



**University of
Zurich**^{UZH}

**Zurich Open Repository and
Archive**

University of Zurich
Main Library
Strickhofstrasse 39
CH-8057 Zurich
www.zora.uzh.ch

Year: 2007

Neue Daten zum Monitoring alpiner Pflanzen im Engadin

Burga, C A ; Frei, Esther ; Reinalter, Romedi ; Walther, Gian-Reto

Abstract: During the summers of 2004 and 2005, the mountain flora of Piz Languard (3262 m a.s.l.) near Pontresina (Switzerland) was monitored and compared to the inventories from the years 1905, 1907, 1941, 1985 and 2003. The occurrence of flowering plants above 3000 m has been recorded with a standard deviation of ± 10 m. Trends, detected in earlier years, in the upward shift of alpine plants on Piz Languard has again been confirmed. Whereas 37 plant species have shown a clear upward shift during the last decades, there are 36 more or less stationary species and 12 species have moved to slightly lower altitudes. The highest amount of upward shift has been shown by the following plant species: *Lotus alpinus*, *Arnica montana*, *Adenostyles leucophylla*, *Artemisia umbelliformis*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Salix serpyllifolia* and *Lloydia serotina*. Since ca. 1985 there has been an accelerated upward shift of approximately 10 m per decade. Furthermore, in the wider region of Bernina and Lower Engadine, the uppermost occurrence of flowering plants and ferns has been recorded with the help of historical data from the following years: 1573-2001, 1982-2002 and 2003-2005. In the tributary valley of Tasna, 213 plant species from a total of 980 show an upward shift of more than a 100 m during the last decades.

Posted at the Zurich Open Repository and Archive, University of Zurich

ZORA URL: <https://doi.org/10.5167/uzh-78053>

Journal Article

Published Version

Originally published at:

Burga, C A; Frei, Esther; Reinalter, Romedi; Walther, Gian-Reto (2007). Neue Daten zum Monitoring alpiner Pflanzen im Engadin. *Berichte der Reinhold-Tüxen-Gesellschaft (RTG)*, 19:37-43.

Neue Daten zum Monitoring alpiner Pflanzen im Engadin

- Conradin A. Burga & Esther Frei, Zürich, Romedi Reinalter, Brail,
Gian-Reto Walther, Bayreuth -

Abstract

During the summers of 2004 and 2005, the mountain flora of Piz Languard (3262 m a.s.l.) near Pontresina (Switzerland) was monitored and compared to the inventories from the years 1905, 1907, 1941, 1985 and 2003. The occurrence of flowering plants above 3000 m has been recorded with a standard deviation of ± 10 m. Trends, detected in earlier years, in the upward shift of alpine plants on Piz Languard has again been confirmed. Whereas 37 plant species have shown a clear upward shift during the last decades, there are 36 more or less stationary species and 12 species have moved to slightly lower altitudes. The highest amount of upward shift has been shown by the following plant species: *Lotus alpinus*, *Arnica montana*, *Adenostyles leucophylla*, *Artemisia umbelliformis*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Salix serpyllifolia* and *Lloydia serotina*. Since ca. 1985 there has been an accelerated upward shift of approximately 10 m per decade.

Furthermore, in the wider region of Bernina and Lower Engadine, the uppermost occurrence of flowering plants and ferns has been recorded with the help of historical data from the following years: 1573-2001, 1982-2002 and 2003-2005. In the tributary valley of Tasna, 213 plant species from a total of 980 show an upward shift of more than a 100 m during the last decades.

Key words: monitoring of mountain peaks, alpine flora, biodiversity, vegetation shift, global warming.

Nomenklatur: LAUBER & WAGNER (1996)

1. Einleitung

Zum Thema Gipfflora-Monitoring im Engadin und der möglichen Verknüpfung mit dem globalen Klimawandel wurden durch einen Teil der oben aufgeführten Autoren die allgemeinen Aspekte und die Arbeitshypothese bereits publiziert (BURGA et al. 2004, WALTHER et al. 2005 a und 2005 b). Ferner sei die diesbezügliche Fallstudie am Schrankogel (Tirol, Österreich) und die darin aufgeführte Methodik zum Gipfflora-Monitoring erwähnt (PAULI et al. 2006). In der vorliegenden Veröffentlichung soll über neue Resultate zum Gipfflora-Monitoring am Piz Languard (Pontresina, Oberengadin) sowie über neue Erkenntnisse zu hoch gelegenen floristischen Funden aus dem Unterengadin berichtet werden.

