	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
800-900 & 3	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
800-900 & 5	5	1,000000	1,752920	0,079617
800-900 & 5.1	5	2,000000	1,483240	0,138012
800-900 & 17	5	1,000000	1,752920	0,079617
800-900 & 20	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
800-900 & 500-799	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
800-900 & 800-900				

Neumann Test:

- *Thuidium tamariscinum*

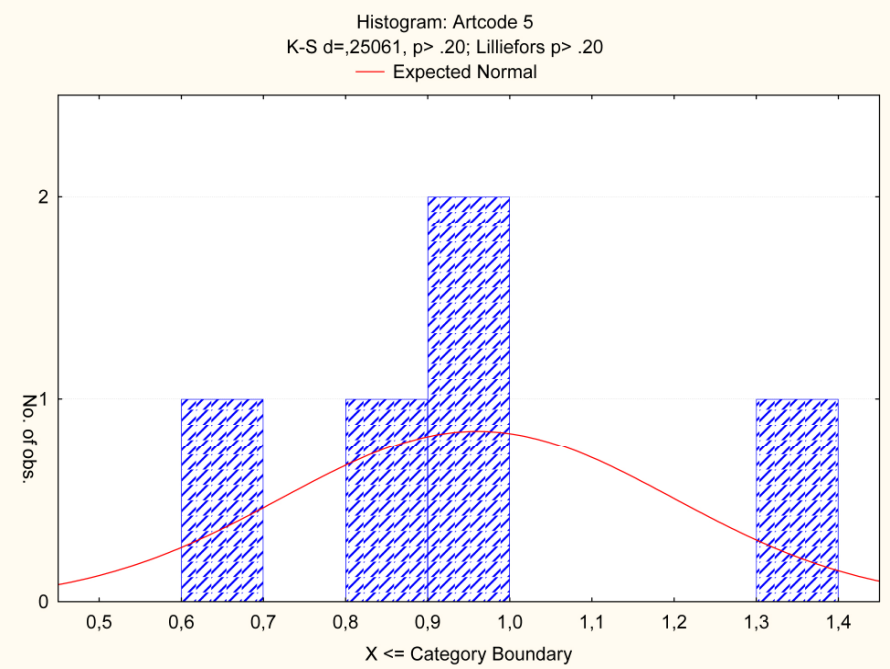


Abb. 81: Normalverteilung von *Thuidium tamariscinum*

Tab. 47: Neumann Trend Test für *Thuidium tamariscinum*

	Beobachtungen	$\sum (\chi_i - \chi_{i-1})^2$
1992	0,986148438	
1993	0,642042153	0,118409135
1998	1,301859527	0,435358967
2005	0,882405608	0,17594159
2010	0,989957015	0,011567305
	Summe	0,741276998
	Δ^2	0,185319249
	s^2	0,056391504
	s	0,237468955
	Prüfgröße = Δ^2/ s^2	**3,286297313**
	p = 0,05	**0,8204**

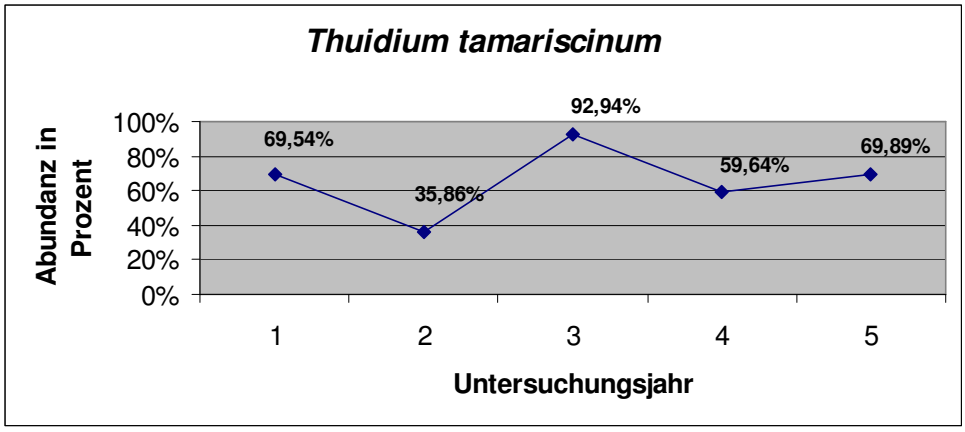


Abb. 82: Der Trend von Thuidium tamariscinum im Plot 1023 über die gesamten Untersuchungsjahre

- *Bazzania trilobata*

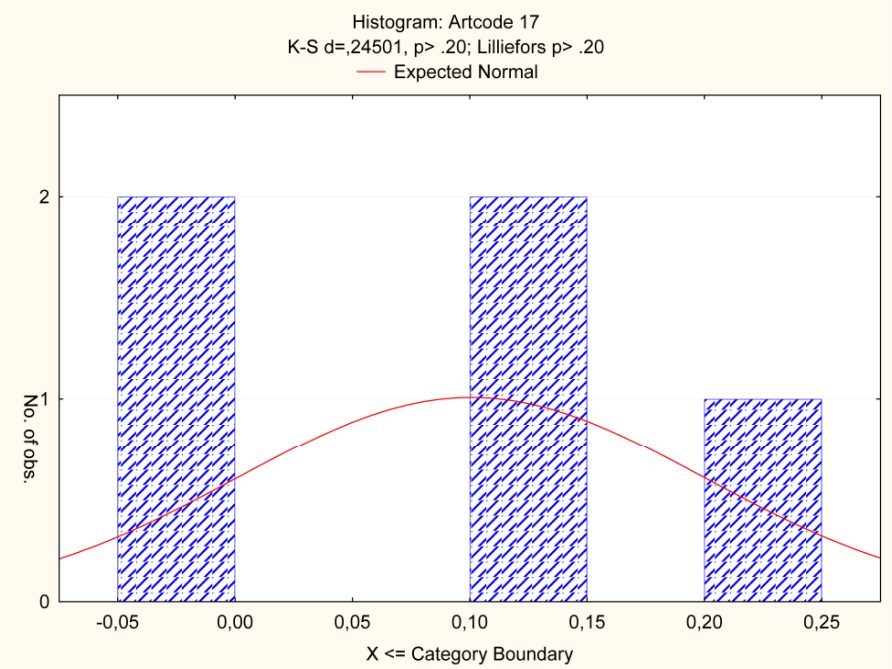


Abb. 83: Normalverteilung von *Bazzania trilobata*

Tab. 48: Neumann Trend Test für *Bazzania trilobata*

	Beobachtungen	$\sum (\chi_i - \chi_{i-1})^2$
1992	0,136437614	
1993	0,137914049	2,17986E-06
1998	0,228250935	0,008160753
2005	0	0,052098489
2010	0	0
	Summe	0,060261422
	Δ^2	0,015065356
	s^2	0,009803031
	s	0,099010255
	Prüfgröße = Δ^2/ s^2	**1,536805924**
	p = 0,05	**0,8204**

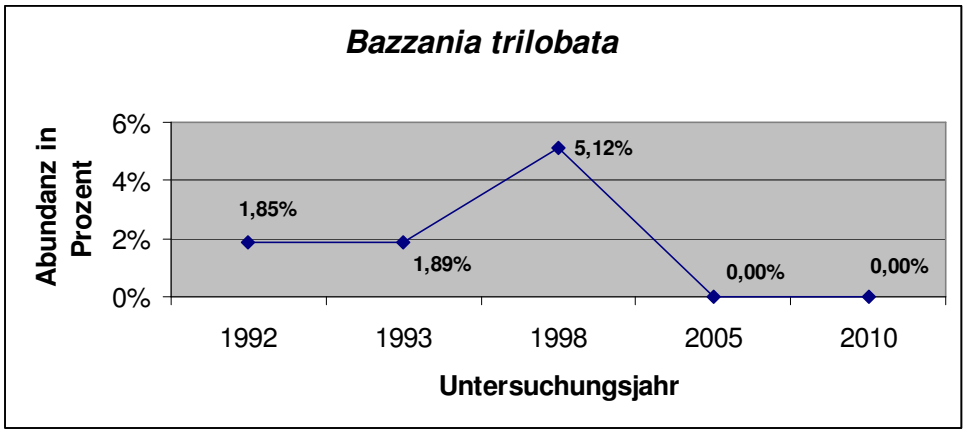


Abb. 84: Der Trend von *Bazzania trilobata* im Plot 1023 über die gesamten Untersuchungsjahre

- höhere Pflanzen

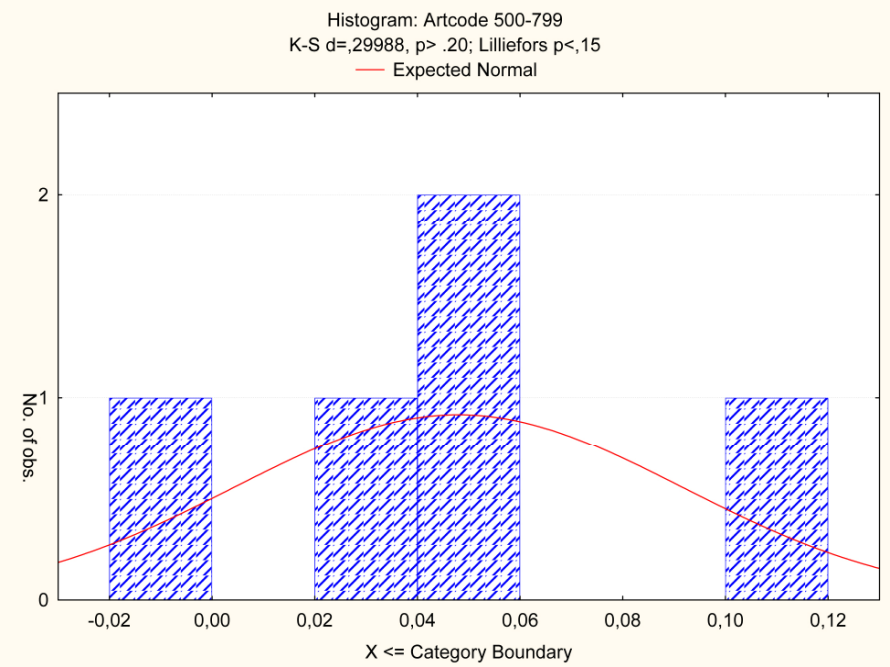


Abb. 85: Normalverteilung von höheren Pflanzen

Tab. 49: Neumann Trend Test von höhere Pflanzen

	Beobachtungen	$\sum (\chi_i - \chi_{i-1})^2$
1992	0,047976718	
1993	0,047976718	0
1998	0,026460601	0,000462943
2005	0	0,000700163
2010	0,117401914	0,013783209
	Summe	0,014946316
	Δ^2	0,003736579
	s^2	0,001896141
	s	0,043544706
	Prüfgröße = Δ^2/ s^2	**1,970622542**
	p = 0,05	**0,8204**

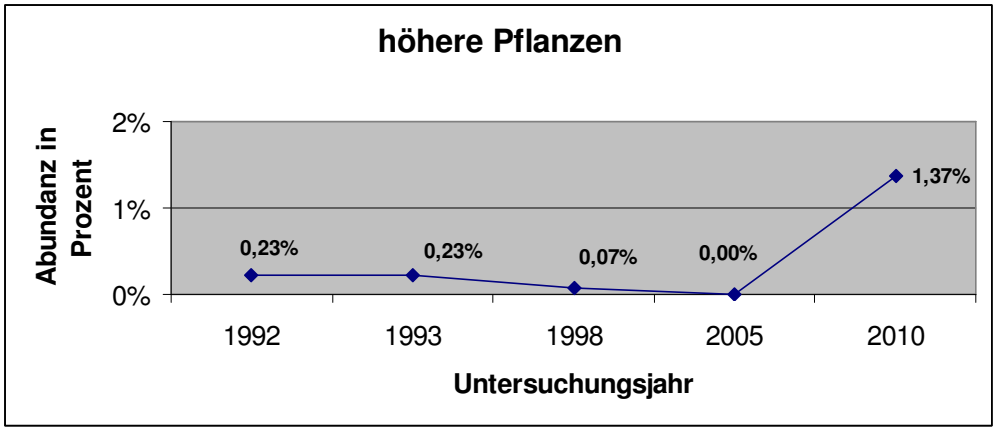


Abb. 86: Der trend von höheren Pflanzen im Plot 1023 über die gesamten Untersuchungsjahre

- unbelebte Strukturen

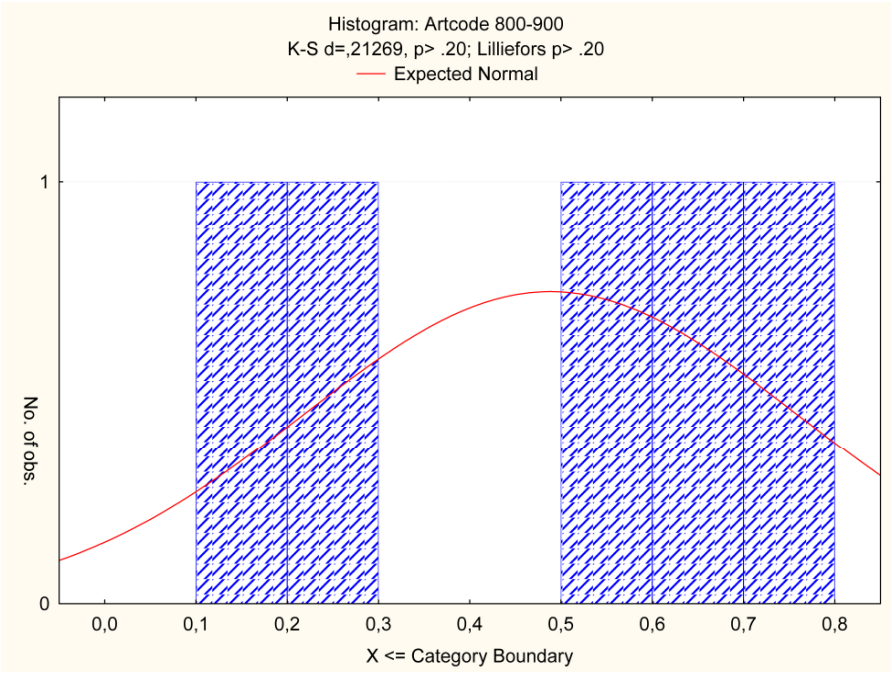


Abb. 87 : Normalverteilung von unbelebten Strukturen

Tab. 50: Neumann Trend Test für unbelebten Strukturen

	Beobachtungen	$\sum (\chi_i - \chi_{i-1})^2$
1992	0,283235584	
1993	0,785598163	0,252368161
1998	0,137546389	0,419971103
2005	0,669770301	0,283262293
2010	0,565806741	0,010808422
	Summe	0,966409978
	Δ^2	0,241602495
	s^2	0,073101108
	s	0,270372166
	Prüfgröße = Δ^2/ s^2	**3,305045592**
	p = 0,05	**0,8204**

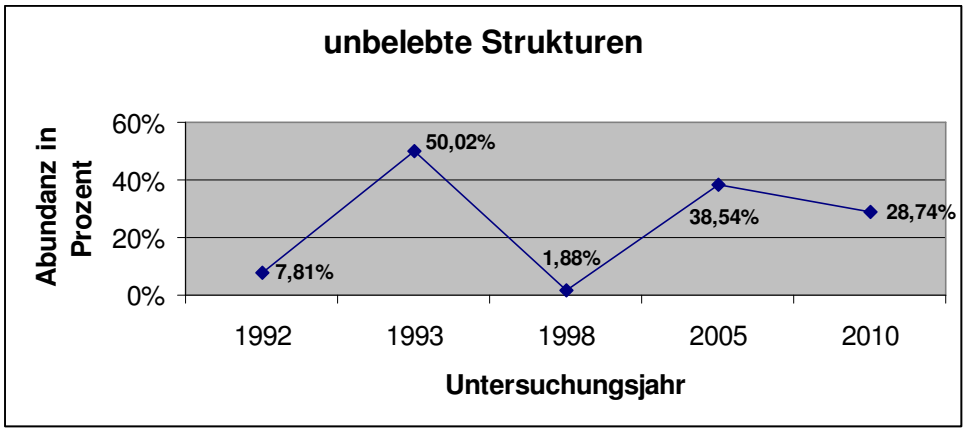


Abb. 88: Der Trend von unbelebten Strukturen im Plot 1023 über die gesamten Untersuchungsjahre

2.11 Moosplot 28 (Plot 1028)

Typus: Zwischenstammfläche
Standort: Fichten-Buchenbestand
Exposition/ Neigung: Ebene Fläche
(Zechmeister, 1999; Zechmeister, 2006)



Abb. 89: Plot 1028 (Blende: 3,5; Belichtungszeit: 1/20; ISO: 100)

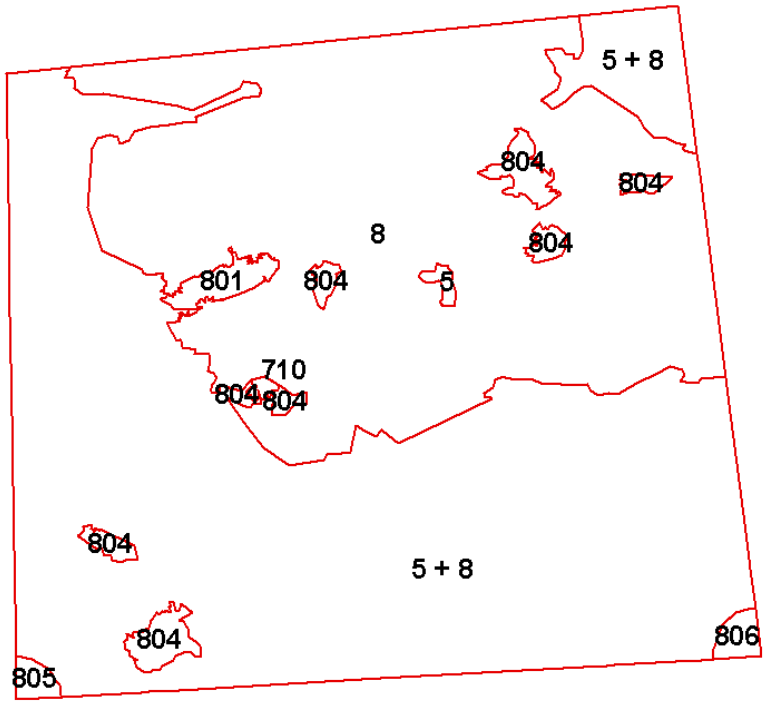


Abb. 90: Plot 1028 - digitalisierte Arten

2.11.1 Das Untersuchungsjahr 2010

Tab. 51: Plot 1028 Prozentueller Anteil der Deckung 2010

Artcode	Deckung
5	32,549%
8	63,712%
710	0,101%
801	0,675%
804	2,248%
805	0,322%
806	0,393%

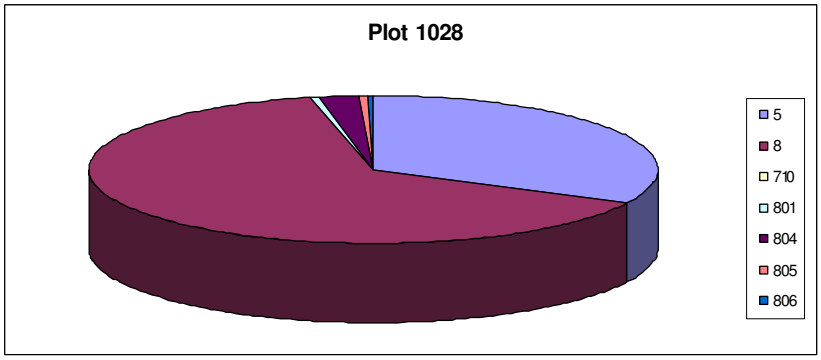


Abb. 91: Kreisdiagramm der Deckung in Prozent im Untersuchungsjahr 2010

2.11.2 Alle Untersuchungsjahr von 1992 – 2010

Tab. 52: Deckung aller Untersuchungsjahre

Artcode	1992	1993	1998	2005	2010
5	0	0,17	0	3	32,55
8	98,15	98,35	94,7	97	63,71
500-799	0,39	0,01	0	0	0,1
800-900	1,45	1,46	0	0	3,64

(Karall, 2002; Zechmeister, 1999; Zechmeister, 2006)

