

Zeitschrift: Jahresbericht der Naturforschenden Gesellschaft Graubünden
Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft Graubünden
Band: 101 (1983-1984)

Artikel: Aktuelle Vegetation und Pollengehalt von Oberflächenproben der obermontanen bis subalpinen Stufe am Bernhardin-Pass (Graubünden/Schweiz)
Autor: Burga, C.A.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-594504>

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: 21.02.2026

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

Jber. Natf. Ges. Graubünden 101 (1984), 53–99

In memoriam Prof. Dr. Max Welten
1904–1984

Aktuelle Vegetation und Pollengehalt
von Oberflächenproben der obermontanen
bis subalpinen Stufe am Bernhardin-Pass
(Graubünden/Schweiz)

Von C. A. Burga

Anschrift des Verfassers:

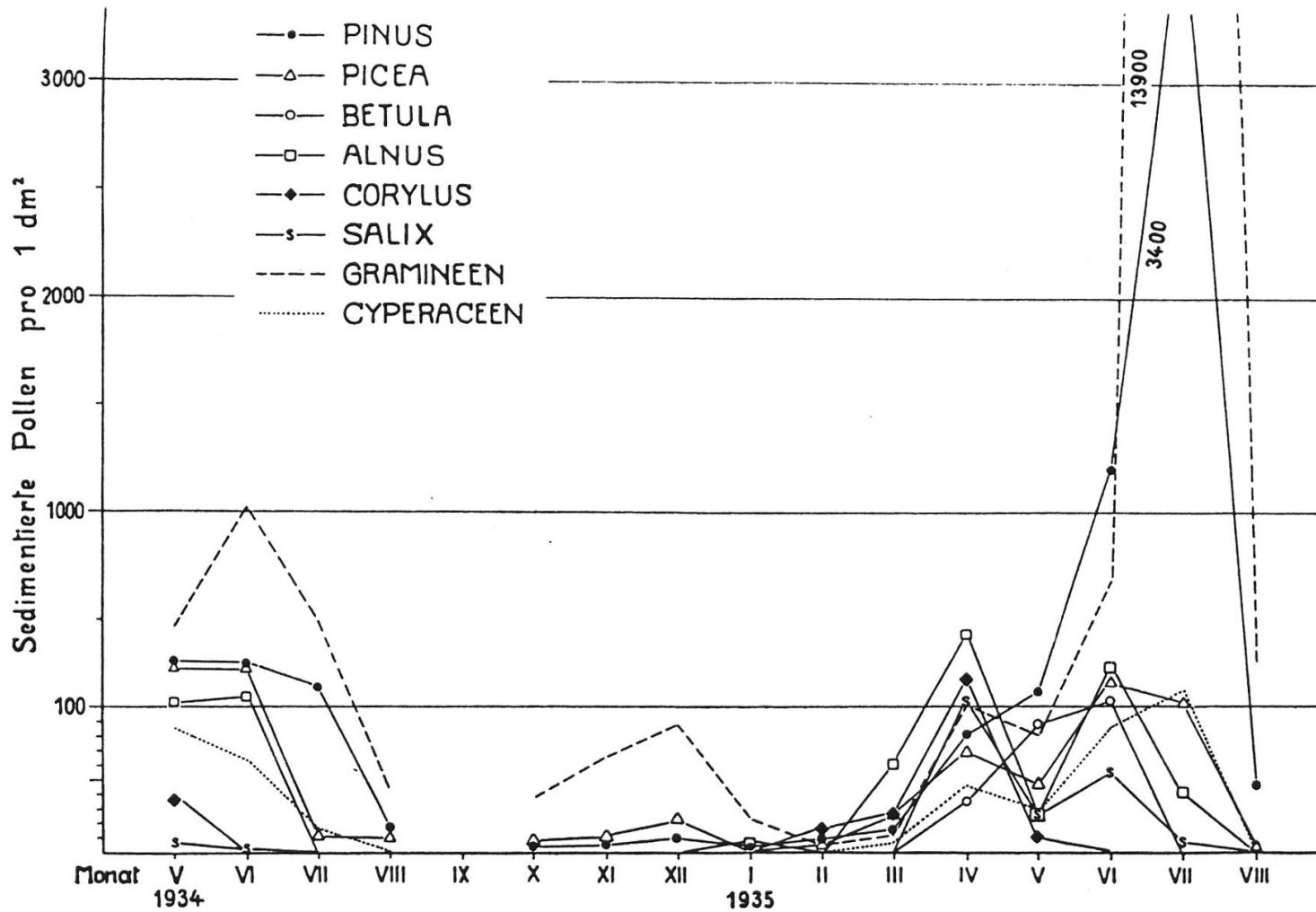
Dr. phil. nat. Conradin A. Burga
Geographisches Institut der Universität
Zürich-Irchel
Winterthurerstrasse 190
8057 Zürich

1. Einleitung und Problemstellung

Die Auswertung pollenanalytischer Untersuchungen zur Erforschung der lokalen und regionalen quartären Vegetationsgeschichte beruht zu einem Hauptteil auf den heutigen Erkenntnissen über die Merkmale und das Verhalten der aktuellen Vegetation (Prinzip des Aktualismus, formuliert von C. LYELL, 1830; wobei aber der Grundgedanke hierzu auf J. HUTTON, 1788, C. E. A. von HOFF, 1822 und G. C. LICHTENBERG (Aphorismen, 1800/1806) zurückgeht). Die Bedeutung solch vergleichender Untersuchungen liegt ausser auf dem Gebiet der historischen Geobotanik, wobei insbesondere die Erforschung der Vegetationsgeschichte in Gebieten mit kaum oder wenig vorhandenen pollenanalytischen Referenzdiagrammen zu nennen ist, im Bereich der Aerobiologie, speziell der Aero- und Iatropalynologie («Heufieberforschung»).

Das geobotanische Hauptproblem bildet die Frage, wie gut die lokale und regionale Vegetation im Pollenniederschlag von Oberflächenproben (vorwiegend Moospolster) bzw. Pollenfallen sich abzeichnet. W. LÜDI und V. VARESCHI (1936) haben bereits 1934 und 1935 im Hochtal Davos Untersuchungen zum Blühen und Pollenniederschlag der Heufieberpflanzen angestellt. (Vgl. Fig. 1 aus W. LÜDI, 1937 und Fig. 2–3 aus W. LÜDI & V. VARESCHI, 1936).

Arbeiten aus dem Gesichtspunkt historisch-geobotanischer Fragestellungen sind seitdem für Mitteleuropa in recht zahlreicher Weise erschienen. So z. B. von F. FIRBAS (1934), W. LÜDI (1937, 1947), M. WELTEN (1950), J. HEIM (1962, 1971), M. JOCHIMSEN (1972), H. TRIAT-LAVAL (1978), F. DAMBLON (1979), M. COÛTEAUX (1982) und R. SCHNEIDER (1984) anhand von Oberflächenproben (Moospolster). Untersuchungen mit Hilfe von Pollenfallen stammen u. a. von W. LÜDI (1937), H. TAUBER (1977) und V. MARKGRAF (1980). In Anlehnung an die originellen pollenanalytischen Untersuchungen zur Gletscherbewegung (Grosser Aletschgletscher und Gepatschferner in den Ötztaler Alpen) von V. VARESCHI (1942) führte S. BORTENSCHLAGER (1969, 1970) Pollenanalysen im Gletschereis des Kesselschwandferners (Ötztaler Alpen, Tirol) durch, wobei speziell Fichtenblühjahre als «Leithorizont» im Firngebiet sich abzeichnen. (Vgl. Fig. 4 aus W. AMBACH, S. BORTENSCHLAGER & H. EISNER 1969).



55

Fig. 1 Der Pollenniederschlag in Davos in den Jahren 1934 und 1935, umgerechnet in monatlichen Perioden. Aus: W. LÜDI, 1937.

1934

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| <i>Carex verna, montana</i> | . | . | . | . |
| <i>Sesleria coerulea</i> | . | . | . | . |
| <i>Anthoxanthum odoratum</i> | . | . | . | . |
| <i>Poa annua</i> | . | . | . | . |
| <i>Carices der Sumpfwiesen</i> | . | . | . | . |
| <i>Nardus stricta</i> | . | . | . | . |
| | | | | |
| <i>Dactylis glomerata</i> | . | . | . | . |
| <i>Alopecurus pratensis</i> | . | . | . | . |
| <i>Briza media</i> | . | . | . | . |
| <i>Poa alpina</i> | . | . | . | . |
| <i>Avena pubescens</i> | . | . | . | . |
| <i>Deschampsia caespitosa</i> | . | . | . | . |
| <i>Poa pratensis</i> | . | . | . | . |
| | | | | |
| <i>Phleum alpinum</i> | . | . | . | . |
| | | | | |
| <i>Trisetum flavescens</i> | . | . | . | . |
| <i>Festuca pratensis</i> | . | . | . | . |
| <i>Festuca ovina</i> | . | . | . | . |
| <i>Arrhenatherum elatius</i> | . | . | . | . |
| <i>Cynosurus cristatus</i> | . | . | . | . |
| <i>Poa Chaixi</i> | . | . | . | . |
| | | | | |
| <i>Agrostis capillaris</i> | . | . | . | . |
| <i>Festuca rubra</i> | . | . | . | . |
| <i>Deschampsia flexuosa</i> | . | . | . | . |
| <i>Koeleria cristata</i> | . | . | . | . |
| <i>Luzula nemorosa</i> | . | . | . | . |
| <i>Poa nemoralis</i> | . | . | . | . |
| <i>Agrostis alba</i> | . | . | . | . |
| <i>Phragmites communis</i> | . | . | . | . |
| <i>Brachypodium pinnatum</i> | . | . | . | . |
| <i>Agropyron repens</i> | . | . | . | . |
| <i>Calamagrostis villosa</i> | . | . | . | . |
| <i>Molinia coerulea</i> | . | . | . | . |
| | | | | |
| <i>Gesamtheit der Gramineen, Cyperaceen und Juncaceen</i> | . | . | . | . |

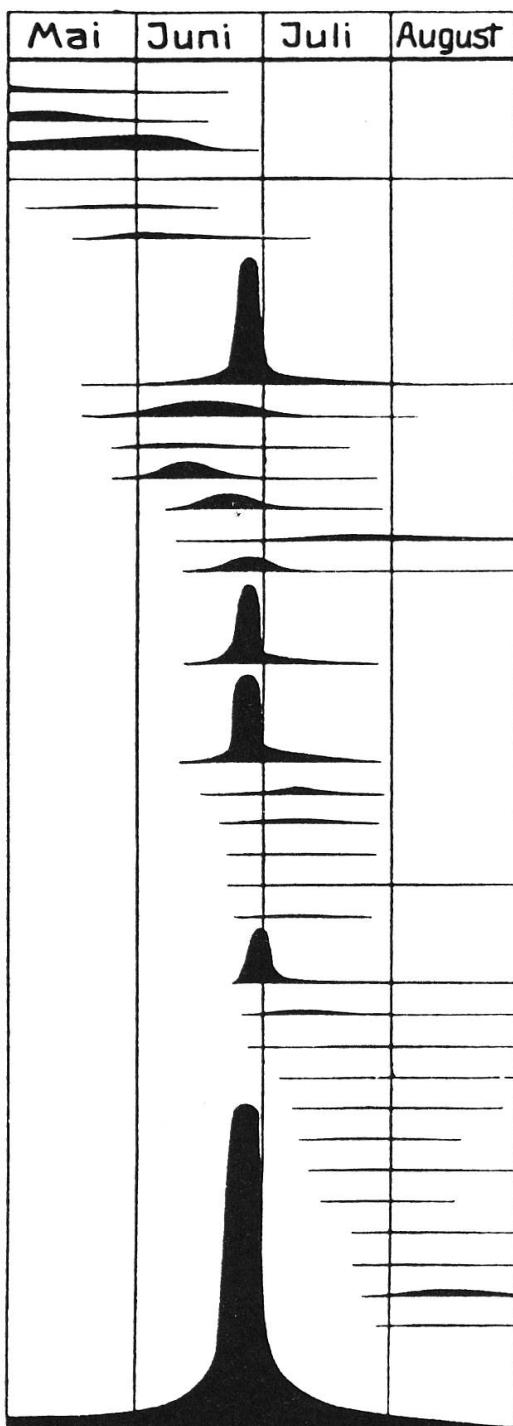


Fig. 2 Blütezeit und Pollenerzeugung der wichtigeren Gräser im Hochtal Davos im Sommer 1934. Aus: W. LÜDI & V. VARESCHI, 1936.

1935

Carex verna
Carex montana
Sesleria coerulea
Anthoxanthum odoratum
Luzula multiflora
Poa annua
Alopecurus pratensis

Dactylis glomerata
Poa alpina
Avena pubescens
Deschampsia caespitosa
Poa pratensis
Briza media
Festuca pratensis
Cynosurus cristatus
Poa trivialis
Festuca ovina

Phleum alpinum

Trisetum flavescens
Arrhenatherum elatius
Bromus erectus
Poa Chaixi
Festuca rubra
Koeleria cristata
Luzula nemorosa

Agrostis capillaris
Deschampsia flexuosa
Poa nemoralis
Agrostis alba
Phleum pratense
Brachypodium pinnatum
Agropyron repens
Calamagrostis villosa
Calamagrostis varia
Molinia coerulea

Gesamtheit der Gramineen,
 Cyperaceen und Juncaceen

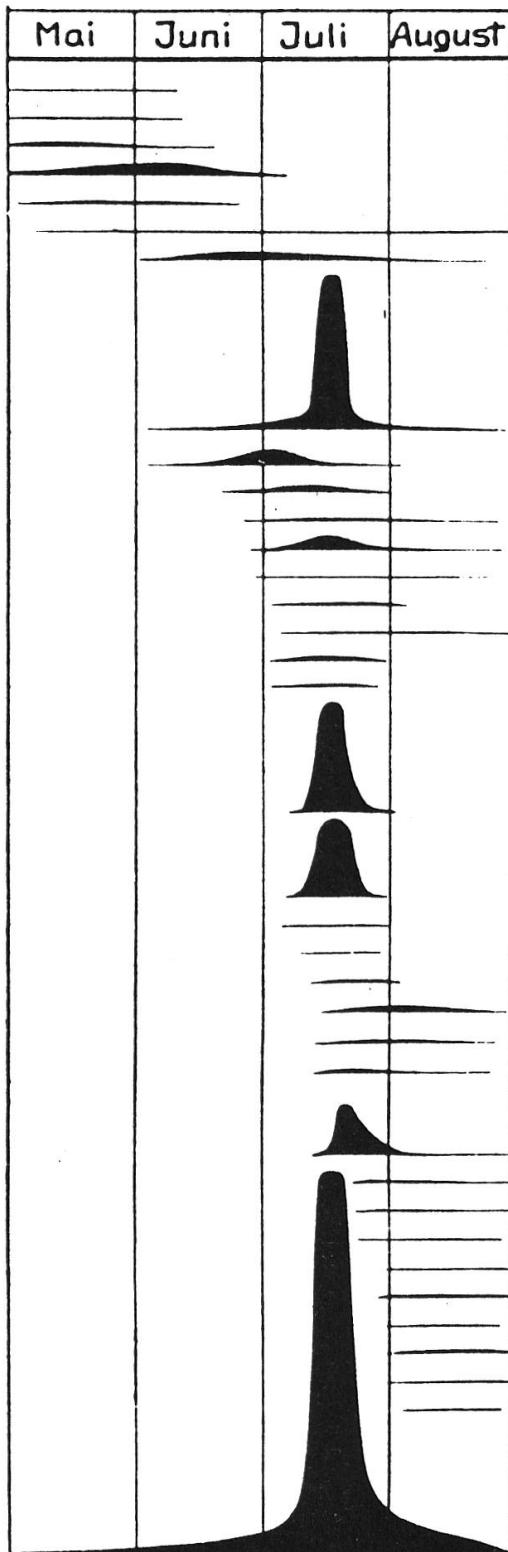


Fig. 3 Blütezeit und Pollenerzeugung der wichtigsten Gräser im Hochtal Davos im Sommer 1935. Aus: W. LÜDI & V. VARESCHI, 1936.

