Pollenanalytische Untersuchungen im Val Piora (Tessin)

Ein Beitrag zur Klima- und Vegetationsgeschichte der Nacheiszeit

Einleitung

Das Val Piora ist ein östliches Seitental des Ticino und liegt nur wenige Kilometer südlich des Alpenhauptkammes. Es zieht sich als eine weite, 8 km lange, sanft geneigte Talung in ostwestlicher Richtung von dem auf 2380 m ü. M. liegenden, den Übergang zur nahen Lukmanierstraße bildenden Passo delle Colombe bis zum Westende des Lago Ritom, in 1851 m Höhe. Beim Ausfluß des Lago Ritom, des größten Tessiner Bergsees, fällt das Hochtal steil in die obere Leventina ab.
Höhenlage, geringe Entfernung vom Alpenhauptkamm und die zahlreichen Seen und Moore machen das Gebiet interessant für pollenanalytische Untersuchungen.

Die postglaziale Klima- und Vegetationsgeschichte des Val Piora ist bereits vor mehr als dreißig Jahren von H. ZOLLER (1960) beschrieben worden. Seine Ergebnisse stützen sich auf die Analyse von zwei Pollenprofilen am Lago Cadagno (Abb. 1). Nach H. ZOLLER vollzog sich die Vegetationsentwicklung nach der vor rund 9000 Jahren einsetzenden Enteisung des Tales in verschiedenen Phasen: älteste Pionierphase → Arven-Kiefern-Phase → ältere Auflockerung → zweite Arven-Kiefern-Phase mit Birkengipfel → Fichten-Grünerlen-Phase mit jüngster Auflockerung → Kulturphase.
Sowohl für die ältere als auch für die jüngste Auflockerung des Waldes sieht H. ZOLLER vorübergehende Klimaverschlechterungen verantwortlich. Er nennt die jüngste

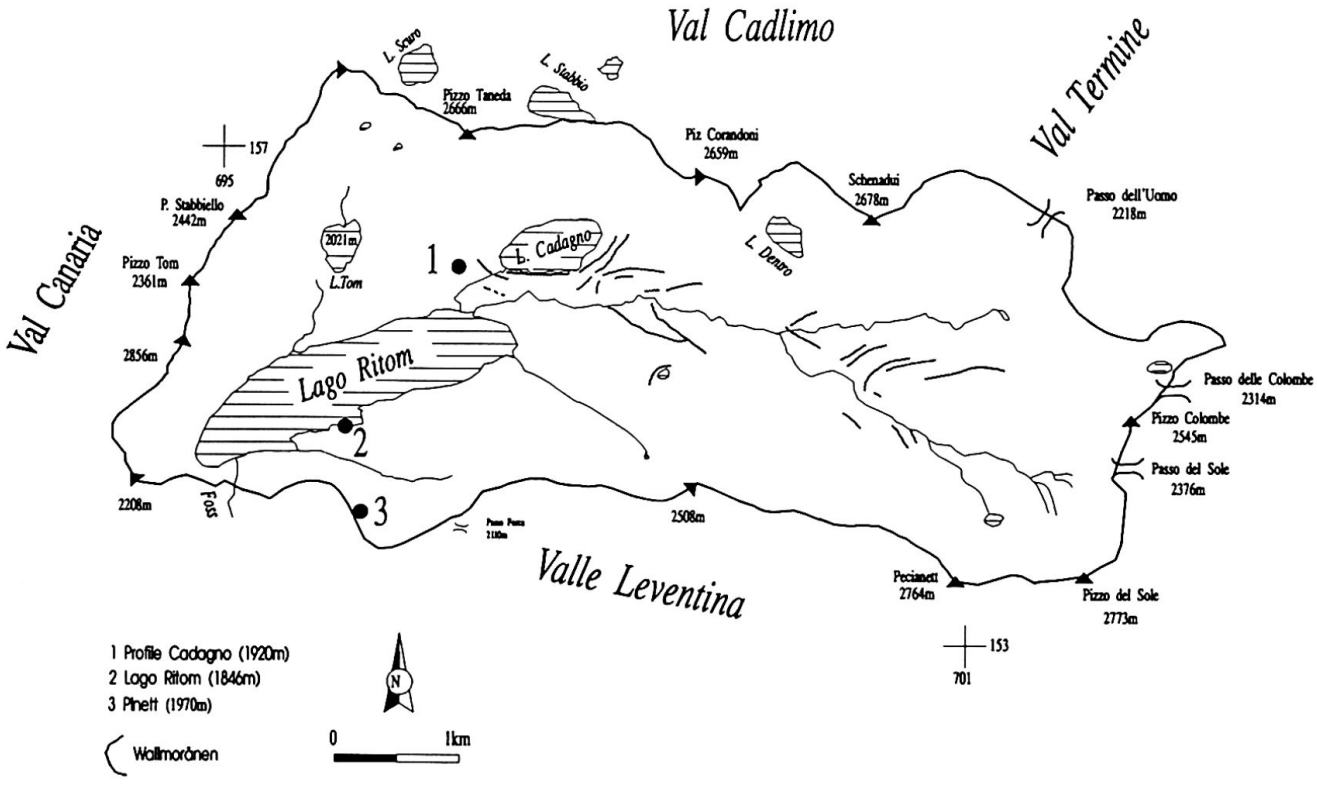

Abb. 1: Übersichtskarte

André Stapfer, dipl. Geograph, Geographisches Institut der Universität Zürich, Winterthurerstraße 190, 8057 Zürich

