

Beiträge zur Vegetationsgeschichte Tirols VII: Das Hochmoor Schwemm bei Walchsee

von

Klaus OEGGL *)

(Institut für Botanik der Universität Innsbruck, Abteilung Palynologie)

Contributions to the vegetational history of Tyrol VII: The Peat Bog "Schwemm" near Wachsee

Synopsis: The vegetational history is reconstructed by five absolute and relative pollen diagrams sampled at the peripheral and central parts of the peat bog "Schwemm". Besides pollen analysis investigations of the stratigraphy of the sediment basin, $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ isotope analysis on the carbonate lake sediments and radiocarbon datings are done.

The pollen diagrams exhibit the characteristic vegetational succession of the late- and post-glacial periods: a plant community comprising *Artemisia*, *Cyperaceae*, *Poaceae* was replaced by an initial scrub phase with *Hippophae*, *Juniperus* and *Salix*, which in turn ended with the spread of *Pinus* forest at the start of the Bölling chronozone. *Pinus-Betula*-woodland was the dominant vegetation in the investigated area from 13.000 to 9.500 BP. This was displaced after 9.500 BP by the spread of mixed oak woodland, *Corylus* and *Picea*. At 6.500 BP a climatic deterioration (Frohnitz fluctuation) causes a hydrological change in the investigation area. The effect of this climatic fluctuation is a rise in the lake water-level. On a regional scale *Picea* spreads and *Abies* and *Fagus* immigrate, although they do not spread widely until about 5.200 BP. After that time a montane type of mixed woodland with *Abies*, *Fagus* and *Picea* as its main components is dominant in the investigation area.

The Younger Dryas period is evidenced in the pollen diagram as an NAP-peak and in the oxygen isotope curve by a series of strongly negative values. This is the first unequivocal proof for the climatic deterioration of the Younger Dryas period by virtue of the $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ isotope ratio in the Eastern Alps. During the time of the climatic deterioration at 6.500 BP the oxygen-isotope values indicate that the air temperature conditions at that time remained unchanged, whilst the variable course of the carbonate analysis curve provides evidence for the change in the lake hydrology.

First traces of anthropogenic influence can be detected in the beginning of the *Plantago lanceolata*-curve at 3.800 BP. The first settlement near-by the bog is reflected by the presence of anthropochores (Cerealia) in the pollen spectra round about 2.500 BP. The radical destruction of the forest cover starts about 1.000 BP, when farming settlements were founded around the margins of the raised bog.

1. Einleitung:

Palynologische Untersuchungen aus dem Raum Kufstein, Wörgl und Kitzbühel (I. BORTENSCHLAGER, 1976; I. & S. BORTENSCHLAGER, 1981; S. BORTENSCHLAGER, 1984a, b, 1986; SARNTHEIN, 1948; WAHLMÜLLER, 1985a) liefern die Grundlage für die Vegetationsgeschichte des nordöstlichen Teils von Nordtirol.

*) Anschrift des Verfassers: Dr. K. Oeggl, Institut für Botanik, Sternwartestraße 15, A-6020 Innsbruck, Österreich.

Im Rahmen des "International Geologic Correlation Programme – Project 158b" der UNESCO ist neuerlich ein Moor aus diesem Gebiet untersucht worden. Diese Arbeit setzt sich vor allem mit postglazialen Vegetationsumformungen, die durch Veränderungen des Wasserhaushalts im Zusammenhang mit Klimaschwankungen und durch menschliche Eingriffe in die Umwelt hervorgerufen worden sind, auseinander.

Die methodischen Fortschritte in der Palynologie während der letzten Jahre machten diese Neuuntersuchung notwendig. So liegen aus dem Untersuchungsgebiet einzig durch die Untersuchungen von WAHLMÜLLER (1985a, b) zusätzlich zu den Relativdiagrammen auch Absolutdiagramme, die wesentlich zur Klärung von diffizilen Fragen – wie Wiederbewaldung, anthropogener Einfluß, usw. – beitragen, vor. Darüber hinaus wird in den meisten Arbeiten bedingt durch die Fragestellung der Einfluß des Menschen auf die Umwelt nur streifend behandelt. Umfassende Untersuchungen aus den Nachbarländern, insbesondere aus Deutschland (BEHRE, 1976, 1980, 1981, 1985; BEHRE & KUCAN, 1986) weisen den Menschen als bedeutenden zusätzlichen Faktor in der holozänen Vegetationsentwicklung aus. Diese Erkenntnisse sollen in diese Arbeit einbezogen werden.

2. Methodik:

2.1. Feldarbeit:

Um sich ein genaues Bild von der Stratigraphie des Hochmoores machen zu können, wurde ein Punktenetz in einem 100 m Raster über die Mooroberfläche eingemessen (Abb. 2). An jedem Knoten des Netzes wurde ein Probenpunkt abgesteckt, an dem – soweit es das Gelände im Moor zuließ – Sedimentsondierungen mit dem Russischen Bohrer durchgeführt wurden. Anschließend konnten an geeigneten Stellen mit ungestörter Sedimentabfolge die Bohrungen mit dem Geonor-Kernbohrer für die pollenanalytischen Untersuchungen erfolgen.

2.2. Laborarbeit:

Die chemische Aufbereitung der Proben wurde nach der am Institut für Botanik, Abteilung Palynologie, angewandten Methode vorgenommen (I. BORTENSCHLAGER, 1976; SEIWALD, 1980). Für die Erstellung der Absolutdiagramme wurde den Proben vor der chemischen Behandlung Fremdpollen in Form einer Suspension beigemischt (STOCKMARR, 1971).

2.3. Sedimentanalyse:

Das Sediment wurde nach der von TROELS—SMITH (1955) beschriebenen Methode bestimmt. Die Klassifizierung wurde bei den Sondierungsarbeiten im Gelände vorgenommen. Das Sediment der Bohrkerne, die für die Pollenanalyse verwendet wurden, wurde parallel zur Probenentnahme im Labor untersucht. Dabei wurden auch auffällige Makroreste und Holzproben zur weiteren Bestimmung entnommen.

2.4. Berechnung und Darstellung der Ergebnisse:

Die Berechnung der Relativ- und Absolutdiagramme wurde – ebenso wie deren Darstellung in Kurven-Schattenriß-Diagrammen – mit dem am Institut für Botanik in Innsbruck entwickelten Computerprogramm POLPROF (TRANQUILLINI, 1988) ausgeführt. Bei den Relativdiagrammen wurden *Alnus*, die *Cyperaceae*, die Wasser- und die Sporenpflanzen aus der 100 %-Summe ausgeschlossen.

Die Einteilung in Chronozonen erfolgte nach MANGERUD et al. (1974). Zur Korrelierung der Ergebnisse mit weiteren Untersuchungen im Rahmen des IGCP-Projektes 158b wurden die Diagramme in Pollenzonen, die "local pollen assemblage zones" (BIRKS & BIRKS, 1980) entsprechen, gegliedert.

2.5. Sauerstoffisotopenanalysen:

Die Sauerstoffisotopenanalysen wurden an den karbonathaltigen Sedimenten des Profils Schwemm B1, das mit 5,10 m die größte Mächtigkeit an Seekreide aufzuweisen hat, vorgenommen. Die Messungen des $^{16}\text{O}/^{18}\text{O}$ -Verhältnisses wurden am Physikalischen Institut der Universität Bern durchgeführt. Die Proben dafür wurden gleichzeitig mit den Proben für die Pollenanalyse entnommen.

2.6. Radiokarbondatierung:

Die Radiokarbondatierungen erfolgten am Institut für Radiochemie und Kernphysik in Wien (VRI). Die Daten werden in konventionellem Radiokarbonalter (Jahre BP) angegeben. Zur Zeit liegen fünfzehn Datierungen vor (Tabelle 1).

2.7. Abkürzungen:

BP	=	Baumpollen
BP	=	before present als Beifügung bei Altersangaben in ^{14}C -Jahren
EMW	=	Eichenmischwald
NBP	=	Nichtbaumpollen
PZ	=	lokale Pollenzone
p.p.	=	Teil
T.	=	Typ

Tab. 1: Liste der Radiokarbonaten.

Probe	Nr.	Tiefe (cm)	Alter (Jahre BP)
Schwemm B5	VRI-846	758 - 768	10.370 ± 80
Schwemm B5	VRI-847	730 - 740	8.650 ± 130
Schwemm B5	VRI-848	640 - 650	6.450 ± 90
Schwemm B5	VRI-868	545 - 550	6.610 ± 140
Schwemm B5	VRI-849	485 - 490	5.240 ± 90
Schwemm B5	VRI-850	390 - 395	3.990 ± 80
Schwemm B5	VRI-867	300 - 305	3.440 ± 120
Schwemm B5	VRI-866	200 - 205	2.200 ± 120
Schwemm B5	VRI-851	125 - 130	1.090 ± 60
Schwemm B1	VRI-862	595 - 600	4.380 ± 100
Schwemm B1	VRI-863	415 - 420	3.740 ± 100
Schwemm B1	VRI-864	335 - 340	2.610 ± 90
Schwemm B1	VRI-865	145 - 150	970 ± 80
Schwemm F4	VRI-870	585 - 590	3.700 ± 120
Schwemm F4	VRI-869	285 - 290	1.190 ± 110

3. Untersuchungsgebiet:

3.1. Lage:

Das Hochmoor Schwemm (Abb. 1, 2) liegt in 664 m Seehöhe (47° 39' 30" n. Br., 12° 18' ö. v. Gr.) im Längstal von Walchsee, das sich drei Kilometer nördlich von Kufstein in West-Ost-Richtung erstreckt. Mit einer Flächenausdehnung von ca. 60 ha stellt die Schwemm die letzte große, ungestörte Moorlandschaft in den Tallagen Tirols dar. Entstanden ist das Moor durch die Verlandung eines Sees, der ursprünglich über den Durchbruch zwischen dem Miesberg und dem Kranzinger Berg mit dem Walchsee verbunden gewesen ist. Dieser See ist nach dem Abschmelzen des Eises zwischen zwei Moränen – einer im Osten bei Kranzach und einer im Westen bei Durchholzen und Pötting – aufgestaut worden (LEVY, 1922). Über die zeitliche Stellung und Zuordnung dieser Moränen ist nichts genaues bekannt. LEVY teilt sie einem eigenen Walchsee-Stadium zu, das älter als das Bühlstadium, aber jünger als die Jungendmoränen ist. Heute trennt der Schuttkegel des Ramsbaches die Schwemm vom Walchsee ab.

Die Hänge des Tales werden im Norden von Vorbergen der Chiemgauer Alpen und im Süden durch den Zahmen Kaiser gebildet. Geologisch gesehen gehören beide Gebirge dem Westabschnitt

