

Veränderungen in der Vegetation von 14 Gipfeln des Berninagebietes zwischen 1905 und 1985 = Changes in the vegetation on 14 peaks of the Bernina area between 1905 and 1985

Autor(en): **Hofer, Hans Rudolf**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Berichte des Geobotanischen Institutes der Eidg. Techn. Hochschule, Stiftung Rübel**

Band (Jahr): **58 (1992)**

PDF erstellt am: **25.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-377771>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Veränderungen in der Vegetation von 14 Gipfeln des Berninagebietes zwischen 1905 und 1985

Changes in the vegetation on 14 peaks of the Bernina area
between 1905 and 1985

Hans Rudolf HOFER

1. EINLEITUNG

Während verschiedener Sommeraufenthalte in Pontresina begann ich mich genauer mit der vielfältigen Flora und Vegetation des Gebietes zu befassen. Dabei lernte ich auch das Werk von RÜBEL (1912), "Pflanzengeographische Monographie des Berninagebietes", kennen. Hier finden wir am Ende eines Kapitels über Gesteinsfluren den folgenden Anhang: Florulae von Berggipfeln und Florula der Gletscherinsel Isla Persa (S. 220-225). Es fiel mir beim Besuch einiger Gipfel bzw. der Isla Persa auf, dass heute meist mehr Arten anzutreffen sind als bei RÜBEL aufgelistet sind. Schon BRAUN-BLANQUET (1955) konnte feststellen, dass am Piz Languard im Verlauf von 40 Jahren verschiedene Arten höher aufgestiegen waren. Für die Isla Persa wurde von DE HAAS (1973) nachgewiesen, dass in einem Zeitraum von etwa 65 Jahren eine respektable Zunahme der Arten und eine Sukzession der Gesellschaften vorliegt. (FLÜTSCH [1930] hatte dagegen festgestellt, "dass sich die Pflanzendecke der Isla Persa innert 20 Jahren wenig verändert hat"). Auch das Phänomen der Rohbodenbesiedlung der Gletschervorfelder ist gut untersucht, z.B. in unserem Untersuchungsgebiet von BÄUMLER (1983).

Schon immer fasziniert durch das Leben an Grenzstandorten, bestieg ich nun

in den Jahren 1983, 1985 und 1986 die Gipfel, welche RÜBEL in den Jahren 1905-1910, hauptsächlich aber 1907 untersucht hatte. Zwischen der Erst- und Zweituntersuchung liegt also eine Zeitspanne von etwa 80 Jahren.

Von den 20 Gipfeln bzw. Örtlichkeiten, die RÜBEL anführt, berücksichtigte ich deren 14. Dies aus folgenden Gründen: Entweder waren die Angaben zu ungenau (z.B. "Diavolezzapass, Sattel zwischen Munt Pers und Piz Trovat"; "Surlejgrat nordwärts vom Piz Surlej verlaufend") oder dann handelte es sich um Gipfel mit ausgesprochen ungünstigen Besiedlungsbedingungen wie z.B. der Piz Stretta, der voll von grobem Blockschutt ist.

Bei den Feldarbeiten halfen mir zeitweise meine Frau Sylvia, mein Sohn Lorenz, Herr A. Schaffner, Frenkendorf, sowie mein Freund Jost Falett, Bever. Herr Prof. Dr. M. Schüepp, Wallisellen, stellte unveröffentlichte Temperaturdaten zur Verfügung. Das Bundesamt für Landestopographie bediente mich mit Unterlagen aus der historischen Kartensammlung und ausführlichen Kommentaren. Der Alpenblumenfonds der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft unterstützte die Arbeit mit einem finanziellen Beitrag. Allen sei an dieser Stelle herzlich gedankt.

2. DAS UNTERSUCHUNGSGEBIET

Das Berninagebiet (Fig. 1) liegt südlich des Oberengadiner Seengebietes (Kanton Graubünden). Der Piz Bernina mit 4049 m ist der höchste Gipfel der Ostalpen. Einige Nachbargipfel, ebenfalls wie der Piz Bernina stark vergletschert, erreichen nahezu die Höhe von 4000 m. Im Gebiet liegen auch eine Reihe stattlicher Gipfel, die 3000 m mehr oder weniger überschreiten und nicht oder nur schwach vergletschert sind. Der Talboden bei Pontresina liegt fast auf 1800 m. Infolge der beträchtlichen Massenerhebung des Gebietes und des kontinentalen Klimas der Zentralalpen mit günstigen Sommertemperaturen liegen die oberen Grenzen der subalpinen, alpinen und nivalen Höhenstufen hoch. Arvenwälder steigen stellenweise bis 2400 m hoch und am Piz Languard alpine Rasen (*Caricetum curvulae*) bis auf über 3200 m. Die klimatische Schneegrenze liegt heute wohl bei 3000 m. Die Jahresniederschläge in der oberen alpinen und in der nivalen Stufe dürften zwischen 160 und 200 cm betragen. Für Bernina Ospizio (2307 m) beträgt das Mittel (1901-1940) 170 cm. Die niederschlagsreichsten Monate sind Juni, Juli und August, also gerade die Vegetationszeit dieser Hochlagen.

