

# Vegetation und Phytodiversität der Alp Flix, Graubünden



**Corina Achermann**

Matrikelnummer: 10-064-772

corina.achermann@gmx.ch

**GEO 511 Masterarbeit**

Abgabedatum: 22.04.2016

**Betreuer:**

Prof. em. Dr. Conradin A. Burga

Ehemals: Geographisches Institut

Universität Zürich

conradin.burga@geo.uzh.ch

**Fakultätsmitglied:**

Prof. Dr. Michael W. I. Schmidt

Abteilung Bodenkunde und Biogeochemie

Geographisches Institut

Universität Zürich



## Zusammenfassung

Die Alp Flix (Graubünden, Schweiz) wurde durch den GEO-Tag der Artenvielfalt im Jahr 2000 als Schatzinsel der Biodiversität bekannt. Seither fördert die Stiftung „Schatzinsel Alp Flix“ die Erforschung der alpinen Biodiversität und der ökologischen Zusammenhänge im Untersuchungsgebiet. Das Ziel der vorliegenden Arbeit war die Erstellung einer detaillierten digitalen Vegetationskarte von Sur (1500 m ü. M.) bis zur Alp Flix (2100 m ü. M.) im Massstab 1:5'000. Zusätzlich wurde folgenden Fragen nachgegangen:

- In welche Lebensräume kann die Alp Flix gegliedert werden?
- Wie gross ist die Vielfalt an Farn- und Blütenpflanzen der verschiedenen Vegetationseinheiten?
- Wo befinden sich die Phytodiversitäts-Hotspots der Alp Flix?
- Welche Pflanzen der Roten Liste kommen im Untersuchungsgebiet vor?
- Welche Zusammenhänge sind zwischen der anthropozoenen Nutzung und der Phytodiversität zu beobachten?

Bei der vegetationskundlich-pflanzensoziologischen Kartierung im Feld wurden Pflanzenbestände visuell voneinander abgegrenzt und anhand ihrer Artenzusammensetzung sowie ihres Erscheinungsbildes einer Vegetationseinheit zugewiesen. 67 punktuelle Vegetationsaufnahmen mit Angaben zum Deckungsgrad und zur Soziabilität aller gefundenen Gefässpflanzen belegen die Artenzusammensetzung der einzelnen Kartiereinheiten. Zur Quantifizierung der Phytodiversität der verschiedenen Vegetationseinheiten wurden der Shannon-Index und die Evenness berechnet.

Die Vegetationskarte der Alp Flix zeigt eine aussergewöhnlich grosse Habitatsvielfalt, bestehend aus einem kleinräumigen Mosaik aus Wald, Zwergstrauch-, Rasen- und Moorgesellschaften. Das erkennbare Muster in der Verteilung der verschiedenen Vegetationseinheiten ist in erster Linie von der Landnutzung und somit indirekt von der Steilheit des Geländes sowie dem Wasser- und Nährstoffhaushalt des Bodens abhängig. Die höchste Phytodiversität haben gemähte oder schwach beweidete Borstgrasrasen (Shannon-Index  $H_s$  2.87), gefolgt von den Goldhaferwiesen ( $H_s$  2.66). Moore und Vernässungen weisen die tiefste Phytodiversität auf, sie sind aber als Lebensraum für viele seltene Arten besonders wichtig. So stammen 8 der 15 Arten der Roten Liste, welche in dieser Arbeit gefunden wurden, aus Feuchtbiotopen. Unter den 334 in den Vegetationsaufnahmen nachgewiesenen Pflanzentaxa befindet sich auch die Rosmarinheide (*Andromeda polifolia*), eine als verletzlich eingestufte Hochmoorpflanze, welche einen Erstnachweis für die Alp Flix darstellt.

Die grosse Vielfalt an ökologischen Nischen auf der Alp Flix ist im Wesentlichen das Resultat von jahrhundertelanger landwirtschaftlicher Nutzung. Der Erhalt dieser naturnahen Kulturlandschaft ist sowohl zum Schutz der alpinen Biodiversität, wie auch als Grundlage für einen sanften Tourismus von grosser Bedeutung. Dazu ist es nötig, eine angemessene, sorgfältige Bewirtschaftung beizubehalten und den Schutz insbesondere im Bereich der Moore zu forcieren. Die Vegetationskarte vermittelt naturinteressierten Menschen einen Zugang zur Habitatsvielfalt der Alp Flix und ist eine präzise Arbeitsgrundlage für weitere Forschungsprojekte aber auch für den Naturschutz und die Landschaftsplanung.



**Abbildung 1:** Lais Blos auf der Alp Flix.

## Summary

Through the GEO-Day of Biodiversity in the year 2000 the Alp Flix (Graubünden, Switzerland) became known as a treasure island of biodiversity. Since then, the foundation „Schatzinsel Alp Flix“ supports research projects exploring the alpine biodiversity and ecological relationships in the study area. The goal of the here presented thesis is to create a detailed digital vegetation map from Sur (1500 m a.s.l.) up to the Alp Flix (2100 m a.s.l.) on a scale of 1:5'000. In addition to creating this vegetation map the following questions were investigated:

- Into which habitats can Alp Flix be divided?
- How large is the diversity of ferns and flowering plants of the various vegetation units?
- Where are the phytodiversity hot spots of Alp Flix?
- Which plants of the Red List can be found in the study area?
- Which connections can be observed between the anthropogenic land management and the phytodiversity?

In the phytosociological mapping in the field, plant populations were visually demarcated and assigned to a vegetation unit according to their species composition and their appearance. 67 selective vegetation records with information on the coverage and the sociability of all vascular plants prove the species composition of the different mapping units. To quantify the plant diversity of the different vegetation types, the Shannon-Index and the Evenness were calculated.

The vegetation map of Alp Flix shows extraordinary large habitat diversity which consist of a small-scale mosaic of forest, dwarf-shrub, subalpine meadow and wetland communities. The visible pattern in the distribution of the different vegetation units is primarily dependent on the land use which itself is related to the steepness of the slope as well as the water and nutrient availability of the soil. The highest plant diversity is shown by the community of *Geo montani-Nardetum* (mown or extensively grazed) with a Shannon-Index ( $H_s$ ) of 2.66 and the one of *Polygono-Trisetetum flavescens* ( $H_s$  2.66). Bogs and wetlands show deeper plant diversity but they are important as a habitat for many rare species. This is supported by the fact that 8 out of the 15 plants of the Swiss Red List of threatened plants were found in wetlands. From the 334 plant taxa, which were found in the vegetation records, one is especially mentionable: *Andromeda polifolia* is a typical plant of peat bogs and represents a first record in the study area.

The great diversity of ecological niches on the Alp Flix is basically the result of centuries of agricultural use. The preservation of this semi-natural landscape is of great importance both to protect the Alpine biodiversity as well as the basis for a sustainable tourism. Therefore it is necessary to maintain a careful land management and to speed up protection measures especially in wetlands. The new vegetation map gives an insight into the habitat diversity of the Alp Flix to people interested in nature. Additionally it is a precise working base for future research projects as well as for nature conservation and landscape management.

## Dank

Zum Gelingen dieser Arbeit haben verschiedene Personen einen wesentlichen Beitrag geleistet. Ohne sie wäre die Arbeit in dieser Form nicht möglich gewesen.

Bedanken möchte ich mich zuerst bei Prof. Dr. em. Conradin A. Burga, welcher diese Arbeit ermöglichte und mich wohlwollend betreut hat. Von seiner Erfahrung und seinem Fachwissen konnte ich viel profitieren. Seine Unterstützung in der Vorbereitung der Arbeit, im Feld sowie während des Verfassens der Arbeit war bedeutend.

Dankbar bin ich auch Dr. Guido Wiesenberg und Prof. Dr. Michael Schmidt, welche mich seitens des Geographischen Instituts der Uni Zürich betreut haben. Ihre Unterstützung und die guten Ratschläge waren mir sehr nützlich. Dem Institutsgrafiker Martin Steinmann, möchte ich für die Mithilfe beim Layout und Druck der Karte danken.

Das Engagement der Stiftung „Schatzinsel Alp Flix“ war für diese Arbeit zentral. Sie hat die Arbeit initiiert und mit allen verfügbaren Mitteln unterstützt. So stellte sie mir unter anderem für drei Monate eine Unterkunft im Forscherhaus auf der Alp Flix zur Verfügung. Der Projektleiter, Dr. Jürg Paul Müller, engagierte sich sehr für diese Arbeit, organisierte mir das Kartenmaterial und stand mir mit guten Ratschlägen zur Seite. Victoria Spinas erleichterte mir die Ankunft auf der Alp Flix, beantwortete mir Fragen rund um die Landwirtschaft und war mir durch ihre Anwesenheit vor Ort immer wieder behilflich. Danken möchte ich auch allen anderen Landwirten im Untersuchungsgebiet von Sur bis zur Alp Flix, welche mich auf ihrem Land meine Feldarbeit durchführen liessen.

Sehr froh war ich um die fachkundige Unterstützung durch den erfahrenen Feldbotaniker Romedi Reinalter. Er hat mir mit persönlichem Engagement geholfen, meine botanischen Artenkenntnisse zu erweitern und die Bestimmung von Gräsern und Seggen in den Griff zu bekommen. Seine Begleitung im Feld war sowohl fachlich wie persönlich sehr lehrreich und wertvoll.

Einen ganz besonderen Dank verdient meine Familie, welche während der ganzen Dauer der Arbeit viel Zeit und Verständnis für mich aufbrachte. Ihre Besuche auf der Alp erleichterten mir meinen Arbeitsalltag, die vielen guten Gespräche führten zu konstruktiven Gedanken und das sorgfältige Korrekturlesen war sehr wertvoll.

Bedeutend war auch die Unterstützung durch meine WG-Mitbewohnerin Nadina Mesey. Gemeinsam gelang es, verschiedene technische Probleme zu lösen, sie half mir dabei die GIS-Datenbank zu erstellen und hatte immer ein offenes Ohr für meine Fragen und Zweifel.

Bedanken möchte ich mich auch bei all den Menschen, welche mich auf der Alp Flix besucht und bei der Feldarbeit begleitet haben. Durch ihre Anwesenheit wurde die arbeitsintensive Zeit in den Bündner Bergen zu einem unvergesslichen und guten Erlebnis.

# Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung .....	i
Summary .....	iii
Dank .....	iv
Inhaltsverzeichnis .....	v
Abbildungs- und Tabellenverzeichnis .....	vii
1 Einleitung .....	1
1.1 Hintergrund .....	1
1.2 Ziel und Fragestellung .....	2
1.3 Untersuchungsgebiet .....	2
1.3.1 Geographische Lage .....	2
1.3.2 Geologie .....	3
1.3.3 Klima .....	5
1.3.4 Geschichte und aktuelle anthropozoogene Nutzung .....	6
1.3.5 Biogeographische Lage .....	7
1.3.6 Naturschutz .....	8
1.4 Bestehende Vegetationskartierungen der Alp Flix .....	10
1.4.1 Diplomarbeit Landschaftsplanung Alp Flix: EGGER & WALTER (1986) .....	10
1.4.2 Vegetationskarte der Schatzinsel Alp Flix: ACHERMANN & HARTWIG (2003) .....	10
1.4.3 Wiesenkartierung zur Gesamtmelioration Sur: WEIDMANN (2005) .....	10
1.5 Berücksichtigte Vegetationseinheiten bei der Kartierung .....	11
2 Methoden .....	21
2.1 Vegetationskartierung .....	21
2.2 Vegetationsaufnahmen .....	22
2.3 Datenanalyse .....	24
2.4 Biodiversitätsindizes .....	25
2.4.1 Artenreichtum $S$ .....	25
2.4.2 Shannon-Index $H_s$ .....	26
2.4.3 Evenness $J_s$ .....	26
2.5 Fotovergleich .....	27
3 Resultate .....	29
3.1 Floristische Auswertung der Vegetationsaufnahmen .....	29
3.1.1 Verteilung der Vegetationsaufnahmen .....	29
3.1.2 Artenzahl, Artenliste und Stetigkeit .....	31
3.1.3 Arten der Roten Liste .....	37
3.1.4 Zusätzliche floristische Besonderheiten .....	39

3.2	Analyse der Vegetationskarte .....	41
3.2.1	Allgemeine Erläuterungen zur Vegetationskarte .....	41
3.2.2	Räumliche Anordnung der Vegetationseinheiten .....	41
3.2.3	Räumliche Verteilung der Einzelzeichen .....	43
3.2.4	Flächenanteile der Kartiereinheiten .....	45
3.3	Wichtige Vegetationseinheiten: Besonderheiten und Phytodiversität .....	47
3.3.1	Moore und Vernässungen .....	47
3.3.2	Subalpine und alpine Grasheiden auf Silikat und versauertem Karbonatgestein .....	49
3.3.3	Subalpine Grasheiden auf Karbonat und basenhaltigem Silikatgestein .....	52
3.3.4	Fettwiesen .....	52
3.3.5	Zwergstrauchheiden .....	54
3.3.6	Wälder .....	55
3.4	Phytodiversität der Vegetationseinheiten im Vergleich .....	57
3.5	Vergleich der neuen mit den älteren Vegetationskarten .....	58
3.6	Vegetationsentwicklung: Fotovergleich 1986 – 2015.....	61
4	Diskussion.....	63
4.1	Vegetationskarte .....	63
4.1.1	Räumliche Verteilung der verschiedenen Waldgesellschaften.....	64
4.1.2	Räumliche Struktur der Offenlandvegetation.....	65
4.2	Artenzahl und Arten der Roten Liste .....	68
4.3	Phytodiversität der Vegetationseinheiten .....	69
4.3.1	Vergleich der Shannon-Index-Werte mit Forschungsergebnissen aus anderen alpinen Regionen.....	69
4.3.2	Unterschiede in der Phytodiversität ausgewählter Lebensräume.....	71
4.3.3	Evenness der Vegetationseinheiten im Vergleich .....	72
4.4	Methodenkritik .....	73
4.4.1	Anmerkungen zu den Vegetationsaufnahmen .....	73
4.4.2	Methodische Herausforderungen bei der Vegetationskartierung .....	73
4.4.3	Einordnung der Methode in das Forschungsumfeld .....	75
4.5	Schutz und Nutzung.....	76
4.5.1	Landwirtschaft und Naturschutz .....	76
4.5.2	Tourismus.....	79
4.5.3	Wasserkraftnutzung.....	80
5	Ausblick.....	81
6	Literaturverzeichnis .....	83
	Anhang.....	89

## Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

<b>Titelbild:</b>	Goldhaferwiese auf der Alp Flix, im Hintergrund Piz Platta und Piz Forbesch.	
<b>Abbildung 1:</b>	Lais Blos auf der Alp Flix. ....	ii
<b>Abbildung 2:</b>	Übersichtskarte des Untersuchungsgebietes (MÜLLER & BRINER 2007). ....	3
<b>Abbildung 3:</b>	Geologische Karte des Untersuchungsgebietes (CORNELIUS 1932). ....	4
<b>Abbildung 4:</b>	Monatliche Niederschlagssummen von Bivio (Datengrundlage: MeteoSchweiz 2015b). ....	5
<b>Abbildung 5:</b>	Klimadiagramm von Davos (MeteoSchweiz 2014a). ....	5
<b>Abbildung 6:</b>	Übersichtskarte der Biotope von nationaler Bedeutung auf der Alp Flix. (Geoportal der Schweizerischen Eidgenossenschaft 2015). ....	9
<b>Abbildung 7:</b>	Corina Achermann bei einer Vegetationsaufnahme (Foto: C. Burga). ....	22
<b>Abbildung 8:</b>	Hypothetisches Beispiel zweier Lebensgemeinschaften mit derselben Shannon-Diversität. ....	26
<b>Abbildung 9:</b>	Standort und Nummer der 67 Vegetationsaufnahmen (Kartengrundlage: MÜLLER & BRINER 2007). ....	31
<b>Abbildung 10:</b>	Links: Vegetationsaufnahme mit der tiefsten Artenzahl: Schnabelseggenried. Rechts: Vegetationsaufnahme mit der höchsten Artenzahl: Borstgrasrasen... (Fotos: Marianne Stokar). ....	32
<b>Abbildung 11:</b>	Rang-Stetigkeits-Kurve der auf der Alp Flix gefundenen Arten. ....	33
<b>Abbildung 12:</b>	Zwei als verletzlich eingestufte Wasserpflanzen auf der Alp Flix. Links: <i>Callitriche hamulata</i> . Rechts: <i>Utricularia cf. minor</i> (Fotos: C. Burga). ....	39
<b>Abbildung 13:</b>	Zwei gesamtschweizerisch geschützte Arten, die im Untersuchungsgebiet vorkommen: Links: <i>Paradisea liliastrum</i> . Rechts: <i>Lilium martagon</i> . ....	40
<b>Abbildung 14:</b>	Das Untersuchungsgebiet unterteilt in fünf Teilgebiete (A-E). ....	42
<b>Abbildung 15:</b>	Beispiel für zwei als Einzelzeichen kartierte Objekte: Links: Torfmoosbulte. Rechts: ehemalige Ackerterrassen oberhalb Sur. ...	44
<b>Abbildung 16:</b>	Links: Biodiversität der verschiedenen Kleinseggenriede auf Silikat. Rechts: Biodiversität der Kleinseggenriede auf Karboat. ....	48
<b>Abbildung 17:</b>	Links: Biodiversität der Hangmoore und Quellhorizonte. Rechts: Biodiversität der Hochmoore auf der Alp Flix. ....	49
<b>Abbildung 18:</b>	Links: Biodiversität der Borstgrasrasen. Rechts: Biodiversität der Borstgras- und Milchkrautweiden . ....	50
<b>Abbildung 19:</b>	Biodiversität der Violettschwingelrasen. ....	51
<b>Abbildung 20:</b>	Biodiversität der Rostseggenrasen. ....	52
<b>Abbildung 21:</b>	Links: Biodiversität der Goldhaferwiesen. Rechts: Biodiversität der <i>Poa</i> -Variante der Goldhaferwiese. ....	53
<b>Abbildung 22:</b>	Links: Biodiversität der Wacholder-Bärentrauben-Zwergstrauchheide. Rechts: Biodiversität der Alpenrosen-Heidelbeer-Zwergstrauchheiden. ....	55
<b>Abbildung 23:</b>	Biodiversität der verschiedenen Wald-Aufnahmen. ....	56
<b>Abbildung 24:</b>	Shannon-Index der verschiedenen Vegetationseinheiten im Vergleich. ....	57

<b>Abbildung 25:</b>	Vergleich der Vegetationskarten am Beispiel des Gebietes Sur Plattas. Links: ACHERMANN & HARTWIG (2003). Mitte: Die neue Vegetationskarte (2015). Rechts: WEIDMANN (2005). .....	59
<b>Abbildung 26:</b>	Vergleich der Vegetationskarten am Beispiel des Gebietes Schmuadragn. Links: ACHERMANN & HARTWIG (2003). Mitte: Die neue Vegetationskarte (2015). Rechts: WEIDMANN (2005). .....	59
<b>Abbildung 27:</b>	Fotovergleich des Gebietes Acla oberhalb Tgalucas. Foto oben: EGGER & WALTER (1986). Foto unten: C. Achermann (2015). ..	62
<b>Abbildung 28:</b>	Vegetationseinheiten des Offenlandes der Alp Flix, geordnet nach Bewirtschaftungsintensität und Bodenfeuchte. ....	65
<b>Abbildung 29:</b>	Naturschutz am Lai Neir. Links: Foto vom Badebetrieb (EGGER & WALTER 1986). Rechts: Situation heute; das Seeufer und das Moor sind geschützt. ..	76
<b>Abbildung 30:</b>	Negative Auswirkung von zu intensiver Beweidung in Mooren. Links: Trittschäden in einem kleinen Hochmoorfragment. Rechts: Pferdedung auf Torfmoos. ....	77
<b>Abbildung 31:</b>	Frostschäden an Fichten auf 2100 m ü. M. ....	79
<b>Abbildung 32:</b>	Bach oberhalb Mottas Martin am 18.8.2015. Links: Bach vor der Fassung. Rechts: Vollständig trockenes Bachbett nach der Fassung. ....	80
<b>Tabelle 1:</b>	Sechsstufige Skala zur Abschätzung der Soziabilität. ....	23
<b>Tabelle 2:</b>	Anzahl der Vegetationsaufnahmen pro Vegetationseinheit. ....	30
<b>Tabelle 3:</b>	Vollständige Liste der Farn- und Blütenpflanzen sowie der erhobenen Torfmoosgruppe geordnet nach absteigender Stetigkeit. ....	33
<b>Tabelle 4:</b>	Liste der, auf der Alp Flix gefundenen, gefährdeten Gefäßpflanzen-Arten.	38
<b>Tabelle 5:</b>	Anteil der verschiedenen Kartiereinheiten an der Fläche des gesamten Untersuchungsgebietes. ....	46
<b>Tabelle 6:</b>	Phytodiversität einiger Vegetationseinheiten der Alp Flix und Vergleichswerte aus anderen Studien über die Pflanzendiversität in den Alpen. ....	71

Alle Fotos, Abbildungen und Tabellen ohne Quellenangabe stammen von der Autorin.

# 1 Einleitung

## 1.1 Hintergrund

Die Alp Flix ist eine biologisch sehr vielfältige, landwirtschaftlich genutzte und touristisch attraktive, naturnahe Kulturlandschaft. Unter anderem aufgrund der grossen Vielfalt an Lebensräumen auf kleinem Raum wurde die Alp Flix vom Magazin GEO und von den Schweizer Naturmuseen für den 2. GEO-Tag der Artenvielfalt im Jahr 2000 ausgewählt. Ziel dieser Aktion war es, in 24 Stunden möglichst viele Arten zu erfassen. So versammelten sich am 3. Juni 2000 siebzig WissenschaftlerInnen auf der Alp Flix und fanden auf gerade mal 4 km<sup>2</sup> mehr als 2000 Organismenarten (HÄNGGI et al. 2000).

Basierend auf dem Erfolg dieser einmaligen Aktion wurde die Stiftung „Schatzinsel Alp Flix“ gegründet. Diese wird von der Gemeinde Sur, dem Bündner Naturmuseum, dem Magazin GEO und von Ricola AG getragen. Der Zweck der Stiftung ist es, die wissenschaftliche Erforschung der Artenvielfalt und der ökologischen Zusammenhänge im alpinen Raum zu fördern, sowie deren Ergebnisse zu verbreiten (SCHATZINSEL ALP FLIX 2015). Die möglichst vollständige Erfassung der Artenvielfalt auf der Alp Flix ist „ein wichtiger Beitrag zur Erforschung der Gebirgsfauna und -flora, die im Gegensatz zu einer weit verbreiteten Meinung noch keineswegs abgeschlossen ist“ (MÜLLER & BRINER 2007). Zur Erfassung der Artenvielfalt sind gut ausgebildete Taxonomen unabdingbar. Bereits der Geo-Tag der Artenvielfalt wollte auf den Mangel an solchen Spezialisten aufmerksam machen und die Stiftung Schatzinsel Alp Flix soll mithelfen, dieses Problem zu lösen (MÜLLER & BRINER 2007). Unter der Koordination der Stiftung Schatzinsel Alp Flix wurden in den letzten Jahren eine Vielzahl wissenschaftlicher Arbeiten über die verschiedensten Organismengruppen auf der Alp Flix durchgeführt (vgl. dazu die Übersicht über die Forschungsarbeiten bei MÜLLER & BRINER (2007). Erstaunlich ist die relativ hohe Zahl an neuen Arten, die aufgrund der Forschung auf der Alp Flix beschrieben wurden, wie beispielsweise die Dungmücke *Rhexosa flixella* und die Blattfloh *Trioza flixiana*. Zudem gab es eine Reihe von Erstnachweisen für Graubünden und für die Schweiz, vor allem bei den Brand- und Rostpilzen sowie bei Spinnen, Springschwänzen und Erzwespen (MÜLLER & BRINER 2007).

Bereits am GEO-Tag der Artenvielfalt im Jahr 2000 wurde auch eine Liste als Überblick über die Lebensräume der Alp Flix erstellt. Um aber die kleinräumige Struktur und die Vielfalt der Biotope zu erfassen, sowie die verschiedensten Forschungsprojekte einheitlich in ihr ökologisches Umfeld einordnen zu können, ist es nötig eine detaillierte Vegetationskarte für den ganzen Perimeter zur Verfügung zu haben. Die vorliegende Arbeit soll eine solche Karte als Arbeitsgrundlage liefern und zusätzlich einen tieferen Einblick in die Phytodiversität der Alp Flix ermöglichen.

## 1.2 Ziel und Fragestellung

Ziel dieser Masterarbeit ist es, das vielfältige Mosaik der Wald-, Zwergstrauchheide-, Rasen- und Moorvegetation der Alp Flix zu erfassen. Dazu soll eine Vegetationskarte im Massstab 1:5'000 erstellt und in einem GIS dargestellt werden. Zudem soll die Artenzusammensetzung der einzelnen Kartiereinheiten durch eine Vielzahl punktueller Vegetationsaufnahmen belegt werden. Die digitale Vegetationskarte mit Artenliste soll die vielfältige Vegetation der Alp Flix einer breiten Öffentlichkeit zugänglich machen, darüber hinaus als Arbeitsgrundlage für weitere Forschungsprojekte dienen und in Form einer Bestandsaufnahme die Möglichkeit bieten, zukünftige Veränderungen nachzuweisen.

Neben dem Erstellen einer Vegetationskarte soll in dieser Masterarbeit auf folgende Fragen vertieft eingegangen werden:

- In welche Lebensräume kann die Alp Flix gegliedert werden?
- Wie gross ist die Vielfalt an Farn- und Blütenpflanzen (Phytodiversität) der verschiedenen Vegetationseinheiten?
- Wo befinden sich die Phytodiversitäts-Hotspots der Alp Flix?
- Welche Pflanzen der Roten Liste kommen im Untersuchungsgebiet vor?
- Welche Zusammenhänge sind zwischen der anthorpozoogenen Nutzung und der Phytodiversität zu beobachten?

## 1.3 Untersuchungsgebiet

### 1.3.1 Geographische Lage

Das Untersuchungsgebiet „Alp Flix“ liegt im ehemaligen Gemeindegebiet von Sur im Oberhalbstein, Kanton Graubünden, Schweizer Alpen. Das Oberhalbstein (rätoromanisch: Surses) ist ein Nord-Süd ausgerichtetes Alpental, welches von Tiefencastel bis hoch zum Julierpass reicht. Seit anfangs 2016 sind alle Dörfer im Tal zur Gemeinde Surses fusioniert.

Das Untersuchungsgebiet wird von der Julia (roman.: Gelgia) durchflossen, welche via Albula in den Rhein und schlussendlich in die Nordsee gelangt. In nur 25 km Entfernung zum Untersuchungsgebiet befindet sich aber auch das Einzugsgebiet der Maira, welche via Adda und Po in die Adria fliesst und jenes des Inns, der sich mit der Donau ins Schwarze Meer entwässert.

Als Perimeter für die Untersuchung wird das bereits für frühere Arbeiten auf der Alp Flix definierte Teilgebiet A gewählt (siehe Abb. 2). Dieses umfasst das Waldgrenzökoton östlich des Flusses Julia von unterhalb Sur, über eine steile, bewaldete Talstufe bis zur grossen Felsterrasse der Alp Flix. Das Dorf Sur liegt auf rund 1600 m ü. M. an der Julierpassstrasse. Von dort gelangt man über eine gut ausgebaute Bergstrasse durch den subalpinen Nadelwald in das eigentliche Alpgebiet. Die Alp liegt auf 1950 bis 2000 m ü. M., sie ist rund 1 km breit,

2.5 km lang und umfasst mehrere kleine Weiler. Als untere Begrenzung des Untersuchungsgebietes wurde die Julia (1500 m ü. M.) festgelegt, als oberes Ende des Perimeters diente die Höhenlinie 2100 m ü. M., welche leicht über dem Alpgebiet im Steilhang liegt. Oberhalb der Felsterrasse steigt das Gelände steil zu den beiden nicht mehr im Untersuchungsgebiet liegenden Gipfeln, Piz d'Err (3378 m ü. M.) und Tschima da Flix (3316 m ü. M.) an. Das ganze Untersuchungsgebiet umfasst eine Fläche von 6.4 km<sup>2</sup>.



Abbildung 2: Übersichtskarte des Untersuchungsgebietes Alp Flix, Gemeinde Sur, GR (MÜLLER & BRINER 2007).

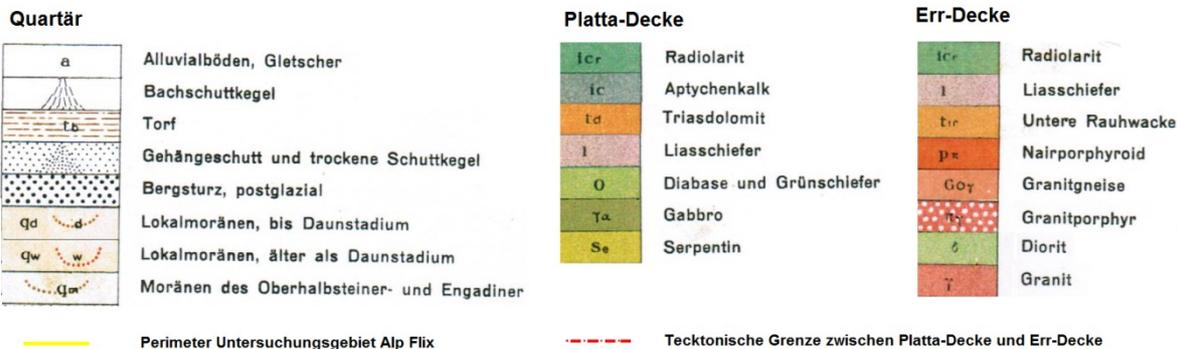
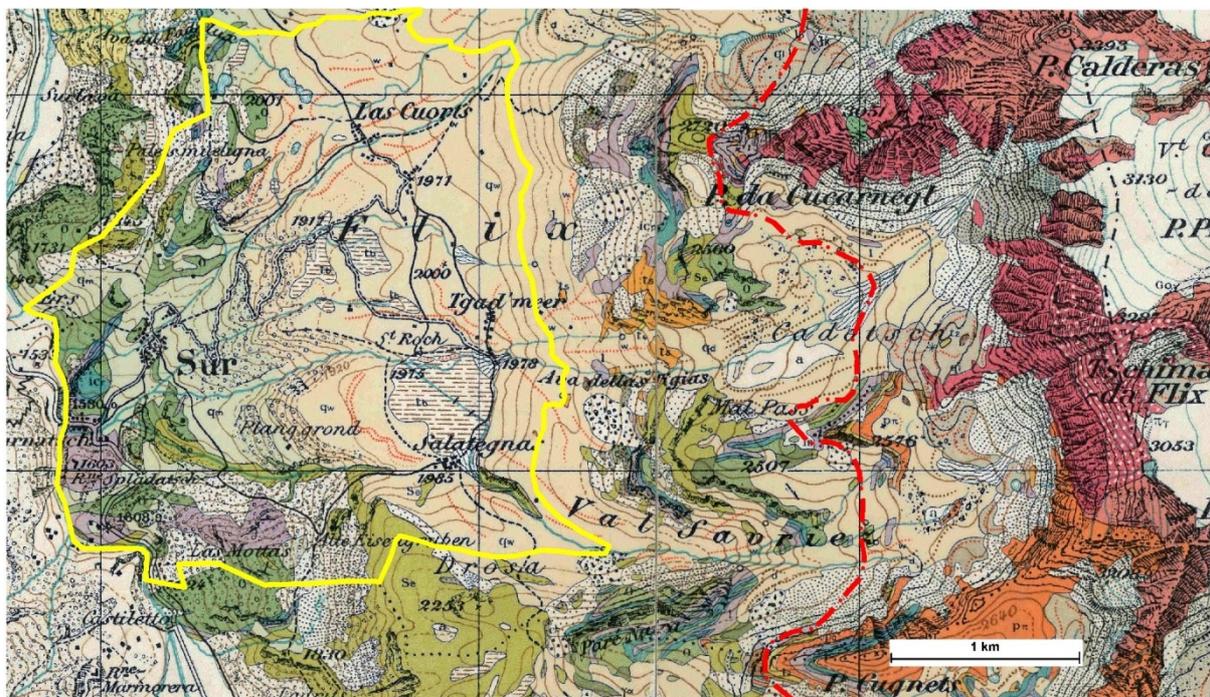
### 1.3.2 Geologie

Das Oberhalbstein liegt an einem ehemaligen Ozean-Kontinent-Übergang der jurassischen Tethys. Von Osten trifft die ehemals kontinentale, unterostalpine Err-Decke auf die westlich gelegene oberpenninische Platta-Decke (MANATSCHAL & NIEVERGELT 1997). Als sich in der Kreidezeit das Meeresbecken der Tethys zu schliessen begann und die penninische Platte unter die südalpine subduzierte, wurden zuvor gebildete Sediment- und Gesteinsschichten teilweise abgeschert und neu positioniert. So entstand im Bereich der Alp Flix ein tektonisches Mélange verschiedener Gesteinsstapel (BISPING 1989).

Im westlichen, tieferliegenden Teil des Untersuchungsgebietes befinden sich Serpentin, Grünschiefer, Liasschiefer und Radiolarit der Platta-Decke (siehe Abb. 3). Dies sind teils

überformte Gesteine, welche in der ehemaligen mesozoischen Tiefsee oder durch submarine Vulkane entstanden sind (CORNELIUS 1932, PARC ELA, CONZETTI et al. 2009). Die Felsterrasse der Alp Flix ist stark glazial überprägt und besteht aus eis- und nacheiszeitlichem Moränenmaterial der Err-Decke. Am Fuss des Piz d'Err und der Tschima da Flix ist eine ausserordentliche petrologische Vielfalt zu beobachten. Dicht nebeneinander liegen Granit, Gneis, Quarzit, Kalk und Serpentin (HÄNGGI et al. 2000). Eine detailliertere geologische Karte des Teilgebietes zwischen der Flixer Terrasse und der Err-Gruppe ist bei BISPING (1989) zu finden.

Während des Maximums der letzten grossen Eiszeit vor rund 24'000 Jahren war das Oberhalbstein bis auf rund 2700 m ü. M. vergletschert (GEOPORTAL DES BUNDES 2015). Im Untersuchungsgebiet sind vielerorts Spuren der ehemaligen Vergletscherung zu sehen; besonders offensichtlich sind die Moränenwälle auf der Flixer Terrasse, welche zuerst zu Moränenstauseen und später zu den heute vorhandenen Mooren führten (EGGER & WALTER 1986).



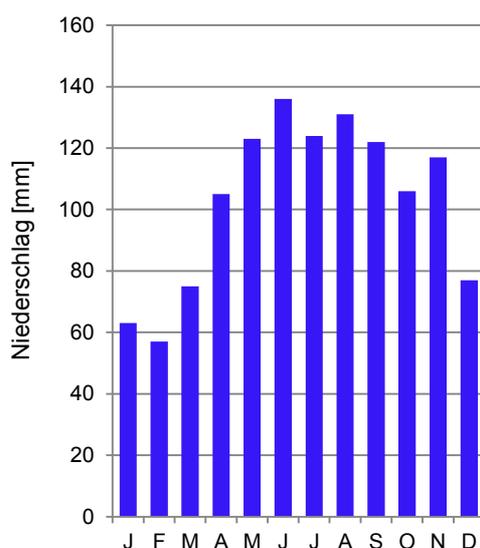
**Abbildung 3:** Geologische Karte des Gebietes von Sur bis zum Tschima da Flix: Ausschnitt aus der geologischen Karte von CORNELIUS (1932). Ergänzt mit der tektonischen Grenze zwischen der Platta-Decke und der Err-Decke (GEOPORTAL DES BUNDES 2015) sowie dem Perimeter des Untersuchungsgebietes.

### 1.3.3 Klima

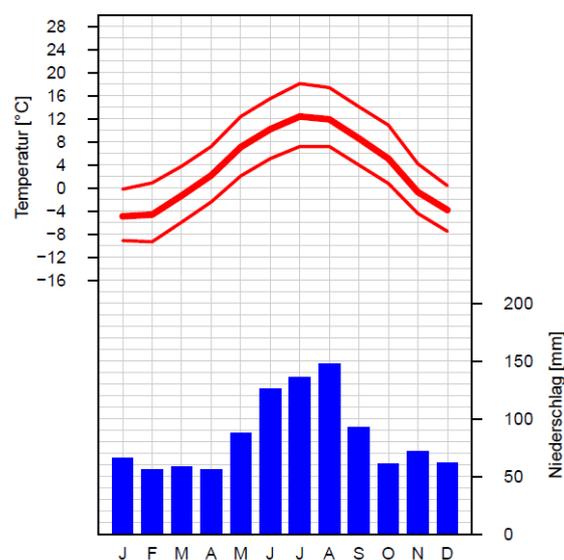
Die Alp Flix liegt in der gemässigten Klimazone Mitteleuropas. Das Oberhalbstein ist nicht ganz so niederschlagsarm wie das nahegelegene inneralpine Trockental Engadin. Es ist aber trotzdem recht gut gegen die Niederschlagsaktivität von Norden und Süden abgeschirmt und ist somit deutlich trockener als Nordbünden, die nördlichen Voralpen und die Südschweiz (BADER et al. 2012).

GENSLER (1978) trennt Graubünden betreffend Wettereinfluss in zwei Gebiete: Bivio gehört noch zum südlichen Teil, hier führen Südlagen zu den Hauptniederschlägen. Der tieferliegende Teil des Oberhalbsteins liegt im nördlichen Teilgebiet, das vorwiegend bei West- und Nordlagen Niederschläge bekommt (GENSLER 1978). Das Untersuchungsgebiet liegt damit im Übergangsraum Nord-Süd, wo Südstaulagen noch ziemlich einflussreich sind, West- und Nordlagen aber auch schon verstärkt spürbar werden.

In der nahegelegenen Bodenmessstation in Bivio werden jährliche Niederschlagssummen von 1237 mm gemessen (Normalwert 1981–2010), in derjenigen von Savognin 928 mm (METEOSCHWEIZ 2015b). Besonders niederschlagsreich ist in Bivio der Sommer und der Herbst, geringe Monatsniederschläge werden im Januar und Februar gemessen (siehe Abb. 4). Da Bivio bis Mai 2015 eine reine Niederschlags-Messstation war, muss für die Temperatur das Klimadiagramm von Davos (1549 m ü. M.) herangezogen werden (siehe Abb. 5). Davos hat eine Jahresdurchschnittstemperatur von 3.5°C, wobei der Juli mit 12.4°C der wärmste und der Januar mit -4.9°C der kälteste Monat ist. Aus der interpolierten Normalwert-Karte kann für die tiefergelegenen Gebiete unten im Tal rund um Sur eine Jahresdurchschnittstemperatur von 2 bis 4°C und für die Alp Flix -1 bis 0°C ermittelt werden (METEOSCHWEIZ 2014b).



**Abbildung 4:** Monatliche Niederschlagssummen von Bivio, Normalperiode 1981–2010 (Datengrundlage: METEOSCHWEIZ (2015b)).



**Abbildung 5:** Klimadiagramm von Davos (METEOSCHWEIZ 2014a).

Windmessstationen gibt es in der Nähe des Untersuchungsgebietes leider keine. Sowohl eigene Erfahrungen wie auch Berichte von Einheimischen weisen darauf hin, dass auf der Alp Flix in Folge der offenen Lage fast ununterbrochen aus irgendeiner Richtung ein Wind weht.

Der Sommer 2015, in welchem die Feldarbeit auf der Alp Flix durchgeführt wurde, war der zweitwärmste Sommer seit 1864 (METEOSCHWEIZ 2015a). Extreme Hitzeperioden gab es vor allem im Juli. Auf der Alpennordseite fielen während den Sommermonaten zusätzlich nur 60 bis 80% der Niederschlags-Norm von 1981–2010 (METEOSCHWEIZ 2015a).

Gemäss den ausführlichen Untersuchungen von BADER et al. (2012) ist im Kanton Graubünden seit 1900 eine deutliche Klimaerwärmung sowohl im Winter wie im Sommer messbar: Der steigende Temperaturtrend ist mit 0.1 bis 0.2 °C pro Dekade stark signifikant – beachtet man nur die letzten 50 Jahre ist der Trend noch stärker ausgeprägt (BADER et al. 2012).

#### **1.3.4 Geschichte und aktuelle anthropozoogene Nutzung**

Das Oberhalbstein gehörte ab Beginn unserer Zeitrechnung zur römischen Provinz Rätien. Die Römer nutzten den Julier- und Septimerpass für den Transport von Gütern über die Alpen (ROTH-BIANCHI et al. 2007). Aus dem Mittelalter (Beginn des 13. Jh.) stammt unter anderem die Turmruine von Spliatsch bei Sur, von wo aus die damals wichtige Septimerroute im Auge behalten werden konnte (CLAVADETSCHER & MEYER 1984). Mitte des 14. Jahrhunderts besiedelten die Walser das Gebiet der Alp Flix und rodeten den Wald um die Flächen landwirtschaftlich zu nutzen. Die Walser wohnten ganzjährig auf der Alp Flix und bauten unter anderem die Kapelle Son Roc, welche von allen Weilern der Alp aus sichtbar ist. Erst Ende des 17. Jahrhunderts verliessen die Walser die Dauersiedlung auf Flix und vermischten sich mit den im Dorf Sur ansässigen Romanen (SPINAS 1984). Zwischen 1827 und 1847 wurde in Gruba im Wald unterhalb Salategnas (Alp Flix) Eisenerz abgebaut. Die Abraumhalden sind heute noch gut erkennbar (CONZETTI et al. 2009).

Um 1840 wurde über den Julierpass eine Strasse für Postkutschen gebaut, was den Transitverkehr und den Tourismus förderte. Dies hatte zur Folge, dass im Oberhalbstein stilvolle Unterkünfte wie das Hotel Löwen in Mulegns und zugehörige Pferdeställe für die Kutschenfahrten gebaut wurden. Mit der zunehmenden Motorisierung des Verkehrs verkürzte sich die Reisezeit ins Engadin und das Oberhalbstein wurde zum Durchfahrtstal mit viel Verkehr aber mit wenigen Dauergästen. 1948 begann der Bau des Marmorera-Staudammes, welcher direkt ans Untersuchungsgebiet grenzt. Um Strom für die Stadt Zürich zu produzieren wurde das ehemalige Dorf Marmorera abgerissen (CONZETTI et al. 2009) und die meisten Bäche aus dem Untersuchungsgebiet wurden dem Stausee zugeleitet (GEOPORTAL DES BUNDES 2015).

Ende 2014 zählte das Dorf Sur 68 Einwohner (BFS 2014), wovon einige wenige mit ihrem Vieh ganzjährig auf der Alp Flix wohnen. Den Sommer über wird die Alp Flix zusätzlich als

Sommerungsgebiet für Milchkühe, Rinder, Schafe und Pferde genutzt. Die grossen Flächen der Flixer Terrasse werden maschinell gemäht und grossenteils zu Siloballen verarbeitet. Im Frühjahr und im Herbst werden dieselben Flächen kurz beweidet. Die mit Zwergsträuchern durchsetzten Gebiete zwischen dem Wald und dem Beginn der flachen Fettwiesen werden als Weideflächen für Rinder und Pferde genutzt. Die Hänge oberhalb Salategnas werden den ganzen Sommer über von Milchkühen beweidet, während oberhalb von Tgalucas Milchschafe weiden. Die restlichen Steilhänge oberhalb der Alp Flix werden teilweise unter Einsatz von viel Handarbeit und meist nur alle zwei Jahre als Pflegemassnahme gemäht und zur Gewinnung von Bergheu genutzt (mündliche Information von Victoria Spinass, 1.8.2015).

Die Alp Flix wird neben der Landwirtschaft auch touristisch genutzt. Einerseits werden Tagestouristen für Wanderungen, Bikeausflüge, Baden in den Seen ins Gebiet gelockt, andererseits beherbergt die Alp Flix aber auch Leute, die im Hotel Piz Platta, in den Jurten oder in einem der Ferienhäuser länger verweilen. Mit dem Angebot an Führungen und Themenwegen ist auch ein reichhaltiges Umweltbildungsprogramm vorhanden, welches auf die Biodiversität des Gebietes aufmerksam macht.

