



universität
wien

DIPLOMARBEIT

Untersuchungen zum Einfluss der Sportklettertätigkeit auf die Felsvegetation im subalpinen bis alpinen Umfeld

angestrebter akademischer Grad

Magister der Naturwissenschaften (Mag. rer.nat.)

Verfasser: Martin Klipp

Matrikel-Nummer: 9913395

Studienrichtung (lt. Studienblatt): Ökologie

Betreuer: o.univ.Prof. Dr.Mag. Georg Grabherr

Wien, am

25.09.2008

Danksagung

Während meines Studiums und insbesondere im Lauf der Diplomarbeit habe ich nicht nur viel über Ökologie und wissenschaftliches Arbeiten gelernt, sondern auch sehr viele nette und interessante Menschen kennengelernt. Ohne ihre Hilfe und Unterstützung wäre ich nie bis zu den Danksagungen gekommen.

Meinen Eltern haben mich bis ins hohe Alter von 27 Jahren rat- und tatkräftig begleitet. Sie haben zwei Studienwechsel mitgetragen und haben mir ein Studium ermöglicht, das die meisten Leute zu der Frage „Und was macht man damit?“ anregt. Darüber hinaus tragen sie meine Begeisterung für die Berge sehr gefasst, obwohl sie selbst weder Klettern, noch Schi- oder Hochtouren gehen. Es ist ihnen sicher nicht immer leicht gefallen zu wissen, dass ich den ganzen Sommer in der Wand hänge und Pflanzen zähle. Ihnen gebührt daher ganz besonderer Dank.

Weiters möchte ich der Familie Suen besonders danken. Michael Suen ist während der Arbeit von einem Kollegen, den ich kaum gekannt habe zu einem Freund geworden. Er hat mich oft am Seil gesichert und hat mich nie fallen gelassen. Gemeinsam haben wir Graupelschauer, schwere Rucksäcke, kalte Finger und methodische Diskussionen überstanden. Seine Eltern haben mich in Bruneck freundlich aufgenommen und mir Unterschlupf und warmes Essen gewährt. Ohne dieses wunderbare „Basislager“ wäre die Diplomarbeit nicht nur wesentlich komplizierter und teurer geworden, sie wäre vermutlich auch viel anfälliger für Hüttenkoller gewesen.

Auf der Universität haben ich viel Hilfe, Unterstützung und Ermutigung erfahren. Hervorheben möchte ich Dr. Georg Grabherr, der die verrückte Idee einer Diplomarbeit über Kletterrouten von Anfang an unterstützt hat. Ihm verdanken Michael und ich es auch, dass wir mit Transekten anstatt Random Sampling Design gearbeitet haben, wofür ich nach den Erfahrungen der Feldarbeit sehr dankbar bin. Dr. Stefan Dullinger hat mir bei meinen statistischen Problemen sehr ausdauernd und geduldig geholfen, ohne ihn hätten mich die Hierarchischen Linearen Modelle wohl verzweifeln lassen. Dr. Niklfeld hat unveröffentlichte Verbreitungsdaten aus den Vorarbeiten zum Katalog der Gefäßpflanzen Südtirols (WILHALM ET AL. 2006) zur Verfügung gestellt. Für weitere methodische Anregungen, praktische Hilfestellungen und Problemlösungen möchte ich mich insbesondere auch bei Maria Niel, Dr. Harald Pauli, Dr. Michael Gottfried, Mag. Karl Huelber, Manfred Durchhalter, Katharina Diwold, Andrea Lamprecht, Mag. Ruth Töchterle und Mag. Sigrun Ertl bedanken.

Catherine Mary Lewis hat mir bei der Übersetzung der Inhaltsangabe ins Englische sehr geholfen.

Für viele schöne Stunden beim Training in der Kletterhalle und im Fels bedanke ich mich bei Sophie Brodicky, Maria Niel und Mag. Richard Beitelmaier.

Vor Ort war ich oft erstaunt über die überaus große Hilfsbereitschaft die wir erfahren haben. Dr. Renato Sascor danke ich für die gute Zusammenarbeit mit dem Amt für Naturparke. Dr. Thomas Wilhalm vom Naturmuseum Südtirol hat uns bei bota-

nisch - systematischen Fragen geholfen und das Herbar durchgesehen. Zum Übernachten standen uns mehrere Hütten offen. Besonders bedanken möchte ich mich hier bei Christoph Lärcher, der uns nicht nur gleich den Schlüssel zur besten aller „Wiesenkucheln“ überlassen hat, sondern auch einen Kanister frisches Trinkwasser und eine Kiste Bier. Nicht weniger freundlich empfangen haben uns Hans, Senn auf der Sarlalpe und Herbert „Hebs“ Krautgasser von der Roßalpe. Die Familie Schuster vom Gasthof Brüggele und Martina Rienzner haben uns gute Kontakte geknüpft. Erwin Steiner von der Alpinschule „Globo Alpin“ hat uns viel Hintergrundwissen über die Klettergärten im Pragser Tal vermittelt.

Zu guter Letzt: Diese Diplomarbeit wurde vom Sportfachgeschäft „Sportler“ in Bruneck finanziell unterstützt. Durch die freundliche Vermittlung von Sandra Marina konnten wir die benötigten Ausrüstungsgegenstände zu wesentlich günstigeren Preisen erwerben.



Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Untersuchungsgebiet und Zeitraum	5
2.1	Geographische Lage des Arbeitsgebietes	5
2.2	Geologie	9
2.3	Wetter und Klima	9
2.4	Böden	9
2.5	Besonderheiten im Lebensraum Fels	11
2.6	Flora	14
2.7	Erschließung, Tourismus	14
2.8	Naturschutz	14
3	Material und Methoden	17
3.1	Vegetationsaufnahmen	17
3.2	Umweltparameter	18
3.3	Datenverwaltung und Statistik	19
4	Ergebnisse	23
4.1	Arten	23
4.2	Deckung und Artenvielfalt	27
5	Diskussion	31
5.1	Arten	31
5.2	Deckung und Artenvielfalt	36
5.3	Naturschutzfachliche Schlußfolgerungen	41
5.4	Methodenkritik	47
6	Literaturverzeichnis	51
	Abbildungs- und Tabellenverzeichnis	54
	Glossar	59
	Anhang	61
A	Anhang	63
A.1	Zusammenfassung / Abstract	63
A.2	Untersuchungsgebiet	64
A.3	Rohdaten	69
A.4	R-Script	97

A.5 Lebenslauf	104
--------------------------	-----

1 Einleitung

Felsen sind auffällige und attraktive Landschaftselemente. Viele Felsen sind Gegenstand zahlreicher Geschichten und Legenden, sowie beliebtes Motiv für Ansichtskarten, Urlaubsbilder und Malerei. Im 18. Jahrhundert setzte, mit der Besteigung des Mont Blanc im Jahr 1786 der „Alpinismus“ ein: Berge dienten nicht mehr ausschließlich als Kulisse, sondern rückten, in gewissen Kreisen, in den Mittelpunkt des Interesses (HECKMAIR 1975). Mitte des 19. Jahrhunderts zeigte der Alpinismusgedanke mit der Gründung der bedeutendsten Bergsteigervereinigungen bereits eine gewisse Breitenwirkung.

Zunächst beschränkte sich das Interesse im Alpenraum auf die noch unerschlossenen Gipfel, bis zur Jahrhundertwende des 19. und 20. Jahrhunderts waren die wichtigsten Alpengipfel erstiegen. Ende des 19. Jahrhunderts entwickelte sich ein neuer Stil des Bergsteigens: Es wurden nicht mehr nur die leichtesten Anstiege gewählt, das Interesse verlagerte sich zunächst auf die noch nicht durchstiegenen Wände, später auf möglichst direkte Routen durch die Wände. 1938 wurde mit der Eiger Nordwand die letzte große Alpenwand durchstiegen. Bis zum zweiten Weltkrieg war das Bild von Normalhaken und Hanfseilen geprägt, Bergsteigen war damals sehr unsicher und viele bekannte Kletterer starben sehr jung.

Nach dem zweiten Weltkrieg setzte mit der Verbesserung der Ausrüstung das technische Klettern ein. Mit einer Unmenge an Haken, auch schon Bohrhaken und Hilfsmitteln wie Trittleitern wurden die schwierigsten Routen gemeistert (HECKMAIR 1975).

Seit den 1970er Jahren gibt es eine Rückkehr zum Freiklettern, künstliche Hilfsmittel wie Trittleitern sind heute praktisch nicht mehr in Gebrauch (HANEMANN 2000). Durch die verbesserten Möglichkeiten der Absicherung mit genormten Bohrhaken, Kunststoffseilen und leistungsfähigen Bergsteigerhelmen ist Klettern heute, in gewissen Spielarten eine relativ sichere Sportart geworden (SCHUBERT 2005). Im Bereich des Sportkletterns hat die Popularität des Klettersportes daher in den letzten Jahrzehnten stark zugenommen (HANEMANN 2000).

Im Gegensatz zur Allgemeinheit hat die ökologische Forschung Felsen bisher kaum wahrgenommen (LARSON et al. 2000b). In Kanada gibt es seit 1985 eine „Cliff Ecology Research Group“ am Institut für Botanik der Universität Guelph, die sich bis heute für einen Großteil der Publikationen verantwortlich zeigt. In Europa blieb die Forschungstätigkeit lange Zeit auf Einzelinitiativen, wie zum Beispiel die Arbeit von JARVIS (1974), sowie auf pflanzensoziologische Grundlagenforschung beschränkt.

Durch den starken Anstieg der Sportklettertätigkeit seit den 1980er Jahren entstanden Ende der 1980er Jahre zunehmend Konflikte zwischen Klettern und Naturschutz, die zu zahlreichen Felssperren in Deutschland und vorübergehenden Sperren mit späteren konsensuellen Lösungen im östlichen Jura führten. In der Folge davon gab es verstärkte Forschungstätigkeiten im Oberen Donautal (HERTER 1996) und an der Universität Basel.

Bisher wurden negative Effekte der Klettertätigkeit auf Schnecken (MCMILLAN ET AL. 2003), auf felsbewohnende Vögel (LARSON ET AL. 2000b) und auf Pflanzen beobachtet. Zum Einfluss von Kletterern auf die Vegetation gibt es seit den 1990er Jahren zahlreiche Arbeiten (BAUR ET AL. 2007, FARRIS 1998, HERTER 1996, KUNTZ UND LARSON 2006a, MCMILLAN UND LARSON 2002, MÜLLER ET AL. 2004, NUZZO 1996, RUSTERHOLZ ET AL. 2004) mit teilweise widersprüchlichen Ergebnissen.

Der Einfluss der Klettertätigkeit auf Flechten ist relativ unbestritten negativ, obwohl es hier erst relativ wenige Untersuchungen gibt. Sowohl BAUR ET AL. (2007), als auch NUZZO (1996) und MCMILLAN UND LARSON (2002) fanden negative Auswirkungen des Klettersportes auf Flechten. Lediglich FARRIS (1998) erhielt widersprüchliche Ergebnisse.

Im Gegensatz zu Flechten können Moose und Gefäßpflanzen nicht auf der glatten Wand wachsen, sie brauchen Strukturen wie Absätze oder Spalten. Moose besiedeln dabei eher kühle und schattige Habitate wie zum Beispiel tiefe Felsspalten. Gefäßpflanzen besiedeln vorwiegend Strukturen mit mehr Erde, sie sind den Moosen hier Konkurrenzüberlegen. Da auch Kletterer Absätze und Spalten zur Fortbewegung in der Wand nutzen, besteht eine potenzielle Konkurrenz zu Moosen und Gefäßpflanzen. Die verschiedenen Arbeitsgruppen kommen hier zu unterschiedlichen Ergebnissen. HERTER (1996), MÜLLER ET AL. (2004) und RUSTERHOLZ ET AL. (2004) beschreiben klar negative Auswirkungen des Klettersportes auf die Gesamtdeckung und die Diversität. NUZZO (1996) fand zwar einen Einfluss auf Flechten, aber keine signifikante Beeinflussung der Gefäßpflanzen durch Kletterer. MCMILLAN UND LARSON (2002) beschrieben ebenfalls einen negativen Einfluss auf Gefäßpflanzen und Moose. KUNTZ UND LARSON (2006a) kamen allerdings zu dem Schluss, dass ein Großteil der Unterschiede zwischen bekletterten und unbekletterten Plots in den vorhergehenden Untersuchungen durch Unterschiede in der Mikrotopographie hervorgerufen wurde, und nicht durch die Klettertätigkeit.

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit dem Einfluss der Klettertätigkeit auf Moose und Gefäßpflanzen auf einem verhältnismäßig feinen Skalenniveau. Dabei wurden in verschiedenen Klettergärten Transekte mit zunehmender Entfernung von der Kletterroute untersucht. Es wurde von folgenden Arbeitshypothesen ausgegangen:

- Die Deckung von Moosen und Gefäßpflanzen nimmt mit zunehmender Entfernung von der Kletterroute zu. Dabei sollte sich eine Art Sättigungskurve zeigen, da der Einfluss der Klettertätigkeit mit zunehmender Entfernung von der Kletterroute abnimmt und irgendwo ganz verschwindet.
- Es zeigen sich Unterschiede in der Artenzahl mit zunehmender Entfernung von der Kletterroute, sowie wesentliche Unterschiede zwischen der Artengarnitur innerhalb und außerhalb von Klettergärten.
- Transekte am Wandfuss sind stärker gestört als Transekte in der Wand.
- Die Vegetation unterscheidet sich im Hinblick auf Deckung zwischen den verschiedenen, unterschiedlich stark genutzten Klettergärten.

Da SUEN zur selben Zeit an einer Monographie der Felsspaltenvegetation des selben Gebietes arbeitete, konnten bei der Gefäßpflanzenvegetation Vergleiche mit der Vegetation außerhalb der Klettergärten durchgeführt werden.

Gleichzeitig ist die vorliegende Arbeit ein Methodentest. Die Erfassung der mikrotopographischen Variabilität lag zwischen der von KUNTZ UND LARSON (2006a) geforderten Genauigkeit und der von MÜLLER ET AL. (2004) und RUSTERHOLZ ET AL. (2004). Die Arbeit mit kleinräumigen Transekten im Klettergarten war ebenfalls neu. Sie bot den unschätzbaren Vorteil, dass ohne zusätzliche Infrastruktur (Bohrhaken) in einem objektiv relativ sicheren Umfeld gearbeitet werden konnte. Bei einer entsprechenden Kontrolle der mikrotopographischen Variabilität sollten kleinräumige Transekte ausgehend von der Kletterroute reichen, um einen Einfluss der Klettertätigkeit nachzuweisen oder zu falsifizieren.

2 Untersuchungsgebiet und Zeitraum

2.1 Geographische Lage des Arbeitsgebietes

Die Vegetationserhebungen wurden im Sommer 2007 in 3 Klettergärten im Umkreis der Plätzwiese, einer Alm in den Pragser Dolomiten, in Südtirol, Italien durchgeführt. Zwei davon, die Klettergärten „Kirchler“ und „Plätzwiese“ befinden sich an der Ostseite des Dürrensteins, der Klettergarten „Brüggele“ befindet sich am nördlichsten Ausläufer der Rauhen Gaisl. Abbildung 2.1 zeigt das Gebiet im Überblick.

Die Klettergärten bieten Sportkletterrouten im mittleren bis gehobenen Schwierigkeitsbereich. Kirchler und Plätzwiese bieten eine größere Anzahl schwieriger Routen als Brüggele, die Routen sind hier vom Charakter her „alpiner“, das heißt länger und weniger gut abgesichert. Die Länge der Routen reicht von einer bis zu sieben Seillängen. Topos der Klettergärten befinden sich im Anhang.

Brüggele

46° 40' 14" Nord, 12° 9' Ost (AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL 2006a).

Der Klettergarten „Brüggele“ (Abbildung 2.2) liegt auf einer Seehöhe von 1540 m über NN und ist nach Nordwesten exponiert. Er ist der älteste Klettergarten im Pragser Tal und bietet sehr gut abgesicherte Einseillängenrouten. Fast alle Routen können auch von oben eingehängt werden. Aufgrund seiner Lage direkt an der Straße und der verhältnismäßig kurzen Zufahrt ist er der am meisten besuchte Klettergarten im Pragser Tal.

Durch seine Lage in der subalpinen Stufe und die schattige Exposition ist der Klettergarten „Brüggele“ nur bedingt mit den anderen beiden Klettergärten vergleichbar.

Die Vegetationserhebungen dauerten hier vom 04. September bis zum 13. September 2007.

Plätzwiese

46° 39' 47" Nord, 12° 10' 50" Ost (AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL 2006a).

Mit einer Seehöhe von 2200 m über NN liegt der Klettergarten „Plätzwiese“ (Abbildung 2.3) wesentlich höher als der Klettergarten Brüggele. Er ist nach Südwesten exponiert, der südliche Bereich des Klettergartens wird allerdings bei niedrigem Sonnenstand durch vorgelagerte Felsen beschattet. Der Klettergarten wurde in den 1990er Jahren von Erwin Steiner, einem Bergführer aus Niederdorf erschlossen und bietet gut abgesicherte Ein- und Mehrseillängenrouten. Die Routen können nicht von oben eingehängt werden.

Klettergärten im Pragser Tal

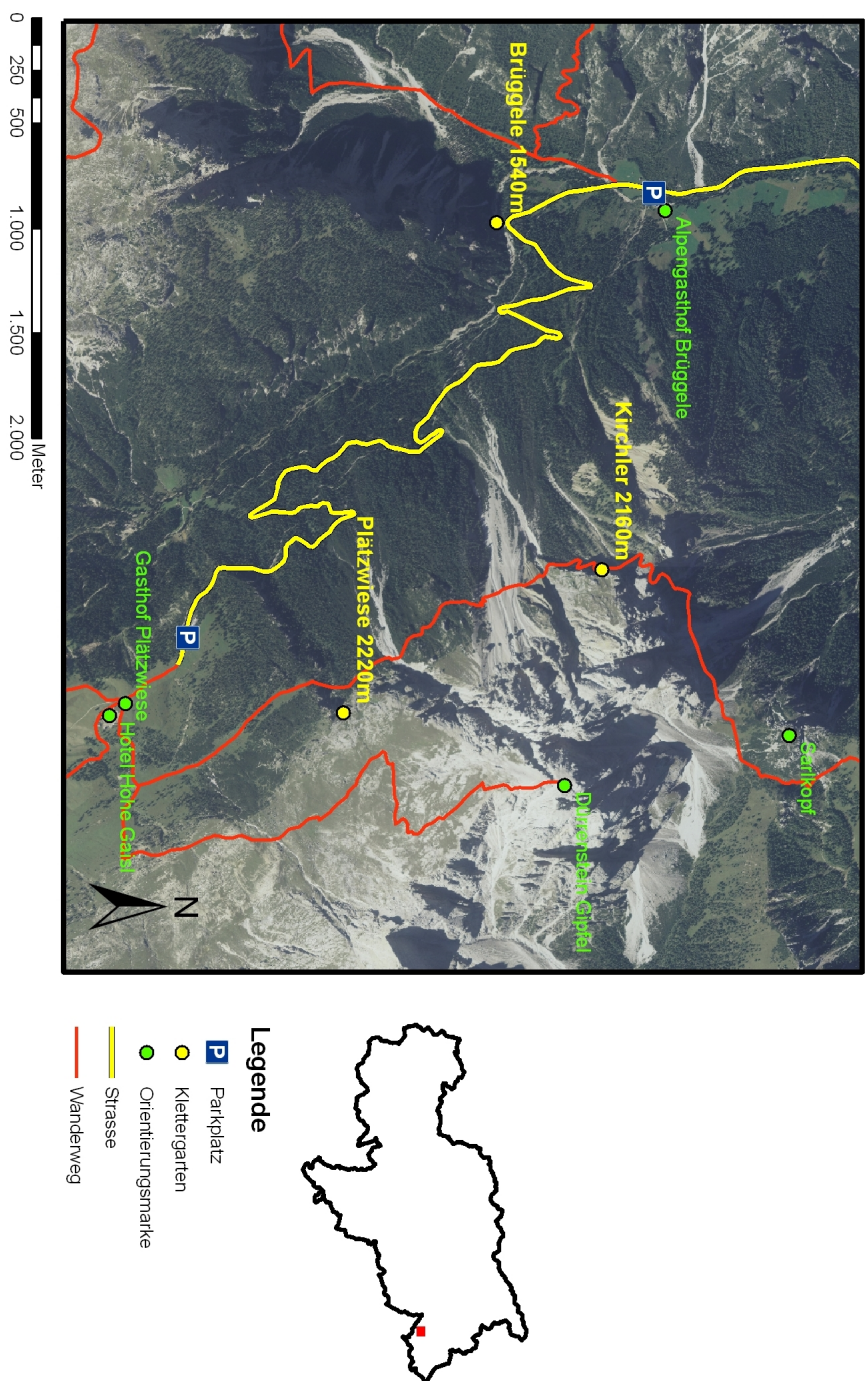


Abbildung 2.1: Übersichtskarte der untersuchten Klettergärten

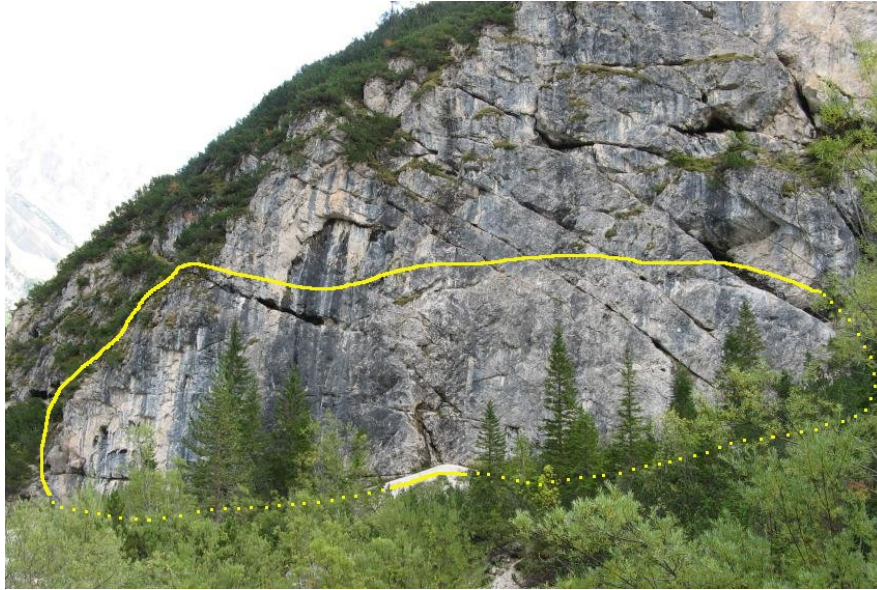


Abbildung 2.2: Klettergarten Brüggele

Der unschwierige Zustieg zum Klettergarten erfolgt entlang des Dolomitenhöhenweges Nr. 3 und dauert, vom Parkplatz Plätzwiese aus, in etwa 45 min.

Die Vegetationserhebungen dauerten vom 01. Juli bis zum 07. August 2007.

Kirchler

46° 40' 29" Nord, 12° 10' 20" Ost (AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL 2006a).

Der Klettergarten „Kirchler“ (Abbildung 2.4) liegt mit 2160m über NN auf einer ähnlichen Seehöhe wie der Klettergarten „Plätzwiese“ und ist nach Westen exponiert. Er bietet technisch anspruchsvolle Ein- und Mehrseillängenrouten mit guter Absicherung, die nicht von oben eingehängt werden können. Der Klettergarten wurde, ebenso wie der Klettergarten Plätzwiese, in der 1990er Jahren von Erwin Steiner erschlossen. Die Hakenabstände sind (subjektiv) etwas „alpiner“ als in den Klettergärten Brüggele und Plätzwiese, an einigen Stellen sind unangenehme runouts möglich. Das Ambiente ist für einen Klettergarten sehr alpin.

Der Zustieg erfolgt entlang des Dolomitenhöhenweges Nr. 3 ausgehend vom Parkplatz Plätzwiese und dauert in etwa eineinviertel Stunden. Der Weg ist zum Teil etwas ausgesetzt, 2 Stellen sind mit Leitern versichert.

Die Vegetationserhebungen dauerten vom 28. August bis zum 03. September 2007.

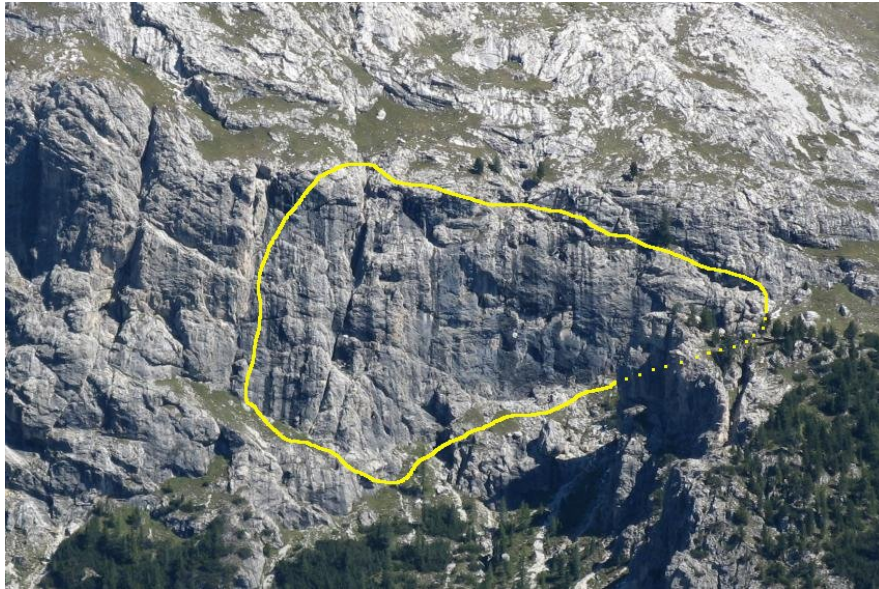


Abbildung 2.3: Klettergarten Plätzwiese

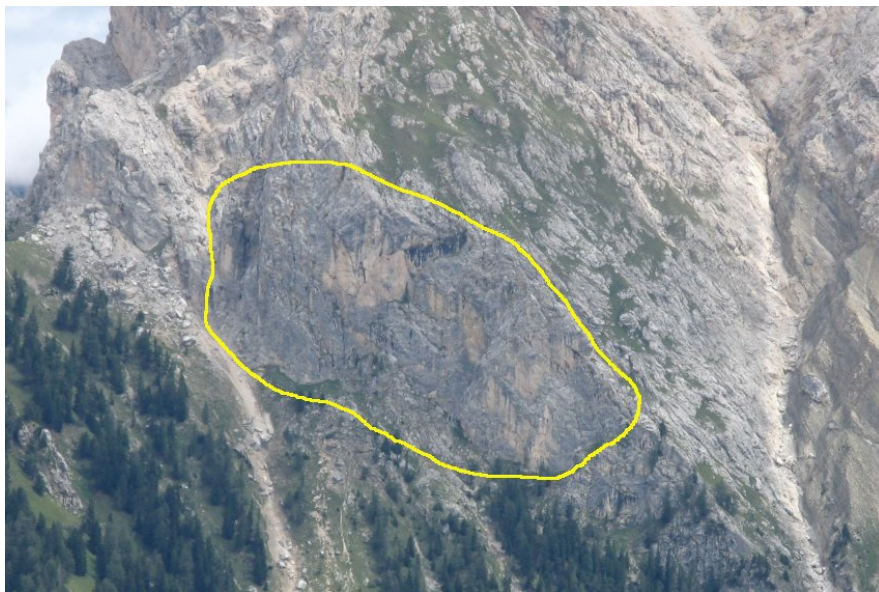


Abbildung 2.4: Klettergarten Kirchler

2.2 Geologie

Die lithogenetischen Prozesse der heutigen Dolomiten fanden größtenteils im Trias, zum Teil noch im Jura vor etwa 250 bis 200 Millionen Jahren statt. Die Orogenese erfolgt seit der mittleren Kreide, also seit etwa 10 bis 20 Millionen Jahren. Während der Würmeiszeit waren die Dolomiten von einer bis zu 1500 m mächtigen Eisschicht bedeckt, der Großteil der Morphogenese erfolgte in und seit der Eiszeit. (BOSSELINI 1998)

Dolomitgesteine bestehen, wie der Name schon sagt, größtenteils aus dem Mineral Dolomit ($CaMg(CO_3)_2$). Dolomit bildet sich erst während der Diagenese auf Kosten der vorhandenen, kalkigen Gesteine.

Die Gesteine im Naturpark Fanes-Sennes-Prags sind relativ jung. Neben Kalksteinen aus dem Lias tritt hier besonders Dachsteindolomit auf. Die Geomorphologie auf Fanes, Sennes und Fosses ist durch verkarstete Liaskalke geprägt. (SCHWEIGGL UND SCHREINER 1993, S. 73 ff.)

Das Gestein aller drei Klettergärten ist älterer Schlern - Dolomit (AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL 2008). Schlern - Dolomit entstand durch die Dolomitisierung ladinischer Riffkalke. Er erreicht eine Schichtdicke von bis zu 1000 m und ist der Hauptfelsbildner in den Dolomiten (MÖBUS 1997).

2.3 Wetter und Klima

Viele Täler in den italienischen Alpen sind nach Süden offen, wodurch der mediterrane Einfluss weit nach Norden reicht. Das Pustertal bildet hier eine Ausnahme. Das Tal verläuft von West nach Ost und ist nach Osten hin offen, wodurch das Klima eher dem Nordtiroler Klima entspricht. Die Verhältnisse sind allerdings kontinentaler als in Nordtirol. Die Sommertemperaturen liegen, auf gleicher Seehöhe, höher als in Nordtirol, die Wintertemperaturen liegen tiefer. Die Bewölkungsverhältnisse sind günstiger als die des Nordens, wobei der Alpenhauptkamm eine Diskontinuitätslinie für das Bewölkungsregime bildet. Das Niederschlagsmaximum in den italienischen Alpen liegt im Sommerhalbjahr, der Winter kann relativ schneearm sein. Die südliche Alpenregion gehört also, in Bezug auf die Regenhäufigkeit, zum mitteleuropäischen Klima. Die vorgelagerten Kalkalpen werden auch hier stärker beregnet als die Zentralalpen. (ALT 1932)

Die nächste Klimastation, Toblach, liegt im Pustertal, in der Luftlinie etwa 9 km nordöstlich des Untersuchungsgebietes ($46^\circ 43' 47''$ Nord, $12^\circ 13' 12''$ Ost; AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL 2006c). Abbildung 2.5 zeigt ein Klimadiagramm der Station Toblach (AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL 2006b).

2.4 Böden

Bodenbildung

Charakteristisch für Felswände ist das weitgehende Fehlen von Boden.

Wenn Gesteine durch Erosion von überlagernden Gesteinsmassen befreit werden, nimmt der Druck auf sie ab. Es entstehen Klüfte und Spalten (SCHACHTSCHABEL ET AL.

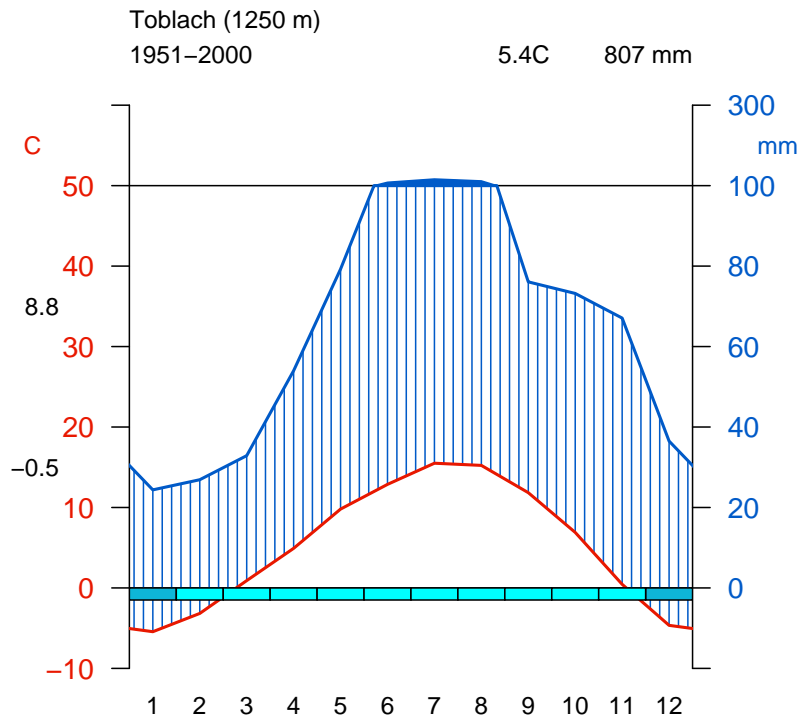


Abbildung 2.5: Klimadiagramm der Station Toblach

1989, S. 12). Absätze entstehen durch unterschiedlich schnelle Verwitterung verschiedenen harter Gesteinsschichten (LARSON ET AL. 2000b, S. 19). Diese Unregelmäßigkeiten dienen als Habitat für Pflanzen und Tiere, als Griffe für Kletterer, als Auffangstelle für organisches Material und als Angriffspunkt für physikalische und chemische Verwitterung.

- **Physikalische Verwitterung:**

Temperatursprengung von Gesteinen findet vor allem bei extremen Temperaturveränderungen in kurzen Zeiträumen statt (SCHACHTSCHABEL ET AL. 1989, S. 12). Im Hochgebirge, besonders in sonnseitig exponierten Felswänden, kann die Temperatur innerhalb kürzester Zeit sehr stark schwanken (LARSON ET AL. 2000b).

Durch Temperaturunterschiede im Fels entstehen Druckunterschiede, es bilden sich oberflächenparallele Risse, aber auch Sprünge durch größere Gesteinsblöcke.

Intensiver als Sprengung durch Temperaturunterschiede wirkt die Eissprengung (SCHACHTSCHABEL ET AL 1989, S. 12). Verwitterung durch Eissprengung findet besonders dann statt, wenn bei ausreichender Wasserversorgung Gefrier- und Tau-

zyklen einander abwechseln. Eine typische Situation dafür sind Schönwetterphasen im Frühjahr und Frühsommer mit Schneeschmelze und klaren, kalten Nächten.

- **Chemische Verwitterung:**

Die Intensität der Chemischen Verwitterung hängt weitgehend von der Korngröße der Minerale ab (SCHACHTSCHABEL ET AL. 1989, S. 13), das heißt vom Oberflächen - Volumens Verhältnis. Im Felsgelände ist die Oberfläche im Verhältnis zum Volumen naturgemäß sehr klein.

Da Dolomitgesteine wasserdurchlässig sind (LARSON ET AL. 2000b), spielt Hydrolyse trotzdem eine Rolle. Der schwer lösliche Dolomit wird durch Kohlensäure zu leicht löslichen Hydrogencarbonaten zersetzt. Die Konzentration der Kohlensäure in der Verwitterungslösung hängt vom CO₂ Partialdruck der umgebenden Atmosphäre und der Temperatur ab. Da CO₂ sich bei tieferen Temperaturen besser im Wasser löst, sind vor allem Felsen unter kühlen, niederschlagsreichen Bedingungen von Hydrolyse betroffen (SCHACHTSCHABEL ET AL. 1989, S. 14). Dolomite unter biologisch aktiven Böden verwittern wegen der höheren CO₂ Konzentration schneller als Felswände ohne Bodenauflage.

In manchen Kalkgesteinen führt Hydrolyse zu charakteristischen Löchern im Fels.