Auflockerungsphase, die sich durch einen kurzfristigen, kräftigen Anstieg der Krautpollen auszeichnet und zeitlich mit der Ausbreitung der Fichte und der Grünerle zusammenfällt: die «Piora-Schwankung». Nach seinen Angaben dürfte diese Klimaschwankung vor 5400–5000 Jahren stattgefunden haben. Die Piora-Schwankung ist inzwischen von verschiedenen Autoren in anderen Pollenprofilen der Alpen bestätigt worden und konnte auch parallelisiert werden mit der sogenannten Rotmoos-Schwankung in den Ötztaler Alpen.
Mit dem Ziel, einerseits die interessanten Ergebnisse von H. ZOLLER noch weiter abzustützen und andererseits, einige der bei seiner Arbeit offen gebliebenen Fragen klären zu können, führte ich im Rahmen einer Diplomarbeit am Geographischen Institut der Universität Zürich zusätzliche pollenanalytische Untersuchungen im Val Piora durch.
Im Folgenden soll versucht werden, anhand meiner Profile Cadagno 1, Cadagno 2, Cadagno 3, Pinett, Lago Riton (A. STAPFER 1990) und der Ergebnisse der Untersuchungen von H. ZOLLER die Klima- und Vegetationsgeschichte des Val Piora seit der letzten Eiszeit zu rekonstruieren. Die zeitliche Einordnung stützt sich auf insgesamt neun Radiokarbondaten, auf Vergleichsprofile aus der näheren Umgebung sowie auf allgemeine Kenntnisse über die Vegetationsgeschichte südlich der Alpen. Auf Grund der geringen Anzahl von Datierungen bleibt aber die chronologische Einordnung mit vielen Fragezeichen behaftet. Die für die Altersbestimmung erforderliche Präparierung und Aufbereitung des Probenmaterials erfolgte im Radiokarbonlabor des Geographischen Instituts der Universität Zürich. Die anschließende Datierung wurde mittels der AMS-Technik (accelerator mass spectrometry) auf dem Tandembeschleuniger des IMP (Institut für Mittelenergiephysik) an der ETH Hönggerberg durchgeführt. Es wurden in erster Linie folgende Vergleichsprofile beigezogen: Cadagno Fuori, Lago Cadagno (1920 m ü. M.), Bedrina (1235 m) und Pian di Signano (1540 m) von H. ZOLLER (1960), Acquacalda (1730 m) und Campra (1420 m) von H. J. MÜLLER (1972), Sass de la Golp (1953 m) von C. A. BURGA (1980) und Robiei (1892 m) von M. WELTEN (1982).

Glazial/Spätglazial (> 10 200 yBP)
yBP = Jahre vor heute (Bezugsjahr ist 1950)

Während der letzten Eiszeit lag das Tal unter dem Eis des Val-Piora-Gletschers. Dieser hatte sein Einzugsgebiet zwischen dem Pécianett und dem Passo dell'Uomo, erhielt aber aus dem nördlichen, höherliegenden Nachbartal beträchtliche Zuschüsse. Rundhöcker z. B. am Lago dello Stabbio und die Moränen am Lago Cadagno belegen, daß über die heutige Wasserscheide an mehreren Orten Eis aus dem Val Cadlimo ins Val Piora hinübergeflossen ist; vor allem vom Lago Scuro zum Lago Tom und vom Lago dello Stabbio zum Lago Cadagno. Nach R. HANTKE (1983) war im Würm-Maximum das Einzugsgebiet des Val-Piora-Gletschers bis auf über 2500 m ü. M. mit Eis gefüllt, und über die drei Pässe im Talabschluß ist es sehr wahrscheinlich zu Eis-Transfluenzen gekommen. Gletscherschliffe belegen, daß die Eisoberfläche des Tessingletschers zu dieser Zeit im Gebiet des nahe gelegenen Airolo auf über 2100 gestanden haben muß. Somit dürfte sich der Val-Piora-Gletscher zeitweise noch vor der Steilstufe im Gebiet des Lago Ritom mit dem Tessingletscher vereinigt haben.
Die sich zurückziehenden Eismassen haben im Val Piora eine stark glazial überformte Landschaft mit Gletscherschliffen, Schmelzwassertälchen, Karseen und Moränen hinterlassen. Die Südflanke des Tales ist eine einzige, prächtige Rundhöckerlandschaft. Auf der Nordseite finden wir mehrere Stufen mit karähnlichen, zum Teil mit Wasser gefüllten Nischen (z. B. Lago Cadagno). Sie sind aber wohl nicht allein durch die glaziale Erosion entstanden, sondern die Hohlformen dürften durch die Geologie – Auslaugung von Rauhwacke – und Tektonik vorgegeben worden sein.
Ein großer Teil des Talgrundes ist von Grundmoräne bedeckt. Zwischen dem Cadagno-See und dem Pizzo Colombe lassen zahlreiche Moränenwälle ehemalige Eiszungenlagen des Piora-Gletschers erahnen (Abb. 1). Kranzförmig um den Lago Cadagno hat ein Eislappen des Cadlimo-Gletschers zwei unmittelbar aufeinanderfolgende Endmoränen abgelagert.
Das Val Piora ist heute völlig frei von Eis. Nur in schattiger Nordlage ab 2400 bis 2500 m im Bereich des ehemaligen Einzugsgebietes sind einige Firnflecken vorhanden.

Dank aufwendigen Bohrungen und Sondierungen mit einem Rammsondiergerät konnten im bereits von H. ZOLLER (1960) bearbeiteten Moor am Lago Cadagno feinsandige Ablagerungen aus dem Spätglazial gefunden werden: In der Basis des Profils Cadagno 3 (Abb. 2) zeichnet sich eine artenarme Vegetation mit typischen späteiszeitlichen Steppenelementen ab: *Artemisia* (Beifuß, 18–30%), *Chenopodiaceae* (Meldengewächse), *Caryophyllaceae* (Nelkengewächse) und *Ephedra* (Meerträubchen). Die Umgebung von Cadagno liegt zweifellos noch über der Waldgrenze. Steppenrasen und stellenweise lückenhafte Rohbodenvegetation kennzeichnen diesen Abschnitt. Bei den Baumpollen handelt es sich sehr wahrscheinlich um Fernflug. Aufgrund des hohen Anteils an *Pinus cembra* (Arve) muß dieser Diagrammabschnitt ins Alleröd (Pollenzone II) oder in die jüngere Dryas (III) gestellt werden. Die feinen Sande lassen zu dieser Zeit im Gebiet des heutigen Moores einen See vermuten. Es bleibt aber unklar, ob die Moränen am Lago Cadagno vor oder kurz nach diesem Vegetationsabschnitt abgelagert wurden. Auf den Versuch, diese Gletscherstände mit irgendeinem Stadialschema zu vergleichen, mußte leider verzichtet werden. Das Berechnen von Schneegrenzdepressionen ist im Val Piora wenig sinnvoll, da einerseits kein Bezugsniveau existiert (z. B. Hochstand von 1850) und andererseits die vielen im Gebiet vorkommenden Eistransfluenzen das Rekonstruieren der ehemaligen Gletscherausdehnungen unmöglich machen.