2. Gipfflora-Monitoring am Piz Languard (2004 - 2005)

2.1 Datengrundlagen, Methoden

Nachdem während einer Exkursion im Juli 2002 und im Rahmen eines Feldkurses im Juli und August 2003 auch der Gipfel des Piz Languard (3262 m) bei Pontresina durch Walther, Frei und Burga floristisch erfasst wurde, erfolgte 2004-2006 im Rahmen einer Diplomarbeit von Esther Frei am Geographischen Institut der Universität Zürich in Zusammenarbeit mit dem Institut für Geobotanik der Universität Hannover (G.-R. Walther) sowie unter Mitwir-

kung von Reinalter eine floristische Re-Inventarisierung des gesamten Piz Languard-Gipfelkegels. Im Gegensatz zu früheren Erhebungen (RÜBEL 1912 [Erhebungsjahre 1905 bis 1907 und 1909]), BRAUN 1913 [Erhebungsjahre 1903 und 1905]), welche z.T. nur den eigentlichen Gipfelbereich betrachteten, wurde ein größerer Höhenbereich von 3000 bis 3262 m während zwei Vegetationsperioden untersucht. Einzelheiten zu den historischen Datenquellen sind bei FREI (2006) nachzulesen. Die für den Piz Languard relevanten Erhebungsjahre sind 1905, 1941 und 2004 - 2005 (Feldarbeiten von Esther Frei). Ferner wurden für die Auswertung der Daten noch folgende Publikationen berücksichtigt: HOFER (1992, [Erhebungsjahr 1985]), BURGA et al. (2004) und WALTHER et al. (2005 a, 2005 b).

Der Gipfel des Piz Languard gehört tektonisch zur oberostalpinen Languard-Decke und besteht ausschließlich aus kristallinen Gesteinen, wie Augen- und Streifengneisen sowie porphyrischen Graniten. Die 36 Vegetationsaufnahmen (Häufigkeiten der einzelnen Taxa nach einer fünfstufigen qualitativen Skala sowie unter Angabe des prozentualen Deckungsgrades bezogen auf die Kleinstandorte) im Gipfelbereich konzentrieren sich auf die Süd- und Südostflanke des Berges. An Kleinstandorten sind folgende Typen vertreten: *Carex curvula*-Rasen, sonstige alpine Rasen, Wildläger bei Felsabsätzen, Schneetälchen, Fels- und Gesteinsschuttstandorte. Außerdem wurde die Vitalität der einzelnen Taxa erfasst (Merkmalsbeschreibungen: steril, blühend, sporentragend). Mit einem Fehler von ± 10 Höhenmetern wurde die Verbreitungsobergrenze der einzelnen Pflanzenarten im Höhenbereich >3000 bis 3262 m (Gipfel) erfasst. Zudem wurden mit einbezogen: ökologische Zeigerwerte nach LANDOLT (1977), Lebensform, Standorttyp, Verbreitungsbiologie (Diasporenverbreitung) der einzelnen Taxa sowie Geländeparameter wie Meereshöhe, Standortfläche, Geländeneigung und Exposition. In einer geordneten Tabelle wurde versucht, einzelne Vegetationseinheiten zu unterscheiden:

- **Vegetationseinheit A1:** Auslaufende alpine Rasen im 3000 m-Höhenbereich, bestehend aus Arten des Caricetum curvulae, wobei an einigen Standorten typische Wildläger-Arten vertreten sind (*Arenaria maschlinii*, *Draba siliquosa*, *Cerastium cerastoides*, *Taraxacum alpinum*).
- **Vegetationseinheit A2:** Rasenterrassen des Gipfelbereichs um 3230 m (*Carex curvula*, *Erigeron uniflorus*, *Oreochloa disticha*).
- **Vegetationseinheit B:** Übergang vom Caricetum curvulae zum Salicetum herbaceae (*Salix herbacea*, *Leucanthemopsis alpina*).
- **Vegetationseinheit C:** Fels- und Gesteinsschuttstandorte, vorw. Polsterpflanzen (*Eritrichium nanum*, *Saxifraga exarata* ssp. *exarata*, *Silene exscapa*).

29 Vegetationsaufnahmen wurden durch Ordination mit dem Statistikprogramm MULVA-5.1 (WILDI & ORLOCI 1996) und einer Ausreißeranalyse unter Verwendung des van der Maarel's Koeffizienten ausgewertet, wobei eine Aufnahme als Ausreißer ausgeschieden wurde; die verbliebenen 28 Aufnahmen wurden dann einer Hauptkoordinaten-Analyse unterzogen. Die Korrespondenzanalyse bestätigte im Wesentlichen die in der geordneten Tabelle unterschiedenen Vegetationseinheiten A1, A2, B und C.