Bodenbildung findet, wenn auch beschränkt, auf Absätzen und in Spalten statt. Hier kann sich anorganisches und organisches Material ansammeln und halten.

Bodenarten

Syrosem ist ein Rohboden aus Festgestein mit nur lückig vorhandenem, äußerst geringmächtigem humosen Oberboden (SCHACHTSCHABEL ET AL. 1989, S. 409). Ein Syrosem ist das Initialstadium der Bodenbildung, in dem etwas Humus kumuliert wurde, aber noch keine nennenswerte chemische Verwitterung stattgefunden hat. Er leitet zu Rendzinen über.

Typische **Rendzina** ist gekennzeichnet durch einen oft humos- und skelettreichen, krümeligen Ah Horizont über Carbonatgestein (SCHACHTSCHABEL ET AL. 1989, S. 410). Der Mineralbestand hängt weitgehend vom Ausgangsgestein ab. Durch den hohen pH Wert über kalkhaltigen Gesteinen sind allgemein nur relativ wenige Schwermetalle, aber auch nur wenige Nährstoffe verfügbar. Der Zusammenhang zwischen Gestein und Vegetation in Felswänden ist aber vermutlich weniger stark, als allgemein angenommen wird (LARSON ET AL. 2000b, S. 176).

2.5 Besonderheiten im Lebensraum Fels

Schwerkraft

Durch die Neigung von annähernd 90° hat die Schwerkraft einen besonderen Einfluss auf den Lebensraum. Neben der direkten Wirkung der Schwerkraft auf die Felsbewohner gibt es auch viele indirekte Einflüsse durch Stoffverlagerung, wie zum Beispiel Steinerschlag und verstärkte Erosion. Schutt, Feinmaterial, lockere Pflanzenteile, Bestandesabfall und Erde fallen einfach hinunter und gehen dem System Felswand damit weitgehend

verloren. Regenwasser fließt größtenteils augenblicklich ab, Felspartien unter Überhängen werden oft gar nicht erreicht. Schnee hält sich nur an wenigen Stellen in einer Felswand, der Großteil der Wand bleibt schneefrei. Nährstoffe werden ausgewaschen und finden sich am Wandfuß wieder (LARSON ET AL. 2000b, S. 43).

Einstrahlung

Vor allem bei der direkten Einstrahlung gibt es große Unterschiede zu flachen oder geneigten Flächen der Umgebung. Maßgeblich dafür, wie viel Strahlung die Wand erhält sind die Jahreszeit und die Exposition.

So erhalten Nordwände das ganze Jahr über sehr wenig Strahlung, hier bildet sich ein permanent kühles und feuchtes Mikroklima aus. Obwohl diese Standorte relativ wenig direkte Strahlung erhalten, sind die Wuchsbedingungen besser als bei Beschattung durch z. B. Bäume, da der Anteil an blauem Licht im Spektrum höher ist.

Südwände werden das ganze Jahr über gut bestrahlt. Durch die extreme Inklination ist hier aber die Einstrahlung im Sommer, bei hohem Sonnenstand, vergleichsweise gering. Die südlich exponierten Wände erhalten im Winter mehr Strahlung als im Sommer (LARSON ET AL. 2000b, S. 48).

Die Reflexion kurzweiliger Strahlung ist bei Kalkfelsen recht hoch: Bis zu 70% der Strahlung werden reflektiert.

Temperatur

Felswände zeigen, im Vergleich zur Umgebung, ein eigenes Temperaturregime.

Die Energieverluste durch Abstrahlung und, auf nassen Felsen, durch Evaporation können recht hoch werden. Bei stetiger Wasserversorgung sind Felsen daher eher kühle Habitate.

Ein weiteres Charakteristikum der Felsen ist die hohe Wärmeleitfähigkeit: Tagsüber wird Wärme nach innen geleitet, die umgekehrt Nachts abgestrahlt werden kann. So fungieren Felsen aufgrund ihrer Masse in gewissem Sinn als „Wärmespeicher“. Durch den niedrigen Wassergehalt der Felsen (im Vergleich zu Böden) finden aber insgesamt starke Temperaturschwankungen statt.

Bei guten Strahlungsbedingungen kann tagsüber die Oberflächentemperatur recht hoch werden. Die Angaben in der Literatur reichen von 35° C bis 70° C in mitteleuropäischen Felshabitaten (LARSON ET AL. 2000b, S. 48), im Winter liegen die Temperaturen durch fehlenden Schneeschutz entsprechend tief (BARTLETT ET AL. 1990).

Wasserversorgung

Obwohl Felshabitate nur wenig Niederschlag direkt aufnehmen können und die Bodenaufgaben sehr geringmächtig sind, ist Wasser für die Felsvegetation nur selten die limitierende Ressource.

Sickerwasser aus den Bereichen über der Felswand verteilt sich innerhalb der Gesteinsschichten und gelangt bei Felsabbrüchen an die Oberfläche. Daraus resultiert eine spezielle Hydrologie jeder Felswand: Die verfügbare Wassermenge hängt vom Einzugsgebiet, der Niederschlagsmenge und -verteilung sowie vom Substrat ab. Die Oberkante der Wand ist meist recht trocken, das Wasserangebot nimmt nach unten hin zu (LARSON

ET AL. 2000b, S. 34 ff.). Abbildung 2.6 zeigt den Wasserhaushalt einer Felswand mit Sedimentgesteinen.

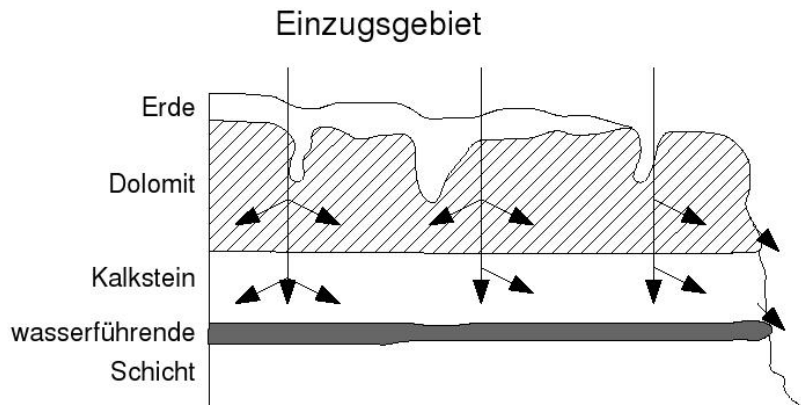


Abbildung 2.6: Wasserhaushalt einer Felswand (verändert nach LARSON 2000b)

Kalkstein kann 0,009 – 0,28% des Trockengewichtes an Wasser aufnehmen. Die Wasserhaltekapazität ist sehr gering, das heißt das Wasser aus dem Fels ist gut pflanzenverfügbar. Da das Wasserangebot nicht direkt vom Niederschlag abhängt, sondern der ganze Felskörper als Wasserspeicher fungiert, steht den Pflanzen zwar wenig Wasser zur Verfügung, dieses wird aber gleichmäßig abgegeben.

Durch die Inhomogenität der Sedimentgesteine ist die Wasserversorgung räumlich sehr variabel (LARSON 2000b, S. 54 ff.).

Verschiedene Pflanzenarten verfolgen unterschiedliche Strategien der Wasserversorgung. Arten mit einem tiefen Wurzelsystem, das die Spalten ausnutzt, profitieren von der gleichmäßigen Wasserversorgung durch den Fels. Arten, die das Spaltensystem nicht nutzen können, zeigen Anpassungen an Trockenheit wie Poikilohydrie (z.B. *Asplenium ruta-muraria*). Manche Arten kommen nur mit dem im geringmächtigen Boden gespeicherten Regenwasser aus, wie zum Beispiel *Sedum*, *Sempervivum* und *Dianthus* Arten (LARSON 2000b, S. 184 f.).

Topographische Heterogenität

Die räumliche Heterogenität von Felswänden führt zu enormen Variationen des Mikroklimas. Feuchte, kühle und schattige Spalten könne unmittelbar neben trockenen, stark besonnten Absätzen liegen. Der Zusammenhang zwischen Mikrotopographie und Vegetation ist sehr komplex und bestimmt weitgehend das Vegetationsmuster (LARSON 2000b).

Die wichtigsten Wuchsorte sind Spalten, Absätze und Löcher. Je größer die Heterogenität dieser Mikrohabitate ist, desto größer ist die Pflanzenvielfalt.

Spalten unterscheiden sich nach ihrer Tiefe und ihrer Weite. Tiefe Spalten erlauben es den Pflanzen, Wasser im Inneren des Felsens zu nutzen. Spalten mit einer Weite von

unter 5 cm sind für das Pflanzenwachstum optimal, da sich in ihnen Detritus ansammeln kann.

Die Exposition hat einen geringeren Einfluss auf die Pflanzenarten als die Variabilität der Mikrohabitate (LARSON 2000b, S. 210). Die häufigeren Felsbewohner kommen oft in allen Expositionen vor. Wichtig ist die Exposition für seltene Arten an thermischen Sonderstandorten.

2.6 Flora

Die Flora in Felswänden ist nicht besonders produktiv, kann aber sehr artenreich sein. In der alpinen Stufe unterscheiden sich die Wuchsbedingungen in der Felswand allerdings weniger von denen der Umgebung als im Tiefland. Hier verschwimmen die Grenzen zwischen der Felsvegetation und anderen alpinen Vegetationseinheiten.

Durch die Heterogenität der Mikrohabitate entsteht ein Mosaik verschiedener, sehr kleinräumiger Vegetationseinheiten, die sich aber über weite Flächen ständig wiederholen (KUNTZ UND LARSON 2006b, LARSON ET AL. 2000b).

Die Flora setzt sich fast ausschließlich aus perennierenden Pflanzen zusammen (LARSON ET AL. 2000b, S. 181), es bilden sich stabile Gesellschaften, in denen die Etablierung neuer Individuen extrem schwierig ist (LARSON ET AL. 2000b, S. 234). Nach Störungen wird der ursprüngliche Zustand allerdings relativ schnell wieder erreicht (URSIC ET AL. 1997).

2.7 Erschließung, Tourismus

Die Plätzwiese ist durch eine Mautstraße erschlossen. Die Zufahrt zum Parkplatz unweit des Gasthofs Plätzwiese ist vom 20. September bis 10. Juli ganztägig erlaubt. Zwischen 10. Juli und 20. September ist die Straße von 10.00 Uhr bis 16.00 Uhr geschlossen. Vor 10.00 Uhr wird eine Mautgebühr eingehoben (AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL 1980).

Von 10 Uhr bis 17 Uhr verkehrt ein Shuttlebus vom Gasthof Brüggele im Halbstundentakt.

Nächtigungsmöglichkeiten gibt es im Gasthof Brüggele und, auf der Plätzwiese, im Gasthof Plätzwiese, im Hotel Hohe Gaisl und in der Dürrensteinhütte. Die stärkste Besucherfrequenz herrschte in den Sommern 2006 und 2007 zwischen dem Parkplatz und der Dürrensteinhütte (persönliche Beobachtung). Weitere Anziehungspunkte waren der Gipfel des Dürrensteins und der Dolomitenhöhenweg Nr. 3, wobei der Dolomitenhöhenweg weit weniger stark besucht wurde, als der Gipfel.

2.8 Naturschutz

Naturpark Fanes-Sennes-Prags

Das gesamte Untersuchungsgebiet lag im Naturpark Fanes-Sennes-Prags, der einen Großteil der Pragser Dolomiten umfasst.

In den 1970er Jahren wurde dem Erschließungsdruck in Südtirol, der vor allem im Hinblick auf Schigebiete sehr hoch war, die Naturparkidee entgegengesetzt. Das Südtiroler Naturparkkonzept beruht auf den folgenden Richtlinien (SCHWEIGGL UND SCHREINER 1993, S. 8 f.):

- Naturparke enthalten weder intensiv genutzte Wirtschaftsflächen noch Dauersiedlungen. Sie umfassen extensiv genutztes Kulturland, im wesentlichen Wald- und Almgebiete und alpine bis hochalpine Naturlandschaften.
- Die traditionelle Kulturlandschaft soll erhalten bleiben, bei der Bodennutzung muss aber auf die Erfordernisse des Natur- und Landschaftsschutzes eingegangen werden.
- Bautätigkeit im Naturpark ist verboten. Ausnahme sind Bauten, die im Zusammenhang mit Land- und Forstwirtschaft stehen.
- Naturparkbesucher dürfen keine Pflanzen, Pilze, Mineralien oder Fossilien sammeln. Camping ist verboten, es gelten weitgehend Fahrverbote.

Die Verwaltung der Naturparke erfolgt durch eine eigene Landesbehörde, das Amt für Naturparke mit Sitz in Bozen (AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL 1980).

Der Naturpark Fanes-Sennes-Prags wurde im Jahr 1980 entgegen massiven Erschließungsinteressen auf der Plätzwiese ins Leben gerufen. Er dient insbesondere auch dem Schutz der alpinen Matten- und Treppenrasen, der Schutthalden und der Felsvegetation. Pflanzenarten der Felsvegetation von besonderem Interesse für den Naturpark sind: *Androsace hausmannii*, *Aquilegia einseleana*, *Leontopodium nivale ssp. alpinum*, *Paederota bonarota*, *Physoplexis comosa* und *Potentilla nitida*.

Fauna Flora Habitat Richtlinie

Laut FFH - Richtlinie zu schützende Felslebensräume sind (LASSEN UND WILHALM 2004, S. 106. ff.):

8120 Kalk- und Kalkschieferschutthalden der montanen bis alpinen Stufe (*Thlaspietea rotundifolia*)

8210 Kalkfelsen mit Felsspaltenvegetation

Beide Lebensraumtypen sind in Südtirol gut vertreten und nicht gefährdet. Zu den Kalkfelsen heißt es aber in LASSEN UND WILHALM (2004):

Da dieses Habitat reich an Endemiten ist, sind bei eventuellen Eingriffen entsprechende Kenntnis und Vorsicht geboten.

Der Lebensraumtyp „Kalk- und Kalkschieferschutthalden der montanen bis alpinen Stufe“ nimmt im Naturpark Fanes - Sennes - Prags 19% der Fläche ein, Kalkfelsen mit Felsspaltenvegetation nehmen 17% der Fläche ein. Beide Typen sind somit im Naturpark sehr prominent vertreten, der Erhaltungszustand und die Repräsentativität werden als „hervorragend“ eingestuft.

An die Klettergärten Kirchler und Plätzwiese grenzen ausgedehnte Flächen an, die als Lebensraumtyp 8120 beziehungsweise 8210 mit sehr gutem Erhaltungszustand ausgewiesen sind.

3 Material und Methoden

3.1 Vegetationsaufnahmen

Sämtliche Aufnahmen wurden in existierenden Sportkletterrouten mit einer Bewertung von V- bis VII- nach UIAA (UIAA 2007) durchgeführt. In den meisten Fällen wurde die Route im Aufstieg geklettert und beim Abseilen aufgenommen. Einige Routen konnten von oben eingehängt werden. Ein Teil dieser Routen wurde aus Zeitgründen zunächst beim Abseilen aufgenommen und anschließend im Toprope geklettert.

Die Vegetation wurde in Transekten im rechten Winkel zur Kletterroute aufgenommen. Jedes Transekt hatte eine Ausdehnung von 150 x 100 cm und wurde in sechs 25 x 100 cm große Plots gegliedert. Für jede Teilfläche wurde eine komplette Artenliste erstellt. Zu jeder Art wurden die Deckung und der Wuchsort erhoben, die Deckung wurde auf 0,1% genau geschätzt. Bei den Wuchsorten wurde zwischen Spalten, Absätzen und Löchern unterschieden. Arten, die sich nicht auf einen Wuchsort beschränkten, erhielten für jeden Wuchsort einen eigenen Deckungswert. Als Absätze wurden relativ flache bis ebene Flächen im Fels aufgefaßt, die mit Erde oder Feinmaterial bedeckt waren, oder (nach subjektiver Beurteilung) sein hätten können.

Als Hilfe zur Deckungsschätzung wurden, neben einem 5 x 5 cm Raster (25 cm² entsprachen einem Prozent einer Teilfläche), transparente Schablonen mit aufgedruckten Prozentwerten in 0,4% Schritten für verschiedene Formen (Kreis, Ellipse, Quadrat und Rechteck) verwendet. Eine Beschreibung der Schablonen, befindet sich im GLORIA Field Manual auf der Seite 25 (Box 8.5) und in Anhang 1 (Abbildungen AI.3a/b). (PAULI ET AL. 2004)

Je nach Länge der Seillänge wurden ein bis drei, einmal vier („Genuss plus“ im Klettergarten Kirchler) Transekte pro Seillänge erhoben. Die Seillänge wurde dabei „gleichmäßig“ aufgeteilt, das heißt sie wurde bei zwei Transekten in drei Teilstücke gleicher Länge geteilt. Die Transekte wurden jeweils zwischen den einzelnen Teilstücken platziert. Damit wurde sichergestellt, dass die Vegetationsaufnahmen gleichmäßig über die Routen verteilt wurden, ohne Effekte des Standplatzes, oder Tops zu erfassen. Zusätzlich wurden Transekte am Einstieg aufgenommen, wobei die Unterkante des Transektes 50 cm über

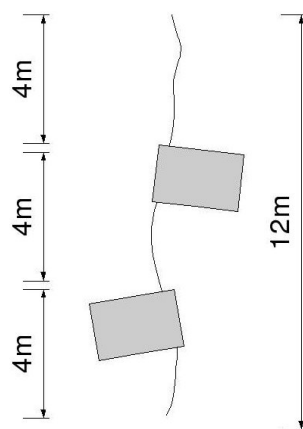


Abbildung 3.1: Anordnung der Transekte

dem Boden platziert wurde. Diese Transekte werden im Folgenden als Wandfußtransekte bezeichnet. Die Orientierung der Transekte erfolgte abwechselnd nach rechts und nach links.

Die Auswahl der Routen erfolgte subjektiv nach praktischen Kriterien. Ausgewählt wurde vor allem nach Schwierigkeit der Route, Nässe und Entfernung zu den Nachbar-routen: Aufgenommen wurden Routen mittlerer Schwierigkeit (V- bis VII-), die nicht offensichtlich innerhalb von Tintenstrichen lagen und einen ausreichenden Abstand zu Nachbar-routen aufwiesen. Als wünschenswerte Minimaldistanz zur Nachbarroute wurden 3 m definiert. Diese Mindestdistanz konnte vor allem im Klettergarten Brüggele nicht immer eingehalten werden.

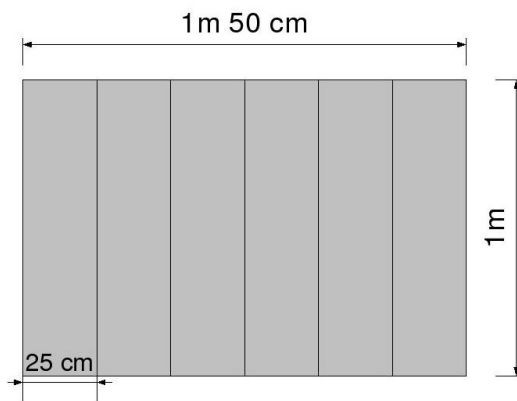


Abbildung 3.2: Teilflächen eines Transektes

In allen 3 Klettergärten wurden beinahe alle Routen aufgenommen, die den oben genannten Kriterien entsprachen.

Es wurden insgesamt 90 Transekte aufgenommen, pro Klettergarten 30. Davon wurden 18 Transekte am Einstieg aufgenommen, pro Klettergarten 6.

Jedes Transekt wurde fotografisch dokumentiert.

Die Nomenklatur der Gefäßpflanzenarten richtet sich nach der 2. Auflage der Exkursionsflora für Österreich, Liechtenstein und Südtirol. (FISCHER ET AL. 2005)

3.2 Umweltparameter

Zu jedem Transekt wurden die Seehöhe, die Exposition, die Inklinatation, die Routenart (anliegend, senkrecht oder überhängend) und die klettertechnische Schwierigkeit der Route nach UIAA erfasst.

Die Seehöhe wurde mit einem mechanischen *Silva ADC Ridge* Höhenmesser festgestellt. Das Gerät zeigt die Höhe mit einer Auflösung von 20 m und einer Genauigkeit von ± 30 m an. Die Höhenangaben sind daher eher als grobe Richtwerte zu betrachten. In Bereichen, die unter der Genauigkeit des Höhenmessers liegen (so zum Beispiel im gesamten Klettergarten Brüggele) wurden die Angaben aufgrund der Länge des ausgegebenen Seiles und der Neigung der Route geschätzt. Angaben zur relativen Höhe in der Wand (Differenz vom Einstieg zum Transekt) beruhen daher zum größten Teil auf Schätzwerten.

Die Exposition und die Inklinatation wurden mit einer Bussole mit integriertem Neigungsmesser (*Recta DP6*) gemessen. Die Exposition war in den allermeisten Fällen für das ganze Transekt einheitlich. Bei Abweichungen wurde die vorherrschende Exposition gemessen. Die mittlere Inklinatation wurde direkt am Frequenzrahmen (vergleiche Punkt

3.1) gemessen.

Bei der Routenart wurde zwischen „anliegend“, „senkrecht“ und „überhängend“ unterschieden. Die meisten aufgenommenen Routen waren senkrecht. Die klettertechnische Schwierigkeit bezeichnet die schwierigste Stelle der Route und sagt somit nicht zwingend etwas über die Bedingungen auf Höhe des Transektes aus. Sie kann aber als grobes Maß für die Attraktivität der Route und die Besucherfrequenz, sowie für die Verfügbarkeit von Mikrohabitaten (vor allem Spalten) herangezogen werden (FARRIS 1998). Die Bewertung folgte größtenteils dem AVS Führer „Sportklettern in Südtirol“ (WENTER UND GASTEIGER 2003), mit Korrekturen durch eigene Beobachtungen und Rücksprachen mit Erwin Steiner.

Für jede Teilfläche wurde die Länge der Spalten [cm], die Fläche der Absätze [cm²] und die Anzahl der Löcher erhoben.

3.3 Datenverwaltung und Statistik

Datenverwaltung

Die Daten wurden mit einer *MS Access* Datenbank verwaltet. Einzelne Tabellenoperationen erfolgten mit *MS Excel*.

Statistik

Die Datenanalyse erfolgte mit *R* (R DEVELOPMENT CORE TEAM 2005). Die R-Skripte der durchgeführten statistischen Analysen befinden sich im Anhang.

Der Einfluss der relativen Höhe des Transektes auf die Artenzahl wurde mit einem einfachen linearen Modell (Gleichung 3.1) getestet. Um die Voraussetzungen für das lineare Modell zu erfüllen wurde die Variable „Artenzahl“ transformiert (Box-Cox Transformation).

$$\text{Artenzahl}_i = \beta_0 + \beta_1 \text{relative Höhe} + \epsilon_i \quad (3.1)$$

Der Unterschied zwischen der Artenzahl in den Wandfußaufnahmen und der Artenzahl in den übrigen Aufnahmen wurde mit dem U-Test nach Mann und Withney getestet, der Einfluss der Neigung auf die Deckung, sowie der Einfluss der relativen Höhe des Transektes auf die Deckung mit einfachen linearen Modellen, analog zu Gleichung 3.1. Die Deckungsdaten wurden transformiert (Box - Cox Transformation).

Der Zusammenhang zwischen der Entfernung von der Kletterroute und der Fläche der Absätze, beziehungsweise der Spaltenlänge, wurde mit einfachen linearen Modellen getestet. Dabei wurden nur Plots mit Absätzen, beziehungsweise mit Spalten, berücksichtigt. Die Fläche der Absätze und die Länge der Spalten wurden logarithmisch transformiert.

Unterschiede zwischen den Klettergärten wurden mittels Kovarianzanalyse getestet. Hierbei wurde der Einfluss des Klettergartens auf die Deckung auf Absätzen und in Spalten getrennt behandelt. Die Klettergärten wurden als Faktor codiert, die Fläche der Absätze, beziehungsweise die Spaltenlänge, als Kovariate. Als Post-Test wurde Tukeys HSD Test verwendet.

Plots ohne Absätze und solche mit sehr kleinen (unter 50 cm²), unbewachsenen Absätzen wurden nicht in die Berechnung des Einflusses auf die Deckung auf Absätzen

einbezogen. Die Deckungswerte wurden logarithmus- und wurzeltransformiert. Die Fläche der Absätze wurde logarithmus transformiert.

In die Berechnung des Einflusses der Klettergarten auf die Deckung in Spalten wurden nur Plots mit Spalten einbezogen. Die Deckungswerte und die Spaltenlänge wurden Logarithmus- und wurzeltransformiert.

Um den Einfluss der Entfernung von der Kletterroute auf die Deckung zu testen, wurden Hierarchische Lineare Modelle verwendet (RAUDENBUSH UND BRYK 2002). Absätze und Spalten wurden wiederum getrennt behandelt.

Gleichung 3.2 beschreibt die Beziehung der Deckung auf Absätzen [cm²] zur Fläche der Absätze [cm²] und der Entfernung von der Route. Da Deckung und Spaltenlänge innerhalb eines Transektes, aber auch innerhalb eines Klettergartens voneinander abhängen, wurden die Gruppierungsfaktoren „Transekt“ und „Klettergarten“ eingeführt. Dabei wurden unterschiedliche Mittelwerte der Deckung in den verschiedenen Transekten und Klettergarten berücksichtigt.

$$\text{Deckung}_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}\text{Absätze} + \beta_{2j}\text{Entfernung} + \epsilon_{ij} \quad (3.2)$$

Gleichung 3.3 zeigt das Level 2 Modell zur Gruppierung.

$$\begin{aligned} \beta_{0j} &= \gamma_{00} + \gamma_{01}\text{Transekt} + \gamma_{02}\text{Klettergarten} + u_{0j} \\ \beta_{1j} &= \gamma_{10} \\ \beta_{2j} &= \gamma_{20} \end{aligned} \quad (3.3)$$

Gleichung 3.4 beschreibt die Beziehung der Deckung zur Fläche der Absätze, Gleichung 3.5 das entsprechende Level 2 Modell.

$$\text{Deckung}_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}\text{Absätze} + \epsilon_{ij} \quad (3.4)$$

$$\begin{aligned} \beta_{0j} &= \gamma_{00} + \gamma_{01}\text{Transekt} + \gamma_{02}\text{Klettergarten} + u_{0j} \\ \beta_{1j} &= \gamma_{10} + u_{1j} \end{aligned} \quad (3.5)$$

Zum Erstellen des Hierarchischen Linearen Modells wurde nur ein Teil der Daten verwendet. Transekte, die weniger als drei Plots mit Absätzen aufwiesen und gänzlich unbewachsene Transekte wurden aussortiert. Außerdem wurden nur Transekte verwendet, bei denen der Abstand zur Nachbarroute in Richtung des Transektes mindestens 2 m betrug.

Um die Modellvoraussetzungen zu erfüllen, wurden die Deckungswerte logarithmisch- und wurzeltransformiert, die der Absätze wurde logarithmisch transformiert. Die transformierten Daten wurden zentriert.

Das Modell ohne Einfluss der Entfernung wurde mittels Varianzanalyse mit dem Modell mit Einfluss der Entfernung verglichen (Gleichung 3.2 und 3.4).

Die Hierarchischen linearen Modelle zur Ermittlung des Einflusses der Entfernung von

der Kletterroute auf die Deckung in Spalten enthielten neben den Variablen „Entfernung“ und „Spalten“ auch die Interaktion zwischen der Entfernung und der Spaltenlänge. Gleichung 3.6 beschreibt die Beziehung der Deckung in Spalten [cm²] zur Spaltenlänge [cm] und der Entfernung von der Kletterroute [cm].

$$\text{Deckung}_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}\text{Spalten} + \beta_{2j}\text{Entfernung} + \beta_{2j}\text{Entfernung} \times \text{Spalten} + \epsilon_{ij} \quad (3.6)$$

Gleichung 3.7 zeigt das Level 2 Modell zur Gruppierung.

$$\begin{aligned} \beta_{0j} &= \gamma_{00} + \gamma_{01}\text{Transekt} + \gamma_{02}\text{Klettergarten} + u_{0j} \\ \beta_{1j} &= \gamma_{10} \\ \beta_{2j} &= \gamma_{20} \\ \beta_{3j} &= \gamma_{30} \end{aligned} \quad (3.7)$$

Gleichung 3.8 beschreibt die Beziehung der Deckung zur Spaltenlänge, das Level 2 Modell entspricht Gleichung 3.5.

$$\text{Deckung}_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j}\text{Spalten} + \epsilon_{ij} \quad (3.8)$$

Transekte, die weniger als vier Plots mit Spalten aufwiesen, gänzlich unbewachsene Transekte, sowie Transekte mit weniger als 2 m Abstand zur Nachbarroute in Richtung des Transektes wurden aussortiert.

Die Deckungswerte wurden logarithmisch- und wurzeltransformiert, die transformierten Deckungswerte und die Spaltenlängen wurden zentriert.

Das Modell ohne Einfluss der Entfernung wurde mittels Varianzanalyse mit dem Modell mit Einfluss der Entfernung verglichen (Gleichung 3.2 und 3.4).

Da alle Berechnungen mit dem selben Datensatz durchgeführt wurden, wurden die Signifikanzschwellen durch die „False Discovery Rate“ nach Benjamini-Hochberg angepasst. Alle Berechnungen außer den (nicht signifikanten) Vorerhebungen zu den Umweltparametern (relative Höhe in der Wand, Einfluss der Neigung auf die Deckung) wurden bei der Ermittlung der jeweiligen Signifikanzschwelle berücksichtigt. Die angepasste Signifikanzschwelle wird im Folgenden als „Signifikanzschwelle“ angegeben.

4 Ergebnisse

4.1 Arten

Frequenzdaten

Von den 540 aufgenommenen Plots waren 69,4% bewachsen. Es wurden insgesamt 34 Gefäßpflanzenarten aufgenommen, wovon nur ein Drittel (32,4%) in mehr als 5% der bewachsenen Plots vorkam. Tabelle 4.1 listet die häufigen Arten auf, Tabelle 4.2 listet die Taxa auf, die in weniger als 5% der Plots gefunden wurden.

Tabelle 4.1: In den untersuchten Klettergarten häufige Arten

Art	Frequenz [%]	Wuchsort	Naturschutz	Rote Liste
<i>Sesleria sphaerocephala</i>	19,6	S ¹ , A ²	-	-
<i>Paederota bonarota</i>	19,3	S, A	-	LC ³
<i>Carex mucronata</i>	18,0	S	-	-
<i>Carex firma</i>	11,9	A	-	-
<i>Potentilla nitida</i>	10,9	S, A	-	-
<i>Bellidiastrum michelii</i>	9,8	S, A	-	-
<i>Valeriana elongata</i>	8,7	S	-	-
<i>Valeriana saxatilis</i>	5,6	S, A	-	-
<i>Saxifraga squarrosa</i>	5,2	S	-	LC

¹ Spalten

² Absätze

³ Least concern: Nicht gefährdet (WILHALM UND HILPOLD 2006)

Dabei muss beachtet werden, dass nicht alle Arten in allen Klettergärten vorkamen. So waren zum Beispiel *Physoplexis comosa* und *Aquilegia einseleana* aufgrund der Höhenlage auf den Klettergarten Brüggele beschränkt, wo sie aber zu den häufigeren Arten zählten. Andere Arten kamen in der Umgebung häufig vor, sind aber keine typischen Felsbewohner (z.B. *Globularia cordifolia* und *Persicaria vivipara*). Oder sie kamen nur an bestimmten, selteneren Mikrohabitaten innerhalb der Felswand vor, wie zum Beispiel *Viola biflora* in Balmen am Wandfuß und an feuchten Sonderstandorten innerhalb der Wand.

Mehr als die Hälfte der Plots mit Bewuchs (60.5%) waren nur von einem oder von zwei Taxa bewachsen. Im artenreichsten Plot wurden 11 Taxa gefunden.

Tabelle 4.2: In den untersuchten Klettergärten seltene Taxa

Art	Frequenz [%]	Wuchsort	Naturschutz	Rote Liste
<i>Physoplexis comosa</i>	4,1	S ¹	ST ⁴ , Anh.IV ⁵	LC ⁶
<i>Rhodothamnus chamaecistus</i>	4,1	S, A ²	-	-
<i>Soldanella minima</i>	2,6	A	-	-
<i>Sesleria albicans</i>	1,7	S	-	-
<i>Asplenium ruta-muraria</i>	1,7	S	-	-
<i>Phyteuma sieberi</i>	1,5	S	-	LC
<i>Cystopteris fragilis</i>	1,5	S	-	-
<i>Helianthemum alpestre</i>	1,3	S	-	-
<i>Minuartia cherlerioides</i>	1,1	S	-	-
<i>Pinguicula alpina</i>	1,1	S, A, L ³	-	-
<i>Pinus mugo</i>	0,9	S, A, L	-	-
<i>Viola biflora</i>	0,9	S, A	-	-
<i>Aquilegia einseleana</i>	0,7	S	ST	LC
<i>Salix waldsteiniana</i>	0,7	S, A	-	-
<i>Gentiana terglouensis</i>	0,6	L, S	ST	LC
<i>Gypsophila repens</i>	0,6	S	-	-
<i>Trisetum alpestre</i>	0,6	S	-	-
<i>Campanula cochleariifolia</i>	0,4	S	-	-
<i>Dryas octopetala</i>	0,4	A	-	-
<i>Leontopodium nivale</i> ssp. <i>alpinum</i>	0,4	A	ST	-
<i>Arabis pumila</i> agg.	0,2	A	-	-
<i>Draba tomentosa</i>	0,2	A	-	-
<i>Globularia cordifolia</i>	0,2	S	-	-
<i>Persicaria vivipara</i>	0,2	A	-	-
<i>Saxifraga caesia</i>	0,2	S	-	-

¹ Spalten² Absätze³ Löcher⁴ In Südtirol geschützte Pflanze (PROVINZ BOZEN 2008)⁵ Anhang IV der FFH-Richtlinie (RICHTLINIE 92/43/EWG 1992)⁶ Least concern: Nicht gefährdet (WILHALM UND HILPOLD 2006)

Vergleich mit der umgebenden Felsvegetation

Das Artenspektrum in den Klettergärten stellte im Wesentlichen einen Ausschnitt des Artenspektrums der umgebenden Felsvegetation dar. Die Aufnahmen im Felsgelände von SUEN enthielten 79 Arten. Als „Aufnahmen im Felsgelände“ werden im Folgenden alle Aufnahmen von SUEN mit einer Neigung von über 50° oder von flacheren Absätzen in Felswänden bezeichnet.

Bis auf *Gypsophila repens* und *Trisetum alpestre* kamen alle Arten der Klettergärten auch in der Felsvegetation der Umgebung vor. Beide Arten kamen in je drei Plots in einer einzigen Kletterroute vor. *Gypsophila repens* in zwei verschiedenen Transekten, davon zwei mal in einem Transekt relativ knapp über dem Boden, *Trisetum alpestre* in einer Wandfußaufnahme. *Gypsophila repens* wurde bei SUEN in vier Aufnahmen im Schutt mit Feinmaterial, unweit des Fundortes im Klettergarten beobachtet.