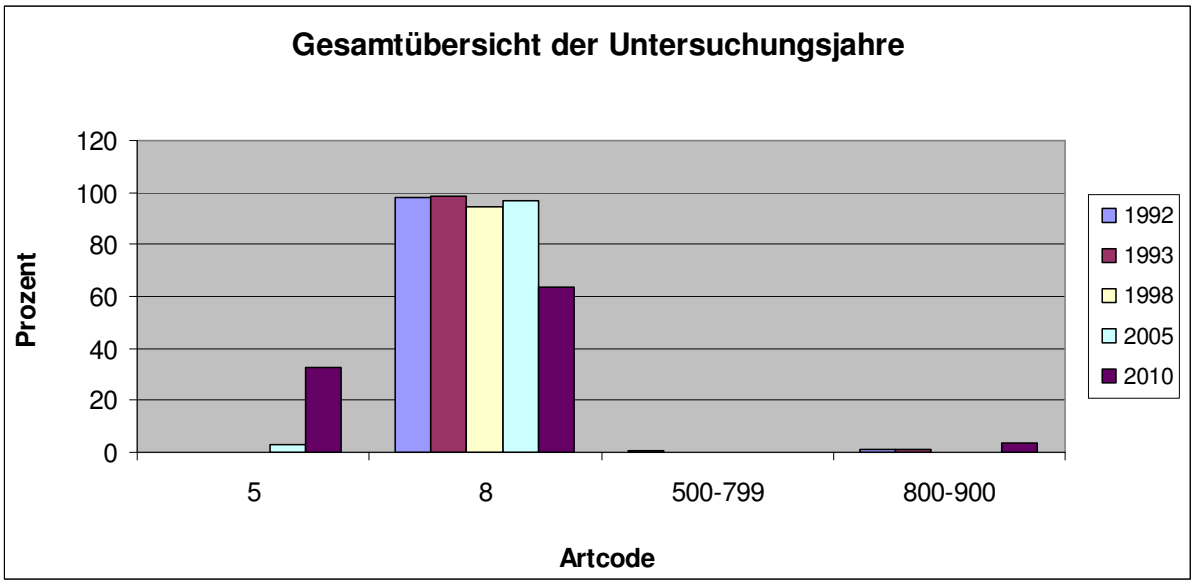


Abb. 92: Balkendiagramm der Deckung der Arten in Prozent über die Gesamtjahre im Vergleich

Tab. 53: Wilcoxon matched pair Test für den Plot 1028

Pair of Variables	Wilcoxon Matched Pairs Test für Plot 1028; Marked tests are significant at p <,0500			
	Valid N	T	Z	p-level
5 & 5				
5 & 8	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
5 & 500-799	5	2,000000	1,095445	0,273323
5 & 800-900	5	3,000000	0,730297	0,465209
8 & 5	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
8 & 8				
8 & 500-799	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
8 & 800-900	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
500-799 & 5	5	2,000000	1,095445	0,273323
500-799 & 8	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
500-799 & 500-799				
500-799 & 800-900	5	0,000000	1,603567	0,108810
800-900 & 5	5	3,000000	0,730297	0,465209
800-900 & 8	*5*	*0,000000*	*2,022600*	*0,043115*
800-900 & 500-799	5	0,000000	1,603567	0,108810
800-900 & 800-900				

Neumann Test:

- *Thuidium tamariscinum*

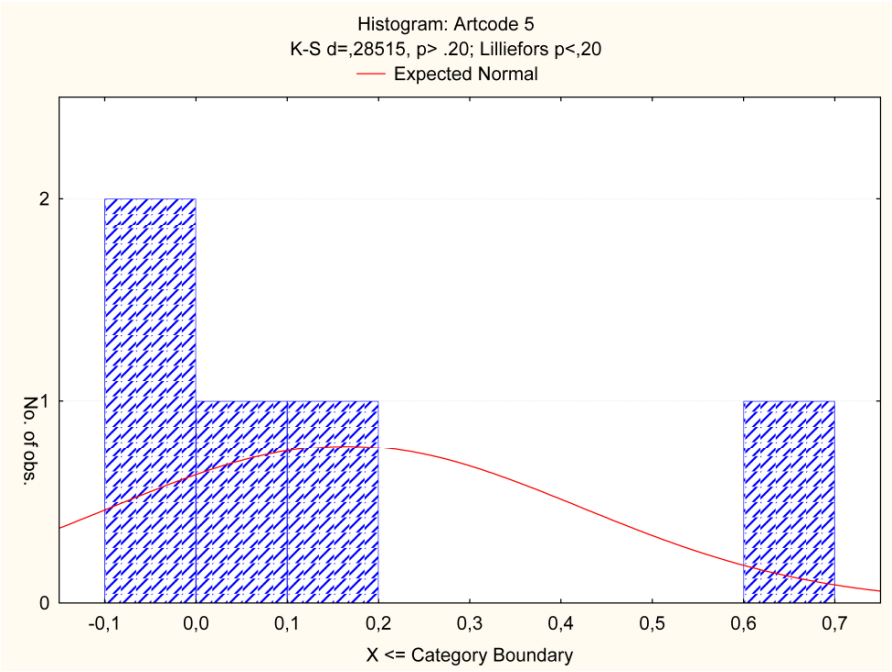


Abb. 93: Normalverteilung von *Thuidium tamariscinum*

Tab. 54: Neumann Trend Test für *Thuidium tamariscinum*

	Beobachtungen	$\sum (\chi_i - \chi_{i-1})^2$
1992	0	
1993	0,041242747	0,001700964
1998	0	0,001700964
2005	0,174083011	0,030304895
2010	0,607146266	0,187543783
	Summe	0,221250606
	Δ^2	0,055312651
	s^2	0,0663351
	s	0,257556014
	Prüfgröße = Δ^2/ s^2	**0,833836857**
	p = 0,05	**0,8204**

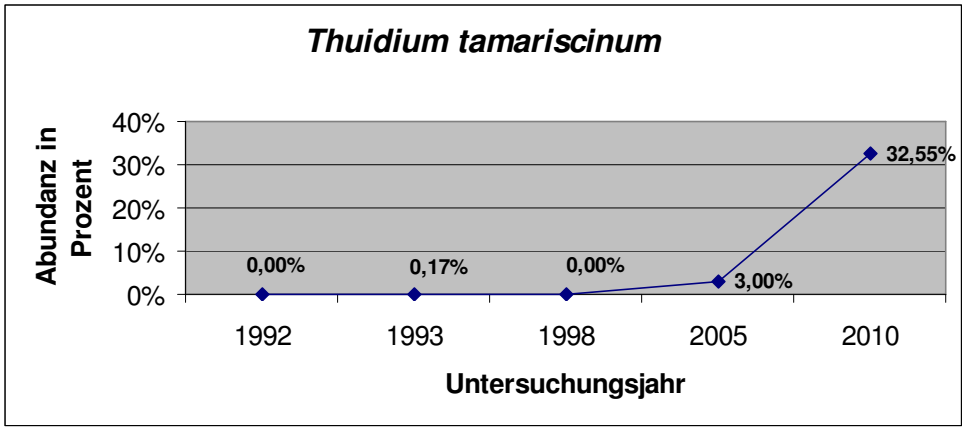


Abb. 94: Der Trend von *Thuidium tamariscinum* über die gesamten Untersuchungsjahre

- höhere Pflanzen

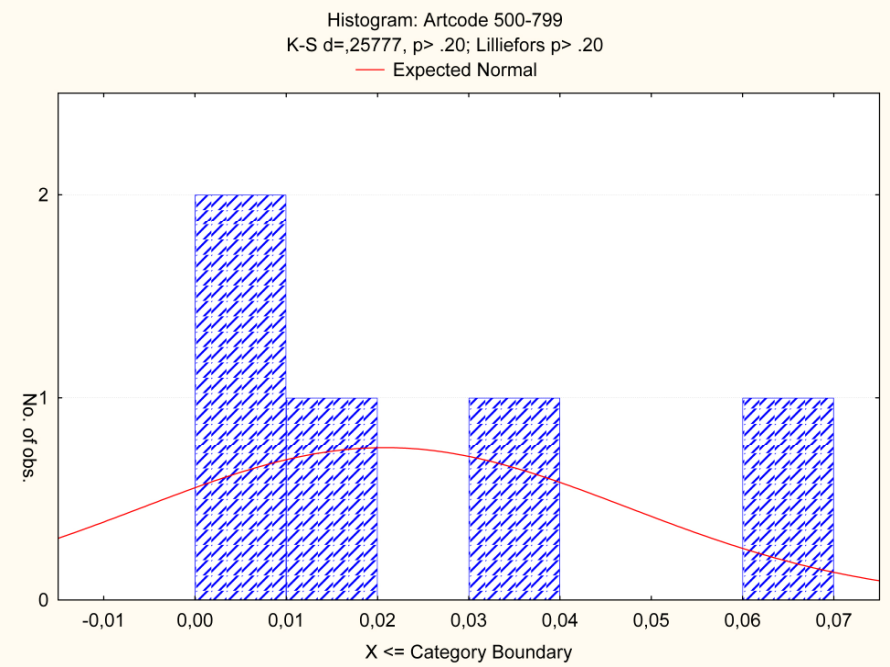


Abb. 95: Normalverteilung von höheren Pflanzen

Tab. 55: Neumann Trend Test für höhere Pflanzen

	Beobachtungen	$\sum (\chi_i - \chi_{i-1})^2$
1992	0,062490644	
1993	0,010000167	0,00275525
1998	0	0,000100003
2005	0	0
2010	0,031628049	0,001000334
	Summe	0,003855587
	Δ^2	0,000963897
	s^2	0,000709318
	s	0,026633015
	Prüfgröße = Δ^2/ s^2	**1,358907337**
	p = 0,05	**0,8204**

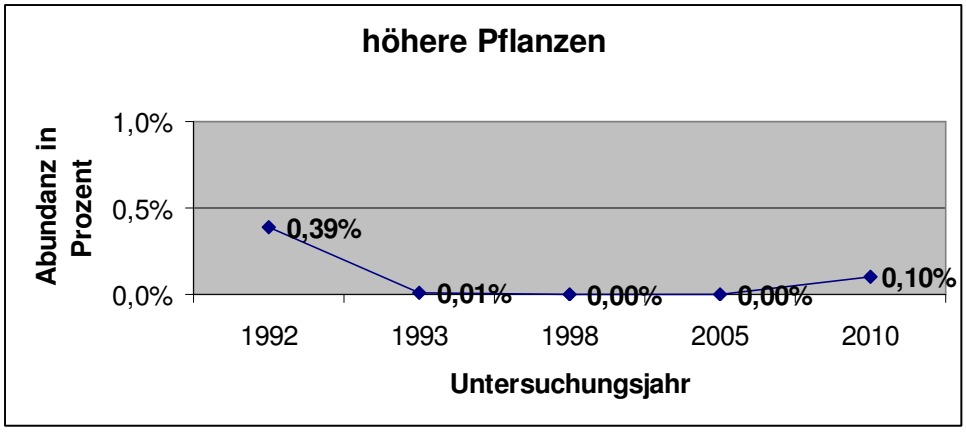


Abb. 96: Der Trend von höheren Pflanzen im Plot 1028 über die gesamten Untersuchugsjahre

- unbelebte Strukturen

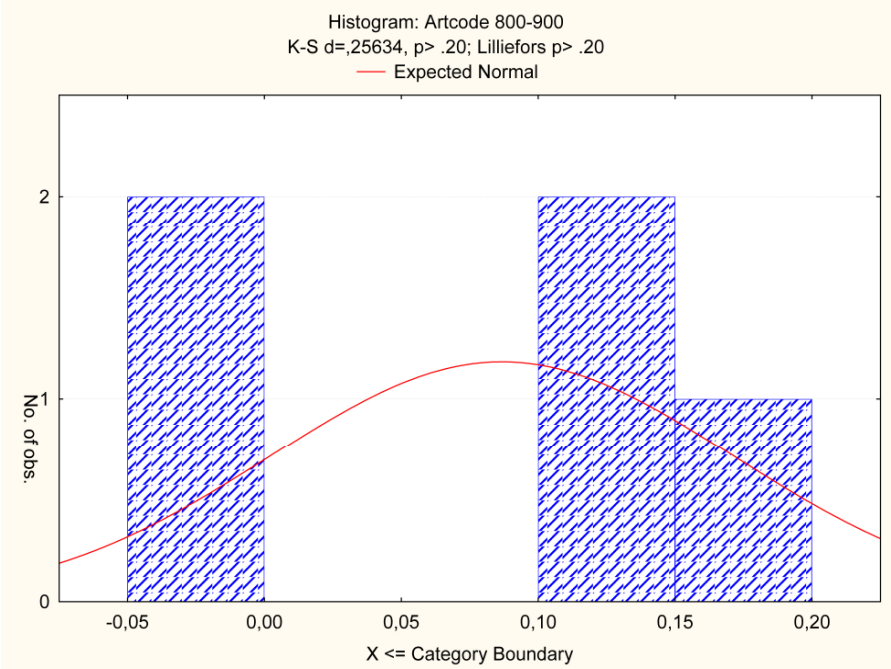


Abb. 97: Normalverteilung von unbelebten Strukturen

Tab. 56: Neumann Trend Test für unbelebte Strukturen

	Beobachtungen	$\sum (\chi_i - \chi_{i-1})^2$
1992	0,120708866	
1993	0,121126429	1,74359E-07
1998	0	0,014671612
2005	0	0
2010	0,191964667	0,036850433
	Summe	0,051522219
	Δ^2	0,012880555
	s^2	0,007114049
	s	0,084344819
	Prüfgröße = Δ^2/ s^2	**1,810580126**
	p = 0,05	**0,8204**

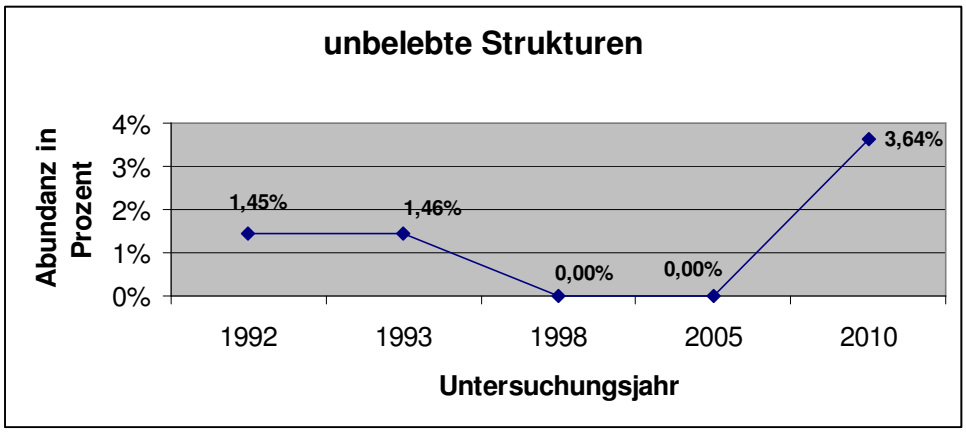


Abb. 98: Der Trend von unbelebten Strukturen im Plot 1028 über die gesamten Untersuchungsjahre

2.12 Moosplot 30 (Plot 1030)

Typus: Stammabflussfläche
Standort: Buchen-Ahorn Steilhang-
bestand
Exposition/ Neigung: WWS/ steil
(Zechmeister, 1999; Zechmeister, 2006)



Abb. 99: Plot 1030 (Blende: 4,5; Belichtungszeit: 1/50; ISO: 200)

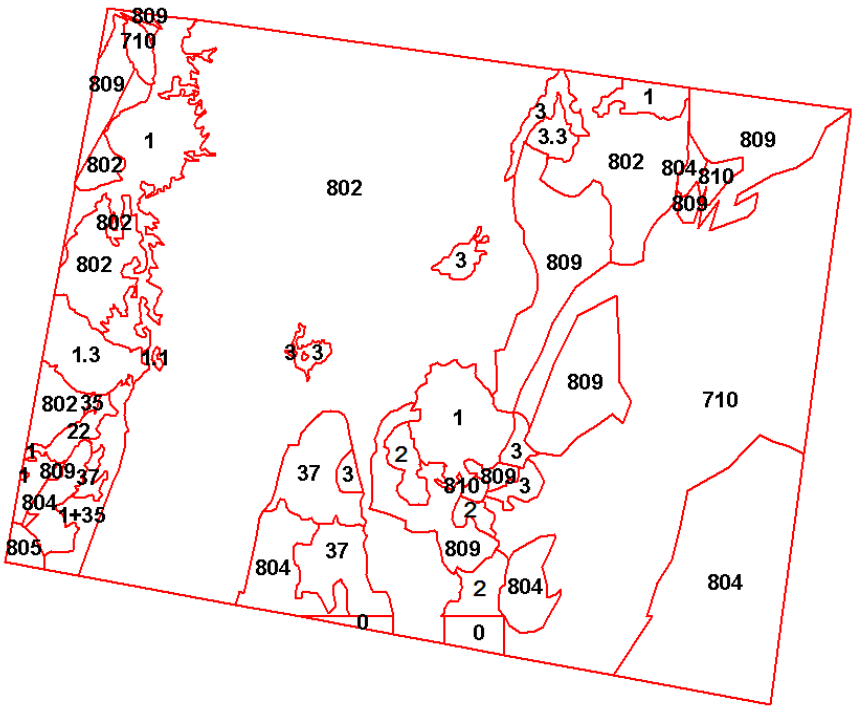


Abb. 100: Plot 1030 - Arten digitalisiert

2.12.1 Das Untersuchungsjahr 2010

Tab. 57: Plot 1030 Prozentueller Anteil der Deckung 2010

Artcode	Deckung
1	6,385%
1.1	0,029%
1.3	1,303%
2	1,296%
3	1,667%
3.3	0,402%
22	0,059%
35	0,681%
37	3,017%
710	19,103%
802	44,715%
804	10,087%
805	0,283%
809	10,601%
810	0,374%

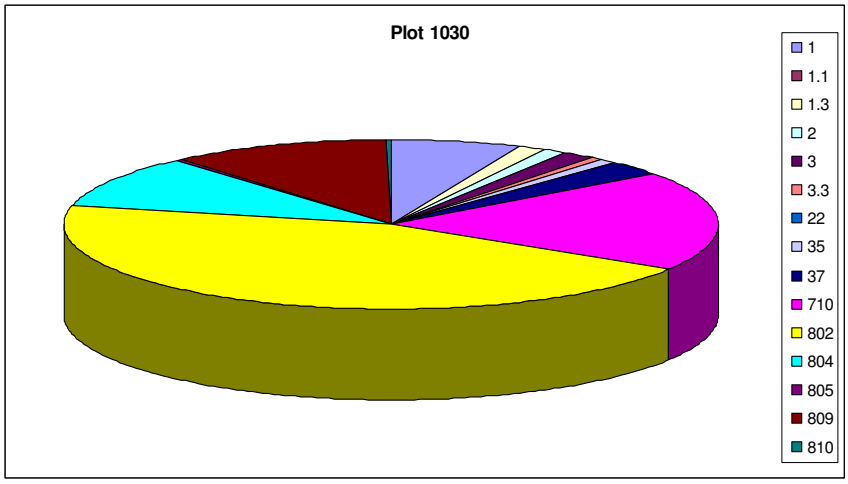


Abb. 101: Kreisdiagramm der Deckung in Prozent im Untersuchungsjhar 2010

2.12.2 Alle Untersuchungsjahre von 1992 – 2010

Tab. 58: Deckung aller Untersuchungsjahre

Artcode	1998	2005	2010
1	0,06	0	6,39
1.1	0	0	0,03
1.3	0	0	1,3
2	0	0	1,3
3	1,45	0,66	1,66
3.2	4,62	5,34	0
3.3	0	0	0,4
7	1,48	0	0
18	32,48	5,84	0
18.2	0	11,19	0
18.1	0	3,97	0
22	0	0	0,06
23	0,03	0	0
25	0,06	0	0
31	0	1,28	0
35	0	0	0,68
37	0	0	3,02
500-799	10,76	0,4	19,1
800-900	49,04	71,32	66,1

(Karall, 2002; Zechmeister, 1999)

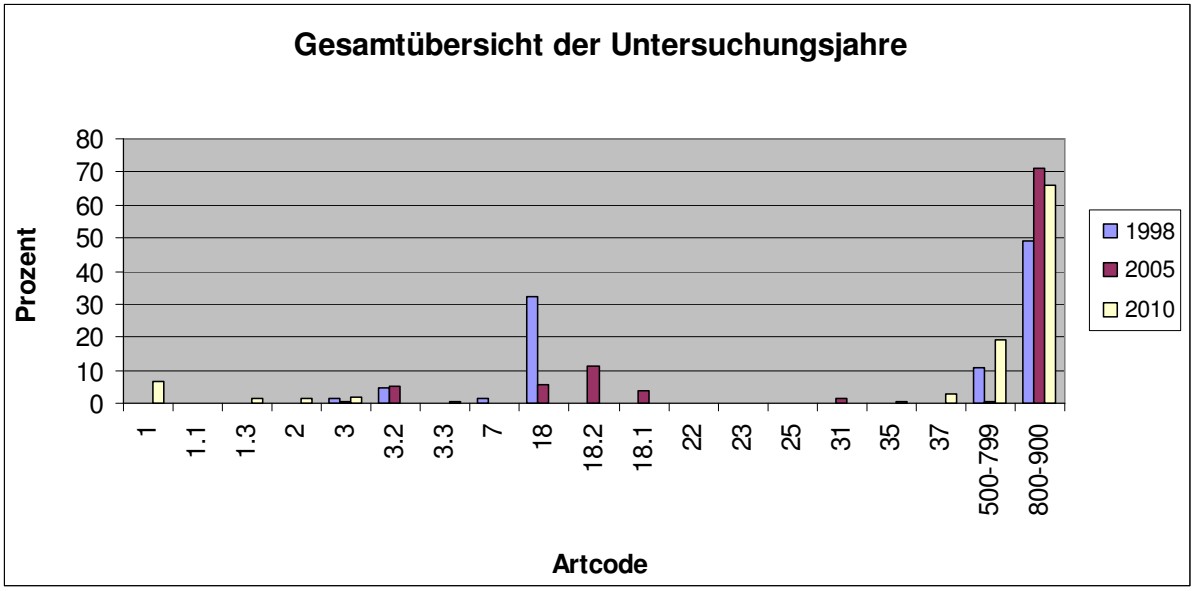


Abb. 102: Balkendiagramm Deckung der Arten in Prozent über die Gesamtjahre im Vergleich