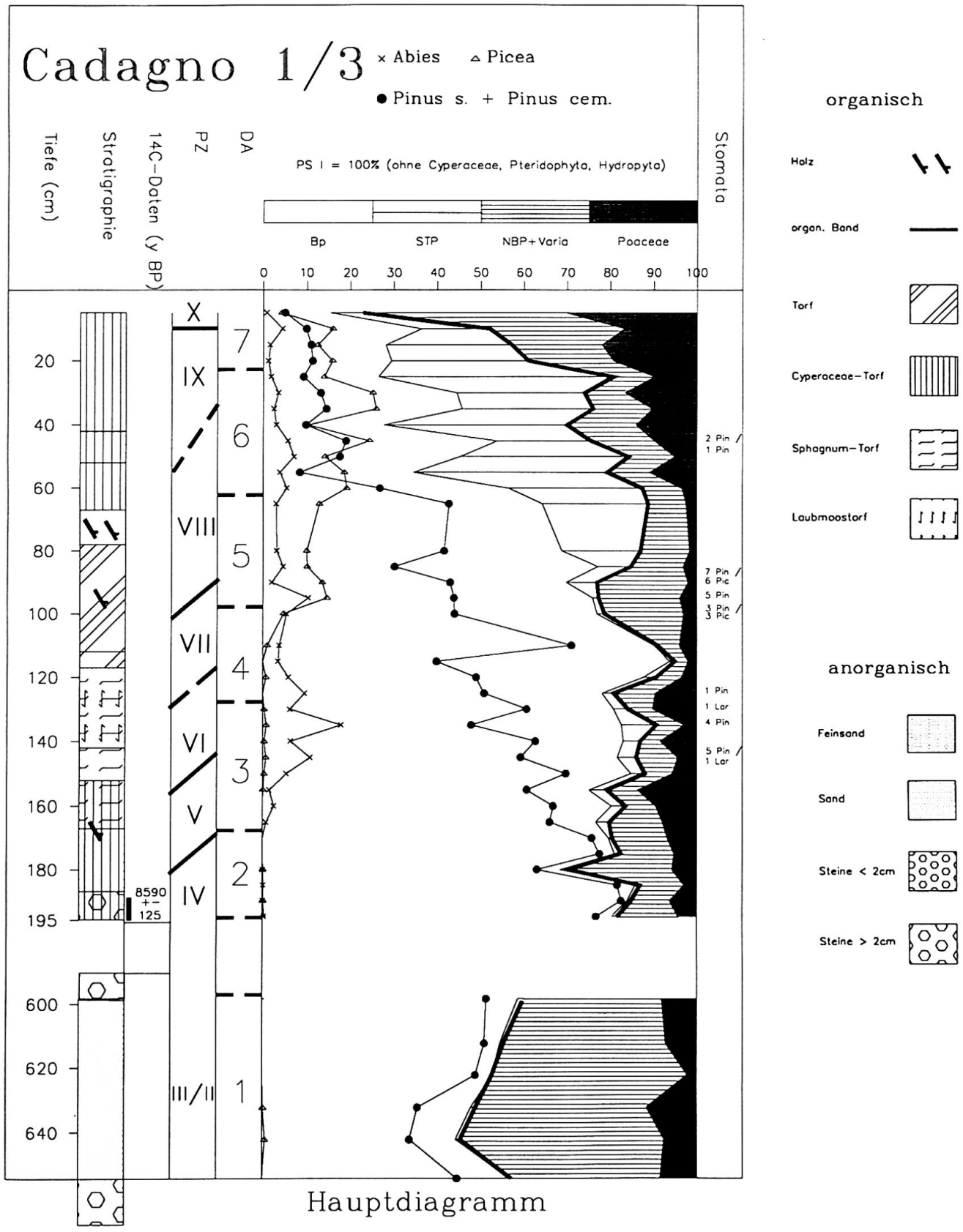

Abb. 2: Hauptdiagramm Cadagno 1/3
Das Diagramm ist aus den Profilen Cadagno 1 und Cadagno 3 zusammengesetzt. Cadagno 2 ist mit Cadagno 1 vergleichbar

Nach den heutigen Erkenntnissen der Gletschergeschichte der Alpen entsprechen die Moränen im Gebiet des Cadagno-Sees am ehesten spätglazialen Eisrandlagen und können wohl auf Grund der relativ geringen Höhenlage des Einzugsgebietes des Val-Piora- und des Cadlimo-Gletschers kaum mit der Piora-Schwankung im Postglazial in Verbindung gebracht werden, wie das H. ZOLLER (1960) vermutet hatte.
Auf alle Fälle war die nahe am Alpenkamm und auf über 1900 m gelegene Ebene von Cadagno bereits im Spätglazial zumindest kurzfristig eisfrei.

IV Präboreal (10 200 bis 8800 yBP)

In den beiden untersuchten Mooren am Lago Cadagno und am Lago Ritom setzt die organische Sedimentation ein (Abb. 2 und Abb.3). Die Datierung einer aus dem Basisbereich des Profils Cadagno 2 (nicht abgebildet) stammenden Torfprobe ergibt das höchste im Val Piora gemessene Radiokarbonalter (9325 ± 125 yBP).
Ganz zu Beginn dieses Abschnittes dürfte der Talboden noch deutlich über der Waldgrenze gelegen haben. Das Vorkommen von Zwergsträuchen und Hochstauden und die hohen *Pinus*-Werte (Föhre, Arve) belegen, daß er dann aber relativ rasch in die untere alpine Stufe oder sogar in den Waldgrenzbereich gerückt ist.
Die Pionierarten *Rumex* (Ampfer) und die *Asteraceae* (Korbblütler), aber auch die spätglazialen Steppen-/Tundraelemente wie *Artemisia, Caryophyllaceae, Chenopodiaceae* und *Ephedra* sind immer noch reichlich vorhanden. Alle Profile zeigen sehr hohe Werte bei den Nässezeigern *Cyperaceae* (Sauergräser) und *Equisetum* (Schachtelhalm) und erhöhte Werte bei *Salix* (Weide) und *Juniperus* (Wacholder).