Die untersuchten Gipfel liegen links und rechts des Berninatales, dem breitesten Seitental des Oberengadins. Geologisch-tektonisch befinden wir uns im Bereich der penninischen Decken. Die Grenze zwischen Bernina- und Lan-

guarddecke wird im Berninatal durch den sedimentären Alvzug stellenweise deutlich sichtbar (Piz Alv, Piz Tschüffer). Diese beiden sind im Berninatal die

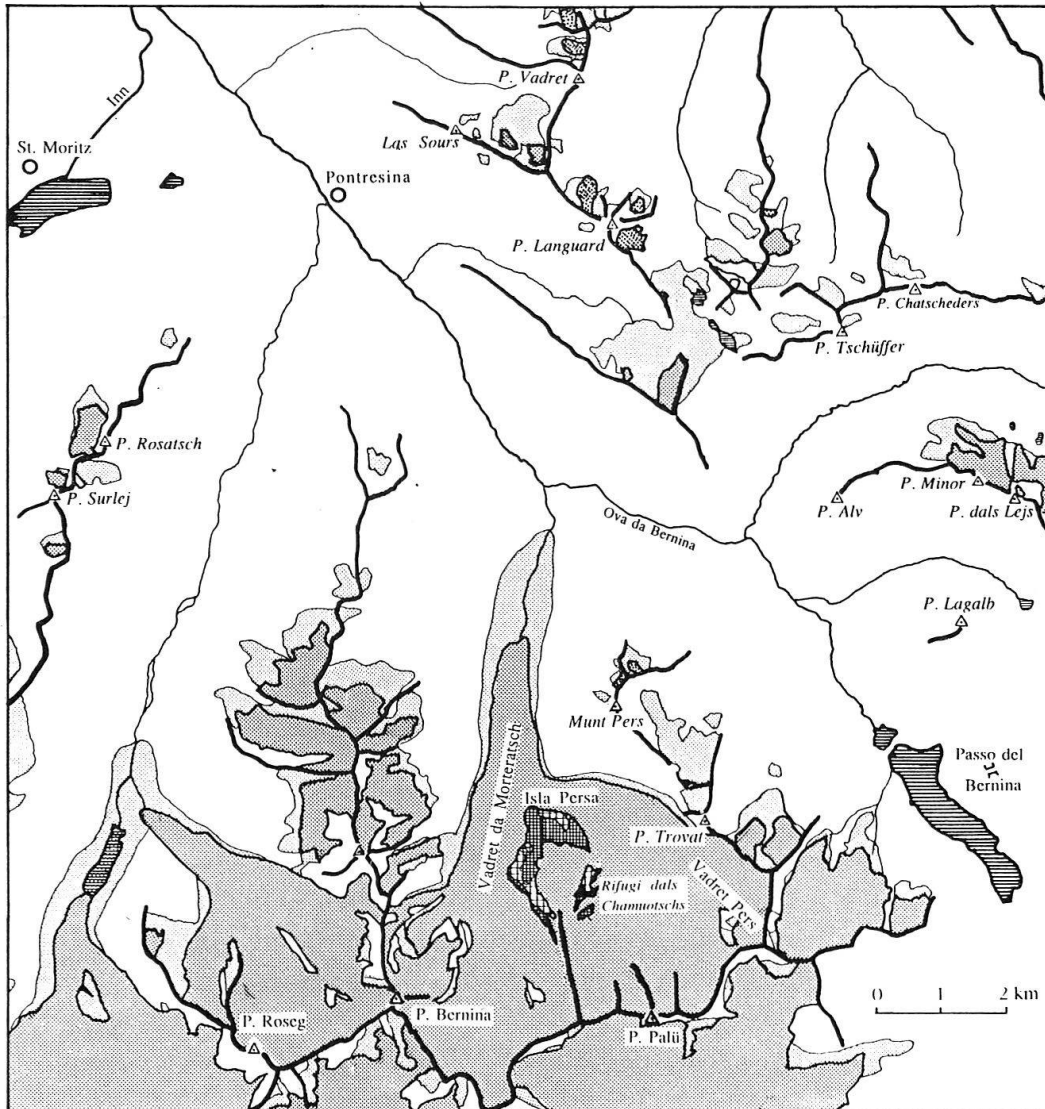


Fig. 1. Das Berninagebiet - *Region of the Bernina.*

Untersuchte Gipfel sind kursiv geschrieben - *investigated peaks are written in italic*

Punktierte Flächen = Gletscher und Firn - *dotted areas = glaciers and firn*

weite Rasterung = Stand um 1909 oder früher -

spaced screening = state around 1909 or earlier

enge Rasterung = Stand 1985 - *narrow screening = state 1985*

Kreuzschraffur = offene Felsflächen der Isla Persa und der Rifugi dals Chamuotschs

cross screening = open rock areas of Isla Persa and Rifugi dals Chamuotschs

Zu Beginn des 20. Jahrhunderts war nur die weit gerasterte Fläche eisfrei.

At the beginning of the 20th century only the spaced screening was free of ice.

einzigem Gipfel, die aus kalkhaltigen Gesteinen aufgebaut werden. Alle anderen Gipfel bestehen aus kristallinen Gesteinen (Granit, Gneis, Glimmerschiefer). Der markanteste, rechtsseitig im Berninatal der höchste und zugleich der höchste der in dieser Arbeit untersuchten Gipfel ist der Piz Languard.

Der Rückgang der Gletscher und Firnfelder in den letzten Jahrzehnten ist bedeutend. Besonders auffallend ist der Rückgang des Morteratschgletschers: Seit dem Höchststand von 1857 ist die Zunge bis heute um 1800 m zurückgewichen. Die Zunge ist auch bedeutend dünner geworden, was sich klar an den Rändern der alten Seitenmoränen ersehen lässt.

Das Gebiet ist in den letzten Jahrzehnten wieder wildreich geworden. Insbesondere müssen hier die grossen, unter Schutz stehenden Steinbockkolonien im Languard-, Albris- und Alvgebiet erwähnt werden. In der alpinen Stufe sind deren Einflüsse auf die Vegetation unübersehbar.