Tab. 59a: Wilcoxon matched pair Test für den Plot 1030

Pair of Variables	Wilcoxon Matched Pairs Test für Plot 1032; Marked tests are significant at p <,0500			
	Valid N	T	Z	p-level
1 & 1				
1 & 1.1	3	0,000000	1,603567	0,108810
1 & 1.2	3	3,000000	0,000000	1,000000
1 & 2	3	0,000000	1,603567	0,108810
1 & 3	3	1,000000	1,069045	0,285050
1 & 4	3	1,000000	1,069045	0,285050
1 & 5	3	0,000000	1,603567	0,108810
1 & 7	3	2,000000	0,534522	0,592980
1 & 7.2	3	0,000000	1,603567	0,108810
1 & 9	3	0,000000	1,603567	0,108810
1 & 10	3	1,000000	1,069045	0,285050
1 & 11	3	0,000000	1,603567	0,108810
1 & 19	3	0,000000	1,603567	0,108810
1 & 22	3	0,000000	1,603567	0,108810
1 & 26	3	0,000000	1,603567	0,108810
1 & 34	3	0,000000	1,603567	0,108810
1 & 500-799	3	1,000000	1,069045	0,285050
1 & 800-900	3	1,000000	1,069045	0,285050
1.1 & 1	3	0,000000	1,603567	0,108810
1.1 & 1.1				
1.1 & 1.2	3	0,000000		
1.1 & 2	3	0,000000		
1.1 & 3	3	1,000000	1,069045	0,285050
1.1 & 4	3	0,000000	1,603567	0,108810
1.1 & 5	3	0,000000		
1.1 & 7	3	1,000000	1,069045	0,285050
1.1 & 7.2	3	0,000000		
1.1 & 9	3	0,000000		
1.1 & 10	3	1,000000	1,069045	0,285050
1.1 & 11	3	0,000000		
1.1 & 19	3	0,000000		
1.1 & 22	3	2,000000	0,534522	0,592980
1.1 & 26	3	0,000000		
1.1 & 34	3	0,000000		
1.1 & 500-799	3	2,000000	0,534522	0,592980
1.1 & 800-900	3	0,000000	1,603567	0,108810
1.2 & 1	3	3,000000	0,000000	1,000000
1.2 & 1.1	3	0,000000		
1.2 & 1.2				
1.2 & 2	3	0,000000		
1.2 & 3	3	2,000000	0,534522	0,592980
1.2 & 4	3	2,000000	0,534522	0,592980
1.2 & 5	3	1,000000	1,069045	0,285050
1.2 & 7	3	2,000000	0,534522	0,592980
1.2 & 7.2	3	0,000000		
1.2 & 9	3	0,000000		
1.2 & 10	3	2,000000	0,534522	0,592980
1.2 & 11	3	0,000000		
1.2 & 19	3	0,000000		

Tab. 59b: Wilcoxon matched pair Test für den Plot 1030

Pair of Variables	Wilcoxon Matched Pairs Test für Plot 1030; Marked tests are significant at p <,0500			
	Valid N	T	Z	p-level
1.3 & 22	3	0,000000		
1.3 & 23	3	0,000000		
1.3 & 25	3	0,000000		
1.3 & 31	3	0,000000		
1.3 & 35	3	0,000000		
1.3 & 37	3	0,000000		
1.3 & 500-799	3	0,000000	1,603567	0,108810
1.3 & 800-900	3	0,000000	1,603567	0,108810
2 & 1	3	0,000000		
2 & 1.1	3	0,000000		
2 & 1.3	3	0,000000		
2 & 2				
2 & 3	3	0,000000	1,603567	0,108810
2 & 3.2	3	1,000000	1,069045	0,285050
2 & 3.3	3	0,000000		
2 & 7	3	0,000000		
2 & 18	3	1,000000	1,069045	0,285050
2 & 18.2	3	0,000000		
2 & 18.1	3	0,000000		
2 & 22	3	0,000000		
2 & 23	3	0,000000		
2 & 25	3	0,000000		
2 & 31	3	0,000000		
2 & 35	3	0,000000		
2 & 37	3	0,000000		
2 & 500-799	3	0,000000	1,603567	0,108810
2 & 800-900	3	0,000000	1,603567	0,108810
3 & 1	3	3,000000	0,000000	1,000000
3 & 1.1	3	0,000000	1,603567	0,108810
3 & 1.3	3	0,000000	1,603567	0,108810
3 & 2	3	0,000000	1,603567	0,108810
3 & 3				
3 & 3.2	3	2,000000	0,534522	0,592980
3 & 3.3	3	0,000000	1,603567	0,108810
3 & 7	3	1,000000	1,069045	0,285050
3 & 18	3	1,000000	1,069045	0,285050
3 & 18.2	3	3,000000	0,000000	1,000000
3 & 18.1	3	1,000000	1,069045	0,285050
3 & 22	3	0,000000	1,603567	0,108810
3 & 23	3	0,000000	1,603567	0,108810
3 & 25	3	0,000000	1,603567	0,108810
3 & 31	3	1,000000	1,069045	0,285050
3 & 35	3	0,000000	1,603567	0,108810
3 & 37	3	1,000000	1,069045	0,285050
3 & 500-799	3	1,000000	1,069045	0,285050
3 & 800-900	3	0,000000	1,603567	0,108810
3.2 & 1	3	3,000000	0,000000	1,000000
3.2 & 1.1	3	1,000000	1,069045	0,285050
3.2 & 1.3	3	1,000000	1,069045	0,285050

Tab. 59c: Wilcoxon matched pair Test für den Plot 1030

Pair of Variables	Wilcoxon Matched Pairs Test für Plot 1030; Marked tests are significant at p <,0500			
	Valid N	T	Z	p-level
3.2 & 2	3	1,000000	1,069045	0,285050
3.2 & 3	3	2,000000	0,534522	0,592980
3.2 & 3.2				
3.2 & 3.3	3	1,000000	1,069045	0,285050
3.2 & 7	3	0,000000		
3.2 & 18	3	0,000000		
3.2 & 18.2	3	0,000000		
3.2 & 18.1	3	0,000000		
3.2 & 22	3	1,000000	1,069045	0,285050
3.2 & 23	3	0,000000		
3.2 & 25	3	0,000000		
3.2 & 31	3	0,000000		
3.2 & 35	3	1,000000	1,069045	0,285050
3.2 & 37	3	1,000000	1,069045	0,285050
3.2 & 500-799	3	2,000000	0,534522	0,592980
3.2 & 800-900	3	0,000000	1,603567	0,108810
3.3 & 1	3	0,000000		
3.3 & 1.1	3	0,000000		
3.3 & 1.3	3	0,000000		
3.3 & 2	3	0,000000		
3.3 & 3	3	0,000000	1,603567	0,108810
3.3 & 3.2	3	1,000000	1,069045	0,285050
3.3 & 3.3				
3.3 & 7	3	0,000000		
3.3 & 18	3	1,000000	1,069045	0,285050
3.3 & 18.2	3	0,000000		
3.3 & 18.1	3	0,000000		
3.3 & 22	3	0,000000		
3.3 & 23	3	0,000000		
3.3 & 25	3	0,000000		
3.3 & 31	3	0,000000		
3.3 & 35	3	0,000000		
3.3 & 37	3	0,000000		
3.3 & 500-799	3	0,000000	1,603567	0,108810
3.3 & 800-900	3	0,000000	1,603567	0,108810
7 & 1	3	0,000000		
7 & 1.1	3	0,000000		
7 & 1.3	3	0,000000		
7 & 2	3	0,000000		
7 & 3	3	1,000000	1,069045	0,285050
7 & 3.2	3	0,000000		
7 & 3.3	3	0,000000		
7 & 7				
7 & 18	3	0,000000		
7 & 18.2	3	0,000000		
7 & 18.1	3	0,000000		
7 & 22	3	0,000000		
7 & 23	3	0,000000		
7 & 25	3	0,000000		

Tab. 59d: Wilcoxon matched pair Test für den Plot 1030

Pair of Variables	Valid N	T	Z	p-level
	Wilcoxon Matched Pairs Test für Plot 1030; Marked tests are significant at p <,0500			
7 & 31	3	0,000000		
7 & 35	3	0,000000		
7 & 37	3	0,000000		
7 & 500-799	3	0,000000	1,603567	0,108810
7 & 800-900	3	0,000000	1,603567	0,108810
18 & 1	3	2,000000	0,534522	0,592980
18 & 1.1	3	1,000000	1,069045	0,285050
18 & 1.3	3	1,000000	1,069045	0,285050
18 & 2	3	1,000000	1,069045	0,285050
18 & 3	3	1,000000	1,069045	0,285050
18 & 3.2	3	0,000000		
18 & 3.3	3	1,000000	1,069045	0,285050
18 & 7	3	0,000000		
18 & 18				
18 & 18.2	3	0,000000		
18 & 18.1	3	0,000000		
18 & 22	3	1,000000	1,069045	0,285050
18 & 23	3	0,000000		
18 & 25	3	0,000000		
18 & 31	3	0,000000		
18 & 35	3	1,000000	1,069045	0,285050
18 & 37	3	1,000000	1,069045	0,285050
18 & 500-799	3	3,000000	0,000000	1,000000
18 & 800-900	3	0,000000	1,603567	0,108810
18.2 & 1	3	3,000000	0,000000	1,000000
18.2 & 1.1	3	0,000000		
18.2 & 1.3	3	0,000000		
18.2 & 2	3	0,000000		
18.2 & 3	3	3,000000	0,000000	1,000000
18.2 & 3.2	3	0,000000		
18.2 & 3.3	3	0,000000		
18.2 & 7	3	0,000000		
18.2 & 18	3	0,000000		
18.2 & 18.2				
18.2 & 18.1	3	0,000000		
18.2 & 22	3	0,000000		
18.2 & 23	3	0,000000		
18.2 & 25	3	0,000000		
18.2 & 31	3	0,000000		
18.2 & 35	3	0,000000		
18.2 & 37	3	0,000000		
18.2 & 500-799	3	1,000000	1,069045	0,285050
18.2 & 800-900	3	0,000000	1,603567	0,108810
18.1 & 1	3	2,000000	0,534522	0,592980
18.1 & 1.1	3	0,000000		
18.1 & 1.3	3	0,000000		
18.1 & 2	3	0,000000		
18.1 & 3	3	1,000000	1,069045	0,285050
18.1 & 3.2	3	0,000000		

Tab. 59e: Wilcoxon matched pair Test für den Plot 1030

Pair of Variables	Wilcoxon Matched Pairs Test für Plot 1030; Marked tests are significant at p <,0500			
	Valid N	T	Z	p-level
18.1 & 3.3	3	0,000000		
18.1 & 7	3	0,000000		
18.1 & 18	3	0,000000		
18.1 & 18.2	3	0,000000		
18.1 & 18.1				
18.1 & 22	3	0,000000		
18.1 & 23	3	0,000000		
18.1 & 25	3	0,000000		
18.1 & 31	3	0,000000		
18.1 & 35	3	0,000000		
18.1 & 37	3	0,000000		
18.1 & 500-799	3	1,000000	1,069045	0,285050
18.1 & 800-900	3	0,000000	1,603567	0,108810
22 & 1	3	0,000000		
22 & 1.1	3	0,000000		
22 & 1.3	3	0,000000		
22 & 2	3	0,000000		
22 & 3	3	0,000000	1,603567	0,108810
22 & 3.2	3	1,000000	1,069045	0,285050
22 & 3.3	3	0,000000		
22 & 7	3	0,000000		
22 & 18	3	1,000000	1,069045	0,285050
22 & 18.2	3	0,000000		
22 & 18.1	3	0,000000		
22 & 22				
22 & 23	3	0,000000		
22 & 25	3	0,000000		
22 & 31	3	0,000000		
22 & 35	3	0,000000		
22 & 37	3	0,000000		
22 & 500-799	3	0,000000	1,603567	0,108810
22 & 800-900	3	0,000000	1,603567	0,108810
23 & 1	3	0,000000		
23 & 1.1	3	0,000000		
23 & 1.3	3	0,000000		
23 & 2	3	0,000000		
23 & 3	3	0,000000	1,603567	0,108810
23 & 3.2	3	0,000000		
23 & 3.3	3	0,000000		
23 & 7	3	0,000000		
23 & 18	3	0,000000		
23 & 18.2	3	0,000000		
23 & 18.1	3	0,000000		
23 & 22	3	0,000000		
23 & 23				
23 & 25	3	0,000000		
23 & 31	3	0,000000		
23 & 35	3	0,000000		
23 & 37	3	0,000000		

Tab. 59f: Wilcoxon matched pair Test für den Plot 1030

Pair of Variables		Wilcoxon Matched Pairs Test für Plot 1030; Marked tests are significant at p <,0500			
		Valid N	T	Z	p-level
23	& 500-799	3	0,000000	1,603567	0,108810
23	& 800-900	3	0,000000	1,603567	0,108810
25	& 1	3	0,000000		
25	& 1.1	3	0,000000		
25	& 1.3	3	0,000000		
25	& 2	3	0,000000		
25	& 3	3	0,000000	1,603567	0,108810
25	& 3.2	3	0,000000		
25	& 3.3	3	0,000000		
25	& 7	3	0,000000		
25	& 18	3	0,000000		
25	& 18.2	3	0,000000		
25	& 18.1	3	0,000000		
25	& 22	3	0,000000		
25	& 23	3	0,000000		
25	& 25				
25	& 31	3	0,000000		
25	& 35	3	0,000000		
25	& 37	3	0,000000		
25	& 500-799	3	0,000000	1,603567	0,108810
25	& 800-900	3	0,000000	1,603567	0,108810
31	& 1	3	2,000000	0,534522	0,592980
31	& 1.1	3	0,000000		
31	& 1.3	3	0,000000		
31	& 2	3	0,000000		
31	& 3	3	1,000000	1,069045	0,285050
31	& 3.2	3	0,000000		
31	& 3.3	3	0,000000		
31	& 7	3	0,000000		
31	& 18	3	0,000000		
31	& 18.2	3	0,000000		
31	& 18.1	3	0,000000		
31	& 22	3	0,000000		
31	& 23	3	0,000000		
31	& 25	3	0,000000		
31	& 31				
31	& 35	3	0,000000		
31	& 37	3	0,000000		
31	& 500-799	3	1,000000	1,069045	0,285050
31	& 800-900	3	0,000000	1,603567	0,108810
35	& 1	3	0,000000		
35	& 1.1	3	0,000000		
35	& 1.3	3	0,000000		
35	& 2	3	0,000000		
35	& 3	3	0,000000	1,603567	0,108810
35	& 3.2	3	1,000000	1,069045	0,285050
35	& 3.3	3	0,000000		
35	& 7	3	0,000000		
35	& 18	3	1,000000	1,069045	0,285050

Tab. 59g: Wilcoxon matched pair Test für den Plot 1030

Pair of Variables	Wilcoxon Matched Pairs Test für Plot 1030; Marked tests are significant at p <,0500			
	Valid N	T	Z	p-level
35 & 18.2	3	0,000000		
35 & 18.1	3	0,000000		
35 & 22	3	0,000000		
35 & 23	3	0,000000		
35 & 25	3	0,000000		
35 & 31	3	0,000000		
35 & 35				
35 & 37	3	0,000000		
35 & 500-799	3	0,000000	1,603567	0,108810
35 & 800-900	3	0,000000	1,603567	0,108810
37 & 1	3	0,000000		
37 & 1.1	3	0,000000		
37 & 1.3	3	0,000000		
37 & 2	3	0,000000		
37 & 3	3	1,000000	1,069045	0,285050
37 & 3.2	3	1,000000	1,069045	0,285050
37 & 3.3	3	0,000000		
37 & 7	3	0,000000		
37 & 18	3	1,000000	1,069045	0,285050
37 & 18.2	3	0,000000		
37 & 18.1	3	0,000000		
37 & 22	3	0,000000		
37 & 23	3	0,000000		
37 & 25	3	0,000000		
37 & 31	3	0,000000		
37 & 35	3	0,000000		
37 & 37				
37 & 500-799	3	0,000000	1,603567	0,108810
37 & 800-900	3	0,000000	1,603567	0,108810
500-799 & 1	3	0,000000	1,603567	0,108810
500-799 & 1.1	3	0,000000	1,603567	0,108810
500-799 & 1.3	3	0,000000	1,603567	0,108810
500-799 & 2	3	0,000000	1,603567	0,108810
500-799 & 3	3	1,000000	1,069045	0,285050
500-799 & 3.2	3	2,000000	0,534522	0,592980
500-799 & 3.3	3	0,000000	1,603567	0,108810
500-799 & 7	3	0,000000	1,603567	0,108810
500-799 & 18	3	3,000000	0,000000	1,000000
500-799 & 18.2	3	1,000000	1,069045	0,285050
500-799 & 18.1	3	1,000000	1,069045	0,285050
500-799 & 22	3	0,000000	1,603567	0,108810
500-799 & 23	3	0,000000	1,603567	0,108810
500-799 & 25	3	0,000000	1,603567	0,108810
500-799 & 31	3	1,000000	1,069045	0,285050
500-799 & 35	3	0,000000	1,603567	0,108810
500-799 & 37	3	0,000000	1,603567	0,108810
500-799 & 500-799				
500-799 & 800-900	3	0,000000	1,603567	0,108810
800-900 & 1	3	0,000000	1,603567	0,108810

Tab. 59h: Wilcoxon matched pair Test für den Plot 1030

Pair of Variables	Wilcoxon Matched Pairs Test für Plot 1030; Marked tests are significant at p <,0500			
	Valid N	T	Z	p-level
800-900 & 1.1	3	0,000000	1,603567	0,108810
800-900 & 1.3	3	0,000000	1,603567	0,108810
800-900 & 2	3	0,000000	1,603567	0,108810
800-900 & 3	3	0,000000	1,603567	0,108810
800-900 & 3.2	3	0,000000	1,603567	0,108810
800-900 & 3.3	3	0,000000	1,603567	0,108810
800-900 & 7	3	0,000000	1,603567	0,108810
800-900 & 18	3	0,000000	1,603567	0,108810
800-900 & 18.2	3	0,000000	1,603567	0,108810
800-900 & 18.1	3	0,000000	1,603567	0,108810
800-900 & 22	3	0,000000	1,603567	0,108810
800-900 & 23	3	0,000000	1,603567	0,108810
800-900 & 25	3	0,000000	1,603567	0,108810
800-900 & 31	3	0,000000	1,603567	0,108810
800-900 & 35	3	0,000000	1,603567	0,108810
800-900 & 37	3	0,000000	1,603567	0,108810
800-900 & 500-799	3	0,000000	1,603567	0,108810
800-900 & 800-900				

2.13 Moosplot 32 (Plot 1032)

Typus: Stammabflussfläche
Standort: Buchen Steilhang-
bestand
Exposition/ Neigung: NNW/ steil
(Zechmeister, 1999; Zechmeister, 2006)



Abb. 103: Plot 1032 (Blende: 4,0; Belichtungszeit: 1/50; ISO: 200)