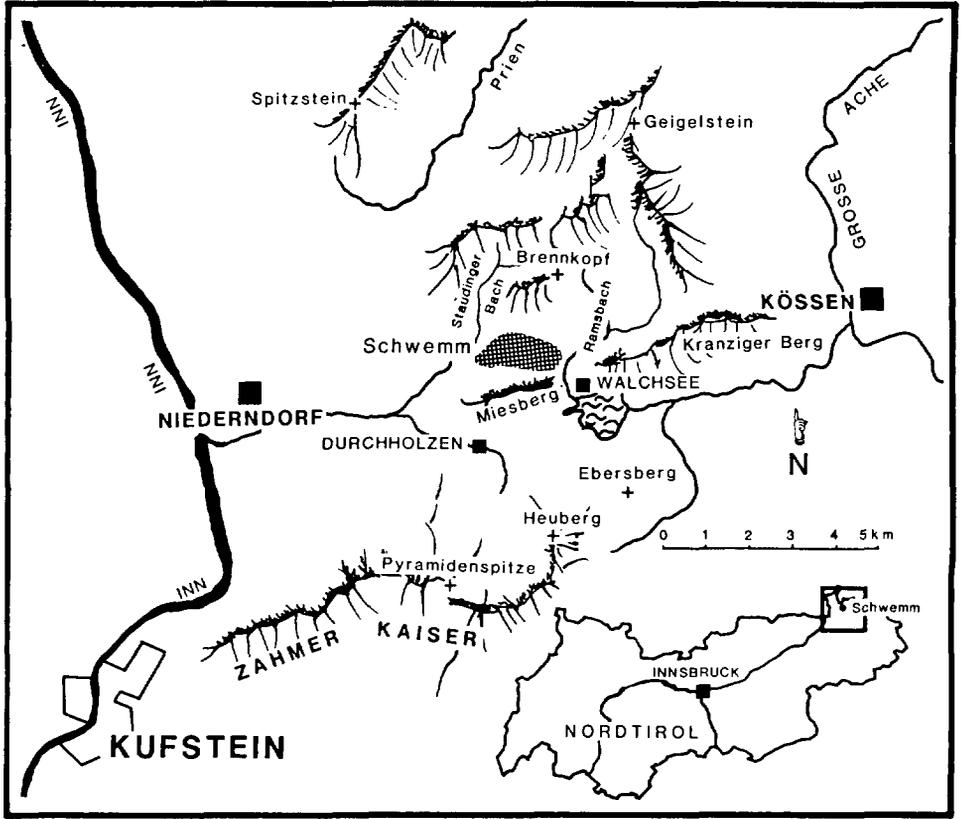


Abb. 1: Lage des Untersuchungsgebietes

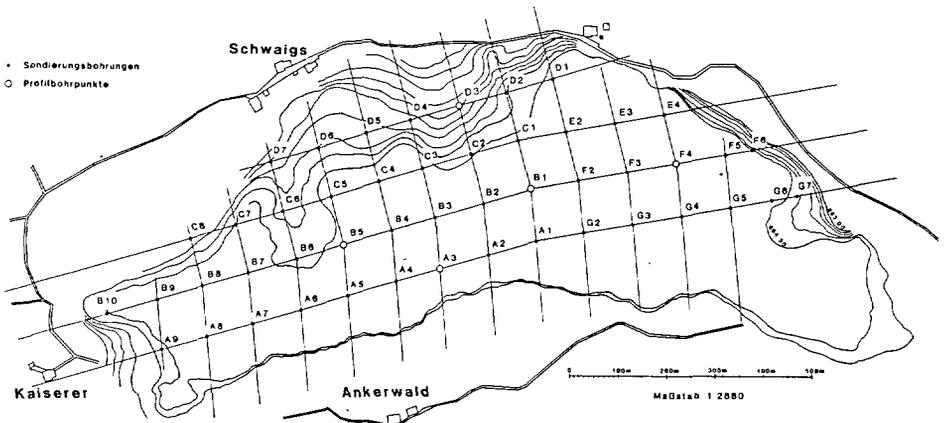


Abb. 2: Lage der Bohrpunkte

der Nördlichen Kalkalpen an (PLÖCHINGER, 1980). Die wichtigsten stratigraphischen Einheiten sind im Norden Hauptdolomit im Liegenden, Muschelkalk der Kössener Schichten und Aptychenkalke im Hangenden (AMPFERER, 1922); im Süden Konglomerate der Angerberger Schichten, Rauwacken, Muschelkalk, Partnachschichten und Wettersteinkalk (AMPFERER, 1933). Die Talsohle wird von kristallinen Schottern und Sanden der Grundmoräne ausgekleidet.

3.2. Klima:

Nach FLIRI (1975) liegen die Nördlichen Kalkalpen im Einfluß des atlantisch getönten Klimas des Alpenrandes. In der Abbildung 3 werden die Klimaverhältnisse im Untersuchungsgebiet veranschaulicht. Da von der Schwemm keine direkten Angaben vorliegen, werden die Daten der beiden benachbarten Klimastationen Kufstein und Reith im Winkel angegeben.

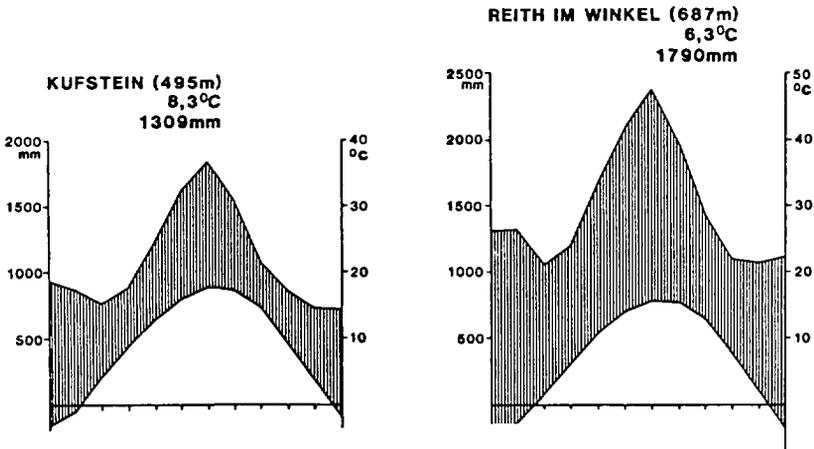


Abb. 3: Klimadiagramme von Kufstein und Reith im Winkel (nach FLIRI, 1975)

3.3. Vegetation:

Das Mosaik von Niedermoorgesellschaften mit verschiedenen Übergängen bis zum echten Hochmoor in der Vegetationsdecke der Schwemm ist durch die hydrologischen und entwicklungsgeschichtlichen Verhältnisse bedingt. Im Randbereich kommen eutrophe Gesellschaften aus dem Magnocaricion-Verband, ein Phragmitetum und ein Molinietum vor. Daran schließen entsprechend den Trophieverhältnissen ein Rhynchosporietum albae und Hochmoorgesellschaften des Sphagnetum magellanici an. Typisch für die Strauchschicht auf der Hochmoorfläche ist das Auftreten von *Pinus mugo* ssp. *rotundata*.

Die Vegetation um das Moor wird durch die landwirtschaftliche Nutzung geprägt. Es herrschen Wiesen und Weiden der collinen und montanen Stufe vor. Ab 700 m stockt an den Südhängen ein Piceeto-Abietetum auf Kalk, in dem ab 1000 m inselartig ein Abieti-Fagetum auftritt. Auf den Nordhängen des Miesberges wächst auf Hauptdolomit und Konglomeraten der Angerberger Schichten ein Adenostylo glabrae-Abieti-Fagetum, das bis zum Gipfelplateau des Berges reicht.

Nach MAYER (1974) liegt das Untersuchungsgebiet im nördlichen, randalpinen Fichten-Tannen-Buchenwaldgebiet des westlichen und mittleren Wuchsbezirkes der Nordtiroler und Oberbayerischen Kalkalpen. Es dominieren buchenreiche Ausbildungen des Abieti-Fagetums. Detailliertere Angaben über die Vegetation des Untersuchungsgebietes finden sich bei SMETTAN (1981) und MEISEL et al. (1983).

3.4. Siedlungsgeschichte:

Der bedeutendste prähistorische Siedlungsplatz des Untersuchungsgebietes ist die Tischofer Höhle im Zahmen Kaiser. Ein erster Kulturhorizont – auf 28.000 BP datiert – enthält zahlreiche Knochenfunde und Artefakte, die die Höhle als Jägerrastplatz des Aurignacien ausweisen. Die Knochenfunde von Rind, Schaf, Schwein und Hund aus der zweiten Kulturschicht liefern erste Hinweise auf Haustierhaltung im 2. Jahrtausend v. Chr. im Gebiet (LIPPERT, 1985).

Deutliche Spuren menschlicher Siedlungstätigkeit treten dann in der Bronzezeit (1800 - 800 v. Chr.) auf. Der Abbau der alpinen Kupferlagerstätten auf der Kelchalpe führt zu neuen Siedlungsgründungen im Kitzbühler Raum (LEITNER, 1985). Neben Schmelzplätzen in der Nähe der Lagerstätten gibt es erste Anzeichen einer Almwirtschaft (PITTIONI, 1968).

Bis zur Römerzeit sind aus dem Untersuchungsgebiet zur Zeit keine weiteren Funde bekannt, doch läßt das Auffinden von Ackergeräten der Fritzens-San Zeno-Kultur auf eine ergebige Landwirtschaft während der Laténe-Zeit (500 v. Chr. – Christi Geburt) in Tirol schließen (LEITNER, 1985). Weitere landwirtschaftliche Verbesserungen folgen durch den Einfluß der Römer, wovon Reste römischer Quadrafluren bei Ebbs zeugen (HAIDER, 1985).

Die bajuwarische Besiedlung ab dem 7. Jh. n. Chr. führt zu ausgedehnten Rodungen und zur intensiven Erschließung der wenig bewaldeten Hochtäler, die vorher schon extensiv zur Almweidewirtschaft genutzt wurden (HAIDER, 1985). Im Mittelalter werden die Wirtschaftsflächen weiter ausgedehnt, sodaß bereits ab dem Hochmittelalter (1000 - 1250 n. Chr.) die heutige Verteilung der nutzbaren Landfläche erreicht worden sein dürfte (RIEDMANN, 1985). In diese Zeit um 1073 n. Chr. fällt auch die erste urkundliche Erwähnung des Dorfes Walchsee (TÜRTZSCHLER, 1949).

4. Ergebnisse:

4.1. Stratigraphie:

Das Sedimentbecken der Schwemm ist anhand von 41 Sondierungen entlang der vier Transjekte A-G, B-E, C-E und D (Abb. 2, 4, 5) stratigraphisch untersucht worden. Mit dem Russischen Bohrer konnte eine Tiefe von 12 m erreicht werden, wobei in vielen Fällen die Sondierungen wegen Holzlagen oder der Zähigkeit und des Widerstandes des Sedimentes früher abgebrochen werden mußten. Die Schotter der Grundmoräne sind in keinem der Punkte erreicht worden. Die tiefste Bohrung stammt aus dem zentralen Beckenbereich, aus dem Sondierungspunkt B1 und ist mit dem Geonor-Kernbohrer bis in eine Tiefe von 14,20 m niedergebracht worden.

Die tiefsten erfaßten Schichten im Becken der Schwemm bestehen aus lockeren Sanden, die kontinuierlich in plastischen Secton übergehen, der in B1 eine Mächtigkeit von 4 m erreicht. Überlagert werden diese Sedimente im westlichen Beckenteil von Seekreide, der Schnecken- und Muschelschalen eingelagert sind. Im östlichen Becken der Schwemm sind aus technischen Gründen die Sedimente nur bis zu einer Tiefe von 11,20 m erfaßt. In dieser Tiefe hat sich bereits eine Kalkgyttia abgelagert, wobei nach den Pollenanalysen die Kalkgyttiaabildungen jünger als die Seekreideablagerungen im westlichen Becken sind. Die Kontaktzone zwischen der Seekreide im westlichen Becken und der Kalkgyttia im Ostteil konnte wegen der zahlreichen Blänken in diesem Teil des Moores nicht sondiert werden. Seekreide und Kalkgyttia werden von bis zu 5 m mächtiger Fein- und Grobdetritusgyttia, die in den randlichen Bereichen reich an Rhizomen und Blättern von *Phragmites communis*, sowie Blättern und Holzresten von *Alnus* sp. ist, überlagert. Die obersten Lagen der Grobdetritusgyttia sind vom hangenden Cyperaceen-Radizellentorf durchwurzelt. Aus dem Radizellentorf stammen Makrofossilfunde von *Eriophorum* (Stengelbasen), *Equisetum* und *Phragmites* (Rhizome), sowie Samen von *Menyanthes*. Der Übergang zum *Sphagnum*-Radizellentorf erfolgt fließend. Erst in relativ junger Zeit (Subatlantikum) kommt es auf den topogenen Vermooreungen zu Hochmoorbildungen mit *Sphagnum*-Torf.