### 1.3.5 Biogeographische Lage

Das Untersuchungsgebiet gehört gemäss HESS et al. (1976) innerhalb des holarktischen Florenreiches zum Florengebiet der mittel- und südeuropäischen Gebirge. Dieses zeichnet sich gegenüber den umliegenden Gebieten durch das Gebirgsklima und durch die Vielfalt der Standorte aus und beherbergt typischerweise Fels-, Schutt- und Rasenpflanzen (HESS et al. 1976). Die Alpen als Teil dieses Florengebietes umfassen erstens Arten, welche auch in angrenzenden Gebieten heimisch sind, zweitens solche die vorherrschend in dieser Region vorkommen, dort aber weit verbreitet sind (z.B. *Androsace helvetica* und *Cirsium spinosissimum*) und drittens endemische Arten, die nur in einem gewissen Teilgebiet der Alpen vorkommen (z.B. *Senecio incanus s.l.* und *Rumex nivalis*) (HESS et al. 1976). HESS et al. (1976) teilt die Schweiz anhand morphologischer Eigenschaften von Norden nach Süden in folgende Gebiete ein: Jura, Mittelland, Nordalpen, Zentralalpen und Südalpen. Dabei fällt das Untersuchungsgebiet in den Bereich der Zentralalpen. Typisch für die Zentralalpen sind ein kontinentaleres Klima, das Vorherrschen von kalkarmen Gesteinen und ein Reichtum an hochalpinen Pflanzenarten (BURGA et al. 2004, HESS et al. 1976).

Aus floristischer Sicht kann auch zwischen einem westlichen und einem östlichen Teil der Alpen unterschieden werden, da zahlreiche Arten bei der Wiederbesiedlung nach der Eiszeit von Westen oder Osten her nur noch einen Teil der Alpen besiedelt haben (HESS et al. 1976). Eine der verschiedenen beschriebenen West-Ostgrenzen ist die Linie zwischen Comer- und Bodensee, wo beispielsweise *Pedicularis rostrato-capitata* und *Dianthus glacialis* ihre westlichen Verbreitungsgrenzen haben. Nach dieser Einteilung gehört das

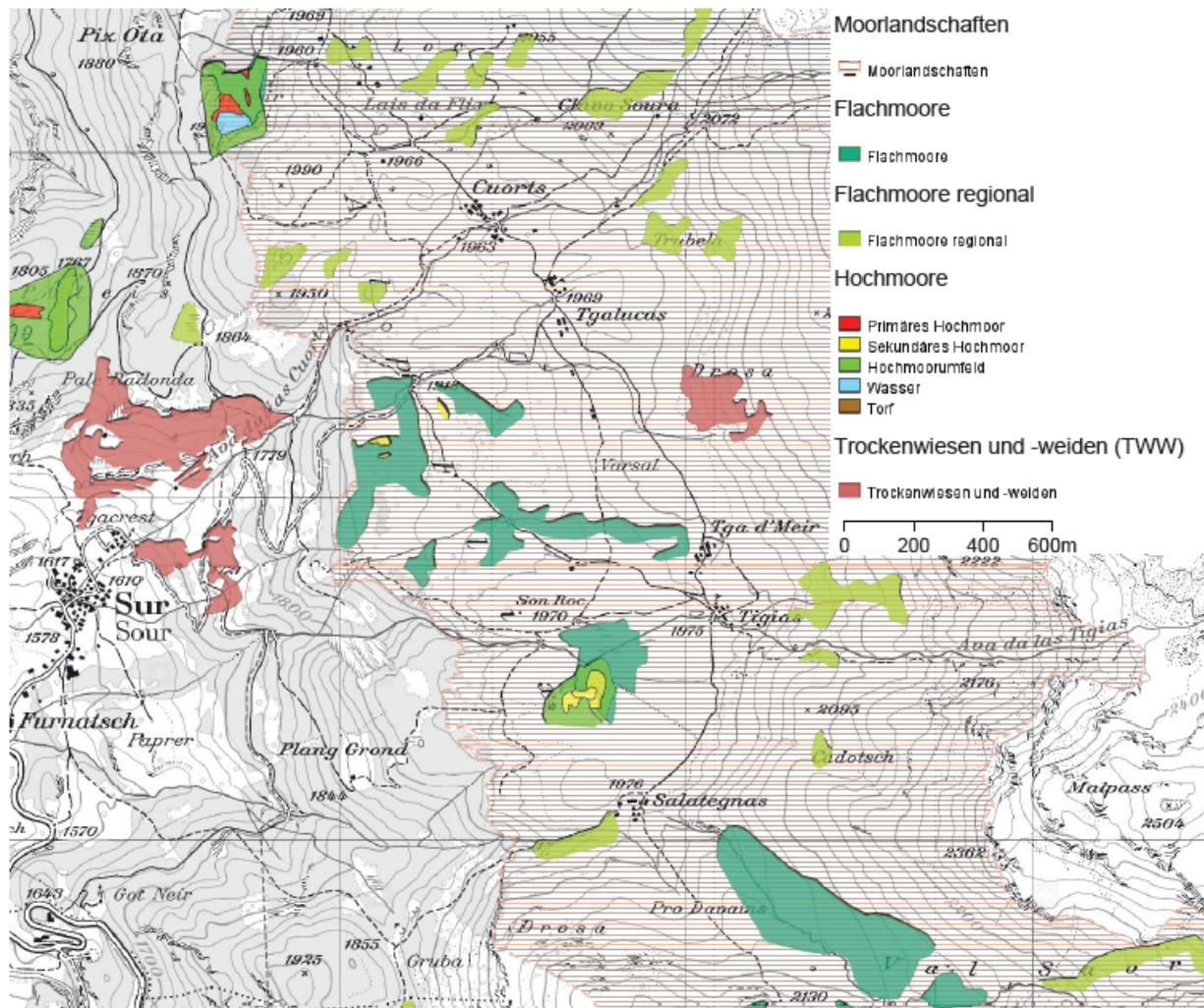
Untersuchungsgebiet zu den Ostalpen. Es beherbergt aber durch die Nähe zur Grenzlinie auch noch zahlreiche Westalpenpflanzen. Für die meisten Arten besteht jedoch keine deutliche West-Ost-Grenze oder diese ist aufgrund genetischer Untersuchungen teilweise weiter im Osten anzusetzen (BURGA et al. 2004).

Von der Höhenlage her gehört das Untersuchungsgebiet zur subalpinen Stufe. Die untere Grenze der subalpinen Stufe befindet sich von Nord nach Süd auf 1300–1500 m ü. M., die obere auf 1900–2400 m ü. M. Die Vegetationszeit beträgt in dieser Stufe 100–200 Tage. Die subalpine Stufe kennzeichnet sich durch Fichtenwälder und endet mit dem verstärkten Aufkommen von Zwergsträuchern an der Wald- und Baumgrenze (HESS et al. 1976, LANDOLT 2003). Flachere Gebiete wurden vom Menschen entwaldet um Fettwiesen und Siedlungen anzulegen. An den meisten Orten wurde die Waldgrenze nach unten verlegt, um Weideland und Holz für die Alp-Sennereien zu gewinnen (HESS et al. 1976). Dies ist auch auf der Alp Flix der Fall. Das Untersuchungsgebiet wäre natürlicherweise mit Ausnahme von einigen zu nassen und zu felsigen Stellen mit subalpinem Fichtenwald bedeckt. Die lokale Waldgrenze lag vermutlich zwischen 2000 und 2050 m ü. M., die Baumgrenze zwischen 2100 und 2150 m ü. M. Die heute vorhanden Wiesen und Weiden sind erst durch die anthropogene Nutzung entstanden (WILDERMUTH & KNAPP 1998).

### 1.3.6 Naturschutz

Die ganze Alp Flix ist eine **Moorlandschaft von nationaler Bedeutung** und wird somit auf Verfassungsebene geschützt. Darin dürfen keine neuen Anlagen gebaut und keine Bodenveränderungen vorgenommen werden, es sei denn, es diene dem Schutz oder der bisherigen landwirtschaftlichen Nutzung der Moore und Moorlandschaften (BAFU 2015f). Diese Moorlandschaft enthält eine Reihe von Objekten der beiden Bundesinventare für Flach- bzw. Hochmoore von nationaler Bedeutung (siehe Abb. 6). „Die Objekte müssen ungeschmälert erhalten werden; in gestörten Moorbereichen soll die Regeneration, soweit es sinnvoll ist, gefördert werden. Zum Schutzziel gehören insbesondere die Erhaltung und Förderung der standortheimischen Pflanzen- und Tierwelt und ihrer ökologischen Grundlagen sowie die Erhaltung der geomorphologischen Eigenart“ (SCHWEIZERISCHER BUNDESRAT 1994).

**Trockenwiesen und -weiden** sind sehr artenreiche, von der landwirtschaftlichen Nutzung geprägte Lebensräume. In der Schweiz sind seit 1900 rund 95% dieser Flächen verschwunden. Deshalb hat der Bund ein Inventar mit den besonders wertvollen und schutzwürdigen Flächen erstellt (BAFU 2015c). Einige dieser Trockenwiesen- und weiden von nationaler Bedeutung liegen im Gebiet von Sur und der Alp Flix. Diese Objekte mit ihrer spezifischen Pflanzen- und Tierwelt sowie ihren ökologischen Grundlagen sollen ungeschmälert erhalten und eine nachhaltig betriebene Landwirtschaft gefördert werden (SCHWEIZERISCHER BUNDESRAT 2014).



**Abbildung 6:** Übersichtskarte der Flach- und Hochmoore von nationaler Bedeutung sowie der regional bedeutungsvollen Flachmoore und der Trockenwiesen- und Weiden von nationaler Bedeutung (GEOPORTAL DES BUNDES 2015).

Die Naturschutzorganisation **Pro Natura** besitzt 6.2 ha Bergwiesen auf der Alp Flix und hat eine Dienstbarkeit für die Moorumgebung des Lai Neir (PRO NATURA GRAUBÜNDEN). In ihrem Auftrag werden die Gebiete gepflegt und unterhalten.

Die Alp Flix gehört zum **Parc Ela**, welcher 2012 nach einer zehnjährigen Aufbauphase mit dem Label „regionaler Naturpark“ ausgezeichnet wurde. Der Verein Parc Ela hat zum Ziel, einerseits die landschaftliche Schönheit und den Reichtum von Flora und Fauna im Park zu erhalten und andererseits mit einer nachhaltigen regionalen Wirtschaft das Einkommen und die Lebensqualität der Bewohner zu sichern. Zudem soll Forschung im Gebiet gefördert und der Wert von Natur und Kultur der einheimischen Bevölkerung sowie den Parkbesuchern vermittelt werden (PARC ELA 2014). Konkrete Massnahmen für die Alp Flix sind unter anderem die Unterstützung des „Bus alpin“ zur Erschliessung der Alp Flix mit dem öffentlichen Verkehr, der Forscherparcours für Kinder, die Besucherlenkung in der Moorlandschaft und eine Forschungsdatenbank, welche einen Überblick über die Forschung im Parkgebiet ermöglicht.

## **1.4 Bestehende Vegetationskartierungen der Alp Flix**

Für das Gebiet Alp Flix sind bereits drei verschiedene, nicht publizierte Vegetationskarten bekannt, welche unter verschiedenen Gesichtspunkten erstellt wurden.

### **1.4.1 Diplomarbeit Landschaftsplanung Alp Flix: EGGER & WALTER (1986)**

Vor 30 Jahren untersuchten EGGER & WALTER (1986) im Rahmen ihrer Diplomarbeit in Landschaftsarchitektur die Vegetation auf der Alp Flix. Zur Kartierung wurde der Schlüssel für subalpine und alpine Naturwiesenstandorte von DIETL et al. (1981) verwendet. Diese Standortkarte im Massstab 1:2000 umfasst nur das eigentliche Alpgebiet oberhalb des Waldes. Leider hatte zu Beginn der hier vorliegenden Masterarbeit niemand der Beteiligten Kenntnis von der interessanten und ausführlichen Diplomarbeit von EGGER & WALTER (1986). Als ich gegen Ende meiner Feldarbeit durch ein zufälliges Zusammentreffen mit Andreas Egger davon erfuhr, war es zu spät, um die Methode der vorliegenden Arbeit so grundlegend zu ändern, dass ein echter Vergleich über die Zeit möglich geworden wäre. Die Arbeit enthält aber eine Reihe von aussagekräftigen Landschaftsbildern, welche für einen Fotovergleich zwischen 1986 und 2015 verwendet wurden (siehe Kapitel 2.5).

### **1.4.2 Vegetationskarte der Schatzinsel Alp Flix: ACHERMANN & HARTWIG (2003)**

Der Auftrag zur Erstellung einer Vegetationskarte des vorliegenden Projektperimeters wurde bereits einmal von der Stiftung Schatzinsel Alp Flix vergeben. So erstellte ACHERMANN & HARTWIG von der Academia Engiadina im Jahr 2003 eine Vegetationskarte im Massstab 1:5'000. Als Kartiereinheiten dienten die von DELARZE & GONSETH (2008) beschriebenen Lebensräume. Bei dieser Kartierung wurden keine Vegetationsaufnahmen gemacht, der Wald nicht berücksichtigt und die Gebiete mit subalpinen Rasengesellschaften nur sehr grob erfasst. Diese Übersichtskarte gibt das kleinräumige Mosaik nicht präzise genug wieder, um für Forschungszwecke genutzt werden zu können und steht der Stiftung Schatzinsel Alp Flix nicht digital zur Verfügung. Deshalb besteht der Bedarf nach einer differenzierteren Neukartierung der Vegetation (mündliche Information von Jürg Paul Müller, 12.8.2015). Aus diesem Grund entstand die hier vorliegende Masterarbeit.

### **1.4.3 Wiesenkartierung zur Gesamtmelioration Sur: WEIDMANN (2005)**

Im Jahr 2005 wurde im Rahmen der Gesamtmelioration Sur eine Wiesenkartierung vorgenommen (siehe WEIDMANN (2005)). Bei dieser Kartierung (1:5'000) standen Aspekte der futterbaulichen Nutzung im Zentrum. Deshalb wurden vorwiegend die landwirtschaftlich genutzten Flächen von Sur und der Alp Flix bearbeitet. Zur Kartierung wurde die Methode nach DIETL et al. (1981) verwendet. Es handelt sich also nicht um eine pflanzensoziologisch-vegetationskundliche, sondern eine landwirtschaftlich-nutzungsorientierte Kartierung. Zusätzlich wurden die Flachmoore mit dem Vegetationsschlüssel für das Flachmoorinventar

(AMT FÜR NATUR UND UMWELT GRAUBÜNDEN 2002) und die Trockenwiesen mit dem Vegetationsschlüssel des Merkblatts zur Feldkartierung von EGGENBERG et al. (2001) beurteilt.

## 1.5 Berücksichtigte Vegetationseinheiten bei der Kartierung

In diesem Abschnitt werden die einzelnen Kartiereinheiten, welche für die aktuelle Vegetationskarte der Alp Flix verwendet wurden, anhand von Fachliteratur kurz vorgestellt. Spezifische Eigenschaften der einzelnen Vegetationseinheiten, welche während der Arbeit auf der Alp Flix erfasst wurden, sind bei den Resultaten (vgl. Kapitel 3.3) beschrieben. Die erwähnten Arten sind primär solche, die in der Literatur beschrieben und auch auf der Alp Flix gefunden wurden. Die im Kommenden benutzte Nummerierung der Vegetationseinheiten und die zugehörigen Farben entsprechen der Kartenlegende (siehe Anhang G).

Auf der Kartenlegende existieren zwei Arten von Vegetationseinheiten:

- A) Pflanzengesellschaften, welche in der Literatur klar definiert sind und die im Feld anhand der charakteristischen Artenzusammensetzung angesprochen wurden.  
Diese Einheiten sind in den kommenden Abschnitten jeweils mit ihrem lateinischen Namen versehen.
- B) Formationskundliche Einheiten, d.h. physiognomisch-ökologische Vegetationseinheiten, welche im Feld vor allem anhand ihres Gesamtaspektes und auffallender Standorteigenschaften angesprochen wurden (z.B. Felsvegetation, Hangmoore, Schlagflächen).

### Fels- und Lockergesteinsvegetation (1)

#### Felsvegetation (1.1)

In steilen Felswänden und auf grossen Felsblöcken kann sich nur wenig Bodensubstrat anlagern. Pflanzen finden nur schwer Halt und sind extremen Temperaturschwankungen sowie grosser Trockenheit ausgesetzt. Felsen werden vorwiegend von Flechten und Cyanobakterien besiedelt. Gefässpflanzen, welche in Ritzen und Spalten wachsen, müssen sehr gut an die vorherrschenden Bedingungen angepasst sein (DELARZE & GONSETH 2008). Unterschiede in der Felsvegetation bezüglich der Gesteinsart (Karbonat, Silikat, Serpentin usw.) werden in dieser Arbeit nicht weiter beachtet.

#### Blockschutthalden und Lockergesteinsvegetation (1.2)

Zu dieser Vegetationseinheit zählen Standorte, an denen kontinuierlich Gesteinsmaterial unterschiedlicher Grösse abgelagert wird. Durch die Schuttstruktur und die regelmässige Bewegung kann sich kaum Feinerde ansammeln und die Bildung einer geschlossenen Vegetation ist nicht möglich. Während an der Schuttoberfläche trockene und sehr variable Bedingungen herrschen, ist das Mikroklima etwas tiefer im Schutt bzw. zwischen den Blöcken viel ausgeglichener. Pflanzen welche Blockschutthalden und Lockergestein besiedeln,

haben sich mit zug-, scheuer- und steinschlagresistenten Sprossen und Wurzeln der ständigen Bewegung des Lockergesteines angepasst (DELARZE & GONSETH 2008, SCHRÖTER 1926). Je nach Gesteinsart, Anteil an Feinmaterial usw. werden in der Literatur verschiedene Pflanzengesellschaften unterschieden, die aber in dieser Arbeit nicht berücksichtigt werden.

## **Moore und Vernässungen (2)**

### **Kleinseggenried auf Silikat (2.1)**

#### **Schnabelseggenried (*Caricetum rostratae*) (2.1.1)**

Schnabelseggenriede bilden sich zu Beginn der Verlandung von oligo- bis mesotrophen Gewässern. Die hochwüchsige (bis 90 cm hohe) Segge *Carex rostrata* steht oft in Reinbeständen in 10–50 cm tiefem Wasser. An episodisch trockenfallenden Flachufeln erreicht das *Caricetum rostratae* die höchste Produktivität, es weicht aber auch an nicht mehr überfluteten Standorten nur sehr langsam der Konkurrenz angrenzender Gesellschaften. Das *Caricetum rostratae* ist sehr artenarm und landwirtschaftlich nicht nutzbar (BRAUN-BLANQUET 1971, DIERSSEN 1982).

#### **Braunseggenried (*Caricetum nigrae*) (2.1.2)**

Das *Caricetum nigrae* ist eine azidophile Flachmoorgesellschaft der subalpin–alpinen Stufe. In Verlandungsebenen und entlang von Seen und Bächen bildet sich ein dichter Rasenbestand aus kleinwüchsigen Sauergräsern. Charakterarten, welche auch auf der Alp Flix gefunden wurden, sind: *Carex nigra*, *C. echinata*, *C. canescens*, *C. pratensis*, *Juncus filiformis*, *Phleum alpinum* und *Viola palustris*. Als Begleiter werden *Eriophorum angustifolium*, *Juncus alpinus*, *Deschampsia cespitosa* und *Epilobium palustre* beschrieben. Diese Assoziation ist sehr vielfältig, umfasst viele Subassoziationen und Varianten, ist aber allgemein nicht besonders artenreich. Traditionellerweise werden solche Flachmoorgesellschaften beweidet oder zur Streuproduktion genutzt (BRAUN-BLANQUET 1948-1949, 1971, DELARZE & GONSETH 2008).

#### **Haarbinsen-Ausbildung des Braunseggen- bzw. Davallseggenriedes**

##### **(*Caricetum nigrae*/*C. davallianae trichophoretosum cespitosi*) (2.1.3)**

Wenn die Sukzession in Verlandungsgebieten weiter voranschreitet, d.h. wenn die Bodenfeuchte etwas abnimmt, kann sich sowohl auf sauren Böden aus dem *Caricetum nigrae* wie auch auf basenreichem Untergrund aus dem *Caricetum davallianae* die Subassoziation *trichophoretosum cespitosi* entwickeln. Diese Subassoziation ist durch ein artenarmes, dichtes, 15–20 cm hohes Polster der Haarbinse gekennzeichnet. Neben der vorherrschenden Art *Trichophorum cespitosum* sind je nach Ausgangsgesellschaft sehr unterschiedliche floristische Zusammensetzungen zu erwarten (BRAUN-BLANQUET 1948-1949, 1971).

**Kleinseggenried auf Karbonat (*Caricetum davallianae*) (2.2)**

Das *Caricetum davallianae* ist eine Flachmoorgesellschaft, welche sich unter Einfluss von kalkhaltigem Wasser bildet. In der subalpinen und alpinen Stufe bilden sich dichte, niederwüchsige Rasenbestände aus kalkzeigenden Seggen. Typische Arten sind *Carex davalliana*, *C. hostiana*, *Eriophorum latifolium*, *Juncus alpinus*, *Sesleria caerulea*, *Primula farinosa*, *Tofieldia calyculata*, *Parnassia palustris* etc. Diese Flachmoore werden traditionellerweise als Streuwiese bewirtschaftet oder extensiv beweidet, gute Futterpflanzen fehlen jedoch weitgehend (BRAUN-BLANQUET 1948-1949, 1971, DELARZE & GONSETH 2008).

**Hochmoor/Hochmooranflug (2.3)**

Hochmoore folgen in der Verlandungs-Sukzession auf die Flachmoore und sind saure, extrem nährstoffarme Lebensräume. Durch die stetige Anreicherung von abgestorbenem organischem Material, welches durch die Staunässe nicht zersetzt werden kann (Torf), wachsen sie über den Grundwasserspiegel hinaus und sind vollumfänglich von den Niederschlägen abhängig. Typisch ist die buckelige Struktur aus Aufwölbungen (Bulten) und Senken (Schlenken) mit ihrer jeweils spezifischen kleinräumigen Vegetation. Hochmoore sind geprägt durch verschiedene Torfmoosarten (*Sphagnum* spec.), zusätzlich sind folgende Arten charakteristisch: *Andromeda polifolia*, *Vaccinium microcarpum*, *V. oxycoccum*, *Eriophorum vaginatum*, *Carex pauciflora* usw. Hochmoore sind artenarm, sie beherbergen aber eine Reihe seltene und stark auf diesen Lebensraum spezialisierte Arten wie zum Beispiel den Wasserschlauch (*Utricularia* spec.) (DELARZE & GONSETH 2008, DIERSSEN 1982, EUROPÄISCHE GEMEINSCHAFTEN 1991).

**Hangmoor und Quellhorizont (2.4)**

Da Kleinseggenriede auf geneigtem Gelände oft unter Einfluss von Hangwasser unterschiedlicher Zusammensetzung stehen, entstehen kleinräumige Mosaik- bzw. Mischformen der verschiedenen pflanzensoziologisch definierten Flachmoore. Deshalb wurden in dieser Arbeit alle Flachmoore mit deutlich sichtbarer Hangneigung als Hangmoor bezeichnet. Die Artzusammensetzung ist sehr variabel und kann alle Arten der Kleinseggenriede auf Silikat und Karbonat umfassen.

Quellfluren (Montio-Cardaminetalia) sind Pflanzengesellschaften, welche ständig von frischem, sauerstoffreichem, Quellwasser durchflossen werden. Typisch für diese Gesellschaft sind zahlreiche Moose (z.B. *Philonotis fontana*, *P. seriata*, *Cratoneuron commutatum*) sowie *Caltha palustris*, *Epilobium alsinifolium* und *Saxifraga stellaris* (BRAUN-BLANQUET 1948-1949). Trotzdem, dass Quellfluren sehr standortspezifische Artzusammensetzungen aufweisen und verschiedene Assoziationen unterschieden werden können, wird in dieser Arbeit keine weitere Unterteilung vorgenommen. Dieser Vegetationseinheit werden all jene Vernässungsgesellschaften zugeordnet, welche direkt durch Quellaustritte verursacht werden.

**Nasswiese (2.5)**

Nasswiesen liegen oft im Randbereich von Mooren oder Gewässern und sind dort wechselfeuchten Bedingungen ausgesetzt. Durch das periodische Austrocknen wird die Durchlüftung gefördert, was zu einer hohen biologischen Aktivität, guten Nährstoffbedingungen und hoher Produktivität führt. In Nasswiesen bilden sich dichte und hohe Pflanzenbestände, welche anders als Flachmoorgesellschaften nicht von Seggen, sondern von Süßgräsern, Kräutern und Stauden dominiert sind. Diese Lebensräume werden oft als Weiden genutzt, wodurch stickstoffzeigende Pflanzen gefördert werden. Zu dieser Kartiereinheit gehört unter anderem die Pflanzengesellschaft Sumpfdotterblumenwiese (*Calthion*), die als typische Arten *Caltha palustris*, *Crepis paludosa*, *Polygonum bistorta*, *Sanguisorba officinalis*, *Trollius europaeus*, *Geum rivale* usw. enthält (DELARZE & GONSETH 2008).

**Trocken- und Steppenrasen (3)**

Diese Vegetationseinheit umfasst Gesellschaften, welche in sonnigen Hanglagen mit wasserdurchlässigen, mageren Substraten gedeihen. Gräser und Leguminosen sind bestandsbildend. Typische Arten dieser Einheit sind *Brachypodium pinnatum*, *Bromus erectus*, *Festuca ovina*, *Koeleria pyramidata*, *Prunella grandiflora*, *Sanguisorba minor*, *Thalictrum minus* u.a. Die Produktivität der Trocken- und Steppenrasen ist gering und sie werden dementsprechend extensiv bewirtschaftet. Trocken- und Steppenrasen sind oft sehr artenreich und weisen viele seltene, lichtliebende und thermophile Pflanzen auf (BRAUN-BLANQUET 1948-1949, DELARZE & GONSETH 2008). Da Steppenrasen im Untersuchungsgebiet nur als Fragmente an extrem trockenen, teils felsigen Stellen innerhalb von Trockenrasen vorkommen, werden sie der Übersichtlichkeit halber gemeinsam mit den Trockenrasen zu einer Kartiereinheit zusammengezogen.

**Subalpine und alpine Grasheiden auf Silikat und versauertem Karbonatgestein (4)****Borstgrasrasen (Geo montani-Nardetum) (4.1)**

Borstgrasrasen gedeihen auf sauren oder oberflächlich versauerten, eher trockenen Böden der subalpinen und unteren alpinen Stufe. Das Borstgras (*Nardus stricta*) wird durch die Beweidung gefördert, da es vom Vieh verschmäht wird und bildet kurzwüchsige Rasen. Gemähte Borstgrasrasen sind gegenüber den Weiden viel artenreicher. Artenreiche Borstgrasrasen enthalten neben *Nardus stricta* typischerweise *Geum montanum*, *Campanula barbata*, *Gentiana acaulis*, *Arnica montana*, *Hypochaeris uniflora*, *Festuca rubra*, *Antennaria dioica*, *Trifolium alpinum*, *Botrychum lunaria*, *Carex pallescens* etc. Ein Kennzeichen für vielfältige Borstgrasrasen sind auch die Orchideen *Pseudorchis albida*, *Coeloglossum viride*, *Gymnadenia conopsea* und *Nigritella nigra* (BRAUN-BLANQUET 1948-1949, DELARZE & GONSETH 2008).

**Borstgras- und Milchkrautweide (4.2)**

Werden Borstgrasrasen stärker beweidet, verschwinden Orchideen und andere Arten nährstoffärmerer Standorte zu Gunsten von *Nardus stricta*. Es bilden sich weniger artenreiche, relativ gleichförmige, ertragsarme Borstgrasweiden. Auch DIETL & JORQUERA (2012) unterscheiden zwischen Borstgraswiesen (Artenzahl 35–60, extensiv bewirtschaftet, gelegentlich beweidet) und Borstgrasweiden (Artenzahl 25–30, ungedüngt aber beweidet).

Auf nährstoffreicheren, wenig geneigten Böden mit ausgeglichenem Wasserhaushalt können sich Milchkrautweiden (*Poa alpinae*) ausbilden. Hier dominieren *Poa alpina*, *Crepis aurea*, *Leontodon hispidus*, *L. helveticus*, *Plantago alpina*, *Ligusticum mutellina* u.a. Milchkrautweiden werden als ertragreiche Alp-Fettweiden geschätzt (DELARZE & GONSETH 2008, DIETL 1998).

**Violettschwingelrasen (Festuco violaceae-Trifolietum thalii) (4.3)**

Violettschwingelrasen bilden sich auf neutralen bis schwach sauren, tiefgründigen, mässig feuchten Böden. Violettschwingelrasen sind hochwüchsige (bis 50 cm), fette, artenreiche Rasen, die als futterreiche Weideflächen oder als Wildheuplanggen genutzt werden. Charakteristische Arten sind neben *Festuca violacea* und *Trifolium thalii* auch *Crepis aurea*, *Plantago atrata*, *P. alpina* und *Trifolium badium*. Zu den wichtigen Begleitarten, welche auf der Alp Flix vorkommen, gehören *Sesleria caerulea*, *Leontodon hispidus*, *Anthyllis alpestris* u.a. Das Festuco-Trifolietum thalii ist eine wenig stabile und dadurch nicht sehr einheitliche Gesellschaft (BRAUN-BLANQUET 1948-1949, 1969).

**Subalpine Grasheiden auf Karbonat und basenhaltigem Silikatgestein (5)****Blaugrasrasen (Seslerio-Caricetum sempervirentis) (5.1)**

Blaugrasrasen kommen auf trockenen, flachgründigen, steinigen, oft steil nach Süden ausgerichteten Karbonatböden vor. Blaugras und Immergrüne Segge bilden dicke Horste mit sehr zähem Wurzelwerk, die den instabilen Boden in Steilhängen zu stabilisieren vermögen. Durch die Solifluktion wird die Vegetation jedoch oft in horizontale Bänder und Girlanden zusammengeschoben. Dadurch entsteht die für diese Vegetationseinheit typische Treppenform im Gelände. Blaugrasrasen sind oft sehr blumen- und artenreich und beherbergen unter anderem folgende Arten: *Sesleria caerulea*, *Carex sempervirens*, *Anthyllis vulneraria*, *Helianthemum nummularium*, *Globularia nudicaulis* und *Aster alpinus*. Blaugrasrasen werden meist als extensive Weiden oder Wildheuplanggen genutzt (BRAUN-BLANQUET 1948-1949, 1969, DELARZE & GONSETH 2008, LANDOLT 2003).

**Rostseggenrasen (Caricetum ferrugineae) (5.2)**

Rostseggenrasen besiedeln kalkhaltige, feuchte, tiefgründige, nordexponierte Hänge sowie feuchte Mulden und Runsen. Diese Rasen sind recht hochwüchsig und haben einen üppigen Graswuchs. Rostseggenrasen sind an folgenden Arten zu erkennen: *Carex ferruginea*,

*Traunsteinera globosa*, *Anemone narcissiflora*, *Crepis bocconeii*, *Campanula thyrsoidea*, *Gentiana lutea* und *Pedicularis foliosa*. Als Begleiter kann *Paradisea liliastrum* auftreten. Rostseggenrasen werden zum Teil noch traditionsgemäss als Wildheuplanggen genutzt, es besteht jedoch eine Tendenz zur Vergandung (BRAUN-BLANQUET 1948-1949, 1969, DELARZE & GONSETH 2008).

## **Fettwiesen und –weiden (6)**

### **Goldhaferwiese (Polygono-Trisetetum flavescens) (6.1)**

Goldhaferwiesen sind die Fettwiesen der hochmontanen und subalpinen Stufe. Sie wachsen auf tiefgründigem, fruchtbarem Boden in relativ flachem Gelände. Goldhaferwiesen zeichnen sich durch einen dichten, geschlossenen, krautreichen Grasbestand aus, welcher zur Blütezeit 50–80 cm hoch ist. Typische Arten der Goldhaferwiese sind *Trisetum flavescens*, *Agrostis capillaris*, *Phleum alpinum*, *Polygonum bistorta*, *Crocus albiflorus*, *Carum carvi*, *Chaerophyllum hirsutum*, *Viola tricolor* u.a. Diese artenreichen Wiesen werden üblicherweise mit Hofdünger angereichert, einmal jährlich gemäht und teilweise zusätzlich beweidet (BRAUN-BLANQUET 1948-1949, DELARZE & GONSETH 2008).

### **Poa-Variante der Goldhaferwiese (6.2)**

Stellenweise tritt der Goldhafer (*Trisetum flavescens*) zurück und *Poa trivialis*, *P. pratensis* und *P. alpina* dominieren die Fettwiesen. Diese Kategorie bezeichnet eine intensiver bewirtschaftete, stärker aufnitrierte und dadurch üppiger wachsende und artenärmere Variante der Goldhaferwiese.

### **Mischform Goldhaferwiese und Poa-Variante, beweidet (6.3)**

Diese Kartiereinheit wurde für Flächen im Dorfbereich von Sur (montan-obermontan) definiert, da dort Weideflächen vorgefunden wurden, deren Artzusammensetzung nicht einer der beschriebenen Weidegesellschaften entsprach. Diese Einheit umfasst vorwiegend von Rindern beweidete und dadurch gut mit Nährstoffen versorgte Hänge, welche Arten aus der Goldhaferwiese (6.1) und deren *Poa*-Variante (6.2) enthalten, also ein Mosaik dieser beiden Fettwiesen-Typen darstellen.

### **Alpenampfer-Bestände (Rumicetum alpini) (6.4)**

An überdüngten Viehlägerstellen und nährstoffreichen Standorten in der Nähe von Alphütten und Viehställen können sich sehr üppige Alpenampfer-Bestände ausbilden. Typische Arten dieser Vegetationseinheit sind neben dominierendem *Rumex alpinus* auch *Poa annua*, *Veronica serpyllifolia*, *Stellaria nemorum*, *Urtica dioica* und *Chenopodium bonus-henricus*. Diese Vegetationseinheit ist artenarm und landwirtschaftlich von geringem Wert, da das Vieh *Rumex alpinus* verschmäht (BRAUN-BLANQUET 1948-1949, DELARZE & GONSETH 2008).

## Subalpine Zwergstrauchheiden (7)

### Wacholder-Bärentrauben-Zwergstrauchheide (Junipero-Arctostaphyletum) (7.1)

Die Wacholder-Bärentrauben-Gesellschaft kommt vorwiegend an südexponierten, kalkarmen Standorten der subalpinen Stufe vor. Meist handelt es sich um ehemalige Waldbestände an der oberen Waldgrenze, welche durch Beweidung denaturiert wurden. Zwergsträucher der Gattung *Vaccinium* sowie die Arten *Calluna vulgaris* und *Juniperus nana* dominieren diese Pflanzengesellschaft. Die oft sehr artenreiche Begleitflora besteht einerseits aus Arten des Nardetums und andererseits aus solchen des Piceetums. Charakteristisch sind thermophile Arten kalkarmer Böden wie beispielsweise *Arctostaphylos uva-ursi*, *Phyteuma betonicifolia* und *Hieracium prenanthoides* (SCHWEINGRUBER 1972).

### Alpenrosen-Heidelbeer-Zwergstrauchheide (Rhododendro-Vaccinietum) (7.2)

Alpenrosen-Heidelbeer-Zwergstrauchheiden sind meist an nordexponierten, mechanisch weniger beeinflussten Hängen der subalpinen Stufe zu finden. Da die immergrünen Blätter der Alpenrosen frostempfindlich sind, besiedeln sie vorwiegend Orte mit stetiger Schneebedeckung. *Rhododendron ferrugineum* bildet in dieser Gesellschaft oft die obere, *Vaccinium myrtillus* die untere Zwergstrauchsicht. Zusätzlich sind auch *Vaccinium vitis-idaea*, *V. gaultherioides*, *Empetrum nigrum* und *Juniperus nana* häufig vertreten. Eine reich ausgebildete Moosschicht ist charakteristisch für die Alpenrosen-Heidelbeer-Zwergstrauchheide. Je nach Deckungsgrad der Zwergsträucher existieren mehr oder weniger Nischen für azidophile Krautarten (LANDOLT 2003, SCHWEINGRUBER 1972).

### Gerodete Zwergstrauchheide (7.3)

Flächen, auf denen die Zwergstrauchheide vor kurzem direkt vom Menschen oder durch seine indirekte Wirkung in Form von starker Beweidung entfernt wurde und auf welchen sich noch keine andere Vegetationseinheit etabliert hat, wurden als gerodete Zwergstrauchheide kartiert. Auf dem offenen Boden gedeihen *Calamagrostis villosa* sowie Arten der Borstgrasrasen.

## Lärchenwälder (8)

### Lärchweide (8.1)

Die Lärchweide ist eine vom Menschen geschaffene Waldform, deren Tradition bis auf die Bronzezeit zurück reicht. Aus den Lärchen-Fichtenwäldern und Lärchen-Arvenwäldern wurden die anderen Baumarten (Schatthölzer) entfernt, so dass sehr lockere Lärchenwälder mit gutem Bauholz entstanden. Da die Lärche (*Larix decidua*) die Nadeln über den Winter verliert, gelangt im Frühjahr viel Licht bis zum Boden und der Eintrag von relativ leicht abbaubaren Nadeln führt zu einer natürlichen Düngung (RUPP 2013, FONTANA 2011, RUPP 2013). Unter den Lärchen wachsen artenreiche Wiesen, die als Weideflächen genutzt werden. Heute werden Lärchweiden aufgrund mangelnder Rentabilität oft aufgegeben oder

aber durch Fördermassnahmen zur Erhaltung der Kulturlandschaft gezielt unterhalten (AIGNER et al. 2007).

### **Lärchenwald (8.2)**

Reiner Lärchenwald kommt im inneralpinen Raum nur auf trockenen Sonderstandorten mit wenig entwickelten Böden vor. Mögliche Standorte sind Hangfuss-schutthalden, Ränder von Lawinenrutschen, Jungmoränen und sehr steile, wenig stabile Hänge. Die Lärche (*Larix decidua*) bildet hier einen lockeren Bestand mit lichtversorgtem Unterwuchs aus Gräsern (*Avenella flexuosa*, *Festuca rubra*, *Nardus stricta*, *Luzula sylvatica*, *L. luzulina*, *Clamagrostis villosa*) und unter älteren, bodenversauerten Beständen auch Zwergsträuchern (*Vaccinium myrtillus* und *V. vitis-idaea*) (ELLENBERG & LEUSCHNER 2010, DELARZE & GONSETH 2008, LANDOLT 2003).

### **Fichtenwälder (9)**

#### **Fichtenwald (Vaccinio-Piceetum) (9.1)**

Fichtenwälder sind weit verbreitete Nadelwälder der subalpinen Stufe auf saurem Untergrund und bilden vielerorts die Waldgrenze. Die dominierende Baumart ist die Fichte (*Picea abies*), dazu kommen vereinzelt Vogelbeeren (*Sorbus aucuparia*) und Lärchen. Die bis zu 35 m hohen Fichten sind schlanker gewachsen als in tieferen Lagen, so dass der Schnee von den Ästen gleitet und die Schneelast nicht zu gross wird. Durch das schlanke Wachstum dringt mehr Licht bis zum Boden. Im Unterwuchs dominiert *Vaccinium myrtillus*, zusätzlich sind folgende Arten typisch: *Calamagrostis villosa*, *Avenella flexuosa*, *Luzula sylvatica*, *Homogyne alpina*, *Melampyrum sylvaticum* und zahlreiche Moosarten (z.B. *Pleurozium schreberi*, *Hylocomium splendens*, *Leucobryum glaucum*). Fichtenwälder erfüllen im Alpenraum essentielle Schutzfunktionen und werden zu Holzgewinnung genutzt (KELLER et al. 1998, OTT et al. 1997, STEIGER 2010).

#### **Lärchen-Fichtenwald (Larici-Piceetum) (9.2)**

Wo die Bodenentwicklung etwas weiter fortgeschritten ist als auf den Lärchen-Sonderwaldstandorten, aber zu trockene Bedingungen herrschen, als dass die Fichte die Lärche zu verdrängen mag, entstehen Lärchen-Fichten-Mischwälder. Moose sind hier weniger gut vertreten als im Vaccinio-Piceetum, dafür kommen *Vaccinium vitis-idaea*, *Calamagrostis villosa*, *Melampyrum sylvaticum*, und *Oxalis acetosella* fast immer vor (BRAUN-BLANQUET 1969, KELLER et al. 1998).

### **Bergföhrenwälder (10)**

#### **Torfmoos-Bergföhrenwald (Sphagno-Pinetum montanae) (10.1)**

Torfmoos-Bergföhrenwälder wachsen auf hochmoorartigen Standorten, d.h. der Untergrund ist nass, sehr sauer und nährstoffarm. An diesen Sonderwaldstandorten bildet die Bergföhre

(*Pinus mugo*), welche im Torf wurzelt, lockere, niedrige Bestände. Über den dicht wachsenden Torfmoosen (*Sphagnum* spec.) gedeihen Zwergsträucher wie *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea*, *V. gaultherioides* und typische Hochmoor-Arten wie *Eriophorum vaginatum*, *Andromeda polifolia* und *Vaccinium oxycoccos* (KELLER et al. 1998, OTT et al. 1997).

### **Erika- und Alpenrosen-Bergföhrenwald (Erico-Pinetum montanae und Rhododendro ferruginei-Pinetum montanae) (10.2)**

Diese Kartierungseinheit kommt auf flachgründigen, skelettreichen Böden vor, welche häufig austrocknen. Auf Kalk und Dolomit bilden sich Erika-Bergföhrenwälder, während auf saurer Unterlage Alpenrosen-Bergföhrenwälder gedeihen (OTT et al. 1997). Da im Untersuchungsgebiet aber eine enge Verzahnung und viele Mischformen dieser Einheiten der Extremstandorte gefunden wurden, werden die beiden Gesellschaften zu *einer* Kartierungseinheit zusammengefasst. Unter den max. 20 m hohen Bergföhren dominieren Zwergsträucher wie *Erica carnea* bzw. *Rhododendron ferrugineum* sowie *Vaccinium myrtillus*, *V. gaultherioides*, *V. vitis-idaea*, *Empetrum nigrum* usw. (KELLER et al. 1998, OTT et al. 1997).

### **Grünerlengebüsch/Grünerlenbestände (11)**

Grünerlengebüsche bzw. -bestände siedeln sich auf feuchten, nährstoffreichen, lockeren Böden an Nordhängen, entlang von Bächen oder in Lawinenrinnen an. Die bis drei Meter hohe Grünerle (*Alnus viridis*) besitzt extrem biegsame, hangabwärts gerichtete Äste, wodurch sie von Schneemassen und Lawinen kaum beschädigt wird. Der Unterwuchs gleicht oft einer Hochstaudenflur und weist folgende typischen Arten auf: *Adenostyles alliariae*, *Peucedenum ostruthium*, *Aconitum napellus*, *Saxifraga rotundifolia*, *Viola biflora*, *Athyrium distentifolium* und *Dryopteris dilatata*. Da Grünerlen von Rindern nicht gefressen werden, können sie sich auf ungepflegten, feuchten Weiden stark ausbreiten (BRAUN-BLANQUET 1948-1949, DELARZE & GONSETH 2008, LANDOLT 2003). Wichtige Arten welche die Assoziation Alnetum viridis charakterisieren würden wie *Achillea macrophylla* und *Stellaria nemorum*, fehlen auf der Alp Flix, weshalb die Vegetationseinheit hier allgemeiner als Grünerlenbestand bezeichnet wird.