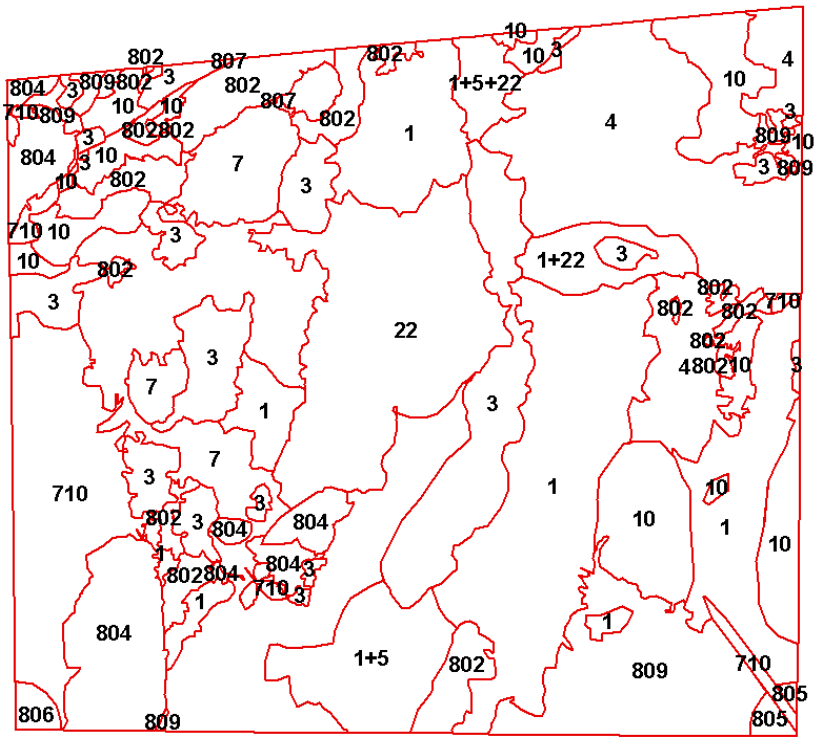


Abb. 104: Plot 1032 - digitalisierte Arten

2.13.1 Das Untersuchungsjahr 2010

Tab. 60: Plot 1032 Prozentueller Anteil der Deckung 2010

Artcode	Deckung
1	21,151%
3	9,957%
4	12,075%
5	1,348%
7	14,884%
10	8,468%
22	8,946%
710	6,595%
802	5,086%
804	5,417%
805	0,295%
806	0,322%
807	0,012%
809	5,445%

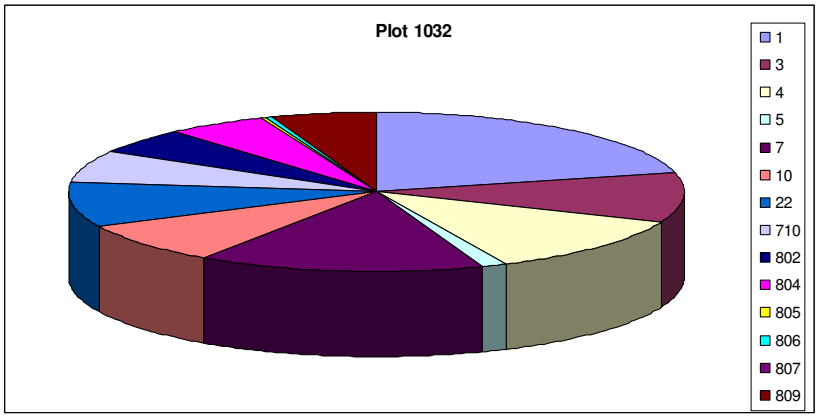


Abb. 105: Kreisdiagramm der Deckung in Prozent im Untersuchungsjahr 2010

2.13.2 Alle Untersuchungsjahre von 1992 – 2010

Tab. 61: Deckung aller Untersuchungsjahre

Artcode	1998	2005	2010
1	1,75	14,54	21,51
1.1	0	8,13	0
1.2	41,65	11	0
2	0	0,5	0
3	3,96	6,08	9,96
4	4,09	8,32	12,08
5	0	0	1,35
7	7,97	4,86	14,88
7.2	0	6,64	0
9	0,17	0	0
10	4,17	1,95	8,47
11	0	2,93	0
19	0,34	0	0
22	0,72	0	8,95
26	1,46	0	0
34	0	1,75	0
500-799	11,6	0	6,6
800-900	22,13	33,13	16,58

(Karall, 2002; Zechmeister, 1999; Zechmeister, 2006)

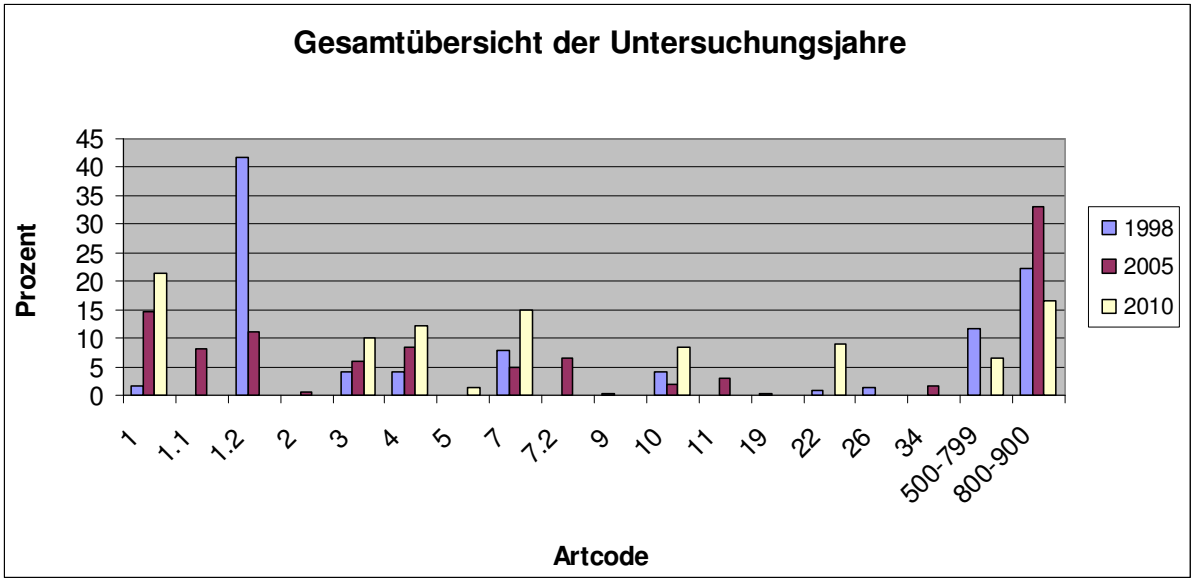


Abb. 106: Balkendiagramm der Deckung der Arten in Prozent über die Gesamtjahre im Vergleich

Tab. 62a: Wilcoxon matched pair Test für den Plot 1032

Pair of Variables	Wilcoxon Matched Pairs Test für Plot 1032; Marked tests are significant at p <,0500 Valid N	T	Z	p-level
1 & 1				
1 & 1.1	3	0,000000	1,603567	0,108810
1 & 1.2	3	3,000000	0,000000	1,000000
1 & 2	3	0,000000	1,603567	0,108810
1 & 3	3	1,000000	1,069045	0,285050
1 & 4	3	1,000000	1,069045	0,285050
1 & 5	3	0,000000	1,603567	0,108810
1 & 7	3	2,000000	0,534522	0,592980
1 & 7.2	3	0,000000	1,603567	0,108810
1 & 9	3	0,000000	1,603567	0,108810
1 & 10	3	1,000000	1,069045	0,285050
1 & 11	3	0,000000	1,603567	0,108810
1 & 19	3	0,000000	1,603567	0,108810
1 & 22	3	0,000000	1,603567	0,108810
1 & 26	3	0,000000	1,603567	0,108810
1 & 34	3	0,000000	1,603567	0,108810
1 & 500-799	3	1,000000	1,069045	0,285050
1 & 800-900	3	1,000000	1,069045	0,285050
1.1 & 1	3	0,000000	1,603567	0,108810
1.1 & 1.1				
1.1 & 1.2	3	0,000000		
1.1 & 2	3	0,000000		
1.1 & 3	3	1,000000	1,069045	0,285050
1.1 & 4	3	0,000000	1,603567	0,108810
1.1 & 5	3	0,000000		
1.1 & 7	3	1,000000	1,069045	0,285050
1.1 & 7.2	3	0,000000		
1.1 & 9	3	0,000000		
1.1 & 10	3	1,000000	1,069045	0,285050
1.1 & 11	3	0,000000		
1.1 & 19	3	0,000000		
1.1 & 22	3	2,000000	0,534522	0,592980
1.1 & 26	3	0,000000		
1.1 & 34	3	0,000000		
1.1 & 500-799	3	2,000000	0,534522	0,592980
1.1 & 800-900	3	0,000000	1,603567	0,108810
1.2 & 1	3	3,000000	0,000000	1,000000
1.2 & 1.1	3	0,000000		
1.2 & 1.2				
1.2 & 2	3	0,000000		
1.2 & 3	3	2,000000	0,534522	0,592980
1.2 & 4	3	2,000000	0,534522	0,592980
1.2 & 5	3	1,000000	1,069045	0,285050
1.2 & 7	3	2,000000	0,534522	0,592980
1.2 & 7.2	3	0,000000		
1.2 & 9	3	0,000000		
1.2 & 10	3	2,000000	0,534522	0,592980
1.2 & 11	3	0,000000		
1.2 & 19	3	0,000000		

Tab. 62b: Wilcoxon matched pair Test für den Plot 1032

Pair of Variables	Wilcoxon Matched Pairs Test für Plot 1032; Marked tests are significant at p <,0500			
	Valid N	T	Z	p-level
1.2 & 22	3	1,000000	1,069045	0,285050
1.2 & 26	3	0,000000		
1.2 & 34	3	0,000000		
1.2 & 500-799	3	1,000000	1,069045	0,285050
1.2 & 800-900	3	1,000000	1,069045	0,285050
2 & 1	3	0,000000	1,603567	0,108810
2 & 1.1	3	0,000000		
2 & 1.2	3	0,000000		
2 & 2				
2 & 3	3	0,000000	1,603567	0,108810
2 & 4	3	0,000000	1,603567	0,108810
2 & 5	3	0,000000		
2 & 7	3	0,000000	1,603567	0,108810
2 & 7.2	3	0,000000		
2 & 9	3	0,000000		
2 & 10	3	0,000000	1,603567	0,108810
2 & 11	3	0,000000		
2 & 19	3	0,000000		
2 & 22	3	1,000000	1,069045	0,285050
2 & 26	3	0,000000		
2 & 34	3	0,000000		
2 & 500-799	3	1,000000	1,069045	0,285050
2 & 800-900	3	0,000000	1,603567	0,108810
3 & 1	3	1,000000	1,069045	0,285050
3 & 1.1	3	1,000000	1,069045	0,285050
3 & 1.2	3	2,000000	0,534522	0,592980
3 & 2	3	0,000000	1,603567	0,108810
3 & 3				
3 & 4	3	0,000000	1,603567	0,108810
3 & 5	3	0,000000	1,603567	0,108810
3 & 7	3	1,000000	1,069045	0,285050
3 & 7.2	3	1,000000	1,069045	0,285050
3 & 9	3	0,000000	1,603567	0,108810
3 & 10	3	1,000000	1,069045	0,285050
3 & 11	3	0,000000	1,603567	0,108810
3 & 19	3	0,000000	1,603567	0,108810
3 & 22	3	0,000000	1,603567	0,108810
3 & 26	3	0,000000	1,603567	0,108810
3 & 34	3	0,000000	1,603567	0,108810
3 & 500-799	3	2,000000	0,534522	0,592980
3 & 800-900	3	0,000000	1,603567	0,108810
4 & 1	3	1,000000	1,069045	0,285050
4 & 1.1	3	0,000000	1,603567	0,108810
4 & 1.2	3	2,000000	0,534522	0,592980
4 & 2	3	0,000000	1,603567	0,108810
4 & 3	3	0,000000	1,603567	0,108810
4 & 4				
4 & 5	3	0,000000	1,603567	0,108810
4 & 7	3	2,000000	0,534522	0,592980

Tab. 62c: Wilcoxon matched pair Test für den Plot 1032

Pair of Variables	Wilcoxon Matched Pairs Test für Plot 1032; Marked tests are significant at p <,0500			
	Valid N	T	Z	p-level
4 & 7.2	3	0,000000	1,603567	0,108810
4 & 9	3	0,000000	1,603567	0,108810
4 & 10	3	1,000000	1,069045	0,285050
4 & 11	3	0,000000	1,603567	0,108810
4 & 19	3	0,000000	1,603567	0,108810
4 & 22	3	0,000000	1,603567	0,108810
4 & 26	3	0,000000	1,603567	0,108810
4 & 34	3	0,000000	1,603567	0,108810
4 & 500-799	3	2,000000	0,534522	0,592980
4 & 800-900	3	0,000000	1,603567	0,108810
5 & 1	3	0,000000	1,603567	0,108810
5 & 1.1	3	0,000000		
5 & 1.2	3	1,000000	1,069045	0,285050
5 & 2	3	0,000000		
5 & 3	3	0,000000	1,603567	0,108810
5 & 4	3	0,000000	1,603567	0,108810
5 & 5				
5 & 7	3	0,000000	1,603567	0,108810
5 & 7.2	3	0,000000		
5 & 9	3	0,000000		
5 & 10	3	0,000000	1,603567	0,108810
5 & 11	3	0,000000		
5 & 19	3	0,000000		
5 & 22	3	0,000000		
5 & 26	3	0,000000		
5 & 34	3	0,000000		
5 & 500-799	3	0,000000		
5 & 800-900	3	0,000000	1,603567	0,108810
7 & 1	3	2,000000	0,534522	0,592980
7 & 1.1	3	1,000000	1,069045	0,285050
7 & 1.2	3	2,000000	0,534522	0,592980
7 & 2	3	0,000000	1,603567	0,108810
7 & 3	3	1,000000	1,069045	0,285050
7 & 4	3	2,000000	0,534522	0,592980
7 & 5	3	0,000000	1,603567	0,108810
7 & 7				
7 & 7.2	3	1,000000	1,069045	0,285050
7 & 9	3	0,000000	1,603567	0,108810
7 & 10	3	0,000000	1,603567	0,108810
7 & 11	3	0,000000	1,603567	0,108810
7 & 19	3	0,000000	1,603567	0,108810
7 & 22	3	0,000000	1,603567	0,108810
7 & 26	3	0,000000	1,603567	0,108810
7 & 34	3	0,000000	1,603567	0,108810
7 & 500-799	3	1,000000	1,069045	0,285050
7 & 800-900	3	0,000000	1,603567	0,108810
7.2 & 1	3	0,000000	1,603567	0,108810
7.2 & 1.1	3	0,000000		
7.2 & 1.2	3	0,000000		

Tab. 62d: Wilcoxon matched pair Test für den Plot 1032

Pair of Variables	Wilcoxon Matched Pairs Test für Plot 1032; Marked tests are significant at p <,0500			
	Valid N	T	Z	p-level
7.2 & 2	3	0,000000		
7.2 & 3	3	1,000000	1,069045	0,285050
7.2 & 4	3	0,000000	1,603567	0,108810
7.2 & 5	3	0,000000		
7.2 & 7	3	1,000000	1,069045	0,285050
7.2 & 7.2				
7.2 & 9	3	0,000000		
7.2 & 10	3	1,000000	1,069045	0,285050
7.2 & 11	3	0,000000		
7.2 & 19	3	0,000000		
7.2 & 22	3	2,000000	0,534522	0,592980
7.2 & 26	3	0,000000		
7.2 & 34	3	0,000000		
7.2 & 500-799	3	2,000000	0,534522	0,592980
7.2 & 800-900	3	0,000000	1,603567	0,108810
9 & 1	3	0,000000	1,603567	0,108810
9 & 1.1	3	0,000000		
9 & 1.2	3	0,000000		
9 & 2	3	0,000000		
9 & 3	3	0,000000	1,603567	0,108810
9 & 4	3	0,000000	1,603567	0,108810
9 & 5	3	0,000000		
9 & 7	3	0,000000	1,603567	0,108810
9 & 7.2	3	0,000000		
9 & 9				
9 & 10	3	0,000000	1,603567	0,108810
9 & 11	3	0,000000		
9 & 19	3	0,000000		
9 & 22	3	0,000000		
9 & 26	3	0,000000		
9 & 34	3	0,000000		
9 & 500-799	3	0,000000		
9 & 800-900	3	0,000000	1,603567	0,108810
10 & 1	3	1,000000	1,069045	0,285050
10 & 1.1	3	1,000000	1,069045	0,285050
10 & 1.2	3	2,000000	0,534522	0,592980
10 & 2	3	0,000000	1,603567	0,108810
10 & 3	3	1,000000	1,069045	0,285050
10 & 4	3	1,000000	1,069045	0,285050
10 & 5	3	0,000000	1,603567	0,108810
10 & 7	3	0,000000	1,603567	0,108810
10 & 7.2	3	1,000000	1,069045	0,285050
10 & 9	3	0,000000	1,603567	0,108810
10 & 10				
10 & 11	3	1,000000	1,069045	0,285050
10 & 19	3	0,000000	1,603567	0,108810
10 & 22	3	1,000000	1,069045	0,285050
10 & 26	3	0,000000	1,603567	0,108810
10 & 34	3	0,000000	1,603567	0,108810

Tab. 62e: Wilcoxon matched pair Test für den Plot 1032

Pair of Variables		Wilcoxon Matched Pairs Test für Plot 1032; Marked tests are significant at p <,0500			
		Valid N	T	Z	p-level
10	& 500-799	3	3,000000	0,000000	1,000000
10	& 800-900	3	0,000000	1,603567	0,108810
11	& 1	3	0,000000	1,603567	0,108810
11	& 1.1	3	0,000000		
11	& 1.2	3	0,000000		
11	& 2	3	0,000000		
11	& 3	3	0,000000	1,603567	0,108810
11	& 4	3	0,000000	1,603567	0,108810
11	& 5	3	0,000000		
11	& 7	3	0,000000	1,603567	0,108810
11	& 7.2	3	0,000000		
11	& 9	3	0,000000		
11	& 10	3	1,000000	1,069045	0,285050
11	& 11				
11	& 19	3	0,000000		
11	& 22	3	2,000000	0,534522	0,592980
11	& 26	3	0,000000		
11	& 34	3	0,000000		
11	& 500-799	3	1,000000	1,069045	0,285050
11	& 800-900	3	0,000000	1,603567	0,108810
19	& 1	3	0,000000	1,603567	0,108810
19	& 1.1	3	0,000000		
19	& 1.2	3	0,000000		
19	& 2	3	0,000000		
19	& 3	3	0,000000	1,603567	0,108810
19	& 4	3	0,000000	1,603567	0,108810
19	& 5	3	0,000000		
19	& 7	3	0,000000	1,603567	0,108810
19	& 7.2	3	0,000000		
19	& 9	3	0,000000		
19	& 10	3	0,000000	1,603567	0,108810
19	& 11	3	0,000000		
19	& 19				
19	& 22	3	0,000000		
19	& 26	3	0,000000		
19	& 34	3	0,000000		
19	& 500-799	3	0,000000		
19	& 800-900	3	0,000000	1,603567	0,108810
22	& 1	3	0,000000	1,603567	0,108810
22	& 1.1	3	2,000000	0,534522	0,592980
22	& 1.2	3	1,000000	1,069045	0,285050
22	& 2	3	1,000000	1,069045	0,285050
22	& 3	3	0,000000	1,603567	0,108810
22	& 4	3	0,000000	1,603567	0,108810
22	& 5	3	0,000000		
22	& 7	3	0,000000	1,603567	0,108810
22	& 7.2	3	2,000000	0,534522	0,592980
22	& 9	3	0,000000		
22	& 10	3	1,000000	1,069045	0,285050

Tab. 62f: Wilcoxon matched pair Test für den Plot 1032

Pair of Variables	Wilcoxon Matched Pairs Test für Plot 1032; Marked tests are significant at p <,0500			
	Valid N	T	Z	p-level
22 & 11	3	2,000000	0,534522	0,592980
22 & 19	3	0,000000		
22 & 22				
22 & 26	3	0,000000		
22 & 34	3	2,000000	0,534522	0,592980
22 & 500-799	3	0,000000		
22 & 800-900	3	0,000000	1,603567	0,108810
26 & 1	3	0,000000	1,603567	0,108810
26 & 1.1	3	0,000000		
26 & 1.2	3	0,000000		
26 & 2	3	0,000000		
26 & 3	3	0,000000	1,603567	0,108810
26 & 4	3	0,000000	1,603567	0,108810
26 & 5	3	0,000000		
26 & 7	3	0,000000	1,603567	0,108810
26 & 7.2	3	0,000000		
26 & 9	3	0,000000		
26 & 10	3	0,000000	1,603567	0,108810
26 & 11	3	0,000000		
26 & 19	3	0,000000		
26 & 22	3	0,000000		
26 & 26				
26 & 34	3	0,000000		
26 & 500-799	3	0,000000		
26 & 800-900	3	0,000000	1,603567	0,108810
34 & 1	3	0,000000	1,603567	0,108810
34 & 1.1	3	0,000000		
34 & 1.2	3	0,000000		
34 & 2	3	0,000000		
34 & 3	3	0,000000	1,603567	0,108810
34 & 4	3	0,000000	1,603567	0,108810
34 & 5	3	0,000000		
34 & 7	3	0,000000	1,603567	0,108810
34 & 7.2	3	0,000000		
34 & 9	3	0,000000		
34 & 10	3	0,000000	1,603567	0,108810
34 & 11	3	0,000000		
34 & 19	3	0,000000		
34 & 22	3	2,000000	0,534522	0,592980
34 & 26	3	0,000000		
34 & 34				
34 & 500-799	3	1,000000	1,069045	0,285050
34 & 800-900	3	0,000000	1,603567	0,108810
500-799 & 1	3	1,000000	1,069045	0,285050
500-799 & 1.1	3	2,000000	0,534522	0,592980
500-799 & 1.2	3	1,000000	1,069045	0,285050
500-799 & 2	3	1,000000	1,069045	0,285050
500-799 & 3	3	2,000000	0,534522	0,592980
500-799 & 4	3	2,000000	0,534522	0,592980