Die Aufnahmen von SUEN im Felsgelände der gleichen Höhenstufe (unter 2400 m) und Exposition, enthielten insgesamt 37 Arten, also nur drei mehr als die Transekte in den Klettergärten. 25 Arten davon kamen in den Klettergärten und in der unmittelbaren Umgebung vor. Die häufigeren Arten der Klettergärten (vergleiche Tabelle 4.1) kamen durchwegs auch in der umgebenden Felsvegetation vor, ebenso wie fast alle geschützten Arten und Arten mit naturschutzfachlicher Bedeutung der Klettergärten (vergleiche Tabelle 4.1 und 4.2). Von den geschützten Arten mit naturschutzfachlicher Bedeutung wurde von SUEN lediglich *Gentiana turgidula* nicht in Felsaufnahmen vergleichbarer Höhe und Exposition gefunden, wohl aber in anderen Aufnahmen im Felsgelände.

Umgekehrt kamen elf Arten der vergleichbaren Felsaufnahmen in keinem der Klettergartentransekte vor. Mehr als die Hälfte dieser Arten sind typisch für Fels- und/oder Schutthabitate und könnten daher potentiell auch in den Klettergärten vorkommen. Drei der fels- und schuttbewohnenden Arten, nämlich *Arabis alpina*, *Saxifraga sedoides* und *Silene pusilla* ssp. *pusillum*, bevorzugen feuchte Standorte. Die anderen drei, *Asplenium viride*, *Gentiana clusii* und *Trisetum alpestre*, sind gängige Felsarten, die zum Teil auch in alpinen Rasen und in Geröllhalden vorkommen (*G. clusii* und *T. alpestre*) (FISCHER ET AL. 2005).

Bei den übrigen Arten handelte es sich neben einer Art trockener Rasen (*Carex humilis*), und einer Art trockener Rasen, Latschengebüsche und Zwergstrauchheiden (*Daphne striata*), um eine Art kalkreicher Magerrasen, Quellfluren und Sumpfwiesen (*Parnassia palustris*), einen Schuttpionier (*Trisetum distichophyllum*) und Keimlinge von *Pinus cembra* (FISCHER ET AL. 2005).

In den vergleichbaren Aufnahmen von SUEN kamen zwei geschützte Arten vor (*Daphne striata* und *Gentiana clusii*), die in keinem der Klettergärten gefunden wurden (AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL 2001), aber keine seltenen oder bedrohten Arten (WILHALM UND HILPOLD 2006).

Ein direkter Vergleich der Artenlisten ist allerdings nur bedingt zulässig, da nur 28 Vegetationsaufnahmen von SUEN im Felsgelände der gleichen Höhenstufe und Exposition lagen, wovon wiederum nur 10 eine Neigung von über 50° aufwiesen.

Tabelle A.4 im Anhang listet alle Arten der Klettergärten und der umgebenden Felsvegetation samt ihrer Wuchsform auf.

Die allermeisten Arten, sowohl im Klettergarten als auch in der Umgebung, waren Hemikryptophyten (26 Arten) oder Chamaephyten (14 Arten). Die übrigen fünf Arten

waren Nanophanaerophyten (3) und Phanaerophyten (2).

Wuchsorte

Bei den Wuchsorten wurde zwischen Spalten, Absätzen und Löchern unterschieden. Verschiedene Arten zeigten unterschiedliche, oft sehr klare Affinitäten zu den Wuchsorten im Fels. Arten, die mehr als 70% ihrer Gesamtdeckung an einem bestimmten Wuchsort zeigten, werden im Folgenden dem betreffenden Wuchsort zugeordnet. Die meisten Arten (16) wuchsen vorwiegend in Spalten, sieben Taxa wuchsen vorwiegend auf Absätzen, 8 Arten zeigten auf Absätzen und in Spalten in etwa die gleichen Deckungswerte. Kein einziges Taxon bevorzugte Löcher als Wuchsort, lediglich *Gentiana terglouensis*, eine Art die vorwiegend in subalpinen bis alpinen Magerrasen und Felschuttfuren wächst (FISCHER ET AL. 2005, SCHRÖTER 1926), wurde zu gleichen Teilen in Löchern und Spalten gefunden.

Vorwiegend auf Absätzen wuchsen neben den Fels- und Schuttspezialisten *Arabis pumila* agg. und *Draba tomentosa* typische Arten der Windkanten (*Carex firma* und *Dryas octopetala*), sowie der alpinen Rasen (*Leontopodium nivale* ssp. *alpinum*, *Persicaria vivipara*) und Schneeböden (*Soldanella minima*)(FISCHER ET AL. 2005, SCHRÖTER 1926). Die häufigste Art auf Absätzen war die namensgebende Art der Windkantengesellschaften, *Carex firma*.

Die meisten häufigen Arten (5 von 9) wuchsen in etwa zu gleichen Teilen auf Absätzen und in Spalten. Bis auf *Bellidiastrum michelii*, eine Art der alpinen Rasen und Quellfuren, handelt es sich hierbei durchwegs um Felsspezialisten (*Paederota bonarota* und *Valeriana saxatilis*), oder um Arten der Fels- und Schuttfuren (*Potentilla nitida* und *Sesleria sphaerocephala*). Unter den selteneren Arten (Frequenz unter 5%) auf Absätzen und in Spalten fanden sich neben einer Art der Fels- und Schuttfuren (*Rhodothamnus chamaecistus*) auch zwei Arten mit Affinität zu Gebüsch (Salix waldsteiniana, Viola biflora)(FISCHER ET AL. 2005, SCHRÖTER 1926).

Viele Arten, darunter drei der häufigeren, kamen hauptsächlich in Spalten vor. Die Häufigen waren auch hier, bis auf *Carex mucronata*, die auch in trockenen Magerasen vorkommt, Spezialisten der Fels- und Schuttvegetation (*Valeriana elongata* und *Saxifraga squarrosa*). Unter den selteneren Arten gab es neben drei reinen Felsspezialisten (*Physoplexis comosa*, *Asplenium ruta-muraria* und *Phyteuma sieberi*) wieder Arten der Fels- und Schuttfuren (*Cystopteris fragilis*, *Minuartia cherlerioides*, *Gypsophila repens* und *Campanula cochleariifolia*), aber auch typische Arten der Rasen (*Sesleria albicans* und *Trisetum alpestre*) und Arten der Schutthalden mit Affinität zu Rasengesellschaften (*Helianthemum alpestre*) oder Gebüsch (*Aquilegia einseleana*)(FISCHER ET AL. 2005, SCHRÖTER 1926).

Zwei Arten, nämlich *Pinguicula alpina* und *Pinus mugo* zeigten sich gänzlich indifferent. *P. mugo* kam ausschließlich als Keimling vor.

Geschützte und gefährdete Arten

Der Artenschutz in Südtirol richtet sich vor allem gegen die Bedrohung durch Sammeln. Daher sind die attraktiven Arten wie *Aquilegia einseleana*, *Leontopodium nivale*

ssp. *alpinum*, alle *Gentiana* sp. und *Physoplexis comosa*, unabhängig von ihrer naturschutzfachlichen Wertigkeit, geschützt.

Keine der in den Klettergarten vorgefundenen Arten gilt als gefährdet (vergleiche Tabelle 4.1 und 4.2), einige Arten wurden aber aufgrund ihrer besonderen Schutzwürdigkeit dennoch als „nicht gefährdet“ in die Rote Liste der Gefäßpflanzen Südtirols (WILHALM UND HILPOLD 2006) aufgenommen. Es handelt sich dabei durchwegs um Endemiten der Südostalpen mit bedeutenden Vorkommen in den Südtiroler Dolomiten.

Die meisten der in der Roten Liste angeführten Pflanzen kamen in den Klettergarten regelmäßig vor. *Paederota bonarota* war in den sonnigen Felsen der beiden höheren Klettergarten (Kirchler und Plätzwiese) neben *Sesleria sphaerocephala* die „Allerweltpflanze“. Eine Sonderstellung nahmen *Physoplexis comosa* und *Aquilegia einseleana* ein, die im Klettergarten Brüggele recht häufig vorkamen, aber im Gegensatz zu Exemplaren in der direkten Umgebung nicht im blühenden oder fruchtenden Zustand auftraten.

4.2 Deckung und Artenvielfalt

Die Deckungsdaten waren sehr rechtsschief verteilt. Das heißt, es gab verhältnismäßig viele Plots mit sehr wenig, oder gar keiner Deckung. Die Verteilung der Wuchsorte, also der Absätze und Spalten, war sehr ähnlich: Auch hier gab es sehr viele Plots mit geringen Absatzflächen, beziehungsweise Spaltenlängen und nur wenige mit großen Flächen, beziehungsweise Längen.

Umweltparameter

Die Parameter „Seehöhe“, „Exposition“ und „Routenart“ lagen im bestehenden Datensatz nur sehr geclustert (Seehöhe) beziehungsweise in zu wenigen verschiedenen Ausprägungen (Exposition und Routenart) vor. Sie wurden daher in die weiteren Berechnungen nicht einbezogen. Die klettertechnische Schwierigkeit der Routen variierte ebenfalls in einem sehr engen Bereich, mit nur wenigen Routen im V. Grad oder darunter, hier wurde daher ebenfalls auf eine weitere Auswertung verzichtet.

Die relative Höhe in der Wand, also die Höhendifferenz vom Einstieg zum Transekt, betrug bis zu 80 m (Median 8 m). Die relative Wandhöhe hatte weder auf die Artenzahl ($p = 0,87$; adjusted $R^2 = -0,011$), noch auf die Deckung ($p = 0,22$; adjusted $R^2 = 0,006$) einen Einfluss. Die Wandfußtransekte waren aber artenreicher als die Transekte in der Wand (Median Wandfuß: 12 Arten, Median Wand: 9 Arten; $p = 0,014$; Signifikanzschwelle = 0,028).

Der Einfluss der Neigung auf die Deckung war nicht signifikant ($p = 0,64$; adjusted $R^2 = -0,01$).

Als wichtige Einflussgröße wurde das Angebot an Wuchsorten in die Berechnungen einbezogen. Die Länge der Spalten [cm] und die Fläche der Absätze [cm²] konnten direkt verwendet werden. Da der Fels in den untersuchten Klettergärten verhältnismäßig wenige Löcher aufwies, von denen wiederum viele nicht bewachsen waren, wurden Löcher bei der Auswertung als 2 cm lange Spalten behandelt.

Die Fläche der Absätze zeigte keinen Zusammenhang mit der Entfernung von der Kletterroute ($p = 0,89$; adjusted $R^2 = -0,004$), die kumulierte Fläche der Absätze blieb

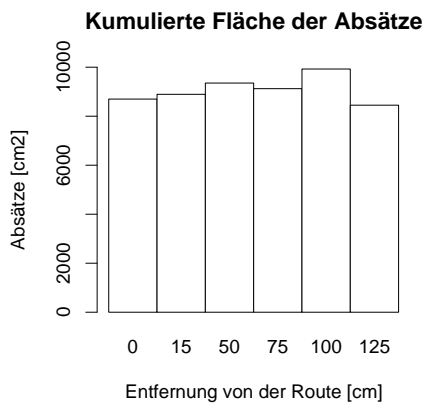


Abbildung 4.1: Absätze vs. Entfernung

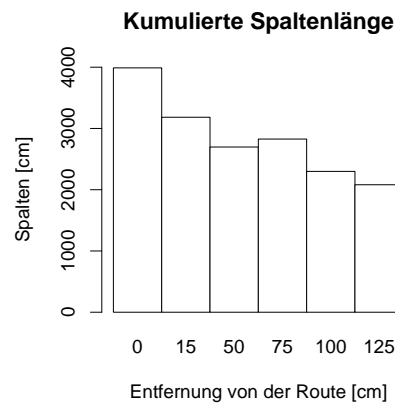


Abbildung 4.2: Spalten vs. Entfernung

mit zunehmender Entfernung von der Kletterroute annähernd konstant (vergleiche Abbildung 4.1). Die Länge der Spalten zeigte eine eindeutige Abnahme mit der Entfernung von der Kletterroute ($p = 0,006$; Signifikanzschwelle = $0,022$; adjusted $R^2 = 0,016$), der Erklärungswert ist allerdings recht gering. Die kumulierte Spaltenlänge nahm von der Route ausgehend relativ kontinuierlich ab (Abbildung 4.2).

Klettergärten

Die Deckung auf Absätzen unterschied sich signifikant zwischen den verschiedenen Klettergärten ($p < 0,001$; Signifikanzschwelle = $0,0056$). Die höchste Deckung wiesen die Absätze des Klettergartens Kirchler auf, der sich sowohl vom Klettergarten Brüggele ($p < 0,001$), als auch vom Klettergarten Plätzwiese ($p = 0,0017$) unterschied. Im Klettergarten Plätzwiese war die Deckung auf Absätzen ebenfalls höher als im Klettergarten Brüggele, der Unterschied war aber nicht signifikant ($p = 0,1253$).

Die Deckung in Spalten unterschied sich nicht zwischen den verschiedenen Klettergärten ($p = 0,1085$; Signifikanzschwelle = $0,044$).

Entfernung von der Kletterroute

Ein möglicher Einfluss der Entfernung von der Kletterroute auf die Artenzahl wurde nicht untersucht, da die Artenzahlen in den Plots zu klein waren. Der Median betrug eine Art, in 453 (von 540) Plots wurden nur drei oder weniger Arten gefunden. Der Einfluss der Entfernung von der Kletterroute auf die Deckung wurde ausgewertet.

Absätze

33 Transekte wiesen einen ausreichenden Abstand von der Nachbarroute auf, waren bewachsen und hatten Absätze in mindestens drei ihrer Plots. Tabelle 4.2 zeigt die Ergebnisse des Hierarchischen Linearen Modells aus Gleichung 3.2.

Die Fläche der Absätze zeigte einen hochsignifikanten Einfluss auf die Deckung ($p < 0,001$; Signifikanzschwelle = $0,039$). Die Deckung nahm zwar, im Gegensatz zur Fläche

Tabelle 4.3: Ergebnisse des Modells Deckung gegen Absätze und Entfernung (Gleichung 3.2)

Variable	Steigung	Standardfehler	DF	α
Entfernung	0,064	0,037	163	0,084
Absätze	0,869	0,070	163	0,000

der Absätze mit der Entfernung von der Kletterroute zu, die Zunahme war aber nicht signifikant ($p = 0,0837$; Signifikanzschwelle = 0,039). Die Modelle mit und ohne die Variable „Entfernung“ unterschieden sich nicht voneinander ($p = 0,0809$; Signifikanzschwelle = 0,033).

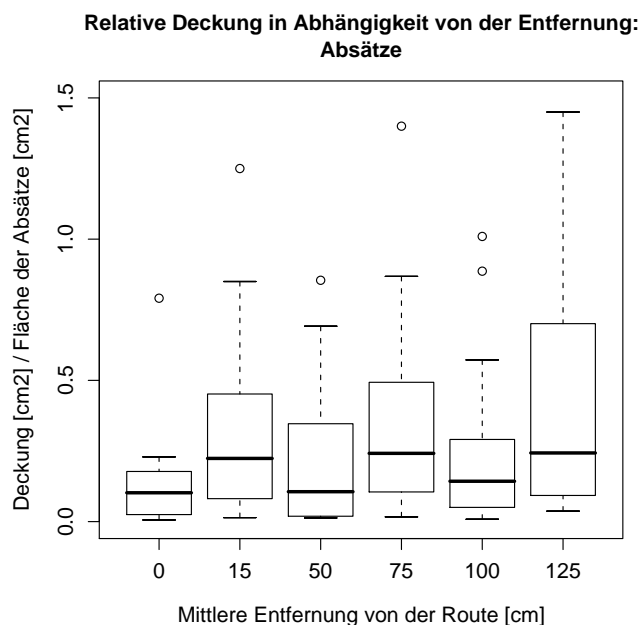


Abbildung 4.3: Deckung gegen Entfernung

Abbildung 4.3 zeigt die Zunahme der relativen Deckung auf Absätzen mit der Entfernung von der Kletterroute.

Spalten

Die inhaltlichen Voraussetzungen (Abstand zur Nachbarroute, mindestens vier Plots mit Spalten, nicht völlig unbewachsen) wurden von 72 Transekten erfüllt. Tabelle 4.2 zeigt die Ergebnisse des Hierarchischen linearen Modells aus Gleichung 3.6.

Der Einfluss der Spaltenlänge auf die Deckung war hochsignifikant ($p < 0,001$; Signifikanzschwelle = 0,011). Die Entfernung von der Kletterroute per se zeigte überhaupt keinen Einfluss auf die Deckung ($p = 0,5686$; Signifikanzschwelle = 0,011), wohl aber die Interaktion der Spaltenlänge und der Entfernung ($p = 0,0012$; Signifikanzschwelle =

Tabelle 4.4: Ergebnisse des Modells Deckung gegen Spalten und Entfernung (Gleichung 3.6)

Variable	Steigung	Standardfehler	DF	α
Entfernung	0,007	0,012	357	0,569
Spalten	0,011	0,001	357	0,000
Interaktion	0,001	0,000	357	0,001

0,011). Die Modelle mit und ohne die Variable „Entfernung“ unterschieden sich signifikant voneinander ($p = 0,0046$; Signifikanzschwelle = 0,017).

Abbildung 4.4 zeigt die Entwicklung der relativen Deckung mit zunehmender Entfernung von der Kletterroute.

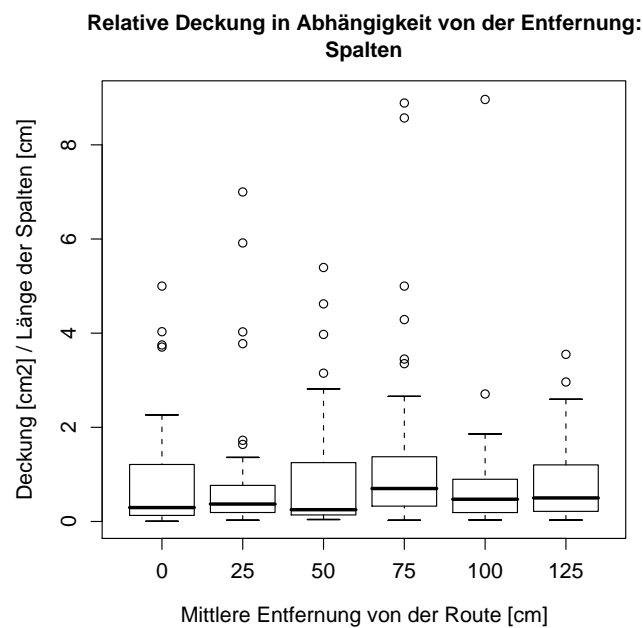


Abbildung 4.4: Deckung gegen Entfernung

5 Diskussion

5.1 Arten

Frequenzdaten

Die Vegetation der untersuchten Klettergärten zeigte, übereinstimmend mit den Arbeiten von KUNTZ UND LARSON (2006a, 2006b) wesentlich mehr seltene Arten (Frequenz unter 5%) als häufige Arten. Der Anteil an Gefäßpflanzenarten mit einer Frequenz über 10% betrug in der vorliegenden Arbeit 14%, das deckt sich in etwa mit jenem bei KUNTZ UND LARSON (2006b). NUZZO (1996) fand 29% der Arten in mehr als 5% der Flächen, wohingegen bei KUNTZ UND LARSON (2006a) nur 13% (gegen 32% in der vorliegenden Arbeit) der Gefäßpflanzenarten in mehr als 5% der Flächen gefunden wurden.

Dieses Ergebnis wird allerdings durch Arten wie *Physoplexis comosa* und *Aquilegia einseleana*, deren Seltenheit als Artefakt der Höhenzonierung angesehen werden kann, etwas verzerrt.

Wuchsorte und Vergleich mit der Umgebung

Wuchsorte

Aufgrund der Deckungsdaten ließen sich klare Affinitäten vieler Arten zu Absätzen oder Spalten feststellen. Dabei überwog die Anzahl der Arten mit Präferenz für einen der beiden Standorte (23) klar die der Arten ohne Präferenz für einen der beiden Standorte (11).

Absätze wurden nie von ausschließlichen Felsspezialisten bevorzugt. Neben der sehr dominanten *Carex firma* kamen weitere Arten der Windkanten und alpinen Rasen vor, aber nur zwei Arten der Fels- und Schutthabitate. Die Felsvegetation zeigte auf Absätzen offenbar am wenigsten Spezialisierung.

Interessant ist die breite ökologische Bandbreite der Arten auf Absätzen. *Carex firma* zeigt mit ihren kleinen, derben Blättern und der dicken Cutikula ebenso Anpassungen an Trockenheit wie *Dryas octopetala*, die ihre ebenfalls derben und unterseits behaarten Blätter bei Trockenheit einrollt. Beide Arten zeigen als typische Windkantenarten Anpassungen in der Wuchsform (Polsterwuchs bzw. Spalierstrauch) und ertragen tiefe Wintertemperaturen ohne Schneeschutz. *Leontopodium nivale* ssp. *alpinum* ist ebenfalls an flachgründige, trockene Standorte angepasst, auch *Draba tomentosa* ist sehr trocken- und frostresistent (SCHRÖTER 1926). Diese Arten stimmen gut mit dem von LARSON ET AL. (2000b) skizzierten ökologischen Profil von Absätzen überein. LARSON ET AL. (2000b) beschreiben Absätze als periodisch trockene Standorte mit geringmächtiger Bodenauflage und wenig Schneeschutz.

Im Gegensatz dazu steht das Vorkommen von *Soldanella minima* in immerhin acht Plots in vier verschiedenen Transekten. *Soldanella minima* ist als Schneebodenart an

feuchte Habitate mit gutem Schneeschutz angepasst. Offenbar gibt es auch auf Absätzen sehr variable Wuchsbedingungen. Denkbar wären besser wasserversorgte Bereiche mit mehr Schneeschutz im Übergangsbereich von der Wand zum Absatz. Außerdem kann *Soldanella minima*, die mit geringeren Deckungswerten auch in Spalten vorkommt, vermutlich das Wasser aus Felsspalten nutzen.

Unter den Arten die in etwa gleichermaßen auf Absätzen und in Spalten vorkamen, war der Spezialisierungsgrad höher. Neben den zwei Felsspezialisten *Paederota bonarota* und *Valeriana saxatilis*, die mit hohen Frequenzen vorkamen, kamen hier auch drei Arten der Fels- und Schuttvegetation vor (*Potentilla nitida*, *Sesleria sphaerocephala* und *Rhodothamnus chamaecistus*). Auch bei diesen Arten gibt es zum Teil Anpassungen an Trockenheit (*Sesleria sphaerocephala* faltet zum Beispiel die Blätter zusammen), es konnte aber eine Tendenz hin zu größeren Blättern und „offeneren“ Wuchsformen beobachtet werden. Die übrigen Arten zeigen ebenfalls eher Tendenzen zu feuchten, zum Teil beschatteten Habitaten (FISCHER ET AL. 2005, SCHRÖTER 1926).

Viola biflora kann dabei als Sonderfall angesehen werden. Sie kam einerseits in tiefen, feuchten Felsspalten in der Wand vor, andererseits in Balmen am Wandfuß, die in der verwendeten Klassifizierung zu den „Absätzen“ gezählt wurden.

Offenbar können die Arten, die auf Absätzen und in Spalten gefunden wurden, Wasser aus den Felsspalten nutzen und haben daher weniger Trockenstress als jene Arten, die auf das Bodenwasser angewiesen sind. Diese Ergebnisse stimmen weitgehend mit der Auffassung von LARSON ET AL. (2000b) überein.

Vorwiegend in Felsspalten wuchsen nicht nur die meisten Arten, sondern auch besonders viele Arten, die auf Fels- und/oder Schutthabitate spezialisiert sind. Davon gehörten *Valeriana elongata* und *Saxifraga squarrosa* zu den häufigeren, Arten wie *Physoplexis comosa* und *Phyteuma sieberi* zu den auffälligeren. Nur zwei der gefundenen Arten (*Sesleria albicans* und *Trisetum alpestre*) haben ihren Schwerpunkt deutlich außerhalb von felsigen Habitaten.

Auch hier reicht die Palette von Arten mit Anpassungen an Trockenheit, wie zum Beispiel *S. albicans* und *Globularia cordifolia* über poikilohydre Arten wie *Asplenium ruta-muraria* zu Arten mit etwas größerem Wasserbedarf wie etwa *Cystopteris fragilis*.

Pinguicula alpina zeigte sich bei der Wahl des Wuchsortes sehr indifferent, sofern genügend Wasser vorhanden war. Ebenso wenig bevorzugte *Pinus mugo* einen der definierten Wuchsorte. *Pinus mugo* kam in den Klettergartentransekten allerdings ausschließlich als Keimling vor. Das steht im Gegensatz zu Aufnahmen aus außeralpinen Gebieten, die zum Teil von sehr alten Wäldern bewachsen sind (LARSON ET AL. 1999, 2000a).

Die Arten der verschiedenen Wuchsorte zeigten unterschiedlich starke Spezialisierungen auf den Lebensraum Felswand. Unter den Arten, die Absätze bevorzugten, waren überhaupt keine Felsspezialisten zu finden. Dagegen war der Anteil an Fels- und Schuttspezialisten unter den Arten, die Absätze und Spalten, oder ausschließlich Spalten besiedelten, relativ hoch. Das legt den Schluss nahe, dass alle Arten, die ihren Verbreitungsschwerpunkt im Fels und/oder Schutt hatten, Felsspalten zumindest nutzen *können*. Daraus resultieren Vorteile wie bessere Wasserversorgung und Verankerung am Substrat. Die Wurzeln können dabei auch in schmalen Spalten sehr tief reichen, wie Abbildung 5.1 anhand des Beispiels von *Potentilla nitida* verdeutlicht. Der Wurzelfilz wurde hier durch einen ausgebrochenen Felsblock sichtbar.



Abbildung 5.1: Wurzelraum von *Potentilla nitida*

Ein Schwachpunkt der vorliegenden Arbeit war die unzureichende Differenzierung der verschiedenen Wuchsorte in zweierlei Hinsicht:

Beim Wuchsort „Absatz“ wurde nicht zwischen Arten unterschieden, die in feinen Rissen oder Spalten auf dem Absatz wurzelten und solchen, die ausschließlich auf die oft dünne Bodenauflage angewiesen waren. Eine solche Differenzierung hätte sicherlich geholfen, die den einzelnen Wuchsorten entsprechenden Artengruppen ökologisch besser voneinander abzugrenzen. Bei den vorliegenden Daten kann lediglich angenommen werden, dass jene Arten, die Absätze und Spalten nutzen, auch auf Absätzen das Wasser aus Spalten nutzen können. Eine Trennung zwischen großen Absätzen mit Grus- und Erdauflage und kleinen Leisten mit einer Größe von wenigen Quadratzentimetern wäre vermutlich auch sinnvoll.

Bei den Spalten wurde nur die Spaltenlänge notiert, nicht aber deren Breite. In der Praxis gab es aber wesentliche Unterschiede zwischen breiteren Spalten, in denen sich Feinmaterial akkumulierte und feinen Haarrissen ohne Feinmaterial oder gar tiefen Klüften mit eigenem Mikroklima. So zeigte beispielsweise *Physoplexis comosa* eine Vorliebe für feine, oft überhängende Haarrisse ohne nennenswertes Feinmaterial, während *Viola biflora* innerhalb der Wand lediglich in tiefen, schattigen Klüften vorkam. Die Spaltentiefe wurde ebenfalls nicht erhoben, obwohl der Verdacht, dass unterschiedliche

Arten Spalten unterschiedlicher Tiefe nutzen, naheliegend wäre.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Wuchskategorien „Absatz“, „Loch“ und „Spalte“ für eine grobe Einteilung der Felsspaltenvegetation recht gut geeignet scheinen. Allerdings bleibt, auch bei Berücksichtigung der oben erwähnten Differenzierungen, die Bandbreite der abiotischen Bedingungen recht groß, vor allem was den Wasserhaushalt, das Strahlungs- und das Störungsregime angeht.

Vergleich mit der Umgebung

Der Anteil jener Arten, die ausschließlich auf Felswände beschränkt sind (FISCHER ET AL. 2005, SCHRÖTER 1926), war mit vier Arten (*Paederota bonarota*, *Physoplexis comosa*, *Asplenium ruta-muraria* und *Physoplexis comosa*) relativ gering. Auffällig ist, dass sich gerade unter diesen vier Arten mit *Paederota bonarota* und *Physoplexis comosa* zwei Endemiten der südöstlichen Kalkalpen befinden. Alle anderen Arten kommen zumindest teilweise auch in anderen, mehr oder weniger ähnlichen Lebensräumen vor. Am prominentesten waren Arten der angrenzenden Schutt- und Rasenflächen in den Felswänden vertreten. Die Standorte dieser Arten außerhalb der Felswände ähneln im Hinblick auf fehlenden Schneeschutz, Flachgründigkeit und periodische Trockenheit meist den Standorten innerhalb der Felswände. Arten aus „exotischeren“ Habitaten wie Schneetälchen, Niedermooren und Gebüschern kamen in den Felswänden an besonders feuchten und teilweise an beschatteten Sonderstandorten vor.

Eine differenzierte ökologische Betrachtung der Arten, die auf Schutt- und Blockhalden sowie in Felswänden vorkommen würde helfen, die Habitatsansprüche dieser Arten besser zu verstehen. Innerhalb der Schutt- und Blockhalden gibt es eine Reihe sehr unterschiedlicher Standorte, die sich vor allem durch die Stabilität und Fraktionsgröße des Substrates auszeichnen.

Bei den Arten, die in Felswänden sowie in alpinen Rasen, Schutthalden und an Windkanten vorkommen, kann davon ausgegangen werden, dass die Populationen in den Felswänden ausreichend mit den Populationen angrenzender Habitate vernetzt sind, obwohl die Ausbreitungsmechanismen der Felsspaltenvegetation laut HAIG ET AL. (2000) nur unzureichend erforscht sind.

Die Vernetzung mit Schutthabitaten war im Untersuchungsgebiet besonders hoch. Das gesamte Gebiet westlich des Dürrensteingipfels, das sogenannte Castello besteht aus einem Mosaik von mehr oder weniger brüchigen Felsen und Schutthalden (AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL 2006a). Der Übergang vom Felsgelände zu steilen, schuttdurchsetzten Flanken und Rinnen ist hier oft relativ unscharf, größere Absätze innerhalb der Wandfluchten sind mit Schutt bedeckt. An stabileren Standorten sind die Felsstandorte mit alpinen Rasen und Windkantenvegetation verzahnt. Diese Situation dürfte der Situation der meisten Dolomitenberge weitgehend entsprechen. Abbildung 5.2 zeigt einen Teil zeigt einen typischen Ausschnitt des Castellos.

Im Gegensatz zu Felsen im außeralpinen Bereich, die Gegenstand zahlreicher Untersuchungen sind (BAUR ET AL. 2007, FARRIS 1998, McMILLAN UND LARSON 2002, McMILLAN ET AL. 2003, MÜLLER ET AL. 2004, NUZZO 1996, RUSTERHOLZ ET AL. 2007), stellen Felsen in der subalpinen und alpinen Stufe der Alpen seltener eine limitierte Ressource dar. Ein besonderes Augenmerk sollte daher auch in den Alpen der Felsvegetation tieferer Lagen gelten. Im Klettergarten Brüggele, der klar in der subalpi-



Abbildung 5.2: Mosaik aus Felsen und Schutt im Castello

nen Stufe liegt, wurden Arten gefunden, die ihre Hauptverbreitung in höheren Regionen haben. Auch in anderen tiefer gelegenen Felswänden wurden nur wenige Arten gefunden, die sich im Wald halten könnten (vergleiche Tabelle A.4). Der Unterschied zwischen der Felsvegetation und der Vegetation der Umgebung ist daher unter der Baumgrenze zwangsläufig größer als über der Baumgrenze. Ob dieser Unterschied generell mit abnehmender Seehöhe zunimmt, konnte aus den vorliegenden Daten nicht abgeleitet werden.

Der Vergleich der Klettergärten mit der Felsvegetation außerhalb der Klettergärten (Tabelle A.4) zeigte weder von der Artenzahl noch von der floristischen Zusammensetzung gravierende Unterschiede. Unter den Arten der vergleichbaren Felsaufnahmen von SUEN befand sich nur ein einziger wirklicher Felsspezialist, der in keinem der Klettergärten gefunden wurde. Es handelte sich um *Asplenium viride*, einen Farn, der nicht als selten bezeichnet werden kann. Aufgrund des Sampling Designs muss davon ausgegangen werden, dass weder die Aufnahmen von Suen, noch die Transekte innerhalb der Klettergärten die volle Artengarnitur erfassten, was die Abweichungen in der Artgarnitur erklären dürfte. Außerdem bevorzugen Kletterer für das Einrichten von Klettergärten ganz spezielle Habitattypen (KUNTZ UND LARSON 2006a), während die Arbeit von Suen auch brüchigere und „flachere“ Felsen mit einbezog.

Auffällig ist das Fehlen von *Potentilla caulescens*, einer typischen Felsspaltenart der subalpinen Stufe im Untersuchungsgebiet, in den entsprechenden Aufnahmen in und außerhalb des Klettergartens Brüggele. Die Ursache dürfte in der Exposition des Klettergartens und der vergleichbaren Flächen von SUEN zu suchen sein.

Der Unterschied zwischen der Vegetation in den Klettergärten und der Vegetation vergleichbarer, unbekletterter Habitate war wesentlich kleiner, als der von MÜLLER ET

AL. (2004) im Schweizer Jura festgestellte Unterschied. Müller berichtet von 22 Arten in Klettergebieten und 41 Arten in den unbekletterten Vergleichsflächen, mit nur 15 Arten in beiden Flächentypen. Er führt das, wie auch die unterschiedliche Gesellschaftszusammensetzung innerhalb und außerhalb der Klettergebiete, auf den negativen Einfluss der Klettertätigkeit zurück.

KUNTZ UND LARSON (2006a) fanden in ungenutzten Felsen etwa doppelt soviele Gefäßpflanzenarten wie in bekletterten Felsen, aber keine eigenen Gesellschaften. Sie fanden in bekletterten Wände vielmehr ein Subset der Arten der Umgebung vor, was in etwa den vorliegenden Daten entspricht. Diese Tatsache führten sie auf unterschiedliche mikrotopographische Gegebenheiten zurück.

5.2 Deckung und Artenvielfalt

Die Artenvielfalt der Klettergärten und der Vegetation der weiteren Umgebung lag mit 79 Gefäßpflanzenarten relativ hoch. NUZZO (1996) fand 27 Gefäßpflanzenarten, KUNTZ UND LARSON (2006a) fanden 53 Gefäßpflanzenarten, beziehungsweise 50 Gefäßpflanzenarten (KUNTZ UND LARSON 2006b). MÜLLER (2004) fand insgesamt 48 Pflanzenarten in der Vegetation in Felswänden. Die untersuchten Gebiete der entsprechenden Arbeiten waren, von der geographischen Ausdehnung her, zum Teil wesentlich größer als das der vorliegenden Arbeit. Sie umfassten allerdings einen wesentlich geringeren Höhengradienten, da es sich durchwegs um Arbeiten an Felsen in Mittelgebirgen handelte.

Umweltparameter

Die höhere Artenzahl in den Wandfußtransekten, bei gleicher Deckung, kann nicht auf Arten der Umgebung zurückgeführt werden, die am Wandfuß „gerade noch“ vorkommen. Bis auf *Globularia cordifolia* und *Trisetum alpestre* kamen alle Arten der Wandfußtransekte auch in den Transekten in der Wand vor. Beide Arten wurden jeweils in nur einem Wandfußtransekt gefunden. Im Gegenzug wurden zehn Arten, die in den Transekten in der Wand vorkamen, nicht in den Wandfußtransekten gefunden. Das ist, bei der relativ geringen Anzahl, der Wandfußtransekte (24 von insgesamt 90) nicht verwunderlich, zeigt aber, das nicht der Diasporendruck der Umgebung für die höhere Artenzahl am Wandfuß verantwortlich war.