### **Hochstaudenfluren (Adenostylion) (12)**

Hochstaudenfluren wachsen auf tiefgründigen, feuchten Böden mit reger biologischer Aktivität und hohem Nährstoffgehalt, welche lange vom Schnee bedeckt sind. Sie zeichnen sich durch üppig wachsende, breitblättrige, bis über 1 m hohe Stauden aus. Typische Arten sind *Peucedenum ostruthium*, *Adenostyles alliariae*, *Aconitum vulparia*, *A. napellus*, *A. variegatum*, *Chaerophyllum hirsutum* und *Geranium sylvaticum*. Hochstaudenfluren treten meist nur kleinräumig auf: An Bachrändern, in Wiesenmulden, aber auch als Unterwuchs in Gebüsch und Wäldern (DELARZE & GONSETH 2008, EUROPÄISCHE GEMEINSCHAFTEN 1991, LANDOLT 2003).

**Künstliche Begrünung (13)**

Diese Kartiereinheit umfasst all die Offenland-Vegetation, welche vom Mensch angesät wurde. In der subalpinen Stufe sind Kunstwiesen zur Erhöhung der Futtermenge selten. Künstliche Begrünungen befinden sich da, wo durch menschliche Eingriffe (Strassen- und Leitungsbau, Skipisten etc.) die Vegetation zerstört wurde. Künstliche Begrünungen können sich je nach Saatmischung und Standort in der Pflanzengemeinschaft und dem Artenreichtum stark unterscheiden.

**Schlagfläche/Schlagflur (14)**

Als Schlagfläche werden in dieser Arbeit all jene Flächen bezeichnet, in denen Wald auf natürliche Weise oder durch den Menschen entfernt wurde und sich noch keine der anderen hier beschriebenen Vegetationseinheiten etabliert hat. Schlagvegetation zeichnet sich durch Arten aus, die vom plötzlich einfallenden Licht auf den ansonsten beschatteten Waldboden profitieren und eine meist üppige Krautvegetation bilden. Typische Pflanzen dieser Vegetationseinheit sind *Epilobium angustifolium* und *Solidago virgaurea* zu welchen sich schon nach wenigen Jahren erste Pioniergehölze wie *Rubus idaea*, *R. fruticosus*, *Betula pendula* und *Sambucus racemosa* gesellen (ELLENBERG & LEUSCHNER 2010, DELARZE & GONSETH 2008). Je nach Alter der Schlagfläche können die Artzusammensetzung und der Gesamtaspekt stark variieren.

**Siedlung und Strasse (15)**

Diese Kartiereinheit umfasst Gebäude, Gärten, Strassen und Parkplätze.

## 2 Methoden

Die Methode der vorliegende Arbeit basiert auf der von BRAUN-BLANQUET (1964) entwickelten Pflanzensoziologie und ihrer angewandten Form, der Vegetationskartierung.

### 2.1 Vegetationskartierung

Die Vegetationskarte der Alp Flix entstand durch unzählige Feldbegehungen. In der Zeit von Anfang Juni bis Ende August 2015 wurde das Untersuchungsgebiet systematisch abgeschritten. Als erstes wurden visuell Flächen gleicher Vegetation ausgeschieden und gegenüber anderen Vegetationen abgegrenzt. Jeder Fläche wurde anhand ihrer Artenzusammensetzung und ihres Erscheinungsbildes einer Vegetationseinheit zugewiesen.

Als Grundlage für die **Karenlegende** (siehe Anhang G) diente die Vegetationskarte des Oberengadins (BURGA et al. 2010). Diese Kartenlegende wurde während der Feldarbeit mehrfach abgeändert und der Situation auf der Alp Flix angepasst. Die kartierten Vegetationseinheiten sind einerseits in der Literatur genau definierten Pflanzengesellschaften und andererseits allgemeinere Bezeichnungen für im Feld erkennbare Pflanzenformationen. Jeder Vegetationseinheit ist mit eine Nummer und eine Farbe versehen (genauerer Beschrieb der Vegetationseinheiten siehe Kapitel 1.5).

Wo immer möglich, wurde versucht die vorhandene Vegetation einer Kartiereinheit zuzuweisen, auch wenn die Artzusammensetzung in pflanzensoziologischer Hinsicht nicht typisch ausgeprägt war. Das **Vorgehen bei Misch- und Übergangsformen** zwischen den Einheiten, welche nicht einer der Vegetationseinheiten zugeteilt werden konnten, sah wie folgt aus: Falls es sich um zwei Untereinheiten einer gemeinsamen Kategorie handelte (z.B. 4.3 *Violettschwingelrasen* und 4.3 *Borstgrasrasen* als Untereinheit der Kategorie 4 *Subalpine und alpine Grasheiden auf Silikat*) wurde die Nummer und Farbe der gemeinsamen Kategorie verwendet ohne die Untereinheit weiter zu definieren. Falls es sich um Mischformen zwischen zwei unterschiedlichen Kategorien handelte, (z.B. 5.2 *Rostseggenrasen* und 4.3 *Violettschwingelrasen*) wurde eine Kombination als Schraffur der beiden Farben unter Erwähnung beider Nummern verwendet. Wo räumliche Abgrenzungen zwischen den Untereinheiten nicht möglich waren, wurde die betroffene Legenden-Nummer als Schwerpunkt am Ort der deutlichsten Ausprägung eingesetzt, aber keine Grenzlinie gezogen.

Die **minimale Flächengrösse** der kartierten Vegetationseinheiten war durch den Kartenmassstab 1:5'000 gegeben. Flächen kleiner als 100 m<sup>2</sup> sind somit kaum kartierbar. Nicht kartierbare kleine Flächen, die im Gelände aber klar unterscheidbar sind, wurden als Einzelzeichen kartiert. Beispiele dafür sind Einzelbäume, Baumgruppen und spezielle anthropogene Landnutzungsstrukturen (siehe auch Anhang G).

Das **zeitliche Vorgehen** der Kartierung gestaltete sich wie folgt: Zu Beginn der Vegetationsperiode wurden die tieferliegenden Gebiete rund um Sur kartiert, später folgten die Mähwiesen auf der Alp Flix und anschliessend die Weide- und Feuchtgebiete oberhalb der Waldgrenze, schliesslich wurde ab Mitte August der Wald kartiert.

Der **Detaillierungsgrad** der Kartierung war in Mähwiesen kleiner als in weniger fruchtbaren Gebieten, da sie weniger kleinräumig begangen wurden. Der Grund dafür ist einerseits, dass Schäden in der Landwirtschaft minimiert werden sollten und andererseits, dass in Folge der einheitlichen Bewirtschaftung weniger kleinräumige Unterschiede zu erwarten waren. Da der Wald teilweise sehr steil und schwer zugänglich ist, wurde auch dort der Detaillierungsgrad kleiner gehalten als im offenen Gebieten; die Kartierung fand hier von den Waldwegen und Wildwechsellern aus statt. Zusätzlich wurde mit Gegenhang-Kartierung und mit Aussichtspunkten gearbeitet, um die dominanten Baumarten einer Waldfläche zu bestimmen.

Für das **Zeichnen der Karte im Feld** wurde je nach Praktikabilität die topographische Karte (ALG 2006) gedruckt im Massstab 1:5'000 und/oder ein Luftbild von SWISSTOPO (2012) verwendet. Die Luftbilder kamen insbesondere zur Abgrenzung von Mooren, Zwergstrauchheiden und Gehölzen zum Einsatz und gaben Anhaltspunkte zur Orientierung oberhalb der Waldgrenze. Zur Orientierung im Feld dienten auch ein Thommen-Höhenmesser sowie ein Hand-GPS-Gerät.

Die **Digitalisierung** der im Feld von Hand gezeichneten Vegetationskarte erfolgte anschliessend an die Feldsaison mit Hilfe von ArcGIS 10.2 der Firma Esri.

## 2.2 Vegetationsaufnahmen

Um die spezifische Artenzusammensetzung der kartierten Vegetationseinheiten zu belegen wurden punktuell Vegetationsaufnahmen durchgeführt (siehe Abb. 7). Die Aufnahmeflächen betrugen im Offenland 4 m<sup>2</sup> (2 x 2 m Quadrat) und im Wald 144 m<sup>2</sup>.

Die **Bestimmung aller Gefässpflanzen**, welche in einer Fläche vorkamen, wurde wenn immer möglich auf Artniveau vorgenommen. Die botanische Nomenklatur richtet sich nach LAUBER et al. (2014). Zusätzlich wurde als Bestimmungsliteratur EGGENBERG et al. (2013) sowie BINZ & HEITZ (1990) benutzt. Moose und Flechten wurden nicht systematisch erhoben, sondern nur in Einzelfällen, wenn fachkundige Personen vor Ort waren, als zusätzliche Information festgehalten.



**Abbildung 7:** Corina Achermann bei einer Vegetationsaufnahme. Die roten Fähnchen markieren die Ecken der Aufnahmefläche (Foto: C. Burga).

Für die einzelnen Pflanzenarten wurde der Flächenanteil bestimmt, welcher von dieser Art bedeckt wird. Dieser **Deckungsgrad** wurde in einer Skala von 0.3–100% geschätzt, also keine Erhebung von Deckungsgraden als Schwellenwerte gemäss BRAUN-BLANQUET (1964). Bei diesem Vorgehen besteht der Vorteil, dass mit den distinkten Deckungsprozenten direkt Biodiversitätsindizes berechnet werden können. Da sich Pflanzen teilweise gegenseitig überdecken, ist die Summe der Deckungsgrade der einzelnen Arten oft grösser als 100%. Die Deckungsgrade sind grobe Schätzungen, welche nur relativ zueinander aussagekräftig sind. Zusätzlich wurde die **Soziabilität** der einzelnen Pflanzenarten abgeschätzt. Als Soziabilität bezeichnet man die Art des Zusammenschlusses der Individuen, also ob eine Art als Einzelpflanze vorkommt oder ob sich viele Individuen zu verschiedenen grossen Herden gruppieren (BRAUN-BLANQUET 1964). Die Skala zur Abschätzung der Soziabilität (siehe Tabelle 1) wurde von BRAUN-BLANQUET (1964) übernommen und für die vorliegende Arbeit angepasst.

**Tabelle 1:** Sechsstufige Skala zur Abschätzung der Soziabilität.

<b>Soziabilitäts-Klasse</b>	<b>Beschrieb</b>
1a	Einzel wachsend (1-5 Stück mit geringem Deckungsgrad)
1b	Wenig vorhanden, Deckungsanteil gering
2	Gruppen- und horstweise wachsend
3	Truppenweise wachsend
4	Kleine Herden
5	Grosse Herden

Vom 15. – 17. Juli 2014 sowie vom 2. Juni – 29. August 2015 wurden insgesamt 69 Vegetationsaufnahmen gemacht. Für jede Aufnahme wurde ein **Vegetationsaufnahme-Formular** ausgefüllt, welches neben der Artenliste auch Angaben zum Datum der Aufnahme, dem Standort (Koordinaten, Höhe über Meer, Hangneigung, Exposition usw.) sowie der Wuchshöhe und dem Deckungsgrad der Vegetation enthält. Für Aufnahmen im Wald und im Offenland existieren zwei unterschiedliche Aufnahmebögen (siehe Anhang A). Ein Hand-GPS-Gerät von Garmin (Modell GPSMAP 60CSx) diente zur Ermittlung des Standortes und der Exposition der Aufnahmefläche. Zusätzlich wurden von jedem Vegetationsaufnahme-Standort Fotos erstellt.

Die **Auswahl der Standorte** der einzelnen Vegetationsaufnahmen geschah nach ausgiebigen Feldbegehungen im Rahmen der Kartierarbeit. Die Stichproben sollten von der Artzusammensetzung und den Standortbedingungen her möglichst typisch für die umliegende Vegetationseinheit sein. Um mögliche Randeffekte zu minimieren, wurde von Wegen und Strassen ein Abstand von mindestens 2 m gehalten. Um jedoch nicht zu viel Schaden in der Landwirtschaft anzurichten befanden sich die gewählten Standorte oft am

Rande der Mähwiesen. Zudem wurde darauf geachtet, dass die Pflanzen in einem möglichst gut bestimmbar Stadium vorhanden waren, indem möglichst viele Arten bereits aufgeblüht, aber noch nicht abgemäht bzw. abgeweidet waren.

Die **Anzahl der Aufnahmen pro Vegetationseinheit** kam wie folgt zu Stande: Für alle im Untersuchungsgebiet vorkommenden Vegetationseinheiten wurde versucht, mindestens eine Vegetationsaufnahme zu machen. Vegetationseinheiten die im Untersuchungsgebiet häufig vorkommen, einen grossen Flächenanteil aufweisen oder botanisch besonders bemerkenswert sind, sollten durch mindestens drei Vegetationsaufnahmen repräsentiert sein. Die Zahl der Stichproben war durch den in einer Masterarbeit begrenzten zeitlichen Rahmen und die kurze Vegetationszeit eingeschränkt, auch wenn statistisch gesehen eine grössere Anzahl an Stichproben wünschenswert wäre.

### 2.3 Datenanalyse

Mit Hilfe der Daten der Vegetationsaufnahmen und der Vegetationskartierung wurden einerseits Aussagen über die Zusammensetzung und die Vielfalt der Flora der Alp Flix erarbeitet und andererseits räumliche Muster in der Verteilung der Vegetationseinheiten analysiert. Zusätzlich konnten die wichtigen Vegetationseinheiten anhand ihrer floristischen Zusammensetzung, der standörtlichen Besonderheiten und ihrer Phytodiversität beschrieben und miteinander verglichen werden.

Alle im Feld erhobenen Daten wurden in einer ArcGIS Datenbank zusammengeführt. So konnten spezifische Fragen zu den verschiedenen Vegetationseinheiten, den Arten und den kleinräumigen Vorkommen (als Einzelzeichen dargestellt) räumlich analysiert werden. Die digitale Karte ermöglichte es, die Flächenanteile der einzelnen Vegetationseinheiten zu berechnen. Zudem liessen sich auf der Karte räumliche Muster im Vegetationsmosaik finden und beschreiben.

Eine umfangreiche Artenliste (mit Informationen zum Fundort und Deckungsgrad) wurde ins Programm Microsoft Excel exportiert. Aus diesen Daten konnte die Anzahl der insgesamt gefundenen Arten ermittelt werden. Zusätzlich erfolgte ein Vergleich der neu vorliegenden Artenliste mit der Artenliste des Geo-Tags der Artenvielfalt (GEO 2000) und mit dem Datenauszug von Info Flora für das Untersuchungsgebiet (INFO FLORA 2015). Dadurch konnten Erstnachweise für das Untersuchungsgebiet festgestellt werden. Für jede einzelne Art wurde auch eruiert, in wie vielen der Vegetationsaufnahmen sie vorkam (Stetigkeit) und in wie vielen Vegetationseinheiten sie vertreten war. So entstand eine informative, nach Stetigkeit geordnete Artenliste. Zusätzlich fand ein Vergleich der aktuellen Artenliste mit der Roten Liste der gefährdeten Blütenpflanzen der Schweiz von MOSER et al. (2002) statt.

Aus den Daten der Vegetationsaufnahmen wurden die in Kapitel 2.4 erläuterten Biodiversitätsindizes berechnet. Durch eine Analyse, welche Arten in den Vegetationsaufnahmen einer bestimmten Kartierungseinheit häufig bis dominant vertreten waren, erfolgte die Charakterisierung jeder Vegetationseinheit. So entstanden Alp-Flix-spezifische Portraits der dort wichtigen Vegetationseinheiten.

Um Unterschiede in der Phytodiversität der verschiedenen Vegetationseinheiten festzustellen, wurden bei jenen Einheiten, von denen mehrere Vegetationsaufnahmen vorhanden sind, die Mittelwerte des Shannon-Index (Artenvielfalt) verglichen. Da die Stichprobengröße der verschiedenen Vegetationseinheiten variiert, allgemein aber klein ist und die Werte innerhalb der einzelnen Einheiten oft stark gestreut sind, wurde auf einen weiteren statistischen Vergleich dieser Mittelwerte verzichtet. Um etwas grössere Stichproben zu erhalten, wurden ähnliche Vegetationseinheiten zu grösseren Gruppen (Moor, subalpine Grasheide, Fettwiese, Zwergstrauchheide und Wald) zusammengefasst und der Mittelwert aus den Shannon-Indizes der einzelnen Aufnahmen gebildet. Mit diesen Mittelwerten konnten im Statistikprogramm SPSS von IBM eine Reihe von t-Tests für unabhängige Stichproben durchgeführt werden. So zeigte sich, zwischen welchen Vegetationsgruppen signifikante Unterschiede im Shannon-Index existieren. Um zu analysieren, ob die Varianzhomogenität der Daten als Voraussetzung für den t-Test gegeben sei, wurden Levene's Tests durchgeführt.

Ein Vergleich der in dieser Arbeit neu entstandenen Vegetationskarte mit den älteren Vegetationskarten ermöglichte es, Stärken und Schwächen der verschiedenen Karten zu kennzeichnen.

## **2.4 Biodiversitätsindizes**

Um die Diversität von Lebensgemeinschaften und Lebensräumen zu beschreiben und zu vergleichen, existieren viele verschiedene Biodiversitätsmassen. Der wohl am häufigsten verwendete Index ist die Shannon-Diversität in Kombination mit der Shannon Evenness (MAGURRAN 2013). Mit den Daten der im Feld gemachten Vegetationsaufnahmen wurde die Artenzahl ermittelt und der Shannon-Index sowie die Evenness jeder Vegetationsaufnahme berechnet.

### **2.4.1 Artenreichtum S**

Der Artenreichtum S beschreibt die totale Zahl der Arten welche in einer Aufnahme gefunden wurde. Er ist ein einfaches und direktes Mass, um die Diversität verschiedener Aufnahmen zu vergleichen, falls diese auf gleiche Art und Weise durchgeführt wurden (SOUTHWOOD & HENDERSON 2000).

### 2.4.2 Shannon-Index $H_s$

Soll sowohl der Artenreichtum sowie die relativen Häufigkeit der einzelnen Arten in einer Gemeinschaft berücksichtigt werden, eignet sich der Shannon-Index ( $H_s$ ).

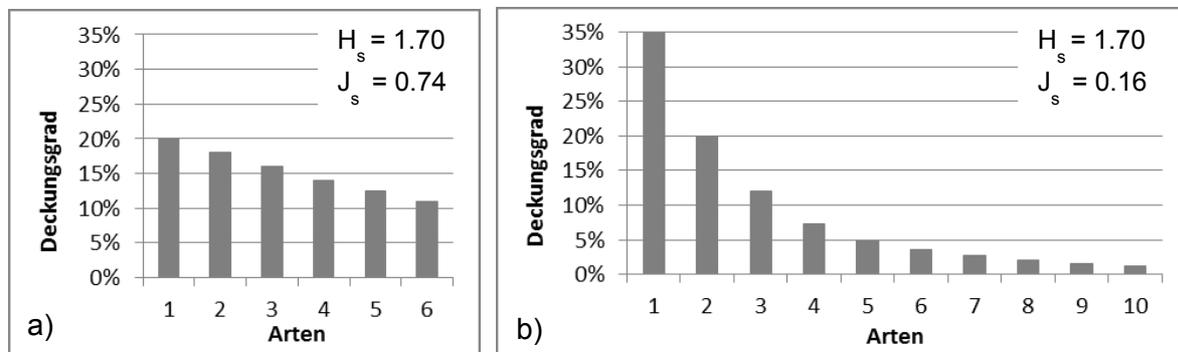
$$H_s = - \sum_{i=1}^S p_i * \ln(p_i)$$

Wobei  $p_i = \frac{N_i}{N}$  = relativer Bedeutungswert einer Art

$N_i$  = Deckungsgrad (oder Individuenzahl) einer einzelnen Art

$N$  = Summe der Deckungsgrade / Individuenzahlen aller Arten

Besonders hohe Werte erzielen Systeme mit einer hohen Artenzahl und einer gleichmässigen Häufigkeit der einzelnen Arten (NAGEL 1976). Ein bestimmter Shannon-Index kann sehr unterschiedliche Ursachen haben: Abbildung 8 zeigt, dass sowohl eine hohe Artenzahl mit mässiger Evenness (vgl. Kapitel 2.4.3), als auch eine tiefere Artenzahl mit homogener Verteilung der Arten zu derselben Shannon-Diversität führt.



**Abbildung 8:** Hypothetisches Beispiel zweier Lebensgemeinschaften mit derselben Shannon-Diversität. a) hat weniger Arten dafür eine hohe Evenness und b) hat viele Arten dafür sind diese weniger homogen in ihrem Deckungsgrad.

### 2.4.3 Evenness $J_s$

Die Evenness ermöglicht Aussagen darüber, wie ausgewogen die Abundanz der Arten in einer Gemeinschaft verteilt ist (MAGURRAN 2013). Sie setzt die tatsächlich vorhandene Diversität  $H_s$  ins Verhältnis zu der maximal möglichen Diversität  $H_{max}$  bei gleicher Artenzahl.

$H_{max}$  wird dann erreicht, wenn  $p_i$  für alle Arten gleich ist: ( $p_i = \frac{1}{S}$ ) (GIGON et al. 2004).

$$J_s = \frac{H_s}{H_{max}} = \frac{H_s}{\ln(S)}$$

Wobei  $H_s$  = Shannon-Index

$S$  = Anzahl Arten

Diese Formel beruht auf folgender Logik: Wenn die Diversität als Kombination von Artenreichtum und Evenness definiert wird, muss die Abhängigkeit vom Artenreichtum entfernt werden, um ein unabhängiges Mass für die Evenness zu erhalten (MAGURRAN 2013).

Die Evenness kann Werte zwischen 0 und 1 annehmen, wobei 1 bedeutet, dass alle Arten mit derselben Häufigkeit vorkommen und Zahlen nahe Null auf eine extreme Dominanz einer Art hinweisen (MAGURRAN 2013).

## 2.5 Fotovergleich

Die Diplomarbeit zur Landschaftsplanung der Alp Flix von EGGER & WALTER (1986) enthält zahlreiche Fotos aus dem Untersuchungsgebiet. Um ersichtlich zu machen, wie sich die Landschaft und die Vegetation in den letzten 30 Jahren verändert haben, wurden im Rahmen dieser Arbeit für einige der damals fotografierten Gebiete neue Fotografien erstellt. Die Auswahl der Fotos erfolgte nach drei Kriterien: Der Standort der alten Aufnahme musste aus dem Bild erkennbar sein, das Sujet sollte aussagekräftig sein und in der Landschaft mussten über die Jahre einige Anhaltspunkte erkennbar geblieben sein, so dass auf den Fotos ersichtlich ist, dass die aktuellen Fotos denselben Landschaftsausschnitt wiedergeben. Mit Hilfe der Bilder von EGGER & WALTER (1986) wurde versucht, im Gelände dieselben Standorte zum Fotografieren wiederzufinden, um die Landschaft möglichst aus demselben Winkel aufzunehmen. Die Erhebung der Koordinaten des Aufnahmestandortes und der Aufnahmerichtung soll eine Wiederholung in Zukunft vereinfachen. Nachträglich mussten die Fotos teilweise zusammengesetzt bzw. zugeschnitten werden, um auf den Bildern denselben Ausschnitt der Landschaft darzustellen. Die Fotos wurden visuell verglichen und die beobachteten Veränderungen qualitativ beschrieben.



## 3 Resultate

### 3.1 Floristische Auswertung der Vegetationsaufnahmen

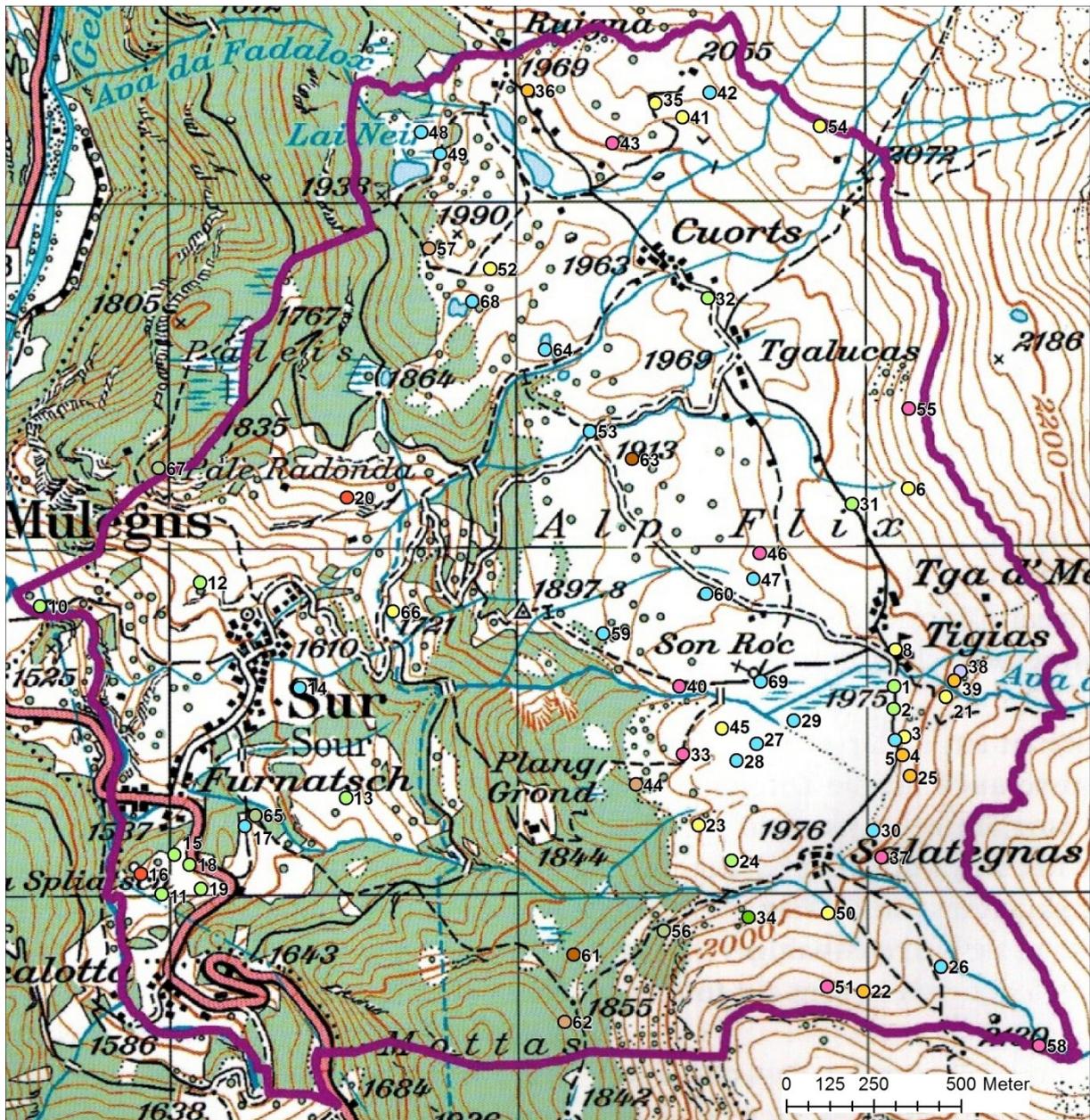
#### 3.1.1 Verteilung der Vegetationsaufnahmen

Insgesamt wurden für diese Arbeit 69 Vegetationsaufnahmen durchgeführt (Rohdaten siehe Anhang H). 67 Aufnahmen werden für die weitere Auswertung verwendet, zwei wurden aufgrund mangelnder Sichtbarkeit der Pflanzen zum Aufnahmezeitpunkt im Nachhinein ausgeschieden. Die Verteilung der Vegetationsaufnahmen auf die verschiedenen Kartiereinheiten ist in Tabelle 2 dargestellt. 13 Vegetationseinheiten kommen im Untersuchungsgebiet häufig vor oder sind botanisch besonders bemerkenswert. Sie sind deshalb durch je drei bis sieben Vegetationsaufnahmen repräsentiert. In weiteren 13 Vegetationseinheiten wurden nur eine bis zwei Vegetationsaufnahmen gemacht. Diese Einzel-Stichproben sind zwar nicht genügend repräsentativ, sie geben aber einen ersten Einblick in die Artzusammensetzung der jeweiligen Vegetationseinheit. Von folgenden Kartiereinheiten existieren keine Vegetationsaufnahmen: Felsvegetation, Blockschutthalde und Lockergesteinsvegetation, gerodete Zwergstrauchheide, Mischform Goldhaferwiese und *Poa*-Variante beweidet, künstliche Begrünung und Schlagfläche/Schlagflur.

**Tabelle 2:** Anzahl der Vegetationsaufnahmen pro Vegetationseinheit. Die Vegetationsaufnahmen wurden fortlaufend nummeriert und zeigen somit die zeitliche Abfolge auf: Aufnahmen 1-8 wurden im Juli 2014 gemacht, 10-25 im Juni 2015, 26-47 im Juli 2015 und 48-69 im August 2015. Die Farben der Vegetationseinheiten entsprechen denjenigen der dazugehörigen aktuellen Vegetationskarte der Alp Flix.

Vegetationseinheit		Anzahl Vegetations- Aufnahmen	Vegetationsaufnahme Nr.
2.1.1 Schnabelseggenried		3	30, 53, 59
2.1.2 Braunseggenried		1	28
2.1.3 Haarbinsen-Ausbildung des Braunseggen- bzw. Davallseggenriedes		1	48
2.2 Kleinseggenried auf Karbonat		4	5, 49, 59, 60
2.3 Hochmoor/Hochmooranflug		3	27, 64, 68
2.4 Hangmoor und Quellhorizont		4	14, 26, 42, 47
2.5 Nasswiese		2	17, 29
3 Trocken- und Steppenrasen		2	20, 16
4.1 Borstgrasrasen		4	3, 23, 35, 8
4.2 Borstgras- und Milchkrautweide		4	45, 50, 52, 66
4.3 Violett-schwingelrasen		4	6, 21, 41, 54
5.1 Blaugrasrasen		1	22
5.2 Rostseggenrasen		4	4, 25, 36, 39
6.1 Goldhaferwiese		7	2, 10, 11, 15, 24, 31, 32
6.3 <i>Poa</i> -Variante der Goldhaferwiese		4	1, 12, 13, 19
6.4 Alpenampfer-Bestände		1	18
7.1 Wacholder-Bärentrauben-Zwergstrauchheide		4	33, 40, 43, 55
7.2 Alpenrosen-Heidelbeer-Zwergstrauchheide		4	37, 46, 51, 58
8.1 Lärchweide		1	65
8.2 Lärchenwald		1	67
9.1 Fichtenwald		3	44, 57, 62
9.2 Lärchen-Fichtenwald		1	56
10.1 Torfmoos-Bergföhrenwald		1	63
10.2 Erika- und Alpenrosen-Bergföhrenwald		1	61
11 Grünerlengebüsch/Grünerlenbestände		1	34
12 Hochstaudenfluren		1	38

Die Standorte der 67 Vegetationsaufnahmen sind in Abbildung 9 ersichtlich. Die lokale Häufung von Aufnahmen, insbesondere in der Region Tigias bis Salategnas, ist nicht auf die naturräumliche Gliederung sondern viel mehr auf logistische Gründe zurückzuführen. Bei der Auswahl der Standorte wurde jedoch immer darauf geachtet, eine möglichst typische Fläche für die jeweilige Vegetationseinheit zu wählen. Existierten solche Flächen in der Nähe der Unterkunft in Salategnas wurden sie dort gewählt, ansonsten wurden auch gezielt geeignete entfernte Standorte aufgesucht.



**Abbildung 9:** Standort und Nummer der 67 Vegetationsaufnahmen. Die Farben entsprechen denjenigen der Kartiereinheiten der aktuellen Vegetationskarte der Alp Flix und sind auch in Tabelle 2 ersichtlic. Kartengrundlage: MÜLLER & BRINER (2007).

### 3.1.2 Artenzahl, Artenliste und Stetigkeit

Die 67 Vegetationsaufnahmen umfassten insgesamt 334 verschiedene Taxa von Farn- und Blütenpflanzen. Diese Zahl botanischer Taxa umfasst Gattungen (wenn eine Artbestimmung nicht möglich war), Aggregate, Arten und Kleinarten. In einigen Fällen wurden sowohl die Artengruppen wie auch einzelne darin enthaltene präzise bestimmte Arten gezählt, da im Gebiet vermutlich auch andere, nicht bestimmte Arten oder Kleinarten der bestimmten Artengruppe vorkommen. Pflanzen die nicht auf Artniveau bestimmt werden konnten, aber mit hoher Wahrscheinlichkeit zu einer bereits aufgeführten Art derselben Gattung gehören, wurden nicht in die Gesamtzahl festgestellter Taxa eingerechnet.

Pro Vegetationsaufnahme kamen durchschnittlich 30 Taxa vor. Die minimale Taxazahl wurde mit 10 Arten pro 4 m<sup>2</sup> in der Aufnahme des Schnabelseggenrieds (siehe Abb. 10) erhoben. Ebenfalls sehr wenige Arten wiesen die anderen Kleinseggenriede auf Silikat sowie die Hochmoore auf. Das Maximum von 54 Taxa wurde in erreichte ein Grünerlenbestand (Nr. 34). Diese Zahl ist jedoch nicht aussagekräftig, da die Flächengrösse mit 144 m<sup>2</sup> (Flächengrösse für Wald) deutlich zu gross gewählt wurde. Dadurch lag eine recht heterogene Fläche vor, deren Taxazahl somit nicht mit den anderen Aufnahmen vergleichbar ist. Abgesehen von diesem Ausreisser erreichte ein sehr vielfältiger, regelmässig gemähter Borstgrasrasen die höchste Taxazahl von 49 Arten auf 4 m<sup>2</sup> (siehe Abb. 10). Neben den Borstgrasrasen wurden auch in Rostseggenrasen sowie in Lärchenwald und –weide hohe Taxazahlen festgestellt.



**Abbildung 10:** Links: Vegetationsaufnahme Nr. 28 mit der tiefsten Artenzahl: Schnabelseggenried mit 10 Arten. Rechts: Vegetationsaufnahme Nr. 23 mit der höchsten Artenzahl: Borstgrasrasen mit 49 Arten. (Fotos: Marianne Stokar)

Die Stetigkeit der gefundenen Arten (d.h. die Anzahl der Vegetationsaufnahmen, in denen eine bestimmte Art gefunden wurde) variiert sehr stark. Die höchste Stetigkeit weist *Trifolium pratense* s.l. auf; diese Art kommt in 31 der 67 Vegetationsaufnahmen vor. Danach folgen mit einer Stetigkeit von 29 *Potentilla erecta* und mit einer Stetigkeit von je 28 *Anthoxanthum odoratum* aggr., *Briza media* und *Potentilla aurea*. Tabelle 3 zeigt eine nach absteigender Stetigkeit geordnete Artenliste. Taxa mit sehr hoher Stetigkeit wurden nur wenige gefunden, dem gegenüber stehen 102 Taxa mit Stetigkeit 1 (siehe Abb. 11).

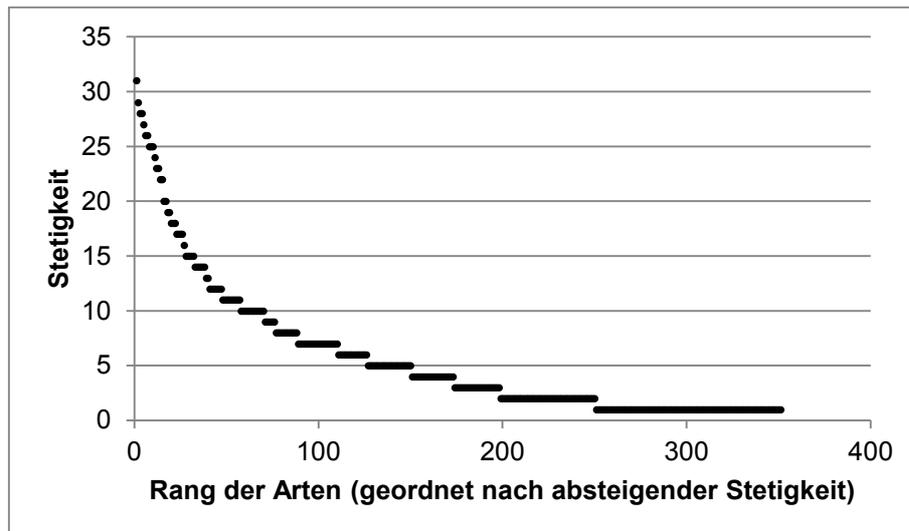


Abbildung 11: Rang-Stetigkeits-Kurve der auf der Alp Flix gefundenen Arten.

Betrachtet man die Verteilung der Arten auf die verschiedenen Vegetationseinheiten, so treten folgende Arten als Ubiquisten hervor: *Deschampsia cespitosa* und *Soldanella alpina* wurden in 11 der 26 Vegetationseinheiten gefunden. Danach folgen *Ligusticum mutellina*, *Cerastium fontanum* s.l., *Homogyne alpina* und *Alchemilla xanthochlora* aggr., welche in 10 verschiedenen Vegetationseinheiten nachgewiesen wurden.

**Tabelle 3:** Vollständige Liste der Farn- und Blütenpflanzen sowie der erhobenen Torfmoosgruppe geordnet nach absteigender Stetigkeit der Arten in den 67 Vegetationsaufnahmen. Zusätzlich ist ersichtlich in wie vielen verschiedenen Vegetationseinheiten die Taxa erfasst wurden. **Fett** gedruckte Arten kommen weder auf der Artenliste von INFO FLORA (2015) noch auf derjenigen von GEO (2000) vor. Mit \* gekennzeichnete Arten fehlen in diesen beiden Datensätzen ebenfalls, es bestehen jedoch Zweifel, ob die Arten korrekt bestimmt wurden. **Grau** gekennzeichnete Artgruppen wurden nicht in die Gesamt-Taxa-Zahl eingerechnet. Eine alphabetisch geordnete Artenliste befindet sich in Anhang B.