Tab. 62g: Wilcoxon matched pair Test für den Plot 1032

Pair of Variables	Wilcoxon Matched Pairs Test für Plot 1032; Marked tests are significant at p <,0500			
	Valid N	T	Z	p-level
500-799 & 5	3	0,000000		
500-799 & 7	3	1,000000	1,069045	0,285050
500-799 & 7.2	3	2,000000	0,534522	0,592980
500-799 & 9	3	0,000000		
500-799 & 10	3	3,000000	0,000000	1,000000
500-799 & 11	3	1,000000	1,069045	0,285050
500-799 & 19	3	0,000000		
500-799 & 22	3	0,000000		
500-799 & 26	3	0,000000		
500-799 & 34	3	1,000000	1,069045	0,285050
500-799 & 500-799				
500-799 & 800-900	3	0,000000	1,603567	0,108810
800-900 & 1	3	1,000000	1,069045	0,285050
800-900 & 1.1	3	0,000000	1,603567	0,108810
800-900 & 1.2	3	1,000000	1,069045	0,285050
800-900 & 2	3	0,000000	1,603567	0,108810
800-900 & 3	3	0,000000	1,603567	0,108810
800-900 & 4	3	0,000000	1,603567	0,108810
800-900 & 5	3	0,000000	1,603567	0,108810
800-900 & 7	3	0,000000	1,603567	0,108810
800-900 & 7.2	3	0,000000	1,603567	0,108810
800-900 & 9	3	0,000000	1,603567	0,108810
800-900 & 10	3	0,000000	1,603567	0,108810
800-900 & 11	3	0,000000	1,603567	0,108810
800-900 & 19	3	0,000000	1,603567	0,108810
800-900 & 22	3	0,000000	1,603567	0,108810
800-900 & 26	3	0,000000	1,603567	0,108810
800-900 & 34	3	0,000000	1,603567	0,108810
800-900 & 500-799	3	0,000000	1,603567	0,108810
800-900 & 800-900				

2.14 Moosplot 33 (Plot 1033)

Typus: Stammabflussfläche
Standort: Buchen Steilhang-
bestand
Exposition/ Neigung: NNW/ steil
(Zechmeister, 1999; Zechmeister, 2006)



Abb. 107: Plot 1033 (Blende: 4,0; Belichtungszeit: 1/50; ISO: 100)

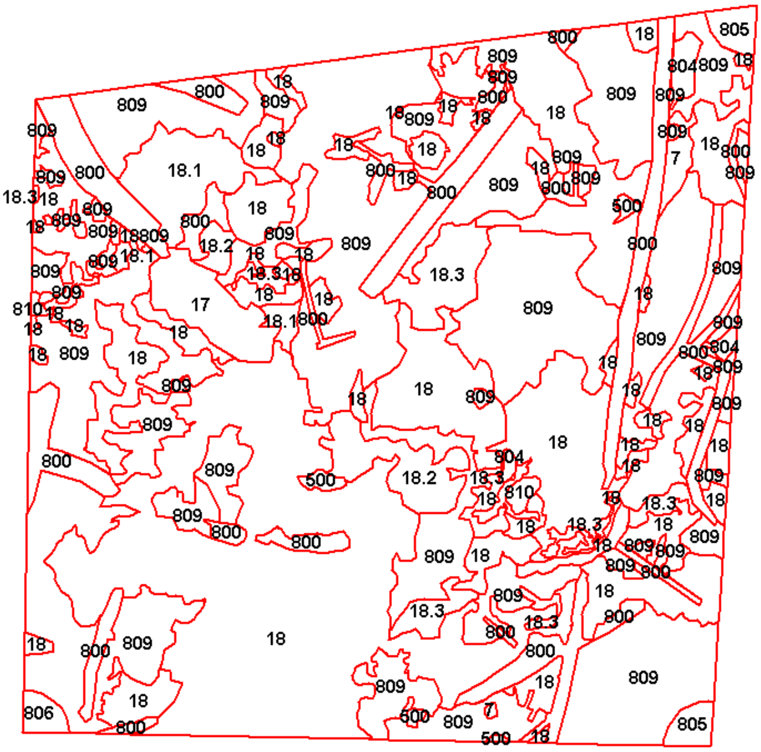


Abb. 108: Plot 1033 - digitalisierte Arten

2.14.1 Das Untersuchungsjahr 2010

Tab. 63: Plot 1033 Prozentueller Anteil der Deckung 2010

Artcode	Deckung
7	0,406%
17	1,537%
18	38,696%
18.2	2,193%
18.1	1,734%
18.3	2,752%
500	0,297%
800	9,397%
804	0,496%
805	0,742%
806	0,316%
809	41,210%
810	0,223%

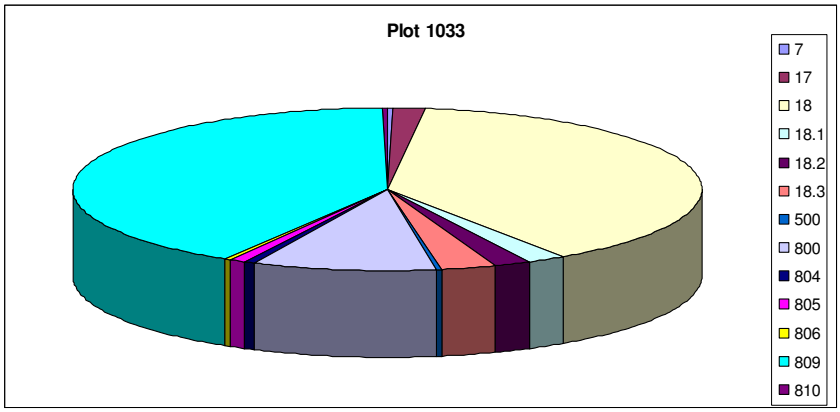


Abb. 109: Kreisdiagramm der Deckung in Prozent im Untersuchungsjahr 2010

2.14.2 Alle Untersuchungsjahre von 1992 – 2010

Tab. 64: Deckung aller Untersuchungsjahre

Artcode	1998	2005	2010
1.1	0	0,95	0
2	0	16,63	0
3	0	9,76	0
7	5,42	17,6	0,41
17	13,64	8,91	1,54
18	65,93	19	38,7
18.2	0	0	2,19
18.1	0	0	1,73
18.3	0	0	2,75
28	0,67	0	0
500-799	2,21	0,17	0,3
800-900	12,12	26,98	52,38

(Karall, 2002; Zechmeister, 1999; Zechmeister, 2006)

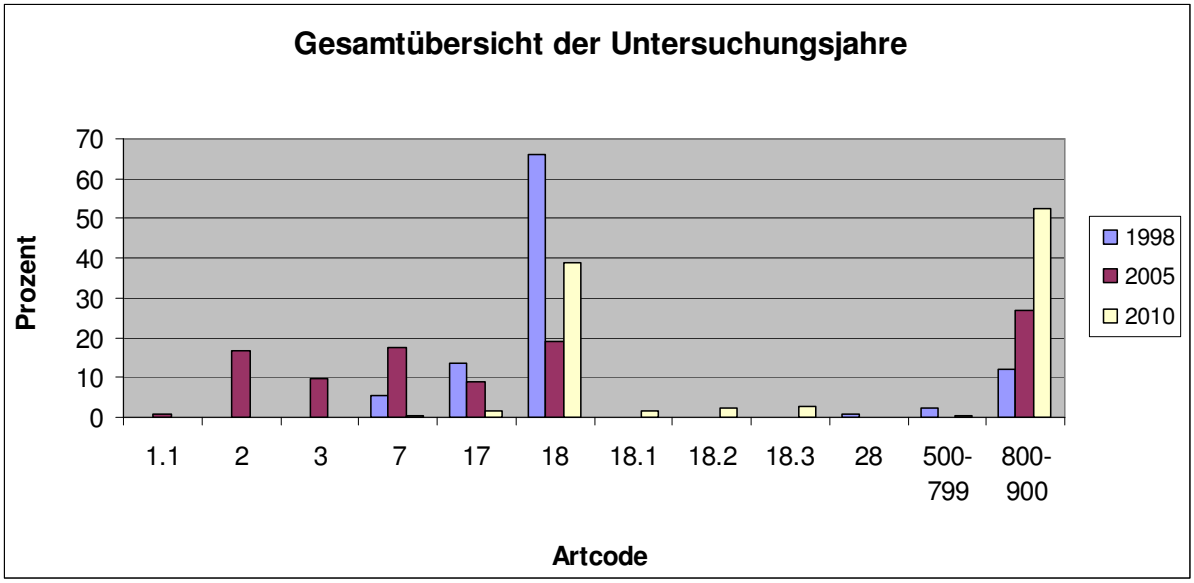


Abb. 110: Balkendiagramm der Deckung der Arten in Prozent über die Gesamtjahre im Vergleich

Tab. 65a: Wilcoxon matched pair Test für den Plot 1033

Pair of Variables	Wilcoxon Matched Pairs Test für Plot 1033; Marked tests are significant at p <,0500			
	Valid N	T	Z	p-level
1.1 & 1.1				
1.1 & 2	3	0,000000		
1.1 & 3	3	0,000000		
1.1 & 7	3	0,000000	1,603567	0,108810
1.1 & 17	3	0,000000	1,603567	0,108810
1.1 & 18	3	0,000000	1,603567	0,108810
1.1 & 18.1	3	0,000000		
1.1 & 18.2	3	0,000000		
1.1 & 18.3	3	0,000000		
1.1 & 28	3	0,000000		
1.1 & 500-799	3	2,000000	0,534522	0,592980
1.1 & 800-900	3	0,000000	1,603567	0,108810
2 & 1.1	3	0,000000		
2 & 2				
2 & 3	3	0,000000		
2 & 7	3	0,000000	1,603567	0,108810
2 & 17	3	1,000000	1,069045	0,285050
2 & 18	3	0,000000	1,603567	0,108810
2 & 18.1	3	0,000000		
2 & 18.2	3	0,000000		
2 & 18.3	3	0,000000		
2 & 28	3	0,000000		
2 & 500-799	3	3,000000	0,000000	1,000000
2 & 800-900	3	0,000000	1,603567	0,108810
3 & 1.1	3	0,000000		
3 & 2	3	0,000000		
3 & 3				
3 & 7	3	0,000000	1,603567	0,108810
3 & 17	3	1,000000	1,069045	0,285050
3 & 18	3	0,000000	1,603567	0,108810
3 & 18.1	3	0,000000		
3 & 18.2	3	0,000000		
3 & 18.3	3	0,000000		
3 & 28	3	0,000000		
3 & 500-799	3	3,000000	0,000000	1,000000
3 & 800-900	3	0,000000	1,603567	0,108810
7 & 1.1	3	0,000000	1,603567	0,108810
7 & 2	3	0,000000	1,603567	0,108810
7 & 3	3	0,000000	1,603567	0,108810
7 & 7				
7 & 17	3	2,000000	0,534522	0,592980
7 & 18	3	0,000000	1,603567	0,108810
7 & 18.1	3	1,000000	1,069045	0,285050
7 & 18.2	3	1,000000	1,069045	0,285050
7 & 18.3	3	1,000000	1,069045	0,285050
7 & 28	3	0,000000	1,603567	0,108810
7 & 500-799	3	0,000000	1,603567	0,108810
7 & 800-900	3	0,000000	1,603567	0,108810
17 & 1.1	3	0,000000	1,603567	0,108810

Tab. 65b: Wilcoxon matched pair Test für den Plot 1033

Pair of Variables	Valid N	T	Z	p-level
	Wilcoxon Matched Pairs Test für Plot 1033; Marked tests are significant at p <,0500			
17 & 2	3	1,000000	1,069045	0,285050
17 & 3	3	1,000000	1,069045	0,285050
17 & 7	3	2,000000	0,534522	0,592980
17 & 17				
17 & 18	3	0,000000	1,603567	0,108810
17 & 18.1	3	1,000000	1,069045	0,285050
17 & 18.2	3	1,000000	1,069045	0,285050
17 & 18.3	3	1,000000	1,069045	0,285050
17 & 28	3	0,000000	1,603567	0,108810
17 & 500-799	3	0,000000	1,603567	0,108810
17 & 800-900	3	1,000000	1,069045	0,285050
18 & 1.1	3	0,000000	1,603567	0,108810
18 & 2	3	0,000000	1,603567	0,108810
18 & 3	3	0,000000	1,603567	0,108810
18 & 7	3	0,000000	1,603567	0,108810
18 & 17	3	0,000000	1,603567	0,108810
18 & 18				
18 & 18.1	3	0,000000	1,603567	0,108810
18 & 18.2	3	0,000000	1,603567	0,108810
18 & 18.3	3	0,000000	1,603567	0,108810
18 & 28	3	0,000000	1,603567	0,108810
18 & 500-799	3	0,000000	1,603567	0,108810
18 & 800-900	3	3,000000	0,000000	1,000000
18.1 & 1.1	3	0,000000		
18.1 & 2	3	0,000000		
18.1 & 3	3	0,000000		
18.1 & 7	3	1,000000	1,069045	0,285050
18.1 & 17	3	1,000000	1,069045	0,285050
18.1 & 18	3	0,000000	1,603567	0,108810
18.1 & 18.1				
18.1 & 18.2	3	0,000000		
18.1 & 18.3	3	0,000000		
18.1 & 28	3	0,000000		
18.1 & 500-799	3	2,000000	0,534522	0,592980
18.1 & 800-900	3	0,000000	1,603567	0,108810
18.2 & 1.1	3	0,000000		
18.2 & 2	3	0,000000		
18.2 & 3	3	0,000000		
18.2 & 7	3	1,000000	1,069045	0,285050
18.2 & 17	3	1,000000	1,069045	0,285050
18.2 & 18	3	0,000000	1,603567	0,108810
18.2 & 18.1	3	0,000000		
18.2 & 18.2				
18.2 & 18.3	3	0,000000		
18.2 & 28	3	0,000000		
18.2 & 500-799	3	2,000000	0,534522	0,592980
18.2 & 800-900	3	0,000000	1,603567	0,108810
18.3 & 1.1	3	0,000000		
18.3 & 2	3	0,000000		

Tab. 65c: Wilcoxon matched pair Test für den Plot 1033

Pair of Variables	Wilcoxon Matched Pairs Test für Plot 1033; Marked tests are significant at p <,0500			
	Valid N	T	Z	p-level
18.3 & 3	3	0,000000		
18.3 & 7	3	1,000000	1,069045	0,285050
18.3 & 17	3	1,000000	1,069045	0,285050
18.3 & 18	3	0,000000	1,603567	0,108810
18.3 & 18.1	3	0,000000		
18.3 & 18.2	3	0,000000		
18.3 & 18.3				
18.3 & 28	3	0,000000		
18.3 & 500-799	3	2,000000	0,534522	0,592980
18.3 & 800-900	3	0,000000	1,603567	0,108810
28 & 1.1	3	0,000000		
28 & 2	3	0,000000		
28 & 3	3	0,000000		
28 & 7	3	0,000000	1,603567	0,108810
28 & 17	3	0,000000	1,603567	0,108810
28 & 18	3	0,000000	1,603567	0,108810
28 & 18.1	3	0,000000		
28 & 18.2	3	0,000000		
28 & 18.3	3	0,000000		
28 & 28				
28 & 500-799	3	0,000000	1,603567	0,108810
28 & 800-900	3	0,000000	1,603567	0,108810
500-799 & 1.1	3	2,000000	0,534522	0,592980
500-799 & 2	3	3,000000	0,000000	1,000000
500-799 & 3	3	3,000000	0,000000	1,000000
500-799 & 7	3	0,000000	1,603567	0,108810
500-799 & 17	3	0,000000	1,603567	0,108810
500-799 & 18	3	0,000000	1,603567	0,108810
500-799 & 18.1	3	2,000000	0,534522	0,592980
500-799 & 18.2	3	2,000000	0,534522	0,592980
500-799 & 18.3	3	2,000000	0,534522	0,592980
500-799 & 28	3	0,000000	1,603567	0,108810
500-799 & 500-799				
500-799 & 800-900	3	0,000000	1,603567	0,108810
800-900 & 1.1	3	0,000000	1,603567	0,108810
800-900 & 2	3	0,000000	1,603567	0,108810
800-900 & 3	3	0,000000	1,603567	0,108810
800-900 & 7	3	0,000000	1,603567	0,108810
800-900 & 17	3	1,000000	1,069045	0,285050
800-900 & 18	3	3,000000	0,000000	1,000000
800-900 & 18.1	3	0,000000	1,603567	0,108810
800-900 & 18.2	3	0,000000	1,603567	0,108810
800-900 & 18.3	3	0,000000	1,603567	0,108810
800-900 & 28	3	0,000000	1,603567	0,108810
800-900 & 500-799	3	0,000000	1,603567	0,108810
800-900 & 800-900				

3. General mixed linear model

3.1 *Hypnum cupressiforme*

Tab. 66: Gesamtdaten von *Hypnum cupressiforme*

Jahr	Plot ID	Klasse	Abundanz	Typus	Baumart	Exposition
2010	1003	Plateau	0,377	Stammabflussfläche	Buche	SW
2005	1003	Plateau	0,2843	Stammabflussfläche	Buche	SW
1998	1003	Plateau	0,3028	Stammabflussfläche	Buche	SW
1993	1003	Plateau	0,1665	Stammabflussfläche	Buche	SW
1992	1003	Plateau	0,1337	Stammabflussfläche	Buche	SW
2010	1005	Plateau	0,0252	Stammabflussfläche	Buche	NW
2005	1005	Plateau	0,0634	Stammabflussfläche	Buche	NW
1998	1005	Plateau	0	Stammabflussfläche	Buche	NW
1993	1005	Plateau	0,254	Stammabflussfläche	Buche	NW
1992	1005	Plateau	0,2524	Stammabflussfläche	Buche	NW
2010	1006	Plateau	0,1235	Stammabflussfläche	Fichte	NW
2005	1006	Plateau	0	Stammabflussfläche	Fichte	NW
1998	1006	Plateau	0,0022	Stammabflussfläche	Fichte	NW
1993	1006	Plateau	0	Stammabflussfläche	Fichte	NW
1992	1006	Plateau	0	Stammabflussfläche	Fichte	NW
2010	1007	Plateau	0,041	Zwischenstammfläche	Fichten dominiert	Ebene
2005	1007	Plateau	0,1921	Zwischenstammfläche	Fichten dominiert	Ebene
1998	1007	Plateau	0,2722	Zwischenstammfläche	Fichten dominiert	Ebene
1993	1007	Plateau	0,1515	Zwischenstammfläche	Fichten dominiert	Ebene
1992	1007	Plateau	0,1515	Zwischenstammfläche	Fichten dominiert	Ebene
2010	1017	Steilhang	0,267	Stammabflussfläche	Buche	W
2010	1021	Steilhang	0,194	Stammabflussfläche	Bergahorn	N
2005	1021	Steilhang	0,2502	Stammabflussfläche	Bergahorn	N
1998	1021	Steilhang	0,0643	Stammabflussfläche	Bergahorn	N
1993	1021	Steilhang	0,117	Stammabflussfläche	Bergahorn	N
1992	1021	Steilhang	0,0747	Stammabflussfläche	Bergahorn	N
2010	1030	Steilhang	0,0639	Stammabflussfläche	Buche - Ahorn Bestand	WWS
2005	1030	Steilhang	0	Stammabflussfläche	Buche - Ahorn Bestand	WWS
1998	1030	Steilhang	0,0006	Stammabflussfläche	Buche - Ahorn Bestand	WWS
2010	1032	Steilhang	0,2151	Stammabflussfläche	Buche	NNW
2005	1032	Steilhang	0,1454	Stammabflussfläche	Buche	NNW
1998	1032	Steilhang	0,0175	Stammabflussfläche	Buche	NNW

Tab. 67: General Mixed Linear Model für *Hypnum cupressiforme*

Effect	Univariate Tests of Significance for Artcode 1 Over-parameterized model Type III decomposition							
	Effect (F/R)	SS	Degr. of Freedom	MS	Den.Syn. Error df	Den.Syn. Error MS	F	p
Intercept	*Fixed*	*2,187175*	*1*	*2,187175*	*7,18409*	*0,090119*	*24,26984*	*0,001578*
Jahr	Fixed	0,072429	4	0,018107	20,00000	0,025981	0,69694	0,602966
Plot ID(Klasse)	*Random*	*0,708058*	*6*	*0,118010*	*20,00000*	*0,025981*	*4,54214*	*0,004624*
Klasse	Fixed	0,000304	1	0,000304	7,18409	0,090119	0,00337	0,955265
Error		0,519622	20	0,025981				