V Boreal (8800 bis 7500 yBP)

Der Übergang Präboreal/Boreal ist mangels einer deutlichen Haselphase unklar und kann nicht genau festgelegt werden. *Corylus* (Hasel) erreicht zwar in den Val-Piora-Profilen im Boreal die höchsten Werte (nicht über 6%), von einem *Corylus*-Gipfel, wie er auf der Alpennordseite im Boreal auftritt, kann aber keine Rede sein.
Nach H. ZOLLER (1987) konnten sich am insubrischen Alpensüdhang Eichenmischwald und Hasel nie im gleichen Maße in die subalpine Stufe ausbreiten, da ein solcher Vorstoß vor allem durch die Konkurrenz der Weißtanne unterbunden wurde, die als typische Schattenholzart bereits im Präboreal die mittleren Berglagen der Tessintäler über weite Strecken besetzt hielt. Die Weißtanne hatte ihr Refugium im südlichen Europa und ist deshalb auf der Alpensüdseite deutlich früher als nördlich der Alpen eingewandert.
Im von Cadagno weniger als 15 km entfernt liegenden Moor von Acquacalda datierte H. J. MÜLLER (1972) den Anstieg von *Abies* (Weißtanne) mit ± 8300 yBP. In dieser Zeit konnte er die Anwesenheit von *Abies* mit *Stomata*-Funden (Spaltöffnungen) belegen. In der Bedrina war die Weißtanne schon früher eingewandert. Nach H. ZOLLER (1960) erfolgte der Anstieg vor 9000 yBP.
Der Anstieg von *Abies* im Val Piora dürfte deshalb schon im frühen Boreal stattgefunden haben, und die Grenze Präboreal/Boreal dürfte kurz vor dem Anstieg von *Abies* anzusetzen sein. Unter diesem Gesichtspunkt dürften die Basisdatierungen der Profile Cadagno 1 (8590 ± 125 yBP) und Pinett (8125 ± 105 yBP) etwas zu jung ausgefallen sein. Unterstützt wird diese Vermutung durch die bereits erwähnte Datierung der Basis des Profils Cadagno 2, die das Alter von 9325 ± 125 ergab.
Zu Beginn des Boreals klingen die späteiszeitlichen Elemente und die Pionierarten aus. *Corylus, Larix* (Lärche), die thermophilen Holzarten, die *Ericaceae* (Heidekrautgewächse) und die Hochstauden steigen an, *Pinus cembra* wird dominant, der Baumbewuchs rückt rasch ins Val Piora vor. Für den Anstieg der thermophilen Holzarten sind vor allem die Linde und die Ulme verantwortlich. In den Profilen des Val Piora zeichnen sich von der Wiederbewaldung bis zum Übergang ins Ältere Atlantikum verschiedene Ausschläge der Krautpollenkurve ab. In den Profilen von Cadagno sind zudem die z. T. sehr hohen Werte des Lichtzeigers *Selaginella selaginoides* (tannenähnlicher Moosfarn) auffallend. H. ZOLLER unterscheidet in seinem Diagramm Cadagno Fuori drei deutliche Oszillationen der NBP-Kurve (Nicht-Baumpollen), die er als Klimarückschläge mit Waldauflockerung interpretiert. Nach C. A. BURGA (1979) konnten für die Zeit von 8500 bis 7200 yBP in den Pollendiagrammen der Schweiz am meisten Hinweise für Klimaschwankungen gefunden werden.

VI Älteres Atlantikum (7500 bis 6000 yBP)

Im Profil Cadagno 2 konnte das *Abies*-Optimum mit ± 7500 datiert werden. In diesen Zeitabschnitt fallen auch *Stomata*-Funde in Cadagno von H. ZOLLER. Doch ist *Abies* wohl nur sehr vereinzelt bis in diese Höhenlage vorgedrungen. Die Grenzziehung zwischen dem Boreal und dem Älteren Atlantikum stützt sich auf das oben ge-

---

Anmerkungen zu den Diagrammen:

Diagrammabschnitte (DA): Die Diagrammabschnitte sind als biostratigraphisch mehr oder weniger einheitliche und von benachbarten Abschnitten deutlich unterscheidbare Profilabschnitte zu verstehen. Die DA sind zugleich lokale Pollenzonen im Sinne von Biozonen.
Pollenzonen (PZ): Die Pollenzonen sind im Sinne von Chronozonen zu verstehen. Die Zonierung des Postglazials beruht auf Angaben von F. FIRBAS (1949/1952), die des Spätglazials auf Angaben von J. MANGERUD et al. (1974).
BP: Baumpollen. NBP: Nicht-Baumpollen. STP: Strauchpollen wie *Alnus viridis, Salix, Corylus, Ericaceae* usw. Bei den Strauchpollen ab dem Subboreal (VIII) handelt es sich zum größten Teil um *Alnus viridis.*

