Zeitschrift: Berichte der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Botanique Suisse

Herausgeber: Schweizerische Botanische Gesellschaft

Band: 89 (1979)

Heft: 1-2

Artikel: Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte und zum Gletscherrückzug in den westlichen Schweizer Alpen

Autor: Küttel, Meinrad

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-63107

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 02.10.2025

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

Ber. Schweiz. Bot. Ges. *89* (1/2), 9–62 (1979)

Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte und zum Gletscherrückzug in den westlichen Schweizer Alpen

von *Meinrad Küttel*

Systematisch-Geobotanisches Institut
der Universität Bern

Manuskript eingegangen am 26. Juni 1978

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung
2. Untersuchte Stellen
3. Methodik
4. Einzelergebnisse
   4.1 Simplon
   4.2 Obergurbs
   4.3 Kühdungel
   4.4 Tortin
5. Übersicht der wichtigsten Ergebnisse
Literatur

1. Einleitung

Die hier untersuchten Stellen (Fig. 1) haben mehreres gemeinsam. Sie liegen auf ähnlicher Höhe im Bereich der heutigen Waldgrenze. Zudem sind sie, allerdings zeitlich verschieden, im Wirkungsbereich spätglazialer Gletscher gewesen. Der Kühdungel im westlichen Berner Oberland, genauer im Saanegebiet, liegt innerhalb der letzten nachgewiesenen spätglazialen Moränen. In glazialmorphologisch ähnlichem Zusammenhang befindet sich Tortin im Val Nendaz (Wallis). Obergurbs im Simmental, bereits früher dargestellt (Küttel, 1974 b), ist innerhalb von Moränen, die einem frühern,

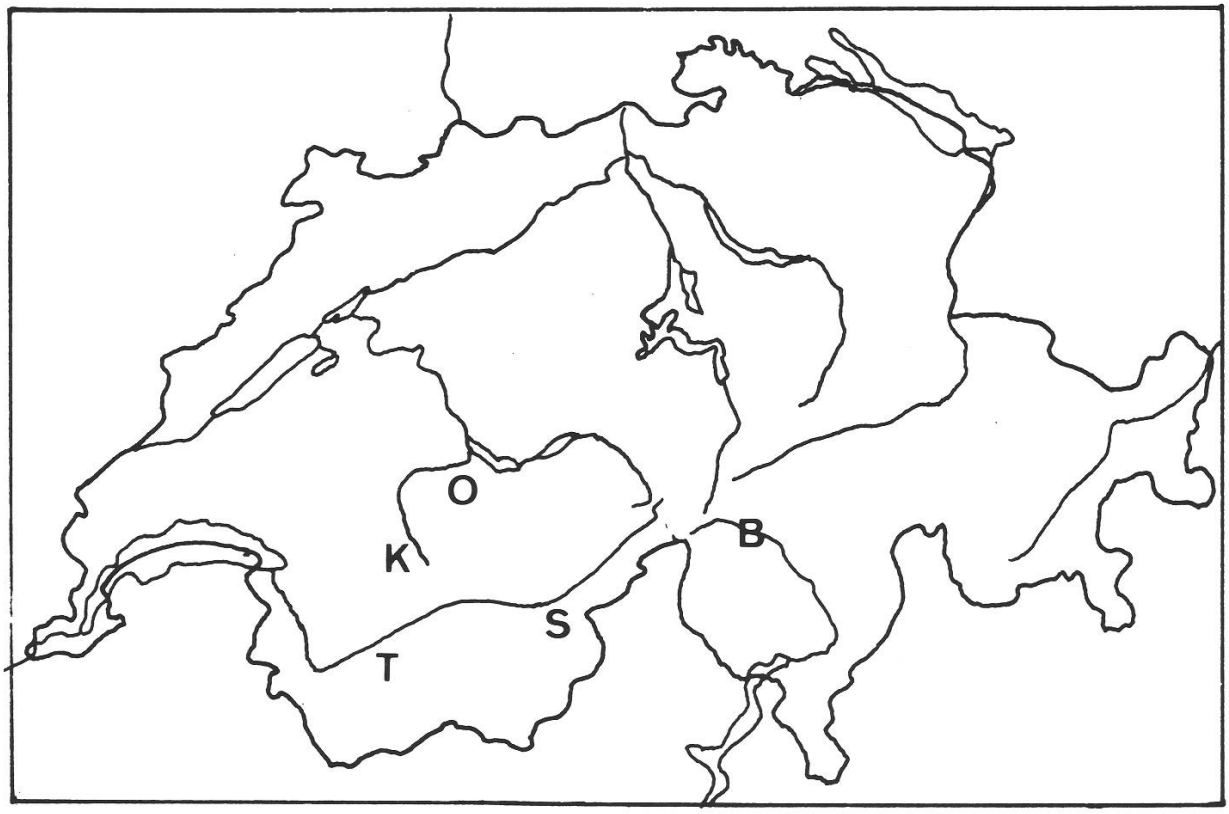


Fig. 1: Übersichtskarte. Es bedeuten: O Obergurbs, B Bedrina, K Kühdungel, S Simplon, T Tortin

ebenfalls spätglazialem Stadium angehören. Die Bohrstellen auf dem Simplon sind alle von den letzten spätglazialen Gletschervorstössen nicht mehr direkt beeinflusst worden.

Ziel meiner Untersuchungen war, mit Hilfe der Pollenanalyse für das Eisfreiwerden der entsprechenden Lokalitäten Minimalalter, sowie Auskunft über die späteiszeitliche und frühnacheiszeitliche Vegetationsentwicklung zu erhalten. Spezielles Augenmerk wurde auf die Wiederbewaldung der entsprechenden Höhen gelegt.

2. Untersuchte Lokalitäten

2.1 Simplon (Fig. 2)

Die heutige Landschaft am Simplon ist wie überall durch den Eingriff des Menschen geprägt. Fussend auf den naturräumlichen Gegebenheiten hat er sie seit mehr als zweitausend Jahren verändert und verändert sie weiterhin. Im Rahmen einer lockern interdisziplinären Arbeitsgruppe, in der einerseits der Mensch als Bergbewohner und seine Anpassung an die sich verändernde Umwelt im Mittelpunkt steht (KARL WICK), in der aber auch das spät- und nacheiszeitliche Klima- und Gletschergeschehen studiert wird (HANS-NIKLAUS MÜLLER), kann es für einen Pollenanalytiker durchaus von Interesse sein mitzuarbeiten. Er kann mit seiner Methode die Resultate der andern Disziplinen stützen oder gar ausweiten.

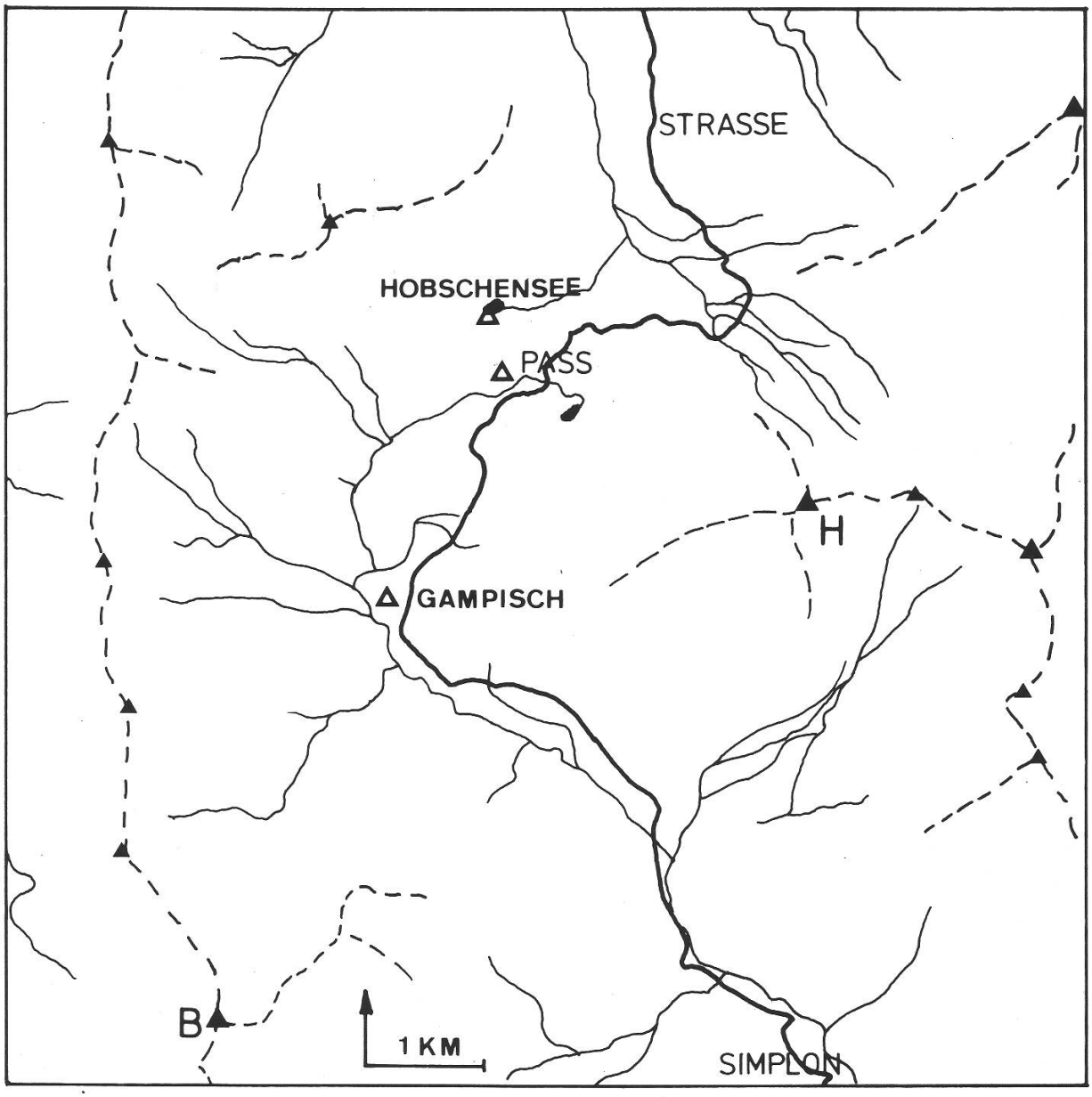


Fig. 2: Skizze des Simplongebietes. B Böshorn, H Hübschhorn.
Die leeren Dreiecke bezeichnen die Bohrstellen.

2.1.1 Geologie

Über die geologischen Verhältnisse orientiert vor allem BEARTH (1972, 1973), dann BEARTH et al. (1967) und Streckeisen (1965: 412 ff). Meine Bohrstellen befinden sich alle östlich der Simplonstörung im Bereich der Berisal-Decke. Anstehend sind vorwiegend biotitreiche Augengneise oder Zweiglimmergneise. Sie sind als Paragneise aufzufassen.

2.1.2 Klima

Ich verweise auf das Klimadiagramm vom Simplon-Hospiz (Fig. 3). Neue Datenreihen sind erst in Entstehung begriffen.

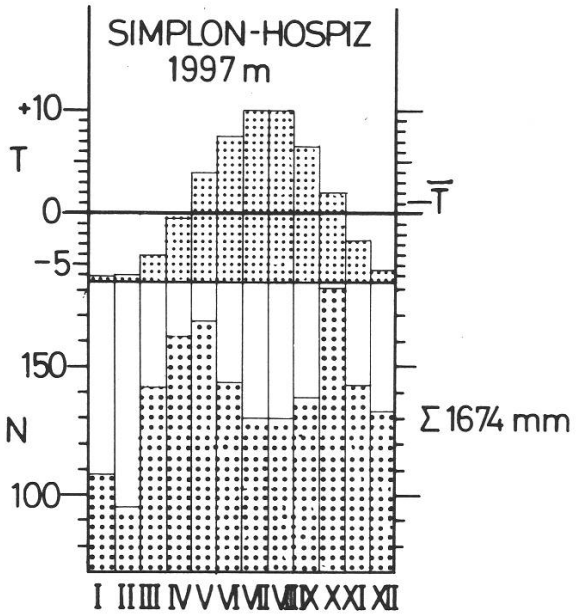


Fig. 3:

Klimadiagramm vom Simplon-Hospiz.
Die Daten stammen aus UTTINGER (1965) und SCHÜEPP (1960).

2.1.3 Vegetation

Das Simplon-Gebiet wurde bis jetzt vielmehr floristisch als vegetationskundlich bearbeitet. Ein paar frühe Notizen sind im hübschen Büchlein von Chanoine M. MURITH aus dem Jahre 1839 zu finden (S. 105 ff.). Weiter ist der „Guide du Botaniste sur le Simplon" (FAVRE, 1875) zu nennen. In den verschiedenen „Bulletin de la Murithienne" sind unzählige floristische Anmerkungen (z.B. BEAUVERD, 1912). In neuerer Zeit hat vor allem BECHERER hier intensiv floristisch weitergearbeitet. Die Zusammenstellung seiner Arbeiten findet man bei BECHERER (1972: 166). Erwähnenswerte Arten sind etwa *Euphrasia christii* (BECHERER, 1952) und *Campanula excisa* (BECHERER, 1966).

Auf der Simplon-Südseite findet man ein weites Spektrum der subalpinen und alpinen Vegetation. Ihre intensive Untersuchung war im Rahmen dieser Arbeit, wo ich mich sowieso auf das Spät- und frühe Postglazial beschränke, nicht geboten. Deshalb gehe ich zunächst auf ein paar ausgewählte, typische Vegetationsbilder ein, um nachher die der Bohrstellen selber zu streifen. Die Aufnahmen, entstanden im August 1975 und September 1976, sind kaum ganz vollständig.

Im subalpinen Bereich prägt die Lärche das Gesicht der Landschaft. Ein nahezu reiner und relativ dichter Bestand, im Unterwuchs *Peucedanum ostruthium* und *Dryopteris filix-mas,* ist auf dem blockreichen Schutt des Gletschersturzes von 1901 (MÜLLER, 1975) gewachsen (zwischen Egga und Simplon-Dorf in rund 1600 m).

Häufig ist die Lärche mit der Fichte vergesellschaftet. Ein Beispiel dazu vom W-exponierten Hang auf etwa 1900 m ob Maschihüs, das ungefähr dem *Larici-Piceetum* (ELLENBERG, KLÖTZLI, 1972: 736) entsprechen dürfte:

3	***Picea abies*** **mit** ***Letharia vulpina***	*+*	***Homogyne alpina***
2	***Larix decidua***	*1*	***Deschampsia flexuosa***
+	***Melampyrum silvaticum***	*r*	***Campanula barbata***
3	***Calamagrostis villosa***	*r*	***Valeriana montana***
+	***Luzula silvatica***	*+*	***Gentiana purpurea***
2	***Vaccinium vitis-idaea***	*1*	***Juniperus nana***
3	***Vaccinium myrtillus***	*+*	***Saxifraga cuneifolia***
+	***Hieracium murorum***		

Der Lärchen-Fichtenwald wird gegen die Waldgrenze zu von einem Lärchenwald ohne Arve abgelöst. Sein Unterwuchs gleicht aber sehr dem des Lärchen-Arvenwaldes. Nach HESS (1942) ist die natürliche Waldgrenze auf der N-Seite im Mittel bei 2160 m, auf der S-Seite aber auf 2100 m anzusetzen. Über die Verbreitung der Arve berichtet BECHERER (1956). Sie ist nämlich im Gegensatz zu RIKLI (1909) doch an einigen Stellen zu finden. Allerdings sind es oft Einzelexemplare. Die folgende Aufnahme vom selben Hang ob Maschihüs, aber auf etwa 2090 m, möchte ich zum *Larici-Pinetum cembrae* (ELLENBERG, KLÖTZLI, 1972: 738) stellen:

2	*Larix decidua*	+	*Vaccinium uliginosum*
4	*Rhododendron ferrugineum*	+	*Juniperus nana*
1	*Luzula silvatica*	+	*Deschampsia flexuosa*
+	*Calamagrostis villosa*	+	*Geranium silvaticum*
r	*Empetrum hermaphroditum*	r	*Gentiana purpurea*
+	*Melampyrum silvaticum*	+	*Homogyne alpina*
3	*Vaccinium myrtillus*		

Die Bestände von *Pinus mugo uncinata* sind ebenfalls bei BECHERER (1956) aufgeführt. Eine Aufnahme auf 1820 m beim Engeloch hat eine Vergesellschaftung der aufrechten Bergföhre auf Silikat ergeben, die am ehesten mit der *Rhododendro-Vaccinietum Pinus mugo arborea*-Variante von SCHWEINGRUBER (1972: 343) verglichen werden kann:

2–3	*Pinus mugo uncinata*	+	*Juniperus nana*
+	*Larix decidua*	+	*Luzula silvatica*
2	*Rhododendron ferrugineum*	+	*Doronicum clusii*
1	*Melampyrum silvaticum*	r	*Silene rupestris*
2	*Vaccinium myrtillus*	r	*Festuca sp.*
+	*Vaccinium vitis-idaea*		

Einzelne Bergföhren sind neben den bei BECHERER aufgezählten auf dem Gampisch, sowie kümmerliche Exemplare auf dem Pass und auch noch in der Nähe des Hobschensees zu finden. Ob damit eine ehemals grössere Verbreitung angezeigt wird?

Die Grünerle, *Alnus viridis,* ist überall zu finden. Grössere Bestände bildet sie an der Ligje unterhalb des Bodmerhorns, sowie auf der N-Seite des Passes. Auf dem Pass selber ist sie nur ganz vereinzelt anzutreffen. In dieser typisch glazial überprägten Rundhöckerlandschaft wird das Bild von den Zwergstrauchheiden bestimmt. Sie geben der Landschaft vor allem im Herbst ein überaus buntes, reizvolles Gesicht. Unter diesen Heiden sind sehr oft schöne Podsole entwickelt.

Hierzu die Aufnahme von einem Gneis-Rundhöcker auf 1980 m westlich des Hotels Monte Leone. Die Aufnahmefläche umfasst etwa 100 m2. Diese Gesellschaft lässt sich am besten mit dem zwergwacholderreichen Bärentraubengebüsch *(Junipereto-Arctostaphyletum juniperetosum)* von BRAUN-BLANQUET et al. (1954: 126) vergleichen:

2	*Juniperus nana*	r	*Phyteuma hemisphaericum*
3	*Arctostaphylos uva-ursi*	r	*Silene rupestris*
1	*Calluna vulgaris*	+	*Trifolium alpinum*
r	*Vaccinium myrtillus*	+	*Pulsatilla vernalis*
2	*Empetrum hermaphroditum*	r	*Gentiana ramosa*
1	*Rhododendron ferrugineum*	r	*Gentiana purpurea*
1	*Loiseleuria procumbens*	r	*Phyteuma orbiculare*

+	*Lotus corniculatus*	r	*Gymnadenia albida*
r	*Laserpitium halleri*	r	*Centaurea nervosa*
r	*Campanula barbata*	+	*Hieracium alpinum*
+	*Arnica montana*	+	*Primula hirsuta*
+	*Antennaria dioeca*	+	*Senecio incanus*

Auf andern, stärker windexponierten Rundhöckern, wachsen fast reine Bestände der Alpenazalee mit den entsprechenden Flechten wie *Cetraria (Cetrario-Loiseleurietum).*

In der Passlandschaft sind zwischen den Rundhöckern kleine bis grössere, häufig vertorfte Senken. Bei entsprechenden Wetterperioden trocknen sie teilweise ganz aus. Freie Wasserflächen sind nur beim Hobschensee und ganz wenig weitern vorhanden. Eine Gesellschaft auf 2000 m und etwa 25 m2 gross hatte folgende Zusammensetzung:

+	*Juncus filiformis*	1	*Trichophorum caespitosum*
+	*Carex echinata*	+	*Nardus stricta*
3	*Carex fusca*		

Eine andere auf 2030 m, 1.5 m breit und 10 m lang umfasste:

+	*Carex fusca*	1	*Nardus stricta*
4	*Trichophorum caespitosum*	+	*Potentilla erecta*

Beide gehören nach meiner Meinung zum *Caricetum fuscae,* wobei die erste eher zur Subassoziation *caricetosum fuscae* und die zweite zur Subassoziation *trichophoretosum* (vgl. BRAUN-BLANQUET, 1971).

Vegetation der Bohrstellen

GAMPISCH: Das Moor besteht vorwiegend aus *Trichophorum caespitosum, Carex fusca, Carex echinata* und *Eriophorum angustifolium.* In offeneren Stellen wächst *Carex rostrata,* selten ist *Carex limosa* und *Carex pauciflora* vorhanden. Beim Auslauf wächst *Juncus filiformis* und auf trockeneren Bulten *Calluna vulgaris.* Die restliche Vegetation auf dem Rundhöcker ist überwiegend aus *Ericaceae* zusammengesetzt wie *Rhododendron ferrugineum, Vaccinium myrtillus, V. uliginosum* und *V. vitis-idaea, Arctostaphylos uva-ursi, Calluna vulgaris,* dazu *Solidago alpestris, Luzula silvatica* und *Calamagrostis villosa.* Weiter hat es ein paar Exemplare von *Sorbus chamaemespilus, Sorbus aucuparia* und eine kleine *Pinus mugo uncinata.* Einzelne Lärchen kommen am S-Rand vor, der die künstliche heutige Obergrenze im Talgrund bildet. Auf den Seitenhängen steigen sie jedoch noch etwas höher.

SIMPLON-PASS: Das Moor befindet sich in der erwähnten zwergstrauchreichen Rundhöckerlandschaft, etwas westlich des Hotel Monte Leone. Die Bohrung wurde inmitten eines Magnocaricions, es besteht vorwiegend aus *Carex rostrata,* abgeteuft. Daneben ist eine ähnliche Artenkombination wie auf dem Gampisch vorhanden (*Eriophorum angustifolium, Carex fusca, Carex echinata, Trichophorum caespitosum, Viola palustris* und an trockeneren Stellen *Potentilla erecta*).

HOBSCHENSEE: Der Abfluss des Sees ist künstlich auf bestimmter Höhe gehalten. Somit schwankt der Wasserspiegel nur gering. Der Hobschensee hat heute eine ausgesprochene Zonierung, die insbesondere auf der S-Seite gut entwickelt ist (Fig. 4). Im See wächst *Potamogeton alpinus,* welches häufig gegen das Ufer hin verschwemmt wird. Wie mir die Herren Schumacher und Jentsch erzählt haben, soll es beim Fischen

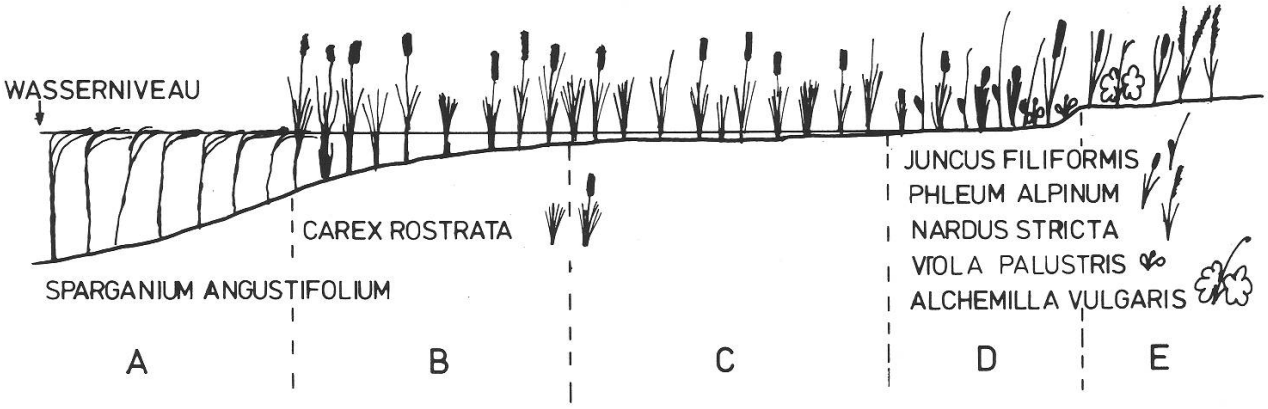


Fig. 4: Vegetationszonierung am SW-Ende des Hobschensees.

mit dem Löffel an den Angeln hängen bleiben. Daraus kann auf eine Verbreitung bis weit in das Seelein hinaus geschlossen werden. BECHERER (1956) gibt noch *Potamogeton filiformis* an. Sein Gewährsmann ist Gams. Jedoch hat vor mir bereits DESFAYES (1966) diese Art auch nicht gefunden. Am Rande folgt dann ein teilweise recht gut entwickelter Gürtel mit *Sparganium angustifolium* und *Callitriche verna.* Igelkolben wächst auch in weitern Tümpeln des Passes, was schon FAVRE (1875) erwähnt. Anschliessend an die *Sparganium*-Bestände, vor allem am südlichen Ende, ist ein schön entwickeltes aber artenarmes *Magnocaricion* mit *Carex rostrata* und dazwischen selten *Epilobium nutans* vorhanden (vgl. dazu BRAUN-BLANQUET, 1971: 25).

Die restliche Vegetation ist sehr gestört und besteht aus *Carex fusca, Juncus filiformis, Carex echinata, Viola palustris* denen mehr und mehr *Potentilla erecta, Phleum alpinum, Nardus stricta, Deschampsia caespitosa* und *Alchemilla vulgaris* beigemischt sind. Früher muss das ziemlich anders ausgesehen haben. KELLER (1935: 52) schreibt von mächtiger Torfschicht am Ufer, die abgebaut worden sei und der eine sekundäre Vegetation, ein *Trichophoretum caespitosi,* gefolgt sei. Beim Abbau seien viele mächtige Stämme von Lärchen und Arven gefunden worden.