3. VORGEHEN

Beim Besuch der Gipfel beachtete ich genau die Angaben RÜBELS, welche allerdings in den meisten Fällen nicht genau definieren, was er damals als Gipfelregion, innerhalb derer er die Arten notierte, auffasste. Am Standort wurde es in einigen Fällen klarer. (Wer bei RÜBEL [1912] im Text oder der beigelegten Karte die Höhenangaben nachschlägt, wird feststellen, dass diese meist um etwa 3 bis 4 m höher liegen als auf den heutigen Karten. Diese Werte beruhen auf dem alten, fehlerhaften Nivellement). Es mussten die flacher werdende Gipfelkuppe oder ein Gipfelplateau sein. Die darunter liegenden Gräte, Steiflanken oder Schutthalden waren wohl kaum berücksichtigt worden. In zwei Fällen, nämlich beim Piz Vadret und beim Piz Languard, finden wir Angaben, von welcher Höhe an die Arten festgehalten wurden. Ich habe mich dann auch an diese Angaben gehalten. In einem Fall ist die Situation auch ohne ganz genaue Höhenangaben völlig klar: Rifugi dals Chamuotschs oder Gemsfreiheit ist eine Felsinsel innerhalb des Persgletschers Sowohl 1906 wie 1985 wurden einfach alle darauf vorkommenden Arten vermerkt.

Die Isla Persa wurde weggelassen, weil hier die schon in der Einleitung erwähnte Untersuchung von DE HAAS vorliegt.

Um in der heutigen Situation die Artmächtigkeit festhalten zu können, wurde die Schätzungsskala von Braun-Blanquet für die sehr spärlich deckenden Vegetationsflecke in der folgenden Weise modifiziert:

- 1 Auf der abgesuchten Fläche nur in einem einzigen Exemplar vorkommend.
- 2 Auf der abgesuchten Fläche in zwei bis mehreren Exemplaren vorkommend, aber höchstens 5% der vegetationsbedeckten Fläche einnehmend.
- 3 Die Art ist vielfach vorhanden, und kann bis zu 25% der vegetationsbedeckten Fläche einnehmen.
- 4 Die Art ist vielfach vorhanden und vermag auffällige Flecke zu bilden. Sie füllt 50-75% der vegetationsbedeckten Fläche.
- 5 Die Art ist dominierend und deckt mehr als 75% der vegetationsbedeckten Fläche.

Handelte es sich um grössere Gipfelgebiete (Gemsfreiheit, P. Vadret und P. Languard) wurden nach Möglichkeit alle pflanzentragenden Stellen aufgesucht bzw. erklettert. Trotzdem könnten vereinzelte Arten übersehen worden sein.

Moose und Flechten wurden nur beiläufig gesammelt. Das Material reicht nicht aus, um hier mitverarbeitet zu werden.

4. ERGEBNISSE

4.1. TABELLARISCHE ZUSAMMENSTELLUNG

Tabelle 1 gibt die gesamte Liste der gefundenen Arten wieder. Es ist keine pflanzensoziologisch geordnete Tabelle, es bräuchte auch wenig Sinn, eine solche in unserem Fall zu schaffen, da in den untersuchten Höhen nur noch verarmte und fragmentarische Gesellschaften vorkommen. Darum werden die Arten nach taxonomischen Gesichtspunkten gruppiert. So wird leicht ersichtlich, welche Gattungen bzw. Familien auf 3000 m und höher noch vertreten sind. Die Reihenfolge und Benennung der Arten erfolgt nach BINZ und HEITZ (1990).

4.2. CHARAKTERISIERUNG DER GIPFEL

Die Höhenangaben und die Namen folgen der Landeskarte der Schweiz. Wenn nicht genauer umschrieben wird, was als Gipfelbereich aufgefasst wurde, handelt es sich immer um die obersten 10 m des Gipfels.

1. Piz Rosatsch: 3123 m. Kleine Gipfelkuppe mit Schutt, Grus und anstehendem Fels (rötlicher Gneis). Besuch am 30.7.86.

2. Piz Surlej: 3188.4 m. Gipfel mit Blockschutt aus Gneis. Hier ist *Androsace alpina* die einzige Art. Südöstlich davon befindet sich ein zweiter Gipfel mit 3185 m Höhe. Die anderen 15 Arten waren alle am Verbindungsgrat zwischen den beiden Gipfeln anzutreffen. 18.7.86.

3. Munt Pers: 3207.1 m. Kompakter Gneis mit wenig Schutt. Alle Arten über Höhenkote 3290 m notiert. 25.7.83.

Tab. 1 (Forts. - continued)

Gipfel-Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	St
<i>Draba dubia</i>		2	1			2	1		1			1			3
<i>Draba fladnizensis</i>	2					*	1			2	2	2			2
<i>Hutchinsia brevicaulis</i>						*							1	3	1
<i>Salix herbacea</i>					1	2	*		2				1		2
<i>Salix serpyllifolia</i>													1	3	1
<i>Vaccinium myrtillus</i>			1												1
<i>Vaccinium gaultherioides</i>					3	1	1		1						2
<i>Empetrum hermaphroditum</i>					1		1								1
<i>Primula integrifolia</i>						3									1
<i>Primula latifolia</i>						2									1
<i>Primula hirsuta</i>			*		2		1				*				1
<i>Androsace alpina</i>		2	()			2		3	2	4	2	2			3
<i>Minuartia sedoides</i>	3	2	1	2		2	2	3	2	2	3	2			4
<i>Minuartia biflora</i>														2	1
<i>Minuartia recurva</i>						1									1
<i>Minuartia verna</i>						2	2						3	1	2
<i>Cerastium cerastoides</i>							*	()							-
<i>Cerastium uniflorum</i>	2	3	3		3	3	2	4	2	3	3	2	2	1	5
<i>Silene acaulis</i>													2		1
<i>Silene exscapa</i>	2		()		2	2	2	3	2	2	1	2	()		4
<i>Polygonum viviparum</i>						2	*		1						1
<i>Gentiana punctata</i>						1			2						1
<i>Gentiana bavarica</i>	2	2	*			3		2	2	3	2	2			3
<i>Gentiana brachyphylla</i>		2	1				2	2	*						2
<i>Eritrichium nanum</i>	2		()			2	2	2	2	2	2	2			3
<i>Linaria alpina</i>					*	3	2	1	2	2	1	1		3	3
<i>Veronica bellidioides</i>								2							1
<i>Veronica alpina</i>						2	2	(*							1
<i>Pedicularis kernerii</i>						3	2	3							2
<i>Euphrasia minima</i>								(*	*						-
<i>Campanula cochleariifolia</i>													2	2	1
<i>Phyteuma globulariifolium</i>	2	2	2			3	2	2	1	2	2	1			4
<i>Phyteuma hedraianthifolium</i>					2										1
<i>Solidago minuta</i>	2				1										1
<i>Erigeron neglectus</i>													2		1
<i>Erigeron uniflorus</i>	2		1		*	1	2	2	1	2	2	1		3	4
<i>Antennaria carpathica</i>						1			1						1
<i>Gnaphalium supinum</i>						3		(*	1						1
<i>Achillea nana</i>						3			2						1
<i>Achillea moschata</i>								*							-
<i>Leucanthemopsis alpina</i>	2	2	2	2	3	3	2	3	2	2	2	2			5
<i>Artemisia genipi</i>					1				1				1		2
<i>Artemisia mutellina</i>						1	1							1	2
<i>Homogyne alpina</i>						1		2	1						2
<i>Doronicum grandiflorum</i>														1	1
<i>Doronicum clusii</i>					2	2	2	2	2			2			3
<i>Cirsium spinosissimum</i>						1									1
<i>Senecio carneolicus</i>				1	2	2	2	2	2						3

