

Ergebnisse der wissenschaftlichen Untersuchungen im Schweizerischen Nationalpark  
Herausgegeben von der Kommission der Schweizerischen Naturforschenden  
Gesellschaft zur wissenschaftlichen Erforschung des Nationalparks

Résultats des recherches scientifiques au Parc National suisse  
Publiés par la Commission de la Société Helvétique des Sciences Naturelles pour les  
études scientifiques au Parc National

---

Band XVI

80.

Pollenanalytische Untersuchungen  
zur Vegetationsgeschichte des  
Schweizerischen Nationalparks

von

MAX WELTEN

Druck Lüdlin AG Liestal 1982

# Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte des Schweizerischen Nationalparks

von

MAX WELTEN

Systematisch-geobotanisches Institut der Universität Bern \*

## Summary

When in 1955 we began research work on the vegetational history of the Swiss National Reserve in Lower Engadin (Canton Graubünden) little information from the southern parts of the Central Alps was available. Since then a lot of investigations and radiocarbon-datings have procured a frame for evaluation and comparison of our 12 local borings and pollendiagrams around the Swiss National Park.

Our profiles are situated between 1546 and 2617 m above sealevel and yield information from the Bölling-Alleröd-Interstadial up to historical times. They are dated with 38 radiocarbon-dates measured by Prof. Oeschgers Laboratory at the University of Bern.

Results reveal the vegetational development of a region in proximity of glacial relics on the one hand (*Pinus silvestris*, *Pinus mugo*, *Larix*, *Pinus cembra*, *Picea*, *Abies*, *Betula*, *Juniperus*, *Hippophaë*) and under the strong influence of a dry and continental inneralpine climate on the other hand.

Lower Engadin seems to preserve a vegetational landscape of Early Glacial character, little altered by the invading of Eastern Alpine spruce.

## Inhalt

1. Einleitung .....	3
2. Ergebnisse der Pollenanalysen	
2.1 Pollendiagramm 1, Lai Nair bei Schuls-Tarasp, 1546 m .....	5
2.2 Pollendiagramm 2, Motta Naluns ob Schuls, 2170 m .....	13
2.3 Pollendiagramm 3, Grünsee, Reschenscheideck, 1836 m .....	18
2.4 Pollendiagramm 4, Schwarzsee, Reschenscheideck, 1721 m .....	22
2.5 Pollendiagramm 5, Dossaccio bei Bormio, 1730 m .....	24
2.6 Pollendiagramm 6, Il Fuorn, 1805 m .....	28
2.7 Pollendiagramm 7, Juf Plan, 2225 m .....	31
2.8 Pollendiagramm 8, Umbrail, 2490 m .....	32
2.9 Pollendiagramm 9, Macun, Val Zeznina, 2617 m .....	33
2.10 Pollendiagramm 10, Trepalle bei Livigno, 2030 m .....	35

\* Adresse: Altenbergrain 21, Ch-3013 Bern/Schweiz  
Privat: Hohliebestrasse 14, CH-3028 Spiegel

2.11 Pollendiagramm 11, Palü Lunga ob Ramosch, 1890 m .....	36
2.12 Pollendiagramm 12, Cinuskel (Cinuoschel), 1615 m .....	37
2.13 Bohrungen bei Lü, Münstertal .....	38
3. Die Vegetationsgeschichte des Nationalparkgebietes im Rahmen der ost- und zentralalpiner Entwicklung .....	38
4. Zusammenfassung .....	46
5. Verzeichnis der zitierten Literatur .....	50

## 1. EINLEITUNG

36  
37  
38  
38  
46  
50

Blütenstaubuntersuchungen in Seeablagerungen und Mooren haben sich seit über 50 Jahren auch in der Schweiz als hervorragendes Mittel zur Erforschung der Vegetationsgeschichte einer Landesgegend erwiesen. Mit den Ablagerungen in Seen, mit dem Aufwachsen des Torfes in Mooren wird Jahr für Jahr Blütenstaub (Pollen) eingelagert, der sich in feuchtem Einschlussmittel unter Luftabschluss über Jahrtausende und Jahrzehntausende erhält. Vom Grund der Ablagerungen bis zu ihrer Oberkante kann man die eingewehten Pollenkörner präparieren und auszählen. Jedes Jahr fallen auf die Fläche eines Quadratcentimeters Hunderte bis Tausende von Pollenkörnern, eine reiche und reichhaltige Dokumentation der Vegetation der Umgebung.

Dazu kommt, dass organische Substanz (Torf, Humus, Holz) heute mit physikalischen Methoden altersbestimmt werden kann. Das  $^{14}\text{C}$ -Isotop des Kohlenstoffs zerfällt in 5760 Jahren auf seinen halben Wert. Eine grosse Zahl solcher Altersbestimmungen hat das  $^{14}\text{C}$ -Labor des Physikalischen Instituts der Universität Bern (Prof. H. OESCHGER, Frau T. RIESEN) auch uns ausgeführt. Wir danken für die zuvorkommende und sorgfältige Arbeit.

Den Organen des Schweizerischen Nationalfonds danken wir herzlich für das stete Wohlwollen und die finanzielle Unterstützung der Feld- und Laborarbeit am Systematisch-geobotanischen Institut und der interdisziplinären Arbeiten am  $^{14}\text{C}$ -Labor des Physikalischen Instituts der Universität Bern. Ohne ihre Förderung wären unsere Untersuchungen nicht in diesem Umfang möglich gewesen.

Voraussetzung für die Auswertung der Archive von Seen und Mooren ist ihre Existenz. Der schweizerische Nationalpark ist fast frei von ihnen. Der Grund dazu liegt in der Geologie, im Klima, in der Höhenlage:

1) Die weit verbreiteten jungen Dolomite und die seltenen alten kristallinen Gesteine sind schwer verwitterbar, liefern wenig toniges Material, das Seeböden bildete und Moormulden abdichtete, liefern Geröllhalden und Schuttströme, die die Talhänge bekleiden und nur zögernd durch Rasen und Wald überwachsen werden. Dolomit ist wasserdurchlässig, Geröll ebenso.

2) Der schweizerische Nationalpark bildet Teil eines inneralpinen Trockengebietes, des Innertals, des Vinschgaus und des Veltlins. Er ist durch Hochgebirge vor den regenbringenden Winden aus Nordwesten, Westen und Süden abgeschirmt. Sein Jahresniederschlag erreicht 70–100 cm und überschreitet auch in den höhern Berglagen des Parkgebietes selten 120–140 cm. Wenig Niederschlag erzeugt geringe Abwitterung, wenig Quell- und Staunässe, geringes Moorbildungswachstum. Diese Erscheinung wird unterstützt durch thermische Kontinentalität.

3) Das ganze Parkgebiet liegt in subalpin-alpiner Höhenlage (vergl. Nationalparkführer 1966, S.63), liegt

im oberen Teil der untern subalpinen Stufe, 1700–1900 (–2000) m, Fichte, Waldföhre, in der oberen subalpinen Stufe, 1900–2200 m, Alpenrosen, Bergföhren, Arven, Lärchen, in der alpinen Stufe, 2200–2300 m, Rasen, Einzelbäume.

Im ganzen Alpengebiet ist die Moorbildung fast ausschliesslich auf die Stufe des Waldes beschränkt. Das bedeutet, dass im Parkgebiet Moorbildung aus klimatischen und ökologischen Gründen auf ein schmales Band der tiefsten Lagen beschränkt ist.

Wir haben im Parkgebiet ein einziges kleines Quellmoor bei Il Fuorn auswerten können und mussten für die Erforschung des Unterengadiner- und Münstertalbereichs eine Anzahl von Objekten aus dem Umkreis des Nationalparks untersuchen. Fig. 1 zeigt deren Lage.

Das tiefstgelegene auswertbare Objekt fanden wir im Lai Nair bei Schuls-Tarasp bei 1546 m, das höchstgelegene auf Macun bei Zernez im Val Zeznina bei 2617 m. Die vollständigsten Profile gewannen wir am Lai Nair und auf Motta Naluns im Innertal, am Schwarzsee und am Grün-

see im westlichsten Tirol nahe der Schweizergrenze und am Dossaccio bei Bormio im Veltlin. Sie werden darum in der Besprechung vorangestellt. Von den sieben weiteren kleineren Objekten, die hier ausgewertet werden konnten, liegen sechs ausserhalb der Parkgrenzen. Einige weitere kleine Bohrungen oder Grabungen lohnten die Bearbeitung nicht.

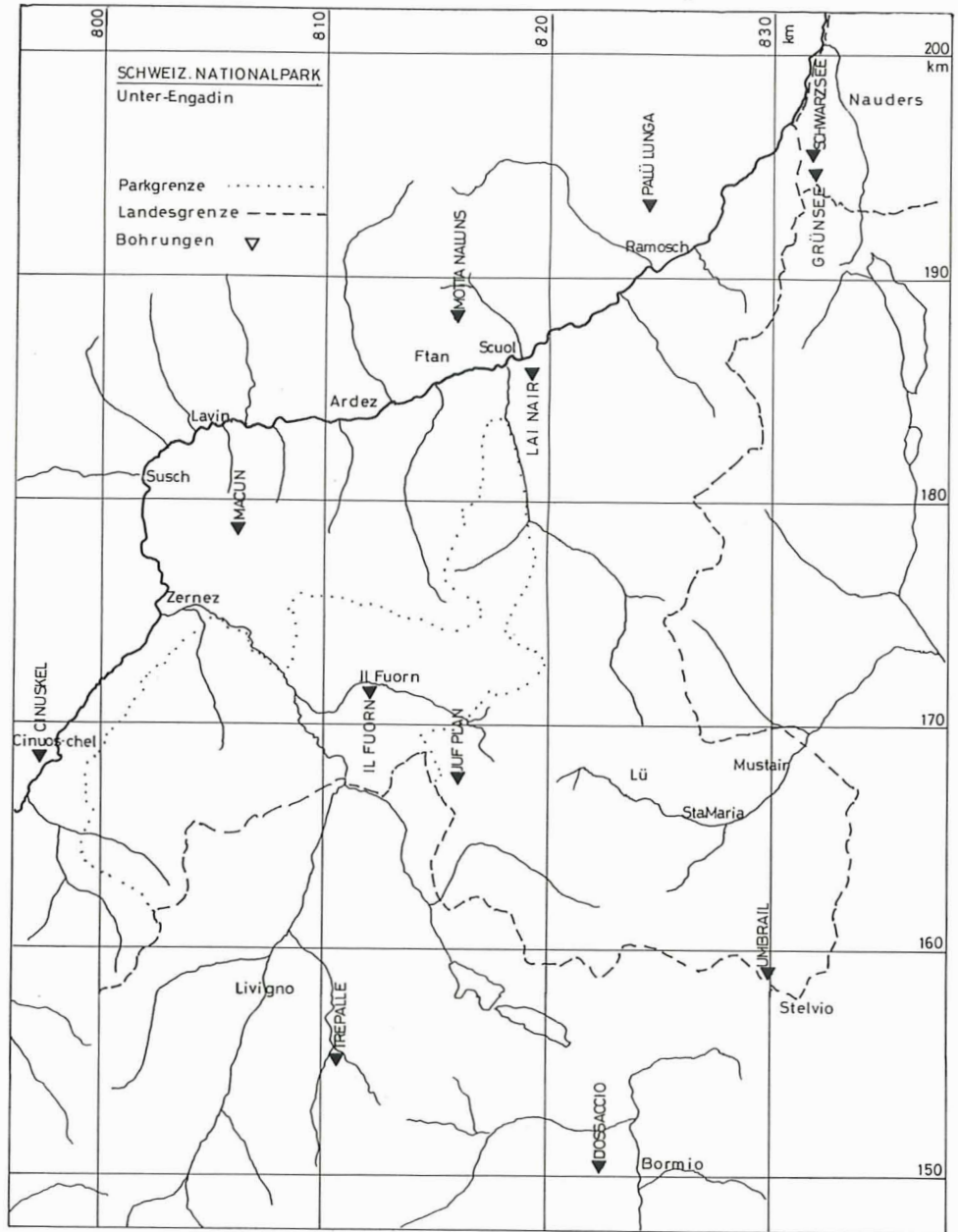
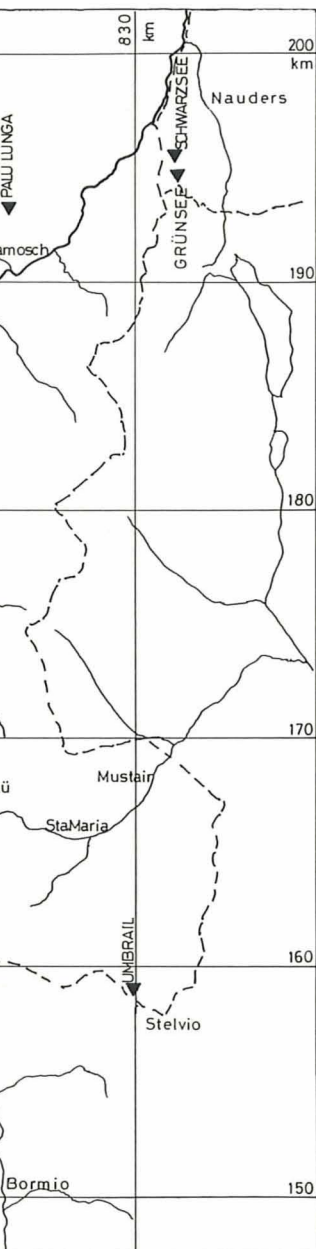


Fig. 1 Lage der Bohrungen und Pollendiagramme aus dem Gebiet des Schweizerischen Nationalparks

ossaccio bei Bormio im Veltlin.  
sieben weitem kleineren Objek-  
rhalb der Parkgrenzen. Einige  
itigung nicht.



des Schweizerischen Nationalparks

Die Untersuchungen und Ergebnisse waren zur Zeit ihrer Inangriffnahme im Jahr 1955 im Bündnerland und in den westlichen Ostalpen recht isoliert, dazu in jener Frühphase der Radiokarbon-Datierung noch schwer chronologisch auswertbar und vergleichbar. Die 38 Radiokarbon-Altersbestimmungen erlauben heute, die Ergebnisse präzise zu beschreiben und in den Rahmen guter regionaler Untersuchungen zu stellen. Wir erwähnen nur die Arbeiten von H. ZOLLER aus dem Tessin, H. ZOLLER & H. KLEIBER vom Misox und von der Maloja, von H. J. MÜLLER vom Lukmaniergebiet i.w.S., von C. HEITZ aus dem Oberhalbstein, von H. P. WEGMÜLLER aus dem Gebiet Prättigau-Rheintal, R. SCHNEIDER vom westlichen Südalpenhang, S. und I. BORTENSCHLAGER aus Tirol und Kärnten, von H. und R. SCHMIDT aus andern Teilen Oesterreichs. Eine grössere Zahl von Einzelbearbeitungen ist hier nicht aufgezählt. Die frühen Pionierarbeiten von P. KELLER aus Tessin, Graubünden und Norditalien und diejenigen von H. GAMS und von R. von SARNTHEIN aus Oesterreich seien mit Ehrerbietung erwähnt.

Mit besonderem Dank halte ich fest, dass mich meine liebe Frau bei allen Feldarbeiten begleitet und hilfreich unterstützt hat.

## 2. ERGEBNISSE DER POLLENANALYSEN

### 2.1 Lai Nair bei Schuls-Tarasp 1546 m

Diagramm 1, 816800/184550. 3 km südwestlich von Schuls steht, fast 300 m über dem Inn, auf seiner rechten Seite, das stolze Schloss Tarasp. Südwärts schliesst eng daran der Lai da Tarasp, ein kleiner See mitten im Kulturland beim Dorf Funtana, der pollenanalytisch wertvoll zu sein scheint. Meine Bohrversuche in Uferpartien enttäuschten mich und scheinen anzudeuten, dass der kleine See durch künstlichen Stau vergrössert worden ist. Das heisst nicht, dass er vegetationsgeschichtlich wertlos ist. Nur müsste man ihn wohl im Winter vom Eis aus erbohren.

1,5 km östlich davon und 140 m höher liegt ein moor- und wasserreiches Randtälchen in waldreicher Weidelandschaft in ausgesprochen gutem naturschützerischem Zustand, der Lai Nair (1546 m). Das Tälchen hat von Süden und Osten, von Costas sur Mottas und Jürada d'Avrona flache nasse Einhänge, west- und nordwärts gegen das Haupttal zu einen niedrigen Steilhang, der den Namen Motta da Sparsels trägt und 1600 m nur wenig überragt.

Das ganze Gebiet des Lai Nair liegt nach dem Führer durch den Schweizerischen Nationalpark (1966) im Bereich der Unterostalpinen Decke, also im Bereich von karbonatreichen Meeresablagerungen. Wir wundern uns deshalb nicht, dass im Wasser der ältern Abschnitte unseres Bohrprofils reine Seekreiden abgelagert wurden.

Die Vegetation des vorwiegend NNW-exponierten Inntalhangs bei Tarasp weist in unserem Gebiet des Lai Nair eine deutliche Vegetationsgrenze auf. Während um Tarasp (1400 m), besonders um den Schlosshügel, Steppenrasen (Stipeto-Poion-Verband), sowie Hecken- und Laubgebüsche (Beberideto-Rosetum-Coryleto-Populetum) noch grössere Flächen auf Fels und Steilstellen, Rutschflächen und Ruderalplätzen einnehmen, verschwinden sie als hervortretende Vegetationsbestandteile oberhalb 1450 m fast ganz (Führer Schweiz. Nationalpark 1966, S.59). BRAUN-BLANQUET betrachtet das Piceetum montanum melicetosum als Klimaxgesellschaft dieser obermontanen Bergstufe. Es entspricht der gegenüber andern inneralpinen Föhrentälern (Wallis, Vintschgau, tieferes Tiroler-Inntal) leicht niederschlagsreicheren Klimlage (mehr als 650 mm Jahresniederschlag mit expositionsbedingt etwas feuchteren Böden). Diese

Grenzlinie liegt am südexponierten gegenüberliegenden Talhang zwar heute rund 200 m höher. ZOLLER (Führer Nationalpark 1966, S.61) glaubt, den grossen Höhenunterschied der stärkern anthropogenen Nutzung zuschreiben zu müssen.

Der Lai Nair (1546 m) liegt nach Auffassung von CAMPPELL & TREPP und ZOLLER also bereits in der untern subalpinen Stufe, für die über Karbonatgestein das Pineto-Ericetum silvestris (ev. das Pineto-Caricetum humilis) typisch ist. Für Waldföhrenbestände wird eine Obergrenze von 1900 m angegeben. Darüber lösen *Pinus mugo* (Bergföhre, aufrecht, seltener Legföhre), ev. *Larix* und *Pinus cembra* die Waldföhre ab bis in Höhen von 2200 m oder 2300 m.

Wir halten die lokale Vegetation am Bohrort fest: (Deckung nach Br.-Bl.)

- a. Eine 4-5 m breite Uferzone des Lai Nair wies 1966 auf:
- |                                |  |                              |  |
|--------------------------------|--|------------------------------|--|
| im nördlichen Teil             |  | im westlichen Teil           |  |
| <i>Phragmites communis</i> 1   |  | <i>Carex vesicaria</i>       |  |
| <i>Menyanthes trifoliata</i> 1 |  | <i>Carex rostrata</i>        |  |
| <i>Potamogeton natans</i>      |  | <i>Menyanthes trifoliata</i> |  |
|                                |  | <i>Potamogeton natans</i>    |  |
- b. Landwärts folgte ein 2-5 m breiter Schwingrasen mit
- |                              |  |                            |  |
|------------------------------|--|----------------------------|--|
| <i>Menyanthes trifoliata</i> |  | <i>Carex hostiana</i>      |  |
| <i>Carex limosa</i>          |  | <i>Carex nigra</i>         |  |
| <i>Carex acutiformis</i>     |  | <i>Carex lepidocarpa</i>   |  |
| <i>Carex rostrata</i>        |  | <i>Carex panicea</i>       |  |
| <i>Eleocharis pauciflora</i> |  | <i>Phragmites communis</i> |  |
- c. Auf festem Torf fanden sich als Uebergang zum Weiderasen:
- |                                 |    |                              |    |
|---------------------------------|----|------------------------------|----|
| <i>Eriophorum latifolium</i>    | 1  | <i>Primula farinosa</i>      | ++ |
| <i>Trichophorum caespitosum</i> | 2  | <i>Pedicularis silvatica</i> | ++ |
| <i>Briza media</i>              | 1  | <i>Molinia coerulea</i>      | +  |
| <i>Potentilla erecta</i>        | 1  | <i>Carex echinata</i>        | +  |
| <i>Pinguicula vulgaris</i>      | 1  | <i>Carex pulicaris</i>       | +  |
| <i>Schoenus ferrugineus</i>     | 1  | <i>Carex capillaris</i>      | +  |
| <i>Tofieldia calyculata</i>     | ++ | <i>Gentiana utriculosa</i>   | +  |
| <i>Parnassia palustris</i>      | ++ | etc.                         |    |

Die Bohrung wurde am 2. Sept. 1958 im Schwingrasengürtel nördlich des Sees durchgeführt. Sie ergab folgende stratigraphischen Befunde:

- |        |    |  |
|--------|----|--|
| 0- 35  | cm | sehr wässriger Carex-Torf (vergl. Pollendiagramm 1, erste Kolonne (horizontale Striche=Flachmoortorf, durchgehend=gut erhalten, kaum zersetzt) |
| -230   | cm | brauner, kompakter Carex-Torf, leicht zersetzt (horizontale Striche, unterbrochen)   |
| -250   | cm | Uebergang zu Gyttja, einige Eriophorum-Horste  |
| -268   | cm | ähnlich, mit dunkelbrauner Rinde   |
| -300   | cm | Gyttja mit Fasern, nach unten reine Gyttja (Grobdetritus-Gyttja, locker kreuzschraffiert)  |
| -350   | cm | Gyttja, um 325 cm Holz, wässriger  |
| -362   | cm | wässrige Gyttja mit Holz, bei 360 cm <i>Larix</i> , teste F. SCHWEINGRUBER)  |
| -426   | cm | dyartige Gyttja mit einigen Reisern (kreuzschraffiert)   |
| -483   | cm | braungraue bis rötliche Seekreide, feinschichtig, mit einigen Pisidien (430 cm: Pinus-Holz nahe <i>Pinus mugo</i> , teste F. SCHWEINGRUBER)    |
| -485   | cm | oliv-braune Seekreide (liegender Halbkreis)  |
| -487,5 | cm | graue Seekreide  |

zwar heute rund 200 m höher.  
Höhenunterschied der stärkern

TREPP und ZOLLER also bereits  
das Pineto-Ericetum silvestris  
bestände wird eine Obergrenze  
, aufrecht, seltener Legföhre),  
1 2200 m oder 2300 m.

nach Br.-Bl.)

il

liata  
tans

va

nunis

1:

tica

osa

ördlich des Sees durchgeführt.

n 1, erste Kolonne (horizontale  
ten, kaum zersetzt)  
horizontale Striche, unterbro-

odetritus-Gyttja, locker kreuz-

F. SCHWEINGRUBER)

ert)

mit einigen Pisidien (430 cm:  
UBER)

-559	cm	graublauer, schmieriger Ton, stellenweise mit feinen schwarzen Schichtchen (so bei 535, 540, 546 cm)
-560	cm	tonige dunkelgraue Seekreide
-564	cm	und 565-570 cm grauweisse Seekreide mit Pisidien
-578	cm	seekreidiger Ton
-586	cm	graue Seekreide (Tonbändchen bei 580 und 584 cm)
-591	cm	schmieriger, streifiger Ton
-594	cm	leicht seekreidig
-600	cm	schmieriger Ton
-650	cm	graublauer, schmieriger Ton (Zeichen: L) bei 650 cm: kiesiger Bohrwiderstand

Wie alt ist dieses Material, und wie weit zurück reicht dessen Information?

Auf Grund des Gehalts an radioaktivem Kohlenstoff, der als Kohlenstoff 14 bei der Assimilation in die Pflanzen und bei der Nahrungsaufnahme in Tiere und Menschen eingeht, lässt sich das Alter seit dem Tod dieser Lebewesen messen. Der langsame radioaktive Zerfall erfolgt so, dass in 5760 Jahren die Hälfte verschwindet. Solche Messungen ergaben im C 14-Labor in Bern:

Labor-No.	B-408	Lai Nair	85 cm tief	1310 ± 80 Jahre BP
	B-409		222 cm	1830 ± 80 BP
	B-410		278 cm	2730 ± 130 BP
	B-411		330 cm	4000 ± 80 BP
	B-412		410 cm	7160 ± 110 BP

Diese Daten wurden bereits publiziert in der Date List von Bern No. III von 1963, zusammenfassend in der «Liste der Schweizer <sup>14</sup>C-Daten I, Bern 1977». Die Zeitangaben werden konventionell auf das Jahr 1950 n. Chr. bezogen, d.h. auf ein gegenwartsnahes Jahr vor den grossen Atombombentests. BP heisst in diesem Zusammenhang «Before Present» und stellt das absolute Alter gemäss <sup>14</sup>C-Altersbestimmung vor 1950 dar. Der ±-Wert gibt den reinen statistischen Fehler der Altersbestimmung im Labor an; Unstimmigkeiten bei der natürlichen Materialablagerung oder Fehler bei der Probeentnahme können das Alter verfälschen. Verbindet man diese tiefenbezogenen Messwerte zu einer Alterskurve (wie in unsern Pollendiagrammen geschehen), kann man beliebige Alter durch Interpolation ablesen. Wir übernehmen die Unsicherheit solcher Interpolationen und die Abhängigkeit von falschen Datierungen bewusst mit der Bemerkung: lieber fehlerhafte Datierung als gar keine Datierung!