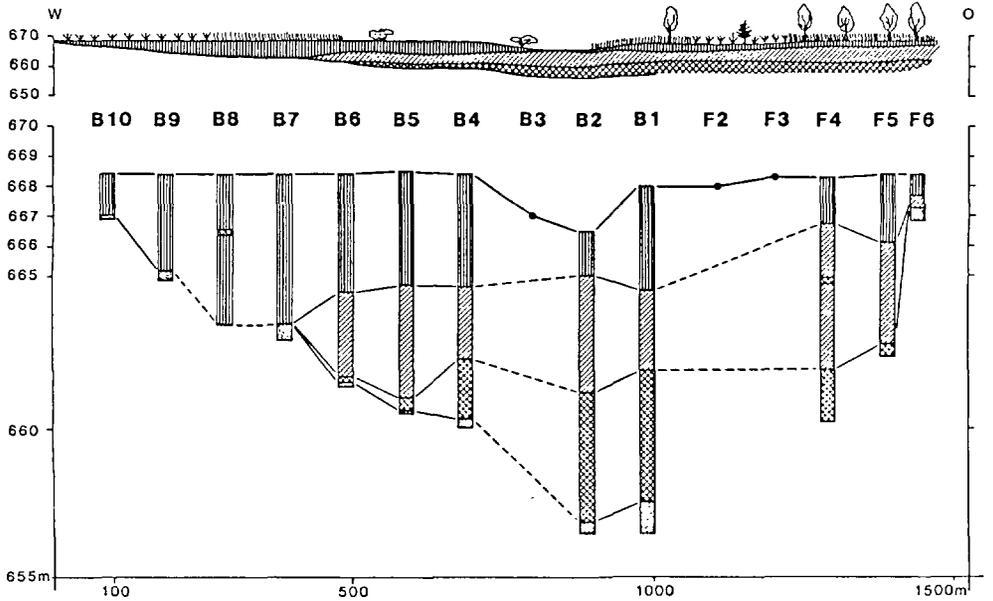
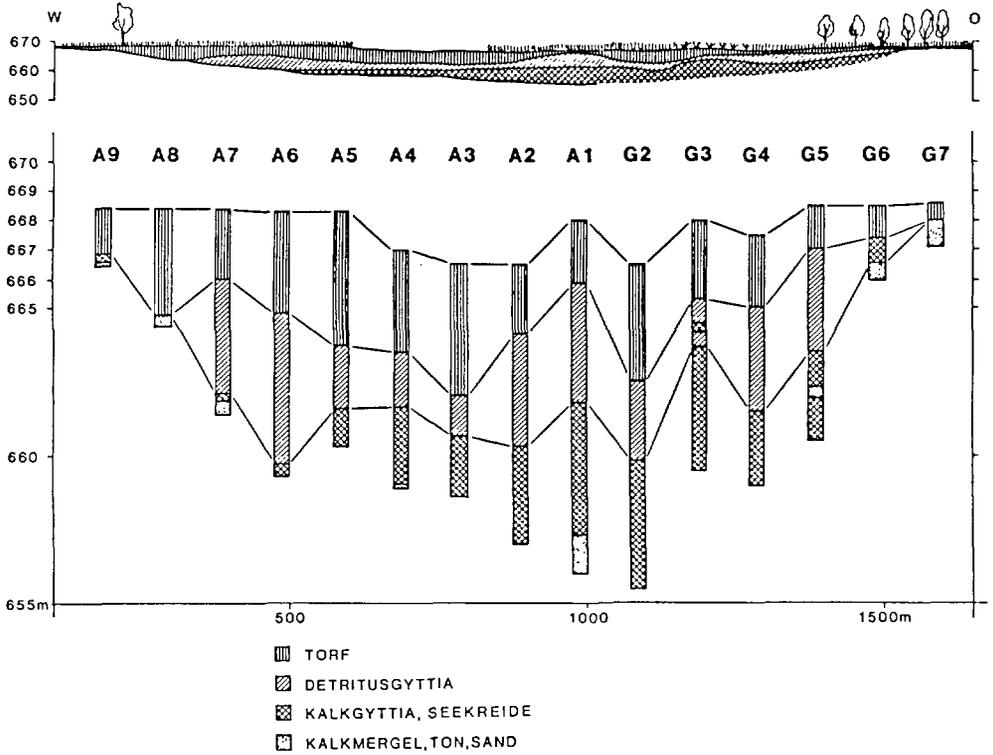


Abb. 4: Sedimentstratigraphie der Transekte A-G und B-F.

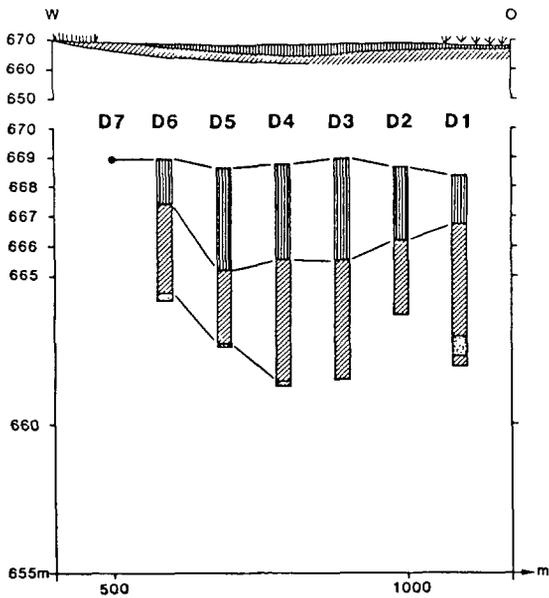
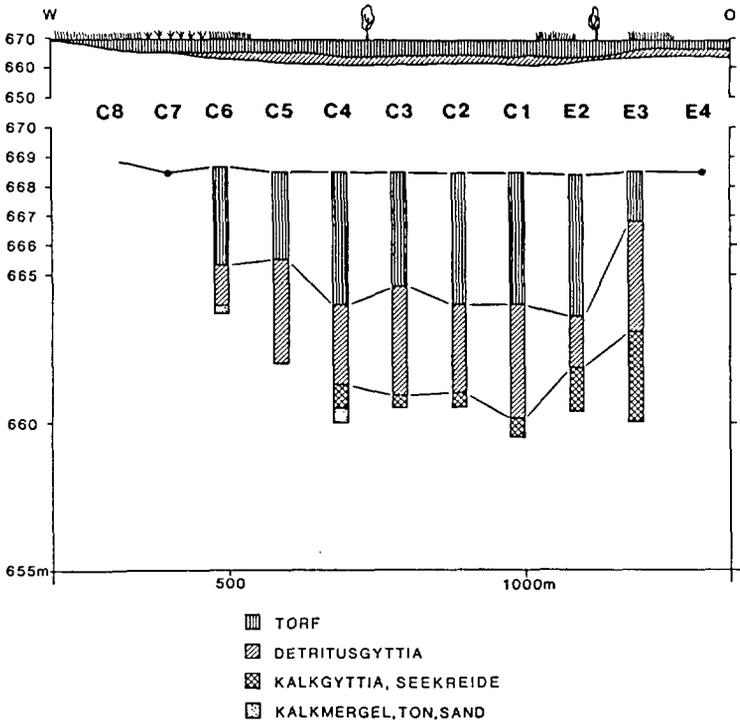


Abb. 5: Sedimentstratigraphie der Transekte C-E und D.

4.2. Pollenanalysen:

Charakterisierung der lokalen Pollenzonen:

Anhand der Relativ- und Absolutdiagramme werden folgende zwölf lokale Pollenzonen (PZ) unterschieden:

PZ 1: Artemisia-Cyperaceen-Poaceen-Abschnitt

Vorkommen: B1 1420 - 1280 cm

Vegetation: Die hohen Nichtbaumpollen-Werte (NBP-Werte) reichen bis über 80 %, wobei Cyperaceen, Poaceen und Apokraten (*Artemisia*, *Helianthemum*, *Chenopodiaceae*, *Thalictrum*) vorherrschen, *Ephedra* ist durchgehend vertreten. Unter den BP zeigt *Pinus* höhere Werte als *Betula*, übersteigt aber nie 10 %. Gegen Abschnittsende kreuzt *Betula* die Kurve von *Pinus*.

Obergrenze: Anstieg von *Hippophae*, *Juniperus* und *Salix*

Alter: Älteste Dryas

PZ 2: Juniperus-Salix-Abschnitt

Vorkommen: B1 1280 - 1121 cm; B5 839 - 801 cm

Vegetation: Die NBP dominieren weiterhin. Die Pioniersträucher erreichen Maximalwerte (*Juniperus* 48 %, *Hippophae* 5 %, *Salix* 11 %). Die Apokraten gehen leicht zurück, aber sind immer noch in Prozentwerten vertreten. *Betula* steigt allmählich an und gipfelt am Abschnittsende mit 27 %.

Obergrenze: *Pinus*-Anstieg

Alter: Älteste Dryas

PZ 3: Pinus-Betula-Abschnitt

Vorkommen: B1 1121 - 1020 cm; B5 801 - 750 cm; D3 850 - 760 cm

Vegetation: Die hohen BP-Werte setzen sich aus *Pinus* und *Betula* zusammen. Die NBP-Werte gehen zurück, weisen aber in der zweiten Hälfte des Abschnitts einen Gipfel auf.

Obergrenze: *Betula*-Gipfel

Alter: Bölling, Alleröd, Jüngere Dryas, Präboreal p.p.

PZ 4: Corylus-EMW-Abschnitt

Vorkommen: A3 840 - 830 cm; B1 1020 - 930 cm; B5 750 - 720 cm; D3 760 - 693 cm

Vegetation: *Pinus* und *Betula* nehmen rasch ab. Die EMW-Arten steigen dagegen an. *Corylus* erreicht Maximalwerte. Die NBP (vor allem *Poaceae* und heliophile Arten) gehen weiter zurück.

Obergrenze: Kreuzung der Kurven von *Picea* und *Pinus*

Alter: Präboreal p.p., Boreal p.p.

PZ 5: Picea-reicher-EMW-Abschnitt

Vorkommen: A3 830 - 790 cm; B1 930 - 820 cm; B5 720 - 650 cm; D3 693 - 530 cm

Vegetation: *Corylus* fällt ab. Die EMW-Arten besitzen Maximalwerte. *Picea* steigt weiter stetig an. Die Wasserpflanzen treten in hohen Werten auf.

Obergrenze: Beginn der *Abies*- und/oder *Fagus*-Kurve

Alter: Boreal p.p., Atlantikum p.p.

PZ 6: EMW-reicher-Picea-Abschnitt

Vorkommen: A3 790 - 700 cm; B1 820 - 650 cm; B5 650 - 470 cm; D3 530 - 400 cm

Vegetation: *Picea* dominiert unter den Baumarten. Die Werte von *Abies* und *Fagus* steigen. Daneben haben auch die EMW-Arten hohe Werte. *Fraxinus* nimmt noch zu; *Ulmus* besitzt eine abnehmende Tendenz. Die NBP-Werte sind gering.

Obergrenze: *Abies* übersteigt 10 % und *Ulmus* fällt unter 10 %

Alter: Atlantikum p.p.

PZ 7: Picea-Fagus-Abies-Abschnitt

Vorkommen: A3 700 - 600 cm; B1 650 - 580 cm; B5 470 - 410 cm; D3 400 - 340 cm; F4 1110 - 990 cm

Vegetation: *Picea* dominiert. Daneben besitzen *Abies* und *Fagus* hohe Werte. Vermehrt treten heliophile Arten auf. Die EMW-Arten fallen stark ab.

Obergrenze: Anstieg von *Fagus*, *Fraxinus* fällt unter 5 %

Alter: Subboreal p.p.

PZ 8: Abies-Fagus-Picea-Abschnitt

Vorkommen: A3 600 - 510 cm; B1 580 - 440 cm; B5 410 - 370 cm; D3 340 - 280 cm; F4 990 - 810 cm

Vegetation: *Abies*, *Fagus* und *Picea* besitzen nahezu gleiche Werte und sind dominierend unter den BP.

Obergrenze: *Fagus* übertrifft die Werte von *Picea*

Alter: Subboreal p.p.

PZ 9: Fagus-Abschnitt

Vorkommen: A3 510 - 260 cm; B1 440 - 300 cm; B5 370 - 260 cm; D3 280 - 170 cm; F4 810 - 570 cm

Vegetation: Hohe Werte von *Abies*, *Fagus* und *Picea*, wobei jetzt *Fagus* dominiert, sind kennzeichnend. Unter den NBP treten *Artemisia* und *Urticaceae* hervor. Der Siedlungszeiger *Plantago lanceolata* weist eine durchgehende Pollenkurve auf.

Obergrenze: Anstieg von *Pinus* und *Betula*

Alter: Subboreal p.p.

PZ 10: Betula-, Carpinus-, Ulmus-reicher Fagus-Abschnitt

Vorkommen: A3 260 - 100 cm; B1 300 - 180 cm; B5 260 - 140 cm; D3 170 - 70 cm; F4 570 - 300 cm

Vegetation: *Fagus* dominiert. *Abies* ist mit gleichbleibenden Werten vertreten. *Picea*, *Pinus* und *Betula* steigen leicht an. Unter den EMW-Arten besitzen *Carpinus* und *Ulmus* verhältnismäßig hohe Werte. Die NBP sind zu Beginn noch stärker vertreten, gehen aber gegen Ende der PZ durch ein Minimum.

Obergrenze: NBP-Anstieg

Alter: Subatlantikum p.p.