Tab. 1 (Forts. - continued)

Gipfel-Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	St
<i>Leontodon helveticus</i>	1		1			1	1	2	1						3
<i>Taraxacum alpinum</i>						2	2	2					2	3	2
<i>Hieracium alpinum</i>								(*							1
<i>Lloydia serotina</i>							1								1
<i>Juncus trifidus</i>						3									1
<i>Juncus jaquinii</i>						3	1		2						2
<i>Luzula lutea</i>	2					2	2	2	2						2
<i>Luzula alpino-pilosa</i>			2					()							1
<i>Luzula spicata</i>	2	2		*	2	2	2	2	2	2	2	2			4
<i>Carex curvula</i>	3	3			2	2	2	3	3	2	2	2			4
<i>Carex mucronata</i>														3	1
<i>Carex firma</i>													1		1
<i>Carex sempervirens</i>						2									1
<i>Festuca quadriflora</i>														3	1
<i>Festuca halleri</i>	3	2			*	2	2	3	2		2	2			3
<i>Poa laxa</i>	3	3	3	1	2	2	2	2	*	2	3	2			4
<i>Poa minor</i>													2	2	1
<i>Poa alpina</i>			2	2	3	2	1	3	2			2		2	4
<i>Oreochloa disticha</i>	2		1			1	2	2	2			2	2		3
<i>Sesleria albicans</i>														1	1
<i>Trisetum spicatum</i>									1				3	3	2
<i>Trisetum distichophyllum</i>								2							1
<i>Avenula versicolor</i>	*						*	2	2						1
<i>Agrostis alpina</i>								()							-
<i>Agrostis rupestris</i>					2	2									1
Total (1983-1986)	21	16	21	8	28	58	44	36	42	19	20	25	22	29	
Total bei RÜBEL (1912)	11	6	12	8	18	17	28	41	22	11	9	19	8	14	
Differenz	+	+	+		+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	
	10	10	9	0	10	41	16	5	20	8	11	6	14	15	

4. Piz Trovat: 3146.2 m. Blockgipfel, mit viel scharfkantigem, braunrot angewittertem Gneis. 25.7.83.

5. Rifugi dals Chamuotschs (Gemsfreiheit): 3129.6 m. Gneisgrat, ganz vom Persgletscher umschlossen. Viel Grob- und Feinschutt in Bewegung. Gefäßpflanzen setzen ein bei 2890 m und gehen bis zum Grat auf 3125 m. RÜBEL notierte bei seiner Liste: 3100-3120 m. Am 25.7.85 wurden sämtliche auf der Felsinsel vorkommende Gefäßpflanzen notiert.

6. Piz Vadret: 3199.3 m. Gipfelkuppe mit ziemlich viel ruhendem Feinschutt. Die obersten 10 m des Gipfels tragen 25 Arten. Die Südwand besteht aus kompaktem Gneis und bietet in Spalten und auf Absätzen gute Ansiedlungsbedingungen. RÜBEL gibt an: "in den Felsen 3010-3130 m, die noch im Gebiet sind (Blockgipfel selbst 3203 m sehr arm)." Am 28.7.83 setzte die Erhebung auch bei 3010 m ein.

7. Las Sours: 2978.5 m (nordwestlicher Gipfel). Kompakter Gneis mit vielen besiedelten Absätzen. Vereinzelte Rasenflecke. 23.7.85.

8. Piz Languard: 3261.9 m. Imposante Gipfelpyramide aus Gneis. Viele Felsabsätze der Südwand bieten gute Kleinlebensräume. Die steil abfallende Nordwand scheint keine Pflanzen zu tragen. Es wurden wie einst bei RÜBEL alle Arten von 3230 m an notiert. 26.7.83 und 25.7.86.

9. Piz Chatscheders: 2985.6 m. Gneis. Rasenflecke, unterbrochen durch Schutt, bis zum Gipfel. RÜBEL spricht vom "Curvuletum bis zum Gipfel", aber gar nicht davon, was er zur Gipflflora gezählt hat. In der Erhebung des Autors sind die obersten 8 m berücksichtigt, weil nämlich die obersten Rasenflecke hier deutlich von den weiter untenstehenden durch einen Felsabsatz getrennt sind. 22.7.85.

10. Piz Minor: 3049.2 m. Sanfte Gipfelkuppe mit feinem Schutt von Gneis bis Glimmerschiefer. 30.7.83 und 26.7.86.

11. Piz dals Lejs: 3041.8 m. Ähnliche Situation wie beim vorigen Gipfel. 26.7.86.

12. Piz Lagalb: 2959 m. Ziemlich breite Kuppe. Grosse Blöcke und Feinschutt aus Gneis. Von sehr vielen Touristen besucht wegen der nahen Schwebbahnstation. 26.7.85.