Die Gürtelung am Rande des Hobschensees entspricht im übrigen nicht derjenigen, die MARKGRAF (1969: 13) beim Böhnigsee gefunden hat. Am Böhnigsee besiedelt *Sparganium angustifolium (= affine)* seichtere Stellen als *Carex rostrata.*

2.2 Obergurbs, 1910 m

Die beiden hier zur Diskussion stehenden Diagramme stehen in engem Zusammenhang mit dem früher publizierten (KÜTTEL, 1974b). Alle stammen aus dem gleichen Moor. Verwiesen sei auch auf meine Diplomarbeit (1974a), wo das gesamte Spät- und Postglazial dargestellt ist.

Aus diesen Arbeiten das Wesentlichste: Eine Bohrung auf dem Obergurbs-Flachmoor ergab 875 cm Sediment. Davon sind 610 cm Seeton (Schluff). Diese anorganischen Sedimente umfassen das gesamte Alleröd, die gesamte Jüngere Dryas und das Präboreal. Die eindeutige Zuordnung zum Alleröd war mit dem Fund von Laacher-Bimstuffspuren gegeben. Für den gesamten Zeitbereich der anorganischen Sedimentation wurde auf Grund der pollenanalytischen Ergebnisse auf Pioniervegetation geschlossen.

Auf der SE-Seite reichen Moränen einer ausgedehnten Wandfussvergletscherung bis ans Moor. Diese wurden als Bütschistadium bezeichnet und angenommen, dass sie

mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit vor dem Alleröd abgelagert wurden, auf jeden Fall, im Gegensatz zu HANTKE (1972), vor dem Präboreal. Ein zweites Stadium, auf der Untergurbs gelegen, mit einem Depressionswert der Gleichgewichtslinie von 650 m bezogen auf ein Bezugsniveau von 2600 m (aus: GROSS et al., 1976) und somit sehr wahrscheinlich ein Aequivalent des Gschnitzstadiums, muss auf Grund der Pollenanalysen ein prä-Alleröd-zeitliches Alter haben.

Bei den Untersuchungen kristallisierten sich zwei Hauptprobleme heraus. Das erste war die Frage nach der Bewaldung nach der Jüngern Dryas. Im genannten Diagramm wurden überhaupt keine Spaltöffnungen gefunden. Das zweite war, ob das prä-Alleröd-Alter der Bütschimoränen stratigraphisch mit Hilfe des Laacher-Bimstuffes untermauert werden könnte.

2.2.1 Geologie, Vegetation und Klima

Angaben über die Geologie und die Vegetation können der Arbeit 1974b entnommen werden. Genaue klimatische Daten sind nicht vorhanden, da entsprechende Klimastationen fehlen.

2.3 Kühdungel, 1800 m (Fig. 5)

An der Grenze Helvetikum/Ultrahelvetikum ist in den abtauchenden Falten der Wildhorndecke eine grosse Karmulde angelegt. Sie beherbergt auf rund 1800 m die Kühdungelalp. Der Dungelgletscher hat hier, bevor er auf seine jetzige Grössenordnung zurückschmolz, seine letzten Moränen gebildet. Der heutige Stirnbereich liegt eine Gefällsstufe höher auf ungefähr 2460 m. NUSSBAUM (1906) hat das Gebiet als erster quartärmorphologisch intensiv bearbeitet. Er parallelisiert die Kühdungelmoränen mit dem Daunstadium von PENCK und BRÜCKNER (1909). Damals kannte man das Egesenstadium (KINZL, 1929) noch nicht. SALATHÉ (1961), der an der Existenz dieses Stadiums in den Schweizer Alpen zweifelt, übernimmt in seiner vergleichenden Darstellung die Deutung NUSSBAUMs. HANTKE (1972) hingegen betrachtet die Kühdungelmoränen als äquivalent seinem Gsteig-Lenk-Meiringen-Stadium.

Nach PATZELT, BORTENSCHLAGER (1976) war der Egesenvorstoss der letzte von späteiszeitlicher Grössenordnung vor dem Präboreal.

Um einer Parallelisierung mit dem klassischen System der Ostalpen allein auf Grund der Schneegrenzdepression aus dem Weg zu gehen, bezeichne ich dieses Stadium des Dungelgletschers als Kühdungelstadium und betrachte das erstens als vorläufige Arbeitsbezeichnung und zweitens als morphostratigraphischen Begriff (s. dazu KÜTTEL, 1974a).

Das Kühdungelstadium ist das letzte grössere Stadium des Dungelgletschers. Jüngere Stadien sind erst auf der nächsthöhern Gefällsstufe zu finden. Sie haben neuzeitliche Grössenordnung. Dazwischen wäre aber wegen des steilen Geländes gar nichts erhalten geblieben. Die für die Bildung der Moränen benötigte Absenkung der Gleichgewichtslinie (bez. Terminologie s. GROSS et al., 1976) lässt eine späteiszeitliche Grössenordnung vermuten. NUSSBAUM (1906) hat sie ja gerade deswegen mit dem Daunstadium parallelisiert.

Hinter den Moränen auf dem Kühdungel bildete sich nach dem Abschmelzen des Eises ein See, der später verlandete und in ein Cyperaceae/Hypnaceae-Moor überging. Eine chronologische Einstufung der basalen Beckensedimente ergibt ein

Mindestalter für die Bildung der externen Moränen. Der Sinn der pollenanalytischen Untersuchung an den basalen Beckensedimenten war somit in erster Linie der nachzuweisen, dass das Kühdungelstadium wirklich ein späteiszeitliches ist. Eine erste Bohrung ergab ungefähr boreale Basisproben (KÜTTEL, 1974a). Da jedoch Jüngere Dryas oder zumindest Präboreal erwartet wurde, bohrte ich 1974/1975 nochmals.

2.3.1 Geologie

Auskunft darüber gibt vor allem das Blatt Lenk, 1:25 000 des Schweiz. Geol. Atlas. Niesenhorn und Vollhorn südlich des Kühdungels werden von der Wildhorndecke (Helvetikum mit Kalken der mittleren Kreide) gebildet. Diese kommt im Rothorn

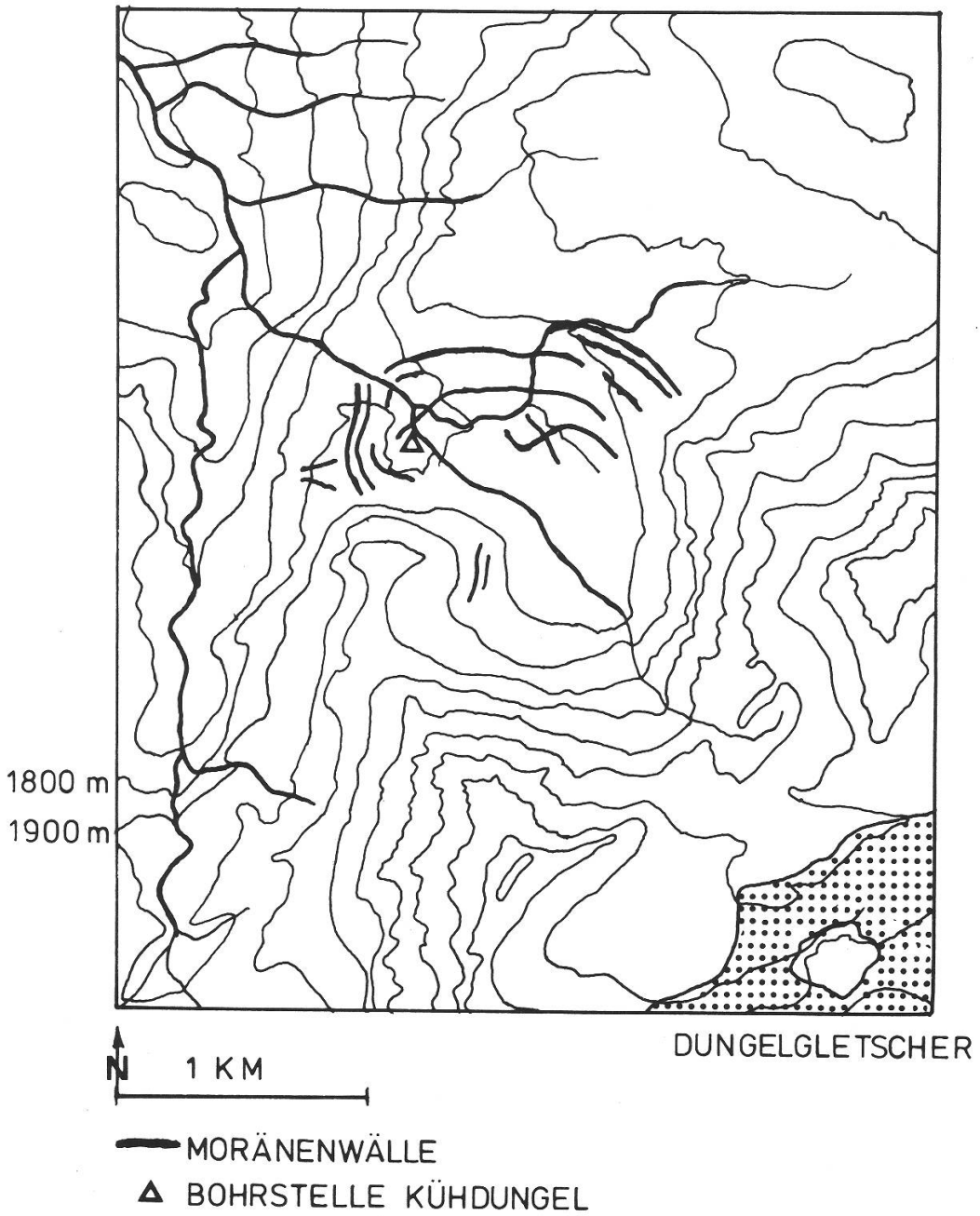


Fig. 5: Skizze der späteiszeitlichen Moränen auf dem Kühdungel nach dem geologischen Atlasblatt Nr. 41, Lenk.

nördlich des Dungels nochmals zum Vorschein. Dazwischen liegen eingeklemmt wasserstauende, weiche Sedimente wie Schiefer, Tone und Feinsandsteine des Ultrahelvetikums, im speziellen hier der Tothorndecke. Diese wasserstauenden Sedimente ermöglichten zahlreiche, kleine Hangmoore.

2.3.2 Klima

Genaue klimatologische Daten von der subalpinen Stufe sind aus der Gegend ebenfalls nicht bekannt. Entsprechende Untersuchungen sind aber im Gange.

2.3.3 Vegetation

Die Waldgrenze liegt in dieser Region künstlich auf fast 1800 m, knapp unterhalb der Alphütten des Kühdungels. Ein kleines Wäldchen, der Stierenwald am Weg zum Stierendungel, liegt noch etwas höher auf 1900 m. Unterhalb des Kühdungels bestehen die Wälder vorwiegend aus Fichten zu denen sich wenige Vogelbeerbäume, Bergahorn und Lärchen gesellen. Gegen die Waldgrenze zu wird die Lärche und auch die Grünerle etwas häufiger. Die Arven sind heute ziemlich selten. Ganz wenige, kleine Exemplare habe ich im Stierenwald gefunden (s. auch RIKLI, 1909: 284). Reichlich Grünerlenbestände findet man unterhalb der Holzersflue. Die restliche Vegetation besteht überwiegend aus Milchkrautweiden und alpinen Rasen und wird dementsprechend auch intensiv beweidet.

Das Moor auf dem gebohrt wurde, wird entwässert und beweidet. Deshalb kann es soziologisch nicht mehr eindeutig zugeordnet werden. Es wachsen etwa neben *Carex davalliana, Swertia perennis, Carex flava* und *fusca, Trichophorum caespitosum* und *Blysmus compressus* auch *Potentilla erecta, Nardus stricta, Trifolium badium, Luzula multiflora* und *Prunella vulgaris.* Im übrigen wird die Vegetation der Feucht- und Nassstellen von B. SENN genauer analysiert.

Der Dungelbach hat dadurch, dass er zeitweise über seine Ufer tritt, zudem einen Schwemmkegel gebildet, der sich in das Moor hineinzieht. Eine grössere Überschwemmung steht im Zusammenhang mit dem Ausbruch eines Sees im Zungenbereich des heutigen Dungelgletschers. Auf dieser Deltaschüttung wächst eine sehr artenreiche Schuttflur. Als Beispiele seien etwa folgende genannt: *Salix daphnoides, Epilobium fleischeri, Adenostyles glabra, Saxifraga caesia, Arctostaphylos alpina, Dryas octopetala* usw.

2.4 Tortin, 2039 m (Fig. 6)

Das namenlose Seitentälchen, welches vom Bach, der dem Glacier de Tortin entspringt, durchflossen wird, hat kurz vor seiner Mündung ins Val Nendaz eine grössere Verflachung. Diese Ebene ist auf etwa 2040 m und wird Tortin genannt. Links und rechts umgeben prachtvolle Seitenmoränen des späteiszeitlichen Glacier de Tortin diese Alp. Die von P.-L. BIÉLER im Sommer 1975 veranlasste technische Bohrung ergab wegen des ungünstigen Sedimentes keinen kompakten Bohrkern mit klarer stratigraphischer Abfolge. Für eine pollenanalytische Untersuchung ist das jedoch eine unbedingte Voraussetzung. Aus diesem Grunde wurde im Abstand von etwa 4 m neben der technischen Bohrung eine solche mit dem Hiller-Bohrer abgeteuft. Dabei half mir in verdankenswerter Weise Prof. WELTEN. Diese Bohrung erreichte nicht die gleiche Tiefe wie die technische. Bis jetzt ist der untere Teil pollenanalytisch

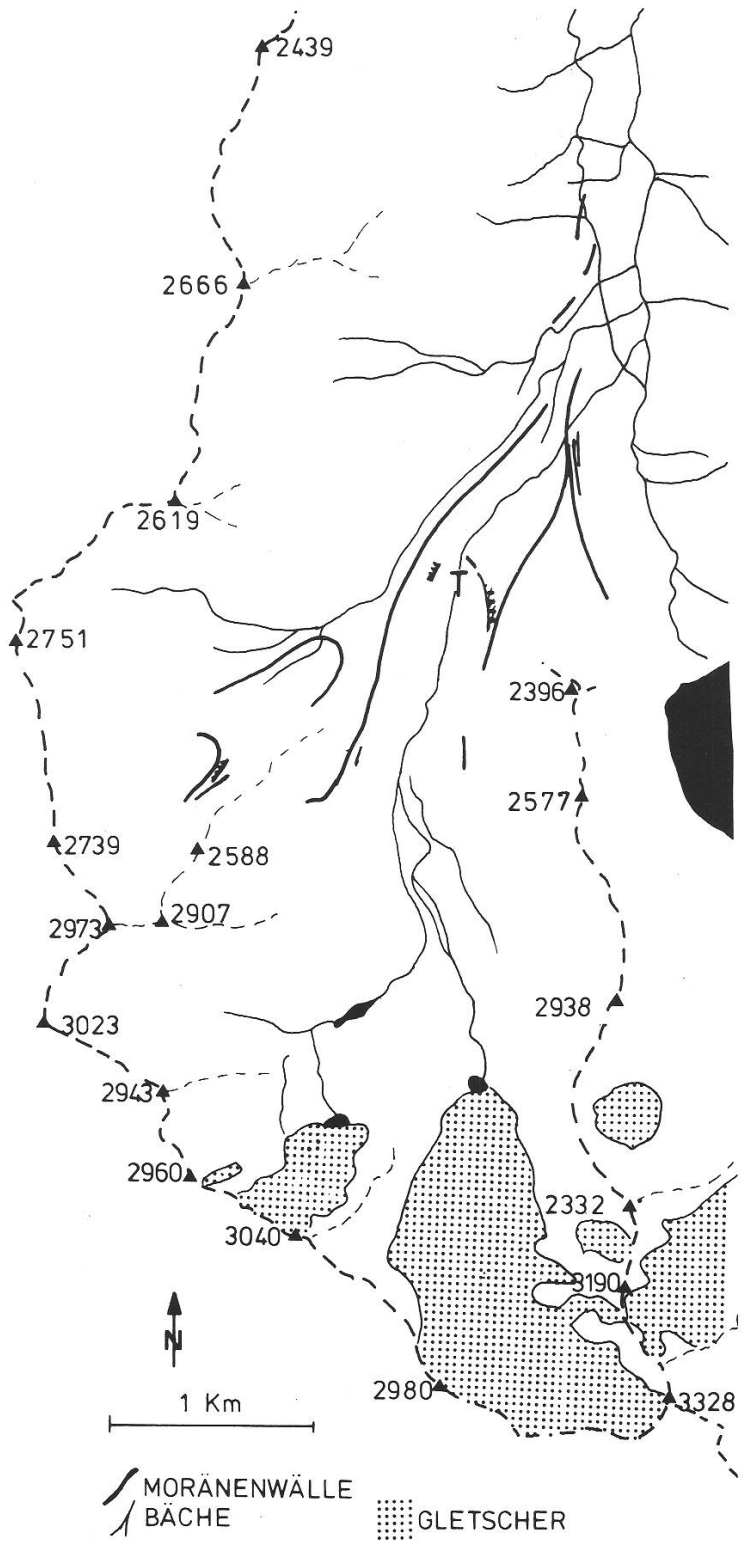


Fig. 6:

Moränenskizze des späteiszeitlichen Tortin-Gletschers.

untersucht. Der Sinn dieser Bohrung lag weniger darin, vegetationsgeschichtliche Ergebnisse herauszuarbeiten, sondern vielmehr sollte für die nächstliegenden Moränen ausserhalb des Beckens ein sinnvolles Minimalalter gefunden werden. Sinnvoll bedeutet in diesem Fall den sichern Nachweis späteiszeitlichen Alters.

Von der technischen Bohrung sind nur die untersten drei Proben ausgewertet worden. Ihre Tiefenangaben dürften als in der Grössenordnung stimmend betrachtet werden.

2.4.1 Geologie

Tortin liegt tektonisch ungefähr am Übergang des metamorphen Permokarbons zum Kristallin der Bernharddecke. Anstehend sind überwiegend feldspatreiche Gneise (s. dazu die Tektonische Karte der Schweiz 1:500000 und die Geologische Karte der Schweiz im selben Massstab).

2.4.2 Klima

Siehe dazu das Niederschlagsdiagramm (Fig. 7) der rund 80 m höher gelegenen Station Cleuson. Leider fehlen entsprechende Temperaturreihen aus der Umgebung und von Tortin selber ist gar nichts vorhanden.

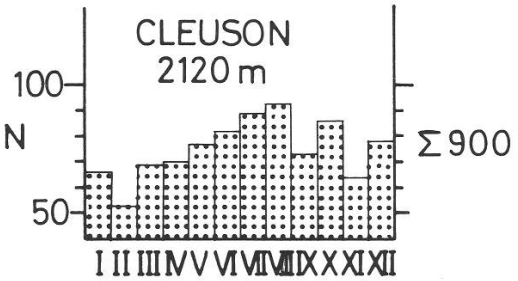


Fig. 7:

Niederschlagsdiagramm von Cleuson.
Die Daten stammen aus UTTINGER (1965).

2.4.3 Vegetation

Das Moor, respektive die Alpage de Tortin, befindet sich in der Lärchen-Arvenstufe, wobei für die Alpwirtschaft relativ stark gerodet wurde. Die Ebene wurde und wird weiterhin künstlich entwässert. Ihre Vegetation ist bestimmt durch den Untergrund, das Klima und vor allem den Weidegang. An sich wäre ein *Caricion fuscae* vorhanden. Dieses ist aber stark gestört. *Nardus stricta* hat sich sehr verbreitet, daneben wachsen etwa *Taraxacum schroeteri* und von *Phleum alpinum* die seltenere, für Moore aber typische, Subspezies *commutatum*. An feuchteren Stellen findet man *Juncus filiformis*.

HESS (1942: 57) gibt für die aktuelle Waldgrenze, die durch die Lärche gebildet werde, 2170 m an. Damit bin ich nicht einverstanden. Wohl dominieren am Hang des Petit Toit Lärchen, wobei diese, wie auch am Grand Toit, sehr locker stehen. Zwischen drin wachsen vor allem *Rhododendron ferrugineum, Ribes petraeum, Juniperus nana, Salix helvetica, Laserpitium halleri, Calamagrostis villosa, Deschampsia flexuosa* und *Epilobium angustifolium* nebst weitern. Daneben stehen bereits wieder halbmeterhohe Arven und Lärchen.

Aber gegen die Waldgrenze zu, die ich nicht so tief wie HESS ansetzen würde, nämlich rund 80 m höher, sind vor allem Arven vorhanden und viel weniger Lärchen. Auf beiden wächst sehr häufig die leuchtend gelbe *Letharia vulpina*. Die Arve verjüngt sich hier sehr gut. Zum Beispiel ob La Preya, wo die heutige durch Arven gebildete Baumgrenze auf etwa 2300 m anzusetzen ist, finden sich auffallend viele ähnlich grosse (rund 30 cm hohe) junge Arven (s. dazu RIKLI, 1909: 218 f).

3. Methodik

3.1 Feld

Die Bohrungen im Simplon-Gebiet (Hobschensee, Pass und die eine beim Gampisch SG) wurden mit dem Geonor des Geographischen Institutes der Universität Zürich durchgeführt. Die zweite auf dem Gampisch (GA) wurde mit dem schwedischen Kammerbohrer (Hiller-Bohrer) des Systematisch-Geobotanischen Institutes der Universität Bern abgeteuft. Bei den Bohrungen half mir H.N. MÜLLER. Der Geonor erlaubt die Entnahme eines kompakten Kerns von je 80 cm Länge pro Vortrieb. Der Kern kann in der Röhre gelassen und erst im Labor ausgestossen werden. Die Geonor-Kerne wurden tiefgefroren, nachher randlich aufgetaut, ausgestossen, in Aluminiumfolie eingewickelt und wiederum bis zur Probenentnahme tiefgefroren. Unkontrolliertes Auftauen im Rohr ist vor allem bei wässrigen Sedimenten zu vermeiden.

Die Bohrungen auf dem Obergurbs, Kühdungel und Tortin wurden mit dem Hillergerät durchgeführt.

3.2 Labor

Die Pollenproben wurden nach der am Syst.-Geobot. Institut der Universität Bern üblichen Methode aufbereitet (WEGMÜLLER, 1966, MARKGRAF, 1969). Mit Hilfe der gängigen Schlüssel wurden die Pollen bestimmt.

Das Auszählen erleichterte ein nach Ideen von Prof. BORTENSCHLAGER (mdl.) und USINGER (1975: 13) sowie eigenen und der Hilfe der Herren MUFF, LÄUFFER und RUCH konstruierter elektromechanischer Zählapparat sehr. Nachbau kann empfohlen werden.

3.3 Prozentberechnung

Die Prozente der einzelnen Typen wurden auf einer Diehl alphatronic des pflanzenphysiologischen Institutes der Universität Bern berechnet. Das Programm dazu verdanke ich Herrn NIKLAUS BALTZER herzlich.

Als Bezugssumme diente die Summe der Baumpollen (BP, AP) und der Nichtbaumpollen (NBP, NAP). Ausgeschlossen davon sind die eindeutigen Wasser-, Sumpf- und Moorpflanzen wie *Potamogeton, Sparganium* und *Menyanthes.* Dazu wurden ebenfalls die *Cyperaceae* gezählt, denn Verlandung und *Cyperaceae*-Zunahme gehen normalerweise parallel. Das deutet sehr darauf hin, dass der grösste Teil des *Cyperaceae*-Pollens aus streng lokaler Produktion und nicht etwa aus alpinen Rasen wie dem *Caricetum curvulae* stammt.

Die Prozente der ausgeschlossenen Pollen und die der Sporen wurden auch auf der Basis der erwähnten Bezugssumme berechnet.

Denkbar wäre eine Art der Summenbildung ähnlich derjenigen von MARKGRAF (1969) oder wie sie unpubliziert für den Hobschensee von Prof. WELTEN vorliegt. Das Wesentliche in den beiden ist, dass versucht wurde, die lokale und regionale Pollenproduktion von der fernen zu trennen. Diese Darstellung ist sicher vertretbar. Ich bin ihr aber aus folgenden Gründen nicht gefolgt:

Der eindeutige Baumpollen-Fernflug spielt in den vorliegenden Diagrammen eine relativ geringe Rolle, ist zudem mehr oder weniger konstant. Bei den Kräutern kann zwischen Lokal-Regional- und Fernflug kaum bis gar nicht unterschieden werden *(Artemisia).* Das grösste Problem aber stellt sich beim *Pinus*-Pollen. In den erwähnten Beispielen wird *Pinus cembra* abgetrennt und als Lokalproduktion aufgefasst. Damit gehe ich einig. Im Rest verbleiben dann neben nicht sicher bestimmbaren *cembra* sowohl *Pinus mugo* als auch *Pinus silvestris.* Ein Vorkommen von *Pinus silvestris* kann im Höhenbereich von 1900–2000 m aus aktuo-ökologischen Gründen ausgeschlossen werden. Somit ist deren Ausschluss aus der Basissumme ebenfalls gerechtfertigt. Anders ist es dagegen gerade am Simplon mit *Pinus mugo.* Geht man vom heutigen Verbreitungsmuster aus, so stellt man fest, dass am Pass nicht etwa *Pinus cembra* sondern *Pinus mugo* vorkommt. Näheres dazu erläuterte ich bereits unter Vegetation. Wenn die Idee – im Hauptdiagramm allein Lokal-Regionalflug und diese Summe als Bezugssumme – konsequent verfolgt wird, müsste wahrscheinlich hier im Spätglazial sowieso aller *Pinus*-Pollen ausgeschlossen werden (WELTEN, 1952: 123, KÜTTEL, 1974b: 212). Hinzu kommen methodische Schwierigkeiten in der Ab-

grenzung Lokal-/Regional-/Fernflug (s. MARKGRAF, 1969: 20). Besonders im alpinen Bereich, wo geringe horizontale Distanzen bald eine andere Höhenstufe bedeuten, können diese Begriffe kaum genügend scharf gefasst werden.