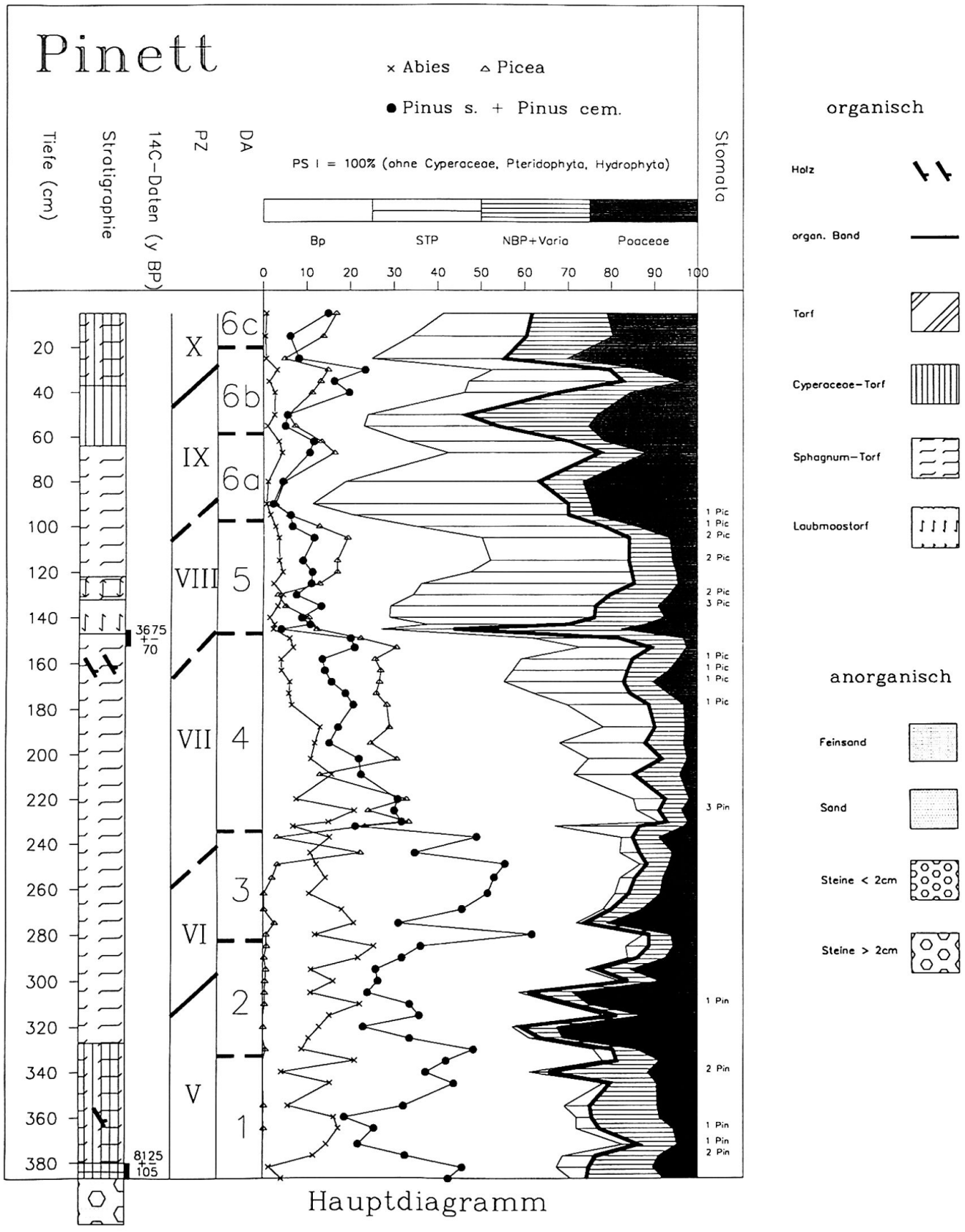

Abb. 3: Hauptdiagramm Pinett

nannte Datum. Den besseren Hinweis gibt aber der allgemein feststellbare Rückgang von *Corylus*. Der Lärchen-Arven-Wald hat nun seine Optimalphase im Val Piora. Im Diagramm Lago Ritom ist dieser Vegetationsabschnitt sehr undeutlich abgebildet.

VII Jüngeres Atlantikum (6000 bis 4800 yBP), VIII Subboreal (4800 bis 2800 yBP) und die Piora-Schwankung

Der Zeitpunkt der Einwanderung der Fichte und der Grünerle in das Tal ist schwierig festzulegen und gibt Rätsel auf.
Wie in der Einleitung erwähnt, fällt im Profil Cadagno di Fuori von H. ZOLLER die Massenausbreitung von *Alnus viridis* (Grünerle) und der Anstieg von *Picea* (Fichte) zeitlich mit einem starken Anstieg der Krautpollen zusammen (datiert: 5100 ± 100 yBP). H. ZOLLER bezeichnet diese krautreiche Phase als Piora-Schwankung. Die Fichte steigt unmittelbar vor dem NBP-Anstieg stark an, wird sogar für kurze Zeit (zwei Pollenspektren) dominant und fällt während des Krautpollengipfels und der gleichzeitig beginnenden Massenausbreitung der Grünerle vorübergehend wieder deutlich unter die Werte der Föhre und der Arve. Auch im Profil Cadagno 1 erreichen die Krautpollen während des *Picea*- und *Alnus viridis*-Anstiegs vorübergehend hohe Prozentwerte (bei 100 cm). Die Werte von *Alnus viridis* erhöhen sich sprunghaft von 2% auf über 20%, die der NBP von 8% auf über 20%. Auch hier wird der steigende Verlauf der Fichtenkurve vorübergehend unterbrochen. Bei den Krautpollen sind vor allem die *Apiaceae* (Doldengewächse), die *Compositae* (Korbblütler) und die *Rosaceae* (Rosengewächse) für den Kurvenanstieg verantwortlich, im Profil Cadagno di Fuori zusätzlich noch *Rumex*. Bei beiden Profilen ist auffällig, wie plötzlich die Massenausbreitung von *Alnus viridis* einsetzt; wie wenn die Grünerle auf einen Schlag in Massen im Tal anwesend wäre.
H. ZOLLER hat versucht, die Piora-Schwankung in Cadagno in verschiedene Vegetationsphasen zu gliedern (H. ZOLLER 1960, S. 86/87): Abnahme der Bewaldungsdichte - vegetationsarme Phase - offene bis mehr oder weniger geschlossene Krautvegetation - Strauchphase - Waldphase. Bei Cadagno 1 ist diese Sukzession nicht so deutlich ersichtlich.