13. Piz Tschüffer: 2916 m. Dolomitgipfel mit sanfter Kuppe. Teilweise reichlich Feinschutt. 27.7.83

14. Piz Alv: 2974.8 m. Dolomitkuppe mit Blöcken und Feinschutt, teilweise mit ziemlich lehmiger Feinerde durchsetzt. 30.7.83.

5. DISKUSSION

5.1. ASPEKTE DER ZUWANDERUNG

RÜBEL listete für seine damals untersuchten 20 Gipfel 75 Arten von Gefäßpflanzen auf. Nun haben wir auf 14 dieser 20 Gipfel 108 Arten. Die Zunahme ist also evident. Aus Tab. 1 gehen die Veränderungen im einzelnen hervor. Zwölf Gipfel zeigen teilweise markanten Zuwachs. In einem Fall (Nr. 4, Piz Trovat, ungünstiger Schuttgipfel) ist die Zahl gleich geblieben: Beidemal acht Arten, sechs davon sind die gleichen geblieben.

Erstaunlicherweise ist die Änderung am Piz Languard negativ: Vor 80 Jahren ab 3230 m 41 Arten, 1983 und 1986 hingegen nur 36. Nun, RÜBEL war mehrfach dort, der Schreibende nur zweimal jeweils Ende Juli. Darum könnten einige Arten übersehen worden sein. Hier ist aber zu sagen, dass gerade am Piz Languard Tritt- und Frassspuren des Steinwildes ausserordentlich auffällig sind. Frass von neu zugezogenen Arten ist also durchaus möglich.

Von BRAUN-BLANQUET (1955) liegt auch bezüglich des P. Languard eine Erhebung vor, welche (Zählung ab 3000 m) 1903/05 auf 67 Arten, 1941 aber auf 69 Arten kommt. 58 blieben konstant, andere verschwanden, neue kamen dazu.

Aus dem Gesagten lässt sich für den Piz Languard also etwa folgendes ableiten: Dieser Gipfel mit seiner breiten, geschützten und besonders früh ausapernden Südwand war also schon am Jahrhundertanfang reich besiedelt. Die Klimaverbesserung muss sich dort rasch ausgewirkt haben. Die später dann

stark wirkende Steinwildkolonie gab es noch gar nicht. (Das Steinwild wurde erst 1911 in der Schweiz wieder angesiedelt).

Topographisch gesehen bietet der Piz Vadret ganz ähnliche Bedingungen. Dort ist die Artenzunahme aber gerade am markantesten (+41 Arten), die Steinwildbeanspruchung deutlich geringer.

Hervorgehoben werden müssen auch die Verhältnisse auf der Gernsfreiheit, des aus dem Eis des Persgletschers herausragenden Grates. Hier kann es ja keine Unsicherheiten geben hinsichtlich der Höhe, von welcher aus damals und heute registriert worden ist. Hier sind heute 28 gegenüber 18 Arten vor 80 Jahren. Hier wird auch klar, dass mit dem Gletscherrückgang, der sich natürlich auch auf die Eisdicke auswirkte, eine wesentlich grössere Felsmasse, welche sich hier noch dunkel zeigt, entstanden ist. Diese wird bei hellem Wetter natürlich mehr aufgeheizt, was sich dann mit entsprechendem Warmluftaufstieg wieder auf eine beschleunigte Schneeschmelze auswirkt. Die nächsten Diasporenlieferanten liegen entweder auf der Isla Persa in etwa 1 km Entfernung, aber 200 m tiefer oder dann im Diavolezzagebiet in 2 km Entfernung und etwa auf gleicher Höhe. Verbreitungsbiologisch handelt es sich bei den vorhandenen Arten überwiegend um Anemochoren (25 von 28), die drei vorhandenen Zwergsträucher (*Juniperus nana*, *Vaccinium gaultherioides*, *Empetrum hermaphroditum*) sind endochor und dysochor.

Für einige Arten ergaben sich neue Höchstvorkommen für Graubünden, doch diese Ergebnisse sollen in einer anderen Publikation vorgelegt werden.

Bei der einzigen Adventivpflanze, welche registriert werden konnte, handelt es sich um *Papaver croceum*, einer aus dem Altai stammenden Art, welche häufig in den Engadiner Gärten anzutreffen ist. In tieferen Lagen ist die Art nicht selten verwildert anzutreffen, z.B. auch bereits seit Jahren nahe dem Zungenende des Morteratschgletschers. Das Vorkommen am Piz Surlej auf über 3100 m dürfte aber doch ein seltenes Beispiel für eine Adventivpflanze in der nivalen Stufe sein.

5.2. PFLANZENSOZIOLOGISCHE ASPEKTE

Die Subnivalstufe hat keine nur ihr eigenen Pflanzengesellschaften. Es handelt sich um verarmte und fragmentisierte Gesellschaften der alpinen Stufe. Darum soll hier nur kurz auf diese Thematik eingegangen werden. Auf den Silikatgipfeln finden wir Fragmente folgender Gesellschaften: *Caricetum curvulae*, *Festucetum halleri*, *Androsacetum alpinae*, *Androsacetum vandellii*, *Salicetum herbaceae*. Auf den Kalkgipfeln (unter Einbezug von fünf Gip-

feln aus dem Unterengadin nach BRAUN-BLANQUET 1958): *Caricetum firmae*, *Seslerio-Caricetum sempervirentis*, *Elynetum*, *Androsacetum helveticae*, *Arabidetum coeruleae*, *Thlaspetum rotundifolii*, *Salicetum retuso-reticulatae*.

