

Zeitschrift: Jahresbericht der Naturforschenden Gesellschaft Graubünden
Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft Graubünden
Band: 114 (2007)

Artikel: Piz Alv (2974m) : hot spot der Biodiversität am Berninapass
Autor: Burga, Conradin A. / Reinalter, Romedi / Lange, Benjamin
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-594618>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 10.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Piz Alv (2974 m) – hot spot der Biodiversität am Berninapass

von Conradin A. Burga¹, Romedi Reinalter² und Benjamin Lange³

Adresse:

¹ Geographisches Institut
der Universität Zürich
Winterthurerstrasse 190
CH-8057 Zürich

² Chaunt Baselgia
CH-7527 Brail

³ WSL
Zürcherstrasse 111
CH-8903 Birmensdorf

Zusammenfassung

Am Fuss des Piz Alv (2974 m) wurden auf einer Fläche von 0.32 km² in den Jahren 2002, 2003 und 2006 insgesamt 201 Pflanzenbestände (30 Pflanzen- gesellschaften, 415 Blüten- und Farmpflanzenarten) erfasst und hinsichtlich der Biodiversität statistisch ausgewertet. Zudem wurde eine auf einer früheren Kartierung beruhende Vegetationskarte neu erstellt. Im von saurem Silikatgestein dominierten unteren Hangabschnitt sind Borstgras-Rasen im Mosaik mit Hangmooren und Weiden verbreitet. Die Nutzung als Alpweide hat zu lokal gedüngten Stellen geführt, die wesentlich artenärmer sind. Im oberen Hangbe- reich herrschen basiphile Blaugras-Halden und auf beweglichem Karbonatschutt Silberwurz-Pionierge- getation vor.

Mit 179 Pflanzenarten ist der Borstgras-Rasen die artenreichste Gesellschaft, gefolgt vom Blaugras-Ra- sen mit 152 Arten (Shannon-Indices 2.80 bzw. 2.37). Die höchsten Stetigkeits-Werte weisen Arten aus den Blaugras-Rasen und den Hangmooren auf. Es konn- ten 10 Orchideen-Arten nachgewiesen werden, wo- bei zwei Arten als selten gelten. Rund 12 selten am Piz Alv vorkommende Arten gehören zur Roten Liste der Schweizer Flora. Im gesamtschweizerischen Ver- gleich stellt die Vegetation am Piz Alv einen hot spot der regionalen Biodiversität dar, welcher geschützt werden müsste.

Schlagworte: Subalpine/alpine Rasen, Vegetations- karte, Biodiversität, Stetigkeit, Shannon-Index, Even- ness, Ordination, Rote Liste, Piz Alv/Bernina.

Piz Alv (2974 m) – Biodiversity hot spot at the Berninapass area

Summary

During the years 2002, 2003 and 2006, vegeta- tion records, 201 in total covering 30 plant commu- nities with a total of 415 vascular plants, were kept about an area of 0.32 km² at the foot of the Piz Alv (2974 m a.s.l., Berninapass, Canton of the Grisons, Switzerland). The records have been investigated re- garding biodiversity (Shannon-index and evenness) and the constancy of occurrence. In addition an ear- lier vegetation map of Piz Alv has been revised and completed. On the lower mountain slope the domi- nating features are acidophilic subalpine meadows (Geo montani-Nardetum), slope peat bogs and pas- tures, whereas on the upper slope section, basophilic alpine meadows (Seslerio-Caricetum sempervirentis) and pioneer plants (Dryadetum octopetalae) prevail.

The highest biodiversity is shown by the plant communities Geo montani-Nardetum and Seslerio-

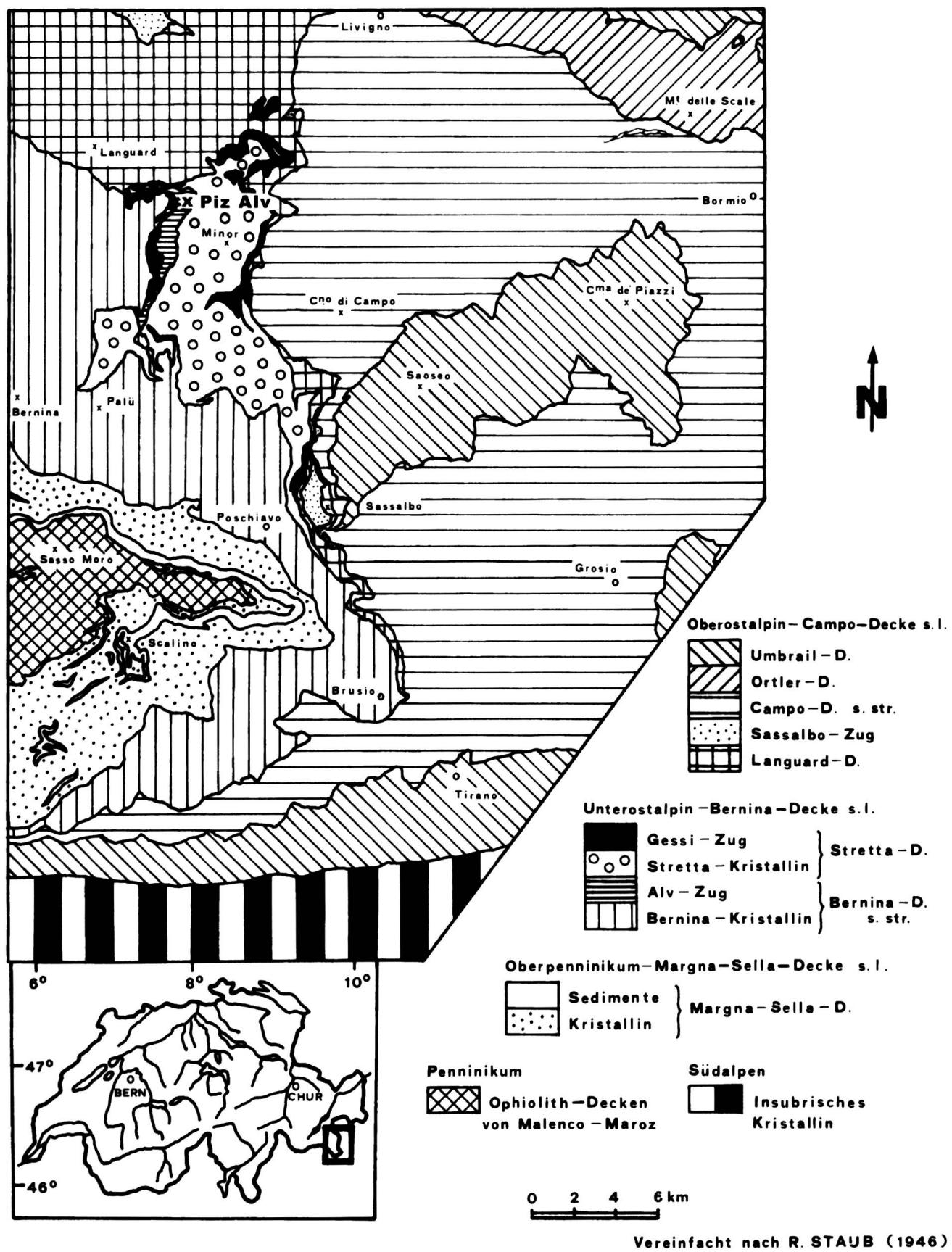


Abb. 1: Übersicht zur Geologie der Region Bernina (Südrätische Alpen). Der Piz Alv befindet sich auf der Karte oben links.

Caricetum sempervirentis with 179 and 152 plant species respectively (Shannon-index 2.80 and 2.37 respectively). The highest constancy of occurrence is exhibited by the basophilic alpine meadows and slope peat bogs. 10 species of orchids could be recorded and more than 12 additional rare plant species, found in the Swiss Red Data Book, could be recognized. The investigated locality in the Bernina pass area represents a local Swiss hot spot of plant biodiversity and should be put under nature protection.

1. Einleitung, Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet (0.32 km^2) bildet die S/SSW-Flanke (Höhenintervall von 2090–2250 m ü.M.) des Piz Alv (2974 m ü.M.), ein auffälliger weisslicher Sediment-Klotz an der Bernina-Passstrasse zwischen den Talstationen der Diavolezza- und Lagalb-Bahnen. Der Piz Alv gehört zum Alv-Zug, im Wesentlichen triadische Karbonatgesteine (Rauhwacke, Dolomit, Alv-Brekzie u.a.), welche die Sedimenthölle der Bernina-Decke s.s. bilden (STAUB 1946; FURRER 1985; BÜCHI 1994; Abb. 1). Die Kristallin-Obergrenze dieser Teildecke der unterostalpinen Bernina-Decke s.l. an der untersuchten Bergflanke ist deutlich etwa auf halber Hanghöhe festzustellen. Nordöstlich des Piz Alv folgt darüber der aus Kristallin bestehende Stretta-Lappen (BÜCHI 1994). Der obere Teil der untersuchten Bergflanke ist reichlich von Felssturzmaterial, hauptsächlich Alv-Brekzie, bedeckt.

Im Würm-Spätglazial reichte noch eine Eiszunge des vereinigten Cambrena-Arlas-Gletschers bis zum Fuss des Piz Alv, also bis zur Mündung der angrenzenden Val dal Fain bzw. bis Bernina-Suot (Daunäquivalenter Gletscherstand Val-dal-Fain und Bernina-Suot, BEELER 1977, 1981; BURGA 1987). Dieser im Spätwürm nach NW fliessender Teilgletscher liess kristallines Lokalerratikum zurück, und zwar an der untersuchten Alv-Bergflanke bis in ca. 2150 m ü.M. Die darüber folgenden Lockergesteine gehören zum lokalen karbonatischen Felssturzmaterial der Alv-Flanke. An dieser Silikat-/Karbonatgesteinsgrenze befinden sich von 2140–2160 m ü.M. zahlreiche kleine Quellhorizonte, die schöne Hangmoore und kleine Quellfluren entstehen liessen. Im Egesenäquivalenten Languard-Stand des vereinigten Cambrena-Arlas-Gletschers reichte die Gletscherzungue nicht mehr ganz bis zur Alv-Flanke (BEELER 1977). Das heisst, dass diese Bergflanke seit ca. 11 000 Jahren eisfrei ist.