Die Pollenanalytiker sind gewohnt, ihre Ergebnisse aus der Zeit seit dem Gletscherrückzug der letzten Eiszeit nach Zonen einzuteilen, deren Grenzen man nach einem Vorschlag nordischer Forscher (MANGERUD et al., 1974) heute auf Grund von <sup>14</sup>C-Datierungen konventionell folgendermassen legt (und entsprechend als Chronozonen bezeichnet):

Postglazial	Subatlantikum	Zone IX (und X)	2500 BP - heute
	Subboreal	Zone VIII	5000 BP - 2500 BP
	Atlantikum	Zonen VII u. VI	8000 BP - 5000 BP
	Boreal	Zone V	9000 BP - 8000 BP
	Praeboreal	Zone IV	10000 BP - 9000 BP
Spätglazial	Jüngere Dryas	Zone III	11000 BP - 10000 BP
	Alleröd	Zone II	12000 BP - 11000 BP
	Bölling (i.w.S.)	Zone I b,c	13000 BP - 12000 BP
	Älteste Dryas	Zone I a	(20000-116000 BP - 13000 BP



Wir wissen heute, dass der letzte grosse Eisvorstoss der letzten Eiszeit, der Würm-Eiszeit, in der Zeit zwischen etwa 22000 und 18000 BP erfolgte und der Hauptrückzug um 13000 BP abgeschlossen war. Wir wissen um eine starke klimatische Erwärmung um 13500 oder 13000 BP (EICHER, 1979), die so stark war, dass vorerst die anspruchsloseren Gehölze (soweit sie die Eiszeit vor dem Aussenrand des Eises überdauert hatten) in unsere Täler und Berge zurückwanderten und in tiefern Lagen lichte Wälder zu bilden begannen. Wir nennen diese frühe Warmphase Bölling und Alleröd, da sie in den meisten Gegenden zweiphasig ist oder gar durch eine schwächere Kaltphase unterbrochen wird. Man kann sie, leicht vereinfachend, auch zusammen als Bölling-Alleröd-Interstadial bezeichnen, da sie von zwei Kaltphasen begrenzt wird. Wir wissen, dass um 11000 BP (vielleicht genauer 10800 BP) ein markanter Klimasturz die Gletscher neu und recht weit hat vorrücken lassen. Wir nennen diese letzte kleine Kaltphase «Jüngere Dryaszeit» (obwohl wir *Dryas* nur äusserst selten nachweisen können). Sie endete um 10000 BP (vielleicht genauer 10200 oder 10300 BP) mit einem markanten und endgültigen Temperaturanstieg. Kleinere spätere Schwankungen der Gletscherzungen betrachten wir nicht mehr als Erscheinungen der Würmeiszeit. Hier lassen wir das Postglazial, das Holozän (unser aktuelles Interglazial) beginnen, das nun also bereits 10000 Jahre gedauert hat. Halten wir uns mehr an die Einteilung dieser Warmzeit nach menschlichen Kulturen, ergibt sich folgendes Bild :

(Schweiz. Eidgenossenschaft incl. Neuzeit	1291 n.Chr. -	heute)
Mittelalter	500 n.Chr. -	1400 n.Chr.
Römerzeit bei uns	0 -	500 n.Chr.
Eisenzeit	1200 v.Chr. -	0
Bronzezeit	1800 v.Chr. -	1200 v.Chr.
Junge Steinzeit, Neolithikum	(5000)3000 v.Chr. -	1800 v.Chr.
Mittlere Steinzeit, Mesolithikum	8000 v.Chr. -	(5000)3000 v.Chr.
Altsteinzeit, Paläolithikum	? -	8000 v.Chr.

Versuchen wir, unser Pollendiagramm No. 1 aus der Umgebung des Nationalparks zu lesen: alle 5-10 cm wurde dem Bohrkern (des Hillerbohrers) Material entnommen, im Labor von Ton, Kalk und Humussäuren und von groben Bestandteilen gereinigt. In Glycerin-Dauerpräparaten wurden die Pollen durch Fuchsinzusatz rot gefärbt. Jedes Präparat wurde Zeile um Zeile unter dem Mikroskop bei 250 bis 1000-facher Vergrösserung durchmustert und durchschnittlich auf 500-600 Pollenkörner ausgezählt. Das Diagramm Lai Nair enthält das Ergebnis von 78 derartigen Stichproben mit 570 ausgezählten Pollen, also das Ergebnis von 44800 Pollenbestimmungen. Das Pollendiagramm versucht, diese 44800 Informationen anschaulich darzustellen. Wir lösen dabei das Zählmaterial in zahlreiche Detailkurven auf, die die Variation des prozentualen Anteils jeder Pflanzenart oder Pflanzengruppe von unten nach oben über das ganze Bohrprofil darstellen. Die verwendeten Zeichen sind international gebräuchlich und am Kopf jedes Diagramms erklärt.

Die Warmwaldgehölze stellen wir in der ersten Kolonne nach den Tiefenangaben als Summationssilhouette zusammen:

schwarz: *Acer pseudoplatanus*, Bergahorn

weiss: *Fraxinus excelsior*, Esche

senkrecht gestrichelt: *Tilia*, Linde

waagrecht, dicht schraffiert: *Ulmus scabra*, Bergulme

waagrecht, locker schraffiert: *Quercus robur* und *Q. petraea*, die Eichen.

Gehölze mit niedrigen Prozentwerten sind links vom Hauptdiagramm (100%!) dargestellt, die wichtigeren Kräuterpollen rechts davon als Silhouetten. Aus der 100%-Grundsumme sind stets ausgeschlossen die Farnsporen und die Pollen von Wasserpflanzen (auch die Pollen von Cyperaceen).

en Eiszeit, der Würm-Eiszeit, in  
Hauptrückzug um 13000 BP ab-  
nehmung um 13500 oder 13000 BP  
eren Gehölze (soweit sie die Eis-  
re Täler und Berge zurückwan-  
Wir nennen diese frühe Warm-  
reiphasig ist oder gar durch eine  
cht vereinfachend, auch zusam-  
von zwei Kaltphasen begrenzt  
BP) ein markanter Klimasturz  
nen diese letzte kleine Kaltpha-  
nachweisen können). Sie endete  
em markanten und endgültigen  
herzungen betrachten wir nicht  
Postglazial, das Holozän (unser  
are gedauert hat. Halten wir uns  
Kulturen, ergibt sich folgendes

n.Chr. -	heute)
n.Chr. -	1400 n.Chr.
-	500 n.Chr.
v.Chr. -	0
v.Chr. -	1200 v.Chr.
v.Chr. -	1800 v.Chr.
v.Chr. - (5000)	3000 v.Chr.
-	8000 v.Chr.

ng des Nationalparks zu lesen:  
ial entnommen, im Labor von  
teilen gereinigt. In Glycerin-  
gefärbt. Jedes Präparat wurde  
ergrößerung durchmustert und  
Diagramm Lai Nair enthält das  
Pollen, also das Ergebnis von  
diese 44800 Informationen an-  
ahlreiche Detailkurven auf, die  
Pflanzengruppe von unten nach  
Zeichen sind international ge-

ch den Tiefenangaben als Sum-

die Eichen.

diagramm (100%! ) dargestellt,  
s der 100%-Grundsumme sind  
erpflanzen (auch die Pollen von

An der Basis des Diagramms geben wir die Skala der Jahrtausende in  $^{14}\text{C}$ -Jahren BP (Before Present) an. Über das ganze Diagramm weg zeichnen wir die  $^{14}\text{C}$ -Alterskurve, die auf Grund von Datierungen (Kreis mit Kreuz) und von allgemein anerkannten Fixpunkten (Kreuz) konstruiert wurde. Keines der gemessenen Daten musste als unmöglich verworfen werden. Einige mögen verbesserungsbedürftig sein, mussten aber aus praktischen Gründen unverändert verwendet werden. Auch wurde die Alterskurve durch gerädlinige Verbindung der Messpunkte konstruiert. Das sind die praktisch einschränkenden Bedingungen unserer Chronozonen-Einstufung. Betrachten wir die Vegetationsentwicklung in den einzelnen Zonen:

**Zone I a. Aelteste Dryas**, unterhalb 650 cm, konnte mit dem Hillerbohrer von Hand nicht erbohrt werden. Sie dürfte nach unsern Erfahrungen im Lai Nair nicht mächtig entwickelt sein, ev. auch ganz fehlen. Das bedeutete, dass die grossen Gletscher (wohl der Innegletscher) das Unterengadin um Schuls erst kurz vor der spätglazialen Erwärmung um 13000 BP freigaben (anders: etwas früher).

**Zone I b, c. Bölling i.w.S.**, 650-594 cm. Die erste Aufwärmphase, die sich wohl mit dem Bölling i.w.S. Mittel- und Nord-Europas deckt, entwickelte eine typische inneralpine Unterengadiner-Vegetation: lichten Gehölzwuchs mit Berg- und Waldföhre in den tiefsten Tallagen unter 1400 m, mit Pionierstrauchsteppe in 1500-1600 m Höhe. An Gewässern standen Baumbirken und Zitterpappeln, auf Kiesbänken Sanddorn und Weiden, an felsigen Stellen Wacholder (*Juniperus nana* und scheinbar hie und da *Juniperus sabina*) und vereinzelte Bergföhrenkuscheln (Spaltöffnungen und Nadeln stellt man am Lai Nair bereits in diesem Abschnitt fest!), tonig-sandig-kiesige Flächen, auch Fels besiedelten Trockenkräuter, wie sie heute noch für die Sonnseite des Unterengadins typisch sind: viel *Artemisia campestris* (scheinbar nur diese Art, nicht alpine Arten), *Ephedra* (die heute fehlt und erst im Vintschgau Relikte aufweist), zahlreiche Gräser, Gänsefuss- und Ampfer-Gewächse, Wiesenrauten, Sonnenröschen und Steinbrecharten, und viele verschiedene Compositen, Umbelliferen u.a., die wir nicht näher bestimmen konnten. *Lycopodium clavatum* in 615 cm Tiefe. Der See war von *Carex*-Rasen umstanden. In seinem nährstoffreichen Wasser gediehen viel Algen (Pediastron u.a.), doch noch keine oder sehr selten höhere Pflanzen (*Potamogeton*?). Eine eigentliche Klimarückschlagsphase I c im Sinn der sog. Aeltern Dryas lässt sich kaum erkennen.

**Zone II, Alleröd**, 594-559 cm, der obere Abschnitt der warmen Interstadialphase des Spätglazials, zeichnet sich durch Pinus-Dominanz aus, die so kräftig ist, dass die Sträucher prozentual stark zurückgehen. Der Beginn ist durch reichliche Entwicklung von Baumbirken ausgezeichnet, wie sich das am Beginn des Postglazials ausgiebig wiederholt. Besonders interessant sind die Pollen von *Quercus* zwischen 585 und 575 cm und die mehrfachen Einzelpollen von *Larix* über den ganzen Allerödabschnitt. Wir wissen aus den Arbeiten von BEUG (1964), GRÜGER J. (1968) und von R. SCHNEIDER (1978), dass sich diese anspruchsvolleren Baumarten am Nordrand der Poebene bereits im Alleröd auszubreiten begannen, so dass wir am Lai Nair deren Pollen als Fernflug und Zeugen für die sich entwickelnde Warmzeit auffassen dürfen (sicher nicht als erste Einwanderer ins Unterengadin, obwohl sie dahin unterwegs waren).

*Artemisia*-Rückgang und Zunahme der *Pinus*-Spaltöffnungen sprechen für Einrücken dichten Föhrenwaldes am Lai Nair (mit einer «Waldgrenze» bei 1600 bis 1700 m?).

**Zone III, Jüngere Dryas**, 559-487 cm, letzte spätglaziale Kaltphase mit Gletschervorstössen, die im Engadin noch nicht abschliessend untersucht sind. In der ganzen 600-1000 Jahre dauernden Phase sank die Waldgrenze um mindestens 200-400 m, so dass Lai Nair wieder in den

Vegetationsgürtel der gehölzarmen Kälte-Trockensteppe geriet mit viel *Artemisia* und Gräsern und mit *Juniperus*- und *Ephedra*-Sträuchern. Die offene Vegetation der Umgebung des Lai Nair tut sich auch dadurch kund, dass das Sediment nicht mehr Seekreide, sondern schmieriger Seeton in grosser Menge war.

Wir neigen nach unsern Feststellungen am Aletschgletscher im Wallis dazu, in diesen Zeitabschnitt die Gletscherstadien von Egese (und Dann?) der Oesterreicher zu legen, wissen aber über die lokalen Verhältnisse in Tarasp nichts. Nicht ausgeschlossen ist ein starker Vorstoss des Vadret da Zuort, während der Haupttalgletscher aus dem Oberengadin Schuls damals kaum erreicht hat.

**Zone IV, Präboreal, 487-468 cm.** Der erste warmzeitliche Abschnitt des Postglazials ist ein langsam gewachsener Seekreideabschnitt fast ohne Toneinschwemmung, Zeichen eines stillen subalpinen Klarsees mit den kleinen Muscheln der Pisidien. Die nächste Umgebung hat starken Schluss des Föhrenwaldes (wohl zur Hauptsache *Pinus silvestris engadinensis*), am Wasser von Birkenbeständen erlebt, während um 9500 BP die Lärche in der nächsten Umgebung eingewandert ist und damit eine neue Note in die Vegetation des Unterengadins brachte. In den tiefsten Lagen des Inntals wanderten die Elemente des Eichenmischwaldes ein, Eiche, Ulme, Ahorn, nur in Spuren Linde und Hasel.

**Zone V, Boreal, 468-426 cm.** Das Boreal gilt als klimatisch trockenwarme Phase. Deren Ablagerung ist darum im Lai Nair eine feinschichtige Kalkgyttja mit Pisidien. Die Maximalwerte von 5% für den EMW (Eichenmischwald) und 4% für *Corylus* (Hasel) sprechen für sehr geringes Vorkommen dieser Elemente im tiefern Talabschnitt.

Das vegetationsgeschichtliche Grossereignis des Postglazials für das Unterengadin ist die Ausbreitung der Fichte aus den Ostalpen. Die zeitliche Einstufung dieser sog. Einwanderung auf ca. 8800-9000 BP auf Grund unserer Interpolationskurve ist mit einer Unsicherheit von einigen hundert Jahren behaftet. Wir werden auf das Einwanderungsproblem der Fichte auf Grund unserer Ergebnisse im Vergleich mit Untersuchungen in benachbarten Regionen später eintreten.

Die Fichteneinwanderung brachte eine völlige Umgestaltung der Waldverhältnisse des Unterengadins. Am Lai Nair ging die 4000-5000 Jahre dauernde Dominanz der Föhren unter und wurde durch eine zähe Kodominanz von Föhre und Fichte ersetzt. Die hohe Bedeutung von Lärchen und Birken in den Wäldern verschwand gegen Ende des Boreals. Der subalpine Charakter des Waldes wurde durch den hochmontanen ersetzt, wie er heute um Tarasp herrscht.

**Zonen VI und VII, Atlantikum, 426-362 cm.** Im Jahr 8000 BP wurde der helle Seekreide-See ob Tarasp zum Lai Nair, zum «Schwarzsee». Ein neues limnisches Regime griff Platz. Höhere Niederschläge wuschen die Böden um den See völlig aus: Die Fichten mit ihrer sauren Nadelstreu sorgten für starke Rohhumusbildung. Humussäure-beladene Wasser drangen in den See und verhinderten den vollen Abbau der organischen Substanz. Als schwarze Sinkstoffe (Gyttja) oder gar als gel-artiger Dy lagerten sie sich auf den Boden des Sees und liessen ihn von da an als schwarz erscheinen. Vom Ufer aus drang *Sphagnum* ins Wasser vor, im offenen See luxurierten Laichkräuter (heute *Potamogeton natans*) und weisse Seerosen.

In den lichtern waldgrenznähern Partien breitete sich die Arve aus, in tiefern Lagen (ausserhalb des Unterengadins) dagegen Weisstanne und spärliche Buche. EMW und Hasel verschwanden fast ganz aus den Tieflagen-Wäldern. Erlen verdrängten am Wasser die Birken.

Die sta  
VerändZone V  
die sch  
zu (At  
unmerl  
Wälder  
Nair exZone I  
BP, 13  
Schnell  
die Stic  
tago al  
Rüster  
EigenGräs  
an am  
In de  
noidesDiag  
parks F  
hoch ü  
Hillerb  
1962 at  
luns ein  
bungsw  
Das Pr

0 -

116 -

119,5 -

121 -

122,5 -

mit viel *Artemisia* und Gräsern  
 etation der Umgebung des Lai  
 hr Seekreide, sondern schmieri-

im Wallis dazu, in diesen Zeit-  
 Oesterreicher zu legen, wissen  
 geschlossen ist ein starker Vor-  
 s dem Oberengadin Schuls da-

bschnitt des Postglazials ist ein  
 vemmung, Zeichen eines stillen  
 Die nächste Umgebung hat star-  
*estris engadinensis*), am Wasser  
 in der nächsten Umgebung ein-  
 Unterengadins brachte. In den  
 mischwaldes ein, Eiche, Ulme,

oeknwarmer Phase. Deren Ab-  
 nit Pisidien. Die Maximalwerte  
 ts (Hasel) sprechen für sehr ge-

s für das Unterengadin ist die  
 fung dieser sog. Einwanderung  
 st mit einer Unsicherheit von ei-  
 lerungsproblem der Fichte auf  
 benachbarten Regionen später

g der Waldverhältnisse des Un-  
 dominanz der Föhren unter und  
 setzt. Die hohe Bedeutung von  
 es Boreals. Der subalpine Cha-  
 e er heute um Tarasp herrscht.

BP wurde der helle Seekreide-  
 nisches Regime griff Platz. Hö-  
 : Die Fichten mit ihrer sauren  
 e-beladene Wasser drangen in  
 bstanz. Als schwarze Sinkstoffe  
 len des Sees und liessen ihn von  
 ins Wasser vor, im offenen See  
 sse Seerosen.  
 e aus, in tiefern Lagen (ausser-  
 Buche. EMW und Hasel ver-  
 ängten am Wasser die Birken.

Die starke Zunahme der Niederschläge hat im inneralpinen Trockengebiet besonders grosse Veränderungen erzeugt.

**Zone VIII, Subboreal, 362-260 cm.** Der See nähert sich an der Bohrstelle der Verlandung: die schlammige Gytja wird zur Grobdetritusgytja. Die Versauerung der Wälder nimmt noch zu (*Athyrium*, *Pteridium*, *Polypodium*, *Calluna*). *Nymphaea* und *Abies* gehen zurück. Fast unmerklich stellen sich die ersten Spuren menschlicher Kultur ein: *Plantago lanceolata*. Die Wälder behalten aber noch ihren Zustand dichter Gehölze. Die Nutzung scheint um den Lai Nair extensiv gewesen zu sein.

**Zone IX, Subatlantikum, 260-0 cm.** Nach dem Ausweis von drei <sup>14</sup>C-Daten (2730 BP, 1830 BP, 1310 BP) und dem frisch aussehenden *Carex*-Torf hat das Aufwachstempo ungewöhnliche Schnelligkeit angenommen: innert 1000 Jahren sind fast 200 cm Torf aufgewachsen. Ob nicht die Stickstoffzufuhr aus der Umgebung des Sees durch Beweidung daran mit schuld ist? *Plantago alpina* und *P. lanceolata* und die Verkräutung der Ufer durch *Filipendula ulmaria*, die Rüsterstaude, deuten darauf hin.

Eigentliche Kulturpollen sind als Fernflugpollen am Lai Nair nachgewiesen:

Getreide, Roggen	zur späten Römerzeit
Getreide und <i>Juglans</i> (Baumnuss)	ab ca. 800 n. Chr. bis heute (?)

Gräser, Rosaceen und *Plantago*-Arten weisen in der Römerzeit und vom frühen Mittelalter an am Lai Nair starke Zunahmen auf, die auf Weidewirtschaft schliessen lassen.

In den Uferpartien entwickelt sich kurzrasiges *Carex*-Flachmoor mit viel *Selaginella selaginoides* (Moosfarn).

## 2.2 Motta Naluns ob Schuls, 2170 m

Diagramm 2, 815600/188160. Der Mangel an günstigen Objekten im Umkreis des Nationalparks hat mich veranlasst, einem Hinweis von H. ZOLLER folgend, auf der linken Innenseite, hoch über Schuls und Ftan, die Vermoorungen auf ihre Brauchbarkeit zu prüfen. Mit dem Hillerbohrer als Sondierinstrument und mit Pickel und Schaufel wurde am 11. und 12. Sept. 1962 auf 2170 m Höhe, ca. 630 m westlich der Bergstation des Kabinenlifts Schuls-Motta Naluns ein Torfprofil eröffnet. Bis 277 cm wurden die Proben oder ganze Torfziegel an der Grabungswand entnommen. Darunter konnten noch 23 cm mit dem Hillerbohrer erbohrt werden. Das Profil ergab folgende Stratigraphie:

0 - 104	cm brauner Cyperaceentorf
104	cm feine Tonschicht mit einigen Steinchen
112	cm feine Tonschicht
116 - 119,5	cm grauer Lehm
119,5 - 121	cm Torf mit Holz (F. SCHWEINGRUBER: cf. <i>Salix hastata</i> )
121 - 122,5	cm Lehm
122,5 - 154	cm dunkelbrauner Flachmoortorf (bei 140 cm Holz nach F. SCHWEINGRUBER: <i>Larix decidua</i> , bei 142 cm Holz nach F. SCHWEINGRUBER cf. <i>Salix hastata</i> ,

			dickstes Stämmchen 26 jährig, «im ersten Viertel der Vegetationszeit vernichtet»
	154	cm	dünne Lehmschicht
155	-208	cm	dunkelbrauner Flachmoortorf bei 162-164 cm nicht sehr ausgeprägter Holzhorizont (nach F. SCHWEINGRUBER cf. <i>Salix hastata</i> ) bei 185 cm Holzspur (F. Sch.: cf. <i>Salix hastata</i> ) 190-195 cm sehr ausgeprägter Holzhorizont, feine Ästchen im Torf (F. Sch.: cf. <i>Salix hastata</i> , ev. <i>S. appendiculata</i> )
208	-263	cm	Hypnaceentorf ( $\pm$ Gyttja mit Torf)
	264	cm	Lehm und Kiesspuren im Torf
264	-277	cm	kompakter Torf
277	-292	cm	Torf und Ton
292	-300	cm	blaugrauer Ton mit organischen Fasern
	300	cm	harter Steinwiderstand

Die linke Inntalseite von Ftan über Ramosch und Samnaun ist von Bündnerschiefern aufgebaut und trägt in obern, flachern Partien Moränenmaterial (Vergl. Tektonische und Geologische Karte der Schweiz 1972). Die Landschaft ist völlig baum- und strauchfrei (oberste Gehölze bei 2120 m). Die Geländeformen sind wellig, ausgeglichen. Trockenere Partien tragen Nardetum und Weiderasen, nasse, muldige Partien *Carex fusca-(nigra-)* und *Trichophorum caespitosum*-Moor mit Spuren von *Molinia coerulea*, *Briza media*, *Tofieldia calyculata*, *Sanguisorba officinalis*, *Antennaria dioica*, *Galium boreale*, hin und wieder *Vaccinium uliginosum* und *Selaginella selaginoides*. Die westliche Partie der hangparallelen und gegen das Tal durch eine kleine Bodenwelle gestauten ca. 60-70 m langen Mulde (von 30 m Breite) weist einige girlandenartige Bodenwulste (Solifluktion? !) auf, die Ursprung der gelegentlichen Mineral-einschwemmungen sein könnten. Das schöne und besonders sorgfältig entnommene Profil wurde an 13 Stellen C 14-datiert:

B-531	28 cm tief	1530 $\pm$ 100 BP
B-532	50 cm	2000 $\pm$ 100 BP
B-533	81 cm tief	2620 $\pm$ 100 BP
B-534	120 cm (Holz)	3890 $\pm$ 100 BP
B-535	130 cm tief	3890 $\pm$ 100 BP
B-536	142 cm (Holz)	4130 $\pm$ 100 BP
B-537	160 cm tief	4400 $\pm$ 100 BP
B-538	174 cm	4580 $\pm$ 200 BP
B-539	192 cm tief (Holz)	4900 $\pm$ 120 BP
B-540	203 cm	-
B-541	230 cm tief	5820 $\pm$ 120 BP
B-542	248 cm	6170 $\pm$ 120 BP
B-543	265 cm tief	7400 $\pm$ 120 BP
B-544	276 cm	8030 $\pm$ 120 BP

Tiefere Proben waren wegen ihrer Kleinheit und wegen ihres Tongehalts nicht messbar. Die Extrapolation der schönen Zeitkurve gibt für das untere Ende des Profils ein Alter zwischen 9000 und 10000 BP. Das bedeutet, dass sich die Höhen von Motta Naluns um 10000 BP,

rtel der Vegetationszeit vernich-

horizont (nach

ta)

feine Ästchen im Torf (F. SCHL.:

st von Bündnerschiefern aufge-  
vergl. Tektonische und Geologi-  
und strauchfrei (oberste Gehöl-  
Trockenere Partien tragen Nar-  
ca-(nigra-) und *Trichophorum*  
edia, *Tofieldia calyculata*, San-  
d wieder *Vaccinium uliginosum*  
allelen und gegen das Tal durch  
on 30 m Breite) weist einige gir-  
ng der gelegentlichen Mineral-  
s sorgfältig entnommene Profil

1530 ± 100 BP

2000 ± 100 BP

2620 ± 100 BP

3890 ± 100 BP

3890 ± 100 BP

4130 ± 100 BP

4400 ± 100 BP

4580 ± 200 BP

4900 ± 120 BP

-

5820 ± 120 BP

6170 ± 120 BP

7400 ± 120 BP

8030 ± 120 BP

Tongehalts nicht messbar. Die  
des Profils ein Alter zwischen  
Motta Naluns um 10000 BP,

wahrscheinlich nach starken Solifluktionsvorgängen stabilisierten und in den Zustand anmooriger Tümpel (und alpiner Rasen) überging. Das Pollendiagramm dokumentiert für Präboreal und Boreal bereits reichlich Cyperaceen, *Selaginella*, *Botrychium*, *Parnassia palustris*, liguliflore Compositen (*Crepis*, *Leontodon*) und alpine Pionierkräuter (s. Kolonne Einzelarten).

**Zone IV und V, Präboreal und Boreal, 300–274 cm.** Pinus dominierte als Fernflugpollen aus den ausgedehnten Talwäldungen, während in nächster Nähe von Motta Naluns *Juniperus* (wohl *nana*) und wenig tiefer Birken (*Betula*) und Zitterpappeln (*Populus tremula*) Fuss gefasst hatten. Am Beginn des Boreals, um 9000 BP oder wenig später, wanderte *Larix* ein (während sich im Tal die wärmeliebenden Elemente des Eichenmischwaldes, *Ulmus*, *Corylus* und recht früh *Tilia* in Spuren einnisteten, zuletzt auch Eichen, wenn ihr Pollen nicht vom Alpensüdfuss stammt).

*Pinus cembra*, die Arve, ist wider Erwarten so schwach vertreten, dass an eine ökologische Hemmung gedacht werden muss: feuchte oder gar nasse Böden, Neigung zu solifluidalen Bodenbewegungen. Vielleicht haben auch Kälteschwankungen jede Gehölzbesiedlung in dieser Höhe verhindert.

**Zone VI und VII, Atlantikum, 274–194 cm.** Der im Boreal eingewanderten Lärche folgte am Beginn des Atlantikums auf Motta Naluns die Fichte, die am Lai Nair, 600 m tiefer, schon tausend Jahre früher aufgetreten war. Zwar hat ihr Pollen den Föhrenpollen stark konkurrenziert, was aber noch nicht ihre Anwesenheit auf Motta Naluns beweist. Gleichzeitig hat nämlich die Lärche mächtig zugenommen und sind deutliche Spuren der Grünerle festzustellen, beides Anzeichen einer sich entwickelnden Pioniervegetation in Waldgrenznähe. In diesem Sinn sind wohl auch die kräftigen Kräuter- und Hochstauden-Zunahmen zu deuten: Rosaceen, liguliflore Compositen, Umbelliferen, *Geranium (silvaticum?)*, *Knautia*, *Dryopteris filix-mas* und *Athyrium* (auf dem Moor die *Equisetum*-Ausbreitung verbunden mit dem Rückgang von *Selaginella*, dem Zeiger niedern Rasens).