Die Lage der Kletterroute hing nicht mit der Fläche der Absätze, wohl aber mit der Länge der Spalten zusammen. Das dürfte am Kletterstil in den untersuchten Klettergärten liegen. Als Griffe dienten hier vornehmlich kleine Leisten, die bei der Gesamtfläche der Absätze nicht wirklich ins Gewicht fielen, und eben Spalten. Als Tritte wurden, sofern nicht auf Reibung gestiegen wurde, meist kleine Leisten verwendet. Größere Absätze, die oft von Grus oder Erde bedeckt waren, wurden eher als störend empfunden und offenbar auch beim Erschließen der Routen gemieden, während Spalten eher bevorzugt wurden. Der geringe Erklärungswert der Entfernung von der Kletterroute für die Spaltenlänge zeigte aber, dass auch im Randbereich der Kletterroute und in dem Bereich, der von Kletterern nicht genutzt wird, noch immer viele Spalten vorhanden waren. Die Streuung war hier sehr hoch. In manchen Transekten gab es nur im Bereich der Kletterroute eine prominente, oder mehrere kleine Spalten, während die

weiter entfernten Plots völlig glatt waren. In anderen Transekten gab es in allen Plots viele Spalten.

Auch hier könnte eine bessere Differenzierung der Absätze und Spalten helfen. Kleine Leisten werden beim Klettern gern als Tritte und Griffe genutzt, während große breite Absätze nur am Standplatz geschätzt werden, sonst aber, wenn schon nicht bewusst gemieden, auch nicht bewusst gesucht werden. Feine Haarrisse im Fels werden von Kletterern praktisch überhaupt nicht genutzt, wohl aber von einigen Pflanzenarten. Spalten mit einer Breite ab etwa 1 cm werden gerne verwendet, tiefe, breite Klüfte werden meist nur im Randbereich, entweder durch Kamintechnik, oder als Griff an der Kante genutzt, der Spaltengrund bleibt oft unberührt.

Der hier beschriebene Kletterstil gilt für einen Teil der Klettereien im Dolomit und Kalk. Andere Gesteinsarten, aber auch andere geomorphologische Formen, wie zum Beispiel Karrenfelder, verlangen andere Stile und Techniken. FARRIS (1998) sieht Absätze mit einer Breite über 2 cm und Spalten mit einer Breite von 1 bis 10 cm als bevorzugte Griffe und Tritte. Ihm zufolge bevorzugen Kletterer steile Platten- und Spaltenklettereien, sowie Flächen mit wenigen Absätzen. Diese Beschreibung deckt sich mit den eigenen Beobachtungen im Dolomit. Weiters fand Farris in Kletterrouten mittlerer Schwierigkeit signifikant mehr Spalten als in leichten oder schwierigen Klettereien.

KUNZU UND LARSON (2006b) fanden in Klettergebieten weniger Spalten und Absätze, aber dafür mehr und größere Löcher als an unbekletterten Felsen. Lediglich NUZZO (1996) fand keinen Unterschied in der Spaltenlänge zwischen bekletterten und unbekletterten Plots.

Laut KUNTZ (2006) nutzen Gefäßpflanzen und Moose vorwiegend größere Absätze und Spalten, während Flechten vorwiegend kleinere Strukturen nutzen.

Klettergärten

Der Vergleich zwischen den verschiedenen Klettergärten ist mit Vorsicht zu beurteilen. Zum Einen liegt der Klettergarten Brüggele klar unter der Waldgrenze, während die beiden anderen Klettergärten, Kirchler und Plätzwiese, direkt an der Waldgrenze liegen. Auch die Felsvegetation der Höhenstufen unterschied sich deutlich. So kamen Arten wie *Physoplexis comosa*, *Potentilla caulescens* und *Aquilegia einseleana* ausschließlich in den klar subalpinen Felswänden vor, während Arten wie zum Beispiel *Minuartia cherlerioides*, *Leontopodium nivale* ssp. *alpinum* und *Potentilla nitida* ausschließlich in höher gelegenen Felsen vorkamen (SUEN). Zum Anderen unterscheiden sich die Klettergärten sehr stark in den Umweltbedingungen. Der Klettergarten Brüggele ist nach Nordwesten exponiert, Kirchler und Plätzwiese sind nach Südwesten bis Westen exponiert. Brüggele und Plätzwiese haben ein recht großes Wassereinzugsgebiet und sind nach Regenfällen lange sehr nass, der Klettergarten Kirchler liegt eher auf einem Rücken und ist viel trockener.

All diese Einflüsse überlagern den Einfluss der Klettertätigkeit, wodurch die Unterschiede durch verschieden starken Nutzungsdruck vermutlich verschwammen.

Der signifikante Unterschied der Deckung auf Absätzen spiegelt dieses Bild wieder. Die Klettergärten Brüggele und Plätzwiese zeigen signifikant weniger Deckung auf Absätzen als Kirchler, obwohl sich Brüggele und Plätzwiese von der Besucherfrequenz her wesentlich stärker unterschieden als Kirchler und Plätzwiese. Vermutlich hat

der Wasserhaushalt nennenswerten Einfluss auf die Bodenbildung, und damit auf die Deckung auf Absätzen. Vor allem im zentralen Teil des Klettergartens Plätzwiese rann nach starken Regenfällen mehrere Tage lang relativ viel Wasser die Wand hinunter (Abbildung 5.3). Feinmaterial von Absätzen wurde ausgeschwemmt, wodurch kleinere und etwas abschüssige Absätze als Pflanzenstandorte weitgehend ausfielen. Ähnliches spielte sich, wenn auch in kleinerem Rahmen, im Klettergarten Brüggele ab. Die Deckung in Spalten unterschied sich nicht zwischen den Klettergärten.



Abbildung 5.3: Ausschnitt des Klettergartens Plätzwiese nach starken Regenfällen

Diese Ergebnisse waren, trotz der Überlagerung durch die verschiedenen Umwelteinflüsse, einigermaßen überraschend. Kirchler und Plätzwiese wurden von Erwin Steiner eingerichtet, der dabei bewusst Augenmerk auf schonenden Umgang mit der Vegetation legte (STEINER, mündliche Mitteilung). Diese Praxis konnte beim Klettern nachvollzogen werden, so waren zum Beispiel in langen, senkrechten Spalten nur einzelne Griffe „geputzt“ und nicht die gesamte Spalte. Der Klettergarten Brüggele wurde nicht nur viel stärker genutzt als die beiden höher gelegenen Klettergärten (STEINER, mündliche Mitteilung; eigene Beobachtungen), er besteht auch schon viel länger und wurde mindestens einmal saniert (WENTER UND GASTEIGER 2003). Dabei wurde vermutlich nicht immer so schonend vorgegangen, wie in den beiden anderen Klettergärten. Auch vom subjektiven Eindruck her war die Vegetation im Klettergarten Brüggele stärker beeinträchtigt als in den beiden anderen Klettergärten.

Für die fehlenden Unterschiede gibt es letztlich zwei mögliche Erklärungen:

- Der menschliche Einfluss auf die Vegetation ist in den Klettergärten unterschied-

lich stark, dieser Unterschied wird aber durch nicht berücksichtigte Umweltparameter maskiert. Wichtige Faktoren, wie die Exposition und die Seehöhe konnten zwar gemessen werden, ihr Einfluss auf die Deckung konnte aber mit den vorliegenden Daten nicht quantifiziert werden. So wäre es zum Beispiel denkbar, dass die Felsen der tieferen Höhenstufe generell höhere Deckungswerte aufweisen, als die höher gelegenen Felsen. Wie oben bereits erwähnt, dürfte der Wasserhaushalt die Vegetation sowohl direkt, durch die Wasserversorgung, als auch indirekt, durch Erosion, sehr stark beeinflussen. Diesem Einfluss wurde in der vorliegenden Untersuchung nur durch das Vermeiden offenkundiger Tintenstriche Rechnung getragen.

Diese Erklärung scheint plausibel, kann aber nicht belegt werden.

- Der menschliche Einfluss ist in allen drei Klettergärten gleich stark. Oft wird schon durch sehr geringe Störungsintensität ein hohes Maß an Schäden hervorgerufen, welche durch Störungen höherer Intensität nicht mehr verschlimmert werden (COLE UND MONZ 2002). In Klettergärten wird oft ein großer Teil der Vegetation beim „Putzen“ entfernt. Danach kann es unwichtig sein ob eine Route viel oder wenig beklettert wird.

Da im vorliegenden Fall höchstwahrscheinlich unterschiedlich intensiv geputzt wurde, kann allerdings damit gerechnet werden, dass die Beeinträchtigung der Vegetation in den Klettergärten Kirchler und Plätzwiese messbar niedriger sein sollte.

Die Variabilität der Mikrotopographie wurde weniger genau kontrolliert, als von KUNTZ UND LARSON (2000a) gefordert wurde. Kuntz und Larson erhoben neben den von uns gemessenen Parametern auch die Frequenz der Absätze, Löcher und Spalten, sowie die Spaltentiefe, das mittlere Volumen der Spalten und Löcher und das Bodenvolumen.

Abgesehen davon wird der Vergleich zwischen verschiedenen Klettergärten durch weitere Umweltfaktoren erschwert. Neben der Seehöhe dürfte der Wasserhaushalt der Felswand einen Schlüsselfaktor darstellen. Hier wären weitere Untersuchungen wünschenswert.

Entfernung von der Kletterroute

Die erwartete Verteilung, nämlich eine „Sättigungskurve“ der Deckung mit zunehmender Entfernung von der Route, konnte nicht festgestellt werden. Nichtsdestotrotz erwiesen sich bei den Aufnahmen zumindest die äußeren beiden Plots des Transektes in den allermeisten Fällen als ungestört. Diese Plots waren beim Abseilen nur durch Pendeln erreichbar, im Aufstieg würde ein Betreten der Flächen zu einer Gefährdung durch mögliche Pendelstürze führen. Der Einfluss durch Kletterer kann daher, zumindest in den meisten Kletterrouten der untersuchten Schwierigkeitsgrade, auf den relativ schmalen Bereich von jeweils weniger als einen Meter abseits der Kletterroute beschränkt werden.

Absätze

Die Deckung auf Absätzen hing sehr stark mit der verfügbaren Fläche an Absätzen zusammen. Damit erwies sich die Fläche der Absätze als recht gutes Maß für die Verfügbarkeit an Pflanzenstandorten. Die Deckung auf Absätzen zeigte allerdings keine signifikante Zunahme mit der Entfernung, obwohl die relative Deckung (Deckung/Fläche der Absätze) mit zunehmender Entfernung von der Kletterroute tendenziell zunahm. Auffällig war dabei die zunehmende Streuung der relativen Deckungswerte mit zunehmender Entfernung von der Kletterroute. Die Plots direkt auf der Route zeigten eine viel geringere Schwankungsbreite als die Plots aller anderen Positionen. Die Streuung der relativen Deckungswerte in der Teilfläche mit der größten Entfernung war mit Abstand am größten. (Abbildung 4.3)

Daraus lassen sich folgende Schlüsse ziehen: Direkt in der Kletterroute war die relative Deckung konstant niedrig. Mit zunehmender Entfernung gab es Absätze, die gut bewachsen waren, und solche, die nur spärlich oder gar nicht bewachsen waren. Die konstant geringe Deckung in der Kletterroute kann vermutlich auf Betritt zurückgeführt werden. Die breite Streuung in den angrenzenden Plots kann auf mehrere Gründe zurückgeführt werden. Zum Einen kann es auch in einiger Entfernung von der Kletterroute Absätze geben, die „geputzt“ wurden oder die von Kletterern als Griff oder Tritt genutzt werden. Zum Anderen wird die Deckung auch durch andere Umweltfaktoren kontrolliert, die eine natürliche Variabilität der Deckung auf Absätzen bewirken. Ein Umweltfaktor, der einen Zusammenhang mit der Entfernung von der Kletterroute zeigte, war die Nässe. Bei der Routenwahl wurden, besonders im Klettergarten Plätzwiese, offensichtlich trockenere Wandbereiche von den Kletterern bewusst bevorzugt. Die Plots mit größerer Entfernung von der Kletterroute trockneten erst später, in manchen Fällen war sämtliches Feinmaterial ausgewaschen.

Eine weitere Unschärfe entstand durch die relativ schwammige Quantifizierung der Absatzfläche. Es wurde lediglich die kumulierte Fläche aller Absätze einer Teilfläche erhoben, nicht aber die Fläche der einzelnen Absätze und deren Deckung.

Bei einer Anzahl von nur 33 Transekten, die im Hinblick auf die Deckung auf Absätzen ausgewertet werden konnten, ergab sich somit zwar ein Trend, aber kein signifikantes Ergebnis. Man kann aber annehmen, dass ein Einfluss der menschlichen Störung auf die Deckung auf Absätzen bei genauerer oder umfangreicherer Stichprobennahme nachgewiesen werden könnte.

Spalten

Die Spaltenlänge erwies sich, ebenso wie die Fläche der Absätze, als gutes Maß für die Verfügbarkeit an Pflanzenstandorten. Spaltenlänge und Deckung zeigten einen hochsignifikanten, positiven Zusammenhang. Die Deckung zeigte keinen Zusammenhang mit der Entfernung von der Kletterroute, die relative Deckung (Abbildung 4.4) ließ keinen klaren Trend erkennen. Im Gegensatz zur Deckung auf Absätzen zeigte auch die Variabilität der relativen Deckung keinen Trend.

Ein klar signifikanter Zusammenhang zeigte sich allerdings zwischen der Interaktion der Spaltenlänge mit der Entfernung und der Deckung. Diese Interaktion lässt sich in zwei Richtungen interpretieren:

- Der Einfluss der Entfernung auf die Deckung hängt mit der kumulierten Spaltenlänge in der Teilfläche zusammen.
- Der Einfluss der kumulierten Spaltenlänge in der Teilfläche auf die Deckung hängt mit der Entfernung von der Kletterroute zusammen.

Beide Erklärungsmöglichkeiten sind plausibel. Bei einer großen kumulierten Spaltenlänge, das heißt bei vielen und langen Spalten in der Teilfläche, fällt eine einzige „geputzte“ Spalte weniger ins Gewicht, als bei einer Teilfläche, in der die einzige, kurze Spalte vollständig „geputzt“ wurde.

Auf der anderen Seite kann man argumentieren, dass Spalten von den Pflanzen um so besser genutzt werden können, je weiter sie von der Kletterroute entfernt sind. Der fehlende Trend bei der relativen Deckung spricht aber eher für die erste Interpretation.

Da der Vergleich der Modelle mit und ohne die Variable „Entfernung“ einen signifikanten Unterschied ergab, muß aber jedenfalls von einer Beeinflussung der Deckung durch die Klettertätigkeit ausgegangen werden.

Eine gewisse Unschärfe entstand auch hier durch die relativ undifferenzierte Behandlung der Spalten. Eine Trennung zwischen Spalten, die als Griffe genutzt werden können, und solchen, die dafür zu schmal sind, wäre vermutlich aufschlussreicher.

MÜLLER ET AL. (2004) nennen Spalten als wichtigen Einflussfaktor auf Deckung, Artenvielfalt und Gesellschaftszusammensetzung in Felsen, NUZZO (1996) fand einen signifikante Beziehung zwischen Spaltenlänge pro Plot und Gefäßpflanzendichte und -deckung.

5.3 Naturschutzfachliche Schlußfolgerungen

Vergleich mit bestehenden Publikationen

Die vorliegende Arbeit unterstützt weitgehend die Aussagen von KUNTZ UND LARSON (2006a), die einen Großteil der Unterschiede in der Gefäßpflanzenvegetation zwischen bekletterten und unbekletterten Felsen der mikrotopographischen Variabilität zuschreiben und nicht der Störung durch Kletterer. Offenbar nutzen Kletterer, wie auch schon von NUZZO(1996) und FARRIS (1998) angedeutet, ganz bestimmte Habitattypen, die weniger oder andere Pflanzenstandorte bieten als nahegelegene, anders strukturierte Flächen.

Ein signifikanter Einfluss der Klettertätigkeit auf die Gefäßpflanzendeckung konnte nicht nachgewiesen werden, wenn auch die Deckung auf Absätzen eine tendenzielle Zunahme mit der Entfernung von der Kletterroute zeigte.

MÜLLER ET AL. (2004) und RUSTERHOLZ ET AL. (2004) arbeiteten mit Transekten in einem relativ groben Maßstab mit einer Transektlänge von 5 m und Abständen von 1,5 m bis 2 m zwischen den Plots (MÜLLER ET AL.), beziehungsweise mit einer Transektlänge von bis zu 15 m mit 3 bis 5 Plots pro Transekt (RUSTERHOLZ ET AL.). Die Variabilität der Mikrotopographie wurde von MÜLLER ET AL. in Klassen geschätzt und von RUSTERHOLZ ET AL. nicht berücksichtigt. Damit dürften beide Arbeiten vorwiegend durch die Variabilität der Umweltbedingungen hervorgerufene Vegetationsunterschiede abbilden und weniger den Einfluss der Klettertätigkeit. In der vorliegenden Arbeit konnte

keine Zunahme der Deckung mit zunehmender Entfernung von der Kletterroute festgestellt werden. Die über die Transekte kumulierte Gesamtdeckung der Gefäßpflanzen in den Plots zeigte mit zunehmender Entfernung zunächst einen Anstieg der Deckung, die weiter entfernten Plots (1 m und 1,25 m) zeigten allerdings wieder eine Abnahme der Gesamtdeckung. Dieses Phänomen kann durch die Habitatwahl der Kletterer leicht erklärt werden: In vielen Transekten war der Bereich direkt um die Kletterroute noch einigermaßen strukturiert, die weiter entfernten Plots wiesen aber eine nahezu glatte Wand auf. Diese, in den durchgeführten Aufnahmen typische Situation läßt darauf schließen, dass die Deckung nicht generell mit der Entfernung von der Kletterroute zunimmt, wie die Ergebnisse von MÜLLER ET AL. nahelegen.

Eine Untersuchung der kleinräumig erhobenen Deckungswerte mit zunehmender Entfernung von der Kletterroute würde also, ohne Berücksichtigung der mikrotopographischen Variabilität, eine sehr kleinräumige Zunahme mit darauffolgender Abnahme der Deckung ergeben. Aussagen über den Einfluss der Klettertätigkeit, ohne ausreichende Kontrolle der mikrotopographischen Variabilität, sind daher von fragwürdigem Wert.

NUZZO (1996), die den Einfluss der mikrotopographischen Variabilität besser kontrollierte, fand keinen signifikanten Einfluss auf die Gefäßpflanzen, wohl aber auf Flechten. FARRIS (1998) fand Unterschiede bei der Gesamtdeckung, die aber großteils auf Flechten und Moose zurückzuführen waren.

Im Gegensatz dazu steht die umfangreiche Arbeit von HERTER (1996) in stark genutzten Felsen des oberen Donautales. Der von ihm untersuchte Felsen wies Klettereien an Löchern und Spalten auf. Herter verglich die Anzahl bewachsener und unbewachsener Löcher sowie die Anzahl an Pflanzen pro Längeneinheit Spalte in bekletterten und unbekletterten Plots und fand hochsignifikante Unterschiede.

Bei entsprechender Störungsintensität und Aufnahmemethodik lassen sich demnach doch Unterschiede in der Vegetation feststellen, die nicht auf mikrotopographische Variabilität zurückzuführen sind.

Der Schwachpunkt der Arbeit von KUNTZ UND LARSON (2006a) ist die Wahl des Schwierigkeitsbereiches der Kletterrouten. Es wurden nur Kletterrouten des gehobenen Schwierigkeitsbereiches (UIAA VI+ bis XI) untersucht. Bei den Aufnahmen zur vorliegenden Arbeit wurden Routen mit einer Schwierigkeit über dem VII. Grad (mit zwei Ausnahmen: VIII-) gemieden, da sie weitgehend unbewachsen waren.

Die von KUNTZ UND LARSON (2006a) gewählten Routen entsprechen dem gegenwärtigen Trend in der Sportkletterszene und auch annähernd dem Schwierigkeitsniveau in den relativ neuen Klettergärten Kirchler und Plätzwiese. Besonders im alpinen Umfeld werden aber nach wie vor auch viele leichtere Routen von Hüttenwirten oder Bergführern eingebohrt. Das Niveau der von KUNTZ UND LARSON (2006a) untersuchten Routen ist daher nicht repräsentativ für die Gesamtheit der neuen Kletterrouten in den Alpen.

Bei Kletterrouten geringerer Schwierigkeit ließe sich, bei entsprechend guter Kontrolle der mikrotopographischen Variabilität, auch bei nicht so starker Kletterintensität ein kleinräumiger Einfluss der Klettertätigkeit auf die Gefäßpflanzenvegetation feststellen. In der vorliegenden Arbeit konnte beispielsweise gezeigt werden, daß in Plots mit wenigen Spalten ein Einfluss der Störung durch Kletterer auf die Deckung in Spalten vorlag. Bei den Absätzen zeigte sich ein unterschiedlicher Trend, der aber, aufgrund der geringeren Stichprobengröße und der vermutlich zu unscharfen Aufnahmemethodik, zu

keinem signifikanten Effekt führte.

Im Gegensatz zu den bisherigen Arbeiten führte die vorliegende Arbeit durch eine ebenfalls unzureichende Kontrolle der Umweltvariabilität vermutlich zum Unterschätzen des Einflusses der Klettertätigkeit. Durch das verwendete Skalenniveau nahm die Anzahl der Wuchsmöglichkeiten mit zunehmender Entfernung von der Kletterroute nämlich ab. Bei allen anderen Untersuchungen, die auf einem wesentlich größeren Skalenniveau arbeiteten, dürfte die Anzahl der Wuchsmöglichkeiten in den Vergleichsplots beziehungsweise in größerer Entfernung von der Kletterroute zugenommen haben, wodurch die mangelnde Kontrolle der Umweltvariablen genau den gegenteiligen Effekt zeigte.

Mögliche Beeinträchtigungen der Vegetation

In der vorliegenden Arbeit wurde nur ein kleiner Bereich der möglichen Vegetationsschäden durch Kletterer beleuchtet. Untersucht wurde der Einfluss der Klettertätigkeit auf die Deckung von Moosen und Gefäßpflanzen direkt in der Felswand. Standplätze in der Wand, sowie am Wandfuß waren von der Untersuchung ausgenommen.

Die naturschutzfachliche Problematik im alpinen und subalpinen Gelände ist eine andere, als die in tiefer gelegenen Klettergebieten. Im Tiefland ist erstens der Nutzungsdruck auf die Felsbiotope größer, zweitens stellen die Felsen einen seltenen Sonderstandort mit naturschutzfachlich wichtigen dealpinen und relikttären Elementen dar.

Das direkte Umfeld der Klettergärten

Laut MÜLLER ET AL. (2004) und HERTER (1996) wird die Vegetation an Lager- und Standplätzen am Wandfuß, sowie im Ausstiegsbereich an der Oberkante der Wand, stärker beeinträchtigt als die Vegetation in der Wand selbst. Ein weiteres Problem können die Zustiegswege zu den Klettergärten darstellen. Die Belastung des Ausstiegsbereiches fällt in den untersuchten Klettergärten weitgehend weg, da fast alle Routen zum Abseilen eingerichtet sind.

Vegetationsschäden im alpinen und subalpinen Gelände durch Betritt sind Gegenstand zahlreicher Untersuchungen (COLE 1995, 1995a; COLE UND MONZ 2002, DELUCA ET AL 1998, GRABHERR 1982). Allgemein kann gesagt werden, dass sich die Vegetationseinheiten stark in ihrer Resistenz unterscheiden. Grasländer mit Dominanz von Seggen sind meist recht resistent gegen Betritt, Vegetationseinheiten mit Hochstauden, oder der Unterwuchs von Wäldern zeigen nur geringe Resistenz. Das Problem in der alpinen Stufe ist allerdings weniger die Resistenz, sondern vielmehr die langsame Regeneration der betroffenen Vegetationseinheiten (GRABHERR 1982).

Obwohl die Beeinträchtigung der Vegetation im Umkreis der Klettergärten nicht Gegenstand der Untersuchung war, konnten gewisse Unterschiede zwischen den Klettergärten festgestellt werden.

Die Basis der Wand war im Klettergarten Brüggele weitgehend vegetationsfrei. Das dürfte einerseits an den natürlichen Gegebenheiten liegen (Bachsutt und Feinsutt aus der Felswand), andererseits aber auch am starken Betritt. In den weniger frequentierten Klettergärten Kirchler und Plätzwiese konnten nur lokale Vegetationsschäden direkt am Einstieg festgestellt werden.

Die Klettergärten Brüggele und Kirchler liegen direkt an der Straße, beziehungsweise am Dolomitenhöhenweg, die direkten Zustiege sind daher kurz und klar. Der Klettergarten Plätzwiese liegt etwas abseits, der Zustiegsweg ist weitgehend unmakiert und nicht überall klar ersichtlich. Dadurch ist man an mehreren Stellen gezwungen, einen eigenen Weg zu suchen. Diese Praxis könnte im Lauf der Jahre oder bei stärkerer Besucherfrequenz zu Vegetationsschäden und zu Erosionserscheinungen führen. Die Vegetation im Umfeld des Klettergartens würde hier von einem klar definierten Zustiegsweg profitieren.

Vegetationsschäden in der Wand

Laut HERTER (1996) können Vegetationsschäden durch die Belastung auf Tritten und Griffen, scheuernde Seile und die Erschließungstätigkeit erfolgen. Bei der verwendeten Methodik wurden Schäden durch Betritt, Griffe und die Erschließungstätigkeit erfaßt. Schäden durch scheuernde Seile fließen möglicherweise als unkontrollierte Störvariable in die Daten ein. Diese Schäden dürften aber, durch die Kletterei im überwiegend senkrechten Gelände eher gering ausfallen.

Die Toleranz gegenüber Betritt ist bei den im Fels dominanten Lebensformtypen sehr unterschiedlich: Hemikryptophyten sind wesentlich unempfindlicher als Chamaephyten (COLE UND MONZ 2002). Da aber die Vegetationsschäden meist nicht durch Betritt, sondern durch „Putzen“ verursacht werden, ist die Toleranz der Vegetation gegenüber Betritt sekundär. Die Schäden durch das Einrichten dürften daher in Sportkletterrouten die wichtigste Form der Schädigung darstellen. Der Einrichter bestimmt den Routenverlauf und „putzt“ störende Vegetation, Erde und Feinschutt aus der Route. Das nachträgliche Ausputzen von Griffen oder Tritten durch Kletterer kommt zwar vor, ist aber nicht die Regel. Somit führt in Sportklettergebieten bereits ein geringes Maß an Nutzungsdruck zu einem Großteil der Schäden.

In den untersuchten Klettergärten konnten kleinräumige Deckungsverluste im Bereich der Kletterrouten festgestellt werden. Die Auswirkung auf die Felsvegetation im Ganzen dürfte, vor allem in den höher gelegenen Klettergärten, relativ gering sein.

Laut HAIG ET AL. (2000) zeigen kleine, isolierte Felsen im Großen und Ganzen die gleichen Pflanzengesellschaften wie große, zusammenhängende Wandfluchten. Pflanzengesellschaften im Fels sind sehr stabile, geschlossene Gesellschaften, deren Zusammensetzung weitgehend durch die abiotischen Gegebenheiten im Fels bestimmt wird. Die Samenverbreitung geschieht vorwiegend durch Wind und Schwerkraft, sie hat auf die Vegetationszusammensetzung nur einen sekundären Einfluss da einerseits die verfügbaren Standorte meistens von langlebigen Individuen besetzt und andererseits nur wenige Spezialisten keimen und nach der Keimung längere Zeit überleben können (BOOTH UND LARSON 1998). HAIG ET AL. (2000) untersuchten Felsen mit einer Entfernung von 50 m bis 7 km zum nächsten Felsen. Eine naturschutzfachlich relevante Isolierung von Felsbiotopen durch Kletterrouten kann daher weitgehend ausgeschlossen werden, sofern nicht ganze Wandfluchten vollständig „geputzt“ werden.

Die naturschutzfachliche Problematik dürfte, im botanischen Sinn also eher auf einzelne seltene Arten beschränkt sein. Im untersuchten Gebiet kamen keine gefährdeten Arten vor, wohl aber Arten, die in der Roten Liste der gefährdeten Pflanzen Südtirols (WILHALM UND HILPOLD 2004) wegen ihrer besonderen Schutzwürdigkeit als „nicht

gefährdet“ geführt werden. Alle diese Arten kamen sowohl in den Klettergärten, als auch in den Felsen der Umgebung vor. Solange nur ein Teil der Felsen für Klettertätigkeiten genutzt wird, sind sie also nicht direkt bedroht.

Unter den Arten der roten Listen nahmen *Aquilegia einseleana* und *Physoplexis comosa* eine Sonderstellung ein, da sie erstens sehr attraktive Arten sind und zweitens auf die subalpine Stufe beschränkt waren. Eine übermäßiges Erschließen der Felsen mit Vorkommen dieser beiden Arten sollte daher vermieden werden. Abbildung 5.5 und 5.4 zeigen die beiden Arten in ihrem natürlichen Umfeld.



Abbildung 5.4: *Aquilegia einseleana*

Empfehlungen für das Management von Klettergebieten in der Alpenregion

Durch die bessere Verfügbarkeit der Ressource Fels in der Alpenregion ist der Konflikt mit Naturschutzanliegen weniger stark als in Mittelgebirgslagen. Leider fehlen detaillierte Untersuchungen zur Nutzung von Felsen im Alpenraum (HANEMANN 2000). Es können aber einige allgemeine Trends beobachtet werden:

- Leicht erreichbare Klettergärten mit kurzem Zustieg werden viel stärker genutzt als etwas entlegene Klettergärten. Im Wiener Raum werden Kletterfelsen mit Zustiegszeiten von 15 min bereits wesentlich weniger stark genutzt als solche direkt neben der Straße (persönliche Beobachtung). Im Pragser Tal wies im Sommer 2007 nur der Klettergarten Brüggele eine einigermaßen hohe Besucherfrequenz auf. Die Klettergärten Plätzwiese und Kirchler wurden, vermutlich wegen des längeren Zustieges, nur sehr wenig genutzt. Dieser Eindruck wurde von Erwin Steiner bestätigt.
- Künstliche Kletteranlagen und Klettergärten werden stärker genutzt als alpine Sportkletterrouten und alpine Routen. Klettern im Fels, vor allem in längeren



Abbildung 5.5: *Physoplexis comosa*

Routen mit schlechterer Absicherung, verlangt ganz andere Fähigkeiten und Fertigkeiten als Klettern in der Halle. Zudem sind die objektiven Gefahren in alpinen Routen im Regelfall wesentlich höher.

- Sanierte Routen werden wesentlich stärker genutzt als Routen ohne Absicherung oder Routen mit wenigen, alten Normalhaken.

Eine Schlüsselfunktion bei der Besucherlenkung im Kletterbereich kommt somit den Routenerschließern und Sanierern zu. Das Setzen von Bohrhaken in Kletterrouten ist ein mühseliger, kostspieliger und nicht wirklich ungefährlicher Zeitvertreib. Bei den beteiligten Personen handelt es sich daher meist um einen relativ engen, in der Kletterszene bekannten Personenkreis.

Ein guter Kontakt zwischen Erschließern und Naturschutzstellen ist somit die wirkungsvollste Naturschutzmaßnahme. Neuerschließungen und Sanierungen sollten mit den Naturschutzstellen koordiniert werden. Bei Erschließungen und Sanierungen beteiligte Personen sollten die naturschutzfachlich wertvollen Arten ihres Gebietes kennen und über die wichtigsten Populationen seltener Arten Bescheid wissen. Damit kann vermieden werden, daß Kletterrouten aus Unwissenheit genau durch die naturschutzfachlich wichtigsten Bereiche der Wand gelegt werden. Die Störung für die Felsvegetation ist auf einen sehr engen Bereich um die Kletterroute beschränkt, durch die Lage der Route kann der Nutzungsdruck in der Wand daher sehr präzise gelenkt werden. Da oft schon auf relativ kleinen Felsen die gesamte Artenganitur vertreten ist (HAIG ET AL. 2000), sollten die Felsen nicht bis zum Äußersten genutzt werden. Das Freilassen gewisser

Bereiche kann oft schon einen großen Teil der charakteristischen Arten erhalten.

Sämtliche Routen in Klettergärten sollten zum Abseilen eingerichtet werden (HANEMANN 2000), zu beachten ist außerdem, dass die Störung der Vegetation durch Kletterer eine starke Abhängigkeit vom Charakter und der Schwierigkeit der Route zeigt. Routen ab dem VII. Schwierigkeitsgrad sind nach KUNTZ UND LARSON (2006a) und eigenen Beobachtungen als unbedenklicher einzustufen, als Routen der unteren Schwierigkeitsgrade, die viel mehr Strukturen und damit auch viel mehr potentielle Wuchsorte bieten. Hier wären allerdings weitere Untersuchungen in den mittleren und unteren Schwierigkeitsbereichen angebracht.

Aufgrund der vorliegenden Arbeit kann man davon ausgehen, dass die Vegetation der Felsspalten stärker von der Klettertätigkeit betroffen ist, als die Vegetation der Absätze. Spalten werden von Kletterern und von vielen spezialisierten Felspflanzen bevorzugt genutzt. Zudem konnte in Transekten mit wenigen Spalten eine signifikante Abnahme der Pflanzendeckung im Bereich der Kletterroute festgestellt werden. Pflanzenarten, die auf Felsspalten angewiesen sind, dürften daher sensibler auf die Störung durch Kletterer reagieren, als Arten der Absätze.

Viele Klettergebiete haben eine eigene, zum Teil recht strenge Kletterethik (HANEMANN 2000). Es handelt sich dabei um informelle Vereinbarungen unter Kletterern, die hauptsächlich das Erschließen neuer Routen und das Setzen von Bohrhaken regeln. Bei entsprechender Sensibilisierung der Kletterer könnten bestimmte „Umweltregeln“ implementiert werden. Hahnemann schlägt dazu vor:

- Anerkennung natürlicher Ressourcen, bekletterbare Felsen nicht bis zum Äußersten ausnutzen.
- „Faithfulness to culture“: Lokale Kletterregeln und Gebräuche akzeptieren.
- Anerkennen natürlicher Zyklen (z.B. Brutzeiten).

Als Multiplikatoren können hier Bergführer und die alpinen Vereine dienen, die einen Großteil der Ausbildungstätigkeit im Kletterbereich abwickeln.

Unterstützend sind infrastrukturelle Lösungen denkbar. Parkplätze, markierte Wege und Übernachtungsmöglichkeiten können wesentlich zur Besucherlenkung beitragen.

Verbote sollten, sofern sie wirklich nicht vermeidbar sind, räumlich oder zeitlich möglichst eng begrenzt sein. Zudem sollten die Maßnahmen für die Kletterer nachvollziehbar sein und über adäquate Medien (Kletterpresse, Kletterführer, Hinweistafeln) kommuniziert werden. Felssperren in Nordrhein - Westfalen führten laut HANEMANN (2000) zu erhöhtem Verkehrsaufkommen und größerem Nutzungsdruck in den angrenzenden Gebieten, da die Kletterer einfach in andere Klettergebiete auswichen.