2. Verwendete Methoden

Folgende Methoden wurden für diese Studie angewandt:

- Vegetationsaufnahmen nach Braun-Blanquet (Pflanzen-Nomenklatur nach Binz und Heitz 1990). Vegetationskartierung (terrestrisch und mittels Luftbildern), ferner diverse statistische Verfahren. Die Vegetationsaufnahmen wurden im Sinne der üblichen Tabellenarbeit (Stetigkeits-tabelle) weiter verarbeitet.
- Die Methoden der statistischen Auswertungen umfassen folgende Prozeduren, die unten ausführlicher beschrieben werden: Diversitätsindizes (Shannon, Evenness), Multivariate Analysen (MULVA), Ausreisseranalysen, Ordinationen.

3. Erfassung von Flora und Vegetation am Piz Alv/Berninapass

Das Untersuchungsgebiet Lagalb-Diavolezza ist Privatbesitz der Gemeinde Bondo aus dem Bergell. Die Alv-Flanke wird im Juli-August regelmässig durch Kühe beweidet. Problematisch sind die Viehtrittschäden in den Hangmooren. Früher wurden die Borstgras- und Blaugras-Rasen als Wildheumäder genutzt. Das Gebiet ist als Pflanzenschutzzone bezeichnet.

Die erste Vegetationskartierung unter Einbezug von entsprechenden Bodenprofilen der Alv-Flanke erfolgte im Rahmen einer Diplomarbeit von WAGNER (1994). Vorliegende neue Vegetationskarte (Abb. 2) umfasst einen etwas grösseren Perimeter (0.32 km^2) und enthält im Vergleich zur ersten Vegetationskartierung Ergänzungen und einige Korrekturen.

Die Vegetation an der S/SSW-Flanke des Piz Alv (2974 m ü.M.) wurde in den Jahren 2002 bis 2003 (mit Ergänzungen 2006) durch zahlreiche Vegetationsaufnahmen für das Höhenintervall 2090–2250 m ü.M. neu erfasst. Es wurden folgende Pflanzengesellschaften festgestellt (Tab. 1):

Erfasste Vegetationen bzw. Pflanzengesellschaften am Piz Alv

Gruppe	Bezeichnung	Gesellschaft mit Nummer aus den Vegetationsaufnahmen Erste Zahl: Anzahl Aufnahmen/zweite Zahl: Artenzahl
1	Felsvegetation	Tabelle 1: Potentillo-Hieracietum humile Ca 9/49 Tabelle 2: Minuartietum rupestris Ca/(Si) 1/13 Tabelle 3: Asplenio-Primuletum hirsutae Si 5/42
2	Lockergestein Kalk	Tabelle 4: Petasitetum paradoxii 11/70 Tabelle 5: Epilobietum fleischeri 1/24 Tabelle 15: Gesträuch auf Ca-Blockschutt 3/108
3	Subalpine Quellfluren	Tabelle 10: Cratoneuro-Arabidetum subcoriaceae 3/30 Tabelle 6: Kobresietum simpliciusculae 50/69
4	Subalpine (Kalk-)Flachmoore	Tabelle 7: Caricetum davallianae 7/53 Tabelle 8: Carex rostrata-Bestand 2/27 Tabelle 9: Saxifrago-Caricetum frigidae 2/26
5	Bach-Alluvionen	Tabelle 11: Salicetum caesio-foetidae 3/55 Tabelle 12: Caricetum maritimae 15/58
6	Subalpiner offener Lärchen-Arvenwald und Zergstrauchheide	Tabelle 13: Larici-Pinetum cembrae (offene Variante) 1/81 Tabelle 14: Juniper-Arctostaphyletum 5/90
7	Subalpine und alpine Rasen (trocken) auf Ca oder Si oder auf Mischgestein (Moräne)	Tabelle 21: Dryadetum octopetalae 7/44 Tabelle 16: Caricetum firmae Ca, trocken 6/41 Tabelle 17: Seslerio-Caricetum sempervirentis Ca 15/152 Tabelle 18: Elynetum myosuroides Si/ Ca, trocken 11/94 Tabelle 19: Trifolio thalii-Festucetum violaceae Ca, Si trocken 3/104 Tabelle 20: Seslerietum: Carex flacca-Variante Ca 2/54 Tabelle 22: Girlandenrasen Pioniere Ca, trocken 3/36 Tabelle 23: Geo montani-Nardetum Si 10/179 Tabelle 25: Festucetum variae Si (Ca) 3/76
8	Subalpine (alpine) Lägerfluren, gedüngte Rasen, anthropozoogen Abkürzungen im Text: Si = saures Silikatgestein Ca = Karbonatgestein (vorw. Dolomit, Kalk)	Tabelle 24: Deschampsia caespitosa-Bestände (gedüngtes Geo montani-Nardetum) 3/87 Tabelle 26: Trisetetum flavescentis 2/88 Tabelle 27: Ehemalige Mähwiese, aufgenommen 18.7.86 und 10.7.02 2/117 Tabelle 28: Peucedano-Cirsietum spinosissimi, Grossviehläger 6/84 Tabelle 29: Ruminetum alpini 1/19 Tabelle 30: Wildläger (vorwiegend Steinböcke) 9/40

Tab. 1: Erfasste Vegetationen bzw. Pflanzengesellschaften am Piz Alv.

Vegetationskarte Piz Alv

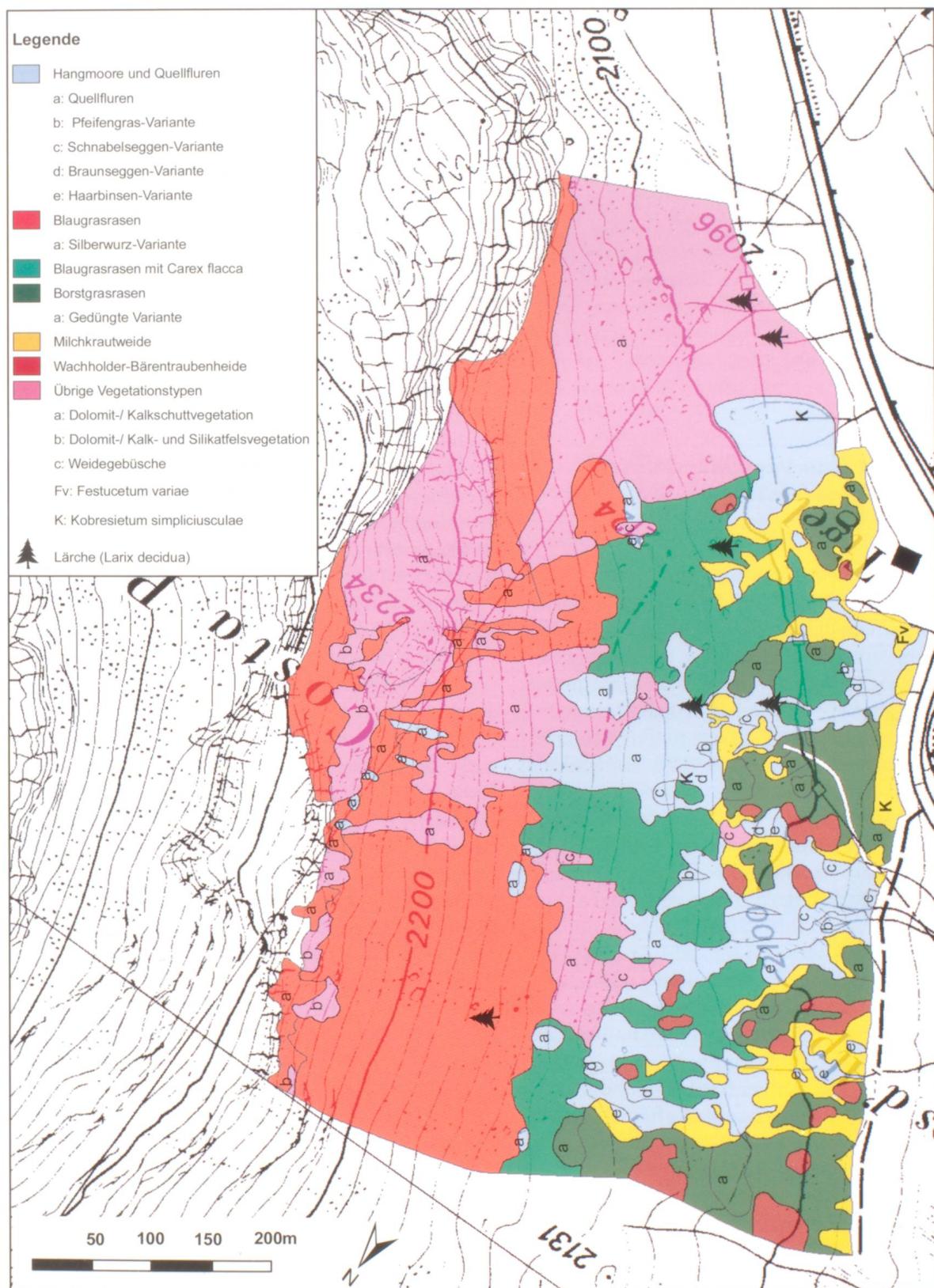


Abb. 2: Vegetationskarte zum Piz Alv (nach WAGNER 1994, mit Korrekturen und Ergänzungen der Autoren).

Insgesamt wurden 30 Syntaxa bzw. 201 Pflanzenbestände (Vegetationsaufnahmen) von folgenden acht Standorttypen inventarisiert: 1 Felsvegetation, 2 Lockergesteine (Dolomit, Kalk), 3 subalpine Quellfluren, 4 subalpine (Kalk-) Flachmoore, 5 Alluvionen, 6 subalpiner Lärchen-Arvenwald (aufgelockert) und Zwergsstrauchheide, 7 subalpine und alpine Rassen (trocken) auf Karbonat, Silikat oder Mischgestein sowie 8 subalpine (alpine) Lägerfluren, gedüngte Rassen (anthropozogen) und Wildläger.

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im Überschneidungsgebiet von einigen typischen west- bzw. ostalpinen Pflanzenarealen. Als Beispiele seien genannt die Westalpen-Pflanzen *Achillea nana* und *Campanula cenisia* und die Ostalpen-Pflanzen *Dianthus glacialis* und *Senecio incanus* ssp. *carniolicus*. Alle diese Pflanzen kommen im Umkreis des Piz Alv vor.