PZ 11: Fagus-reicher-NBP-Abschnitt

Vorkommen: A3 100 - 60 cm; B1 180 - 90 cm; B5 140 - 80 cm; D3 70 - 10 cm; F4 300 - 140 cm

Vegetation: Die NBP dominieren. Die Poaceen nehmen deutlich zu. Siedlungszeiger und Kulturzeiger treten in Prozentwerten auf. Alle BP bis auf *Pinus* gehen zurück. *Fagus* dominiert noch unter den BP. Relativ hohe Werte haben *Quercus* und *Juniperus*.

Obergrenze: *Picea* übertrifft die Werte von *Fagus*

Alter: Subatlantikum p.p.

PZ 12: Picea-reicher NBP-Abschnitt

Vorkommen: A3 60 - 0 cm; B1 90 - 10 cm; B5 80 - 10 cm; D3 10 - 0 cm; F4 140 - 0 cm

Vegetation: Die NBP dominieren weiterhin. Die Poaceen nehmen ebenso wie die heliophilen Arten und die Siedlungszeiger weiter zu. Die Kulturzeiger fallen leicht ab. Unter den BP herrschen jetzt *Pinus* und *Picea* vor.

Alter: Subatlantikum p.p.

4.3. Sauerstoffisotopenanalysen:

Bei der organogenen Bildung von Kalziumkarbonat (Seekreide) im Süßwasser werden neben ^{16}O - auch ^{18}O -Isotope eingebaut. Das Verhältnis dieser beiden Isotope im Karbonat ist temperaturabhängig. Auf diese Weise speichern biogene Süßwasserkarbonate Klimainformationen aus der Zeit ihrer Fällung.

Schwankungen des $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ -Verhältnisses ($\delta^{18}\text{O}$) im zeitlichen Verlauf hängen mit dem großräumigen Klimageschehen zusammen. Ausführlichere Erörterungen über das Zustandekommen des $\delta^{18}\text{O}$ in Süßwasserkarbonaten und dessen Zusammenhänge mit Temperatur und Klima finden sich bei EICHER (1979), sowie SIEGENTHALER & EICHER (1986).

Die Sauerstoffisotopenbestimmung an spät- und postglazialen Süßwasserkarbonaten aus den West- und Zentralalpen weisen charakteristische zeitliche Variationen auf, die mit großräumigen Klimaschwankungen in Verbindung gebracht werden (EICHER & SIEGENTHALER, 1976; EICHER, SIEGENTHALER & WEGMÜLLER, 1981; EICHER, 1987). Aus dem Ostalpenraum steht ein eindeutiger Nachweis der festgestellten Isotopenvariationen noch aus. Erste Untersuchungen von EICHER (1979) und WAHLMÜLLER (1985a) liefern keine eindeutigen Ergebnisse, da die Auswertung durch den geringen biogenen Karbonatgehalt der untersuchten Sedimente nur erschwert möglich ist.

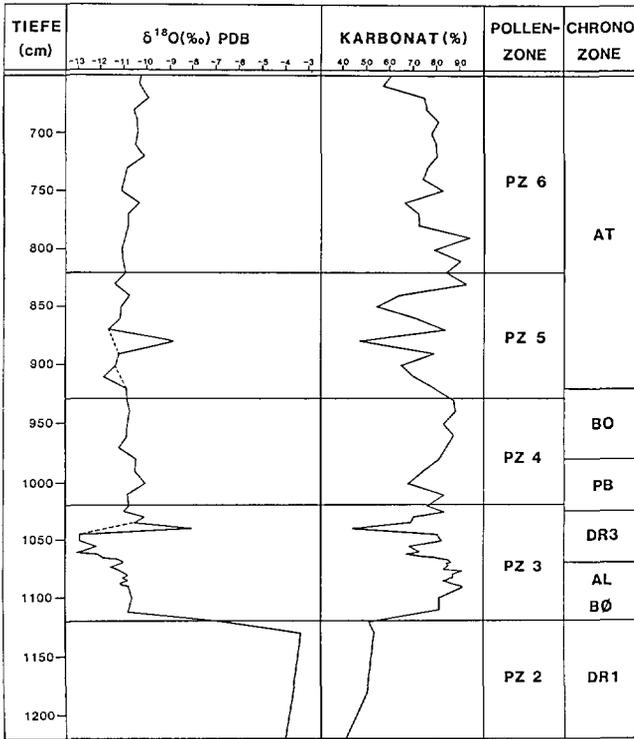


Abb. 6: Sauerstoffisotopen- und Karbonatanalysen

Aus der Schwemm ist in B1 ein Sedimentkern geborgen worden, der ab dem Bölling reine Seekreide aufweist. Die Isotopenmessungen dieses Kernes liefern erstmals eindeutige Ergebnisse für die Ostalpen:

Während der PZ 2 sind die gering negativen Werte der Sauerstoffisotopenkurve (Abb. 6) durch Einschwemmungen von allochthonem Karbonat bedingt und daher klimatisch nicht auswertbar. Auch die Karbonatwerte (Abb. 6) von ca. 50 % sprechen für eine geringe biogene Karbonatfällung im Gewässer. Mit dem Sedimentwechsel von Seeton zu Seekreide an der Grenze PZ 2/PZ 3 fallen die Sauerstoffisotopenwerte auf stark negative Werte ab und die Karbonatkurve steigt auf über 80 %.

In der ersten Hälfte von PZ 3 sinken die Sauerstoffisotopenwerte langsam von $-10,7\text{‰}$ auf $-10,8\text{‰}$ ab. In 1073,5 cm Tiefe erfolgt kurzfristig ein Werteabfall auf $-11,5\text{‰}$, aber im Anschluß daran steigt die Kurve auf -11‰ an. Plötzlich fällt die Kurve in 1068,5 cm Tiefe auf -13‰ ab und behält über die folgenden drei Tiefenstufen in etwa diesen Wert bei. Erst in 1040 cm Tiefe schnellen die Werte auf $-8,3\text{‰}$ an, gehen aber unmittelbar darauf auf $-10,6\text{‰}$ zurück. Während der PZ 4 verläuft die Sauerstoffkurve zwischen -11‰ und -10‰ . In der PZ 5 weist die Isotopenkurve von 920 - 870 cm Tiefe einen unregelmäßigen Verlauf auf. Zunächst fallen die Werte auf $-11,9\text{‰}$ und steigen anschließend auf $-8,9\text{‰}$. Diese Wertesprünge sind durch organogene Beimengungen in der Seekreide bedingt. Mit Beginn von PZ 6 treten keine auffälligen Werteschwankungen mehr auf und die Isotopenwerte steigen von ca. -11‰ auf -10‰ am Ende der PZ 6 an.

Sofort mit Beginn der biogenen Karbonatbildung in 1121 cm Tiefe steigt die Karbonatkurve auf über 80 % und schwankt bis 1065 cm Tiefe zwischen 80 und 90 %. In 1062 cm Tiefe sinkt die Kurve auf 67 % ab, geht aber anschließend wieder auf Werte von 82 %. In 1040 cm Tiefe besitzt die Karbonatkurve ein Minimum von 44 %, was eine Sedimentationsstörung anzeigt. Bis zum Ende der PZ 4 steigen die Karbonatwerte auf über 80 %. Auch die Karbonatkurve weist während der organogenen Beimengungen in der Seekreide (920 - 825 cm) deutliche Wertesprünge auf. Mit dem Sedimentwechsel in 825 cm Tiefe verringern sich die Wertesprünge, doch deutet der weitere unregelmäßige Verlauf der Karbonatkurve auf wechselnde hydrologische Bedingungen hin.

Die Interpretation der einzelnen Werte erfolgt in Verbindung mit der Vegetationsentwicklung.

4.4. Vegetationsentwicklung:

Die Vegetationsentwicklung wird in erster Linie anhand des zentralen Profils B1, das die ältesten erbohrten Straten umfaßt, besprochen. Zum Vergleich und zur Klärung von Detailproblemen werden die Profile A3, B5, D3 und F4 aus dem randlichen Bereich herangezogen.

Die Sukzession beginnt mit einer waldfreien *Artemisia-Cyperaceae-Poaceae*-Gesellschaft (PZ 1), die der ausgeglichenen Dauerphase der Ältesten Dryas (WELTEN, 1972) zugeordnet werden kann. Neben den Apokraten (*Artemisia*, *Caryophyllaceae*, *Chenopodiaceae*, *Cichoriaceae*, *Helianthemum*, *Poaceae*, *Thalictrum*, *Senecio*-T.) tritt in dieser Kältesteppegesellschaft reichlich *Ephedra*, sowohl vom *altissima*- als auch vom *distachia*-Typ auf. Von den Pioniersträuchern kommen *Juniperus* und *Salix* vereinzelt vor.

Die BP-Kurve in PZ 1 bewegt sich zwischen 10 und 20 %, und wird ausschließlich von *Pinus* und *Betula* zusammengesetzt. Die Werte von *Pinus* stammen aus dem Fernflug und überwiegen noch gegenüber jenen von *Betula*. Diese steigen stetig an und dürften zum Großteil von lokalen *Betula nana*-Vorkommen stammen (I. BORTENSCHLAGER, 1976).

An diese Dauerphase schließt in der Ältesten Dryas eine ausgeprägte Strauchphase (PZ 2) mit *Betula nana*, *Hippophae*, *Juniperus* und *Salix* als Initialphase der Wiederbewaldung (S. BORTENSCHLAGER, 1984). Durch den zunehmenden Vegetationsschluß am Übergang zum *Juniperus-Salix*-Abschnitt gehen die Apokraten (*Artemisia*, *Caryophyllaceae*, *Chenopodiaceae*, *Helianthemum*), der *Saxifraga oppositifolia*-T. und die *Poaceae* in ihren Werten zurück. Das Absolutdiagramm verdeutlicht, daß die Veränderung nicht in so dramatischem Ausmaß erfolgt, wie es das Relativdiagramm wiedergibt. Die gleichmäßig steigenden Pollenfrequenzen der Pioniersträucher zeigen eine Ausbreitung der Sträucher *Hippophae*, *Juniperus*, *Salix* und *Betula* in der *Artemisia-Cyperaceae-Poaceae*-Gesellschaft an.

Unter den BP überwiegt jetzt der lokale Pollenflug von *Betula nana* gegenüber *Pinus* (I. BORTENSCHLAGER, 1976). Ab 1200 cm Tiefe steigen die Relativwerte von *Pinus* an. Auch in den Absolutwerten macht sich das Näherücken von *Pinus* in einer schwachen Erhöhung ihrer Pollenfrequenz bemerkbar. Die Strauchphase endet mit einem steilen *Pinus*-Anstieg, dem ein *Betula*-Maximum vorausgeht. Gemeinsam mit den Pollenfunden von *Populus*, *Epilobium* und *Viburnum* deutet dies auf eine Waldgrenzsituation hin.

Zugleich mit dem Sedimentwechsel von Seeton zu Seekreide breitet sich *Pinus* sprunghaft aus und leitet eine *Pinus-Betula*-Phase (PZ 3) ein. Dieser Abschnitt ist in keinem der spätglazialen Profile aus der Schwemm mächtig entwickelt, sodaß eine genauere Gliederung in Chronozonen u. a. auch aufgrund fehlender und nicht möglicher Radiokarbonaten unterbleiben muß. Die Wiederbewaldung am Beginn der PZ 3 führt zu einer Erhöhung der absoluten Pollenfrequenzen aller Pollentypen, wobei aber *Pinus* und *Betula* deutlich die höchste Steigerung erfahren. Aufgrund der bisher vorliegenden Daten aus Tirol ist die *Pinus*-Ausbreitung auch in der Schwemm mit 13.000 BP festgelegt (I. BORTENSCHLAGER, 1976; S. BORTENSCHLAGER, 1984; WAHLMÜLLER, 1985). *Pinus* steigt am Bölling-Beginn (PZ 3) nicht unmittelbar auf ihren Maximalwert an, sondern

weist in 1110 cm Tiefe einen Vorgipfel mit hohen NBP-Werten auf, was eine kurzfristige Ausbreitungsverzögerung andeutet.

Ab dem Bölling herrschen lichte *Pinus-Betula*-Wälder vor, in denen (oder an deren Obergrenze) noch *Hippophae* und *Juniperus* vorkommen. Mit den hohen Werten von *Pinus* (1090 - 1070 cm) nehmen auch die NBP ab. Vor allem die Apokraten verlieren relativ und absolut und lassen auf einen höheren Deckungsgrad der Wälder schließen. Diese Pollenspektren können dem Alleröd zugesprochen werden, sind aber vom Bölling nicht klar abzutrennen.