Die Standorte der Vegetationsaufnahmen wurden als Dauerbeobachtungsflächen eingerichtet, um zu einem späteren Zeitpunkt eine Re-Inventarisierung durchzuführen.

2.2 Resultate

Die bereits früher beobachtete Zunahme der Artenzahl im Gipfelbereich, aber auch im erweiterten Höhenbereich ab 3000 m konnte in der Diplomarbeit von Esther Frei bestätigt werden. Der Miteinbezug der ökologischen Zeigerwerte nach LANDOLT (1977) ergab eine leichte Verschiebung zu Arten mit höheren Reaktions-, Nährstoff- und Temperaturzahlen.

Während bei 36 Arten die Verbreitungsobergrenzen nahezu unverändert geblieben sind, konnte bei 37 Arten ein deutlicher Anstieg festgestellt werden; bei 12 Arten ergab sich ein geringer Abstieg. Die vergleichenden Artenzahlen der Aufnahmejahre 1905, 1907, 1941, 1985, 2003 und 2005 sind in Abb. 1 ersichtlich; in Abb. 2 sind die Änderungen der Diversität im

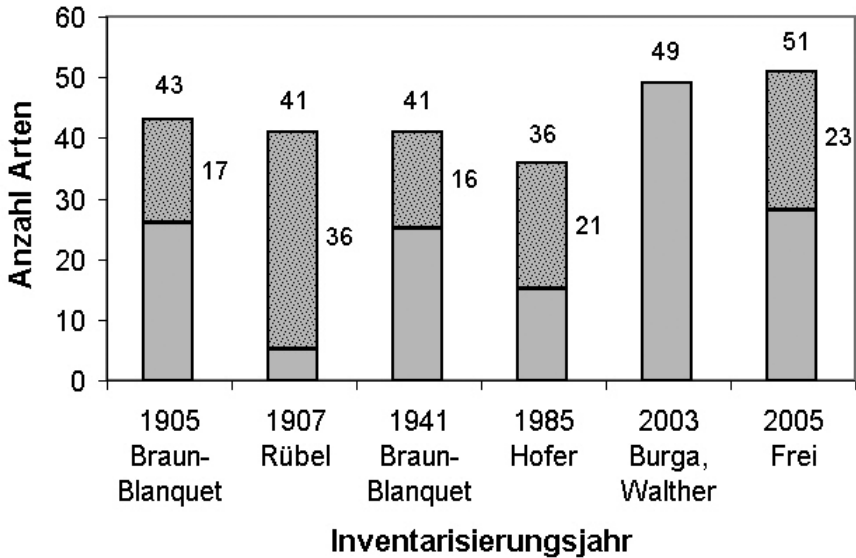


Abb. 1: Vergleichende Artenzahlen im 30 m-Höhenbereich des Piz Languard. Oberer Säulenabschnitt: 10 m-Höhenbereich des Gipfels.

Höhenbereich 3000 – 3262 m dargestellt. Tab. 1 zeigt die im Sommer 2005 festgestellten Häufigkeiten (Deckungsgrade) sowie die Vitalität (Blühfähigkeit) der notierten Arten. Da die Angaben früherer Bearbeiter über Häufigkeiten und Vitalität uneinheitlich oder gar fehlend

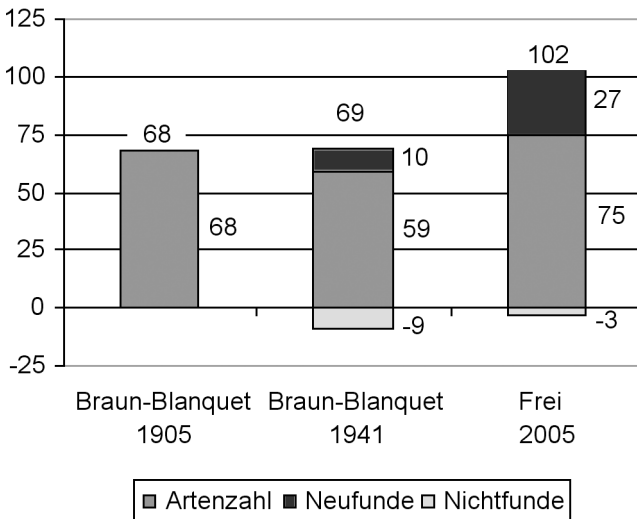


Abb. 2: Änderungen der Diversität von 1905 – 2005 im Höhenbereich 3000 – 3262 m (Artenzahlen in der Ordinate, negative Werte = nicht mehr bestätigte Funde).