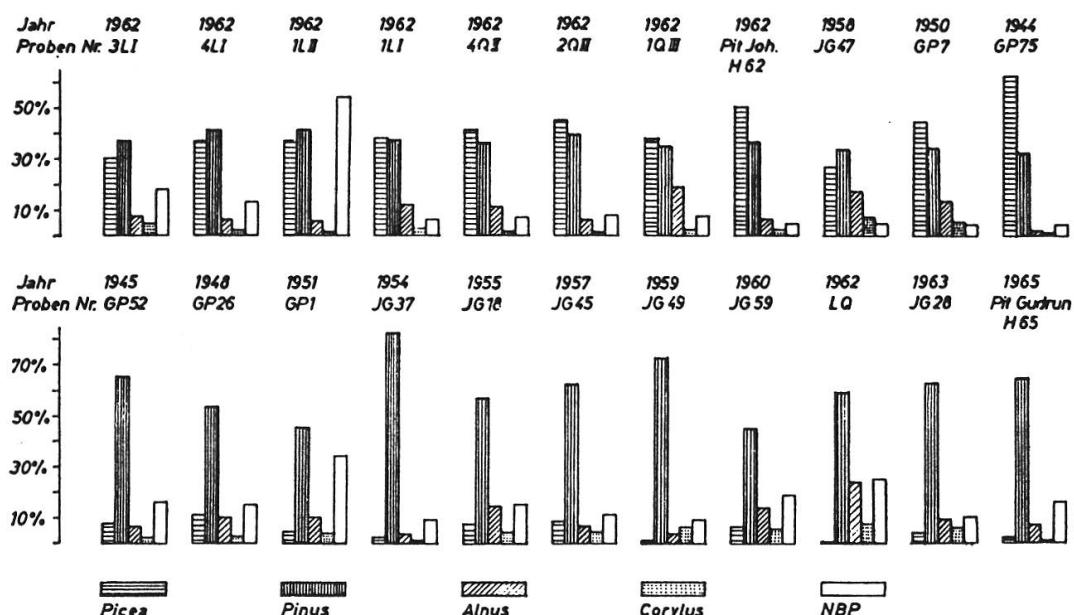
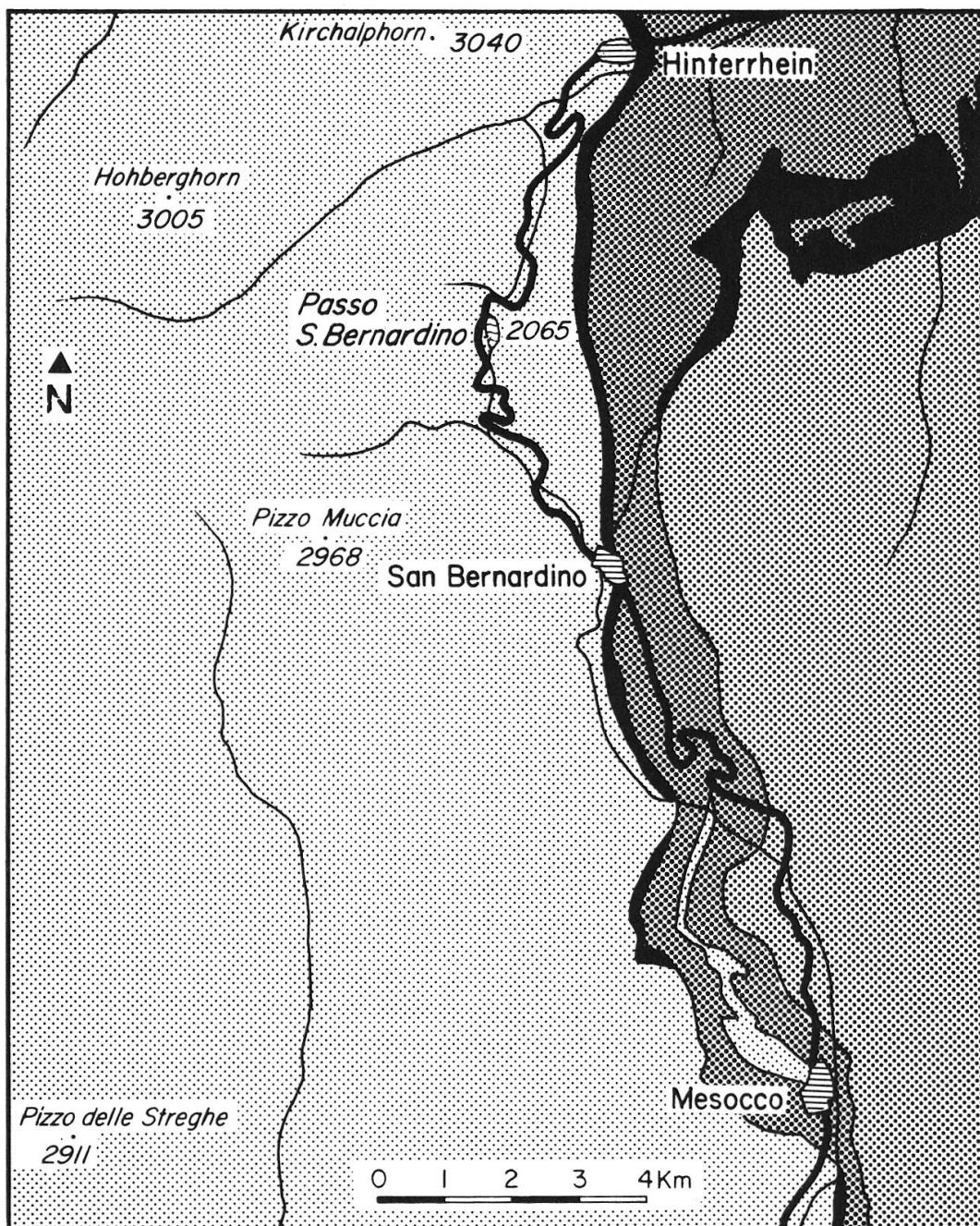


Fig. 4 Gegenüberstellung von Pollenspektra mit hohem und normalem Fichtenanteil. Obere Reihe: Pollenspektra in Fichten-Blühjahren. Aus: W. AMBACH, S. BORTEN-SCHLAGER & H. EISNER, 1969.

Die nachfolgenden vergleichenden Untersuchungen zwischen aktueller Vegetation und rezenter Pollensedimentation an Moospolstern längs eines N-S-Profilen über den Bernhardin-Pass dienen einerseits zur Überprüfung bzw. Bestätigung von typischem Verhalten bestimmter botanischer Taxa bezüglich ihrer Vertretung im Pollenspektrum von Oberflächenproben und anderseits als Vergleich mit den bisher in der Bernhardin-Region von H. ZOLLER (1960), H. ZOLLER & H. KLEIBER (1971) und C. BURGA (1980) durchgeführten pollanalytischen Arbeiten zur Vegetationsgeschichte Mittel- und Südbündens.

2. Geologie und Geomorphologie

Das engere Bernhardin-Passgebiet gehört vollständig zum Kristallin der tiefpenninischen Adula-Decke. Bei Wälschberg und Alp Montagna bildet sie eine scharfe Grenze zur Misoxer-Mulde, die ein N-S-streichender, axial mit etwa 40° nach E einfallender Synkinalzug darstellt. Im E der Passfurche sind in der mächtigen Wand des Pizzo Uccello Bündner-schiefer mit Prasinitbändern sehr schön aufgeschlossen. Die Misoxer-Zone bildet das tektonische Trennelement zwischen der Adula- und der tektonisch höher liegenden mittelpenninischen Tambo-Decke östlich des Bernhardins (vgl. tektonische Karte, Fig. 5). Die Lagerungsverhäl-



- Kristallin der Adula-Decke, Ortho- und Paragneise.
- Trias der Adula-Decke, Quarzite und Dolomite.
- Bündnerschiefer (Aultlappen, Tomüllappen, obere Valser-Schuppen).
- Tambo-Decke (Kristallin, Gneis- und Sedimentschuppen).
- Bruschghorn-Schuppe (Areuazone, Zone der Burgruine Splügen).

Fig. 5 Tektonische Karte zum Bernhardin-Passgebiet. Nach H. JENNY, G. FRISCH-KNECHT & J. KOPP, 1923.

nisse der Adula-Decke sind in der Passgegend gut überschaubar. So fallen die Schichten bei S. Bernardino nach ESE bis E. Weiter nördlich findet ein Abdrehen der Fallinie nach E statt.

In der Passgegend besteht die Adula-Decke zur Hauptsache aus Granit- und Orthogneisen sowie aus Glimmerschiefern und Paragneisen, die oft Amphibolit-Linsen enthalten. Bei den Laghit d'Ardei und westlich des Laghetto di Moësola treten in N-S verlaufender Grenze zum zentralen Orthogneis Glimmerschiefer und Paragneise auf. Diese lithologischen Grenzen fallen morphologisch teilweise deutlich durch Schichtköpfe auf. Diese Paragesteine werden als paläozoische Ablagerungen betrachtet und bilden die Sedimenthüllen um die Orthokerne (H. JENNY, G. FRISCHKNECHT & J. KOPP, 1923).

Die Adula-Gneise fallen vor allem durch ihre wundervolle Bankung auf, die beim Steinbruch Dürrenbüel heute abgebaut werden. Die oben genannten Amphibolitzüge in den Glimmerschiefern treten oft in Verbindung mit Triaszügen auf. Dabei sind mesozoische und von Orthogneis umschlossene paläozoische Amphibolite zu unterscheiden. Morphologisch fallen diese wegen ihrer grösseren Verwitterungsresistenz in Form von Rundhöckern auf.

Die umfangreichsten geomorphologischen Untersuchungen am Bernhardin stammen von E. HEYDWEILLER (1918). Der Bernhardinpass, der im Hochwürm letztmals von einem rechten Seitenlobus des Hinterrhein-Gletschers nach S überflossen wurde, weist eine reiche Fülle glazialer Überprägungen auf, wie Rundhöcker, Kolke, subglaziäre Rinnen, Gletschermühlen (nördlich La Smita), Gletscherschrammen und Gletscherpolituren.

Aus fünf grossen Karen erfolgten beträchtliche Eiszuschüsse nach S. Diese Kargletscher stiessen in der Späteiszeit ebenso wie die Hauptgletscher nochmals weit vor, worauf die zahlreichen Moränenwälle am Rande der Karmulden hinweisen. Dieser reiche geomorphologische Formenschatz ist in Verbindung mit mikroklimatischen Verhältnissen oft die Hauptsache für das kleinräumige Vegetationsmosaik des hier beschriebenen Gebiets (vgl. farbige Vegetationskarte in der Beilage). So sind beispielsweise die Rundhöcker meistens von Bergföhrenbeständen (*Pinus mugo* grex *prostrata*) bestockt, während in den lithologisch und gletschergeschichtlich bedingten Senken Niedermoore (*Caricetum rostratae-vesicariae*, *Caricetum fuscae*) oder wegen der langen Schneedeckung Alpenrosenbestände sich entfalten können.

3. Aktuelle Vegetation am Bernhardin-Pass und im Misox

3.1 Allgemeines und Forstwirtschaftliches

In einem N-S-Transekten sollen die Vegetationsverhältnisse zwischen Hinterrhein und Mesocco (im engeren Bereich der Vegetationskarte bis San Bernardino-Dorf) kurz charakterisiert werden (vgl. farbige Vegetationskarte in der Beilage).

Auf der nordexponierten Passflanke bei Hinterrhein fallen die ausgedehnten *Alnus viridis*-Bestände auf den stets durchfeuchteten Hängen auf. Dieser Grünerlen-Busch ist oft stark mit Hochstauden, dem *Adenostylo-Cicerbitetum*, und *Sorbus aucuparia* durchsetzt. Ein grosser *Adenostylo-Cicerbitetum*-Bestand bedeckt den Hang bei Alt Wali. An einigen Stellen weist das *Alnetum viridis* reichen Farnunterwuchs auf (hauptsächlich *Athyrium distentifolium* und *A. filix-femina*). Die Alpenrose und Heidelbeere bilden nur selten den Unterwuchs im *Alnetum viridis*. Die geschlossenen Grünerlenbestände steigen entlang dem Masegg-Bach bis auf etwa 1880 m ü. M. Im Bereich der Passstrasse stockt noch ein kleiner Rest eines *Piceetum subalpinum*, oft von *Alnus viridis* durchsetzt.

Das kleinräumige Verteilungsmosaik der Grünerle ist deutlich relieforientiert: In den zahlreichen Bachrinnen wuchert geradezu *Alnus viridis* im Verein mit Hochstauden. Auf den dazwischenliegenden erhöhten Rippen kommt oft eine Zergstrauchheide auf. In etwa 1900 m Höhe gelangt man in den Zergstrauchgürtel.

Die zahlreichen windexponierten Gneis- und Amphibolit-Rundhöcker tragen oft ein *Loiseleurieto-Cetrarietum* bzw. *Arctostaphylo-Loiseleurietum*. Über 2000 m ist verstärkt das *Caricetum curvulae* entwickelt. Ausgedehntere Bestände von *Rhododendron ferrugineum* halten sich an schneereiche Lagen, so z. B. westlich der Passstrasse zwischen Tällialp und Villa Thöni. Flachgründige, trockene Böden der Rundhöcker werden vorzugsweise von *Pinus mugo* grex *prostrata* bestockt. Die Gegend der Tällialp ist gekennzeichnet durch eine üppige Lägerflora (*Rumicetum alpini*) und durch grössere Bestände von *Juniperus communis* ssp. *nana*.

Die oft vermoorten Rinnen und Mulden sind bis 2100 m von *Carex fusca*- und *Carex rostrata*-Rasen bedeckt.

Die geschlossene Zergstrauchheide steigt nördlich der Passhöhe bis etwa 2020 m, danach herrscht ein Mosaik von Rasengesellschaften (*Elynetum*, *Curvuletum*), Schutt-/Felsfluren (*Oxyrietum digynae*, *Luzu-*

letum spadiceae, *Androsacetum alpinae* u. a.) und vereinzelten Zwergsträuchern (z. B. *Vaccinium Myrtillus* nur vegetativ), wobei das *Empetro-Vaccinietum* dominiert.

Bei Wälschberg kommt *Lycopodium annotinum*, eine Charakterart des *Vaccinio-Piceion*, bis etwa 2000 m vor, was auf ehemalige Waldvegetation hinweist. Vereinzelt steigt die Fichte in diesem Gebiet bis gegen 1980 m (Tälliturra). Auf intensiv beweideten Stellen trifft man oft Nardeten oder an fetteren Stellen das *Poion alpinae*.

Auf der südlichen Seite der Passhöhe stösst man bei etwa 2100 m wieder auf den Zwergstrauchgürtel, der nun reicher an *Calluna vulgaris* und ärmer an *Vaccinium Myrtillus* ist. Die rostblättrige Alpenrose bildet hier grössere Herden. Die Zwergstrauchheide keilt nördlich und südlich der Passhöhe aus, obwohl diese bis gegen 2100 m dichte Bestände bildet (vgl. farbige Vegetationskarte in der Beilage). Es ist anzunehmen, dass der Zwergstrauchgürtel auch im Bereich der Passhöhe (2066 m) ehemals in lockerer Weise vorhanden war. Die heutige Situation ist wohl gänzlich anthropozoogen bedingt. Es ist aber auch wahrscheinlich, dass die geringe Schneedeckung der Passhöhe (häufig Nordwind) ein Höhersteigen der *Ericaceae* weitgehend verhindert. Ferner ist ein Ausweichen des Zwergstrauchareals nach W festzustellen, was durch das Karbonatgestein der Uccello-Zone bedingt ist.

Die Beweidung in der Gegend von Wälschberg und Alp Montagna führt zur Ausbildung von Nardeten, des *Pion alpinae*, des *Rumicetum alpini* und des *Chenopodietum subalpinum* (sensu J. BRAUN-BLANQUET, 1972).

Auf der Pass-Südseite kommt sehr augenfällig zum Ausdruck, wie die Grünerle und die Bergföhre sich ökologisch ersetzen können: Westlich des Moësaoberlaufes kommt die Grünerle am feuchten Schattenhang auf und steigt dem Bach entlang hoch bis zur Alp de Mucia. Die flachgründigen Rundhöckerstandorte werden dagegen von der niedrigliegenden Bergföhre eingenommen. Anders sind die Verhältnisse östlich der Moësa, wo nur stark besonnte und relativ edaphisch trockene Standorte vorliegen. Hier dominiert die Bergföhre, und die Grünerle kann sich nur längs der Bachrinnen halten.

Auf der Südseite des Passes steigt die Fichte bis knapp 1800 m, während die Lärche bis gegen 1950 m vorkommt. Auf der Alp Gareida trifft man wohlentwickelte Ruderalgesellschaften (z. B. grosse Herden von *Senecio alpinus*).

Am schönsten ist der Lärchen-Fichtenwald am Fuss der Alp de Confin entwickelt, wo er ab etwa 1700 m in einen reinen Lärchenwald, der bisweilen einen Bergföhren-Unterwuchs aufweist, übergeht. Bis gegen Motton und Pt. 2154 gedeiht *Larix* auf Felsstandorten mit *Ericaceae*-Unterwuchs (hauptsächlich rostblättrige Alpenrose).

Reiner Fichtenwald, meistens das *Piceetum subalpinum myrtilletosum*, stockt auf Bosch de San Remo und Motta d'Anzala. Einzelne Fichtengruppen bei Acubona und Pian Cales deuten darauf hin, dass der ehemalige Nadelwald nahezu vollständig gerodet worden ist.

Die Arve kommt heute nur sehr vereinzelt am Bernhardin vor (vgl. die farbige Vegetationskarte in der Beilage, ferner M. JÄGGLI, 1940 und M. RIKLI, 1909). Als natürliche Standorte konnten festgestellt werden: Auf der Nordseite bei Koord. 732.350/153.100 am Schgräjendbach auf ca. 1820–1830 m; auf der Südseite etwa in 1800 m am Felsufer der Moësa nördlich des Ponte Nef bei Koord. 733.420/148.700 drei ältere Arven. Weitere vereinzelte Exemplare wachsen bei Koord. 734.650/146.200. Auf der Alp Gareida Sora wurden in jüngster Zeit Arven (und Fichten) gepflanzt. Im Fichten-Lärchenwald an der Mündung des Val Vignun stocken schon ältere Arven, die um 1880 gepflanzt wurden (Wirtschaftsplan der Gemeinde Mesocco).

Beträchtliche Niederschläge (Jahresmittel 2254 mm), Relief und Gestein schaffen gute Voraussetzungen für die zahlreichen Moorbildungen am Bernhardin. Die meisten Niedermoore werden durch das *Caricetum fuscae* gebildet, das in höheren Lagen vom *Caricetum rostratae-vesicariae* oder vom *Eriophoretum Scheuchzeri* abgelöst wird. Im Gebiet zwischen Ca de Mucia und Sass de la Golp sind schöne Deckenmoore vorhanden, die z. T. ausgedehnte Flecken bilden und möglicherweise Relik-

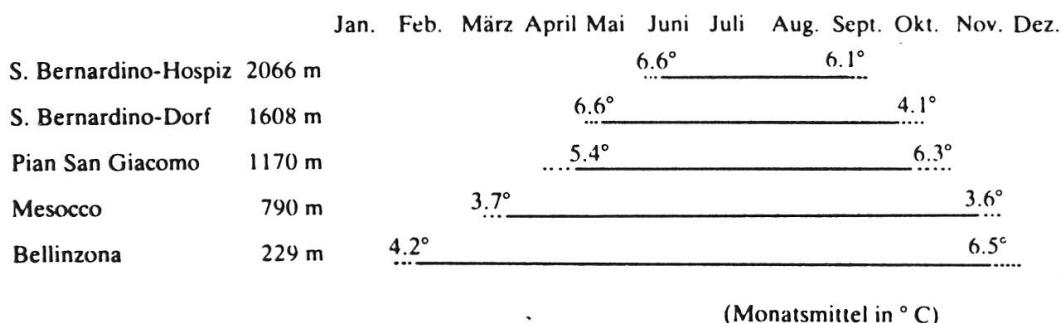


Fig. 6 Dauer der Vegetationsperiode am Bernhardin und im Misox in verschiedenen Höhenlagen. Aus: M. JÄGGLI, 1940.

te aus dem postglazialen Wärmeoptimum darstellen. Ausgedehntere Hochmoorbildungen fehlen am Bernhardin, abgesehen von einzelnen Bulten von *Sphagnum recurvum*, *S. acutifolium*, *S. rubellum*, *S. compactum* und *S. magellanicum* auf den Niedermoor-Komplexen.