5.3. ÖKOLOGISCHE ASPEKTE

In Tab. 1 sind 108 Arten von Gefässpflanzen aufgelistet. Genau ein Viertel davon, nämlich 27 fallen in die Stetigkeitsklassen 3 bis 5., d.h. sie kommen auf mindestens sechs der 14 Gipfeln vor. Diese steten Arten sollen hier etwas genauer betrachtet werden. Um für Kalkgipfel, von denen im Berninagebiet nur Piz Tschüffer und Piz Alv (Nr. 13 und 14 in Tab. 1) in Frage kommen, etwas mehr aussagen zu können, wurden aus BRAUN-BLANQUET (1958) fünf Kalkgipfel der Unterengadiner Dolomiten berücksichtigt (Piz Tavrü, 3170 m; Piz Foraz, 3095 m; Piz Laschadurella, 3050 m; Piz Ftur, 3050 m; Piz Nair, 3009 m). Diese befinden sich durchschnittlich 32 km weiter nordöstlich in ähnlicher geologischer und klimatologischer Position wie Piz Tschüffer und Piz Alv.

Die folgenden durchschnittlichen Zeigerwerte in Tab. 2 (nach LANDOLT 1977) sind also berechnet nach zwölf Kristallin- und sieben Kalkgipfeln. Von letzteren haben folgende Arten die Stetigkeit 3 bis 5 und liegen der Berechnung zugrunde: *Festuca alpina*, *F. quadriflora*, *Poa minor*, *Trisetum distichophyllum*, *Salix serpyllifolia*, *Moehringia ciliata*, *Papaver rhæticum*, *Arabis coerulea*, *Arabis pumila*, *Draba ladina*, *D. tomentosa*, *Hutchinsia brevicaulis*, *Saxifraga aphylla*, *S. caesia*, *Androsace helvetica*, *Campanula cochleariifolia*, *Minuartia verna*, *Silene acaulis*.

Auf den Gipfeln haben wir es also zu tun mit Pflanzen, die normalerweise auf nährstoffarmen Böden mit geringem Humusanteil an vollbelichteten Stellen

Tab. 2. Durchschnittliche Zeigerwerte für stete Arten, berechnet für zwölf Silikatgipfel des Berninagebietes, sowie für sieben Kalkgipfel des Berninagebietes und der Unterengadiner Dolomiten.

Mean indicator values for constant species of twelve silicate peaks of the Bernina region and of seven calcareous peaks of the Berninan region and the Lower Engadine dolomites.

Zeigerwerte	Silikatgipfel	Kalkgipfel
Reaktionszahl (R)	2.3	4.2
Nährstoffzahl (N)	1.9	1.8
Humuszahl (H)	2.7	2.2
Lichtzahl (L)	4.7	4.5
Temperaturzahl (T)	1.1	1.3
Kontinentalitätszahl (K)	3.3	3.2

vorkommen, aber ausgesprochene Kältezeiger sind. Wenn die Kontinentalitätszahl trotz dem kontinentalen Klima der Zentralalpen einen mittleren Wert aufweist, ist dies folgendermassen zu erklären: Neben Felsbewohnern (z.B. *Eritrichium nanum*, K4) kommen auch Pflanzen der Schneetälchen vor (z.B. *Gentiana bavarica*, K2), was den durchschnittlichen Wert entsprechend verändert. Die Feuchtezahl wurde weggelassen, da sie in dieser Situation nicht von Bedeutung ist.

Dass die Bodenreaktion an diesen Extremstandorten nicht mehr von überragender Bedeutung ist, ist bekannt. Trotzdem zeigen die entsprechenden Zeigerwerte die stärksten Abweichungen.

Hinsichtlich der Wuchsformen haben wir, wiederum auf die 45 steten Arten bezogen, folgende Situation: 24 Hemikryptophyten, 19 Krautige Chamaephyten, 1 Geophyt, 1 Holziger Chamaephyt.

Verbreitungsbiologisch kommen wir zu folgenden Ergebnissen: Von den insgesamt 45 ausgewählten steten Arten sind 42 (93%) anemochor, 2 zoochor (*Poa minor*, *Moeringia ciliata*), 1 autochor (*Cardamine resedifolia*). Letztere Art erreicht die Nivalstufe nach MÜLLER-SCHNEIDER (1986) aber auch anemochor.

Blütenbiologisch kann trotz der Höhe kaum eine Lücke bestehen. Bei schönem, warmen Sommerwetter lassen sich auch auf 3000 m und darüber Blütenbesuche (Dipteren und Lepidopteren) registrieren. Die bestäubenden Insekten werden wohl oft durch Warmluftaufstieg in die Höhe mitgenommen.

5.4. DER TEMPERATURANSTIEG SEIT DEM 19. JAHRHUNDERT

Der weltweite allgemeine Temperaturanstieg ist eine bekannte und in letzter Zeit viel diskutierte Erscheinung. Die Suche nach aufbereiteten publizierten Daten für höhere Lagen der Schweizer Alpen blieb erfolglos. W. Schüepp, Wallisellen, stellte mir in zuvorkommender Weise unveröffentlichtes Material zur Verfügung. Wir haben davon Abstand genommen, Werte von Talstationen zu verwenden und entsprechend zu reduzieren, da namentlich Inversionslagen Fehler einbringen würden. So fiel die Wahl auf drei Stationen höherer Lagen, welche langjährige und zuverlässige Messreihen vorzuweisen haben.

Es wurden in Fig. 2 nur die Sommertemperaturen berücksichtigt, da diese für die Pflanzenentwicklung der höchsten Lagen von entscheidender Bedeutung sind. Die Kurven der Zehnjahresmittel zeigen für St. Gotthard, Grossen St. Bernhard und Säntis eine gute Parallelität. Auf dem Grossen St. Bernhard überstieg das Sommermittel ab 1945 mehrfach 7°C, erreichte 1947 ein Maxi-

mum von 8.8°C . In den Achtzigerjahren trat wieder eine ähnliche Situation ein: 1982, 1983, 1990 und 1991 liegen die Sommermittel ebenfalls bei 7°C und höher. Im Juli 1983 wurde das höchste je erreichte Monatsmittel von 11.2°C registriert. Also auch Temperaturspitzen sind immer häufiger geworden.