In tiefern Lagen (unterhalb des Unterengadins?) ist die Tanne (*Abies*) zugewandert (um 7500 BP) und hat sich die Ulme stärker ausgebreitet. *Alnus incana* hat fließendes Wasser bis hoch in die subalpine Stufe zu besiedeln begonnen.

**Zone VIII, Subboreal, 194–71 cm.** Dieser Profilabschnitt zeichnet sich stratigraphisch durch mehrfache Toneinschwemmung und wechselweise Reiserlagen von Weidenholz aus (vermutlich *Salix hastata*), zudem durch drei markante Lärchenmaxima (bis 12%) und eine spürbare Zunahme der Grünerlen (um 3%). Auffällig ist für diese Zeit die fast zusammenhängende Kurve der Getreidepollen (Cerealien, meist vom *Triticum*-Typ), im Tal die Zunahme der *Abies*- und *Fagus*pollen. Der Anstieg der Rosaceae, von *Selaginella* und *Juniperus* und das Erscheinen von Ericaceen spricht für Alpweidenutzung und erste Degradationserscheinungen.

Der Mensch und sein Weidevieh greifen in dieser klimatisch wahrscheinlich günstigen Zeit des Postglazials in das Gleichgewicht der subalpinen und alpinen Stufe des Unterengadins ein (5000–2500 BP/3000–500 v. Chr.).

**Zone IX, Subatlantikum, 71–0 cm.** Den tiefsten Stand des postglazialen Baumpollenanflugs (50 %) hat auf Motta Naluns die Zeit knapp vor der Römerzeit erreicht. Er dürfte im Mittelalter und in der Neuzeit noch etwas tiefer abgesunken sein, ist aber im Pollendiagramm nicht

mehr abgebildet, weil das kleine Moor um 1200 n. Chr., wohl als Folge der Nutzung des Geländes, aufzuwachsen aufgehört hat.

*Juglans*, *Cerealia* (*Triticum*, *Hordeum*, zuletzt auch *Secale*), *Urtica*, *Plantago lanceolata* und *Artemisia*-Pollen sind zuverlässige Zeiger einer intensiven Kulturtätigkeit im Tal. Der Rückgang fast aller Baumpollentypen ist als Folge der Waldvernichtung aufzufassen, die nur dort Halt machte, wo sich der Wald als Lawenschutz der Siedlungen notwendig erwies.

Das kleine Moor auf Motta Naluns an der Waldgrenze hat

- ausgesprochene Kontrollfunktion für die Vorgänge im Inntal,
- schematische Dokumentationslage für die Vorgänge an der Waldgrenze,
- Phytometerfunktion für die Klimagunst an der postglazialen Waldgrenze.

Die zwei ersten Punkte haben wir eben ausführlich besprochen. Den dritten Punkt suchen wir nach der Zuwachsrate, dem BP/NBP-Verhältnis (Baumpollen/Nichtbaumpollen) und nach der Stratigraphie auszuwerten:

Auf Grund der zahlreichen Datierungen lässt sich eine  $\pm$  zuverlässige Berechnung der Zuwachsraten durchführen. Die geringe Hangneigung des Objekts schliesst abrupte und torrentielle Störungen aus. Die Zuwachsraten in mm/100 Jahre sind in Fig. 2 dargestellt:

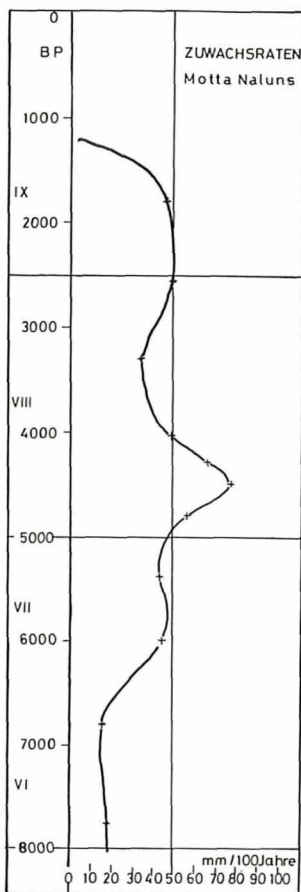


Fig. 2 Motta Naluns, 2170 m. Die Zuwachsraten des Torfs in mm/100 Jahre über die ganze Torfsäule zwischen 8000 und 1000 vor heute.

Auffällig sind die sehr geringen Zuwachsraten schon im Boreal und im älteren Teil des Atlantikums, was die Unterteilung des Atlantikums in die zwei Zonen VI und VII rechtfertigt. Gut damit korreliert ist der breite Umbelliferen-Hochstaudengipfel mit Campanulaceen und ligulifloren Compositen und der sich über 1500 Jahre erstreckende Anstieg der Fichte mit einer Erstarbung des Lärchenanteils. Wenn man die Faustregel als gültig anerkennt, dass Torfwachstum nur unterhalb der Waldgrenze ausgiebig erfolgt, darf man den Anstieg der Waldgrenze auf Motta Naluns über 2170 m hinaus für das Jahr 6200 BP annehmen, ein Datum, das in das früheste Neolithikum fällt.

Allzu überwältigend war die Hebung der frühneolithischen Waldgrenze gegenüber der heutigen Waldgrenze nicht. Vergessen wir nicht, dass die Hebung der Waldgrenze vor 6200 BP zuerst von hochmontanen Lagen in heutige subalpine Lagen erfolgte, und dass sie sich erst um 5500 BP als Lärchengipfel und verringerten NBP-Anteil im Pollendiagramm abzeichnet. Nach diesen beiden Kennzeichen ist die erste Phase höchster Hebung der Waldgrenze zwischen 5100 und 4500 BP zu legen. In diese pollenanalytisch erfasste Waldgrenz-Kulminationsphase fällt die Phase der höchsten Torfwachsraten (mit dem beachtlichen Wert von 72 mm/100 Jahre). Die Zuwachskurve kulminiert zwischen 4800 und 4200 BP.

Es ist interessant, dass der stratigraphische Abschnitt der wiederholten Weidenholzlagen (oberhalb 195 cm) fast genau um 5000 BP beginnt und bis (120 cm) 3700 BP hinauf reicht. Dieser obere *Salix hastata*-Bereich fällt auffällig mit dem Ende des zweiten und grössten *Larix*-Gipfels zusammen, damit wahrscheinlich mit dem Ende der hohen Waldgrenzen. Eine auffällige NBP-Zunahme folgt um 3500 BP.

Eine letzte stärkere Lärchenzunahme scheint in die Zeit kurz vor die subatlantische Klimaverschlechterung zu fallen (2800–2400 BP). Sie fällt im Pollendiagramm bereits in eine Phase erhöhter NBP-Werte, also in eine vorrömerzeitliche, späteisenzeitliche Kulturphase. Getreidepollen und Wegerichpollen zeugen für menschlichen und tierischen Einfluss. (Soziologisch interessant ist die Tatsache, dass *Plantago alpina* auf Motta Naluns erst von 4300 BP an nachweisbar ist: haben Weidgang und Nardetumbildung damals, im Frühneolithikum, eingesetzt?)

Jedermann denkt bei dieser klimatologischen Auswertung des Pollendiagramms an die Korrelationsmöglichkeit mit Gletscherschwankungen und mit den glaziologisch-geomorphologischen Forschungen von ZOLLER (1960), HEUBERGER (1968), PATZELT (1973), KING (1974), FURRER, LEUZINGER, AMMANN (1975), SCHNEEBELI und RÖTHLISBERGER (1976), BEELER (1977).

Wir möchten uns auf einige Bemerkungen und Hinweise beschränken. Ein Vergleich von günstig gelegenen, wohlentwickelten und gut datierten Pollendiagrammen aus verschiedenen Gegenden lässt erkennen, dass ein einziges Kriterium für Klimaschwankungen, z.B. BP/NBP-Kurve, gewisse Kräuterpollenschwankungen, gewisse BP-Dominanzwechsel (KRAL 1979) oder ein einzelnes sedimentologisches Kriterium (z.B. Sandgehalt) wissenschaftlich nicht genügen für die Aufstellung einer postglazialen Klimakurve, weil sie nicht direkt und fest korreliert sind mit dem vielgestaltigen Komplex, den wir Klima nennen und den wir das eine Mal als primäre Ursache des Pflanzenwachstums, das andere Mal als Ursache von Gletscherschwankungen betrachten. Und wir wollen nicht ermüden zu betonen, dass all diese Kriterien mindestens vom Jahr 7000 BP an vom Menschen und seinen Jagd- und Weidetieren beeinflusst sein können und sogar müssen. Für die Glazialgeschichte scheinen uns die direkten Beobachtungen im Feld zwar viel schwieriger, doch viel zuverlässiger als Fernbeobachtungen an Pollendiagrammen. Für klimageschichtliche Forschungen freilich ist Pollenanalyse hochgelegener Moore und Seen ein ausgezeichnetes Forschungsinstrument.

Wir lesen aus unserem Diagramm von Motta Naluns deshalb nur folgendes heraus:

1. Torfwachstum und Pollendiagramm lassen uns vermuten, dass auf Motta Naluns die dauernd günstigen Bedingungen für alpine Pionierpflanzen und Rasenwuchs erst zu Beginn des Postglazials um 10000 oder 9000 BP eingetreten sind.



2. Strauchartige Gehölze und Einzelbäume besetzten günstige Stellen in der alpinen Landschaft erst von etwa 8000 BP (oder gar 7000 BP) an.

3. Lichte subalpine Lärchenwälder (mit etwas Fichtenbeimischung und geringem Arvenanteil) überschritten die Höhenlage unseres Moores bei 2170 m leicht ab ca. 5300 BP bis um 2400 BP, freilich mit deutlichen natürlichen oder kulturbedingten Rückschlägen um 4400 BP, 3300 BP und 2300 BP. (Diese Feststellung deckt sich nicht übel mit der Feststellung hoher postglazialer Waldgrenzen durch PATZELT, 1973, KING, 1974, SCHNEEBELI und RÖTHLISBERGER, 1976.)

### 2.3 Grünsee, Tirol-Reschenscheideck, 1836 m

Diagramm 3, 831900/194700. 800 m östlich der Schweizergrenze bei Strada und Martina zu unterst im Unterengadin liegen zwei See- und Moorobjekte, die in der Höhenlage zwischen Lai Nair und Motta Naluns fallen: der Schwarzsee bei 1721 m und der Grünsee bei 1836 m. Beide sind auf Fusswegen von Nauders (Tirol) aus erreichbar (der Schwarzsee auf Fahrsträsschen). Beide liegen im Grenzgebiet der oberostalpinen Sediment- und Kristallin-Decken im Süden und des penninischen Unterengadiner-Fensters mit ausgedehnten Bündnerschiefern im Norden. Der Charakter der beiden Objekte und deren Namen lassen erkennen,

dass der Schwarzsee über kalkarmer Unterlage liegt und darum vorwiegend Gytja und Torfe aufweist, die zum Namen des Schwarzen Sees führten,

dass der Grünsee dagegen im Bereich von anstehenden Kalksedimenten liegt, viel Seekreideablagerungen enthält und darum den Namen eines Grünen Sees erhalten hat.

Beim Bohren im nördlichen Teil des Schwarzsees, im Latschen-Hochmoorbestand, stellte sich heraus, dass hier die Tiefe sehr beschränkt war, weshalb wir auf der Südostseite eine zweite Bohrung niederbrachten. Diese erwies sich im obersten Abschnitt als sehr wässrig, und die Problematik steigerte sich durch den Nachweis, dass eine Probe aus 148 cm Tiefe mit einem Alter von 280 Jahren BP fast an die Gegenwart heranrückte. Wir stellen deshalb das Profil vom Grünsee für die Besprechung voran:

Der Grünsee liegt in einer vom Weidgang wenig gestörten Naturlandschaft im Bereich des subalpinen Fichtenwaldes. Seine verschiedenen muldigen Abschnitte bilden ein nicht leicht überschaubares Mosaik von Wald und Moor und Wasser. Im nordöstlichen Teil des Flachmoors stellten wir *Schoenus ferrugineus*, *Pinguicula vulgaris* und *Menyanthes trifoliata* fest, auf der grösseren zentralen Fläche mit *Trichophorum caespitosum* mit wenig *Trichophorum alpinum*, *Eriophorum latifolium*, *Primula farinosa*, *Molinia coerulea*, *Carex dioica* und mit viel *Carex echinata*. *Sphagnum*-Flächen bilden gute Hochmooranflüge mit *Carex pauciflora* und hohen Bünten (*Vaccinium uliginosum*, *myrtillus* und *vitis-idaea*, *Oxycoccus palustris* und Moorlatschen - *Pinus pumilio?* -).

Wir erbohrten am 21. Sept. 1963 ca. 30 m vom Ufer des Grünsees entfernt und ca. 30 m vom begrenzenden Nordhang weg nach drei Probebohrungen mit dem Hillerbohrer folgendes Profil:

0-160 cm	dunkelbrauner Flachmoortorf
-215 cm	brauner Torf
-475 cm	hellbrauner Torf, kompakt, 415 cm, 425 cm, 468 cm Holzwiderstand, dazu Menyanthes-Samen
-487 cm	± reine Gytja geht in gelbliche Seekreide über
-518 cm	graue Seekreide

Stellen in der alpinen Land-  
 ung und geringem Arvenanteil)  
 o ca. 5300 BP bis um 2400 BP.  
 schlägen um 4400 BP, 3300 BP  
 Feststellung hoher postgla-  
 HNEBELI und RÖTHLISBERGER.

-550 cm blauer Seeton, dunkel, zäh (535-550 cm sandig)  
 -585 cm sandig-feinkiesig, schwarzgrau, Bohrhindernis

Drei C 14-Datierungen ergaben:

B-3065	138 cm tief	3880 ± 80 BP
B-3066	385 cm tief	7060 ± 90 BP
B-3067	462 cm tief	7530 ± 150 BP

ek, 1836 m

ze bei Strada und Martina zu  
 n der Höhenlage zwischen Lai  
 der Grünsee bei 1836 m. Beide  
 schwarzsee auf Fahrsträsschen).  
 l Kristallin-Decken im Süden  
 en Bündnerschiefern im Nor-  
 en erkennen,

m vorwiegend Gyttja und Tor-  
 dimenten liegt, viel Seekreide-  
 es erhalten hat.

hen-Hochmoorbekannt, stellte  
 auf der Südostseite eine zwei-  
 schnitt als sehr wässerig, und die  
 e aus 148 cm Tiefe mit einem  
 Wir stellen deshalb das Profil

aturlandschaft im Bereich des  
 schnitte bilden ein nicht leicht  
 nordöstlichen Teil des Flach-  
 und *Menyanthes trifoliata* fest.  
 m mit wenig *Trichophorum al-*  
*ulea*, *Carex dioica* und mit viel  
 tüge mit *Carex pauciflora* und  
*aea*, *Oxycoccus palustris* und  
 sees entfernt und ca. 30 m vom  
 m Hillerbohrer folgendes Pro-

cm Holzwiderstand, dazu

Das schöne Profil ist nach Pollenanalysen und nach C 14-Datierungen bis zum Beginn des Atlantikums (um 8000 BP) recht langsam gewachsen (ca. 23 mm/100 Jahre). Mit dem Beginn der Gyttjaablagerung und der Einwanderung der Fichte um 7800 BP setzte ein beschleunigtes Wachstum ein (gegen 150 mm/100 Jahre), offenbar als Folge völlig veränderter klimatischer Verhältnisse. Der Zuwachs stabilisierte sich von 7000 BP bis ca. 2000 BP auf nahe 70 mm/100 Jahre, um dann auf Null abzusinken (veränderte hydrologische Verhältnisse?).

Wir besprechen das Pollendiagramm nach den nur annähernd datierten Chronozonen:

#### Zonen II und III des Spätglazials, Alleröd und Jüngere Dryas, 585-518 cm.

Als Ganzes ist dieser Spätglazialabschnitt durch eine kräftige *Artemisia*-Silhouette und durch schöne *Juniperus*-, *Ephedra*- und *Hippophaë*-Kurven ausgezeichnet, die der Länge von 70 cm wegen nicht einfach als Endphase der Jüngern Dryas (III) bezeichnet werden können. In diesem Fall stellt der Abschnitt die ganze Jüngere Dryas dar. Dagegen ist einzuwenden, dass die frühesten ruhigen Sedimente auf 1836 m nicht just in einer Kaltphase gebildet wurden, dass Eisfreiwerden und Sedimentationsbeginn am Grünsee am wahrscheinlichsten im Alleröd begonnen haben und in der Jüngern Dryas nicht mehr gestört wurden. Die gute Pollenfrequenz, die früh einsetzenden *Juniperus*-Spaltöffnungen, die erhöhten *Hippophaë*- und *Betula*-Werte der Basisproben unterstützen diese Auffassung. Auch sprechen Farnsporen (*Dryopteris*-Typ), *Selaginella*, *Botrychium* und Wasserpflanzenspuren (*Pediastrum*, *Filipendula*, *Potamogeton* und *Sparganium*) nicht für eine Kaltphase, sondern für eine günstige spätglaziale Warmphase.

Wir halten die Feststellung als gesichert, dass im Nationalparkgebiet in der subalpinen Stufe die Dauerschneedecke im Bölling-Alleröd-Interstadial entgültig verschwunden und durch eine alpine Rasenstufe mit vereinzelt Wacholder- und Weiden-Kleinsträuchern ersetzt worden ist. Hingegen sind wir der Meinung, dass ein Grossteil des festgestellten Pollenniederschlags als Fernflug zu betrachten ist: die ganze Masse von *Pinuspollen*, *Picea*- und *Larix*-Pollen (soweit sie nicht eher als bohrrerverschleppt aufzufassen sind), ein grosser Teil des *Betula*-Pollens und des Pollens von Kräutern wie *Artemisia* und Gramineen.

Wo die Grenze II/III liegt, ist aus Gründen einer unruhigen Ablagerungsdynamik unsicher.

#### Zone IV, Präboreal, 518-498 cm

Das Präboreal scheint auf der Höhe des Grünsees durch hohe *Betula*-Werte ausgezeichnet (wie am Lai Nair bei 1546 m?). Die hohen *Artemisia*-Werte der Kältesteppe gehen auf minimale Werte zurück. In diesen Abschnitt fällt die Zuwanderung der Lärche, vorerst noch als Fernflug oder Nahflug, fallen auch die ersten Notierungen von *Pinus cembra*-Pollen (Arve). Gesicherte Fernflugsuren von EMW-, *Corylus*-, *Alnus*-Pollen aus den Tälern erreichen den Grünsee.

**Zone V, Boreal, 498-475 cm**

Die Wiederherstellung postglazialer Wälder erreicht den Grünsee: *Pinus (mugo? silvestris?, cembra)* bildet zusammen mit *Larix* lichte Gehölzbestände, die die Grasfluren verdrängen, Hochstaudenfluren begünstigen (*Heracleum*, *Geranium*, Campanulaceen, *Valeriana*) und Strauchartige wie *Lonicera*, *Populus tremula*, Weiden aufkommen lassen.

Die Waldgrenze hat die Höhe von 1836 m überschritten.

**Zone VI und VII, Atlantikum, 475-230 cm**

Wie wenn sie vor der Haustüre gewartet hätte, wandert *Picea*, die Fichte oder Rottanne, mit dem Jahr 8000 BP am Grünsee in die Landschaft ein, verdrängt Föhren, Birken und Lärchen und wird bereits um 7400 BP zur dominanten Holzart der subalpinen Stufe am Grünsee. In der Übergangphase hat die Lärche beträchtliche Werte (um 10%) erreicht und war die Arve etwas stärker vertreten (ohne allerdings hervorzutreten).

Unter dem Einfluss vermehrter Niederschläge entwickelten sich die flutenden Wasserpflanzen kräftig: *Potamogeton*, *Menyanthes*, *Sparganium* und sogar *Nymphaea*. Hochmoorrassen und Büten bildeten sich, Ericaceen-Zwergsträucher und Rohhumusgesellschaften (*Arctostaphylos*, *Calluna*, *Lycopodium*, *Melampyrum*).

**Zone VIII, Subboreal, 230-ca.30 cm**

Mit dem Jahr 5000 BP (oder gar 6000 BP) scheinen sich Kultureinflüsse nach oben mehr und mehr abzuzeichnen, ohne den Wald je völlig zu vernichten (freilich reicht das Diagramm nur bis an die Römerzeit heran).

*Alnus non-viridis* nimmt mächtig zu. *Alnus viridis* kommt jedoch nirgends zur Dominanz. In Spuren ist die Grünerle durch das ganze Postglazial nachweisbar, sicher von 495 cm an aufwärts; sie wird, wie in Motta Naluns, nie dominant.

Sicher könnten im Grünsee selbst die jüngsten Schichten, die subatlantischen, erbohrt werden. Die Frage ist nur, wie das technisch durchzuführen wäre: im Sommer müsste man über ein Floss verfügen, im Winter müsste zum Bohren vom Eis aus ein Zugang durch den hohen Schnee gebahnt werden. Sehr eindrücklich ist die volle Entwicklung eines Moorees und eines Moores mit Hochmooranflug in 1836 m Höhe mitten im subalpinen Wald, während in Motta Naluns in 2170 m Höhe im Bereich der Waldgrenze bloss ein Quellmoor zur Entwicklung gelangte.

**2.4 Schwarzsee, Tirol-Reschenscheideck, 1721 m**

Diagramm 4, 831800/195450. Allgemeine Angaben sind für Grünsee und Schwarzsee bereits gemacht worden. Der Fichtenwald am Schwarzsee scheint dem Piceetum subalpinum zuzugehören, das CAMPBELL & TREPP (1968) erwähnen: viel *Vaccinium myrtillus* und *V. vitis-idaea*, *Lycopodium annotinum*, *Melampyrum silvaticum*, *Calamagrostis villosa*, *Dryopteris austriaca dilatata*, *Deschampsia flexuosa*, *Galium boreale*, dazu *Rhododendron ferrugineum* und *Calluna vulgaris*. Hier und da sind ihm die hohe Engadinerföhre, *Larix* und *Pinus cembra* beigemischt.

Die erste Bohrung im Latschenhochmoor am Nordende des Sees ergab nur ein Profil von 195 cm Torf. Die zweite Bohrung am Südostende des Sees auf einem Schwingrasen, 1 m vom Wasserrand und 15 m vom festen *Carex fusca (nigra)*-*Molinia*-Flachmoorrand, erlaubte eine Bohrtiefe von 530 cm:

Grünsee: *Pinus (mugo?)*.  
 Stände, die die Grasfluren ver-  
 um, Campanulaceen, *Valeria-*  
 aufkommen lassen.

0-125 cm	wässriger Fasertorf (pH 5,0)
-330 cm	Fasertorf und Gytja, wässrig (pH 5,3), 290 cm Baumstamm
-435 cm	gallertartiger Dy (420-435 cm sehr dunkel, pH 5,7)
-460 cm	toniger Dy (pH 5,8)
-530 cm	Seeton mit Kies, unten fast reiner Kies, Bohrwiderstand

Am rein organischen Material des Profils wurden vier Altersbestimmungen durchgeführt:

B-3174	148 cm tief	280 ± 80 BP
B-3173	341 cm tief	6460 ± 80 BP
B-3068	400 cm tief	8870 ± 130 BP
B-3172	441 cm tief	10020 ± 130 BP

Sie zeigen, dass der Schwarzsee über das ganze Postglazial ein schwach saurer Mooresee war. Die organischen Ablagerungen scheinen am Beginn des Präboreals, knapp vor dem Jahr 10000 BP, eingesetzt zu haben.

#### Zonen I, II, III, das Spätglazial, 530-ca. 440 cm

Der Diagrammabschnitt stimmt vorerst weitgehend mit dem entsprechenden Abschnitt vom Grünsee überein, ist aber (trotz ähnlicher Mächtigkeit: 90 cm) besser moduliert und weist im oberen Teil fast keinen bohrrerverschleppten Sekundärpollen auf.

Scharf hebt sich der Abschnitt der Jüngern Dryas (480-440 cm) durch NBP, *Artemisia* und *Ephedra*, doch auch durch *Juniperus*, *Hippophaë* und *Salix* heraus (vergl. auch die Kräuter der Kältesteppe).

Damit sticht auch der Allerödabschnitt (510-480 cm) mit seinem hohen Baumpollenprozent (*Pinus!*) und dem Mangel an Kräutern und Kältesteppenarten bei guter Pollenfrequenz gut hervor, ja, geht in den kiesigen untern Teilen, die von Hand nicht weiter erbohrbar waren, sogar für einige Dezimeter in den Böllingabschnitt über. Dieser ist zwar wahrscheinlich unbewaldet, doch eine ausgesprochene Pionierphase, keine Kaltphase.

Das Profil und Diagramm Schwarzsee zeigt uns beim Vergleich mit Lai Nair, dass der *Pinus*-Wald im Bölling-Alleröd-Interstadial den 175 m höher gelegenen Schwarzsee erreicht hat, während nach dem Profil vom Grünsee, nochmals 115 m höher, in 1836 m Höhe die Waldgrenze überschritten war.

#### Zone IV, Präboreal, 440-405 cm

Während das Alleröd durch keine wesentliche *Pinus cembra*-Zunahme ausgezeichnet ist, zeigt das Präboreal eine starke Arvenzunahme und, um 9600 BP, *Larix*-Einwanderung (wie am Lai Nair). Dadurch erhebt sich die Frage, ob der *Pinus*-Gipfel des Alleröds am Schwarzsee nicht doch ein Fernflugprodukt ist, d.h. die Waldgrenze im Alleröd zwischen Schwarzsee und Lai Nair zu legen ist. Während am Lai Nair Bölling und Alleröd durch *Pinus*-Spaltöffnungen ausgezeichnet ausgewiesen sind, sind *Pinus*-spalten am Schwarzsee äusserst spärlich, selbst im Präboreal. Eine einzige *Pinus*-spalte fällt ins Alleröd. Wir neigen dazu, sie als Ausweis für *Pinus*-vorkommen am Schwarzsee als positives Indiz gelten zu lassen, besonders im Hinblick auf die Konkurrenzwirkung von *Pinus* auf viele Gehölze und Kräuter.

Im Präboreal verschwinden die Kältesteppelemente fast ganz.

**Zone V, Boreal, 405-380 cm**

Mit dem Boreal geht der Schwarzsee in einen reinen Dy-See über, d.h. in einen See, der fast ohne Vegetation blieb und sein organisches Sediment als Humus-Gel aus dem Sickerwasser der Umgebung bezog. Birke, Arve und Lärche waren neben vereinzelt Föhren die Hauptholzarten, während bereits die ersten *Picea* einwanderten.

**Zone VI und VII, Atlantikum, 380-300 cm**

Wenig nach 8000 BP breitete sich die Fichte mächtig aus, so dass sie rasch zur dominanten Holzart wurde. *Pinus cembra* blieb wichtige Nebenholzart, während *Larix* stark zurücktrat. Gegen das Ende des Atlantikums breitete sich *Alnus viridis* stark aus.