Als floristische Spezialität ist *Isoëtes lacustris*, eine in einigen Seen der Bernhardin-Passhöhe submers lebende Brachsenkrautart, zu nennen, die 1948 von H. WOLFF entdeckt wurde. Ein weiterer bisher bekannt gewordener Standort befindet sich im Binntal.

Zur Dauer der Vegetationsperiode in verschiedenen Höhenlagen gibt Fig. 6 Auskunft (nach M. JÄGGLI, 1940).

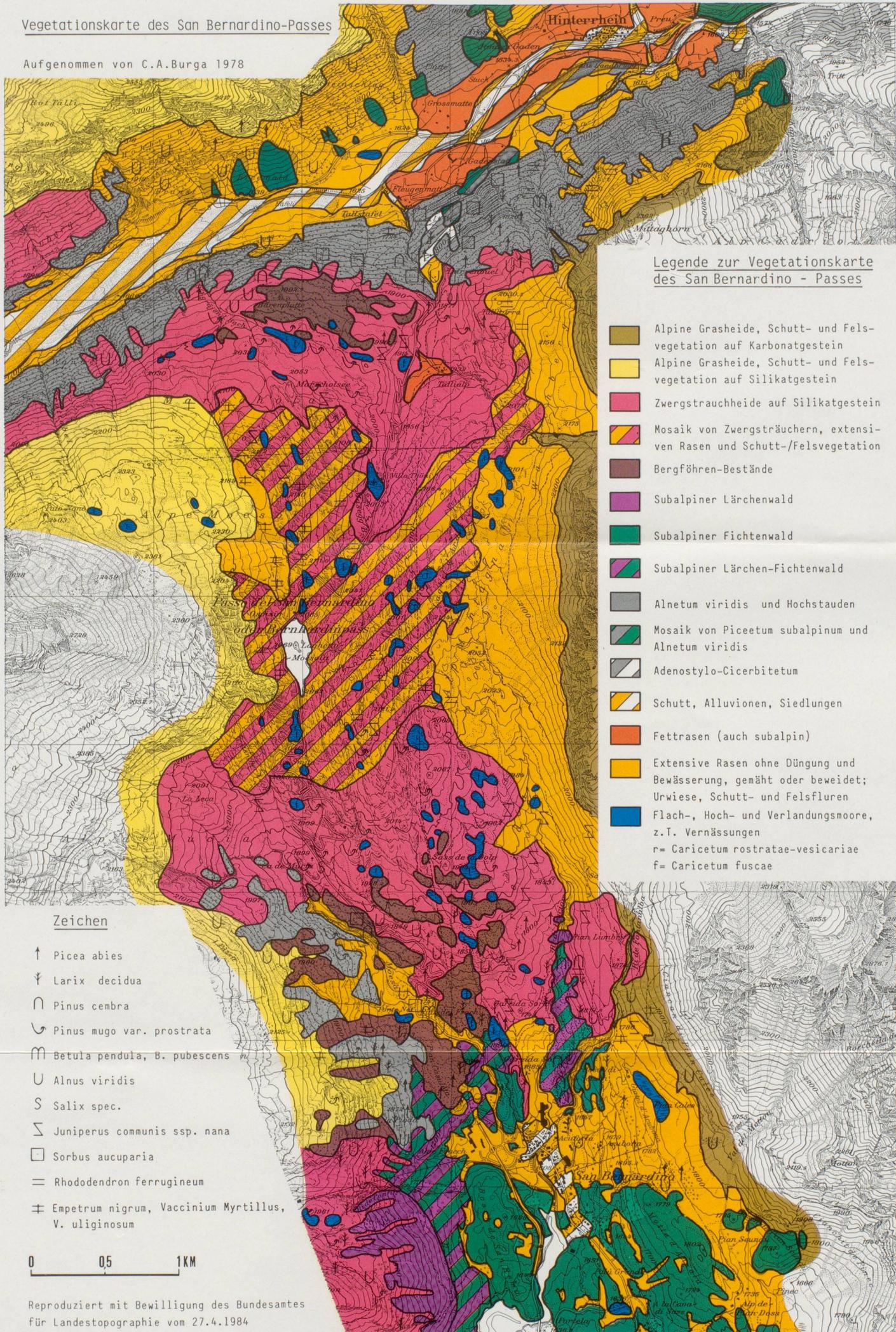
Die nun folgenden Angaben zu den Vegetationsverhältnissen im Misox stützen sich, abgesehen von eigenen Beobachtungen, auf die Berichte bzw. Publikationen von C. AUER (1950), W. TREPP (1965), auf den Wirtschaftsplan der Gemeinde Mesocco (1935/1954) sowie auf mündliche Mitteilungen von Kreisforstingenieur A. CIOCCO (Nov. 1978).

Eine Beschreibung der Vegetation im Misox und Calancatal stammt von H. ZOLLER (1960) und H. ZOLLER & H. KLEIBER (1971). Kastanien-Niederwälder beherrschen die Waldvegetation der kollinen und unteren montanen Stufe. Nahe der Dörfer gelegene Kastanien-Selven gehen heute in geschlossenen Wald über, da Pflege und Weidegang weitgehend fehlen. Als Degradationsstadium des Laubmischwaldes tritt vermehrt Haselgebüsch auf. Über feuchten Böden wird *Corylus avellana* meistens ersetzt durch *Alnus glutinosa*. Auf Karbonatboden tritt *Fagus silvatica* dominierend auf. Als potentielle Waldgesellschaften nennt W. TREPP (1965):

1. *Castaneto-Quercetum sessiliflorae* auf trockenem, flachgründigem Kristallin.
2. *Coryleto-Tilietum* auf Hangschutt an Schattenhängen und feuchten Rinnen mit einer typischen Artengarnitur von *Ulmus scabra*, *Acer platanoides*, *A. Pseudoplatanus* und *Fraxinus excelsior*. Schöne Bergahornbestände beobachtet man im Bosch de Brusei und Bosch de Coz nördlich Pian San Giacomo.
3. *Fagetum silvaticae* auf Karbonat in montan-hochmontanen Lagen. *Fagus* steigt bis gegen Lostallo empor. Bei Recint nordöstlich Mesocco gedeiht eine Aufforstung.
4. *Alnetum glutinoso-incanae* an feuchten Stellen der Talsohle und an rutschigen Hängen. Sie gehören zu den schönsten Erlenbeständen Graubündens (z. B. Auenwald bei Lostallo).

Vegetationskarte des San Bernardino-Passes

Aufgenommen von C.A.Burga 1978



Reproduziert mit Bewilligung des Bundesamtes
für Landestopographie vom 27.4.1984

Die hochmontane Stufe ist charakterisiert durch das *Abieto-Fagetum transalpinum*. Weiter talaufwärts geht der südalpine Tannen-Buchenwald in Fichtenwald, das *Piceetum transalpinum*, über. Von Soazza abwärts tritt *Abies alba* in bedeutenden Anteilen auf. Höher gelegene Bestände leiden oft unter Wildverbiss.

Das *Piceetum subalpinum* (oft als *Piceetum subalpinum myrtilletosum* ausgebildet) beherrscht die subalpine Stufe von 1450 bis ca. 1700 m. Darüber stockt heute ein Lärchen-Fichtenwald, welcher gegen die Waldgrenze in einen potentiellen Lärchen-Arvenwald (*Rhododendro-Vaccinietum cembretosum*) mit alpenrosenreichem Unterwuchs übergeht. Von oben dringt *Picea abies* als Waldpionier vermehrt in ungenutzte Weideflächen und ungepflegte Kastanien-Niederwälder infolge des fehlenden Ziegenverbisses. Wegen Weiderückgang breiten sich heute vermehrt aus: *Castanea*, *Tilia*, *Betula*, *Corylus*, *Hippophaë* sowie *Sarrothamnus scoparius*. Die aktuelle Waldgrenze sinkt gegen den Talhintergrund bis auf etwa 1780 m herab, was z. T. lokalklimatisch durch die kühltrockenen Fallwinde der Passhöhe, teils durch Lawinen und anthropogene Beeinflussung bewirkt wird.

Die Publikationen von G. SCHILLER, G. DELCÒ und A. CIOCCO (1969) geben Aufschluss über die forstwirtschaftlichen Probleme der beiden Forstkreise 31 und 32 Misox und Calanca, welche in einem unbefriedigenden Zustand und grösstenteils noch unerschlossen sind. Unproduktive, aber potentielle Waldflächen machen 21% aus. Des weiteren entfallen auf Hochwald aus Nadelholz 49%, Laubholzhochwälder 3%, Hochwälder von Mischbeständen 7%, Nieder- und Mittelwälder 17% sowie auf Jungbestände nur 1% (S. 8).

Bei einer Wirtschaftsfläche beider Kreise von 22 621 ha sind nur 4% einigermassen erschlossen. 52% stellen relativ gutes Waldareal dar, welches ungenügend erschlossen ist. 44% Wald oder Boden mussten als Nichtwirtschaftswald ausgeschieden werden (S. 11). Als die drei Hauptaufgaben nennen die Autoren:

1. Erschliessung des Wirtschaftswaldes (total etwa 350 km Waldstrassen nötig!)
2. Umwandlung und Waldwiederherstellung. Es sind ca. 3500 ha Hoch-, Nieder- und Mittelwälder zu sanieren. Besonders wichtig ist die Umwandlung der Kastanienwälder.
3. Zusammenschluss zu gemeinsamer Bewirtschaftung.

Als weitere forstwirtschaftliche Untersuchungen sind zu nennen:

G. SCHILLER (1968) sowie Berichte zu Aufforstungsprojekten:

C. AUER (1950): Aufforstung «Bellavista», San Bernardino.

W. TREPP (1965): Aufforstungsprojekt «Vif» bei Roveredo.

W. TREPP (1965): Aufforstungsprojekt «Castaneda-Pisella», Grono, Castaneda, Sta. Maria.

Der WIRTSCHAFTSPLAN der Gemeinde Mesocco gibt Aufschluss für die Jahre 1935 bis etwa 1954. Auf die waldbaulichen Probleme des Forstkreises Misox, wie topographische Schwierigkeiten, Lawinen, Erschliessung der Wirtschaftswälder u. a. m., sei hier nicht eingegangen. Im folgenden seien die Pflanzungen kurz besprochen.

Eine Zusammenstellung im Wirtschaftsplan Mesocco (S. 26) über die kluppierten Bäume lautet:

| Baumart | SZ | in % |
|---------|---------|------------------|
| Fichte | 365 484 | 84 (inkl. Tanne) |
| Lärche | 69 660 | 16 |
| Föhren | 259 | 0.5 % |

Pinus silvestris kommt nur gepflanzt westlich Mesocco (bei Anzone) vor. Neueste Kluppierungen in den Gemeinden Soazza und Lostallo (1969 bzw. 1974) zeigen folgende Werte:

SOAZZA (1969)

| Baumart | SZ | in % |
|---------|---------|------|
| Fichte | 131 157 | 57.7 |
| Tanne | 27 194 | 11.9 |
| Lärche | 69 259 | 30.4 |

LOSTALLO (1974)

| Baumart | SZ | in % |
|---------|---------|------|
| Fichte | 150 856 | 73.4 |
| Tanne | 35 785 | 17.4 |
| Lärche | 18 897 | 9.2 |

(Die Laubhölzer wurden nicht erfasst).

Über die zukünftige Bewirtschaftung steht auf S. 35–37:

1. Die Fichte bleibt Hauptholzart, am zweitwichtigsten ist die Lärche.
2. Die Tanne ist vermehrt zu fördern.
3. Die Waldföhre ist nicht fördernswert, weil sie unter Schneebrych leidet.

4. Arven-Pflanzungen: Alp Gareida und westlich Lago Dosso. Gefahr: Ziegenverbiss. Die Waldgrenze ist gegen oben auszudehnen: Schutzwaldgürtel gegen kalte Passwinde, Landschaftsgewinn für den Kurort San Bernardino.
5. Ein Versuch mit Douglastanne nordöstlich Mesocco bei Andergia war nicht erfolgreich.
6. Vermehrte Pflanzungen von *Alnus incana* als Bodenfestiger.
7. Buchen-Pflanzungen bei Anzone und Andergia (bei Mesocco).

Es wird besonders auf Schäden an Jungpflanzen durch Ziegenverbiss hingewiesen, speziell in der Gegend des Lago Dosso. Dieser Schadenfaktor dürfte heute aber nahezu ganz wegfallen. Bedeutende Laubholzbestände findet man östlich Mesocco am Hangfuß: Linde, Birke, Hasel; obere Teile reine Birkenbestände und etwas Alpenerle, insgesamt etwa 90 ha. Die Legföhrenbestände der Alp Gareida werden auf etwa 50 ha geschätzt. Vor 1935 wurde deren Holz als Brennmaterial genutzt. Später schonte man die Bergföhre als «landschaftliche Zierde und zudem ein wertvoller Schutzbestand für das Vordringen des Hochwaldes gegen die Passhöhe».

In den Jahren 1858–1934 wurden folgende Pflanzungen vorgenommen:

| | |
|--------------------|--|
| Fichten | 351 800 |
| Lärchen | 142 300 |
| Andere Nadelhölzer | 58 300 |
| Laubhölzer | 73 535 |
| Total | 625 935 Stück oder jährlich 8125 Pflanzen. |

Im Jahre 1880 wurden im Bosch di Pescion nördlich San Bernardino-Dorf Arven gepflanzt, welche anfänglich unter Ziegenverbiss litten, aber sich in den fünfziger Jahren dieses Jahrhunderts zu erholen begannen. Die heute nahezu hundertjährige Pflanzung zeigt eine normale Vitalität. Der erste Pflanzgarten in S. Bernardino wird bereits 1873 erwähnt. An folgenden Lokalitäten wurden von 1858–1934 Arven gepflanzt: Bosch di Pescion (S. Bernardino): 200 Stück; Pescione (S. Bernardino): 19 000 Stück; S. Bernardino: 9500 Stück, total 28 700 Stück. Der Erfolg dieses Aufwandes ist sehr bescheiden, was wohl hauptsächlich auf Ziegen- und Wildbiss, sowie Beweidung zurückzuführen ist. An Laubhölzern wurden gepflanzt: Esche, Bergahorn, Akazie, Kastanie, Buche, Alpen- und Schwarzerle. In den Jahren 1846–1890 verwendete man total 103.75 kg Freisaaten.

3.2 Erläuterungen zur Vegetationskarte (Farbtafel)

Die Kartierung der beiliegenden farbigen Vegetationskarte des San Bernhardino-Passgebietes erfolgte im Sommer und Herbst 1978.

Als Kartiereinheiten wurden teils Vegetationseinheiten im Sinne des Gürtelkonzeptes von E. SCHMID (1945, 1961), also Vertreter der verschiedenen Vegetationsgürtel als Einheiten einer floristischen Grossgliederung, aber auch teils Vegetationseinheiten auf pflanzensoziologischer Basis verwendet, was in der Benennung zum Ausdruck kommt (vorwiegend nach der Nomenklatur von J. BRAUN-BLANQUET, 1948–1950). Um eine vegetationskundliche Kartierung innert nützlicher Frist und allgemein verständlich und verwendbar erstellen zu können, müssen die Kartiereinheiten dementsprechend gewählt werden, wobei aber in systematisch-hierarchischer Hinsicht die kartierten Vegetationseinheiten nicht gleichwertig ausfallen können. So umfassen die beiden ersten Einheiten «Alpine Grasheide, Schutt- und Felsvegetation auf Karbonat- bzw. Silikatgestein» eine grosse Zahl pflanzensoziologischer Einheiten, die aber im wesentlichen in den *Carex-Elyna*-Gürtel nach E. SCHMID (1945) gehören. Natürlich kommen im Fall der Schutt- und Felsvegetation noch zahlreiche weitere azonale und extrazonale Gesellschaften hinzu. Bei gewissen sehr augenfälligen Pflanzengesellschaften, wie die Hochstauden oder Flachmoorgesellschaften, erfolgte die Kartierung in recht spezifischer Weise, so dass ein *Adenostylo-Cicerbitetum* oder ein *Caricetum fuscae* als Kartiereinheit auftritt.

3.2.1 Alpine Grasheide, Schutt- und Felsvegetation auf Karbonat-/Silikatgestein

Wie bereits erwähnt, umfassen die beiden ersten Kartiereinheiten in der Legende ein grosses Spektrum pflanzensoziologischer Einheiten.

Die alpine Grasheide umfasst grob gesehen den *Carex-Elyna*-Gürtel mit etwa 145 Arten, wobei etwa die Hälfte auch im nächsttieferen Zergstrauch-Gürtel (*Vaccinium-Loiseleuria*-Gürtel) auftritt. Die dominierenden Familien sind *Gramineae*, *Cyperaceae*, *Caryophyllaceae*, *Cruciferae*, *Saxifragaceae*, *Gentianaceae*, *Primulaceae*, *Scrophulariaceae*, *Campanulaceae* und *Compositae*. Zur alpinen Grasheide, hier auf Karbonatgestein der Misoxer-Mulde, gehören als Hauptphytocoenose das *Caricetum-firmae*, das *Seslerion coeruleae* und das *Oxytropo-Elynon*. Auf Silikatgestein, hier im wesentlichen Adula-Gneise, sind typi-

sche Phytocoenosen das *Caricion curvulae*, das *Salicion herbaceae*, das *Seslerio-Sempervirentetum* u. a. Gesellschaften.

Auf Gesteinsschutt trifft man beispielsweise das *Thlaspeetum rotundifolii* (Karbonat) bzw. das *Androsacetum alpinae* (Silikat). Typische Felsgesellschaften sind das *Androsacetum helveticae* bzw. das *Androsacetum Vandellii*. Auf Gesteinsschutt und Fels ist aber die phytocoenologische Vielfalt durch die extra- und azonalen Gesellschaften grösser als hier dargelegt.