Der NBP-Gipfel in B1 in 1070 - 1040 cm Tiefe entspricht dem Stadal der Jüngeren Dryas. Der Tallage entsprechend zeichnet sich diese Klimaverschlechterung in den Profilen der Schwemm nur gering ab. In den randlichen Profilen B5 und D3 sind die Apokraten (*Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Cyperaceae*, *Thalictrum*) und der Pioniersträucher (*Juniperus*) leicht erhöht. Deutliche Anzeichen für einen Klimarückschlag finden sich im zentralen Profil B1, in dem neben den Kräutern auch die *Poaceae* zunehmen. Weiters fällt die Pollendichte in diesem Abschnitt auf die Hälfte ab. Die Gesamtsumme der BP liegt jedoch nie unter 75 %. Es ist daher anzunehmen, daß sich die Klimaverschlechterung der Jüngeren Dryas in den Tallagen nur in einer Auflichtung der Wälder (S. BORTENSCHLAGER, 1984) bzw. in einer Veränderung des Unterwuchses niederschlägt (RAUSCH, 1975).

Besser kann die Klimaverschlechterung der Jüngeren Dryas mit der Sauerstoffisotopenanalyse (Abb. 6) abgegrenzt werden. Die Isotopenkurve ist ab dem Bölling-Beginn (Anfang Seekreideablagerung) klimatisch auswertbar. Für die Älteste Dryas lassen die Werte bedingt durch die Einschwemmungen von allochthonem Karbonat keine Aussage zu. Im Einsetzen der biogenen Karbonatbildung ist dann eine Klimabesserung zu erkennen. Beachtlich sind die Isotopenwerte während des Bölling/Alleröd-Komplexes mit ca. $-10,8\text{‰}$, die damit in einer Größenordnung liegen, wie sie auch am Beginn des Postglazials vorkommen. Eine drastische Klimaverschlechterung zeigt die Sauerstoffisotopenkurve ab 1068,5 cm Tiefe an. Synchron mit den hohen NBP-Werten der Jüngeren Dryas in B1 fallen die Isotopenwerte auf -13‰ ab. Damit liegen zum ersten Mal aus dem Ostalpenraum eindeutige Ergebnisse vor, die die Klimaverschlechterung der Jüngeren Dryas mit der Sauerstoffisotopenmethode belegen.

Anschließend verzeichnet die Sauerstoffisotopenkurve in 1040 cm Tiefe einen markanten Anstieg auf Werte von $-8,3\text{‰}$. Der Wertesprung von $4,8\text{‰}$ gibt die Intensität der Temperaturerhöhung bedingt durch allochtone Karbonateinschwemmungen stark überhöht wieder. Aus dem Pollendiagramm geht hervor, daß sich mit der Wiedererwärmung *Pinus* und *Betula* weiter ausbreiten. Auf ein *Pinus non-cembra*-Maximum in 1050 cm folgt in 1040 cm Tiefe ein Maximum von *Pinus cembra*. *Betula* ist nun in den Wäldern stärker vertreten als am Beginn der Wiederbewaldung im Bölling, was auch im Absolutdiagramm zum Ausdruck kommt. Durch den dichteren Schluß der Vegetation verlieren die Apokraten rasch an Bedeutung.

Gleichzeitig mit dem *Pinus cembra*-Gipfel kündigen sich mit Beginn ihrer durchgehenden Pollenkurven die EMW-Arten (*Quercus*, *Tilia*, *Ulmus*) und *Corylus* an. Durch ein Radiokarbondatum aus B5 ist die Klimabesserung mit 10.370 ± 80 BP fixiert.

Bis in die Mitte des Präboreals bleiben *Pinus* und *Betula* die vorherrschenden Waldbäume im Gebiet. Dies bedeutet, daß die in den Isotopenmessungen nachgewiesene Klimabesserung um 10.300 BP sich also nicht unmittelbar in einer Vegetationsänderung niederschlägt, sondern bedingt durch die Rückwanderung der einzelnen Baumarten erst im Präboreal zum Tragen kommt.

Das *Betula*-Maximum an der Grenze PZ 3/PZ 4 stellt eine wichtige Zeitmarke dar und ist basierend auf zwei Radiokarbonaten aus dem benachbarten Miesberg Moor und aus Giering bei Kitzbühel (I. BORTENSCHLAGER, 1976) mit 9.500 BP festgesetzt. Zu dieser Zeit wandern *Corylus*, die EMW-Arten (*Tilia*, *Ulmus*) und *Picea* ein. Ihre Ausbreitung am Beginn der PZ 4 wirkt sich einschneidend auf die Vegetation aus. *Tilia* und *Ulmus* breiten sich sofort aus, gefolgt von *Corylus*, *Quercus* und *Picea*. Mehr und mehr drängen diese Arten die *Pinus-Betula*-Wälder auf Son-

derstandorte und in höhere Lagen ab. Am Ende des Präboreals wird die Vegetation bereits von *Corylus* und den EMW-Arten dominiert.

Im Laufe des Boreals vergrößern die EMW-Arten und *Picea*, die bereits den Laubmischwäldern beigemischt ist (I. BORTENSCHLAGER, 1976), ihre Areale. Die Mischwälder dieser Zeit setzen sich hauptsächlich aus *Quercus*, *Tilia* und *Ulmus* zusammen. Neu treten von den EMW-Arten *Acer* und *Fraxinus* auf. *Corylus* verliert mit Beginn der PZ 6 an Prozentwerten, nachdem die Absolutwerte seit dem Maximum im Präboreal abnehmen.

Gegen Ende des Boreals und im Atlantikum nimmt der Anteil von *Ulmus* und *Fraxinus* in den Wäldern zu, in denen auch *Acer* stärker vertreten ist. Mit dem Anstieg von *Picea* im mittleren Atlantikum beginnt der Abfall von *Ulmus*, was sowohl in den Relativ- als auch in den Absolutdiagrammen zu verfolgen ist. *Picea* scheint nun gegenüber den EMW-Arten konkurrenzkräftiger zu sein und setzt sich in den montanen Wäldern mehr durch.

Im mittleren Atlantikum (Grenze PZ 5/PZ 6) ergeben sich Hinweise auf eine Veränderung der hydrologischen Verhältnisse. *Fraxinus* und *Picea*, deren Ausbreitung durch erhöhte Niederschläge begünstigt wird (FIRBAS, 1949), weisen hohe Werte auf. In der Schwemm gehen im zentralen Bereich zugleich mit einem Sedimentwechsel die Wasserpflanzen abrupt zurück (siehe Moorentwicklung). Auch die Einwanderung von *Abies* und *Fagus* am Beginn der PZ 6, sowie Pollenfunde von *Mercurialis* deuten auf feuchtere Bedingungen hin.

Begünstigt durch die erhöhte Feuchtigkeit erreicht *Picea* im jüngeren Atlantikum (PZ 6) ihre maximale Ausbreitung. Die höchsten *Picea*-Werte weist das Profil D3 mit 70 % auf, was zeigt, daß *Picea* neben ihrer Dominanz in den hochmontanen und subalpinen Lagen auch maßgeblich am Aufbau der montanen Laubmischwälder beteiligt ist.

Ab dem *Picea*-Maximum beginnen *Abies* und *Fagus* in die montanen Laubmischwälder einzuwandern, was zu einem weiteren Rückgang von *Tilia* und *Ulmus* führt. Die mesophilen Arten breiten sich aber nicht sofort aus. Die endgültige Abnahme der EMW-Arten erfolgt erst um 5.200 BP mit der Ausbreitung von *Abies* und *Fagus* in den montanen *Picea*-Mischwäldern.

Am Beginn des Subboreals (PZ 7) entsteht unter steigender Beteiligung von *Abies* und *Fagus* in den *Picea*-Mischwäldern der montane Bergmischwald. Die Verdrängung der EMW-Arten durch *Abies* und *Fagus* setzt sich in diesem Abschnitt fort, wobei nun auch *Fraxinus* und *Quercus* stärker betroffen sind.

In der Ausbreitung weisen *Abies* und *Fagus* in den Profilen aus der Schwemm Unterschiede auf. Die Profile B5 und D3 vom Nordrand des Moores sind überwiegend durch den Pollenniederschlag der lokalen Vegetation an den Südhängen geprägt. Dort besitzt *Abies* gegenüber *Fagus* eine Überlegenheit, die auf die nadelholzfördernde Gesteinsunterlage (Kössener Schichten, Aptychenkalke) und erhöhte Konkurrenzkraft von *Abies* in den montanen Hanglagen zurückzuführen ist (MAYER, 1963; 1966). Im Profil A3 – nur 50 m vom Südrand der Schwemm erbohrt – ist der Vorteil von *Abies* aufgehoben und *Fagus* übertrifft sogar die Werte von *Abies*. Hier zeigt sich die Begünstigung von *Fagus* an den Nordhängen des Miesberges auf Konglomerat und Hauptdolomit.

Ab 4.300 BP (PZ 8) kann *Fagus* ihr Areal in den montanen Wäldern vergrößern. Wie aus dem steilen *Fagus*-Anstieg in der PZ 8 der Diagramme B5 und D3 hervorgeht, beginnt sich *Fagus* nun auch an den Südhängen, wo zuvor *Abies* und *Picea* vorherrschten, durchzusetzen. Unter den BP dominieren in PZ 8 *Abies*, *Fagus* und *Picea*, wobei deren Kurven in den einzelnen Diagrammen – bedingt durch die lokale Entwicklung am Moor – starken Schwankungen unterliegen.

Ab ca. 3.800 BP (PZ 9) wird dann *Fagus* unter den Bergmischwaldarten zur dominanten Baumart. Eine durchgehende Kurve der Siedlungszeiger (*Plantago lanceolata*) und die Zunahme nitrophiler Arten (*Artemisia*, *Chenopodiaceae*) weist auf einen beginnenden anthropogenen Eingriff hin. Nach den Werten von *Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Plantago lanceolata*, *P. major/mediat.*, *Pteridium*, *Rumex* und *Urticaceae* wird auf eine extensive Waldweidenutzung geschlossen

(BEHRE, 1981). Einzelfunde von Cerealia-Pollenkörnern geben Hinweis auf Ackerbau im Gebiet.

Die erste Siedlung in unmittelbarer Nähe zum Moor zeichnet sich am Ende des Subboreals im Profil A3 am Südrand der Schwemm ab. Die Rodungen sind in den Einbrüchen der Kurven von *Abies* und *Picea* in 395 cm Tiefe erkennbar. Gleichzeitig besitzt *Fagus* Höchstwerte. In 380 cm Tiefe fällt auch die Kurve von *Fagus* gemeinsam mit *Abies* und *Picea* auf Minimalwerte ab. Eine Tiefenstufe höher treten neben den Siedlungszeigern (*Plantago lanceolata*, *Rumex*, *Urticaceae*) auch verstärkt Kulturzeiger (*Castanea*, Cerealia-T., *Humulus/Cannabis*-T., *Juglans*, *Secale*) auf. Der durch den Kahlschlag erhöhte Oberflächenabfluß führt zu Erosion, die sich in drei millimeterdünnen Tonschichten in 369 - 360 cm Tiefe im *Cyperaceae*-Radizellentorf von A3 abbildet.

Nach dem Kurvenverlauf der Bergmischwandarten erfolgt die Schlägerung im Abieti-Fageum selektiv. Zunächst werden die Nadelhölzer *Abies* und *Picea* gefällt, was im Relativdiagramm in 395 cm Tiefe zur Abnahme dieser Arten führt. Im Absolutdiagramm wirkt sich diese selektive Rodung gegenteilig aus. Durch das Freistellen einzelner Bäume auf der Lichtung und am Rand erhöht sich deren Blühfähigkeit und damit auch die absolute Pollenfrequenz (TROELLS-SMITH, 1954; HYVÄRINEN, 1975; AABY, 1986). Die höchste Steigerung erfahren die Werte von *Fagus*, die erst im nächsten Schritt der Rodungsphase (380 cm Tiefe) abgeholzt wird. Im Anschluß an diese Siedlungsphase nehmen die Siedlungs- und Kulturzeiger in den Diagrammen ab.