**Zone VIII, Subboreal, 300-220 cm**

In diese Phase stärkster Pollenanwehung von *Abies*- und *Fagus*-Pollen aus tiefen Tallagen fällt die stärkste *Alnus viridis*-Ausdehnung am Schwarzsee. An Kulturpollen lassen sich verschiedene *Plantago*-Arten feststellen und einige vorläufig unerklärliche *Vitis*-Pollen. *Veratrum* kann als Zeichen des Weidgangs aufgefasst werden.

**Zone IX, Subatlantikum, 220-140 cm**

Bei leicht erhöhtem NBP-% kann von einer Waldzerstörung nicht gesprochen werden. Der Rückgang der Grünerle, die Dominanz der Föhre (Waldföhre?) mit relativ starkem *Viscum*-Befall, die durchgehende Cerealia-Kurve lassen auf Kultureingriffe schliessen.

Völlig unerklärlich, wahrscheinlich eine jüngste Einrutschung, stellt der oberste Abschnitt des Profils dar, die obersten 140 cm, der Schwingrasen. Uns ist über künstliche Niveauänderungen des Seespiegels nichts bekannt, ebensowenig über Ufereinbrüche. Der eigentümliche NBP-Gipfel bei 90-70 cm mit sehr hohem Cyperaceen-Anteil könnte Ausdruck einer Störerscheinung sein.

KRAL (1979) hat im gleichen Schwarzen See nahe der Reschenscheideck (1730 m) ebenfalls gebohrt und ein Diagramm publiziert. Seine Bohrung reichte mit 380 cm Tiefe ins Boreal hinunter und ergab für die Fichtenzuwanderung ein Alter von ca. 8000 BP (wie bei uns). Im obersten Abschnitt findet sich jedoch keine Störung.

## 2.5 Dossaccio bei Bormio, Veltlin, 1730 m

Diagramm 5, 822520/150550. Auf der Suche nach vegetationsgeschichtlich aufschlussreichen Objekten im Umkreis des Schweizerischen Nationalparks machte mich 1961 Dr. ERNST FURRER auf einige Moore im Bormiesischen aufmerksam. Das weitaus wertvollste Objekt der Gegend ist wohl das Moor von Dossaccio, 3 km westlich Bormio, auf 1730 m Höhe. Es scheint lokal unter dem Namen Paluccio d'Oga bekannt zu sein. Es handelt sich um ein langgezogenes Hochmoor in Sattelage hart westlich der alten Festung (Forte) von Dossaccio, die aus der Zeit vor dem ersten Weltkrieg stammt und dem Hochmoor, unbeabsichtigt, über Jahrzehnte Schutz bot. Heute ist das seltene Moor von Wintersporteinrichtungen und Ferienhäusern bedroht. FURRER gibt nach mündlicher Überlieferung von ANZI, CORNAZ und LONGA typische Hochmoorarten an wie *Carex pauciflora*, *Andromeda*, *Oxycoccus*.

Das Moor ist von Sta. Lucia (1171 m) aus über Oga (1474 m) auf altem Militärsträsschen mit Auto erreichbar. Bormio liegt am Südrand der Dolomitberge, die den Hauptteil des Nationalparks bilden, an der Stelle, wo die Adda aus ihrer wilden Steilschlucht in die Talerweiterung tritt, die durch die Seitentäler des Valdidentro von Westen und des Valfurva von Osten betont wird. Der Talboden von Bormio wird durch einen (postglazialen?) Bergsturz (vergl. FURRER 1963) verbreitert und geformt, der vermutlich von der nordöstlich aufstrebenden Cima di Reit abbrach und den Prallhang unter Dossaccio bis in 1550 m Höhe mit Blöcken übersäte. Es ist unwahrscheinlich, dass er unser Moorgebiet irgendwie beeinflusst hat. Zudem kann sein Alter ebensogut spätglazial sein: FURRER glaubt nur, das Fehlen von deckenden Moränenspuren feststellen zu können, glaubt auch, dass das Becken von Bormio von mächtigen Gletschern ursprünglich ausgehobelt worden ist. Es liegt tektonisch im Kristallingebiet der Ostalpinen Decken.

Das Moor entwässert sich nach Süden und ist dort stellenweise nass und von einem tiefen Abzugsgraben durchschnitten. In jüngster Zeit (kurz vor 1975) ist ca. 70 m nordwärts ein Fahrsträsschen quer durch das Moor durch Materialaufschüttung direkt auf den Torfkörper erstellt worden, das den Südlichen Teil abtrennt und verunstaltet. Nordwärts ist das Moor eine Strecke weit gut erhalten, hat Hochmoorcharakter mit randlichem Birken- und niederm Wald-föhrenbestand. Das Hochmoor ist 60–100 m breit und 150–200 m lang, im nördlichen Teil mit Abtorfungsspuren, nordwärts durch moränenartige Wälle begrenzt.

Der Westabhang längs des Moores liefert kalkhaltiges Wasser und ist damit schuld an der Ausbildung eines randlichen Laggs. Mitte und Ostteil (gegen das Forte zu) sind Hochmoor mit Bulten und lichtem *Pinus silvestris*-Bestand (wenig über mannshoch) mit *Calluna*, *Vaccinium uliginosum*, *Vaccinium Vitis-idaea*, *Andromeda polifolia*, *Carex pauciflora*, *Carex canescens*, *Eriophorum vaginatum*.

Die Bohrung I erfolgte im mittlern und mehr nördlichen Teil, 16 m westlich des Fahrweges am Fuss des Forte. Es scheint nicht ausgeschlossen, dass eine oberflächliche Schicht vor langer Zeit abgetorft worden ist, schneidet die Datierungslinie die Oberfläche doch bei ungefähr 1100 BP. Tatsächlich findet sich am Fuss des Forte, 1,5 m über dem Niveau des Weges, ein kleiner Torfrest, der als Zeuge einer höhern Mooroberfläche aufgefasst werden kann.

Unsere Bohrungen II und III erfolgten im Bereich der breitesten und gehölzarmen Moorpartie, ca. 30 m nördlich des neuerstellten Querweges. Der tonige Untergrund der Moorrinne scheint 40–50 m westlich des Fahrsträsschens unterhalb des Forte seine tiefste Lage aufzuweisen und beidseitig relativ rasch anzusteigen. Das ziemlich abrupte Tiefenprofil zwang uns, das Objekt drei Mal aufzusuchen, um jeweils Ergänzungsbohrungen vorzunehmen (die drei Bohrungen 1963, 1975 und 1979 werden als Profil I, II, III bezeichnet).

Profil I:	0–100 cm	dunkler Hochmoortorf
	-165 cm	heller Hochmoortorf
	-285 cm	dunkelbrauner Torf mit Holz bei 240, 245, 260, 285 cm
	-425 cm	hellbrauner Torf, Holz bei 320 cm
	-530 cm	dunkelbrauner Torf mit roten Reisern
	-540 cm	heller und dunkler Torf mit Reisern und Rinde
	-590 cm	brauner, wässriger Torf mit gröbern Reisern
	-600 cm	Holzstamm, darunter Kies und Steine, Bohrwiderstand

Wahrscheinlich finden sich hier die Spuren einer Lawinen- oder Wildwasser-Überschüttung.

Profil II:	0–200 cm	<i>Sphagnum</i> -Torf, mehrfach mit feinen Reisern ( <i>Oxycoccus</i> )
	-550 cm	wässriger, faseriger <i>Sphagnum</i> -Torf

- 700 cm ähnlich, bei 600-632 cm mit *Scheuchzeria*-Fasern und mehrfach mit *Menyanthes*-Samen
- 850 cm dunkelbraune Gytjtja
- 896 cm Tongyttja, bei 865 cm Steinchen
- 900 cm Ton

- Profil III: 850-855 cm tonarme Gytjtja, braun  
 855-870 cm braungraue Tongyttja  
 870-885 cm graublauer Ton  
 885-930 cm wässrige Kies-Sand-Ton-Masse  
 bei 930 cm grober Steinwiderstand

Das ungewöhnlich tiefe Moor wurde an fünf Stellen altersbestimmt:

Profil I	B-3072	213 cm tief	3450 ± 80 BP
	B-3073	413 cm	4910 ± 80 BP
	B-3074	588 cm	7220 ± 60 BP
Profil II	B-3175	756,5 cm tief	7960 ± 130 BP
	B-3176	851 cm	8190 ± 130 BP

Die Datierungskurve verläuft im Bereich der Gytjtja unerwartet steil, ohne dass wir den Verlauf als fehlerhaft bezeichnen können. Tiefere Fixpunkte haben wir aus den pollenanalytischen Ergebnissen abgeleitet.

#### Zone II, Alleröd, Profil III unterhalb 900 cm

Dieser Abschnitt ist zwar nur durch zwei Proben belegt, weil das übrige Profilmaterial durch Sekundärmaterial verunreinigt war. Doch sind die niedrigen *Artemisia*- und *Rumex*-Werte und die erhöhten Werte von Baumpollen, *Pinus*, ligulifloren Compositen und Cyperaceen, verglichen mit den Werten im hangenden Stück der Jüngern Dryas, so hinweiskräftig, dass an der Richtigkeit unserer Einstufung kaum zu zweifeln ist. (Leider ist Profil III, entgegen unserer Absicht, ein Stück zu weit gegen den Westhang der Sattelrinne erbohrt worden, so dass es den tiefsten Punkt gerade verfehlte.)

#### Zone III, Jüngere Dryas, Profil III, 900-855 cm

Ganz eindeutig ist in unserem Diagramm die Kaltphase der Jüngern Dryas abgebildet: *Artemisia*, *Rumex*, *Helianthemum*, *Ephedra*, *Juniperus*, *Hippophaë* (z.T. auch *Betula*) zeichnen sich durch so konstante und hohe Werte aus, dass die rückläufige Tendenz des BP, von *Pinus* und speziell von *Pinus cembra* und *Larix* eindeutig als ökologisch ungünstige Erscheinung des Spätglazials aufgefasst werden muss.

Diese klare phytometrische Entwicklung lässt folgenden Schluss zu: Im warmen Spätglazial-Interstadial Bölling-Alleröd haben *Larix*, *Pinus cembra* und wahrscheinlich *Pinus silvestris* über die tiefen Talausgänge des Südalpenhanges die sonnigen Hänge der Südalpen bis in Höhen von 1700 m erreicht. SCHNEIDER (1978) hat am westlichen Südalpenrand zwischen Turin und Varese *Larix* bereits in der Aufwärmphase vor Bölling nachweisen können. In ähnlicher Höhenlage wie Dossaccio haben ZOLLER & KLEIBER (1971) in Suossa (Misox) wesentliche Vorkommen von *Pinus cembra* und Spuren von *Larix* bereits im Alleröd festgestellt (ev. früher, je nach Einstufung der basalen Abschnitte). Die Befreiung von Schnee und Eis muss mit grosser Wahrscheinlichkeit vor das Bölling eingestuft werden.

Als auffällige Erscheinung ist zu werten, dass in der Jüngern Dryas eine Anzahl typischer Hochstaudenarten die Höhen um Dossaccio besiedelten. Zusätzlich beweist die grosse Zahl von *Larix*-Spaltöffnungen, dass Dossaccio auch in der Jüngern Dryas nicht über die Waldgrenze geraten war.

EMW-Pollen, *Alnus* und *Corylus* fassen wir als Fernflug oder Bohrererschleppung auf.

#### Zone IV, Präboreal, Profil III, 855–850 cm, Profil II 900–890 cm

So unsicher die Ergebnisse an der Nahtstelle der zwei Profile III und II sind, ist wahrscheinlich, dass der Baumpollenanstieg durch Höhersteigen und Ausbreiten von *Pinus silvestris*, *Pinus cembra*, *Larix* und *Betula* bewirkt wurde. Im Tal scheinen sich die wärmeliebenden Elemente noch nicht wesentlich angesiedelt zu haben.

#### Zone V, Boreal, Profil II, 890–780 cm

Der *Pinus*-Fernflug aus dem Tal wird im Verlauf dieser Phase durch Arvenzunahme, *Alnus incana*-Einwanderung und schliesslich erste Fichten-Einwanderung konkurrenziert. Im Tal erobern die trockenwarmen und mesophytischen Gehölzelemente *Quercus*, *Tilia*, *Ulmus*, *Corylus*, *Fraxinus*, einen geringen Anteil am Wald, den sie als Fernflug in Dossaccio über das ganze Postglazial mit 3–5% behalten. Auffällig ist in den ältern Abschnitten von Dossaccio ein relativ hoher Gehalt von *Tilia*.

Den Zeitpunkt der Fichteneinwanderung legen wir nach den Datierungen unseres Diagramms auf 8100 BP.

#### Zonen VI und VII, Atlantikum, Profil II 780–680 cm, Profil I 600–425 cm

Die Vegetationsverhältnisse zeigen im ersten Abschnitt (ca. 8000 bis 7000 BP) Einwanderung von *Picea* und strenge Konkurrenz zwischen *Picea* und *Pinus* bei gleichzeitig relativ hohem Anteil der Gehölze an *Alnus incana* und, in trockeneren Lagen, von *Pinus cembra* und *Larix*. Im jüngern Atlantikum dominiert auf Dossaccio in hohem Ausmass *Picea*, während in hochmontanen Lagen *Abies* eine geringe Rolle zu spielen beginnt. *Pinus cembra* und *Larix* sind wohl nur in hohen Lagen von Bedeutung und sind in Dossaccio fast ganz durch die Fichte verdrängt.

Wälder und Moor zeigen Reifungs- und Versauerungstendenzen (*Pteridium*, *Athyrium*, *Calluna*, *Sphagnum*). Das Moorobjekt ist im Atlantikum zu einem üppig bewachsenen Moorsee geworden mit viel *Potamogeton*, *Typha*, Cyperaceen, im ältern Teil mit reichlich *Myriophyllum spicatum*.

#### Zone VIII, Subboreal, Profil I 425–140 cm

Im Subboreal (5000–2500 BP) finden wir die ersten Anzeichen von Kulturmassnahmen: leichte Rodungen, Lichtung des Piceawaldes, vermehrtes Auftreten von *Alnus viridis*, geringe *Fagus*-Spuren, stark fortschreitende Verlandung des Moores, starke Zunahme der ligulifloren Compositen (*Leontodon* und *Crepis* der Weideflächen?), *Urtica*, erste Spuren von *Cannabis*, Cerealien, *Plantago lanceolata* noch vor Beginn der Römerzeit. Die Verheidung von Wald und Moor nimmt zu: *Vaccinium*, *Rhododendron ferrugineum*.

#### Zone IX, Subatlantikum, Profil I, 140–0 cm

Entwaldung und Beweidung machen Fortschritte. Der Rückgang der Fichte ist sehr stark, die Ausbreitung der Grünerle bedeutend. In den hochmontanen Waldungen verschwindet die



Weisstanne fast ganz. Die Buche gewinnt Wuchsplätze, ohne waldbildend aufzutreten. *Juglans*, *Castanea*, *Cannabis*, *Cerealia*, *Plantago lanceolata*, *Linum* und *Vitis* verkünden breite Kulturtätigkeit, ebenso die auffällige Zunahme der Ruderalflora.

Das Übergangsmoor wird zum Stillstands-Hochmoor, verheidet und bestockt sich mit Birken und Waldföhren. Es ist seit dem Mittelalter kaum mehr gewachsen und wurde in der Neuzeit an mehreren Stellen abgetorft (nördliche Teile, die offenbar einen guten, schnellgewachsenen Hochmoortorf aufwiesen).

## 2.6 II Fuorn, Nationalpark, 1805 m

Diagramm 6, 812050/171670. Das einzige Moorobjekt des eigentlichen Nationalparkgebietes liegt ungefähr 200 m südlich des Hotels II Fuorn und südlich der Strasse und des Baches (Ova del Fuorn). Es liegt auf dem untersten Hangfuss des Munt la Schera, wenige Meter über dem Ofenbach. Seine Lage ist auf der Vegetationskarte des schweizerischen Nationalparks von CAMPPELL & TREPP (1968) gut sichtbar. Diese Autoren bezeichnen es als Hochmooranflug mit *Sphagnum fuscum*, *Carex pauciflora*, *Eriophorum vaginatum* und *Oxycoccus microcarpus* innerhalb eines ausgedehnten Kalkflachmoor-Rasens (*Caricetum davallianae*). Dieser Hang- und Grenzlage entspricht das Bohrprofil: mehrere Wechsel von Torf und kalkhaltigem Überführungsschutt, wohl teilweise als Aufwuchs- und Stillstandsphasen, z. T. als grobe Störphasen zu deuten.

Das kleine Moor hat eine besondere Bedeutung durch den Waldreichtum der Südhänge (*Erico-mugetum caricetosum humilis*) und der Nordhänge (*Rhododendro-Vaccinietum cembretosum*). CAMPPELL & TREPP (1968, S.28) beschreiben ihn zusammenfassend: «Der Lärchen-Arvenwald am Nordhang des Munt la Schera gehört zu den eindrucklichsten Waldbeständen des Nationalparks.» Die Autoren weisen aber auf schwere Störungen und Regenerationerscheinungen hin: «Auf dem Fussweg von II Fuorn nach Alp la Schera durchschreiten wir auf ausgedehnten Flächen die *Pinus mugo*-Variante der Assoziation. Der Baumbestand wird von der aufrechten Bergföhre gebildet, die infolge des reichlichen Angebots von *Pinus mugo*-Samen aus der Umgebung wahrscheinlich nach Kahlschlag oder Brand zur Pionierholzart wurde. Die Vegetationsentwicklung ist aber durch die aufkommenden Jungarven eindeutig gekennzeichnet.»

Ob der ganze Nordhang des Munt la Schera von der Ofenstrasse bei 1800 m bis an die Waldgrenze bei 2200 m einheitlich als Lärchen-Arvenwald zu taxieren ist, werden wir an Hand des Pollendiagramms diskutieren (davon sind auch die Autoren offenbar nicht voll überzeugt).

Über die Geschichte der Holznutzung sind wir in diesen abgelegenen Waldungen schlecht orientiert. Wohl wissen wir über den geschichtlichen Teil des Eisenerzabbaus seit dem 12. oder 14. Jahrhundert durch SCHLAEPFER (1960) vieles, mehr freilich über die Erzgewinnung und die Verhüttung als über die Gewinnung von Holzkohle. Offenbar standen gewaltige Holzreserven zur Verfügung, die nachhaltig und kaum pflegerisch genutzt wurden. Diese Kahlschlagnutzung der Wälder erstreckte sich urkundlich vom 14. bis zum 17. Jahrhundert mit kleinern Unterbrüchen, die aber mehrmals überbrückt wurden durch die Übernahme fremden Erzes zur Verhüttung auf Grund der reichen lokalen Holzkohleversorgung.

Worüber wir aber kaum orientiert sind, ist die frühgeschichtliche Erzgewinnung und Waldnutzung. Warum sollte das erste Schmelzen von Eisenerz hier nicht auch im ersten Jahrtausend vor Christi Geburt stattgefunden haben? Entsprechende Erzverhüttung und Waldnutzung ist in den mittelalterlichen Eisengewinnungsregionen von Tirol (speziell Nauders) und von Bormio zu vermuten. (Von nicht geringem Einfluss auf den Holzabbau war in vorge-schichtlicher Zeit auch der Salzabbau in Hallstatt.)

waldbildend aufzutreten. *Ju-*  
*um* und *Vitis* verkünden breite  
ra.

det und bestockt sich mit Bir-  
achsen und wurde in der Neu-  
einen guten, schnellgewachse-

005 m

gentlichen Nationalparkgebie-  
h der Strasse und des Baches  
la Schera, wenige Meter über  
reizerischen Nationalparks von  
en es als Hochmooranflug mit  
nd *Oxycoccus microcarpus* in-  
davallianae). Dieser Hang-  
Torf und kalkhaltigem Über-  
sen, z.T. als grobe Störphasen

Waldreichtum der Südhänge  
mododendro-Vaccinietum cem-  
mmenfassend: «Der Lärchen-  
drücklichsten Waldbeständen  
örungen und Regenerationser-  
Schera durchschreiten wir auf  
a. Der Baumbestand wird von  
n Angebots von *Pinus mugo-*  
der Brand zur Pionierholzart  
enden Jungarven eindeutig ge-

se bei 1800 m bis an die Wald-  
n ist, werden wir an Hand des  
enbar nicht voll überzeugt).

gelegenen Waldungen schlecht  
enerzabbaus seit dem 12. oder  
ber die Erzgewinnung und die  
anden gewaltige Holzreserven  
wurden. Diese Kahlschlagnut-  
Jahrhundert mit kleineren Un-  
übernahme fremden Erzes zur  
g.

che Erzgewinnung und Wald-  
nicht auch im ersten Jahrtau-  
Erzverhüttung und Waldnut-  
Tirol (speziell Nauders) und  
den Holzabbau war in vorge-

Der Hochmooranflug bei Il Fuorn lieferte trotz Hanglage nach mehreren Probebohrungen ein Profil von 280 cm Tiefe:

0- 35 cm	schwarzer, stark zersetzter Torf
- 37 cm	graue tonige Einschwemmung
- 48 cm	brauner Flachmoortorf
- 50 cm	graue Einschwemmung
- 70 cm	torfig-tonig
-124 cm	tonig-sandig-torfig
-150 cm	grau, kiesig, zu unterst organisch
-235 cm	schwarzbrauner Torf
-281 cm	braungraues Mischmaterial, Sand-Kies-Torf
-285 cm	Sand und Kies/Bohrwiderstand

Angesichts der Einmaligkeit torfiger Ablagerungen im Nationalpark wurden drei C 14-Datierungen ausgeführt:

B-405	112 cm tief	4100 ± 100 BP
B-406	168 cm	5410 ± 100 BP
B-407	226 cm	6490 ± 100 BP

Sie zeigen, dass das Torfprofil recht weit zurückreicht, bei der beschränkten Zuwachsrate und den reichlichen Einschwemmungen von mineralischem Material jedoch mehrere Stillstandsphasen aufweisen dürfte. Wir dürfen annehmen, dass die Torfbildung um 8000 BP mit der feuchtern Klimaphase des Atlantikums begonnen hat. Kleine Erlen-, Birken- und Lärchen-Gipfel dürften die erste natürliche Bewaldung anzeigen. In diesem Moment scheint bei Il Fuorn die Fichte in die vorhandenen Bergföhrenwälder eingewandert zu sein. *Picea* scheint bis zum Jahr 4000 BP auf diesen nordexponierten Hängen eine sehr wesentliche Rolle gespielt zu haben (20-30% neben 55-65% *Pinus*-Pollen). Sie spielt im Gebiet der Spölschlucht noch heute weit hinauf eine sehr wesentliche Rolle (CAMPELL & TREPP 1968), während sie im Bereich des Fuornbachs heute fast fehlt. Dürfen wir darin nicht die Wirkung wiederholter Kahlschläge (und Brände) der jüngern prähistorischen Zeit erkennen? Nach 3000 BP erreicht hier die Fichte nur noch Werte zwischen 4 und 10% (*Pinus* 70-80% bei 6-17% NBP!).

Wenn wir hinzunehmen, dass der Arvenpollen (*Pinus cembra*) im ganzen erfassten Postglazial maximal kaum 8% erreicht hat, müssen wir die bioklimatische Situation seit 8000 BP am Nordhang des Munt la Schera folgendermassen charakterisieren: reduzierte Insolation und die vielen Quellaustritte haben im Atlantikum die Fichte in den untern subalpinen Lagen sehr begünstigt. Die zunehmende Kontinentalität des Subboreals und die Störungen durch Kahlschlag und Brand haben in der jüngern prähistorischen Zeit die aufrechte Bergföhre einseitig gefördert. Die Arve hat vermutlich vorwiegend in den Hochlagen eine bedeutende Rolle gespielt. Für starke künstliche Lichtungseinflüsse sprechen seit 3000 BP die relativ hohen *Larix*- und *Alnus*-Werte (dazu die hohen *Selaginella*-Prozente um 3000 BP). Die stärkere Ericaceen-Verheidung fällt am Bohrpunkt in diese Zeit. Brandspuren fanden sich bei 60, 80 und 100 cm Tiefe. Präzise Einschwemmungen finden sich in jüngerer Zeit bei 50 und 37 cm Tiefe.

## 2.7 Juf Plan, 2225 m

Diagramm 7, 815950/167650. Wir suchten in den frühern Jahren unserer Untersuchungen immer wieder nach hochgelegenen Torfarchiven und fanden solche abermals nicht im Parkgebiet. Wir versprachen uns einiges von der grossen Sumpffläche auf Juf Plan (oder Jufplau nach der neuen Landeskarte). Man erreicht dieses hochgelegene Nassgebiet von der Ofenstrasse aus über Alp Buffalora. Die kleine Ebene erstreckt sich über 800 m in nordsüdlicher Richtung und 100-200 m in westöstlicher Richtung.

Im mittlern Ostteil, nahe den kleinen Felspartien, erreichten drei Probebohrungen nur 60 cm Tiefe mit vorwiegend tonigen Sedimenten. Im nordwestlichen Teil am Fuss der grossen Geröllhalde entnahmen wir ein Profil, das nicht viel tiefer reicht:

0-37 cm	Flachmoortorf
-40 cm	tonige Einschwemmung
-65 cm	Flachmoortorf
-67 cm	Ton, Sand, Kies/Bohrwiderstand

Auf der Sumpfebene, die vom Bach durchflossen wird, notierten wir:

<i>Salix foetida</i>	<i>Juncus triglumis</i>
<i>Salix reticulata</i>	<i>Juncus alpinus</i>
<i>Carex fusca (nigra)</i>	<i>Parnassia palustris</i>
<i>Carex flava oederi</i>	<i>Primula farinosa</i>
<i>Carex magellanica</i>	<i>Ranunculus alpestris</i>
<i>Carex microglochin</i>	<i>Selaginella selaginoides</i>
<i>Kobresia bipartita</i>	<i>Bartsia alpina</i>
<i>Blysmus compressus</i>	<i>Thalictrum alpinum</i>
	<i>Leontodon helveticus</i>

Aus dem Profil wurden zwei Proben datiert:

B-413	30 cm tief	3520 ± 120 BP
B-414	61 cm tief	6380 ± 120 BP

Die einfache und flache Datierungskurve regt an, die mittlere Zuwachsrate der kleinen alpinen Torfsäule abzuschätzen: Es ergeben sich in 7000 Jahren ca. 70 cm Torf, also 10 mm in 100 Jahren. Wenn schon einzelne Hiats im Profil liegen mögen, muss man bei der guten und steten Wasserbedeckung den Wert als wahrscheinlich richtigen Minimalwert für alpinen Flachmoortorf oberhalb der Waldgrenze hinnehmen. Man kann das Ergebnis aber auch deuten als das eines intermittierend wachsenden Torfes. Enge Datierabstände würden darüber entscheiden lassen.