4. Erläuterungen zur Vegetationskarte Piz Alv (Pflanzengesellschaften, Stetigkeit der einzelnen Taxa)

Das bunte Gesteinsspektrum von Silikat- und Karbonatgesteinen (Fels und Lockergesteine), die verschiedenen Quellhorizonte sowie unterschiedliche Eutrophierungsgrade durch die Beweidung bedingen sehr vielfältige Standorte, d.h. eine grosse Anzahl ökologischer Nischen auf kleinem Raum.

Die Vegetation der Alv-Flanke kann grob in zwei Muttergesteinsszenen eingeteilt werden: a) die untere (bis max. 2140 m ü. M.) von saurem Silikatgestein geprägte und b) die obere von Karbonatgestein dominierte Zone. Die Grenze zwischen beiden Bereichen wird einerseits durch den karbonatischen Hangschutt lokal stark nach unten verschoben, andererseits führen die zahlreichen Quellhorizonte in der Übergangszone zwischen a) und b) zu vielfältigen Hangmoorbildungen, Quellfluren, Hangvernässungen sowie zu lokalem Karbonat-Wassereintrag in den Böden. Dementsprechend findet man im silikatischen Bereich Bodentypen, wie Podsol, Braunerde (Cambisol), Ranker (Leptosol) und hydro-morphe Böden (Histosole); auf Karbonat treten Rendzina (Leptosol), Humus-Karbonatgesteinboden (Leptosol) sowie Regosole (Lockergesteinssubstrate) auf.

Im bodensauren Bereich a) dominieren artenreiche Borstgras-Rasen (Geo montani-Nardetum, vgl. Abb. 2). Je nach der Nutzungsintensität als Weide haben sich nährstoffreiche, gedüngte Rasen, wie Milchkrautweide oder eine Rasenschmiele-Variante (*Deschampsia caespitosa*) des Geo montani-Nardetums

gebildet. An flachgründigen und nicht mehr genutzten Stellen wächst Wacholder-Bärentrauben-Zwergstrauchheide (Junipero-Arctostaphyletum). Lokal sind am Hang noch Reste des ehemaligen Lärchen-Arvenwaldes (Larici-Pinetum cembrae) anzutreffen (einzelne Lärchen und etwas Rostblättrige Alpenrose). Diese Rasengesellschaften werden immer wieder von verschiedenen Hangmooren und Quellfluren unterbrochen. Es konnten Hangmoor-Varianten mit Brauner Segge (*Carex nigra*), Schnabelsegge (*Carex rostrata*), Haarbinse (*Trichophorum caespitosum*) und Pfeifengras (*Molinia caerulea*) unterschieden werden; lokal treten auch Davall's Segge (*Carex davalliana*), Breitblättriges Wollgras (*Eriophorum latifolium*) und andere Sauergräser auf (Caricetum fuscae, lokal das Caricetum davallianae, Saxifrago-Caricetum frigidae und kleine *Carex rostrata*-Bestände). Die subalpinen Quellfluren sind durch das Cratoneuro-Arabidetum subcoriaceae und das Kobresietum simpliciusculae (letztere Assoziation vorwiegend am Hangfuß verbreitet). Weiter sind am Hangfuß knapp ausserhalb der Kartierfläche längs der Ova da Bernina kleine Alluvialflächen mit dem Salicetum caesio-foetidae und dem Caricetum maritimae vertreten.

Einen grossen Flächenanteil nehmen im Überschneidungsbereich von Silikat- und Karbonatgestein bei grösserer Hangfeuchte Blaugras-Rasen mit Schlaffer Segge (*Carex flacca*) ein (*Carex flacca*-Variante des Seslerio-Caricetum sempervirentis).

Die Vegetation des oberen Karbonatbereichs b) wirkt aus der Ferne recht einheitlich, denn es hat in 2200–2240 m ü. M. nur wenige, kleinräumige Quellhorizonte. Den wichtigsten Variationsfaktor für Boden und Vegetation bilden feiner unbeweglicher und grober beweglicher Karbonatschutt. Als wichtigster Hangstabilisator wirkt hier die Klimaxgesellschaft des artenreichen Blaugras-Rasens (Seslerio-Caricetum sempervirentis). Die aktuellen Hangbewegungen sind in Form von Murgängen und Hanggirlanden sichtbar; erstere werden durch Silberwurz-Spaliere (*Dryadetum octopetalae*), letztere durch Blaugrasrasen-Girlanden (Seslerio-Caricetum sempervirentis) in der Bewegung gehemmt. Der südliche Teil des oberen Karbonatbereichs b) wird dominiert von Dolomit/Kalk-Hangschutt und Felsen. Demzufolge sind hier Dolomit/Kalkschutt- und Dolomit/Kalkfels-Gesellschaften vertreten: das Petasitetum paradoxi und Gesträuch auf Karbonatblockschutt bzw. das Potentillo-Hieracietum humile und das Minuartietum rupestris (z.T. auch auf Silikat); die entsprechenden auf Silikatgestein vorhandenen Gesellschaften sind das Epilobietum fleischeri bzw. das Asplenio-Primulatum hirsutae.

Gesamtartenzahl: 415

Art	Anzahl Nennungen/ Stetigkeit	Art	Anzahl Nennungen/ Stetigkeit
<i>Sesleria caerulea</i>	129	<i>Silene vulgaris</i> s.str.	34
<i>Carex sempervirens</i>	98	<i>Gentiana campestris</i>	33
<i>Polygonum viviparum</i>	84	<i>Carlina acaulis</i> ssp. <i>simplex</i>	32
<i>Euphrasia salisburgensis</i>	73	<i>Lotus alpinus</i>	32
<i>Gypsophila repens</i>	72	<i>Daphne striata</i>	31
<i>Senecio doronicum</i>	71	<i>Dianthus sylvestris</i>	31
<i>Poa alpina</i>	70	<i>Eriophorum angustifolium</i>	30
<i>Minuartia verna</i>	66	<i>Galium anisophyllum</i>	30
<i>Carex panicea</i>	63	<i>Selaginella selaginoides</i>	29
<i>Kobresia simpliciuscula</i>	63	<i>Peucedanum ostruthium</i>	28
<i>Primula farinosa</i>	62	<i>Pinguicula alpina</i>	28
<i>Salix foetida</i>	61	<i>Valeriana montana</i>	28
<i>Helianthemum grandiflorum</i>	60	<i>Pedicularis verticillata</i>	27
<i>Potentilla erecta</i>	60	<i>Solidago virgaurea</i> ssp. <i>minuta</i>	27
<i>Campanula scheuchzeri</i>	58	<i>Thesium alpinum</i>	27
<i>Festuca quadriflora</i>	58	<i>Coeloglossum viride</i>	26
<i>Aster alpinus</i>	56	<i>Ranunculus montanus</i> s.l.	26
<i>Juncus alpino-articulatus</i>	56	<i>Sempervivum alpinum</i>	26
<i>Hieracium villosum</i>	54	<i>Veratrum album</i> ssp. <i>lobelianum</i>	26
<i>Parnassia palustris</i>	54	<i>Soldanella alpina</i>	25
<i>Carduus carlinifolius</i>	53	<i>Centaurea scab. ssp. <i>alpestris</i></i>	24
<i>Phyteuma orbiculare</i>	52	<i>Dianthus superbus</i>	24
<i>Campanula cochleariifolia</i>	50	<i>Elyna myosuroides</i>	24
<i>Festuca violacea</i>	49	<i>Trifolium nivale</i>	23
<i>Carex nigra</i>	48	<i>Caltha palustris</i>	22
<i>Festuca rubra</i>	48	<i>Gentiana verna</i>	22
<i>Helianthemum alpestre</i>	48	<i>Globularia cordifolia</i>	22
<i>Agrostis gigantea</i>	47	<i>Homogyne alpina</i>	22
<i>Thymus polytrichus</i>	47	<i>Botrychium lunaria</i>	21
<i>Juncus triglumis</i>	46	<i>Dactylorhiza cruenta</i>	21
<i>Sanguisorba officinalis</i>	46	<i>Poa molinieri</i>	21
<i>Deschampsia cespitosa</i>	45	<i>Pulmonaria australis</i>	21
<i>Trichophorum cespitosum</i>	44	<i>Trollius europaeus</i>	21
<i>Equisetum variegatum</i>	43	<i>Anthyllis alpestris</i>	20
<i>Agrostis alpina</i>	40	<i>Aster bellidiastrum</i>	20
<i>Carex ornithopoda</i>	40	<i>Carex rostrata</i>	20
<i>Leucanthemum adustum</i>	39	<i>Eleocharis quinqueflora</i>	20
<i>Molinia caerulea</i>	38	<i>Euphorbia cyparissias</i>	20
<i>Myosotis alpestris</i>	38	<i>Phleum rhaeticum</i>	20
<i>Oxytropis campestris</i>	38	<i>Potentilla crantzii</i>	20
<i>Carex rupestris</i>	37	<i>Rhinanthus minor</i>	20
<i>Hieracium bifidum</i>	37	<i>Scabiosa lucida</i>	20
<i>Juniperus nana</i>	37	<i>Astragalus australis</i>	19
<i>Saxifraga aizoides</i>	37	<i>Erigeron alpinus</i>	19
<i>Saxifraga paniculata</i>	37	<i>Festuca ovina</i>	19
<i>Carex davalliana</i>	36	<i>Avenula versicolor</i>	19
<i>Rhinanthus glacialis</i>	36	<i>Kernera saxatilis</i>	19
<i>Carex flacca</i>	35	<i>Leontodon hispidus</i> s.str.	19
<i>Tofieldia calyculata</i>	35	<i>Luzula multiflora</i>	19
<i>Bartsia alpina</i>	34	<i>Nigritella nigra</i>	19
<i>Carex firma</i>	34	<i>Polygala alpestris</i>	19

Tab. 2: Artenliste nach den Stetigkeiten 19 bis 129.

Ferner sind kleinräumig folgende subalpine und alpine Rasengesellschaften auf Karbonat und/oder Silikat vertreten: das *Caricetum firmae* (nur auf Karbonat), *Elynetum myosuroides*, *Trifolio thalii-Festucetum violaceae*, ferner das *Festucetum variae* (auf Silikat).

An stark gedüngten Stellen (Kuhweiden, Grossvieh- und Wildläger) sind auf Silikat verarmte Varianten des *Geo montani-Nardetums*, wie *Deschampsia caespitosa*-Bestände, ferner das *Rumicetum alpini* und das *Peucedano-Cirsietum spinosissimi* vertreten. In der Ebene von Curtinatsch wachsen noch in 2100 m ü.M. schöne Goldhaferwiesen (*Trisetum flavescentis*). An einigen Stellen wurden Vegetationsaufnahmen von ehemaligen Mähdern und von Wildlägern (vorw. Steinböcke) gemacht.