Diese Anmerkungen bedeuten aber nicht, dass ich die Ausschliessversuche ablehne. Sie bedeuten unter anderem auch eine gewisse Auffassung der Pollendiagramme. Meine Diagramme betrachte ich in erster Linie als graphische Darstellung der %-Werte mit relativ geringem interpretatorischem Inhalt.

3.4 Diagrammdarstellung

Im zentralen Teil ist das Hauptdiagramm, welches nur die wichtigsten und vor allem auch mengenmässig auftragbaren Elemente enthält. Es soll in erster Linie die Variationen der BP zu den NBP aufzeigen. Links davon sind die übrigen Baumpollen, zuerst die Pioniere, darnach die *Coniferae* und ganz links die wärmeliebenden Laubhölzer.

Auf der rechten Seite des Hauptdiagrammes, im NBP-Nebendiagramm, ist vor allem bei den häufiger vorkommenden Typen eine Gliederung nach ökologischen Gesichtspunkten versucht worden. Zuerst sind die, denen eher pionierhafter Charakter zukommt, aufgetragen und dann die, welche mehr in die alpinen Rasen und Hochstauden gehören. Diese Darstellung bleibt aber problematisch und darf nicht überbewertet werden. Meist bewegt man sich ja auf der Stufe der Gattung oder sogar nur der Familie.

Anschliessend an diese NBP kommen diejenigen, welche aus der Pollengrundsumme ausgeschlossen wurden und darauf die Sporen, wobei unter den Sporen von *Botrychium* auch die von *Cryptogramma crispa* subsumiert sind.

Das Verhältnis sichere *Pinus cembra* zu *non-cembra* ist, sofern bestimmt, separat dargestellt. *Pinus cembra* wurde nachträglich ausgeschieden. Dazu sind stets 100 gut erhaltene Körner ausgezählt worden. Die *cembra*-Typen wurden mit den Merkmalen starke Bauchfleckigkeit und breiter Luftsackansatz bestimmt. Bauchfleckigkeit kommt aber auch bei den andern hier in Frage kommenden *Pinus*-Arten vor. Die Flecken sind jedoch bei *Pinus cembra* viel stärker und grösser als bei *Pinus silvestris* und *mugo*.

Als Anhang sind rechts *Pediastren* sowie die Spaltöffnungen (SPÖ), Nadeln (N) und Sphagnum-Blättchen (B) aufgezeichnet.

3.5 Besprechung der Diagramme

Für die Beschreibung der Diagramme sind diese in Diagrammabschnitte (DA) eingeteilt worden. Das wurde aus der Überlegung heraus gemacht, dass Biostratigraphie und Chronostratigraphie konsequent zu trennen seien. Die Diagrammabschnitte sind als pollenfloristisch mehr oder weniger homogene Zonen zu betrachten. Sie sind deshalb als Biozonen aufzufassen. Ich versuche sie anschliessend dem System von FIRBAS zuzuordnen. Dies ist weitgehend als Versuch aufzufassen.

4. Einzelergebnisse

4.1 Simplon

4.1.1 Gampisch, 1885 m

Auf dem Rundhöcker genannt Gampisch, am untern Ende der Ebene beim Alten Spittel, auf der S-Seite des Passes, befinden sich mehrere sehr kleine Moore. Vom grössten derselben, knapp 100 m2 gross, existiert von Prof. WELTEN ein unpubliziertes Diagramm. Dieses reicht nach ihm bis ans Ende der Jüngern Dryas zurück. Da ob dem Pass beim Hobschensee von ihm Alleröd bereits nachgewiesen wurde (WELTEN in

OESCHGER, RIESEN, 1966: 24), war die Frage offen, ob das Eis hier unten wirklich erst am Ende der Jüngern Dryas abgeschmolzen sei. Das schien unwahrscheinlich, zumal nach MÜLLER (KÜTTEL, MÜLLER, 1977) die letzten der wahrscheinlich späteiszeitlichen Moränen des Sirwoltegletschers nur bis an den Rand dieses Rundhöckers reichten. Denkbar wäre jedoch auch, dass ähnlich wie fürs Oberengadin postuliert (STAUB, 1952, s. dazu aber PATZELT, 1973: 291) Toteis länger überdauert hätte. So wäre auf dem Gampisch, der die Umgebung nur wenige 10 m überragt, eine Sedimentation verhindert worden. Falls dies zuträfe, müssten die erwähnten Moränen des Sirwoltegletschers nach dem Abschmelzen dieses Toteises abgelagert worden sein.

Auf Grund dieser Überlegungen wurde im gleichen Mörchen, das WELTEN angebohrt hatte, sondiert, dann mit dem Hiller (GA) und anschliessend im Rahmen der Geonorbohrungen Pass-Hobschensee eine ebensolche (SG) hier abgeteuft. Die Bohrungen GA und SG sind nur etwa 50 cm voneinander entfernt niedergebracht worden.

Stratigraphie Hiller GA	400–430 cm	Tongyttja
	430–450 cm	Schluff
	450–451 cm	sandiges Band
	451–453 cm	Schluff, etwas grauer
	453–465 cm	Feinsand-Tongemisch
Geonor SG	409–445 cm	Tongyttja, gegen 409 nimmt der mineralische Anteil ab.
	445–452 cm	Schluff
	452–461 cm	Schluff mit wenig organischem Inhalt
	461–471 cm	Schluff

Pollenanalyse Geonorbohrung (Fig. 8)

DA A 471–463 cm

Das Profil beginnt mit aufsteigenden *Pinus*-Werten, wobei *Betula, Juniperus* und *Hippophaë* zurückgehen. Kräuter nehmen ebenfalls ab. Sie setzen sich vorwiegend aus *Artemisia, Thalictrum, tubuliflore Compositae, Chenopodiaceae* und *Rubiaceae* zusammen. Daneben sind allerdings auch der *Ephedra distachya*- und der *fragilis*-Typ vorhanden. Beide gehen gleichfalls zurück.

DA B 463–453 cm

Pinus erreicht sein Maximum, ist aber durch Spaltöffnungen nicht dokumentiert. Von *Juniperus* hingegen wurde in 457 cm und 455 cm je eine gefunden. Spuren wärmeliebender Laubhölzer tauchen vermehrt auf. Die Krautpollen befinden sich in einem Minimum. Pediastren erscheinen erstmals. Die Grenze zum darüberliegenden Abschnitt C wird beim Wiedereinsetzen der *Ephedra distachya*-Typen gezogen.

DA C 453–432 cm

Dieser Abschnitt ist gegenüber dem vorherigen durch erhöhte NBP-Werte charakterisiert. Vor allem *Artemisia* erscheint mächtig, daneben auch etwa *Chenopodiaceae* und *Rumex*. Beide *Ephedra*-Typen bilden wiederum zusammenhängende Kurven. Auf der BP-Seite sind vermehrt *Salix, Juniperus* und *Hippophaë* zu finden. Die *Artemisien*-Kurve weist zwei grosse Peaks auf, die jedoch nur aus je einer Einzelprobe bestehen. Eine einzige *Pinus*-Spaltöffnung fand ich in Probe 444 cm.

DA D 432–409 cm

Artemisia und die Kräuter allgemein sind zurückgegangen. Die beiden *Ephedra*-Typen verschwinden ganz, ebenso *Hippophaë*. *Juniperus* ist vorwiegend im untern Teil dieses Abschnittes nicht nur durch Pollen, sondern auch mit Spaltöffnungen dokumentiert. Ab etwa 418.5 cm geht auch seine Kurve zurück. Die Laubhölzer hingegen verhalten sich progressiv. *Pinus* nimmt etwas zu, daneben auch *Betula* und vor allem *Larix*. Eine *Larix*-Spaltöffnung ist bereits bei 432 cm vorhanden. In der darüberliegenden Probe sind Nadeln zu finden. Deren Funde häufen sich im obern Teil. Hier muss aber berücksichtigt werden, dass die Lärchennadeln durch den Wind sehr leicht vertragen werden. Auf diese Weise lassen sich auch die isolierten 7 Spaltöffnungen in der Basis-Probe gut erklären.

Pollenanalyse Hillerbohrung (Fig. 9)

Dieses Profil wurde mit dem schwedischen Kammerbohrer 50 cm neben dem Geonor Profil entnommen. Die Proben wurden im Feld alle 2.5 cm so aus der Kammer entnommen, dass sie aneinander anschliessen. Das aufbereitete Material stellt etwa den Durchschnitt der Probe dar und der Abstand der analysierten Proben beträgt 2.5 cm, was bedeutet, dass im untersuchten Bereich das Profil total analysiert wurde.

Der Hillerbohrer hat eine 10 cm lange Spitze, so dass gegenüber dem Geonor-Profil die untersten 10 cm fehlen. Im übrigen sind die beiden Diagramme gegenseitig gut vergleichbar.

DA A 465–462.5 cm

Der DA A ist aus dem soeben erwähnten Grund kaum vorhanden. Ersichtlich ist jedoch die progressive Tendenz von *Pinus* und demgegenüber die abnehmende von *Artemisia*. Die beiden *Ephedra*-Typen sind in diesen zwei Proben ebenfalls noch vorhanden.

DA B 462.5–452.5 cm

Pinus-Maximum, NBP-Minimum, *Juniperus*-SPÖ, dazu wenig *Pediastren*.

DA C 452.5–432.5 cm

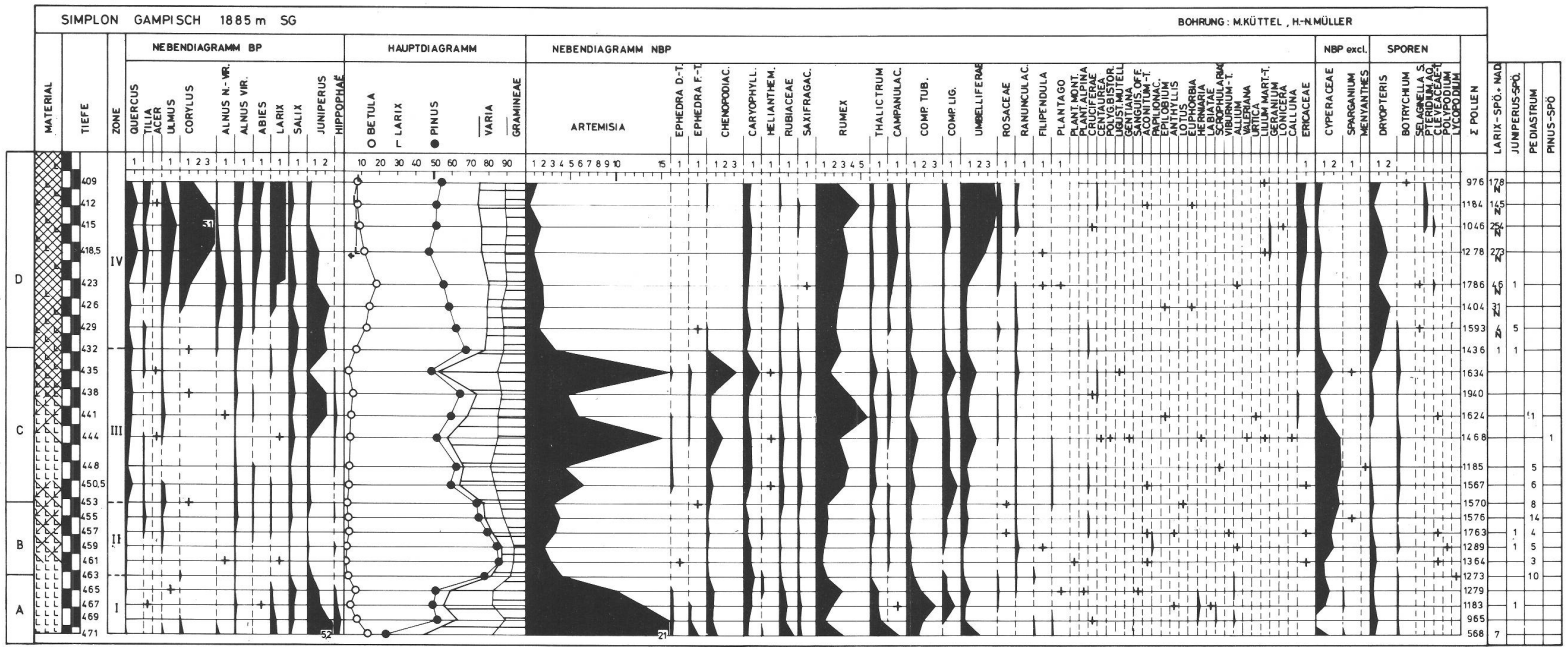
Zunahme der NBP, Abnahme von *Pinus*.

DA D 432.5–427.5 cm

Zunahme der BP, vor allem von *Pinus*, dazu aber auch von *Juniperus*. *Juniperus*-SPÖ und in 427 cm ebenfalls eine *Larix*-SPÖ.

Die verschiedenen Abschnitte in den beiden Diagrammen entsprechen einander im Verlauf der Kurven so gut, dass sie zweifelsfrei zu parallelisieren sind. Sogar die Tiefen der einzelnen Abschnitte sind einander sehr ähnlich, was wegen des geringen Abstandes der Bohrungen weiter gar nicht erstaunt.

Interessant ist, dass sich im Hiller-Diagramm die beiden *Artemisien*-Peaks des DA C im Geonorprofil nicht finden lassen. Überhaupt verlaufen die Kurven im Hiller-Profil harmonischer. Das ist wahrscheinlich durch die Art der Probengewinnung bedingt. Die Proben SG sind punktförmiger als die von GA. Das Profil entspricht somit eher einem durchschnittlichen Verlauf (s. dazu KÜTTEL, 1977).



SIGNATUREN

- FLACHMOORTORF
- GYTTJA
- SILT
- SAND
- STEINE

Fig. 8: Pollendiagramm Simplon-Gampisch (SG).

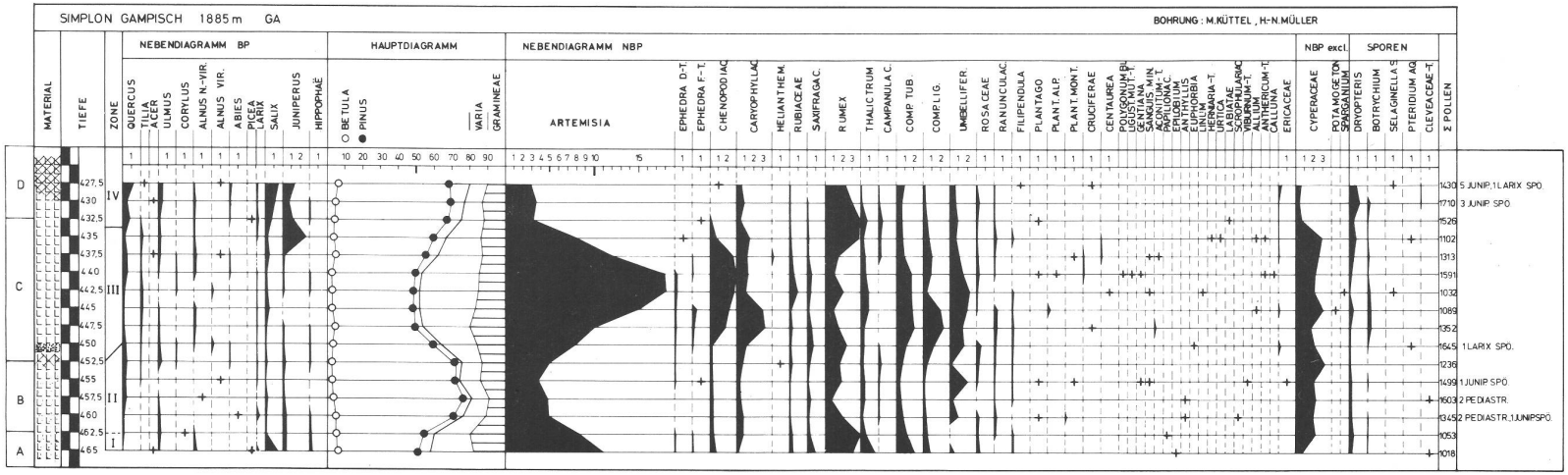


Fig. 9: Pollendiagramm Simplon-Gampisch (GA).

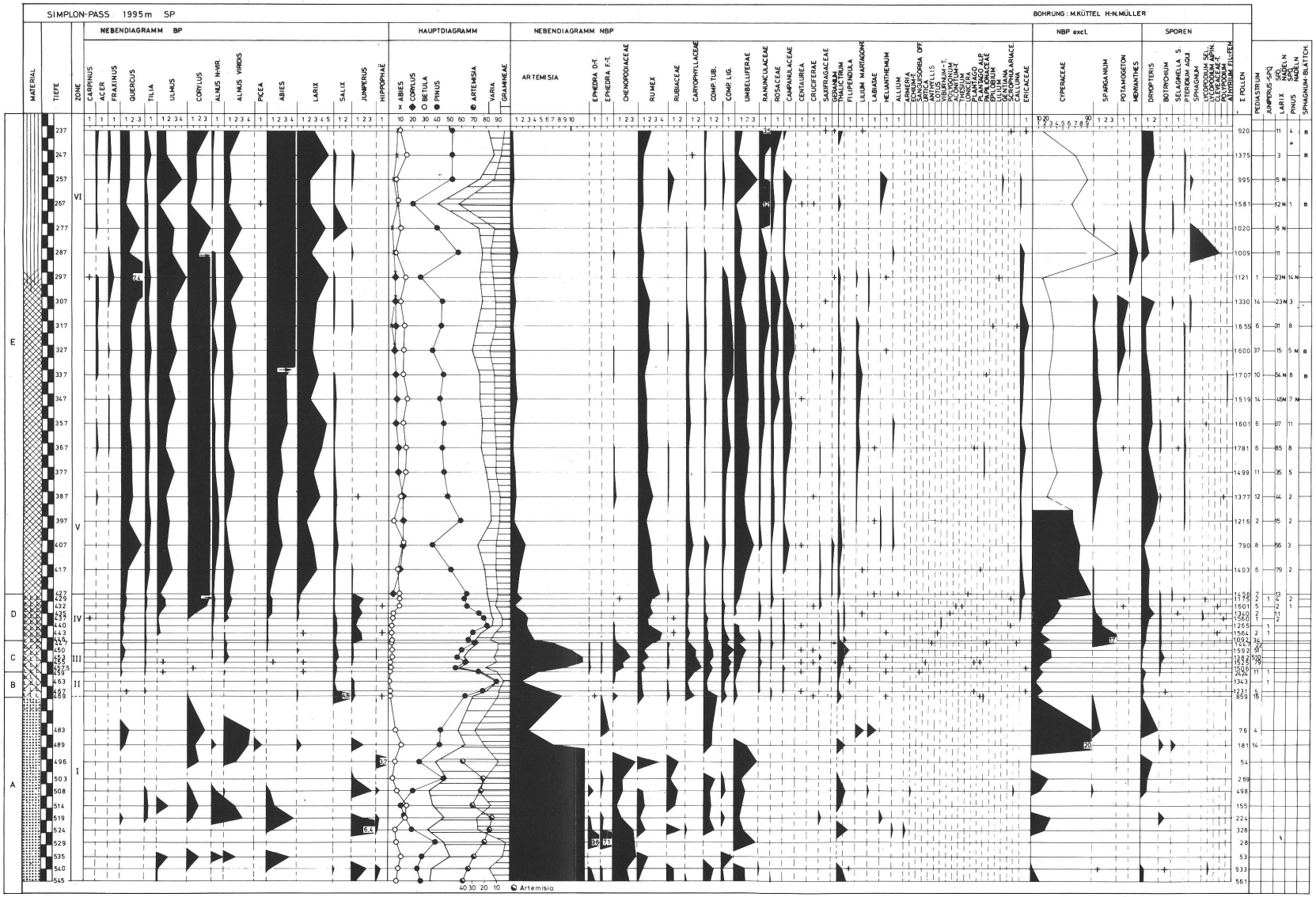


Fig. 10: Pollendiagramm Simplon–Pass (SP).

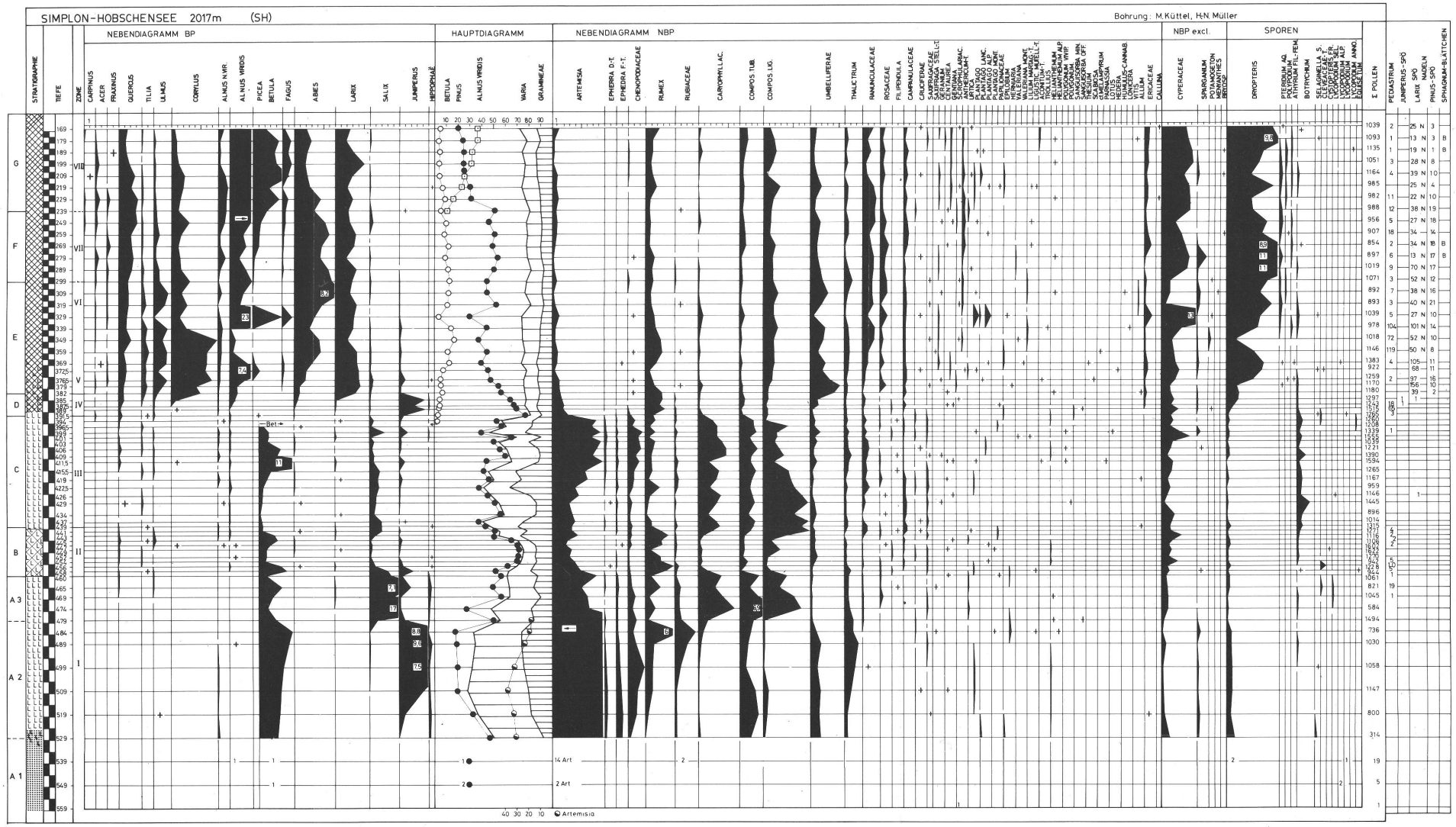


Fig. 11: Pollendiagramm Simplon-Hobschensee (SH).

4.1.2 Simplon-Pass, 1995 m (Fig. 10)

Stratigraphie

230–300 cm	Cyperaceae-/Hypnaceae-Torf
300–428 cm	Gyttja mit vor allem im obern Teil Hypnaceae-/Cyperaceae-Resten
428–447 cm	Tonige Gyttja, gegen 428 Abnahme des Mineralgehaltes
447–467 cm	Schwach gyttjahaltiger Schluff
467–480 cm	Schluff
480–545 cm	Feinsand

Pollenanalyse

DA A 545–469 cm

Die Baumpollenwerte sind allgemein niedrig. Die Pollensumme, meist unter 300, schwankt beträchtlich (28–933). Mit zusammenhängender Kurve sind nur *Betula* und *Pinus* vorhanden. Die übrigen, vor allem *Juniperus* und *Hippophaë*, sodann *Corylus*, *Alnus* und *Abies* erreichen vereinzelt ein paar Prozente. Ein gleicherweise stark zerhacktes Bild ist bei den NBP zu finden. Ausgenommen davon sind nur *Artemisia* und die *Chenopodiaceae*. Spaltöffnungen oder Grossreste fehlen ganz. *Pediastrum* erscheint gegen das Ende dieses Abschnitts. In 524 cm fand ich eine Spur von *Armeria*, aus ökologischen Gründen wohl *alpina*.

DA B 469–459 cm

Pinus dominiert und dafür ist *Artemisia* zurückgegangen. Die wärmeliebenden Laubhölzer sind nur noch vereinzelt und ganz gering vorhanden. *Juniperus* ist mit Spaltöffnungen dokumentiert. Arve ist kaum vorhanden. Das Ende dieses Abschnitts fällt mit dem Beginn einer neuen, regressiven Phase zusammen.