Im ganzen genommen muss man, wie im Moor von Il Fuorn, den Beginn der Torfbildung auf das Jahr 7000 BP oder, wahrscheinlicher, auf den Beginn des Atlantikums legen, d.h. man wird annehmen müssen, dass das Boreal für allgemeine Vermoorung zu trocken war und die im Atlantikum höhern Niederschläge überall an topographisch günstigen Stellen Torfbildung ermöglichten. Dass die Datierung im Profil Juf Plan wahrscheinlich richtig ist, wird durch die Anwesenheit von *Picea*-Pollen bereits in der untersten Probe bestätigt.

Wir halten dafür, dass aller Baumpollen Fernflugpollen ist. Weder *Larix* noch *Pinus cembra* erreichen je erhöhte Werte. Inbezug auf die erhöhten *Alnus*-Werte ist die Analysennotiz interessant, dass die *Alnus*-pollen im Präparat stets ausgesprochen braungelb erscheinen. Wir deuten die Dunkelfärbung dahin, dass die Pollen, von unten herauf geweht, längere Zeit auf dem Schnee der Hochlagen der Sonne ausgesetzt waren, bevor sie auf den Moorboden absanken, wodurch sie etwas gealtert aussehen. Bemerkenswert ist die späte Besiedlung des Fusses der Geröllhalde durch *Thalictrum alpinum* auf dem Moor und durch *Empetrum hermaphroditum* auf Felsblöcken. Es sieht fast danach aus, wie wenn vorher (vor ca. 3000 BP) Lawinenschnee den Hangfuss bis weit in die Vegetationszeit hinein unter Verschluss gehalten hätte. Entsprechend entwickeln sich nun auch Cyperaceen und *Selaginella*, *Botrychium* und viele Kräuter kräftig.

Entsprechend dem sehr geringen Torfwachstum finden sich Kulturpflanzenpollen erst in den allerobersten Schichten. Wir wissen nicht, ob die NBP-Zunahme der obersten 15 cm eine Folge allfälliger künstlicher Abflussverbesserung ist, die obige Deutung überflüssig machte.

Uns scheint, dass das Diagramm Juf Plan die ereignisarme Situation des Postglazials über der Waldgrenze gut wiedergibt. Wir versuchen Überprüfung dieser Vermutung an zwei weiteren noch höher gelegenen Profilen.

## 2.8 Umbrail, Münstertal, 2490 m

Diagramm 8, 829700/158970. Unterhalb der Umbrailstrasse beim schweizerischen Zollposten bemerkt man kleine Sümpfchen im Bereich von Quellaufstössen. Die Sümpfchen sind sehr nass und wohl wesentlich rascher gewachsen als das Moor auf Juf Plan. Die Lokalität ist weiterhin völlig baumfrei. Die Sumpfflächen sind leicht ostwärts geneigt. Sie tragen vorwiegend *Carex fusca (nigra)* und viel *Eriophorum latifolium*, dazu Kräuter alpiner Flachmoore. Die Bohrung ergab:

0-110 cm faseriger, wässriger *Carex fusca*-Torf mit Sand  
 -195 cm dunkler, etwas zersetzter Torf mit Sand, bei 130-135 cm etwas Feinkies  
 -200 cm kiesig, nass, Bohrwiderstand

Das hochgelegene Torfprofil wurde an drei Stellen datiert:

B-3069	40 cm tief	730 ± 130 BP
B-3070	120 cm tief	3390 ± 90 BP
B-3071	165 cm tief	4150 ± 100 BP

Der Torfzuwachs ist in den ältern Abschnitten nahe 50 mm/100 Jahre (bis zum Jahr 3400 BP), in den höhern wässrigen Schichten bloss noch 31 mm/100 Jahre, also gerade umgekehrt als man erwartete, was wohl daher rührt, dass die stärkere Wasserdurchflutung im oberen Teil materialverschleppend bis wachstumshemmend wirkt.

Trotz dieses schwer verständlichen Wechsels ist das kleine Moor recht alt, 5000 Jahre alt. Es hat am Beginn des Subboreals zu wachsen begonnen, wobei freilich zu vermuten ist, dass unter dem Bohrhindernis der Kiesschicht bei 200 cm durch tiefe Grabung oder kräftigere Bohrung noch atlantischer Torf zu finden wäre.

Es stimmt vorzüglich mit unsern bisherigen Feststellungen überein, dass die Waldgrenze im Subboreal besonders hoch stieg. Ob der Wald die Passhöhe des Umbrail erreicht hat, braucht nicht diskutiert zu werden, fehlt doch die Lärche fast ganz. Doch weist *Pinus cembra* zu unterst Werte über 10% auf, die eine gewisse Nähe der obersten Arven wahrscheinlich erscheinen lassen. Bemerkenswert ist, dass an den schutt- und mergelreichen Hängen des Piz Umbrail offenbar die Grünerle recht hoch hinauf eine beträchtliche Rolle gespielt hat, dass sie aber im frühen Mittelalter fast vollständig vernichtet worden ist (Beweidung, Schafherden?). Auffällig, für die Passlage vielleicht verständlich, ist die Erscheinung, dass das Subatlantikum sich durch stark erniedrigtes BP-Prozent und durch reichliche Kulturzeiger auszeichnet. *Cerealia*, *Cannabis*, *Castanea*, doch auch *Plantago lanceolata* und *Artemisia* und Chenopodiaceen vertreten gut die Vegetation der umgebenden Täler. Die starke Zunahme von *Plantago alpina* und *atrata* und von *Calluna* und andern Ericaceen spricht freilich für starke Beweidung.

Die Änderung des Wasserregimes um ca. 3000 BP zeichnet sich durch die Zunahme der Pe-diastren gut ab. Hätte sie wesentlich später stattgefunden, hätte man sie der Errichtung der Zollstation zuschreiben können. So ist es vielleicht mit der Begehung der Quelle durch Schafherden in Zusammenhang zu bringen.

## 2.9 Macun, Val Zeznina ob Zernez, 2617 m

Diagramm 9, 805850/178650. Die Höhen nordöstlich von Zernez, Teil der Oberostalpinen Decke, zwingen den Inn zu einer markanten Umfahrung. In ihrem Kargebiet, das vom Piz Macun (2888 m), Spi da Laschadura (3001 m) und vom Piz d'Arpiglias gebildet wird, findet sich eine grosse Zahl alpiner Seelein zwischen 2616 und 2700 m, die den Pollenanalytiker zur Untersuchung reizen. Sie sind von Lavin aus durch das steile Val Zeznina zugänglich. Sie waren Mitte September 1960 bereits frühwinterlich eingeschneit.

Die Vegetation stellt ein Mosaik dar aus Schneetälchen, *Loiseleuria*-Flächen, *Carex curvula*-Rasen (mit *Sesleria disticha*) und Windeckenbändern (*Elyna*). An Wassereinlaufstellen luxurierten in den Tümpeln flutende *Cinclidotus*-Rasen, am Ufer selten *Eriophorum scheuchzeri*. Am 14. Sept. 1960 blühten noch *Senecio carniolicus*, *Leontodon helveticus*, *Phyteuma hemisphaericum*, *Saxifraga bryoides*, *Linaria alpina*, *Chrysanthemum alpinum*, *Phleum alpinum*, *Oxyria digyna*, *Pedicularis kernerii*, *Campanula scheuchzeri*, *Ranunculus glacialis*, *Erigeron uniflorus*, *Euphrasia minima*, *Minuartia verna*, *Arenaria ciliata*, *Cerastium cerastioides*, *Gentiana bavarica*, *Ranunculus pygmaeus*, das seltene nordische Glazialrelikt, war unauffindbar.

Nirgends finden sich kleine Sümpfchen, die hätten aufgegraben werden können. Wir bohrten nach Sondierversuchen mit der Dachnowskisonde abwechselnd in zwei nahen Bohrlöchern im dritten Seebecken von unten herauf bei 2617 m im Wasser, 1,5 m vom westlichen Ufer entfernt (Wassertiefe 22 cm). Das Profil war gänzlich mineralisch:

0- 77 cm	lockerer, breiiger Ton, grau
77-120 cm	sehr zäher, kompakter Ton, grau
120-182 cm	weicher, breiiger Ton, grau
182-187 cm	rostroter Ton-Sand
187-200 cm	grauer Grobsand, ± trocken, kompakt
200-210 cm	grauer Grobsand, wässrig/Bohrwiderstand

Eine C 14-Datierung war unmöglich. Wir versuchen eine angenäherte Einstufung auf Grund palynologischer Kriterien. Das ist umso eher möglich, als die Bohrung zuverlässig und die Pol-lenerhaltung gut ist.

überein, dass die Waldgrenze im Umbrail erreicht hat, braucht Doch weist *Pinus cembra* zu un- Arven wahrscheinlich erscheinen ergebnreichen Hängen des Piz liche Rolle gespielt hat, dass sie ist (Beweidung, Schafherden?). einung, dass das Subatlantikum Kulturzeiger auszeichnet. Cere- *Artemisia* und Chenopodiaceen e Zunahme von *Plantago alpina* illich für starke Beweidung.

sich durch die Zunahme der Pe- itte man sie der Errichtung der gung der Quelle durch Schaf-

## z, 2617 m

Vernez, Teil der Oberostalpinen ihrem Kargebiet, das vom Piz l'Arpiglias gebildet wird, findet m, die den Pollenanalytiker zur Val Zeznina zugänglich. Sie wa-

leuria-Flächen, *Carex curvula*. An Wassereinflusstellen luxu- selten *Eriophorum scheuchzeri*, *Mon helveticus*, *Phyteuma hemi- um alpinum*, *Phleum alpinum*, *Ranunculus glacialis*, *Erigeron a*, *Cerastium cerastioides*. Gen- Glazialrelikt, war unauffindbar. ben werden können. Wir bohr- elnd in zwei nahen Bohrlöchern 1,5 m vom westlichen Ufer ent-

1:

enäherte Einstufung auf Grund ohrung zuverlässig und die Pol-

Ein fast 200 cm langes Pollendiagramm aus der Höhe von 2617 m ist im Alpengebiet eher eine Seltenheit. Kein Baum, kein Strauch steht da oben, und doch sind Pollen aller Gehölze vertreten und erreichten einmal 62%, heute noch 40% des Gesamtpollenniederschlags im untersuchten Seelein auf Macun. Nach dem Vorhandensein bestimmter anspruchsvoller Pollenarten war es eine gute postglaziale Phase, in der die BP auf Macun höchste Werte erreichten: hohe Werte von *Picea*, von *Abies*, von *Fagus* und von *Quercus*, besonders hohe Werte von *Alnus incana* und *Alnus viridis*. Wir erkennen, dass diese Phase der atlantischsubborealen Zone unserer Diagramme entspricht, zeitlich also zwischen 8000 und 2500 BP fällt. Das starke Auftreten der Grünerle lässt die Phase einengen auf ca. 5000–2500 BP, was voll mit dem Profil vom Umbrail übereinstimmt. (Dabei sind ausnahmsweise die niedern Prozentwerte der Cyperaceen in die Pollensumme einbezogen worden.)

Das obere Ende dieses Optimalabschnittes ist wie am Umbrail durch das Absinken des BP-Prozents und das reichliche Auftreten von Kulturzeigern gut markiert. Wir legen die Trennlinie für den Beginn des Subatlantikums bei ca. 90 cm Tiefe (2500 BP). In den jüngeren Schichten sind recht viele Pollen von Cerealia, *Juglans*, *Plantago lanceolata*, dazu aber, wohl als Folge der Beweidung seit dem Mittelalter, viele Compositae tubuliflorae, Compositae liguliflorae, Umbelliferae, *Helianthemum*, *Plantago alpina* und *atrata*, während *Picea* und *Alnus viridis* empfindlich zurückgehen.

Schwieriger ist die genauere Datierung des untern Endes der Optimalphase. Der Vergleich mit dem Umbrail lässt aus Gründen der Stratigraphie eine Grenze um 5000 BP setzen, wobei das markante Absinken von *Alnus* (und *Picea*) nach unten nach dem Profil von Juf Plan auch eine Dehnung auf mindestens 6000 BP nahelegt. Die rostroten tonigen Sande mit den stark abweichenden Pollenspektren unter 182 cm lassen zwar auch die Möglichkeit offen, dass am Grund unserer Bohrung End-Boreal oder Früh-Atlantikum abgebildet sind.

Das Diagramm von Macun hat grosse methodische Bedeutung. Ihm fehlt alles organische Material wie Torf oder Gyttja. Sein gut erhaltener, reichlicher Pollen entstammt zu mindestens zwei Dritteln dem Fernflug. Der NBP spiegelt die Verhältnisse der umgebenden alpinen Rassen in diffuser Weise wieder.

So sehr das Diagramm Macun die Verhältnisse weit oberhalb der Waldgrenze registriert, darf man nicht vergessen, dass es auf einer Insel im aktuellen interglazialen Wald gewonnen wurde, also nie und nimmer als Abbild interstadialer oder gar glazialer Verhältnisse aufgefasst werden darf.

## 2.10 Trepalle bei Livigno, 2030 m

Diagramm 10, 810500/155500. Das kleine Gehängemoor nahe der Punta del Rezz, 1 km SSE von Trepalle und rund 4 km SE von Livigno war mir von ERNST FURRER als mögliches Untersuchungsobjekt angegeben worden. Man kommt dahin von Bormio her über den Passo di Foscagno (2291 m), von Livigno über den Passo d'Eira (2210 m). Auf beiden Passhöhen förderten Bohrungen in lokalen Vermoorungen nur Torfmächtigkeiten von 40–80 cm.

Am Quell- und Hangmoor bei Trepalle erreichten wir 160 cm Torftiefe. Die Bohrung wurde ca. 20 m hangabwärts von der Pass-Strasse ausgeführt. Die Oberfläche bestand aus stark ausgetrockneten Ericaceen-Bulten und war weit und breit im Umkreis baumfrei, dürfte aber ursprünglich im Wald gestanden haben. Die obersten 50 cm bestehen aus einem schlecht erhaltenen Sphagnum-Torf, der darunter liegende Torfkörper aus Flachmoortorf, der um 110 cm hypnaceenreich war.

Zone IX und X, Subatlantikum, hebt sich stratigraphisch und durch Kulturpollen (*Castanea*, *Juglans*, *Cerealia*) und durch seinen Rosaceen- und Ericaceen-Reichtum deutlich ab. Pollen von *Menyanthes*, *Drosera*, *Calluna* unterstreichen den Charakter eines guten Hochmooranflugs, der vielleicht durch die Waldrodung begünstigt worden war.

Zone VIII (und VII, VI), Subboreal (und Atlantikum), ist charakterisiert als ein Kräuter-Quellmoor mit vielen Cyperaceen und Selaginellen inmitten eines lichten Fichten-Arven-Waldbestandes.

Zone VII/VI und V, Atlantikum und Boreal, sahen das Moor als nassen Quellsumpf mit *Caltha* und *Equisetum*. Ringsherum waren dichte Wälder von Lärche, Arve und Bergföhre, während die Fichte in Spuren einwanderte.

Das kleine Moor im Bereich der natürlichen Waldgrenze (2100–2300 m), heute durch die kulturbedingte Waldgrenzerniedrigung in der völlig gehölzfreien Alpweidestufe, gibt ein gedrängtes (ev. z. T. verkürztes) Bild der postglazialen Vegetationsentwicklung wieder: Föhrenphase (Bergföhren?), Lärchen-Arven-Phase, Arven-Fichten-Phase, Phase der Gras- und Weidenutzung.

## 2.11 Palü Lunga ob Ramosch, 1890 m

Diagramm 11, 824120/192840. Am Südhang des Piz Arina (2828 m) findet sich auf halber Höhe zwischen Ramosch (1231 m) und dem Gipfel eine Verflachung mit dem vielversprechenden Namen Palü Lunga. 600–800 m weit erstreckt sich eine Reihe von Sümpfen, die vom Oberhang her durch zahlreiche Quellaustritte und Bächlein nass gehalten werden. Die Rekognoszierung durch Bohrung und Grabung ergab keine betonte Mulde, schwankende Torftiefen von 1–3 m, häufige Holzstämme und einige tonig-kiesige Einschwemmungen, bei 65–75 cm in der ersten Grabung im östlichen Hochmooranflug eine Holzkohleschicht, bei 110 cm Arvenrüschchen. Einige Holzproben wurden von FRITZ SCHWEINGRUBER als *Picea*, *Pinus cembra* und *Pinus mugo* (ev. *silvestris*) bestimmt. Der Hochmooranflug trägt Ericaceen-Verheidung (*Calluna*, *Vaccinium* alle drei Arten, *Rhododendron ferrugineum*, dazu *Empetrum*). Für die Bearbeitung wurde eine Bohrung im westlichen Teil bevorzugt, die weniger von Wassergerinnen beeinflusst war. Gelegentlich stärker zersetzter Flachmoortorf bildet das ganze Profil von 250 cm Länge.

Die Umgebung der Moorpartien ist extensiv genutzte Weide mit Einzelbäumen. Der Wald reicht am Südhang des Piz Arina auf 2150–2200 m hinauf.

Das Diagramm ist relativ eintönig und zeigt an, dass es, verglichen mit Motta Naluns und mit Lai Nair, im spätern Atlantikum zu wachsen begonnen hat, nachdem *Picea* bereits eingewandert war und Einzelpollen von *Abies* und *Fagus* die Gegend sporadisch erreichten.

Im Subboreal hat sich ein kompaktes Seggenmoor gebildet, das vermutlich früh im Subatlantikum sein Wachstum einstellte. Jedenfalls fehlt ein Abschnitt mit extremen Kultureinflüssen und mit Kulturpollen.

Die hohe Baumpollenzahl spricht dafür, dass Palü Lunga in der abgebildeten Phase sich stets in der Waldstufe befand (mit wenig Lärche, Arve und Grünerle). Die starke Durchnäsung mit kalkhaltigem Wasser (Bündnerschiefer-Bereich) hat nur eine vorübergehende Entwicklung erlaubt.

## 2.12 Cinuskel, Engadin, Haupttal, 1615 m

Diagramm 12, 797800/168950. Zwischen S-chanf und Zernez fließt der Inn in tiefer Erosionsschlucht. Auf den Talterrassen sind einige Vermoorungen, die ich prüfte. Auf der rechten Seite unterhalb S-chanf ist das rund 1 km lange Flachmoor von Flin auf ca. 1650 m Höhe. Bohrungen ergaben 1955 maximale Mächtigkeiten von 250 cm ohne erkennbare Muldenbildungen. Wahrscheinlich tritt das Grundwasser entlang den Schottern in die Innschlucht aus. Das Torfmaterial erwies sich als so stark zersetzt, dass eine sinnvolle Analyse unmöglich erschien.

Auf der linken Innseite war bei Cinuoschel zwischen Dorf und Landstrasse eine tiefe Grabung offen, die alten Torf zeigte, von Torferde überdeckt. Ich entnahm Proben. Der Torf ist stark zersetzt und mit Ton und Sand vom Hang her (ohne Bach!) durchsetzt, deshalb, vielleicht, mit ordentlichem Erhaltungszustand.

Das Pollendiagramm zeigt einen untersten Abschnitt starker Einschwemmung mit reiner *Pinus*-Dominanz ohne Fichte. Diese Einschwemmung muss also aus der Zeit des Präboreals und des Boreals stammen.

Knapp entwickelt ist der nächste Abschnitt mit kräftiger Fichten-Dominanz, die wohl späteres Atlantikum und Subboreal umfasst.

In der Tiefe 145 cm setzt starke Rodung ein, die zu einem extremen Vegetationswechsel führt: der Fichtenwald wird fast ganz vernichtet und ersetzt durch einen lichten (oder doch aufgelichteten und lückigen) Föhrenwald (wohl Waldföhre) mit geringem Anteil von Lärche. Damit setzen auch die Kulturpollenspuren ein. Das sind wohl die bronze- und eisenzeitlichen Eingriffe, denen im Mittelalter extreme Waldvernichtung und überhandnehmender Wiesensbau folgten (75 cm Tiefe).

Vom Standpunkt der lokalen Vegetationsentwicklung aus ist interessant, dass die untern Partien in einem Erlenbestand mit geringer Cyperaceenbeteiligung, doch mit reichem Farnbestand aufwuchsen, die obern mitten in hochmontanen Rasen in einem Quellsümpfchen. Florengeschichtlich interessant ist der Fund eines *Polemonium*-Pollens in der späten Eisenzeit.

## 2.13 Lü, Münstertal

Augenscheinlich versprach die Gegend von Lü auf 1800-1900 m Höhe gute Moorobjekte. Wir sondierten im September 1979 mit geringem Erfolg. Der Gehängeschutt, z.T. aus alten permischen Ablagerungen, erzeugt zwar vielerorts Staunässe. Durch die Mahd sind ausge dehnte Feucht- oder Nasswiesen sehr verbreitet.

Eine erste Sondierung auf Punkt 823620/167800/1870 m, Palü Plata, ergab 74 cm Torferde und darunter vergleyten Lehm. Material  $\pm$  pollenleer.

Eine zweite Sondierung auf dem weiten Flachmoorgebiet von Plaun da-Müschel (823160/167950/ 1812 m) ergab zwar 165 cm Torferde, darunter bis 195 cm Sand- und Kieseinschwemmung. Das Material war aber auch hier völlig zersetzt und  $\pm$  pollenleer.



### 3. DIE VEGETATIONSGESCHICHTE DES NATIONALPARKGEBIETS IM RAHMEN DER OST- UND ZENTRALALPINEN ENTWICKLUNG

#### Ia, Älteste Dryas, vom Ende der letzten Vergletscherung bis ca. 13300 BP

Es scheint verständlich, dass im Alpenquerschnitt die nördlichen und südlichen Vorlandgebiete lange Profilabschnitte aus der Pollenzone Ia, der Ältesten Dryas, aufweisen (Abschnitte, die vereinzelt 1 m bis mehrere Meter Sedimente umfassen). Sind das doch die Gebiete des frühesten Würmgletscher-Rückzuges gewesen, in die spätere Eisvorstöße nie mehr eingedrungen sind. Das sind im Norden die Gebiete des Aaretals bis in die Thunerseeegend hinein, die Gebiete des Rheintals bis in die Churergegend, im Süden die Gebiete von Kärnten, um den Gardasee, im Sottoceneri, im Gebiet des nordwestlichen Südalpenfusses (Ivrea).

Auf beiden Seiten der Alpen waren das Gebiete mit einer Kältesteppevegetation mit viel *Artemisia*, Chenopodiaceen und mit *Ephedra* und mit wenigen und nur vereinzelt Waldföhren und Birken. Auf der Südalpenseite herrschte über den Hauptteil dieser Phase eine lichte Wacholder-Strauchvegetation (vergl. SCHNEIDER 1978). Am Nordalpenrand hat sich eine markante *Juniperus*-Phase erst zu Beginn der nachfolgenden Böllingphase eingestellt und hat hier die Bewaldung kurzfristig eingeleitet. Die ungewöhnlich frühe und starke Entwicklung von *Juniperus* am Südalpenrand im Abschnitt Ia ist wohl eher Folge der zahlreichen günstigen Reliktstandorte auf den schotterreichen Akkumulationsflächen der Poebene denn Ausdruck eines kontinentaleren Klimas im Süden. Ähnlich kann man das sehr frühe Auftreten von *Larix*-Pollen in Ia verstehen, wie er den Nordalpen bis ins Postglazial hinein völlig fehlte.

#### Ib, Ic, II Bölling-Alleröd-Interstadial, 13300-11000 BP

Alpenwärts haben die eiszeitlichen Gletscher Täler und Berge erst später, mit der Aufwärmung zu Beginn des Bölling-Alleröd-Interstadials, um rund 13000 BP, freigegeben. Dabei sind günstige Stellen bis über die heutige Waldgrenze hinaus schneefrei und eisfrei und besiedelbar geworden (Nachweis auf der Simplon-Passhöhe: WELTEN 1982, KÜTTEL 1979). Weit in die Alpentäler hinein entwickelte sich ein Waldföhrenwald, der wahrscheinlich bis über 1500 m hinauf reichte. Am Südalpenrand bildete die Lärche lichte Bestände (SCHNEIDER 1978), und Einzelbäume drangen weit in die Täler hinauf vor. Am Südrand der Ostalpen wanderten bereits Fichten ins Alpeninnere ein (vergl. BORTENSCHLAGER 1966 und 1970, SCHMIDT H. 1966, SCHMIDT R. 1975).

#### III, Jüngere Dryas, letzte Phase grosser Gletschervorstöße, 11000-10300 BP

Der Klimariückschlag der Jüngern Dryas füllte manche obere Talabschnitte der Alpen ein letztes Mal mit Eis, hemmte das Vordringen von *Larix*, *Picea* und *Pinus* (auch *Pinus cembra*), ohne sie zum Rückzug zu zwingen oder gar zu vernichten.

Mit dem Ende dieser letzten grossen Kaltphase (Egesen! Daun?) um 10300 BP war für die Alpen die Eiszeit, das Pleistozän, zu Ende und begann die Warmzeit des Postglazials, des Holozäns. Die Vorposten von *Larix* eroberten rasch die südlichen Alpentäler, diejenigen von *Picea* die südöstlichen Alpentäler und drangen talaufwärts und z.T. über die niedern Alpenpässe in das Alpeninnere ein.

Diese ganze Einwanderungs- und Wiederbewaldungsgeschichte in den südlichen Ost- und Zentralalpen, die 4000-3000 Jahre dauerte, bot und bietet der Erforschung besondere Schwierigkeiten. Sie seien an Hand des Nationalparkgebietes dargelegt. Das Unterengadin ist zwar

## NICHTE AHMEN DER OST- WICKLUNG

ca. 13300 BP

chen und südlichen Vorlandge-  
Dryas, aufweisen (Abschnitte,  
d das doch die Gebiete des frü-  
orstösse nie mehr eingedrungen  
hunerseegegend hinein, die Ge-  
iete von Kärnten, um den Gar-  
fusses (Ivrea).

Kältesteppevegetation mit viel  
und nur vereinzelten Waldföh-  
auptteil dieser Phase eine lichte  
rdalpenrand hat sich eine mar-  
ngphase eingestellt und hat hier  
e und starke Entwicklung von  
e der zahlreichen günstigen Re-  
r Poebene denn Ausdruck eines  
ehr frühe Auftreten von *Larix*-  
al hinein völlig fehlte.

ge erst später, mit der Aufwär-  
13000 BP, freigegeben. Dabei  
chneefrei und eisfrei und besie-  
EN 1982, KÜTTEL 1979). Weit in  
wahrscheinlich bis über 1500 m  
estände (SCHNEIDER 1978), und  
nd der Ostalpen wanderten be-  
6 und 1970, SCHMIDT H. 1966,

11000-10300 BP

ere Talabschnitte der Alpen ein  
nd *Pinus* (auch *Pinus cembra*),

au?) um 10300 BP war für die  
rmzeit des Postglazials, des Ho-  
Alpentäler, diejenigen von *Picea*  
über die niedern Alpenpässe in

ichte in den südlichen Ost- und  
Erforschung besondere Schwie-  
egt. Das Unterengadin ist zwar

zur Lösung dieser Probleme nur beschränkt günstig, nimmt aber doch die Stelle eines hochge-  
legenen und exponierten Kontrollpostens ein und ist für uns umso wichtiger als es den östlich-  
sten Punkt der Schweizeralpen darstellt. Der grossen Höhenlage entsprechend reichen seine  
Aussagen nur ins Bölling-Alleröd-Interstadial zurück. Wir haben diese klimagünstige Spätgla-  
zialphase am Lai Nair (1546 m), am Dossaccio (1730 m), am Schwarzsee (1721 m) und am  
Grünsee (1805) nachgewiesen, in vollem Umfang und ausführlich nur an der tiefstgelegenen  
Lokalität, am Lai Nair bei Schuls-Tarasp.