5.4 Methodenkritik

Eine genauere Kenntnis der Ökologie der verschiedenen Felsarten wäre sehr hilfreich. Eine wichtige Unterscheidung betrifft Arten, die das Wasser aus dem Spaltensystem im Fels nutzen können und solchen, die das nicht können. Weiters wäre eine Unterscheidung zwischen Arten, die breitere Spalten benötigen und solchen, die mit feinen Rissen auskommen hilfreich. Laut MATTHES-SEARS UND LARSON (1999) kann der vorhandene

Wurzelraum das Überleben von Keimlingen maßgeblich beeinflussen. Arten, die etwas größere Spalten benötigen stehen potentiell eher in Konkurrenz zu Kletterern, als solche, die mit dem Wurzelraum in sehr feinen Rissen auskommen, die nicht als Griffe oder Tritte genutzt werden.

Die Transektlänge von 150 cm, ausgehend von der Kletterroute erwies sich als angepaßt. Die äußeren Plots waren nur schwierig zu erreichen und wiesen in den allermeisten Fällen keine Spuren von Klettertätigkeit auf. Im untersuchten Schwierigkeitsbereich (V-bis VIII-) dürfte die gewählte Entfernung daher ausreichen. Im Klettergarten Brüggele erwies sich der durch die Transektlänge logische Minimalabstand von 3 m zu Nachbar-routen bereits relativ oft als problematisch. In anderen, intensiv genutzten Klettergärten könnte der Abstand der Kletterrouten noch geringer sein. Hier wäre eine Methodik, die auf Transekten basiert, nicht anwendbar.

Transekte in Quergängen und schräg verlaufenden Routen wurden in der vorliegenden Arbeit im rechten Winkel zur Route aufgenommen. Das Störungsmuster ist hier aber ein ganz anderes, da sich die Position der Griffe stark von der Position der Tritte unterscheidet. Quergänge und Routen, die stark von der Senkrechten abweichen, sollten daher besser entweder gemieden, oder gesondert behandelt werden.

Eine Untersuchung mit größeren Transektlängen, eventuell in einem etwas größeren Maßstab, könnte helfen das Wechselspiel zwischen Vegetation, mikrotopographischer Variabilität und Klettertätigkeit im weiteren Zusammenhang besser zu verstehen, und die Transektlänge von lediglich 150 cm zu evaluieren. Dazu wären alpine Sportkletter-routen im Mehrseillängenbereich gut geeignet, da hier die horizontalen Abstände der Routen zueinander wesentlich größer sind, als im Klettergarten.

Die Kontrolle der Variabilität im „etwas größeren“ Maßstab war durch die relativ kleinräumigen Transekte gut gegeben: Variablen wie Seehöhe, Exposition, Felsart, Beschattung und Kleinklima blieben über das Transekt konstant und konnten somit bei den weiteren Berechnungen innerhalb des Transektes unberücksichtigt bleiben. Als Schwachpunkt erwies sich die mangelnde Kontrolle des Wasserhaushaltes: Einige Transekte lagen in einigermaßen nassen Bereichen, hier war die Route selbst aller Wahr-scheinlichkeit nach trockener als die weiter entfernten Plots.

Die Variabilität der Wuchsorte wurde, wie bereits oben erwähnt, bewusst weniger genau kontrolliert als von KUNTZ UND LARSON (2006a) gefordert wurde. Eine Kon-trolle der kumulierten Absatzfläche und Spaltenlänge, sowie der Frequenz der Löcher hätte, gegenüber den Arbeiten von Kuntz und Larson eine erhebliche Arbeitseinsparung bedeutet. Offensichtlich reichten die erhobenen Variablen aber nicht aus, um den schwachen Einfluss der Klettertätigkeit statistisch nachzuweisen. Eine bessere Kontrolle der mikrotopographischen Variabilität sollte, vor allem im Hinblick auf die Differenzierung der Wuchsorte, angestrebt werden.

Folgende Variablen bei der Erhebung der Wuchsorte wären nach den Erfahrungen dieser Arbeit angebracht:

- **Absätze:** Eine Aufnahme der Fläche der einzelnen Absätze, anstelle der kumu-lierten Fläche, wäre sinnvoll. Damit könnte in der Auswertung zwischen größeren Absätzen und kleinen Leisten und Bändern unterschieden werden, außerdem hätte man die entsprechenden Frequenzdaten zur Verfügung. Absätze sollten wie bei FARRIS (1998) objektiv nach ihrer Neigung definiert werden. Weites sollte zu je-

dem Absatz die Bedeckung mit Feinschutt und/oder Boden festgehalten werden.

- **Spalten:** Hier sollte zwischen mindestens zwei, besser drei Kategorien unterschieden werden: Feine Risse, mit einer Breite unter 1 cm unterscheiden sich sowohl in ihrer Eignung als Wuchsort, als auch in ihrer Nutzung durch Kletterer grundlegend von breiteren Spalten. Diese Spalten werden durch ihre Länge vermutlich ausreichend charakterisiert. Von breiteren Spalten, die auch von Kletterern genutzt werden, sollten neben der Länge auch die Anzahl und die Breite, sowie der Anteil mit Boden festgehalten werden. Eine Unterscheidung zwischen Spalten mit einer Breite unter 5 cm und solchen mit einer Breite über 5 cm wäre vermutlich sinnvoll. Eine zuverlässige Erhebung der Spaltentiefe wäre aber, im Gegensatz zur Erhebung der Spaltenbreite, sehr aufwändig, vor allem bei schmalen Spalten und Haarrissen oder bei breiteren Spalten, die mit Feinmaterial gefüllt sind .
- **Löcher:** Neben der Frequenz sollte für jedes Loch die Tiefe und der Durchmesser angegeben werden. Die Löcher fielen zwar bei der Auswertung der vorliegenden Daten aufgrund ihrer geringen Anzahl nicht ins Gewicht, eine reine Aufnahme ihrer Frequenz ist aber sehr wahrscheinlich unzureichend.

Eine Aufnahme des Bodenvolumens, wie sie von KUNTZ UND LARSON (2006a) durchgeführt wurde ist recht aufwändig, dürfte aber ebenfalls sinnvoll sein. Eventuell wären hier aber auch Frequenzdaten (Absätze, Spalten bzw. Löcher mit und ohne Boden) ausreichend.

Zur Ermittlung der Deckung wurden alle in den Plot hineinragenden Pflanzenteile berücksichtigt. Hier wäre es exakter und zumindest in baumlosen Felswänden sinnvoller, die Deckung aller im Plot wurzelnden Individuen zu ermitteln. Da die Individuen im Untersuchungsgebiet durchwegs sehr klein waren, hielt sich die dadurch entstandene Unschärfe aber in engen Grenzen.

Beim Vergleich zwischen verschiedenen Kletterfelsen, vor allem solchen in unterschiedlichen Höhenzonen, ist die Kontrolle der Umweltvariablen noch schwieriger. Im vorliegenden Fall führte das unterschiedliche Wasserregime der Klettergärten vermutlich zu den größten Unterschieden. Da das Wasserregime neben dem Einzugsgebiet maßgeblich von den Eigenschaften des Felsens selbst abhängt, ist eine Quantifizierung dieses Einflusses im inhomogenen Sedimentgestein sicher nicht trivial. Der Vergleich zwischen verschiedenen Felswänden ist daher, vor allem aufgrund der meist geringen Anzahl an untersuchten Felswänden, stets mit Vorsicht zu genießen.

Optimal wäre ein begleitendes ökologisches Monitoring bei und nach Neuerschließungen.

6 Literaturverzeichnis

- ALT, E. (1932): Klimakunde von Mittel- und Südeuropa. Handbuch der Klimatologie, Band 3. Verlag von Gebrüder Bornträger, Berlin.
- AUTONOME PROVINZ BOZEN (1980): Landschaftliche Unterschutzstellung Naturpark Fanes-Sennes-Prags
<http://www.provinz.bz.it/natur/2803/parke/fanes/verzeichnis_schutz.htm>
(18.06.2008).
- AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL (2001): Geschützte Flora.
<http://www.provinz.bz.it/natur/2801/flora/index_d.htm>
(16.06.2008).
- AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL (2006): GeoBrowser Pro.
<http://www.provinz.bz.it/umWeltagentur/geobrowserpro/index_d.htm>
(12.09.2008).
- AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL (2006): Wetterdaten.
<http://www.provinz.bz.it/hydro/wetterdaten/index_d.htm>
(25.04.2008).
- AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL (2006): Wetterstation Toblach.
<http://www.provinz.bz.it/hydro/daten/stazione_dettaglio_d.asp?STAT_ID=111>
(12.09.2008).
- AUTONOME PROVINZ BOZEN - SÜDTIROL (2008): Geologische Karte 1:100 000.
<<http://www.provinz.bz.it/hochbau/projektierung/886.asp>>
(18.07.2008).
- BARTLETT, R. M., MATTHES-SEARS, U. UND LARSON, D. W. (1990): Organization of the Niagara Escarpment cliff community II. Characterization of the physical environment. Canadian Journal of Botany, 68: 1931 - 1941.
- BAUR, B., FROHBERG, L. UND MÜLLER, S. W. (2007): Effect of rock climbing on the calcicolous lichen community of limestone cliffs in the northern Swiss Jura Mountains. Nova Hedwigia, 85 (3-4): 429 - 444.
- BERGTOTAL.COM (2008): Brüggele - Pragser Tal.
<http://www.bergtotal.com/frontend/front_content.php?path=Klettergarten&idart=90>
(18.09.2008).
- BOOTH, B. D. UND LARSON, D. W. (1998): The role of seed rain in determining the assembly of a cliff community. Journal Of Vegetation Science, 9 (5): 657 - 668.
- BOSSELINI, A. (1998): Geologie der Dolomiten. Verlagsanstalt Athesia, Bozen.
- COLE, D. N. (1995): Experimental trampling of vegetation. I. Relationship between trampling intensity and vegetation response. Journal of Applied Ecology, 32: 203 - 214.

- COLE, D. N. (1995): Experimental trampling of vegetation. II. Predictors of resistance and resilience. *Journal of Applied Ecology*, 32: 215 - 224.
- COLE, D. N. UND MONZ C.A. (2002): Trampling disturbance of high-elevation vegetation, Wind River Mountains, Wyoming, USA. *Arctic Antarctic and Alpine Research*, 34 (4): 365 - 376.
- DELUCA, T. H., PATTERSON, W. A., FREIMUND, W. A. UND COLE, D. N. (1998): Influence of llamas, horses, and hikers on soil erosion from established recreation trails in western Montana, USA. *Environmental Management*, 22 (2): 255 - 262.
- FARRIS, M. A. (1998): The effects of rock climbing on the vegetation of three Minnesota cliff systems. *Canadian Journal of Botany*, 76 (12): 1981 - 1990.
- FISCHER, M. A., ADLER, W. UND OSWALD, K. (2005): Exkursionsflora für Österreich, Liechtenstein und Südtirol. 2. Auflage, Biologiezentrum der OÖ Landesmuseen, Linz.
- GRABHERR, G. (1982): The impact of trampling by tourists on a high altitudinal grassland in the Tyrolean Alps, Austria. *Vegetatio*, 48: 209 - 217.
- HAIG, A., MATTHES, U. UND LARSON, D.W. (2000): Effects of natural habitat fragmentation on the species richness, diversity, and composition of cliff vegetation. *Canadian Journal of Botany*, 78 (6): 786 - 797.
- HANEMANN, B. (2000): The sustainable management of climbing areas un Europe. In: IUCN, Cooperation in the European Mountains 3, Environmental Research Series 14. IUCN, Gland.
- HECKMAIR, A. (1975): Bergsteigen. Für Anfänger und Fortgeschrittene. Nymphenberger Verlagshandlung GmbH, München.
- HERTER, W. (1996): Die Xerothermvegetation des Oberen Donautales. Gefährdung der Vegetation durch Mensch und Wild sowie Schutz und Erhaltungsvorschläge. Präzis-Druck, Karlsruhe.
- JARVIS, S. C. (1974): Soil factors affecting the distribution of plant communities on the cliffs of Craig Breidden, Montgomeryshire. *Journal of Ecology*, 62 (3): 721 - 733.
- KUNTZ, K. L. UND LARSON, D. W. (2006): Influences of microhabitat constraints and rock-climbing disturbance on cliff-face vegetation communities. *Conservation Biology*, 20 (3): 821 - 832.
- KUNTZ, K. L. UND LARSON, D. W. (2006): Microtopographic control of vascular plant, bryophyte and lichen communities on cliff faces. *Plant Ecology*, 185 (2): 239 - 253.
- LARSON, D. W., MATTHES, U., GERRATH, J. A., GERRATH, J. M., NEKOLA, J.C., WALKER, G. L., POREMBSKI, S., CHARLTON UND LARSON N. W. K. (1999): Ancient stunted trees on cliffs. *Nature*, 389 (6726): 382 - 383.
- LARSON, D. W., MATTHES, U., GERRATH, J. A., LARSON, N. W. K., GERRATH, J. M., NEKOLA, J. C., WALKER, G. L., POREMBSKI, S. UND CHARLTON, A. (2000): Evidence for the widespread occurrence of ancient forests on cliffs. *Journal of Biogeography*, 27 (2): 319 - 331.
- LARSON, D. W., MATTHES, U. UND KELLY, P. E. (2000): Cliff Ecology: Pattern and Process in Cliff Ecosystems. Cambridge Studies in Ecology. Cambridge University Press, Cambridge.

- LASEN, C. UND WILHALM, T. (2004): Natura 2000 Lebensräume in Südtirol. La Commerciale, Bozen.
- MATTHES-SEARS, U. UND LARSON, D. W. (1999): Limitations to seedling growth and survival by the quantity and quality of rooting space: Implications for the establishment of *Thuja occidentalis* on cliff faces. *International Journal of Plant Sciences*, 160 (1): 122 - 128.
- MCMILLAN AND LARSON (2002): Effects of rock climbing on the vegetation of the Niagara Escarpment in southern Ontario, Canada. *Conservation Biology*, 16 (1): 389 - 398.
- MCMILLAN, M. A., NEKOLA, J. C., LARSON, D. W. (2003): Effects of rock climbing on the land snail community of the Niagara Escarpment in southern Ontario, Canada. *Conservation Biology*, 17 (2): 616 - 621.
- MÖBUS, G. (1997): Geologie der Alpen. Eine Einführung in die regional - geologischen Einheiten zwischen Genf und Wien. Verlag Sven von Loga, Köln.
- MÜLLER, S., RUSTERHOLZ, H. P. UND BAUR, B. (2004): Rock climbing alters the vegetation of limestone cliffs in the northern Swiss Jura Mountains. *Canadian Journal of Botany*, 82 (6): 862 - 870.
- NUZZO, V. A. (1996): Structure of cliff vegetation on exposed cliffs and the effect of rock climbing. *Canadian Journal of Botany*, 74: 607 - 617.
- PAULI, H., GOTTFRIED, M., HOHENWALLNER, D., REITER, C., CASALE, R., GRABHERR, G. (2004): GLORIA Field Manual, 4. Ausgabe. Office for Official Publications of the European Communities.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM (2005): R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Wien.
- RAUDENBUSH, S. W. UND BRYK A. S. (2002): Hierarchical Linear Models. Applications and Data Analysis Methods. Sage Publications, Thousand Oaks.
- RICHTLINIE 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen. Amtsblatt Nr. L 206 vom 22.07.1992: 7 - 50.
- RUSTERHOLZ, H. P., MÜLLER, S. W., BAUR, B. (2004): Effects of rock climbing on plant communities on exposed limestone cliffs in the Swiss Jura mountains. *Applied Vegetation Science*, 7 (1): 35 - 40.
- SCHACHTSCHABEL, P., BLUME, H. P., BRÜMMER, K.-H. UND SCHWERTMANN, U. (1989): Lehrbuch der Bodenkunde, 12. Ausgabe. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart.
- SCHRÖTER, C. (1926): das Pflanzenleben der Alpen: Eine Schilderung der Hochgebirgsflora, 2. Ausgabe. Verlag von Albert Raustein, Zürich.
- SCHUBERT, P. (2005): Sicherheit und Risiko in Fels und Eis. Bergverlag Rother GmbH, München.
- SCHWEIGGL, M., SCHREINER, P. (1993): Naturparke in Südtirol. Verlagsanstalt Athesia, Bozen.
- SUEN, M.: Monographie der Felsvegetation in den Pragser Dolomiten. Unpublizierte Daten.

- UIAA (2007): UIAA Guidebook Standards.
 <http://www.theuiaa.org/guidebook_standards.html>
 (17.06.2008).
- URSIC, K. A., KENKEL, N. C., LARSON, D. W. (1997): Revegetation dynamics of cliff faces in abandoned limestone quarries. *Journal of Applied Ecology*, 34 : 289 - 303.
- WENTER, F. UND GASTEIGER, L. (2003): Sportklettern in Südtirol. Edition Raetia, Bozen.
- WILHALM, T. UND HILPOLD, A. (2006): Rote Liste der gefährdeten Gefäßpflanzen Südtirols. *Gredleriana*, 6: 115 - 198.
- WILHALM, T., NIKLFELD, H., GUTERMANN, W. (2006): Katalog der Gefäßpflanzen Südtirols. Veröffentlichungen des Naturmuseums Südtirol, 3. Folio - Verlag, Wien.

Abbildungsverzeichnis

2.1	Übersichtskarte der untersuchten Klettergärten	6
2.2	Klettergarten Brüggele	7
2.3	Klettergarten Plätzwiese	8
2.4	Klettergarten Kirchler	8
2.5	Klimadiagramm der Station Toblach	10
2.6	Wasserhaushalt einer Felswand (verändert nach LARSON 2000b)	13
3.1	Anordnung der Transekte	17
3.2	Teilflächen eines Transektes	18
4.1	Absätze vs. Entfernung	28
4.2	Spalten vs. Entfernung	28
4.3	Deckung gegen Entfernung	29
4.4	Deckung gegen Entfernung	30
5.1	Wurzelraum von <i>Potentilla nitida</i>	33
5.2	Mosaik aus Felsen und Schutt im Castello	35
5.3	Ausschnitt des Klettergartens Plätzwiese nach starken Regenfällen . . .	38
5.4	<i>Aquilegia einseleana</i>	45
5.5	<i>Physoplexis comosa</i>	46
A.1	Schwierigkeitsniveau in den untersuchten Klettergärten	64
A.2	Topo des Klettergartens Brüggele (BERGTOTAL.COM 2008)	65
A.3	Topo des Klettergartens Kirchler (GloboAlpin, unveröffentlichte Daten)	66
A.4	Topo des Klettergartens Plätzwiese (GloboAlpin, unveröffentlichte Daten)	68

Tabellenverzeichnis

4.1	Häufige Arten	23
4.2	Seltene Arten	24
4.3	Ergebnisse des Modells: Absätze	29
4.4	Ergebnisse des Modells: Spalten	30
A.1	Routen des Klettergartens Brüggele	65
A.2	Routen des Klettergartens Kirchler	67
A.3	Routen des Klettergartens Plätzwiese	67
A.5	Zuordnung der Transekte zu den Kletterrouten	69
A.6	Absätze, Spalten und Deckung in den Teilflächen der Transekte	70
A.7	Wuchsort und Deckungsdaten der einzelnen Taxa	79
A.4	Artenliste mit Fundorten	96

Glossar

Alpinklettern

Klettern in schlecht bis überhaupt nicht abgesicherten Routen mit meist mehreren Seillängen. Zwischensicherungen und fallweise auch die Standplätze müssen mittels mobiler Sicherungsmittel oder mit Normalhaken selbst eingerichtet werden.

außeralpin

Als außeralpin werden in der vorliegenden Arbeit alle Arbeiten außerhalb des Alpenbogens bezeichnet. Es handelt sich dabei durchwegs um Arbeiten aus den Mittelgebirgen Deutschlands und der Schweiz, sowie vom Niagara Escarpment an der Grenze zwischen Kanada und den USA.

Balme

Nischenartige Höhlung (Halbhöhle) unter einem Felsüberhang.

Bohrhaken

Haken, die in eigens dafür gebohrten Löchern im Fels plaziert werden. Richtig gesetzte, normgerechte Bohrhaken sind sehr verlässliche Sicherungspunkte. Zahlreiche Eigenbauten bieten allerdings nur sehr trügerische Sicherheit (SCHUBERT 2005).

Freiklettern

Die Fortbewegung erfolgt ausschließlich im Fels, Haken werden lediglich zur Sicherung genutzt.

Hanfseil

Früher gebräuchliches Bergseil aus dem Naturmaterial Hanf. Nasse Hanfseile faulen von innen. Solcherart vorgeschädigte Seile können bereits bei sehr geringen Belastungen reißen.

Kamintechnik

Beim Klettern in Kamintechnik verspreizt sich der Kletterer zwischen zwei gegenüberliegenden Felsflächen.

Klettergarten

Gebiet mit mehreren, gut abgesicherten Sportkletterrouten in unmittelbarer Nachbarschaft.

Kunststoffseil

Moderne Bergseile sind aus Polyamiden gefertigt. Diese Seile reißen im Wesentlichen nur mehr bei Belastung des Seiles über eine Kante, durch Schmelzverbrennung, oder wenn sie durch Säure vorgeschädigt wurden (SCHUBERT 2005). Seilrisse sind daher in den letzten Jahrzehnten sehr selten geworden.

Normalhaken

Eisenhaken die mit einem Hammer in feine Risse und Spalten im Fels geschlagen werden. Die Haltekraft von Normalhaken ist sehr variabel und für nachfolgende Seilschaften schwer einzuschätzen.

objektive Gefahren

Gefahren, die in der alpinen Umwelt begründet sind. Dazu gehören zum Beispiel Steinschlag, Lawinen und Wettersturz.

Pendeln

Pendelbewegung eines Kletterers am Seil. Kann beim Sturz auftreten, aber auch bewußt angewandt werden, etwa für Querungen.

Plattenklettere

Klettere an wenig strukturierten Oberflächen.

putzen

Kletterer bezeichnen das Entfernen von lockeren Steinen, Erde und störenden Pflanzen aus der Kletterroute als 'putzen'.

runout

Bezeichnet im Klettersport eine potenzielle lange Sturzstrecke bei weiten Hakenabständen.

sanieren

Erneuern der Haken in Kletterrouten. Oft verbunden mit einer wesentlich besseren Absicherung durch normgerechte Bohrhaken, zumindest an den Standplätzen.

Seillänge

Bezeichnet den Abstand zwischen zwei Standplätzen, in der ersten Seillänge den Abstand zwischen Einstieg und Standplatz. Eine Seillänge kann, je nach Gelände wenige Meter bis knapp 50 m lang sein.

Sportklettern

Klettern in gut, meist mit Bohrhaken abgesicherten Kletterrouten. Die objektiven Gefahren sind im Vergleich zum Alpinklettern verhältnismäßig gering.

Standplatz

In Routen mit mehreren Seillängen wird von Standplatz zu Standplatz gesichert. Dabei verbleibt jeweils ein Kletterer am Standplatz und sichert den anderen, der gerade klettert.

technisches Klettern

Im Gegensatz zum Freiklettern werden beim technischen Klettern Haken und Trittleitern zur Fortbewegung im Fels genutzt.

Tintenstrich

Dunkler Streifen auf der Felswand durch einen Film von Mikroorganismen, hauptsächlich Cyanobakterien. Weist auf zumindest periodische Nässe hin.

Top

Meist hochwertiger Sicherungspunkt am oberen Ende von Kletterrouten. Sollte in Klettergärten zum Topropen und zum Abseilen eingerichtet sein.

Topo

Topographische Beschreibung von Kletterrouten.

Toprope

Klettern an einem Seil, das am Top umgelenkt wird und daher immer von oben kommt.

Vorstieg

Klettern mit Seilsicherung von unten. Das Seil wird immer wieder in Zwischensicherungen eingehängt. Die mögliche Sturzhöhe beträgt in etwa das dreifache der Kletterhöhe über der letzten Zwischensicherung.

Zwischensicherung

Sicherungspunkt zwischen 2 Standplätzen in einer Kletterroute.

A Anhang

A.1 Zusammenfassung / Abstract

Kletterrouten sind die offensichtlichste Form der menschlichen Beeinflussung von Fels-ökosystemen. Ob und wie stark die Vegetation durch Klettern und insbesondere das Einrichten von Kletterrouten geschädigt wird, ist nach wie vor nicht eindeutig belegt.

Um der Einfluss der Klettertätigkeit auf Gefäßpflanzen und Moose zu erheben, wurden im Zuge dieser Arbeit 90 kleinräumige Transekte in 3 verschiedenen Klettergärten in den Südtiroler Dolomiten untersucht. Die Vegetation der Klettergärten setzte sich vorwiegend aus Hemikryptophyten und Chamaephyten zusammen, wobei fast alle Arten aus den Klettergärten auch in der Felsvegetation der Umgebung vorkamen. Das Vorhandensein von Absätzen und Spalten erwies sich als wichtigster Einflussfaktor auf die Deckung, dabei konnte zwischen Arten unterschieden werden, die Absätze oder Spalten bevorzugten und solchen, die gleichermaßen auf Absätzen und Spalten anzutreffen waren. Die Entfernung von der Kletterroute zeigte, bei gleichzeitiger Kontrolle der mikrotopographischen Variabilität einen schwachen, nur teilweise signifikanten Einfluss auf die Deckung.

Eine genaue Kontrolle der mikrotopographischen Variabilität erwies sich als unumgänglich für Arbeiten, die sich mit dem menschlichen Einfluss auf die Felsvegetation beschäftigen.

Climbing routes are the most visible examples of human influence on cliff ecosystems. Whether and to what extent the vegetation is negatively affected by climbing and, in particular, by climbing routes has not yet been clearly verified.

In order to investigate the influence of recreational rock climbing on vascular plants and bryophytes, 90 transects in 3 different sport climbing areas in the South Tyrol Dolomites were investigated. The vegetation in the climbing areas consists predominantly of hemicryptophytes and chamaephytes and almost all species found in the climbing areas are also found in the cliff vegetation in the surrounding area. The presence of ledges and crevices proved to be the most important factor that influenced the vegetation cover. A distinction could be made between plant species that preferred either ledges or crevices and plant species that showed the same cover both on ledges and in crevices. When the microtopographic variability was considered, the distance from the climbing route showed little or no significant influence on the plant cover.

A careful investigation of microtopographic variables is essential to any investigation of the influence of recreational rock climbing on cliff vegetation.

A.2 Untersuchungsgebiet

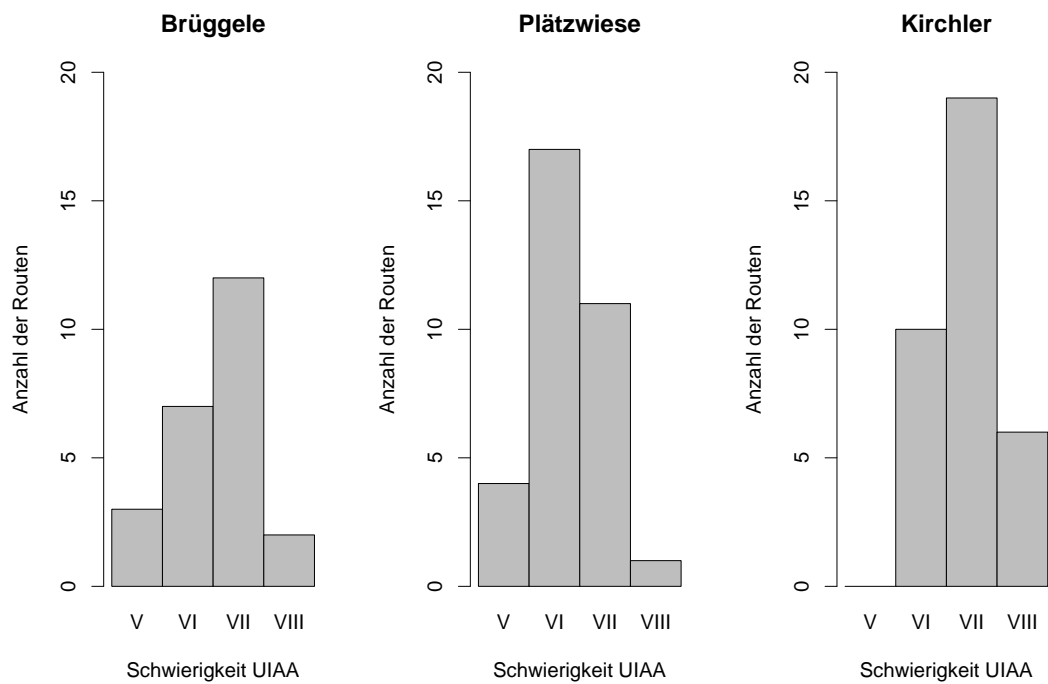


Abbildung A.1: Schwierigkeitsniveau in den untersuchten Klettergärten

Die Topos der Klettergärten (Abbildungen A.2, A.3 und A.4 und die Beschreibungen der Routen (Tabellen A.1, A.2 und A.3) stammen aus unterschiedlichen Quellen (BERGTOTAL.COM 2003 und unveröffentlichte Daten der Alpenschule „GloboAlpin“, beziehungsweise WENTER UND GASTEIGER 2003). Abweichungen bei der Anzahl der Routen und der Seillängen können daher vorkommen.

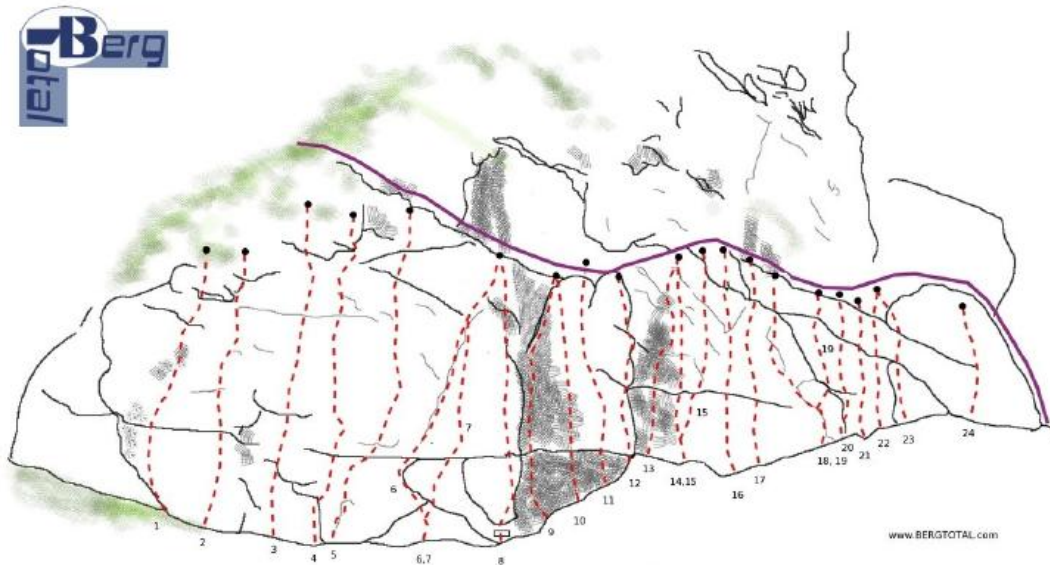


Abbildung A.2: Topo des Klettergartens Brüggele (BERGTOTAL.COM 2008)

Nr.	Route	UIAA ¹	Nr.	Route	UIAA
1	Motte	VII+	13	Verschneidung	VII-/VII
2	Guat gongen	VII+	14	H2O	VII-/VII
3	Taistner	VII+	15	Grasshüpfer	VII
4	Endlos	VII	16	Schock 2000	VII+
5	Hammerweg	VII-	17	Lavazza	VI/VI+
6	Chaos	VIII-	18	Sauwandl	VII-/VII
7	Chaos minus	VII+	19	MP3	VII-
8	Kastlverbot	VIII+	20	Schnitzljagt	VI-
9	Die Schwarze	VI	21	Linke	V
10	Mit freundlichen Grüßen	VI/VI+	22	Neu	V
11	Balsamico	VI/VI+	23	Urban Turban	VI-
12	Kante	VI/VI+	24	Thunfisch	V

¹ UIAA (2007)

Tabelle A.1: Routen des Klettergartens Brüggele

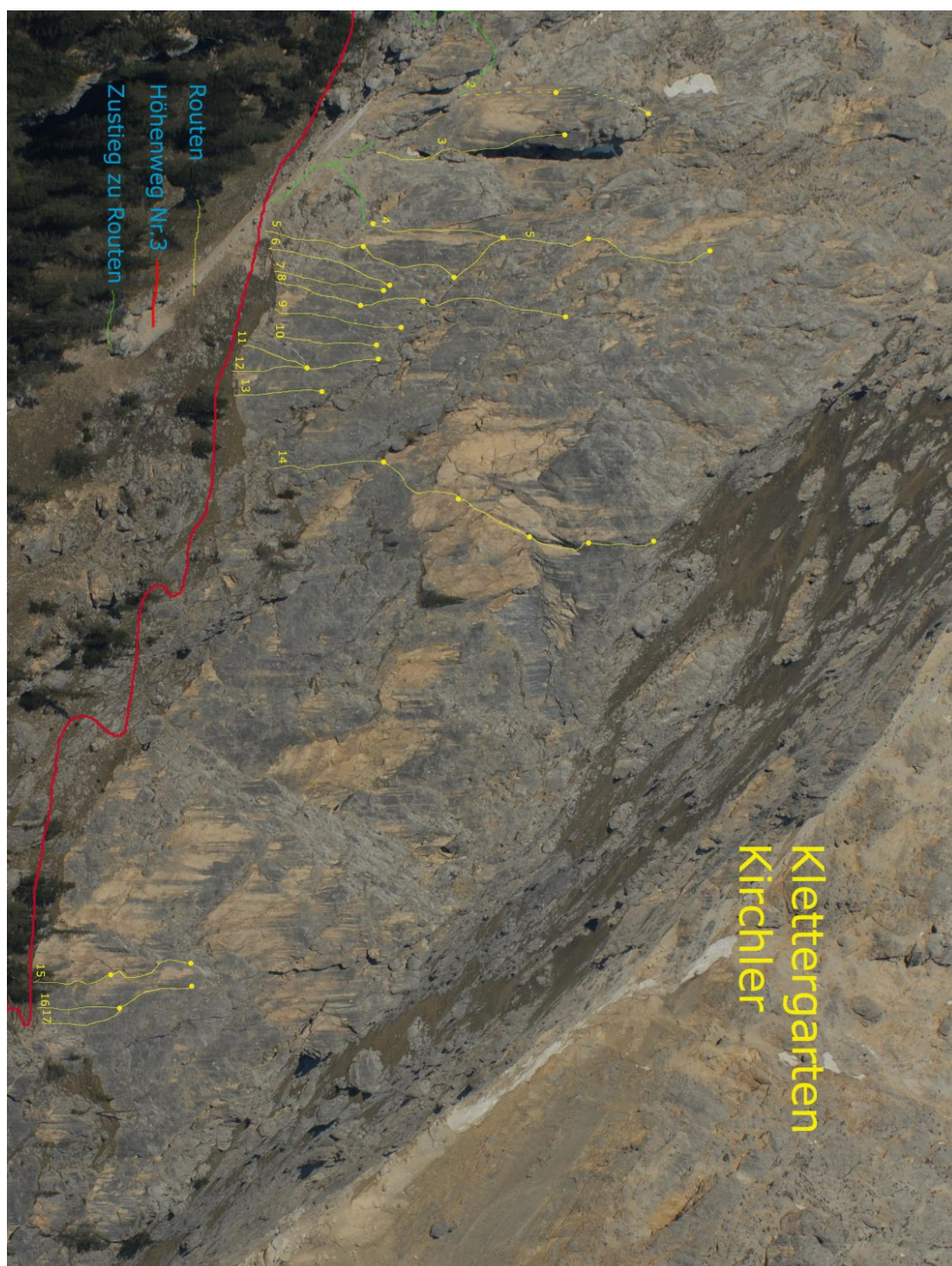


Abbildung A.3: Topo des Klettergartens Kirchler (GloboAlpin, unveröffentlichte Daten)