Wie in Cadagno zeichnet sich auch im Profil von Pinett während der Massenausbreitung der Grünerle ein NBP-Gipfel (bei 145 cm 3675 ± 70 yBP) ab. Die Werte von *Alnus viridis* erhöhen sich sprunghaft von 15% auf über 40%, die der NBP von 10% auf über 50%. *Picea*, unmittelbar vor diesem NBP-Gipfel noch dominant, fällt von über 30% auf unter 10% ab und erreicht sogar kurzfristig niedrigere Werte als *Abies*. Sowohl die Pionierarten als auch die Vertreter der alpinen Rasen und der Hochstaudengesellschaften sind für den markanten Ausschlag der Krautpollenkurve verantwortlich. Gleichzeitig nehmen auch die *Poaceae* (Süßgräser), die *Ericaceae* und die Farne stark zu. Unmittelbar vor dem NBP-Maximum liegt ein Horizont mit sehr viel Holz, der sich über das ganze Moor erstreckt und nur schwer mit den Bohrgeräten zu durchdringen war. Während des Ausschlags der NBP-Kurve kommt es kurzfristig zu einem abrupten Sedimentwechsel von *Sphagnum*-Torf zu einem Laubmoostorf ohne *Sphagnum* (Torfmoos).
In Pinett erreicht die Fichte schon lange vor dieser krautreichen Vegetationsphase ihr Optimum. In Cadagno ist die *Picea*-Optimalphase erst nach der Piora-Schwankung. Als weiterer Unterschied zu Cadagno erfolgt die Massenausbreitung der Grünerle nicht plötzlich, sondern erst nach einer längeren Einwanderungsphase.

Im Profil Lago Ritom erreicht Picea wie in Pinett schon lange vor der Massenausbreitung der Grünerle Maximalwerte (über 30%). Im Gegensatz zu Pinett ist die Fichte aber nicht dominant, ihre Werte bleiben knapp unter den Pinus-Prozentwerten. Für diesen Unterschied dürfte die unterschiedliche Lage der beiden Profile verantwortlich sein. Die Bohrstelle des Profils Pinett ist zur Leventina hin orientiert und ist damit stärker dem Pollen-Fernflug aus den reinen Fichtenbeständen der tieferen Lagen im Tessintal ausgesetzt. Auch hier sind am Beginn der Massenausbreitung von *Alnus viridis* (bei 160 cm, 4585 ± 70 yBP) erhöhte Werte bei den Krautpollen feststellbar. Interessant ist die Tatsache, daß am Lago Ritom die Maximalwerte von *Alnus viridis* deutlich niedriger bleiben als in Cadagno und in Pinett. Dafür wird aber die Massenausbreitung der Grünerle von einer kräftigen *Salix*-Phase begleitet.
Sowohl in Pinett als auch am Lago Ritom zeichnet sich also vor der eigentlichen Massenausbreitung von *Alnus viridis* eine längere Vegetationsphase mit maximalen *Picea*-Prozentwerten und einem langsamen Anstieg der Grünerle ab. Dieser Vegetationsabschnitt fehlt in den Profilen von Cadagno. Dafür sind verschiedene Erklärungen möglich:

1. Die *Picea*-Optimalphase und die *Alnus viridis*-Einwanderungsphase sind in den Profilen von Cadagno nicht abgebildet, weil in dieser Zeit das Moorwachstum in Cadagno gestört war.
2. Die Fichte und die Grünerle haben die Umgebung von Cadagno erst spät zur Zeit der allgemeinen Massenausbreitung der Grünerle im Val Piora erreicht.

Punkt 2 halte ich für ausgeschlossen, da die beiden Bohrstellen Lago Ritom und Cadagno sehr nahe beieinanderliegen und dadurch ein solch unterschiedlicher Verlauf der *Alnus viridis*- und vor allem der *Picea*-Kurve kaum möglich ist. Die Erklärung, daß der Profilabschnitt mit der *Picea*-Optimalphase und der *Alnus viridis*-Einwanderungsphase in Cadagno stark gestört oder gar wegerodiert worden ist, würde gut zu den Ergebnissen der stratigraphischen Untersuchungen in Cadagno passen. Der nachfolgende Vegetationsabschnitt mit der Massenausbreitung der Grünerle und dem NBP-Gipfel der Piora-Schwankung findet sich bei Cadagno 1 im Bereich eines sehr holzreichen Torfhorizontes, bei Cadagno 2 und

beim Profil von Zoller in einem anorganischen Band und bei Cadagno 3 im Bereich einer großen Schichtlücke (Schichtlücke: Spätglazial bis 4300 ± 100 yBP) und mächtiger anorganischer Ablagerungen (nicht abgebildet).

Es gibt weitere Hinweise, daß die *Picea*-Ausbreitung im Val Piora einiges früher stattgefunden haben muß, als die Profile von Cadagno dies vorgeben. In Sass de la Golp datierte C. A. BURGA den *Picea*-Anstieg mit ± 6780 yBP und die Massenausbreitung von *Alnus viridis*, begleitet von einem NBP-Gipfel, mit 4380 ± 120 yBP. Die vermutlich über den San Bernardino von Norden her eingewanderte Fichte hat zwar das Val Piora sicher später erreicht als Sass de la Golp. Im nur 10 km östlich von Cadagno gelegenen Acquacalda (1730 m) datiert H. J. MÜLLER (1972) die Massenausbreitung von *Picea* mit ± 6000 yBP. Um die gleiche Zeit ist *Picea* auch in der oberen Leventina häufig geworden (ZOLLER 1960, Profil Bedrina).