Das Problem der Einwanderung von Baumarten ist seit dem Einsetzen pollenanalytischer  
Untersuchungen immer wieder und mit unterschiedlichen Kriterien angegangen worden. Die  
Auswertung der frühesten sporadischen Pollenfunde ist aus folgenden Gründen problematisch:

a. Die frühen Einzelpollen im Pollendiagramm können durch die Bohrung verschleppte Ein-  
zelkörner darstellen. Der Hiller-Bohrer gilt bei aller Vorsicht der Probeentnahme besonders  
suspekt für Pollenverschleppung. In manchen Fällen lässt sich Verschleppung ausschliessen,  
nämlich dann, wenn die obere Partie des Profils durch Grabung entfernt war, oder wenn die  
kritischen Einzelpollen nicht von Pollen begleitet sind, die weiter oben im Profil häufig auftreten,  
oder wenn das sporadische Auftreten kontinuierlich ist.

b. Einzelpollenfunde können in jedem Fall das Ergebnis von Fernflug sein. Über die Her-  
kunftsdistanz ist meist nichts bekannt. Doch spricht eine gewisse Konstanz des Auftretens von  
Fernflugpollen dafür, dass der Ursprungsort nicht allzu fern liegt, besonders bei schwachen  
Pollenproduzenten wie *Larix*. BORTENSCHLAGER (1970) hat darauf hingewiesen, dass Blühjahre  
bei der Fichte nur alle 4-8 Jahre eintreten, nach AARIO in Finnisch Lappland vielleicht nur alle  
100 Jahre. Dieser Sachverhalt vermindert die Wahrscheinlichkeit, in der Frühzeit der Ausbrei-  
tung, *Picea*-Pollen zu finden und reduziert die mittlere Pollenzahl pro Sedimenteinheit. Im  
Diagramm entsteht dann jenes schwer deutbare Streubild.

Diese Tatsachen sind den Pollenanalytikern wohlbekannt und haben sie von Anfang an ver-  
anlasst, als Sicherheitskriterium für Ortsanwesenheit 5% oder gar 10% *Picea*-Pollen zu for-  
dern. Dagegen kann man nichts einwenden, muss aber bemerken, dass damit der Zeitpunkt  
von Ausbreitung und Konkurrenzfähigkeit im lokalen Wald festgestellt wird und nicht der  
der Einwanderung. Vor allem aber ist der 5%- oder 10%-Wert nicht ein Indiz für kurz vor-  
her erfolgte Einwanderung. Dementsprechend sind die nach solchen Kriterien konstruierten  
Ausbreitungskarten eher Karten der Klimaentwicklung als solche der Artwanderung. (Die  
Darstellung von KRAL 1979, stimmt für das Unterengadin auch aus andern Gründen nicht.)

Wenn diese Argumentation auch nur teilweise richtig ist, sind wir zurückgeworfen auf die  
Aufgabe, die frühen Spuren einer Art im Pollendiagramm kritisch auszuwerten. Mit einer ge-  
wissen Unsicherheit und doch Zuversicht hat BORTENSCHLAGER (1970) auf diese Auswertungs-  
möglichkeit hingewiesen. Wir tun es im gleichen Sinn für die Ergebnisse aus dem National-  
parkgebiet: Motta Naluns (2170 m) beginnt seine Entwicklung erst mit dem Präboreal, weist  
dort von Anfang an *Larix*-Spuren auf und im Boreal kontinuierliche *Picea*-Spuren. In allen  
vier übrigen Profilen zwischen 1546 und 1805 m treten die frühesten Spuren von *Larix* und von  
*Picea* bereits im Alleröd auf. Der eigentliche Aufstieg zur Dominanz erfolgt überall, klima-  
bedingt, am Anfang des Atlantikums. Es ist einwanderungsgeschichtlich sinnlos, an dieser Stelle  
ein Überschreiten einer 5%- oder 10%-Grenze datieren zu wollen, dagegen ausbreitungsge-  
schichtlich von Bedeutung, dass *Picea* am Lai Nair nahe 1500 m ü. M. bereits am Beginn des  
Boreals hohe Werte erreicht, also früher als in höhern Lagen.

Zusammenfassend halten wir fest, dass die palynologische Information der frühen  
Postglazialzeit in bezug auf *Larix* und *Picea* nicht wanderungsgeschichtlichen  
Wert, sondern klima- und bodenkundlichen Wert besitzt. Entsprechend halten wir  
dafür, dass die Frage des Besiedlungsweges im Oberengadin für *Picea* und *Larix*, ob vom Ber-  
gell her oder vom Unterengadin herauf oder gar über die Bernina, pollenanalytisch kaum lös-  
bar ist. HEITZ (1975, S. 47-54) diskutiert das Problem ausführlich. Besonders beachtenswert

scheint uns seine Vermutung, dass die Fichtenbesiedlung Bündens von Südosten und Nordosten aus erfolgt sein könnte und sich die Zuwanderer ungefähr auf der Passlinie und Wasserscheide Julier, Splügen, San Bernardino, Lukmanierpass getroffen hätten und zwar im Juliergebiet um ca. 7000 BP, am San Bernardino um 6500 BP und am Lukmanier um 6000 BP. Sind die aus gleicher Meereshöhe stammenden, guten und übereinstimmenden Datierungen von H. P. WEGMÜLLER (1976) aus dem Prättigau und von unserer Lokalität Motta Naluns Hinweis für die Richtigkeit dieser Vermutung?

Faninpass 2212 m: erste *Picea*-Spuren 7800 BP, *Picea*-Anstieg 7200 BP  
Motta Naluns 2170 m: erste *Picea*-Spuren 7900 BP, *Picea*-Anstieg 7400 BP

In der Frage der Rückwanderung der Lärche in die Alpen sind wir durch die Ergebnisse SCHNEIDERS (1978) am oberitalienischen SW-Alpenrand auf sichere Tatsachen verwiesen: im Bereich des Böllings finden sich an mehreren Orten 2-4% *Larix*, Werte, die im Alleröd durch die sich ausbreitenden Waldföhren-Wälder vorwiegend rechnerisch gedrückt werden. Wie im Bündnerland findet sich die erste auffallende Lärchenausbreitung am Simplon im Präboreal (KÜTTEL 1979, WELTEN 1982) als Folge einer frühen spätglazialen punktförmigen Einwanderung seit dem Alleröd. Im Gebiet des Nationalparks tauchen die ersten Lärchenpollen stets bereits im Alleröd und in der Jüngern Dryas auf, worauf im Präboreal bereits eine kräftige Ausbreitung erfolgt.

Am Rande sei die Beobachtung vermerkt, dass in unsern Unterengadiner-Diagrammen *Larix* in der sog. Kaltphase der Jüngern Dryas nicht völlig verschwindet, wie man nach unsern Schemavorstellungen erwartete. Die Klimaverhältnisse der Kaltphase III haben offenbar die biologische Existenzgrenze von *Larix* nicht unterschritten. Das muss man im Zusammenhang mit der schwachen Waldföhren-Waldauflockerung im Tiefland dahin deuten, dass der Klimarückschlag in III weder Intensität noch Dauer der Verhältnisse in Ia erreichte, dass also die Jüngere Dryas noch beschränkte Wanderungs- und Ausbreitungs-Möglichkeiten für anspruchslosere Gehölzarten bot, wenn auch mit einer gewissen Hemmung.

#### IV, Präboreal, 10300-9000 BP

Mit dem Beginn der Warmzeit scheint im Nationalparkgebiet eine gewisse überstürzte Entwicklung eingesetzt zu haben. Zwar verdichten sich überall die Föhrenwälder, entwickeln sich am Wasser die Birkenbestände kräftig, breiten sich in grösserer Höhe Lärchen und Arven aus, in Hochlagen auch *Juniperus*, doch sind anspruchsvolle Elemente wie Eiche, Ulme, Linde, Hasel, Erle nur in den tiefsten Lagen spürbar geworden (auffällig spät die Hasel). Die Waldgrenze stieg noch kaum über 1700 m, doch schloss die alpine Rasenvegetation weit über 2000 m zu geschlossener Vegetationsdecke zusammen. Die *Artemisia*-Kältesteppen verschwanden ganz aus dem Bereich der Alpen.

#### V, Boreal, 9000-8000 BP

In der wahrscheinlich recht niederschlagsarmen frühen Wärmezeit breiteten sich am Ausenrand der zentralen und westlichen Alpen Haseln, Eichen und Ulmen kräftig aus und bildeten Warmlaubwälder, die Kennzeichen einer milden Warmzeit, die eine reiche Waldfauna und entsprechende Jägerkultur (Mesolithikum) aufkommen liess. Das Unterengadin mit seiner inneralpinen Trockentallage erlebte zwar einen gewissen Abbau der spätglazialen Föhrenwälder durch Ersatz durch Eichenmischwald-Elemente in den untersten Lagen, durch Ausbreitung der Grauerlen (seltener auch der Grünerlen), durch verstärkte Zuwanderung der Fichten und Entwicklung der Lärchen-Arvenwälder der höhern Lagen.

Bündens von Südosten und Nord-  
fähr auf der Passlinie und Wasser-  
etroffen hätten und zwar im Julier-  
und am Lukmanier um 6000 BP.  
l übereinstimmenden Datierungen  
serer Lokalität Motta Naluns Hin-

cea-Anstieg 7200 BP

cea-Anstieg 7400 BP

... sind wir durch die Ergebnisse  
f sichere Tatsachen verwiesen.: im  
*Larix*, Werte, die im Alleröd durch  
innerlich gedrückt werden. Wie im  
breitung am Simplon im Präboreal  
azialen punktförmigen Einwande-  
tauchen die ersten Lärchen-  
geren Dryas auf, worauf im  
gt.

Unterengadiner-Diagrammen *La-*  
erschwindet, wie man nach unsern  
Kaltphase III haben offenbar die  
Das muss man im Zusammenhang  
and dahin deuten, dass der Kli-  
er der Verhältnisse in Ia er-  
chränkte Wanderungs- und  
Gehölzarten bot, wenn auch

gebiet eine gewisse überstürzte Ent-  
die Föhrenwälder, entwickeln sich  
erer Höhe Lärchen und Arven aus,  
e Elemente wie Eiche, Ulme,  
geworden (auffällig spät die Ha-  
schloss die alpine Rasenvegetation  
zusammen. Die *Artemisia-*  
der Alpen.

Wärmezeit breiteten sich am Aus-  
und Ulmen kräftig aus und bilde-  
heit, die eine reiche Waldfauna und  
s. Das Unterengadin mit seiner in-  
au der spätglazialen Föhrenwälder  
ersten Lagen, durch Ausbreitung  
kte Zuwanderung der Fichten und

## VI, VII, Atlantikum, 8000–5000 BP

Diese sog. mittlere Wärmezeit war niederschlagsreicher. Das Unterengadin wurde aus einem typischen (spätglazial anmutenden) Föhrengebiet zu einem Föhren-Fichten-Mischgebiet, wie es sich uns heute zeigt. Die zwei letzten der mitteleuropäischen Mischwaldelemente, Weisstanne und Buche, erreichten in Spuren die tiefsten Lagen. Heute sind davon nur noch wenige Baumexemplare übrig. Etwas reichlicher siedelte sich *Abies* nur im obern Etschtal an.

Die Geschichte der lokal reichlichen Weisstannenvorkommen im Etschtal haben KARNER, KRAL und MAYER (1973) behandelt. Es handelt sich heute um zwei ausgedehnte Vorkommen in Nordexposition:

- a) Glurns-Latsch-Taufers (5–10 km östlich der Schweizergrenze bei Münster)
- b) Naturns-Meran (zwischen 700 und 1600 m)

Die zwei Pollendiagramme vom Wildmoos (Radurschtal, 1740 m) und vom Schwarzen See (Reschenpass 1730 m vom gleichen Objekt wie unsere Bohrung vom Schwarzsee) ergaben erste geringe *Abies*-Spuren am Übergang VI/VII, nach späterer Datierung um 7800 BP (KRAL 1979), also kurz nach Beginn des Atlantikums. Eine eigentliche *Abies*-Phase kommt an diesen zwei Kontrollpunkten nicht zur Ausbildung.

Einen analogen Fall starker *Abies*-Ausbreitung haben wir im Wallis untersucht (WELTEN 1982). Auf der Alp Eggen am Aletschgletscher (1645 m), wo *Abies* heute vollständig fehlt, sind die frühesten *Abies*-Spuren am Beginn des Bohrprofils am Übergang III/IV festzustellen (also um 10000 BP), ein sehr starker *Abies*-Anstieg um 7400 BP. Diese Befunde bedeuten zweierlei:

- 1) dass die Klimaänderung des Atlantikums im inneralpinen Trockental des Wallis ganz unerwartete Vegetationsentwicklungen ausgelöst hat,
- 2) dass auf der Südalpenseite für *Abies* offenbar eine ungewöhnlich günstige Situation für das Überdauern der Eiszeit geherrscht haben muss.

Der erste Punkt kann durch folgende Feststellungen ergänzt werden: in unsern Unterengadiner- und Veltliner-Untersuchungen finden sich die frühesten *Abies*-Spuren um 7500 BP, also am Beginn des Atlantikums. Man darf diese Erscheinung mit grosser Wahrscheinlichkeit der Ausbreitung von *Abies* in nächste Nähe des Unterengadins zuschreiben, also z.B. ins obere Etschtal auf den Schattenhängen Meran-Taufers.

Der zweite Punkt erfordert noch einige Angaben: Für die Bedrina (1235 m) hat schon ZOLLER (1960) durch Dachnowski-Bohrung frühe *Abies*-Spuren seit dem Alleröd festgestellt. Im gleichen Moor hat KÜTTEL (1976) mit dem Livingstone-Bohrer zwar geringere, doch fast gleich tief reichende *Abies*-Spuren in zwei Profilen nachgewiesen. SCHNEIDER (1978) hat in Biandronno (bei 239 m, Varese) solche Spuren ebenfalls bis ins Alleröd hinunter registriert, (in jüngster Zeit, 1980, aber auch am Lago di Ganna, 450 m, N von Varese) ähnlich aber auch am Nordwestrand der Poebene bei Trana (360 m), bei Viverone (220 m), bei Alice Superiore (570 m) in drei Profilen, am Lago Grande d'Avigliano (400 m), meist mit dem Livingstone-Bohrer. Am Simplon konnten wir schon bei unsern ersten Bohrungen 1962 (WELTEN 1982) mit dem Hillerbohrer fast konstante *Abies*-Spuren bis ins Alleröd hinunter nachweisen. KÜTTEL erhielt mit dem Livingstone-Bohrer dasselbe Resultat. Aus dem Kern einer technischen Rotationskernbohrung auf Robiei im hintersten Maggiatal erhielten wir von der untersten Probe in der Jüngern Dryas an *Abies*-Spuren. SCHNEIDER (1978, S.90) hat eine Übersicht dieser *Abies*-Entwicklung gezeichnet, im besondern aber festgehalten, dass die erste grosse Massenentfaltung von *Abies* des Alpensüdhangs auf der Bedrina in 1235 m Höhe bereits im Präboreal und im Boreal stattgefunden hat. Diese Erscheinung beruht offenbar (falls die Datierungen richtig sind) auf den im Tessin schon früh ungewöhnlich hohen Niederschlägen in der für *Abies* günstigen Meereshöhe. Umsomehr bedeutet sie aber auch eine Bestätigung für die spätglazialen Frühfunde und liefert damit einen Hinweis auf die Lage eines eiszeitlichen Überdauerungsareals.

Die Ableitung der spätglazialen *Abies*-Spuren von den noch immer kaum datierten Funden von Forlì, Massaciucoli und aus den pontinischen Sümpfen hat vorläufig nur den Wert einer Denkmöglichkeit, nicht den eines wahrscheinlichen Faktenzusammenhangs.

Unter den heute vorliegenden Ergebnissen kombinieren wir das spätglaziale Auftreten von *Abies*-Pollen am Alpensüdfuss von Insubrien bis nach Ivrea und die einzigartige und massive Ausbreitung von *Abies*-Wäldern am allerersten Anfang des Holozäns in einem heute niederschlagsreichen Gebiet der Mittelalpen zur Hypothese:

Das (Kalk?) Voralpengebiet Insubriens war eiszeitliches Überdauerungsgebiet (Relikt-Areal) von *Abies alba*.

Wir schliessen dabei untere montane Lagen des Südalpenhangs nicht aus, glauben aber, dass angesichts der Kontinentalität und Trockenheit glazialer und besonders spätglazialer Abschnitte nur Spezialstandorte wie Schluchten und Nordhänge für das Vorkommen von Einzelbäumen und Gruppen in Frage kommen. Die zahlreichen (und doch spärlichen) Einzelpollen von *Abies* lassen die allgemeine und rasche Vorpostenbesiedlung des eisfrei gewordenen Alpensüdhangs bis auf die Passhöhen (Lukmanier, Simplon) verstehen, die zu einer fast explosionsartigen Waldbildung in der zusagenden Höhenstufe im Postglazial führte.

Recht ähnlich skizzierten wir bereits den Besiedlungsvorgang durch *Larix*, für welche bereits SCHNEIDER (1978, S.61/63) den trockenen Innenrand des Westalpenbogens als geeignetes Reliktareal erkannte.

Weder für das *Larix*-Reliktgebiet am italienischen Westalpenrand, noch für das *Abies*-Reliktgebiet im insubrisch-tessinischen Randalpengebiet lassen sich wahrscheinlich auch in der Zukunft direkte Existenzbeweise beibringen, weil die Relikte zu selten und an Spezialstandorte gebunden waren, und weil die positive Klimaentwicklung des Präboreals sie ökologisch und durch Konkurrenz fast brutal vernichtete.

Die Idee der differenzierten Lage der Überdauerungsareale in Abhängigkeit von klimatischen Unterschieden von glazialen und spätglazialen Regionen ist faszinierend, zwar voll verständlich, doch unerwartet.

Wir wollen im Anschluss an unsere Hypothese nur noch die Frage aufwerfen, ob nicht die angedeutete frühe Entwicklung schattenfester Wälder die floristische Armut des Tessins, die immer wieder erwähnt wird, verstärkt hat.

Für *Fagus* ist das Unterengadin ökologisch und wanderungsgeschichtlich ganz ungünstig gelegen. Die frühesten Fernflug-Einzelpollenfunde finden sich nach 7000 BP, mehrfach aber auch erst nach 5000 BP. Zu einem Fussfassen ist es hier nie gekommen. Nach KRAL (1979) ist die Zuwanderung im Südostalpenraum wahrscheinlich aus dem Raum Illyrien-Balkan erfolgt.

#### VIII, Subboreal, 5000–2500 BP

Jungsteinzeit und Bronzezeit zeichnen sich in Tieflagen durch starke Rodungen und nachfolgende Wiederbewaldungsphasen aus, in denen jeweils strauchartige Gehölze wie Erlen, Haseln, Birken die Pionierrollen übernahmen. Vom EMW waren die zartlaubigen Elemente verdrängt und fast nur Eichen, z. T. als Fruchtbäume, übriggeblieben. Im Unterengadin zeigt der Zeitabschnitt deutliche Zunahmen der Krautpollen, Rückgang der Fichtenprozentage (auch der *Abies*-Prozentage) durch Rodung und Weidgang, einsetzende Versauerung und Verheidung, stark schwankende Erlen- und Birkenwerte, mehrfach starke Zunahmen der Lärchenwerte auf Rodungs-, Brand-, Lawinenschadenflächen. Eigentümlich ist die starke Zunahme der Grünerlenprozentage: *Alnus viridis* tritt offenbar als Ersatzgehölz auf Rodungs- und Weideflächen und als Pionier an Schneeerutschhängen stärker in Erscheinung, eine Begleiterscheinung der Konkurrenz zwischen relativ hoher Waldgrenze und stärkerer Weidenutzung. Warum im jüngeren Teil dieser Zone in Dossaccio die Weisstanne die höchsten Werte erreicht, ist schwer verständlich.

In den Hochlagen scheint zu dieser Zeit die Waldgrenze ihre höchsten Werte erreicht zu haben, soweit sie nicht bereits durch Kultureingriffe beeinträchtigt wurde. Weder am Umbrail (2490 m) noch auf Motta Naluns (2170 m) erreichte der Baumbestand jedoch eine Dichte, die von geschlossenem Alpenwald zu sprechen erlaubte.

#### IX, X, Subatlantikum, 2500 BP–heute

Römerzeitliche Kulturen und mittelalterliche Nutzung haben im Tiefland die Ackerkulturen entwickelt, die den Wald auf das heutige Ausmass einengten. Getreidebau und Obstbau haben auch die tiefsten Lagen des Unterengadins erreicht. Kulturen, Weidgang, Holznutzung, Holzkohlenbrennerei, Betrieb von Eisenöfen im Parkgebiet haben grosse Lücken in den Wald gerissen. Die anspruchslosen unter den Gehölze haben davon jeweils profitiert (Föhren, besonders niederliegende und aufrechte Bergföhren, Erlen, Lärchen). Die festgestellten Pollen von *Juglans* sind Fernflugpollen aus den Tieflagen vom Alpenrand.

Die kleinen Diagramme aus Tallagen (Cinuskel) und Waldgrenzlagen (Trepalle) geben einen erschütternden Eindruck von der Waldvernichtung und Umgestaltung der Landschaft in den letzten zwei bis drei Jahrtausenden, insbesondere aber im Mittelalter. Lichtliebende Rasenelemente, Kulturpflanzen und monotone Föhrenwaldreste kennzeichnen die Landschaft.

## 4. ZUSAMMENFASSUNG

Unterengadin und Nationalparkgebiet stellen ein inneralpines Hochland der Zentralalpen dar, das seine natürlichen Zugänge in tiefen Tälern aus Osten und Süden besitzt. Trockenheit und mässige Kontinentalität kennzeichnen sein Klima im Vergleich mit andern Landschaftsgebieten der Alpen.

In der letzten Eiszeit, der Würmeiszeit des Alpenraums, war das Gebiet zeitweilig von Schnee und Eis bedeckt. Ob im Mittelwürm die Berge wie Nunatakker aus einem Talgletscher-Netz herausragten oder ob es ganz eisfrei war, wie das die riesigen Seeablagerungen bei Baumkirchen unterhalb Innsbruck nahelegen (vergl. FLURI, 1970), wird heute eifrig diskutiert. Als diese mindestens 50–60000 Jahre dauernde hocharktische Zeit zu Ende ging, stand das Unterengadin über seine Einfallstore von Süden (Maloja, Bernina) und Südosten (Etschtal, Veltlin-Livigno) offen zur Wiederbesiedlung durch die Vegetation der tiefern und mittlern Lagen.

Die eigentliche alpine Flora der Felsen, Schutthalden und Rasenecken dürfte jedoch die Eiszeit an günstigen Standorten in der alpinen Stufe selbst überdauert haben. Unter der starken Insolation gab es dort stets schneefreie Stellen auf einige Monate des Sommers. Nur so ist das Vorkommen nordischer Relikt-Arten in unserem Gebiet verständlich.

Dass im Vorland der Alpen und wohl weit ins Gebiet der Vorberge hinein einzelne Waldföhrenrelikte und Relikte der Bergföhren und Birken Ausgangspunkte für die früheste Besiedlung waren, ist heute unbestritten. Die punktförmige Infiltration war um 13000 BP so weit vorangekommen, dass in der Wärmephase des Bölling-Alleröd-Interstadials überall fast gleichzeitig Wälder aufwuchsen, im Westen vorerst mehr Birkenwälder, im Osten Waldföhrenwälder. Fast ebenso markant war die Entwicklung von Weiden und Sanddorn an Gewässern, von Wacholder auf Kies- und Sandbänken und Felsen.

Im Unterengadin waren alle diese Gehölze bereits um 12000 BP bis über 1500 m hinauf heimisch.

Bei allen andern Elementen der warmzeitlichen Wälder vermuten wir schon lange, dass sie die Eiszeit weit weg vom Alpenraum überdauerten und dementsprechend zuwandern mussten.

Wir glauben heute, diese Auffassung dahin präzisieren zu können, dass drei oder vier Gebirgsbäume vom Südalpenrand her in unsere Alpen rückwanderten: *Larix*, *Pinus cembra*, *Abies*, *Picea*. Die jüngsten sorgfältigen Untersuchungen am Südalpenrand liefern Argumente und Indizien für folgende Hypothesen:

1. *Larix* hat ein  $\pm$  nachweisbares Überdauerungszentrum am italienischen Westalpenrand (SCHNEIDER 1978).

2. *Abies* dürfte nach den spätglazialen Frühspuren und der frühen postglazialen Massenausbreitung im insubrisch-tessinischen Alpenvorland die Eiszeit überdauert haben.

3. Von *Picea* wissen wir längst, dass sie von Südosten her in die Alpen eingedrungen ist. Es ist jedoch nicht auszuschließen, dass punktförmige Relikte direkt am Südostrand der Alpen Refugien gefunden hatten und im Spätglazial von zahlreichen Reliktstellen aus rückwandern konnten.

4. Von *Pinus cembra* wissen wir wenig Zuverlässiges, weil ihr Pollen bei schlechter Erhaltung nicht gut kenntlich ist, auch, weil ihre Unterscheidung relativ spät versucht wurde. Vermutlich überdauerte sie im Bereich der nicht zu trockenen Reliktstandorte vor den Zentral- und Ostalpen. Jedenfalls wird sie fast überall bereits im Bölling-Alleröd-Abschnitt nachgewiesen, hat also günstige nahe Zuwanderungswege zur Verfügung gehabt.

Im Unterengadin sind sehr früh Spuren von *Larix* und *Pinus cembra* festzustellen, die mit dem Einsetzen der Warmzeit um 10000 BP überall gute Ausbreitung ermöglichten (am Beginn des Präboreals). *Picea* hat zwar wahrscheinlich das Unterengadin fast ebenso früh erreicht, doch in der klimatischen (und edaphischen) Trockenheit hemmende Faktoren gefunden, die erst um 8000 BP durch die höhern Niederschläge des Atlantikums aufgehoben wurden.

*Abies* scheint durch die höhern Niederschläge Insubriens im frühesten Spätglazial und dann besonders im Präboreal und Boreal begünstigt worden zu sein. Sie ist vom Südalpenrand her ins obere Etschtal eingedrungen, hat aber das Unterengadin mit seinem trocken-kontinentalen Klima nie erreicht.

Vergleicht man die heutige Vegetation des Unterengadins und des Nationalparks mit dem Grundstock von glazialen und spätglazialen Elementen, die in der Eiszeit an den Rand des Alpenraums verdrängt waren und aus dieser taktischen Lage und ökologischen Prüfung heraus als Erste ins alte Wohngebiet rückwandern konnten, so erkennen wir in der heutigen Vegetation des Nationalparkgebiets ein tippig entwickeltes Spätglazial und Randglazial der letzten Eiszeit.