Wir können davon ausgehen, dass im Berninagebiet ein ähnlicher Temperaturverlauf erfolgt sein muss.

Mit der in 80 Jahren scheinbar bescheidenen Steigerung der durchschnittlichen Sommertemperatur von $0.6\text{--}0.8^{\circ}\text{C}$ und ausserdem zunehmend Jahre mit besonders günstigen Temperaturbedingungen ist aber offenbar gerade in den Lagen um 3000 m ein Schwellenwert überschritten worden, der die Ansiedlung verschiedener neuer Arten zuließ.

Wenn man nun das Sommermittel (1921-1970) des Grossen St. Bernhard von 6.18° auf 3000 m reduziert (mit 0.55° als Gradienten), erhält man 2.9° . Veranschlagen wir noch einen Bonus der bodennahen Luftschicht und der sonnseitigen Lage (gegenüber den in der Thermometerhütte auf 2 m Höhe gemessenen Temperaturen), von etwa $4\text{--}6^{\circ}\text{C}$ (nach HOFER 1967 und MOSER 1970),

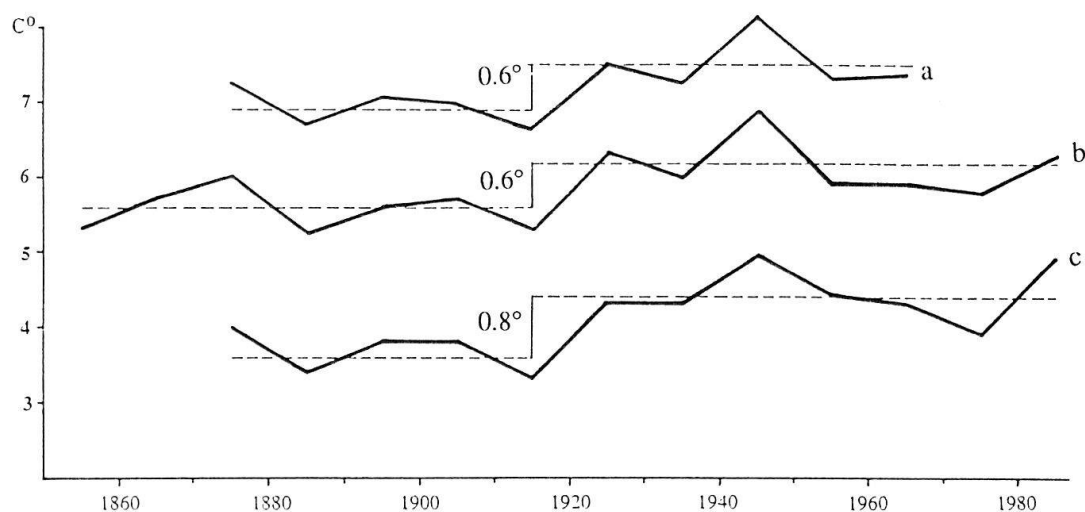


Fig. 2. Temperaturanstieg im Alpenraum: Zehnjahresmittel der Sommertemperaturen (Juni, Juli, August) von drei Stationen in der alpinen Stufe.

Rise of temperature in the alpine region: mean values of summer temperatures (June, July, August) per decade.

a = St. Gotthard (2091 m ü.M.), b = Grosser St. Bernhard (2472 m ü.M.), c = Säntis (2503 m ü.M.).

Unterbrochene Linien = Mittel vor und nach 1911 und entsprechende Differenzen
broken lines = mean values before and after 1911 and their differences

so erhalten wir eine Temperatur, wie sie nun eben in der oberen alpinen Stufe unter mittleren Verhältnissen auftritt.

Der Gletscher- und Firnrückgang, wie er in Fig. 1 dargestellt ist, bedarf noch einiger Erläuterungen: RÜBELS Pflanzengeographische Karte des Berninagebietes beruht auf einer Blattsammenstellung des Topographischen Atlas der Schweiz ("Siegfried-Karte") mit 1908 und 1909 nachgeführten Blättern (518 St. Moritz; 519 Val Chamuera; 521 Bernina; 522 Poschiavo). In den Nachführungen wurden oft nur die Längenänderungen der Gletscherzungen eingetragen. Die übrigen Eis- und Firnflächen wurden oft so belassen, wie sie bei der Erstaufnahme 1849 bis 1851 festgehalten worden waren. Teilweise zeichnete man aber 1875 bei der Kartenrevision doch gewisse Änderungen ein, die dann 1908/09 wiederum übernommen wurden. Für unsere vorliegende Studie ist die Feststellung wichtig, dass im Languardgebiet, im Val Muragl und im Gebiet des Piz Vadret die Eis- und Firnfläche ganz bedeutend geschrumpft ist (rätoromanisch heisst Vadret Gletscher, welcher wohl einst so markant gewesen sein muss, dass er zur entsprechenden Namengebung führte. Heute ist am Abhang zum Val Muragl gar kein Gletscher mehr vorhanden). Es ist anzunehmen, dass nach diesem grossflächigen Schwund örtliche kleinere positive Temperaturänderungen aufgetreten sind.

ZUSAMMENFASSUNG

Auf Gipfeln des Berninagebietes, von denen um 1905 erstellte Listen von Gefässpflanzen vorliegen, wurden von 1983 bis 1986 Neuuntersuchungen durchgeführt. Auf 12 von 14 Gipfeln, alle in der Subnival- und Nivalstufe liegend, wird eine deutliche Zuwanderung konstatiert. Es handelt sich durchwegs um Arten der alpinen Stufe, welche ausgesprochene Kältezeiger sind. Ihre Verbreitung ist ganz überwiegend anemochor.