Zusammenfassung und Schlußfolgerungen:
In den Diagrammen von Cadagno, Pinett und Lago Ritom wird der Beginn der Massenausbreitung der Grünerle von einem kurzfristigen NBP-Anstieg und einem z. T. starken Rückgang der Baumpollen, vor allem der Fichte, begleitet. In Cadagno und Pinett sind zudem Änderungen und Störungen in der Moorstratigraphie feststellbar. Im Moor von Cadagno fehlt vermutlich sogar ein ganzer Vegetationsabschnitt. Bei den Profilen in Cadagno und Lago Ritom handelt es sich sehr wahrscheinlich um das gleiche Ereignis, die Piora-Schwankung. Der markante NBP-Gipfel in Pinett (bei 145 cm) wurde mit 3765 ± 70 yBP erheblich jünger datiert. Es muß aber berücksichtigt werden, daß das Profil in diesem Bereich durch sehr viel fossiles Holz gestört ist und das Datum durch jüngere Holzreste verfälscht worden sein könnte. Es ist nicht abwegig, auch diesen kurzfristigen Krautpollenanstieg mit der Piora-Schwankung in Verbindung zu bringen. Zwar treten im Profil von Pinett gleichzeitig erste Kulturzeiger auf, die stratigraphischen und pollenanalytischen Ergebnisse lassen aber bei allen Diagrammen eher eine klimatisch bedingte Störung am Übergang Atlantikum/Subboreal vermuten als eine anthropogene Waldrodung. Dabei kann es sich um einen Klimarückschlag, wie H. ZOLLER (1960) vermutet, oder auch nur um ein einmaliges Naturereignis (z. B. Unwetterkatastrophe) gehandelt haben. Es ergibt sich die Frage, ob der sprunghafte Anstieg der *Alnus viridis*- und *Salix*-Werte (Lago Ritom) eventuell durch die Piora-Schwankung ausgelöst worden sein könnte.
Vielleicht lagen für die genannten Sträucher infolge des feuchter und kühler werdenden Klimas plötzlich mehr geeignete Standorte vor, und vor allem die Fichte wurde im Waldgrenzbereich durch die beiden Arten ersetzt. Losgelöst von diesen Überlegungen, läßt sich die Entwicklung der Vegetation im Jüngeren Atlantikum und im Subboreal wie folgt beschreiben:
Die Einwanderung und Ausbreitung der Fichte und der Grünerle geht einher mit einem starken Rückgang der Weißtanne und dem Lärchen-Arven-Wald. Die hohen Prozentwerte der Fichte und Funde von Nadelresten belegen das Vorkommen der Fichte im Val Piora und lassen ein erhebliches Einengen bzw. ein Höherrücken des Lärchen-Arven-Gürtels annehmen. Diese Vegetationsentwicklung wird kurzfristig durch eine Waldauflockerung zum Zeitpunkt der Massenausbreitung der Grünerle unterbrochen. Kurz vor dem Fichtenanstieg weist die Birke in den Profilen Cadagno 1 und Cadagno di Fuori ((H. ZOLLER 1960) sehr hohe Werte auf. In den Profilen Cadagno 2 und Lago Ritom fehlt dieser markante *Betula*-Gipfel, während in Pinett *Betula* bereits im Boreal und im Älteren Atlantikum Maximalwerte erreicht. Dieses unterschiedliche Auftreten läßt vermuten, daß die Birke im Val Piora zu diesen Zeiten lokale, möglicherweise in den Mooren bruchwaldartige Bestände gebildet hat. In Pinett, dem Pollen-Fernflug aus den tieferen Lagen der Leventina ausgesetzt, zeichnet sich im Pollendiagramm auch die Einwanderung der Buche ab. Interessant für diese Höhenlage sind die verschiedenen Funde von *Iris pseudacorus* (gelbe Schwertlilie) und von *Stratoides aloides* (Wassersäge). *Iris pseudacorus* könnte womöglich in den heute zerstörten Schilfröhrichten am Lago Ritom vorgekommen sein.

IX/X Subatlantikum (2800 bis 0 yBP)

An der Wende VIII/IX geht der Eichenmischwald deutlich zurück. Etwa zur selben Zeit setzen die Funde von *Plantago lanceolata* (Spitzwegerich) und des *Cerealia*-Typs (Getreide) ein. Es beginnt eine Phase mit mehreren markanten NBP-Gipfeln, wobei vor allem die *Poaceae* und die *Rosaceae* hohe Werte aufweisen. Dazwischen ist immer wieder eine leiche Regenerierung des Waldes zu beobachten. Es sind deutliche Anzeichen für das Einsetzen der anthropogenen Waldrodungsphase vorhanden. Es können aber auch klimatische Veränderungen nicht ganz ausgeschlossen werden (z. B. Löbbenschwankung, Göschenerkaltphase). In der zweiten Hälfte des Älteren Subatlantikums setzen die Kurven von Kastanie, Nußbaum und des *Humulus-/Cannabis*-Typs (Hopfen, Hanf) ein, was auf den Beginn der Römerzeit im Tessin schließen läßt (vgl. H. ZOLLER 1960). Die Grenze IX/X dürfte anhand des deutlichen Anstiegs von *Castanea* (Kastanie) und *Juglans* (Nußbaum) festzulegen sein. Vor allem in Cadagno ist im jüngeren Subatlantikum eine bedeutende Waldvernichtung zu vermuten. Die *Rosaceae, Compositae* und *Ranunculaceae* (Hahnenfußgewächse) erreichen neben den Kulturzeigern Maximalwerte. Ebenso zeigen die Pionierarten, die *Ericaceae* und *Selaginella selaginoides* stark erhöhte Werte. In Pinett sind die Waldrodungen deutlich geringer, ja es hat den Anschein, als würde sich der Wald im obersten Abschnitt wieder teilweise regenerieren.
Das Moor von Pinett ist heute von einem lichten Lärchen-Arven-Wald umgeben. Der größte Teil des Val Piora ist aber durch Alpweidrodungen waldfrei (z. B. bei Cada-