DA C 459–446 cm

Pinus geht zurück und *Artemisia* kommt mächtig auf. Ebenso erscheinen die beiden *Ephedra*-Typen wieder. Unter den *Pinus*-Pollen gehört ein deutlicher Teil zu *Pinus cembra* (15–20%). Spaltöffnungen irgendwelchen Typs wurden nicht gefunden.

DA D 446–427 cm

Das Klima muss sich geändert haben. Es wurde für die Vegetation günstiger. *Pinus* erreicht sein Maximum. Der Arvenanteil bleibt ungefähr gleich gross. *Juniperus* entwickelt sich deutlich. Die mesophilen Laubhölzer sind nicht mehr nur in Spuren vorhanden. Der *Ephedra distachya*- und der *fragilis*-Typ verschwinden. Die Kräuter, vor allem *Artemisia*, gehen wesentlich zurück. *Sparganium* entwickelt sich mächtig. In der Mitte des Abschnitts setzt *Corylus* ein. *Larix*-Pollen sind durchweg vorhanden. Ihre Zunahme bildet die obere Grenze des DA D. Die *Abies*-Kurve verläuft ähnlich. Nur beginnt sie bereits in der Mitte des vorherigen Abschnitts. Parallelgehend mit der *Juniperus*-Zunahme sind auch Spaltöffnungen gefunden worden. Wenig später beginnen die von *Larix* und darauf die von *Pinus*. Ab 427 cm hat sich das Sediment entscheidend geändert. Flussäurebehandlung war nicht mehr notwendig.

DA E 427–237 cm

Die obere Grenze dieses Abschnitts ist keine natürliche. Sie fällt mit der letzten analysierten Probe zusammen. Im übrigen ist der Abschnitt ziemlich eintönig. Das Baumarteninventar bleibt fast gleich. Hinzu kommt nur noch *Acer* und *Fraxinus*, sowie je ein Korn von *Carpinus* und *Picea*. *Juniperus*-SPÖ fehlen und *Juniperus*-Pollen sind nurmehr ganz vereinzelt und von *Hippophaë* ist sogar gar nichts mehr vorhanden. Das Verhältnis der BP zu den NBP ist ebenfalls

mehr oder weniger konstant, sieht man von der *Gramineae*-Zunahme in der Probe 267 cm ab. *Artemisia* ist im Vergleich zu den vorhergehenden Abschnitten unbedeutend. Innerhalb der Kräuter machen den Grossteil nicht mehr Apokrate aus. Den Ton geben vielmehr die Rasen- und Hochstaudentypen an, wie *Rosaceae, Campanulaceae, Ranunculaceae, liguliflore Compositae, Umbelliferae* und *Lilium martagon*-Typ. Konstant und etwas gegenüber dem vorherigen Abschnitt vermehrt sind *Ericaceae* gefunden worden. Stark vermehrt haben sich auch die *Cyperaceae.* Hinzugekommen ist *Potamogeton* und *Menyanthes,* bei den Sporen *Pteridium aquilinum* und *Sphagnum.* Von *Sphagnum* sind im obern Teil dieses Abschnitts auch Blattreste vorhanden. Neben den Spaltöffnungen von *Larix* und *Pinus* waren ganze Nadeln oder erkennbare Nadelreste gefunden worden.

4.1.3 Simplon-Hobschensee, 2017 m (Fig. 11)

Stratigraphie

169–369 cm	Gyttja
369–400 cm	Tonhaltige Gyttja
400–440 cm	Schluff
440–460 cm	Tongyttja
460–525 cm	Schluff
525–560 cm	Feinsand, gegen 525 cm feinsandiger Schluff

Pollenanalyse

DA A 559–460 cm

DA A 1 umfasst die Proben 559, 549 und 539 cm. Diese untersten drei Proben des Profils sind nahezu pollenleer. So wurde in der Basisprobe ein einziges *Scrophulariaceae*-Pollenkorn gefunden. Im Einklang mit der Pollenarmut steht das Sediment, nämlich Feinsand.

DA A 2 529–479 cm *Juniperus-Artemisia-Zone*

Bei fallenden *Pinus*-%-Werten nehmen *Juniperus*-Pollen zu. Spaltöffnungen wurden jedoch keine gefunden. Sehr hohe Werte, teilweise über 30%, erreicht *Artemisia.* Überhaupt sind vielmehr NBP als BP vorhanden. Neben *Artemisia* ist vorwiegend die erste Gruppe der NBP *(Ephedra* bis *Thalictrum)* gut vertreten. *Cyperaceae*-Pollen und Sporen allgemein sind vergleichsweise wenige vorhanden. Bei den Wasserpflanzen ist *Sparganium* zu finden. Mesophile Laubhölzer sind, ausser einem einzigen *Ulmus*-Korn, nicht, auch nicht in Spuren vorhanden.

DA A 3 479–460 cm *Salix-Pinus-Zone*

Dieser Unterabschnitt ist vor allem durch das Ansteigen der *Pinus*-Kurve und zwei ausgeprägten *Salix*-Gipfeln charakterisiert. Ebenfalls zugenommen haben die *Caryophyllaceae,* sowie *tubuli-* und liguliflore *Compositae. Artemisia* und *Juniperus* hingegen nehmen ab. *Sparganium* verschwindet ganz und fehlt auch in den folgenden Abschnitten.

Gegen Ende dieses Unterabschnittes tauchen die ersten *Pediastren* auf, ebenso *Quercus* und *Ulmus.* Die obere Grenze des Abschnitts A wurde mit dem Beginn des merkbaren organischen Anteils im Sediment zusammengelegt.

DA B 460–439 cm *Pinus-Zone*

Die Baumpollen, was fast gleichbedeutend mit *Pinus* ist, erreichen ein erstes Maximum. Der *Ephedra distachya*-Typ verschwindet fast ganz. Die Spuren der wärmeliebenden Laubhölzer sind weiterhin vorhanden. Der Anteil an organischem Material im Sediment wird grösser. Sichtbar war das an der bräunlichen Farbe, noch deutlicher zeigt sich das in der Veraschungskurve (Fig. 12).

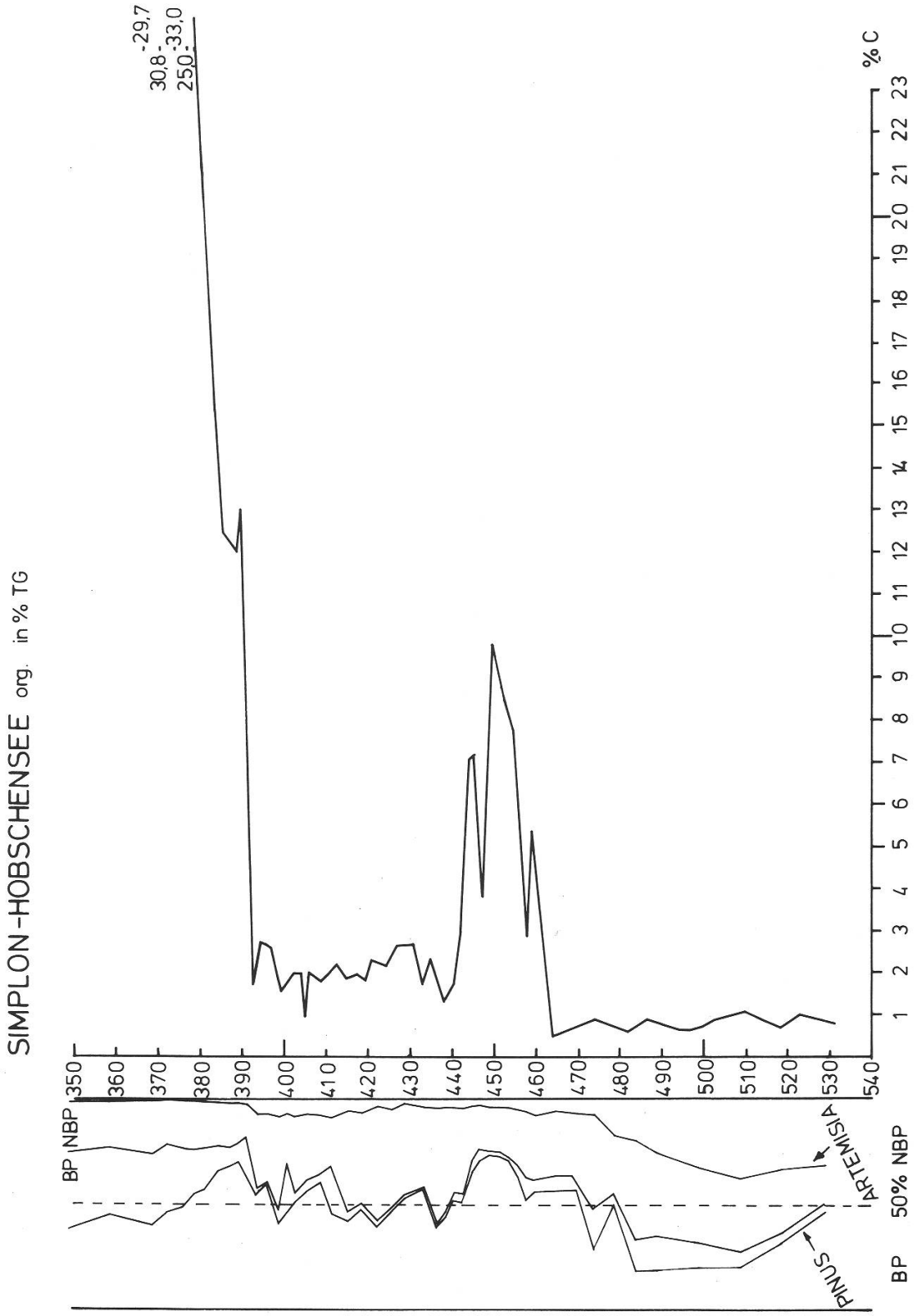


Fig. 12: Glühverlust Simplon-Hobschensee.

DA C 439–391.5 cm *Pinus-Artemisia-NBP-Zone*

Dieser Abschnitt bedeutet eine regressive Phase, in der die BP ab- und die NBP, vorab *Artemisia,* deutlich zunehmen. Beide Ephedra-Typen sind wieder fast durchwegs vorhanden. Der organische Anteil im Sediment ist deutlich zurückgegangen, jedoch noch immer leicht höher als im gesamten DA A. *Pediastren* fehlen weitgehend. Erst gegen Ende des Abschnitts tauchen sie wieder auf.

DA D 391.5–382 cm *Pinus-Juniperus-Zone*

Beide *Ephedra*-Typen verschwinden. *Artemisia* geht zurück und *Pinus* steigt wiederum an. *Juniperus* erreicht ein Maximum und ist auch durch Spaltöffnungen dokumentiert. *Sparganium* ist bereits gegen Ende des vorherigen Abschnitts wieder aufgetreten. *Larix*-Pollen und -Spaltöffnungen sind ab der Mitte dieser Zone mitsamt *Ericaceae* stets vorhanden. Sehr ähnlich verhalten sich die Eichenmischwaldkomponenten sowie *Corylus* und *Alnus* (*incana-glutinosa* und *viridis*), aber auch bereits *Abies.* Sprunghaft nimmt der organische Anteil im Sediment zu.

DA E 382–299 cm *Pinus-Larix-(Corylus)-Zone*

Die mineralischen Bestandteile des Sediments nehmen weiter ab und werden so unbedeutend, dass HF-Behandlung nicht mehr notwendig war. Das BP/NBP-Verhältnis ist ähnlich dem des vorherigen Abschnitts, nämlich stets zwischen 70 und 80%. Nach einem anfänglichen Abfall bewegt sich die *Pinus*-Kurve immer etwa um 50% herum. *Larix,* als geringer Pollenproduzent bekannt, hat sich entwickelt und erreicht etwa 3–4%. Zu ihren Spaltöffnungen gesellen sich auch regelmässig Nadelfunde. *Juniperus* ist stark zurückgegangen und *Hippophaë* nahezu verschwunden. *Abies* erreicht 8.2% und geht danach wieder leicht zurück. Die obere Grenze dieses Abschnitts wurde mit dem Einsetzen der durchgehenden *Picea-* und *Fagus*-Kurve zusammengelegt. Beide sind jedoch schon vorher an zwei Stellen deutlich vorhanden (372.5 und 329 cm). Diese Funde korrespondieren mit Grünerlen-Peaks, der obere zudem mit einer *Cyperaceae*-Zunahme. Es darf aber nicht übersehen werden, dass der Peak 329 cm aus einer einzigen Probe besteht (jedoch 10 cm Abstand), 372,5 ist bei geringerem Probenabstand durch die beiden benachbarten gestützt. Unter den Wasserpflanzen ist *Potamogeton* hinzugekommen.

DA F 299–239 cm *Pinus-Larix-(Abies-Fagus)-Zone*

Die pollenfloristische Zusammensetzung entspricht der des DA E, ausser, dass *Picea* und *Fagus* hinzugekommen sind. Gegen Ende des Abschnitts beginnt sich die Grünerle auszubreiten. Ähnlich, jedoch quantitativ geringer, verhält sich *Picea.*

DA G 239–169 cm *Alnus viridis-Pinus-Larix-(Picea)-Zone*

Feststellbar ist eine Massenausbreitung der Grünerle, indessen *Larix* etwa gleich gross bleibt. *Picea* hat sich gefestigt, *Pinus* hingegen geht zurück.

Die Ausbreitung der Fichte kann nicht eindeutig, wie MARKGRAF (1970, 1972) vermutet, mit der menschlichen Rodungstätigkeit verknüpft werden. Als Kulturzeiger treten wohl *Plantago lanceolata* und *Urtica* auf. Nur sind beide keine eindeutigen Kulturzeiger, wie man es etwa von *Castanea* und *Juglans* (mit Vorbehalten) annimmt. *Urtica* und *Plantago lanceolata* sind im Profil bereits früher gefunden worden. Hinzu kommt, dass von einer eigentlichen Rodungsphase (Zunahme der NBP in Zahl und Typen) nichts zu bemerken ist. Vielleicht liegen der Fichtenausbreitung doch eher klimatische Bedingungen zugrunde (vgl. TALLANTIRE, 1973), oder sie ist, wie so vieles, durch mehrere Faktoren bedingt.

4.1.4 Vegetationskundliche Interpretation der pollenanalytischen Befunde

In ihrem prinzipiellen Ablauf gleichen sich die vier Profile so sehr, dass sich eine gemeinsame Interpretation geradezu aufdrängt. Den mittelpostglazialen Teil werde ich gemäss der Zielsetzung dieser Arbeit mehr summarisch behandeln.

Wenn ich im folgenden die Begriffe Spät- und Postglazial gebrauche, so widerspricht das nicht der weiter vorne ausgeführten strikten Trennung von Bio- und Chronostratigraphie. Ich gebrauche sie nämlich als landschaftsfazielle Begriffe (s. dazu BEHRE, 1970). Ich möchte aber darauf hinweisen, dass diese Begriffe hier relativ unscharf gefasst sind. Ein früher Teil des DA D könnte ebensogut als Spätglazial bezeichnet werden.

SPÄTGLAZIAL

Die Probleme, die sich hier stellen, sind nicht Fragen nach dem absoluten, sondern vielmehr nach dem relativen Vorhandensein insbesondere der Typen, die als typisch fürs Spätglazial bezeichnet werden (*Artemisia, Ephedra, Chenopodiaceae, Rubiaceae, Caryophyllaceae* und *tubuliflore Compositae* sowie *Juniperus, Hippophaë* und *Salix*). Auffällig ist ja, dass diese mehr oder weniger durch alle Abschnitte hindurch laufen. Davon ausgenommen sind etwa *Hippophaë* und die beiden *Ephedra*-Typen, die in diesen Profilen sowieso nur geringe Prozentwerte erreichen (meist weniger als 1%).

Es handelt sich demnach um ein prozentuales und weniger um ein reales, vegetationskundlich interpretierbares Wechselspiel. Das heisst, neben dem eindeutig als Regional- oder Fernflug betrachteten Pollen der wärmeliebenden Gehölze, wird ebenso der *Pinus*-Pollen meist als hertransportiert aufgefasst (s. Kap. 3.3).

Die Aufgabe ist deshalb die, auseinanderzunehmen, was im Gebiet der Bohrstellen geschah und welches die Veränderungen in geringerer Höhe waren, die sich oben abbildeten und so das lokale Pollenbild überprägten. Es ist ja seit längerer Zeit bekannt (WELTEN, 1950), auch eigene Untersuchungen haben das bestätigt (1974b, 1978 unveröff.), dass bei geringer lokalen Pollenproduktion der Regional- und Fernflug das pollenfloristische Bild stark verzerren. Ähnlich wie den Pinus-Pollen stufe ich auch die *Larix*-Pollenkörner der DA A, B, C ein. Erst dort, wo auch Spaltöffnungen oder gar ganze Nadeln vorhanden sind, stammt der entsprechende Pollen mit grosser Wahrscheinlichkeit aus der lokalen Produktion, wobei auch dann noch ein gewisser Teil hertransportiert werden kann. Diese Voraussetzung trifft für *Pinus* und *Larix* erst im DA D zu, der, wie ich noch begründen werde, ins beginnende Holozän, also ins Präboreal, fällt.

Pinus und *Larix* in den spätglazialen Abschnitten A, B und C als Bestandteil der lokalen Vegetation zu betrachten ist wohl möglich. Nur wäre dann auch zu erklären, wieso eigentlich entsprechende Spaltöffnungen, ausser den paar vereinzelten von *Larix,* vollständig fehlen. Von *Larix* ist bekannt, dass deren Nadeln, die ja jeden Herbst abfallen, sehr leicht vertragen werden. Die überwiegend anorganischen Sedimente sprechen im übrigen auch gegen diese Deutung. Die erste Deutung lässt sich, wie man sehen wird, auch vegetationskundlich gut stützen.

DA A

In allen Profilen sind die NBP-Werte so hoch, dass die Vegetation weitherum sehr offen gewesen sein muss. Neben dem *Pinus*-Fernflug sind vor allem *Artemisien*-Pollen dominierend. *Artemisia* ist jedoch teilweise Windblütler und deshalb könnte

auch ihr Pollen hertransportiert sein. Interessant ist nämlich, dass im DA A 1 im Profil Hobschensee zu Beginn *Artemisia* zu- und *Pinus* abnimmt. Das könnte Ausdruck des Wechselspiels *Pinus*-Fernflug/lokale-regionale *Artemisien*-Einwanderung resp. Ausbreitung sein (ähnlich ist der Kurvenverlauf zum Beispiel im ältesten Teil des Bedrina-Profils von ZOLLER, 1960, Ballmoos, WEGMÜLLER, 1976, Heidenweg, AMMANN-MOSER, 1975).

Anschliessend an diesen ältesten Teil begann im Zentralwallis und sehr wahrscheinlich auch im italienischen Teil des Tales der Doveria *Pinus* einzuwandern oder sich zu verbreiten. Ob die *Juniperus*-Zone, wie sie vor allem im Diagramm Hobschensee DA A 2 ausgeprägt ist , wirklich lokal ist, bezweifle ich. Merkwürdigerweise sind gar keine Spaltöffnungen gefunden worden. Denkbar wäre nämlich hier die Abbildung von *Artemisia-Juniperus-Ephedra*-Gesellschaften in etwas geringerer Höhe. *Betula* und *Hippophaë* waren in der Vegetation tiefer unten ebenfalls beteiligt. *Hippophaë* wahrscheinlich sogar in bedeutenden Mengen (vgl. ERDTMAN, 1963: 114).

Darnach verbreitete sich vermehrt *Salix*. Das zeigt sich sowohl beim Hobschensee DA A 3 als auch beim Pass am Übergang DA A/B. Im Diagramm GA vom Gampisch findet man diese Entwicklung auch. Leicht abweichend davon, wie aus der Darstellung ersichtlich, ist das Diagramm SG ebenfalls vom Gampisch, wo in der Diagrammlage mehr *Juniperus* vorhanden ist.

Beim Profil Simplon-Pass betrachte ich die Pollenkörner der wärmeliebenden Laubhölzer als Fernflug, der sich bei der geringen Pollendichte natürlich übermässig ausdrückt. Denkbar wären aber durchaus sekundäre Pollen oder vertikal-laterale Infiltration.

DA B

Das Klima hat sich entscheidend gebessert. Im Hobschensee wurde eine, wenn auch stark tonige Gyttja sedimentiert. In Tieflagen (? Alpensüdseite) begann bereits die Einwanderung der Eichenmischwaldarten samt *Abies*. Der Föhrenwald hat sich so sehr geschlossen, dass lichtliebende Sträucher wie *Ephedra* massiv zurückgingen. Auf dem Gampisch und auch im Profil vom Pass wurden die ersten *Juniperus*-Spaltöffnungen gefunden. Solche von *Pinus* hingegen fehlen. Ich bin aus diesem Grund der Auffassung, dass im obern Simplon-Gebiet offene Schuttfluren mit Pionierkräutern und *Juniperus*-Büschen vorhanden waren. Weiden mögen auch beteiligt sein. Denkbar wären *Salix helvetica* und *glauca,* die beide auf blockreichem Silikatschutt prächtig gedeihen können. Geschlossene alpine, reich pollenproduzierende Rasen gab es sicher nicht. Dafür ist der Anteil der NBP zu gering. Die lokale Pollenproduktion muss gegenüber dem Fern- und Regionalflug wesentlich geringer gewesen sein. Die Rolle von *Larix* im oder oberhalb des Föhrenwaldes ist unklar.

DA C

Die Föhrenwälder tieferer Lagen lichteten sich erneut auf. Heliophile Sträucher und Kräuter gediehen wieder besser, sodass, allerdings nicht auf dem Pass selber, aber etwas tiefer, *Pinus-Ephedra-Juniperus-Artemisia*-Gesellschaften sich wieder ausbreiten konnten. *Juniperus*-Spaltöffnungen wurden in diesem Abschnitt keine mehr gefunden. Ebenso ist sein Pollenanteil geringer. Nur in den Gampisch-Profilen hat der Wacholder im jüngern Teil, der bereits zum DA D überleitet, etwas zugenommen.

Da klimatisch ungünstige Phasen auch Phasen vermehrter morphologischer Aktivität sind, könnte auch *Hippophaë* auf diese Weise wieder vermehrt zusagende Standorte gefunden haben.

Das pollenfloristische Bild entspricht im übrigen weitgehend dem des DA A 3 des Hobschensees mit weniger *Salix*. Im Hobschensee fehlen die *Pediastren* im Gegensatz zum etwas tiefer gelegenen Simplon-Pass-Profil. Die Vegetation in der Umgebung des Passes wird wahrscheinlich wieder stark krautpionierhaften Charakter bekommen haben. Genauere Aussagen sind nicht möglich, denn das ökologische Spektrum der gefundenen Typen ist zu breit.

POSTGLAZIAL

DA D

Am Übergang DA C/D fand ein entscheidender Wechsel statt, der sich im Hobschensee durch sprunghafte Zunahme des organischen Anteils im Sediment manifestiert. Gleichzeitig verschwinden beide *Ephedra*-Typen ganz und *Pinus* erreicht sein Maximum.

Die offenen *Pinus-Juniperus-Artemisia-Ephedra*-Gesellschaften tiefer unten wurden durch geschlossenen Föhrenwald abgelöst.

Im Gebiet der Profile breitet sich eine *Juniperus*-reiche Vegetation aus, die Gesellschaften mit *Rubiaceae, Caryophyllaceae* und *Chenopodiaceae* verdrängte. So betrachtet könnte dieses Stadium immer noch als ein spätglaziales betrachtet werden (vom Vegetationstyp her), doch wuchsen in diese Wacholderphase mit *Ericaceae* bald mehr und mehr Lärchen ein, wobei *Pinus* sicher auch beteiligt war (Spaltöffnungen).

Die Waldgrenze stieg höher. In der Folge lagen die drei untersuchten Lokalitäten im analysierten Zeitbereich stets innerhalb des Waldes. In tiefern Lagen der Nähe begann sich der Eichenmischwald mitsamt *Corylus* auszubreiten. *Corylus* erreicht, ähnlich wie im Böhnigsee (MARKGRAF, 1969) ebenfalls nur ein paar Prozente. Gleichzeitig mit dem EMW muss auch *Abies* mit der Einwanderung begonnen haben, ob aber auf derselben Höhenstufe kann aus meinen Diagrammen nicht eruiert werden.

DA E

In der lokalen Vegetation hat sich nicht mehr viel verändert. Ein *Pinus-Larix*-Wald hat endgültig Fuss gefasst, was nicht zuletzt durch die vielen gefundenen Lärchennadeln bewiesen wird. In diesem Bereich wurden die Analysen im Gampisch-Profil abgebrochen. Die durchschnittlich etwa 25% NBP (fast die Hälfte davon *Gramineae: ? Calamagrostis villosa*) müssen in Verbindung mit der geringen Pollenproduktion der Lärche betrachtet werden. Die NBP-Zahl, die allgemein für geschlossenen Wald angenommen wird (weniger als 20%) gilt deshalb sicher nicht für Lärchenwälder. So enthielt eine Oberflächenprobe aus einem Lärchenwald auf 1760 m im Zwischen-

bergental nur knapp 8% Lärchenpollen. In der dazugehörigen soziologischen Aufnahme (kombinierte Schätzung Abundanz/Dominanz) hingegen gab ich *Larix* eine 3.

Deshalb bin ich der Auffassung, dass der damalige Wald auf dem Simplon ziemlich geschlossen war, insofern man bei einem Lärchenwald überhaupt von geschlossen reden kann. Der Wacholder dürfte zurückgegangen sein, stärker beim Pass als beim Hobschensee.

Die beiden Grünerlen-Peaks dieses Abschnitts im Hobschenseediagramm, dazu gleicherweise frühe Funde von *Picea* und *Fagus,* sind vorläufig einfach einmal zur Kenntnis zu nehmen, da noch offensteht, ob es sich wirklich um reproduzierbare Ergebnisse handelt.