Die Kombination von vielfältigen Standortfaktoren (Muttergestein, Bodentyp, Gründigkeit des Bodens, Wasser, Relief/Topographie/Hangneigung/Exposition, Bodenbewegungen, Nutzung als Viehweide bzw. früher teilweise als Wildheumähder), die Klimahöhenstufen sowie die pflanzengeographische Stellung der Bernina-Region im Übergangsbereich von den West- zu den Ost- bzw. von den Zentral- zu den Südalpen bedingt eine hohe Zahl an verschiedenen Gefässpflanzen bzw. Pflanzenbeständen.

Die auf rund einem Drittel Quadratkilometer erfassten 201 Pflanzenbestände (Vegetationsaufnahmen nach BRAUN-BLANQUET) bzw. 30 Pflanzengesellschaften ergaben ein Total von 415 Blüten- und Farnpflanzen-Arten (inkl. einige Unterarten und wenige Flechten). In Tab. 2 sind die Stetigkeiten von 19 bis 129 dargestellt, d.h. Arten, die in $\geq 10\%$ aller Vegetationsaufnahmen vorkommen. Höchste Stetigkeiten (in Klammern nachfolgend angegeben) weisen Arten aus den flächenmäßig weitgehend dominierenden Blaugras-Rasen auf: *Sesleria caerulea* (129) und *Carex sempervirens* (98). Dann folgt *Polygonum viviparum* (84), ausser in Blaugras- und Borstgras-Rasen auch noch in anderen Rasengesellschaften verbreitet. Weitere häufige Arten der Blaugras-Halden weisen deutlich tiefere Stetigkeiten auf: *Helianthemum grandiflorum* (60), *Aster alpinus* (56), *Hieracium villosum* (54), *Helianthemum alpestre* (48), *Oxytropis campestris* (38), *Scabiosa lucida* (20), *Astragalus australis* (19), *Dryas octopetala* (18) sowie *Leontopodium alpinum* (1!). Auffällig sind die relativ hohen Stetigkeiten von Arten von Nass-/Feucht-Standorten (Hangmoore und Quellfluren), die eine beträchtlichen Flächenanteil am Piz Alv ausmachen (vgl. Abb. 2): *Carex panicea* (63), *Kobresia simpliciuscula* (63), *Primula farinosa* (62), *Salix foetida* (61), *Parnassia palustris* (54), *Carex nigra* (48), *Juncus triglumis* (46), *Tricho-*

phorum caespitosum (44), *Equisetum variegatum* (43), *Carex ornithopoda* (40), *Tofieldia calyculata* (35), *T. pusilla* (9), *Eleocharis quinqueflora* (20), *Pinguicula alpina* (28), *Eriophorum latifolium* (8), *E. vaginatum* (7), *Juncus arcticus* (8!), *J. articulatus* (4), *Saxifraga stellaris* (5), *Crepis paludosa* (4) und *Triglochin palustre* (4). Charakterarten und häufige Begleiter der weniger verbreiteten, aber artenreichen Borstgras-Weiden weisen erwartungsgemäss meist geringere Stetigkeiten auf: *Geum montanum* (18), *Nardus stricta* (18), *Plantago alpina* (17), *Gentiana acaulis* (16), *Trifolium alpinum* (16), *Arnica montana* (13), *Campanula barbata* (13), *Pedicularis tuberosa* (13), *Gymnadenia conopsea* (7), *Pseudorchis albida* (6), *Botrychium lunaria* (21), *Potentilla aurea* (18), *Hypochoeris uniflora* (16), *Pedicularis verticillata* (27), *Avenula versicolor* (19) und *Luzula multiflora* (19); höhere Stetigkeiten unter den Orchideen haben *Coeloglossum viride* (26) und *Nigritella nigra* (19). Die Stetigkeiten der Orchideen verteilen sich auf ein grösseres Intervall: *Coeloglossum viride* (26), *Dactylorhiza cruenta* (21), *Nigritella nigra* (19), *Chamorchis alpina* (15!), *Gymnadenia odoratissima* (10), *G. conopsea* (7), *Pseudorchis albida* (6), *Nigritella rubra* (5), *Dactylorhiza majalis* (2), *Orchis mascula* (1). Arten aus Fettwiesen bzw. Milchkrautweiden (meist durch Beweidung gedüngte Borstgras-Rasen) sind stellenweise gut vertreten: *Poa alpina* (70), *P. pratensis* (18), *P. trivialis* (2), *Deschampsia caespitosa* (45), *Trollius europaeus* (21), *Leontodon hispidus* (19), *L. helveticus* (13), *Alchemilla vulgaris* agg. (15), *Crepis aurea* (10), *Taraxacum officinale* (10), *Trifolium repens* (10), *Ranunculus montanus* s.l. (26), *Trisetum flavescentis* (7), *Rumex alpestris* (6), *Trifolium pratense* s.s. (5), *Ligusticum mutellina* (5) und *Ranunculus acris* s.str. (3). In lokalen Hochstaudenfluren, meist am Fuss grösserer Felsblöcke, kommen vor: *Peucedanum ostruthium* (28), *Veratrum album* ssp. *lobelianum* (26), *Gentiana lutea* (15), *Aconitum napellus* s.l. (11), *Lilium martagon* (7), *Thalictrum aquilegiifolium* (6), *Cirsium helenioides* (4), *Rhaponticum scariosum* (3), *Chaerophyllum villarsii* (3), *Aquilegia alpina* (2), *Aconitum vulparia* s.l. (1), *Polemonium caeruleum* (1) sowie *Adenostyles alliariae* (1). Unter den Sträuchern sind in den Hangmooren bzw. zwischen den Hochstaudenfluren u.a. vertreten: *Salix foetida* (61), *S. caesia* (11), *S. breviserrata* (7), *S. hastata* (4), *S. pentandra* (1), *S. purpurea* (1), *Lonicera caerulea* (9), *Cotoneaster integerrimus* (5) und *Rosa pendulina* (4). An Viehlägern treten lokal *Chenopodium bonus-henricus* (7) und *Urtica dioica* (6) auf.

Zu den seltensten am Piz Alv vorkommenden Arten gehören: *Juncus arcticus*, *Chamorchis alpina*, *Aquilegia alpina*, *Ranunculus allemannii*, *Viola pinnata*, *Diaphanthes glacialis*, *Cerastium fontanum* s.str., *Gentiana*

tenella, *Gentianella engadinensis*, *Phyteuma scheuchzeri*, *Oxytropis campestris* ssp. *tirolensis* und *O. lapponica*. Es sind dies alles Arten der Roten Liste der Schweizer Flora, die in den östlichen Zentralalpen z.T. selten bis gefährdet sind (LANDOLT 1991).

5. Statistische Auswertung zur Biodiversität

5.1 Methoden der Diversitätsberechnungen

5.1.1 Shannon-Index und Evenness

Die Berechnung der Pflanzenartenvielfalt erfolgte mittels des Shannon-Indexes sowie der Evenness. Für die Ermittlung der Indizes ist es nötig, die Deckungsgrade in Prozentwerte umzurechnen. Folgende Umrechnung kam zur Anwendung:

Deckungsgrad	Prozentwert
r	0.025
-	0.05
+	0.1
1	2.5
2	15
3	37.5
4	62.5
5	87.5

Tab. 3: Umrechnung von Deckungsgraden zu Prozentwerten.

Die Prozentwerte der Deckungsgrade + bis und mit 5 sind nach DIERSCHKE (1994:160) übernommen worden. Die restlichen Werte wurden dahingehend umgerechnet, als dass bei jedem Deckungsgrad der eine Stufe tiefer liegt, die Hälfte des vorgegangenen Wertes übernommen wurde. Der Shannon-Index wurde gemäss folgender Formel errechnet:

$$H = - \sum_{i=1}^n p_i \ln p_i$$

wobei gilt:

$$p_i = \frac{N_i}{N}$$

N_i = Deckungsgrad in Prozent der Art i

N = Summe der Deckungsgrade aller Arten einer Aufnahme

H' = Shannon-Index

Abb. 3: Berechnung des Shannon-Indexes.

Zur Berechnung der Evenness, d.h. der Homogenität bzw. der Gleichverteilung der Pflanzenarten innerhalb eines Pflanzenbestandes einer Vegetationsaufnahme kam folgende Formel zur Anwendung:

$$E = H_s / H_{max}$$

wobei gilt:

E: Evenness

H_s : Shannon-Index

H_{max} : In der Gesamtartenzahl

Abb. 4: Berechnung der Evenness.

5.1.2 Ausreisseranalysen und Ordinationen

Die weitere statistische Auswertung der Vegetationsaufnahmen erfolgte in zwei Teilschritten. Zum ersten wurden die Aufnahmen auf Ausreisser hin überprüft, dann erst wurde eine Ordination berechnet.

Das Prinzip der **Ausreisseranalyse** besteht darin, für jede Vegetationsaufnahme den nächsten Nachbar, also die ähnlichste Aufnahme zu suchen. Die Berechnung der Ähnlichkeit erfolgt mit dem Vander-Maarels-Koeffizienten. Dabei handelt es sich um ein Kontingenzmass, das den Vorteil hat, auch die Artenmächtigkeit und nicht nur die Präsenz oder Absenz der Pflanzenarten für die Berechnung beizuziehen (WILDI 1986:79). Um die hohe Gewichtung einzelner hoher Deckungsgrade zu minimieren, sind die Daten vor der Berechnung wurzeltransformiert worden. Ebenso wurde eine Normalisierung vorgenommen, um Unterschiede in der Artenzahl der Vegetationsaufnahmen auszugleichen.

Je nach Typ der Vegetation muss der Ähnlichkeitswert einen gewissen Wert überschreiten, um nicht als Ausreisser innerhalb einer Gruppe zu gelten. Aufnahmen mit einer Ähnlichkeit, deren Koeffizienten < 0.2 ist, gelten nach mündlicher Mitteilung von O. Wildi (WSL) als Ausreisser und können die Hauptkomponentenanalyse beeinflussen und damit als Störfaktor der Analyse fungieren.