Gefäßpflanzen Taxa	Stetigkeit (in 67 Aufnahmen)	Stetigkeit (in 26 Einheiten)
<i>Trifolium pratense</i> s.l.	31	7
<i>Potentilla erecta</i>	29	9
<i>Anthoxanthum odoratum</i> aggr.	28	8
<i>Briza media</i>	28	8
<i>Potentilla aurea</i>	27	7
<i>Festuca rubra</i> aggr.	26	6
<i>Leucanthemum vulgare</i> aggr.	26	8
<i>Alchemilla xanthochlora</i> aggr.	25	10
<i>Campanula scheuchzeri</i>	25	9
<i>Poa alpina</i>	25	7
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	24	9
<i>Phyteuma orbiculare</i>	23	8
<i>Polygonum viviparum</i>	23	9
<i>Homogyne alpina</i>	22	10
<i>Vaccinium myrtillus</i>	22	7
<i>Geranium sylvaticum</i>	20	7
<i>Soldanella alpina</i>	20	11
<i>Carex sempervirens</i>	19	7
<i>Cerastium fontanum</i> s.l.	19	10

<i>Arnica montana</i>	18	7
<i>Leontodon helveticus</i>	18	8
<i>Nardus stricta</i>	18	9
<i>Luzula multiflora</i>	17	8
<i>Ranunculus acris</i> s.l.	17	7
<i>Sesleria caerulea</i>	17	6
<i>Vaccinium gaultherioides</i>	17	7
<i>Agrostis capillaris</i>	16	8
<i>Helianthemum nummularium</i> s.l.	15	8
<i>Leontodon hispidus</i> s.l.	15	9
<i>Phleum rhaeticum</i>	15	9
<i>Polygonum bistorta</i>	15	7
<i>Solidago virgaurea</i> s.l.	15	8
<i>Achillea millefolium</i> aggr.	14	7
<i>Centaurea nervosa</i>	14	8
<i>Ligusticum mutellina</i>	14	10
<i>Lotus alpinus</i>	14	9
<i>Rhinanthus alectorolophus</i>	14	5
<i>Sanguisorba officinalis</i>	14	9
<i>Chaerophyllum hirsutum</i> aggr.	13	9
<i>Festuca violacea</i> aggr.	13	7

Gefäßpflanzen Taxa	Stetigkeit (in 67 Auf- nahmen)	Stetigkeit (in 26 Einheiten)
<i>Helictotrichon versicolor</i>	12	4
<i>Luzula sylvatica</i> aggr.	12	7
<i>Poa trivialis</i> s.str.	12	6
<i>Ranunculus montanus</i> aggr.	12	9
<i>Silene vulgaris</i> s.str.	12	8
<i>Taraxacum officinale</i> aggr.	12	6
<i>Trisetum flavescens</i>	12	4
<i>Avenella flexuosa</i>	11	6
<i>Calluna vulgaris</i>	11	6
<i>Campanula barbata</i>	11	6
<i>Carex nigra</i>	11	6
<i>Deschampsia cespitosa</i>	11	11
<i>Juniperus communis</i> subsp. <i>alpina</i>	11	8
<i>Melampyrum sylvaticum</i>	11	8
<i>Rumex alpestris</i>	11	5
<i>Silene dioica</i>	11	5
<i>Trichophorum cespitosum</i>	11	6
<i>Anemone narcissiflora</i>	10	5
<i>Bartsia alpina</i>	10	6
<i>Carex davalliana</i>	10	4
<i>Carum carvi</i>	10	5
<i>Crocus albiflorus</i>	10	6
<i>Geum montanum</i>	10	7
<i>Gymnadenia conopsea</i>	10	7
<i>Knautia dipsacifolia</i> s.l.	10	6
<i>Lotus corniculatus</i> aggr.	10	8
<i>Picea abies</i>	10	7
<i>Thymus serpyllum</i> aggr.	10	7
<i>Trifolium repens</i> s.l.	10	6
<i>Viola biflora</i>	10	8
<i>Carex ferruginea</i>	9	6
<i>Equisetum palustre</i>	9	5
<i>Gentiana punctata</i>	9	7
<i>Plantago atrata</i> s.str.	9	7
<i>Pulmonaria australis</i>	9	6
<i>Selaginella selaginoides</i>	9	6
<i>Carlina acaulis</i> subsp. <i>caulescens</i>	8	5
<i>Gentiana acaulis</i>	8	5
<i>Hieracium hoppeanum</i>	8	6
<i>Hieracium murorum</i>	8	5
<i>Molinia caerulea</i>	8	5
<i>Peucedanum ostruthium</i>	8	6
<i>Phyteuma betonicifolium</i>	8	6
<i>Ranunculus spec.</i>	8	7
<i>Rhinanthus minor</i>	8	5
<i>Sorbus aucuparia</i>	8	6
<i>Thesium alpinum</i>	8	5
<i>Veronica chamaedrys</i>	8	4

<i>Aster bellidiastrum</i>	7	6
<i>Calamagrostis villosa</i>	7	6
<i>Caltha palustris</i>	7	5
<i>Carex montana</i>	7	6
<i>Carex panicea</i>	7	3
<i>Carex rostrata</i>	7	5
<i>Dactylorhiza maculata</i> aggr.	7	5
<i>Dactylorhiza majalis</i>	7	3
<i>Empetrum nigrum</i> subsp. <i>hermaphroditum</i>	7	5
<i>Galium anisophyllum/pumilum</i>	7	5
<i>Hypochaeris uniflora</i>	7	3
<i>Laserpitium gaudinii</i>	7	5
<i>Myosotis alpestris</i>	7	3
<i>Parnassia palustris</i>	7	4
<i>Pedicularis tuberosa</i>	7	4
<i>Phleum alpinum</i> aggr.	7	6
<i>Polygala alpestris</i>	7	6
<i>Polygala chamaebuxus</i>	7	4
<i>Scabiosa lucida</i>	7	5
<i>Tofieldia calyculata</i>	7	4
<i>Trifolium badium</i>	7	6
<i>Trollius europaeus</i>	7	5
<i>Biscutella laevigata</i>	6	4
<i>Carex ornithopoda</i>	6	5
<i>Centaurea scabiosa</i> s.l.	6	4
<i>Chaerophyllum villarsii</i>	6	6
<i>Dactylis glomerata</i>	6	3
<i>Equisetum variegatum</i>	6	3
<i>Eriophorum angustifolium</i>	6	4
<i>Galium pumilum</i>	6	6
<i>Laserpitium latifolium</i>	6	4
<i>Oxalis acetosella</i>	6	4
<i>Plantago alpina</i>	6	3
<i>Plantago lanceolata</i>	6	2
<i>Poa pratensis</i>	6	2
<i>Prunella vulgaris</i>	6	6
<i>Rhododendron ferrugineum</i>	6	3
<i>Veratrum album</i> s.l.	6	5
<i>Adenostyles alliariae</i>	5	5
<i>Alchemilla coriacea</i> aggr.	5	5
<i>Anthoxanthum alpinum</i>	5	4
<i>Anthyllis vulneraria</i> s.l.	5	4
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>	5	2
<i>Botrychium lunaria</i>	5	3
<i>Carex hostiana</i>	5	3
<i>Carex pauciflora</i>	5	3
<i>Coeloglossum viride</i>	5	4
<i>Crepis bocconeii</i>	5	3
<i>Dianthus superbus</i>	5	4
<i>Eriophorum latifolium</i>	5	3
<i>Eriophorum vaginatum</i>	5	3

Gefäßpflanzen Taxa	Stetigkeit (in 67 Auf- nahmen)	Stetigkeit (in 26 Einheiten)
<i>Gentiana asclepiadea</i>	5	4
<i>Globularia nudicaulis</i>	5	4
<i>Myosotis nemorosa</i>	5	3
<i>Pinguicula alpina</i>	5	3
<i>Potentilla grandiflora</i>	5	4
<i>Pulsatilla alpina</i> s.l.	5	4
<i>Ranunculus tuberosus</i>	5	4
<i>Rumex acetosa</i>	5	5
<i>Silene nutans</i> s.str.	5	3
<i>Sphagnum spec.</i>	5	4
<i>Traunsteineria globosa</i>	5	3
<i>Aconitum napellus</i> aggr.	4	4
<i>Alchemilla spec.</i>	4	4
<i>Bellis perennis</i>	4	3
<i>Carex echinata</i>	4	3
<i>Carex flacca</i>	4	2
<i>Carex flava</i> aggr.	4	1
<i>Colchicum autumnale</i>	4	2
<i>Galium anisophyllum</i>	4	4
<i>Helictotrichon pubescens</i>	4	1
<i>Hieracium pilosella</i>	4	4
<i>Hieracium prenanthoides</i>	4	3
<i>Juncus articulatus/ alpinoarticulatus</i>	4	3
<i>Koeleria pyramidata</i>	4	3
<i>Linum catharticum</i>	4	3
<i>Luzula luzulina</i>	4	3
<i>Phleum hirsutum</i>	4	3
<i>Primula farinosa</i>	4	3
<i>Rumex alpinus</i>	4	3
<i>Tragopogon pratensis</i> subsp. <i>orientalis</i>	4	3
<i>Trifolium alpinum</i>	4	2
<i>Trifolium montanum</i>	4	3
<i>Veronica officinalis</i>	4	3
<i>Viola calcarata</i>	4	3
<i>Agrostis stolonifera/gigantea</i>	3	2
<b><i>Athyrium distentifolium</i></b>	3	3
<i>Crepis conyzifolia</i>	3	2
<i>Crepis pyrenaica</i>	3	2
<i>Daphne striata</i>	3	3
<i>Erica carnea</i>	3	3
<i>Euphrasia minima</i>	3	2
<i>Festuca ovina</i> aggr.	3	2
<i>Galium mollugo</i> aggr.	3	3
<i>Gentiana campestris</i> s.str.	3	1
<i>Geranium phaeum</i> var. <i>lividum</i>	3	3
<i>Helictotrichon pratense</i>	3	2
<i>Heracleum sphondylium</i> s.l.	3	2
<i>Hippocrepis comosa</i>	3	3
<i>Larix decidua</i>	3	3
<i>Laserpitium siler</i>	3	3
<i>Lycopodium annotinum</i>	3	3
<i>Pulsatilla alpina</i> subsp. <i>apiifolia</i>	3	2
<b><i>Ranunculus lanuginosus</i></b>	3	1
<i>Rosa pendulina</i>	3	2
<i>Thesium pyrenaicum</i>	3	2
<i>Triglochin palustris</i>	3	1
<i>Veronica bellidioides</i>	3	2
<i>Viola tricolor</i>	3	1
<i>Scabiosa columbaria</i> s.l.	3	2
<i>Agrostis schraderiana</i>	2	2
<i>Ajuga reptans</i>	2	2
<i>Alchemilla alpina</i> aggr.	2	2
<i>Alchemilla fissa</i> aggr.	2	2
<i>Alchemilla hybrida</i> aggr.	2	2
<i>Alnus viridis</i>	2	2
<i>Antennaria dioica</i>	2	2
<i>Anthriscus sylvestris</i>	2	2
<i>Campanula rotundifolia</i>	2	2
<i>Cardaminopsis halleri</i>	2	1
<i>Carex capillaris</i>	2	2
<i>Carex caryophyllea</i>	2	2
<i>Carex ericetorum</i>	2	2
<i>Carex pallescens</i>	2	1
<i>Cerastium arvense</i> subsp. <i>strictum</i>	2	2
<i>Crepis aurea</i>	2	2
<i>Crepis paludosa</i>	2	1
<i>Cuscuta epithymum</i>	2	2
<i>Epilobium palustre</i>	2	1
<i>Fragaria vesca</i>	2	2
<i>Galium lucidum</i>	2	2
<i>Galium spec.</i>	2	2
<i>Juncus alpinoarticulatus</i>	2	1
<i>Juncus filiformis</i>	2	2
<i>Lamium album</i>	2	2
<i>Leontodon autumnalis</i>	2	2
<i>Listera ovata</i>	2	2
<i>Lonicera caerulea</i>	2	2
<i>Luzula campestris</i>	2	2
<i>Melampyrum pratense</i>	2	2
<i>Myosotis arvensis</i>	2	2
<i>Nigritella nigra</i> aggr.	2	2
<i>Pedicularis foliosa</i>	2	2
<i>Pedicularis palustris</i>	2	2
<i>Petasites albus</i>	2	2
<i>Phleum pratense</i>	2	2
<i>Pimpinella saxifraga</i> aggr.	2	2
<i>Pinus cembra</i>	2	2

Gefäßpflanzen Taxa	Stetigkeit (in 67 Auf- nahmen)	Stetigkeit (in 26 Einheiten)
<i>Pinus mugo</i> subsp. <i>uncinata</i>	2	2
<b>Potentilla verna</b>	2	2
<i>Primula</i> spec.	2	2
<i>Pseudorchis albida</i>	2	2
<i>Pulsatilla vernalis</i>	2	1
<i>Rubus idaeus</i>	2	2
<i>Rubus saxatilis</i>	2	2
<i>Saxifraga cuneifolia</i>	2	2
<i>Solidago virgaurea</i> subsp. <i>minuta</i>	2	2
<i>Trifolium</i> spec.	2	2
<i>Trifolium thalii</i>	2	2
<i>Veronica serpyllifolia</i> s.l.	2	2
<i>Vicia</i> spec.	2	2
<i>Willemetia stipitata</i>	2	2
<i>Acinos alpinus</i>	1	1
<i>Aconitum vulparia</i> aggr.	1	1
<i>Allium schoenoprasum</i>	1	1
<i>Alopecurus pratensis</i>	1	1
<i>Alyssum</i> spec. *	1	1
<i>Amelanchier ovalis</i>	1	1
<b>Andromeda polifolia</b>	1	1
<i>Aquilegia atrata</i>	1	1
<i>Arabidopsis thaliana</i> *	1	1
<i>Arabis ciliata</i>	1	1
<b>Arenaria serpyllifolia</b>	1	1
<i>Asperula cynanchica</i>	1	1
<i>Berberis vulgaris</i>	1	1
<i>Bromus hordeaceus</i> *	1	1
<i>Cardamine amara</i> s.l.	1	1
<i>Cardamine pratensis</i> aggr.	1	1
<i>Carduus defloratus</i> s.l.	1	1
<i>Carduus defloratus</i> s.str.	1	1
<b>Carex atrata</b> s.l.	1	1
<b>Carex digitata</b>	1	1
<i>Carex paniculata</i>	1	1
<i>Carex paupercula</i>	1	1
<i>Cerastium cerastoides</i>	1	1
<i>Chenopodium bonus-henricus</i>	1	1
<i>Cirsium acaule</i>	1	1
<i>Cirsium helenioides</i>	1	1
<b>Cotoneaster tomentosus</b>	1	1
<i>Dryopteris filix-mas</i>	1	1
<i>Echium vulgare</i>	1	1
<i>Eleocharis palustris</i> aggr. *	1	1
<i>Equisetum arvense</i>	1	1
<i>Equisetum hyemale</i>	1	1
<i>Erigeron alpinus</i>	1	1
<i>Euphorbia cyparissias</i>	1	1

<i>Euphrasia rostkoviana</i> s.str.	1	1
<i>Festuca pratensis</i> s.l.	1	1
<i>Festuca quadriflora</i>	1	1
<i>Galium uliginosum</i> *	1	1
<i>Gentiana bavarica</i>	1	1
<i>Gentiana lutea</i>	1	1
<i>Gentiana verna</i>	1	1
<i>Geum rivale</i>	1	1
<i>Glechoma hederacea</i> s.l.	1	1
<i>Hieracium lachenalii</i>	1	1
<i>Hieracium lactucella</i>	1	1
<i>Hieracium</i> spec.	1	1
<i>Juncus trifidus</i>	1	1
<i>Knautia</i> spec.	1	1
<i>Lathyrus pratensis</i>	1	1
<i>Leontodon</i> spec.	1	1
<i>Lolium perenne</i>	1	1
<i>Lotus corniculatus</i>	1	1
<i>Luzula luzuloides</i> s.str.	1	1
<i>Luzula multiflora/campestris</i>	1	1
<i>Melica nutans</i>	1	1
<i>Menyanthes trifoliata</i>	1	1
<i>Minuartia verna</i>	1	1
<i>Myosotis alpestris/sylvatica</i>	1	1
<i>Myosotis scorpioides</i>	1	1
<i>Myosotis sylvatica</i>	1	1
<i>Phyteuma ovatum</i>	1	1
<i>Phyteuma scheuchzeri</i>	1	1
<i>Phyteuma spicatum</i> *	1	1
<i>Pimpinella major</i>	1	1
<i>Pimpinella nigra</i>	1	1
<i>Pinguicula leptoceras</i>	1	1
<i>Pinus mugo</i> s.str.	1	1
<i>Plantago serpentina</i>	1	1
<i>Platanthera bifolia</i>	1	1
<i>Poa varieagata</i>	1	1
<i>Polystichum lonchitis</i>	1	1
<i>Potentilla crantzii</i>	1	1
<i>Potentilla pusilla</i>	1	1
<i>Potentilla reptans</i>	1	1
<i>Primula integrifolia</i>	1	1
<i>Primula veris</i> s.str.	1	1
<i>Prunella grandiflora</i>	1	1
<i>Salix breviserrata</i>	1	1
<i>Salix reticulata</i>	1	1
<i>Salix retusa</i>	1	1
<i>Sanguisorba minor</i> s.str.	1	1
<i>Saussurea alpina</i> s.str.	1	1
<i>Saxifraga rotundifolia</i>	1	1
<i>Sedum album</i>	1	1
<i>Sempervivum arachnoideum</i>	1	1
<i>Silene acaulis</i>	1	1

Gefässpflanzen Taxa	Stetigkeit (in 67 Aufnahmen)	Stetigkeit (in 26 Einheiten)			
<i>Sphagnum cuspidata</i> Gruppe	1	1	<i>Vaccinium microcarpum</i>	1	1
<i>Stipa pennata</i>	1	1	<i>Valeriana tripteris</i>	1	1
<i>Taraxacum spec.</i>	1	1	<i>Veronica arvensis</i>	1	1
<b><i>Teucrium chamaedrys</i></b>	1	1	<i>Veronica fruticans</i>	1	1
<i>Thalictrum minus</i> s.l.	1	1	<i>Veronica spec.</i>	1	1
<i>Tussilago farfara</i>	1	1	<i>Vicia cracca</i> s.l.	1	1
			<i>Viola palustris</i>	1	1
			<i>Viola spec.</i>	1	1

Diese Artenliste wurde mit dem Datensatz von INFO FLORA (2015) und der Artenliste von GEO (2000) verglichen. Bei den Arten, die bis anhin im Untersuchungsgebiet fehlten, wurde kritisch hinterfragt, ob es sich tatsächlich um einen Neufund handelt, oder ob eine falsche Bestimmung die plausible Erklärung ist. Taxa bei denen Zweifel bestehen, ob sie tatsächlich richtig bestimmt wurden, sind in Tabelle 3 mit einem Stern \* gekennzeichnet.

Neun Arten, welche in den Vegetationsaufnahmen mit Sicherheit bestimmt wurden, sind weder in der Artenliste von INFO FLORA (2015) noch in jener von GEO (2000) enthalten. Dabei handelt es sich um *Andromeda polifolia*, *Arenaria serpyllifolia*, *Athyrium distentifolium*, *Carex atrata* s.l., *Carex digitata*, *Cotoneaster tomentosus*, *Potentilla verna*, *Ranunculus lanuginosus* und *Teucrium chamaedrys* (siehe Tabelle 3, fett markiert). Einige dieser Arten kommen aber gemäss dem Verbreitungsatlas von WELTEN & SUTTER (1982) im Oberhalbstein vor. Dieses Gebiet umfasst jedoch wesentlich mehr als das Untersuchungsgebiet dieser Arbeit. Ob es sich bei diesen Arten wirklich um Erstdnachweise handelt, kann daher nicht abschliessend gesagt werden. Weitere 36 Taxa wurden zwar am GEO-Tag der Artenvielfalt auf der Alp Flix bereits gefunden, sie fehlen jedoch in der Artenliste von INFO FLORA (2015).

### 3.1.3 Arten der Roten Liste

Unter den Pflanzen, welche in den Vegetationsaufnahmen auf der Alp Flix erfasst wurden, befinden sich 11 in der Schweiz oder in der Region der östlichen Zentralalpen besonders schutzwürdige Arten. In Tabelle 4 sind all jene gefundenen Arten aufgeführt, welche in der Roten Liste der gefährdeten Blütenpflanzen der Schweiz von MOSER et al. (2002) als potenziell gefährdet (NT), verletzlich (VU) und stark gefährdet (EN) eingestuft wurden. Vom Aussterben bedrohte Arten wurden keine festgestellt. Vier weitere Arten der Roten Liste wurden ausserhalb der Vegetationsaufnahmen gefunden (siehe Kap. 3.1.4).

**Tabelle 4:** Liste der, auf der Alp Flix gefundenen, gefährdeten Gefässpflanzen-Arten. Ersichtlich ist der Gefährdungsstatus in der Schweiz (CH), derjenige in den östlichen Zentralalpen (EA) und die jeweilige Vegetationseinheit, in welcher die Art auf der Alp Flix gefunden wurde.

Gefährdete Art	Status CH	Status EA	Fundort [Vegetationseinheit]
<i>Andromeda polifolia</i>	NT	VU	Hochmoor
<i>Cardaminopsis halleri</i>	NT	VU	Goldhaferwiese
<i>Carex pauciflora</i>	NT	NT	Hochmoor, Schnabelseggenried, Torfmoos-Bergföhrenwald
<i>Carex paupercula</i>	LC	NT	Schnabelseggenried
<i>Geranium phaeum</i>	LC	VU	Goldhaferwiese, <i>Poa</i> -Variante der Goldhaferwiese, Alpenampferbestände
<i>Laserpitium gaudinii</i>	NT	–	Violettschwingelrasen, Rostseggenrasen, Lärchenwald, Fichtenwald, Lärchen-Fichtenwald
<i>Menyanthes trifoliata</i>	LC	NT	Schnabelseggenried
<i>Potentilla verna</i>	LC	NT	Borstgrasrasen, Lärchenwald
<i>Stipa pennata</i>	NT	EN	Lärchenwald
<i>Vaccinium microcarpum</i>	VU	VU	Hochmoor
<i>Veronica fruticans</i>	LC	NT	Trocken- und Steppenrasen
<i>Callitriche hamulata</i>	VU	VU	ausserhalb Vegauf: Schnabelseggenried
<i>Potentilla thuringiaca</i>	VU	VU	ausserhalb Vegauf: Trocken- und Steppenrasen
<i>Utricularia minor</i>	VU	VU	ausserhalb Vegauf: Braunseggenried
<i>Vaccinium oxycoccos</i>	NT	VU	ausserhalb Vegaur: Hochmoor

Die Rosmarinheide (*Andromeda polifolia*), welche in den zentralen Ostalpen als verletzlich eingestuft wird, dürfte mit dieser Arbeit erstmals auf der Alp Flix nachgewiesen worden sein. Dieses im Torfmoos wachsende Erikagewächs wurde am GEO-Tag der Artenvielfalt nicht gefunden und ist weder auf der Artenliste von INFO FLORA (2015), noch im Verbreitungsatlas von WELTEN & SUTTER (1982) erwähnt.

Bemerkenswert ist auch der Fund des Frühlings-Fingerkrautes (*Potentilla verna*). Diese Art kommt zwar in den Daten von WELTEN & SUTTER (1982) im Gebiet Oberhalbstein vor, ist aber im Untersuchungsgebiet weder im Datensatz von INFO FLORA (2015) noch in demjenigen GEO (2000) enthalten. Sie gilt in den zentralen Ostalpen als potenziell gefährdet. Diese beiden Arten wurden vor Ort vom Bündner Feldbotanik-Spezialisten Romedi Reinalter (Brail) geprüft und liegen als Belegexemplare bei der Autorin dieser Arbeit vor.

Auffällig ist eine Häufung von gefährdeten Arten in Feucht-Biotopen wie beispielsweise die gesamtschweizerisch als verletzlich eingestufte Hochmoorart *Vaccinium microcarpum*. Aber auch in den landwirtschaftlich intensiver genutzten Fettwiesen wurden gefährdete Arten wie *Geranium phaeum* und *Cardaminopsis halleri* gefunden. Die einzige in den zentralen Ostalpen stark gefährdete Art, welche in den Vegetationsaufnahmen festgestellt wurde, ist *Stipa pennata*. Dieses Steppengras, welches in einem steilen Lärchenwald oberhalb der Felsbänder von Sur gefunden wurde, ist typisch für sehr trockene, nährstoffarme und kontinentale Bedingungen (LAUBER et al. 2014).

### 3.1.4 Zusätzliche floristische Besonderheiten

Neben den gezielten Vegetationsaufnahmen wurden während den Streifzügen über die Alp Flix im Rahmen der Kartierarbeit eine Reihe weiterer Arten gefunden, welche nicht auf den Artenlisten aufgeführt, zum Teil aber dennoch bemerkenswert sind.

Der Hakige Wasserstern (*Callitriche hamulata*) ist eine vollständig untergetaucht lebende Wasserpflanze, welche in der Schweiz und in den östlichen Zentralalpen als verletzlich (VU) eingestuft wird. Bis anhin gab es im Untersuchungsgebiet keinen Nachweis dieser Pflanze. *Callitriche hamulata* (siehe Abb. 12 links) wurde am Rande eines Weihers bei Blancas (Son Roc) gefunden.

Eine weitere floristische Besonderheit, welche auf der Alp Flix wächst, ist der Wasserschlauch, vermutlich *Utricularia minor* (siehe Abb. 12 rechts). Diese Wasserpflanze ist auf der Roten Liste als verletzliche Art aufgeführt. Alle einheimischen *Utricularia* Arten sind wurzellose, karnivore Pflanzen, welche mit Hilfe von Fangblasen unter Wasser Beutefang nach Kleintieren betreiben. Berührt die Beute die an der Öffnung der Fangblasen platzierten Anhängsel, öffnet sich die Klappe und die Beute wird in Folge von Unterdruck ins Innere der Fangblasen gesogen und dort verdaut (BARTHLOTT et al. 2004).



**Abbildung 12:** Zwei auf der Roten Liste als verletzlich eingestufte Wasserpflanzen auf der Alp Flix.  
Links: *Callitriche hamulata*. Rechts: *Utricularia* cf. *minor* (Fotos: C. Burga).

Die seltene Fingerkrautart *Potentilla thuringiaca* wurde in der Nähe der Turmruine von Spliatsch an einem ausgesprochenen Trockenstandort gefunden. *Potentilla thuringiaca* ist in der Roten Liste ebenfalls als verletzliche Art aufgeführt. Das Oberhalbstein gehört gemäss WELTEN & SUTTER (1982) zum Verbreitungsgebiet der Art, *Potentilla thuringiaca* fehlt jedoch bis anhin auf der Artenliste von INFO FLORA (2015) und derjenigen von GEO (2000).

Die gemeine Moosbeere (*Vaccinium oxycoccos*) ist eine typische Hochmoorart, welche in unmittelbarer Nähe zu den bereits erwähnten Arten *Andromeda polifolia* und *Vaccinium microcarpum* gefunden wurde. In den Zentralalpen wird diese Art als verletzlich eingestuft, schweizweit ist sie potentiell gefährdet.

Die Weisse Trichterlilie (*Paradisea liliastrum*) gilt in den östlichen Zentralalpen als potenziell gefährdet. Sie ist gesamtschweizerisch geschützt (SCHWEIZERISCHER BUNDESRAT 1991) jedoch gemäss MOSER et al. (2002) nicht gefährdet (LC). Das grosse Vorkommen von *Paradisea liliastum* (siehe Abb. 13 links) in Paprer bei Sur ist floristisch bemerkenswert.

Weitere durch die Verordnung für Natur und Heimatschutz geschützte Pflanzen, welche im Untersuchungsgebiet gefunden wurden, sind *Androsace chamaejasme*, *Dianthus superbus*, *Lilium martagon* (siehe Abb. 13 rechts) und die Orchideen *Coeloglossum viride*, *Dactylorhiza maculata* aggr., *Dactylorhiza majalis*, *Gymnadenia conopsea*, *Listera ovata*, *Nigritella nigra* aggr., *Pseudorchis albida*, *Platanthera bifolia* und *Traunsteinera globosa*.



**Abbildung 13:** Zwei gesamtschweizerisch geschützte Arten, die im Untersuchungsgebiet vorkommen:  
Links: *Paradisea liliastrum* in Paprer, Sur. Rechts *Lilium martagon* oberhalb der Lais blos, Alp Flix.

## 3.2 Analyse der Vegetationskarte

Das Hauptresultat dieser Arbeit, die aktuelle Vegetationskarte der Alp Flix im Massstab 1:5'000, befindet sich im Anhang G. Im Folgenden werden einzelne Aspekte der Vegetationskarte analysiert und räumliche Muster des Vegetationsmosaiks aufgezeigt.

### 3.2.1 Allgemeine Erläuterungen zur Vegetationskarte

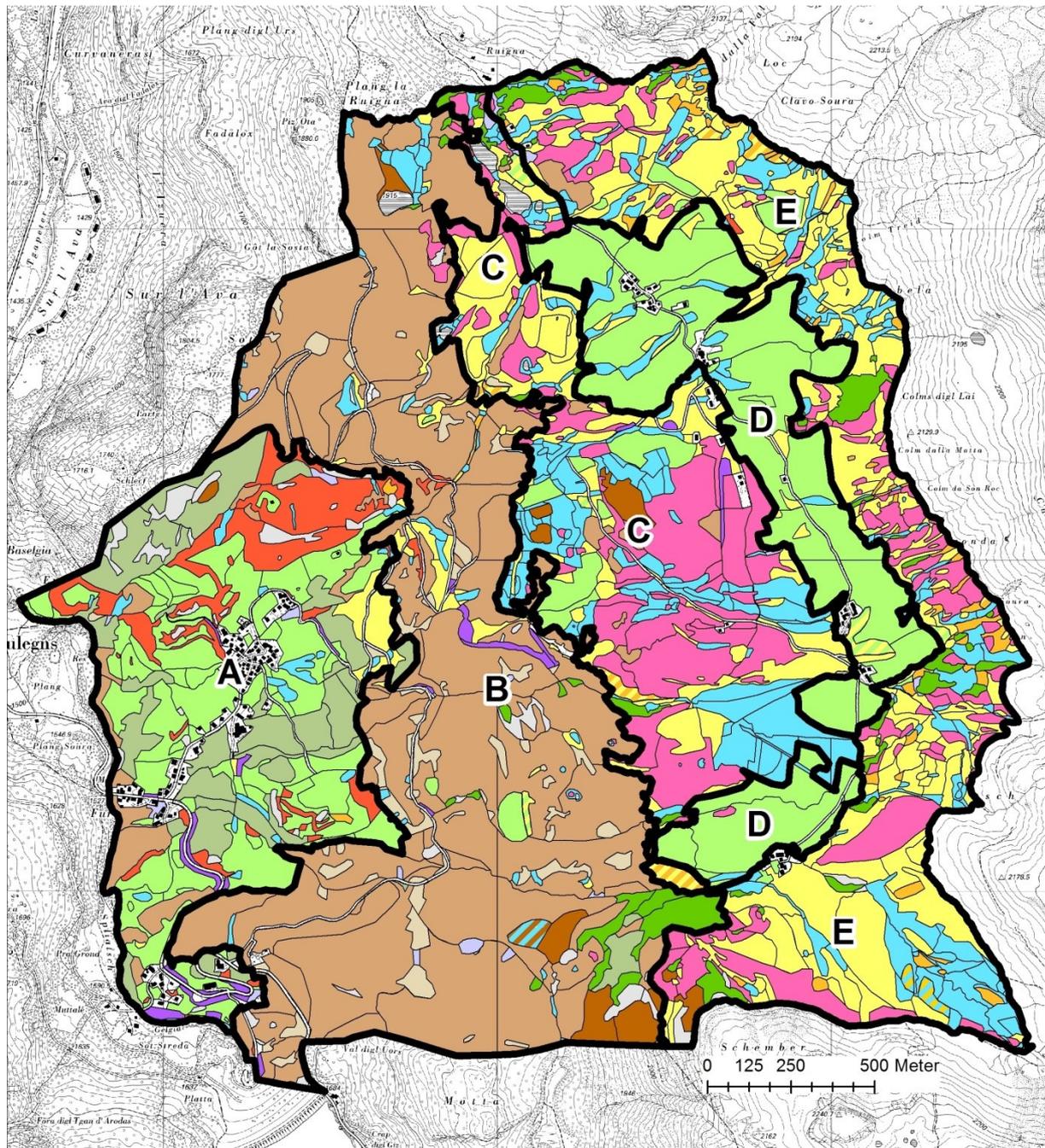
Für das korrekte Verständnis und eine sinnvolle Interpretation der Karte ist es wichtig, einige bei der Feldarbeit gemachte Überlegungen und Entscheide zu kennen. Die Vegetationskarte wurde zwar mit grossem Zeitaufwand und sehr viel Sorgfalt erstellt, trotzdem gibt es Stellen, bei denen bereits im Feld klar war, dass eine optimale Kartierung nicht möglich ist. Zum einen ist das Vegetationsmosaik teilweise zu kleinräumig und zu komplex, als dass es auf einer Karte im Massstab 1:5'000 angemessen dargestellt werden kann. Hier musste generalisiert und vereinfacht werden. Zum anderen sind in der Natur fast immer fließende Übergänge zwischen den verschiedenen Vegetationseinheiten zu finden. Deshalb sind die auf der Karte eingezeichneten Grenzen als das zu verstehen, was sie wirklich sind: Übergangsbereiche (Grenzgürtel) von einer in die andere Vegetationseinheit.

Zum Teil sind aber auch ganze Flächen Mischformen aus verschiedenen Einheiten. Um eine flächendeckende, lesbare Karte zu erstellen wurde wo immer möglich versucht, jede Fläche einer Kartiereinheit zuzuordnen, auch wenn sie offensichtlich einer Mischform entsprachen. Solche Mischformen existieren besonders oft zwischen Borstgrasrasen, Borstgrasweiden und Violettschwingelrasen, zwischen Goldhaferwiesen und deren *Poa*-Variante sowie zwischen den verschiedenen Zwergstrauchheiden. Für den häufigen Fall der Verflechtung von Zwergstrauchheiden mit subalpinen Grasheiden wurde entschieden, die Einheit der subalpinen Grasheiden zu verwenden und Zwergstrauch-Einzelzeichen darauf zu platzieren. Weitere Ausführungen zu den Herausforderungen bei der Vegetationskartierung sind in der Methodenkritik (Kap. 4.4.2) beschrieben.

Einige Flächen wurden jahreszeitlich zu spät aufgesucht, so dass durch die Beweidung oder Mahd die Voraussetzungen für eine korrekte Bestimmung der Vegetationseinheit fehlten. Diese fünf Flächen sind in Anhang C vermerkt und sollten sinnvollerweise vor einer allfälligen Publikation der Karte nochmals im Feld angeschaut werden.

### 3.2.2 Räumliche Anordnung der Vegetationseinheiten

Beim Betrachten der Vegetationskarte ist eine deutliche räumliche Gliederung der Vegetation zu erkennen. Das Untersuchungsgebiet kann, wie in Abbildung 14 gezeigt, in fünf, von der Vegetation her relativ homogene Teilflächen (A-E) unterteilt werden. Die Bezeichnung dieser Teilgebiete wird zugunsten einer einfacheren Orientierung in den folgenden Kapiteln weiterverwendet.



**Abbildung 14:** Das Untersuchungsgebiet unterteilt in fünf Teilgebiete A bis E - vereinfachte Vegetationskarte. Die Farben entsprechen denjenigen der aktuellen Vegetationskarte, die Legende ist in Tabelle 5, S. 46 zu finden.

Das **Teilgebiet A** liegt im Westen des Untersuchungsgebietes und umfasst die tiefere Lagen rund um Sur. Es endet im nördlichen Teil bei ca. 1850 m ü. M., im südlichen bei 1650 m ü. M. Hier sind die waldfreien Flächen mehrheitlich Fettwiesen. In den besonders steilen Gebieten dominieren Trockenrasen und Steppenrasenfragmente, welche in den anderen Teilgebieten kaum vorkommen. Die bewaldeten Flächen in der Nähe des Dorfes sind vorwiegend Lärchweiden. Die etwas periphereren Gebiete sind Lärchen-Fichtenwald oder, wo es besonders steil und felsig ist, Lärchenwald.

Das **Teilgebiet B** umfasst die Steilstufe zwischen dem tieferliegenden Gebiet um Sur und der eigentlichen Alp Flix. Dieses Gebiet ist durch einen nahezu geschlossenen Wald-Gürtel gekennzeichnet. Hier ist eine Abfolge von Lärchen-Fichtenwald in den tieferen Lagen, zu reinem Fichtenwald, in höheren Lagen bis hin zur aktuellen Waldgrenze ersichtlich.

Stellenweise wird der Wald durch Vernässungen und Schlagflächen unterbrochen.

**Teilgebiet C** fasst das etwas heterogenere Gebiet zwischen der aktuellen Waldgrenze und den intensiv genutzten Fettwiesen zusammen. Zum einen befinden sich hier staunasse Flächen, auf welchen sich unterschiedliche Moore gebildet haben. Dazwischen erstreckt sich leicht hügeliges Gelände, mehrheitlich in Waldrandnähe. Dieses wird vorwiegend als Weidefläche genutzt und besteht aus Borstgrasrasen und Zwergstrauchheiden.

Das **Teilgebiet D** umfasst die besonders flachen Gebiete der Alp Flix, welche fast ausschliesslich aus Goldhaferwiesen bestehen.

Besonders kleinräumig wird die Vegetationsstruktur im **Teilgebiet E**, welches die Steilhänge über der Flixer Terrasse und oberhalb der Lais Blos zusammenfasst. Hier wechseln sich verschiedene Typen der subalpinen und alpinen Grasheiden auf Silikat, Zwergstrauchheiden und Hangmoore auf kleinstem Raum ab und sind eng ineinander verzahnt. An feuchten Stellen in diesem Gebiet sind auch oft Grünerlengebüsche und Rostseggenrasen zu finden.

### 3.2.3 Räumliche Verteilung der Einzelzeichen

Obwohl auf der Vegetationskarte 949 Einzelzeichen vermerkt sind, wird kein Anspruch auf Vollständigkeit der Einzelzeichen erhoben. Zudem soll daran erinnert werden, dass an der Stelle einer Signatur oft nicht nur ein einzelner Baum, Zwergstrauch usw. steht, sondern dass in diesem Gebiet die genannten Objekte zerstreut vorkommen.

Bei der Analyse der räumlichen Verteilung der Einzelzeichen in der Vegetationskarte können folgende Muster erkannt werden: Während im Teilgebiet A häufig Lärchen als Einzelbäume anzutreffen sind, dominieren oberhalb der aktuellen Waldgrenze Fichten als Einzelbäume.

Bergföhren kommen im Untersuchungsgebiet vorwiegend an Extremstandorten vor: Einerseits wurden sie in Mooren kartiert, andererseits in sehr steilen Gebieten mit Lockergesteinsvegetation oder Zwergstrauchheide. Arven sind im Untersuchungsgebiet sehr selten.

Abgesehen von den gepflanzten Arven in Siedlungsnähe wurden nur zwei Arven-Standorte gefunden: Eine Rotte aus Jungarven oberhalb Tga d'Meir und einzelne alte Individuen auf den Felsen oberhalb des Bergföhrenwaldes im Süden des Untersuchungsgebietes.

Grünerlen kommen im Teilgebiet E häufig vor, während Grauerlen lediglich in Aufforstungen im Teilgebiet B zu finden sind. Weidengebüsche befinden sich fast immer in Feuchtbiotopen, oft in der Nähe von Bachläufen.

Reitgrasbestände kommen fast immer in Kombination mit Wacholder-Bärentrauben-Zwergstrauchheiden oder gerodeten Zwergstrauchheiden vor und beherrschen vorwiegend das Teilgebiet E. Die Einzelzeichen für Zwergstrauchheide, Zwergwacholder und Alpenrosen wurden grossmehrfach in die Vegetationseinheit „subalpine Grasheiden“ gesetzt, was die Verzahnung dieser beiden Lebensräume widerspiegelt.

Aufnitrierte Stellen befinden sich vorwiegend auf Fettwiesen und Bostgrasweiden, meist im näheren Umkreis von Siedlungen oder langjährigen Mistdepots. Hierbei handelt es sich um Bestände von *Rumex alpinus*, *Chenopodium bonus-henricus* und *Urtica dioica*. Schöne Beispiele für grosse, ins Gelände gepasste ehemalige Ackerterrassen befinden sich in Davos Crap und Paprer und oberhalb des Dorfes Sur (siehe Abb. 15). Sie sind heute mit Fettwiesen überwachsen.

Erdrutsche, Erdschlipfe und Blaiken wurden nur im Teilgebiet E kartiert. Torfmoosbulten (*Sphagnum spec.*) (siehe Abb. 15) kommen verständlicherweise ausschliesslich in Mooren vor.



**Abbildung 15:** Beispiel für zwei als Einzelzeichen kartierte Objekte:  
Links: Torfmoosbulte. Rechts: ehemalige Ackerterrassen oberhalb Sur.

### 3.2.4 Flächenanteile der Kartiereinheiten

Die Analyse der Flächenanteile der verschiedenen Kartiereinheiten ergab folgendes Resultat (siehe Tabelle 5): Rund 35% der Gesamtfläche des Untersuchungsgebietes von 6.4 km<sup>2</sup> ist Wald und Waldschlagfläche. Flächenmässig am wichtigsten ist der Fichtenwald mit 20%, gefolgt vom Lärchen-Fichtenwald mit 7% der Gesamtfläche. Ebenfalls einen grossen Flächenanteil haben die Fettwiesen und –Weiden (18%), allen voran die Goldhaferwiesen. Subalpine und alpine Grasheiden auf Silikat machen 15% der Fläche aus, während solche auf Karbonat weniger als 1% der Fläche einnehmen. Moore und Zwergstrauchheiden machen je ca. 10% der Gesamtfläche aus, wobei die Moore v.a. durch Hangmoore vertreten sind, die Zwergstrauchheiden durch die Wacholder-Bärentrauben-Einheit. Alle anderen Kartiereinheiten sind flächenmässig von geringer Bedeutung.

Hier ist anzumerken, dass die Flächengrösse auf der Karte und somit die hier diskutierten Flächenanteile nicht zwingend mit der tatsächlichen Fläche im Gelände übereinstimmen. Ist das Gelände steil, erscheinen die Flächen auf der Karte kleiner als sie in Realität sind. Da gewisse Kartiereinheiten mehrheitlich auf flachem Gelände vorkommen, während andere an Steilhängen dominieren, hat dies einen bedeutenden Einfluss auf die Flächenanteile der verschiedenen Einheiten. Vegetationseinheiten der flachen Standorte wie Fettwiesen und Moore (mit Ausnahme der Hangmoore) werden tendenziell überschätzt, während Einheiten der Steilhänge wie beispielsweise Trockenrasen, subalpine Grasheiden und die Wälder eher unterschätzt werden.

**Tabelle 5:** Anteil der verschiedenen Kartiereinheiten an der Fläche des gesamten Untersuchungsgebietes (6.4 km<sup>2</sup>). Die Tabelle dient zudem als Legende für die Farben der Kartiereinheiten in den Abbildungen dieser Arbeit.

Nr.	Kartiereinheit	Flächenanteil	
<b>0</b>	<b>Gewässer</b>	<b>0.3%</b>	
<b>1</b>	<b>Fels- und Lockergesteinsvegetation</b>	<b>1.3%</b>	
	1.1 Felsvegetation	0.5%	
	1.2 Blockschutthalden und Lockergesteinsvegetation	0.8%	
<b>2</b>	<b>Moore und Vernässungen</b>	<b>9.8%</b>	
	2.1 Kleinseggenried auf Silikat	2.0%	
	2.2 Kleinseggenried auf Karbonat	0.2%	
	2.3 Hochmoor/Hochmooranflug	0.3%	
	2.4 Hangmoor und Quellhorizont	4.9%	
	2.5 Nasswiese	2.3%	
<b>3</b>	<b>Trocken- und Steppenrasen</b>	<b>2.7%</b>	
<b>4</b>	<b>Subalpine und alpine Grasheiden auf Silikat</b>	<b>15.2%</b>	
	4.1 Borstgrasrasen	5.5%	
	4.2 Borstgras- und Milchkrautweide	6.8%	
	4.3 Violettschwingelrasen	1.2%	
<b>5</b>	<b>Subalpine Grasheiden auf Karbonat</b>	<b>0.9%</b>	
	5.1 Blaugrasrasen	0.1%	
	5.2 Rostseggenrasen	0.8%	
<b>6</b>	<b>Fettwiesen und –weiden</b>	<b>18.3%</b>	
	6.1 Goldhaferwiese	14.7%	
	6.2 <i>Poa</i> -Variante der Goldhaferwiese	2.5%	
	6.3 Mischform Goldhaferwiese und <i>Poa</i> -Variante	0.8%	
	6.4 Alpenampfer-Bestände	0.3%	
<b>7</b>	<b>Subalpine Zwergstrauchheiden</b>	<b>10.3%</b>	
	7.1 Wacholder-Bärentrauben-Zwergstrauchheide	7.0%	
	7.2 Alpenrosen-Heidelbeer-Zwergstrauchheide	2.8%	
	7.3 Gerodete Zwergstrauchheide	0.4%	
<b>8</b>	<b>Lärchenwälder</b>	<b>4.6%</b>	
	8.1 Lärchweide	2.0%	
	8.2 Lärchenwald	2.6%	
<b>9</b>	<b>Fichtenwälder</b>	<b>27.2%</b>	
	9.1 Fichtenwald	20.3%	
	9.2 Lärchen-Fichtenwald	7.0%	
<b>10</b>	<b>Bergföhrenwälder</b>	<b>1.2%</b>	
	10.1 Torfmoos-Bergföhrenwald	0.4%	
	10.2 Erika- und Alpenrosen-Bergföhrenwald	0.9%	
<b>11</b>	<b>Grünerlengebüsch/Grünerlenbestände</b>	<b>2.3%</b>	
<b>12</b>	<b>Hochstaudenfluren</b>	<b>0.3%</b>	
<b>13</b>	<b>Künstliche Begrünung</b>	<b>0.6%</b>	
<b>14</b>	<b>Schlagfläche/Schlagflur</b>	<b>1.7%</b>	
<b>15</b>	<b>Siedlung und Strasse</b>	<b>1.8%</b>	

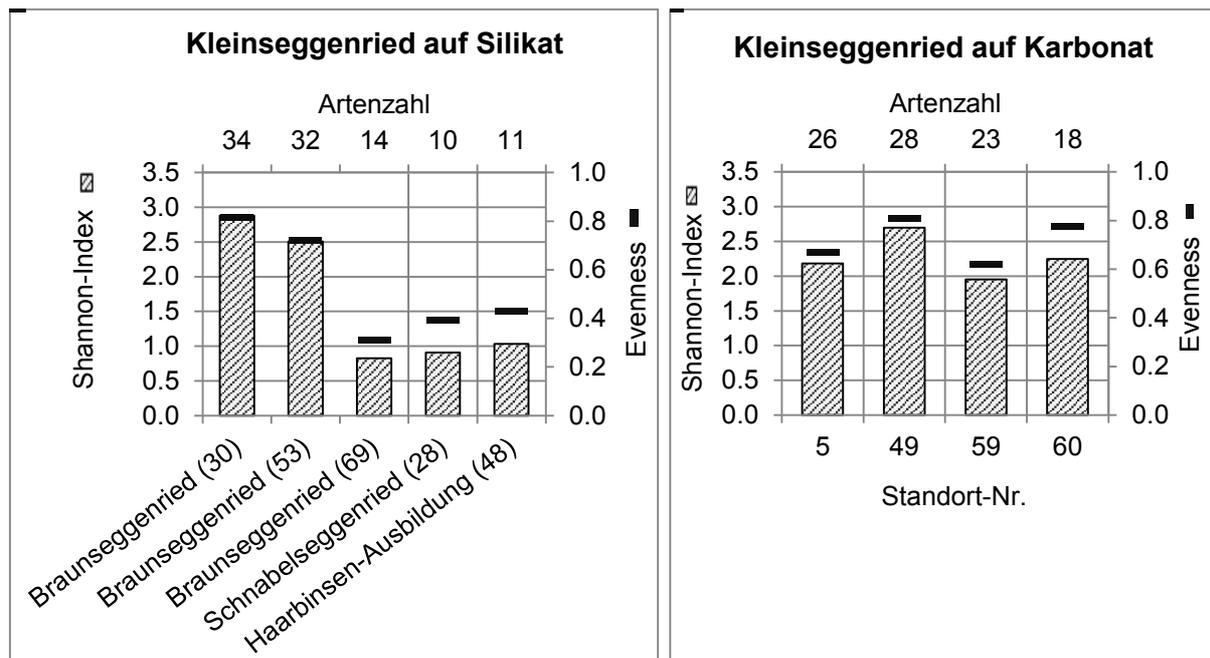
### 3.3 Wichtige Vegetationseinheiten: Besonderheiten und Phytodiversität

Im Folgenden werden einige, im Untersuchungsgebiet wichtige Vegetationseinheiten detailliert beschrieben. Erkenntnisse aus der Kartierarbeit sind hier festgehalten, floristische Merkmale der Einheiten erläutert und die aus den Vegetationsaufnahmen gewonnenen Informationen zur Phytodiversität ausgewertet. Ein allgemeiner Beschrieb aller Kartiereinheiten als Ergänzung zu den hier erwähnten, Alp Flix spezifischen Eigenschaften befindet sich in Kapitel 1.5.

#### 3.3.1 Moore und Vernässungen

Moore und Vernässungen spielen auf der Alp Flix insofern eine wichtige Rolle, als dass sie über das gesamte Untersuchungsgebiet verstreut vorkommen. Während in Teilgebiet A und E vorwiegend Nasswiesen und Hangmoore zu finden sind, haben die Flach- und Hochmoore ihren Verbreitungsschwerpunkt in Teilgebiet B und C. Die Kartiereinheit „Hangmoor und Quellhorizont“ basiert auf einer rein topographischen Eigenschaft, nämlich der Neigung des durchnässten Geländes und umfasst deshalb sehr unterschiedliche Pflanzengemeinschaften. Die Zuteilung zu allen anderen Moor-Einheiten beruht auf deren floristischen Eigenschaften; ihre Artenzusammensetzung sollte somit etwas einheitlicher sein.