Hochstauden, wie *Lilium martagon,* traten vermehrt auf.

DA F

Dieser Abschnitt ist wie auch der folgende nur im Hobschensee-Diagramm analysiert worden. Auf dem Pass hat sich wenig verändert. Grünerlen nahmen zu. In tiefern Lagen ging *Corylus* bereits wieder zurück. *Picea* und *Fagus* machen sich langsam bemerkbar.

DA G

Er ist durch eine starke Grünerlenausbreitung charakterisiert. Sie geht vorerst rechnerisch auf Kosten von Pinus. Die Grünerle könnte aber auch wirklich Standorte (Lawinenhänge) der niederliegenden Form der Bergföhre *(Pinus mugo uncinata)* eingenommen haben. *Larix* blieb ungefähr gleich. Am Verhältnis BP/NBP änderte sich nichts.

4.1.5 Anmerkungen zu einigen speziellen Taxa

Pediastrum

Innerhalb der Algen wurde nur die Grünalgengattung *Pediastrum* ausgeschieden. Sie tritt frühestens am Übergang DA A/B auf. Im Hobschensee verlaufen ihre Funde parallel mit der organischen Sedimentation.

Sparganium

Sparganium-Pollen fand ich im Hobschensee bereits im DA A 2. Streufunde sind aus ähnlicher Diagrammlage ebenfalls vom Simplon-Pass zu melden. Bemerkenswert ist aber, dass der Igelkolben im folgenden, klimatisch eigentlich günstigeren Abschnitt verschwindet und erst am Übergang DA C/D (sprunghaft im Profil Simplon-Pass) wiederauftritt. Die Vegetation in der weitern Umgebung des Sees bestand zu der Zeit noch vorwiegend aus vereinzelten Kräutern und Wacholderbüschen.

Von *Sparganium angustifolium,* und um diese Art dürfte es sich auch bei den Fossilfunden auf dem Simplon handeln, ist bekannt, dass er weit über die Waldgrenze hoch-

steigt. Im Wallis ist die höchste bekannte Fundstelle im obern Riffelsee auf 2750 m ob Zermatt (BECHERER, 1956, DESFAYES, 1966). Dort soll er allerdings steril sein (ob wirklich keine Pollenproduktion?). Im Schwarzsee, 2552 m ebenfalls bei Zermatt, wächst er auch (DESFAYES, 1967). BRAUN-BLANQUET, RÜBEL (1932) geben die Art vom Diavolezzasee, 2350 m, an, BECHERER (1970: 308) aus dem Oberhalbstein auf 2390 m.

Potamogeton

Potamogeton ist im DA E beim Simplon-Pass und im Hobschensee gefunden worden. *Potamogeton* kam also deutlich später als *Sparganium.* Dabei ist aber nicht klar, ob das klimatisch oder durch das ökologische Milieu in den entsprechenden Seen bedingt war. Es könnte auch ein zufälliges Ergebnis sein, denn die *Potamogeten* steigen teilweise recht hoch. *Sparganium* und *Potamogeton* verschwinden im Profil Simplon-Pass mit der massiven *Cyperaceae*-Zunahme. *Potamogeton* und *Sparganium* werden sozusagen von *Menyanthes* und *Cyperaceae* abgelöst (Verlandungsentwicklung).

Bei *Potamogeton* kann nicht wie bei *Sparganium* entschieden werden, um welche Art es sich handeln dürfte. Auf Grund der heutigen Höhenverbreitung im Wallis kämen mehrere in Frage:

Potamogeton	*natans*	étang d'Essertse im Val d'Hérens, 2343 m, *D*
	alpinus	Hobschensee, 2017 m, *D, K + S,*
		Lac de Chanrion im Val de Bagnes, 2430 m, *D*
	praelongus	Bettmersee, 2006 m, *B, D*
	filiformis	Schwarzsee bei Zermatt, 2552 m, *B, D,*
		für den Hobschensee s. Bemerkungen unter Vegetation
	pusillus	Lac de Chanrion, 2400 m und in zwei Sümpfen
		ob dem See, 2430 m, *D*

B = BECHERER (1956), *D* = DESFAYES (1966), *K + S* = gemeinsame Exkursion mit Herrn K. SCHNEIDER.

Potamogeton gramineus ist bei BECHERER (1956: 51) auch aus dem Lac de Chanrion, 2386 m, angegeben. DESFAYES (1966: 38) schreibt jedoch, dass diese Art fälschlicherweise aus dem Lac de Chanrion, 2430 m, angegeben worden sei. Ob er sich dabei auf BECHERER (1956), dessen Gewährsmann ZWICKY war, bezieht, schreibt er nicht (unterschiedliche Höhenangabe).

Geht man für den Hobschensee vom aktualistischen Prinzip aus, würde man bei den fossilen Funden in erster Linie an *Potamogeton alpinus* denken, das im See heute recht gut gedeiht.

Juniperus

Bemerkenswert ist, dass *Juniperus* auf dem Simplon in den besprochenen Abschnitten als Zeiger für eine Klimabesserung gelten kann. Die *Juniperus*-Phasen sind allerdings als Sukzessionsglied aufzufassen. Im DA B wird dieses Stadium gerade erreicht und nach dem Klimarückschlag des CA C ist sie im DA D das Übergangsstadium zum *Larix-Pinus*-Wald.

EMW

Recht früh, bereits am Ende des DA A, tauchen die ersten Spuren des Eichenmischwaldes (*Quercus* und *Ulmus*) auf. Im DA B häufen sich die Funde. Zudem kommt *Tilia* hinzu. Im rückläufigen DA C gehen sie nicht etwa zurück, sondern bleiben in derselben Grössenordnung, als ob dieser Klimarückschlag nur die Weiterausbreitung verzögert hätte. *Acer* und *Fraxinus* gesellen sich erst ab DA E deutlich hinzu.

Abies

Abies erscheint recht früh. Schon im DA B ist sie vor allem im Hobschensee deutlich vorhanden und verstärkt ab DA E. Wie erwartet kam *Abies* bedeutend früher als *Picea.*

Pinus cembra (Fig. 13)

Der sichere Arvenanteil innerhalb der *Pinus*-Körner wurde in den Profilen Gampisch (SG) und Simplon-Pass (SP) analysiert. Bei beiden ist die Arve im DA A kaum vorhanden (im Maximum einzelne Körner) um dann im vorab jüngern Teil des DA C etwas zuzunehmen. In den Abschnitten C und D sind es regelmässig um 20%. Die Arve gewinnt also erst im jüngern Teil des Spätglazials an Bedeutung.

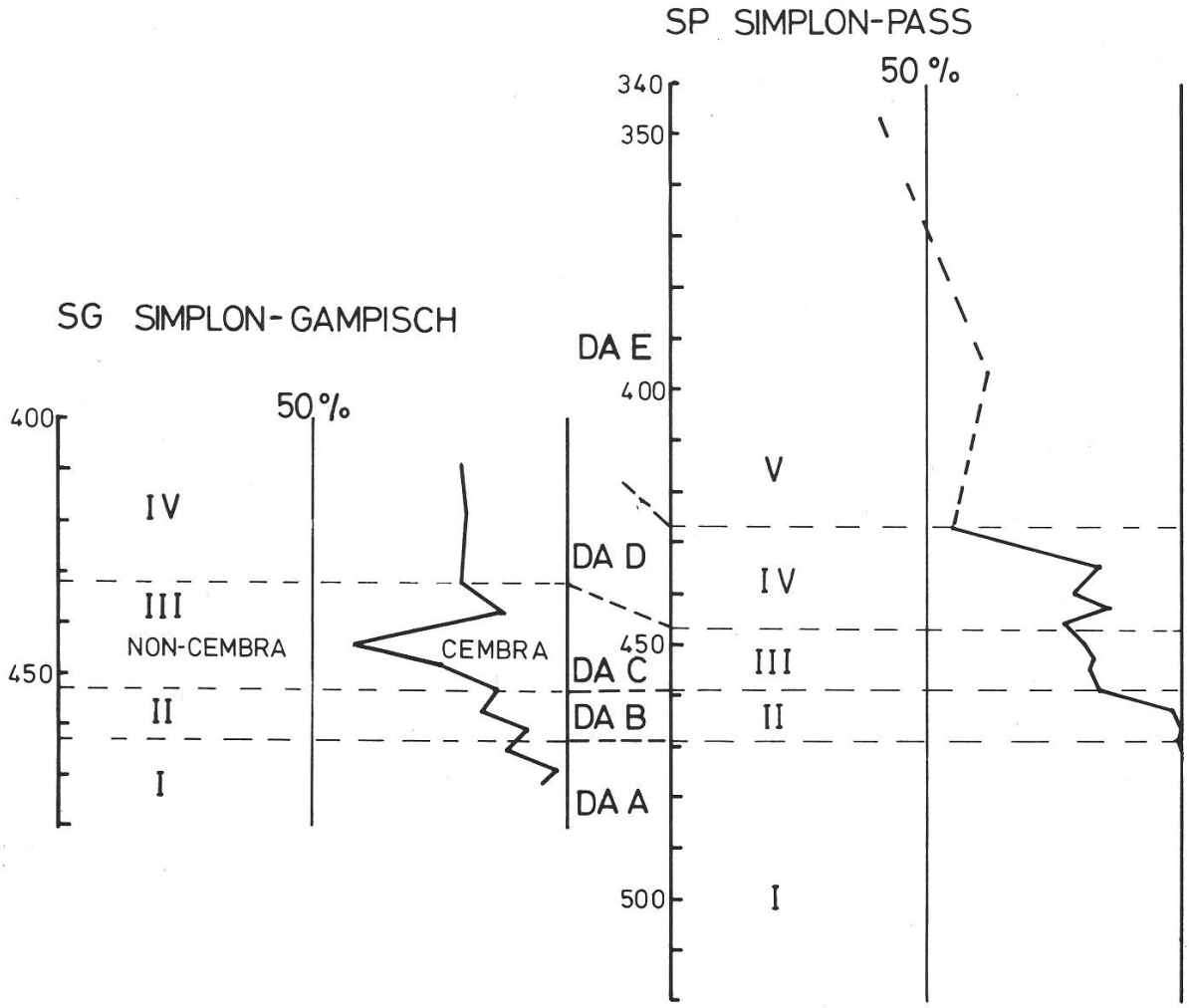


Fig. 13: Verhältnis Pinus cembra zu Pinus non-cembra Simplon-Gampisch und Simplon-Pass.

4.1.6 Zeitliche Stellung der Diagrammabschnitte

Bei den ^{14}C-Datierungen ergaben sich unvorhergesehene Schwierigkeiten. Die Anforderungen, die ich ans Probenmaterial legte, waren zu gross. Für die Datierungen sollte das Material aus einem einzigen Kern stammen und zudem noch eine möglichst geringe Tiefenausdehnung haben. Doch war der organische Gehalt der Proben zu gering. Es hätten sich Daten mit unverhältnismässig grosser Standardabweichung ergeben.

Für ihre Bemühungen danke ich Herrn Prof. H. OESCHGER und Frau T. RIESEN vom Physikalischen Institut der Universität Bern ganz herzlich.

Datiert wurde die Probe 338–325 cm vom Hobschensee, B-3038 mit dem Alter von 7640 ± 200 BP.

So versuche ich vorläufig die ausgeschiedenen Biozonen dem System von FIRBAS mit Hilfe des Böhnigsee-Diagramms von MARKGRAF (1969) und den ^{14}C-Daten aus dem unpublizierten Hobschensee-Diagramm von Prof. WELTEN anzugliedern.

Ich bin mir dabei der Vorbehalte bewusst, die bei einem derartigen methodischen Vorgehen angebracht werden können. Andrerseits geht es aber nicht darum, die Zonengrenzen auf hundert Jahre genau festzulegen. Denn das ist schon in Berücksichtigung der Standardabweichung von Radiokarbondaten ein Unsinn. Mir geht es vielmehr um eine vorläufige, grobe Einstufung. Dazu bin ich der Ansicht, dass geprüft werden sollte, ob der Ablösung des Firbas-Systems durch die von MANGERUD et al. (1974) für den Norden vorgeschlagene chronostratigraphische Gliederung des Spät-Weichselien und Holozän wirklich etwas ernsthaft entgegensteht. Diese vorgeschlagene chronostratigraphische Gliederung basiert auf mit konventionellen Radiokarbonjahren definierten Chronozonen. Dass das ein erheblicher Aufwand bedeutet, ist selbstverständlich und vor allem nur in grössern Projekten lösbar, aber es ist ein gangbarer Weg (BORTENSCHLAGER I., 1976).

Für meinen Vergleich benutze ich vor allem das Hobschensee-Diagramm. Es ist am ausführlichsten analysiert und weist im basalen Teil eine pollenanalytisch und sedimentologisch gut unterscheidbare Schichtung auf mit einer Bank, die gegenüber ihrem Liegenden und Hangenden durch einen grössern Gehalt an organischem Material charakterisiert ist. Aus dieser gyttjahaltigen Bank stammt das Datum 12580 ± 200 (OESCHGER, RIESEN, 1966: 25). WELTEN (in derselben Publikation S. 24) schreibt dazu im Kommentar, dass dieses Datum ins Bölling zu fallen scheine, dass aber unter Berücksichtigung der Standardabweichung Alleröd nicht auszuschliessen sei. Für mein Diagramm leite ich daraus ab, dass der zentrale Teil des DA B ins Alleröd gehört und somit klar die folgende Zone DA C die Jüngere Dryas ist. Neue Untersuchungen (KÜTTEL, 1977) zur Piottino-Schwankung (ZOLLER, 1960) haben gezeigt, dass im Bedrina-Profil keine durch eine BP-Phase abgesetzte nachallerödzeitliche Kaltphase ausser der Jüngern Dryas gefunden werden kann. Daher betrachte ich DA D als Präboreal.

Gestützt auf MARKGRAF (1969) setze ich die Grenze Präboreal/Boreal mit der *Larix*-Ausbreitung gleich. Dies entspricht dem Wechsel DA D / DA E.

Innerhalb des Abschnittes E findet vegetationskundlich kein entscheidender Wechsel statt, ausser dass *Corylus* zurückgeht und vermehrt *Potamogeton* auftaucht. Der Übergang DA E/F andererseits ist gleichbedeutend mit dem Beginn der konstanten Kurven von *Picea* und *Fagus*. Das wiederum kann ungefähr mit dem Beginn

des Jüngern Atlantikums gleichgesetzt werden. Auf diese Weise abgegrenzt umfasst der Abschnitt E Boreal und Älteres Atlantikum. Diese Auffassung wird durch das ^{14}C-Datum B-3038 gestützt.

Die Grünerlen- und Fichtenausbreitung (DA G) dürfte ins Subboreal gehören.

Doch zurück zum basalen Teil. Geht man mit der vegetationsgeschichtlichen Interpretation, wie sie dargelegt wurde, einig, so ist also neben der lokalen auch die Vegetationsentwicklung tieferer Gebiete in den eisfrei gewordenen Mulden des Passes und seiner Umgebung aufgezeichnet worden.

Das Bölling im schweizerischen Mittelland ist normalerweise (z.B. HÄNI, 1964: Lobsigensee, AMMANN-MOSER, 1975: Heidenweg 3) durch die Abfolge *Juniperus-Hippophaë-Betula* gekennzeichnet. Diese Entwicklung ist in erster Linie als Sukzession aufzufassen. Merkwürdig in dieser Beziehung ist das Diagramm von der Tourbière des Forest in den französischen Alpen, wo das *Hippophaë*-Maximum deutlich vor dem *Juniperus*-Maximum ist (WEGMÜLLER, 1977: 61, und Profil 5). Leider wird das vom Autor nicht weiter diskutiert. Dass die erwähnte Sukzessionsfolge böllingzeitlich ist (Bölling als Chronozone: s. MANGERUD et al., 1974), müsste eigentlich durch eine chronometrische Methode und nicht durch Pollenprofilvergleich bewiesen werden, ausser es sei ein, auch von den naturräumlichen Gegebenheiten her, vergleichbares und reich datiertes Profil aus der nähern Umgebung vorhanden. Das gleiche Sukzessionsstadium kann nämlich relativ zur Höhe durchaus zeitlich verschieden sein (s. dazu beispielsweise für *Juniperus* WELTEN, 1972: 73, oder aus Finnland für *Hippophaë* REYNAUD, 1976, aber auch VASARI, 1974). Eine Bölling-„Datierung" allein auf Grund der Diagrammlage (Ausnahme s. oben) scheint mir methodisch fragwürdig. Gleichzeitig muss jedoch festgehalten werden, dass die zeitliche Verschiedenheit zweier gleicher Abfolgen an verschiedenen Lokalitäten mit der Radiokarbonmethode nur festgestellt werden kann, wenn die Zeitdifferenz genügend gross ist. Beschränkend wirkt hier die Grösse der Standardabweichung (s. dazu GEYH, 1971: 37)!

Bis jetzt sind zuwenig Untersuchungen zur zeitlichen Entwicklung der Prä-Alleröd-Strauchphasen in Abhängigkeit von der Höhe vorhanden, um die ausgeschiedenen drei Unterabschnitte des DA A im Hobschensee-Profil chronologisch eindeutiger einzustufen. Es ist möglich und trifft sicher in einem allerdings unbekannten Ausmass zu, dass die vertikale Zeitverschiebung in der Vegetationsentwicklung durch Fern-/Regionalflug überbrückt würde. In erster Linie betrifft das natürlich die Anemogamen. Leider fehlen entsprechende Parameter und so bleibt mir nichts anderes übrig, als den DA A als präalleröd zeitlich oder in die Firbas-Zone I einzustufen.

Das in dieser Feststellung mitenthaltene Minimaldatum für das Eisfreiwerden des Simplon-Passes steht ganz im Einklang mit den Arbeiten von ZOLLER u. KLEIBER (1971), MÜLLER (1972) und KLEIBER (1974). Zudem haben die Untersuchungen gezeigt, dass der frühe Beginn der Sedimentation im Hobschensee kein Sonderfall im Gebiet des Simplon-Passes ist. Sie haben aber auch gezeigt, dass auf der S-Seite in der Gegend des Gampisch das Eis im Haupttal ebenfalls vor dem Alleröd abgeschmolzen ist. Dies betrifft jedoch nicht Eismassen der Seitentalgletscher (Sirwolten- und Rossbodengletscher), denn über das Alter der späteiszeitlichen Moränen dieser Gletscher (MÜLLER, 1975: 62) kann nichts ausgesagt werden, da die Pollenprofile und die Moränen stratigraphisch nicht verknüpft werden können. Ein, allerdings ziemlich unsicherer, Weg bestände darin, Überlegungen anzustellen bezüglich

Schneegrenze, Abstand Schneegrenze-Waldgrenze und der pollenanalytisch festgestellten allerödzeitlichen Waldgrenze (unterhalb 1885 m).

Nach MÜLLER (KÜTTEL, MÜLLER, 1977) hat ein Gschnitz-aquivalentes Stadium den Pass noch vollständig mit Eis überdeckt. Dieses Stadium hat somit sicher ein prä-Alleröd-Alter. Das wiederum stimmt mit den Ergebnissen aus dem Gurbstal (KÜTTEL, 1974b) überein.

4.2 Obergurbs, 1910 m

4.2.1 Ergebnisse

Stratigraphie H II	200–230 cm	Hypnaceae-Torf mit Übergang
	230–250 cm	zu Grobdetritusgyttja (mineralische Schmitzen in 227–235 cm, 241 cm und 245 cm Tiefe)
	250–300 cm	allmähliche Zunahme der mineralischen Bestandteile (250–267 cm halb Grobdetritusgyttja halb Schluff, 267–276 cm 3/4 Schluff und 1/4 organisches Material, 276–300 cm nur noch vereinzelt organische Beimengungen)
	300–650 cm	kalkhaltiger Schluff
H III	180–250 cm	Hypnaceae-Torf mit mineralischen Einschwemmungen in 185–195 cm, 205 cm, 227–235 cm und 241–250 cm Tiefe
	250–257 cm	Grobdetritusgyttja mit leichtem Mineralgehalt
	257–270 cm	Schluffgyttja
	270–290 cm	gyttjahaltiger Schluff
	290–600 cm	Seeton (Schluff)

Die stratigraphischen Abfolgen der beiden Bohrungen gleichen einander recht gut.

Pollenanalyse (Fig. 15, 16)

In der Arbeit 1974b wurden die Diagrammabschnitte mit arabischen Ziffern bezeichnet. Inzwischen halte ich Buchstaben für besser. Die Parallelisierung mit den Grossbuchstaben ist wie folgt:

H I	H II	H III
DA 1	–	–
DA 2	DA C	DA C
DA 3	DA D	DA D
usw.		

DA C H II 650–430 cm
H III 600–420 cm

BP: Hohe *Pinus*-Werte, mesophile Laubhölzer nur in vereinzelten Spuren, hingegen *Juniperus* häufig über 4%, *Hippophaë* stets, aber nur gering.

NBP: Bedeutend *Artemisia,* charakteristisch *Armeria* (H III: 470 cm), dazu *Ephedra distachya-* und *fragilis*-Typ, sowie *Chenopodiaceae, Cyperaceae* gering.

Sporen: Unbedeutend.

Spaltöffnungen: 1 *Juniperus*-Spaltöffnung (H III: 510 cm).

DA D H II 430–290 cm
H III 420–290 cm

BP: *Pinus* noch höher, kleiner Betula-Anstieg, Rückgang von *Juniperus* und *Hippophaë, Corylus* und EMW zuerst in Spuren und ab der Mitte des Abschnitts in geschlossenen Kurven.

NBP: Allgemein sehr niedrig, *Artemisien*abfall, Rückgang der *Chenopodiaceae,* von *Ephedra* beide Typen nur noch vereinzelt, *Cyperaceae* weiterhin gering.

Sporen: Deutliche *Dryopteris*-Zunahme.

Spaltöffnungen: 1 *Juniperus*-Spaltöffnung (H III: 300 cm).

DA E H II 290–200 cm (200 cm = letzte analysierte Probe)
H III 290–190 cm

BP: *Pinus*-Abstieg (innerhalb von *Pinus* Anstieg des sichern *Pinus-cembra*-Anteils, nur bei H III untersucht, Fig. 17), *Corylus*-Maximum (H II: 25%, H III 50%), EMW-Anstieg und Rückgang (v.a. *Ulmus*), *Larix* unbedeutend, *Abies*-Spuren (im jüngern Teil leichter Anstieg), *Alnus* (Nach H II zum grössern Teil *viridis*) deutlich, *Juniperus* nur noch in Spuren, *Hippophaë* verschwunden.

NBP: *Artemisia* gering (< 1%), *Gramineae* leicht vermehrt, *Ephedra* und *Chenopodiaceae* ganz vereinzelt, deutliche Zunahme der *liguliflorен Compositae, Umbelliferae* und *Rosaceae, Allium*-Peak (in H III jünger als in H II), parallel mit der Verlandung *Cyperaceae*-Zunahme.

Sporen: *Equisetum*-Gipfel und anschliessend *Selaginella*-Zunahme, nach leichter *Dryopteris*-Abnahme wiederum Zunahme im obern Teil.

Spaltöffnungen: 1 *Juniperus*-Spaltöffnung (H III 210 cm), parallel mit der *Pinus cembra*-Zunahme in H III mehrere *Pinus*-Spaltöffnungen, zusätzlich zu den im Diagramm H III eingezeichneten wurde bei der *cembra*-Ausscheidung in 270 cm Tiefe noch eine gefunden.

4.2.2 Vegetationsentwicklung und zeitliche Einstufung der Diagrammabschnitte

Auch mit den neuen Bohrungen H II und H III konnte bis jetzt die Beckenbasis nicht erreicht werden. Mit dem schwedischen Kammerbohrer blieben wir stets im zähen Seeton stecken. Eine andere Bohrmethode drängt sich auf. Doch sind dem durch die Abgelegenheit des Moores gewisse Grenzen gesetzt. Es ist nämlich nur nach 3 1/2 Stunden Fussmarsch zu erreichen.

Mit den beiden neuen Diagrammen wurde die früher gefundene (KÜTTEL, 1974b) pollenstatistische und lithologische Abfolge im Bereich wo sich die Diagramme decken bestätigt. Das Spätglazial und Präboreal wurde in der erwähnten Arbeit dargestellt. Deshalb gehe ich darauf nur noch summarisch ein.

Die verschiedenen Kurvenmaxima in den einzelnen Diagrammen sind nicht eindeutig parallelisierbar. Ihre Interpretation wäre deshalb wenig gesichert.

Im Vergleich mit H I muss der DA C als Teil der Jüngern Dryas betrachtet werden. Alleröd wurde somit nicht erreicht, was wahrscheinlich bohrtechnisch bedingt ist. Die vegetationskundliche Interpretation der Jüngern Dryas entspricht der von 1974b. Sehr viel *Pinus*-Pollen flog ein (nahezu alles *non-cembra*) und über-

prägte die geringe Pollenproduktion der Lokalvegetation, die pionierartig war. Im Präboreal (somit DA D) schloss sich der Föhrenwald tiefer unten und *Artemisia-Ephedra*-Gesellschaften verschwanden. Merkwürdigerweise geht aber auch *Juniperus* zurück, was zweifelsohne die rechnerische Folge der nochmals vermehrten *Pinus*-Pollenproduktion ist. *Juniperus* war vielleicht schon während der Jüngern Dryas auf dem Obergurbs. Eine einzige Spaltöffnung wurde gefunden. Dass diese verschleppt ist, glaube ich eher nicht, denn *Juniperus*-Spaltöffnungen sind auch im jüngern Teil nur in Einzel-Exemplaren vorhanden.