Gegen dieses einfache Schema scheinen vielleicht einige untergeordnete Elemente des Untersuchungsgebietes zu sprechen:

1. *Alnus incana*, die Grauerle, scheint ein frühpostglaziales (fast warmzeitliches) Einwanderungselement zu sein. In Tat und Wahrheit tritt sie in Spuren im Spätglazial auf und gehört wahrscheinlich zu den randglazialen Elementen wie *Larix*, *Pinus silvestris*, *Betula*, *Pinus cembra* und *Pinus mugo*. Im nördlichen Lappland tritt sie heute neben Birken und Waldföhren flussbegleitend auf.

2. *Alnus viridis*, die Grünerle, dürfte das gleiche Schicksal teilen, ist aber ökologisch (und edaphisch?) anspruchsvoller, jedenfalls stärker spezialisiert. Ihr Pollen ist nicht immer leicht von demjenigen von *Alnus incana* zu unterscheiden (besonders nach Flussäurebehandlung) und wurde erst in jüngerer Zeit richtig angesprochen. Er findet sich sicher im Spätglazial.

3. *Populus tremula*, die Zitterpappel, gedeiht stellenweise sehr gut im Unterengadin. Ihr Pollen ist nicht immer erhalten und nicht immer leicht erkennbar. Er ist früh im Spätglazial von Lai Nair aufgetreten.

In der ganzen 10000 Jahre dauernden Warmzeit des Postglazials sind dem Unterengadin keine eigentlich warmzeitlichen Elemente zugewandert: Eiche, Linde, Ulme, Esche, Ahorn, Weisstanne und Buche fehlen ihm auch heute. Die Fichte aber ist unter dem Einfluss höherer Feuchtigkeit im Atlantikum (nach 8000 BP) zur Massenentfaltung gelangt und hat den untern

Tallagen die Ähnlichkeit mit den Ostalpen aufgeprägt, im Gegensatz zum Tessin, zum Wallis, zum Jura und zu den Tieflagen der Nord- und Nordwestschweiz. Die Hochlagen erlebten ein Ansteigen der Waldgrenze von anfänglich 1600 m auf 2200 m und eine Ausbreitung von Arven und Lärchen. Die höchsten Waldgrenzen dürften in die Zeit des Subboreals (zwischen 5000 und 2500 BP) fallen.

In diese Zeit fiel die Entwicklung der prähistorischen Kulturen, des Neolithikums, der Bronzezeit und der Eisenzeit. In den sonnigen Tieflagen fand der Mensch Kulturflecken für Getreide und Mähwiesen, auf flachern Teilen der Hochlagen Weideland für Grossvieh (Ziegen und Schafe durchweideten die Wälder und stiegen über die Waldgrenze hinauf in die alpinen Krautfluren).

Bis in die Römerzeit hinein, z. T. bis ins Mittelalter herrschte ein Gleichgewichtszustand, in dem die Natur auf alle Eingriffe kräftig zurückschlug: Verjüngung lieferte, Baumbestände durch Verstrauchung ersetzte, aufgelassene Stellen wieder bewaldete, Lawinenzüge mit Grünern zu besiedeln versuchte, Brandrodungsflächen durch dornige Sträucher (*Prunus spinosa*, *Rosa*, *Berberis*, *Crataegus*) oder anspruchslose Bäume (*Pinus silvestris*, *Pinus mugo*, *Larix*) zu bestocken versuchte. Der Mensch schuf selbst auf Lesesteinhaufen und an Wegrändern dauernde Spezialstandorte, die die Natur sinnvoll besiedelte.

Ob in diesem Hin und Her *Corylus* eingeschleppt und vom Menschen gefördert wurde, oder ob sie nur durch Lichtstellung begünstigt wurde, wissen wir nicht. Die frühen Pollenwerte im Boreal sind so niedrig, dass eine Anwesenheit im Inntal und im obern Veltlin nicht mit Sicherheit abgelesen werden kann, umsoweniger als der Fernflug auch an der Waldgrenze recht anscheinliche Werte erreichte (2-4%).

Nur selten wachsen die untersuchten Moorstellen heute noch kräftig. Wo sie es bis vor kurzem noch taten (Cinuskel, Trepalle, Schwarzsee?) geben sie Zeugnis vom gewaltigen Eingriff der mittelalterlichen Nutzkultur, die in der Neuzeit anscheinend gemildert worden ist, in der Einsicht, dass Wald und Landschaft geregelter Nutzung und Pflege bedürfen. Der Nationalpark ist ein Mark- und Gedenkstein dieser Erkenntnis.



## ZITIERTE LITERATUR

- BEELER F. (1977): Geomorphologische Untersuchungen am Spät- und Postglazial im Schweizerischen Nationalpark und im Berninagebiet (Südrätische Alpen). - *Ergebn. wiss. Untersuch. Schweiz. Nationalpark* 15, S. 131-276.
- BEUG H. J. (1964): Untersuchungen zur spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte im Gardaseegebiet unter besonderer Berücksichtigung der mediterranen Arten. - *Flora* 154, S. 401-444.
- BORTENSCHLAGER S. (1966): Pollenanalytische Untersuchung des Dobramoeres in Kärnten. - *Carinthia* II, Mitt. Naturwiss. Verein Kärnten 76. Jahrg. Klagenfurt, S. 59-74.
- BORTENSCHLAGER S. (1970): Konnte die Fichte die letzte Eiszeit im Ostalpenraum überdauern? - In: *Probleme der weichsel-spätglazialen Vegetationsentwicklung*, Frankfurt a. O. 1969, S. 139-143.
- CAMPELL E. & TREPP W. (1968): Vegetationskarte des schweizerischen Nationalparks. - *Ergebn. der wissensch. Untersuchungen im schweizerischen Nationalpark XI*, 58, S. 19-42, Chur.
- EICHER U. (1979): Die  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ - und  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ -Isotopenverhältnisse in spätglazialen Süßwasserkarbonaten und ihr Zusammenhang mit den Ergebnissen der Pollenanalyse. - (Diss. Bern, Manuskript).
- FLIRI F. et al. (1970): Der Bänderton von Baumkirchen (Inntal). Eine neue Schlüsselstelle zur Kenntnis der Würm-Vereisung der Alpen. - *Z. f. Gletscherkunde* 6, S. 5-36.
- FURRER E. (1914): Vegetationsstudien im Bormiesischen. - *Vierteljahrsschrift Naturf. Ges. Zürich* 59.
- FURRER E. (1963): Der Bergsturz von Bormio. - *Vierteljahrsschrift Naturf. Ges. Zürich* 107, S. 233-242.
- FURRER G., LEUZINGER H. & AMMANN K. (1975): Klimaschwankungen während des alpinen Postglazials im Spiegel fossiler Böden. - *Vierteljahrsschrift d. Naturf. Ges. Zürich* 120, S. 15-31.
- GRÜGER J. (1968): Untersuchungen zur spätglazialen und frühpostglazialen Vegetationsentwicklung der Südalpen im Umkreis des Gardasees. - *Bot. Jahrb. Syst.* 88/2, S. 163-199.
- HEITZ C. (1975): Vegetationsentwicklung und Waldgrenzschwankungen des Spät- und Postglazials im Oberhalbstein (Graubünden, Schweiz) mit besonderer Berücksichtigung der Fichteneinwanderung. - *Beitr. z. Geobotan. Landesaufnahme d. Schweiz* 55, Bern, 63 S.
- HEUBERGER H. (1968): Die Alpengletscher im Spät- und Postglazial. - *Eiszeitalter und Gegenwart* 19, S. 270-275.
- KARNER A., KRAL F. & MAYER H. (1973): Das inneralpine Vorkommen der Tanne im Vintschgau. - *Centralblatt f. d. gesamte Forstwesen* 90/3, S. 129-163, Wien.
- KING L. (1974): Studien zur postglazialen Gletscher- und Vegetationsgeschichte des Sustenpassgebietes. - *Basler Beitr. z. Geographie* 18, 123 S.
- KLEIBER H. (1974): Pollenanalytische Untersuchungen zum Eisrückzug und zur Vegetationsgeschichte im Oberengadin I. - *Bot. Jahrb. Syst.* 94, 53 S.
- KRAL F. (1979): Spät- und postglaziale Waldgeschichte der Alpen auf Grund der bisherigen Pollenanalysen. - *Veröff. Inst. Waldbau Universität für Bodenkultur Wien*, 175 S.
- KÜTTEL M. (1976): Pollenanalytische und geochronologische Untersuchungen zur Piottino-Schwankung (Jüngere Dryas). - *Boreas* 6, S. 259-274, Oslo.
- KÜTTEL M. (1979): Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte und zum Gletscher-rückzug in den westlichen Schweizeralpen. - *Ber. Schweiz. Bot. Ges.* 89, S. 9-62.
- MANGERUD J., ANDERSEN S. T., BERGLUND B. E. & DONNER J. J. (1974): Quaternary stratigraphy of Norden, a proposal for terminology and classification. - *Boreas* 3/3, S. 109-128.
- MÜLLER H.-J. (1972): Pollenanalytische Untersuchungen zum Eisrückzug und zur Vegetationsgeschichte im Vorderrhein- und Lukmaniergebiet. *Flora* 161, S. 333-382.
- OESCHGER H. (Herausgeber) (1977): Liste der Schweizer  $^{14}\text{C}$ -Daten I (Stand 1974) Bern.
- PATZELT G. (1973): Die postglazialen Gletscher- und Klimaschwankungen in der Venedigergruppe (Hohe Tauern, Ostalpen). - *Z. Geomorph. N. F. Suppl.* Bd. 16, S. 25-72.
- SCHLAEPFER D. (1960): Der Bergbau am Ofenpass. - *Ergebn. der wissensch. Untersuchung im schweiz. Nationalparks VII*, 43 (159 S.), Chur.
- SCHMIDT H. (1966): Palynologische Untersuchungen an drei Mooren in Kärnten. - *Diss. Innsbruck* (Keutschachersee, Kohlenmoos, Schwarzer Moor)
- SCHMIDT R. (1975): Pollenanalytische Untersuchungen zur spätglazialen bis mittelpostglazialen Vegetationsgeschichte im Raume Bozen. - *Linzer biol. Beitr.* 7/2, S. 225-247.

UR

und Postglazial im Schweizerischen  
n. wiss. Untersuch. Schweiz. Natio-

tationsgeschichte im Gardaseegebiet  
lora 154, S. 401-444.

obramoores in Kärnten. - Carinthia  
9-74.

eit im Ostalpenraum überdauern?  
g, Frankfurt a. O. 1969, S. 139-143.

n Nationalparks. - Ergebn. der wis-  
8, S. 19-42, Chur.

spätglazialen Süßwasserkarbonaten  
- (Diss. Bern, Manuskript).

ne neue Schlüsselstelle zur Kenntnis  
5.

hrsschrift Naturf. Ges. Zürich 59.

Naturf. Ges. Zürich 107, S. 233-242.

gen während des alpinen Postglazials  
Zürich 120, S. 15-31.

lazialen Vegetationsentwicklung der  
5, 163-199.

ngen des Spät- und Postglazials im  
chtigung der Fichteneinwanderung.  
5.

l. - Eiszeitalter und Gegenwart 19.

ommen der Tanne im Vintschgau.

sgeschichte des Sustenpassgebietes.

czug und zur Vegetationsgeschichte

f Grund der bisherigen Pollenanaly-  
175 S.

achungen zur Piottino-Schwankung

ionsgeschichte und zum Gletscher-  
Ges. 89, S. 9-62.

(1974): Quaternary stratigraphy of  
1/3, S. 109-128.

kzug und zur Vegetationsgeschichte

(Stand 1974) Bern.

ngen in der Venedigergruppe (Hohe  
72.

ssensch. Untersuchung im schweiz.

en in Kärnten. - Diss. Innsbruck

alen bis mittelpostglazialen Vegeta-  
5-247.

SCHNEEBELI W. & RÖTHLISBERGER F. (1976): 8000 Jahre Walliser Gletschergeschichte. - Die Alpen, 52, 152 S.

SCHNEIDER R. (1978): Pollenanalytische Untersuchungen zur Kenntnis der spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte am Südrand der Alpen zwischen Turin und Varese (Italien). - Bot. Jahrb. Syst. 100/1, S. 26-109.

WEGMÜLLER H. P. (1976): Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen in den Thuralpen und im Faningebiet (Kantone Appenzell, St. Gallen, Graubünden/Schweiz). - Bot. Jahrb. Syst. 97/2, S. 226-307 (Stuttgart).

WEITEN M. (1982): Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen in den westlichen Schweizeralpen: Bern-Wallis. - Denkschr. Schweiz. Naturf. Ges. 95 (Im Druck)

ZOLLER H. (1960): Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte der insubrischen Schweiz. - Denkschr. Schweiz. Naturf. Ges. 83/2.

ZOLLER H. (1964): Flora des schweizerischen Nationalparks und seiner Umgebung. - Ergebnisse der wissenschaftl. Untersuchungen im schweiz. Nationalpark. IX, 51, 408 S., Chur.

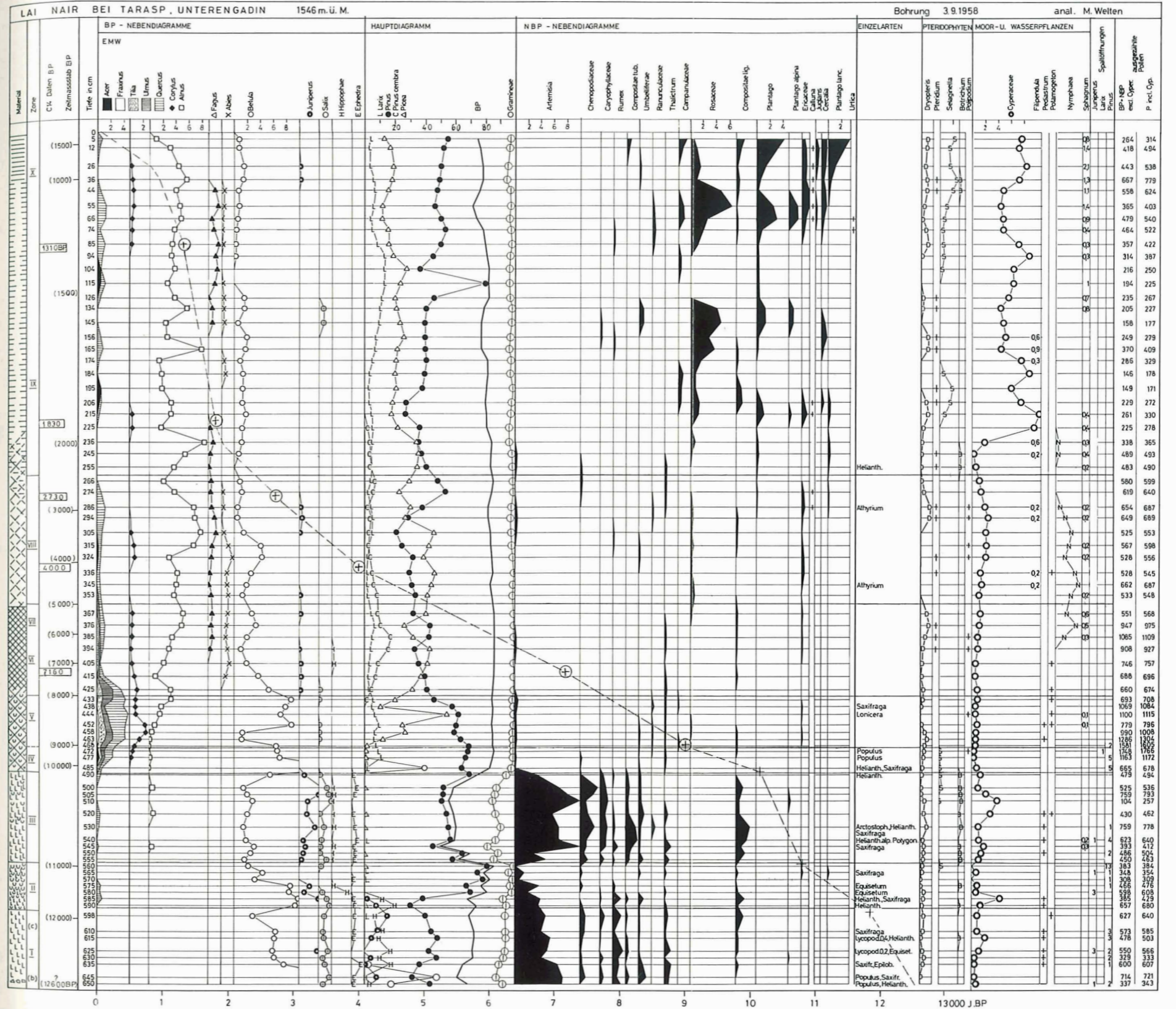
ZOLLER H., SCHINDLER C. & RÖTHLISBERGER H. (1966): Postglaziale Gletscherstände und Klimaschwankungen im Gotthardmassiv und Vorderrheingebiet. - Verh. Naturf. Ges. Basel 77, S. 97-164.

ZOLLER H. & KLEIBER H. (1971): Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen in der montanen und subalpinen Stufe der Tessintäler. - Verhandl. Naturf. Ges. Basel 81, S. 90-154.

Führer (1966): Ein wissenschaftlicher Führer «Durch den Schweiz. Nationalpark». - Basel 156 S.

Geologische Karte der Schweiz 1:500000. - Schweiz. Geolog. Komm. Bern.

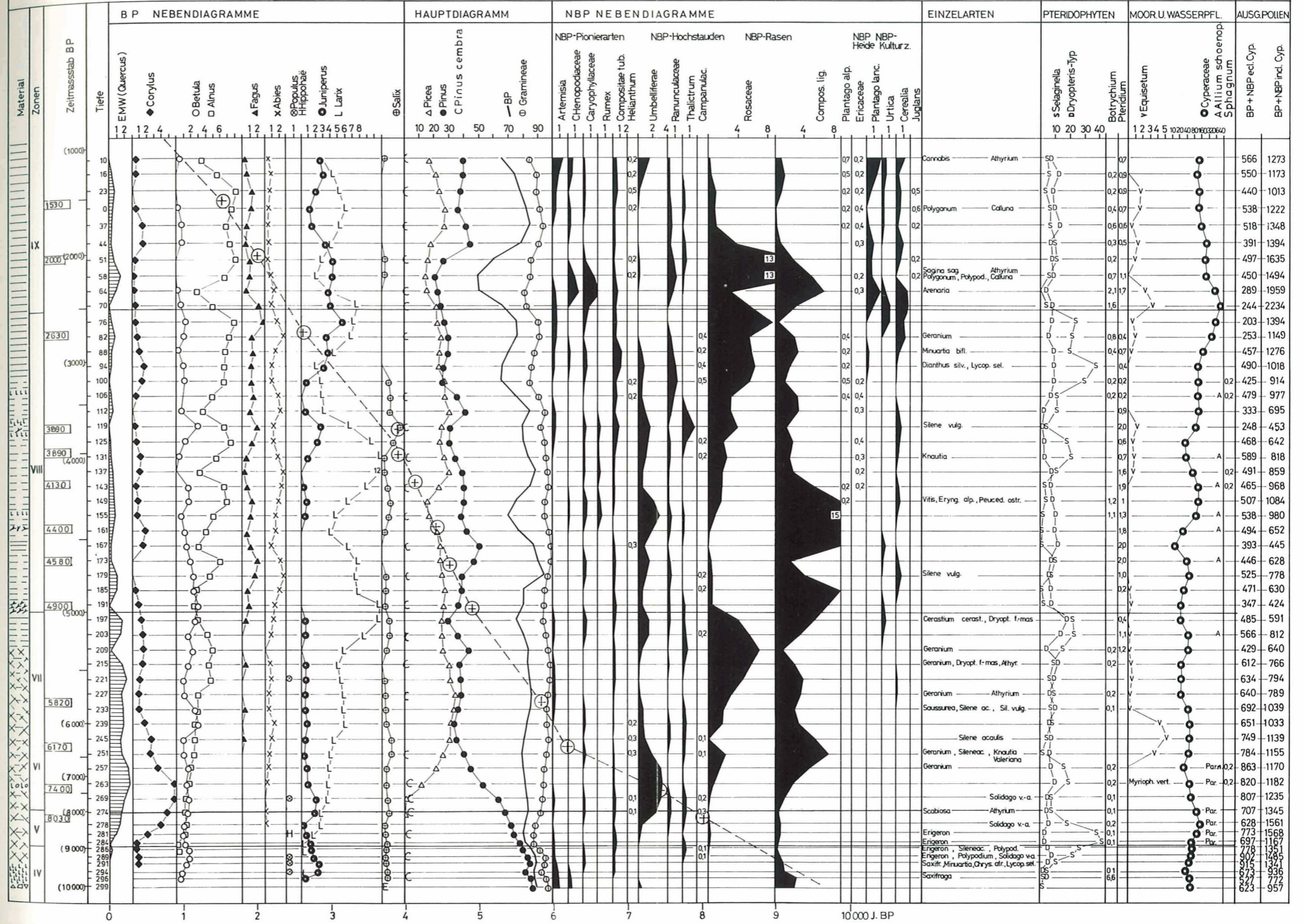
Tektonische Karte der Schweiz 1:500000. - Schweiz. Geolog. Komm. Bern.



MOTTA NALUNS Unterengadin 2170 m ü. M

Grabung 11.9.1962

anal. M. Welten



**B P NEBENDIAGRAMME**

EMW (Quercus) 12 12 4  
 ● Corylus  
 ○ Betula  
 □ Alnus  
 ▲ Fagus  
 X Abies  
 ⊗ Populus  
 ⊕ Hippophae  
 ● Juniperus  
 L Larix

**HAUPTDIAGRAMM**

● Salix  
 △ Picea  
 ● Pinus  
 ○ Pinus cembra  
 — BP  
 ○ Gramineae

**NBP NEBENDIAGRAMME**

**NBP-Pionierarten**  
 Artemisia  
 Chenopodiaceae  
 Caryophyllaceae  
 Rumex  
 Compositae tub.  
 Helianthum

**NBP-Hochstauden**  
 Umbelliferae  
 Ranunculaceae  
 Thalictrum  
 Campanulac.

**NBP-Rasen**  
 Rosaceae

**NBP-NBP-Heide Kulturz.**  
 Compos. lig.  
 Plantago alp.  
 Ericaceae  
 Plantago lanc.  
 Urtica  
 Cerealia  
 Juglans

**EINZELARTEN**

Cannabis  
 Athyrium  
 Polygonum  
 Calluna  
 Sagina sag.  
 Polygonum, Polyod., Calluna  
 Arenaria  
 Geranium  
 Minuartia bfl.  
 Dianthus silv., Lycop. sel.  
 Silene vulg.  
 Knautia  
 Vitis, Eryng. alp., Peuced. ostr.  
 Saussurea, Silene ac., Sil. vulg.  
 Silene acaulis  
 Geranium, Sileneac., Knautia  
 Geranium, Valeriana  
 Solidago v-a  
 Scabiosa  
 Athyrium  
 Solidago v-a  
 Erigeron  
 Erigeron, Sileneac., Polyod.  
 Erigeron, Polyod., Solidago va  
 Saxifr. Minuartia, Chrys. afr., Lycop. sel.  
 Saxifraga

**PTERIDOPHYTEN**  
 s Selaginella  
 v Dryopteris-typ  
 Botrychium  
 Pteridium  
 v Equisetum

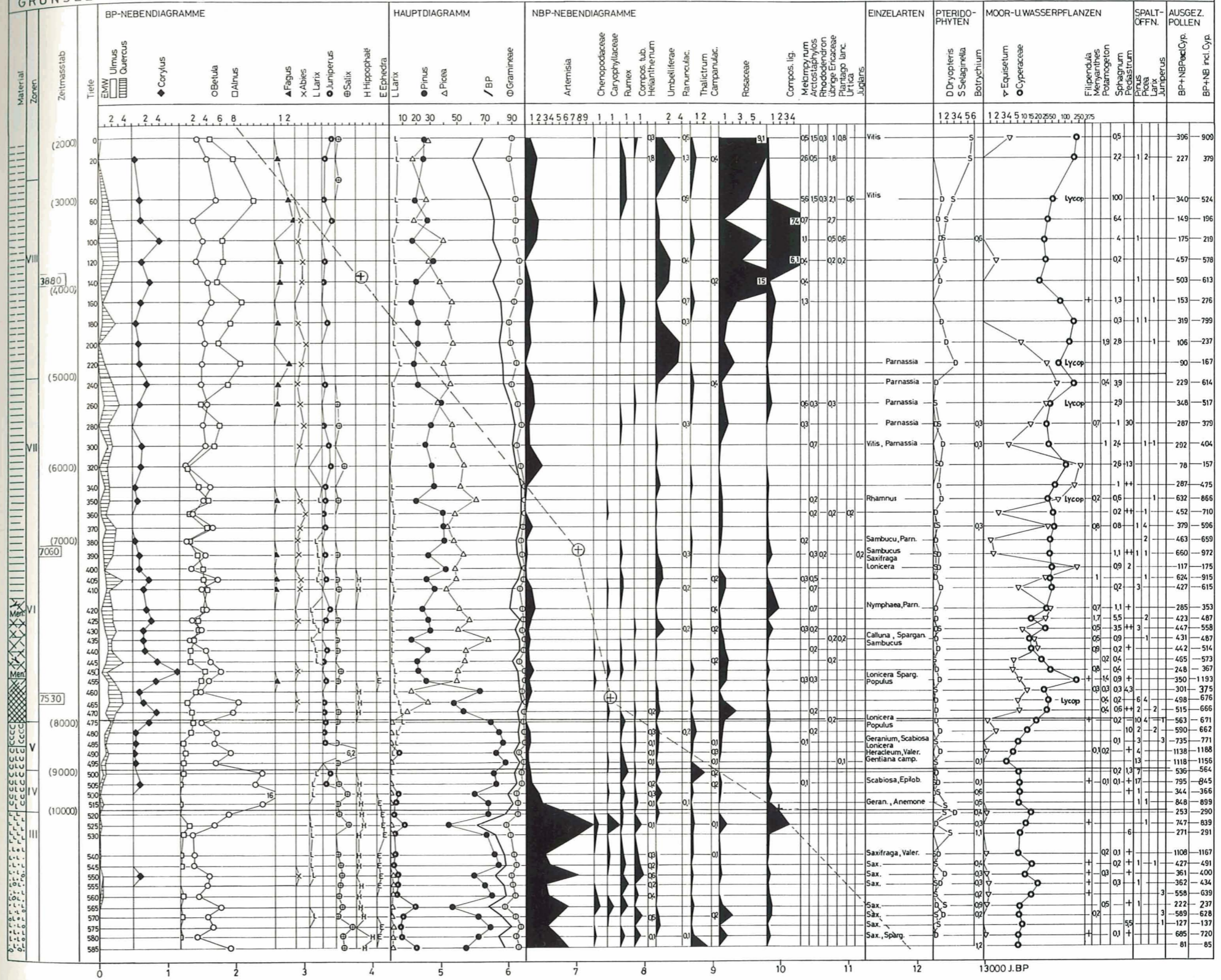
**MOORU. WASSERPFL.**  
 ● Cyperaceae  
 ▲ Allium schoenop.  
 ○ Sphagnum

**AUSG. POLLEN**  
 BP + NBP ect. Cyp.  
 BP + NBP ind. Cyp.

GRÜNSEE TIROL 1836 m ü.M.