Tab. 1: Häufigkeiten und Vitalität der im Sommer 2005 notierten Pflanzenarten. Häufigkeit: Deckungsgrade nach Braun-Blanquet; Vitalität: b = blühend, s = steril.

Arten des Gipfelplateaus	Häufigkeit	Blühfähigkeit
<i>Cardamine resedifolia</i>	+	b
<i>Cerastium uniflorum</i>	1	b
<i>Festuca halleri</i>	+	b
<i>Gnaphalium supinum</i>	-	s
<i>Leucanthemopsis alpina</i>	-	s
<i>Luzula spicata</i>	-	b
<i>Oreochloa disticha</i>	+	b
<i>Poa alpina</i>	2	b
<i>Poa laxa</i>	1	b
<i>Poa supina</i>	r	b
<i>Saxifraga bryoides</i>	1	b
<i>Saxifraga exarata</i> ssp. <i>exarata</i>	+	b
<i>Sedum alpestre</i>	r	s

sind, können derzeit noch keine diesbezüglichen Vergleiche angestellt werden. Den größten Obergrenzenanstieg von über 100 Höhenmetern wiesen unter anderem folgende Arten auf (in Klammern die Höhenmeter): *Lotus alpinus* (645), *Arnica montana* (565), *Adenostyles leucophylla* (530), *Artemisia umbelliformis* (515), *Vaccinium vitis-idaea* (460), *Salix serpyllifolia* (415) und *Lloydia serotina* (380).

In Abhängigkeit von Temperatur-Zahl, Lebensform, Standorttyp und Diasporenverbreitung wurde versucht, eine ökologische Gewichtung der 2005 neu gefundenen Arten vorzunehmen. Die Gewichtung bezieht sich auf die Verbreitung und Etablierung von neuen Arten im Gipfelbereich. Die Gesamtgewichtung ergibt sich als Summe der vier oben genannten Faktoren (vgl. Tab. 2).

3. Weitere Beobachtungen in den Gebieten Bernina und Unterengadin

(Perioden 1573-2001, 1982-2002 und 2003-2005)

Weitere Beobachtungen zu höchsten Vorkommen von Blüten- und Farnpflanzen des Bernina-Gebiets und des Unterengadins stammen von Reinalter bzw. wurden von ihm aus älterer Literatur ab dem 16. Jahrhundert gesammelt. Besonders bemerkenswert sind die höchsten Funde folgender Arten: *Pinus cembra* (2810 m), *Rubus idaeus* (2540 m), *Laserpitium gaudinii* (2410 m), *Verbascum crassifolium* (2230 m), *Stellaria media* (2640 m), *Veronica persica* (2110 m), *Polystichum lonchitis* (2570 m) (vgl. auch BURGA et al. 2004).

Höchste Pflanzen-Funde zum Unterengadin wurden aus historischen Quellen (Campell, Heer, Theobald, Brügger, Schröter, Braun-Blanquet, Zoller, Reinalter, In: REINALTER 2006) für die Jahre 1573 bis 2001 zusammengetragen. Besonders bemerkenswert sind Beobachtungen zu *Cypripedium calceolus* in 1950 bis 2100 m. REINALTER (2006) hat im Rahmen einer floristischen Inventarisierung der Val Tasna, einem Seitental nördlich Ardez im Unterengadin, im Zeitraum 2001 – 2005 elf Berggipfel (Höhen von 2950 – 3170 m) untersucht. Von insgesamt 980 nachgewiesenen Blüten- und Farnpflanzen weisen 213 Arten einen Höhenanstieg von über 100 m auf; 78 Arten wurden im Vergleich mit älteren Inventaren nicht mehr festgestellt.

Tab. 2: Ökologische Gewichtung der Pflanzen-Neufunde von 2005. Ökologische Faktoren: Temperatur (T) -Zahl, Lebensform, Standorttyp, Diasporenverbreitung.