3.2.2 Zwergstrauchheide auf Silikatgestein

Im Untersuchungsgebiet kommt die Zwergstrauchheide fast ausschliesslich auf Silikatgestein vor. Sie gehört zum *Vaccinium uliginosum-Loiseleuria*-Gürtel, der nach dem Lärchen-Arven-Gürtel mit etwa 173 gürteleigenen Arten der artenreichste Gürtel der Schweiz bildet (E. SCHMID, 1961).

Die dominierenden Pflanzenfamilien sind hier die *Ericaceae* mit den Taxa *Rhododendron ferrugineum*, *Vaccinium uliginosum*, *V. Myrtillus*, *Loiseleuria procumbens*, *Arctostaphylos alpina*, *Calluna vulgaris*; die *Empetraceae* mit *Empetrum nigrum*, die *Pinaceae* mit *Pinus mugo* *grex prostrata* (vgl. Bergföhrenbestände) und die *Cupressaceae* mit *Juniperus communis* ssp. *nana*.

Als Hauptphytocoenosen sind zu nennen das *Empetrum-Vaccinietum*, das *Junipereto-Arctostaphyletum* mit den beiden Subassoziationen *juniperosum* und *callunetosum* (sensu J. BRAUN-BLANQUET, 1948–1950), das *Loiseleurieto-Cetrarietum* auf den Rundhöckern und windgepeitschten Stellen, das *Cryptogrammetum crispae* und das *Rumicetum scutati* zwischen Silikatblockschutt, ferner anthropozoogen bedingt das *Nardion strictae* an beweideten Stellen, das *Poion alpinae* und das an Viehläger und Alphütten herum gedeihende *Rumicion alpini*.

3.2.3 Subalpiner Lärchen(-Arven)-Wald

Der subalpine Lärchen-Arven-Wald (*Larix-Pinus cembra*-Gürtel) ist am Bernhardin nur sehr fragmentarisch ausgebildet. Das natürliche Vorkommen der Arve beschränkt sich auf wenige Einzelvorkommen (vgl. Allgemeines, Kapitel 3.1) Die pollenanalytischen Untersuchungen von C. BURGA (1980) zeigen aber, dass der Lärchen-Arvenwald vom Präboreal bis zum Jüngeren Atlantikum, also von etwa 10 000 bis etwa 5000 Jahren vor heute, ein weit grösseres Areal am Bernhardin einnahm.

Mit 442 Arten ist der Lärchen-Arven-Gürtel der artenreichste der Schweiz, obwohl sein Areal lange nicht das grösste ist. Die Hauptphyto-coenosen bilden das *Rhododendro-Cembretum*, das anthropogene *Juniper-Arctostaphyletum*, das *Rhododendro ferruginei-Mugetum*, das *Alnetum viridis*, die anthropogene Lärchenwiese und das *Rumicion alpini*. Den floristischen Hauptaspekt bilden Lärche, niederliegende Bergföhre, Grünerlen- und Weidengebüsch, sowie Hochstaudenfluren (*Adenostylion alliariae*) und Alpenrosenfelder mit Beständen der Heidelbeere und des wolligen Reitgrases. Am Bernhardinpass spielen die zahlreichen Niedermoore in diesem Gürtel eine das Vegetationsmosaik angenehm akzentuierende Rolle.

Wie im Zwerstrauchgürtel breitet sich der Zwergwacholder auch hier an sonnigen, magern und beweideten Stellen zu grossen Herden aus. In der obernontanen Stufe bildet die Lärche mit der Fichte ausgeprägte Mischbestände.

Der typische *Ericaceae*-Unterwuchs des Lärchen-Arven-Waldes wird stellenweise, so z. B. auf der Alp Confin, durch die Bergföhre ersetzt.

Interessant ist der Vergleich zwischen der Pass-Nord- und Südseite bezüglich der Verbreitung des Lärchen-Arvenwaldes. Auf der Nordseite fehlt der Lärchen-Arven-Wald vollständig. Er scheint, lokalklimatisch bedingt, vom *Alnetum viridis* natürlich ersetzt zu sein. Dass die ausgedehnten Grünerlenbestände nicht anthropogen bedingt sind, wird durch die pollenanalytischen Untersuchungen von C. BURGA (1980) dadurch bestätigt, dass die Kulturzeiger deutlich nach der Massenausbreitung von *Alnus viridis* auftreten (Moore auf der Alp Marschol).

Die reliktischen Arven-Vorkommen am Schgräjend Bach und der Lärchen-Aufwuchs im Grünerlengürtel zeigen deutlich die Zugehörigkeit des *Alnetum viridis* zum *Larix-Pinus cembra*-Gürtel (sensu E. SCHMID, 1945, 1961).

3.2.4 Subalpine Grünerlengebüsche und Hochstauden

Wie bereits mehrfach erwähnt, nimmt *Alnus viridis* auf der Nordflanke des Bernhardins den grössten Teil des Gebiets ein. Das Areal der Grünerle mit den begleitenden Hochstauden erstreckt sich in den Zentralalpen hauptsächlich im Lärchen-Arven- und partiell im Fichten-Gürtel. In den Voralpen, wo ihr Hauptverbreitungsgebiet liegt, zeigt *Alnus viridis* eine grössere Affinität zum Fichten-Gürtel. Über waldbauliche Untersuchungen in Grünerlenbeständen gibt die Arbeit von D. RUBLI (1976) Auskunft.

Längs der nördlichen Passstrasse bilden üppige Hochstauden-Bestände (*Adenostylo-Cicerbitetum*) prächtige Anblicke. Eine Aufnahme in der Hochstaudenflur vom Juli 1977 ergibt folgende Liste:

Hochstaudenflur Bernhardinpass-Nord, ca. 1700 m
Aufnahmefläche ca. 50 m², Aufnahmedatum: Juli 1977, Untergrund:
Gneis, Neigung: ca. 30°. (Erste Ziffer = Deckung, zweite Ziffer = Vitalität).

- 3.3 *Adenostyles alliariae*
- 2.3 *Cicerbita alpina*
- 2.3 *Peucedanum Ostruthium*
- 2.3 *Epilobium angustifolium*
- 1.3 *Thalictrum aquilegiifolium*
- 1.3 *Brachypodium pinnatum*
- 1.3 *Geranium silvaticum*
- 1.3 *Athyrium Filix-femina*, *A. distentifolium*
- 1.3 *Rumex alpester*
- 1.2 *Rubus idaeus*
- 1.3 *Ranunculus platanifolius*
- +.3 *Aconitum napellus*
- +.3 *Achillea macrophylla*
- +.2 *Achillea millefolium*
- +.2 *Heracleum Sphondylium*
- +.3 *Alchemilla spec.*
- +.3 *Saxifraga rotundifolia*
- +.3 *Veratrum album*
- +.3 *Cerastium Cerastoides*
- +.3 *Phleum alpinum* ssp. *comutatum*
- +.2 *Trifolium pratense*
- +.3 *Poa spec.*
- .2 *Silene Cucubalus*
- .3 *Sorbus aucuparia* (strauchig)

Den klimatischen Verhältnissen entsprechend ist die Ausdehnung der Grünerlenbestände und der Hochstaudenfluren auf der Pass-Südseite bedeutend bescheidener: Sie halten sich ausschliesslich an die ostexponierten feuchteren Hänge.

3.2.5 Subalpiner Fichtenwald

Der *Picea*-Gürtel, am Bernhardin schwach ausgebildet und nur auf der Pass-Südseite grössere Flächen einnehmend, ist besonders durch den Reichtum an *Pteridophyta*, *Gramineae*, *Cyperaceae*, *Ericaceae*, *Pyrolaceae* und *Compositae* gekennzeichnet. Besonders häufig im Gebiet ist der Heidelbeer-Fichtenwald (*Piceetum subalpinum myrtilletosum*) mit den typischen Arten *Lycopodium annotinum*, *Pyrola uniflora*, *Listera cordata*, *Luzula luzulina*, *Sorbus aucuparia*, *Lonicera nigra*, *Sambucus racemosa*, *Mnium spinosum*, *Plagiothecium undulatum*, *Ptilium cristacastrensis*, *Hylocomium splendens*, *Rhytidadelphus triquetrus*, *Peltigera aphtsosa*, *Pleurozium schreberi* und *Pleuricum proliferum*.

Das fragmentarische Vorkommen des *Piceetum subalpinum* auf der Pass-Nordseite legt über das Konkurrenzverhältnis zwischen *Picea* und *Alnus viridis*, über lokalklimatische Effekte und menschliche Beeinflussung beredtes Zeugnis ab. Die nachweislich im Lauf des Atlantikums von N nach S über den Bernhardin ins obere Misox eingewanderte Fichte (C. BURGA, 1980), die in ihrem vegetationsgeschichtlichen Verhalten eine starke Koinzidenz mit *Alnus viridis* aufweist, konnte sich auf der S-Seite besser entfalten und wurde wohl auch stärker durch den Menschen waldbaulich gefördert. Das auf der N-Seite noch festzustellende *Picea*-Areal ist also in dieser Hinsicht als Relikt aus dem Atlantikum aufzufassen.

3.2.6 Extensive Rasen ohne Düngung und Bewässerung, Urwiese, Schutt- und Felsfluren

Diese Kartiereinheit umfasst sehr unterschiedliche Pflanzengesellschaften, die teilweise mit andern Kartiereinheiten sich verzahnen, wie z. B. mit der subalpinen Zwergstrauchheide. Die Schutt- und Felsfluren umfassen vor allem solche im Kapitel 3.2.1 bereits genannte Pflanzengesellschaften. Unter den extensiven Rasen bzw. der Urwiese sind auf Silikat vor allem das *Caricetum curvulae*, das *Salicion herbaceae* und seltener das *Oxytropo-Elynon*; auf Karbonat hauptsächlich das *Caricetum firmae*, das *Seslerio-Sempervirentetum* und im östlichen Passgebiet das *Elynetum alpinum* zu nennen.

3.2.7 Moorbildungen

Im Untersuchungsgebiet findet man vor allem Flach- und Verlandungsmoore, die lokal Hochmooranflüge aufweisen. Die Moorbildun-

gen konzentrieren sich auf den Zwergstrauchgürtel und steigen in der alpinen Stufe bis gegen 2350 m. ü. M. Im wesentlichen sind Braunseggen-Moore (*Caricetum fuscae*) im unteren und mittleren Höhenbereich und Schnabelseggen-Bestände (*Caricetum rostratae-vesicariae*) in den obersten oligotrophen Mooren zu unterscheiden. Lokal spielen die weiteren Verlander, wie *Eriophorum Scheuchzeri*, *E. angustifolium* und *E. vaginatum* eine gewisse Rolle. Eigentliche Hochmoore sind im Gebiet nicht vorhanden. Hie und da treten vereinzelt Torfmoos-Bülten aus *Sphagnum rubellum*, *S. recurvum*, *S. compactum* und *S. fuscum* auf. Zum spät- und nacheiszeitlichen Torfwachstum am Bernhardin sei auf die Publikation von C. BURGA (1984) verwiesen, wo folgende mittlere Sedimentationsraten angegeben werden: Spätglazial: 0,3–2,0 mm/Jahr; Postglazial: 0,1–0,6 mm/Jahr; Atlantikum und Subboreal: 0,2–0,6 mm/Jahr.

4. Klima

Das Gebiet des Rheinwald, Bernhardin und Misox gehört nach der klimatischen Gliederung von G. GENSLER (1978) zum südlichen Bereich, wo die Südalpen (Südföhn) die Hauptniederschläge bringen. Bei Südstaulagen fallen am Bernhardin im dreitägigen Mittel 80 mm, während auf dem Splügen nur noch 60 mm entfallen. Bei Nordstaulagen sind für den Bernhardin nur noch 10–20 mm im Dreitagesmittel zu verzeichnen. Da die Westwind-Wetterlagen vorherrschen, wird während Strömungslagen Südbünden wettermässig bevorzugt. Der Bernhardin liegt knapp südlich des Übergangsstreifens zwischen Südstauniederschlägen und föhnigem, trockenem Wetter.

Südlich der Linie Oberalp-Lugnez-Vals-Hinterrhein-Julier wiegen die Südstauniederschläge vor. Der Bernhardinpass liegt also ganz im Bereich des südbündischen Klimaregimes.

Auf dem Bernhardinpass fallen im Jahresmittel 2254 mm Niederschlag (für 1864–1900), in Mesocco 1527 mm (für 1901–1930), in Bellinzona 1586 mm (für 1931–1960). Am Bernhardin sind die Monate Mai mit 233 mm und Oktober mit 320 mm am niederschlagsreichsten. Südstauniederschläge treten im oberen Misox also hauptsächlich im Frühling und Herbst auf.

Diese Niederschlagsverhältnisse sind damit einer der Gründe, warum u. a. *Alnus viridis* so prosperieren kann und so zahlreiche Moorbildungen möglich sind. Von den übrigen Klimafaktoren sei lediglich noch

auf den Wind als wichtigen Faktor für die Pollenverbreitung eingegangen. Im Frühling und Herbst sind Winde aus den Sektoren S und SW vorherrschend (oft Südföhn). Etwas seltener ist die Bise.

Zu den Windrichtungen und deren Häufigkeiten am Bernhardin-Hospiz liegen von H. WOLFF (1948) folgende Angaben vor:

Windrichtungen in Prozenten

| N | NE | E | SE | S | SW | W | NW |
|----|----|---|-----|----|----|---|----|
| 46 | 1 | - | 0,5 | 41 | 6 | - | 6% |

87% sind N-S-Winde, wobei die N-Winde leicht überwiegen. Der S-Wind ist oft mit Südostwind verbunden, so dass dann reichlich Niederschläge fallen. In der Ebene von San Giacomo machen sich der lokale Passwind (Gletscherwind) und Kälteseebildungen durch häufige Spät- und Frühfröste bemerkbar. Das reduzierte Baumwachstum bei San Bernardino-Dorf in 1700 m ü. M. ist hauptsächlich auf den kalten Passwind zurückzuführen. Die relativ breite Passfurche bewirkt nur eine schwache Düsenwirkung der N-S-Winde.

Bei der Beurteilung des Pollenfluges, besonders der Anteil thermophiler Elemente aus dem Süden, ist also die verhältnismässige Ausgewogenheit in der Verteilung der S- und N-Winde zu beachten.

5. Methodisches

5.1 Probenentnahme

Die in Kapitel 1 genannten Autoren konnten zeigen, dass Moosproben zum Studium des rezenten Pollenniederschlags geeignet sind. Der Vorteil gegenüber im Gelände aufgestellter Pollenfallen liegt darin, dass die Proben in geringerem Zeitaufwand gewonnen werden können und dass die Moosproben mehrere Jahre umfassen, wobei die jährlichen Pollenproduktionsschwankungen im allgemeinen ausgeglichen werden. Die Zeitspanne kann durch Entfernen der dem Moos anhaftenden Erde verkürzt werden, wobei aber die Pollenausbeute oft schlecht ausfällt.

Am 10. 10. 1977 wurden längs der Passstrasse von 1620 m über das Hospiz nach 1650 m von N nach S alle 50 Höhenmeter eine Moosprobe von mehreren Stellen gesammelt. Dabei wurde am Sammelort jeweils eine Vegetationsaufnahme (Aufnahmefläche 1–2 m²) unter Einbezug der

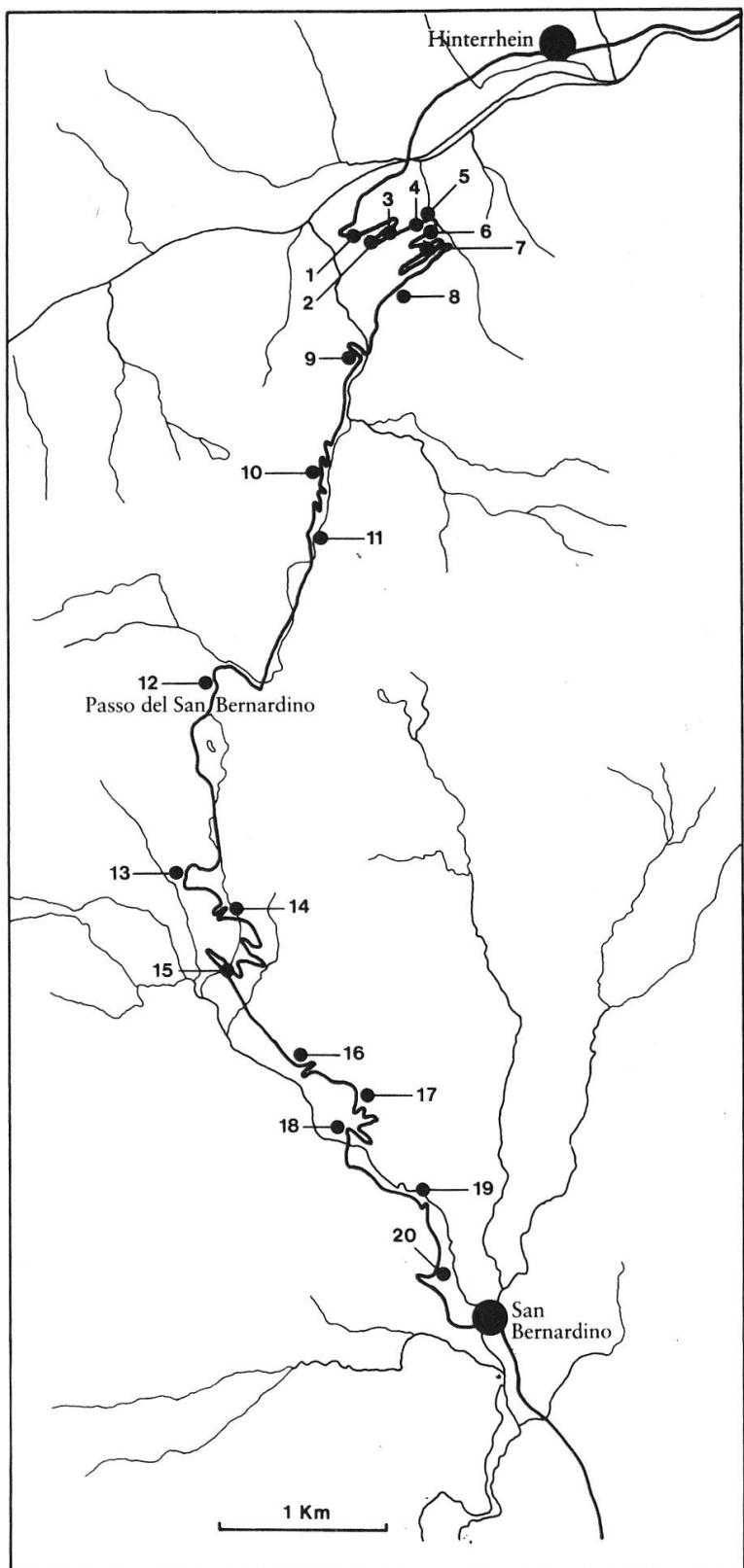


Fig. 7 Lage der Probeentnahmestellen Nr. 1–20 am Bernhardinpass. Punkt = Probeentnahmestelle.