Unter den Kleinseggenrieden auf Silikat befinden sich die sehr artenarmen Vegetationseinheiten Schnabelseggenried (*Caricetum rostratae*) und Haarbinsen-Ausbildung des Braunseggen- bzw. Davallseggenriedes (*Caricetum nigrae*/*C. davallianae trichophoretosum cespitosi*). Diese sind im Feld durch die extreme Dominanz der namensgebenden Art (*Trichophorum cespitosum*) sehr leicht zu erkennen. Floristisch etwas vielfältiger ist das **Braunseggenried** (*Caricetum nigrae*). Hier wurden in drei Vegetationsaufnahmen 59 Arten gefunden. In allen Aufnahmen kam neben *Carex nigra* auch *Sanguisorba officinalis*, *Caltha palustris* und *Equisetum palustre* vor. Die Phytodiversität der drei Standorte ist sehr unterschiedlich (siehe Abb. 16). Die Vegetationsaufnahmen 30 und 53 haben einen höheren Shannon-Index als die meisten anderen Moor-Aufnahmen, während Aufnahme 69 den tiefsten Shannon-Index aller im Rahmen dieser Arbeit gemachten Vegetationsaufnahmen hat. Diese Aufnahme fiel bereits im Feld als nahezu Reinbestand von *Carex nigra* auf, solche Ausprägungen sind jedoch auf der Alp Flix nicht untypisch.

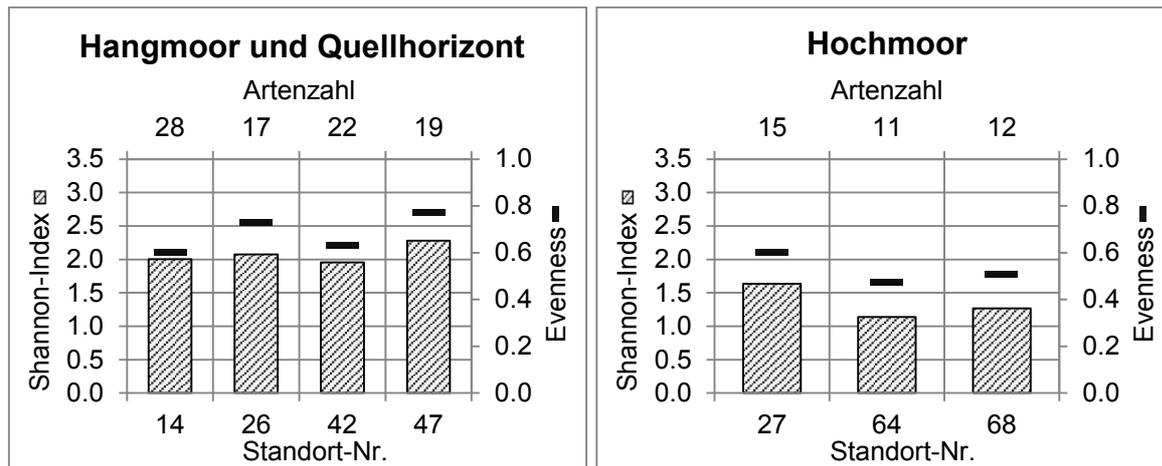


**Abbildung 16:** Links: Biodiversität der verschiedenen Kleinseggenriede auf Silikat. Rechts: Biodiversität der Kleinseggenriede auf Karbonat (*Caricetum davallianae*). Dargestellt sind die Artenzahl, der Shannon-Index und die Evenness der Vegetationsaufnahmen (mit Standort-Nr.).

In den vier Vegetationsaufnahmen des **Kleinseggenriedes auf Karbonat** (*Caricetum davallianae*) wurden zwar insgesamt weniger Taxa gefunden (52) als in denjenigen des Braunseggenriedes, der durchschnittliche Shannon-Wert liegt jedoch etwas höher (2.27). Arten die in allen Vegetationsaufnahmen des Kleinseggenriedes auf Karbonat gefunden wurden, sind *Carex davalliana*, *Sesleria caerulea*, *Dactylorhiza majalis*, *Potentilla erecta* und *Parnassia palustris*. Eine Art die nur in diesen Vegetationsaufnahmen vorkam, dort aber eine hohe Stetigkeit hat, ist *Triglochin palustris*.

Die Artengarnitur der Kleinseggenriede auf Silikat und derjenigen auf Karbonat kommen im Untersuchungsgebiet teils stark durchmischt vor, so dass eine eindeutige Kartierung oft mit Schwierigkeiten verbunden war. Dazu kommt, dass *Carex nigra* deutlich früher im Jahr bereits gut erkennbar ist während *Carex davalliana* erst später blüht. So wurden einige Flächen im Frühsommer als Braunseggenried kartiert, obwohl bei späteren Begehungen eher eine Mischform oder gar eine Dominanz von *Carex davalliana* erkannt wurde. In der verfügbaren Zeit war es aber nicht möglich, die Flachmoore mehrere Male systematisch zu begehen, so dass hier gewisse Ungenauigkeiten zu erwarten sind.

Die Kartiereinheit **Hangmoor und Quellhorizont** ist floristisch sehr heterogen. Oft wechseln sich Braunseggenried, Kleinseggenried auf Karbonat und deren Haarbinsen-Ausbildungen sowie Quellfluren sehr kleinräumig ab. Erstaunlich ähnlich sind hingegen die Werte des Shannon-Index der vier Vegetationsaufnahmen (siehe Abb. 17); sie liegen zwischen 1.96 und 2.28.



**Abbildung 17:** Links: Biodiversität der Hangmoore und Quellhorizonte.  
Rechts: Biodiversität der Hochmoore auf der Alp Flix. Dargestellt sind die Artenzahl, der Shannon-Index und die Evenness der einzelnen Vegetationsaufnahmen.

Die **Hochmoore** sind sehr arm an Gefäßpflanzen-Arten (siehe Abb. 17). Hier dominieren *Sphagnum*-Moose, welche im Rahmen dieser Arbeit nicht weiter bestimmt wurden. Weitere Arten, welche in allen drei Vegetationsaufnahmen vorkamen und für die Hochmoore auf Flix als typisch bezeichnet werden können, sind *Carex pauciflora*, *Eriophorum vaginatum*, *Trichophorum cespitosum*, *Potentilla erecta* sowie die Zwergsträucher *Vaccinium gaultherioides* und *Calluna vulgaris*. Der Shannon-Index (Mittelwert 1.35) und die Evenness (Mittelwert 0.53) liegen in den drei Vegetationsaufnahmen sehr tief. Um dieser, wie den meisten anderen Moor-Typen gerecht zu werden, müsste eigentlich auch die Vielfalt an Moosarten berücksichtigt werden.

**Nasswiesen** sind ebenfalls eine Einheit mit sehr verschiedenen Erscheinungsbildern. Sie sind oft in der Nähe von Bächen oder in feuchten Runsen zu finden und sind meist üppiger und krautreicher als die Moore. In gewissen Flächen kommen viele Hochstauden oder Weidesträucher vor, andere sind von den Gräsern *Deschampsia cespitosa* oder *Molinia caerulea* geprägt.

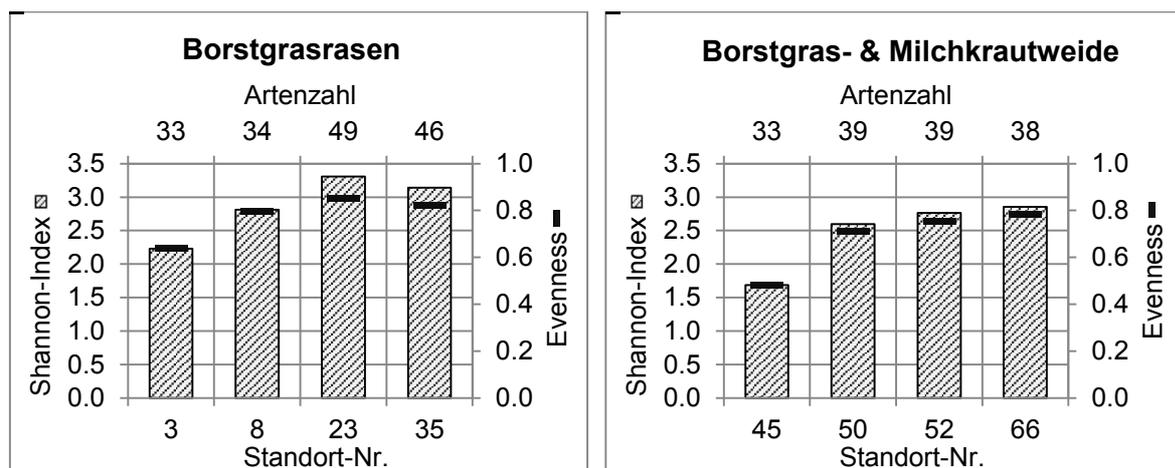
### 3.3.2 Subalpine und alpine Grasheiden auf Silikat und versauertem Karbonatgestein

Subalpine und alpine Grasheiden auf Silikat sind auf der Alp Flix eine sehr prägende Vegetationseinheit. Sie besiedeln die etwas flachgründigeren, nährstoffärmeren Standorte der subalpinen Stufe und werden als Weiden oder extensive Mähwiesen (Wildheuplanggen) genutzt. Besonders auffällig sind die sehr blumen- und artenreichen Borstgrasrasen (Geo montani-Nardetum). Diese wurden im Untersuchungsgebiet nur oberhalb der aktuellen Waldgrenze gefunden. Dort kommen sie einerseits in Steilhängen, andererseits auch auf trockeneren Kuppen und an den Rändern von Mähwiesen vor. Gemähte und schwach beweidete Flächen wurden immer als Borstgrasrasen bezeichnet, während flachere, intensiver beweidete Flächen als Borstgrasweiden kartiert wurden. Die Borstgras- und Milchkrutweiden sind meist stärker von *Nardus stricta* dominiert und beherbergen

tendenziell weniger Orchideen und mehr nitrophile Arten. Da sich die beiden Einheiten aber sehr ähnlich sind, führte die Abgrenzung immer wieder zu Schwierigkeiten. Bei solchen Übergangsformen war nicht die unterschiedliche Artenzusammensetzung ausschlaggebend, sondern die Steilheit und der Grad der Beweidung der zu kartierenden Fläche. Zur Abgrenzung der Borstgrasrasen gegenüber den oft sehr ähnlichen Violettschwingelrasen wurde vor allem die Dominanz von *Nardus stricta* gegenüber *Festuca violacea* verglichen. Bei vielen der kartierte Violettschwingelrasen wird das Erscheinungsbild zwar stark von *Festuca violacea* dominiert, die Begleitarten sind aber weitgehend diejenigen der Borstgrasrasen.

Die Waldlichtungen, welche als subalpine Grasheiden auf Silikat kartiert wurden, stellen keine definierten pflanzensoziologischen Gesellschaften dar, wurden aber aufgrund der Dominanz von *Nardus stricta* bzw. *Festuca violacea* der jeweiligen Kartiereinheit zugewiesen.

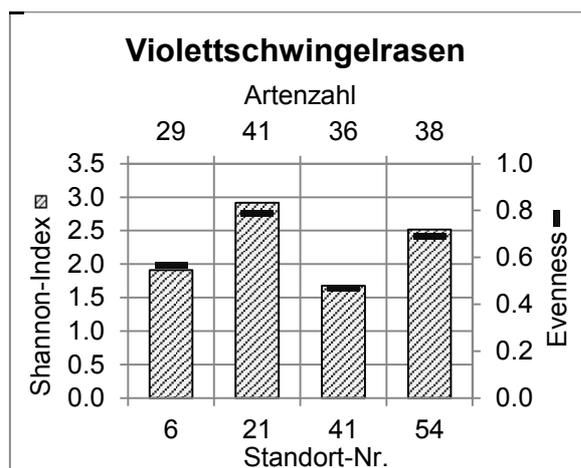
In den vier Vegetationsaufnahmen der **Borstgrasrasen** wurden insgesamt 89 verschiedene Taxa gefunden, pro Aufnahme 33 bis 49. Neben den Assoziations-Arten *Nardus stricta* und *Geum montanum*, kamen auch *Festuca rubra* aggr., *Campanula scheuchzeri*, *Leontodon helveticus*, *Potentilla aurea* in allen vier Vegetationsaufnahmen vor. Weitere Gesellschafts- und Begleitarten, notiert in drei der vier Vegetationsaufnahmen, sind *Trifolium alpinum*, *Arnica montana*, *Biscutella laevigata*, *Gentiana acaulis*, *Gymnadenia conopsea* und *Botrychium lunaria*. Der Shannon-Index dieser Einheit ist mit einem Durchschnitt von 2.87 hoch, wobei sich die einzelnen Vegetationsaufnahmen recht stark unterscheiden (siehe Abb. 19). Hinzu kommt, dass in diesen Vegetationsaufnahmen der Deckungsgrad der verschiedenen Arten relativ ausgeglichen ist, was durch die Evenness von durchschnittlich 0.78 zum Ausdruck kommt.



**Abbildung 18:** Links: Biodiversität der Borstgrasrasen (Geo montani-Nardetum). Rechts: Biodiversität der Borstgras- und Milchkrautweiden. Dargestellt sind die Artenzahl, der Shannon-Index und die Evenness der vier Vegetationsaufnahmen.

Die untersuchten **Borstgras- und Milchkrautweiden** haben eine deutlich tiefere Biodiversität (siehe Abb. 18). Der Shannon-Index liegt hier zwischen 1.69 und 2.85 (Mittelwert 2.48), die Evenness bei 0.68. Insgesamt wurden 81 verschiedene Taxa gefunden. In allen vier Vegetationsaufnahmen wurden folgende Taxa notiert: *Nardus stricta*, *Festuca rubra* aggr., *Agrostis capillaris*, *Briza media*, *Luzula multiflora*, *Potentilla aurea*, *Cerastium fontanum* s.l. und *Trifolium pratense* s.l. Die beiden Milchkräuter *Leontodon hispidus* und *L. helveticus* wurden in drei Vegetationsaufnahmen gefunden. Die Assoziations-Charakterart *Geum montanum* hingegen war nur in einer dieser Aufnahmen präsent, Orchideen fehlten vollständig. *Nardus stricta* hat in den Aufnahmen der Borstgrasweiden einen mittleren Deckungsgrad von 41%, in den Borstgrasrasen 18%.

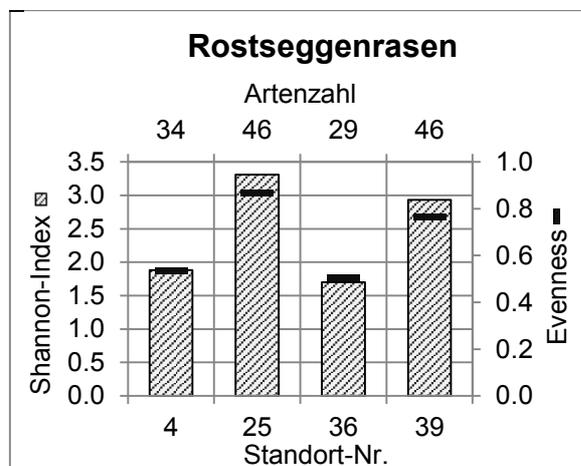
**Violettschwingelrasen** (*Festuco violaceae-Trifolietum thalii*) sind auf der Alp Flix ausschliesslich in den Steilhängen oberhalb der Flixer Terrasse (Teilgebiet E) zu finden. Oft ist die Vegetationsdecke nicht vollständig geschlossen, teils besiedeln die Violettschwingelrasen durch Erosion gestörte Flächen. Während *Festuca violacea* in allen Aufnahmen dominant war (mittlere Deckung: 53%), wurde *Trifolium thalii*, die zweite Assoziations-Art, nur in einer Aufnahme gefunden. In allen Vegetationsaufnahmen der Violettschwingelrasen wurde sowohl die azidophile Art *Arnica montana* als auch der Basenzeiger *Sesleria caerulea* nachgewiesen. Weitere Arten, die in allen Vegetationsaufnahmen vorkamen, sind *Briza media*, *Carex sempervirens*, *Helianthemum nummularium* s.l., *Leucanthemum vulgare* aggr. und *Lotus alpinus*. Auch bei den Vegetationsaufnahmen dieser Einheit sind die Werte des Shannon-Index sehr unterschiedlich; er liegt zwischen 1.68 bis 2.92 (Mittelwert: 2.25). Die Evenness ist durchschnittlich 0.63 (siehe Abb. 19).



**Abbildung 19:** Biodiversität der Violettschwingelrasen. Dargestellt sind die Artenzahl, der Shannon-Index und die Evenness der vier Vegetationsaufnahmen.

### 3.3.3 Subalpine Grasheiden auf Karbonat und basenhaltigem Silikatgestein

Da die Gesteine im Untersuchungsgebiet mehrheitlich silikatisch sind, spielen die subalpinen Grasheiden auf Karbonat eine untergeordnete Rolle. **Blaugrasrasen** (*Seslerio-Caricetum sempervirentis*) kommen nur sehr vereinzelt vor, meist auf ehemaligen Rutschgebieten, auf denen die Bodenbildung noch nicht weit fortgeschritten ist. **Rostseggenrasen** (*Caricetum ferrugineae*) sind hingegen zerstreut über das ganze Teilgebiet E. Meist handelt es sich um kleine Flächen in feuchten Hanglagen und Runsen. Einige sehr auffällige Arten, welche in Kombination miteinander auf das Vorhandensein von Rostseggenrasen hinwiesen, sind *Traunsteinera globosa*, *Anemone narcissiflora*, *Crepis bocconeii* und *Pedicularis foliosa*. In den vier Vegetationsaufnahmen wurden insgesamt 97 Taxa gefunden. Neben *Carex ferruginea*, wurden auch weniger spezifische Arten wie *Festuca rubra* aggr., *Briza media*, *Centaurea nervosa* und *Polygonum viviparum* in allen Aufnahmen notiert. Die Phytodiversität der vier Aufnahmen ist sehr unterschiedlich: Während Aufnahme 25 und 39 einen ausgesprochen hohen Shannon-Wert haben sind Aufnahmen 4 und 36 wenig divers (siehe Abb. 20). Die Standorte unterscheiden sich neben der Artenzahl auch im Deckungsgrad von *Carex ferruginea* (bei Aufnahme 4 und 36: 60-70%, bei Aufnahme 25 und 39: 2% bzw. 30%). Rostseggenrasen vermischen sich an verschiedenen Orten auf der Alp Flix mit Nasswiesen oder Violettschwingelrasen.



**Abbildung 20:** Biodiversität der Rostseggenrasen. Dargestellt sind die Artenzahl, der Shannon-Index und die Evenness der vier Vegetationsaufnahmen.

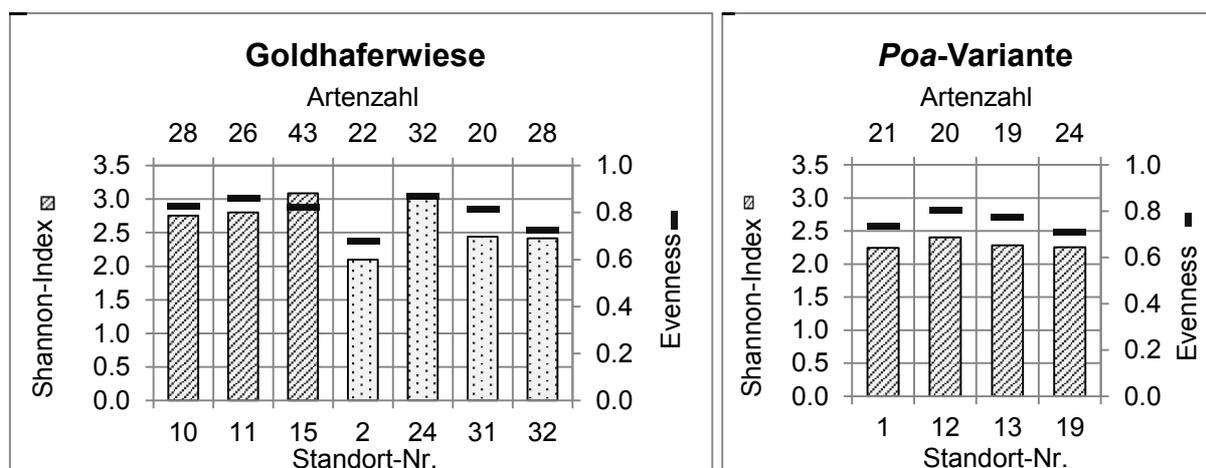
### 3.3.4 Fettwiesen

Fettwiesen kommen sowohl im tiefergelegenen Gebiet rund um Sur (Teilgebiet A), wie auch auf den flachen Gebieten der Flixer Terrasse (Teilgebiet D) vor und erreichen oberhalb von Tgalucas eine Höhenlage von 1700 m ü. M. Sie bilden meist grosse, zusammenhängende, relativ homogene Flächen, was vermutlich durch die einheitliche Nutzung als Mähwiesen bedingt ist. Der Goldhafer (*Trisetum flavescens*) ist im Untersuchungsgebiet eine sehr eindeutige Zeigerart für die Fettwiesen; er kam in allen Aufnahmen der Fettwiesen vor, fehlte aber sonst weitgehend. Zusätzlich konnten die Fettwiesen im Untersuchungsgebiet anhand

ihres höheren und dichteren Wuchses von den subalpinen Rasengesellschaften abgegrenzt werden. Zu Beginn der Arbeit wurde im Teilgebiet A zwischen der eigentlichen Goldhaferwiese und deren *Poa*-Variante unterschieden. Da zwischen diesen beiden Einheiten oft fließende Übergänge und viele Mischformen existieren, war eine Abgrenzung kaum möglich. Die flacheren, etwas stärker genutzten und gedüngten Gebiete waren tendenziell weniger arten- und blumenreich und wurden deshalb als *Poa*-Variante der Goldhaferwiese kartiert. Später, im Teilgebiet D, wurde auf diese Unterscheidung verzichtet und die Goldhaferwiesen einschliesslich der *Poa*-Variante als *Polygono-Trisetetum flavescens* kartiert.

In den sieben Vegetationsaufnahmen zu den **Goldhaferwiesen** (*Polygono-Trisetetum flavescens*) wurden insgesamt 81 Taxa gefunden. In allen Aufnahmen kam neben *Trisetum flavescens* auch *Trifolium pratense* s.l. vor. In sechs der sieben Aufnahmen wurde zusätzlich *Geranium sylvaticum*, *Rhinanthus alectorolophus* und *Rumex alpestris* nachgewiesen. Besonders im Gebiet um Sur spielt *Helictotrichon pubescens* als zweite Grasart neben *Trisetum flavescens* eine wichtige Rolle. Die Goldhaferwiesen in Sur fallen durch sehr hohe Shannon-Index-Werte auf (2.75 - 3.09), während diejenigen im Alpgebiet zwischen 2.1 – 3.0 liegen (siehe Abb. 21). Diese hohen Shannon-Werte bei nicht speziell hoher Artenzahl kommen durch eine grosse Homogenität in der Verteilung der Arten zustande. Die Evenness ist mit einem Durchschnitt von 0.8 die höchste aller untersuchten Vegetationseinheiten.

Auf etwas trockeneren Stellen oder wo *Rhinanthus alectorolophus* dominierte, haben die Goldhaferwiesen auf der Alp Flix oft einen ähnlichen Gesamtaspekt wie blumenreiche Borstgrasrasen. Solange *Nardus stricta* gegenüber *Trisetum flavescens* eine untergeordnete Rolle spielt, wurden die Flächen trotzdem als Goldhaferwiese kartiert. Zum Teil vermischen sich die beiden Einheiten aber so stark, dass eine Unterscheidung nicht mehr möglich ist.



**Abbildung 21:** Links: Biodiversität der Goldhaferwiesen (*Polygono-Trisetetum flavescens*). Schraffiert sind die Daten der Vegetationsaufnahme rund um Sur, gepunktet diejenigen von der Alp Flix. Rechts: Biodiversität der *Poa*-Variante der Goldhaferwiese. Dargestellt sind die Artenzahl, der Shannon-Index und die Evenness der einzelnen Vegetationsaufnahmen.

In der **Poa-Variante der Goldhaferwiese** ist *Trisetum flavescens* weniger dominant, dafür waren in allen Vegetationsaufnahmen *Poa alpina*, *Achillea millefolium* aggr., *Alchemilla xanthochlora* aggr., *Taraxacum officinale* aggr. und *Trifolium pratense* s.l. aspektbildend. Ebenfalls wichtig sind in dieser Vegetationseinheit die Gräser *Poa trivialis* und *Poa pratensis*. Insgesamt wurden in den Aufnahmen der *Poa*-Variante nur 46 verschiedene Taxa gefunden. Die vier Vegetationsaufnahmen der *Poa*-Variante sind sich in ihrer Biodiversität sehr ähnlich. Die Artenzahl und der Shannon-Index aller Aufnahmen der *Poa*-Variante lagen tiefer als in den vergleichbaren Goldhaferwiesen rund um Sur (siehe Abb. 21). Die Evenness ist aber auch in der *Poa*-Variante der Goldhaferwiese überdurchschnittlich hoch.

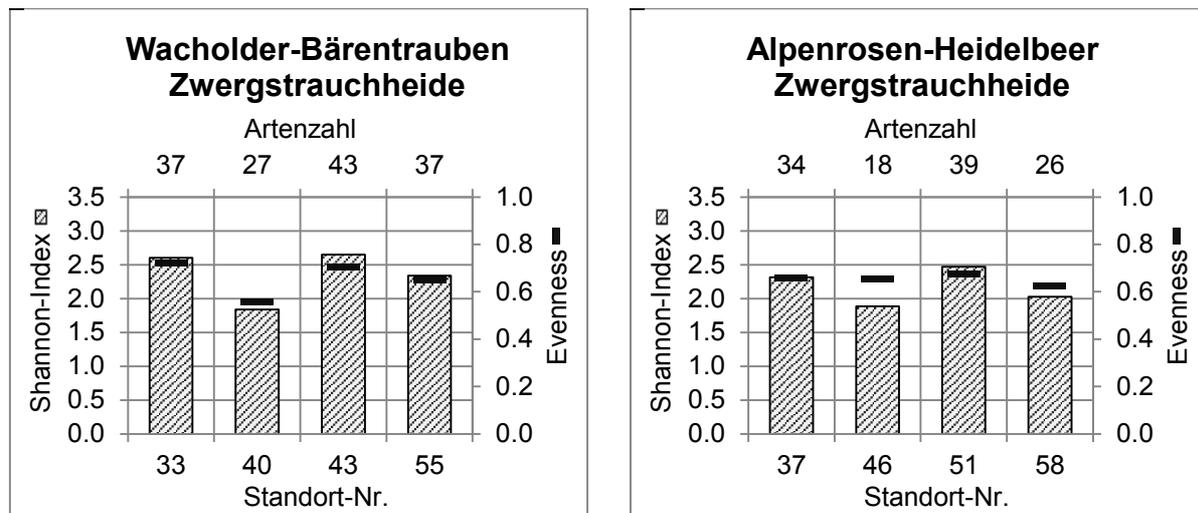
Im Feld wurden sehr unterschiedliche Formen der *Poa*-Variante gefunden: Einige Flächen waren sehr reich an *Rhinanthus alectorolophus*, in anderen dominierten die Nährstoffzeiger *Veratrum album*, *Rumex alpinus* und *R. alpestris* während nochmals andere Gebiete als grasreiche Heuwiesen auffielen.

### 3.3.5 Zwergstrauchheiden

Zwergstrauchheiden spielen im potenziell waldfähigen, durch den Menschen und seinem weidenden Vieh aber waldfrei gehaltenen Gebiet der Alp Flix eine bedeutende Rolle. Sie kommen meist in beweidetem Gebiet vor. Besonders der Zwergwacholder (*Juniperus communis* subsp. *alpina*) profitiert von der Beweidung durch Schonung, da er vom Vieh verschmäht wird. In den stark beweideten Gebieten der Alp Flix dominiert er deshalb grosse Teile der Zwergstrauchheiden, die Bärentraube ist dort eher selten. Die Alpenrosen-Zwergstrauchheide ist auf der Alp Flix weniger häufig und befindet sich mehrheitlich an nach Norden bzw. Nordwesten ausgerichteten Hängen und in Runsen. Oft kommen jedoch in nächster Umgebung sowohl Wacholder und Bärentraube als auch Alpenrose und Heidelbeere vor. Wo keine der Arten wirklich dominierte konnte keine genaue Zuordnung zu einer der Einheiten vorgenommen werden. Zudem vermischen sich die beiden Zwergstrauchheiden sehr oft mit den subalpinen Grasheiden auf Silikat (siehe Kap. 3.2.2).

In den vier Vegetationsaufnahmen der **Wacholder-Bärentrauben-Zwergstrauchheide** (*Junipero-Arctostaphyletum*) kam neben *Juniperus communis* subsp. *alpina* und *Arctostaphylos uva-ursi* immer auch *Anthoxanthum odoratum* aggr., *Vaccinium vitis-idaea*, *Vaccinium gaultherioides* vor. *Agrostis capillaris*, *Helictotrichon versicolor* und *Avenella flexuosa* sind drei Gräser, welche für diese Vegetationseinheit sehr typisch sind. Insgesamt wurden 87 verschiedene Taxa gefunden. Die Phytodiversität der einzelnen Aufnahmen ist recht unterschiedlich (siehe Abb. 22). So kommen Shannon-Index-Werte zwischen 1.84 und 2.65 vor (Mittelwert: 2.36). Die Evenness ist mit durchschnittlich 0.66 nicht besonders hoch, meist dominieren wenige Zwergstraucharten. Trotzdem war es immer wieder erstaunlich, wie

viele Arten in den, auf den ersten Blick nur aus Zwergsträuchern bestehenden Gebieten gefunden werden konnten.



**Abbildung 22:** Links: Biodiversität der Wacholder-Bärentrauben-Zwergstrauchheide (Junipero-Arctostaphyletum). Rechts: Biodiversität der Alpenrosen-Heidelbeer-Zwergstrauchheiden (Rhododendro-Vaccinietum). Dargestellt sind die Artenzahl, der Shannon-Index und die Evenness der vier Vegetationsaufnahmen.

Die Vegetationsaufnahmen der **Alpenrosen-Heidelbeer-Zwergstrauchheide** (Rhododendro-Vaccinietum) weisen allgemein tiefere Shannon-Indizes auf, der durchschnittliche Wert liegt bei 2.17 (siehe Abb. 22). Insgesamt wurden in den vier Aufnahmen 62 verschiedene Taxa gefunden. Immer vorhanden war nebst *Rhododendron ferrugineum* und *Vaccinium myrtillus* auch *Vaccinium gaultherioides*, *Helictotrichon versicolor*, *Luzula sylvatica* aggr., *Avenella flexuosa* und *Homogyne alpina*.

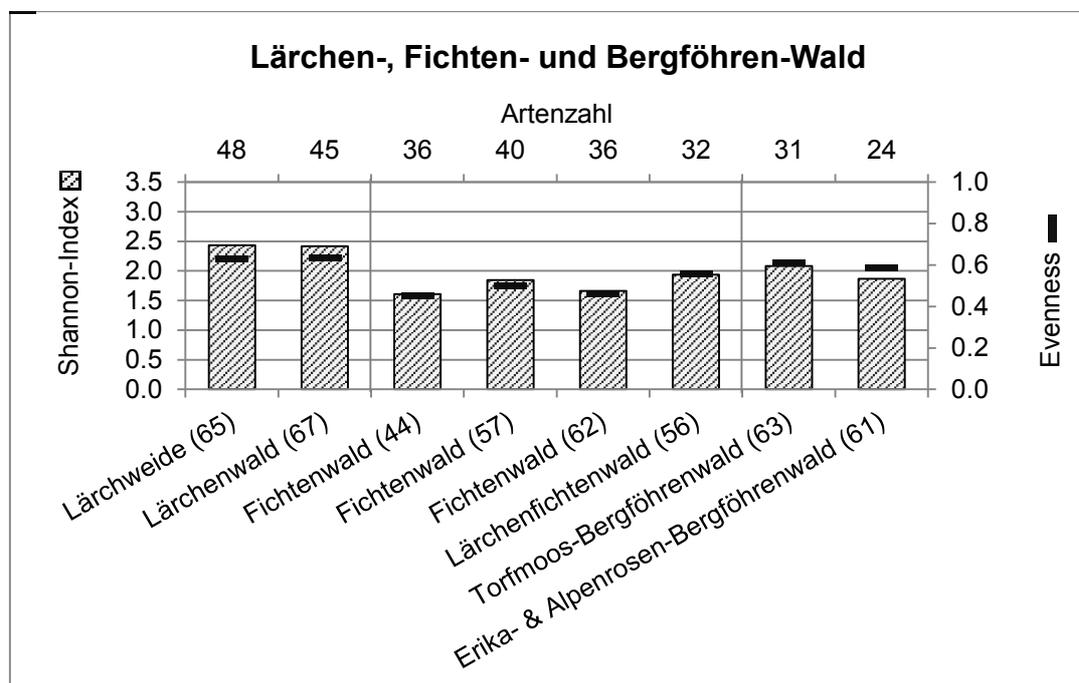
Um der Zunahme der Verheidung auf der Alp Flix entgegenzuwirken wird die Zwergstrauchheide auf der Alp Flix stellenweise **gerodet**. So werden einige Flächen rund um Tgalucas absichtlich sehr stark durch Pferde beweidet, um die Zwergsträucher und insbesondere den Zwergwacholder zurückzudrängen. Um das Aufkommen von Rasengesellschaften auf dem freigewordenen Boden zu fördern, wird das Vieh in diesen Gebieten zusätzlich mit Heu gefüttert, wodurch Gras- und Blumensamen eingetragen werden (mündliche Information von Alfons Cotti, 29.6.2015). Andere mit Zwergsträuchern bewachsene Flächen werden aus demselben Grund regelmässig gemäht.

### 3.3.6 Wälder

Der weitaus grösste Teil des Waldes (61% der Waldfläche) im Untersuchungsgebiet ist **Fichtenwald** (Vaccinio-Piceetum). Diese Vegetationseinheit wurde nicht weiter unterteilt, obwohl im Untersuchungsgebiet verschiedene Subassoziationen und Assoziationen vorhanden sind. In gewissen Gebieten ist der Wald so dicht, dass kaum Unterwuchs vorhanden ist, während an anderen Stellen Zwergsträucher, Hochstauden oder dichte Grasbestände vorkommen. Folgende Taxa wurden neben *Picea abies* und *Vaccinium*

*myrtilus* in allen drei Vegetationsaufnahmen gefunden und können somit als typisch für diese Einheit bezeichnet werden: *Vaccinium vitis-idaea*, *Anthoxanthum odoratum* aggr., *Luzula sylvatica* aggr., *Campanula barbata*, *Hieracium murorum*, *Homogyne alpina*, *Melampyrum sylvaticum*, *Oxalis acetosella* und *Solidago virgaurea* s.l. Der Shannonwert dieser Vegetationsaufnahmen liegt recht tief, bei 1.61 bis 1.84 (siehe Abb. 23). Auch die Evenness ist mit durchschnittlich 0.47 die tiefste aller hier beschriebenen Vegetationseinheiten.

Als Fichtenwald wurden auch all jene Waldbestände kartiert, die aus einer regellosen Kombination von Fichten, Lärchen, Bergföhren, Grünerlen und Zwergsträuchern bestehen. Ein typisches Beispiel hierfür ist die Waldfläche zwischen den Lais Blos und Loc Dafora.



**Abbildung 23:** Biodiversität der verschiedenen Wald-Aufnahmen. Dargestellt sind die Artenzahl, der Shannon-Index und die Evenness der einzelnen Vegetationsaufnahmen (mit Standort-Nr.).

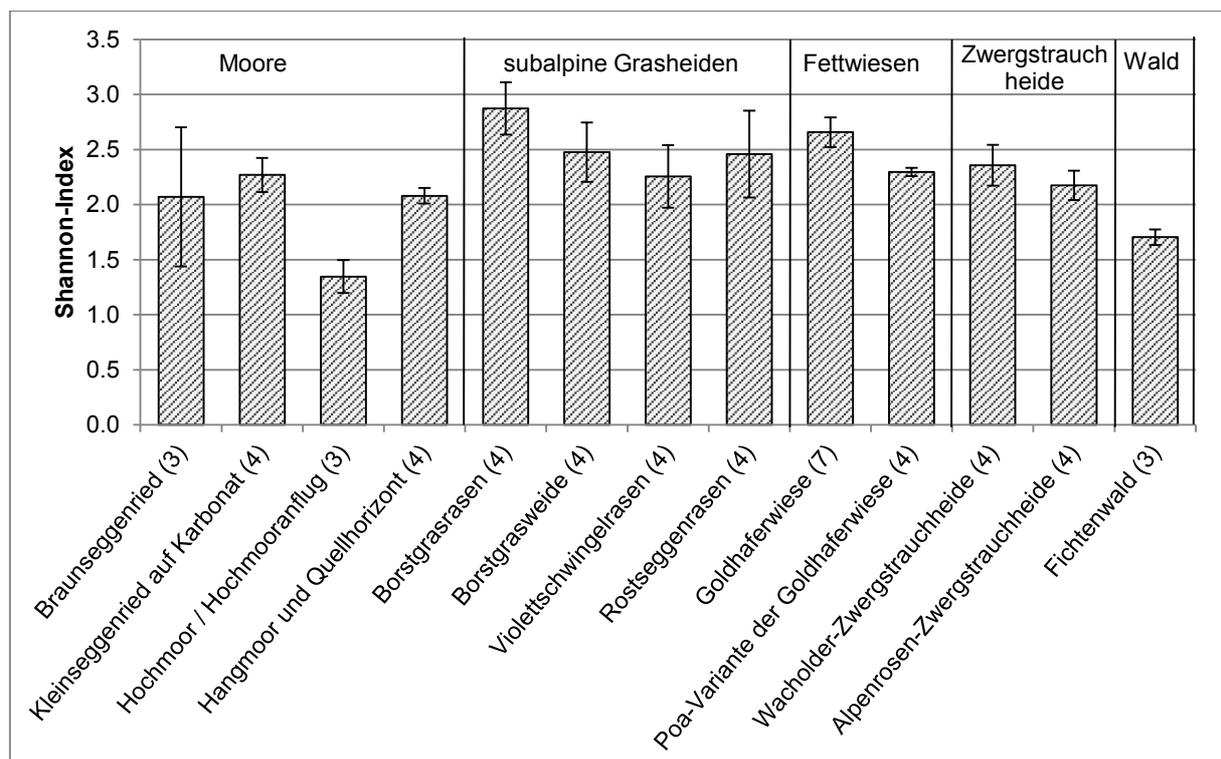
**Lärchweiden** kommen rund um das Dorf Sur vor und werden zu einem grossen Teil immer noch von Pferden, Schafen und vereinzelt auch von Kühen beweidet. Sie bilden sehr lichte Bestände mit vielfältigem Unterwuchs. **Lärchenwald** kommt vor allem auf den sehr steilen, südexponierten Gebieten nördlich von Sur vor. Der Wald wird hier von Felsbändern und Serpentin-Schuttkegeln durchzogen. Die beiden Vegetationsaufnahmen von Lärchweide und Lärchenwald weisen einen deutlich höheren Shannon-Index auf, als die Fichtenwald-aufnahmen (siehe Abb. 23).

**Torfmoos-Bergföhrenwälder** (*Sphagno-Pinetum montanae*) sind auf der Alp Flix selten. Sie kommen nur im Moorgebiet von Piz d'Umblei/Vanastg Dafora und am Lai Neir vor. Hier sind die Bergföhren nur wenige Meter hoch, darunter befindet sich eine dicke Schicht Torfmoos und andere Hochmoorpflanzen. **Erika- und Alpenrosen-Bergföhrenwälder** (*Erico-Pinetum*

montanae und *Rhododendro ferruginei*-Pinetum montanae) kommen auf der Alp Flix ausschliesslich im Gebiet von Grubba vor. Oberhalb von Grubba besiedeln Bergföhren die sehr steilen, mit Lockergestein übersäten Hänge, darunter die feuchten Gebiete. Diese beiden Wald-Typen sind sehr wild und scheinen nicht anthropogen genutzt zu werden. Der Shannon-Index der beiden Bergföhrenwald-Aufnahmen liegt bei ca. 2 (siehe Abb. 23).

### 3.4 Phytodiversität der Vegetationseinheiten im Vergleich

Um Unterschiede in der Phytodiversität der verschiedenen Vegetationseinheiten zu ermitteln, wurde bei jenen Einheiten, von denen mehrere Vegetationsaufnahmen vorhanden sind, die Mittelwerte des Shannon-Index verglichen (siehe Abb. 24). Die Vegetationseinheit Hochmoor/Hochmooranflug weist die mit Abstand tiefste Phytodiversität ( $1.35 \pm 0.15$ ) auf (Mittelwert  $\pm$  Standardfehler). Ebenfalls einen tiefen Shannon-Index hat der Fichtenwald ( $1.7 \pm 0.07$ ). Die höchste Phytodiversität haben die Borstgrasrasen ( $2.87 \pm 0.24$ ) gefolgt von den Goldhaferwiesen ( $2.66 \pm 0.13$ ).



**Abbildung 24:** Shannon-Index der verschiedenen Vegetationseinheiten im Vergleich. Dargestellt sind die Mittelwerte und der Standardfehler der einzelnen Vegetationseinheiten, in Klammer steht jeweils die Stichprobengrösse, aus der der Mittelwert berechnet wurde.

Da die Stichprobengrösse nicht in allen Vegetationsaufnahmen gleich, allgemein aber sehr klein ist, und weil die Werte innerhalb der einzelnen Einheiten oft stark gestreut sind, wurde auf den statistischen Vergleich dieser Mittelwerte verzichtet.

Werden die einzelnen Vegetationseinheiten, wie in Abbildung 24 ersichtlich, zu grösseren Gruppen (Moore, subalpine Grasheiden, Fettwiesen, Zwergstrauchheiden und Wälder)

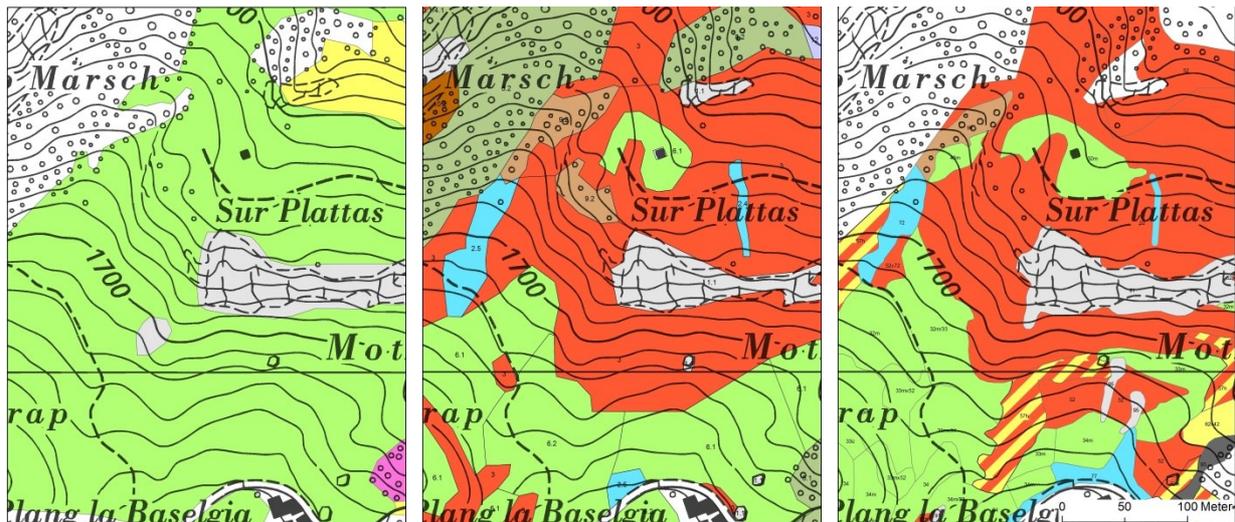
zusammengefasst, ist ein Vergleich der Mittelwerte mittels t-Test möglich und sinnvoll. Zur Gruppe „Moore“ wurden nicht nur die in Abbildung 24 sichtbaren, sondern alle in Abbildung 16 und 17 dargestellten Vegetationsaufnahmen gezählt, zu derjenigen der „Wälder“, alle Aufnahmen der Abbildung 24. Die Ergebnisse des statistischen Vergleichs der Mittelwerte (siehe Anhang D) zeigen folgendes Bild:

Moore haben eine signifikant ( $p < 0.05$ ) tiefere Phytodiversität ( $1.85 \pm 0.16$ ) als subalpine Grasheiden, Fettwiesen und Zwergstrauchheiden. Unterschiede zwischen den Mittelwerten der subalpinen Grasheiden ( $2.54 \pm 0.16$ ), Fettwiesen ( $2.53 \pm 0.10$ ) und Zwergstrauchheiden ( $2.27 \pm 0.11$ ) sind nicht signifikant. Der Mittelwert des Shannon-Index der Wälder ( $1.98 \pm 0.11$ ) ist signifikant tiefer als derjenige der subalpinen Rasen und Fettwiesen. Unterschiede zwischen den Mittelwerten von Wald und Moor, sowie von Wald und Zwergstrauchheide sind nicht signifikant.