Während der Klima-Besserung des Präboreals scheint sich auf dem Obergurbs keine Rasenstufe entwickelt zu haben, in der reich Krautpollen produziert worden wäre. Man könnte sich aber denken, dass dieses Stadium nur kurze Zeit gedauert hätte, und dass es deshalb infolge des Probenabstandes gar nicht erfasst wäre.

Ich finde das unwahrscheinlich. Vom Obergurbs existieren jetzt für den fraglichen Zeitbereich vier Diagramme (das erste in WELTEN, 1952). In keinem wurde vor der Wiederbewaldung eine ausgesprochene NBP-Entwicklung gefunden, die nicht auf einem einzigen Typ beruht. Ähnlich ist es beim Kühdungel (s. weiter hinten) und dasselbe bei den Simplon-Diagrammen. Das Hinaufschnellen der NBP-Prozente, wie es beispielsweise von WELTEN (1950) für rezente Verhältnisse sehr zu recht dargestellt wurde, findet man fossil vor der Wiederbewaldung nicht so eindeutig. Allerdings muss auch berücksichtigt werden, dass vor dem Eingriff des Menschen generell weniger NBP produziert wurden. Demgegenüber sind es aber auch nicht nur Windblütler wie Gramineae, sondern in reicher Menge ebenso die Insektenblütler, die die grosse Menge der NBP oberhalb der Waldgrenze produzieren.

Als Verdeutlichung dazu die Figur 14.

Im linken Diagramm ist der Verlauf des Verhältnisses BP/NBP relativ zur Höhe resp. den Höhenstufen schematisiert aufgetragen. Der untere Teil entspricht natürlichen Verhältnissen, also nicht anthropogen gestört. Unter natürlichen Verhältnissen müsste mit vollständiger Bewaldung, ausgenommen gewisser extremer Standorte, gerechnet werden. Der obere Teil hingegen widerspiegelt heutige Verhältnisse. Die Daten dazu stammen aus WELTEN (1950), sowie eigenen unpublizierten Untersuchungen im Dungelgebiet, Simplon und den Südtiroler Dolomiten. Die rechte Darstellung, ebenfalls notgedrungen stark schematisiert, entspricht dem durchschnittlichen Kurvenverlauf der BP-Summe einerseits der Berner Nordalpen (Obergurbs, Kühdungel: durchgezogene Linie) und andrerseits des Wallis (Simplon: gestrichelter Kurvenverlauf). Die römischen Zahlen bedeuten die Firbas-Pollenzonen mit der zeitlichen Abgrenzung im Sinne der Chronozonen von MANGERUD et al. (1974). Sie sollen aber nur relativ grobe Anhaltspunkte bezüglich der Zeit geben. Mit dem Pfeil ist das Einsetzen von Spaltöffnungen der *Pinaceae* markiert (gegen Ende des Präboreals), die die sichere Anwesenheit waldbildender Bäume anzeigen.

Vielleicht war das Klima im frühen Holozän wesentlich trockener, auch in den höhern Lagen, so dass sich auf 1800, 1900 m eher eine steppenähnliche Vegetation, wie sie von WALTER (1975) beschrieben wurde, entwickelte, oder sind hochwüchsige alpine Matten anthropogen? Edaphische Trockenheit darf aber auch nicht vergessen werden.

Auf jeden Fall nahmen im DA E auf dem Obergurbs die *Gramineae* leicht zu. Dieser Abschnitt umfasst etwa Boreal und Älteres Atlantikum. In tiefern Lagen wanderte *Corylus* ein und dann Komponenten des Eichenmischwaldes (vor allem

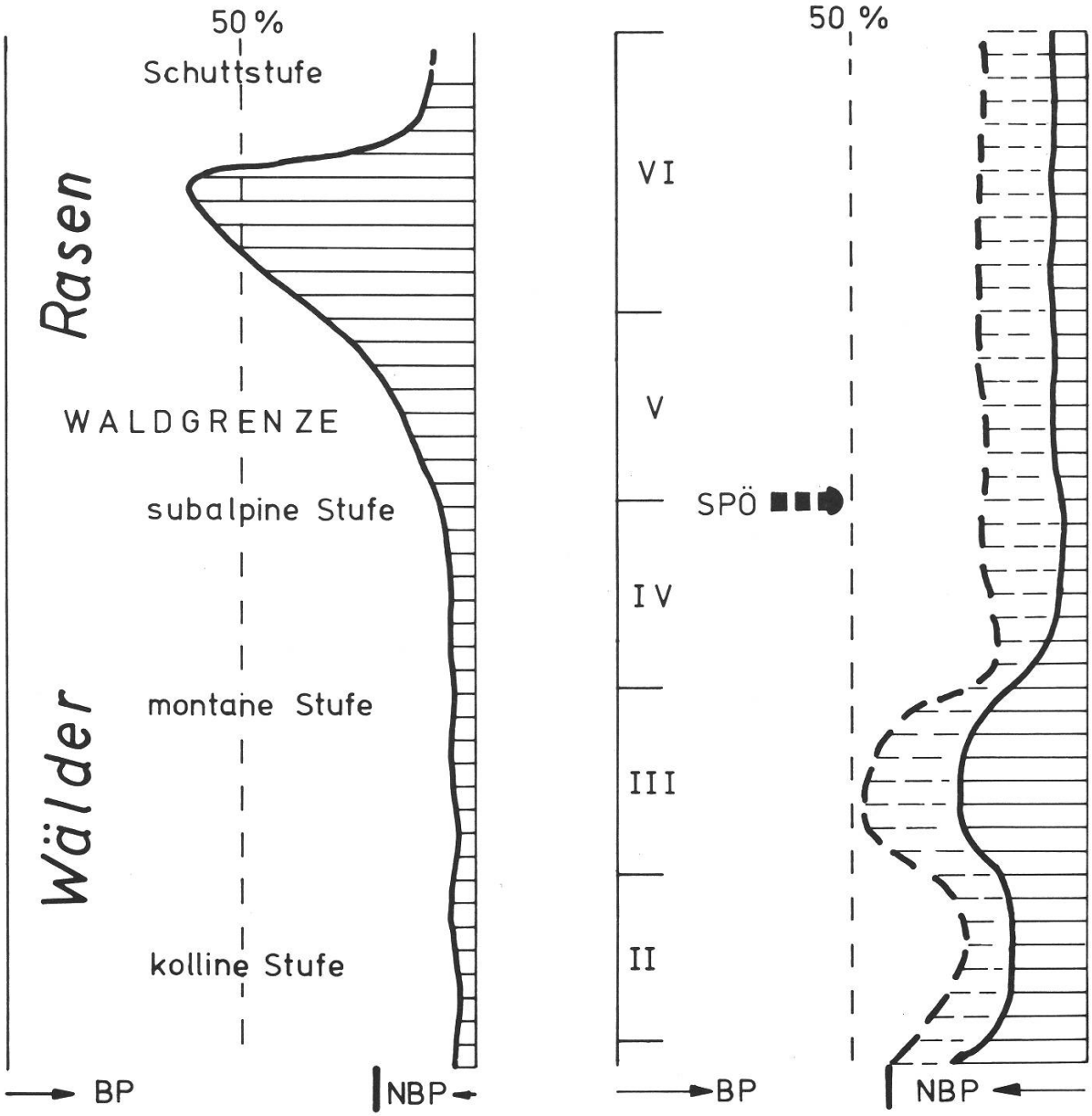


Fig. 14: Kurven des Verhältnisses BP zu NBP. Erläuterungen im Text.

Ulmus und *Tilia*). Auf dem Obergurbs begann das Seelein zu verlanden. *Cyperaceae, Equisetum* und *Allium* deuten darauf hin.

Die Arven breiteten sich aus (Fig. 19). Möglicherweise sind die *Pinus*-Spaltöffnungen solche der Arven, denn der Arvenzunahme folgen bald *Pinus*-Spaltöffnungen. Die Lärche muss stets eine geringe Rolle gespielt haben. Lärchen-Spaltöffnungen sind keine gefunden worden. Die Zwergstrauchheiden sind unbedeutend gewesen. Für die Lärche waren die Strahlungsverhältnisse vielleicht zu schlecht (s. ELLENBERG, 1963: 292). Die Föhre, wahrscheinlich *Pinus mugo,* war ebenfalls noch in der Nähe, denn innerhalb der *Pinus*-Pollen gehören rund 50% zum *mugo-silvestris*-Typ.

Am Übergang zum nächsten Abschnitt wanderte *Abies* ein (? montan, s. dazu WELTEN, 1952) und bald darauf *Fagus* und *Picea.* Hier wurden die Analysen auch im Diagramm H III abgebrochen.

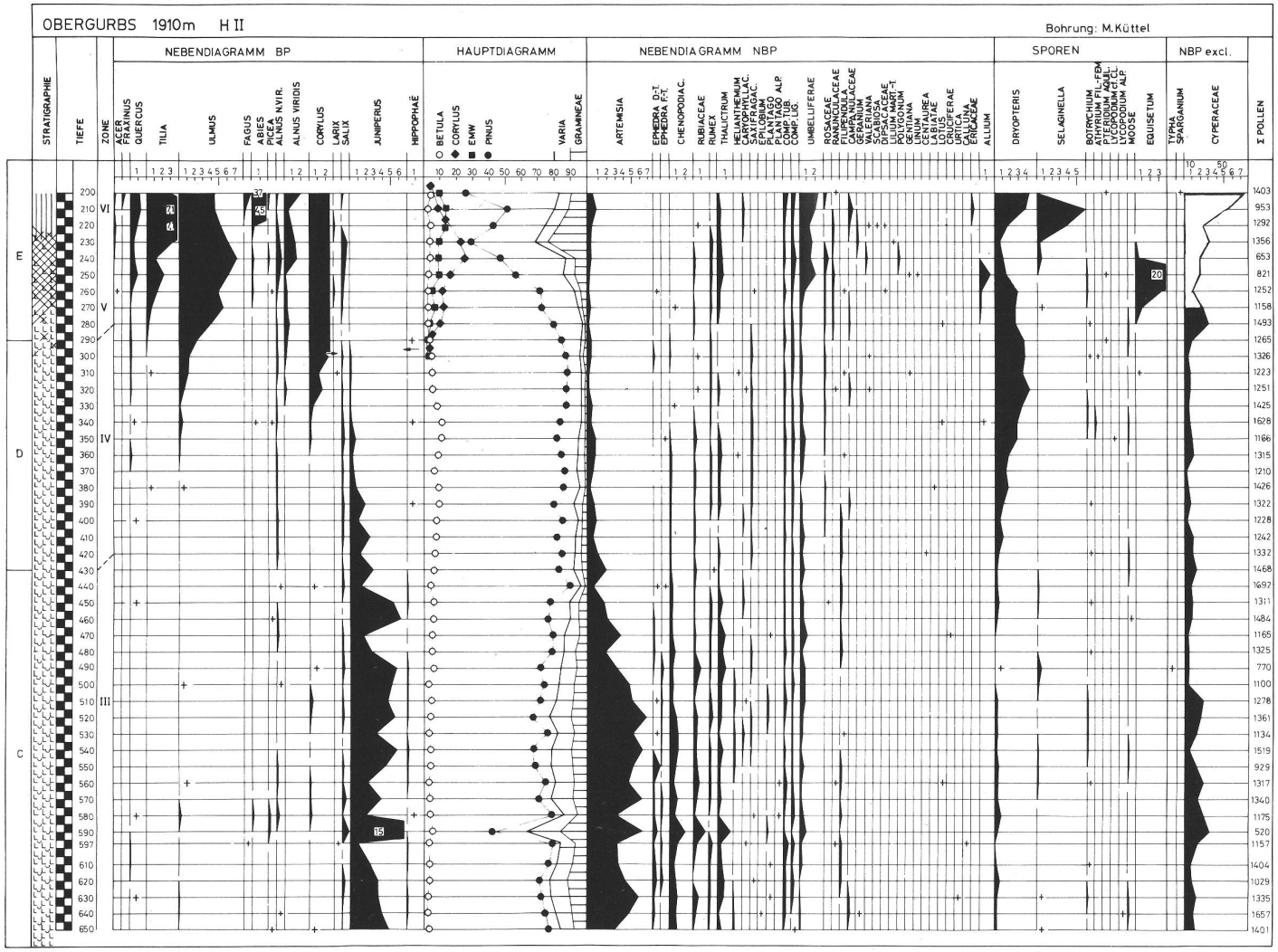


Fig. 15: Pollendiagramm Obergurbs H II.

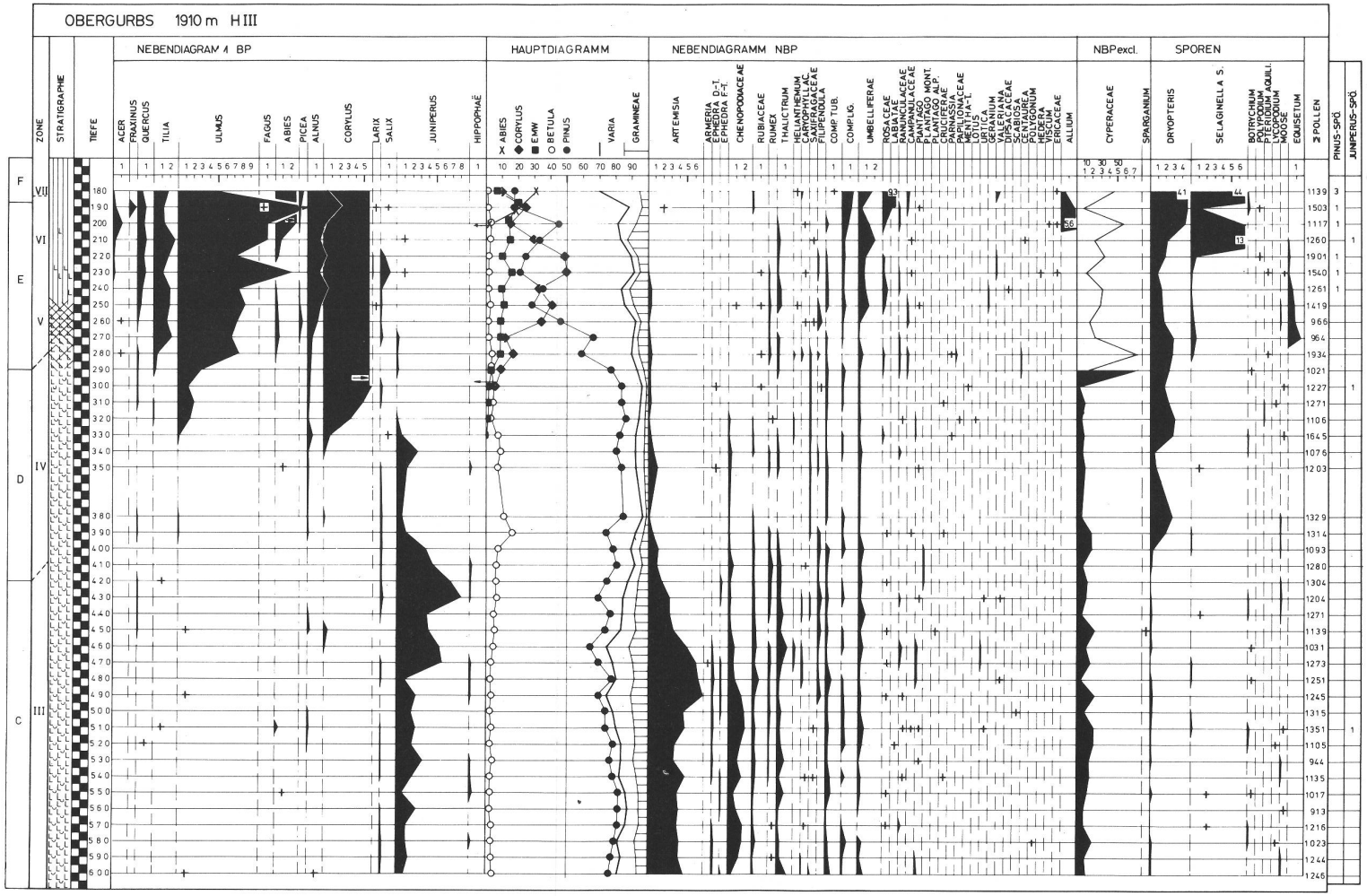


Fig. 16: Pollendiagramm Obergurbs H III.

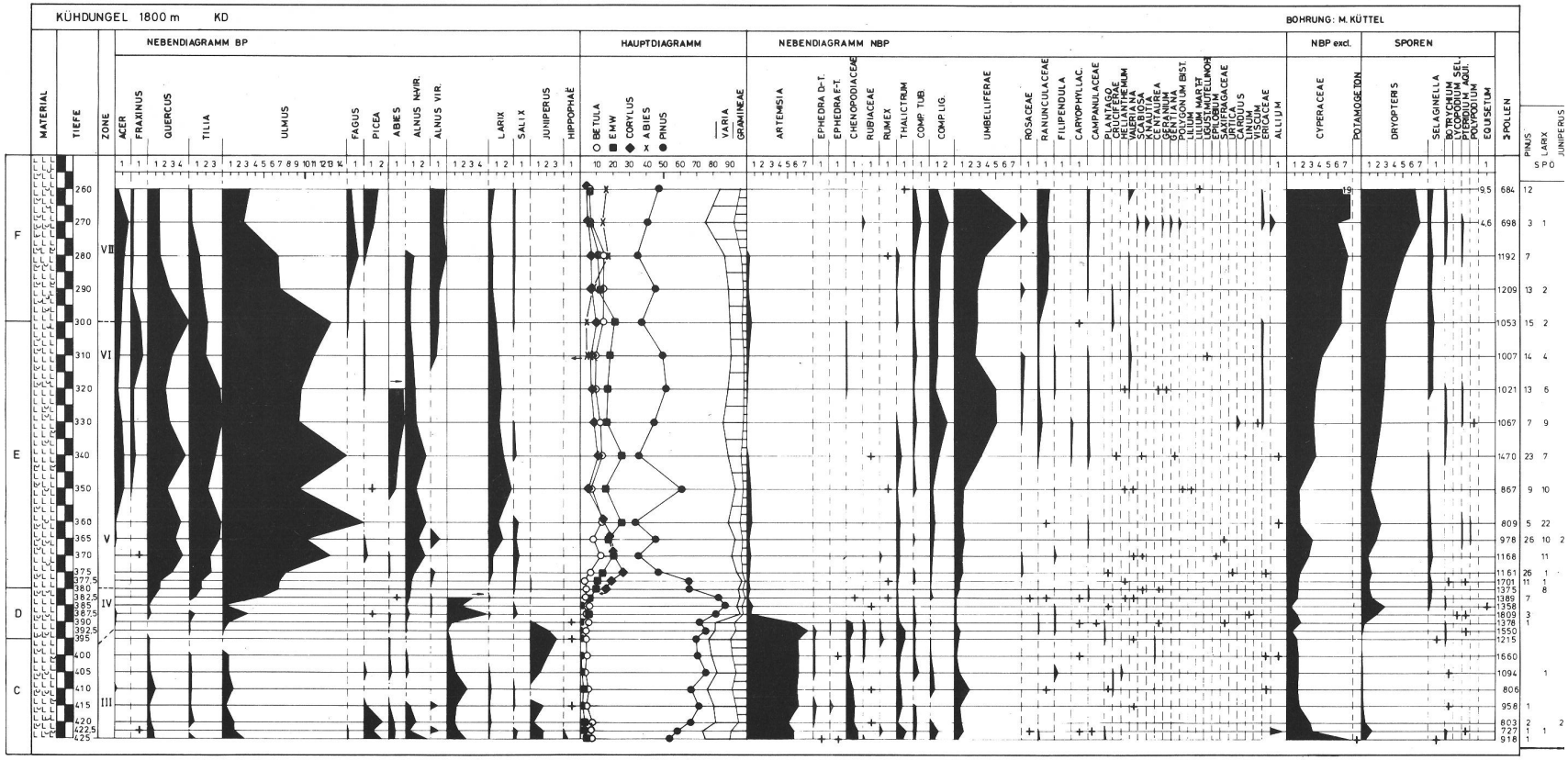


Fig. 17: Pollendiagramm Kühdungel.

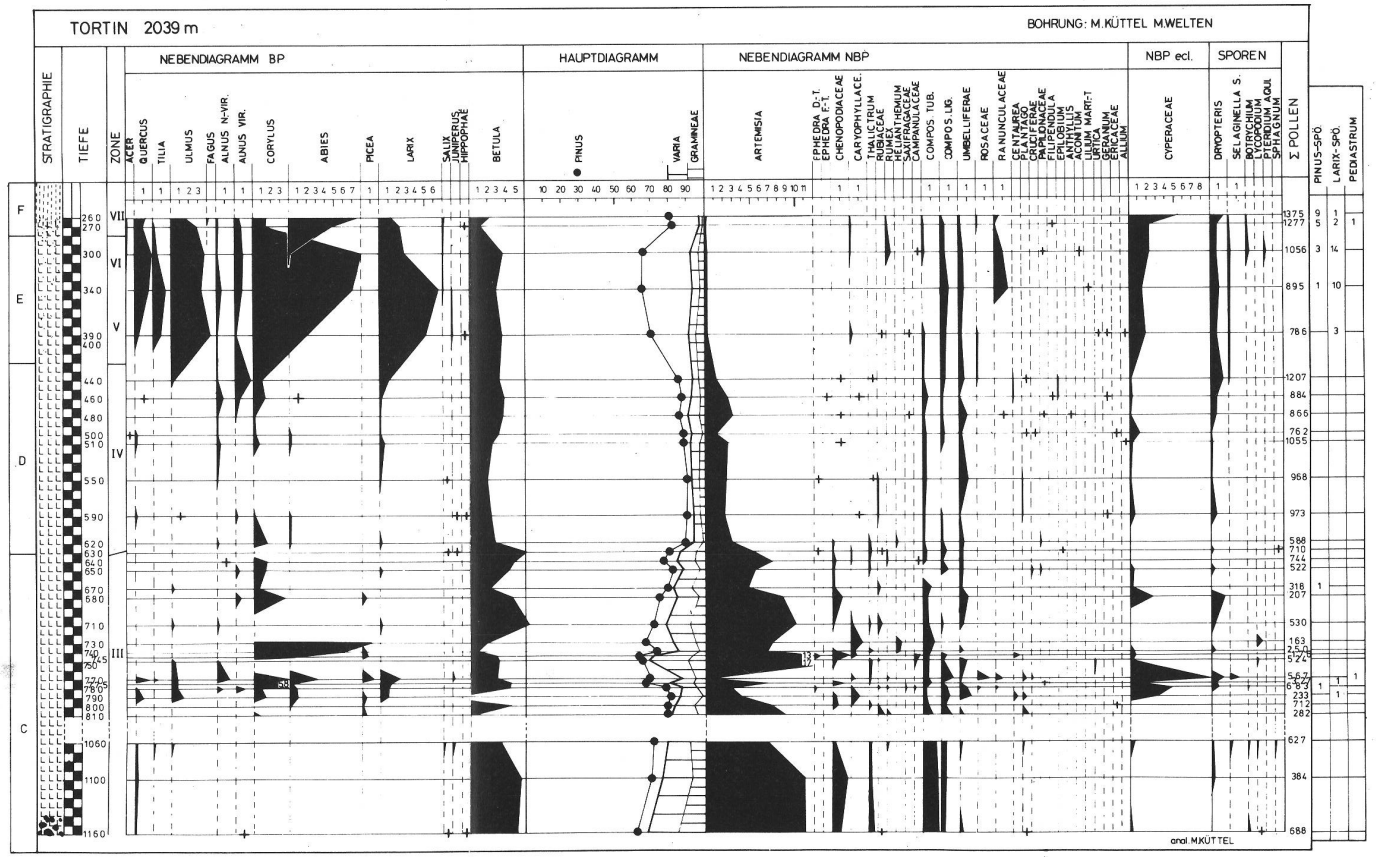


Fig. 18: Pollendiagramm Tortin.

4.3 Kühdungel, 1800 m

4.3.1 Ergebnisse

Stratigraphie	260–425 cm	Kalkhaltiger Schluff, gegen unten bläulicher, in 435 cm Tiefe (Bohrspitze) wurde ein Stein oder der Fels-Untergrund erreicht.

Pollenanalyse (Fig. 17)

DA C 425–395 cm

BP: Hohe *Pinus*-Werte mit progressiver Tendenz. Von den übrigen Bäumen nahezu das ganze Spektrum (mit Ausnahme von *Betula* nur geringe Prozentwerte, meist < 2%). *Hippophaë* und *Juniperus* ebenfalls vorhanden. *Pinus, Larix* und *Juniperus*-Spaltöffnungen.

NBP: Dominant *Artemisia,* dazu neben *Gramineae* vor allem *Chenopodiaceae* und *Thalictrum. Ephedra distachya-* und *fragilis*-Typ. Hochstauden und grosswüchsige Rasenpflanzen wie *Lilium martagon, Knautia, Scabiosa* und *Polygonum bistorta* fehlen noch. *Cyperaceae* beginnen mit 8%, sinken jedoch rasch ab.

Alles in allem sind es Spektren, die reich an heliophilen, typisch spätglazialen Elementen sind. In dieses Bild passen nur die wärmeliebenden Laubhölzer gekoppelt mit relativ vielen *Cyperaceae* nicht, ebenso die *Coniferen*-Spaltöffnungen. Ich betrachte das als Verunreinigungen, was durch die *Picea*-Pollenkörner ziemlich eindeutig belegt ist. Denn die Pflanze wanderte in der Gegend relativ spät ein (KÜTTEL, 1974a), auf jeden Fall nach der Hasel und dem EMW, sogar nach der Weisstanne. Die Funde aber, um die es hier geht, sind solche vor dieser Zeit. Dazu passt, dass *Picea* zwischen 410 und 280 cm nicht oder nur in Spuren bemerkt wurde. Wenn nun *Picea* im basalen Bereich als verschleppt betrachtet wird, so darf das gleiche auch für die andern Pollenkörner, die nicht in das gewohnte Spektrum ähnlicher und vergleichbarer Sedimente (Obergurbs) passen, angenommen werden.