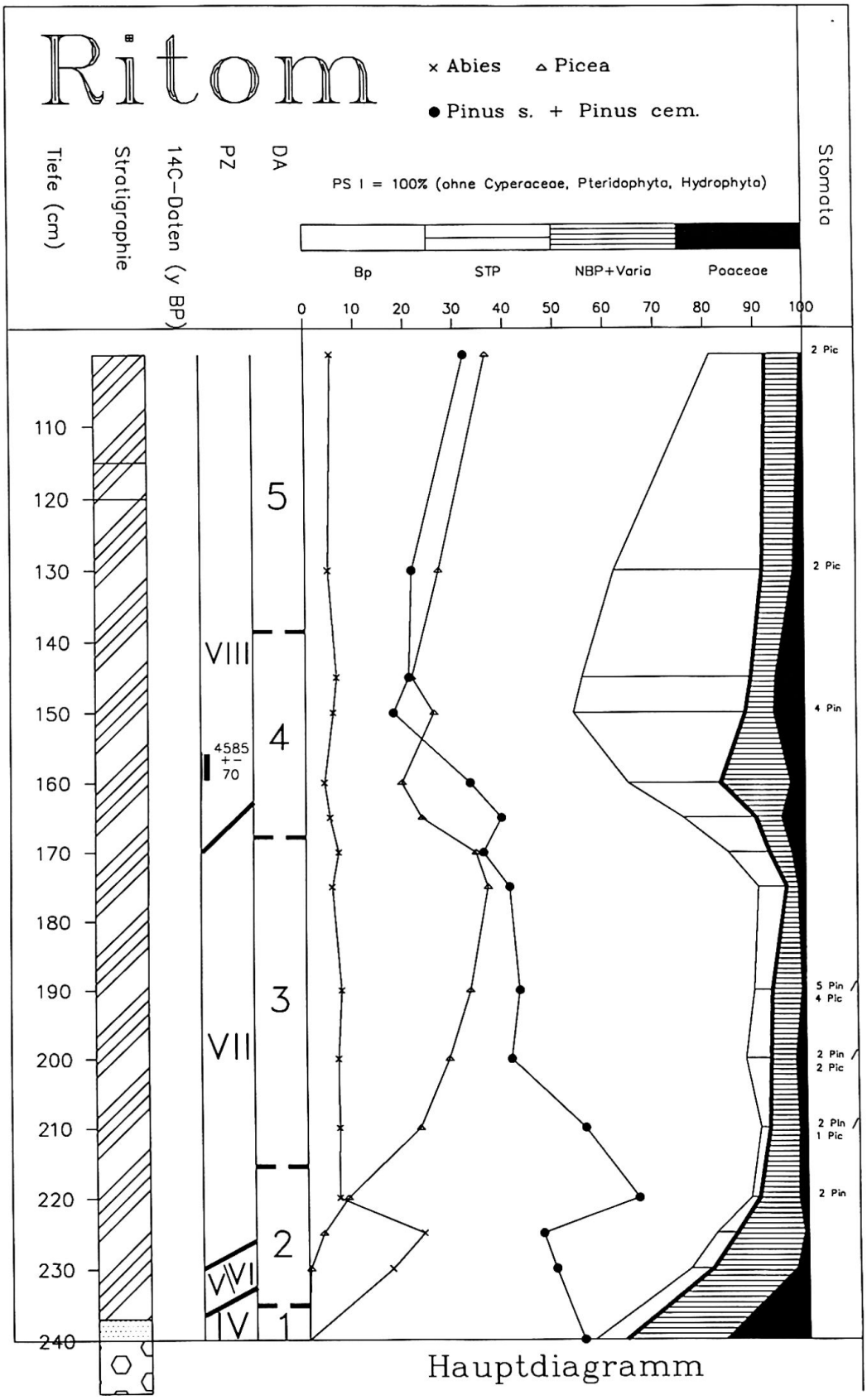

Abb. 4: Hauptdiagramm Lago Ritom

gno). Nur südlich des Lago Ritom (z. B. bei Pinett) ist noch ein kleiner Rest der natürlichen Vegetation vorhanden. Wir finden dort einen lichten, zwergstrauchreichen Lärchen-Arven-Wald - *Larici-Cembretum* -, der sich zwischen die subalpinen Fichtenwälder der oberen Leventina und die alpine Höhenstufe eingeschoben hat und im Val Piora die Waldgrenze bildet. Die potentielle Waldgrenze dürfte heute etwa zwischen 2100 m und 2200 m ü. M. liegen. An feuchteren Stellen in Nordexposition, vor allem in ehemaligen Rodungsinseln, ist *Alnus viridis* häufig, oft auch vergesellschaftet mit Hochstauden des *Alnetum viridis*.

Literatur

BURGA, C. A. (1979): Postglaziale Klimaschwankungen in Pollendiagrammen der Schweiz. In: Vierteljahresschr. Natf. Ges. Zürich, 124, 265-283.

BURGA, C. A. (1980): Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte des Schams und des San-Bernardino-Paßgebietes (Graubünden, Schweiz). In: Dissertatione Botanicae 56, 194 S.

FIRBAS, F. (1949/1952): Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. Band I und II, 480 bzw. 265 S.

HANTKE, R. (1983): Eiszeitalter Band 3, Thun, 730 S.

MANGERUD, J., ANDERSEN, S., BERGLUND, B., DONNER, J., (1974): Quaternary stratigraphy of Norden, a proposal for terminology and classification. In: Boreas, Vol. 3, 109-128.

MÜLLER, H.-J. (1972): Pollenanalytische Untersuchungen zum Eisrückzug und zur Vegetationsgeschichte im Vorderrhein- und Lukmaniergebiet. Flora, Band 161, 333-382.

STAPFER, A. (1990): Val Piora (Ticino, Schweiz), Ein Beitrag zur Klima- und Vegetationsgeschichte der Nacheiszeit. Diplomarbeit am Geographischen Institut der Universität Zürich, 55 S.

WELTEN, M. (1982): Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen in den westlichen Schweizer Alpen: Bern-Wallis. Textheft und Diagrammheft. Denkschr. Schweiz. Natf. Ges., Band 95, 1-104.

ZOLLER, H. (1960): Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte der insubrischen Schweiz. Denkschr. Schweiz. Naturf. Ges. 83, 45-156.

ZOLLER, H. (1987): Zur Geschichte der Vegetation im Spätglazial und Holozän der Schweiz. In: Mitt. Natf. Ges. Luzern, Band 29, 123-149.