Eine Intensivierung der menschlichen Tätigkeit im Gebiet wird mit Beginn des Subatlantikums (PZ 10) durch einen Ulmenabfall, durch steigende Werte der Siedlungszeiger und durch den Beginn einer durchgehenden Cerealia-Kurve in B5 verzeichnet. Die Zunahme der nitrophilen Zeigerpflanzen (*Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Urticaceae*), von *Juniperus* und *Pteridium* ist auf eine Intensivierung der Waldweide zurückzuführen. Durch die verstärkte Erschließung der montanen Wälder breiten sich erneut die lichtliebenden Hölzer *Betula*, *Carpinus* und *Pinus* aus. Gegen Ende der PZ 10 gehen in allen Diagrammen die NBP, besonders die Siedlungszeiger, zurück. In den gelichteten Wäldern erreicht *Carpinus* ihre Höchstwerte im Postglazial. Durch den Rückgang des menschlichen Eingriffs kommen neben *Carpinus*, *Betula* und *Pinus* auch *Fraxinus*, *Ulmus*, sowie *Abies*, *Fagus* und *Picea* erneut auf.

Eine Divergenz in der Vegetationsentwicklung am Beginn des Subatlantikums ergibt sich aus dem Diagramm F4. In der PZ 10 von F4 fallen die Kurven von *Abies*, *Fagus* und *Picea* sofort zu Beginn ab und die *Poaceae* steigen an. Im Sediment ist in 560 cm Tiefe eine Holzkohlenschicht nachgewiesen. Nach den Einbrüchen in den BP-Kurven überwiegt *Picea* unter den Bergmischwandarten. Auffallend ist, daß trotz der Hinweise auf eine Rodung kaum Siedlungs- und Kulturzeiger auftreten. Dies dürfte durch die lokale Entwicklung am Moor bedingt sein. Die hohen Werte der *Poaceae* stammen zum größten Teil vom lokalen *Phragmites*-Vorkommen, das durch Makrofossilfunde belegt ist. Gleichzeitig steigen die *Cyperaceae* und *Dryopteris* an. Es ist anzunehmen, daß Siedlungs- und Kulturzeiger durch die hohe lokale Pollenproduktion im Pollenspektrum überdeckt sind. Eine zeitliche Stellung dieser Rodungsphase ist ohne dem noch ausstehenden Radiokarbondatum schwierig, da eine pollenstratigraphische Parallelisierung nicht eindeutig möglich ist. Aufgrund des Sedimentwechsels und dem unterschiedlichen NBP-Spektrum an der Grenze PZ 9/PZ 10 kann eine Sedimentationsstörung in F4 nicht ausgeschlossen werden.

Die intensive landwirtschaftliche Erschließung des Gebietes beginnt um 1.100 BP (PZ 11). Zunächst werden die Laubmischwälder in den Tallagen gerodet, wobei *Abies*, *Fagus* und *Picea* stark abnehmen. Trotz fallender Werte dominiert unter den Bergmischwaldarten noch *Fagus*, aber im stetigen Anstieg der *Picea*-Werte ist ihre Begünstigung mit zunehmender Erschließung der montanen Hangwälder erkennbar. Die EMW-Arten (*Acer*, *Fraxinus*, *Tilia*, *Ulmus*) sind nur noch in Spuren vorhanden. An den felsigen Steilhängen des Miesberges findet *Taxus* günstige Standorte vor und breitet sich dort aus. In den einzelnen Diagrammen der Schwemm zeigt *Taxus* eine streng

lokale Pollenverteilung. So ist dieser Pollen im Profil A3 mit 10% vertreten, während 300 m nördlich in D3 kein einziges Pollenkorn von *Taxus* nachgewiesen worden ist.

Unter den NBP nehmen, abgesehen von den *Poaceae*, vor allem die heliophilen Kräuter, die Siedlungs- und die Kulturzeiger zu. Gemeinsam mit dem Anstieg der Cerealia treten vermehrt *Brassicaceae*, *Chenopodiaceae*, *Caryophyllaceae*, *Plantago major/media*-T., *Rumex* und *Urtica* auf, die charakteristisch für Sommergetreide sind. Neben Sommergetreide wird *Secale* als Wintergetreide angepflanzt, worauf Pollenfunde von *Centaurea cyanus*, *Spergula arvensis* zusammen mit *Secale* hinweisen (BEHRE, 1976, 1981).

Die Zunahme der heliophilen Kräuter und der Siedlungszeiger machen darauf aufmerksam, daß neben dem Ackerbau die Viehzucht eine wichtige Rolle gespielt hat. Das Vorkommen von *Achillea*-T., *Apiaceae*, *Brassicaceae*, *Campanula*, *Centaurea jacea*-T., *Cichoriaceae*, *Lotus*, *Plantago lanceolata*, *Ranunculaceae*, *Rumex*, *Senecio*-T., *Succisa*, *Trifolium* und *Vicia*-T. in dieser Siedlungsphase deutet auf ausgedehnte Wiesen und Weiden in unmittelbarer Nähe hin.

Gegen Ende der PZ 11 kündigt sich die letzte Umformung in den Wäldern an. Während in den randlichen Profilen gleichbleibende Werte der Siedlungs- und Kulturzeiger eine kontinuierliche Siedlungstätigkeit in den Tallagen dokumentieren, steigen im zentralen Profil die BP nach dem *Poaceae*-Gipfel erneut an. Neben *Corylus* nimmt vor allem *Picea* unter den Bergmischwaldarten zu. Da sich *Picea* überwiegend im regionalen Pollenniederschlag von B1 manifestiert, wird angenommen, daß die Arealausbreitung von *Picea* in höheren Lagen erfolgt.

Die endgültige Umformung der Wälder wird mit dem neuzeitlichen Landesausbau vollzogen. Während der PZ 12 nehmen unter den BP *Pinus* und *Picea* der auch in den randlichen Profilen zu. Im montanen Bergmischwald wird *Picea* zur dominanten Baumart. Von den EMW-Arten treten erneut *Acer*, *Fraxinus* und *Ulmus* in Prozentwerten hervor. Die Poaceen erreichen in dieser PZ ihre Maximalwerte, ebenso wie heliophile Kräuter, *Plantago lanceolata*, *Rumex* und *Urticaceae*, während die Kulturzeiger eine rückläufige Tendenz aufweisen. Dies geht mit der Intensivierung der Viehzucht in jüngerer Zeit einher.

4.5. Moorentwicklung:

Am Beginn des Atlantikums (PZ 5) ist die Verlandung der Schwemm so weit fortgeschritten, daß sich im zentralen Bereich Grobdetritus in der Seekreide abgelagert. In den randlichen Bereichen bildet sich bereits Radizellentorf. Die offene Wasserfläche wird im Zentrum von einem Schwimmblattgürtel mit *Myriophyllum spicatum/verticillatum*-T., *Nymphaea* und *Potamogeton* eingenommen; im westlichen Bereich (B5) überwiegt *Nymphaea*. Am Nordrand der Schwemm (D3) ist mit den hohen *Alnus*- und *Cyperaceae*-Werten bereits ein Erlenbruch dokumentiert.

Schlagartig ändern sich an der Grenze PZ 5/PZ 6 die hydrologischen Bedingungen in der Schwemm. Am deutlichsten ist die Veränderung im zentralen Profil B1 sichtbar, wo gleichzeitig mit dem Sedimentwechsel von detritusreicher Seekreide zu reiner Seekreide die Limnophyten bis auf *Potamogeton* plötzlich verschwinden. In den Sedimentsondierungen wird in diesem Zeitraum im Randbereich des Moores eine bis zu 70 cm mächtige Toneinschwemmung als Zeichen erhöhter Erosionstätigkeit festgestellt. Bei der Einschwemmung handelt es sich um feinste aus der Grundmoräne ausgewaschene Tonteilchen (Tabelle 2). Der ursprünglich sicher vorhandene Karbonatanteil ist durch die Huminsäuren der Moorwässer herausgelöst. Die scharfe Abgrenzung der Tonlagen gegenüber liegendem und hangendem Sediment sprechen für eine rasche Ablagerung in einem relativ kurzem Zeitraum.

Die Änderung in den hydrologischen Bedingungen wird durch die Isotopenmessungen und Karbonatanalysen (Abb. 6) bestätigt. Die Wertesprünge beider Kurven in PZ 5 sind durch die organogenen Einlagerungen im Sediment bedingt. Ab dem Sedimentwechsel in 820 cm Tiefe (Grenze PZ 5/PZ 6) zeigt die Isotopenkurve mit Werten zwischen -11‰ und -10‰ einen gleichmäßi-

Tabelle 2: Mineralbestand der Toneinschwemmungen in PZ 6.

Quarz	22 %	Illit-Glimmer	36 %
Feldspat	1 %	Chlorit	11 %
Montmorillonit	28 %	Kaolinit	2 %

gen Verlauf. Die Karbonatwerte hingegen schwanken ab dem Beginn der PZ 6 zwischen 60 und 80 %, was die wechselnden hydrologischen Bedingungen zum Ausdruck bringt.

Erst während der PZ 7 bildet sich im zentralen Becken mit *Myriophyllum spicatum* / *verticillatum*-T., *Nymphaea* und *Potamogeton* neuerlich ein Schwimmblattgürtel aus, dem Spitzenwerte von *Alnus*, *Cyperaceae*, *Dryopteris*, *Frangula alnus* und *Poaceae* in PZ 8 folgen. Gleichzeitig wechselt das Sediment von Seekreide über Fein- und Grobdetritus zu Radizellentorf, und damit erreicht die Verlandung im westlichen Moorbereich im frühen Subboreal ihren Abschluß. Für den östlichen Teil dokumentieren Kalkgyttiaablagerungen eine noch offene Wasserfläche. Die endgültige Verlandung im östlichen Bereich beginnt an der Grenze PZ 9 / PZ 10 (Subatlantikum) mit Gipfeln von *Cyperaceae* und *Phragmites*, sowie einem Sedimentwechsel von Kalkgyttia zu Grobdetritusgyttia.

Mit Beginn der *Fagus*-Dominanz (PZ 9) stellen sich im westlichen Moorbereich ombrotrophe Bedingungen ein. Die *Cyperaceae* nehmen ab, während *Sphagnum* und die *Ericaceae* gute Wachstumsbedingungen vorfinden, sodaß sie in den Diagrammen Spitzenwerte erreichen. Die leicht steigenden *Pinus*-Werte lassen auf ein erstes Vorkommen von *Pinus* auf dem Moor schließen, die sich im Laufe der PZ 10 (Subatlantikum) weiter ausbreitet.

Durch menschlichen Eingriff verändert sich im jüngeren Subatlantikum erneut der Wasserhaushalt des Moores. Eine Wasserspiegelabsenkung führt zu einer verstärkten Verheidung der Moorfläche, wie der *Calluna*-Gipfel am Beginn der PZ 11 zeigt. Auf nackten Torfflächen im Süden der Schwemm (A3) kann sich *Lycopodium inundatum* ausbreiten. Der *Alnus*-Rückgang ist sicherlich größtenteils durch Schlägerung bedingt, jedoch dürfte der abgesunkene Wasserspiegel auch zu einer Dezimierung der *Alnus*-Bestände am Moorrand geführt haben. Durch die intensive landwirtschaftliche Nutzung der Wiesen am Rande der Schwemm kommt es zu einer Eutrophierung der Niedermoorbereiche, die die Ausbreitung der *Cyperaceae* begünstigt.

5. Diskussion:

Pollenstraten einer Pionierphase, wie sie bisher in Tirol einzig im Egelsee (WAHLMÜLLER, 1985a) festgestellt worden sind, fehlen in der Schwemm. Die tiefste Bohrung erfaßt erst Straten mit einer Kältesteppevegetation, die aus der ausgeglichenen Dauerphase der Älteren Dryas stammt (WELTEN, 1972). Die Älteste Dryas der Schwemm unterscheidet sich vor allem durch die relativ geringen *Artemisia*-Werte in der Kältesteppe und die hohen *Juniperus*-Werte in der Strauchphase im Vergleich zu den anderen Profilen aus dem Gebiet. Ähnliche *Juniperus*-reiche Strauchphasen sind aus dem Lanser See und Zotensenk (S. BORTENSCHLAGER, 1984a, b) im Inntal, sowie aus dem Kolber Moor (BEUG, 1976) und aus dem Schwarzen See (RAUSCH, 1975; SCHMEIDL, 1980) im Alpenvorland beschrieben. Im Lanser See ist der Anstieg von *Juniperus* auf 13.980 ± 240 BP datiert. Im Rosenheimer Becken breitet sich *Juniperus* nach einem Radiokarbondatum aus dem Kolber Moor um 13.120 ± 300 BP aus. Basierend auf diese Daten wird der Beginn der Strauchphase auch in der Schwemm um ca. 13.500 BP angenommen. Durch Extrapolation der Sedimentationsrate von PZ 2 läßt sich die Basis des Diagramms B1 auf 14.000 bzw. 14.500 BP abschätzen. Als Zeitangabe für das Walchsee-Stage ist diese Abschätzung ungeeignet, da die Bohrung in B1 die Schotter der Grundmoräne nicht erreicht hat.