Auf der Suche nach räumlichen Hotspots der Pflanzenvielfalt wurde eine Karte mit der Phytodiversität ( $H_s$ ) aller Vegetationsaufnahmen erstellt (siehe Anhang E). Diese Phytodiversitätskarte zeigt kein erkennbares räumliches Muster in der Verteilung der verschiedenen Phytodiversitätsklassen. Vegetationsaufnahmen mit besonders hoher Diversität ( $H_s > 2.76$ ) sind über die gesamte Fläche verteilt, was darauf hindeutet, dass das ganze Untersuchungsgebiet botanisch gesehen sehr interessant ist.

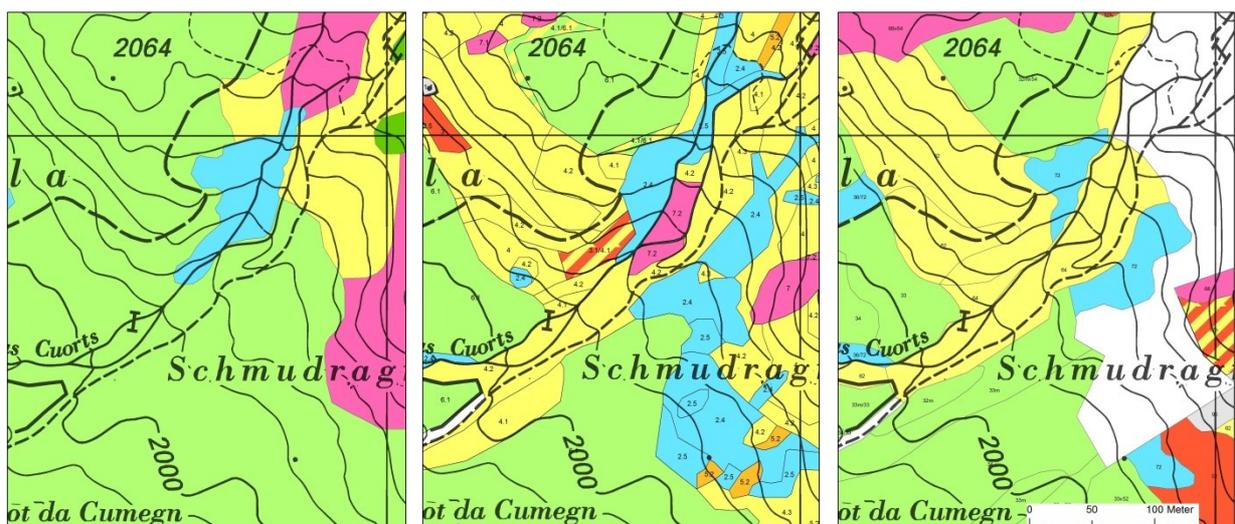
### 3.5 Vergleich der neuen mit den älteren Vegetationskarten

Ein Vergleich der in dieser Arbeit neu entstandenen Vegetationskarte der Alp Flix mit der bereits früher von ACHERMANN & HARTWIG (2003) und von WEIDMANN (2005) erstellten Vegetationskarten (vgl. Kapitel 1.4) ist interessant. Es sind erstaunlich grosse Abweichungen der neuen Karte von derjenigen von ACHERMANN & HARTWIG (2003) und eine gute Übereinstimmung mit der Karte von WEIDMANN (2005) zu erkennen. Zur Veranschaulichung der Unterschiede zwischen den erwähnten drei Vegetationskarten wurden zwei Gebiete mit besonders grossen Diskrepanzen ausgewählt. Die jeweiligen Kartenausschnitte sind in Abbildung 25 und 26 gegenübergestellt und werden im Folgenden verglichen. Besonders auffällig ist, dass sowohl in Sur Plattas wie auch in Schmudragh die Karte von ACHERMANN & HARTWIG (2003) viel weniger fein strukturiert ist, als die anderen beiden Vegetationskarten. Es existieren weniger Einzelflächen; kleine Gebiete (z.B. Moore) wurden nicht ausgeschieden. Die Karte von WEIDMANN (2005) weist vor allem im Gebiet von Sur Plattas (siehe Abb. 25) sehr grosse Parallelen zu der neuen Vegetationskarte auf. Zum Teil unterscheiden sich zwar die Flächenformen und die Zuteilung zu der Vegetationseinheit etwas, mehrheitlich wurden jedoch dieselben Vegetationseinheiten gefunden. Diese beiden Karten stimmen auch darin überein, dass an den Steilhängen bei Sur Plattas Trockenwiesen und nicht wie von ACHERMANN & HARTWIG (2003) kartiert Goldhaferwiesen wachsen.



**Abbildung 25:** Vergleich der Vegetationskarten am Beispiel des Gebietes Sur Plattas, nördlich von Sur. Links: ACHERMANN & HARTWIG (2003). Mitte: Die neue Vegetationskarte (2015). Rechts: WEIDMANN (2005). Die Farbgebung der älteren Karten wurde zur besseren Vergleichbarkeit derjenigen der neuen Vegetationskarte angepasst (Legende siehe Tabelle 5, S. 46). Weiss bedeutet nicht kartiert, grün schraffiert ist nicht kartierte Waldfläche, dunkelgrau steht für Rutsche und Rufen.

Im Gebiet von Schmutdragn (siehe Abb. 26) fehlt bei ACHERMANN & HARTWIG (2003) das grosse Moor im südöstlichen Teil der Karte. Die Goldhaferwiesen ziehen sich weit in das Gebiet hinein, welches in der neuen Vegetationskarte als subalpine Grasheide auf Silikat und von WEIDMANN (2005) als Magerweide kartiert wurde. Bei Weidmann sind in diesem Gebiet nicht alle Flächen kartiert worden (weisse Flecken). Bei Schmutdragn gibt es zwischen der neuen Karte und derjenigen von WEIDMANN (2005) bei der Einteilung von Trockenwiesen und subalpinen Grasheiden grössere Diskrepanzen. Hier handelt es sich mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht um eine Veränderung der Vegetation über diese relativ kurze Zeit, sondern um leichte Differenzen in der Methode und den verwendeten Kartiereinheiten.



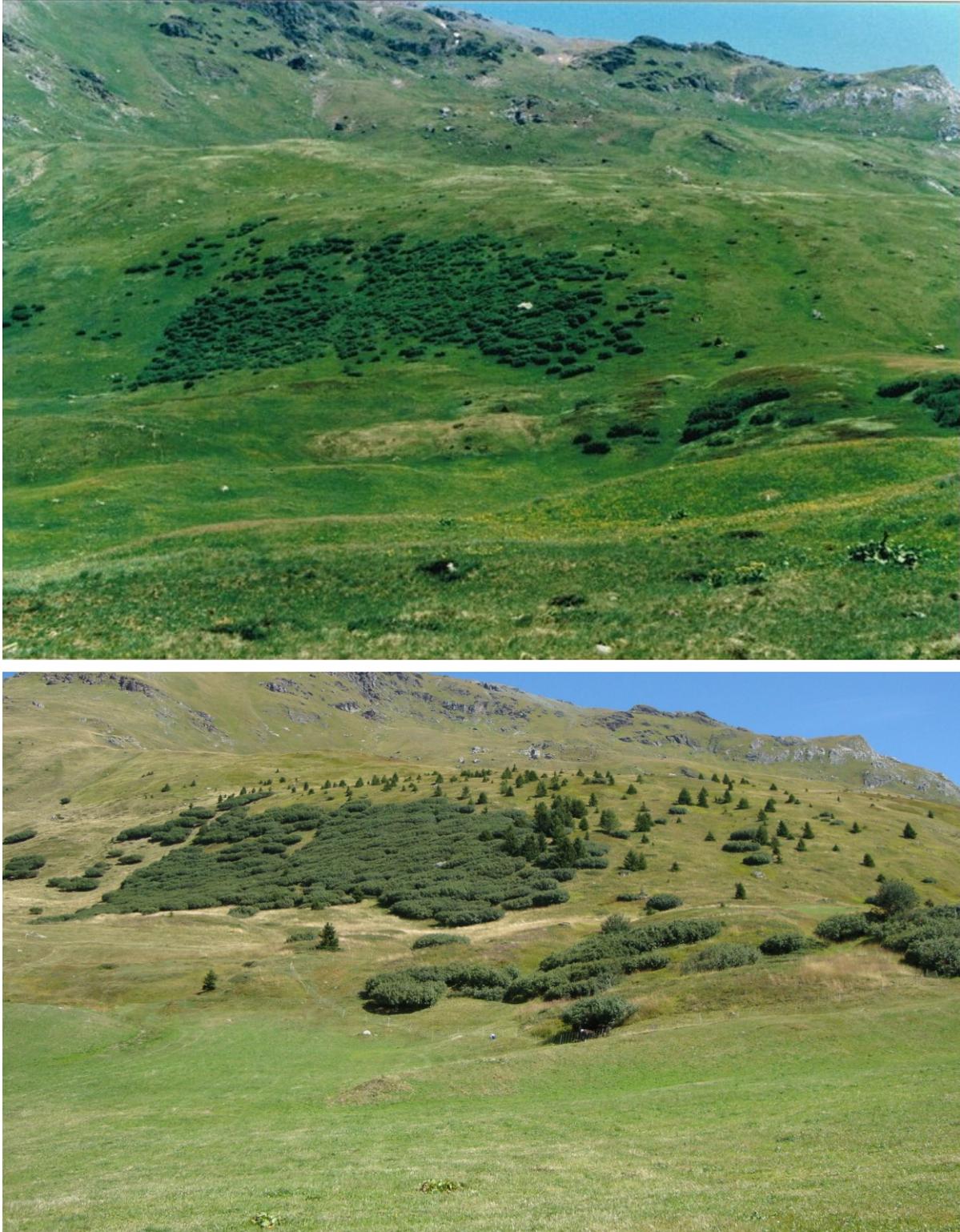
**Abbildung 26:** Vergleich der Vegetationskarten am Beispiel des Gebietes Schmutdragn, oberhalb Tgalucas. Links: ACHERMANN & HARTWIG (2003). Mitte: Die neue Vegetationskarte (2015). Rechts: WEIDMANN (2005). Die Farbgebung der älteren Karten wurde zur besseren Vergleichbarkeit derjenigen der aktuellen Vegetationskarte angepasst (Legende siehe Tabelle 5, S. 46). Weisse Gebiete wurden nicht kartiert.

Allgemein kann gesagt werden, dass die Vegetationskarte von ACHERMANN & HARTWIG (2003) viel weniger kleinräumig kartiert ist als die neue Vegetationskarte. Vermutlich wurde aufgrund eines knapperen Zeitbudgets das Gelände deutlich weniger systematisch begangen und somit viele Feinheiten übersehen. Die Rostseggenrasen, eine spezielle und auf der Alp Flix sehr auffällige Pflanzengesellschaft fehlen auf dieser Karte vollständig. Besonders im Teilgebiet E (Benennung gemäss Abb. 14) wurden grosse Flächen fehlerhaft kartiert. So sind die meisten in diesem Gebiet kartierten Goldhaferwiesen mit Sicherheit keine Goldhaferwiesen, da für diese Einheit wichtigen Arten wie *Trisetum flavescens*, *Polygonum bistorta* durch *Nardus stricta* bzw. durch *Festuca violacea* ersetzt sind. Diese Flächen wurden auf der neuen Vegetationskarte je nach Artenzusammensetzung als verschiedene Typen der subalpinen Grasheide dokumentiert. Die bei ACHERMANN & HARTWIG (2003) kartierte Kalkarme Quellflur südwestlich von Salategnas konnte auch bei mehrmaligem Aufsuchen des steilen Geländes nicht gefunden werden und wurde neu als Grünerlengebüsch bzw. Bergföhrenwald kartiert. Das schön ausgebildete Hochmoor in der Ebene von Son Roc wurde in der Karte von ACHERMANN & HARTWIG (2003) als Kalk-Kleinseggenried kartiert, während die ganze waldfreie Fläche beim Lai Neir als Hochmoor kartiert wurde. Andere weniger extreme Abweichungen, wie zum Beispiel die Zuteilung zu den verschiedenen Rasen-, Moor- und Zwergstrauchheidetypen, sowie die etwas unterschiedliche Grenzziehung liegen im Rahmen der zu erwartenden Unterschiede bei einer Kartierung eines Gebietes durch unterschiedliche Menschen.

Die Karte von WEIDMANN (2005) stimmt in weiten Teilen mit der neuen Vegetationskarte überein. Der Vergleich der beiden Karten erwies sich jedoch nicht immer als eindeutig, da die Kartiereinheiten bei Weidmann nicht wie bei der aktuellen Arbeit vegetationskundlich-pflanzensoziologische, sondern landwirtschaftlich-nutzungsorientierte Einheiten sind. Besonders bei den Fettwiesen weist WEIDMANN (2005) eine grössere Differenzierung und Präzision auf. Landwirtschaftlich weniger intensiv genutzte, floristisch aber sehr wertvolle Gebiete wurden in dieser Karte nicht berücksichtigt. Aus diesen Gründen sollte für landwirtschaftliche Fragestellungen weiterhin die Karte von WEIDMANN (2005) verwendet werden, während für botanische und naturschutzorientierte Themen die neue Vegetationskarte besser geeignet ist.

### **3.6 Vegetationsentwicklung: Fotovergleich 1986 – 2015**

Der Vergleich der Fotos von EGGER & WALTER (1986) mit den aktuellen Fotos von demselben Standort zeigt beispielhaft, wie sich die Vegetation auf der Alp Flix in den letzten 29 Jahren verändert hat. Im Gebiet von Acla oberhalb Tgalucas sind deutliche Veränderungen im Gehölzbestand sichtbar (siehe Abb. 27). Der grosse Grünerlenbestand in Acla war schon 1986 vorhanden. Die einzelnen Sträucher sind aber deutlich gewachsen, so dass sich der lockere Bestand in den letzten 29 Jahren zu einem fast vollständig geschlossenen Gebüsch entwickelt hat. Besonders im unteren und linken Teil des Bildes ist auch eine Ausdehnung des Grünerlenbestandes in Wiesen- oder Weideflächen hinein zu beobachten. Diese Verdichtung und Ausdehnung des Grünerlenbestandes ist auch oberhalb von Tigias erkennbar (siehe Anhang F1). Deutlich stärker verändert hat sich das Gebiet rechts und oberhalb des Grünerlenbestandes, welches heute von zahlreichen Fichten durchsetzt ist. Diese Bäume waren vor 29 Jahren grösstenteils noch sehr klein oder nicht existent. Das starke Wachstum und die zunehmende Verbreitung von Fichten oberhalb der aktuellen Waldgrenze ist durch den Fotovergleich an vielen Stellen auf der Alp Flix belegt. Weitere Beispiele dafür befinden sich in Anhang F2-F4. Oberhalb des heutigen Parkplatz Vanastg (siehe Foto im Anhang F2) ist aber neben dem Schliessen des Waldes im hinteren Teil des Fotos auch der gegenläufige Trend sichtbar. Im vorderen Teil des Fotos wurden die 1986 vorhandenen jungen Fichten offensichtlich erfolgreich entfernt.



**Abbildung 27:** Fotovergleich des Gebietes Acla oberhalb Tgalucas (Aufnahme-Standort: 769°792/155'448)  
Foto oben: EGGER & WALTER (1986). Foto unten: C. Achermann (2015).

Der Vergleich der Fotos in Anhang F1 zeigt, dass sich die Erosionsflächen in den letzten 29 Jahren kaum verändert haben. Es hat noch keine, aus Distanz sichtbare Wiederbesiedlung der Rutschflächen durch die Vegetation stattgefunden. Auch die von EGGER & WALTER (1986) beschriebenen und in Anhang F3 sichtbaren Viehgangeln blieben über die Jahre hinweg nahezu unverändert.

## 4 Diskussion

Zu den in der Einleitung formulierten Fragen können auf der Basis der oben präsentierten Resultate einige zusammenfassende Aussagen gemacht werden, die in den folgenden Kapiteln erläutert werden.

Auf die zentrale Frage, in welche Lebensräume die Alp Flix gegliedert werden kann, gibt die im Rahmen dieser Arbeit entstandene Vegetationskarte eine detaillierte Antwort. Es fällt auf, dass das Untersuchungsgebiet sehr kleinräumig strukturiert ist und eine grosse Vielfalt an Lebensräumen auf kleiner Fläche aufweist. Mögliche Ursachen für diese Habitatsvielfalt und für die auf der Karte erkennbaren Muster werden in Kap. 4.1 diskutiert.

Ein weiterer wichtiger Teil dieser Arbeit war, die Artenzusammensetzung und die Vielfalt an Farn- und Blütenpflanzen der verschiedenen Vegetationseinheiten zu beschreiben. Bei den Vegetationsaufnahmen auf der Alp Flix konnten 334 Pflanzen-Taxa nachgewiesen werden. 15 der im Untersuchungsgebiet gefundenen Arten befinden sich auf der Roten Liste. Gründe für diese relativ tiefen Zahlen werden in Kap. 4.2 diskutiert. Den eigentlichen Biodiversitätshotspot der Alp Flix stellen die Borstgrasrasen dar, während die verschiedenen Moortypen und Wälder eine tiefere Phytodiversität aufweisen. Mögliche Erklärungen für diese Unterschiede in der Pflanzenvielfalt sowie ein Vergleich mit Daten aus anderen Regionen der Alpen sind in Kap. 4.3 zu finden.

Das Vegetationsmuster auf der Alp Flix ist das Resultat von jahrhundertelanger landwirtschaftlicher Nutzung. Um die vorhandene Vielfalt zu erhalten ist es wichtig, eine angemessene Bewirtschaftung beizubehalten und in gewissen Bereichen den Schutz zu forcieren (siehe Kap. 4.5).

### 4.1 Vegetationskarte

Das primäre Ziel dieser Masterarbeit ist die Erstellung einer detaillierten Vegetationskarte der Alp Flix. Diese Vegetationskarte zeigt nun ein kleinräumig strukturiertes Vegetationsmosaik, in welchem klare Muster erkennbar sind: Die relativ flachen Gebiete rund um Sur sowie auf der Terrasse der Alp Flix sind Fettwiesen, vorwiegend Goldhaferwiesen. Die Steilstufe zwischen Sur und der Alp Flix ist mehrheitlich bewaldet. Im oberen Waldgrenzbereich wechseln sich Zwergstrauchheiden, Borstgrasweiden und Moore ab. Oberhalb der Flixer Terrasse sind subalpine und alpine Grasheide auf Silikat, Zwergstrauchheiden und Hangmoore eng ineinander verflochten. Das ganze Untersuchungsgebiet ist durchsetzt von unterschiedlichen Moortypen. Im Folgenden werden mögliche Gründe und Erklärungen für die kleinräumige Struktur sowie das lokale Vorkommen der einzelnen Vegetationseinheiten erläutert.

#### 4.1.1 Räumliche Verteilung der verschiedenen Waldgesellschaften

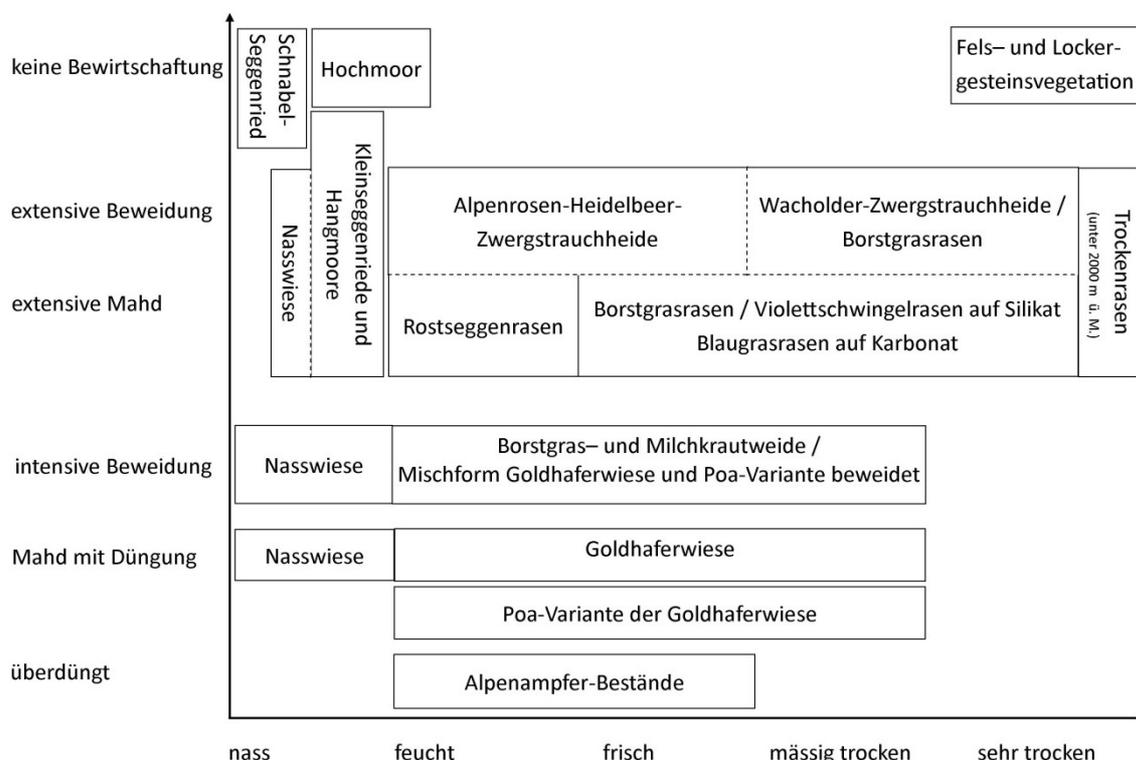
Das Untersuchungsgebiet wäre natürlicherweise mit Ausnahme von einigen zu nassen und zu felsigen Stellen mit subalpinem Nadelwald bedeckt (WILDERMUTH & KNAPP 1998). Durch den Einfluss des Menschen wurde der Wald auf die steilen, unwegsamen und weniger ertragreichen Gebiete zurückgedrängt. Dieses Phänomen ist in den Alpen oft zu erkennen (LANDOLT 2003). Der Wald und im Besonderen der Fichtenwald ist aber im Untersuchungsgebiet immer noch die flächenmässig umfangreichste Vegetationseinheit.

In der subalpinen Stufe ist die **Fichte** die dominante Baumart (OTT et al. 1997). Die **Lärche** ist stärker lichtbedürftig als die Fichte (LANDOLT et al. 2010) und spielt daher eine wichtige Rolle als Pionierbaumart (OTT et al. 1997). Längerfristig konkurrenzfähig ist sie aber nur an sehr trockenen, sauren Standorten, an denen die Bodenbildung nicht weit fortgeschritten ist. Diese eingeschränkte realisierte Nische, bedingt durch Konkurrenzschwäche gegenüber der Fichte erklärt, weshalb reine Lärchenwälder im Untersuchungsgebiet vorwiegend an sehr steilen, felsigen oder instabilen und oft südexponierten Lagen zu finden sind. Das Vorkommen von Lärchweiden in Dorfnähe ist das Ergebnis jahrhundertelanger anthropogener Nutzung. Die Fichten wurden gezielt entfernt, so dass lichte Lärchenwälder mit gutem Bauholz entstanden, die als Viehweiden genutzt werden konnten (siehe Kap. 1.5). Auf der Vegetationskarte ist zusätzlich eine deutliche Abfolge von Lärchen-Fichtenwald zu reinem Fichtenwald mit zunehmender Höhe zu sehen. Auch bei den kartierten Einzelbäumen ist diese Abfolge von Lärchen in tieferen zu Fichten in höheren Lagen zu erkennen. Dies ist erstaunlich, da auf dieser Höhe grundsätzlich beide Arten vorkommen können (BURGA & PERRET 1998) und die Lärche normalerweise die Fichte gegen oben hin ablöst (DELARZE & GONSETH 2008). Eine plausible Erklärung, welche auch vom Revierförster Pascal Murbach (Mail vom 2.3.2016) gestützt wird, hängt ebenfalls mit der ehemaligen Waldnutzung zusammen. Es ist möglich, dass die heute vorhandenen Lärchen-Fichtenwälder durch absichtliches Entfernen der Fichten und deren Nutzung als Brennholz entstanden. Dadurch wurden die Lärchen gefördert und der Wald konnte als Weide genutzt werden. In den weiter vom Dorf entfernten, weniger gut zugänglichen, höher gelegenen Gebieten war der Einfluss durch den Menschen vermutlich geringer, so dass die Lärchen keinen Licht-Konkurrenzvorteil gegenüber der Fichte hatten. Gemäss dieser Hypothese könnte aber auch im Gebiet der oberen Waldgrenze Lärchen-Fichtenwald erwartet werden, da dort Waldweide und Holznutzung genauso möglich gewesen wären. Ein möglicher Grund für das Fehlen von Lärchen-Einzelbäumen auf der Alp Flix, wo auch die Fichten noch relativ jung sind, könnte im stärkeren Einfluss des Wildes liegen. Die Lärche wird durch Wild stärker geschädigt als die Fichte und in den letzten Jahrzehnten sind die Wildbestände in Graubünden deutlich gestiegen (BAFU 2015d). Es könnte also sein, dass die Lärchenverjüngung im Alpggebiet deshalb ausbleibt. Die Klärung der hier beschriebenen Hypothesen bedürfte aber einer eingehenden Untersuchung des beschriebenen Phänomens.

Dass **Bergföhrenwälder** auf der Alp Flix nur an wenigen Sonderstandorten gefunden wurden, stimmt gut mit der in der Literatur beschriebenen Verbreitung überein: Föhren zeigen einen starken Pioniercharakter, sie sind lichtbedürftig, können Rohböden schnell besiedeln und haben ein rasches Jugendwachstum. Gegenüber Konkurrenz sind sie aber nicht tolerant. Deshalb existieren ausdauernde Bergföhrenwälder vorwiegend auf extrem flachgründigen, skelettreichen und dadurch häufig austrocknenden Standorten oder aber auf völlig durchnässten Standorten und zum Teil sogar in Hochmooren, wo die Bäume auf rein organischem Boden wachsen (OTT et al. 1997, BURGA & PERRET 1998). Genau dieses Verbreitungsmuster ist auf der Alp Flix zu beobachten.

#### 4.1.2 Räumliche Struktur der Offenlandvegetation

In den Gebieten, welche besser zugänglich sind und mehr Ertrag versprochen, wurde der Wald vom Menschen gerodet. Je nach Art und Intensität der Bewirtschaftung entstanden, unter Einfluss der geologischen und geomorphologischen Gegebenheiten sowie der lokalen Unterschiede in Wasser- und Nährstoffvorkommen, die aktuellen Vegetationseinheiten. Einen Überblick, unter welchen Bedingungen auf der Alp Flix welche Offenlands-Vegetationseinheiten zu erwarten sind, vermittelt Abbildung 28.



**Abbildung 28:** Vegetationseinheiten des Offenlandes der Alp Flix, geordnet nach Bewirtschaftungsintensität und Bodenfeuchte.

Die Intensität der Bewirtschaftung scheint auf der Alp Flix der wichtigste Faktor für die Ausbildung der verschiedenen Wiesen- und Weidegesellschaften zu sein. Diese zentrale Rolle der Bewirtschaftungsintensität betonen auch MAYER et al. (2012) im grossangelegten Forschungsprojekt in Obergurgl (Ötztal). Die Bewirtschaftungsintensität hängt ihrerseits sehr

direkt mit der Steilheit des Geländes sowie mit den Bodenbedingungen zusammen. NIEDRIST et al. (2009) kommen zum Schluss, dass die Steilheit des Geländes der wichtigste Faktor ist, welcher die Bewirtschaftungsintensität beeinflusst und somit indirekt Auswirkungen auf die Artenzusammensetzung und Artenvielfalt hat. Diese Erkenntnis stimmt mit einem zentralen, auf der Vegetationskarte der Alp Flix erkennbaren Muster überein: Das Vegetationsmosaik ist stark von der Steilheit des Geländes abhängig.

Ein weiterer möglicher Grund für die grosse Vielfalt an Lebensräumen im Untersuchungsgebiet ist neben den oben beschriebenen Unterschieden in der Landnutzung und den naturräumlichen Gegebenheiten auch die rätoromanische kulturelle Tradition. In der rätoromanischen Berglandwirtschaft waren die Betriebszweige Ackerbau und Viehwirtschaft anders als in der viehzuchtorientierten germanisch-alemannischen und Walser-Tradition gleich stark ausgeprägt (STÖCKLIN et al. 2007). Deshalb wurden vielerorts Ackerterrassen angelegt, welche zum Beispiel in der Umgebung von Sur heute noch erkennbar sind. Da bei der romanischen Erbteilung alle Kinder gleichberechtigt sein sollten (Realteilung), entstanden sehr kleinräumige Eigentumsverhältnisse. So sind in den traditionell romanisch geprägten Gebieten mehr verschiedene Landnutzungstypen auf kleinem Raum zu finden als in germanisch-alemannischen oder Walser Gemeinden (WEYAND 2005). Der romanische Einfluss auf die Landschaftsdiversität ist auch auf der ursprünglich von Walsern bewohnten Alp Flix zu erkennen, wo heute eine sehr kleinräumige Parzellierung der Flächen vorhanden ist. Die flachen Gebiete, insbesondere in Siedlungsnähe, eignen sich gut für Düngung und Mahd. Dadurch werden angepasste Wiesenpflanzen mit gutem Regenerations- und Ausbreitungsvermögen gefördert (DELARZE & GONSETH 2008). So entstanden im Laufe der Zeit auf der Alp Flix dicht geschlossene, kräuterreiche **Fettwiesen**. Die häufigen Arten dieser Vegetationseinheit (z.B. *Trisetum flavescens* und *Trifolium pratense*) sind überwiegend Hemikryptophyten und weisen eine gute Mahdverträglichkeit auf (LANDOLT et al. 2010). Das Vorkommen der Goldhaferwiese oberhalb Cuorts auf 2070 m ü. M. ist erstaunlich, da in dieser Höhe nur noch selten Bergfettwiesen anzutreffen sind. DELARZE & GONSETH (2008) erwähnen, dass Goldhaferwiesen in den Zentralalpen bis auf 2000 m ü. M. gefunden werden können, BRAUN-BLANQUET (1948-1949) beschreibt einzelne Vorkommen von Goldhaferwiesen im Avers und im Oberengadin bis auf 2100 m.

In den steileren Lagen ist das Ausbringen von Stalldünger nicht mehr in grösserem Ausmass möglich. Es entwickelten sich **subalpine und alpine Rasengesellschaften**, auf der Alp Flix vorwiegend Borstgras- und Violettschwingelrasen. Blaugrasrasen und Rostseggenrasen sind wesentlich seltener, da der Untergrund mehrheitlich aus Silikatgestein besteht. Diese steilen Hänge wurden traditionellerweise alle zwei Jahre zur Gewinnung von Wildheu genutzt. Dadurch konnte zusätzliches Futter für das Vieh gewonnen und gegen Erd- und Schneerutsche (Blaikenbildung) vorgebeugt werden. Heute wird die Wildheugewinnung finanziell

unterstützt, um diese wertvollen, artenreichen Wiesen zu erhalten und vor Verbuschung zu schützen (BAFU 2006). Das Caricetum curvulae und das Festucetum variae, zwei weitere typische subalpine und alpine Rasengesellschaften auf Silikat, welche zum Beispiel im Oberengadin häufig sind (BURGA et al. 2010), fehlen im Untersuchungsgebiet vollständig. Dies hängt vermutlich mit der tieferen Lage des Untersuchungsgebietes Alp Flix (Obergrenze 2100 m ü. M.) und im Fall des Festucetum variae mit der pflanzengeographischen Situation zusammen. Es wäre interessant herauszufinden, ob diese beiden Vegetationseinheiten in den höheren Lagen über der Alp Flix, im eigentlichen alpinen Gebiet, zu finden sind.

In nicht mehr regelmässig gemähten Wiesen, sowie in den Weiden sind auf der Alp Flix ausgedehnte **Zwergstrauchheiden** zu finden. Diese Vegetationseinheit ist typisch für Gebiete im Waldgrenzbereich, stellen die Zwergstrauchheiden doch von der Pflanzengarnitur her den typischen Unterwuchs der angrenzenden subalpinen Wälder dar. Insbesondere das Wollige Reitgras (*Calamagrostis villosa*) ist eigentlich eine typische säurezeigende Nadelwaldpflanze (LANDOLT et al. 2010), durch deren häufiges Vorkommen im Offenland der Beginn einer Wiederbewaldung frühzeitig erkannt werden kann. Extensive Beweidung fördert gemäss LANDOLT (2003) und NAGL (2009) Zwergstrauchheiden, da das Wiederaufkommen von Wald verhindert wird, während die giftigen (Alpenrose), stacheligen (Zwergwacholder) oder ledrigen Blätter der Zwergsträucher vom Vieh gemieden werden (LANDOLT 2003). Das auf der Alp Flix oft erkennbare Muster von Zwergwacholder-Bärentrauben-Zwergstrauchheide an steilen, warmen Süd- und Westhängen und Alpenrosen-Heidelbeer-Zwergstrauchheide an feuchten Nordhängen ist auch bei LANDOLT (2003) beschrieben. Dieses Phänomen wird mit der mässigen Frosthärte der Alpenrose, die daher nur an Stellen wächst, die im Winter dauerhaft mit Schnee bedeckt sind, begründet.

**Moore** dürften auf der Alp Flix vor der Besiedlung durch den Menschen noch verbreiteter gewesen sein als heute. Dies lässt sich aus dem Vorhandensein der vielen Entwässerungsgräben schliessen, welche heute durch die Ebenen führen. Das Vorkommen von Hochmooren bis auf 1960 m ü. M. auf der Alp Flix ist besonders erwähnenswert. In der Schweiz befinden sich nur 23 % der Hochmoore über 1750 m ü. M. (GRÜNIG et al. 1986) wobei diejenigen bei Maloja, GR (1840 m) und Chaltenbrunnen, BE (1800 m) zu den höchstgelegenen gehören. Die Hochmoore im Untersuchungsgebiet liegen also schweizweit an der obersten Verbreitungsgrenze dieser Vegetationseinheit.

Abschliessend kann gesagt werden, dass die Vegetationskarte das vielfältige Habitatsmosaik zeigt, welches auf der Alp Flix infolge der naturräumlichen Gegebenheiten und Jahrhunderte langer landwirtschaftlicher Nutzung entstanden ist. Diese Vielfalt an ökologischen Nischen zeichnet das Untersuchungsgebiet aus und rechtfertigt die oft verwendete Bezeichnung „Schatzinsel Alp Flix“.

## 4.2 Artenzahl und Arten der Roten Liste

In dieser Arbeit wurden 334 verschiedene Pflanzen-Taxa gefunden, was etwas mehr als einem Zehntel der in der Schweiz wild wachsenden Gefässpflanzen entspricht. Verglichen mit der Artenliste von GEO (2000), welche 545 Taxa umfasst, mag diese Zahl als erstaunlich tief erscheinen. Das Ziel dieser Arbeit war aber ein grundlegend anderes als dasjenige des GEO-Tages der Artenvielfalt. Hier sollte nicht eine möglichst vollständige Artenliste entstehen, sondern eine Vegetationskarte erstellt und die einzelnen Vegetationseinheiten anhand ihrer Artzusammensetzung beschrieben werden. Es ist aber anzunehmen, dass die auf der Alp Flix häufigen und typischen Arten in der neuen Artenliste enthalten sind.

Es wäre sehr interessant, Aussagen darüber machen zu können, ob die Gefässpflanzen-Vielfalt auf der Alp Flix höher ist, als auf vergleichbaren anderen Alpen. Dies kann aber leider mit den für diese Arbeit erhobenen Daten nicht eindeutig geklärt werden. Gemäss den Daten des Biodiversitäts-Monitorings Schweiz kommen in den Zentralalpen durchschnittlich 214 Gefässpflanzen-Arten pro Quadratkilometer vor (BAFU 2015a). Der Vergleich dieser Zahl mit derjenigen des 6.5-mal grösseren Untersuchungsgebietes ist aber nicht direkt möglich. Neben der Problematik der unterschiedlichen Flächengrösse ist auch die Methode des Biodiversitäts-Monitorings, das Begehen eines 2.5 km langen Transsektes innerhalb eines Quadratkilometers, grundlegend anders als das Vorgehen in dieser Arbeit. Um die Frage zu beantworten, ob die Alp Flix ein Hotspot der Pflanzenvielfalt ist, müsste die Phytodiversität auf der Alp Flix und auf Vergleichsflächen systematisch und mit derselben Methode (inkl. gleicher Flächengrösse) erhoben werden. Die Ergebnisse des Biodiversitäts-Monitorings Schweiz zeigen jedoch, dass sich in Landschaften mit vielen verschiedenen Lebensraumtypen besonders viele Arten ansiedeln (BAFU 2015a). Somit hat die Alp Flix mit ihrer in dieser Arbeit dokumentierten grossen Lebensraumvielfalt zumindest das Potential für eine besonders hohe Artenvielfalt.

In dieser Untersuchung wurden insgesamt 15 Pflanzenarten der Roten Liste gefunden, wobei keine der Arten vom Aussterben bedroht ist. Dies bedeutet aber nicht, dass im Untersuchungsgebiet wenig seltene und gefährdete Arten vorkommen. Vielmehr ist dieses Resultat auf das Ziel und die Methode dieser Arbeit zurückzuführen. Die Artenliste wurde erstellt, um die typische Artzusammensetzung der vorherrschenden Vegetationseinheiten zu belegen. Eine gezielte Suche nach Raritäten und Vegetationsaufnahmen an Sonderstandorten fanden nicht statt. So befanden sich 4 der 15 Rote Liste Arten nicht in den Vegetationsaufnahmen selbst, sondern wurden zufällig bei der Kartierarbeit im Feld gefunden. Aufgrund der gewählten Methode und der Tatsache, dass einige Teile der Alp Flix floristisch bereits gut untersucht sind, gab es erwartungsgemäss wenige Erstnachweise.

### 4.3 Phytodiversität der Vegetationseinheiten

Die kartierten Vegetationseinheiten unterscheiden sich nicht nur in ihrer Artenzusammensetzung sondern auch in ihrer Phytodiversität. So zeigten die verschiedenen Vegetationsaufnahmen Shannon-Index-Werte zwischen 0.82 und 3.31 auf. Die höchste Vielfalt an Gefässpflanzen im Untersuchungsgebiet erreichen die Borstgrasrasen ( $H_s$  Mittelwert 2.87, Maximum 3.31). Die Borstgrasrasen stellen somit den eigentlichen Biodiversitäts-Hotspot der Alp Flix dar. Ebenfalls eine hohe Biodiversität haben die Goldhaferwiesen (Mittelwert 2.66, max. 3.09). Zu diesen beiden Vegetationseinheiten gibt es eine Reihe vergleichbarer Studien aus den Alpen, welche im Kap. 4.3.1 den Daten der Alp Flix gegenübergestellt werden.

#### 4.3.1 Vergleich der Shannon-Index-Werte mit Forschungsergebnissen aus anderen alpinen Regionen

Eine besonders hohe Übereinstimmung der Shannon-Index-Werte sind beim Vergleich mit der Arbeit von MAYER et al. (2012) aus dem Gebiet **Obergurgl** (Öztal) zu erkennen. Der Mittelwert des Shannon-Index aus den 49 Borstgras-Vegetationsaufnahmen in Obergurgl liegt bei 2.93 und ist somit nur minimal höher als der in dieser Arbeit berechnete Wert von 2.87. Bei den Goldhaferwiesen (inklusive *Poa*-Variante) stimmen die Shannon-Index-Werte sogar noch präziser überein (siehe Tabelle 6). Die Bestätigung der Daten durch die Werte von MAYER et al. (2012) ist bedeutend, da dort ein viel grösserer Stichprobenumfang und somit eine deutlich höhere Verlässlichkeit der Daten zu erwarten ist.

Die Shannon-Index-Werte von BRUGGER & ERSCHBAMER (2012) von der **Pidigalm** (Südtirol) sind insgesamt höher als diejenigen der Alp Flix (siehe Tabelle 6). Ob die Wiesen und Weiden auf der Pidigalm tatsächlich eine höhere Phytodiversität aufweisen als diejenigen auf der Alp Flix oder ob die Unterschiede auf methodische Differenzen (Flächengrösse, Schätzung der Deckungsgrade) zurückzuführen sind, kann nicht abschliessend beurteilt werden. Die Daten stimmen jedoch darin überein, dass die Borstgrasrasen eine höhere Phytodiversität aufweisen als die Goldhaferwiesen und dass die jeweils stärker bewirtschaftete Form (Milchkrautweide bzw. *Poa*-Variante) tiefere Shannon-Index-Werte aufweisen als die weniger intensiv genutzte Form.

BURGA et al. (2008) haben das Gebiet des **Piz Alv** (Bernina) mit weitgehend derselben Methode untersucht. Ein Vergleich mit ihren Daten ist insofern interessant, weil die Autoren zum Schluss kamen, dass ihr Untersuchungsgebiet im gesamtschweizerischen Vergleich ein Hotspot der regionalen Biodiversität ist. Auch in dieser Untersuchung werden die Borstgrasrasen als vielfältigste Vegetationseinheit beschrieben. Der Shannon-Index der Borstgrasrasen (inkl. Borstgrasweiden) am Piz Alv (Mittelwert 2.29, Maximum 2.8) lag jedoch bedeutend tiefer als derjenige auf der Alp Flix. Dies ist nicht auf eine höhere Artenzahl in den Aufnahmen

der Alp Flix zurückzuführen, sondern viel mehr auf die gleichmässige Verteilung der einzelnen Arten (Evenness Alp Flix: 0.78, Piz Alv: 0.51). Auch der Shannon-Index der Zwergstrauchheiden (1.23) ist in der Arbeit von BURGA et al. (2008) deutlich tiefer als auf der Alp Flix (2.36). Diese höheren Shannon-Index-Werte auf der Alp Flix könnten zur Interpretation führen, dass hier die Phytodiversität noch grösser ist, als am Piz Alv. Hier muss aber beachtet werden, dass BURGA et al. (2008) aufgrund der hohen Gesamt-Artenzahl in ihrem kleinen Untersuchungsgebiet zu der Bezeichnung „Biodiversitäts-Hotspot“ kamen und nicht aufgrund des Shannon-Index der Vegetationseinheiten. Zudem ist nicht auszuschliessen, dass die tieferen Shannon-Index-Werte am Piz Alv, welche vorwiegend auf einer tieferen Evenness basieren, durch unterschiedliche Schätzung der Deckungsgrade der verschiedenen Autoren zustande kam.