Nr.	Route	UIAA ¹	Nr.	Route	UIAA
2	Kalte Finger	VIII	9	Traumtänzer	VII+
3	Namaste 1.SL	VII-/VII	10	Grigri lernt fliegen	VII+
3	Namaste 2.SL	VII+	11	Saugfinger	VII+
4	Anwärterriss	VII+	12	Halbmond 1.SL	VII-/VII
5	Evolution 1.SL	VI-	12	Halbmond 2.SL	VII+
5	Evolution 2.SL	VI/VI+	13	Madonna	VIII+
5	Evolution 3.SL	VI	14	Fragil 1.SL	VI/VI+
5	Evolution 4.SL	VI/VI+	14	Fragil 2.SL	VI/VI+
5	Evolution 5.SL	VII	14	Fragil 3.SL	VII-
5	Evolution 7.SL	VII-	14	Fragil 4.SL	VI/VI+
5	Evolution 8. SL	VI-	14	Fragil 5.SL	VII+
6	Genuss plus	VI/VI+	15	Langlaufloipe 1.SL	VII-
7	Maigewitter	VII+	15	Langlaufloipe 2.SL	VI/VI+
8	Murmeltierprinzessin 1.SL	VII-	16	Fußarbeit	VIII-
8	Murmeltierprinzessin 2.SL	VII	17	BFM 1.SL	VII+
8	Murmeltierprinzessin 3.SL	VIII-	15	BFM 2.SL	VII+
8	Murmeltierprinzessin 4.SL	VI			

¹ UIAA (2007)

Tabelle A.2: Routen des Klettergartens Kirchler

Nr.	Route	UIAA ¹	Nr.	Route	UIAA
1	Für Alpinisten 1.SL	VI	9	Alibaba	VII-
1	Für Alpinisten 2.SL	VI/VI+	10	Lene 1.SL	VI/VI+
2	Das kanns nicht sein	VII-/VII	10	Lene 2.SL	VII
3	Martin kann's 1.SL	V-	11	Wunderland	VI-
3	Martin kann's 2.SL	V	12	Durststrecke 1.SL	VII+
3	Martin kann's 3.SL	VI-	12	Durststrecke 2.SL	VII-/VII
3	Martin kann's 4.SL	VI/VI+	14	Freiluft	VIII-
4	Erwin muss noch üben 1.SL	VI-	15	Gaisl im Rücken 1.SL	VII
4	Erwin muss noch üben 2.SL	V	15	Gaisl im Rücken 2.SL	VI/VI+
4	Erwin muss noch üben 3.SL	VI-	16	Wo geht's hier lang?	VII-/VII
5	Für Genießer	VI-	17	Der Spiegel	VII-
7	Plätzchenwiese 1.SL	VI	18	Hobbit	VI/VI+
7	Plätzchenwiese 2.SL	VI/VI+	19	Gandalf	VI/VI+
7	Plätzchenwiese 3.SL	VI-	20	Bastian	VII-
8	Nostalgie 1.SL	VII-	21	Momo	VI
8	Nostalgie 2.SL	VII-	22	Edelweiß	V-
8	Nostalgie 3.SL	VI/VI+			

¹ UIAA (2007)

Tabelle A.3: Routen des Klettergartens Plätzwiese



Abbildung A.4: Topo des Klettergartens Plätzwiese (GloboAlpin, unveröffentlichte Daten)

A.3 Rohdaten

Tabelle A.5: Zuordnung der Transekte zu den Kletterrouten

Klettergärten, Routen und Transekte				
Klettergarten	Route	Bewertung ¹	Transekt	Seehöhe [m]
Plätzwiese	Momo	VI	1	2245
Plätzwiese	Bastian	VII-	2	2253
Plätzwiese	Bastian	VII-	3	2244
Plätzwiese	Gandalf	VI/VI+	4	2250
Plätzwiese	Gandalf	VI/VI+	5	2245
Plätzwiese	Hobbit	VI/VI+	6	2246
Plätzwiese	Hobbit	VI/VI+	7	2238
Plätzwiese	Der Spiegel	VII-	8	2246
Plätzwiese	Der Spiegel	VII-	9	2238
Plätzwiese	Plätzchenwiese 3.SL	VI-	10	2255
Plätzwiese	Plätzchenwiese 2.SL	VI/VI+	11	2240
Plätzwiese	Plätzchenwiese 2.SL	VI/VI+	12	2230
Plätzwiese	Plätzchenwiese 1.SL	VI	13	2218
Plätzwiese	Plätzchenwiese 1.SL	VI	14	2209
Plätzwiese	Martin kann's 2.SL	V	15	2240
Plätzwiese	Martin kann's 2.SL	V	16	2230
Plätzwiese	Martin kann's 1.SL	V-	17	2212
Plätzwiese	Für Alpinisten 1.SL	VI	18	2235
Plätzwiese	Für Alpinisten 1.SL	VI	19	2225
Plätzwiese	Gaisl im Rücken 2.SL	VI/VI+	20	2260
Plätzwiese	Gaisl im Rücken 2.SL	VI/VI+	21	2250
Plätzwiese	Gaisl im Rücken 1.SL	VII	22	2240
Plätzwiese	Wo geht's hier lang?	VII-/VII	23	2246
Plätzwiese	Wo geht's hier lang?	VII-/VII	24	2238
Plätzwiese	Momo	VI	25	2240
Plätzwiese	Gandalf	VI/VI+	26	2240
Plätzwiese	Der Spiegel	VII-	27	2230
Plätzwiese	Freiluft	VIII-	28	2230
Plätzwiese	Plätzchenwiese 1.SL	VI	29	2200
Plätzwiese	Für Alpinisten 1.SL	VI	30	2220
Kirchler	Genuss plus	VI/VI+	31	2195
Kirchler	Genuss plus	VI/VI+	32	2190
Kirchler	Genuss plus	VI/VI+	33	2185
Kirchler	Murmeltierprinzessin 1.SL	VII-	34	2183
Kirchler	Murmeltierprinzessin 1.SL	VII-	35	2176
Kirchler	Murmeltierprinzessin 1.SL	VII-	36	2170
Kirchler	Genuss plus	VI/VI+	37	2180
Kirchler	Langlaufloipe 2.SL	VI/VI+	38	2170
Kirchler	Langlaufloipe 2.SL	VI/VI+	39	2160
Kirchler	Langlaufloipe 1.SL	VII-	40	2150
Kirchler	Langlaufloipe 1.SL	VII-	41	2145
Kirchler	Halbmond 1.SL	VII-/VII	42	2178
Kirchler	Halbmond 1.SL	VII-/VII	43	2175
Kirchler	Evolution 4.SL	VI/VI+	44	2260
Kirchler	Evolution 4.SL	VI/VI+	45	2253
Kirchler	Evolution 3.SL	VI	46	2233
Kirchler	Evolution 2.SL	VI/VI+	47	2220
Kirchler	Evolution 2.SL	VI/VI+	48	2213
Kirchler	Evolution 1.SL	VI-	49	2190
Kirchler	Evolution 1.SL	VI-	50	2183
Kirchler	Fragil 2.SL	VII-	51	2225
Kirchler	Fragil 2.SL	VII-	52	2220
Kirchler	Fragil 2.SL	VII-	53	2215
Kirchler	Fragil 1.SL	VI/VI+	54	2198
Kirchler	Fragil 1.SL	VI/VI+	55	2190
Kirchler	Fragil 1.SL	VI/VI+	56	2183

Klettergärten, Routen und Transekte (Fortsetzung)

Klettergarten	Route	Bewertung	Transekt ID	Seehöhe [m]
Kirchler	Halbmond 1.SL	VII-/VII	57	2165
Kirchler	Traumtänzer	VII+	58	2170
Kirchler	Langlaufloipe 1.SL	VII-	59	2140
Kirchler	Fußarbeit	VIII-	60	2140
Brüggele	Urban Turban	VI-	61	1540
Brüggele	MP3	VII-	62	1540
Brüggele	Linke	V	63	1552
Brüggele	Linke	V	64	1545
Brüggele	Lavazza	VI/VI+	65	1546
Brüggele	Lavazza	VI/VI+	66	1542
Brüggele	Grasshüpfer	VII	67	1555
Brüggele	Grasshüpfer	VII	68	1543
Brüggele	Verschneidung	VII-/VII	69	1555
Brüggele	Verschneidung	VII-/VII	70	1548
Brüggele	Kante	VI/VI+	71	1540
Brüggele	Balsamico	VI/VI+	72	1540
Brüggele	Kante	VI/VI+	73	1547
Brüggele	Kante	VI/VI+	74	1543
Brüggele	Urban Turban	VI-	75	1548
Brüggele	Urban Turban	VI-	76	1545
Brüggele	Thunfisch	V	77	1545
Brüggele	Thunfisch	V	78	1542
Brüggele	Thunfisch	V	79	1540
Brüggele	MFG	VI/VI+	80	1535
Brüggele	Schnitzljagt	VI-	81	1550
Brüggele	Schnitzljagt	VI-	82	1545
Brüggele	Hammerweg	VII-	83	1550
Brüggele	Hammerweg	VII-	84	1543
Brüggele	Die Schwarze	VI	85	1545
Brüggele	Die Schwarze	VI	86	1540
Brüggele	MFG	VI/VI+	87	1545
Brüggele	MFG	VI/VI+	88	1540
Brüggele	Balsamico	VI/VI+	89	1553
Brüggele	Balsamico	VI/VI+	90	1546

¹UIAA (2007)

Tabelle A.6: Absätze, Spalten und Deckung in den Teilflächen der Transekte

Teilflächen: Absätze, Spalten und Deckung						
Transekt	Aufn.	Entf. [cm]	Absätze [cm ²]	Deckung A. [%]	Spalten [cm]	Deckung S. [%]
1	1	0	0	0,00	29	0,16
1	2	25	0	0,00	30	7,10
1	3	50	70	1,50	53	0,80
1	4	75	25	0,00	25	0,70
1	5	100	0	0,00	25	0,90
1	6	125	0	0,00	28	0,00
2	7	0	260	0,00	2	0,10
2	8	25	0	0,00	25	0,35
2	9	50	0	0,00	55	1,62
2	10	75	240	0,00	50	2,75
2	11	100	0	0,00	20	0,25
2	12	125	0	0,00	0	0,00
3	13	0	0	0,00	0	0,00
3	14	25	0	0,00	0	0,00
3	15	50	0	0,00	0	0,00
3	16	75	0	0,00	0	0,00

Teilflächen: Absätze, Spalten und Deckung (Fortsetzung)

Transekt	Aufn.	Entf. [cm]	Absätze [cm²]	Deckung A. [%]	Spalten [cm]	Deckung S. [%]
3	17	100	0	0,00	0	0,00
3	18	125	0	0,00	10	0,00
4	19	0	0	0,00	12	0,00
4	20	25	0	0,00	10	0,04
4	21	50	5	0,00	0	0,00
4	22	75	15	0,00	12	0,00
4	23	100	0	0,00	0	0,00
4	24	125	0	0,00	0	0,00
5	25	0	0	0,00	43	0,20
5	26	25	2	0,00	0	0,00
5	27	50	0	0,00	0	0,00
5	28	75	3	0,00	0	0,00
5	29	100	0	0,00	0	0,00
5	30	125	0	0,00	0	0,00
6	31	0	160	0,00	25	0,00
6	32	25	170	0,00	20	0,00
6	33	50	146	0,10	38	8,20
6	34	75	40	0,00	45	16,00
6	35	100	0	0,00	60	6,50
6	36	125	0	0,00	0	0,00
7	37	0	0	0,00	105	15,56
7	38	25	0	0,00	10	0,00
7	39	50	0	0,00	9	0,04
7	40	75	0	0,00	40	0,00
7	41	100	0	0,00	6	0,40
7	42	125	0	0,00	10	0,00
8	43	0	0	0,00	5	0,00
8	44	25	0	0,00	10	0,00
8	45	50	0	0,00	0	0,00
8	46	75	2	0,00	0	0,00
8	47	100	3	0,00	5	0,00
8	48	125	0	0,00	0	0,00
9	49	0	75	0,00	45	0,18
9	50	25	33	0,00	17	0,10
9	51	50	25	0,00	7	0,08
9	52	75	3	0,00	12	0,16
9	53	100	512	0,00	0	0,22
9	54	125	0	0,00	5	0,00
10	55	0	10	0,00	60	1,60
10	56	25	6	0,00	5	0,00
10	57	50	126	0,40	0	0,00
10	58	75	20	0,35	0	0,00
10	59	100	8	0,00	0	0,00
10	60	125	0	0,00	20	0,00
11	61	0	90	0,00	0	0,00
11	62	25	80	0,20	21	0,63
11	63	50	72	0,25	0	0,00
11	64	75	462	0,31	0	0,00
11	65	100	60	0,00	3	0,06
11	66	125	0	0,00	25	0,25
12	67	0	72	0,00	44	0,00
12	68	25	15	0,00	25	0,00
12	69	50	25	0,00	0	0,00
12	70	75	0	0,00	0	0,00
12	71	100	40	0,00	14	0,26
12	72	125	0	0,00	2	0,00
13	73	0	300	0,00	9	0,00
13	74	25	84	0,00	17	0,07
13	75	50	0	0,00	95	15,10
13	76	75	0	0,00	25	1,10
13	77	100	15	0,00	14	0,35

Teilflächen: Absätze, Spalten und Deckung (Fortsetzung)

Transekt	Aufn.	Entf. [cm]	Absätze [cm²]	Deckung A. [%]	Spalten [cm]	Deckung S. [%]
13	78	125	0	0,00	9	0,10
14	79	0	300	0,07	0	0,00
14	80	25	95	0,00	10	0,12
14	81	50	0	0,00	35	0,30
14	82	75	0	0,00	45	2,15
14	83	100	900	1,20	37	2,40
14	84	125	270	0,40	25	3,55
15	85	0	6	0,00	65	0,35
15	86	25	6	0,00	45	0,81
15	87	50	0	0,00	31	2,00
15	88	75	60	0,40	0	0,00
15	89	100	0	0,00	0	0,00
15	90	125	3	0,00	6	0,00
16	91	0	0	0,00	4	0,00
16	92	25	0	0,00	2	0,00
16	93	50	8	0,00	4	0,00
16	94	75	0	0,00	125	4,25
16	95	100	34	0,00	30	0,10
16	96	125	0	0,00	40	0,15
17	97	0	50	0,00	90	0,95
17	98	25	875	0,50	12	0,20
17	99	50	445	2,70	20	0,20
17	100	75	15	0,00	80	0,80
17	101	100	125	0,00	0	0,00
17	102	125	250	0,00	0	0,00
18	103	0	250	0,00	55	0,52
18	104	25	350	0,00	8	0,00
18	105	50	1250	0,95	15	0,20
18	106	75	1000	4,20	8	0,85
18	107	100	395	3,75	20	0,00
18	108	125	250	7,90	98	1,20
19	109	0	0	0,00	2	0,15
19	110	25	10	0,00	0	0,00
19	111	50	14	0,00	105	0,85
19	112	75	84	0,30	20	0,80
19	113	100	14	0,00	7	0,10
19	114	125	36	0,35	0	0,00
20	115	0	0	0,00	2	0,40
20	116	25	280	6,20	11	0,00
20	117	50	0	0,00	0	0,00
20	118	75	21	0,00	2	0,00
20	119	100	30	0,00	0	0,00
20	120	125	18	0,00	4	0,00
21	121	0	165	0,00	2	0,00
21	122	25	0	0,00	10	0,00
21	123	50	10	0,00	17	0,00
21	124	75	48	0,30	2	0,40
21	125	100	0	0,00	14	5,02
21	126	125	0	0,00	2	3,25
22	127	0	0	0,00	0	0,00
22	128	25	0	0,00	100	0,30
22	129	50	0	0,00	2	0,00
22	130	75	0	0,00	10	0,00
22	131	100	28	0,00	2	0,00
22	132	125	0	0,00	0	0,00
23	133	0	0	0,00	27	0,00
23	134	25	0	0,00	12	0,00
23	135	50	0	0,00	10	0,00
23	136	75	0	0,00	25	0,00
23	137	100	0	0,00	25	0,00
23	138	125	0	0,00	20	0,20

Teilflächen: Absätze, Spalten und Deckung (Fortsetzung)

Transekt	Aufn.	Entf. [cm]	Absätze [cm²]	Deckung A. [%]	Spalten [cm]	Deckung S. [%]
24	139	0	1000	0,38	70	0,70
24	140	25	1140	0,36	55	0,00
24	141	50	1030	0,30	50	0,30
24	142	75	675	0,14	100	0,20
24	143	100	1000	1,15	55	0,00
24	144	125	1000	1,00	50	0,00
25	145	0	375	1,50	10	0,00
25	146	25	85	0,40	30	0,67
25	147	50	150	0,15	30	0,15
25	148	75	10	0,00	30	1,65
25	149	100	8	0,00	35	1,25
25	150	125	0	0,00	27	3,20
26	151	0	325	0,00	25	0,15
26	152	25	256	2,60	0	0,00
26	153	50	254	2,90	0	0,05
26	154	75	150	1,90	110	9,15
26	155	100	21	0,00	28	0,75
26	156	125	0	0,00	13	0,08
27	157	0	14	0,00	12	0,00
27	158	25	36	0,00	25	1,21
27	159	50	15	0,01	20	2,00
27	160	75	60	0,00	4	0,00
27	161	100	48	0,05	15	0,15
27	162	125	75	4,35	0	0,00
28	163	0	25	0,00	65	1,25
28	164	25	192	0,00	25	0,00
28	165	50	50	0,00	10	0,00
28	166	75	47	0,00	37	0,15
28	167	100	172	0,00	42	0,40
28	168	125	0	0,00	26	0,10
29	169	0	0	0,00	64	0,31
29	170	25	0	0,00	74	0,96
29	171	50	0	0,00	27	0,15
29	172	75	0	0,00	15	0,00
29	173	100	15	0,00	55	0,10
29	174	125	275	0,57	26	1,21
30	175	0	0	0,00	14	0,20
30	176	25	0	0,00	10	0,31
30	177	50	0	0,00	6	0,00
30	178	75	0	0,00	27	1,45
30	179	100	77	0,00	27	0,00
30	180	125	0	0,00	10	0,10
31	181	0	0	0,00	38	0,20
31	182	25	120	1,20	94	0,00
31	183	50	0	0,00	45	0,10
31	184	75	0	0,00	44	5,90
31	185	100	0	0,00	2	0,00
31	186	125	0	0,00	2	0,00
32	187	0	0	0,00	100	5,15
32	188	25	0	0,00	45	0,70
32	189	50	0	0,00	20	0,00
32	190	75	0	0,00	25	0,00
32	191	100	0	0,00	60	0,00
32	192	125	0	0,00	47	0,00
33	193	0	0	0,05	24	0,00
33	194	25	20	0,00	6	0,00
33	195	50	0	0,00	10	0,00
33	196	75	3	0,01	41	0,00
33	197	100	450	1,25	4	0,00
33	198	125	270	0,00	8	0,00
34	199	0	0	0,00	72	0,85

Teilflächen: Absätze, Spalten und Deckung (Fortsetzung)

Transekt	Aufn.	Entf. [cm]	Absätze [cm²]	Deckung A. [%]	Spalten [cm]	Deckung S. [%]
34	200	25	0	0,00	22	0,05
34	201	50	0	0,00	5	0,00
34	202	75	12	0,00	6	0,00
34	203	100	0	0,00	11	0,00
34	204	125	0	0,00	0	0,00
35	205	0	0	0,00	35	1,75
35	206	25	44	0,62	37	1,20
35	207	50	0	0,00	19	0,30
35	208	75	0	0,00	50	0,25
35	209	100	0	0,00	32	0,00
35	210	125	0	0,00	19	0,00
36	211	0	0	0,00	31	0,03
36	212	25	0	0,00	39	0,30
36	213	50	3	0,00	32	0,10
36	214	75	240	0,25	50	0,05
36	215	100	180	0,06	20	0,10
36	216	125	0	0,00	7	0,00
37	217	0	0	0,00	95	7,85
37	218	25	0	0,00	33	1,00
37	219	50	0	0,00	19	0,10
37	220	75	0	0,00	18	0,30
37	221	100	0	0,00	22	0,15
37	222	125	0	0,00	10	0,20
38	223	0	3	0,00	48	0,12
38	224	25	0	0,00	7	0,00
38	225	50	0	0,00	12	0,10
38	226	75	10	0,00	49	2,55
38	227	100	0	0,00	39	2,90
38	228	125	0	0,00	48	0,75
39	229	0	100	0,00	133	5,25
39	230	25	0	0,00	6	0,00
39	231	50	0	0,00	4	0,00
39	232	75	0	0,00	6	0,00
39	233	100	0	0,00	10	0,30
39	234	125	0	0,00	8	0,00
40	235	0	4	0,00	24	0,25
40	236	25	0	0,00	95	0,25
40	237	50	30	0,00	0	0,00
40	238	75	0	0,00	9	0,00
40	239	100	0	0,00	2	0,00
40	240	125	0	0,00	7	0,00
41	241	0	275	8,70	14	0,20
41	242	25	325	3,95	9	0,00
41	243	50	250	2,46	32	0,30
41	244	75	30	0,55	2	0,00
41	245	100	0	0,00	5	0,00
41	246	125	120	0,00	14	0,00
42	247	0	0	0,00	40	0,20
42	248	25	0	0,00	47	0,40
42	249	50	0	0,00	32	2,20
42	250	75	125	7,00	25	0,00
42	251	100	175	1,00	2	0,00
42	252	125	175	1,00	12	0,00
43	253	0	240	5,45	85	7,70
43	254	25	250	3,00	7	0,10
43	255	50	0	0,00	5	0,00
43	256	75	0	0,00	0	0,00
43	257	100	0	0,00	4	0,00
43	258	125	0	0,00	2	0,00
44	259	0	0	0,00	10	0,00
44	260	25	0	0,00	53	0,40

Teilflächen: Absätze, Spalten und Deckung (Fortsetzung)

Transekt	Aufn.	Entf. [cm]	Absätze [cm²]	Deckung A. [%]	Spalten [cm]	Deckung S. [%]
44	261	50	50	0,00	52	1,60
44	262	75	0	0,00	49	0,10
44	263	100	150	0,00	33	0,70
44	264	125	0	0,00	10	0,00
45	265	0	0	0,00	40	1,15
45	266	25	14	0,00	64	0,00
45	267	50	0	0,00	90	0,15
45	268	75	37	0,00	2	0,00
45	269	100	0	0,00	4	0,00
45	270	125	15	0,00	20	0,00
46	271	0	120	0,50	22	0,00
46	272	25	84	0,00	47	0,50
46	273	50	500	1,40	0	0,00
46	274	75	625	21,70	9	0,00
46	275	100	700	7,35	55	1,00
46	276	125	305	8,55	47	0,00
47	277	0	10	0,00	80	0,00
47	278	25	10	0,00	2	0,00
47	279	50	0	0,00	2	0,00
47	280	75	0	0,00	19	0,00
47	281	100	0	0,00	87	3,20
47	282	125	0	0,00	6	0,00
48	283	0	0	0,00	5	0,00
48	284	25	0	0,00	18	0,00
48	285	50	0	0,00	27	0,00
48	286	75	0	0,00	8	0,00
48	287	100	0	0,00	142	0,60
48	288	125	0	0,00	7	0,30
49	289	0	35	0,00	67	4,50
49	290	25	95	0,00	130	8,51
49	291	50	79	2,70	65	0,41
49	292	75	306	1,90	30	0,20
49	293	100	260	0,70	12	0,00
49	294	125	10	0,00	2	0,00
50	295	0	120	1,10	55	3,10
50	296	25	90	4,50	29	2,00
50	297	50	600	16,60	50	3,60
50	298	75	650	19,50	75	5,50
50	299	100	480	3,50	65	1,25
50	300	125	2000	18,90	0	0,00
51	301	0	135	0,00	114	17,10
51	302	25	425	0,00	17	0,50
51	303	50	505	7,00	25	0,00
51	304	75	575	3,00	0	0,00
51	305	100	425	0,40	23	1,15
51	306	125	750	8,00	17	0,30
52	307	0	0	0,00	77	2,10
52	308	25	250	1,00	22	0,20
52	309	50	0	0,00	16	0,30
52	310	75	14	0,00	2	0,00
52	311	100	2	0,00	12	0,00
52	312	125	2	0,00	52	2,00
53	313	0	140	0,00	71	0,55
53	314	25	8	0,00	64	3,05
53	315	50	0	0,00	15	0,00
53	316	75	0	0,00	27	0,40
53	317	100	0	0,00	25	0,00
53	318	125	0	0,00	2	0,00
54	319	0	78	0,00	111	5,20
54	320	25	250	0,00	50	2,72
54	321	50	0	0,00	71	8,00

Teilflächen: Absätze, Spalten und Deckung (Fortsetzung)

Transekt	Aufn.	Entf. [cm]	Absätze [cm²]	Deckung A. [%]	Spalten [cm]	Deckung S. [%]
54	322	75	0	0,00	29	0,00
54	323	100	0	0,00	6	0,00
54	324	125	0	0,00	4	0,00
55	325	0	0	0,00	61	0,00
55	326	25	22	0,00	92	0,80
55	327	50	0	0,00	40	0,00
55	328	75	0	0,00	27	0,00
55	329	100	0	0,00	6	0,00
55	330	125	0	0,00	8	0,00
56	331	0	0	0,00	82	0,01
56	332	25	50	0,70	85	1,30
56	333	50	500	7,60	32	0,30
56	334	75	30	4,55	100	13,80
56	335	100	442	17,85	27	0,00
56	336	125	280	11,50	8	0,40
57	337	0	21	0,00	38	0,10
57	338	25	20	0,00	92	13,90
57	339	50	15	0,00	182	33,65
57	340	75	6	0,00	116	19,90
57	341	100	0	0,00	2	0,05
57	342	125	4	0,00	0	0,00
58	343	0	135	0,00	25	1,30
58	344	25	18	0,00	46	1,40
58	345	50	0	0,00	48	3,40
58	346	75	36	0,25	104	2,00
58	347	100	0	0,00	27	0,10
58	348	125	12	0,00	4	0,70
59	349	0	0	0,00	105	6,05
59	350	25	10	0,00	63	1,35
59	351	50	0	0,00	20	0,00
59	352	75	0	0,00	17	0,35
59	353	100	20	0,00	2	0,00
59	354	125	0	0,00	15	0,00
60	355	0	0	0,00	39	0,00
60	356	25	0	0,00	117	0,20
60	357	50	0	0,00	61	0,40
60	358	75	0	0,00	6	0,00
60	359	100	0	0,00	54	3,00
60	360	125	0	0,00	53	5,50
61	361	0	120	0,00	87	1,00
61	362	25	0	0,00	6	0,15
61	363	50	0	0,00	58	0,10
61	364	75	0	0,00	51	0,10
61	365	100	15	0,00	44	0,40
61	366	125	50	0,00	62	0,27
62	367	0	19	0,00	246	0,15
62	368	25	55	0,00	180	1,55
62	369	50	255	0,00	169	11,95
62	370	75	50	0,00	137	5,90
62	371	100	275	0,00	145	7,20
62	372	125	37	0,00	93	4,30
63	373	0	155	0,20	20	0,35
63	374	25	25	0,00	57	0,25
63	375	50	0	0,00	41	1,00
63	376	75	70	0,00	80	2,40
63	377	100	75	0,00	101	0,40
63	378	125	200	0,00	86	3,70
64	379	0	0	0,00	22	0,00
64	380	25	0	0,00	22	0,40
64	381	50	0	0,00	6	0,15
64	382	75	25	0,40	26	0,10

Teilflächen: Absätze, Spalten und Deckung (Fortsetzung)

Transekt	Aufn.	Entf. [cm]	Absätze [cm²]	Deckung A. [%]	Spalten [cm]	Deckung S. [%]
64	383	100	35	0,00	17	0,20
64	384	125	0	0,00	25	0,00
65	385	0	0	0,00	43	1,00
65	386	25	6	0,00	49	0,05
65	387	50	0	0,00	62	0,50
65	388	75	0	0,00	28	0,65
65	389	100	0	0,00	9	0,00
65	390	125	0	0,00	3	0,00
66	391	0	0	0,00	28	0,05
66	392	25	6	0,00	20	0,05
66	393	50	0	0,00	53	0,00
66	394	75	0	0,00	22	0,00
66	395	100	0	0,00	103	1,05
66	396	125	0	0,00	44	0,30
67	397	0	4	0,00	10	0,02
67	398	25	0	0,00	7	0,00
67	399	50	25	0,00	27	0,15
67	400	75	0	0,00	64	0,20
67	401	100	20	0,10	61	0,70
67	402	125	75	0,00	42	0,05
68	403	0	625	0,00	63	4,90
68	404	25	570	0,00	62	2,30
68	405	50	145	0,00	63	0,81
68	406	75	200	0,00	70	0,10
68	407	100	250	0,00	81	0,15
68	408	125	250	0,00	37	0,30
69	409	0	0	0,00	25	0,00
69	410	25	250	8,50	25	7,00
69	411	50	30	0,15	11	0,30
69	412	75	15	0,00	7	0,10
69	413	100	0	0,00	12	0,40
69	414	125	0	0,00	27	0,16
70	415	0	30	0,00	160	25,80
70	416	25	18	0,00	90	14,50
70	417	50	30	0,00	100	12,60
70	418	75	1100	21,70	35	12,00
70	419	100	750	26,60	0	0,00
70	420	125	750	12,00	0	0,00
71	421	0	47	0,00	33	0,45
71	422	25	0	0,00	53	4,45
71	423	50	0	0,00	33	0,65
71	424	75	0	0,00	50	0,01
71	425	100	250	0,00	32	8,60
71	426	125	250	0,40	68	4,50
72	427	0	1500	1,05	32	0,00
72	428	25	1500	3,40	42	0,00
72	429	50	1250	0,00	30	0,00
72	430	75	750	0,00	35	0,00
72	431	100	525	0,00	11	0,35
72	432	125	330	0,00	85	7,50
73	433	0	100	0,00	55	1,10
73	434	25	0	0,00	49	1,00
73	435	50	400	7,70	0	0,00
73	436	75	750	10,80	25	0,00
73	437	100	500	11,45	15	0,10
73	438	125	75	0,20	5	0,00
74	439	0	12	0,00	87	0,60
74	440	25	20	0,00	66	0,25
74	441	50	30	0,00	61	0,25
74	442	75	50	0,00	55	0,70
74	443	100	0	0,00	30	0,50

Teilflächen: Absätze, Spalten und Deckung (Fortsetzung)

Transekt	Aufn.	Entf. [cm]	Absätze [cm²]	Deckung A. [%]	Spalten [cm]	Deckung S. [%]
74	444	125	55	0,00	64	1,90
75	445	0	170	0,00	50	0,15
75	446	25	136	0,00	74	0,80
75	447	50	96	0,00	30	0,10
75	448	75	100	0,00	0	0,00
75	449	100	0	0,00	62	0,60
75	450	125	0	0,00	55	0,00
76	451	0	725	3,65	75	1,10
76	452	25	252	1,95	19	0,30
76	453	50	575	0,30	25	0,20
76	454	75	70	0,00	40	0,85
76	455	100	111	0,00	10	0,20
76	456	125	6	0,00	69	0,35
77	457	0	45	0,00	13	0,05
77	458	25	66	0,00	13	0,15
77	459	50	19	0,00	47	0,30
77	460	75	46	0,00	8	0,20
77	461	100	22	0,00	23	0,05
77	462	125	0	0,00	16	0,05
78	463	0	78	0,00	31	1,35
78	464	25	0	0,00	0	0,00
78	465	50	147	0,10	36	1,00
78	466	75	42	0,00	42	0,26
78	467	100	104	0,00	29	0,13
78	468	125	14	0,00	38	0,46
79	469	0	0	0,00	15	0,10
79	470	25	55	0,00	56	0,17
79	471	50	33	0,00	22	0,05
79	472	75	18	0,00	12	0,00
79	473	100	0	0,00	15	0,02
79	474	125	6	0,00	16	0,35
80	475	0	10	0,00	84	0,41
80	476	25	12	0,00	74	0,15
80	477	50	0	0,00	32	0,30
80	478	75	0	0,00	31	0,05
80	479	100	0	0,00	3	0,00
80	480	125	0	0,00	58	0,65
81	481	0	22	0,00	14	0,00
81	482	25	8	0,00	34	0,35
81	483	50	0	0,00	43	0,00
81	484	75	0	0,00	94	0,42
81	485	100	12	0,00	54	0,56
81	486	125	0	0,00	71	2,02
82	487	0	6	0,00	17	0,30
82	488	25	5	0,00	12	0,25
82	489	50	0	0,00	8	0,15
82	490	75	4	0,00	14	0,05
82	491	100	0	0,00	11	0,00
82	492	125	0	0,00	26	0,00
83	493	0	80	0,00	21	0,10
83	494	25	0	0,00	0	0,00
83	495	50	0	0,00	5	0,25
83	496	75	62	0,00	0	0,00
83	497	100	0	0,00	6	0,15
83	498	125	0	0,00	33	2,51
84	499	0	18	0,00	0	0,00
84	500	25	22	0,00	6	0,00
84	501	50	0	0,00	24	0,00
84	502	75	0	0,00	21	0,10
84	503	100	0	0,00	35	0,00
84	504	125	0	0,00	22	0,00

Teilflächen: Absätze, Spalten und Deckung (Fortsetzung)						
Transekt	Aufn.	Entf. [cm]	Absätze [cm ²]	Deckung A. [%]	Spalten [cm]	Deckung S. [%]
85	505	0	22	0,00	86	0,75
85	506	25	0	0,00	23	0,90
85	507	50	19	0,00	4	0,00
85	508	75	84	0,00	6	0,00
85	509	100	159	2,03	8	0,05
85	510	125	27	0,10	0	0,00
86	511	0	15	0,00	24	0,00
86	512	25	31	0,00	14	0,00
86	513	50	25	0,00	8	0,00
86	514	75	9	0,00	13	0,00
86	515	100	6	0,00	2	0,00
86	516	125	25	0,05	2	0,10
87	517	0	0	0,00	8	0,00
87	518	25	18	0,00	39	0,00
87	519	50	0	0,00	18	0,00
87	520	75	0	0,00	39	0,00
87	521	100	8	0,00	12	0,10
87	522	125	70	0,00	85	0,73
88	523	0	3	0,00	4	0,00
88	524	25	0	0,00	2	0,00
88	525	50	0	0,00	2	0,00
88	526	75	0	0,00	6	0,00
88	527	100	0	0,00	2	0,00
88	528	125	0	0,00	0	0,00
89	529	0	0	0,00	7	0,10
89	530	25	18	0,00	30	0,90
89	531	50	47	0,00	9	0,90
89	532	75	0	0,00	22	0,30
89	533	100	20	0,00	27	2,00
89	534	125	110	0,00	52	2,50
90	535	0	0	0,00	2	0,00
90	536	25	0	0,00	2	0,00
90	537	50	0	0,00	0	0,00
90	538	75	0	0,00	0	0,00
90	539	100	0	0,00	5	0,00
90	540	125	0	0,00	2	0,00