Allotone Karbonateinschwemmungen im Sediment verhindern eine klimatische Interpretation der Sauerstoffisotopenkurve (Abb. 7) in der Ältesten Dryas, doch ist nach Isotopenmessungen aus dem Lanser See eine Klimabesserung am Beginn der initialen Strauchphase festzustellen

(EICHER, 1979). Ebenfalls nur indirekt am Sedimentwechsel zu Seekreide kann die Klimabesserung am Beginn des Böllings ermessen werden. Eindeutig wird dann das Stadal der Jüngerer Dryas in den Sauerstoffisotopenwerten aus der Schwemm erfaßt. Mit einem Werteabfall von 2‰ entspricht die Temperaturniedrigung in ihrem Ausmaß der vom Gerzensee aus den Westalpen (EICHER, 1979). Das Ende des Klimarückschlags ist auf 10.370 ± 90 BP datiert und stimmt mit Ergebnissen aus den Westalpen überein, wonach das Stadal der Jüngerer Dryas um 10.300 BP endet (WELTEN, 1972).

Die im Diagramm B1 im NBP-Gipfel deutlich dokumentierte Vegetationsveränderung der Jüngerer Dryas in den *Pinus-Betula*-Wäldern hat sich nach den Untersuchungen von S. BORTENSCHLAGER (1984a) nur in höheren Lagen ausgewirkt. Die Pollenanalysen aus hochalpinen und subalpinen Mooren zeigen, daß die Waldgrenze in der Jüngerer Dryas nur knapp unter 1500 m abgesunken ist. Dies findet sich auch im unterschiedlichen Pollenniederschlag in den Pollenspektren der Schwemm bestätigt. So wie in den meisten Profilen aus den Tallagen Tirols zeichnet sich die Jüngere Dryas auch in den randlichen Profilen der Schwemm (B5 und D3) nur in einer leichten Erhöhung der Apokraten ab. Im zentral gelegenen Profil hingegen bildet sich das Stadal in einem deutlichen NBP-Gipfel ab. Unmittelbar darauf folgt ein *Pinus cembra*-Maximum. Zwar sind auch in den Randprofilen gesteigerte *Pinus cembra*-Werte erkennbar, sie erreichen aber im Gegensatz zu den 10% in B1 nicht einmal 4%. In einem großen Sedimentationsbecken wie das der Schwemm ist es offensichtlich, daß sich in zentralen und peripheren Diagrammen die regionale und lokale Vegetationsentwicklung in einem unterschiedlichen Pollenniederschlag manifestiert. Während die Randprofile mehr durch die Pollenproduktion der lokalen Flora geprägt werden, kommt in zentralen Profilen der regionale Pollenniederschlag verstärkt zur Abbildung (JANSSEN, 1981; PRENTICE, 1985).

Die Karbonateinschwemmung am Ende der Klimaungunst fällt mit dem *Betula*-Anstieg zusammen. Augenscheinlich konnte sich *Betula* in den feuchten Niederungen bevorzugt ausbreiten, was sich in den meisten Profilen in Tirol in einer höheren Beteiligung von *Betula* abzeichnet. Eine erhöhte Erosion und der Sedimentwechsel zu limnischer Seekreide in den Randprofilen der Schwemm, sowie die Schwankungen in den Pollenkurven von *Cyperaceae* und *Sphagnum* im Profil Lutzenberg bei Kitzbühel (I. BORTENSCHLAGER, 1976) lassen regional erhöhte Niederschläge in der zweiten Hälfte der Jüngerer Dryas (Chronozone!) vermuten. Die stärker negativen Werte in der Sauerstoffisotopenkurve in 1025 - 1010 cm Tiefe deuten auf eine nachfolgende Temperaturabsenkung. Synchron tritt ein *Pinus*-Gipfel auf, der nur bedingt mit einer präborealen Klimaschwankung in Verbindung gebracht werden kann, auch wenn seine zeitliche Stellung eine Konnektierung mit der Schlatenschwankung (PATZELT & BORTENSCHLAGER, 1973) nahelegt. Doch dürfte sich die Temperaturabsenkung dieser Schwankung auf die Vegetation in den Tallagen kaum ausgewirkt haben.

Unmittelbar nach dem präborealen *Betula*-Gipfel breiten sich *Corylus*, die EMW-Arten und *Picea* aus. *Tilia* und *Ulmus* beginnen als erste ihr Areal auszuweiten, danach folgen *Quercus*, *Fraxinus* und *Acer*. Nach den bisher vorliegenden Radiokarbonaten aus dem Inntal und Alpenvorland zeichnet sich eine Einwanderung der EMW-Arten aus dem Süden über den Brenner-Paß ab. Die ersten Nachweise der EMW-Arten in Tirol finden sich im Profil Lanser See (S. BORTENSCHLAGER, 1984) um 10.200 BP. Anhand von sechs weiteren Radiokarbonaten aus dem Inntal (Lanser See I, II, Moor beim Krummsee, Lindenmoos; S. BORTENSCHLAGER, 1984) und aus dem Kitzbühler Raum (Giering, Lutzenberg, Miesberg; I. BORTENSCHLAGER, 1976) kann die Wanderung der wärmeliebenden Arten über den Brenner entlang des Inntales verfolgt werden. Im Alpenvorland, am Nordabfall der Chiemgauer Berge, ist die Ausbreitung der EMW-Arten anhand von drei Daten aus dem Stöttener Filz mit 9000 BP festgelegt (RAUSCH, 1975). Diese Altersangabe wird durch ein weiteres ^{14}C -Datum aus dem Trenkmoos (SCHMEIDL, 1977) für das Voralpengebiet bestätigt. Das frühe Einwandern der EMW-Arten ins Gebiet um den Lanser See ist nicht

verwunderlich, da bereits im Alleröd südlich des Brenners im Profil Sommersüß bei Brixen der EMW in Prozentwerten vertreten ist (SEIWALD, 1980), und im Bozner Raum die ersten EMW-Bestände nachgewiesen sind (SCHMIDT, 1975). Von diesen Standorten aus ist es leicht möglich, den Brennerpaß in relativ kurzer Zeit nach der Wiedererwärmung zu überwinden. Eine Begünstigung durch die Föhnlage, die noch heute ein maßgeblicher Klimafaktor für die Verbreitung wärme liebender Arten im Inntal darstellt, ist anzunehmen. Auch werden in Tirol in den vom Föhn beeinflussten Tälern die höchsten Werte der EMW-Arten festgestellt (ZOLLER, 1960).

Corylus wandert mit den EMW-Arten ein, aber breitet sich geringfügig später aus. Sie erreicht im Gebiet nie ihre optimale Entfaltung, wie Vergleiche mit den Profilen aus dem Voralpengebiet zeigen. Offensichtlich wird *Corylus* in ihrer Ausbreitung durch *Picea*, die zur gleichen Zeit aus dem Osten kommend einwandert, behindert (ZOLLER, 1960; MAYER, 1963). Anhand der Maximalwerte von *Corylus* und *Picea* an der Grenze Präboreal/Boreal in den bisher vorliegenden Profilen aus der näheren Umgebung des Untersuchungsgebietes (S. BORTENSCHLAGER, 1984a: Moor beim Krummsee, Lindenmoos, Lanser Moor I, Gerlos; I. BORTENSCHLAGER, 1976: Giering, Hasenmoos, Lutzenberg, Miesberg Moor); WAHLMÜLLER, 1985a: Egelsee, Kirchbichl; MAYER, 1966: Böckelweiher, Lattengebirge, Winkelmoos; RAUSCH, 1975: Bärn See, Schwarzer See, Stöttener Filz; SCHMEIDL, 1980: Schwarzer See) bevorzugt *Corylus* Hanglagen zwischen 500 und 1000 m. Nur für *Picea* zeichnen sich zwei Verbreitungsschwerpunkte ab. Sowohl in den montanen Lagen von 600 bis 800 m als auch ab der hochmontanen Stufe (1100 m) tritt *Picea* mit Werten über 20 % auf. Das montane Areal, wo *Picea* in den versumpften Tallagen den Bruchwäldern beigemischt ist (MAYER, 1963; SCHMEIDL, 1972), ist auf die Chiemgauer Alpen, den Kitzbühler Raum und das untere Inntal beschränkt. Von diesen Standorten aus kann *Picea* frühzeitig die Laubmischwälder unterwandern und hemmt eine weitere Ausdehnung von *Corylus* und der EMW-Arten (ZOLLER, 1960).

Ab dem Boreal beherrschen Laubmischwälder das Vegetationsbild. Während im Voralpengebiet *Tilia* und *Ulmus* in den montanen Laubwäldern vorherrschen (RAUSCH, 1975), unterscheiden sich die *Ulmus*-dominierten Mischwälder aus dem Untersuchungsgebiet durch die hohe Beteiligung von *Fraxinus* und *Picea*. Der starke Anteil dieser Arten im Waldaufbau kommt vor allem im Absolutdiagramm zum Ausdruck.

Im mittleren Atlantikum kommt es infolge einer Änderung im Wasserhaushalt zu Umformungen im Gebiet, die entscheidend für die Moor- und im weiteren für die Waldentwicklung sind. Die erhöhte Erosionstätigkeit, die sowohl in den Sedimentsondierungen als auch in den Karbonatanalysen nachgewiesen ist, führt zu einem Anwachsen des Schwemmkegels des Ramsbaches, der die Schwemm im Osten vom Walchsee abriegelt. Durch den Stau des Schotterkegels hebt sich der Wasserspiegel in der Schwemm. Die Folge ist die Verdrängung der Limmophyten aus dem zentralen Bereich und am Nordrand wird der Erlenbruch zurückgedrängt. An dessen Stelle breitet sich erneut *Phragmites* aus. Erst am Beginn des Subboreals ist die Verlandung in der Schwemm so weit fortgeschritten, daß sich im Profil B1 wieder eine Schwimmblattgesellschaft ausbildet. Allein von der Geomorphologie her ist es offensichtlich, daß der Walchsee nach dem Eisrückzug eine größere Ausdehnung hatte und auch das Sedimentationsbecken der Schwemm umfaßte (LEVY, 1922). Der Seespiegel muß aber bedingt durch den Moränenriegel im Osten bei Kranzach um 5 m höher gestanden sein als heute (655 m NN). Daraus errechnet sich eine Höhendifferenz von mindestens 4 m gegenüber der heutigen Mooroberfläche (664 m NN)! Diese Überhöhung kann nicht durch die Aufwölbung des Hochmoores erklärt werden, da die Mächtigkeit von *Sphagnum*-Torf in der Schwemm maximal 1,5 m beträgt. Einzig auf diese Fakten begründet muß die Schwemm im Postglazial durch den Schotterfächer des Ramsbaches aufgestaut worden sein.

Zwei Radiokarbonatdaten aus B5 von 6.450 ± 90 BP im 640 cm Tiefe und von 6.610 ± 140 BP in 550 cm Tiefe, die die Einwanderung der mesophilen Arten *Abies* und *Fagus* zeitlich festlegen, stellen dieses Ereignis an den Beginn einer Klimaschwankung, die von PATZELT & BORTEN-

SCHLAGER (1973) als Frosnitzschwankung beschrieben worden ist. In den Hochlagen wirkt sich diese Klimaschwankung in einer Waldgrenzabsenkung verbunden mit einem Gletscherhochstand aus. Eine Temperaturerniedrigung, wie sie für diese Zeit vermutet wird, kann in den Sauerstoffisotopenmessungen der Schwemm nicht bestätigt werden. Die Werte der Sauerstoffisotopenkurve von -10‰ bzw. -11‰ liegen in der gleichen Dimension, wie sie auch nach der Klimaschwankung auftreten. Während der gesamten Klimaschwankung weist die Isotopenkurve keine auffälligen Wertesprünge auf, was für gleichbleibende Temperaturverhältnisse in den Tallagen spricht. Aus den Toneinschwemmungen in der Schwemm und aus den Schwankungen der Karbonatkurve in der PZ 6 ist vielmehr auf hydrologische Veränderungen zu schließen, durch die diese Klimaschwankung geprägt wird.