Ein Vergleich der Phytodiversitätsdaten der Alp Flix mit den Daten aus dem **Oberengadin** (PRIEWASSER 2008) zeigen eine ähnliche Spannweite der Shannon-Index-Werte (Mittelwerte der Vegetationseinheiten Oberengadin: 1.17 bis 2.88, Alp Flix: 0.91 bis 2.87). Bei PRIEWASSER (2008) erlangen die Goldhaferwiesen den höchsten Shannon-Index (2.88) dicht gefolgt von den Zwergstrauchheiden (2.8). Erst an dritter Stelle, mit einem Shannon-Index von 2.64, folgen die auf der Alp Flix diversesten Borstgrasrasen. Dass die Zwergstrauchheiden einen deutlich höheren Shannon-Index aufweisen (siehe Tabelle 6), ist nicht erstaunlich, beachtet man die Flächengrösse von 100 m<sup>2</sup> im Vergleich zu den 4 m<sup>2</sup> auf der Alp Flix. Diese Zahlen können eigentlich nicht miteinander verglichen werden, da die wesentlich grössere Fläche potenziell auch eine sehr viel diversere Vegetation umfasst. Dass die Goldhaferwiesen im Oberengadin höhere Shannon-Index-Werte aufweisen als die Borstgrasrasen steht nicht nur im Gegensatz zu den Daten der Alp Flix, sondern auch zu denjenigen von MAYER et al. (2012) sowie BRUGGER & ERSCHBAMER (2012). Eine mögliche Erklärung für die ungewöhnlich hohe Phytodiversität der Goldhaferwiesen im Oberengadin besteht darin, dass diese Flächen nur schwach bis kaum gedüngt werden. Gründe, weshalb gedüngte und gemähte Wiesen typischerweise eine tiefere Phytodiversität aufweisen, sind im nächsten Abschnitt aufgeführt. Bei den Milchkrautweiden und Rostseggen-Rasen stimmt der Wert des Shannon-Index vom Oberengadin recht gut mit demjenigen der Alp Flix überein. Somit stützen diese Daten aus dem nahegelegenen Oberengadin, welche mit weitgehend derselben Methode erfasst wurden, mehrheitlich die Daten der Alp Flix und geben ihnen, dank des grösseren Stichprobenumfangs, eine etwas höhere Verlässlichkeit.

**Tabelle 6:** Phytodiversität einiger Vegetationseinheiten der Alp Flix und Vergleichswerte anderen Studien über die Pflanzendiversität in den Alpen. Aufgeführt ist jeweils der Mittelwert des Shannon-Index  $\pm$  Standardfehler sowie die Stichprobenzahl in Klammer.

	Alp Flix		Oberengadin	Piz Alv, Bernina	Obergurgl, Ötztal	Pidigalm, Südtirol
<b>Autor</b>	Eigene Daten		PRIEWASSER (2008)	BURGA et al. (2008)	MAYER et al. (2012)	BRUGGER & ERSCHBAMER (2012)
<b>Flächengrösse</b>	4 m <sup>2</sup>		16 m <sup>2</sup>	4-16 m <sup>2</sup>	16 m <sup>2</sup>	10 m <sup>2</sup>
<b>Borstgrasrasen</b>	2.87 $\pm$ 0.24 (4)	2.67 $\pm$ 0.18 (8)	2.64 (36)	2.29 (10)	2.93 $\pm$ 0.04 (49)	3.42 $\pm$ 0.19 (8) Typ „typische Ausbildung“
<b>Borstgras- und Milchkrutweiden</b>	2.48 $\pm$ 0.26 (4)		2.43 (5)			3.23 $\pm$ 0.24 (7) Typ „mit <i>Crepis aurea</i> “
<b>Goldhaferwiese</b>	2.66 $\pm$ 0.13 (7)	2.53 $\pm$ 0.10 (11)	2.88 (12)		2.55 $\pm$ 0.05 (42)	2.89 $\pm$ 0.24 (18) Typ „ <i>cirsietosum heterophylli</i> “
<b>Poa-Varainte</b>	2.3 $\pm$ 0.04 (4)					2.54 $\pm$ 0.28 (15) Typ „ <i>alopecuretosum</i> “
<b>Rostseggenrasen</b>	2.46 $\pm$ 0.39 (4)		2.55 (5)			
<b>Violettschwingel</b>	2.25 $\pm$ 0.28 (4)		2.51 (10)			
<b>Wacholder-Zwergstrauchheide</b>	2.36 $\pm$ 0.18 (4)		2.8 (11) (Fläche: 100 m <sup>2</sup> )	1.23 (5)		

#### 4.3.2 Unterschiede in der Phytodiversität ausgewählter Lebensräume

Die **nutzungsbedingte Variation** in der Artenzusammensetzung und Phytodiversität der Borstgras- und Goldhaferwiesen wird in den erwähnten Studien vielfach beschrieben. So unterscheiden beispielsweise BURGA et al. (2008) zwischen den „kurzzeitig schwach beweideten Borstgrasrasen“ mit enormer Artenvielfalt und den „lokal stark beweideten, gedüngten Bereichen“ welche auf der Alp Flix als Borstgrasweiden kartiert wurden. Dieser nutzungsbedingte Unterschied in der Artenvielfalt wird auch durch die Studie von NIEDRIST et al. (2009) gestützt, welche zeigt, dass Weiden eine tiefere Phytodiversität aufweisen als ungedüngte Wiesen. Der Einfluss der Nutzungsintensität ist auf der Alp Flix auch bei den Goldhaferwiesen und deren intensiver bewirtschafteten *Poa*-Variante zu beobachten. BRUGGER & ERSCHBAMER (2012) zeigen mit ihrer Studie aus den Südtiroler Alpen, dass stärkere Düngung und häufigerer Schnitt von Bergwiesen zu tieferer Pflanzenvielfalt führt. Eine mögliche Erklärung hierfür ist, dass die Düngung einen höheren Wuchs der Pflanzen verursacht, wodurch die Strahlung in den oberen Schichten absorbiert wird und darunter weniger niederwüchsige Kräuter gedeihen können (CERNUSCA & SEEGER 1989).

Die **Wälder** weisen im Untersuchungsgebiet eine deutlich tiefere Phytodiversität auf, als die subalpinen Rasengesellschaften und die Fettwiesen. Dies entspricht einem allgemeinen Trend, welcher auch vom Biodiversitäts-Monitoring Schweiz beschrieben wird (BAFU 2015b). Dort handelt es sich aber um Vergleiche der Gefässpflanzenzahl der verschiedenen Lebensräume und nicht um einen Vergleich des Shannon-Index. Durch die beschriebene

tiefe Artenzahl und einen üblicherweise hohen Deckungsgrad einiger weniger Baumarten sind aber tiefe Shannon-Indizes in Wäldern durchaus zu erwarten.

Auch die **Moore** und insbesondere die Hochmoore zeichnen sich auf der Alp Flix durch eine tiefere Pflanzenvielfalt aus. Dies hängt damit zusammen, dass nur wenige spezialisierte Arten mit den nährstoffarmen, sauren Bedingungen, welche in Hochmooren herrschen, zurechtkommen. So werden Hochmoore allgemein als artenarme Lebensräume eingestuft, während Flachmoore botanisch und zoologisch vielfältiger sind (BUWAL 2002). Da in der Schweiz in den letzten 200 Jahren fast 90% der Moore zerstört wurden (BAFU 2015e) ist der Erhalt dieser Vegetationseinheiten aber unabhängig von ihrer Phytodiversität, als Lebensraum für seltene Arten sehr wichtig. Hierfür spricht auch, dass 8 der 15 in dieser Arbeit nachgewiesenen Arten der Roten Liste aus Mooren stammen.

#### **4.3.3 Evenness der Vegetationseinheiten im Vergleich**

Betreffend der Evenness erreichen auf der Alp Flix die Goldhaferwiesen die höchsten Werte (0.8). Dies stimmt mit den Daten von NIEDRIST et al. (2009) überein, welche ausschliesslich Wiesen und Weiden umfassen. Sie zeigen, dass intensiv genutzte Talwiesen die höchsten Evenness-Werte aufweisen, gefolgt von jährlich gemähten Wiesen mit einem etwas tieferen Wert von 0.77-0.79, was sehr gut mit den Goldhaferwiesen auf Flix übereinstimmt. Weiden und nicht mehr genutzte Wiesen haben tiefste Evenness-Werte (NIEDRIST et al. 2009). Die hohe Evenness in den Fettwiesen kommt vermutlich durch die regelmässige Düngung und die Störung durch den Schnitt zustande, was zu stabilen Konkurrenzverhältnissen und zu einer Artennivellierung führt. Besonders tiefe Evenness-Werte weisen das Schnabelseggenried (0.39) und die Haarbinsen-Ausbildung des Braunseggen- bzw. Davallseggenriedes (0.43) auf. Dies ist durch die extreme Dominanz der Schnabelsegge bzw. der Haarbirse erklärbar, welche bereits von BRAUN-BLANQUET (1971) beschrieben wurde.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Phytodiversitäts-Werte der Alp Flix trotz des relativ kleinen Stichprobenumfangs durchaus mit denjenigen aus anderen Studien vergleichbar sind. Die einzelnen Lebensräume der Alp Flix weisen eine beträchtliche Phytodiversität auf, die Werte bewegen sich aber in einem ähnlichen Rahmen wie diejenigen der verglichenen Gebiete. Die besonders hohe Vielfalt der extensiv genutzten Borstgrasrasen ist nicht nur auf der Alp Flix, sondern auch in anderen Gegenden der Alpen zu beobachten.

## 4.4 Methodenkritik

Bei der Datenerfassung und -auswertung gab es einige Herausforderungen und kritische Punkte in der Methode, welche hier diskutiert werden.

### 4.4.1 Anmerkungen zu den Vegetationsaufnahmen

Da sich die **Vegetation im Laufe der Zeit** stark verändert, sind beim einmaligen Aufsuchen der Flächen für die Vegetationsaufnahme nicht alle Pflanzen sicht- und bestimmbar. Um eine möglichst vollständige Liste der vorkommenden Arten zu erhalten, müssten daher die Vegetationsaufnahmeflächen idealerweise mehrfach besucht werden. Zusätzlich führte die aussergewöhnliche Trockenheit im Sommer 2015 zu einer Beschleunigung der Vegetationsentwicklung, wodurch die Dauer der optimalen Erkennung der Pflanzen merkbar verkürzt war (Phänologie). Auch der geschätzte Deckungsgrad der einzelnen Arten ist sehr stark vom Aufnahmezeitpunkt abhängig.

Ein weiterer kritischer Aspekt ist die geringe Anzahl der Vegetationsaufnahmen pro Kartiereinheit. Grundsätzlich müssten deutlich mehr **Stichproben** gemacht werden. Nur so wären einigermaßen verlässliche Aussagen über die Phytodiversität der einzelnen Einheiten sowie eine sinnvolle statistische Analyse der Daten möglich. Die von DIERSCHKE (1994) genannte Minimalzahl von 10 (besser 20-30) Aufnahmen pro Einheit ist aber im Rahmen einer Masterarbeit nicht realistisch. Die Wahl der Stichprobenflächen ist ein weiterer nicht unumstrittener Punkt. Die hier angewendete Methode ist einerseits recht subjektiv und nicht immer reproduzierbar, andererseits können dadurch gezielt typische Flächen ausgewählt werden, während bei einer systematischen Versuchsanordnung auch weniger typische Flächen erhoben würden.

Sowohl die Vegetationskartierung wie auch die Bestimmung der Pflanzen erfordern gute botanische Kenntnisse und viel **Erfahrung**. Die Erfahrung fehlte mir als Studentin zu Beginn der Arbeit weitgehend und wurde erst im Laufe des Sommers erlangt. Somit hat sich die Genauigkeit und Verlässlichkeit der Daten durch den Lernprozess gegen Ende der Feldsaison hin verändert und verbessert. Bei den Vegetationsaufnahmen ist ersichtlich, dass Aufnahmen, welche gemeinsam mit dem erfahrenen Feldbotaniker Romedi Reinalter gemacht wurden, besonders viele Arten aufweisen. Dies liegt wahrscheinlich nicht daran, dass dort tatsächlich eine grössere Vielfalt vorhanden ist, sondern eher an der tatkräftigen Unterstützung durch den Experten.

### 4.4.2 Methodische Herausforderungen bei der Vegetationskartierung

Da als Grundlage für die Kartierung die Vegetationskarte des Oberengadins (BURGA et al. 2008) verwendet wurde, musste der **Kartierschlüssel** während der Feldarbeit wie erwartet mehrfach der Situation auf der Alp Flix angepasst werden. Durch diese Ergänzung und

Verfeinerung des Kartierschlüssels entstanden relativ spät noch neue Kartieroptionen. Dies ist problematisch, weil bereits kartierte Gebiete nachträglich nicht noch einmal auf das Vorhandensein der neu in die Legende aufgenommen Vegetationseinheiten hin überprüft werden konnten.

Eine weitere mögliche Fehlerquelle stellt die Tatsache dar, dass die Karte im Feld auf Papier (teils auf Karte, teils auf Luftbild) erstellt und erst nachträglich digitalisiert wurde. Eine direkte digitale Kartierung im Feld, mit adäquaten technischen Hilfsmitteln, wäre zeitsparender und würde mögliche Übertragungsfehler verhindern.

Zusätzlich hat auch der **Beurteilungszeitpunkt** Auswirkungen auf die Vegetationskartierung. So sind gewisse Vegetationseinheiten auf Grund der Phänologie nur in einem bestimmten Zustand klar erkennbar. Ein gutes Beispiel dafür sind die Rostseggenrasen, welche zur Blütezeit von *Traunsteinera globosa*, *Crepis bocconei*, *Pedicularis foliosa* usw. sehr auffällig, früher im Jahr aber leicht zu übersehen sind. Besonders in Mischbeständen führt die unterschiedliche Entwicklung der Pflanzen im Laufe der Vegetationszeit zu ungleicher Kartierung. So konnte beobachtet werden, dass zu Beginn der Vegetationsperiode, Bestände oft klar als Borstgrasrasen angesprochen wurden, während später, bei voller Entwicklung des Violettschwingels, oft eine Mischform kartiert werden musste. Zum Erstellen einer qualitativ hochstehenden Vegetationskarte wären deshalb mehrere Durchgänge nötig. Bei der grossen Fläche des Untersuchungsgebietes und der Kartierung durch eine einzelne Person würde dies eine Verlängerung der Feldarbeit über mehrere Vegetationsperioden bedeuten.

Eine grundsätzliche Schwierigkeit der Vegetationskartierung ist das Festlegen von Grenzlinien sowie die Zuordnung von **Mischbeständen**. In der Natur treten nur selten scharfe Grenzen zwischen Vegetationseinheiten auf und es existieren diverse Misch- und Übergangsformen. Trotzdem ist eine klare Abgrenzung der Einheiten für die Erstellung der Vegetationskarte unabdingbar. Diese Schwierigkeit resultiert aus einem grundlegenden Unterschied zwischen der ursprünglichen Pflanzensoziologie und der Vegetationskartierung als angewandte Methode. Während traditionelle Pflanzensoziologen möglichst typische Pflanzengesellschaften und ihre charakteristische Artenzusammensetzung beschrieben, wird bei der Vegetationskartierung versucht, flächendeckend alle vorhandenen Bestände einer bereits beschriebenen Gesellschaft zuzuordnen. Dass dabei viele Bestände nicht typisch ausgeprägt sind und eigentlich Mischformen darstellen, ist vorhersehbar. Die pflanzensoziologische Typisierung hat den Vorteil, dass Muster in der Vegetationsdecke erkannt und beschrieben werden können. Sie beinhalten aber wie jede Kategorisierung eine Verallgemeinerung und einen Verlust an Präzision. Bei der Nutzung der Karte muss daher immer bedacht werden, dass trotz sorgfältiger Betrachtung der Situation im Feld und intensiver Abwägung verschiedener Zuordnungsmöglichkeiten die Kartierung einen Kompromiss durch Zuteilung zu einer Kartiereinheit darstellt.

#### 4.4.3 Einordnung der Methode in das Forschungsumfeld

Die vorliegende Arbeit steht in der Tradition der von BRAUN-BLANQUET (1964) entwickelten Pflanzensoziologie und ihrer angewandten Methode, der Vegetationskartierung. Während die Pflanzensoziologie bis in die zweite Hälfte des 20. Jahrhunderts sehr etabliert war, ist sie in ihrer ursprünglichen Form in den letzten Jahrzehnten etwas in den Hintergrund getreten. Ihre stark deskriptive Methode, die subjektive Auswahl der Probeflächen, sowie die Einordnung der Vegetationstypen in das pflanzensoziologische System wurden vielfach kritisiert (FREY & LÖSCH 2014). Insbesondere für angewandten Fragen von Ökologie und Naturschutz stellt sie aber weiterhin eine wichtige und brauchbare methodische Grundlage zur Verfügung. Vegetationskartierungen sind in der Schweiz weit verbreitet und die vorherrschende Methode ist in angepasster Version diejenige von Braun-Blanquet (LANDOLT 1994). In diesen Rahmen der regionalen Vegetationskarten kann auch die hier vorliegende Arbeit über die Alp Flix eingeordnet werden. In seinem Überblick über die Vegetationskartierungen der Schweiz bemängelt LANDOLT (1994), dass jede Karte mit einer etwas anderen Methode sowie mit eigener Symbol- und Farbgebung durchgeführt wurde. Er plädiert daher für eine Standardisierung der Methode und der Kartendarstellung. Das Problem der fehlenden methodischen Übereinstimmung ist auch bei der vorliegenden Arbeit vorhanden. Die neue Karte kann daher nicht direkt mit älteren, landwirtschaftsorientierten Karten aus dem Untersuchungsgebiet verglichen werden. Die Verwendung der mehrheitlich pflanzensoziologischen Begriffe als Kartiereinheiten ist aber insofern vorteilhaft, als dass mit der Nennung eines Gesellschaftsnamens, implizit viel Information über die Artengarnitur der einzelnen Flächen im Untersuchungsgebiet zur Verfügung gestellt wird.

Trotz der beschriebenen methodischen Herausforderungen hat die hier neu vorgelegte Vegetationskarte bemerkenswerte Qualitäten. Gegenüber der bestehenden Karte von ACHERMANN & HARTWIG (2003) ist sie deutlich detaillierter und präziser. Die hier gewählte methodische Ausrichtung auf vegetationskundliche Aspekte, anstelle der landwirtschaftlichen Orientierung von WEIDMANN (2005), ist für die wissenschaftliche Nutzung im Rahmen der Stiftung „Schatzinsel Alp Flix“ von Bedeutung. Die vorliegende Arbeit zeichnet sich dadurch aus, dass sie durch eine Kombination von Feldkartierung, Vegetationsaufnahmen sowie Informationen aus Luftbildern und Fotos ein umfassendes Bild über die aktuelle Vegetation der Alp Flix darstellt.

## 4.5 Schutz und Nutzung

Das kleinräumig strukturierte Vegetationsmuster auf der Alp Flix ist das Resultat von jahrhundertelanger landwirtschaftlicher Nutzung. Deshalb ist es wichtig zu betonen, dass es sich im Wesentlichen um eine Kulturlandschaft handelt, welche um weiter bestehen zu können, genutzt und gepflegt werden muss. Die regionale Landwirtschaft spielt somit beim Erhalt der vorhandenen Habitatsvielfalt eine wesentliche Rolle. Die vielen Bemühungen zu einer nachhaltigen und sorgfältigen Bewirtschaftung der Alp Flix verdienen daher Anerkennung und Wertschätzung. Trotzdem werden in den kommenden Abschnitten einige kritische Punkte in der Nutzung angesprochen und Verbesserungsvorschläge gemacht.

### 4.5.1 Landwirtschaft und Naturschutz

Der Schutz der **Moore** im Untersuchungsgebiet ist durch die Zugehörigkeit zu einer Moorlandschaft von nationaler Bedeutung und durch das Engagement von Pro Natura schon weit fortgeschritten. Viele Gebiete wurden eingezäunt und sind so weder für Vieh noch für Touristen zugänglich. Gute Beispiele dafür sind die Umgebung des Lai Neir und der Lais Tatgeas. Während EGGER & WALTER (1986) beschrieben, dass Trampelpfade und Feuerstellen das Moor um den Lai Neir zerstören und die Ufervegetation durch den Badebetrieb geschädigt wird, ist heute die ganze Fläche ein von Pro Natura unterhaltenes Schutzgebiet (siehe Abb. 29).



**Abbildung 29:** Naturschutz am Lai Neir. Links: Foto vom Badebetrieb vor 30 Jahren (EGGER & WALTER 1986). Rechts: Situation heute; das Seeufer und das Moor sind geschützt.

In einigen anderen Moorflächen sind jedoch starke Trittschäden von Rindern und Pferden ersichtlich (siehe Abb. 30). Eine extensive Beweidung von Flachmooren kann durchaus sinnvoll und wünschenswert sein, um der Verbuschung entgegenzuwirken (BUWAL 2002). Wo die Moorvegetation jedoch durch Viehtritt zerstört wird, ist die Beweidung zu intensiv. Hier wäre ein Streuschnitt, wie er auf der Alp Flix in vielen Gebieten bereits angewendet wird, die sinnvollere Methode. Stark vernässte Gebiete, sowie die Ufer von Moor-Tümpeln sollten durch Einzäunung vor Weidevieh geschützt werden. Die Beweidung der

Hochmoorfragmente, also aller Gebiete mit Torfmoosbulten, durch Grossvieh wie Rinder und Pferde sollte unbedingt eingestellt werden. „Durch den Tritt wird die Hochmoorvegetation zerstört und die tiefen Trittlöcher sind Angriffsflächen für die Torferosion“ (GRÜNIG et al. 1986). Zudem werden durch die Beweidung auch Nährstoffe in die Hochmoorfragmente eingetragen (siehe Abb. 30 rechts), wodurch die an Nährstoffarmut angepassten Hochmoorbewohner benachteiligt werden (BUWAL 2002). Die Beeinträchtigung der Moore durch Beweidung ist auch insofern bedauerlich, als dass die in Feuchtbiotopen dominierenden Seggen als Futter allgemein „geringwertig bis wertlos“ sind (DIETL & JORQUERA 2012).



**Abbildung 30:** Negative Auswirkung von zu intensiver Beweidung in Mooren.

Links: Trittschäden in einem kleinen Hochmoorfragment. Rechts: Pferdedung auf Torfmoos.

In den traditionell als **Wildheuplaggen** genutzten Steilhänge über der Flixer Terrasse ist zum Teil eine starke Ausbreitung der Zwergstrauchvegetation sowie Blaikenbildung zu beobachten. Extensiv genutzte Weiden sind produktionstechnisch für die Landwirtschaft wenig attraktiv, da die Bewirtschaftung aufwändig, der Ertrag aber gering ist. Deshalb werden heute ehemals extensiv genutzte Wiesen oft beweidet oder ganz aufgegeben (STÖCKLIN et al. 2007). Beide Praktiken sind im Untersuchungsgebiet an verschiedenen Orten zu beobachten. Die Umnutzung von extensiven Bergwiesen zu Weiden führt gemäss MAURER (2005) dazu, dass charakteristische Pflanzen der Extensivwiesen verschwinden und durch Ubiquisten und Nährstoffzeiger ersetzt werden. Dadurch geht die, in diesen Gebieten ursprünglich sehr hohe Biodiversität verloren. Zudem sind auf der Alp Flix in den besonders steilen Hängen auch Trittschäden zu sehen, welche die Vegetation zerstören und zu Erosion führen. Die vollständige Nutzungsaufgabe von ehemals extensiv genutzten Bergwiesen führt zu der auf der Alp Flix verbreiteten Ausdehnung der Zwergstrauchheide und allmählicher Verbuschung. Eigentlich ist diese langsame Rückkehr zum Wald, welcher dort vor der

Rodung durch den Menschen heimisch war, ein Schritt zurück zu einem natürlicheren Stadium. Aus dem Gesichtspunkt des Erhalts einer hohen Biodiversität ist diese Entwicklung jedoch unerwünscht. Nach der Nutzungsaufgabe nehmen klonal wachsende Gräser (z.B. *Calamagrostis villosa*) sowie Arten aus lichten Wäldern und Zwergstrauchheiden überhand, während typische Magerwiesenpflanzen verloren gehen (MAURER 2005). Sowohl bei der Nutzungsaufgabe wie bei einer Umstellung von extensiver Wiese auf Beweidung verschwinden die sehr vielfältigen subalpinen Rasengesellschaften und wertvolle Habitats werden damit selten. Deshalb ist es wichtig, das Mähen dieser Steilhänge als Form der traditionellen Landwirtschaft und Kulturlandpflege beizubehalten und die aufwändige Bewirtschaftung angemessen zu unterstützen.

Auf der grossen **Milchkuh-Weide um Salategnas** ist ein Muster aus wenig genutzter Zwergstrauchheide und Grünerlengebüsch sowie stark abgeweideten, mit Kuhdung versehenen Borstgras- und Milchkroutweiden zu erkennen. Es ist anzunehmen, dass dieses Muster durch die Frass- und Dungaktivität der Kühe über lange Zeiträume entstanden ist. JEWELL et al. (2007) beschreiben in ihrer Studie aus dem Tessin, dass Kühe besonders steile Gebiete mit Zwergsträuchern meiden, in grasreichen Hängen die Nahrung aufnehmen und den Dung auf relativ kleinen flachen Stellen, den sogenannten Lägern, konzentrieren. Dadurch entsteht eine Umverteilung der Nährstoffe und in der Folge eine Veränderung der Vegetation, welche weder aus landwirtschaftlicher noch aus biologischer Sicht wünschenswert ist. JEWELL et al. (2007) zeigen, dass eine Unterteilung der Weide durch einfache Weidezäune und ein zeitlich begrenzter Aufenthalt des Viehs in den einzelnen Flächen zu einer homogeneren Nutzung und Nährstoffverteilung im gesamten Gebiet führt. Zum gleichen Schluss kommt auch MEISSER & CHATELAIN (2010), welche zeigen, dass sich eine durchdachte Umtriebsweide bei Schafen günstig auf die Vegetation und die Phytodiversität auswirken kann. Eventuell wäre es sinnvoll, eine verstärkte Weideunterteilung des grossen Kuhweidegebietes auf der Alp Flix zu prüfen.

Der Fotovergleich (siehe Kap. 3.6) zeigt eindrücklich, dass auf der Alp Flix eine Tendenz zur **Ausdehnung des Waldes und der Grünerlengebüsche** besteht. Aufgrund der Tatsache, dass die Alp Flix im 14. und 15. Jahrhundert von den Walsern gerodet wurde, ist nicht anzunehmen, dass das momentane Aufkommen von Bäumen über der heutigen Waldgrenze in direktem Zusammenhang mit dem Klimawandel steht. Die aufkommenden Bäume an der oberen Grenze des Untersuchungsgebietes (2100 m) dürften aber heute ungefähr die natürliche Baumgrenze widerspiegeln. Die Fichten auf dieser Höhe zeigen starke Frostschäden über der winterlichen Schneedecke (siehe Abb. 31) und neigen zu Krüppelwuchs.



**Abbildung 31:** Frostschäden an Fichten auf 2100 m ü. M.

Die Ausdehnung des Waldes durch Aufgabe der Bewirtschaftung ist momentan in grossen Teilen der Alpen zu beobachten. So nahmen in den östlichen Zentralalpen die bestockten Flächen zwischen 1985 und 2009 um knapp 10% zu (SCHUBARTH & WEIBEL 2013).

Auf der Alp Flix sind sowohl die Landwirte wie auch die Naturschutzorganisation Pro Natura bemüht, einer Ausbreitung von Grünerlengebüschen und Zwergstrauchheide entgegenzuwirken. Die Rodung von Grünerlen, Zwergwacholder und Alpenrosen in ehemaligen Wiesen und Weiden ist ein wichtiger Beitrag zum Erhalt der bisherigen Habitat- und Artenvielfalt. Insbesondere die starke Zunahme von Grünerlen in den Alpen stellt ein Problem dar. Diese Sträucher können durch eine Symbiose mit stickstofffixierenden Bakterien Nährstoffe aus der Luft im Boden akkumulieren. Die Nährstoffe fördern auch nach der Rodung konkurrenzstarke Arten und verhindern so das Zurückkommen der an die Nährstoffarmut angepassten Pflanzen (BÜHLMANN et al. 2014). Neben diesem Biodiversitätsverlust kann die Stickstofffixierung der Grünerlen auch zu Bodenversauerung sowie Nitratauswaschung und dadurch zu einer erheblichen Belastung der Gewässer führen. Als Management-Möglichkeit empfehlen BÜHLMANN et al. (2014) eine Beweidung mit Ziegen oder Engadinerschafen, da diese, anders als übliches Vieh, die Grünerlen ernsthaft zu schädigen vermögen.

#### **4.5.2 Tourismus**

Neben der Landwirtschaft spielt auch der Tourismus auf der Alp Flix eine zentrale Rolle. Da es sich mehrheitlich um sanften Tourismus handelt, sind trotz der zeitweise beträchtlichen Zahl an Touristen im Untersuchungsgebiet keine grösseren negativen Auswirkungen auf die Vegetation und Phytodiversität zu erkennen. Die starke Besucherlenkung, die durchdachte Parkordnung und die Ausscheidung von Schutzgebieten scheinen erfolgreich zu sein. Einzig an den Ufern der Lais Blos ist tendenziell eine Übernutzung durch Erholungssuchende

ersichtlich. Mit der Information der Touristen über die Biodiversität der Alp Flix und den Wert einer intakten Natur im Alpenraum wird aber ein nicht zu unterschätzender Beitrag zur Umweltbildung geleistet. Der Tourismus ist somit als regionale Einnahmequelle wichtig und fördert darüber hinaus das Umweltbewusstsein in der breiten Bevölkerung.

#### 4.5.3 Wasserkraftnutzung

Ein Aspekt der nicht direkt mit dem Thema dieser Arbeit im Zusammenhang steht, bei der Kartierarbeit aber sehr augenfällig war, ist der starke Effekt der Wassernutzung durch Umleitung der Bäche in den Marmorera See. Fast alle Bäche, welche von der Flixer Terrasse talwärts fließen werden ca. auf der Höhe der hangparallel laufenden Forststrasse gefasst. Restwasser blieb während den Sommermonaten 2015 zeitweise keines, so dass die Bachbetten bei den zufälligen Besichtigungen unterhalb der Fassungen vollkommen trocken lagen (siehe Abb. 32). Damit die Bäche aber ihre natürlichen Funktionen als Lebensraum für Tiere und Pflanzen, als Landschaftselement und zur Speisung von Grundwasser erfüllen können, müsste eine ausreichende Restwassermenge gewährleistet werden (BAFU 2015g).



**Abbildung 32:** Bach oberhalb Mottas Martin am 18.08.2015. Links: Bach vor der Fassung. Rechts: Vollständig trockenes Bachbett nach der Fassung.

## 5 Ausblick

Das Untersuchungsgebiet Alp Flix zeichnet sich durch ein kleinräumig strukturiertes Mosaik aus vielen verschiedenen Habitaten aus. Die Phytodiversität der einzelnen Lebensräume ist beträchtlich, für die Biodiversität besonders wertvoll ist aber die Kombination der verschiedenen Vegetationseinheiten auf relativ kleinem Raum. Diese Habitatsvielfalt ist durch langjährige anthropogene Nutzung entstanden und kann nur mit einer angemessenen, sorgfältigen Nutzung und Pflege weiterbestehen. Der Erhalt der traditionellen Kulturlandschaft auf der Alp Flix ist sowohl zum Schutz der alpinen Biodiversität wie auch als Grundlage für einen sanften Tourismus von grosser Bedeutung.

Die neue Vegetationskarte soll gemeinsam mit einer kurzen, verständlichen Erläuterung der breiten Bevölkerung zur Verfügung stehen. Interessierte Besucher bekommen dadurch einen Zugang zur Habitatsvielfalt der Alp Flix und fundierte Informationen zur Vegetation der verschiedenen Lebensräume. Die vorliegende Arbeit kann auch dazu dienen, besonders schutz- oder pflegebedürftige Gebiete zu identifizieren und nötige Massnahmen in Naturschutz und Landschaftsplanung in die Wege zu leiten. Darüber hinaus war es das Ziel der Erstellung dieser Vegetationskarte, eine aktuelle und qualitativ hochstehende Arbeitsgrundlage für künftige Forschungsprojekte zu schaffen. Es ist erfreulich, dass bereits eine erste Anfrage zur wissenschaftlichen Nutzung der Vegetationskarte eingegangen ist: Ambros Hänggi vom Naturhistorischen Museum Basel hat vor Jahren die Spinnendiversität auf der Alp Flix untersucht und möchte für die Publikation dieser Artenlisten eine vegetationskundlich-pflanzensoziologische Habitatsbeschreibung seiner Untersuchungsstandorte verwenden.

Da im Rahmen der Stiftung Schatzinsel Alp Flix bereits eine Reihe von Forschungsarbeiten über diverse Organismengruppen gemacht wurden, wäre es spannend, diese Daten in Verbindung mit der aktuellen Vegetationskarte zu bringen. Ein Quervergleich könnte zeigen, ob Lebensräume mit besonders hoher Phytodiversität auch für die Fauna besonders attraktiv sind. Zudem könnten weitere Analysen der umfangreichen Rohdaten aus der Feldarbeit zu zusätzlichen interessanten Resultaten führen. So würde es sich zum Beispiel lohnen, die Daten der Vegetationsaufnahmen zu nutzen, um Ähnlichkeiten und Unterschiede der verschiedenen Vegetationseinheiten mittels multivariater Statistik aufzuzeigen.

Von besonderem Interesse wäre es, die vorliegende Arbeit als Bestandesaufnahme zu nutzen und in einigen Jahrzehnten in Form eines Monitorings zu wiederholen. Dabei wäre es wichtig, die gleiche Methode zu verwenden, bei den Vegetationsaufnahmen aber dieselben, hier mit Koordinatenangabe dokumentierten Flächen auszuwerten. So könnten Veränderungen in der Vegetation, sei es bedingt durch Landnutzungsänderung oder Klimawandel, erkannt und dokumentiert werden.



## 6 Literaturverzeichnis

- ACHERMANN, G. & HARTWIG, U. (2003): Vegetation Alp Flix: Teilgebiet A, 1:5000. Samedan: Academia Engiadina.
- AIGNER, S., EGGER, G. & JARITZ, G. (2007): Der Naturschutzplan auf der Alm. – ANLIEGEN NATUR 31, 1, 57–59.
- ALG (Amt für Landwirtschaft und Geoinformation Graubünden) (2006): Übersichtsplan 1:10'000: Blatt 5361 & 5362. Chur: Geoportal Graubünden.
- AMT FÜR NATUR UND UMWELT GRAUBÜNDEN (2002): Flachmoorinventar der Schweiz: Vegetationsschlüssel Nr. 3: Voralpen und Alpen, <https://www.gr.ch/DE/institutionen/verwaltung/ekud/anu/projekte/naturundlandschaft/naturschutz-in-der-landwirtschaft/unterlagen-fuer-oekobueros/Seiten/unterlagen-f%C3%BCr-oekobueros.aspx> (Zugriff: 2015-12-13).
- BADER, S., BEGERT, M. & CROCI-MASPOLI, M. (2012): Klimabericht Kanton Graubünden 2012. – Fachbericht Meteoschweiz, 242.
- BAFU (Bundesamt für Umwelt) (Hrsg.) (2006): Wildheu: Vollzugshilfe Trockenwiesen und -weiden. Bern: BAFU.
- BAFU (Bundesamt für Umwelt) (2015a): Artenvielfalt in Landschaften (Z7): Basisdaten aus dem Biodiversitäts-Monitoring Schweiz BDM, [http://www.biodiversitymonitoring.ch/fileadmin/user\\_upload/documents/daten/basisdaten\\_dt/1260\\_Z7\\_Portfolio\\_2014\\_V1.pdf](http://www.biodiversitymonitoring.ch/fileadmin/user_upload/documents/daten/basisdaten_dt/1260_Z7_Portfolio_2014_V1.pdf) (Zugriff: 2016-03-15).
- BAFU (Bundesamt für Umwelt) (2015b): Artenvielfalt in Lebensräumen (Z9): Basisdaten aus dem Biodiversitäts-Monitoring Schweiz BDM, [http://www.biodiversitymonitoring.ch/fileadmin/user\\_upload/documents/daten/basisdaten\\_dt/1260\\_Z9\\_Portfolio\\_2014\\_V1.pdf](http://www.biodiversitymonitoring.ch/fileadmin/user_upload/documents/daten/basisdaten_dt/1260_Z9_Portfolio_2014_V1.pdf) (Zugriff: 2016-03-15).
- BAFU (Bundesamt für Umwelt) (2015c): Biotope von nationaler Bedeutung: Trockenwiesen und -weiden, <http://www.bafu.admin.ch/biodiversitaet/13721/14385/14438/14449/index.html?lang=de> (Zugriff: 2015-12-07).
- BAFU (Bundesamt für Umwelt) (2015d): Eidgenössische Jagdstatistik: Bestandsschätzung Huftiere, <http://www.wild.uzh.ch/jagdst/index.php> (Zugriff: 2016-03-02).
- BAFU (Bundesamt für Umwelt) (2015e): Moore: Biotope von nationaler Bedeutung, <http://www.bafu.admin.ch/biodiversitaet/13721/14385/14438/14446/index.html?lang=de> (Zugriff: 2015-02-17).
- BAFU (Bundesamt für Umwelt) (2015f): Moorlandschaften von nationaler Bedeutung, <http://www.bafu.admin.ch/landschaft/14534/15821/15846/index.html?lang=de> (Zugriff: 2015-12-07).
- BAFU (Bundesamt für Umwelt) (2015g): Restwasser, <http://www.bafu.admin.ch/wasser/13465/13486/14117/index.html?lang=de> (Zugriff: 2016-03-03).
- BARTHLOTT, W., POREMBSKI, S., SEINE, R. & THEISEN, I. (2004): Karnivoren: Biologie und Kultur fleischfressender Pflanzen. Stuttgart: Ulmer.
- BFS (Bundesamt für Statistik) (2014): Ständige und nichtständige Wohnbevölkerung nach institutionellen Gliederungen, Geschlecht, Staatsangehörigkeit und Alter, [https://www.pxweb.bfs.admin.ch/Selection.aspx?px\\_language=de&px\\_type=PX&tablelist=true&layout=tableViewLayout2&selection=px-x-0102010000\\_101&px\\_db=px-x-0102010000\\_101&rxid=425f6fba-603b-4a6a-9164-4d1db0d196c1&px\\_tableid=px-x-0102010000\\_101\px-x-0102010000\\_101.px](https://www.pxweb.bfs.admin.ch/Selection.aspx?px_language=de&px_type=PX&tablelist=true&layout=tableViewLayout2&selection=px-x-0102010000_101&px_db=px-x-0102010000_101&rxid=425f6fba-603b-4a6a-9164-4d1db0d196c1&px_tableid=px-x-0102010000_101\px-x-0102010000_101.px) (Zugriff: 2015-11-30).
- BINZ, A. & HEITZ, C. (1990<sup>19</sup>): Schul- und Exkursionsflora für die Schweiz mit Berücksichtigung der Grenzgebiete: Bestimmungsbuch für die wildwachsenden Gefäßpflanzen. Basel: Schwabe.

- BISPING, M. (1989): Die Geologie im südpenninisch-unterostalpinen Grenzbereich im Gebiet der zentralen Alp Flix. Diplomarbeit. Geologisches Institut der ETH Zürich.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1948-1949): Übersicht der Pflanzengesellschaften Rätiens. – Vegetatio, acta geobotanica, vol.1 Heft 1 - vol. 2 Heft 5.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1964<sup>3</sup>): Pflanzensoziologie: Grundzüge der Vegetationskunde. Wien: Springer.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1969): Die Pflanzengesellschaften der rätischen Alpen im Rahmen ihrer Gesamtverbreitung: I. Teil. Chur: Bischofberger.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1971): Übersicht der Pflanzengesellschaften der rätischen Alpen im Rahmen ihrer Gesamtverbreitung: III. Teil: Flachmoorgesellschaften (Scheuchzerio-Caricetea fuscae). Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der ETH, Stiftung Rübél 46. Zürich.
- BRUGGER, B. & ERSCHBAMER, B. (2012): Die Bergwiesen der Pidigalm (Gsiesertal, Südtirol): Auswirkungen der Planierung, Düngung und Mahd auf die Artenvielfalt. – Gredleriana 12, 39–66.
- BÜHLMANN, T., HILTBRUNNER, E. & KÖRNER, C. (2014): *Alnus viridis* expansion contributes to excess reactive nitrogen release, reduces biodiversity and constrains forest succession in the Alps. – Alpine Botany 124, 2, 187–191.
- BURGA, C.A., ENGELER, P., LEU, P., WELTI, D., REINALTER, R., PRIEWASSER, K., EGLI, M., LANDOLT, E. & KLÖTZLI, F. (2010): Oberengadin: Vegetationskarte 1:50'000. Universität Zürich: Geographisches Institut.
- BURGA, C.A., KLÖTZLI, F. & GRABHERR, G. (Hrsg.) (2004): Gebirge der Erde: Landschaft, Klima, Pflanzenwelt. Stuttgart: Ulmer.
- BURGA, C.A., LANGE, B. & REINALTER, R. (2008): Biodiversität am Piz Alv (2974 m): Lokaler hot spot in der Region Bernina (Graubünden, Schweiz). – Bericht der Reinhold-Tüxen-Gesellschaft, 20, 163–178.
- BURGA, C.A. & PERRET, R. (1998): Vegetation und Klima der Schweiz seit dem jüngeren Eiszeitalter. Thun: Ott.
- BUWAL (Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft) (Hrsg.) (2002): Moore und Moorschutz in der Schweiz. Bern: BUWAL.
- CERNUSCA, A. & SEEBER, M. (1989): Phytomasse, Bestandesstruktur und Mikroklima von Grasland-Ökosystemen zwischen 1612 und 2300 m MH in den Alpen. In: CERNUSCA, A. (Hrsg.). Struktur und Funktion von Graslandökosystemen im Nationalpark Hohe Tauern. Veröffentlichungen des österreichischen MaB-Programms 13. Innsbruck: Wagner Universitätsverlag, 419–461.
- CLAVADETSCHER, O.P. & MEYER, W. (1984): Das Burgenbuch von Graubünden. Zürich: Orell Füssli.
- CONZETTI, M., GREDIG, H., MÜLLER, D. & MÜLLER, J.P. (2009): Parc Ela: Ein Wegweiser zu Natur und Kultur im Albulatal und Surses. Bern: Ott.
- CORNELIUS, H.P. (1932): Geologische Karte der Err-Julier-Gruppe: In 2 Blättern: West-Blatt. Geologische Karte der Schweiz. Spezialkarten No. 115A. Zürich: Orell Füssli.
- DELARZE, R. & GONSETH, Y. (2008<sup>2</sup>): Lebensräume der Schweiz: Ökologie - Gefährdung - Kennarten. Bern: Ott.
- DIERSCHKE, H. (1994): Pflanzensoziologie: Grundlagen und Methoden. Stuttgart: Ulmer.
- DIERSSEN, K. (1982): Die wichtigsten Pflanzengesellschaften der Moore NW-Europas. Genève: Conservatoire et Jardin botaniques.
- DIETL, W. (1998): Wichtige Pflanzenbestände und Pflanzenarten der Alpweiden. – Agrarforschung 5, 6, I–VIII.