Umgebungsvegetation durchgeführt. Die Gesteinsunterlage besteht einheitlich aus Adula-Gneis. Das Jahr 1977 war für *Picea*, *Larix*, *Pinus mugo* und *Pinus cembra* ein Blühjahr. (Für die Lage der Probeentnahmestellen vgl. Fig. 7)

5.2 Chemische Aufbereitung und Auszählen der Proben

Die Moosproben wurden zunächst in 10% KOH gekocht, dann mit 75% HF behandelt und anschliessend nach kurzem Aufkochen in 10% HCl nach der Methode von ERDTMAN acetolysiert. Das in Glycerin übergeführte Probenmaterial wurde anschliessend bei einer Vergrösserung von 200–1000 x ausgezählt.

5.3 Auswertung der pollenanalytischen Resultate

Probleme bietet bei einigen Proben die Wahl der Berechnungsbasis zur Pollensumme von 100%. Sinnvollerweise sollte die Pollensumme von 100% alle Sporomorphen umfassen. Da nun in drei Proben die *Pteridophyta* sehr stark dominieren, wurden diese von der Berechnungssumme (PS I) ausgeschlossen und in einer zweiten Pollensumme (PS II) mitberücksichtigt.

Die Vegetationsaufnahmen an den Entnahmestellen für Moosproben erfolgten nach der üblichen Schätzmethode des Deckungsgrades und der Vitalität nach J. BRAUN-BLANQUET (1964), wobei diese Häufigkeitsangaben im Sinne von J. HEIM (1962) in folgende Prozentwerte umgerechnet wurden.

r = 0,1%; + = 0,5%; 1 = 3%; 2 = 15%; 3 = 37,5%; 4 = 62,5%; 5 = 87,5%

Damit lassen sich besser die Angaben zum Deckungsgrad mit den Pollenspektren vergleichen.

Nach der Methode von J. HEIM (1970) und R. SCHNEIDER (1984) wird das Abbild eines Taxons im Pollenspektrum durch das Verhältnis von Deckungsgrad (D) in der Vegetationsaufnahme und des dazugehörigen Prozentwertes (P) im Pollenspektrum der Moosprobe dargestellt. Bei einem D/P-Verhältnis < 1 wird das betreffende Taxon als überrepräsentiert im Gegensatz wenn dieses Verhältnis > 1 ist, also untervertreten, interpretiert. Dabei ist aber die unterschiedliche Pollenproduktion der einzelnen Taxa sowie Fehler bei der Vegetationsaufnahme, die Berechnungsgrundlage der Pollenspektren und die Erhaltungsfähigkeit der Sporomorphen zu beachten.

Bezüglich der Herkunft der Pollen und Sporen werden hier in Anlehnung an H. TRIAT-LAVAL (1978) drei Gruppen unterschieden:

1. lokal (0–20 m von der Probestelle entfernt)
2. Umgebung (20–500 m von der Probestelle entfernt)
3. Regional-/Fernflug (500 m – 50 km von der Probestelle entfernt).

6. Das Abbild der aktuellen Vegetation in den Pollenspektra

6.1 Fettwiese bei Fleugenmatt

Probe Nr. 1: 1620 m ü. M., Wegböschung bei Fleugenmatt. Fettwiese.

Exposition: NE. Neigung 10°.

Unterlage: Lockergestein: Sand, Kies, Schotter, Silikatschutt.

Vegetation der Probeentnahmestelle (Zahl = Deckungsgrad nach J. BRAUN-BLANQUET, 1964): 2 *Achillea millefolium*, 2 *Agrostis alba*, 2 *Alchemilla vulgaris*, 3 *Poa alpina* ssp. *vivipara*, 2 *Trifolium pratense*, 1 *Tussilago farfara*, 1–2 Moosschicht. In der Nähe: *Alnus viridis*, *Picea abies*.

| | D | P | D/P |
|---|------|------|-----|
| Fettwiese (Probe Nr. 1) | | | |
| Kräuter (NBP) | 87,5 | 40,8 | 2,1 |
| <i>Gramineae</i> | 62,5 | 27,1 | 2,3 |
| <i>Achillea millefolium</i> (<i>Compositae tubuliflorae</i>) | 15,0 | 3,8 | 3,9 |
| <i>Picea abies</i> | * | 6,3 | — |
| <i>Alnus viridis</i> | * | 15,0 | — |

* In der Nähe der Probenentnahmestelle vorhanden.

Die Fettwiese von Fleugenmatt grenzt an den Grünerlen-Gürtel bzw. an den fragmentarischen Fichtenbestand auf der N-Seite des Bernhardin. Das D/P-Verhältnis der Kräuter (NBP) zeigt erwartungsgemäß, dass diese stark unterrepräsentiert sind. Im gleichen Mass untervertreten sind die *Gramineae* und besonders *Achillea millefolium*. Der Waldrandnähe entsprechend ist der *Picea*-Anteil relativ gross, obwohl in der Nähe der Probeentnahmestelle keine Fichten stocken. Dies ist wegen der guten Flugfähigkeit des Fichtenpollens zu erwarten. Auch *Alnus viridis* zeichnet sich mit 15% im Vergleich zu 25–34% innerhalb des Bestandes sehr gut ab und dokumentiert deutlich eine starke Überrepräsentation.

6.2 Grünerlengebüsch mit Hochstauden

Probe Nr. 2: 1650 m ü. M., Passstrasse. *Alnus viridis*-Bestand mit Hochstauden.

Exposition: N. Neigung: 35°

Unterlage: Silikat-Schutt

Vegetation an der Probeentnahmestelle: 3 *Peucedanum Ostruthium*, 2 *Alnus viridis*, 3 *Athyrium distentifolium* / *A. Filix-femina*, 1 *Saxifraga rotundifolia*, 1 *Deschampsia caespitosa*, + *Aconitum Napellus*, 3 Moosschicht. In der Nähe: *Picea abies*, *Sorbus aucuparia*.

Dies Probe stammt aus dem Grünerlengebüsch zwischen Fleugenmatt und Alt Wali. Das *Alnetum viridis* weist nebst den Hochstauden stellenweise einen reichen Farnunterwuchs von *Athyrium distentifolium* und *A. Filix-femina* auf.

| Grünerlengebüsch (<i>Alnetum viridis</i>) (Probe Nr. 2) | D | P | D/P |
|---|------|------|-----|
| <i>Alnus viridis</i> | 15,0 | 25,1 | 0,6 |
| <i>Picea abies</i> | * | 10,4 | — |
| <i>Dryopteris</i> -Typ (<i>Athyrium</i>) | 37,5 | 22,6 | 1,7 |
| <i>Gramineae</i> (<i>Deschampsia</i>) | 3,0 | 3,1 | 1,0 |
| <i>Umbelliferae</i> (<i>Peucedanum</i>) | 37,5 | 8,5 | 4,4 |
| <i>Compositae tubf.</i> | — | 3,2 | — |
| <i>Compositae ligf.</i> | — | 2,5 | — |
| Kräuter (NBP) | 62,5 | 23,7 | 2,6 |

Alnus viridis erweist sich mit einem D/P-Verhältnis von 0,6 als deutlich überrepräsentiert. Überraschenderweise zeigten sich hier die Farnpflanzen als leicht untervertreten. Stark untervertreten sind auch die *Umbelliferae* und allgemein die Kräuter, was bereits aus der Probe Nr. 1 hervorgeht.

6.3 Licher Fichtenwald (*Piceetum subalpinum*)

Probe Nr. 3: 1650 m ü. M., Passstrasse, licher Fichtenwald.

Exposition: N. Neigung: 35°

Unterlage: Silikat-Schutt

Vegetation an der Probenentnahmestelle: 2 *Picea abies*, 1 *Sorbus aucuparia*, 2 *Athyrium distentifolium* / *A. Filix-femina*, 2 *Vaccinium Myrtillus*, 2 *Adenostyles alliariae*, 3 *Calamagrostis villosa*, 2 *Alnus viridis*, 1 *Saxifraga rotundifolia*, + *Luzula silvatica*, 3 Moosschicht. In der Nähe: *Alnus viridis*-Gebüsch.

| Fichtenwald (<i>Piceetum subalpinum</i>) (Probe Nr. 3) | D | P | D/P |
|--|------|------|------|
| <i>Picea abies</i> | 15 | 39,6 | 0,4 |
| <i>Alnus viridis</i> | 15 | 15,9 | 0,9 |
| <i>Dryopteris</i> -Typ (<i>Athyrium</i>) | 15 | 23,5 | 0,6 |
| <i>Ericaceae</i> | 15 | 0,2 | 75 |
| (<i>Vaccinium</i> -Typ) | | | |
| <i>Compositae tubf.</i> (<i>Adenostyles</i>) | 15 | 1,1 | 13,6 |
| <i>Gramineae</i> (<i>Calamagrostis</i>) | 37,5 | 1,7 | 22,1 |
| Kräuter (NBP) | 37,5 | 8,4 | 4,5 |

Die allgemein im Pollenspektrum gut repräsentierte Fichte ist hier in diesem Bestand deutlich übervertreten. Wahrscheinlich liegt dies daran, dass in diesem lockeren Fichtenbestand relativ gut Pollen aus der näheren Umgebung eingeweht wird. *Alnus viridis* zeigt wiederum in ähnlicher Größenordnung wie bei Nr. 2 eine Übervertretung im Pollenbild. Sehr stark untervertreten sind, wie bereits seit längerer Zeit bekannt (R. SCHNEIDER, 1984 und die dort angegebene Literatur), die *Ericaceae* mit einem D/P-Verhältnis von 75! Die Kräuter erweisen sich in ähnlicher Weise wie in Nr. 1–2 als deutlich untervertreten.

Probe Nr. 4: 1700 m ü. M., Nebenstrasse, lichter Fichtenwald.

Exposition: N. Neigung: 30 °.

Unterlage: Adula-Gneis

Vegetation an der Probeentnahmestelle: 3 *Picea abies*, 2 *Sorbus aucuparia*, 2 *Vaccinium Myrtillus*, 2 *Rubus idaeus*, 1 *Adenostyles alliariae*, + *Peucedanum Ostruthium*, + *Alnus viridis*, + *Achillea macrophylla*, 1 *Homogyne alpina*, 1 *Agrostis alba*, + *Hieracium spec.*, 1 *Dryopteris spec.*, 2 Moosschicht. In der Nähe: *Alnus viridis*.

| Fichtenwald (<i>Piceetum subalpinum</i>) (Probe Nr. 4) | D | P | D/P |
|---|------|------|------|
| <i>Picea abies</i> | 15 | 15,9 | 0,9 |
| <i>Alnus viridis</i> | 0,5 | 30,9 | 0,02 |
| <i>Ericaceae</i> (<i>Vaccinium</i> -Typ) | 15 | 0,5 | 30 |
| <i>Rosaceae</i> (<i>Sorbus aucuparia</i> , <i>Rubus idaeus</i>) | 37,5 | 1,4 | 26,8 |
| <i>Compositae</i> lig. und <i>C. tubf.</i> | 15 | 5,5 | 2,7 |
| <i>Gramineae</i> | 15 | 5,7 | 2,6 |

Im Gegensatz zur Probe Nr. 3 wird *Picea abies* gut durch den Pollenniederschlag repräsentiert. Obwohl die Probe aus einem lockeren Fichtenbestand stammt zeichnet sich *Alnus viridis* sogar hier übermäßig stark ab. Dies mag wohl durch lokalen Pollentransport begünstigt sein. Die *Ericaceae*, *Rosaceae* und *Compositae* zeigen wiederum eine übliche Untervertretung im Pollenniederschlag.

6.4 Grünerlengebüsch (*Alnetum viridis*) mit Hochstauden (*Adenostylo-Cicerbitetum*) (Proben Nr. 5–8)

Probe Nr. 5: 1700 m ü. M., Nebenstrasse, Grünerlengebüsch

Exposition: N. Neigung 30°.

Unterlage: Adula-Gneis.

Vegetation an der Probeentnahmestelle: 3 *Alnus viridis*, 2–3 *Calamagrostis villosa*, 1 *Sorbus aucuparia*, 1 *Peucedanum Ostruthium*, 1 *Achillea macrophylla*, 1 *Saxifraga rotundifolia*, + *Rumex scutatus*, + *Prunella vulgaris*, + *Deschampsia caespitosa*, 1 *Dryopteris spec.*, 2 Moosschicht. In der Nähe: *Picea abies*, *Sorbus aucuparia*.

Probe Nr. 6: 1750 m ü. M., Passstrasse, Grünerlengebüsch (Jungwuchs auf Strassenböschung)

Exposition: N. Neigung: 35°.

Unterlage: Silikat-Schutt.

Vegetation an der Probeentnahmestelle: 3 *Alnus viridis*, 2 *Agrostis alba*, 1 *Deschampsia caespitosa*, 1 *Phleum alpinum*, + *Fragaria vesca*,

+ *Alchemilla vulgaris*, + *Tussilago farfara*, + *Achillea millefolium*, 2–3 Moosschicht. In der Nähe: *Picea abies*, *Larix decidua*, *Sorbus aucuparia*.

Probe Nr. 7: 1800 m ü. M., Passstrasse, Grünerlengebüsch.

Exposition: N. Neigung: 30°.

Unterlage: Silikat-Schutt

Vegetation an der Probeentnahmestelle: 3 *Alnus viridis*, 1 *Salix* spec., 1 *Saxifraga rotundifolia*, + *Alchemilla vulgaris*, 1–2 *Peucedanum Ostruthium*, + *Cirsium spinosissimum*, + *Rubus idaeus*, 1 *Adenostyles alliariae*, 1 *Agrostis* spec., 1 *Saxifraga aizoides*, 1–2 Moosschicht. In der Nähe: *Picea*-Jungwuchs.

Probe Nr. 8: 1850 m ü. M., Passstrasse, Grünerlengebüsch.

Exposition: N. Neigung 20°.

Unterlage: Silikat-Schutt

Vegetation an der Probeentnahmestelle: 3–4 *Alnus viridis*, 2–3 *Carex* spec., 1 *Carex frigida*, 1 *Alchemilla vulgaris*, 1 *Adenostyles alliariae*, + *Cirsium spinosissimum*, + *Deschampsia caespitosa*, + *Achillea macrophylla*, 2–3 Moosschicht. In der Nähe: *Picea*-Jungwuchs.

| Grünerlengebüsch | D | P | D/P | | | | | | | | | |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|
| (<i>Alnetum viridis</i>) | | | | | | | | | | | | |
| (Proben Nr. 5–8) | | | | | | | | | | | | |
| Proben-Nr. | 5 | 6 | 7 | 8 | 5 | 6 | 7 | 8 | | | | |
| <i>Alnus viridis</i> | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,5 | 37,4 | 25,0 | 34,8 | 31,0 | 1,0 | 1,5 | 1,1 | 1,2 |
| <i>Rosaceae</i> | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 1,0 | 0,5 | 0,9 | 0,1 | 3,0 | 6,0 | 3,3 | 30,0 |
| <i>Compositae</i> | 3,0 | 3,0 | 15,0 | 15,0 | 10,1 | 2,5 | 6,2 | 2,3 | 0,3 | 1,2 | 2,4 | 6,5 |
| <i>Gramineae</i> | 37,5 | 37,5 | 3,0 | 0,5 | 8,6 | 7,3 | 14,6 | 13,0 | 4,4 | 5,1 | 0,2 | 0,04 |
| <i>Saxifraga</i> | 3,0 | — | 3,0 | — | 0,1 | — | 0,2 | — | 30,0 | — | 15,0 | — |
| <i>Umbelliferae</i> | 3,0 | — | 15,0 | — | 2,2 | — | 2,2 | — | 1,4 | — | 6,8 | — |

Die D/P-Verhältnisse von *Alnus viridis* liegen erstaunlicherweise etwas über 1, so dass damit eine schwache Untervertretung impliziert wird. Ausserhalb der Grünerlenbestände war *Alnus viridis* stets deutlich überrepräsentiert. Dies stellten z. B. V. MARKGRAF (1980) für das Berner Oberland und M. COÛTEAUX (1982) für die Dauphiné-Alpen bereits fest. Möglicherweise sind die Verhältnisse innerhalb eines grösseren Bestandes doch etwas anders und nicht unbedingt mit solchen ausserhalb vergleichbar.

Die *Compositae* und *Gramineae* sind je nach Fall unter- oder überrepräsentiert. Woran das liegen mag, ist oft nicht klar ersichtlich. R. SCHNEIDER (1984) stellt in ihren Untersuchungen zum rezenten Pollenflug in Kalabrien ebenfalls eine teilweise Übervertretung der *Gramineae* und *Compositae* fest.

Die insektenblütigen *Saxifragaceae* und *Umbelliferae* sind erwartungsgemäss wie die *Ericaceae* stark unterrepräsentiert.

6.5 Waldgrenze bei Dürrenbühl

Probe Nr. 9: 1900 m ü. M., Passstrasse bei Dürrenbühl, Felsstandort.

Exposition: E. Neigung: 45°.