3.2 *Hypnum cupressiforme* schütterer Bestand

Tab. 68: Gesamtdaten von *Hypnum cupressiforme* schütterer Bestand

Jahr	Plot ID	Klasse	Abundanz	Typus	Baumart	Exposition
2010	1003	Plateau	0,0257	Stammabflussfläche	Buche	SW
2005	1003	Plateau	0,041	Stammabflussfläche	Buche	SW
1998	1003	Plateau	0	Stammabflussfläche	Buche	SW
1993	1003	Plateau	0,0389	Stammabflussfläche	Buche	SW
1992	1003	Plateau	0,0394	Stammabflussfläche	Buche	SW
2010	1005	Plateau	0	Stammabflussfläche	Buche	NW
2005	1005	Plateau	0,0425	Stammabflussfläche	Buche	NW
1998	1005	Plateau	0	Stammabflussfläche	Buche	NW
1993	1005	Plateau	0	Stammabflussfläche	Buche	NW
1992	1005	Plateau	0	Stammabflussfläche	Buche	NW
2010	1021	Steilhang	0	Stammabflussfläche	Bergahorn	N
2005	1021	Steilhang	0,0073	Stammabflussfläche	Bergahorn	N
1998	1021	Steilhang	0	Stammabflussfläche	Bergahorn	N
1993	1021	Steilhang	0	Stammabflussfläche	Bergahorn	N
1992	1021	Steilhang	0	Stammabflussfläche	Bergahorn	N
2010	1030	Steilhang	0,0003	Stammabflussfläche	Buche - Ahorn Bestand	WWS
2005	1030	Steilhang	0	Stammabflussfläche	Buche - Ahorn Bestand	WWS
1998	1030	Steilhang	0	Stammabflussfläche	Buche - Ahorn Bestand	WWS
2010	1032	Steilhang	0	Stammabflussfläche	Buche	NNW
2005	1032	Steilhang	0,0813	Stammabflussfläche	Buche	NNW
1998	1032	Steilhang	0	Stammabflussfläche	Buche	NNW
2010	1033	Steilhang	0	Stammabflussfläche	Buche	NNW
2005	1033	Steilhang	0,0095	Stammabflussfläche	Buche	NNW
1998	1033	Steilhang	0	Stammabflussfläche	Buche	NNW

Tab. 69: General Mixed Linear Model für *Hypnum cupressiforme* schütterer Bestand

Effect	Univariate Tests of Significance for Artcode 1.1 Over-parameterized model Type III decomposition Effect (F/R)	SS	Degr. of Freedom	MS	Den.Syn. Error df	Den.Syn. Error MS	F	p
Intercept	Fixed	0,080568	1	0,080568	4,13968	0,011096	7,260920	0,052451
Jahr	*Fixed*	*0,072983*	*4*	*0,018246*	*14,00000*	*0,004284*	*4,258598*	*0,018409*
Plot ID(Klasse)	Random	0,045644	4	0,011411	14,00000	0,004284	2,663348	0,076650
Klasse	Fixed	0,018701	1	0,018701	3,95005	0,011532	1,621709	0,272631
Error		0,059982	14	0,004284				

3.3 *Hypnum cupressiforme* wenig vital

Tab. 70: Gesamtdaten von *Hypnum cupressiforme* wenig vital

Jahr	Plot ID	Klasse	Abundanz	Typus	Baumart	Exposition
2010	1005	Plateau	0,464	Stammabflussfläche	Buche	NW
2005	1005	Plateau	0	Stammabflussfläche	Buche	NW
1998	1005	Plateau	0,1946	Stammabflussfläche	Buche	NW
1993	1005	Plateau	0,0315	Stammabflussfläche	Buche	NW
1992	1005	Plateau	0,0324	Stammabflussfläche	Buche	NW
2010	1017	Steilhang	0,0248	Stammabflussfläche	Buche	W
2010	1021	Steilhang	0	Stammabflussfläche	Bergahorn	N
2005	1021	Steilhang	0	Stammabflussfläche	Bergahorn	N
1998	1021	Steilhang	0,0073	Stammabflussfläche	Bergahorn	N
1993	1021	Steilhang	0	Stammabflussfläche	Bergahorn	N
1992	1021	Steilhang	0	Stammabflussfläche	Bergahorn	N
2010	1032	Steilhang	0	Stammabflussfläche	Buche	NNW
2005	1032	Steilhang	0,11	Stammabflussfläche	Buche	NNW
1998	1032	Steilhang	0,4165	Stammabflussfläche	Buche	NNW

Tab. 71: General Mixed Linear Model für *Hypnum cupressiforme* wenig vital

Effect	Univariate Tests of Significance for Artcode 1.2 Over-parameterized model Type III decomposition Effect (F/R)	SS	Degr. of Freedom	MS	Den.Syn. Error df	Den.Syn. Error MS	F	p
Intercept	Fixed	0,395819	1	0,395819	1,560281	0,064581	6,129055	0,165893
Jahr	Fixed	0,174912	4	0,043728	6,000000	0,070287	0,622134	0,663737
Plot ID(Klasse)	Random	0,130377	2	0,065188	6,000000	0,070287	0,927457	0,445687
Klasse	Fixed	0,067708	1	0,067708	0,902464	0,063064	1,073643	0,502971
Error		0,421723	6	0,070287				

3.4 *Dicranum montanum*

Tab. 72: Gesamtdaten von *Dicranum montanum*

Jahr	Plot ID	Klasse	Abundanz	Typus	Baumart	Exposition
2010	1006	Plateau	0	Stammabflussfläche	Fichte	NW
2005	1006	Plateau	0	Stammabflussfläche	Fichte	NW
1998	1006	Plateau	0,0023	Stammabflussfläche	Fichte	NW
1993	1006	Plateau	0	Stammabflussfläche	Fichte	NW
1992	1006	Plateau	0	Stammabflussfläche	Fichte	NW
2010	1012	Plateau	0	Stammabflussfläche	Lärche	NW
2005	1012	Plateau	0	Stammabflussfläche	Lärche	NW
1998	1012	Plateau	0,0101	Stammabflussfläche	Lärche	NW
1993	1012	Plateau	0,0609	Stammabflussfläche	Lärche	NW
1992	1012	Plateau	0	Stammabflussfläche	Lärche	NW
2010	1032	Steilhang	0	Stammabflussfläche	Buche	NNW
2005	1032	Steilhang	0,005	Stammabflussfläche	Buche	NNW
1998	1032	Steilhang	0	Stammabflussfläche	Buche	NNW
2010	1033	Steilhang	0	Stammabflussfläche	Buche	NNW
2005	1033	Steilhang	0,1663	Stammabflussfläche	Buche	NNW
1998	1033	Steilhang	0	Stammabflussfläche	Buche	NNW

Tab. 73: General Mixed Linear Model für *Dicranum montanum*

	Univariate Tests of Significance for Artcode 2 Over-parameterized model Type III decomposition							
Effect	Effect (F/R)	SS	Degr. of Freedom	MS	Den.Syn. Error df	Den.Syn. Error MS	F	p
Intercept	Fixed	0,056002	1	0,056002	3,488131	0,014796	3,784921	0,133951
Jahr	Fixed	0,050604	4	0,012651	8,000000	0,015001	0,843329	0,535230
Plot ID(Klasse)	Random	0,029455	2	0,014728	8,000000	0,015001	0,981762	0,415631
Klasse	Fixed	0,009756	1	0,009756	3,488131	0,014796	0,659402	0,468527
Error		0,120009	8	0,015001				

3.5 *Dicranum scoparium*

Tab. 74: Gesamtdaten von *Dicranum scoparium*

Jahr	Plot ID	Klasse	Abundanz	Typus	Baumart	Exposition
2010	1003	Plateau	0,0004	Stammabflussfläche	Buche	SW
2005	1003	Plateau	0	Stammabflussfläche	Buche	SW
1998	1003	Plateau	0,0105	Stammabflussfläche	Buche	SW
1993	1003	Plateau	0,0058	Stammabflussfläche	Buche	SW
1992	1003	Plateau	0,0063	Stammabflussfläche	Buche	SW
2010	1006	Plateau	0,0895	Stammabflussfläche	Fichte	NW
2005	1006	Plateau	0	Stammabflussfläche	Fichte	NW
1998	1006	Plateau	0	Stammabflussfläche	Fichte	NW
1993	1006	Plateau	0	Stammabflussfläche	Fichte	NW
1992	1006	Plateau	0	Stammabflussfläche	Fichte	NW
2010	1007	Plateau	0,0159	Zwischenstammfläche	Fichten dominiert	Ebene
2005	1007	Plateau	0,0102	Zwischenstammfläche	Fichten dominiert	Ebene
1998	1007	Plateau	0,0303	Zwischenstammfläche	Fichten dominiert	Ebene
1993	1007	Plateau	0,0619	Zwischenstammfläche	Fichten dominiert	Ebene
1992	1007	Plateau	0,0292	Zwischenstammfläche	Fichten dominiert	Ebene
2010	1012	Plateau	0,2169	Stammabflussfläche	Lärche	NW
2005	1012	Plateau	0,2271	Stammabflussfläche	Lärche	NW
1998	1012	Plateau	0,2574	Stammabflussfläche	Lärche	NW
1993	1012	Plateau	0,1868	Stammabflussfläche	Lärche	NW
1992	1012	Plateau	0,1392	Stammabflussfläche	Lärche	NW
2010	1021	Steilhang	0,0496	Stammabflussfläche	Bergahorn	N
2005	1021	Steilhang	0	Stammabflussfläche	Bergahorn	N
1998	1021	Steilhang	0,0158	Stammabflussfläche	Bergahorn	N
1993	1021	Steilhang	0,0297	Stammabflussfläche	Bergahorn	N
1992	1021	Steilhang	0,0411	Stammabflussfläche	Bergahorn	N
2010	1023	Plateau	0	Zwischenstammfläche	Fichte - Lärchen Bestand	Ebene
2005	1023	Plateau	0	Zwischenstammfläche	Fichte - Lärchen Bestand	Ebene
1998	1023	Plateau	0	Zwischenstammfläche	Fichte - Lärchen Bestand	Ebene
1993	1023	Plateau	0,004	Zwischenstammfläche	Fichte - Lärchen Bestand	Ebene
1992	1023	Plateau	0,0041	Zwischenstammfläche	Fichte - Lärchen Bestand	Ebene
2010	1030	Steilhang	0,0166	Stammabflussfläche	Buche - Ahorn Bestand	WWS
2005	1030	Steilhang	0,0066	Stammabflussfläche	Buche - Ahorn Bestand	WWS
1998	1030	Steilhang	0,0145	Stammabflussfläche	Buche - Ahorn Bestand	WWS
2010	1032	Steilhang	0,0996	Stammabflussfläche	Buche	NNW
2005	1032	Steilhang	0,0608	Stammabflussfläche	Buche	NNW
1998	1032	Steilhang	0,0396	Stammabflussfläche	Buche	NNW
2010	1033	Steilhang	0	Stammabflussfläche	Buche	NNW
2005	1033	Steilhang	0,0976	Stammabflussfläche	Buche	NNW
1998	1033	Steilhang	0	Stammabflussfläche	Buche	NNW

Tab. 75: General Mixed Linear Model von *Dicranum scoparium*

Effect	Univariate Tests of Significance for Artcode 3 Over-parameterized model Type III decomposition Effect (F/R)	SS	Degr. of Freedom	MS	Den.Syn. Error df	Den.Syn. Error MS	F	p
Intercept	*Fixed*	*0,778386*	*1*	*0,778386*	*7,22341*	*0,086331*	*9,01633*	*0,019142*
Jahr	Fixed	0,011195	4	0,002799	26,00000	0,008048	0,34776	0,843149
Plot ID(Klasse)	*Random*	*0,714610*	*7*	*0,102087*	*26,00000*	*0,008048*	*12,68509*	*0,000001*
Klasse	Fixed	0,000050	1	0,000050	7,23794	0,085492	0,00058	0,981398
Error		0,209243	26	0,008048				

3.6 *Isothecium alopecuroides*

Tab. 76: Gesamtdaten von *Isothecium alopecuroides*

Jahr	Plot ID	Klasse	Abundanz	Typus	Baumart	Exposition
2010	1006	Plateau	0	Stammabflussfläche	Fichte	NW
2005	1006	Plateau	0	Stammabflussfläche	Fichte	NW
1998	1006	Plateau	0	Stammabflussfläche	Fichte	NW
1993	1006	Plateau	0,0028	Stammabflussfläche	Fichte	NW
1992	1006	Plateau	0,0086	Stammabflussfläche	Fichte	NW
2010	1015	Plateau	0,3135	Stammabflussfläche	Fichte	SW
2010	1021	Steilhang	0,0174	Stammabflussfläche	Bergahorn	N
2005	1021	Steilhang	0,0111	Stammabflussfläche	Bergahorn	N
1998	1021	Steilhang	0,0078	Stammabflussfläche	Bergahorn	N
1993	1021	Steilhang	0,0086	Stammabflussfläche	Bergahorn	N
1992	1021	Steilhang	0,006	Stammabflussfläche	Bergahorn	N
2010	1032	Steilhang	0,1208	Stammabflussfläche	Buche	NNW
2005	1032	Steilhang	0,0832	Stammabflussfläche	Buche	NNW
1998	1032	Steilhang	0,0409	Stammabflussfläche	Buche	NNW

Tab. 77: General Mixed Linear Model für *Isothecium alopecuroides*

Effect	Univariate Tests of Significance for Artcode 4 Over-parameterized model Type III decomposition Effect (F/R)	SS	Degr. of Freedom	MS	Den.Syn. Error df	Den.Syn. Error MS	F	p
Intercept	Fixed	0,445212	1	0,445212	2,020721	0,094968	4,68804	0,161462
Jahr	Fixed	0,007978	4	0,001995	6,000000	0,002088	0,95542	0,494105
Plot ID(Klasse)	*Random*	*0,246695*	*2*	*0,123348*	*6,000000*	*0,002088*	*59,08475*	*0,000113*
Klasse	Fixed	0,022289	1	0,022289	2,010088	0,107633	0,20708	0,693492
Error		0,012526	6	0,002088				

3.7 *Thuidium tamariscinum*

Tab. 78: Gesamtdaten von *Thuidium tamariscinum*

Jahr	Plot ID	Klasse	Abundanz	Typus	Baumart	Exposition
2010	1005	Plateau	0	Stammabflussfläche	Buche	NW
2005	1005	Plateau	0	Stammabflussfläche	Buche	NW
1998	1005	Plateau	0,0016	Stammabflussfläche	Buche	NW
1993	1005	Plateau	0	Stammabflussfläche	Buche	NW
1992	1005	Plateau	0	Stammabflussfläche	Buche	NW
2010	1006	Plateau	0	Stammabflussfläche	Fichte	NW
2005	1006	Plateau	0	Stammabflussfläche	Fichte	NW
1998	1006	Plateau	0,009	Stammabflussfläche	Fichte	NW
1993	1006	Plateau	0,0027	Stammabflussfläche	Fichte	NW
1992	1006	Plateau	0,0105	Stammabflussfläche	Fichte	NW
2010	1012	Plateau	0	Stammabflussfläche	Lärche	NW
2005	1012	Plateau	0	Stammabflussfläche	Lärche	NW
1998	1012	Plateau	0,002	Stammabflussfläche	Lärche	NW
1993	1012	Plateau	0	Stammabflussfläche	Lärche	NW
1992	1012	Plateau	0	Stammabflussfläche	Lärche	NW
2010	1013	Steilhang	0,3648	Zwischenstammfläche	Fichte - Lärchen Bestand	NO
2010	1023	Plateau	0,6989	Zwischenstammfläche	Fichte - Lärchen Bestand	Ebene
2005	1023	Plateau	0,5964	Zwischenstammfläche	Fichte - Lärchen Bestand	Ebene
1998	1023	Plateau	0,9294	Zwischenstammfläche	Fichte - Lärchen Bestand	Ebene
1993	1023	Plateau	0,3586	Zwischenstammfläche	Fichte - Lärchen Bestand	Ebene
1992	1023	Plateau	0,6954	Zwischenstammfläche	Fichte - Lärchen Bestand	Ebene
2010	1028	Plateau	0,3255	Zwischenstammfläche	Fichte - Buchen Bestand	Ebene
2005	1028	Plateau	0,03	Zwischenstammfläche	Fichte - Buchen Bestand	Ebene
1998	1028	Plateau	0	Zwischenstammfläche	Fichte - Buchen Bestand	Ebene
1993	1028	Plateau	0,0017	Zwischenstammfläche	Fichte - Buchen Bestand	Ebene
1992	1028	Plateau	0	Zwischenstammfläche	Fichte - Buchen Bestand	Ebene
2010	1032	Steilhang	0,0135	Stammabflussfläche	Buche	NNW
2005	1032	Steilhang	0	Stammabflussfläche	Buche	NNW
1998	1032	Steilhang	0	Stammabflussfläche	Buche	NNW

Tab. 79: General Mixed Linear Model für *Thuidium tamariscinum*

Effect	Univariate Tests of Significance for Artcode 5 Over-parameterized model Type III decomposition Effect (F/R)	SS	Degr. of Freedom	MS	Den.Syn. Error df	Den.Syn. Error MS	F	p
Intercept	Fixed	0,746104	1	0,746104	5,44633	0,313416	2,38056	0,178750
Jahr	Fixed	0,101713	4	0,025428	18,00000	0,022829	1,11387	0,380618
Plot ID(Klasse)	*Random*	*3,557922*	*5*	*0,711584*	*18,00000*	*0,022829*	*31,17052*	*0,000000*
Klasse	Fixed	0,004379	1	0,004379	5,52698	0,286349	0,01529	0,905956
Error		0,410918	18	0,022829				

3.8 *Leucobryum glaucum*

Tab. 80: Gesamtdaten von *Leucobryum glaucum*

Jahr	Plot ID	Klasse	Abundanz	Typus	Baumart	Exposition
2010	1006	Plateau	0	Stammabflussfläche	Fichte	NW
2005	1006	Plateau	0	Stammabflussfläche	Fichte	NW
1998	1006	Plateau	0	Stammabflussfläche	Fichte	NW
1993	1006	Plateau	0	Stammabflussfläche	Fichte	NW
1992	1006	Plateau	0	Stammabflussfläche	Fichte	NW
2010	1007	Plateau	0,018	Zwischenstammfläche	Fichten dominiert	Ebene
2005	1007	Plateau	0	Zwischenstammfläche	Fichten dominiert	Ebene
1998	1007	Plateau	0,061	Zwischenstammfläche	Fichten dominiert	Ebene
1993	1007	Plateau	0,4161	Zwischenstammfläche	Fichten dominiert	Ebene
1992	1007	Plateau	0,4424	Zwischenstammfläche	Fichten dominiert	Ebene
2010	1012	Plateau	0,3567	Stammabflussfläche	Lärche	NW
2005	1012	Plateau	0,3348	Stammabflussfläche	Lärche	NW
1998	1012	Plateau	0,2074	Stammabflussfläche	Lärche	NW
1993	1012	Plateau	0,111	Stammabflussfläche	Lärche	NW
1992	1012	Plateau	0,1716	Stammabflussfläche	Lärche	NW
2010	1017	Steilhang	0,3601	Stammabflussfläche	Buche	W
2010	1021	Steilhang	0,0385	Stammabflussfläche	Bergahorn	N
2005	1021	Steilhang	0,1457	Stammabflussfläche	Bergahorn	N
1998	1021	Steilhang	0,2594	Stammabflussfläche	Bergahorn	N
1993	1021	Steilhang	0,3243	Stammabflussfläche	Bergahorn	N
1992	1021	Steilhang	0,3769	Stammabflussfläche	Bergahorn	N
2010	1030	Steilhang	0	Stammabflussfläche	Buche - Ahorn Bestand	WWS
2005	1030	Steilhang	0	Stammabflussfläche	Buche - Ahorn Bestand	WWS
1998	1030	Steilhang	0,0148	Stammabflussfläche	Buche - Ahorn Bestand	WWS
2010	1032	Steilhang	0,1488	Stammabflussfläche	Buche	NNW
2005	1032	Steilhang	0,0486	Stammabflussfläche	Buche	NNW
1998	1032	Steilhang	0,0797	Stammabflussfläche	Buche	NNW
2010	1033	Steilhang	0,0041	Stammabflussfläche	Buche	NNW
2005	1033	Steilhang	0,176	Stammabflussfläche	Buche	NNW
1998	1033	Steilhang	0,0542	Stammabflussfläche	Buche	NNW

Tab. 81: General Mixed Linear Model für *Leucobryum glaucum*

Effect	Univariate Tests of Significance for Artcode 7 Over-parameterized model Type III decomposition							
	Effect (F/R)	SS	Degr. of Freedom	MS	Den.Syn. Error df	Den.Syn. Error MS	F	p
Intercept	*Fixed*	*2,597976*	*1*	*2,597976*	*6,54969*	*0,148801*	*17,45934*	*0,004801*
Jahr	Fixed	0,146741	4	0,036685	18,00000	0,033062	1,10960	0,382480
Plot ID(Klasse)	*Random*	*1,060456*	*6*	*0,176743*	*18,00000*	*0,033062*	*5,34584*	*0,002528*
Klasse	Fixed	0,071115	1	0,071115	6,40133	0,155146	0,45837	0,522088
Error		0,595112	18	0,033062				