Die **Ordination** ist ein mathematisches Verfahren, unter dem man in der Synökologie bzw. Pflanzensoziologie die Anordnung von Aufnahmen oder Arten in einem ein- bis mehrdimensionalen Raum nach ihrer Ähnlichkeit versteht. Dabei kommen ähnliche Aufnahmen nahe zu liegen, unähnliche sind weit auseinander positioniert (NEITZKE 1991 a,b). Das Ziel einer Ordination ist das Auffinden von Achsen, die durch die Punktkonstellation der Aufnahmen führen und in der Richtung der maximalen

Variation der Aufnahmen liegen. Mittels dieser Achsen ist es möglich, den n-dimensionalen Raum der Aufnahmen mit möglichst wenig Informationsverlust zu reduzieren und damit einfacher und besser interpretierbar zu machen (GLAVAC 1996). Die erste Achse erklärt dabei ein Maximum der Varianz, die zweite das Maximum der restlichen Varianz und so weiter (GLAVAC 1996).

In der Pflanzenökologie wird zwischen direkter und indirekter Ordination unterschieden. Die direkte Ordination zeigt die Lage einer Aufnahme in einem mehrdimensionalen Koordinatensystem, wobei die Achsen als Standortfaktoren fungieren (WILDI 1986). Heute werden vor allem indirekte Verfahren angewendet, die allein aufgrund der Verteilung der Arten die Aufnahmen ordnen (NEITZKE 1991 a,b).

Die **Darstellung der indirekten Ordination** ist zweidimensional gehalten. Die Achsen der Ordination sind jeweils mit dem entsprechenden prozentualen Anteil beschriftet, den sie an der Gesamtvarianz erklären. Den grösseren Teil der Varianz erklärt immer die x-Achse, d.h. räumliche Distanzen der Aufnahmen in horizontaler Richtung sind in der Interpretation stärker zu gewichten als die vertikalen Distanzen. Die Werte der Lage der Punkte haben keinen erklärenden Wert, sondern sind nur abhängig von den verwendeten Deckungsgraden in den Aufnahmen.

5.2 Shannon-Index und Evenness

Nachfolgend sind die Ergebnisse der Diversitätsberechnungen graphisch dargestellt. Aufgeführt sind jeweils der **Shannon-Index** (Bedeutungswert/Deckungsgrad einer einzelnen Pflanzenart in Bezug auf den gesamten Deckungsgrad eines Pflanzenbestandes) sowie die **Evenness** (Grad der Homogenität eines Pflanzenbestandes) der einzelnen Pflanzengesellschaften. Bei einigen Gesellschaften gab es nur eine Aufnahme, weshalb eine Diagramm-Darstellung nicht sinnvoll ist und hier weggelassen wurde.

a) Borstgras-Weiden (Geo montani-Nardetum, Abb. 5). Die im Hangfußbereich des Piz Alv auf Silikatgestein bzw. degradierten Podsole und Braunerden entwickelten blumenreichen Borstgras-Rasen mit u.a. Borstgras (*Nardus stricta*), Berg-Nelkenwurz (*Geum montanum*), Knolliges Läusekraut (*Pedicularis tuberosa*), Arnika (*Arnica montana*), Kochscher Enzian (*Gentiana acaulis*), Alpen-Klee (*Trifolium alpinum*), Schwarzes Männertreu (*Nigritella nigra*), Weissorchis (*Pseudorchis albida*), Mücken-Handwurz (*Gymnadenia conopsea*) und Hohlzunge (*Coeloglossum viride*) weisen

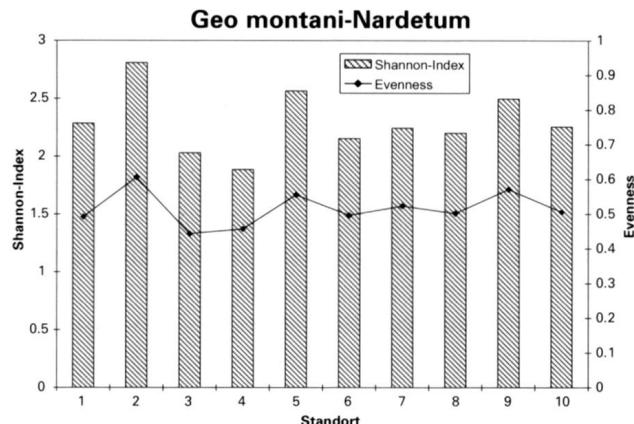


Abb. 5: Biodiversität Borstgras-Weiden (Geo montani-Nardetum).

im Untersuchungsgebiet die höchsten Shannon-Indexwerte auf (Maximum 2.80, Mittelwert 2.29). Mit **179 Arten** sind die kurzzeitig schwach beweideten Teile der Borstgras-Rasen die artenreichsten subalpinen Rasen des untersuchten Gebiets. Die lokal stark beweideten, gedüngten Bereiche (*Deschampsia caespitosa*-Variante **[87 Arten]** bzw. Milchkrautweide, in der Karte nicht ausgeschieden) sind wesentlich artenärmer, wobei aber die Charakterarten des Borstgras-Rasens stets fragmentarisch vertreten sind. Die 10 untersuchten Standorte sind relativ zur hohen Artenzahl untereinander recht homogen, d.h. sie weisen eine mittlere Evenness von 0.51 auf.

b) Blaugras-Halden (Seslerio-Caricetum semperfirrientis, Abb. 6). Die im Steilhang auf Dolomit und Alv-Brekzien bzw. Rendzina wachsenden blumenreichen Blaugras-Rasen mit u.a. Blaugras (*Sesleria caerulea*), Immergrüne Segge (*Carex sempervirens*), Feld-Spitzkiel (*Oxytropis campestris*), Alpen-Sonnenröschen

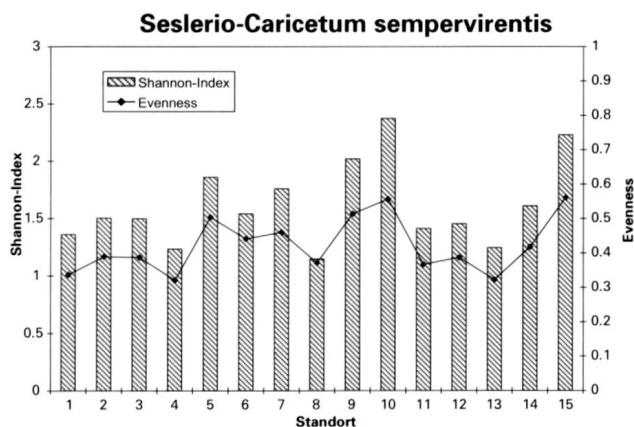


Abb. 6: Biodiversität Blaugras-Halden (Seslerio-Caricetum semperfirrientis).

(*Helianthemum alpestre*), Drüsiges Habichtskraut (*Hieracium piliferum* s.l.), Rotes Männertreu (*Nigritella rubra*), Edelweiss (*Leontopodium alpinum*), Alpen-Aster (*Aster alpinus*) und Alpen-Akelei (*Aquilegia alpina*) weisen nach den Borstgras-Rasen die zweithöchsten Shannon-Indexwerte der Biodiversität auf (Maximum 2.37, Mittelwert 1.61; **152 Arten**). Die Evenness der 15 berücksichtigten Standorte variiert etwas stärker, beträgt im Mittel 0.42.

c) Silberwurz-Variante der Blaugras-Halden (*Dryadetum octopetalae*, Abb. 7). Die vor allem im nördlichen Teil des Untersuchungsgebiets homogenen, geschlossenen Blaugras-Rasen lösen sich gegen Süden und Westen im Bereich des beweglichen Karbonatgestein-Hangschutts in einzelne Rasenteile auf bzw. gehen infolge der Hangbewegung in girlandenartige Treppenrasen über (Formen der gehemmten Solifluktion). Auf dem beweglichen Schutt wirken die Silberwurz-Spaliere (*Dryas octopetala*) des *Dryadetum octopetalae* zusammen mit den zähen Horsten von *Sesleria caerulea* und *Carex sempervirens* als wirksame Schuttüberdecker bzw. -stauer. Die Artenvielfalt dieser Gesteinsschutt-Gesellschaft ist erwartungsgemäss relativ niedrig (Shannon-Index: Maximum 0.91, Mittel 0.68; **44 Arten**) und von der Artenverteilung innerhalb der 7 erfassten Standorte inhomogen (Evenness: Mittel 0.23).

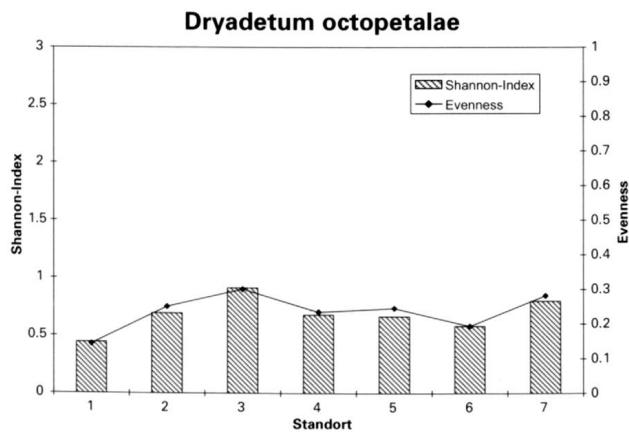


Abb. 7: Biodiversität Silberwurz-Variante der Blaugras-Halden (*Dryadetum octopetalae*).

d) Polsterseggen-Rasen (*Caricetum firmae*, Abb. 8). Die Felsabsätze aus Karbonatgestein im Osten des Untersuchungsgebiets werden typischerweise von lückigen Kurzrasen der Polstersegge (*Carex firma*) mit u.a. der meist seltenen Zwergorchis (*Chamorchis alpina*) besetzt. Obwohl bereits ausserhalb des

Kartierperimeters liegend, wurden gleichwohl 6 Vegetationsaufnahmen gemacht. Diese Gesellschaft ist im erhobenen Bereich auf Dolomit eher artenarm und mässig homogen (Shannon-Index: Maximum 1.55, Mittel 0.95; **41 Arten**; Evenness: Mittel 0.32).