Unterlage: Adula-Gneis

Vegetation an der Probeentnahmestelle: 1 *Primula hirsuta*, 2 *Agrostis tenuis*, + *Draba* spec., 1 Moosschicht. In der Nähe: *Alnus viridis*, *Rhododendron ferrugineum*.

| Waldgrenze, Felsstand- ort bei Dürrenbühl (Probe Nr. 9) | D | P | D/P |
|---|------|------|-----|
| Kräuter (NBP) | 37,5 | 33,6 | 1,1 |
| Baumpollen (BP) | — | 33,3 | — |
| Sträucher (STP) | — | 20,1 | — |
| <i>Gramineae</i> | 15,0 | 15,3 | 1,0 |
| <i>Alnus viridis</i> | * | 18,0 | — |
| <i>Picea abies</i> | — | 6,3 | — |
| <i>Pinus mugo</i> | — | 12,0 | — |
| <i>Ericaceae</i> | * | 0,6 | — |
| <i>Cruciferae</i> | 0,5 | 0,9 | 0,6 |
| (<i>Draba</i> spec.) | | | |

Die Probe Nr. 9 von einem Felsstandort an der heutigen Waldgrenze bietet interessante Aspekte zum Pollenflug. Die Pollen der wichtigsten Gehölze, wie *Picea*, *Alnus viridis* und *Pinus mugo*, werden, wie bereits lange bekannt (M. WELTEN, 1950; V. MARGRAF, 1980) weit über die Waldgrenze transportiert. Bezeichnend ist, dass der *Picea*-Pollen nicht über 10% vorkommt. Erst in Proben höher gelegener Standorte steigt *Picea* über 10%.

Ferner widerspiegeln sich die Kräuter und die *Gramineae* recht gut im lokalen Pollenflug mit einem D/P-Verhältnis von 1,1 bzw. 1,0. Die nur lokal vorkommende *Draba*-Art ist sogar etwas überrepräsentiert.

6.6 Zwergstrauchheide bis zur Passhöhe (Proben Nr. 10-12)

Probe Nr. 10: 1950 m ü. M., Passstrasse, Krummseggenrasen im Zwergstrauchgürtel.

Exposition: E. Neigung: 10°.

Unterlage: Silikat-Schutt (Moräne)

Vegetation an der Probeentnahmestelle: 3–4 *Carex curvula* und *C. sempervirens*, 1 *Deschampsia flexuosa*, + *Campanula Scheuchzeri*, + *Alchemilla pentaphyllea*, + *Gentiana campestris*, + *Potentilla erecta*, 1 Moosschicht (vorw. *Polytrichum juniperinum*). In der Nähe: *Rhododendron ferrugineum*, *Vaccinium uliginosum*, *V. Myrtillus*, *Juniperus communis* ssp. *nana*, *Luzula silvatica*.

Probe Nr. 11: 2000 m ü. M., Passstrasse bei Villa Thöni, Felsstandort im Zwergstrauchgürtel.

Exposition: W. Neigung: ± horizontal.

Unterlage: Adula-Gneis, Rohboden/Ranker.

Vegetation an der Probeentnahmestelle: 2 *Carex curvula*, 1 *Saxifraga aizoides*, + *Primula hirsuta*, + *Solidago Virgaurea*, + *Agrostis tenuis*, + *Deschampsia flexuosa*, 2–3 Moosschicht. In der Nähe: *Vaccinium uliginosum*, *Salix* spec., *Cirsium spinosissimum*.

Probe Nr. 12: 2065 m ü. M. Passhöhe, Krummseggenrasen im Zwergstrauchgürtel.

Exposition: N. Neigung: 10°.

Unterlage: Adula-Gneis, Ranker.

Vegetation an der Probeentnahmestelle: 2–3 *Hieracium* spec., 2 *Carex curvula*, 1 *Poa alpina* ssp. *vivipara*, 1 *Astrantia minor*, + *Primula hirsuta*, + *Campanula Scheuchzeri*, 2–3 Moosschicht. In der Nähe: *Vaccinium uliginosum*, *Salix* spec., *Deschampsia flexuosa*.

Zwergstrauchheide (*Vaccinium-Loiseleuria*-Gürtel) Nordseite
(Proben Nr. 10–12)

| Proben-Nr. | D | | | P | | | D/P | | |
|----------------------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|
| | 10 | 11 | 12 | 10 | 11 | 12 | 10 | 11 | 12 |
| <i>Ericaceae</i> | * | * | * | 1,6 | 0,2 | 1,4 | — | — | — |
| <i>Cyperaceae</i> | 37,5 | 15,0 | 15,0 | 8,1 | 12,9 | 6,0 | 4,6 | 1,2 | 2,5 |
| <i>Gramineae</i> | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 8,7 | 8,4 | 7,4 | 0,3 | 0,4 | 0,4 |
| <i>Rosaceae</i> | 0,5 | — | — | 1,8 | 1,6 | 0,2 | 0,3 | — | — |
| <i>Campanula</i> | 0,5 | — | 0,5 | 0,6 | — | 0,2 | 0,8 | — | 2,5 |
| <i>Saxifraga</i> | — | 3,0 | — | — | 0,9 | — | — | 3,3 | — |
| Baumpollen (BP) | — | — | — | 38,1 | 42,5 | 51,2 | — | — | — |
| Kräuter (NBP) | 87,5 | 62,5 | 87,5 | 29,5 | 29,9 | 24,0 | 3,0 | 2,1 | 3,6 |
| <i>Picea abies</i> | — | — | — | 11,3 | 16,1 | 21,6 | — | — | — |
| <i>Pinus mugo</i> | — | — | — | 20,2 | 13,8 | 19,2 | — | — | — |
| <i>Alnus viridis</i> | — | — | — | 10,1 | 12,5 | 7,5 | — | — | — |
| <i>Salix</i> spec. | — | * | * | — | — | 0,2 | — | — | — |
| <i>Abies alba</i> | — | — | — | 0,4 | 0,5 | 0,2 | — | — | — |

Obwohl an der Probeentnahmestelle die *Ericaceae* fehlen, ist in den Moosproben ein deutlicher Pollenniederschlag, der vom Lokal- bzw. Umgebungsflug herrührt, zu verzeichnen. Bei den *Cyperaceae* ist auffallend, dass trotzdem die Moospolster aus Krummseggenrasen stammen diese deutlich unterrepräsentiert sind. Die *Gramineae* verhalten sich, wie dies oft der Fall ist, gerade umgekehrt. Die *Rosaceae* mit wohl ausschliesslichem lokalem Pollenniederschlag sind stark untervertreten.

Campanula und *Saxifraga* weisen eine erstaunlich gute Kongruenz von Lokalflug und Vorkommen bzw. Fehlen dieser beiden Taxa an der Probeentnahmestelle auf. Stark übervertreten sind *Picea* (über 10%!), *Pinus mugo* und *Alnus viridis*. Die Grünerle weist hier aber kleinere Prozentwerte als im *Alnetum viridis* auf. *Abies alba* ist im Regional-Fernflug mit nur 0,4–0,5% im Bereich der Passkulmination vertreten. Die nächsten *Abies*-Bestände stocken im S bei Mesocco, im N bei Andeer. Der relativ schwere *Abies*-Pollen scheint also nicht weit zu fliegen. Die hohen Baumpollen-Prozente oberhalb der aktuellen Waldgrenze zeigen wiederum deutlich, wie schwer es ist, in der pollanalytischen Interpretation von fossilen Pollenspektren eindeutige Kriterien für Bewaldung bzw. Waldlosigkeit zu finden. In diesem konkreten Fall würden also 40–50% Baumpollen Waldlosigkeit bedeuten.

Die oft genannte Ansicht, wonach ein erhöhter Baumpollenanteil oberhalb der Waldgrenze durch lückenhafte Vegetation bedingt wird, ist nach den obigen Resultaten nicht in jedem Fall haltbar und kann nicht als Regel aufgefasst werden.

6.7 Zwergstrauchheide von der Passhöhe bis zur Ca de Mucia (Proben Nr. 13–15)

Probe Nr. 13: 2000 m ü. M., bei La Smita, Krummseggenrasen mit Zwergsträuchern.

Exposition: S. Neigung: 30°.

Unterlage: Adula-Gneis, Ranker

Vegetation an der Probeentnahmestelle: 2 *Carex curvula*, 1 *Hieracium* spec., + *Peucedanum Ostruthium*, + *Deschampsia flexuosa*, + *Saxifraga aizoides*, + *Trifolium alpinum*, + *Agrostis tenuis*, + *Thymus Serpyllum*, + *Alchemilla vulgaris*, 1 Moosschicht. In der Nähe: *Pinus mugo*, *Juniperus communis* ssp. *nana*, *Solidago Virgaurea*, *Vaccinium uliginosum*, *Asplenium viride*.

Probe Nr. 14: 1950 m ü. M., Passstrasse südlich La Smita, Krummseggenrasen im Zwergstrauchgürtel.

Exposition: S. Neigung 20°.

Unterlage: Silikat-Schutt.

Vegetation an der Probenentnahmestelle: 2 *Calluna vulgaris*, 1 *Carex curvula*, 1 *Hieracium* spec., + *Potentilla erecta*, + *Vaccinium Vitis-idaea*, + *Festuca rubra*, + *Epilobium angustifolium*, + *Cladonia* spec., 1 Moosschicht. In der Nähe: *Juniperus communis* ssp. *nana*, *Vaccinium uliginosum*, *Pinus mugo*, *Rhododendron ferrugineum*.

Probe Nr. 15: 1900 m ü. M., bei der Ca de Mucia, Felsstandort mit Krummseggenrasen im Zwergstrauchgürtel.

Exposition: W. Neigung: 50°.

Unterlage: Adula-Gneis.

Vegetation an der Probeentnahmestelle: 2 *Carex curvula*, 2 *C. semipervirens*. 1 *Leontodon helveticus*, 1 *Thymus Serpyllum*, 1 *Astrantia minor*, 1 *Potentilla erecta*, 1 *Homogyne alpina*, 1 *Cerastium* spec., + *Daphne striata*, + *Peucedanum Ostruthium*, + *Carlina acaulis*, + *Deschampsia flexuosa*, + *Rhododendron ferrugineum*, + *Thesium alpinum*, + *Dryopteris* spec., + *Polystichum Lonchitis*, + *Asplenium viride*, + *A. Trichomanes*, + *Cladonia* spec., 1–2 Moosschicht. In der Nähe: *Rhododendron ferrugineum*, *Pinus mugo*, *Alnus viridis*, *Cirsium spinosissimum*.

Zwergstrauchheide (*Vaccinium-Loiseleuria*-Gürtel) Südseite
(Proben Nr. 13-15)

| Proben-Nr. | D | | | P | | | D/P | | |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|
| | 13 | 14 | 15 | 13 | 14 | 15 | 13 | 14 | 15 |
| <i>Ericaceae</i> | * | 3,0 | 3,0 | 1,0 | 12,3 | 2,7 | — | 0,2 | 1,1 |
| <i>Cyperaceae</i> | 15,0 | 3,0 | 37,5 | 14,5 | 1,0 | 14,9 | 1,0 | 3,0 | 2,5 |
| <i>Gramineae</i> | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 8,5 | 8,5 | 15,3 | 0,3 | 0,3 | 0,2 |
| <i>Rosaceae</i> | 0,5 | 0,5 | 3,0 | 0,7 | 0,5 | 1,8 | 0,7 | 1,0 | 1,7 |
| <i>Umbelliferae</i> | 0,5 | — | 0,5 | 0,3 | 0,3 | 0,6 | 1,7 | — | 0,8 |
| (<i>Peucedanum</i>) | | | | | | | | | |
| <i>Compositae</i> | 3,0 | 3,0 | 15,0 | 5,0 | 2,7 | 17,4 | 0,6 | 1,1 | 0,9 |
| <i>Pteridophyta</i> | * | — | 15,0 | 6,9 | 8,8 | 43,4 | — | — | 0,3 |
| Kräuter (NBP) | 87,5 | 87,5 | 62,5 | 35,6 | 30,8 | 40,8 | 2,5 | 2,8 | 1,5 |
| Baumpollen (BP) | * | * | * | 40,7 | 38,8 | 27,7 | — | — | — |
| <i>Picea abies</i> | — | — | — | 14,2 | 14,5 | 9,2 | — | — | — |
| <i>Pinus mugo</i> | * | * | * | 10,2 | 8,7 | 7,4 | — | — | — |
| <i>Alnus viridis</i> | — | — | * | 10,2 | 16,9 | 26,6 | — | — | — |
| <i>Juniperus</i> | * | * | — | 0,2 | — | 0,4 | — | — | — |
| <i>Abies alba</i> | — | — | — | 0,3 | 0,7 | — | — | — | — |

Die D/P-Verhältnisse aus den Proben Nr. 13–15 zeigen beim Hauptteil der Taxa dieselben Größenordnungen wie bei den entsprechenden Proben der Nordseite. Die *Cyperaceae* sind, obwohl die Probeentnahmeflächen grösstenteils Krummseggenrasen sind, im Gegensatz zu den *Gramineae* im Pollenniederschlag wiederum untervertreten. Die *Rosaceae* und *Umbelliferae* sind entsprechend zu den vorherigen Proben im Lokalflug gut repräsentiert. Dasselbe ist hier auch für die *Compositae* festzustellen. Bei den *Pteridophyta* scheint durch das sehr unterschiedliche Verhalten im Sporenniederschlag kaum eine Gesetzmässigkeit vorzuliegen. Einzig in der Probe Nr. 15 deckt sich ein bedeutend höherer Prozentsatz an *Pteridophyta* mit dem reichlicheren Vorkommen in der aktuellen Vegetation.

Das BP/NBP-Verhältnis auf der Südseite liegt wiederum in derselben Größenordnung wie auf der Nordseite, so dass 30–40% Baumpollen eine fehlende Bewaldung bedeuten. Auch *Picea* erreicht noch immer Werte über 10%, obwohl die nächsten vereinzelten Fichten heute im Umkreis von über 1 km vorkommen. Damit zeigt sich wieder die Schwierigkeit bei der Interpretation fossiler Pollenspektren, das Vorkommen von *Picea*-Pollen ab 10% als sicheres Indiz für ein Vorhandensein der Fichte zu verwenden.

Erstaunen mögen die auf der Südseite geringeren Prozentwerte von *Pinus mugo*, obwohl hier die Legföhrenbestände näher den Probeent-

nahmestellen liegen als auf der Pass-Nordseite. Möglicherweise mag dies mit den Windverhältnissen zusammenhängen. Bekanntlich wiegen die N-Winde vor und könnten damit für einen etwas bevorzugten S-Transport der Sporomorphen verantwortlich sein.

6.8 Legföhrenbestände unterhalb Ca de Mucia bis zum Ponte Nef (Proben Nr. 16–18)

Probe Nr. 16: 1850 m ü. M., Felsstandort im Legföhrengebüsch an der Passstrasse.

Exposition: W. Neigung: 30°.

Unterlage: Adula-Gneis, Ranker.

Vegetation an der Probeentnahmestelle: 1 *Arenaria biflora*, 1 *Poa alpina* ssp. *vivipara*, 1 *Saxifraga aizoides*, 1 *Thymus Serpyllum*, + *Primula hirsuta*, + *Sagina saginoides*, + *Hieracium spec.*, + *Carex curvula*, + *Carduus defloratus*, + *Phyteuma hemisphaericum*, 1–2 Moosschicht. In der Nähe: *Pinus mugo* grex *prostrata*, *Alnus viridis*, *Juniperus communis* ssp. *nana*.

Probe Nr. 17: 1800 m ü. M., Krummseggenrasen bei Legföhrenbestand nahe der Passstrasse

Exposition: S. Neigung: 20°.

Unterlage: Silikat-Schutt, anmoorig.

Vegetation an der Probeentnahmestelle: 3–4 *Carex curvula*, C. *flava*-Gruppe, *C. sempervirens*, *C. fusca*, 1 *Luzula multiflora*, 1 *Hieracium spec.*, 1 *Leontodon helveticus*, + *Gymnadenia albida*, 2 Moosschicht. In der Nähe: *Pinus mugo* grex *prostrata*, *Alnus viridis*, *Juniperus communis* ssp. *nana*, *Vaccinium uliginosum*.

Probe Nr. 18: 1750 m ü. M., Krummseggenrasen beim Ponte Nef, nahe an Legföhren- und Fichten/Lärchenbeständen an der Passstrasse.

Exposition: SW. Neigung 35°.

Unterlage: Silikat-Felsschutt.

Vegetation an der Probeentnahmestelle: 2 *Carex curvula*, 2 *Rumex scutatus*, 1 *Leontodon helveticus*, + *Agrostis tenuis*, + *Carduus defloratus*, + *Deschampsia flexuosa*, 1–2 Moosschicht. In der Nähe: *Pinus mugo* grex *prostrata*, *Picea abies*, *Pinus cembra*, *Alnus viridis*, *Larix decidua*, *Juniperus communis* ssp. *nana*, *Rubus idaeus*.