- DIETL, W., BERGER, P. & OFNER, M. (1981<sup>3</sup>): Die Kartierung des Pflanzenstandortes und der futterbaulichen Nutzungseignung von Naturwiesen. Zürich-Reckenholz: Eidg. Forschungsanstalt für Landwirtschaftlichen Pflanzenbau.
- DIETL, W. & JORQUERA, M. (2012<sup>4</sup>): Wiesen- und Alpenpflanzen: Erkennen an den Blättern, Freuen an den Blüten. Zürich: Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon.
- EGGENBERG, S., DALANG, T., DIPNER, M. & MAXER, C. (2001): Kartierung und Bewertung der Trockenwiesen und -weiden von nationaler Bedeutung: Technischer Bericht. Schriftenreihe Umwelt Nr. 325. Bern: BUWAL.
- EGGENBERG, S., MÖHL, A. & PURRO, C. (2013<sup>3</sup>): Flora Vegetativa: Ein Bestimmungsbuch für Pflanzen der Schweiz im blütenlosen Zustand. Bern: Haupt.
- EGGER, A. & WALTER, H. (1986): Landschaftsplanung Alp Flix, Sur (GR). Diplomarbeit. Abteilung Grünplanung des Interkantonalen Technikum Rapperswil.
- ELLENBERG, H. & LEUSCHNER, C. (2010<sup>6</sup>): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen: In ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. UTB Botanik, Ökologie, Agrar- und Forstwissenschaften, Geographie 8104. Stuttgart: Ulmer.
- EUROPÄISCHE GEMEINSCHAFTEN (Hrsg.) (1991): CORINE biotopes manual: Habitats of the European Community. EUR 12587,3. Luxembourg: Commission of the European Communities.
- FONTANA, V. (2011): Lärchenwiesen und Lärchenweiden in Südtirol. Studie. Institut für Ökologie der Universität Innsbruck.
- FREY, W. & LÖSCH, R. (2014<sup>3</sup>): Geobotanik: Pflanze und Vegetation in Raum und Zeit. Berlin: Springer.
- GENSLER, G.A. (1978): Das Klima von Graubünden: Ein Beitrag zur Regionalklimatologie der Schweiz. – Arbeitsberichte der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt, 77.
- GEO (2000): Artenliste des 2. "GEO-Tag der Artenvielfalt": Zusammengestellt von Ambros Hänggi. – Beilage zu GEO 2000, 9.
- GEOPORTAL DES BUNDES (2015): Kartenviewer, [https://map.geo.admin.ch/?topic=ech&lang=de&bgLayer=ch.swisstopo.pixelkarte-farbe&layers\\_visibility=false&catalogNodes=485,491,508,510,517,527,532,533,567,583,457,458](https://map.geo.admin.ch/?topic=ech&lang=de&bgLayer=ch.swisstopo.pixelkarte-farbe&layers_visibility=false&catalogNodes=485,491,508,510,517,527,532,533,567,583,457,458) (Stand: 2015) (Zugriff: 2015-12-07).
- GIGON, A., MARTI, R. & SCHEIWILLER, T. (2004): Kurzpraktikum terrestrische Ökologie. Zürich: vdf Hochschulverlag.
- GRÜNIG, A., VETTERLI, L. & WILDI, O. (1986): Die Hoch- und Übergangsmoore der Schweiz: Eine Inventarauswertung. Birmensdorf: Eidgenössische Anstalt für das Forstliche Versuchswesen, Bericht Nr. 281.
- HÄNGGI, A., MÜLLER, J.P., HAENNI, J.-P. & KROPF, C. (2000): Eine 24-Stunden Aktion zur Erfassung der Biodiversität auf der Alp Flix (Graubünden): Methoden und Resultate. – Jahresbericht der Naturforschende Gesellschaft Graubünden, 110.
- HESS, H.E., HIRZEL, R. & LANDOLT, E. (1976<sup>2</sup>): Flora der Schweiz: und angrenzender Gebiete. Basel: Birkhäuser.
- INFO FLORA (Hrsg.) (2015): Datenauszug für das Untersuchungsgebiet Alp Flix: Artenliste 1028, angefertigt auf Anfrage. Genf: Das nationale Daten- und Informationszentrum der Schweizer Flora.
- JEWELL, P.L., KÄUFERLE, D., GÜSEWELL, S., BERRY, N.R., KREUZER, M. & EDWARDS, P.J. (2007): Redistribution of phosphorus by cattle on a traditional mountain pasture in the Alps. – Agriculture, Ecosystems & Environment 122, 3, 377–386.
- KELLER, W., WOHLGEMUTH, T., KUHN, N., SCHÜTZ, M. & WILDI, O. (1998): Waldgesellschaften der Schweiz auf floristischer Grundlage. – Mitteilungen der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft 73, 2.
- LANDOLT, E. (1994): Vegetation mapping and nature conservation in Switzerland. – Vegetatio 1, 110, 19–23.

- LANDOLT, E. (2003<sup>7</sup>): Unsere Alpenflora. Bern: SAC-Verlag.
- LANDOLT, E., BÄUMLER, B., HEGG, O., KLÖTZLI, F., LÄMMLER, W., NOBIS, M., RUDMANN-MAURER, K., SCHWEINGRUBER, F.H., THEURILLAT, J.-P., URMI, E., VUST, M. & WOHLGEMUTH, T. (2010<sup>2</sup>): Flora indicativa: Ökologische Zeigerwerte und biologische Kennzeichen zur Flora der Schweiz und der Alpen. Bern: Haupt.
- LAUBER, K., WAGNER, G., GYGAX, A., EGGENBERG, S. & MICHEL, A. (2014<sup>1</sup>): Flora Helvetica. Bern: Haupt.
- MAGURRAN, A.E. (Hrsg.) (2013): Biological diversity: Frontiers in measurement and assessment. Oxford: Oxford University Press.
- MANATSCHAL, G. & NIEVERGELT, P. (1997): A continent-ocean transition recorded in the Err and Platta nappes (Eastern Switzerland). – *Eclogae Geologicae Helveticae* 90, 1, 3–27.
- MAURER, K. (2005): Natural and anthropogenic determinants of biodiversity of grasslands in the Swiss Alps. Dissertation. Botanisches Institut der Universität Basel.
- MAYER, R., NAGL, F. & ERSCHBAMER, B. (2012): Subalpine Wiesen und Weiden: die Kulturlandschaften der subalpinen Stufe. In: KOCH, E.-M. & ERSCHBAMER, B. (Hrsg.). An den Grenzen des Waldes und der menschlichen Siedlung. Innsbruck: innsbruck university press, 11–37.
- MEISSER, M. & CHATELAIN, C. (2010): Umtriebsweide bei der Schafsömmernung: Auswirkungen auf die Vegetation. – *Agrarforschung Schweiz* 1, 6, 216–221.
- METEOSCHWEIZ (Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie) (2014a): Klimadiagramme und Normwerte pro Station, <http://www.meteoschweiz.admin.ch/home/klima/vergangenheit/klimanormwerte/klimadiagramme-und-normwerte-pro-station.html> (Zugriff: 2015-12-09).
- METEOSCHWEIZ (Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie) (2014b): Normwert-Karten, <http://www.meteoschweiz.admin.ch/home/klima/vergangenheit/klimanormwerte/normwert-karten.html.html> (Zugriff: 2015-12-09).
- METEOSCHWEIZ (Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie) (2015a): Klimabulletin Sommer 2015, [http://www.meteoschweiz.admin.ch/content/dam/meteoswiss/de/service-und-publikationen/Publikationen/doc/klimabulletin\\_sommer\\_d.pdf](http://www.meteoschweiz.admin.ch/content/dam/meteoswiss/de/service-und-publikationen/Publikationen/doc/klimabulletin_sommer_d.pdf) (Zugriff: 2015-12-09).
- METEOSCHWEIZ (Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie) (Hrsg.) (2015b): Normwerte 1981-2010: Niederschlagssumme, [http://www.meteoschweiz.admin.ch/product/input/climate-data/normwerte-pro-messgroesse/np8110/nvrep\\_np8110\\_re150m0\\_d.pdf](http://www.meteoschweiz.admin.ch/product/input/climate-data/normwerte-pro-messgroesse/np8110/nvrep_np8110_re150m0_d.pdf) (Stand: 2015) (Zugriff: 2015-12-09).
- MOSER, D., GYGAX, A., BÄUMLER, B., WYLER, N. & PALESE, R. (2002): Rote Liste der gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen der Schweiz. Bern: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL.
- MÜLLER, J.P. & BRINER, T. (2007): Schatzinsel Alp Flix: Übersicht über die Forschung in den Jahren 2000 bis 2007. – *Jahresbericht der Naturforschenden Gesellschaft*, 114, 59–114.
- NAGEL, P. (1976): Die Darstellung der Diversität von Biozönosen. – *Schriftenreihe für Vegetationskunde*, 10, 381–391.
- NAGL, F. (2009): Vegetationskundliche Untersuchungen von Wiesen und Weiden im Raum Obergurgl. Diplomarbeit. Universität Innsbruck.
- NIEDRIST, G., TASSER, E., LÜTH, C., DALLA VIA, J. & TAPPEINER, U. (2009): Plant diversity declines with recent land use changes in European Alps. – *Plant Ecology* 202, 2, 195–210.
- OTT, E., FREHNER, M., FREY, H.-U. & LÜSCHER, P. (1997): Gebirgsnadelwälder: Ein praxisorientierter Leitfaden für eine standortgerechte Waldbehandlung. Bern: Haupt.
- PARC ELA: Parc Ela, Geologie: Kontinent - Ozean, <http://www.parc-ela.ch/parc-ela/geologie/kontinent-ozean.html> (Zugriff: 2015-12-04).
- PARC ELA (Hrsg.) (2014): Leitbild Verein Parc Ela. Tiefencastel: Parc Ela.

- PRIEWASSER, K. (2008): Erfassung und Analyse der Phyto-Biodiversität von Lebensräumen im Oberengadin. Masterarbeit. Geographisches Institut der Universität Zürich.
- PRO NATURA GRAUBÜNDEN: Naturschutzgebiete: Moorlandschaft Alp Flix, <http://www.pronatura-gr.ch/alp-flix> (Zugriff: 2015-12-07).
- ROTH-BIANCHI, W., MANTOVANI, P., RAGETH, J., CHRISTOFFEL, L., BIERI, F. & BUCHMANN, H. (2007): Historische Verkehrswege in Graubünden: Eine Publikation zum Inventar historischer Verkehrswege der Schweiz IVS. Bern: Bundesamt für Strassen.
- RUPP, M. (2013): Beweidete lichte Wälder in Baden-Württemberg: Genese, Vegetation, Struktur, Management. Dissertation. Fakultät für Umwelt und Natürliche Ressourcen der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg im Breisgau.
- SCHATZINSEL ALP FLIX (2015): Die Stiftung Schatzinsel Alp Flix, <http://schatzinselalpflix.ch/> (Zugriff: 2015-11-30).
- SCHRÖTER, C. (1926<sup>2</sup>): Das Pflanzenleben der Alpen: Eine Schilderung der Hochgebirgsflora. Zürich: Raustein.
- SCHUBARTH, C. & WEIBEL, F. (2013): Die Bodennutzung in der Schweiz: Resultate der Arealstatistik. Statistik der Schweiz 2, Raum und Umwelt. Neuchâtel: Bundesamt für Statistik.
- SCHWEINGRUBER, F.H. (1972): Die subalpinen Zwergstrauchgesellschaften im Einzugsgebiet der Aare. – Mitteilungen der Schweizerischen Anstalt für das Forstliche Versuchswesen 48, 2.
- SCHWEIZERISCHER BUNDESRAT (1991): Verordnung über den Natur- und Heimatschutz: Anhang 2, Liste der geschützten Pflanzen.
- SCHWEIZERISCHER BUNDESRAT (1994): Verordnung über den Schutz der Flachmoore von nationaler Bedeutung: 451.33.
- SCHWEIZERISCHER BUNDESRAT (2014): Verordnung über den Schutz der Trockenwiesen und -weiden von nationaler Bedeutung: 451.37.
- SOUTHWOOD, T.R.E. & HENDERSON, P.A. (2000<sup>3</sup>): Ecological methods. Oxford: Blackwell Science.
- SPINAS, G. (1984): Aus der Geschichte der Alp Flix. – Terra Grischuna, 1, 18–21.
- STEIGER, P. (2010<sup>4</sup>): Wälder der Schweiz: Von Lindengrün zu Lärchengold ; Vielfalt der Waldbilder und Waldgesellschaften in der Schweiz. Thun: Ott.
- STÖCKLIN, J., BOSSHARD, A., KLAUS, G., RUDMANN-MAURER, K. & FISCHER, M. (2007): Landnutzung und biologische Vielfalt in den Alpen: Fakten, Perspektiven, Empfehlungen; thematische Synthese zum Forschungsschwerpunkt II "Land- und Forstwirtschaft im alpinen Lebensraum". Synthesebericht NFP 48. Zürich: vdf Hochschulverlag.
- SWISSTOPO (Bundesamt für Landestopographie) (2012): Swissimage Orthofoto: Kachel 1256-12, 1256-14, 1256-21, 1256-23. Auflösung 25 cm.
- WEIDMANN, P. (2005): Gesamtmelioration Sur, Wiesenkartierung: Situation 1: 5000. Chur: Atragene und Grünenfelder.
- WELTEN, M. & SUTTER, R. (1982): Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen der Schweiz. Basel: Birkhäuser.
- WEYAND, A. (2005): Drivers of grassland biodiversity in the Swiss Alps. Dissertation. Institut für Umweltwissenschaften der Universität Zürich.
- WILDERMUTH, H. & KNAPP, E. (1998): Die Libellen der Alp Flix (GR): Ein Beitrag zur Odonatenfauna an der Waldgrenze. – Mitteilungen der Entomologischen Gesellschaft Basel 48, 1, 2–24.



## Anhang A: Aufnahmeformular Offenland

<b>Vegetationsaufnahme Nr:</b>		Alp Flix, Sur, GR	
<b>Datum</b>		<b>Autor</b>	
<b>Koordinaten</b>		<b>Höhe über Meer</b> M ü. M.	<b>Flächengrösse</b> 4 m <sup>2</sup>
<b>Exposition</b>		<b>Neigung</b> %	<b>Lage im Gelände</b>
<b>Höhe Strauchschicht ø</b> cm	<b>Höhe Krautschicht mittel</b> cm	<b>Höhe Krautschicht max.</b> cm	
<b>Deckung Strauchschicht</b> %	<b>Deckung Krautschicht</b> %	<b>Deckung Moosschicht</b> %	
<b>Aspekt</b>		<b>Pflanzengesellschaft / Kartiereinheit</b>	
<b>Artenzahl</b>		<b>Shannon-Index</b>	<b>Evenness</b>
<b>Deckung %</b>	<b>Soziabilität</b>	<b>Pflanzenart</b>	<b>Gattung</b>
<b>Poaceae</b>			
<b>Cyperaceae, Juncaceae</b>			
<b>Übrige Monocotyledonae</b>			
<b>Holzwächse</b>			
<b>Dicotyledonae</b>			
<b>Fabaceae</b>			
<b>Pteridophyta</b>			
<b>Moose, Flechten</b>			

## Aufnahmeformular Wald

<b>Vegetationsaufnahme Nr:</b>		Alp Flix, Sur, GR	
<b>Datum</b>	<b>Autor</b>		
<b>Koordinaten</b>	<b>Höhe über Meer</b>	<b>Flächengrösse</b>	
		144 m <sup>2</sup>	
<b>Exposition</b>	<b>Neigung</b>	<b>Lage im Gelände</b>	
		M ü. M.	
<b>Höhe Baumschicht <math>\varnothing</math></b>	<b>Höhe Strauchschicht <math>\varnothing</math></b>	<b>Kronenschluss</b>	
m	cm	%	
<b>Deckung Strauchschicht</b>	<b>Deckung Krautschicht</b>	<b>Deckung Moosschicht</b>	
%	%	%	
<b>Aspekt</b>		<b>Pflanzengesellschaft / Kartiereinheit</b>	
<b>Artenzahl</b>	<b>Shannon-Index</b>	<b>Evenness</b>	
<b>Deckung %</b>	<b>Soziabilität</b>	<b>Pflanzenart</b>	<b>Gattung</b>
<b>Baumschicht</b>			
<b>Strauchschicht</b>			
<b>Krautschicht, monokotyl</b>			
<b>Krautschicht, dikotyl</b>			
<b>Farnpflanzen</b>			
<b>Moose, Flechten</b>			

## Anhang B: Artenliste alphabetisch geordnet

**Tabelle Anhang B:** Alphabetisch geordnete Liste der Farn- und Blütenpflanzen sowie der erhobenen Torfmoosgruppe. **Fett** gedruckte Arten kommen weder auf der Artenliste von Info Flora (2015) noch auf derjenigen von Geo (2000) vor. Mit \* gekennzeichnete Arten fehlen in diesen beiden Datensätzen ebenfalls, es bestehen jedoch Zweifel, ob die Arten korrekt bestimmt wurden. Grau gekennzeichnete Artgruppen wurden nicht in die Gesamt-Taxa-Zahl eingerechnet.

Gefäßpflanzen Taxa	Stetigkeit (in 67 Aufnahmen)	Stetigkeit (in 26 Einheiten)
<i>Achillea millefolium</i> aggr.	14	7
<i>Acinos alpinus</i>	1	1
<i>Aconitum napellus</i> aggr.	4	4
<i>Aconitum vulparia</i> aggr.	1	1
<i>Adenostyles alliariae</i>	5	5
<i>Agrostis capillaris</i>	16	8
<i>Agrostis schraderiana</i>	2	2
<i>Agrostis stolonifera/gigantea</i>	3	2
<i>Ajuga reptans</i>	2	2
<i>Alchemilla alpina</i> aggr.	2	2
<i>Alchemilla coriacea</i> aggr.	5	5
<i>Alchemilla fissa</i> aggr.	2	2
<i>Alchemilla hybrida</i> aggr.	2	2
<i>Alchemilla spec.</i>	4	4
<i>Alchemilla xanthochlora</i> aggr.	25	10
<i>Allium schoenoprasum</i>	1	1
<i>Alnus viridis</i>	2	2
<i>Alopecurus pratensis</i>	1	1
<i>Alyssum spec.</i> *	1	1
<i>Amelanchier ovalis</i>	1	1
<b><i>Andromeda polifolia</i></b>	1	1
<i>Anemone narcissiflora</i>	10	5
<i>Antennaria dioica</i>	2	2
<i>Anthoxanthum alpinum</i>	5	4
<i>Anthoxanthum odoratum</i> aggr.	28	8
<i>Anthriscus sylvestris</i>	2	2
<i>Anthyllis vulneraria</i> s.l.	5	4
<i>Aquilegia atrata</i>	1	1
<i>Arabidopsis thaliana</i> *	1	1
<i>Arabis ciliata</i>	1	1
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>	5	2
<b><i>Arenaria serpyllifolia</i></b>	1	1
<i>Arnica montana</i>	18	7
<i>Asperula cynanchica</i>	1	1
<i>Aster bellidiastrum</i>	7	6
<b><i>Athyrium distentifolium</i></b>	3	3
<i>Avenella flexuosa</i>	11	6
<i>Bartsia alpina</i>	10	6
<i>Bellis perennis</i>	4	3
<i>Berberis vulgaris</i>	1	1
<i>Biscutella laevigata</i>	6	4
<i>Botrychium lunaria</i>	5	3
<i>Briza media</i>	28	8
<i>Bromus hordeaceus</i> *	1	1
<i>Calamagrostis villosa</i>	7	6

<i>Calluna vulgaris</i>	11	6
<i>Caltha palustris</i>	7	5
<i>Campanula barbata</i>	11	6
<i>Campanula rotundifolia</i>	2	2
<i>Campanula scheuchzeri</i>	25	9
<i>Cardamine amara</i> s.l.	1	1
<i>Cardamine pratensis</i> aggr.	1	1
<i>Cardaminopsis halleri</i>	2	1
<i>Carduus defloratus</i> s.l.	1	1
<i>Carduus defloratus</i> s.str.	1	1
<b><i>Carex atrata</i> s.l.</b>	1	1
<i>Carex capillaris</i>	2	2
<i>Carex caryophyllea</i>	2	2
<i>Carex davalliana</i>	10	4
<b><i>Carex digitata</i></b>	1	1
<i>Carex echinata</i>	4	3
<i>Carex ericetorum</i>	2	2
<i>Carex ferruginea</i>	9	6
<i>Carex flacca</i>	4	2
<i>Carex flava</i> aggr.	4	1
<i>Carex hostiana</i>	5	3
<i>Carex montana</i>	7	6
<i>Carex nigra</i>	11	6
<i>Carex ornithopoda</i>	6	5
<i>Carex pallescens</i>	2	1
<i>Carex panicea</i>	7	3
<i>Carex paniculata</i>	1	1
<i>Carex pauciflora</i>	5	3
<i>Carex paupercula</i>	1	1
<i>Carex rostrata</i>	7	5
<i>Carex sempervirens</i>	19	7
<i>Carlina acaulis</i> subsp. caulescens	8	5
<i>Carum carvi</i>	10	5
<i>Centaurea nervosa</i>	14	8
<i>Centaurea scabiosa</i> s.l.	6	4
<i>Cerastium arvense</i> subsp. strictum	2	2
<i>Cerastium cerastoides</i>	1	1
<i>Cerastium fontanum</i> s.l.	19	10
<i>Chaerophyllum hirsutum</i> aggr.	13	9
<i>Chaerophyllum villarsii</i>	6	6
<i>Chenopodium bonus-henricus</i>	1	1
<i>Cirsium acaule</i>	1	1
<i>Cirsium helenioides</i>	1	1
<i>Coeloglossum viride</i>	5	4
<i>Colchicum autumnale</i>	4	2
<b><i>Cotoneaster tomentosus</i></b>	1	1

Gefäßpflanzen Taxa	Stetigkeit (in 67 Aufnahmen)	Stetigkeit (in 26 Einheiten)
<i>Crepis aurea</i>	2	2
<i>Crepis bocconeii</i>	5	3
<i>Crepis conyzifolia</i>	3	2
<i>Crepis paludosa</i>	2	1
<i>Crepis pyrenaica</i>	3	2
<i>Crocus albiflorus</i>	10	6
<i>Cuscuta epithymum</i>	2	2
<i>Dactylis glomerata</i>	6	3
<i>Dactylorhiza maculata</i> aggr.	7	5
<i>Dactylorhiza majalis</i>	7	3
<i>Daphne striata</i>	3	3
<i>Deschampsia cespitosa</i>	11	11
<i>Dianthus superbus</i>	5	4
<i>Dryopteris filix-mas</i>	1	1
<i>Echium vulgare</i>	1	1
<i>Eleocharis palustris</i> aggr. *	1	1
<i>Empetrum nigrum</i> subsp. hermaphroditum	7	5
<i>Epilobium palustre</i>	2	1
<i>Equisetum arvense</i>	1	1
<i>Equisetum hyemale</i>	1	1
<i>Equisetum palustre</i>	9	5
<i>Equisetum variegatum</i>	6	3
<i>Erica carnea</i>	3	3
<i>Erigeron alpinus</i>	1	1
<i>Eriophorum angustifolium</i>	6	4
<i>Eriophorum latifolium</i>	5	3
<i>Eriophorum vaginatum</i>	5	3
<i>Euphorbia cyparissias</i>	1	1
<i>Euphrasia minima</i>	3	2
<i>Euphrasia rostkoviana</i> s.str.	1	1
<i>Festuca ovina</i> aggr.	3	2
<i>Festuca pratensis</i> s.l.	1	1
<i>Festuca quadriflora</i>	1	1
<i>Festuca rubra</i> aggr.	26	6
<i>Festuca violacea</i> aggr.	13	7
<i>Fragaria vesca</i>	2	2
<i>Galium anisophyllum</i>	4	4
<i>Galium anisophyllum/pumilum</i>	7	5
<i>Galium lucidum</i>	2	2
<i>Galium mollugo</i> aggr.	3	3
<i>Galium pumilum</i>	6	6
<i>Galium spec.</i>	2	2
<i>Galium uliginosum</i> *	1	1
<i>Gentiana acaulis</i>	8	5
<i>Gentiana asclepiadea</i>	5	4
<i>Gentiana bavarica</i>	1	1
<i>Gentiana campestris</i> s.str.	3	1
<i>Gentiana lutea</i>	1	1
<i>Gentiana punctata</i>	9	7
<i>Gentiana verna</i>	1	1
<i>Geranium phaeum</i> var. <i>lividum</i>	3	3
<i>Geranium sylvaticum</i>	20	7
<i>Geum montanum</i>	10	7

<i>Geum rivale</i>	1	1
<i>Glechoma hederacea</i> s.l.	1	1
<i>Globularia nudicaulis</i>	5	4
<i>Gymnadenia conopsea</i>	10	7
<i>Helianthemum nummularium</i> s.l.	15	8
<i>Helictotrichon pratense</i>	3	2
<i>Helictotrichon pubescens</i>	4	1
<i>Helictotrichon versicolor</i>	12	4
<i>Heracleum sphondylium</i> s.l.	3	2
<i>Hieracium hoppeanum</i>	8	6
<i>Hieracium lachenalii</i>	1	1
<i>Hieracium lactucella</i>	1	1
<i>Hieracium murorum</i>	8	5
<i>Hieracium pilosella</i>	4	4
<i>Hieracium prenanthoides</i>	4	3
<i>Hieracium spec.</i>	1	1
<i>Hippocrepis comosa</i>	3	3
<i>Homogyne alpina</i>	22	10
<i>Hypochaeris uniflora</i>	7	3
<i>Juncus alpinoarticulatus</i>	2	1
<i>Juncus articulatus/</i> <i>alpinoarticulatus</i>	4	3
<i>Juncus filiformis</i>	2	2
<i>Juncus trifidus</i>	1	1
<i>Juniperus communis</i> subsp. <i>alpina</i>	11	8
<i>Knautia dipsacifolia</i> s.l.	10	6
<i>Knautia spec.</i>	1	1
<i>Koeleria pyramidata</i>	4	3
<i>Lamium album</i>	2	2
<i>Larix decidua</i>	3	3
<i>Laserpitium gaudinii</i>	7	5
<i>Laserpitium latifolium</i>	6	4
<i>Laserpitium siler</i>	3	3
<i>Lathyrus pratensis</i>	1	1
<i>Leontodon autumnalis</i>	2	2
<i>Leontodon helveticus</i>	18	8
<i>Leontodon hispidus</i> s.l.	15	9
<i>Leontodon spec.</i>	1	1
<i>Leucanthemum vulgare</i> aggr.	26	8
<i>Ligusticum mutellina</i>	14	10
<i>Linum catharticum</i>	4	3
<i>Listera ovata</i>	2	2
<i>Lolium perenne</i>	1	1
<i>Lonicera caerulea</i>	2	2
<i>Lotus alpinus</i>	14	9
<i>Lotus corniculatus</i>	1	1
<i>Lotus corniculatus</i> aggr.	10	8
<i>Luzula campestris</i>	2	2
<i>Luzula luzulina</i>	4	3
<i>Luzula luzuloides</i> s.str.	1	1
<i>Luzula multiflora</i>	17	8
<i>Luzula multiflora/campestris</i>	1	1
<i>Luzula sylvatica</i> aggr.	12	7
<i>Lycopodium annotinum</i>	3	3
<i>Melampyrum pratense</i>	2	2
<i>Melampyrum sylvaticum</i>	11	8

Gefäßpflanzen Taxa	Stetigkeit (in 67 Auf- nahmen)	Stetigkeit (in 26 Einheiten)
<i>Melica nutans</i>	1	1
<i>Menyanthes trifoliata</i>	1	1
<i>Minuartia verna</i>	1	1
<i>Molinia caerulea</i>	8	5
<i>Myosotis alpestris</i>	7	3
<i>Myosotis alpestris/sylvatica</i>	1	1
<i>Myosotis arvensis</i>	2	2
<i>Myosotis nemorosa</i>	5	3
<i>Myosotis scorpioides</i>	1	1
<i>Myosotis sylvatica</i>	1	1
<i>Nardus stricta</i>	18	9
<i>Nigritella nigra</i> aggr.	2	2
<i>Oxalis acetosella</i>	6	4
<i>Parnassia palustris</i>	7	4
<i>Pedicularis foliosa</i>	2	2
<i>Pedicularis palustris</i>	2	2
<i>Pedicularis tuberosa</i>	7	4
<i>Petasites albus</i>	2	2
<i>Peucedanum ostruthium</i>	8	6
<i>Phleum alpinum</i> aggr.	7	6
<i>Phleum hirsutum</i>	4	3
<i>Phleum pratense</i>	2	2
<i>Phleum rhaeticum</i>	15	9
<i>Phyteuma betonicifolium</i>	8	6
<i>Phyteuma orbiculare</i>	23	8
<i>Phyteuma ovatum</i>	1	1
<i>Phyteuma scheuchzeri</i>	1	1
<i>Phyteuma spicatum</i> *	1	1
<i>Picea abies</i>	10	7
<i>Pimpinella major</i>	1	1
<i>Pimpinella nigra</i>	1	1
<i>Pimpinella saxifraga</i> aggr.	2	2
<i>Pinguicula alpina</i>	5	3
<i>Pinguicula leptoceras</i>	1	1
<i>Pinus cembra</i>	2	2
<i>Pinus mugo</i> s.str.	1	1
<i>Pinus mugo</i> subsp. <i>uncinata</i>	2	2
<i>Plantago alpina</i>	6	3
<i>Plantago atrata</i> s.str.	9	7
<i>Plantago lanceolata</i>	6	2
<i>Plantago serpentina</i>	1	1
<i>Platanthera bifolia</i>	1	1
<i>Poa alpina</i>	25	7
<i>Poa pratensis</i>	6	2
<i>Poa trivialis</i> s.str.	12	6
<i>Poa varieagata</i>	1	1
<i>Polygala alpestris</i>	7	6
<i>Polygala chamaebuxus</i>	7	4
<i>Polygonum bistorta</i>	15	7
<i>Polygonum viviparum</i>	23	9
<i>Polystichum lonchitis</i>	1	1
<i>Potentilla aurea</i>	27	7
<i>Potentilla crantzii</i>	1	1
<i>Potentilla erecta</i>	29	9
<i>Potentilla grandiflora</i>	5	4

<i>Potentilla pusilla</i>	1	1
<i>Potentilla reptans</i>	1	1
<b>Potentilla verna</b>	2	2
<i>Primula farinosa</i>	4	3
<i>Primula integrifolia</i>	1	1
<i>Primula spec.</i>	2	2
<i>Primula veris</i> s.str.	1	1
<i>Prunella grandiflora</i>	1	1
<i>Prunella vulgaris</i>	6	6
<i>Pseudorchis albida</i>	2	2
<i>Pulmonaria australis</i>	9	6
<i>Pulsatilla alpina</i> s.l.	5	4
<i>Pulsatilla alpina</i> subsp. <i>apiifolia</i>	3	2
<i>Pulsatilla vernalis</i>	2	1
<i>Ranunculus acris</i> s.l.	17	7
<b>Ranunculus lanuginosus</b>	3	1
<i>Ranunculus montanus</i> aggr.	12	9
<i>Ranunculus spec.</i>	8	7
<i>Ranunculus tuberosus</i>	5	4
<i>Rhinanthus alectorolophus</i>	14	5
<i>Rhinanthus minor</i>	8	5
<i>Rhododendron ferrugineum</i>	6	3
<i>Rosa pendulina</i>	3	2
<i>Rubus idaeus</i>	2	2
<i>Rubus saxatilis</i>	2	2
<i>Rumex acetosa</i>	5	5
<i>Rumex alpestris</i>	11	5
<i>Rumex alpinus</i>	4	3
<i>Salix breviserrata</i>	1	1
<i>Salix reticulata</i>	1	1
<i>Salix retusa</i>	1	1
<i>Sanguisorba minor</i> s.str.	1	1
<i>Sanguisorba officinalis</i>	14	9
<i>Saussurea alpina</i> s.str.	1	1
<i>Saxifraga cuneifolia</i>	2	2
<i>Saxifraga rotundifolia</i>	1	1
<i>Scabiosa columbaria</i> s.l.	3	2
<i>Scabiosa lucida</i>	7	5
<i>Sedum album</i>	1	1
<i>Selaginella selaginoides</i>	9	6
<i>Sempervivum arachnoideum</i>	1	1
<i>Sesleria caerulea</i>	17	6
<i>Silene acaulis</i>	1	1
<i>Silene dioica</i>	11	5
<i>Silene nutans</i> s.str.	5	3
<i>Silene vulgaris</i> s.str.	12	8
<i>Soldanella alpina</i>	20	11
<i>Solidago virgaurea</i> s.l.	15	8
<i>Solidago virgaurea</i> subsp. <i>minuta</i>	2	2
<i>Sorbus aucuparia</i>	8	6
<i>Sphagnum cuspidata</i> Gruppe	1	1
<i>Sphagnum spec.</i>	5	4
<i>Stipa pennata</i>	1	1
<i>Taraxacum officinale</i> aggr.	12	6
<i>Taraxacum spec.</i>	1	1
<b>Teucrium chamaedrys</b>	1	1

Gefäßpflanzen Taxa	Stetigkeit (in 67 Auf- nahmen)	Stetigkeit (in 26 Einheiten)
<i>Thalictrum minus</i> s.l.	1	1
<i>Thesium alpinum</i>	8	5
<i>Thesium pyrenaicum</i>	3	2
<i>Thymus serpyllum</i> aggr.	10	7
<i>Tofieldia calyculata</i>	7	4
<i>Tragopogon pratensis</i> subsp. <i>orientalis</i>	4	3
<i>Traunsteinera globosa</i>	5	3
<i>Trichophorum cespitosum</i>	11	6
<i>Trifolium alpinum</i>	4	2
<i>Trifolium badium</i>	7	6
<i>Trifolium montanum</i>	4	3
<i>Trifolium pratense</i> s.l.	31	7
<i>Trifolium repens</i> s.l.	10	6
<i>Trifolium spec.</i>	2	2
<i>Trifolium thalii</i>	2	2
<i>Triglochin palustris</i>	3	1
<i>Trisetum flavescens</i>	12	4
<i>Trollius europaeus</i>	7	5
<i>Tussilago farfara</i>	1	1
<i>Vaccinium gaultherioides</i>	17	7
<i>Vaccinium microcarpum</i>	1	1
<i>Vaccinium myrtillus</i>	22	7
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	24	9
<i>Valeriana tripteris</i>	1	1
<i>Veratrum album</i> s.l.	6	5
<i>Veronica arvensis</i>	1	1
<i>Veronica bellidioides</i>	3	2
<i>Veronica chamaedrys</i>	8	4
<i>Veronica fruticans</i>	1	1
<i>Veronica officinalis</i>	4	3
<i>Veronica serpyllifolia</i> s.l.	2	2
<i>Veronica spec.</i>	1	1
<i>Vicia cracca</i> s.l.	1	1
<i>Vicia spec.</i>	2	2
<i>Viola biflora</i>	10	8
<i>Viola calcarata</i>	4	3
<i>Viola palustris</i>	1	1
<i>Viola spec.</i>	1	1
<i>Viola tricolor</i>	3	1
<i>Willemetia stipitata</i>	2	2



## Anhang D: Resultate der statistischen Auswertung

**Tabelle Anhang D:** Resultate der t-Tests zum Vergleich der Mittelwerte der Vegetationstypen Moor- subalpine Grasheide – Fettwiese – Zwergstrauchheide und Wald. (Signifikanzniveau: 0.05.)

Moor – Subalpine Grasheide: Signifikanter Unterschied		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Conf. Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Shannon	Equal variances assumed	.629	.435	-2.957	26	.007	-.68438	.23142	-1.16007	-.20868
	Equal variances not assumed			-3.032	25.575	.006	-.68438	.22571	-1.14870	-.22005

Moor – Fettwiese: Signifikanter Unterschied		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Conf. Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Shannon	Equal variances assumed	5.593	.026	-3.174	25	.004	-.67574	.21287	-1.11416	-.23732
	Equal variances not assumed			-3.550	23.549	.002	-.67574	.19035	-1.06900	-.28248

Moor – Zwergstrauchheide: Signifikanter Unterschied		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Conf. Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Shannon	Equal variances assumed	4.908	.037	-1.700	22	.103	-.41438	.24371	-.91980	.09105
	Equal variances not assumed			-2.111	21.999	.046	-.41438	.19632	-.82152	-.00723

Moor – Wald: Kein signifikanter Unterschied		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Conf. Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Shannon	Equal variances assumed	5.290	.031	-.531	22	.600	-.12938	.24346	-.63427	.37552
	Equal variances not assumed			-.661	22.000	.515	-.12938	.19566	-.53514	.27639

Subalpine Grasheide – Fettwiese: Kein signifikanter Unterschied		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Conf. Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Shannon	Equal variances assumed	2.607	.121	.045	21	.964	.00864	.19070	-.38796	.40523
	Equal variances not assumed			.046	18.417	.964	.00864	.18678	-.38314	.40041

Subalpine Grasheide – Zwergstrauchheide: Kein signifikanter Unterschied		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Conf. Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Shannon	Equal variances assumed	2.557	.127	1.260	18	.224	.27000	.21430	-.18022	.72022
	Equal variances not assumed			1.400	17.769	.179	.27000	.19286	-.13557	.67557

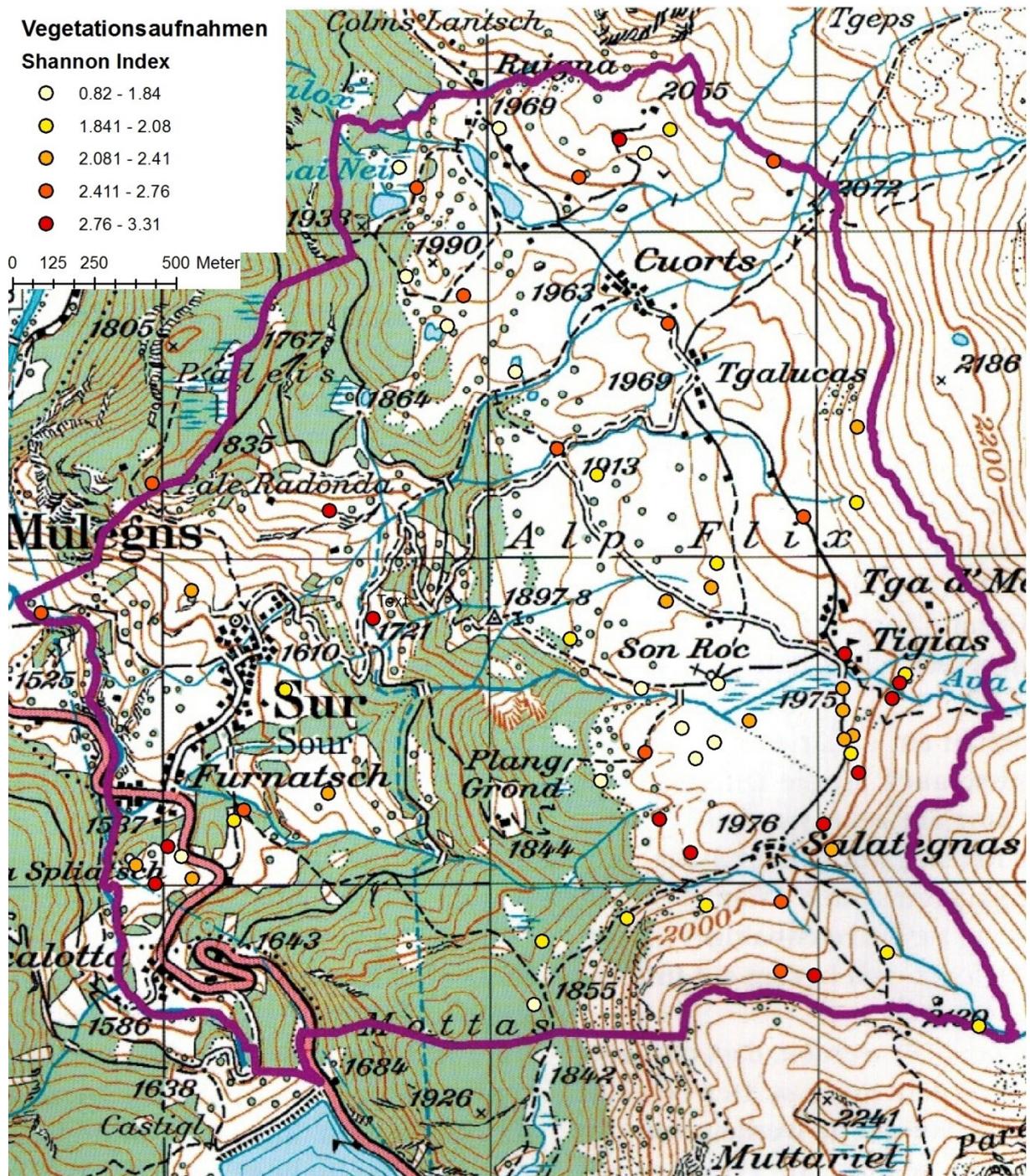
Subalpine Grasheide – Wald: Signifikanter Unterschied		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Conf. Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Shannon	Equal variances assumed	2.855	.108	2.595	18	.018	.55500	.21390	.10561	1.00439
	Equal variances not assumed			2.888	17.729	.010	.55500	.19218	.15079	.95921

<b>Fettwiesen – Zwergstrauchheide: Kein signifikanter Unterschied</b>		<b>Independent Samples Test</b>								
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Conf Interval of the Difference	
Shannon	Equal variances assumed	.077	.784	1.727	17	.102	.26136	.15136	-.05798	.58071
	Equal variances not assumed			1.743	15.734	.101	.26136	.14995	-.05695	.57967

<b>Fettwiesen – Wald: Signifikanter Unterschied</b>		<b>Independent Samples Test</b>								
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Conf. Interval of the Difference	
Shannon	Equal variances assumed	.203	.658	3.624	17	.002	.54636	.15075	.22832	.86441
	Equal variances not assumed			3.665	15.822	.002	.54636	.14908	.23005	.86268

<b>Zwergstrauchheide – Wald: Kein signifikanter Unterschied</b>		<b>Independent Samples Test</b>								
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Conf. Interval of the Difference	
Shannon	Equal variances assumed	.031	.862	1.820	14	.090	.28500	.15663	-.05093	.62093
	Equal variances not assumed			1.820	13.998	.090	.28500	.15663	-.05094	.62094

## Anhang E: Phytodiversitätskarte Alp Flix



**Abbildung Anhang E:** Phytodiversitätskarte der Alp Flix: Shannon-Index der verschiedenen Vegetationseinheiten klassifiziert und räumlich dargestellt. Kartengrundlage: MÜLLER & BRINER (2007).

## Anhang F: Fotovergleich

### F1: Grünerlen und Erosionsflächen oberhalb Tigias



**Abbildung Anhang F1:** Grünerlen und Erosionsflächen oberhalb Tigias.  
Foto oben: EGGER & WALTER (1986). Foto unten: C. Achermann (2015).  
(Aufnahme-Standort: 769996/154656).

**F2: Entwicklung der Fichtenbestände oberhalb des Parkplatz Vanastg.**



**Abbildung Anhang F2:** Entwicklung der Fichtenbestände oberhalb des Parkplatz Vanastg.  
Foto oben: EGGER & WALTER (1986). Foto unten: C. Achermann (2015).  
(Aufnahme-Standort: 769373/154682).

**F3: Waldgrenze und Viehgangeln oberhalb des Parkplatz Vanastg**



**Abbildung Anhang F3:** Waldgrenze und Viehgangeln oberhalb des Parkplatz Vanastg.  
Foto oben: EGGER & WALTER (1986). Foto unten: C. Achermann (2015).  
(Aufnahme-Standort: 769479/154526).

**F4: Fichtenwachstum bei den Lais Tatgea.**



**Abbildung Anhang F4:** Fichtenwachstum bei den Lais Tatgea.  
Foto links: EGGER & WALTER (1986).



Foto rechts: C. Achermann (2015). Aufnahme-Standort: 768917/155751

## **Anhang G: Vegetationskarte Alp Flix 1:5'000 mit Legende**

Die im Rahmen der vorliegenden Arbeit entstandene Vegetationskarte mit Legende befindet sich im Umschlag auf dem Rückenkarton dieser Masterarbeit. Da die Karte aber mit einem anderen Gerät gedruckt werden musste als die Arbeit, stimmen die Farben leider nicht vollständig überein. Als Legende für Abbildungen innerhalb der Arbeit eignet sich deshalb die Tabelle 5, S. 46 besser.

## **Anhang H: Rohdaten der 67 Vegetationsaufnahmen**

Die ausgefüllten Aufnahmeformulare mit Standortbeschreibung, Foto und Artenliste der 67 Vegetationsaufnahmen befinden sich auf der beiliegenden CD.

## **Persönliche Erklärung**

Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst und die den verwendeten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Zürich, 18. April 2016

Corina Achermann