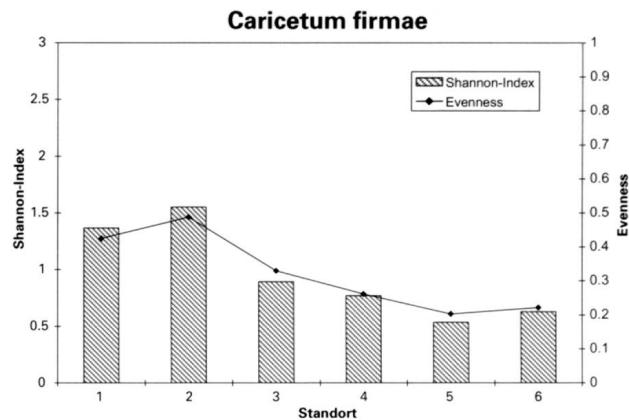


Abb. 8: Biodiversität Polsterseggen-Rasen (*Caricetum firmae*).

e) Nacktried-Rasen (*Elynetum myosuroides*, Abb. 9). Im Osten des Untersuchungsgebiets wurden knapp ausserhalb des Kartiergebiets in den artenreichen Nacktried-Rasen mit u.a. Nacktried (*Elyna myosuroides*), Einköpfiges Berufkraut (*Erigeron uniflorus*) und der seltenen Gletscher-Nelke (*Dianthus glacialis*) 11 Vegetationsaufnahmen durchgeführt (Shannon-Index: Maximum 1.61, Mittel 1.03; **94 Arten**; Evenness: Mittel 0.30). Bezuglich Shannon-Index und Evenness sind die Nacktried- und Polsterseggen-Rasen einander sehr ähnlich, widerspiegeln beide Kurzrasengesellschaften ganz ähnliche Standorteigenschaften, wobei der Nacktried-Rasen artenreicher ist.

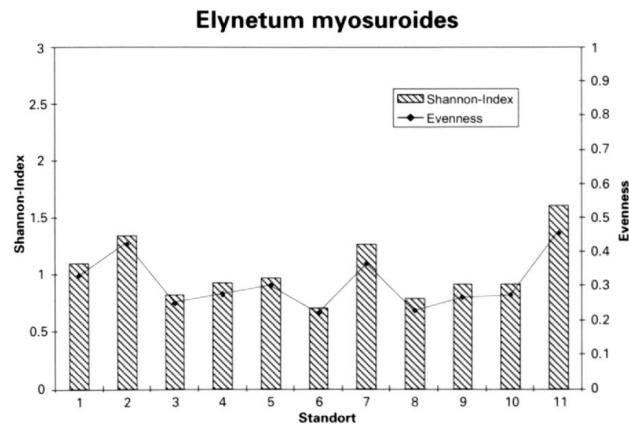


Abb. 9: Biodiversität Nacktried-Rasen (*Elynetum myosuroides*).

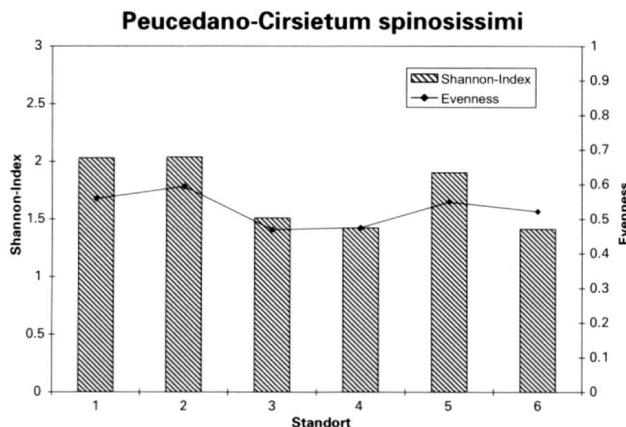


Abb. 10: Biodiversität Meisterwurz-Stachlige Kratzdistel-Hochstaudenflur (Peucedano-Cirsietum spinosissimi).

f) Meisterwurz-Stachlige Kratzdistel-Hochstaudenflur (Peucedano-Cirsietum spinosissimi, Abb. 10). Diese nitrophile Gesellschaft auf wechselfeuchten, nährstoffreichen Böden tritt in kleinen Rinnen und Mulden im Bereich von Viehlägern des Kartiergebiets auf, wurde aber wegen ihrer geringen lokalen Verbreitung nicht ausgeschieden. Dominante Arten dieser Hochstaudenfluren-artigen Bestände sind Meisterwurz (*Peucedanum ostruthium*), Stachlige Kratzdistel (*Cirsium spinosissimum*), Weisser Germer (*Veratrum album* ssp. *lobelianum*) und Gelber Enzian (*Gentiana lutea*) (vgl. auch BRAUN-BLANQUET, 1976). Die 6 Vegetationsaufnahmen zeigen eine erstaunlich hohe Artenzahl und recht homogene Pflanzenbestände (Shannon-Index: Maximum 2.03, Mittel 1.72; **84 Arten**; Evenness: Mittel 0.52).

g) Wacholder-Bärentrauben-Zwergstrauchheide (Junipero-Arctostaphyletum, Abb. 11). Im nordwestlichen Bereich des Kartiergebiets tritt im Mosaik mit den Borstgras-Rasen und der Milchkraut-Weide die Wacholder-Bärentrauben-Zwergstrauchheide auf. Ausser Zwergwacholder (*Juniperus nana*), Immergrüne Bärentraube (*Arctostaphylos uva-ursi*), Heidekraut (*Calluna vulgaris*) und Zweihäusiges Katzenpfötchen (*Antennaria dioica*) treten einige Arten der Borstgras-Rasen und der Milchkraut-Weide auf. Es wurden 5 Vegetationsaufnahmen durchgeführt (Shannon-Index: Maximum 1.62, Mittel 1.23; **90 Arten**; Evenness: Mittel 0.33).

h) Wildläger (Chenopodietum subalpinum, Lappulo-Asperugetum, Abb. 12). Die knapp ausserhalb der Kartierfläche durch Steinböcke gedüngten schmalen Rasenbänder am Steilhang des Piz Alv enthalten einige gemeinsame Arten der Viehläger. Die Engadiner Wildläger (Lappulo-Asperugetum) wurden von Braun-Blanquet und Sutter vor allem im Unterengadin und Münstertals beschrieben (BRAUN-BLANQUET 1983), ferner von REINALTER (2004) an drei Standorten im Oberengadin nachgewiesen (Val Fex, Plaun da Lej und Val Chamuera). Im untersuchten Gebiet treten auf den Wildlägerplätzen jedoch Arten des Chenopodietum subalpinum (BRAUN-BLANQUET 1972) auf: Guter Heinrich (*Chenopodium bonus-henricus*), Grosse Brennessel (*Urtica dioica*), Glattes Pfaffennährlein (*Taraxacum laevigatum*), Schmalblättriges Rispengras (*Poa angustifolia*) usw. Es wurden 9 Vegetationsaufnahmen am Rande der Untersuchungsfläche gemacht (Shannon-Index: Maximum 1.60, Mittel 1.04; **40 Arten**; Evenness: Mittel 0.42). Die Zusammensetzung der relativ artenarmen Pflanzenbestände schwankt naturgemäß recht stark.

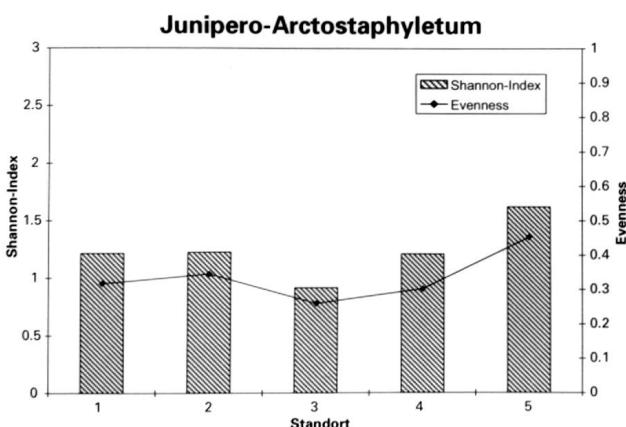


Abb. 11: Biodiversität Zwergwacholder-Bärentraubenheide (Junipero-Arctostaphyletum).

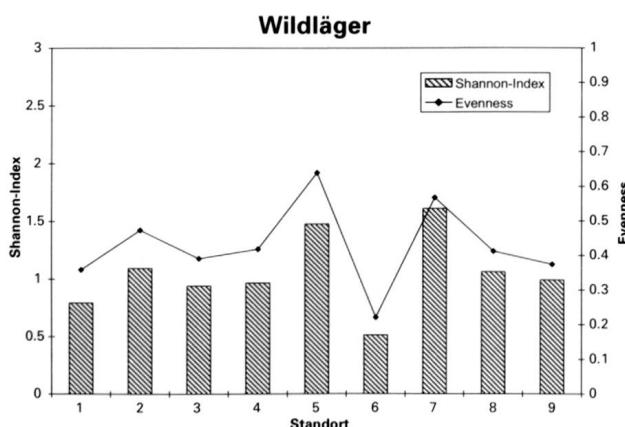


Abb. 12: Biodiversität Wildläger (Chenopodietum subalpinum, Lappulo-Asperugetum).