Tabelle A.7: Wuchsort und Deckungsdaten der einzelnen Taxa

Taxa: Wuchsort und Deckung			
Aufnahme ID	Taxon	Wuchsort	Deckung
1	Carex mucronata	Spalte	0,14
1	Moos	Loch	0,02
2	Potentilla nitida	Spalte	3,00
2	Carex mucronata	Spalte	4,10
3	Carex mucronata	Spalte	0,80
3	Sesleria sphaerocephala	Absatz	0,60
3	Potentilla nitida	Absatz	0,90
4	Carex mucronata	Spalte	0,70
5	Carex mucronata	Spalte	0,90
7	Flechte	Spalte	0,10
8	Potentilla nitida	Spalte	0,20
8	Sesleria sphaerocephala	Spalte	0,15
9	Paederota bonarota	Spalte	0,22
9	Carex firma	Spalte	0,15
9	Sesleria sphaerocephala	Spalte	1,25
10	Flechte	Wand	2,25

Taxa: Wuchsort und Deckung (Fortsetzung)

Aufnahme ID	Taxon	Wuchsort	Deckung
10	Carex mucronata	Spalte	1,00
10	Sesleria sphaerocephala	Spalte	1,75
11	Carex mucronata	Spalte	0,25
11	Flechte	Wand	9,00
12	Flechte	Wand	0,20
20	Moos	Loch	0,04
25	Asplenium ruta-muraria	Spalte	0,20
33	Valeriana elongata	Spalte	7,00
33	Moos	Spalte	0,20
33	Moos	Absatz	0,10
33	Cystopteris fragilis	Spalte	1,00
34	Valeriana elongata	Spalte	16,00
35	Moos	Spalte	2,00
35	Valeriana elongata	Spalte	4,00
35	Cystopteris fragilis	Spalte	0,50
37	Moos	Spalte	0,50
37	Sesleria sphaerocephala	Spalte	15,00
37	Valeriana elongata	Spalte	0,06
39	Moos	Spalte	0,04
41	Asplenium ruta-muraria	Loch	0,40
42	Moos	Wand	0,80
49	Paederota bonarota	Spalte	0,18
50	Moos	Spalte	0,10
51	Moos	Loch	0,08
52	Asplenium ruta-muraria	Loch	0,02
52	Moos	Loch	0,14
53	Sesleria sphaerocephala	Loch	0,14
53	Moos	Loch	0,08
55	Moos	Loch	0,10
55	Moos	Spalte	0,30
55	Minuartia cherlerioides	Spalte	1,20
57	Paederota bonarota	Absatz	0,40
58	Potentilla nitida	Absatz	0,30
58	Sesleria sphaerocephala	Absatz	0,05
60	Flechte	Wand	0,50
62	Carex mucronata	Absatz	0,20
62	Paederota bonarota	Spalte	0,38
62	Potentilla nitida	Spalte	0,20
62	Sesleria sphaerocephala	Spalte	0,05
63	Carex mucronata	Absatz	0,25
64	Sesleria sphaerocephala	Absatz	0,01
64	Moos	Absatz	0,10
64	Paederota bonarota	Absatz	0,20
65	Potentilla nitida	Spalte	0,06
65	Moos	Wand	0,06
66	Potentilla nitida	Spalte	0,25
71	Paederota bonarota	Spalte	0,14
71	Moos	Wand	0,40
71	Moos	Spalte	0,12
74	Carex mucronata	Spalte	0,07
75	Sesleria sphaerocephala	Spalte	4,00
75	Carex firma	Spalte	0,80
75	Moos	Spalte	1,50
75	Valeriana saxatilis	Spalte	0,50
75	Paederota bonarota	Spalte	1,20
75	cf	Spalte	0,10
75	Carex mucronata	Spalte	7,00
76	Paederota bonarota	Spalte	0,35
76	Sesleria sphaerocephala	Spalte	0,50
76	Carex mucronata	Spalte	0,25
77	Paederota bonarota	Spalte	0,35

Taxa: Wuchsort und Deckung (Fortsetzung)

Aufnahme ID	Taxon	Wuchsort	Deckung
78	Cystopteris fragilis	Spalte	0,10
79	Sesleria sphaerocephala	Absatz	0,01
79	Paederota bonarota	Absatz	0,06
80	Carex mucronata	Spalte	0,12
81	Sesleria sphaerocephala	Spalte	0,30
82	Carex mucronata	Spalte	1,25
82	Paederota bonarota	Spalte	0,60
82	Potentilla nitida	Spalte	0,30
83	Paederota bonarota	Spalte	1,40
83	Carex mucronata	Absatz	1,00
83	Sesleria sphaerocephala	Absatz	0,20
83	Potentilla nitida	Spalte	1,00
84	Carex mucronata	Spalte	0,50
84	Paederota bonarota	Absatz	0,40
84	Potentilla nitida	Spalte	3,00
84	Saxifraga squarrosa	Spalte	0,05
85	Potentilla nitida	Spalte	0,15
85	Paederota bonarota	Spalte	0,20
86	Paederota bonarota	Spalte	0,80
86	Valeriana saxatilis	Spalte	0,01
87	Carex mucronata	Spalte	1,60
87	Paederota bonarota	Spalte	0,40
88	Potentilla nitida	Absatz	0,40
94	Sesleria sphaerocephala	Spalte	0,75
94	Carex mucronata	Spalte	3,50
95	Paederota bonarota	Spalte	0,10
96	Paederota bonarota	Spalte	0,15
97	Carex mucronata	Spalte	0,50
97	Carex firma	Spalte	0,20
97	Paederota bonarota	Spalte	0,25
98	Carex firma	Spalte	0,20
98	Paederota bonarota	Absatz	0,20
98	Carex mucronata	Absatz	0,30
99	Paederota bonarota	Absatz	1,50
99	Carex mucronata	Absatz	1,20
99	Sesleria sphaerocephala	Spalte	0,20
100	Carex mucronata	Spalte	0,80
103	Carex mucronata	Spalte	0,20
103	Paederota bonarota	Spalte	0,02
103	Campanula cochleariifolia	Spalte	0,20
103	Carex firma	Spalte	0,10
105	Potentilla nitida	Spalte	0,20
105	Paederota bonarota	Absatz	0,70
105	Carex mucronata	Absatz	0,25
106	Carex mucronata	Absatz	1,50
106	Potentilla nitida	Absatz	1,40
106	cf	Absatz	0,10
106	Potentilla nitida	Spalte	0,75
106	Paederota bonarota	Absatz	1,20
106	Carex mucronata	Spalte	0,10
107	Carex mucronata	Absatz	0,35
107	Paederota bonarota	Absatz	0,60
107	cf	Absatz	2,70
107	Potentilla nitida	Absatz	0,10
108	Carex mucronata	Absatz	3,20
108	Carex firma	Absatz	0,70
108	Paederota bonarota	Spalte	0,90
108	Potentilla nitida	Spalte	0,30
108	Potentilla nitida	Absatz	4,00
109	Paederota bonarota	Loch	0,15
111	Potentilla nitida	Spalte	0,50

Taxa: Wuchsort und Deckung (Fortsetzung)

Aufnahme ID	Taxon	Wuchsort	Deckung
111	Paederota bonarota	Spalte	0,35
112	Paederota bonarota	Absatz	0,30
112	Carex mucronata	Spalte	0,80
113	Carex mucronata	Spalte	0,10
114	Paederota bonarota	Absatz	0,05
114	Carex firma	Absatz	0,30
114	Moos	Wand	0,10
115	Paederota bonarota	Loch	0,40
116	Paederota bonarota	Absatz	4,75
116	Sesleria sphaerocephala	Absatz	1,00
116	Draba dubia	Absatz	0,45
124	Paederota bonarota	Absatz	0,30
124	Valeriana elongata	Loch	0,40
125	Sesleria sphaerocephala	Spalte	0,12
125	Carex mucronata	Spalte	4,20
125	Paederota bonarota	Spalte	0,30
125	Valeriana elongata	Spalte	0,40
126	Sesleria sphaerocephala	Loch	0,30
126	Valeriana elongata	Loch	2,20
126	Carex mucronata	Loch	0,75
128	Moos	Spalte	0,30
138	Carex firma	Spalte	0,20
139	Paederota bonarota	Absatz	0,35
139	Sesleria sphaerocephala	Absatz	0,03
139	Moos	Wand	0,02
139	Sesleria sphaerocephala	Spalte	0,20
139	cf	Spalte	0,50
140	Sesleria sphaerocephala	Absatz	0,20
140	Paederota bonarota	Absatz	0,16
141	Sesleria sphaerocephala	Absatz	0,20
141	Paederota bonarota	Absatz	0,10
141	Paederota bonarota	Spalte	0,30
142	Carex mucronata	Spalte	0,20
142	Campanula cochleariifolia	Absatz	0,01
142	Sesleria sphaerocephala	Absatz	0,13
143	Paederota bonarota	Absatz	0,55
143	Carex mucronata	Absatz	0,60
144	Paederota bonarota	Absatz	0,20
144	Carex mucronata	Absatz	0,60
144	Sesleria sphaerocephala	Absatz	0,20
145	Carex mucronata	Absatz	1,50
146	Saxifraga squarrosa	Spalte	0,02
146	Carex mucronata	Absatz	0,40
146	Paederota bonarota	Spalte	0,65
147	Paederota bonarota	Absatz	0,15
147	Sesleria sphaerocephala	Spalte	0,15
148	Viola biflora	Spalte	0,80
148	Saxifraga squarrosa	Spalte	0,10
148	Paederota bonarota	Spalte	0,75
149	Saxifraga squarrosa	Spalte	0,05
149	Cystopteris fragilis	Spalte	1,20
150	Cystopteris fragilis	Spalte	3,20
151	Paederota bonarota	Spalte	0,15
152	Carex firma	Absatz	0,10
152	Carex mucronata	Absatz	1,70
152	Paederota bonarota	Absatz	0,80
153	Carex mucronata	Absatz	1,70
153	Carex firma	Absatz	0,40
153	Paederota bonarota	Absatz	0,80
153	Sesleria sphaerocephala	Spalte	0,05
154	Carex firma	Absatz	0,25

Taxa: Wuchsort und Deckung (Fortsetzung)

Aufnahme ID	Taxon	Wuchsort	Deckung
154	Paederota bonarota	Absatz	0,15
154	Sesleria sphaerocephala	Spalte	7,70
154	Sesleria sphaerocephala	Absatz	1,50
154	Carex firma	Spalte	0,15
154	Paederota bonarota	Spalte	0,70
154	Carex mucronata	Spalte	0,60
155	Carex mucronata	Spalte	0,75
156	Sesleria sphaerocephala	Spalte	0,08
158	Carex mucronata	Spalte	0,90
158	Sesleria albicans	Spalte	0,30
158	Sesleria sphaerocephala	Spalte	0,01
159	Helianthemum alpestre	Absatz	0,01
159	Carex mucronata	Spalte	1,70
159	Sesleria sphaerocephala	Spalte	0,20
159	Sesleria albicans	Spalte	0,10
161	Sesleria sphaerocephala	Spalte	0,15
161	Paederota bonarota	Absatz	0,05
162	cf	Absatz	0,10
162	Carex mucronata	Absatz	3,00
162	Paederota bonarota	Absatz	0,20
162	Sesleria albicans	Absatz	0,50
162	Viola biflora	Absatz	0,50
162	Bellidiastrum michelii	Absatz	0,05
163	Bellidiastrum michelii	Spalte	0,20
163	Globularia cordifolia	Spalte	0,15
163	Paederota bonarota	Spalte	0,90
166	Sesleria sphaerocephala	Spalte	0,10
166	Paederota bonarota	Spalte	0,05
166	Moos	Wand	0,02
167	Paederota bonarota	Spalte	0,35
167	Sesleria sphaerocephala	Spalte	0,05
168	Sesleria sphaerocephala	Spalte	0,10
169	Paederota bonarota	Spalte	0,30
169	cf	Spalte	0,01
170	cf	Spalte	0,16
170	Paederota bonarota	Spalte	0,80
171	Moos	Spalte	0,15
173	Paederota bonarota	Spalte	0,10
174	Paederota bonarota	Spalte	0,01
174	Valeriana saxatilis	Absatz	0,06
174	Sesleria sphaerocephala	Spalte	1,20
174	Carex firma	Absatz	0,50
174	Potentilla nitida	Absatz	0,01
175	Paederota bonarota	Loch	0,15
175	Carex mucronata	Spalte	0,05
176	Moos	Loch	0,30
176	Paederota bonarota	Loch	0,01
178	Paederota bonarota	Spalte	1,40
178	Moos	Loch	0,05
180	Asplenium ruta-muraria	Loch	0,10
181	Valeriana elongata	Spalte	0,20
182	Potentilla nitida	Absatz	1,20
183	Carex firma	Spalte	0,10
184	Sesleria sphaerocephala	Spalte	0,30
184	Carex firma	Spalte	4,70
184	Valeriana elongata	Spalte	0,90
187	Valeriana elongata	Spalte	3,00
187	Carex firma	Spalte	2,00
187	Sesleria sphaerocephala	Spalte	0,15
188	Valeriana elongata	Spalte	0,70
193	Paederota bonarota	Absatz	0,05

Taxa: Wuchsort und Deckung (Fortsetzung)

Aufnahme ID	Taxon	Wuchsort	Deckung
193	Flechte	Wand	0,25
196	Flechte	Wand	0,15
196	Sesleria sphaerocephala	Absatz	0,01
197	Sesleria sphaerocephala	Absatz	1,00
197	Potentilla nitida	Absatz	0,20
197	Phyteuma sieberi	Absatz	0,05
198	Flechte	Wand	0,80
198	Flechte	Wand	0,10
199	Valeriana saxatilis	Spalte	0,35
199	Moos	Spalte	0,10
199	Saxifraga squarrosa	Spalte	0,40
200	Saxifraga squarrosa	Spalte	0,05
202	Flechte	Wand	0,25
203	Flechte	Wand	0,05
204	Flechte	Wand	0,05
205	Paederota bonarota	Spalte	0,35
205	Saxifraga squarrosa	Spalte	0,40
205	Flechte	Wand	0,90
205	Sesleria sphaerocephala	Spalte	1,00
206	Sesleria sphaerocephala	Spalte	1,10
206	Paederota bonarota	Spalte	0,10
206	Paederota bonarota	Absatz	0,60
206	Arabis pumila agg,	Absatz	0,02
207	Paederota bonarota	Spalte	0,30
208	Saxifraga squarrosa	Spalte	0,25
211	Carex mucronata	Spalte	0,01
211	Bellidiastrum michelii	Spalte	0,02
212	Moos	Loch	0,30
213	Moos	Loch	0,10
214	Paederota bonarota	Absatz	0,25
214	Moos	Loch	0,05
215	Paederota bonarota	Loch	0,10
215	Soldanella minima	Absatz	0,01
215	Moos	Absatz	0,05
217	Rhodothamnus chamaecistus	Spalte	4,80
217	Gentiana terglouensis	Spalte	0,05
217	Valeriana saxatilis	Spalte	0,70
217	Carex firma	Spalte	1,40
217	Carex mucronata	Spalte	0,90
218	Rhodothamnus chamaecistus	Spalte	0,70
218	Paederota bonarota	Spalte	0,10
218	Saxifraga squarrosa	Spalte	0,20
219	Carex mucronata	Spalte	0,10
220	Moos	Loch	0,30
221	Moos	Loch	0,10
221	Saxifraga squarrosa	Spalte	0,05
222	Moos	Loch	0,20
223	Paederota bonarota	Spalte	0,05
223	Moos	Spalte	0,03
223	Carex mucronata	Spalte	0,04
225	Flechte	Wand	6,50
225	Moos	Loch	0,10
226	Saxifraga squarrosa	Spalte	0,20
226	Valeriana saxatilis	Spalte	0,40
226	Sesleria sphaerocephala	Spalte	0,15
226	Moos	Loch	0,30
226	Carex firma	Spalte	1,50
226	Flechte	Wand	3,50
227	Carex firma	Spalte	2,70
227	Moos	Spalte	0,20
228	Sesleria sphaerocephala	Spalte	0,75

Taxa: Wuchsort und Deckung (Fortsetzung)

Aufnahme ID	Taxon	Wuchsort	Deckung
229	Minuartia cherlerioides	Spalte	0,75
229	Sesleria sphaerocephala	Spalte	4,50
233	Paederota bonarota	Loch	0,30
235	Moos	Spalte	0,15
235	Paederota bonarota	Spalte	0,10
236	Paederota bonarota	Spalte	0,25
241	Paederota bonarota	Absatz	0,05
241	Potentilla nitida	Absatz	6,00
241	Sesleria sphaerocephala	Absatz	1,00
241	Carex firma	Absatz	1,50
241	Leontopodium nivale ssp, alpinum	Absatz	0,15
241	Paederota bonarota	Spalte	0,20
242	Flechte	Wand	0,65
242	Sesleria sphaerocephala	Absatz	1,15
242	Potentilla nitida	Absatz	2,80
243	Flechte	Wand	0,20
243	Paederota bonarota	Spalte	0,30
243	Carex mucronata	Absatz	1,20
243	Potentilla nitida	Absatz	0,75
243	Leontopodium nivale ssp, alpinum	Absatz	0,01
243	Sesleria sphaerocephala	Absatz	0,50
244	Carex mucronata	Absatz	0,05
244	Sesleria sphaerocephala	Absatz	0,50
245	Flechte	Wand	0,15
246	Flechte	Wand	0,10
247	Carex mucronata	Spalte	0,20
248	Valeriana elongata	Spalte	0,25
248	Bellidiastrum michelii	Spalte	0,10
248	Paederota bonarota	Spalte	0,05
249	Potentilla nitida	Spalte	1,70
249	Carex mucronata	Spalte	0,50
250	Carex mucronata	Absatz	2,00
250	Potentilla nitida	Absatz	5,00
251	Potentilla nitida	Absatz	0,80
251	Carex mucronata	Absatz	0,20
252	Potentilla nitida	Absatz	1,00
253	Carex mucronata	Spalte	6,00
253	Saxifraga squarrosa	Spalte	0,70
253	cf	Absatz	4,50
253	Paederota bonarota	Absatz	0,70
253	cf	Absatz	0,25
253	Bellidiastrum michelii	Spalte	0,80
253	Potentilla nitida	Spalte	0,20
254	Carex mucronata	Absatz	0,20
254	Potentilla nitida	Absatz	1,60
254	Bellidiastrum michelii	Absatz	0,50
254	Gentiana terglouensis	Loch	0,10
254	Paederota bonarota	Absatz	0,70
259	Flechte	Wand	0,20
259	Flechte	Wand	1,00
260	Minuartia cherlerioides	Spalte	0,30
260	Flechte	Wand	0,15
260	Sesleria sphaerocephala	Spalte	0,10
261	Potentilla nitida	Spalte	1,50
261	Flechte	Wand	0,20
261	Valeriana elongata	Spalte	0,10
262	Flechte	Wand	0,10
262	Moos	Spalte	0,10
263	Valeriana elongata	Spalte	0,70
265	Sesleria sphaerocephala	Spalte	0,25
265	Potentilla nitida	Spalte	0,90

Taxa: Wuchsort und Deckung (Fortsetzung)

Aufnahme ID	Taxon	Wuchsort	Deckung
267	Flechte	Wand	0,10
267	Viola biflora	Spalte	0,15
268	Flechte	Wand	0,30
268	Flechte	Wand	3,20
269	Flechte	Wand	2,00
269	Flechte	Wand	0,20
270	Flechte	Wand	0,15
270	Flechte	Wand	1,30
271	Saxifraga squarrosa	Absatz	0,50
272	Sesleria sphaerocephala	Spalte	0,50
273	Carex firma	Absatz	0,50
273	Sesleria sphaerocephala	Absatz	0,90
273	Flechte	Wand	0,60
274	Potentilla nitida	Absatz	15,00
274	Flechte	Wand	0,50
274	Carex firma	Absatz	6,00
274	Sesleria sphaerocephala	Absatz	0,70
275	Sesleria sphaerocephala	Absatz	0,35
275	Potentilla nitida	Absatz	4,40
275	Carex firma	Absatz	2,60
275	Moos	Wand	2,51
275	Paederota bonarota	Spalte	1,00
276	Carex firma	Absatz	8,00
276	Valeriana elongata	Absatz	0,05
276	Potentilla nitida	Absatz	0,05
276	Sesleria sphaerocephala	Absatz	0,45
279	Flechte	Wand	6,50
280	Flechte	Wand	3,00
281	Sesleria sphaerocephala	Spalte	1,20
281	Moos	Spalte	1,00
281	Minuartia cherlerioides	Spalte	1,00
282	Flechte	Wand	0,30
282	Flechte	Wand	0,50
284	Flechte	Wand	0,01
287	Phyteuma sieberi	Spalte	0,60
288	Asplenium ruta-muraria	Loch	0,20
288	Phyteuma sieberi	Spalte	0,10
289	Valeriana elongata	Spalte	4,50
290	Sesleria sphaerocephala	Spalte	1,50
290	Valeriana elongata	Spalte	0,01
290	Moos	Spalte	7,00
291	Saxifraga squarrosa	Spalte	0,10
291	Sesleria sphaerocephala	Absatz	2,20
291	Moos	Absatz	0,50
291	Carex firma	Spalte	0,20
291	Potentilla nitida	Spalte	0,01
291	Minuartia cherlerioides	Spalte	0,10
292	Sesleria sphaerocephala	Absatz	1,20
292	Minuartia cherlerioides	Absatz	0,70
292	Moos	Spalte	0,20
293	Sesleria sphaerocephala	Absatz	0,70
295	Potentilla nitida	Spalte	3,00
295	Paederota bonarota	Absatz	0,10
295	Saxifraga squarrosa	Spalte	0,10
295	cf	Absatz	1,00
295	Flechte	Wand	0,10
296	Flechte	Wand	2,00
296	Saxifraga squarrosa	Loch	0,50
296	Carex firma	Absatz	4,50
296	Potentilla nitida	Spalte	1,50
297	Sesleria sphaerocephala	Absatz	0,20

Taxa: Wuchsort und Deckung (Fortsetzung)

Aufnahme ID	Taxon	Wuchsort	Deckung
297	Carex firma	Absatz	15,00
297	Rhodothamnus chamaecistus	Spalte	2,50
297	Bellidiastrum michelii	Absatz	0,40
297	Saxifraga squarrosa	Spalte	1,10
297	Dryas octopetala	Absatz	1,00
297	Flechte	Wand	3,00
298	Valeriana elongata	Absatz	2,50
298	Carex mucronata	Spalte	5,50
298	Saxifraga squarrosa	Absatz	0,90
298	Carex firma	Absatz	14,00
298	Helianthemum alpestre	Absatz	0,30
298	Dryas octopetala	Absatz	0,50
298	Persicaria vivipara	Absatz	0,20
298	Potentilla nitida	Absatz	1,10
299	Valeriana elongata	Absatz	0,10
299	Rhodothamnus chamaecistus	Absatz	0,90
299	Saxifraga squarrosa	Spalte	0,80
299	Carex firma	Absatz	2,50
299	Sesleria sphaerocephala	Spalte	0,40
299	Gentiana terglouensis	Spalte	0,05
300	Rhodothamnus chamaecistus	Absatz	6,00
300	Helianthemum alpestre	Absatz	0,50
300	Sesleria sphaerocephala	Absatz	0,20
300	Carex firma	Absatz	12,00
300	Phyteuma sieberi	Absatz	0,20
301	Saxifraga squarrosa	Spalte	2,50
301	Paederota bonarota	Spalte	0,70
301	Bellidiastrum michelii	Spalte	0,40
301	Potentilla nitida	Spalte	13,50
301	Flechte	Wand	3,00
302	Potentilla nitida	Spalte	0,50
302	Flechte	Wand	3,50
303	Flechte	Wand	6,00
303	Potentilla nitida	Absatz	7,00
304	Potentilla nitida	Absatz	3,00
304	Flechte	Wand	10,00
305	Flechte	Wand	15,00
305	Potentilla nitida	Spalte	0,90
305	Saxifraga squarrosa	Spalte	0,10
305	Saxifraga squarrosa	Absatz	0,40
305	Paederota bonarota	Spalte	0,15
306	Flechte	Wand	9,00
306	Potentilla nitida	Absatz	8,00
306	Saxifraga squarrosa	Spalte	0,30
307	Flechte	Wand	0,60
307	Paederota bonarota	Spalte	0,60
307	Potentilla nitida	Spalte	0,10
307	Pinus mugo	Loch	0,10
307	Sesleria sphaerocephala	Spalte	1,30
308	Potentilla nitida	Absatz	0,10
308	Flechte	Wand	0,30
308	Sesleria sphaerocephala	Absatz	0,30
308	Paederota bonarota	Spalte	0,20
308	Paederota bonarota	Absatz	0,60
309	Flechte	Wand	0,80
309	Paederota bonarota	Spalte	0,30
310	Flechte	Wand	0,50
311	Flechte	Wand	0,30
312	Paederota bonarota	Spalte	2,00
313	Sesleria sphaerocephala	Spalte	0,10
313	Paederota bonarota	Spalte	0,25

Taxa: Wuchsort und Deckung (Fortsetzung)

Aufnahme ID	Taxon	Wuchsort	Deckung
313	Bellidiastrum michelii	Spalte	0,20
313	Flechte	Wand	0,10
314	Paederota bonarota	Spalte	1,65
314	Saxifraga squarrosa	Spalte	0,60
314	Carex mucronata	Spalte	0,80
315	Flechte	Wand	0,40
316	Paederota bonarota	Spalte	0,40
317	Flechte	Wand	0,20
319	Carex firma	Spalte	4,00
319	Potentilla nitida	Spalte	0,80
319	Saxifraga squarrosa	Spalte	0,40
320	Saxifraga squarrosa	Spalte	1,20
320	Potentilla nitida	Spalte	1,50
320	Sesleria sphaerocephala	Spalte	0,01
320	Gypsophila repens	Spalte	0,01
321	Potentilla nitida	Spalte	8,00
321	Flechte	Wand	0,10
322	Flechte	Wand	0,20
323	Flechte	Wand	0,05
326	Paederota bonarota	Spalte	0,80
331	Carex mucronata	Spalte	0,01
332	Paederota bonarota	Spalte	1,20
332	Carex mucronata	Absatz	0,60
332	Sesleria sphaerocephala	Spalte	0,10
332	Carex firma	Absatz	0,10
333	Carex mucronata	Absatz	1,00
333	Sesleria sphaerocephala	Spalte	0,30
333	Carex firma	Absatz	6,00
333	Bellidiastrum michelii	Absatz	0,20
333	Gypsophila repens	Absatz	0,10
333	Valeriana elongata	Absatz	0,30
334	Gypsophila repens	Spalte	1,70
334	Carex firma	Absatz	3,00
334	Carex mucronata	Spalte	7,00
334	Carex firma	Spalte	3,00
334	Sesleria sphaerocephala	Spalte	1,50
334	Valeriana elongata	Absatz	0,15
334	Bellidiastrum michelii	Absatz	0,80
334	Carex mucronata	Absatz	0,60
334	cf	Spalte	0,30
334	Bellidiastrum michelii	Spalte	0,30
335	Sesleria sphaerocephala	Absatz	0,05
335	Bellidiastrum michelii	Absatz	0,90
335	Carex mucronata	Absatz	1,70
335	cf	Absatz	0,20
335	Carex firma	Absatz	12,50
335	Potentilla nitida	Absatz	2,50
336	Carex mucronata	Absatz	10,00
336	Potentilla nitida	Loch	0,40
336	Carex firma	Absatz	0,90
336	Bellidiastrum michelii	Absatz	0,30
336	cf	Absatz	0,30
337	Trisetum flavescens	Spalte	0,10
338	Carex firma	Spalte	0,70
338	Helianthemum alpestre	Spalte	0,10
338	Bellidiastrum michelii	Spalte	0,10
338	Potentilla nitida	Spalte	10,20
338	Rhodothamnus chamaecistus	Spalte	1,10
338	Carex mucronata	Spalte	0,40
338	Sesleria sphaerocephala	Spalte	0,70
338	Paederota bonarota	Spalte	0,60

Taxa: Wuchsort und Deckung (Fortsetzung)

Aufnahme ID	Taxon	Wuchsort	Deckung
339	Bellidiastrum michelii	Spalte	2,10
339	Rhodothamnus chamaecistus	Spalte	1,40
339	Viola biflora	Spalte	0,10
339	Helianthemum alpestre	Spalte	1,50
339	Valeriana elongata	Spalte	0,15
339	Sesleria sphaerocephala	Spalte	0,70
339	Carex firma	Spalte	2,00
339	Potentilla nitida	Spalte	21,00
339	Paederota bonarota	Spalte	0,20
339	Carex mucronata	Spalte	3,50
339	Trisetum flavescens	Spalte	1,00
340	Carex mucronata	Spalte	0,60
340	Potentilla nitida	Spalte	16,00
340	Trisetum flavescens	Spalte	0,20
340	Bellidiastrum michelii	Spalte	0,70
340	Saxifraga squarrosa	Loch	0,90
340	Helianthemum alpestre	Spalte	0,50
340	Paederota bonarota	Spalte	1,00
341	Moos	Loch	0,05
343	Carex firma	Spalte	0,50
343	Paederota bonarota	Spalte	0,60
343	Rhodothamnus chamaecistus	Spalte	0,20
344	Rhodothamnus chamaecistus	Spalte	0,60
344	Pinguicula alpina	Loch	0,30
344	Paederota bonarota	Spalte	0,50
345	cf	Spalte	0,60
345	Carex mucronata	Spalte	1,00
345	Paederota bonarota	Spalte	0,40
345	Moos	Spalte	0,20
345	Rhodothamnus chamaecistus	Spalte	1,20
346	Carex firma	Spalte	0,90
346	Potentilla nitida	Spalte	1,00
346	Moos	Spalte	0,10
346	Moos	Absatz	0,25
347	Moos	Loch	0,10
348	Paederota bonarota	Loch	0,70
349	Carex mucronata	Spalte	1,90
349	Potentilla nitida	Spalte	0,15
349	Helianthemum alpestre	Spalte	0,10
349	Bellidiastrum michelii	Spalte	1,10
349	Sesleria sphaerocephala	Spalte	0,30
349	Carex firma	Spalte	2,50
350	Carex mucronata	Spalte	0,70
350	Bellidiastrum michelii	Spalte	0,65
352	Paederota bonarota	Spalte	0,20
352	Asplenium ruta-muraria	Loch	0,15
356	Paederota bonarota	Spalte	0,20
357	Cystopteris fragilis	Spalte	0,40
359	Carex mucronata	Spalte	3,00
360	Carex mucronata	Spalte	5,00
360	Potentilla nitida	Spalte	0,50
361	Valeriana elongata	Spalte	0,05
361	Pinguicula alpina	Spalte	0,20
361	Moos	Spalte	0,10
361	Moos	Spalte	0,30
361	Bellidiastrum michelii	Spalte	0,35
362	Moos	Loch	0,10
362	Moos	Loch	0,05
363	Moos	Spalte	0,10
364	Moos	Spalte	0,10
365	Moos	Spalte	0,05

Taxa: Wuchsort und Deckung (Fortsetzung)

Aufnahme ID	Taxon	Wuchsort	Deckung
365	Sesleria sphaerocephala	Spalte	0,15
365	Bellidiastrum michelii	Spalte	0,05
365	Moos	Spalte	0,15
366	Bellidiastrum michelii	Spalte	0,01
366	Sesleria sphaerocephala	Spalte	0,05
366	Physoplexis comosa	Spalte	0,01
366	Moos	Spalte	0,20
367	Valeriana elongata	Spalte	0,10
367	Sesleria sphaerocephala	Spalte	0,05
368	Valeriana elongata	Spalte	0,90
368	Sesleria sphaerocephala	Spalte	0,05
368	Moos	Spalte	0,50
368	Moos	Spalte	0,10
369	Soldanella minima	Spalte	0,30
369	Sesleria sphaerocephala	Spalte	0,10
369	cf	Spalte	0,20
369	Valeriana elongata	Spalte	1,30
369	Physoplexis comosa	Spalte	0,05
369	Moos	Spalte	1,50
369	Moos	Spalte	8,50
370	Moos	Spalte	4,00
370	Valeriana elongata	Spalte	1,90
371	Moos	Spalte	0,20
371	Valeriana elongata	Spalte	4,50
371	Moos	Spalte	2,50
372	cf	Spalte	0,15
372	Moos	Spalte	1,20
372	Valeriana elongata	Spalte	1,70
372	Moos	Spalte	0,90
372	Moos	Spalte	0,30
372	Sesleria sphaerocephala	Spalte	0,05
373	Sesleria sphaerocephala	Absatz	0,20
373	Bellidiastrum michelii	Spalte	0,15
373	Physoplexis comosa	Spalte	0,20
374	Saxifraga caesia	Spalte	0,10
374	Bellidiastrum michelii	Spalte	0,15
375	Carex mucronata	Spalte	0,90
375	Bellidiastrum michelii	Spalte	0,10
376	Physoplexis comosa	Spalte	0,15
376	Sesleria sphaerocephala	Spalte	0,15
376	Rhodothamnus chamaecistus	Spalte	0,60
376	Carex mucronata	Spalte	1,30
376	Sesleria albicans	Spalte	0,10
376	Bellidiastrum michelii	Spalte	0,10
377	Valeriana saxatilis	Spalte	0,25
377	Bellidiastrum michelii	Spalte	0,05
377	Physoplexis comosa	Spalte	0,10
378	Valeriana saxatilis	Spalte	0,30
378	Moos	Spalte	0,90
378	Bellidiastrum michelii	Spalte	0,40
378	Moos	Spalte	0,40
378	Carex mucronata	Spalte	1,70
380	Moos	Loch	0,40
381	Moos	Loch	0,15
382	Moos	Loch	0,10
382	Moos	Absatz	0,40
383	Moos	Loch	0,20
385	Moos	Spalte	0,20
385	Moos	Spalte	0,80
386	Moos	Spalte	0,05
387	Physoplexis comosa	Spalte	0,10

Taxa: Wuchsort und Deckung (Fortsetzung)

Aufnahme ID	Taxon	Wuchsort	Deckung
387	Moos	Loch	0,10
387	Moos	Loch	0,30
388	Valeriana saxatilis	Spalte	0,15
388	Physoplexis comosa	Spalte	0,05
388	Moos	Spalte	0,20
388	Moos	Spalte	0,25
391	Moos	Loch	0,05
392	Moos	Loch	0,05
395	Physoplexis comosa	Spalte	0,80
395	Valeriana elongata	Spalte	0,25
396	Physoplexis comosa	Spalte	0,30
397	Saxifraga squarrosa	Spalte	0,02
399	Physoplexis comosa	Loch	0,15
400	Valeriana elongata	Spalte	0,20
401	Rhodothamnus chamaecistus	Spalte	0,70
401	Carex mucronata	Absatz	0,10
402	Moos	Spalte	0,05
403	Sesleria albicans	Spalte	1,20
403	Valeriana saxatilis	Spalte	0,90
403	Carex mucronata	Spalte	0,70
403	Moos	Spalte	0,20
403	Carex firma	Spalte	0,40
403	Bellidiastrum michelii	Spalte	1,20
403	Pinguicula alpina	Spalte	0,30
404	Carex mucronata	Spalte	0,10
404	Bellidiastrum michelii	Spalte	0,40
404	Carex firma	Spalte	1,50
404	Moos	Spalte	0,30
405	Carex firma	Spalte	0,30
405	Bellidiastrum michelii	Spalte	0,01
405	Physoplexis comosa	Spalte	0,50
406	Moos	Spalte	0,10
407	Moos	Spalte	0,05
407	Moos	Spalte	0,10
408	Moos	Spalte	0,30
410	Moos	Absatz	1,00
410	Moos	Absatz	3,00
410	Asplenium ruta-muraria	Spalte	7,00
410	Soldanella minima	Absatz	2,00
410	Bellidiastrum michelii	Absatz	2,50
411	Soldanella minima	Absatz	0,05
411	Bellidiastrum michelii	Absatz	0,10
411	Carex firma	Spalte	0,30
412	Carex firma	Spalte	0,10
413	Moos	Spalte	0,15
413	Moos	Spalte	0,25
414	Moos	Spalte	0,11
414	Valeriana elongata	Spalte	0,05
415	Carex mucronata	Spalte	14,00
415	Bellidiastrum michelii	Spalte	1,40
415	Pinus mugo	Spalte	0,10
415	Physoplexis comosa	Spalte	0,50
415	Asplenium ruta-muraria	Spalte	0,30
415	Sesleria albicans	Spalte	0,20
415	Soldanella minima	Spalte	0,40
415	Valeriana saxatilis	Spalte	3,20
415	Sesleria sphaerocephala	Spalte	2,50
415	Phyteuma sieberi	Spalte	0,30
415	Carex firma	Spalte	2,90
416	Soldanella minima	Spalte	0,20
416	Sesleria sphaerocephala	Spalte	3,00