Arten	T-Zahl	Lebensform	Standorttyp	Verbreitung	Total
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	2	3	3	1	9
<i>Achillea</i> cf. <i>millefolium</i>	3	2	2	1	8
<i>Antennaria dioica</i>	2	3	2	1	8
<i>Arnica montana</i>	2	2	3	1	8
<i>Cirsium spinosissimum</i>	2	2	3	1	8
<i>Coeloglossum viride</i>	2	2	3	1	8
<i>Helianthemum num. ssp. grand.</i>	2	3	2	1	8
<i>Hieracium pilosella</i>	3	2	2	1	8
<i>Phleum rhaeticum</i>	2	2	3	1	8
<i>Sagina saginoides</i>	2	3	2	1	8
<i>Alchemilla fissa</i> agg.	2	2	2	1	7
<i>Galium anisophyllum</i>	2	2	2	1	7
<i>Saxifraga paniculata</i>	2	3	1	1	7
<i>Thymus polytrichus</i>	2	3	1	1	7
<i>Artemisia umbelliformis</i>	1	3	1	1	6
<i>Draba siliquosa</i>	1	2	2	1	6
<i>Hieracium intybaceum</i>	2	2	1	1	6
<i>Lotus alpinus</i>	1	2	2	1	6
<i>Minuartia recurva</i>	1	3	1	1	6
<i>Poa supina</i>	2	2	1	1	6
<i>Primula hirsuta</i> All.	2	2	1	1	6
<i>Salix serpyllifolia</i>	1	3	1	1	6
<i>Saxifraga oppositifolia</i>	1	3	1	1	6
<i>Adenostyles leucophylla</i>	1	2	1	1	5
<i>Gentiana nivalis</i>	1	1	2	1	5
<i>Oxyria digyna</i>	1	2	1	1	5
<i>Phyteuma hedraianthifolium</i>	1	2	1	1	5

4. Diskussion, Ausblick

Die historischen und rezenten Gipfflora-Beobachtungen der Bernina-Region, des Unterengadins und des Schweizerischen Nationalparks (vgl. CAMENISCH 2002) zeigten, dass neben den bestätigten bzw. nicht mehr festgestellten Pflanzenarten zahlreiche neue Arten nachgewiesen werden konnten. Bezüglich unserer Arbeitshypothese (vgl. BURGA et al. 2004, WALTHER et al. 2005 a und 2005 b) kann aus diesen neuen Resultaten und den bereits veröffentlichten Ergebnissen aus dem Alpenraum (WALTHER et al. 2005 a, 2005 b; PAULI et al. 2006) gefolgert werden, dass die floristischen Änderungen auf Berggipfeln der letzten rund 100 Jahre und älter mit großer Wahrscheinlichkeit die Reaktion auf einen Klimawandel widerspiegeln. Unsere Resultate aus dem Oberengadin lassen ab ca. 1985 auf einen beschleunigten Anstieg von Pflanzen im Bereich von Berggipfeln schließen, und zwar mit einer Rate von 10 Höhenmetern pro Jahrzehnt.

Zu den in einem späteren Zeitpunkt wieder vorzunehmenden Re-Inventarisierungen der Dauerbeobachtungsflächen müssen vermehrt Beobachtungen mit einer ökologischen Gewichtung der Funde aus anderen Gebirgsregionen und deren Vergleiche hinzukommen (vgl. EU-Forschungsprogramm GLORIA). Untersuchungen zur Diasporen-Bank in den kleinräumig verbreiteten Böden der Gipfelzone und zum Einfluss von Huftieren (Eutrophierung, Äsung, Trittschäden etc.) und Vögeln könnten wertvolle Ergänzungen zum Verständnis der Verbrei-

tungsbiologie liefern. Zudem sollten vermehrt auch die Untergrenzen im Übergangsbereich von der subalpinen zur alpinen Stufe (Wald- und Baumgrenze) in die Langzeitbeobachtungen miteinbezogen werden, denn in diesem Höhenbereich können höchste Biodiversitätswerte von Blütenpflanzen nachgewiesen werden.

Zusammenfassung

Von 2004 bis 2005 wurde auf dem Piz Languard (3262 m) bei Pontresina (Graubünden) ein Gipfflora-Monitoring durchgeführt. Mit einem Fehler von ± 10 Höhenmetern wurden die Verbreitungsobergrenzen einzelner Blütenpflanzen im Höhenintervall 3000 bis 3262 m erfasst. Diese Erhebungen wurden mit früheren Inventaren aus den Jahren 1905, 1907, 1941, 1985 und 2003 verglichen. Die bereits früher beobachtete Zunahme der Artenzahl im Gipfelbereich konnte bestätigt werden. Während bei 36 Arten die Verbreitungsobergrenzen nahezu unverändert geblieben sind, konnte bei 37 Arten ein deutlicher Anstieg festgestellt werden; bei 12 Arten ergab sich ein leichter Abstieg. Den größten Höhenanstieg zeigen folgende Arten: *Lotus alpinus*, *Arnica montana*, *Adenostyles leucophylla*, *Artemisia umbelliformis*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Salix serpyllifolia* und *Lloydia serotina*. Ab ca. 1985 kann ein beschleunigter Anstieg mit rund 10 Höhenmetern pro Jahrzehnt festgestellt werden. In Abhängigkeit von Temperatur-Zahl, Lebensform, Standorttyp und Diasporenverbreitung wurde zudem eine ökologische Gewichtung der 2005 neu gefundenen Arten vorgenommen.