3.9 Bazzania trilobata

Tab. 82: Gesamtdaten von *Bazzania trilobata*

Jahr	Plot ID	Klasse	Abundanz	Typus	Baumart	Exposition
2010	1007	Plateau	0,1755	Zwischenstammfläche	Fichten dominiert	Ebene
2005	1007	Plateau	0,0593	Zwischenstammfläche	Fichten dominiert	Ebene
1998	1007	Plateau	0,1061	Zwischenstammfläche	Fichten dominiert	Ebene
1993	1007	Plateau	0,1052	Zwischenstammfläche	Fichten dominiert	Ebene
1992	1007	Plateau	0,0516	Zwischenstammfläche	Fichten dominiert	Ebene
2010	1021	Steilhang	0	Stammabflussfläche	Bergahorn	N
2005	1021	Steilhang	0,0239	Stammabflussfläche	Bergahorn	N
1998	1021	Steilhang	0,0568	Stammabflussfläche	Bergahorn	N
1993	1021	Steilhang	0,0506	Stammabflussfläche	Bergahorn	N
1992	1021	Steilhang	0,0534	Stammabflussfläche	Bergahorn	N
2010	1023	Plateau	0	Zwischenstammfläche	Fichte - Lärchen Bestand	Ebene
2005	1023	Plateau	0	Zwischenstammfläche	Fichte - Lärchen Bestand	Ebene
1998	1023	Plateau	0,0512	Zwischenstammfläche	Fichte - Lärchen Bestand	Ebene
1993	1023	Plateau	0,0189	Zwischenstammfläche	Fichte - Lärchen Bestand	Ebene
1992	1023	Plateau	0,0185	Zwischenstammfläche	Fichte - Lärchen Bestand	Ebene
2010	1033	Steilhang	0,0154	Stammabflussfläche	Buche	NNW
2005	1033	Steilhang	0,0891	Stammabflussfläche	Buche	NNW
1998	1033	Steilhang	0,1364	Stammabflussfläche	Buche	NNW

Tab. 83: General Mixed Linear Model für *Bazzania trilobata*

Effect	Univariate Tests of Significance for Artcode 17 Over-parameterized model Type III decomposition							
	Effect (F/R)	SS	Degr. of Freedom	MS	Den.Syn. Error df	Den.Syn. Error MS	F	p
Intercept	Fixed	0,770277	1	0,770277	2,01669	0,065625	11,73762	0,074776
Jahr	Fixed	0,058587	4	0,014647	10,00000	0,008236	1,77838	0,209710
Plot ID(Klasse)	*Random*	*0,135173*	*2*	*0,067587*	*10,00000*	*0,008236*	*8,20630*	*0,007779*
Klasse	Fixed	0,001556	1	0,001556	2,01669	0,065625	0,02371	0,891664
Error		0,082359	10	0,008236				

3.10 höhere Pflanzen

Tab. 84a: Gesamtdaten der höheren Pflanzen

Jahr	Plot ID	Klasse	Abundanz	Typus	Baumart	Exposition
2010	1003	Plateau	0,1107	Stammabflussfläche	Buche	SW
2005	1003	Plateau	0	Stammabflussfläche	Buche	SW
1998	1003	Plateau	0,5165	Stammabflussfläche	Buche	SW
1993	1003	Plateau	0	Stammabflussfläche	Buche	SW
1992	1003	Plateau	0	Stammabflussfläche	Buche	SW
2010	1005	Plateau	0,1509	Stammabflussfläche	Buche	NW
2005	1005	Plateau	0	Stammabflussfläche	Buche	NW
1998	1005	Plateau	0,0562	Stammabflussfläche	Buche	NW
1993	1005	Plateau	0	Stammabflussfläche	Buche	NW
1992	1005	Plateau	0	Stammabflussfläche	Buche	NW
2010	1006	Plateau	0,2343	Stammabflussfläche	Fichte	NW
2005	1006	Plateau	0,0032	Stammabflussfläche	Fichte	NW
1998	1006	Plateau	0,0171	Stammabflussfläche	Fichte	NW
1993	1006	Plateau	0,0217	Stammabflussfläche	Fichte	NW
1992	1006	Plateau	0	Stammabflussfläche	Fichte	NW
2010	1007	Plateau	0,2307	Zwischenstammfläche	Fichten dominiert	Ebene
2005	1007	Plateau	0,08	Zwischenstammfläche	Fichten dominiert	Ebene
1998	1007	Plateau	0,0755	Zwischenstammfläche	Fichten dominiert	Ebene
1993	1007	Plateau	0,0385	Zwischenstammfläche	Fichten dominiert	Ebene
1992	1007	Plateau	0,0583	Zwischenstammfläche	Fichten dominiert	Ebene
2010	1013	Steilhang	0,1643	Stammabflussfläche	Fichten - Lärchen Bestand	NO
2010	1015	Plateau	0,0771	Stammabflussfläche	Fichte	SW
2010	1012	Plateau	0,1285	Stammabflussfläche	Lärche	NW
2005	1012	Plateau	0	Stammabflussfläche	Lärche	NW
1998	1012	Plateau	0,0075	Stammabflussfläche	Lärche	NW
1993	1012	Plateau	0	Stammabflussfläche	Lärche	NW
1992	1012	Plateau	0	Stammabflussfläche	Lärche	NW
2010	1021	Steilhang	0,1497	Stammabflussfläche	Bergahorn	N
2005	1021	Steilhang	0,0803	Stammabflussfläche	Bergahorn	N
1998	1021	Steilhang	0,2026	Stammabflussfläche	Bergahorn	N
1993	1021	Steilhang	0	Stammabflussfläche	Bergahorn	N
1992	1021	Steilhang	0	Stammabflussfläche	Bergahorn	N
2010	1023	Plateau	0,01372	Zwischenstammfläche	Fichte - Lärchen Bestand	Ebene
2005	1023	Plateau	0	Zwischenstammfläche	Fichte - Lärchen Bestand	Ebene
1998	1023	Plateau	0,0007	Zwischenstammfläche	Fichte - Lärchen Bestand	Ebene
1993	1023	Plateau	0,0023	Zwischenstammfläche	Fichte - Lärchen Bestand	Ebene
1992	1023	Plateau	0,0023	Zwischenstammfläche	Fichte - Lärchen Bestand	Ebene
2010	1028	Plateau	0,001	Zwischenstammfläche	Fichte - Buchen Bestand	Ebene
2005	1028	Plateau	0	Zwischenstammfläche	Fichte - Buchen Bestand	Ebene

Tab. 84b: Gesamtdaten der höheren Pflanzen

1998	1028	Plateau	0	Zwischenstammfläche	Fichte - Buchen Bestand	Ebene
1993	1028	Plateau	0,0001	Zwischenstammfläche	Fichte - Buchen Bestand	Ebene
1992	1028	Plateau	0,0039	Zwischenstammfläche	Fichte - Buchen Bestand	Ebene
2010	1030	Steilhang	0,191	Stammabflussfläche	Buche - Ahorn Bestand	WWS
2005	1030	Steilhang	0,004	Stammabflussfläche	Buche - Ahorn Bestand	WWS
1998	1030	Steilhang	0,1076	Stammabflussfläche	Buche - Ahorn Bestand	WWS
2010	1032	Steilhang	0,066	Stammabflussfläche	Buche	NNW
2005	1032	Steilhang	0	Stammabflussfläche	Buche	NNW
1998	1032	Steilhang	0,116	Stammabflussfläche	Buche	NNW
2010	1033	Steilhang	0,003	Stammabflussfläche	Buche	NNW
2005	1033	Steilhang	0,0017	Stammabflussfläche	Buche	NNW
1998	1033	Steilhang	0,0221	Stammabflussfläche	Buche	NNW

Tab. 85: General Mixed Linear Model für höhere Pflanzen

	Univariate Tests of Significance for Artcode 500-799 Over-parameterized model Type III decomposition							
Effect	Effect (F/R)	SS	Degr. of Freedom	MS	Den.Syn. Error df	Den.Syn. Error MS	F	p
Intercept	*Fixed*	*0,648876*	*1*	*0,648876*	*19,51563*	*0,029513*	*21,98582*	*0,000150*
Jahr	*Fixed*	*0,657439*	*4*	*0,164360*	*34,00000*	*0,018891*	*8,70043*	*0,000060*
Plot ID(Klasse)	Random	0,406912	11	0,036992	34,00000	0,018891	1,95818	0,065901
Klasse	Fixed	0,006874	1	0,006874	17,92164	0,030376	0,22630	0,640027
Error		0,642294	34	0,018891				

3.11 unbelebte Strukturen

Tab. 86a: Gesamtdaten von unbelebten Strukturen

Jahr	Plot ID	Klasse	Abundanz	Typus	Baumart	Exposition
2010	1003	Plateau	0,4862	Stammabflussfläche	Buche	SW
2005	1003	Plateau	0,6747	Stammabflussfläche	Buche	SW
1998	1003	Plateau	0,1702	Stammabflussfläche	Buche	SW
1993	1003	Plateau	0,7887	Stammabflussfläche	Buche	SW
1992	1003	Plateau	0,8206	Stammabflussfläche	Buche	SW
2010	1005	Plateau	0,36	Stammabflussfläche	Buche	NW

Tab. 86b: Gesamtdaten von unbelebten Strukturen

2005	1005	Plateau	0,894	Stammabflussfläche	Buche	NW
1998	1005	Plateau	0,6249	Stammabflussfläche	Buche	NW
1993	1005	Plateau	0,7145	Stammabflussfläche	Buche	NW
1992	1005	Plateau	0,7152	Stammabflussfläche	Buche	NW
2010	1006	Plateau	0,5403	Stammabflussfläche	Fichte	NW
2005	1006	Plateau	0,7769	Stammabflussfläche	Fichte	NW
1998	1006	Plateau	0,6642	Stammabflussfläche	Fichte	NW
1993	1006	Plateau	0,7248	Stammabflussfläche	Fichte	NW
1992	1006	Plateau	0,6897	Stammabflussfläche	Fichte	NW
2010	1007	Plateau	0,3713	Zwischenstammfläche	Fichten dominiert	Ebene
2005	1007	Plateau	0,2019	Zwischenstammfläche	Fichten dominiert	Ebene
1998	1007	Plateau	0,0244	Zwischenstammfläche	Fichten dominiert	Ebene
1993	1007	Plateau	0,1726	Zwischenstammfläche	Fichten dominiert	Ebene
1992	1007	Plateau	0,0936	Zwischenstammfläche	Fichten dominiert	Ebene
2010	1012	Plateau	0,2979	Stammabflussfläche	Lärche	NW
2005	1012	Plateau	0,4365	Stammabflussfläche	Lärche	NW
1998	1012	Plateau	0,4935	Stammabflussfläche	Lärche	NW
1993	1012	Plateau	0,6413	Stammabflussfläche	Lärche	NW
1992	1012	Plateau	0,6625	Stammabflussfläche	Lärche	NW
2010	1013	Steilhang	0,3157	Zwischenstammfläche	Fichte - Lärchen Bestand	NO
2010	1015	Plateau	0,6556	Stammabflussfläche	Fichte	SW
2010	1017	Steilhang	0,2493	Stammabflussfläche	Buche	W
2010	1021	Steilhang	0,5304	Stammabflussfläche	Bergahorn	N
2005	1021	Steilhang	0,3507	Stammabflussfläche	Bergahorn	N
1998	1021	Steilhang	0,2278	Stammabflussfläche	Bergahorn	N
1993	1021	Steilhang	0,4586	Stammabflussfläche	Bergahorn	N
1992	1021	Steilhang	0,4337	Stammabflussfläche	Bergahorn	N
2010	1023	Plateau	0,2874	Zwischenstammfläche	Fichte - Lärchen Bestand	Ebene

Tab. 86c: Gesamtdaten von unbelebten Strukturen

2005	1023	Plateau	0,3854	Zwischenstammfläche	Fichte - Lärchen Bestand	Ebene
1998	1023	Plateau	0,0188	Zwischenstammfläche	Fichte - Lärchen Bestand	Ebene
1993	1023	Plateau	0,5002	Zwischenstammfläche	Fichte - Lärchen Bestand	Ebene
1992	1023	Plateau	0,0781	Zwischenstammfläche	Fichte - Lärchen Bestand	Ebene
2010	1028	Plateau	0,0364	Zwischenstammfläche	Fichte - Buchen Bestand	Ebene
2005	1028	Plateau	0	Zwischenstammfläche	Fichte - Buchen Bestand	Ebene
1998	1028	Plateau	0	Zwischenstammfläche	Fichte - Buchen Bestand	Ebene
1993	1028	Plateau	0,0146	Zwischenstammfläche	Fichte - Buchen Bestand	Ebene
1992	1028	Plateau	0,0145	Zwischenstammfläche	Fichte - Buchen Bestand	Ebene
2010	1030	Steilhang	0,661	Stammabflussfläche	Buche - Ahorn Bestand	WWS
2005	1030	Steilhang	0,7132	Stammabflussfläche	Buche - Ahorn Bestand	WWS
1998	1030	Steilhang	0,4904	Stammabflussfläche	Buche - Ahorn Bestand	WWS
2010	1032	Steilhang	0,1658	Stammabflussfläche	Buche	NNW
2005	1032	Steilhang	0,3313	Stammabflussfläche	Buche	NNW
1998	1032	Steilhang	0,2213	Stammabflussfläche	Buche	NNW
2010	1033	Steilhang	0,5238	Stammabflussfläche	Buche	NNW
2005	1033	Steilhang	0,2698	Stammabflussfläche	Buche	NNW
1998	1033	Steilhang	0,1212	Stammabflussfläche	Buche	NNW

Tab. 87: General Mixed Linear Model von unbelebten Strukturen

	Univariate Tests of Significance for Artcode 800-900 Over-parameterized model Type III decomposition							
Effect	Effect (F/R)	SS	Degr. of Freedom	MS	Den.Syn. Error df	Den.Syn. Error MS	F	p
Intercept	*Fixed*	*12,03818*	*1*	*12,03818*	*13,78789*	*0,178931*	*67,27835*	*0,000001*
Jahr	*Fixed*	*0,44220*	*4*	*0,11055*	*34,00000*	*0,025819*	*4,28178*	*0,006513*
Plot ID(Klasse)	*Random*	*3,78295*	*12*	*0,31525*	*34,00000*	*0,025819*	*12,21000*	*0,000000*
Klasse	Fixed	0,00782	1	0,00782	13,40061	0,196031	0,03987	0,844724
Error		0,87784	34	0,02582				

4. Abbildungsverzeichnis

ABB. 1: WUCHSFORMEN DER MOOSE ADAPTIERT NACH GRACE (1995) 15
ABB. 2: ALLE INTEGRATED MONITORING STANDORTE IN EUROPA, MIRTEL (1996) 26
ABB. 3: LAGE DES INTEGRATED MONITORING GEBIETS ZÖBELBODEN, UMWELTBUNDESAMT (2011) 33
ABB. 4: FACHBEREICHE DES INTEGRATED MONITORINGGEBIETS ZÖBELBODEN, MIRTEL (1996) 34
ABB. 5: NICHT PUBLIZIERTE ARBEITSKARTE DES INTEGRATED MONITORINGGEBIETS ZÖBELBODEN, UMWELTBUNDESAMT 35
ABB. 6: PLOT 1003 68
ABB. 7: PLOT 1003 - DIGITALISIERTE ARTEN 68
ABB. 8: KREISDIAGRAMM DER DECKUNG IN PROZENT IM UNTERSUCHUNGSJAHR 2010 69
ABB. 9: BALKENDIAGRAMM DER DECKUNG DER ARTEN IN PROZENT ÜBER DIE GESAMTJAHRE IM VERGLEICH 69
ABB. 10: NORMALVERTEILUNG VON *HYPNUM CUPRESSIFORME* 70
ABB. 11: DER TREND VON *HYPNUM CUPRESSIFORME* IM PLOT 1003 ÜBER DIE GESAMTEN UNTERSUCHUNGSJAHRE 71
ABB. 12: NORMALVERTEILUNG VON *DICRANUM SCOPARIUM* 72
ABB. 13: DER TREND VON *DICRANUM SCOPARIUM* IM PLOT 1003 ÜBER DIE GESAMTEN UNTERSUCHUNGSJAHRE 73
ABB. 14: PLOT 1005 74
ABB. 15: PLOT 1005 - DIGITALISIERTE ARTEN 74
ABB. 16: KREISDIAGRAMM DER **DE**CKUNG IN PROZENT IM UNTERSUCHUNGSJAHR 2010 75
ABB. 17: BALKENDIAGRAMM DER DECKUNG DER ARTEN IN PROZENT ÜBER DIE GESAMTJAHRE IM VERGLEICH 76
ABB. 18: NORMALVERTEILUNG VON *HYPNUM CUPRESSIFORME* 78
ABB. 19: DER TREND VON *HYPNUM CUPRESSIFORME* IM PLOT 1005 ÜBER DIE GESAMTEN UNTERSUCHUNGSJAHRE 79
ABB. 20: NORMALVERTEILUNG VON *HYPNUM CUPRESSIFORME* WENIG VITAL 79
ABB. 21: DER TREND VON *HYPNUM CUPRESSIFORME* WENIG VITAL IM PLOT 1005 ÜBER DIE GESAMTEN UNTERSUCHUNGSJAHRE 80
ABB. 22: PLOT 1006 81
ABB. 23: PLOT 1006 - DIGITALISIERTE ARTEN 81
ABB. 24: KREISDIAGRAMM DER DECKUNG IN PROZENT IM UNTERSUCHUNGSJAHR 2010 82
ABB. 25: BALKENDIAGRAMM DER DECKUNG DER ARTEN IN PROZENT ÜBER DIE GESAMTJAHRE IM VERGLEICH 83
ABB. 26: NORMALVERTEILUNG FÜR *THUIDIUM TAMARISCINUM* FÜR PLOT 1006 86
ABB. 27: DER TREND VON *THUIDIUM TAMARISCINUM* IM PLOT 1006 ÜBER DIE GESAMTEN UNTERUSCHUNGSJAHRE 87
ABB. 28: PLOT 1007 88
ABB. 29: PLOT 1007 – DIGITALISIERTE ARTEN 88
ABB. 30: KREISDIAGRAMM DER DECKUNG IN PROZENT IM UNTERSUCHUNGSJAHR 2010 89
ABB. 31: BALKENDIAGRAMM DER DECKUNG DER ARTEN IN PROZENT ÜBER DIE GESAMTJAHRE IM VERGLEICH 90
ABB. 32: NORMALVERTEILUNG FÜR *DICRANUM SCOPARIUM* 93
ABB. 33: DER TREND VON *DICRANUM SCOPARIUM* IM PLOT 1007 ÜBER DIE GESAMTEN UNTERSUCHUNGSJAHRE 94
ABB. 34: NORMALVERTEILUNG VON *LEUCOBRYUM GLAUCUM* 94
ABB. 35: DER TREND VON *LEUCOBRYUM GLAUCUM* IM PLOT 1007 ÜBER DIE GESAMTEN UNTERSUCHUNGSJAHRE 95
ABB. 36: NORMALVERTEILUNG VON *BAZZANIA TRILOBATA* 96
ABB. 37: DER TREND VON *BAZZANIA TRILOBATA* IM PLOT 1007 ÜBER DIE GESAMTEN UNTERSUCHUNGSJAHRE 97
ABB. 38: PLOT 1012 98
ABB. 39: PLOT 1012 – DIGITALISIERTE ARTEN 98
ABB. 40: KREISDIAGRAMM DER DECKUNG IN PROZENT IM UNTERSUCHUNGSJAHR 2010 99
ABB. 41: BALKENDIAGRAMM DER DECKUNG DER ARTEN IN PROZENT ÜBER DIE GESAMTJAHRE IM VERGLEICH 100
ABB. 42: NORMALVERTEILUNG VON *DICRANUM SCOPARIUM* 103
ABB. 43: DER TREND VON *DICRANUM SCOPARIUM* IM PLOT 1012 ÜBER DIE GESAMTEN UNTERSUCHUNGSJAHRE 104
ABB. 44: NORMALVERTEILUNG FÜR *LEUCOBRYUM GLAUCUM* 104
ABB. 45: DER TREND VON *LEUCOBRYUM GLAUCUM* IM PLOT 1012 ÜBER DIE GESAMTEN UNTERSUCHUNGSJAHRE 105
ABB. 46: NORMALVERTEILUNG FÜR UNBELEBTE STRUKTUREN 106
ABB. 47: DER TREND VON UNBELEBTE STRUKTUREN IM PLOT 1012 ÜBER DIE GESAMTEN UNTERSUCHUNGSJAHRE 107
ABB. 48: PLOT 1013 108
ABB. 49: PLOT 1013 - DIGITALISIERTE ARTEN 108