5.3 Ordinationen ausgewählter Pflanzen- gesellschaften

Subalpine und alpine Rasen (Abb. 13)

Die Grundgesamtheit umfasst folgende Pflanzen-
gesellschaften: *Geo montani-Nardetum* (auf Silikat-
gestein), *Seslerio-Caricetum sempervirentis* (mit/
ohne *Carex flacca*, z. T. Girlandenrasen) auf Karbonat-
gestein, *Dryadetum octopetalae* (Pioniervegetation
auf Karbonat), *Caricetum firmae* (auf Karbonatge-
stein), *Trifolio thalii-Festucetum violaceae* (auf Kar-
bonat/Silikat), *Festucetum variae* (auf Silikat) und
Elynetum myosuroides (auf Karbonat/Silikat). Bei
der Ausreisseranalyse wurden keine Ausreisser fest-
gestellt. Die Ähnlichkeitsberechnungen der Rasen-

gesellschaften zeigen v. a. bezüglich den ph-Werten
der Böden deutliche ökologische Gradienten. So he-
ben sich die azidophilen von den basiphilen subalpi-
nen und alpinen Rasen deutlich voneinander ab:
Geo montani-Nardetum, *Trifolio thalii-Festucetum*
violaceae und *Festucetum variae* gegenüber *Seslerio-
Caricetum sempervirentis*, *Dryadetum octopetalae* und
Caricetum firmae. Die Aufnahmen des *Festuce-
tum variae* weisen mit abnehmenden ph-Werten ei-
nen deutlichen Trend zu höheren Werten der y-Achse
auf, d. h. je saurer der Boden, desto mehr nähert sich
die Artenzusammensetzung dem *Geo montani-Nar-
detum*. Floristische Unterschiede sind oft auf den
Grad der Bodenentwicklung zurückzuführen. Ein
solcher Gradient ist hier vom *Elynetum myosuroides*

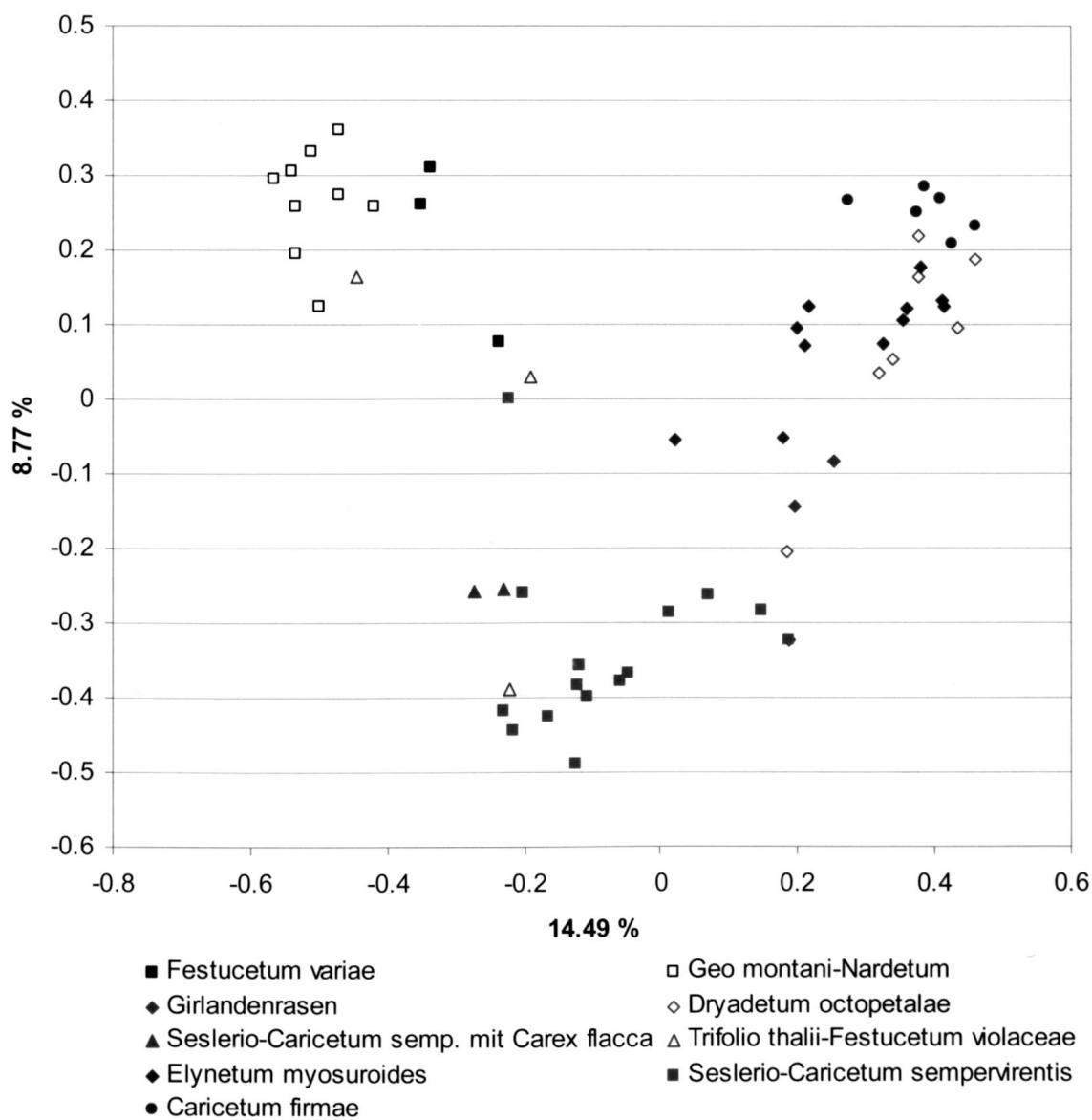


Abb. 13: Ordination subalpine und alpine Rasen.

und *Caricetum firmae* (letztere: flachgründige Böden mit meist lückiger Vegetation) bis zum *Seslerio-Caricetum sempervirentis* festzustellen, wobei der Prozess erwartungsgemäss nicht linear verläuft.

Lägerfluren, gedüngte Rasen (Abb. 14)

Die Grundgesamtheit umfasst folgende Pflanzengesellschaften: *Rumicetum alpini*, *Peucedano-Cirsietum spinosissimi*, Wildläger, *Deschampsia caespitosa*-Bestände, *Trisetetum flavescentis* und ehemalige Mähwiesen. Die Ausreisseranalyse ergab keine Ausreisser.

Die Wildläger (Steinböcke) heben sich in der Ordination sehr deutlich von den Pflanzengesellschaften der Viehläger (*Rumicetum alpini*, *Peucedano-Cirsietum spinosissimi*), Fettwiesen (*Deschampsia caespitosa*-Bestände, *Trisetetum flavescentis*) und der

ehemaligen Mähwiesen ab. Es handelt sich u.a. um einen ökologischen Gradienten bezüglich Stickstoffeintrag durch die weidenden Tiere.

Lärchen-Arvenwald, subalpine Zwerstrauchheide (Abb. 15)

Die Grundgesamtheit umfasst folgende Pflanzengesellschaften: *Larici-Pinetum cembrae* und *Juniper-Arctostaphyletum*. Beide Gesellschaften heben sich sehr gut voneinander ab. Vom *Larici-Pinetum cembrae* besteht nur eine Vegetationsaufnahme, da der Lärchen-Arvenwald wohl schon im Mittelalter im Bereich des Berninapasses gerodet wurde (vgl. die einzelnen Lärchen-Vorkommen in der Vegetationskarte). In der Artenzusammensetzung unterscheiden sich die beiden Gesellschaften aber deutlich voneinander.

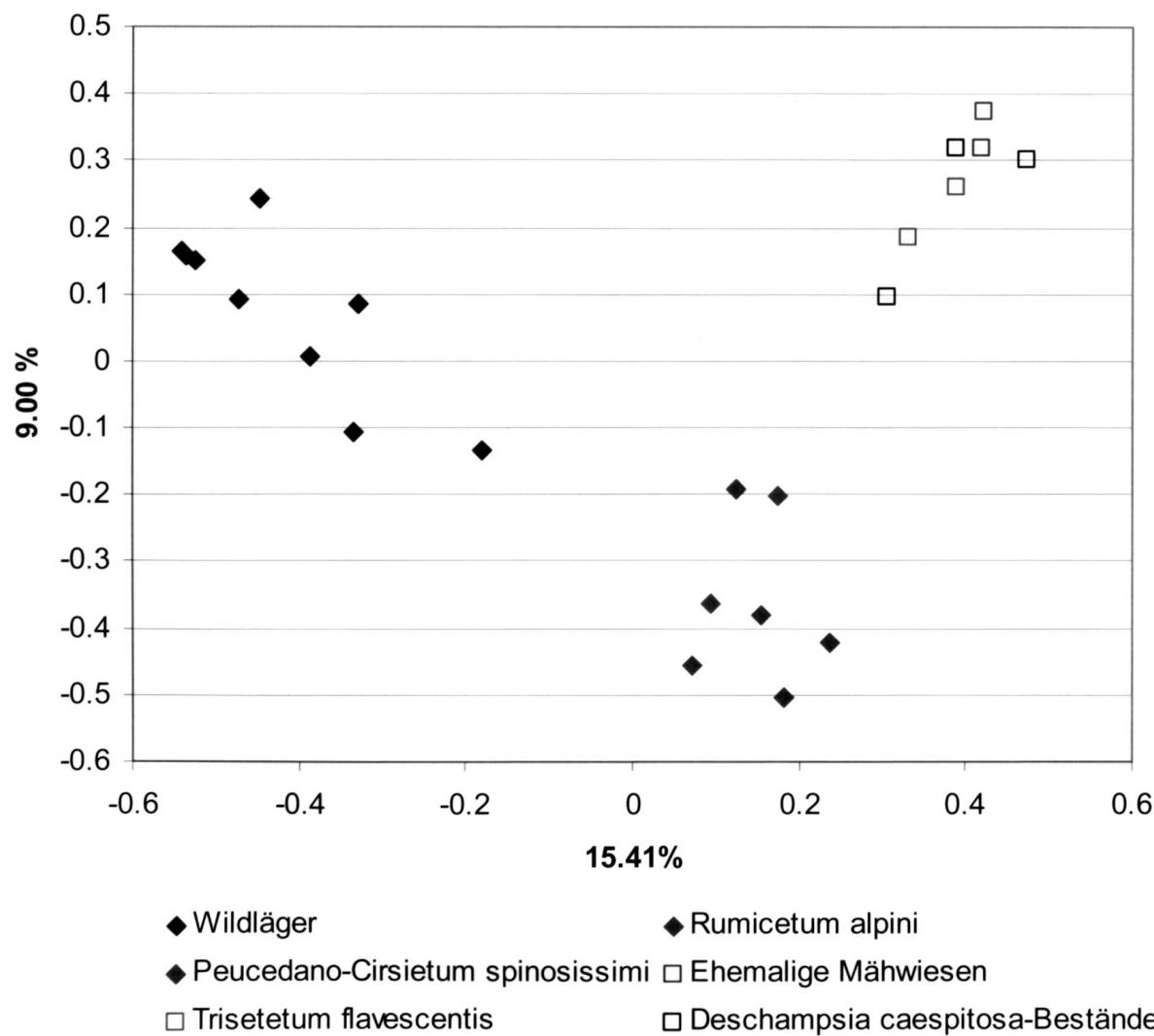


Abb. 14: Ordination Viehläger, gedüngte Rasen.