DA D 395–380 cm

BP: Maximalwerte von *Pinus.* EMW und *Corylus* vorhanden. *Juniperus* ist zurückgegangen und *Ephedra* verschwunden. *Pinus*-Spaltöffnungen.

NBP: Sehr charakteristisch *Artemisien*abfall.

DA E 380–300 cm

BP: Massive Entwicklung der Wärmeliebenden. Zuerst *Corylus*-Anstieg, wird aber von der EMW-Summe überrundet. Innerhalb des EMW hat *Ulmus* den grössten Anteil. Schwächer *Tilia* und *Quercus. Acer* und *Fraxinus,* die etwas später kommen, meist < 1.5%. *Pinus* geht zurück, dafür setzt *Larix* deutlich ein. Ab 350 cm *Abies. Pinus* und *Larix*-Spaltöffnungen.

NBP: Erste Gruppe der NBP (Apokraten) bedeutungslos. Dafür *Umbelliferae* und *liguliflore Compositae.*

DA F 300–260 cm

Die obere Grenze dieses Abschnitts ist willkürlich. Sie fällt mit der letzten analysierten Probe zusammen.

BP: EMW und bereits vorher *Corylus* sind zurückgegangen. Leicht vermindert auch *Larix* (fast keine Spaltöffnungen mehr). *Abies*-Entwicklung. *Fagus* setzt ein und bald darauf *Picea.*

NBP: Zu den *Umbelliferae* vermehrt *Ranunculaceae. Cyperaceae* nehmen kontinuierlich zu.

Sporen: Langsame Zunahme des *Dryopteris*-Typs.

4.3.2 Vegetationszustände und zeitliche Einstufung der Diagrammabschnitte.

Genügend organisches Material für Radiokarbondaten fehlt. Deshalb ist die zeitliche Einstufung der ausgeschiedenen Abschnitte vor allem dort, wo die Grenzen auf Grund von Baumwanderungen gezogen wurden, sicher etwas unscharf.

DA C, charakterisiert durch einen relativ hohen *Pinus*-Anteil und über 5% *Artemisia,* entspricht dem mehrfach nachgewiesenen Bild (so zum Beispiel KÜTTEL, 1974b und auch in dieser Arbeit) offener Schuttfluren respektive wahrscheinlich initialer Böden des Spätglazials höherer Lagen. Physiognomisch dürfte das ungefähr dem entsprochen haben, was eine Karstufe höher im heutigen Zungenbereich des Dungelgletschers auf etwa 2450 m besichtigt werden kann, also eine Vegetation mit geringer Pollenproduktion. Die in der Jüngern Dryas aufgelichteten Alleröd-Föhrenwälder, in denen (oder an deren Obergrenze?) wahrscheinlich reich *Juniperus-Artemisia-Ephedra*-Gesellschaften existierten, zeichneten in der vegetationsarmen Gegend des Kühdungels ab. Der Anteil von Pinus cembra (Fig. 19) innerhalb der *Pinus*-Pollen ist stets unter 10%, also vergleichsweise gering. Auch dies deutet eher auf Fern- und Regionaltransport der Föhrenpollen hin. Die Waldgrenze muss demnach deutlich unterhalb der Kühdungelalp gelegen haben.

Anschliessend an diesen spätglazialen Teil, der chronologisch der ausgehenden Jüngern Dryas entspricht, wird im Präboreal der Pinus-Anteil der Pollensumme noch grösser, sodass auf einen dichtern Wald (Verschwinden von *Ephedra*) und Höhersteigen der Waldgrenze geschlossen werden kann. Zugleich erscheinen auch *Pinus*-Spaltöffnungen. Verschleppungen sind allerdings nicht auszuschliessen (mühsame Bohrung im ziemlich zähen Seeton). Innerhalb von *Pinus* hat der *cembra*-Anteil etwas zugenommen (s. dazu VILLARET, 1958: 235). Gegen Ende des Abschnitts begann in tiefern Lagen *Corylus* und anschliessend *Quercus* und *Ulmus* einzuwandern. Sie verdrängten die Föhren und zur gleichen Zeit erschien auf dem Kühdungel *Larix.* Die starke Ausbreitung der mesophilen Laubhölzer wird als Untergrenze des Boreals betrachtet (WELTEN, 1952: 77 oder HEEB, WELTEN, 1972: Profil Wachseldorn).

Während *Pinus* rasch absinkt, nimmt der Arvenanteil vorwiegend ab Beginn Boreal (Fig. 19) stark zu. Er bleibt auch weiterhin über den gesamten analysierten Profilbereich ähnlich gross. Da die Grenze Boreal/Älteres Atlantikum nicht klar ist, habe ich das wie bei den bereits besprochenen Diagrammen offengelassen. Der pollenfloristische Wechsel am Übergang DA E/F (EMW-Abfall, vor allem deutlich bei der Ulme, Auftreten von *Fagus* und *Picea,* Anstieg von *Abies*) bezeichne ich mit WELTEN (1952: 81) als Grenze Älteres Atlantikum/Jüngeres Atlantikum.

Den ganzen Zeitraum hindurch ab Boreal herrschten auf dem Kühdungel Arven-Lärchenwälder, wobei die Umgebung der Bohrstelle sicher etwas lichter gewesen war. Pollenanalytisch zeigt sich klarer als mit den Spaltöffnungen, dass die frühpostglaziale Vegetationsentwicklung ähnlich wie beim Simplon über ein *Juniperus*-reiches Vorstadium zum Lärchen-Arvenwald führte. Die grossen Veränderungen in der Vegetation, die im Lauenensee-Diagramm (1381 m) von B. SENN (unveröff.) vorhanden sind, sind Geschehnisse, die auf dem Kühdungel nicht stattgefunden haben. Hier oben hat sich im analysierten Zeitraum nicht mehr sehr viel verändert.

Die Vegetation, wie sie sich auf dem Kühdungel entwickelte, hat sehr starke Anklänge an die des zentralen Wallis. Der Alpenkamm, der die Grenze zwischen dem Berner Oberland und dem Wallis bildet, ist ja nicht weit entfernt. *Larix decidua* und *Pinus*

cembra sind hier bedeutender als in den randlichen Nordalpen. Dass die Arve ehemals verbreiteter war, geht nicht nur aus den Pollenprofilen, sondern ebensosehr auch aus Lokalnamen wie Arpeliflue, die etwa einen Kilometer nördlich der Kühdungelalp liegt, hervor.

4.3.3 Das Mindestalter des Kühdungelstadiums (Fig. 5)

Die eingangs (Kap. 2.3) aufgeworfene Frage nach dem vermuteten späteiszeitlichen Alter des Kühdungelstadiums kann nach diesen Untersuchungen beantwortet werden.

Die Moränen des letzten grossen Vorstosses (wesentlich grösser als die neuzeitlichen) des Dungelgletschers müssen vor dem Ende der Jüngern Dryas abgelagert worden sein. Ob der entsprechende Vorstoss in der Jüngern Dryas war, kann durch ein Mindestalter nicht geklärt werden. Dies geht umsoweniger, als über die Natur der der Bohrung unterliegenden Sedimente zuwenig bekannt ist.

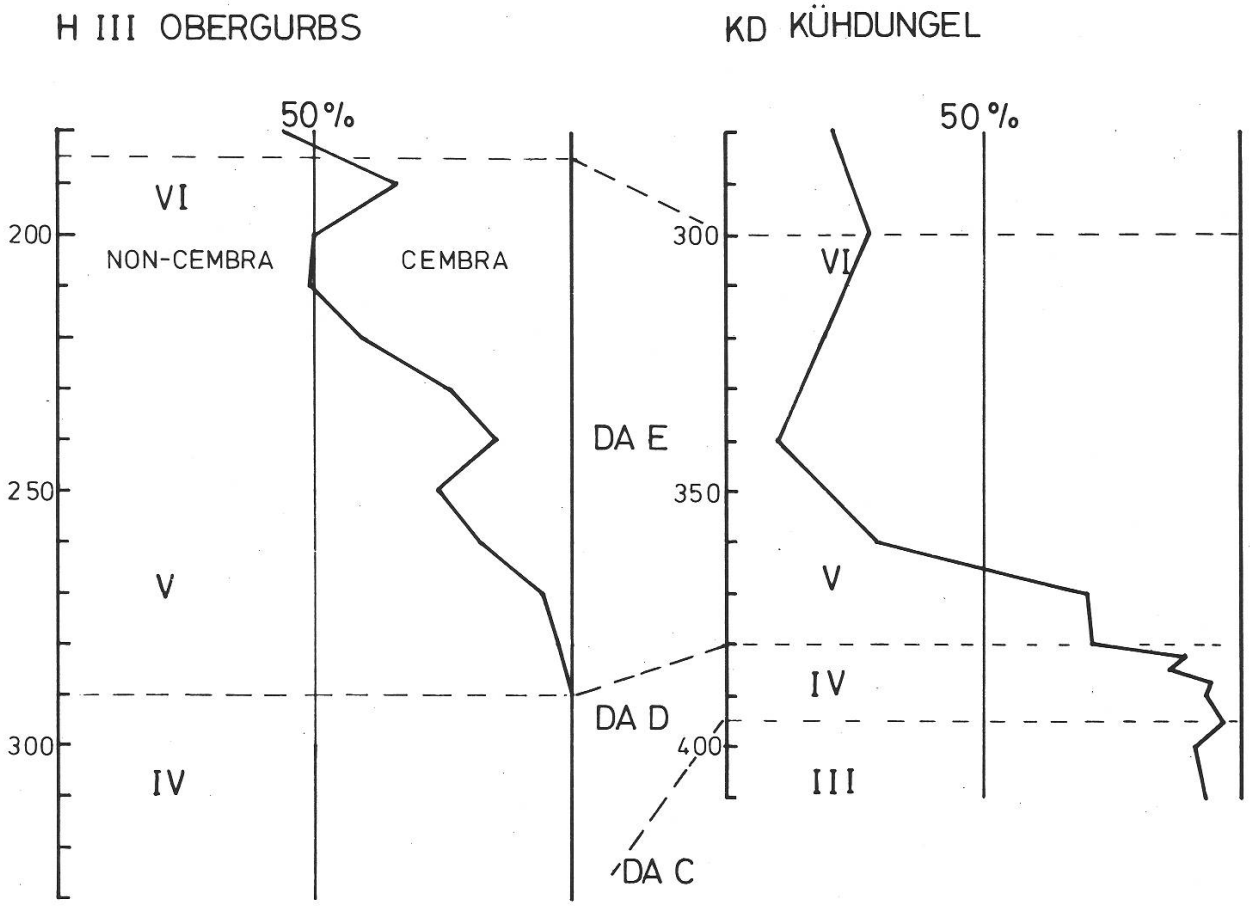


Fig. 19: Verhältnis von Pinus cembra zu Pinus non-cembra Obergurbs H III und Kühdungel KD.

4.4 Tortin, 2039 m

4.4.1 Ergebnisse

Stratigraphie

0– 50 cm	Feinsand-Schluff mit Torfschmitzen
50– 58 cm	Feinsand-Schluff
58– 60 cm	Übergang von Feinsand zu Torf
60–200 cm	Braunroter Torf mit Moosresten
200–238 cm	Braungelber Moostorf
238–260 cm	Feinfaseriger, zersetzter Moostorf mit Ton. Im untern Teil Geruch nach faulen Eiern (H_2S)
260–267 cm	Übergang zu Schluff
267–810 cm	Schluff, ab 428 cm schmieriger (feiner), zwischen 450 und 500 gelbliche und gelblich-braune Verfärbung unbekannter Herkunft

Pollenanalyse (Fig. 18)

Pollenanalytisch wurde nur der ältere Teil bis 260 cm ausgewertet. Die Pollendichte, vorab im basalen Teil, ist verhältnismässig gering. Die Pollenerhaltung lässt zu wünschen übrig. Vor allem von Pinus waren vorwiegend nur einzelne Luftsäcke vorhanden. Deshalb wurde auf eine Abtrennung von *Pinus cembra* verzichtet. Angemerkt werden kann jedoch, dass im jüngern Teil des Diagramms die *cembra*-Typen zuzunehmen scheinen.

DA C 1160–630 cm

Die untersten drei Proben, die nicht aus der Hillerbohrung stammen, sind in diesen Abschnitt einbezogen. Die Basis-Probe stammt aus Material, das als Grundmoräne bezeichnet werden kann: Viel Feinmaterial, dazwischen schwach bis gar nicht gerundete Kiesel, schlechte Korngrössensortierung.

Was im Diagramm schlecht zum Ausdruck kommt, ist die Sedimentlücke zwischen der letzten Hillerprobe (810 cm) und der ersten der technischen Bohrung (1060 cm).

BP: *Pinus*-Dominanz, *Betula* nur mit wenigen Prozenten, wärmeliebende Gehölze mit Ausnahme von *Quercus* nicht oder nur in Spuren anwesend.

NBP: Dominant *Artemisia,* daneben vorwiegend noch *Chenopodiaceae, Thalictrum, Rubiaceae,* sowie *tubuliflore Compositae,* ebenfalls vorhanden der *Ephedra distachya*-Typ.

Das NBP-Spektrum ist artenarm, wobei zu berücksichtigen ist, dass die Pollensumme nicht überragend gross ist. Charakteristisch trotzdem die eher apokraten Typen.

Verschiedene kleine Peaks hat *Corylus,* die häufig mit solchen der *Cyperaceae* einhergehen. Dazu passen Spuren von *Picea.* Ich betrachte all das als Verschleppungen. Bereits im Bohrprotokoll wurde solches vermutet. Verunreinigungen wirken sich selbstverständlich umso stärker aus, je geringer der autochthone Pollengehalt ist.

DA D 630–420 cm

BP: Pinus dominiert das Pollenbild noch stärker. In geringen Mengen treten die mesophilen Laubhölzer konstant auf.

NBP: *Artemisia* erreicht immer noch 2–3%.

Die untere Grenze entspricht dem *Artemisien*abfall, die obere dem *Ulmus-Corylus-Larix*-Anstieg.

DA E 420–280 cm

BP: Etwas weniger *Pinus*, alle Komponenten des Eichenmischwaldes mit Ausnahme von *Fraxinus* in guten Prozenten, *Corylus* erreicht maximal 12%, *Larix*, als schwacher Pollenlieferant bekannt, bis 6.5%. Von ihr wie auch von *Pinus* sind Spaltöffnungen vorhanden.

NBP: *Artemisia* bleibt stets unter 1%. Etwas vermehrt *Cyperaceae* und *Ranunculaceae*.

Die obere Grenze dieses Abschnitts wurde inmitten des *Abies*-Anstiegs gezogen.

DA F 280–260 cm

BP: EMW + *Corylus* ist zurückgegangen. *Pinus* erreicht wiederum 80%. Ebenfalls zurückgegangen ist *Larix*.

NBP: *Cyperaceae*-Anstieg (Verlandung).

4.4.2 Vegetationsentwicklung

Die lokale Vegetationsentwicklung entspricht weitgehend der, wie sie ähnlich vom Simplon weiter vorne beschrieben wurde. Nur sind hier wegen der hohen Sedimentationsrate und wegen des grössern Beckens die Probleme vermehrt. Die basalen Sedimente sind durch den mächtigen *Pinus*-Fern-/-Regional-Flug gekennzeichnet. Lokal waren höchstens Pioniergesellschaften vorhanden. Darauf, im DA D, wurde der Föhrenwald dichter und sicher stieg auch die Waldgrenze. Neben *Juniperus* mögen sich die ersten Lärchen eingefunden haben. *Juniperus* wurde allerdings pollenanalytisch kaum festgestellt. Auf Tortin entwickelte sich dann die Lärche mächtig. Zu ihr gesellte sich die Arve. Weiter unten im Val Nendaz wanderten *Corylus* und die Eichenmischwaldarten ein. Darnach und nach der Diagrammlage bedeutend später als auf der Simplon-S-Seite traf *Abies* ein. Zugleich nimmt *Larix* etwas ab und demgegenüber Pinus zu. Das könnte mit der Entwicklung vom Lärchen-Arvenwald zur Klimaxgesellschaft mit überwiegend Arven zusammenhangen.

4.4.3 Zeitliche Einstufung der Diagrammabschnitte

Radiokarbondaten sind aus dem untern Teil nicht erhältlich. Genügend organisches Material fehlt. Aus der Nähe sind ebenfalls keine mit Radikarbondaten versehenen Diagramme publiziert. Ich versuche deshalb das Tortin-Diagramm vor allem mit dem Böhnigsee-Diagramm von MARKGRAF (1969) und den Angaben von WELTEN (1958) zu parallelisieren. Die Einstufung ist so relativ grob.

a) Eine markante Grenze im obern Teil des Diagramms ist der *Abies*-Anstieg. MARKGRAF gibt für den Weisstannen-Anstieg Daten von ungefähr 6000 BP. Ähnliche Ergebnisse veröffentlichte bereits WELTEN (1958). Deshalb dürfte DA F in die Pollenzone VII nach FIRBAS, also ins Jüngere Atlantikum, gehören.

b) Der Abschnitt darunter (DA E) ist demnach zum Teil Älteres Atlantikum. Nach MARKGRAF fällt die Einwanderung der Lärche mit dem Beginn des Boreals zusammen. Die Einwanderung der Lärche ist in meinem Diagramm etwa am Beginn des DA E. Somit umfasst dieser Abschnitt Boreal und Älteres Atlantikum. Sinnvoll kann dieser Zeitraum hier vor allem auch wegen der geringen Probenzahl nicht weiter gegliedert werden.

c) Der zweite ausgeschiedene Abschnitt (DA D) vom ersten *Artemisien*abfall bis zum *Larix-Carylus*-Anstieg entspricht folglich dem Präboreal.

d) Im nichtbaumpollenreichen Abschnitt C ist demgemäss mindestens im obern Teil die Jüngere Dryas vorhanden. Ob vom Alleröd ebenfalls etwas vorhanden ist, kann in diesem Diagramm nicht eruiert werden, zumal 250 cm Schluff fehlen. Hinzu kommen aber auch noch methodische Schwierigkeiten. Ein Alleröd kann auf dieser Höhe sowieso nur ausgeschieden werden, wenn sein Beginn (ein früher Teil genügt nicht) im Diagramm enthalten ist oder sein Ende beispielsweise tephrochronologisch (s. zum Beispiel KÜTTEL, 1974b) datiert werden kann. Eine dritte Möglichkeit wäre eine sedimentologische Abgrenzung (s. Simplon-Hobschensee). Alle drei Möglichkeiten fallen hier weg, wie auch Radiokarbondatierungen.

Die untersten drei Proben könnten wegen ihres Föhrenanteils aus der Jüngern Dryas oder aus einem frühen Teil des Alleröds stammen (vgl. dazu die Profile Obergurbs, KÜTTEL, 1974b, Gampisch, Simplon-Pass und Hobschensee in dieser Arbeit). Ich würde sie vorerst eher als Jüngere Dryas- denn als Alleröd-zeitlich betrachten.

Aus dem Diagramm geht jedoch zweifelsfrei hervor und verdient nochmals ausdrücklich festgehalten zu werden, dass sogar der untere Teil der Hillerbohrung recht gut in die Jüngere Dryas zurückreicht.

4.4.4 Glazialmorphologische Anmerkungen (Fig. 6)

Hier handelt es sich um eine skizzenhafte Darstellung, denn es ging mir nicht darum, den gesamten glazialmorphologischen Formenschatz, sondern vor allem die späteiszeitlichen Moränen zu erfassen.

a) Steigt man zur Alpage de Tortin hinauf, so fallen links und rechts zwei sehr schön ausgebildete Moränenkämme auf. Sie heissen kennzeichnend Le Grand Toit und Le Petit Toit. SALATHÉ (1961: 162) bezeichnet die rechte als eine der schönsten Ufermoränen des gesamten Einzugsgebietes der Rhone. Wahrscheinlich hat er die orographisch Linke gemeint. Diese ist lehrbuchmässig vom Hang abgehoben und besitzt eine heute noch aktive ehemals randglaziale Entwässerungsrinne. Diese Moräne heisst Le Grand Toit. Ihr Pendant auf der gegenüberliegenden Seite, Le Petit Toit, vereinigt sich unweit der Alpage de Tortin mit einer die von Cleuson herkommt. Beide sind dann noch weiter hinunter verfolgbar. Die Moräne von Cleuson her ist mehrkämmig, wobei sich nur der externste mit dem Wall des Tortin-Gletschers verbindet. Die beiden Gletscher haben sich bei diesem Stadium kaum mehr vereinigt, sondern nur noch berührt. SALATHÉ (1961) vermutet den Stirnbereich bei Noveli.

Ich bin anderer Auffassung. Der Glacier de Tortin scheint mir ungefähr dort geendet zu haben, wo der Weg ob Croye Sina den Wall kreuzt, indessen der Glacier de Mont Fort (s. PENCK, BRÜCKNER, 1909: 628) wohl noch etwas weiter ging. Er besitzt ja auch ein grösseres Einzugsgebiet. Die Wälle bei Pra Comoun und ob Les Garettes gehören sicher einem älteren Stadium an. Sie sind mit einer hypothetischen Fortsetzung des Grand Toit nicht verbindbar.

Rückwärts ist Le Grand Toit bis Les Lués Rares zu verfolgen. Wahrscheinlich kam zu der Zeit von dort ein kleiner Gletscher, der sich mit dem Glacier de Tortin vereinigte. Le Petit Toit reicht nicht soweit zurück. Wegen des steilen Hanges blieb nicht viel erhalten. Ein letzter kleiner Rest ist auf 2220 m ob der Zahl 2200 m auf der Landeskarte 1:25000 Rosablanche ersichtlich.

Zwischen dem vermuteten Ende des Tortingletschers bei Croye Sina und den postglazialen Moränen in der Nähe der heutigen Zunge glaube ich einen weitern Halt zu erkennen (kein eigentliches Stadium). Ein kleiner Wall, von Le Petit Toit durch eine Verebnung abgesetzt, biegt bei der Alpage de Tortin gegen die Alphütten zu. Auf der linken Seite ist etwa bei der Zahl 2 von 2039 eine kleine Terrasse zu finden. Sonst ist weiter nichts vorhanden. Allzuviel ist wegen der grossen Reliefenergie auch kaum zu erwarten.

b) Im Kar, umrundet von den Punkten 2588, 2907, 2973, 2739 (Col de Chassoure), hat sich damals ebenfalls ein Gletscher gebildet, den ich Glacier de La Pire nenne. Ein grosser Wall ist ESE von La Tsa auf etwa 2200 m zu finden. Die linke Seitenmoräne ist weiter zurückverfolgbar als die rechte. Die nächste, eindeutig erkennbare Endlage ist in der Nähe des Pt. 2384 NE von La Pire. Rechts davon ist dort zwischen zwei fossilen Blockströmen ein Seitenwallrest vorhanden, der zu einer ältern Endlage gehört. Zwischen den beiden eindeutig erkennbaren Endlagen sind noch weitere teilweise angedeutet, die aber stark, zum Teil sicher durch Schmelzwasser, gestört sind. Der erste erwähnte Wall, ziemlich mächtig entwickelt, scheint durch mehrere Vorstösse aufgebaut worden zu sein. Der Glacier de La Pire hat sich jedoch bei keinem mit dem Glacier de Tortin vereinigt. Der Hang der La Pire-Moräne berührt hier direkt Le Grand Toit, hat dessen Bildung aber nicht gestört. Deshalb kann über eine zeitliche Differenzierung zwischen der La Pire-Moräne und Le Grand Toit nicht sehr viel ausgesagt werden. Möglich ist, dass der Glacier de La Pire mehrmals eine ähnliche Grösse erreicht hat und so sein eigenes Bett ständig erhöhte. Diese Erscheinung ist von vielen Gletschern bekannt, zum Beispiel der Ghiacciaio del Belvedere auf der S-Seite des Monte Rosa und der Rossbodengletscher auf der E-Seite des Fletschhorns. Der aufgeschüttete Wall und die Felskrete zwischen La Pire und Les Lués Rares hätten dann den Glacier de Tortin so sehr eingeengt, dass er weiter unten, nicht mehr die ganze Talbreite ausgefüllt, den sehr stark vom Hang abgehobenen Wall des Grand Toit hat bilden können.

c) Zeitstellung. SALATHÉ (1961) bezweifelt wie bereits berichtet die Existenz eines Egesenstadiums in den Schweizer Alpen. Er rechnet die Moränen des Grand und Petit Toit auf Grund von Schneegrenzüberlegungen dem Daunstadium zu. Ich halte das für wenig gesichert und sollte neu überprüft werden, zumal die Stirnlage des Tortingletschers nicht eindeutig bekannt ist. Ich möchte deshalb für den Tortingletscher ein Stadium von Croye Sina und eine Eisrandlage von Tortin ausscheiden (Arbeitsbezeichnungen).

Von den pollenanalytischen Ergebnissen der Bohrung Tortin kann nun eindeutig abgeleitet werden, dass die erwähnten Stirnlagen zeitlich vor das Ende der Jüngern Dryas zu liegen kommen. Sie sind somit sicher späteiszeitlichen respektive spätpleistozänen Alters.

Darnach hat der Glacier de Tortin diese Ausdehnung nicht mehr erreicht und ist auf ungefähr heutige Grössenordnung zurückgeschmolzen.

Die Ergebnisse von BURRI (1974) sind, was die zeitliche Einordnung seiner „moraines intermédiaires" betrifft (Präboreal), sicher unter diesen Gesichtspunkten neu zu überdenken, d.h. zu korrigieren.