ABB. 50: KREISDIAGRAMM DER DECKUNG IN PROZENT IM UNTERSUCHUNGSJAHR 2010 109
ABB. 51: PLOT 1015 110
ABB. 52: PLOT 1015 - DIGITALISIERTE ARTEN 110
ABB. 53: KREISDIAGRAMM DER DECKUNG IN PROZENT IM UNTERSUCHUNGSJAHR 2010 111
ABB. 54: PLOT 1017 112
ABB. 55: PLOT 1017 - DIGITALISIERTE ARTEN 112
ABB. 56: KREISDIAGRAMM DER DECKUNG IN PROZENT IM UNTERSUCHUNGSJAHR 2010 113
ABB. 57: PLOT 1021 114
ABB. 58: PLOT 1021 - DIGITALISIERTE ARTEN 114
ABB. 59: KREISDIAGRAMM DER DECKUNG IN PROZENT IM UNTERSUCHUNGSJAHR 2010 115
ABB. 60: BALKENDIAGRAMM DER DECKUNG DER ARTEN IN PROZENT ÜBER DIE GESAMTJAHRE IM VERGLEICH 116
ABB. 61: NORMALVERTEILUNG FÜR *HYPNUM CUPRESSIFORME* 123
ABB. 62: DER TREND VON *HYPNUM CUPRESSIFORME* IM PLOT 1021 ÜBER DIE GESAMTEN UNTERSUCHUNGSJAHRE 124
ABB. 63: NORMALVERTEILUNG VON *DICRANUM SCOPARIUM* 124
ABB. 64: DER TREND VON *DICRANUM SCOPARIUM* IM PLOT 1021 ÜBER DIE GESAMTEN UNTERSUCHUNGSJAHRE 125
ABB. 65: NORMALVERTEILUNG VON *ISOTHECIUM ALOPECUROIDES* 126
ABB. 66: DER TREND VON *ISOTHECIUM ALOPECUROIDES* IM PLOT 1021 ÜBER DIE GESAMTEN UNTERSUCHUNGSJAHRE 127
ABB. 67: NORMALVERTEILUNG VON *LEUCOBRYUM GLAUCUM* 127
ABB. 68: DER TREND VON *LEUCOBRYUM GLAUCUM* IM PLOT 1021 ÜBER DIE GESAMTEN UNTERSUCHUNGSJAHRE 128
ABB. 69: NORMALVERTEILUNG VON *BAZZANIA TRILOBATA* 129
ABB. 70: DER TREND VON *BAZZANIA TRILOBATA* IM PLOT 1021 ÜBER DIE GESAMTEN UNTERSUCHUNGSJAHRE 130
ABB. 71: NORMALVERTEILUNG VON *DICRANODONTIUM DENUDATUM* 130
ABB. 72: DER TREND VON *DICRANODONTIUM DENUDATUM* IM PLOT 1021 ÜBER DIE GESAMTEN UNTERSUCHUNGSJAHRE 131
ABB. 73: NORMALVERTEILUNG VON *PLAGIOCHILLA PORELLOIDES* 132
ABB. 74: DER TREND VON *DICRANODONTIUM DENUDATUM* IM PLOT 1021 ÜBER DIE GESAMTEN UNTERSUCHUNGSJAHRE 133
ABB. 75: NORMALVERTEILUNG VON UNBELEBTE STRUKTUREN 133
ABB. 76: DER TREND VON UNBELEBTEN STRUKTUREN IM PLOT 1021 ÜBER DIE GESAMTEN UNTERSUCHUNGSJAHRE 134
ABB. 77: PLOT 1023 135
ABB. 78: PLOT 1023 - DIGITALISIERTE ARTEN 135
ABB. 79: KREISDIAGRAMM DER DECKUNG IN PROZENT IM UNTERSUCHUNGSJAHR 2010 136
ABB. 80: BALKENDIAGRAMM DER DECKUNG DER ARTEN IN PROZENT ÜBER DIE GESAMTJAHRE IM VERGLEICH 136
ABB. 81: NORMALVERTEILUNG VON *THUIDIUM TAMARISCINUM* 138
ABB. 82: DER TREND VON THUIDIUM TAMARISCINUM IM PLOT 1023 ÜBER DIE GESAMTEN UNTERSUCHUNGSJAHRE 139
ABB. 83: NORMALVERTEILUNG VON *BAZZANIA TRILOBATA* 139
ABB. 84: DER TREND VON *BAZZANIA TRILOBATA* IM PLOT 1023 ÜBER DIE GESAMTEN UNTERSUCHUNGSJAHRE 140
ABB. 85: NORMALVERTEILUNG VON HÖHEREN PFLANZEN 141
ABB. 86: DER TREND VON HÖHEREN PFLANZEN IM PLOT 1023 ÜBER DIE GESAMTEN UNTERSUCHUNGSJAHRE 142
ABB. 87 : NORMALVERTEILUNG VON UNBELEBTEN STRUKTUREN 142
ABB. 88: DER TREND VON UNBELEBTEN STRUKTUREN IM PLOT 1023 ÜBER DIE GESAMTEN UNTERSUCHUNGSJAHRE 143
ABB. 89: PLOT 1028 144
ABB. 90: PLOT 1028 - DIGITALISIERTE ARTEN 144
ABB. 91: KREISDIAGRAMM DER DECKUNG IN PROZENT IM UNTERSUCHUNGSJAHR 2010 145
ABB. 92: BALKENDIAGRAMM DER DECKUNG DER ARTEN IN PROZENT ÜBER DIE GESAMTJAHRE IM VERGLEICH 145
ABB. 93: NORMALVERTEILUNG VON *THUIDIUM TAMARISCINUM* 146
ABB. 94: DER TREND VON *THUIDIUM TAMARISCINUM* ÜBER DIE GESAMTEN UNTERSUCHUNGSJAHRE 147
ABB. 95: NORMALVERTEILUNG VON HÖHEREN PFLANZEN 148
ABB. 96: DER TREND VON HÖHEREN PFLANZEN IM PLOT 1028 ÜBER DIE GESAMTEN UNTERSUCHUGSJAHRE 149
ABB. 97: NORMALVERTEILUNG VON UNBELEBTEN STRUKTUREN 149
ABB. 98: DER TREND VON UNBELEBTEN STRUKTUREN IM PLOT 1028 ÜBER DIE GESAMTEN UNTERSUCHUNGSJAHRE 150
ABB. 99: PLOT 1030 151
ABB. 100: PLOT 1030 - ARTEN DIGITALISIERT 151
ABB. 101: KREISDIAGRAMM DER DECKUNG IN PROZENT IM UNTERSUCHUNGSJHAR 2010 152
ABB. 102: BALKENDIAGRAMM DECKUNG DER ARTEN IN PROZENT ÜBER DIE GESAMTJAHRE IM VERGLEICH 153

ABB. 103: PLOT 1032 162
ABB. 104: PLOT 1032 - DIGITALISIERTE ARTEN 162
ABB. 105: KREISDIAGRAMM DER DECKUNG IN PROZENT IM UNTERSUCHUNGSJAHR 2010 163
ABB. 106: BALKENDIAGRAMM DER DECKUNG DER ARTEN IN PROZENT ÜBER DIE GESAMTJAHRE IM VERGLEICH 164
ABB. 107: PLOT 1033 172
ABB. 108: PLOT 1033 - DIGITALISIERTE ARTEN 172
ABB. 109: KREISDIAGRAMM DER DECKUNG IN PROZENT IM UNTERSUCHUNGSJAHR 2010 173
ABB. 110: BALKENDIAGRAMM DER DECKUNG DER ARTEN IN PROZENT ÜBER DIE GESAMTJAHRE IM VERGLEICH 174

5. Tabellenverzeichnis

TAB. 1: ECKDATEN DES INTEGRATED MONITORINGGEBIETS ZÖBELBODEN, MIRTEL (1996) 33
TAB. 2: WERTEN VON Δ^2/s^2 FÜR VERSCHIEDENE SIGNIFIKANZEN, ADAPTIERT NACH HART (1942) 41
TAB. 3: CODIERUNG DER ARTEN DER BODENPLOTS 67
TAB. 4: PLOT 1003 PROZENTUELLER ANTEIL DER DECKUNG 2010 69
TAB. 5: DECKUNG ALLER UNTERSUCHUNGSJAHRE 69
TAB. 6: WILCOXON MATCHED PAIR TEST FÜR DEN PLOT 1003 70
TAB. 7: NEUMANN TREND TEST FÜR *HYPNUM CUPRESSIFORME* 71
TAB. 8: NEUMANN TREND TEST FÜR *DICRANUM SCOPARIUM* 72
TAB. 9: PROZENTUELLER ANTEIL DER DECKUNG IM JAHRE 2010 75
TAB. 10: DECKUNG ALLER UNTERSUCHUNGSJAHRE 75
TAB. 11: WILCOXON MATCHED PAIR TEST FÜR DEN PLOT 1005 77
TAB. 12: NEUMANN TREND TEST FÜR *HYPNUM CUPRESSIFORME* 78
TAB. 13: NEUMANN TREND TEST FÜR *HYPNUM CUPRESSIFORME* WENIG VITAL 80
TAB. 14: PROZENTUELLER ANTEIL DER ARTEN 2010 82
TAB. 15: DECKUNG ALLER UNTERSUCHUNGSJAHRE 82
TAB. 16A: WILCOXON MATCHED PAIR TEST FÜR DEN PLOT 1006 84
TAB. 16B: WILCOXON MATCHED PAIR TEST FÜR DEN PLOT 1006 85
TAB. 17: NEUMANN TREND TEST FÜR *THUIDIUM TAMARISCINUM* 86
TAB. 18: PLOT 1007 PROZENTUELLER ANTEIL DER DECKUNG 2010 89
TAB. 19: DECKUNG ALLER UNTERSUCHUNGSJAHRE 89
TAB. 20A: WILCOXON MATCHED PAIR TEST FÜR DEN PLOT 1007 91
TAB. 20B: WILCOXON MATCHED PAIR TEST FÜR DEN PLOT 1007 92
TAB. 21: NEUMANN TREND TEST FÜR *DICRANUM SCOPARIUM* 93
TAB. 22: NEUMANN TREND TEST FÜR *LEUCOBRYUM GLAUCUM* 95
TAB. 23: NEUMANN TREND TEST FÜR *BAZZANIA TRILOBATA* 96
TAB. 24: PLOT 1012 PROZENTUELER ANTEIL DER DECKUNG 2010 99
TAB. 25: DECKUNG ALLER UNTERSUCHUNGSJAHRE 99
TAB. 26A: WILCOXON MATCHED PAIR TEST FÜR DEN PLOT 1012 101
TAB. 26B: WILCOXON MATCHED PAIR TEST FÜR DEN PLOT 1012 102
TAB. 27: NEUMANN TREND TEST FÜR *DICRANUM SCOPARIUM* 103
TAB. 28: NEUMANN TREND TEST FÜR *LEUCOBRYUM GLAUCUM* 105
TAB. 29: NEUMANN TREND TEST FÜR UNBELEBTE STRUKTUREN 106
TAB. 30: PLOT 1013 PROZENTUELLER ANTEIL DER DECKUNG 2010 109
TAB. 31: PLOT 1015 PROZENTUELLER ANTEIL DER DECKUNG 2010 111
TAB. 32: PLOT 1017 PROZENTUELLER ANTEIL DER DECKUNG 2010 113
TAB. 33: PLOT 1021 PROZENTUELLER ANTEIL DER DECKUNG 2010 115
TAB. 34: DECKUNG ALLER UNTERSUCHUNGSJAHRE 115
TAB. 35A: WILCOXON MATCHED PAIR TEST FÜR DEN PLOT 1021 117
TAB. 35B: WILCOXON MATCHED PAIR TEST FÜR DEN PLOT 1021 118
TAB. 35C: WILCOXON MATCHED PAIR TEST FÜR DEN PLOT 1021 119
TAB. 35D: WILCOXON MATCHED PAIR TEST FÜR DEN PLOT 1021 120
TAB. 35E: WILCOXON MATCHED PAIR TEST FÜR DEN PLOT 1021 121
TAB. 35F: WILCOXON MATCHED PAIR TEST FÜR DEN PLOT 1021 122
TAB. 36: NEUMANN TREND TEST FÜR *HYPNUM CUPRESSIFORME* 123
TAB. 37: NEUMANN TREND TEST FÜR *DICRANUM SCOPARIUM* 125
TAB. 38: NEUMANN TREND TEST FÜR *ISOTHECIUM ALOPECUROIDES* 126
TAB. 39: NEUMANN TREND TEST FÜR *LEUCOBRYUM GLAUCUM* 128
TAB. 40: NEUMANN TREND TEST FÜR *BAZZANIA TRILOBATA* 129
TAB. 41: NEUMANN TREND TEST FÜR *DICRANODONTIUM DENUDATUM* 131
TAB. 42: NEUMANN TREND TEST VON *PLAGIOCHILLA PORELLOIDES* 132
TAB. 43: NEUMANN TREND TEST FÜR UNBELEBTE STRUKTUREN 134
TAB. 44: PLOT 1023 PROZENTUELLER ANTEIL DER DECKUNG 2010 136
TAB. 45: DECKUNG ALLER UNTERSUCHUNGSJAHRE 136
TAB. 46: WILCOXON MATCHED PAIR TEST FÜR DEN PLOT 1023 137
TAB. 47: NEUMANN TREND TEST FÜR *THUIDIUM TAMARISCINUM* 138
TAB. 48: NEUMANN TREND TEST FÜR *BAZZANIA TRILOBATA* 140
TAB. 49: NEUMANN TREND TEST VON HÖHERE PFLANZEN 141

TAB. 50: NEUMANN TREND TEST FÜR UNBELEBTEN STRUKTUREN 143
TAB. 51: PLOT 1028 PROZENTUELLER ANTEIL DER DECKUNG 2010 145
TAB. 52: DECKUNG ALLER UNTERSUCHUNGSJAHRE 145
TAB. 53: WILCOXON MATCHED PAIR TEST FÜR DEN PLOT 1028 146
TAB. 54: NEUMANN TREND TEST FÜR *THUIDIUM TAMARISCINUM* 147
TAB. 55: NEUMANN TREND TEST FÜR HÖHERE PFLANZEN 148
TAB. 56: NEUMANN TREND TEST FÜR UNBELEBTE STRUKTUREN 150
TAB. 57: PLOT 1030 PROZENTUELLER ANTEIL DER DECKUNG 2010 152
TAB. 58: DECKUNG ALLER UNTERSUCHUNGSJAHRE 152
TAB. 59A: WILCOXON MATCHED PAIR TEST FÜR DEN PLOT 1030 154
TAB. 59B: WILCOXON MATCHED PAIR TEST FÜR DEN PLOT 1030 155
TAB. 59C: WILCOXON MATCHED PAIR TEST FÜR DEN PLOT 1030 156
TAB. 59D: WILCOXON MATCHED PAIR TEST FÜR DEN PLOT 1030 157
TAB. 59E: WILCOXON MATCHED PAIR TEST FÜR DEN PLOT 1030 158
TAB. 59F: WILCOXON MATCHED PAIR TEST FÜR DEN PLOT 1030 159
TAB. 59G: WILCOXON MATCHED PAIR TEST FÜR DEN PLOT 1030 160
TAB. 59H: WILCOXON MATCHED PAIR TEST FÜR DEN PLOT 1030 161
TAB. 60: PLOT 1032 PROZENTUELLER ANTEIL DER DECKUNG 2010 163
TAB. 61: DECKUNG ALLER UNTERSUCHUNGSJAHRE 163
TAB. 62A: WILCOXON MATCHED PAIR TEST FÜR DEN PLOT 1032 165
TAB. 62B: WILCOXON MATCHED PAIR TEST FÜR DEN PLOT 1032 166
TAB. 62C: WILCOXON MATCHED PAIR TEST FÜR DEN PLOT 1032 167
TAB. 62D: WILCOXON MATCHED PAIR TEST FÜR DEN PLOT 1032 168
TAB. 62E: WILCOXON MATCHED PAIR TEST FÜR DEN PLOT 1032 169
TAB. 62F: WILCOXON MATCHED PAIR TEST FÜR DEN PLOT 1032 170
TAB. 62G: WILCOXON MATCHED PAIR TEST FÜR DEN PLOT 1032 171
TAB. 63: PLOT 1033 PROZENTUELLER ANTEIL DER DECKUNG 2010 173
TAB. 64: DECKUNG ALLER UNTERSUCHUNGSJAHRE 173
TAB. 65A: WILCOXON MATCHED PAIR TEST FÜR DEN PLOT 1033 175
TAB. 65B: WILCOXON MATCHED PAIR TEST FÜR DEN PLOT 1033 176
TAB. 65C: WILCOXON MATCHED PAIR TEST FÜR DEN PLOT 1033 177
TAB. 66: GESAMTDATEN VON *HYPNUM CUPRESSIFORME* 178
TAB. 67: GENERAL MIXED LINEAR MODEL FÜR *HYPNUM CUPRESSIFORME* 179
TAB. 68: GESAMTDATEN VON *HYPNUM CUPRESSIFORME* SCHÜTTERER BESTAND 179
TAB. 69: GENERAL MIXED LINEAR MODEL FÜR *HYPNUM CUPRESSIFORME* SCHÜTTERER BESTAND 180
TAB. 70: GESAMTDATEN VON *HYPNUM CUPRESSIFORME* WENIG VITAL 180
TAB. 71: GENERAL MIXED LINEAR MODEL FÜR *HYPNUM CUPRESSIFORME* WENIG VITAL 180
TAB. 72: GESAMTDATEN VON *DICRANUM MONTANUM* 181
TAB. 73: GENERAL MIXED LINEAR MODEL FÜR *DICRANUM MONTANUM* 181
TAB. 74: GESAMTDATEN VON *DICRANUM SCOPARIUM* 182
TAB. 75: GENERAL MIXED LINEAR MODEL VON *DICRANUM SCOPARIUM* 183
TAB. 76: GESAMTDATEN VON *ISOTHECIUM ALOPECUROIDES* 183
TAB. 77: GENERAL MIXED LINEAR MODEL FÜR *ISOTHECIUM ALOPECUROIDES* 183
TAB. 78: GESAMTDATEN VON *THUIDIUM TAMARISCINUM* 184
TAB. 79: GENERAL MIXED LINEAR MODEL FÜR *THUIDIUM TAMARISCINUM* 185
TAB. 80: GESAMTDATEN VON *LEUCOBRYUM GLAUCUM* 185
TAB. 81: GENERAL MIXED LINEAR MODEL FÜR *LEUCOBRYUM GLAUCUM* 186
TAB. 82: GESAMTDATEN VON *BAZZANIA TRILOBATA* 186
TAB. 83: GENERAL MIXED LINEAR MODEL FÜR *BAZZANIA TRILOBATA* 186
TAB. 84A: GESAMTDATEN DER HÖHEREN PFLANZEN 187
TAB. 84B: GESAMTDATEN DER HÖHEREN PFLANZEN 188
TAB. 85: GENERAL MIXED LINEAR MODEL FÜR HÖHERE PFLANZEN 188
TAB. 86A: GESAMTDATEN VON UNBELEBTEN STRUKTUREN 188
TAB. 86B: GESAMTDATEN VON UNBELEBTEN STRUKTUREN 189
TAB. 86C: GESAMTDATEN VON UNBELEBTEN STRUKTUREN 190
TAB. 87: GENERAL MIXED LINEAR MODEL VON UNBELEBTEN STRUKTUREN 190

Lebenslauf

Persönliche Daten

Name:	Georg Thomas
Geburtstag:	11.11.1983 in Wien
Anschrift:	Werthenburggasse 3a/5, 1120 Wien Tel.: 0681/ 208 32 917 e-mail: georgethomas58@hotmail.com
Familienstand:	ledig

Schulbildung

1990 – 1994	Besuch der Volksschule Hetzendorferstrasse
1994 – 1998	Besuch der Mittelschule Anton Krieger- Gasse
1998 – 2004	Besuch des Oberstufenrealgymnasiums mit Instrumentalmusik Anton Krieger-Gasse Abschluss Matura

Ausbildung

2004 – 2007	Diplomstudium Biologie an der Universität Wien
2007 –	Diplomstudium Ökologie an der Universität Wien, (Vegetationsökologie und Naturschutz)
2010 –	Beginn des Diplomarbeitsthema: Monitoring mittels Bodenmoosen auf der Integrated Monitoringfläche Zöbelboden
2010	Instruktor für Allgemeine Körperausbildung (Studio) an der Bundesanstalt für Leibeserziehung - Linz

Praktische Erfahrungen

2005 –	Trainer (Defense Coordinator, Defense Assistant) des Raiffeisen Vikings Nachwuchses: Minis (11. – 12. Lebensjahr), Schüler (13. – 14. Lebensjahr) und Jugend (15. – 16. Lebensjahr) Erfolge: 2007 Silber Minis und Schüler als Defensive Assistant, 2008 Silber und Bronze Minis und Schüler als Defensive Coordinator, 2009 Gold Schüler als Defensive Coordinator, 2010 Silber Schüler als Defensive Coordinator, 2011 Gold Jugend als Defensive Coordinator,
2006 – 2009	Veranstaltungsbetreuer in verschiedenen Locations
2009 –	Security Club Babenberger Passage
2010 –	Privater Personal Fitness Trainer