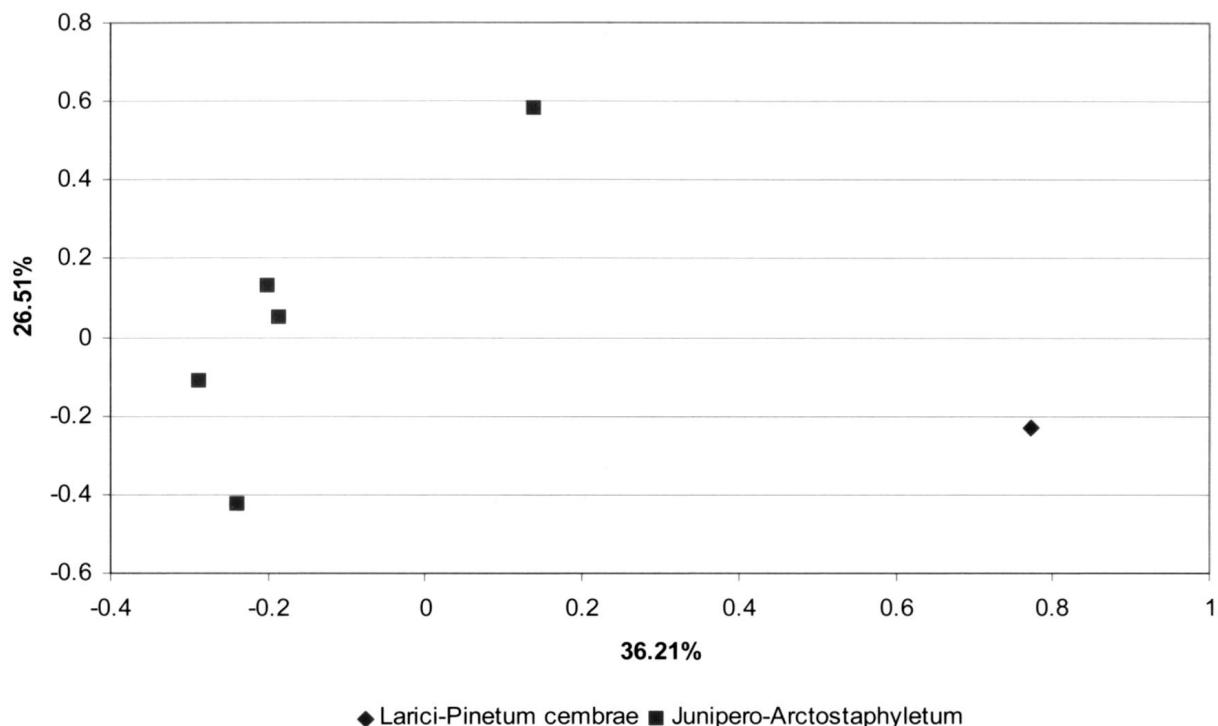


Abb. 15: Ordination Lärchen-Arvenwald, subalpine Zwergstrauchheide.

6. Bemerkungen zur Biodiversität und Bedeutung für den Naturschutz

Hier sei nochmals auf die Übersicht zu den Artenzahlen aller erfassten Pflanzengesellschaften (vgl. Tab. 1) hingewiesen, wobei die höchsten Werte (Artenzahlen in Klammern) die Borstgras-Weiden (179), die Blaugras-Halden (152), die ehemaligen Mähwiesen (117), die Strauchvegetation auf Karbonatgestein (108) und die Violettschwingel-Rasen (104) aufweisen.

Insgesamt wurden 415 Blüten- und Farnpflanzen (inkl. einigen wenigen Flechten) im Rahmen von 201 Vegetationsaufnahmen (30 Pflanzengesellschaften) auf rund einem Drittel Quadratkilometer am Fuss des Piz Alv registriert. Diese hohe Artenvielfalt auf kleiner Fläche (Shannon-Index: Maximum 2.80, höchster Mittelwert 2.29) ist in vieler Hinsicht sehr eindrücklich und auch vom Gesichtspunkt des Naturschutzes bedeutsam. Da die bisherigen gesamtschweizerischen Angaben zur Pflanzenvielfalt pro Quadratkilometer noch meist Schätzwerte sind, ist ein unmittelbarer Vergleich nicht möglich, weil die Extrapolation auf einen Quadratkilometer nicht linear vorgenommen werden kann. Gemäss dem Biodiversitätsmonitoring Schweiz werden für die Zentralalpen 201 Gefässpflanzenarten pro Quadratkilometer angegeben (DRAEGER, 2007; www.biodiversitymonitoring.ch).

Die Artenzahl am Piz Alv beträgt auf einem Drittel Quadratkilometer aber bereits rund das Doppelte! Eine nützliche Studie zur Abschätzung der regionalen Pflanzenvielfalt der Schweiz mittels der «rarefaction method» haben KOELLNER, HERSPERGER und WOHLGEMUTH (2004) veröffentlicht. Auf 100 km² bezogen weisen demnach die Zentralalpen die höchste Pflanzenvielfalt auf. Für Gebiete über der Waldgrenze der Alpen sind pro 1000 km² 884 Arten, pro 100 km² rund 500 Arten zu erwarten. Ein weiterer Vergleich von Biodiversitätswerten scheint im Moment noch nicht sinnvoll. Das Resultat am Piz Alv dokumentiert aber eine eindrückliche Artenvielfalt auf kleinem Raum, die sich auf Grund der natürlichen vielfältigen Standortfaktoren (Petrographie, Korngrösse und Bewegung des Hangschutts, Boden-pH, Bodentyp, Quellhorizonte/Hangwasser, Lokalklima) und der alpwirtschaftlichen Nutzung bzw. Nutzungsgeschichte mit der Zeit herausgebildet hat.

Diesem einzigartigen Standort am Fuss des Piz Alv müsste von naturschützerischer Seite wesentlich mehr Beachtung geschenkt werden, indem durch reduzierte und besser kontrollierte Beweidung die Beeinträchtigung der Hangmoore durch Viehtrittsschäden verhindert werden könnte und indem das Gebiet als Pflanzenschutzgebiet ausgeschieden werden müsste.

7. Literatur

- AESCHIMANN, D.; LAUBER, K.; MOSER, D.M.; THEURILLAT, J.-P. 2004: Flora alpina. Haupt, Bern. 3 Bände, 1159, 1188 und 323 S.
- BEELER, F. 1977: Geomorphologische Untersuchungen am Spät- und Postglazial im Schweizerischen Nationalpark und im Berninapassgebiet (Südrätische Alpen). Ergebnisse der wiss. Untersuch. im Schweiz. Nationalpark XV,77: 131-276.
- BEELER, F. 1981: Das Spät- und Postglazial im Berninapassgebiet. *Geographica Helvetica*, 35, 3:101-108.
- BINZ, A.; HEITZ, C. 1990: Schul- und Exkursionsflora für die Schweiz. 19. Aufl., Schwabe, Basel. 659 S.
- BRAUN-BLANQUET, J. 1964: Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. 3. Auflage. Springer, Berlin, Wien, New York.
- BRAUN-BLANQUET, J. 1972: Die Gänsefussweiden der Alpen (*Chenopodium subalpinum*). *Saussurea* 3: 141-156.
- BRAUN-BLANQUET, J. 1976: *Fragmenta Phytosociologica Raetica* III, IV und VII. Veröff. Geobot. Institut ETH Zürich, Stiftung Rübel, 58. Zürich.
- BRAUN-BLANQUET, J. 1983: *Fragmenta Phytosociologica Raetica* VIII. Zur Vegetation der Engadiner Wildläger. *Tuxenia*, N.S. 3: 319-323.
- BÜCHI, H. 1994: Der variskische Magmatismus in der östlichen Bernina (Graubünden, Schweiz). *Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt.* 74: 359-371.
- BURGA, C.A. 1987: Gletscher- und Vegetationsgeschichte der Südrätischen Alpen seit der Späteiszeit (Puschlav, Livigno, Bormiese). *Denkschr. Schweiz. Naturf. Ges.* 101. Birkhäuser, Basel. 162 S.
- DIERSCHKE, H. 1994: Pflanzensoziologie. Grundlagen und Methoden. Ulmer, Stuttgart. 683 S.
- DRAEGER, U. 2006: Biodiversitäts-Monitoring Schweiz. Reiche Berge, armes Mittelland. *Hotspot*, 14: 22-23.
- FURRER, H. (HRSG.) 1985: Field workshop on Triassic and Jurassic sediments in the Eastern Alps of Switzerland. Guide Book. Mitteilungen aus dem Geologischen Institut der ETH und Universität Zürich, N.F. Nr. 248: 70-74.
- GLAVAC, V. 1996: Vegetationsökologie. Grundfragen, Aufgaben, Methoden. Fischer, Jena. 358 S.
- KOELLNER, T.; HERSPERGER, A.M.; WOHLGEMUTH, T. 2004: Rarefaction method for assessing plant species diversity on a regional scale. *Ecography* 27: 532-544.
- LANDOLT, E. 1984: Unsere Alpenflora. 5. Aufl. SAC-Verlag, Brugg, 318 S.
- LANDOLT, E. 1991: Rote Liste. Gefährdung der Farn- und Blütenpflanzen in der Schweiz. EDMZ, Bern. 185 S.
- NEITZKE, A. 1991a: Vegetationsdynamik in Grünlandbracheökosystemen. Arbeitsberichte Lehrstuhl Landschaftsökologie Münster, Heft 13, Textteil, Münster.
- NEITZKE, A. 1991b: Vegetationsdynamik in Grünlandbracheökosystemen. Arbeitsberichte Lehrstuhl Landschaftsökologie Münster, Heft 13, Abbildungs- und Tabellenteil, Münster.
- REINALTER, R. 2004: Zur Flora der Sedimentgebiete im Umkreis der Südrätischen Alpen, Livignasco, Bormiese und Engiadin'ota (Schweiz-Italien). *Denkschr. Schweiz. Akademie der Naturwiss.*, 105. Birkhäuser, Basel. 534 S.
- STAUB, R. 1946: Geologische Karte der Bernina-Gruppe und ihrer Umgebung im Oberengadin, Bergell, Val Malenco, Puschlav und Livigno. 1:50'000. *Geolog. Spezialkarte* 118. *Geolog. Komm. Schweiz. Naturf. Ges.*
- WAGNER, H. 1994: Vegetations- und Bodenverhältnisse am Fusse des Piz Alv (Bernina). Diplomarbeit Geographisches Institut der Universität Zürich. 111 S.
- WILDI, O. 1986: Analyse vegetationskundlicher Daten. Theorie und Einsatz statistischer Methoden. *Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel*, 90. Zürich. 226 S.