Bohrung 21.9.1963 M.Welten

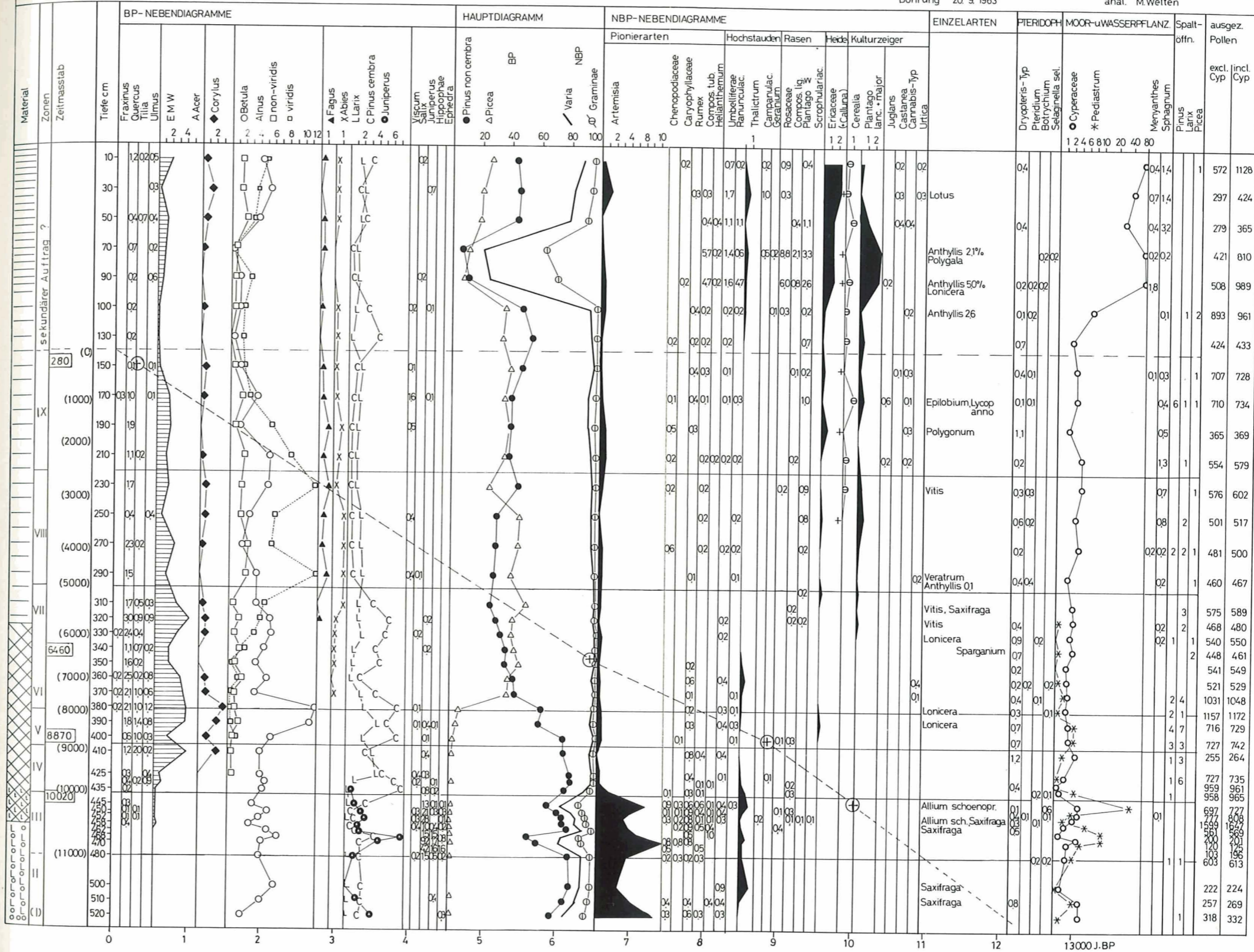
anal. V. Markgraf et al.

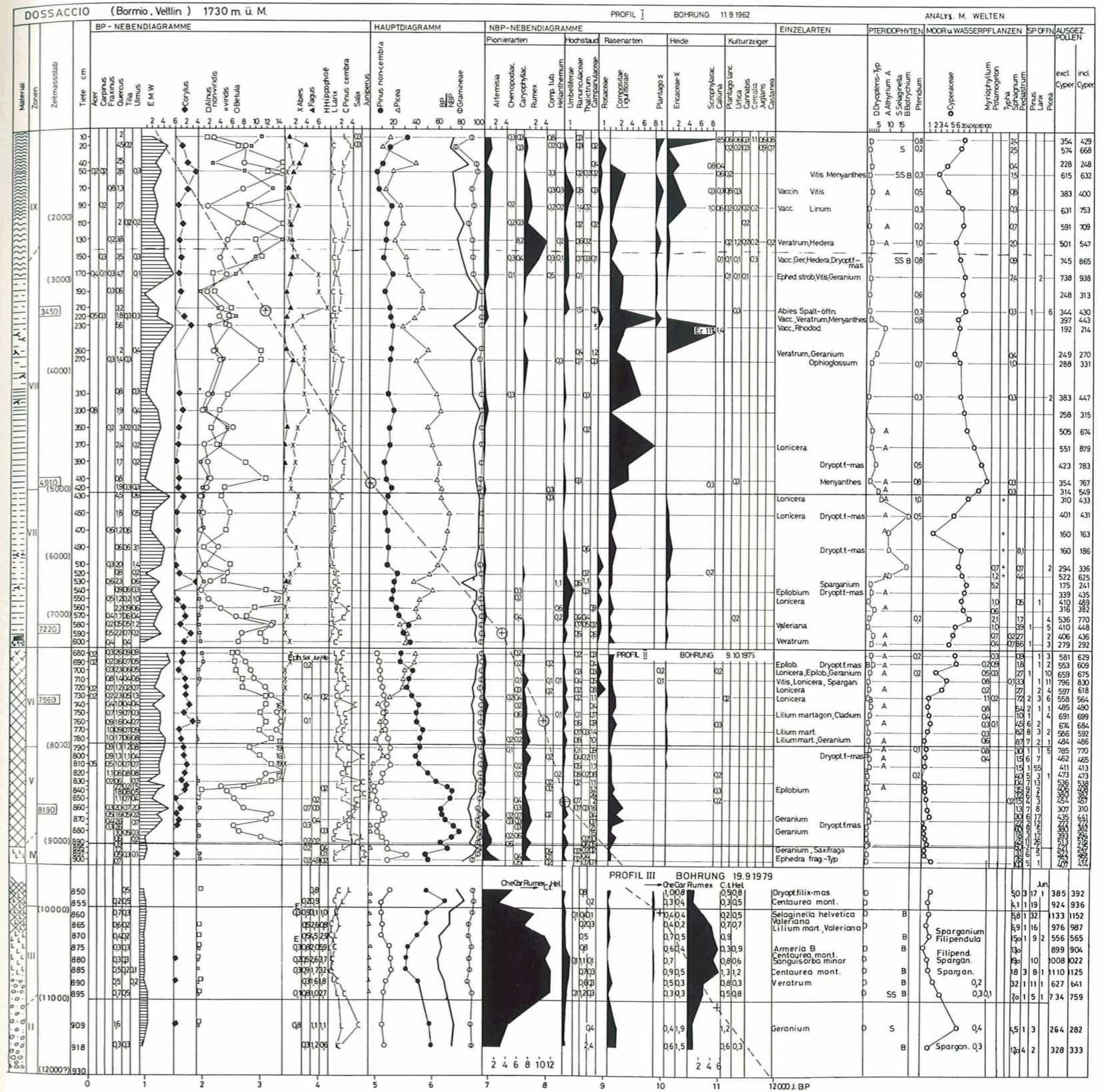


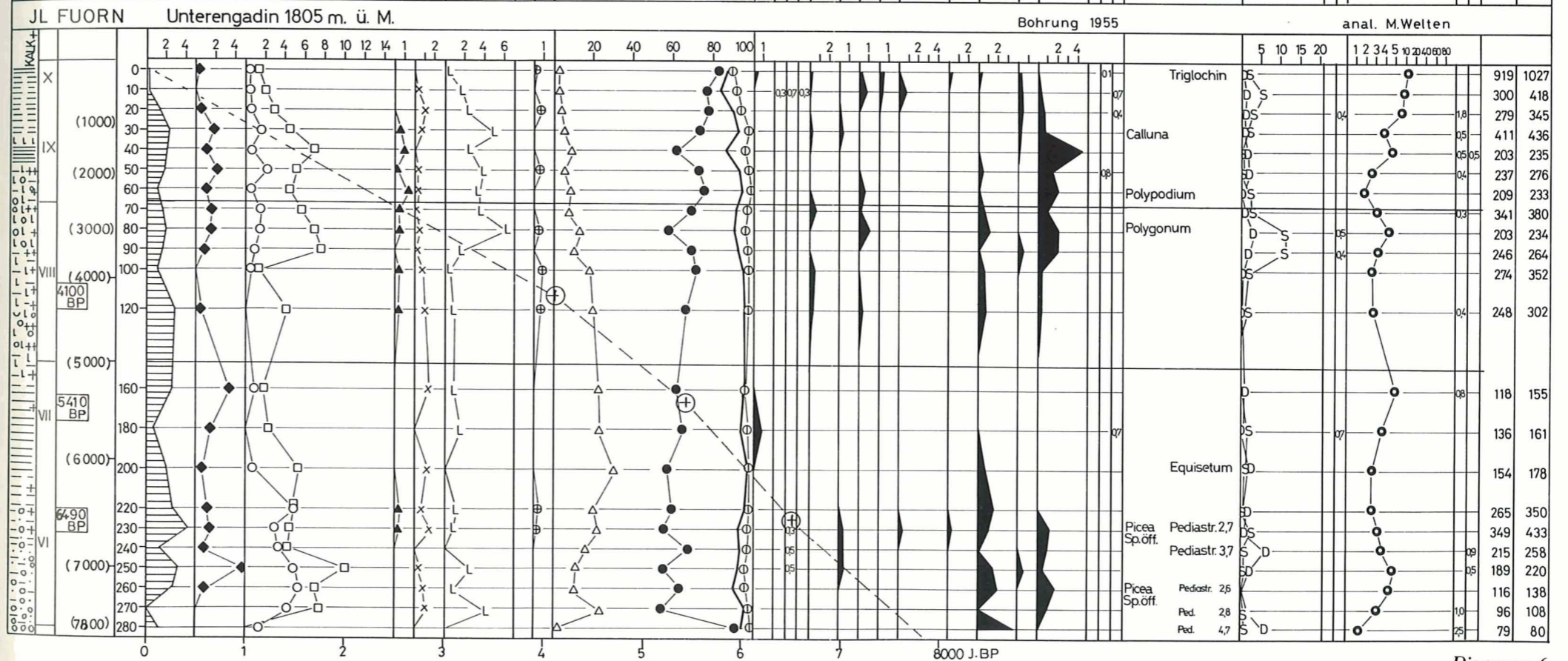
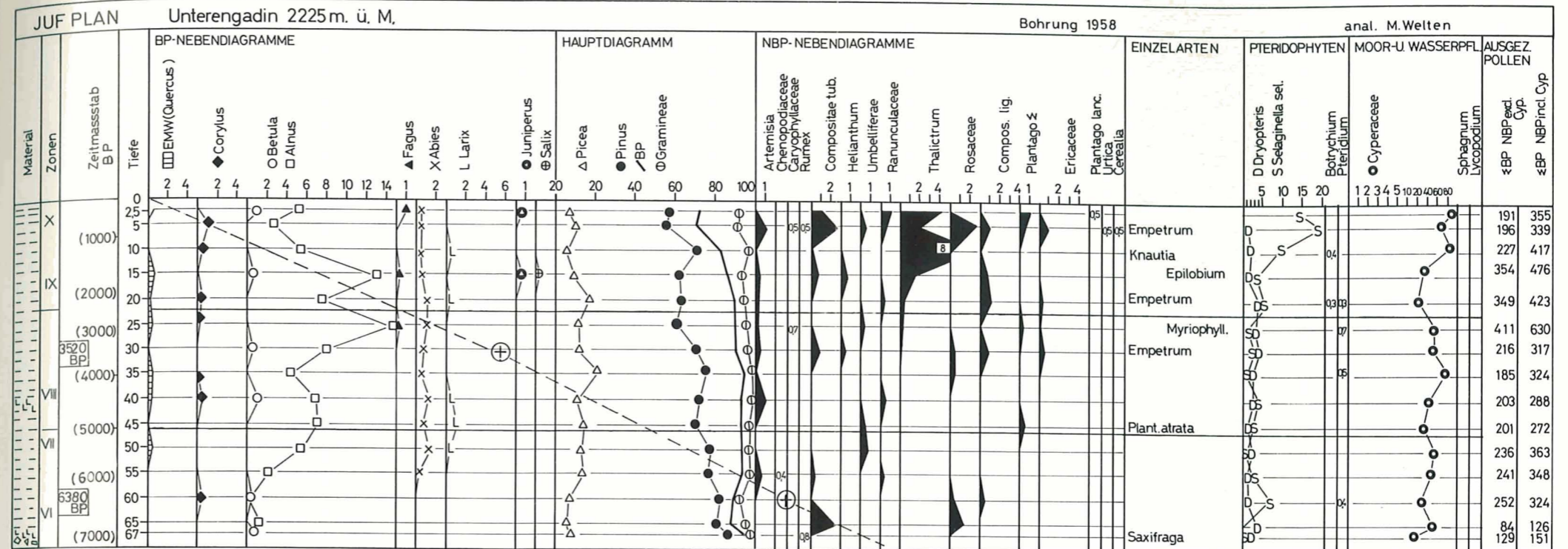
SCHWARZSEE - TIROL 1721 m. ü. M.

Bohrung 20.9.1963

anal. M.Welten









UMBRAIL 2490 m ü. M.

Bohrung 19.91963

anal. M. Welten

Diagramm 8

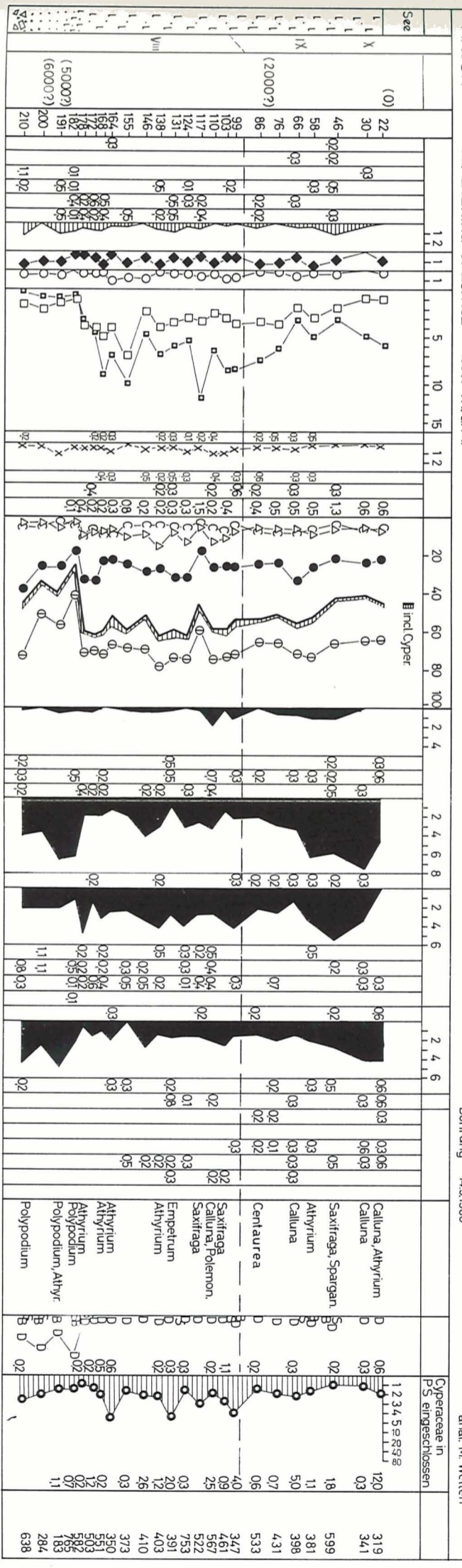
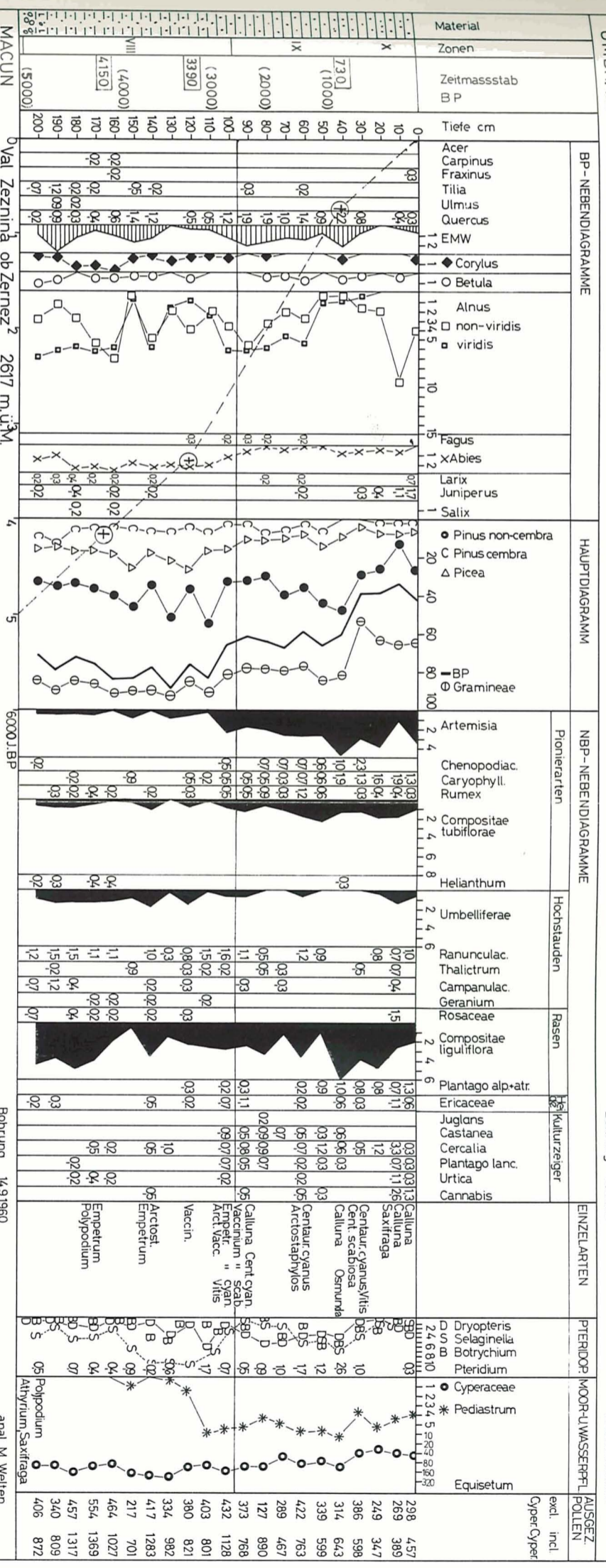


Diagramm 9

Diagramm 10

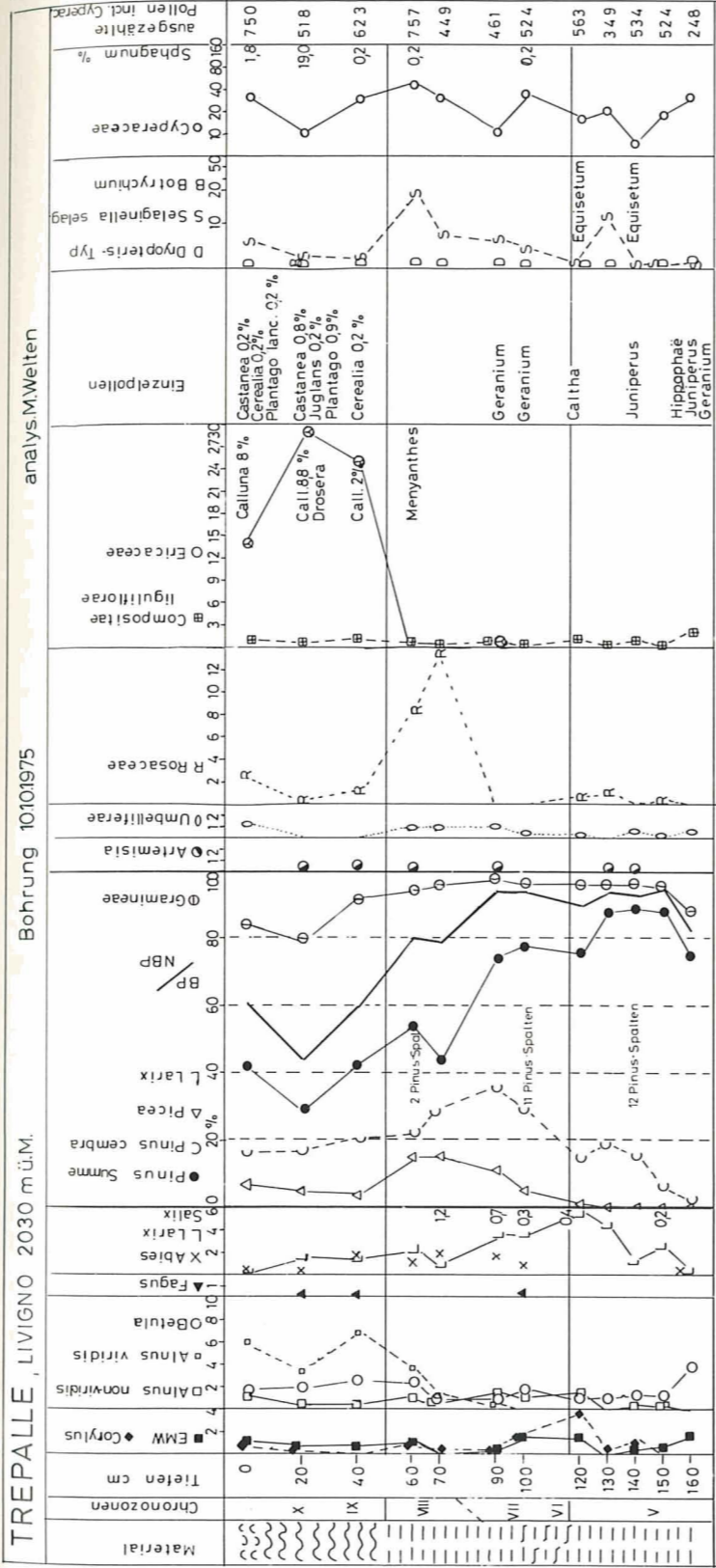


Diagramm 11

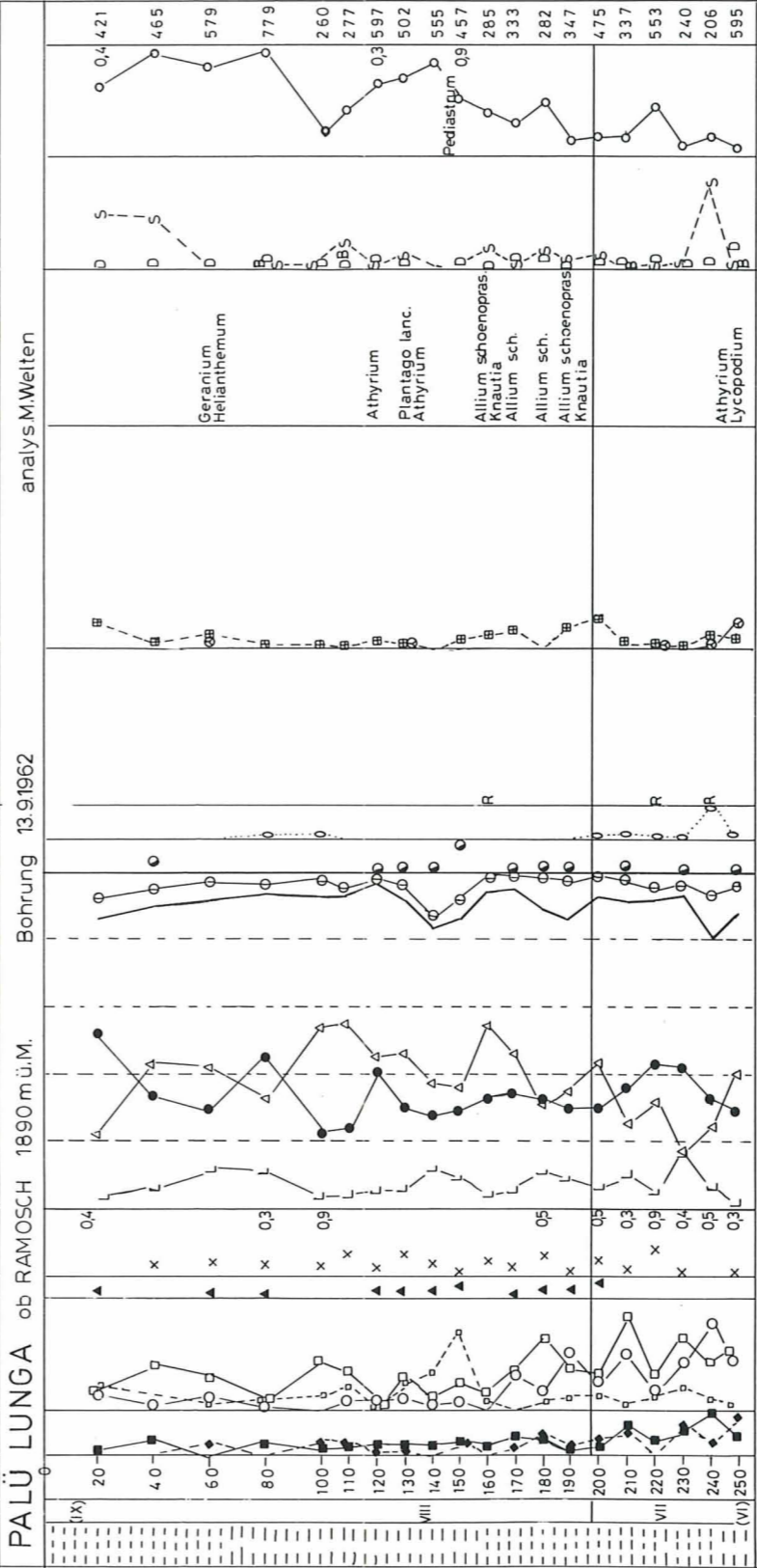


Diagramm 12