Taxa: Wuchsort und Deckung (Fortsetzung)

Aufnahme ID	Taxon	Wuchsort	Deckung
416	Valeriana saxatilis	Spalte	1,30
416	Carex firma	Spalte	2,00
416	Phyteuma sieberi	Spalte	0,10
416	Carex mucronata	Spalte	7,00
416	Bellidiastrum michelii	Spalte	0,90
417	Bellidiastrum michelii	Spalte	0,90
417	Sesleria albicans	Spalte	0,30
417	Sesleria sphaerocephala	Spalte	1,80
417	Carex firma	Spalte	1,10
417	Carex mucronata	Spalte	4,00
417	Aquilegia einseleana	Spalte	1,20
417	Valeriana saxatilis	Spalte	3,00
417	Soldanella minima	Spalte	0,30
418	Sesleria sphaerocephala	Spalte	8,00
418	Pinguicula alpina	Absatz	0,50
418	Carex mucronata	Absatz	0,30
418	Rhodothamnus chamaecistus	Absatz	8,50
418	Valeriana saxatilis	Spalte	4,00
418	Soldanella minima	Absatz	0,10
418	Carex firma	Absatz	12,00
418	Aquilegia einseleana	Absatz	0,10
418	Bellidiastrum michelii	Absatz	0,20
419	Valeriana saxatilis	Absatz	2,50
419	Soldanella minima	Absatz	0,60
419	Rhodothamnus chamaecistus	Absatz	3,00
419	Sesleria sphaerocephala	Absatz	6,00
419	Carex mucronata	Absatz	1,00
419	Carex firma	Absatz	11,00
419	Bellidiastrum michelii	Absatz	2,50
420	Valeriana saxatilis	Absatz	2,00
420	Sesleria sphaerocephala	Absatz	7,20
420	Soldanella minima	Absatz	1,80
420	Carex firma	Absatz	1,00
421	Moos	Loch	0,25
421	Moos	Loch	0,20
422	Moos	Spalte	0,05
422	Moos	Spalte	1,00
422	Valeriana elongata	Spalte	0,70
422	Cystopteris fragilis	Spalte	2,50
422	Moos	Loch	0,20
423	Cystopteris fragilis	Spalte	0,10
423	Moos	Spalte	0,30
423	Sesleria sphaerocephala	Loch	0,10
423	Pinguicula alpina	Loch	0,15
424	Moos	Loch	0,01
425	Rhodothamnus chamaecistus	Spalte	6,00
425	Carex mucronata	Spalte	2,50
425	Moos	Spalte	0,10
426	Rhodothamnus chamaecistus	Spalte	4,00
426	Carex mucronata	Spalte	0,30
426	Viola biflora	Absatz	0,40
426	Asplenium ruta-muraria	Spalte	0,10
426	Moos	Spalte	0,10
427	Moos	Absatz	1,00
427	Moos	Absatz	0,05
428	Moos	Absatz	0,40
428	Moos	Absatz	3,00
431	Carex mucronata	Spalte	0,20
431	Rhodothamnus chamaecistus	Spalte	0,15
432	Rhodothamnus chamaecistus	Spalte	0,40
432	Bellidiastrum michelii	Spalte	0,60

Taxa: Wuchsort und Deckung (Fortsetzung)

Aufnahme ID	Taxon	Wuchsort	Deckung
432	Soldanella minima	Spalte	0,20
432	Carex mucronata	Spalte	3,60
432	Valeriana saxatilis	Spalte	2,70
433	Valeriana saxatilis	Spalte	1,10
434	Valeriana saxatilis	Spalte	1,00
435	Valeriana saxatilis	Absatz	6,50
435	Sesleria sphaerocephala	Absatz	1,20
436	Valeriana saxatilis	Absatz	6,00
436	Rhodothamnus chamaecistus	Absatz	4,00
436	Sesleria sphaerocephala	Absatz	0,80
437	Sesleria sphaerocephala	Spalte	0,10
437	Bellidiastrum michelii	Absatz	0,25
437	Sesleria albicans	Absatz	0,20
437	Rhodothamnus chamaecistus	Absatz	1,50
437	Valeriana saxatilis	Absatz	2,50
437	Sesleria sphaerocephala	Absatz	7,00
438	Valeriana saxatilis	Absatz	0,10
438	Sesleria albicans	Absatz	0,10
439	Valeriana elongata	Spalte	0,60
440	Valeriana elongata	Spalte	0,10
440	Moos	Spalte	0,15
441	Moos	Spalte	0,15
441	Valeriana elongata	Spalte	0,10
442	Valeriana elongata	Spalte	0,20
442	Moos	Spalte	0,50
443	Valeriana elongata	Spalte	0,45
443	Physoplexis comosa	Spalte	0,05
444	Salix waldsteiniana	Spalte	0,15
444	Valeriana elongata	Spalte	0,25
444	Moos	Spalte	1,20
444	Moos	Spalte	0,30
445	Physoplexis comosa	Spalte	0,15
446	Valeriana elongata	Spalte	0,80
447	Valeriana elongata	Spalte	0,10
449	Valeriana elongata	Spalte	0,50
449	Physoplexis comosa	Spalte	0,10
451	Carex firma	Spalte	0,20
451	Carex mucronata	Absatz	1,50
451	Paederota bonarota	Absatz	0,15
451	Soldanella minima	Absatz	0,70
451	Sesleria sphaerocephala	Spalte	0,90
451	Valeriana elongata	Absatz	1,30
452	Paederota bonarota	Spalte	0,30
452	Sesleria sphaerocephala	Absatz	0,15
452	Bellidiastrum michelii	Absatz	0,20
452	Carex firma	Absatz	0,90
452	Soldanella minima	Absatz	0,70
453	Pinguicula alpina	Spalte	0,15
453	Salix waldsteiniana	Absatz	0,05
453	Valeriana elongata	Spalte	0,05
453	Bellidiastrum michelii	Absatz	0,05
453	Sesleria sphaerocephala	Absatz	0,20
454	Carex firma	Spalte	0,50
454	Bellidiastrum michelii	Spalte	0,10
454	Sesleria sphaerocephala	Spalte	0,25
455	Pinus mugo	Spalte	0,05
455	Carex firma	Spalte	0,15
456	Carex firma	Spalte	0,30
456	Salix waldsteiniana	Spalte	0,05
457	Moos	Spalte	0,05
458	Moos	Loch	0,10

Taxa: Wuchsort und Deckung (Fortsetzung)

Aufnahme ID	Taxon	Wuchsort	Deckung
458	Moos	Loch	0,05
459	Sesleria sphaerocephala	Loch	0,05
459	Moos	Spalte	0,10
459	Bellidiastrum michelii	Loch	0,15
460	Moos	Loch	0,05
460	Bellidiastrum michelii	Loch	0,15
461	Moos	Loch	0,05
462	Moos	Loch	0,05
463	Moos	Spalte	1,20
463	Moos	Spalte	0,15
465	Salix waldsteiniana	Absatz	0,10
465	Moos	Loch	0,15
465	Moos	Loch	0,05
465	Physoplexis comosa	Spalte	0,80
466	Pinus mugo	Spalte	0,15
466	Sesleria sphaerocephala	Spalte	0,01
466	Moos	Loch	0,10
467	Bellidiastrum michelii	Loch	0,08
467	Moos	Loch	0,05
468	Carex mucronata	Spalte	0,20
468	Phyteuma sieberi	Spalte	0,05
468	Sesleria sphaerocephala	Spalte	0,01
468	Bellidiastrum michelii	Spalte	0,20
469	Moos	Spalte	0,10
470	Moos	Loch	0,05
470	Sesleria sphaerocephala	Loch	0,02
470	Moos	Spalte	0,05
470	Bellidiastrum michelii	Loch	0,05
471	Valeriana saxatilis	Loch	0,03
471	Moos	Loch	0,02
472	Flechte	Wand	0,35
473	Moos	Spalte	0,02
474	Bellidiastrum michelii	Loch	0,10
474	Physoplexis comosa	Loch	0,05
474	Moos	Loch	0,20
475	Moos	Spalte	0,25
475	Valeriana saxatilis	Spalte	0,01
475	Moos	Loch	0,15
476	Moos	Spalte	0,15
477	Moos	Spalte	0,30
478	Moos	Spalte	0,05
480	Moos	Spalte	0,10
480	Valeriana saxatilis	Spalte	0,20
480	Valeriana elongata	Spalte	0,35
482	Valeriana saxatilis	Spalte	0,20
482	Physoplexis comosa	Spalte	0,15
484	Moos	Spalte	0,15
484	Sesleria sphaerocephala	Spalte	0,10
484	Moos	Spalte	0,15
484	Valeriana elongata	Spalte	0,02
485	Paederota bonarota	Loch	0,05
485	Phyteuma sieberi	Spalte	0,01
485	Valeriana elongata	Spalte	0,10
485	Carex firma	Spalte	0,40
486	Bellidiastrum michelii	Spalte	0,10
486	Carex mucronata	Loch	1,20
486	Moos	Spalte	0,40
486	Soldanella minima	Spalte	0,02
486	Moos	Spalte	0,30
487	Moos	Loch	0,10
487	Moos	Spalte	0,20

Taxa: Wuchsort und Deckung (Fortsetzung)

Aufnahme ID	Taxon	Wuchsort	Deckung
488	Moos	Loch	0,25
489	Physoplexis comosa	Loch	0,15
490	Moos	Loch	0,05
493	Moos	Spalte	0,10
495	Moos	Spalte	0,25
497	Rhodothamnus chamaecistus	Spalte	0,10
497	Carex mucronata	Spalte	0,05
498	Rhodothamnus chamaecistus	Spalte	1,20
498	Bellidiastrum michelii	Spalte	0,01
498	Carex mucronata	Spalte	0,90
498	Sesleria sphaerocephala	Spalte	0,40
502	Moos	Spalte	0,10
505	Bellidiastrum michelii	Spalte	0,25
505	Carex mucronata	Spalte	0,50
506	Moos	Spalte	0,90
509	Moos	Loch	0,05
509	Pinus mugo	Absatz	0,15
509	Carex mucronata	Absatz	1,70
509	Aquilegia einseleana	Absatz	0,08
509	Sesleria sphaerocephala	Absatz	0,10
510	Carex mucronata	Absatz	0,10
516	Moos	Absatz	0,05
516	Moos	Loch	0,10
521	Physoplexis comosa	Spalte	0,10
522	Bellidiastrum michelii	Spalte	0,15
522	Moos	Spalte	0,20
522	Physoplexis comosa	Spalte	0,30
522	Aquilegia einseleana	Spalte	0,08
529	Carex firma	Spalte	0,10
530	Valeriana saxatilis	Spalte	0,20
530	Carex firma	Spalte	0,70
531	Valeriana saxatilis	Spalte	0,90
532	Carex firma	Spalte	0,30
533	Carex firma	Spalte	2,00
534	Carex firma	Spalte	1,00
534	Valeriana saxatilis	Spalte	0,90
534	Physoplexis comosa	Spalte	0,60

Tabelle A.4: Arten der Klettergärten und ihrer Umgebung mit Angabe der Wuchsform

Art	Klettergarten		Felsaufnahmen	Lebensform ¹
	< 2000 m	> 2000 m	SUEN	
<i>Asplenium ruta-muraria</i>	✓	✓	✓	Hemikryptophyt
<i>Bellidiastrum michelii</i>	✓	✓	✓	Hemikryptophyt
<i>Carex firma</i>	✓	✓	✓	Hemikryptophyt
<i>Carex mucronata</i>	✓	✓	✓	Hemikryptophyt
<i>Cystopteris fragilis</i>	✓	✓	✓	Hemikryptophyt
<i>Paederota bonarota</i>	✓	✓	✓	Hemikryptophyt
<i>Phyteuma sieberi</i>	✓	✓	✓	Hemikryptophyt
<i>Pinguicula alpina</i>	✓	✓	✓	Hemikryptophyt
<i>Pinus mugo</i>	✓	✓	✓	Nanophanaerophyt
<i>Rhodothamnus chamaecistus</i>	✓	✓	✓	Chamaephyt
<i>Saxifraga squarrosa</i>	✓	✓	✓	Chamaephyt
<i>Sesleria albicans</i>	✓	✓	✓	Chamaephyt
<i>Sesleria sphaerocephala</i>	✓	✓	✓	Hemikryptophyt
<i>Soldanella minima</i>	✓	✓	✓	Hemikryptophyt
<i>Valeriana elongata</i>	✓	✓	✓	Hemikryptophyt
<i>Valeriana saxatilis</i>	✓	✓	✓	Hemikryptophyt
<i>Viola biflora</i>	✓	✓	✓	Hemikryptophyt
<i>Aquilegia einseleana</i>	✓		✓	Hemikryptophyt
<i>Physoplexis comosa</i>	✓		✓	Hemikryptophyt
<i>Saxifraga caesia</i>	✓		✓	Chamaephyt
<i>Gentiana tergloensis</i>		✓	✓	Hemikryptophyt
<i>Leontopodium nivale</i> ²		✓	✓	Hemikryptophyt
<i>Minuartia cherlerioides</i> ³		✓	✓	Chamaephyt
<i>Persicaria vivipara</i>		✓	✓	Hemikryptophyt
<i>Potentilla nitida</i>		✓	✓	Hemikryptophyt
<i>Salix waldsteiniana</i>	✓			Nanophanaerophyt
<i>Campanula cochlearifolia</i>		✓		Hemikryptophyt
<i>Draba tomentosa</i>		✓		Chamaephyt
<i>Dryas octopetala</i>		✓		Hemikryptophyt
<i>Globularia cordifolia</i>		✓		Chamaephyt
<i>Gypsophila repens</i>		✓		Chamaephyt
<i>Helianthemum alpestre</i>		✓		Chamaephyt
<i>Trisetum flavescens</i>		✓		Hemikryptophyt
<i>Arabis alpina</i>			✓	Chamaephyt
<i>Asplenium viride</i>			✓	Hemikryptophyt
<i>Carex humilis</i>			✓	Hemikryptophyt
<i>Daphne striata</i>			✓	Nanophanaerophyt
<i>Gentiana clusii</i>			✓	Hemikryptophyt
<i>Parnassia palustris</i>			✓	Hemikryptophyt
<i>Pinus cembra</i>			✓	Keimling
<i>Saxifraga sedoides</i>			✓	Chamaephyt
<i>Silene pusilla</i> agg.			✓	Chamaephyt
<i>Trisetum alpestre</i>			✓	Hemikryptophyt
<i>Trisetum distichophyllum</i>			✓	Hemikryptophyt

¹ FISCHER ET AL (2005)² ssp. *alpinum*³ ssp. *cherlerioides*

A.4 R-Script

Artenzahl vs. Höhe

```
artenzahl<- read.csv2("csv_Exporte/abfr_artenzahl.csv")
attach(artenzahl)

#ACHTUNG: Leere Transekte wurden berücksichtigt!!!

rel.hoehe <- c (Hoehe - Hoehe_Wandfuss)

### Box-Cox Transformation.

# Addition einer Konstanten um die 0 Werte auszuschalten:
# c = 1/2* kleinster Wert der Variablen

library(MASS)
lambda.arthoe <- boxcox ((Artenzahl + 0.5) ~ rel.hoehe)

lambda.max <- lambda.arthoe$x[lambda.arthoe$y == max(lambda.arthoe$y)]
boxcox.transf <- function(x, lambda) { transf.data <- ((x^lambda - 1)/lambda)
return (transf.data)}

bc.arthoe <- boxcox.transf ((Artenzahl + 0.5), lambda.max)

### Regression: transformierte Artenzahl gegen relative Höhe in der Wand

reg.anz.hoehe.trans<-lm (bc.arthoe ~ rel.hoehe)
```

Deckung vs. Höhe

```
routen <- read.csv2 ("abfr_routen.csv")

attach(routen)

###ACHTUNG: Leere Transekte wurden berücksichtigt!!!

rel.hoehe <- c (Hoehe - Hoehe_Wandfuss)

###Transformation:
#Addition einer Konstanten um die 0 Werte auszuschalten:
#c = 1/2* kleinster Wert der Variablen

library(MASS)

lambda.max <- lambda.d.relhoe$x[lambda.d.relhoe$y == max(lambda.d.relhoe$y)]
boxcox.transf <- function(x, lambda) { transf.data <- ((x^lambda - 1)/lambda)
return (transf.data)}

bc.d.relhoe <- boxcox.transf ((Deckung + (min (Deckung [Deckung !=0])/2)),
lambda.max)

### Regression der (transformierten) Deckung [cm2] gegen die Höhe in der Wand

reg.rel.wandhoehe.trans<-lm (bc.d.relhoe ~ rel.hoehe)
```

Artenzahl am Wandfuß vs. Artenzahl in der Wand

```
artenzahl<- read.csv2("abfr_artenzahl.csv")
```

```
#Trennen des Datensatzes: Wandfußaufnahmen und Aufnahmen in der Wand
wandfuss <- subset (artenzahl, (Hoehe_Wandfuss - Hoehe) == 0)
wand <- subset (artenzahl, (Hoehe_Wandfuss - Hoehe) != 0)

#U-Test nach Mann und Withney

utest.artenzahl <- wilcox.test (wand$Artenzahl, wandfuss$Artenzahl)
utest.artenzahl
```

Deckung vs. Neigung

```
abiotisch <- read.csv2("csv_Exporte/abfr_abiotisch.csv")
attach(abiotisch)

#ACHTUNG: Leere Transekte wurden nicht berücksichtigt!!!

###Transformation:

library(MASS)
lambda.d_n <- boxcox (Deckung [Deckung!=0] ~ Neigung [Deckung!=0])

lambda.max <- lambda.d_n$x[lambda.d_n$y == max(lambda.d_n$y)]
boxcox.transf <- function(x, lambda) { transf.data <- ((x^lambda - 1)/lambda)
return (transf.data)}

bc.d_n <- boxcox.transf (Deckung [Deckung!=0], lambda.max)

###Regression der (transformierten) Deckung [cm2] gegen die Neigung

reg_neigung_trans<-lm (bc.d_n[Deckung!=0] ~ Neigung[Deckung!=0])
```

Einfluss der Klettergärten auf die Deckung (Absätze)

```
rohtabelle.kg <- read.csv2 ("rohtabelle_KG.csv")

#Neues Data Frame erzeugen:
Lm.bankerl.kg <- as.data.frame (rohtabelle.kg [, c ("Name_KG", "Bänder",
"Deckung_a", "Gesamtdeckung", "EX_KG", "Hoehe_KG", "Datum", "Datum_dummy")])
names (Lm.bankerl.kg) <- c ("Klettergarten", "Bankerl", "Deckung.bankerl",
"Gesamtdeckung", "Exposition", "Seehoehe", "Datum", "Dummy.Datum")

# Es ist nicht sinnvoll, Aufnahmeflächen ohne Absätze zu berücksichtigen.

Lm.bankerl.kg.corr <- subset (Lm.bankerl.kg, Deckung.bankerl !=0)

#Nur 100 Aufnahmen mit Absätzen!
length(Lm.bankerl.kg$Klettergarten)- length (Lm.bankerl.kg.corr$Klettergarten)

###Die Deckungswerte sind linksschief verteilt: log10 (sqrt) Transformation.

Lm.bankerl.kg.corr$Deckung.trans <- Lm.bankerl.kg.corr$Deckung.bankerl + min
(Lm.bankerl.kg.corr$Deckung.bankerl [Lm.bankerl.kg.corr$Deckung.bankerl != 0]) / 2
Lm.bankerl.kg.corr$Deckung.trans <- log10 ( sqrt(Lm.bankerl.kg.corr$Deckung.trans))

### Transformation der Werte für die Absätze:

Lm.bankerl.kg.corr$Bankerl.trans <- log10 (Lm.bankerl.kg.corr$Bankerl +
min (Lm.bankerl.kg.corr$Bankerl[Lm.bankerl.kg.corr$Bankerl !=0])/2)
hist (Lm.bankerl.kg.corr$Bankerl.trans)

### Test auf Interkorrelation der Kovariaten mit den Gruppen.
```



```
summary (lm (Bankerl.trans ~ Klettergarten, data=Lm.bankerl.kg.corr))
#keine signifikante Interaktion.

### Toleranz der Daten:

1 - summary (lm (Bankerl.trans ~ Klettergarten, data = Lm.bankerl.kg.corr))$r.squared
# Nahe 1.

### Entsprechende Prädiktoren als Faktoren kodieren.

Lm.bankerl.kg.corr$Klettergarten <- as.factor (Lm.bankerl.kg.corr$Klettergarten)

###Varianzanalyse:

aov.KG <- aov (Deckung.trans ~ Klettergarten + Bankerl.trans,
data = Lm.bankerl.kg.corr)

TukeyHSD (aov.KG, which = "Klettergarten")
```

Einfluss der Klettergärten auf die Deckung (Spalten)

```
rohtabelle.kg <- read.csv2 ("rohtabelle_KG.csv")

### Löcher als 2 cm lange Spalten kodiert.

roh_kg_sl <- rohtabelle.kg
roh_kg_sl$Loecher.cm <- roh_kg_sl$Loecher *2
roh_kg_sl$spalt_loch <- roh_kg_sl$Loecher.cm + roh_kg_sl$Spalten
roh_kg_sl$Deckung_sl <- roh_kg_sl$Deckung_l + roh_kg_sl$Deckung_s

#Neues Data Frame erzeugen:

Lm.spalten.kg <- as.data.frame (roh_kg_sl [, c ("Name_KG", "spalt_loch", "Deckung_sl",
"Gesamtdeckung", "EX_KG", "Hoehe_KG", "Datum", "Datum_dummy")])
names (Lm.spalten.kg) <- c ("Klettergarten", "Spalten", "Deckung.SL", "Gesamtdeckung",
"Exposition", "Seehoehe", "Datum", "Dummy.Datum")

### Ausschließen der Aufnahmen ohne Spalten:

Lm.spalten.kg.corr <- subset (Lm.spalten.kg, Spalten != 0)
length (Lm.spalten.kg$Spalten[Lm.spalten.kg$Spalten == 0])
#60 Aufnahmen ohne Spalten/Löcher werden eliminiert.

###Die Deckungswerte sind linksschief verteilt: log10 (sqrt) Transformation.

Lm.spalten.kg.corr$Deckung.trans <- Lm.spalten.kg.corr$Deckung.SL + min
(Lm.spalten.kg.corr$Deckung.SL [Lm.spalten.kg.corr$Deckung.SL != 0]) / 2
Lm.spalten.kg.corr$Deckung.trans <- log10 (sqrt (Lm.spalten.kg.corr$Deckung.trans))

### Test auf Interkorrelation der Kovariaten mit den Gruppen.

summary (lm ( Spalten.trans ~ Klettergarten, data=Lm.spalten.kg.corr))
#Interaktion zwischen Klettergarten und Spalten, aber niedriges R quadrat

### Toleranz der Daten:

1 - summary (lm (Spalten.trans ~ Klettergarten, data = Lm.spalten.kg.corr))$r.squared
# Nahe 1.

### Entsprechende Prädiktoren als Faktoren kodieren.

Lm.spalten.kg.corr$Klettergarten <- as.factor (Lm.spalten.kg.corr$Klettergarten)
```

```

### Varianzanalyse:

aov.KG <- aov (Deckung.trans ~ Klettergarten + Spalten.trans,
data = Lm.spalten.kg.corr)

TukeyHSD (aov.KG, which = "Klettergarten")

```

Einfluss der Entfernung auf die Deckung (Absätze)

```

rohtabelle <- read.csv2 ("tab_roh.csv")

### Neues Data-Frame

Lmm.bankerl <- as.data.frame (rohtabelle [, c ("ID_Transekt", "Nr_Aufnahme",
"Bänder", "Deckung_a", "Name_KG")])
names (Lmm.bankerl) <- c ("ID_Transekt", "Nr_Aufnahme", "Bankerl", "Deckung", "Klettergarten")

### Transekte ohne Bänder bzw. mit nur ein oder zwei Aufnahmen
### mit Bändern werden nicht beruecksichtigt. (Inhaltliche Frage)
corr_band <- read.csv ("korr_band.csv")
corr_band <- subset (corr_band, Aufn.mit.Band <= 2)

### Transekte ohne Aufnahmen mit Deckungswerten
corr_deck <- read.csv ("korr_deck_band.csv")
corr_deck <- subset (corr_deck, Anzahl.Deckung_a == 0)

### Abstand zur Nachbarroute unter 2m
ID_corr_entf <- c (92, 38, 68, 78, 91, 34, 90, 81, 74)

ID_corr_band <- corr_band$ID_Transekt
ID_corr_deck <- corr_deck$ID_Transekt

# Aussortieren aller "unpassenden" Transekte.

ID_corr <- sort (unique (c (ID_corr_band, ID_corr_entf, ID_corr_deck)))

Lmm.bankerl.corr <- Lmm.bankerl
for (i in ID_corr)
{
Lmm.bankerl.corr <- Lmm.bankerl.corr [Lmm.bankerl.corr$ID_Transekt != i, ]
}

#### Deckungsdaten sind stark linksschief verteilt -> log10 (sqrt) Transformation.

Lmm.bankerl.corr$Deckung.trans <- Lmm.bankerl.corr$Deckung +
min (Lmm.bankerl.corr$Deckung [Lmm.bankerl.corr$Deckung != 0]) / 2
Lmm.bankerl.corr$Deckung.trans <- log10 (sqrt (Lmm.bankerl.corr$Deckung.trans))

#### Transformation der Absätze

Lmm.bankerl.corr$Bankerl.trans <- Lmm.bankerl.corr$Bankerl +
min (Lmm.bankerl.corr$Bankerl[Lmm.bankerl.corr$Bankerl !=0])/2
Lmm.bankerl.corr$Bankerl.trans <- log10 (Lmm.bankerl.corr$Bankerl.trans)

### Zentrieren der Daten:

Lmm.bankerl.corr$C.Entf <- Lmm.bankerl.corr$Nr_Aufnahme -
mean (Lmm.bankerl.corr$Nr_Aufnahme)
Lmm.bankerl.corr$C.Bank <- Lmm.bankerl.corr$Bankerl -
mean (Lmm.bankerl.corr$Bankerl)
Lmm.bankerl.corr$C.Bank.trans <- Lmm.bankerl.corr$Bankerl.trans -
mean (Lmm.bankerl.corr$Bankerl.trans)

```

```
#### Test auf Interkorrelation der Kovariate (Absätze) mit den Gruppen.

summary(lm(Bankerl ~ Nr_Aufnahme,data=Lmm.bankerl.corr))
summary(lm(C.Bank ~ C.Entf, data = Lmm.bankerl.corr))
# Die Interaktion ist nicht signifikant.

### Toleranzen der, zentrierten, transformierten Daten:

# C.Entf
1 - summary(lm(C.Entf ~ C.Bank.trans + C.Entf:C.Bank.trans,
data = Lmm.bankerl.corr))$r.squared

# C.Bank.trans
1 - summary(lm(C.Bank.trans ~ C.Entf + C.Bank.trans:C.Entf,
data = Lmm.bankerl.corr))$r.squared

# Alle nahe 1.

### Mixed Linear Model:

# Klettergarten und ID_Transekt müssen Faktoren sein.

Lmm.spalten.loech.corr$Klettergarten <-
factor(Lmm.spalten.loech.corr$Klettergarten)
Lmm.spalten.loech.corr$ID_Transekt <-
factor(Lmm.spalten.loech.corr$ID_Transekt)

#Fit des Modells:

library(nlme)

mlm.entf.bank <- lme(Deckung.trans ~ C.Entf + C.Bank.trans,
random = ~ 1 | Klettergarten/ID_Transekt, data = Lmm.bankerl.corr, method = "ML")

mlm.bank <- lme(Deckung.trans ~ C.Bank.trans,
random = ~ 1 | Klettergarten/ID_Transekt, data = Lmm.bankerl.corr, method = "ML")

anova(mlm.entf.bank, mlm.bank) # Die Entfernung beeinflusst das Modell, aber nicht signifikant.
```

Einfluss der Entfernung auf die Deckung (Spalten und Löcher)

```
rohtabelle <- read.csv2("tab_roh.csv")

### Rohtabelle: Löcher als 2cm lange Spalten codieren

roh_spalt_loech <- rohtabelle
roh_spalt_loech$Loecher.cm <- roh_spalt_loech$Loecher *2
roh_spalt_loech$spalt_loch <- roh_spalt_loech$Loecher.cm +
roh_spalt_loech$Spalten
roh_spalt_loech$Deckung_sl <- roh_spalt_loech$Deckung_l +
roh_spalt_loech$Deckung_s

### Neues Data-Frame

Lmm.spalten.loech <- as.data.frame(roh_spalt_loech[, c("ID_Transekt", "Nr_Aufnahme",
"spalt_loch", "Deckung_sl", "Name_KG")])
names(Lmm.spalten.loech) <- c("ID_Transekt", "Nr_Aufnahme", "Spalten",
"Deckung", "Klettergarten")

### Transekte ohne Spalten bzw. mit <= 3 Aufnahmen mit Spalten
### (oder Löchern) werden nicht berücksichtigt. (Inhaltliche Frage)
```

```

corr_spalt <- read.csv ("korr_ls.csv")
corr_spalt <- subset (corr_spalt, Aufn.mit.SuL <= 3)

### Transekte ohne Aufnahmen mit Deckungswerten
corr_deck <- read.csv ("korr_ls.csv")
corr_deck <- subset (corr_deck, Deckung_Transekt == 0)

### Abstand zur Nachbarroute unter 2m
ID_corr_entf <- c (92, 38, 68, 78, 91, 34, 90, 81, 74)

ID_corr_spalt <- corr_spalt$ID_Transekt
ID_corr_deck <- corr_deck$ID_Transekt

# Aussortieren aller "unpassenden" Transekte.

ID_corr <- sort (unique (c (ID_corr_spalt, ID_corr_entf, ID_corr_deck)))

Lmm.spalten.loech.corr <- Lmm.spalten.loech
for (i in ID_corr)
{
  Lmm.spalten.loech.corr <- Lmm.spalten.loech.corr
  [Lmm.spalten.loech.corr$ID_Transekt != i, ]
}

#### Deckungsdaten sind stark linksschief verteilt -> log10 (sqrt) Transformation.

Lmm.spalten.loech.corr$Deckung.trans <- Lmm.spalten.loech.corr$Deckung +
min (Lmm.spalten.loech.corr$Deckung [Lmm.spalten.loech.corr$Deckung != 0]) / 2
Lmm.spalten.loech.corr$Deckung.trans <- log10
(sqrt(Lmm.spalten.loech.corr$Deckung.trans))

### Zentrieren der Daten:

Lmm.spalten.loech.corr$C.Entf <- Lmm.spalten.loech.corr$Nr_Aufnahme -
mean (Lmm.spalten.loech.corr$Nr_Aufnahme)
Lmm.spalten.loech.corr$C.Spalt <- Lmm.spalten.loech.corr$Spalten -
mean (Lmm.spalten.loech.corr$Spalten)
Lmm.spalten.loech.corr$C.Spalt.trans <- Lmm.spalten.loech.corr$Spalten.trans -
mean (Lmm.spalten.loech.corr$Spalten.trans)

#### Test auf Interkorrelation der Kovariate (Spalten) mit den Gruppen.

summary(lm(Spalten ~ Nr_Aufnahme,data=Lmm.spalten.loech.corr))
summary (lm (C.Spalt.trans ~ C.Entf, data = Lmm.spalten.loech.corr))
# Die Interaktion ist nicht signifikant, R2 gering.

### Toleranzen der, zentrierten, transformierten Daten:

# C.Entf
1 - summary (lm (C.Entf ~ C.Spalt.trans + C.Entf:C.Spalt.trans,
data = Lmm.spalten.loech.corr))$r.squared
# C.spalt.trans
1 - summary (lm (C.Spalt.trans ~ C.Entf + C.Spalt.trans:C.Entf,
data = Lmm.spalten.loech.corr))$r.squared
# Interaktion
1 - summary (lm (C.Spalt.trans*C.Entf ~ C.Entf + C.Spalt.trans,
data = Lmm.spalten.loech.corr))$r.squared

# Alle nahe 1.

### Mixed Linear Model:

# Klettergarten und ID_Transekt müssen Faktoren sein.

Lmm.spalten.loech.corr$Klettergarten <-

```

```

factor (Lmm.spalten.loech.corr$Klettergarten)
Lmm.spalten.loech.corr$ID_Transekt <-
factor (Lmm.spalten.loech.corr$ID_Transekt)

#Fit des Modells:

library (nlme)

mlm.entf.spalt <- lme (Deckung.trans ~ C.Entf*C.Spalt,
random = ~ 1 | Klettergarten/ID_Transekt, data = Lmm.spalten.loech.corr, method = "ML")

summary (mlm.entf.spalt)

mlm.spalt <- lme (Deckung.trans ~ C.Spalt,
random = ~ 1 | Klettergarten/ID_Transekt, data = Lmm.spalten.loech.corr, method = "ML")

anova (mlm.entf.spalt, mlm.spalt) #### Die Entfernung beeinflusst das Modell.

```

A.5 Lebenslauf

Martin Klipp
Langeegg 35
8302 - Nestelbach

Persönliche Angaben:

Geburtstag	14.02.1981
Geburtsort	Graz
Staatsbürgerschaft	Österreich

Ausbildung:

1987 - 1991	Volksschule, 8302 - Nestelbach
1991 - 1999	Wirtschaftskundliches - BRG, 8010 - Graz
1999 - 2000	Psychologiestudium an der KF - Uni Graz
2000 - 2001	Zivildienst bei der Lebenshilfe, 8970 - Schladming
WS 2001	USW mit Fachschwerpunkt Physik an der KF - Uni Graz
2002 - 2005	Bakkalaureat Biodiversität und Ökologie an der KF - Uni Graz
SS 2004	Auslandssemester an der Uni - Genf
1. Bakkalaureatsarbeit:	Anbau von <i>Zea mays</i> in gemäßigten Breiten: Probleme und Lösungsansätze (Literaturarbeit)
2. Bakkalaureatsarbeit:	Biotopkartierung in der südburgenländischen Kulturlandschaft: Windisch Minihof
Seit WS 2005:	Diplomstudium Ökologie an der Uni - Wien Schwerpunkt Vegetationsökologie