Die durchschnittliche Artenzahl ist von 16 auf 28 pro Gipfel angestiegen. Diese Zunahme wird auf den Temperaturanstieg und den damit gekoppelten Gletscher- und Firnrückgang zurückgeführt. Der Rückgang wird auf einem Kärtchen (Fig. 1) veranschaulicht. Der Anstieg der Sommertemperaturen in den höheren Lagen der Schweizer Alpen liegt für die Dekaden von 1911 bis 1990 gegenüber 1851 bis 1910 im Bereich von 0.6° bis 0.8°C .

SUMMARY

A list of vascular plants from around 1905 exists for the region of Bernina (eastern part of the Swiss Alps). New investigations were made from 1983 till 1986. On twelve out of 14 peaks, situated in the subnival and nival belt, a significant immigration can be found. All the new species which especially occur in the alpine belt are typically alpine and arctic species with an anemochor dissemination.

The average number of species has increased from 16 to 28 per peak. This increase is due to the rise in temperature and the retreat of glaciers and firn ice. The retreat is showed in a little map of the study zone (Fig. 1). Compared to the data from 1851 till 1910, the rise of

summer temperatures in the higher zones of the Swiss Alps is about 0.6°- 0.8°C for the years 1911-1990.

LITERATUR

- BINZ A. und HEITZ Ch., 1990: Schul- und Exkursionsflora für die Schweiz. (18. Aufl.). Schwabe u. Co., Basel. 624 S.
- BÄUMLER E., 1983: Die Vegetation des Morteratsch-Gletschervorfeldes. Diplomarbeit. Bot.Inst.Univ., Basel. 119 S.
- BÄUMLER E., 1988: Untersuchungen zur Besiedlungsdynamik und Populationsbiologie einiger Pionierpflanzen im Morteratschvorfeld. Diss. Bot. Inst. Univ. Basel. 270 S.
- BRAUN J., 1913: Die Vegetationsverhältnisse der Schneestufe in den Rätisch-Lepontischen Alpen. Ein Bild des Pflanzenlebens an seinen äussersten Grenzen. Neue Denkschr. Schweiz.Naturf.Ges. 48, 347 S.
- BRAUN-BLANQUET J., 1948/50: Übersicht über die Pflanzengesellschaften Rhätens. Vegetatio 1, 29-41, 129-146, 285-316; 2, 20-37, 214-237, 341-360.
- BRAUN-BLANQUET J., 1955: Die Vegetation des Piz Languard, ein Massstab für Klimaänderungen. Sv.Bot.Tidskr., 49(1-2), 1-8.
- BRAUN-BLANQUET J., 1958: Über die obersten Grenzen pflanzlichen Lebens im Gipfelbereich des schweizerischen Nationalparks. Ergebn. wiss. Untersuch. schweiz. Nationalparks 6(39), 119-142.
- BRAUN-BLANQUET J. und RÜBEL E., 1932-1936: Flora von Graubünden. Veröff.Geobot. Inst.Rübel, Zürich 7, 1695 S.
- DE HAAS J. H., 1973: De vegetatie van Isla Persa (Bernina, Zwitserland) een graadmeter voor klimaatverandering? Genet.Inst.Rijkuniv., Utrecht. 68 S.
- ELLENBERG H., 1982: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht. (3. Aufl.). Ulmer, Stuttgart. 989 S.
- FLÜTSCH P., HORVAT J., OEFELIN H., 1930: Über die Pflanzengesellschaften der alpinen Stufe des Berninagebietes. Jb.Naturf.Ges.Graubündens 68, 56 S.
- HESS H.E., LANDOLT E. und HIRZEL R., 1976-1980: Flora der Schweiz und angrenzender Gebiete. 3 Bände. Birkhäuser, Basel. 2690 S.
- HOFFER H.R., 1967: Die wärmeliebenden Felsheiden Insubriens. Bot.Jb. 87(2), 176-251.
- IMHOF E. (Bearbeiter) 1965-78: Atlas der Schweiz. Schweiz. Bundesrat. 1. Aufl., Bern., 2. Aufl. seit 1982 im Erscheinen.
- LANDOLT E., 1977: Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora. Veröff.Geobot.Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich, 64, 208 S.
- LANDOLT E., 1984: Unsere Alpenflora. (5. Aufl.). Schweiz. Alpenclub, 318 S. und 120 Farbtafeln.
- MOSER W., 1970: Ökophysiologische Untersuchungen an Nivalpflanzen. Mitt.Ostalp.-din. Ges.Vegetkde. 11, 121-134.
- MÜLLER-SCHNEIDER P., 1986: Verbreitungsbiologie der Blütenpflanzen Graubündens. Veröff.Geobot.Inst.ETH, Stiftung Rübel, Zürich, 85, 263 S.
- OZENDA P., 1985: La végétation de la chaîne alpine. Masson, Paris. 331 S.
- REISIGL H. und KELLER R., 1987: Alpenpflanzen im Lebensraum. Fischer, Stuttgart/New York. 149 S.
- RÜBEL E., 1912: Pflanzengeographische Monographie des Berninagebietes. Engelmann, Leipzig. 615 S.

Karten

Geologische Karte der Schweiz, 1:500'000, hrsg. von der Schweiz. Geolog. Kommission. Eidg. Landestopographie, Wabern-Bern, 1972.

Landeskarte der Schweiz, 1:25'000, Blätter 1257 St.Moritz, 1258 La Stretta, 1277 Piz Bernina, 1278 La Rösa; Blattzusammensetzung 1:50'000 Oberengadin (Nr. 5013). Bundesamt für Landestopographie, Wabern-Bern.
Pflanzengeographische Karte des Berninagebietes, Beilage aus RÜBEL (1912).

Adresse des Autors: Dr. Hans Rudolf HOFER
Arisdörferstr. 57
4410 Liestal