Zum Bernina-Gebiet und Unterengadin bestehen über das höchste Vorkommen von Blüten- und Farnpflanzen weitere Beobachtungen aus den Jahren 1573-2001, 1982-2002 und 2003-2005. Von im Val Tasna total 980 nachgewiesenen Blüten- und Farnpflanzen weisen 213 Arten einen Höhenanstieg von über 100 m auf.

Literatur

- BRAUN, J. (1913): Die Vegetationsverhältnisse der Schneestufe der Rätisch-Lepontischen Alpen - Ein Bild des Pflanzenlebens an seinen äussersten Grenzen. – Denkschr. Schweiz. Naturforsch. Ges. **48**: 1-347. Georg, Basel.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1955): Die Vegetation des Piz Languard, ein Massstab für Klimaänderungen. – Svensk Botanisk Tidskrift **49**: 1-9.
- BURGA, C.A., G.-R. WALTHER & S. BEIßNER (2004): Florenzwandel in der alpinen Stufe des Berninagebiets - ein Klimasignal ? – Ber. d. Reinh.-Tüxen-Ges. **16**: 57-66.
- CAMENISCH, M. (2002): Veränderungen der Gipfflora im Bereich des Schweizerischen Nationalparks: Ein Vergleich über die letzten 80 Jahre. – Jber. Natf. Ges. Graubünden **111**: 27-37.
- FREI, E. (2006): Die Vegetation des Piz Languard, Fallbeispiel für einen klimainduzierten Florenzwandel ? – Diplomarbeit Geographisches Institut der Universität Zürich. Manuskript, 127 S.
- HOFER, H.R. (1992): Veränderungen in der Vegetation von 14 Gipfeln des Berninagebietes zwischen 1905 und 1985. – Ber. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich **58**: 39-54.
- LANDOLT, E. (1977): Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora. – Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich **64**.
- LAUBER, K. & G. WAGNER (1996) Flora Helvetica. – Haupt, Bern, Stuttgart, Wien. 1613 S.
- PAULI, H., M. GOTTFRIED, K. REITER, C. KLETTNER & G. GRABHERR (2006): Signals of range expansions and contractions of vascular plants in the high Alps: observations (1994-2004) at the GLORIA master site Schrankogel, Tyrol, Austria. – Global Change Biology **12**: 1-10.
- REINALTER, R. (2006): Flora der Val Tasna, Unterengadin. – Unveröffentlichtes Manuskript.
- RÜBEL, E. (1912): Pflanzengeographische Monographie des Berninagebietes. – Engelmann, Leipzig, 615 S.
- WALTHER, G.-R., S. BEIßNER & C.A. BURGA (2005 a): Trends in the upward shift of alpine plants. – Journal of Vegetation Science **16**: 541-548.
- WALTHER, G.-R., S. BEIßNER & R. POTT (2005 b): Climate Change and High Mountain Vegetation

Shifts. In: BROLL, G. & B. KEPLIN (ed.) (2005): Mountain Ecosystems - Studies in Treeline Ecology, 77-96. – Springer, Heidelberg.
WILDI, O. & L. ORLOCI (1996): Numerical Exploration of Community Patterns. - A guide to the use of MULVA-5. 2. Aufl. – SPB Academic Publishing, Amsterdam.

Anschriften der Verfasser:

Prof. Dr. Conradin A. Burga, Esther Frei, Geographisches Institut der Universität Zürich, Winterthurerstrasse 190, CH-8057 Zürich, Schweiz.
cburga@geo.unizh.ch, estherfrei@access.unizh.ch

Romedi Reinalter, Chaunt Baselgia, CH-7527 Brail, Schweiz.
romedirein@bluewin.ch

PD Dr. Gian-Reto Walther, Institut für Pflanzenökologie Universität Bayreuth, D-95440 Bayreuth, Deutschland.
gian-reto.walther@uni-bayreuth.de