5. Übersicht der wichtigsten Ergebnisse

In der vorliegenden Arbeit wurden Probleme des alpinen Spät- und Frühpostglazials in den zentralen und westlichen Schweizer Alpen aufgenommen. Es sind Probleme, die eng miteinander verknüpft sind und sich auch im gesamtalpinen Rahmen immer wieder stellen. Aus einer traditionellen Sicht gehörten sie eigentlich verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen an. So handelt es sich im einen um Vegetationsgeschichte, die hier methodisch mit Hilfe der Pollenanalyse angegangen wird. Zum andern wird aber auch das späteiszeitliche Gletschergeschehen behandelt. In der engen Verknüpfung der beiden hoffe ich Wege, wie sie für die Ostalpen vorwiegend von PATZELT und BORTENSCHLAGER begangen wurden, auch für die Schweizer Alpen zeigen zu können. Ich möchte hier meine Resultate in einen grössern Zusammenhang stellen.

PENCK und BRÜCKNER haben 1909 in ihrem grundlegenden Werk „Die Alpen im Eiszeitalter" dargelegt, dass sich gegen das Ende der Eiszeit, beim Abschmelzen der Gletscher zur heutigen Grössenordnung, mehrere deutlich unterscheidbare Halte (oder Vorstösse) unterscheiden lassen. Diese Stadien wurden mit Lokalnamen aus dem Tiroler Inntal und seinen Seitentälern belegt. So schieden sie Buhl, Gschnitz und Daun aus. Jedes dieser Stadien sei „gekennzeichnet durch einen bestimmten, in unserem Gebiet nahezu gleichbleibenden Abstand seiner Schneegrenze von der heutigen" (S. 373).

1929 kam durch KINZL das Egesenstadium als Stadium nach Daun und 1950 durch KLEBELSBERG resp. SENARCLENS-GRANCY (1958) das Steinachstadium als dasjenige zwischen Bühl und Gschnitz hinzu. Alle diese Stadien gelten, so wie sie MAYR und HEUBERGER (1968) neu untersucht und gefasst haben, für den ostalpinen Bereich im wesentlichen (morphostratigraphisch) heute noch.

Die genaue zeitliche Einstufung ist immer noch recht unklar. So wurde etwa vermutet, dass Gschnitz im Vergleich mit Salpausselkä I und II, mit den mittelschwedischen Randmoränen und den Ra-Moränen in die Jüngere Dryas gehöre. Demzufolge hätten dann Egesen und Daun ein präboreales Alter.

Nachdem für die Ostalpen eine Gliederung der späteiszeitlichen Gletscherstände ausgearbeitet war, wurde mehrfach versucht, das Entsprechende auch in den Zentral- und Westalpen zu sehen. Die stadialen Moränen dieser Gebiete wurden vielfach weniger mit Hilfe morphologischer Kriterien als überwiegend mit Schneegrenzüberlegungen und auch aus Gründen der Serie dem ostalpinen System angepasst. Dies wurde durchgeführt, obwohl die methodischen Schwierigkeiten sowohl in der Bestimmung der aktuellen als auch der „fossilen" Schneegrenze sehr wohl bekannt waren.

Kurz gefasst bedeutet das folgendes: Steht man vor einer bestimmten Moräne im Gelände, so gibt es einerseits ein übernommenes Schema der stadialen Gliederung und andrerseits eben die Moräne oder Moränenserie. In der Vereinigung der beiden liegt eine grosse Schwierigkeit der im ausserostalpinen Gebiet Arbeitenden. Was eindeutig feststellbar ist, ist die Lagebeziehung, die Verbandsverhältnisse zu den andern Moränen im Tal, zum Beispiel zu Moränen von neuzeitlicher Grössenordnung.

Wenn nun die zeitliche Einstufung der Moränen gelänge, würde die Schneegrenze für eine Parallelisierung gar nicht benötigt. Dass dies eine kaum zu lösende Aufgabe ist, dürfte klar sein. Dass es aber gar nicht so vollständig aussichtslos ist, haben andere und auch meine Untersuchungen gezeigt.

Von den pollenanalytischen Ergebnissen her und aus weitern Untersuchungen wie der Analyse des Sauerstoffisotopenverhältnisses ist bekannt, dass die Erwärmung nach dem letzten Hochglazial nicht kontinuierlich vor sich ging. Nach einer frühen Erwärmung, dem Bölling, in dem in Tieflagen der Schweiz der Wald einwanderte, stellte sich ein leichter Rückschlag (zumindest der Theorie nach) ein, die Ältere Dryas. Anschliessend folgte die grosse Erwärmung des Alleröds, nach der sich das Klima in der Jüngern Dryas wieder verschlechterte. Erst dann, mit dem Präboreal, hat sich das Klima endgültig verbessert. Nur in der insubrischen Schweiz wurde 1960 von ZOLLER noch ein weiterer starker Klimarückschlag ähnlich der Jüngern Dryas, die Piottino-Kaltphase, gefunden.

Die Frage ist nun, wie die späteiszeitlichen Stadien mit diesem Klima-Ablauf, der allerdings so unumstritten auch wieder nicht ist, zu verknüpfen sind.

Eine erste Klärung verlangte das Piottino-Problem. Ein Diagramm, dessen Basis in scheinbar spätpleistozäne Sedimente zurückreicht und nicht absolut datiert werden kann, könnte eben in diese Kalt-Phase und nicht in die Jüngere Dryas, der letzten Weichsel-Chronozone zurückreichen. Meine pollenanalytischen und geochronologischen Nachuntersuchungen an der Bedrina, dem locus classicus, in der obern Leventina (in Zusammenarbeit mit dem ^{14}C-Labor des physikalischen Institutes der Universität Bern, Leitung Prof. H. OESCHGER), haben nun ergeben, dass dort keine von der Jüngern Dryas durch eine Warmphase abgetrennte Kaltphase im Präboreal zu finden ist. Die Untersuchungen haben aber überdies gezeigt, wie wenig man noch über die ^{14}C-Produktionsschwankungen in diesem Zeitbereich weiss und wie kritisch deshalb einzelne Radiokarbondaten aus der Wende Jüngere Dryas/Präboreal aufzunehmen sind. Darauf hat ja schon WELTEN mehrfach ausdrücklich hingewiesen.

Neue intensive und vor allem auch interdisziplinäre Arbeiten von BORTENSCHLAGER und PATZELT haben für die letzte spätglaziale Vorstossperiode, für das Egesenstadium, ein Alter älter als Präboreal ergeben. Für das Gschnitzstadium wird ein voralleröd zeitliches Alter angenommen. Das Kühdungel-Profil im westlichen Berner Oberland und das Tortin-Profil im untern Mittelwallis wurden aus Mooren entnommen, die innerhalb des letzten eiszeitlichen Vorstosses, aber weit vor den neuzeitlichen liegen. In ihrer Lage sind sie somit Mooren innerhalb des Egesen-Daun-Komplexes vergleichbar. Beide Profile enthalten an ihrer Basis über eine längere Strecke Sedimente, deren pollenfloristische Zusammensetzung spätglazialen Spektren in dieser Höhe entspricht. Die Profile reichen somit recht weit in die Jüngere Dryas zurück. Die Bildung der externen Moränen muss demnach mindestens in die Jüngere Dryas und zwar nicht in deren letzter Teil zurückverlegt werden. Somit sind aus dem Berner Oberland und dem Mittelwallis zwei Gletscherstände, ähnlich dem Egesenstadium, vergleichbar minimaldatiert.

Etwas anders ist der glazialmorphologische Zusammenhang auf dem Simplon und auf dem Obergurbs. H.-N. MÜLLER zeigte, dass der Simplon zur Zeit der letzten spätglazialen Stadien nicht mehr vom Eis des Kaltwasser- und Hübschgletschers überdeckt wurde. Es war also zu erwarten (und eigentlich hat WELTEN das bereits früher nachgewiesen), dass dort weit zurückreichende Ablagerungen zu finden sind. WELTEN hat im isolierten Becken des Hobschensees Alleröd nachgewiesen. Dies wurde durch die Nachuntersuchungen bestätigt. Zudem wurden alleröd zeitliche Sedimente auf dem Pass selber und auf der Südseite des Passes, auf dem Gampisch,

gefunden. Der Simplon wurde also eindeutig vor Alleröd eisfrei. Das stimmt mit den Ergebnissen vom Maloja, San Bernardino und der obern Leventina gut überein.

Es stimmt aber auch mit dem Ergebnis vom Obergurbs überein. Was die gyttjahaltige Allerödschicht für den Hobschensee bedeutet, bedeutet beim Obergurbs die im einen Profil gefundene Lacher Bimstuffschicht. Dadurch ist dort Alleröd eindeutig nachgewiesen. Im Gurbstälchen ist vorne auf dem Untergurbs bei der Mündung ins Diemtigtal ein gut ausgebildeter Stirnwall zu sehen. Morphologisch kann er mit Gschnitzmoränen aus den Ostalpen verglichen werden. Der Wall auf dem Untergurbs muss nach dem Ergebnis vom Obergurbs voralleröd zeitlich sein. Das Gurbstälchen wurde vor Alleröd eisfrei.

Wegen ihrer zeitlichen Länge und der Lage an der heutigen Waldgrenze sind die Profile vom Hobschensee und vom Obergurbs überdies ausgezeichnete Vergleichsprofile.

Mit all den erwähnten Resultaten wurde eine glazialchronologische Korrelation mit den Ostalpen angebahnt. In der Häufung gleichlautender Einzelresultate und der guten Übereinstimmung scheint sich nun doch etwas Systematisches abzuzeichnen.

Zusammenfassung

1. Im Gebiet des Simplon-Passes wurden an drei Stellen insgesamt vier Bohrungen abgeteuft. Alle vier reichen bis vor das Alleröd zurück. Das damit verbundene frühe Eisfreiwerden des Passes ist im Einklang mit den Ergebnissen aus den östlichen Schweizer Alpen.
2. Die Vegetationsentwicklung begann mit Pioniergesellschaften, welche sich im Alleröd zu Juniperus-Strauchphasen veränderten. In der Jüngern Dryas wurden diese wiederum zurückgedrängt.
3. Mit dem Präboreal begann die Weiterentwicklung über ein wiederum Juniperusreiches Vorstadium zum Larix-(Pinus-)Wald, der sich ab Mitte Präboreal einstellte.
4. An zwei Stellen (Kühdungel im Berner Oberland und Tortin im Wallis) konnte in Übereinstimmung mit Ergebnissen aus den Ostalpen pollenanalytisch nachgewiesen werden, dass sich die entsprechenden Gletscher (Dungelgletscher und Glacier de Tortin) vor dem Ende der Jüngern Dryas von ihren letzten späteiszeitlichen Moränen zurückzogen.
5. Tortin wurde ungefähr zu Beginn Boreal von Larix wiederbewaldet. Im gleichen Zeitraum war es auf dem Kühdungel Larix unter Beteiligung von Pinus (wahrscheinlich cembra). Ebenfalls im frühen Boreal wurde der Obergurbs von Pinus (? cembra/mugo) bewaldet. Hier war der Lärchenanteil gering.
6. Vor der Wiederbewaldung wurde in keinem Diagramm eine Ausbildung hochwüchsiger alpiner Rasen festgestellt.

Summary

Pollen analytical studies on vegetation history and deglaciation in the western Swiss Alps.

1. In the region of the Simplon-Pass four cores alltogether have been taken in three sites. All four cores reach back to the Allerød-period. Those dates of the early deglaciation of the pass corresponds well with the results obtained in the eastern Swiss Alps.
2. The development of vegetation began with pioneer which during the Allerød-period changed to a juniper shrub phase. In Younger Dryas time they reverted to pioneer phases.
3. With the Preboreal-period the further development began with a repetition of a juniper phase into a larch (-pine) forest which established itself in the mid-Preboreal.
4. Two localities (Kühdungel in Berner Oberland and Tortin in Wallis) have been deglaciated before the end of the Younger Dryas-period. Kühdungel and Tortin are lying inside the last late glacial moraines of the corresponding glaciers. Similar results could be observed from the eastern Alps.
5. At about the beginning of the Boreal, Tortin was reafforested by larch and Kühdungel by larch and pine (probably cembra-pine). Also in the early Boreal the Obergurbs was reafforested by pines (? cembra/mugo). Here the proportion of larches was low.
6. Before the reafforestation no phase of high growing grasses and herbs can be found.

Dank

Herrn Prof. Dr. M. Welten danke ich für die Zeit und die Mühe, die er sich für mich sowohl im Institut als auch im Gelände genommen hat. Sehr zu Dank verpflichtet bin ich Herrn H.-N. Müller für die Hilfe auf dem Simplon und Herrn P.-L. Biéler für die Bemühungen auf Tortin. Des weitern danke ich Herrn Prof. H. Oeschger und Frau T. Riesen im Zusammenhang mit den Radikarbondatierungen. Herrn Prof. G. Furrer, Geographisches Institut der Universität Zürich, danke ich für die Erlaubnis zur Benützung des Geonors sowie Herrn Dr. T. Strüby für die Einführung in dieses Gerät. Für vielfältige Hilfe danke ich Frl. M. Buchs und V. Küttel, sowie den Herren A. Lieglein, N. Baltzer und Prof. G. Lang.

Mein letzter Dank gilt dem Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung für finanzielle Unterstützung.

Literatur

Ammann-Moser B., 1975, Vegetationskundliche und pollenanalytische Untersuchungen auf dem Heidenweg im Bielersee. Beitr. geobot. Landesaufnahme der Schweiz, *56,* 76 S.

Bearth P., 1972, Geologischer Atlas der Schweiz 1:25'000, Blatt Simplon, Atlasblatt 61.

– 1973, Geologischer Atlas der Schweiz 1:25'000, Blatt Simplon, Erläuterungen, 52 S.

– , Nabholz W.K., Streckeisen A., Wenk A., 1967, Simplonpass: Brig-Domodossola (66 km). Geologischer Führer der Schweiz, Heft 5, S. 336–350.

Beauverd G., 1912, Excursion phanérogamique de la Murithienne de Viège à Visperterminen et au Simplon les 17–19 juillet 1911. Bull. de la Murithienne, *37,* (1911), 142–165.

Becherer A., 1952, Über Euphrasia Christii Favrat. Ber. Schweiz. Bot. Ges., *62,* 218–234.

– 1956, Florae Vallesiacae Supplementum. Denkschriften der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft, *81,* 1–556.

– 1966, Zur geographischen Verbreitung von Campanula excisa Schleicher. Ber. Schweiz. Bot. Ges., *76,* 477–482.

– 1970, Fortschritte in der Systematik und Floristik der Schweizerflora (Gefässpflanzen) in den Jahren 1968 und 1969. Ber. Schweiz. Bot. Ges., *80,* 301–333.

– 1972, Führer durch die Flora der Schweiz. Schwabe Basel, 207 S.

Behre K.E., 1970, Die Grenze Pleistozän/Holozän in Mitteleuropa aus der Sicht der Vegetationsgeschichte. In: Probleme der Weichsel-Spätglazialen Vegetationsentwicklung in Mittel- und Nordeuropa, Frankfurt/Oder, S. 146–154.

Bortenschlager I., 1976, Beiträge zur Vegetationsgeschichte Tirols II: Kufstein–Kitzbühel-Pass Thurn. Ber. nat.-med. Ver. Innsbruck, *63,* 105–137.

Braun-Blanquet J., 1971, Übersicht der Pflanzengesellschaften der rhätischen Alpen im Rahmen ihrer Gesamtverbreitung. III. Teil: Flachmoorgesellschaften. Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftg. Rübel, Zürich, *46,* 1–70.

– , Pallmann H., Bach R., 1954, Pflanzensoziologische und bodenkundliche Untersuchungen im Schweizerischen Nationalpark und seinen Nachbargebieten, II. Vegetation und Böden der Wald- und Zwergstrauchgesellschaften. Ergebn. wissenschaftl. Untersuch. Schweiz. Nationalpark., *4,* 1–200.

– , Rübel E., 1932, Flora von Graubünden. Veröff. Geobot. Inst. Rübel, Zürich, *7,* 1. Liefer., 1–382.

Burri M., 1974, Histoire et préhistoire glaciaires des vallées des Drances (Valais). Eclogae geol. Helv., *67.* 1, 135–154.

Desfayes M., 1966, Materiel pour une flore aquatique du Valais. Bull. de la Murithienne, *83,* 34–64.

– 1967, Flore aquatique: Additions et corrections. Bull. de la Murithienne, *84,* 1–6.

Ellenberg H., 1963, Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. In Walter H. (ed.) Einführung in die Phytologie, IV/2, Ulmer Stuttgart, 943 S.

– , Klötzli F., 1972, Waldgesellschaften und Waldstandorte der Schweiz. Mitteil. Schweiz. Anstalt f. d. forstl. Versuchswesen, *48.*4, 587–930.

Erdtman G., 1963, Introduktion till Palynologin, Natur och Kultur Stockholm, 198 S.

Favre E., 1875, Guide du Botaniste sur le Simplon, Dulex Ansermoz Aigle, 318 S.

Geyh M.A., 1971, Die Anwendung der ^{14}C-Methode. Clausthaler Tektonische Hefte, *11,* 1–118.

Gross G., Kerschner H., Patzelt G., 1976, Methodische Untersuchungen über die Schneegrenze in alpinen Gletschergebieten. Z.f. Gletscherkunde und Glazialgeologie, *12.*2, 223–251.

Häni R., 1964, Pollenanalytische Untersuchungen zur geomorphologischen Entwicklung des bernischen Seelandes um und unterhalb Aarberg. Mitt. Natf. Ges. Bern, N.F., *21,* 75–97.

Hantke R., 1972, Spätwürmzeitliche Gletscherstände in den Romanischen Voralpen (Westschweiz). Eclogae geol. Helv., *65.*2, 279–291.

Heeb K., Welten M., 1972, Moore und Vegetationsgeschichte der Schwarzenegg und des Molassevorlandes zwischen dem Aaretal unterhalb Thun und dem obern Emmental. Mitt. Natf. Ges. Bern, N.F., *29,* 1–54.

Hess E., 1942, Die natürlichen Waldgrenzen im Kanton Wallis. Bull. de la Murithienne, *54,* 50–65.

Keller P., 1935, Pollenanalytische Untersuchungen an Mooren des Wallis, Vierteljahresschr. Natf. Ges. Zürich, *80,* 17–74.

Kinzl H., 1929, Beiträge zur Geschichte der Gletscherschwankungen in den Ostalpen. Z. f. Gletscherkunde, *17.* 1–3, 66–121.
Klebelsberg R. v., 1950, Das Silltal bei Matrei. Schlernschriften, *84,* 76–86.
Kleiber H., 1974, Pollenanalytische Untersuchungen zum Eisrückzug und zur Vegetationsgeschichte im Oberengadin I. Bot. Jahrb. Syst., *94.*1, 1–53.
Küttel M., 1974a, Pollenanalytische Ergebnisse aus dem Diemtigtal und dem Saanenland. Ein Beitrag zur Kenntnis des alpinen Spät- und Postglazial. Lizentiatsarbeit am Syst.-Geobot. Inst. der Universität Bern.
– 1974b, Zum alpinen Spät- und frühen Postglazial: Das Profil Obergurbs (1910 m) im Diemtigtal, Berner Oberland, Schweiz. Z. f. Gletscherkunde und Glazialgeologie, *10,* 207–216.
– 1977, Pollenanalytische und geochronologische Untersuchungen zur Piottino-Schwankung (Jüngere Dryas). Boreas, *6,* 259–274.
– , Müller H.-N., 1977, Gletscher-, vegetations- und klimageschichtliche Untersuchungen im Simplongebiet. aus: Führer ALPQUA 77, Zusammenstellung P. Fitze, J. Suter, S. 42–49.
Mangerud J., Andersen S.T., Berglund B.E., Donner J.J., 1974, Quaternary stratigraphy of Norden, a proposal for terminology and classification, Boreas, *3,* 109–128.
Markgraf V., 1969, Moorkundliche und vegetationsgeschichtliche Untersuchungen an einem Moorsee an der Waldgrenze im Wallis. Bot. Jahrb., *89.*1, 1–63.
– 1970, Palaeohistory of the spruce in Switzerland. Nature, *228,* Nr. 5268, 249–251.
– 1972, Die Ausbreitungsgeschichte der Fichte in der Schweiz. Ber. Deutsch. Bot. Ges., *85,* 1–4, 165–172.
Mayr F., Heuberger H., 1968, Type areas of late-glacial and postclacial deposits in Tyrol, eastern Alps. In Glaciation of the Alps. G.M. Richmond (ed.), Univ. of Colorado Studies. Series of Earth Sc. 7, S. 143–165.
Müller H.J., 1972, Pollenanalytische Untersuchungen zum Eisrückzug und zur Vegetationsgeschichte im Vorderrhein- und Lukmaniergebiet. Flora, *161,* 333–382.
Müller H.-N., 1975, Untersuchungen ehemaliger Gletscherstände im Rossbodengebiet, Simplon VS. Diplomarbeit am Geographischen Institut der Universität Zürich, 117 S.
Murith M., 1839, Le Guide du Botaniste qui voyage dans le Valais. Alpini-Albertazzi Sion, 156 S.
Nussbaum F., 1906, Die eiszeitliche Vergletscherung des Saanegebietes. Diss. Bern, 230 S.
Oeschger H., Riesen T., 1966, Bern Radiocarbon Dates V, Radiocarbon, *8,* 22–26.
Patzelt G., 1973, Bericht über die Exkursionstagung der Schweizerischen Geomorphologischen Gesellschaft im September 1973. Z. f. Gletscherkunde u. Glazialgeol., 10, 289–293.
– , Bortenschlager S., 1976, Spät- und Postglazial im Ötztal und im Inntal (Ostalpen, Tirol). In: Frenzel B. (ed.) Führer zur Exkursionstagung des IGCP-Projektes 73/1/24 „Quaternary Glaciations in the Northern Hemisphere", S. 120–135.
Penck A., Brückner E., 1909, Die Alpen im Eiszeitalter. 3 Bde. Tauchnitz Leipzig, 1199 S.
Reynaud C., 1976, Palaeoecological significance of Hippophaë rhamnoides, with an example of the protocratic vegetational stage in NE fennoscandia. Boreas, *5.*1, 9–24.
Rikli M., 1909, Die Verbreitung der Arve in der Schweiz. Textband. Neue Denkschriften der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft, *44,* 1–455.
Salathé R.H., 1961, Die stadiale Gliederung des Gletscherrückganges in den Schweizer Alpen und ihre morphologische Bedeutung. Verh. Natf. Ges. Basel, *72.*1, 137–231.
Schüepp M., 1960, Klimatologie der Schweiz. C Lufttemperatur, 1. Teil. Beiheft zu den Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt (Jahrg. 1959), S. 1–14.
Schweingruber F.H., 1972, Die subalpinen Zwergstrauchgesellschaften im Einzugsgebiet der Aare (Schweizerische nordwestlich Randalpen). Mitteil. Schweiz. Anst. f. d. forstl. Versuchswesen, *48.*2, 195–504.
Senarclens-Grancy W. v., 1958, Zur Glazialgeologie des Ötztales und seiner Umgebung. Mitt. Geol. Ges. Wien, *49* (1956), 257–314.
Staub R., 1952, Der Pass von Maloja. In: Die Passlandschaft von Maloja und die Gletschermühlen, Bischofberger Chur, S. 1–84.
Streckeisen A., 1965, Junge Bruchsysteme im nördlichen Simplon-Gebiet (Wallis, Schweiz). Eclogae geol. Helv., *58.*1, 407–416.
Tallantire P.A., 1973, Apropos the post-glacial spread of spruce in Switzerland. Grana, *13,* 79–84.

Usinger H., 1975, Pollenanalytische und stratigraphische Untersuchungen an zwei Spätglazial-Vorkommen in Schleswig-Holstein. Mitteil. Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg, *25,* 1–183.
Uttinger H., 1965, Klimatologie der Schweiz. E Niederschlag, 1.–3. Teil, Beiheft zu den Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt (Jahrg. 1964), S. 1–124.
Vasari Y., 1974, The vegetation of northern Finland – past and present. INTER-NORD, *13/14,* 99–118.
Wegmüller H.P., 1976, Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen in den Thuralpen und im Faningebiet (Kanton Appenzell, St. Gallen, Graubünden/Schweiz). Bot. Jahrb. Syst., *97.*2, 226–307.
Wegmüller S., 1966, Über die spät- und postglaziale Vegetationsgeschichte des Südwestlichen Jura. Beitr. geobot. Landesaufn. der Schweiz, *48,* 1–144.
– 1977, Pollenanalytische Untersuchungen zur spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte der französischen Alpen (Dauphiné). Haupt Bern, 185 S.
Welten M., 1950, Beobachtungen über den rezenten Pollenniederschlag in alpiner Vegetation. Ber. Geobot. Inst. Rübel Zürich, *1949,* 48–57.
– 1952, Über die spät- und postglaziale Vegetationsgeschichte des Simmentals. Veröff. Geobot. Inst. Rübel Zürich, *26,* 1–13.
– 1958, Die spät- und postglaziale Vegetationsentwicklung der Berner Alpen und -Voralpen und des Walliser Haupttales. Veröff. Geobot. Inst. Rübel Zürich, *34,* 150–158.
– 1972, Das Spätglazial im nördlichen Voralpengebiet der Schweiz. Verlauf, Floristisches, Chronologisches. Ber. Deutsch. Bot. Ges., *85.*1–4, 69–74.
Zoller H., 1960, Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte der insubrischen Schweiz. Denkschriften der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft, *83.*2, 45–156.
– , Kleiber H., 1971, Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen in der montanen und subalpinen Stufe der Tessintäler. Verh. Natf. Ges. Basel, *81.*1, 90–154.

Dr. Meinrad Küttel
Universität Hohenheim
Botanik 02100
Postfach 106
D-7000 Stuttgart 70
Bundesrepublik Deutschland