Legföhrenbestände Ca de Mucia bis Ponte Nef
(Proben Nr. 16–18)

| Proben-Nr. | D | | | P | | | D/P | | |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|
| | 16 | 17 | 18 | 16 | 17 | 18 | 16 | 17 | 18 |
| <i>Ericaceae</i> | — | * | — | 1,5 | 2,0 | 0,5 | — | — | — |
| <i>Cyperaceae</i> | 0,5 | 62,5 | 15,0 | 4,3 | 12,6 | 9,6 | 0,1 | 5,0 | 1,6 |
| <i>Gramineae</i> | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 4,2 | 9,1 | 3,0 | 0,7 | 0,3 | 1,0 |
| <i>Carophyllaceae</i> | 3,0 | — | — | 4,2 | 0,4 | 0,3 | 0,7 | — | — |
| <i>Compositae</i> | 3,0 | 15,0 | 15,0 | 1,9 | 3,9 | 12,6 | 1,6 | 3,8 | 1,2 |
| <i>Pteridophyta</i> | — | — | — | 5,9 | 8,1 | 10,7 | — | — | — |
| Kräuter (NBP) | 37,5 | 87,5 | 87,5 | 18,8 | 31,1 | 29,3 | 2,0 | 2,8 | 3,0 |
| Baumpollen (BP) | * | * | * | 59,4 | 50,1 | 44,2 | — | — | — |
| <i>Picea abies</i> | — | — | * | 15,8 | 11,6 | 17,1 | — | — | — |
| <i>Pinus mugo</i> | * | * | * | 24,4 | 24,1 | 14,4 | — | — | — |
| <i>Alnus viridis</i> | * | * | * | 11,5 | 7,8 | 11,8 | — | — | — |
| <i>Juniperus</i> | * | * | * | 0,3 | 0,1 | 0,3 | — | — | — |

Die Proben Nr. 16–18 zeigen im Vergleich zu Nr. 13–15 erneut Übereinstimmung in der Vertretung der *Ericaceae*, *Cyperaceae*, *Gramineae*, *Compositae*, *Pteridophyta*, NBP und BP im lokalen und regionalen rezenten Pollenflug. Im Waldgrenzbereich liegen die Baumpollenprozente zwischen 44 und 60, während die Kräuter (ohne Sträucher) noch 18–31% betragen. Auf der Passnordseite schwanken die entsprechenden Werte in Waldgrenznähe zwischen 33–42% bzw. 17–33%.

Picea abies, obwohl in der Nähe der Probeentnahmestelle nicht vorkommend, manifestiert sich analog zu den Proben Nr. 13–15 in Prozentwerte von 11–17, also noch immer über 10% und in der gleichen Größenordnung. *Pinus mugo* repräsentiert sich im Gegensatz zu Nr. 13–15 in deutlich höheren Werten (14–24% gegenüber 7–10%). Dies steht in guter Übereinstimmung mit der Lage der Proben innerhalb der Legföhrenbestände. Die *Ericaceae*, obschon stark untervertreten, machen sich mit relativ beträchtlichen Werten von 0,5–2% im Umgebungspollenflug bemerkbar, auch wenn an den Probeentnahmestellen keine solchen Zwersträucher vorhanden sind.

6.9 Fichten–Lärchenwald und Fichtenwald (*Piceetum subalpinum*) (Proben Nr. 19–20)

Probe Nr. 19: 1700 m ü. M., Passstrasse, Fichten-Lärchenwald (Waldrand).

Exposition: SE. *Neigung:* 35°.

Unterlage: Silikat-Schutt.

Vegetation an der Probeentnahmestelle: 3–4 *Deschampsia flexuosa*, 1 *Urtica dioeca*, 1 *Agrostis tenuis*, + *Picea abies*, + *Larix decidua*, 1 *Alnus viridis*, + *Alchemilla vulgaris*, + *Rumex scutatus*, + *Peucedanum Ostruthium*, + *Luzula silvatica*, + *Rubus idaeus*, + *Achillea millefolium*, 1 Moosschicht. In der Nähe: Fichten-Lärchenwald, *Alnus viridis*, *Pinus mugo*, *Sorbus aucuparia*.

Probe Nr. 20: 1650 m ü. M., unterhalb der Passstrasse, Fichtenwald oberhalb S. Bernardino-Dorf.

Exposition: S. Neigung: ± horizontal.

Unterlage: Silikat-Gesteinschutt.

Vegetation an der Probeentnahmestelle: 1 *Carex curvula*, 1 *Agrostis tenuis*, 1 *Rubus idaeus*, 1 *Alchemilla vulgaris*, + *Picea abies*, + *Hieracium spec.*, + *Vaccinium Myrtillus*, + *V. Vitis-idaea*, + *Helianthemum spec.*, + *Melampyrum silvaticum*, + *Hieracium murorum*, + *Phyteuma betonicifolium*, + *Trifolium pratense*, + *Thymus Serpyllum*, 1 Moosschicht. In der Nähe: *Picea abies*, *Rubus idaeus*.

Fichten-Lärchenwald und Fichtenwald (*Piceetum subalpinum*)

(Proben Nr. 19–20)

| Proben-Nr. | D | | P | | D/P | |
|----------------------|------|------|------|------|------|------|
| | 19 | 20 | 19 | 20 | 19 | 20 |
| <i>Picea abies</i> | 0,5 | 0,5 | 17,8 | 12,9 | 0,03 | 0,04 |
| <i>Larix decidua</i> | 0,5 | — | 1,9 | 0,3 | 0,3 | — |
| <i>Pinus mugo</i> | * | — | 17,0 | 4,4 | — | — |
| <i>Alnus viridis</i> | 3,0 | — | 18,1 | 16,7 | 0,2 | — |
| <i>Ericaceae</i> | — | 3,0 | 1,3 | 0,9 | — | 3,3 |
| <i>Cyperaceae</i> | — | 3,0 | 5,8 | 1,6 | — | 1,9 |
| <i>Gramineae</i> | 62,5 | 3,0 | 4,3 | 16,1 | 14,5 | 0,2 |
| <i>Compositae</i> | 0,5 | 0,5 | 1,5 | 2,3 | 0,3 | 0,2 |
| <i>Rosaceae</i> | 3,0 | 3,0 | 0,2 | 1,7 | 15,0 | 1,8 |
| <i>Pteridophyta</i> | — | — | 15,6 | 15,5 | — | — |
| Kräuter (NBP) | 62,5 | 62,5 | 14,8 | 39,3 | 4,2 | 1,6 |
| Baumpollen (BP) | 15,0 | 15,0 | 47,3 | 36,5 | 0,3 | 0,4 |

Die Proben Nr. 19–20 aus bewaldetem Gebiet weisen im Vergleich zu den vorherigen Proben ein etwas anderes Verhalten im Pollenflug auf.

So werden die *Gramineae* schwach bis leicht überrepräsentiert abgebildet. Die *Compositae* sind an den waldfreien Standorten leicht übervertreten. Stark in den Wald bemerkbar macht sich der Pollenflug der Grünerle, die an den Aufnahmestellen kaum mehr vorkommt. Die Cy-

Cyperaceae sind wie in den bisherigen Proben fast stets schwach bis stark untervertreten. Eine Erklärung hiefür ist bei diesen vorwiegend windblütigen Sauergräsern nicht leicht beizubringen, zeitweilige Sterilität natürlich ausgenommen. Immerhin vermerkt M. WELTEN (1950), dass bereits bei 5% *Cyperaceae*-Pollen mit der Anwesenheit dieses Taxons zu rechnen ist. Ferner vermerkt L. AARIO (1940), dass hohe *Cyperaceae*-Prozente besser als entsprechende *Ericaceae*-Prozente auf Waldlosigkeit deuten.

Picea abies ist in den Proben 19–20 des Fichten-Lärchenwaldes in der Pollensedimentation nicht signifikant besser vertreten als im waldfreien Areal (vgl. Proben Nr. 16–18). In beiden Fällen schwanken die Werte zwischen 12 und 18%. Dieses Ergebnis zeigt wiederum deutlich das Problem, einen Schwellenwert für das Vorhandensein von *Picea* festzulegen. Wie unterschiedlich dieser Grenzwert liegen kann zeigt u. a. ein Resultat aus den Westalpen von M. COÛTEAUX (1982), wonach bei 4% *Picea* mit der Nähe ausgedehnter *Picea*-Bestände gerechnet wird.

Die BP-Werte bewegen sich hier zwischen 36 und 47%, während im Waldgrenzbereich (Proben Nr. 16–18) und etwas darüber die Werte deutlich höher um 44–60% liegen. Es ist dies ein Phänomen, worauf schon oft hingewiesen wurde (z. B. V. MARKGRAF, 1980). Die Kräuter sind wiederum in derselben Größenordnung im Pollenflug vertreten: In den Proben an und über der Waldgrenze liegen die Werte zwischen 18–31%, im Wald zwischen 15–39%.

6.10 Zusammenfassung über Präsenz und Transport einzelner Taxa

| Taxon | D/P | lokal (0–20 m) | Umgebung (20–500 m) | Regional-/ Fernflug (500 m–50 km) |
|--------------------------------------|--------------|-------------------|------------------------|---|
| <i>Abies alba</i> | — | +++? | ++? | + |
| <i>Alnus viridis</i> | 0,02–0,6–1,5 | +++ | ++++ | +++ |
| <i>Castanea sativa</i> | — | +++? | +++? | ++ |
| <i>Carpinus Betulus</i> | — | ? | ? | + |
| <i>Caryophyllaceae</i> | 0,7 | ++ | ++ | — |
| <i>Campanula spec.</i> | 0,8–2,5 | ++ | ++ | — |
| <i>Compositae tubf.</i> | 3,9–13,6 | ++ | + | — |
| <i>Compositae</i> | 0,2–1,1–6,5 | ++ | + | — |
| <i>Cruciferae</i> | 0,6 | +++ | ++ | + |
| <i>Corylus</i> | — | ++++? | +++? | ++ |
| <i>Cyperaceae</i> | 1,2–3,0–5,0 | ++ | +++ | — |
| <i>Ericaceae</i> | 1,1–30–75 | ++ | ++ | + |
| <i>Fagus silvatica</i> | — | ? | ? | + |
| <i>Gramineae</i> | 0,1–0,5–14,5 | ++++ | +++ | +++ |
| <i>Helianthemum</i> | — | + | + | ? |
| <i>Juniperus</i> | — | ? | ? | + |
| Kräuter (im <i>Alnetum viridis</i>) | 1,1–4,5 | +++ | ++ | — |
| Kräuter (im Zwergstrauchgürtel) | 1,5–3,6 | +++ | ++ | — |
| Kräuter (im Fichtenwald) | 1,6–4,2 | ++ | + | — |
| Kräuter (auf der Wiese) | 2,1 | +++ | +++ | + |
| <i>Larix decidua</i> | 0,3 | ++ | ++ | + |
| <i>Labiatae</i> | — | + | + | + |
| <i>Leguminosae</i> | — | + | + | + |
| <i>Picea abies</i> | 0,03–0,9 | +++ | ++++ | ++++ |
| <i>Pinus cembra</i> | — | ++++ | +++ | +++ |
| <i>Pinus mugo</i> | — | ++++ | ++++ | ++++ |
| <i>Plantago spec.</i> | — | +++ | +++ | ++ |
| <i>Pteridophyta</i> | 0,3–0,6–1,7 | ++ | +++ | ++++ |
| <i>Ranunculaceae</i> | — | ? | ++ | + |
| <i>Rosaceae</i> | 0,3–1,0–30 | ++++ | +++ | — |
| <i>Salix spec.</i> | — | ? | ? | + |
| <i>Saxifraga spec.</i> | 3,3–30 | ++ | + | — |
| <i>Thalictrum spec.</i> | — | ? | ++ | + |
| <i>Umbelliferae</i> | 1,7–6,8 | ++ | + | + |

Erläuterungen zu obiger Tabelle

Bewertung: Präsenz und Transport einzelner Taxa

+ schlecht

++ mässig

+++ gut

++++ sehr gut

Kursiv gesetzte D/P-Werte bedeuten, dass diese am häufigsten vorkommen.

7. Das BP/T- und BP/NBP-Verhältnis und die Lage zur Waldgrenze

Das Verhältnis der Baumpollen (BP) zum Total der ausgezählten Sporomorphen (T) wird schon lange als recht brauchbares Kriterium zur Abgrenzung von Waldvegetation verwendet (J. HEIM, 1962, R. SCHNEIDER, 1984). Es besteht nun das Problem, einen Schwellenwert (BP/T-Verhältnis) festzulegen, um mit Hilfe dessen, Angaben über die ehemalige Bewaldung einer bestimmten Region machen zu können.

Auf dem N-S-Transek am Bernhardin sehen die Beziehungen zwischen Bewaldung und Anteil der Baumpollen am Total der Pollen und Sporen wie folgt aus:

| | | |
|-------------------------------------|--------|---|
| Wiese Nordseite (Nr. 1–2) | 17–21% | BP unbewaldet |
| Fichtenwald Nordseite (Nr. 3) | 46% | BP bewaldet |
| Grünerlengebüsche Nord (Nr. 5–8) | 13–45% | BP unbewaldet |
| Aktuelle Waldgrenze Nord (Nr. 9) | 33% | BP Einzelbäume |
| Zwergstrauchheide Nord (Nr. 10–12) | 45% | BP kein Wald |
| Zwergstrauchheide Süd (Nr. 13–15) | 35% | BP kein Wald |
| Legföhrenbestände Süd (Nr. 16–18) | 44–60% | BP Waldgrenze (die hohen BP-Prozente werden durch den grossen Anteil an <i>Pinus</i> -Pollen bewirkt. Ohne <i>Pinus</i> schwanken die BP-Werte zwischen 26 und 35%). |
| Fichten-Lärchenwald Süd (Nr. 19–20) | 36–47% | BP bewaldet |

Den hier gefundenen Resultaten zufolge dürfte bei 45–55% BP mit einer Bewaldung gerechnet werden. Diese Schwellenwerte hängen aber u. a. stark von der Zusammensetzung und der Art der Waldvegetation ab. Besonders bei *Pinus*-Wäldern mit einer sehr hohen Pollenproduktion müssten die Schwellenwerte bedeutend höher liegen. Diese Grenzwerte sind in der Anwendung nur dann sinnvoll, wenn die Untersuchungsstelle innerhalb des Schwankungsbereichs zwischen der aktuellen und der potentiellen Waldgrenze sich befindet. Darüberliegende Stellen sind bekanntlich stark vom erhöhten BP-Fernflug geprägt, so dass bei der Rekonstruktion ehemaliger Waldgrenzen allzu leicht Irrtümer entstehen können. Regionale und allgemein gültige Vergleiche solcher Schwellenwerte sind nur sehr bedingt möglich. In den meisten Fällen führen nur kleinräumige Vergleiche von Gebieten mit gleichartiger Waldzusammensetzung zu brauchbaren Resultaten. Interessant ist nun ein Vergleich des hier empirisch ermittelten Schwellenwertes für die Bewaldung mit den von C. BURGA (1980) auf pollenanalytischem Weg gefundenen

BP-Prozente für den Zeitpunkt der Wiederbewaldung der Untersuchungsstelle. Da die analysierten Moorprofile direkt vom Bernhardin stammen, ist ein unmittelbarer Vergleich möglich. Die BP-Prozente im Zeitpunkt der nach- bzw. späteiszeitlichen Wiederbewaldung lauten für die entsprechenden Lokalitäten am Bernhardin wie folgt:

| Lokalität | Zeitpunkt der Wiederbewaldung | % BP |
|-----------------------------|----------------------------------|------|
| Alp Marschol (Nordseite) | Präboreal | 65 |
| Moräne Marschol (Nordseite) | Präboreal | 65 |
| Sass de la Golp (Südseite) | Präboreal | 75 |
| Suossa (Südseite) | Präboreal | 70 |

Die Werte schwanken zwischen 65 und 75% BP. Diese gegenüber den Befunden der aktuellen Vegetation deutlich höheren Werte sind wohl hauptsächlich durch den dominierenden *Pinus*-Anteil in der Pollensedimentation bedingt. Ferner ist zu bemerken, dass die damalige Waldzusammensetzung eine andere war als gegenwärtig. Solche Vergleiche können also nur bedingt angestellt werden.

Für das nahegelegene Schams lauten die BP-Prozente zur Zeit der Wiederbewaldung folgendermassen:

| Lokalität | Zeitpunkt der Wiederbewaldung | % BP | |
|---------------------|----------------------------------|------|---------------------|
| Lai da Vons | Präboreal | 65 | vorw. <i>Pinus</i> |
| Palé digl Urs | Präboreal | 80 | |
| Crapteig (Via Mala) | Bölling | 55 | vorw. <i>Betula</i> |

Der hier gefundene Schwellenwert von 45–55% BP für die Bewaldung entspricht einem BP/NBP-Verhältnis zwischen 0,8 und 1,2. Die Beziehung zwischen BP/NBP-Verhältnis und Bewaldung zeigt in der nachfolgenden Figur 8 interessante Zusammenhänge.

Die Proben aus dem Fichten-Lärchenwald decken sich gut in ihrem BP/NBP-Verhältnis mit dem Waldgrenzbereich (ausser bei Nr. 3). Im *Alnetum viridis* sind die BP/NBP-Verhältnisse allgemein unter 0,8. Interessant ist das Verhalten der Proben aus dem Zwergstrauchgürtel: Hier implizieren die BP/NBP-Verhältnisse, dass die Zwergsträucher, besonders die geschlossenen Alpenrosenbestände, potentielles Waldareal

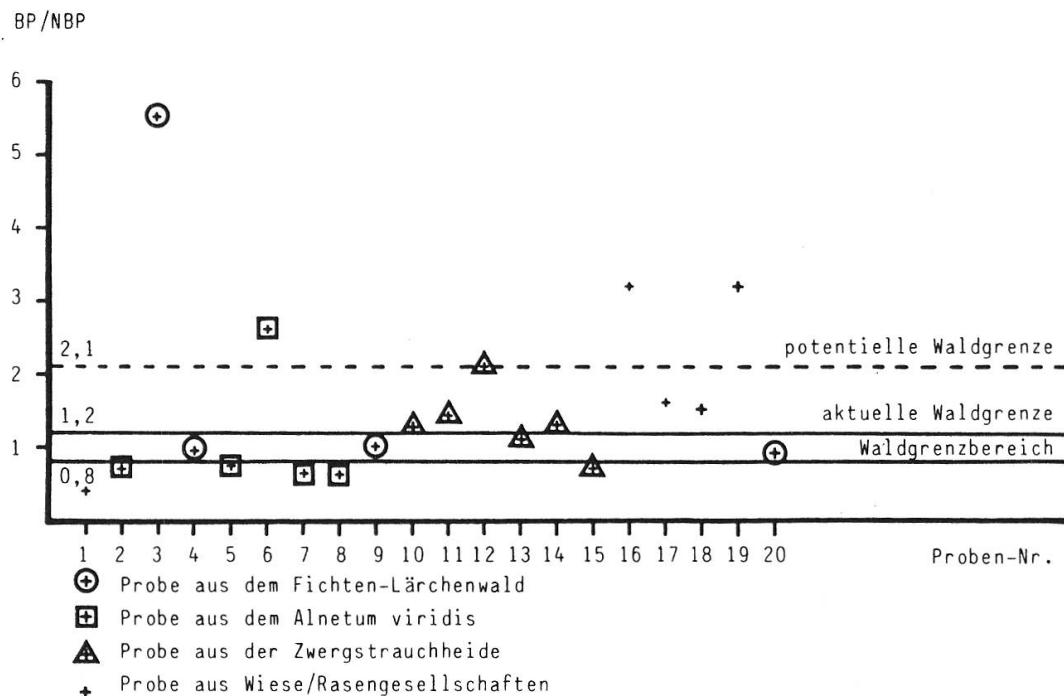


Fig. 8 Das BP/NBP-Verhältnis und die Höhenlage der Waldgrenze.

bedeuten können. Die alpinen Rasengesellschaften mit Verhältniswerten über 3 liegen in ihrem BP/NBP-Verhältnis deutlich über den Waldgrenzbereich. In diesem höheren Verhältniswert widerspiegelt sich der verstärkte BP-Fernflug im Bereich oberhalb der Waldgrenze. Das BP/NBP-Verhältnis der pollenanalytisch untersuchten Moorprofile am Bernhardin ergibt für den Zeitpunkt der präborealen Wiederbewaldung Werte von 1,9 für die Nord- und 2,6 für die Südseite. Diese Resultate decken sich gut mit dem BP/NBP-Verhältniswert von 2,1 für die potentielle Waldgrenze am Bernhardin.

8. Zusammenfassung

Der Schwerpunkt vorliegender Arbeit liegt in der Frage, wie gut die lokale und regionale aktuelle Vegetation am Bernhardinpass im Pollenniederschlag von Oberflächenproben (Moospolster) sich abzeichnet. Um ein möglichst gutes Bild der heutigen Vegetation zu erzielen, wurde eine Kartierung im Massstab 1:25 000 vorgenommen (vgl. farbige Vegetationskarte und die Erläuterungen dazu).

Zur aktuellen Vegetation am Bernhardin sind folgende Punkte zu nennen:

1. Die alpine Grasheide, Schutt- und Felsvegetation, hier vorwiegend auf Silikatgestein, umfasst hauptsächlich folgende Pflanzengesellschaften: *Caricion curvulae*, *Salicion herbaceae*, *Seslerio-Sempervirentetum*, *Androsacetum alpinae*, *Androsacetum Vandellii* sowie viele weitere extra- und azonale Gesellschaften.

2. Die Hauptphytocoenosen der Zwerpstrauchheide auf Silikatgestein bilden: *Empetru-Vaccinietum*, *Junipereto-Arctostaphyletum*, *Loiseleurieto-Cetrarietum*, *Cryptogrammetum crispae*, *Rumicetum scutati*.

3. Der *Larix-Pinus cembra*-Gürtel ist am Bernhardin nur fragmentarisch ausgebildet. Das natürliche Arven-Areal beschränkt sich auf wenige Einzelvorkommen auf der N- und S-Seite des Passes. Nach den pollanalytischen Untersuchungen von C. BURGA (1980) war der Lärchen-Arvenwald vom Präboreal bis zum Jüngeren Atlantikum weiter verbreitet. Auf der Pass-Nordseite treten an Stelle des Lärchen-Arvenwaldes ausgedehnte natürlich bedingte Grünerlenbestände.

4. Das auf der N-Seite weit verbreitete *Alnetum viridis* ist stellenweise von üppigen Hochstauden (*Adenostylo-Cicerbitetum*) durchsetzt. Diese Grünerlenbestände sind den pollanalytischen Untersuchungen von C. BURGA (1980) zufolge weitgehend natürlichen Ursprungs.

5. Der subalpine Fichtenwald (*Piceetum subalpinum*) nimmt nur auf der Pass-Südseite grössere Flächen ein. Hier ist er oft in der Subassoziation *Piceetum subalpinum myrtilletosum* vertreten.

Die Fichte wanderte im Lauf des Atlantikums von N nach S über den Bernhardin ins obere Misox ein (C. BURGA, 1980), wo sie sich reicher als auf der Pass-Nordseite entfalten konnte.

6. Die zahlreichen Moorbildungen des Bernhardin sind im wesentlichen Braunseggen-Bestände (*Caricetum fuscae*) im unteren und mittleren Höhenbereich und Schnabelseggen-Rasen (*Caricetum rostratae-vesicariae*) in den obersten oligotrophen Mooren. *Eriophorum Scheuchzeri*, *E. angustifolium* und *E. vaginatum* spielen lokal als Verlander eine gewisse Rolle. Eigentliche Hochmoor-Komplexe sind im Gebiet nicht vorhanden, ausser einigen Hochmooranflügen.

Zum Abbild der aktuellen Vegetation in den Pollenspektra der Oberflächenproben seien folgende Punkte hervorgehoben:

1. Die Grünerle (*Alnus viridis*) ist besonders auch ausserhalb des Bestandes stark überrepräsentiert.

2. Die Berg-/Legföhre (*Pinus mugo* grex *prostrata*) ist stets stark übervertreten im Pollenprozent. Obwohl *Pinus mugo* bei keiner Probeentnahmestelle direkt vorhanden war, betrug der Pollenanteil 15–25%.

3. Die Fichte (*Picea abies*) ist in den meisten Fällen gut repräsentiert. Bisweilen ist sie aber deutlich übervertreten. Der *Picea*-Anteil des Fichten-Lärchenwaldes ist nicht immer signifikant verschieden vom waldfreien Areal. Damit zeigt sich die Schwierigkeit, für das Vorkommen der Fichte einen Schwellenwert (von 10%) festzulegen.

4. Der Weißtanne (*Abies alba*)-Pollen scheint nicht weit zu fliegen. Im Regional-/Fernflug-Anteil ist *Abies alba* nur schwach vertreten.

5. Die Edelkastanie (*Castanea sativa*) ist im Regional-/Fernflug stets vertreten, aber in sehr variablen Werten.

6. Im Gegensatz zur Edelkastanie zeichnet sich die Hagebuche (*Carpinus betulus*) im Pollenflug kaum ab.

7. Die Rotbuche (*Fagus sylvatica*) ist im Vergleich zur Hagebuche im Regional-/Fernflug deutlich besser vertreten.

8. Von den Eichenmischwald-Komponenten (*Quercus*, *Ulmus*, *Tilia*, *Acer*) ist die Eiche am besten vertreten. Am schlechtesten zeichnet sich der Ahorn (Bergahorn) ab, was durch die geringe Pollenproduktion wohl bedingt ist.

9. Die Lärche (*Larix decidua*) ist allgemein untervertreten. In einzelnen Fällen kann aber auch das Umgekehrte der Fall sein. Ihr Pollen ist fast in allen Proben des N-S-Transekts in meist geringen Werten vorhanden.

10. Obwohl die Arve (*Pinus cembra*) ein ganz beschränktes Areal einnimmt, ist ihr Pollen auf dem ganzen Querprofil in beträchtlichen Werten zu finden. Die höchsten Werte von 5–11% auf der S-Seite entsprechen dem häufigeren aktuellen Vorkommen.

11. Die Birke (*Betula* spec.) ist im Pollenflug eher übervertreten. Obwohl sie nirgends grössere Bestände bildet, weist sie beträchtliche Werte, die vor allem Regional-/Fernflug darstellen, auf.

12. Der Regional-/Fernflug der Hasel (*Corylus avellana*)-Pollen scheint nicht ausgeprägt zu sein. Im ganzen Transekt betrug der *Corylus*-Anteil nie über 2,1%.

13. Sehr schlecht vertreten ist der Wacholder (*Juniperus communis*). Trotz reichlichem lokalem Vorkommen blieb der *Juniperus*-Anteil immer unter 1%. Beträge von 0,3–0,5% *Juniperus* können bereits ein Vorkommen an der Untersuchungsstelle bedeuten.

14. Die Zwergstrauchheide (*Ericaceae*) ist stark bis sehr stark unterrepräsentiert. Werte von 1–3% sprechen bereits für ein Vorkommen an der Untersuchungsstelle.

15. Ein Baumpollen-Anteil von 45–55% spricht im untersuchten Gebiet für Bewaldung. Dieser Schwellenwert hängt aber stark von der Zusammensetzung und der Art der Waldvegetation ab.

Gebiete über der Waldgrenze sind durch verstärkten Baumpollen-Fernflug gekennzeichnet. Bei der Rekonstruktion der ehemaligen Waldgrenze können somit leicht Irrtümer entstehen. Meistens führen kleinräumige Vergleiche von Gebieten mit gleichartiger Waldbestockung zu brauchbaren Ergebnissen.

16. Die Kräuter sind allgemein untervertreten, und zwar am stärksten im Fichtenwald, Zwergstrauchgürtel und Grünerlengebüsch. In Ra-sengesellschaften ist die Untervertretung etwas geringer.

17. Die Süssgräser (*Gramineae*) sind allgemein leicht überrepräsentiert. In Einzelfällen können sie aber auch untervertreten sein.

18. Die Sauergräser (*Cyperaceae*) sind meistens schwach bis stark untervertreten, obwohl sie hauptsächlich windblütig sind. Möglicherweise muss zeitweilige Sterilität angenommen werden.

19. Die Körbchenblütler (*Compositae*) sind in den meisten Fällen untervertreten. In Einzelfällen sind sie aber gut repräsentiert bis leicht übervertreten, wie z. B. im hochstaudenreichen Grünerlengebüsch oder an waldfreien Standorten.

20. Folgende Taxa sind praktisch stets stark bis sehr stark untervertreten: *Caryophyllaceae*, *Campanula* spec., *Cruciferae*, *Helianthemum*, *Labiatae*, *Leguminosae*, *Plantago* spec., *Ranunculaceae*, *Rosaceae*, *Salix* spec., *Saxifraga* spec., *Thalictrum* spec., *Umbelliferae*.

21. Die Farnpflanzen (*Pteridophyta*) zeigen keine eindeutige Tendenz in ihrem Sporenniederschlag. Allgemein sind sie reichlich bis massenhaft mit 6–54% im Pollenspektrum zu verzeichnen. Lokale Farn-Vorkommen können einzelne sehr hohe Prozentwerte bewirken.

Das Verhältnis Baumpollen (BP) zur totalen Pollensumme (T) bzw. der BP zu den Nichtbaumpollen (NBP) kann Aufschluss zur Höhenlage der Waldgrenze geben. Für das Untersuchungsgebiet deuten 45–55% BP auf Bewaldung. Dies entspricht einem BP/NBP-Verhältnis zwischen 0,8 und 1,2. Die potentielle Waldgrenze am Bernhardin ist durch einen BP/NBP-Verhältniswert von 2,1 charakterisiert.

9. Literaturverzeichnis

- AARIO L. 1940: Waldgrenzen und subrezente Pollenspektren in Petsamo, Lappland. Ann. Acad. Sci. Fenn. Ser. A, 54,8,120 S.
- AMBACH W., BORTENSCHLAGER S. & EISNER H. 1969: Untersuchung von charakteristischen Pollenspektren im Akkumulationsgebiet eines Alpengletschers. Pollen et Spores, 11,1: 65–72.
- AUER C. 1950: Naturgesetzliche, waldbauliche Grundlagen für die Aufforstung «Bellavista», San Bernardino, mit Erweiterung gegen Pian San Giacomo. Fotokopie, unpubl.
- BORTENSCHLAGER S. 1970: Neue pollenanalytische Untersuchungen von Gletschereis und gletschernahen Mooren in den Ostalpen. Ztschr. f. Gletscherkde u. Glaz. geol., 6,1–2: 107–118.
- BRAUN-BLANQUET J. 1948–1950: Übersicht der Pflanzengesellschaften Rätiens. Vegetatio, acta geobotanica, Vol. 1 und 2.
- BRAUN-BLANQUET J. 1972: Die Gänsefussweiden der Alpen (*Chenopodium subalpinum*). Saussurea 3: 141–156.
- BURGA C. 1980: Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte des Schams und des San Bernardino-Passgebietes (Graubünden, Schweiz). Diss. Bot., 56, 194 S.
- BURGA C. 1984: Beobachtungen zum Lineargefüge des Adula-Kristallins und zum Quartär am San Bernardino-Pass (Graubünden/Schweiz). Geographica Helvet. 1: 27–33.
- COÛTEAUX M. 1982: Caractérisation pollenanalytique en Oisans des milieux forestiers et des milieux supraforestiers dans l'actuel et dans le passé. In: La limite supérieure de la forêt et sa valeur de seuil. Colloque de Perpinya, 16 avril 1981: 139–159.
- DAMBLON F. 1979: Les relations entre la végétation actuelle et les spectres polliniques sur le plateau des Hautes Fagnes (Ardenne, Belgique). Lejeunia, n. sér., 95, 65 S.
- FIRBAS F. 1934: Über die Bestimmung der Walddichte und der Vegetation waldloser Gebiete mit Hilfe der Pollenanalyse. Planta, 22: 109–145.
- GENSLER G. 1978: Das Klima von Graubünden. (Ein Beitrag zur Regionalklimatologie der Schweiz). Arbeitsber. Schweiz. Meteorolog. Zentralanstalt, 551.582 (494.26)
- HEIM J. 1962: Recherches sur les relations entre la végétation actuelle et le spectre pollinique récent dans les Ardennes belges. Bull. Soc. Roy. Bot. Belg., 96: 5–92.
- HEIM J. 1970: Les relations entre les spectres polliniques récents et la végétation actuelle an Europe occidentale. Univ. Louvain, Lab. Palyn. et Phytosoc., 181 S.
- HEIM J. 1971: Etude statistique sur la valabilité des spectres polliniques provant d'échantillons de mousses. Lejeunia, n. sér., 59, 34 S.
- HEYDWEILLER E. 1918: Geologische und morphologische Untersuchungen in der Gegend des St. Bernardinopasses. Eclogae geol. Helvet., 15: 149–297.
- JÄGGLI M. 1940: Flora del S. Bernardino. Bellinzona, 203 S.
- JENNY H., FRISCHKNECHT G. & KOPP J. 1923: Geologie der Adula. Betr. z. geol. Karte der Schweiz, N. F., 51, 123 S.
- JOCHIMSEN M. 1972: Pollenniederschlag und rezente Vegetation in Gletschervorfeldern der Alpen. Ber. Deutsch. Bot. Ges., 85, 1–4: 13–27.
- LÜDI W. & VARESCHI V. 1936: Die Verbreitung, das Blühen und der Pollenniederschlag der Heufiberpflanzen im Hochtale von Davos. Ber. Geobot. Inst. Rübel, 47–112.
- LÜDI W. 1937: Die Pollensedimentation im Davoser-Hochtale. Ber. Geobot. Inst. Rübel, 107–127.
- LÜDI W. 1947: Der Pollengehalt von Oberflächenproben am Katzensee bei Zürich. Beitrag z. Kenntnis des Pollenniederschlags in Moorgebieten. Ber. Geobot. Inst. Rübel, 82–91.

- MARKGRAF V. 1980: Pollen dispersal in a mountain area. *Grana* 19: 127–146.
- RIKLI M. 1909: Die Arve in der Schweiz. *Neue Denkschr. Schweiz. Natf. Ges.*, 44, 455 S.
- RUBLI D. 1976: Waldbauliche Untersuchungen in Grünerlenbeständen. *Beih. z. Ztschr. Schweiz. Forstwesen*, 56, 80 S.
- SCHILLER G., DELCÒ G. & CIOCCO A. 1969: Beitrag zur generellen Planung der Forstwirtschaft in einer Gebirgsregion. *Schweiz. Ztschr. f. Forstwesen*, 120, 5: 231–245.
- SCHMID E. 1945: Vegetationskarte der Schweiz in vier Blättern, Blatt 4, 1:200 000.
- SCHMID E. 1961: Erläuterungen zur Vegetationskarte der Schweiz. *Beitr. z. geobot. Landesaufn. d. Schweiz*, 39, 52 S.
- SCHNEIDER R. 1984: Vergleich des Pollengehaltes von Oberflächenproben mit der rezenten Vegetation im Aspromonte, Kalabrien, Italien. *Diss. Bot.*, 72 (Festschr. Welten): 275–318.
- TAUBER H. 1977: Investigations of Aerial Pollen Transport in a Forested Area. *Dansk Botan. Arkiv*, 32, 121 S.
- TREPP W. 1965: Pflanzensoziologisch-waldbaulicher Mitbericht zum Aufforstungsprojekt «Castaneda-Pisella» der Gemeinden Grono, Castaneda und Sta Maria. Fotokopie, unpubl.
- TRIAT-LAVAL H. 1978: Contribution pollénanalytique à l'histoire tardif- et postglaciaire de la végétation de la basse vallée du Rhône. *Thèse Marseille III*, 343 S.
- VARESCHI V. 1942: Die pollenanalytische Untersuchung der Gletscherbewegung. *Veröff. Geobot. Inst. Rübel*, 19, 144 S.
- WELTEN M. 1950: Beobachtungen über den rezenten Pollenniederschlag in alpiner Vegetation. *Ber. Geobot. Inst. Rübel*, 48–57.
- WIRTSCHAFTSPLAN der Gemeinde Mesocco, 1935/1954.
- WOLFF H. 1948: Hydrobiologische Untersuchungen in den hochalpinen Seen des S. Bernardino-passes. *Schweiz. Ztschr. f. Hydr.*, 10, 4: 102–244.
- ZOLLER H. 1960: Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte der insubrischen Schweiz. *Denkschriften d. Schweiz. Natf. Ges.*, 83, 2, 112 S.
- ZOLLER H. & KLEIBER H. 1971: Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen in der montanen und subalpinen Stufe der Tessintäler. *Verh. Natf. Ges. Basel*, 81, 1: 90–154.

Dank

Dem Vorstand der Naturforschenden Gesellschaft Graubünden sei für die Übernahme der Druckkosten der farbigen Vegetationskarte des San Bernardino-Passgebietes sehr herzlich gedankt.

Ebenfalls danke ich unserem Instituts-Graphiker, Herr Martin Steinmann, für seine Mithilfe an der Fertigstellung der Druckvorlagen. Frau Alice Futó, welche die Reinschrift des Manuskriptes besorgte, sei auch herzlich gedankt.