Die erhöhte Feuchtigkeit im Gebiet während dieser Zeit ist nicht lokal auf die Schwemm beschränkt, sondern am gesamten Nordrand der Ostalpen zu verfolgen. Im Schwarzsee bei Kitzbühel kann SARNTHEIN (1948) im Atlantikum eine Seespiegelschwankung nachweisen. Im Inntal sind mächtige Murabgänge zwischen 7.000 und 6.000 BP die Folge von heftigen sommerlichen Starkniederschlägen (PATZELT, 1987), die im Alpenvorland an der Donau zwischen Ulm und Ingolstadt zu verstärkter Flußbettverlagerung führen. Zudem häufen sich im mittleren Atlantikum in diesem Flußabschnitt in den Schuttakkumulationen Funde von angeschwemmten Baumstämmen (BECKER, 1972). Im Salzkammgut machen sich die erhöhten Niederschläge in den Seen durch eine verstärkte minerogene Schüttung und teilweise in einer Transgression bemerkbar (SCHMIDT, 1979).

In den Wäldern beginnt sich durch die erhöhte Feuchtigkeit eine Umformung abzuzeichnen. Ab der Klimaänderung wird eine Verschiebung der Wettbewerbsfähigkeit unter den Baumarten zu Ungunsten der EMW-Arten festgestellt. In den Absolutdiagrammen kommt die sukzessive Abdrängung der EMW-Arten (*Tilia*, *Ulmus*) durch *Picea* – und anschließend zusätzlich durch *Abies* und *Fagus* – in deren Absolutwerten ab 6.500 BP deutlich zum Ausdruck. Erst ab ca. 5.200 BP mit der Ausbreitung von *Abies* und *Fagus* verstärkt sich der Rückgang der EMW-Arten, wobei nun auch *Fraxinus* betroffen wird. Hinweise auf einen anthropogen induzierten *Ulmus*-Abfall (IVERSEN, 1941, 1973) fehlen zu diesem Zeitpunkt in den Pollendiagrammen. So spricht die Dauer des Abfalls, der sich von 6.500 BP bis 5.200 BP hinzieht, ohne daß Siedlungs- oder Kulturzeiger verstärkt auftreten, gegen einen menschlichen Eingriff. Darüber hinaus zeigen alle EMW-Arten – auch *Fraxinus*, *Quercus* und *Tilia* – im gleichen Zeitraum in den Absolutwerten eine rückläufige Tendenz.

Da Bodenbildungen mit postglazialen Klimaschwankungen parallelisiert werden können (FURRER et al., 1977; MÜLLER, 1975, 1977; GAMPER, 1985; PATZELT, 1987; CASELDINE & MATTHEWS, 1987), dürften sich auch die während der Frosnitzschwankung veränderten Klimaparameter auf die Pedogenese ausgewirkt haben. Es ist höchst wahrscheinlich, daß die Zunahme der Feuchtigkeit (Niederschläge) zu Bodenverarmung und Versauerung geführt hat, wodurch *Picea* und die mesophilen Arten gegenüber den EMW-Arten begünstigt wurden. Der daraus folgende Abfall der EMW-Arten bis zur Grenze Atlantikum / Subboreal geht einher mit einer Vegetationsänderung, die sowohl durch klimatische als auch edaphische Faktoren induziert wird (HEITZ-WENIGER, 1976).

Der anthropogene Eingriff in den Wäldern ist ab der Bronzezeit (3.800 BP) nachgewiesen. Er besteht zunächst in einer Auflichtung der Wälder, die zur Viehweide extensiv genutzt wurden. Jedoch ist aufgrund der in B5 frühzeitig auftretenden Cerealia-Pollenkörner auch Ackerbau in der Umgebung anzunehmen. An der Grenze Subboreal / Subatlantikum ist die erste Siedlung in unmittelbarer Moornähe nachgewiesen, die gut mit der La-Tene-Zeit korrespondiert. Die intensive Nutzung der Landflächen beginnt erst mit der mittelalterlichen Siedlungsgründung, wobei die Moore vom Eingriff nicht verschont blieben. Wasserspiegelsenkungen in montanen Mooren am Beginn

des Mittelalters lassen sich im Gebiet mehrfach nachweisen (RAUSCH, 1975) und dienten offenbar zur Gewinnung von Weideflächen an den Ufersäumen.

Zusammenfassung: Anhand von Relativ- und Absolutdiagrammen fünf pollenanalytisch untersuchter Sedimentprofile aus dem Hochmoor Schwemm bei Walchsee (Tirol) wird die Vegetationsentwicklung diskutiert. Neben der Pollenanalyse wurden auch sedimentstratigraphische Untersuchungen, Sauerstoffsotopenmessungen und Radiokarbondatierungen vorgenommen.

Die Vegetationsentwicklung beginnt mit einer *Artemisia-Caperaceae-Poaceae*-Gesellschaft, der eine initiale Strauchphase mit *Hippophae*, *Juniperus* und *Salix* folgt. Die Wiederbewaldung durch *Pinus* um 13.000 BP leitet eine Phase mit *Pinus-Petula*-Wäldern ein, die bis 9.500 BP anhält. Dann breiten sich *Corylus*, EMW-Arten und *Picea* im Gebiet aus. Um 6.500 BP ändern sich durch eine Klimaschwankung (Frosnitschwankung) die hydrologischen Bedingungen. Durch die stärker ozeanischen Klimabedingungen wird *Picea* begünstigt und die mesophilen Baumarten wandern ein. *Abies* und *Fagus* breiten sich aber erst ab 5.200 BP aus und verdrängen die EMW-Arten endgültig. Ab diesem Zeitpunkt dominieren *Abies*, *Fagus* und *Picea* die montanen Wälder.

Anthropogene Eingriffe in die Vegetation werden ab 3.800 BP nachgewiesen. Die Aktivitäten beschränken sich zunächst auf eine Lichtung der Wälder, die eine extensive Waldweide erlaubt. Die erste Siedlung in unmittelbarer Nähe zum Moor tritt an der Grenze Subboreal/ Subatlantikum auf. Mit den mittelalterlichen Rodungen beginnt die Zerstörung der montanen Wälder.

Am Sedimentkern im zentralen Moorbereich wurden ergänzend Sauerstoffsotopenmessungen vorgenommen. Die Klimaverschlechterung der Jüngeren Dryas, die sich im zentralen Pollendiagramm in einem NBP-Gipfel klar abzeichnet, ist in der Sauerstoffsotopenkurve durch stark negative Werte zum ersten Mal für die Ostalpen eindeutig nachgewiesen. Für die Frosnitschwankung um 6.500 BP deuten die Sauerstoffsotopenwerte auf gleichbleibende Temperaturbedingungen hin, während der schwankende Verlauf der Karbonatkurve wechselnde hydrologische Bedingungen bescheinigt.

Dank: Herrn Univ.-Prof. Dr. S. Bortenschlager, unter dessen Leitung diese Arbeit am Institut für Botanik, Abteilung Palynologie, entstanden ist, gilt mein aufrichtiger Dank für die Hilfe bei der Geländearbeit und für zahlreiche Diskussionen. Allen meinen Studienkollegen, die mich bei den strapaziösen Bohraktionen unterstützt haben, sei herzlichst gedankt. Weiters gilt mein Dank Herrn Dr. H. Felber und Herrn Dr. E. Pak, Leiter des ¹⁴C-Labors am Institut für Radiochemie und Kernphysik in Wien für die Radiokarbondatierungen, Herrn Dr. U. Eicher vom Physikalischen Institut in Bern für die Sauerstoffsotopenmessungen, Frau Dr. H. Hilscher für die Bestimmung der zahlreichen subfossilen Hölzer, Herrn Dipl.-Ing. Dr. K. Hanke vom Institut für Geodäsie für die fachkundige Einmessung des Punktenetzes in der Schwemm, Herrn Univ.-Doz. Dr. W. Resch vom Institut für Geologie und Paläontologie für die mineralogische Untersuchung der Toneinschwemmung, Herrn Dr. P. Tallantire für die Hilfe bei sedimentstratigraphischen Analysen und für zahlreiche kritische Bemerkungen, Herrn Siegfried Tatzreiter für die Einführung in die Labortechniken und Herrn Andreas Schmid für die Unterstützung bei den Kernbohrungen. Zum Schluß danke ich Herrn Univ.-Prof. Dr. Ferdinand Steinhauser von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Kommission für hochalpine Forschungen, für die finanzielle Unterstützung dieser Untersuchung.

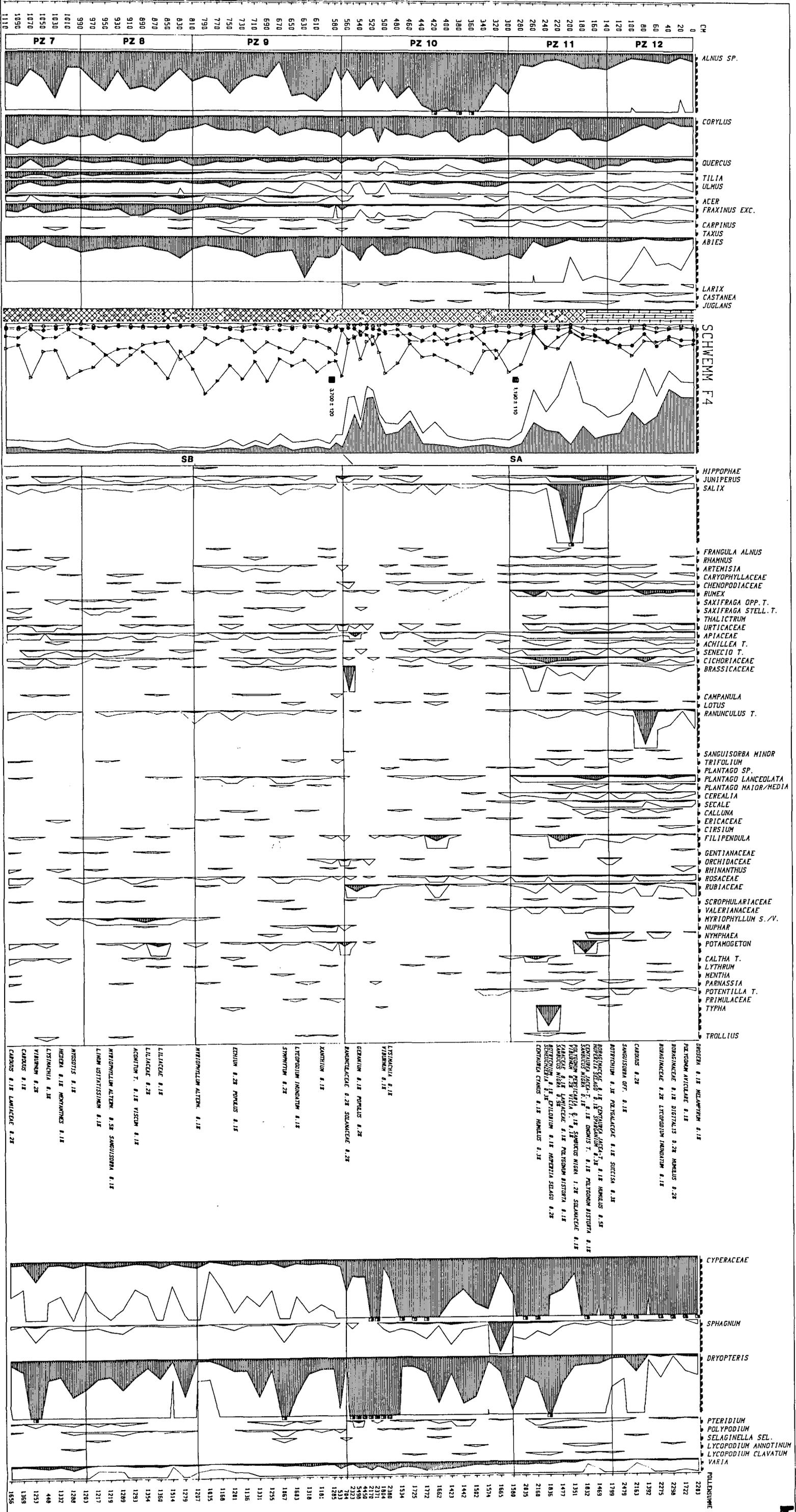
Literatur:

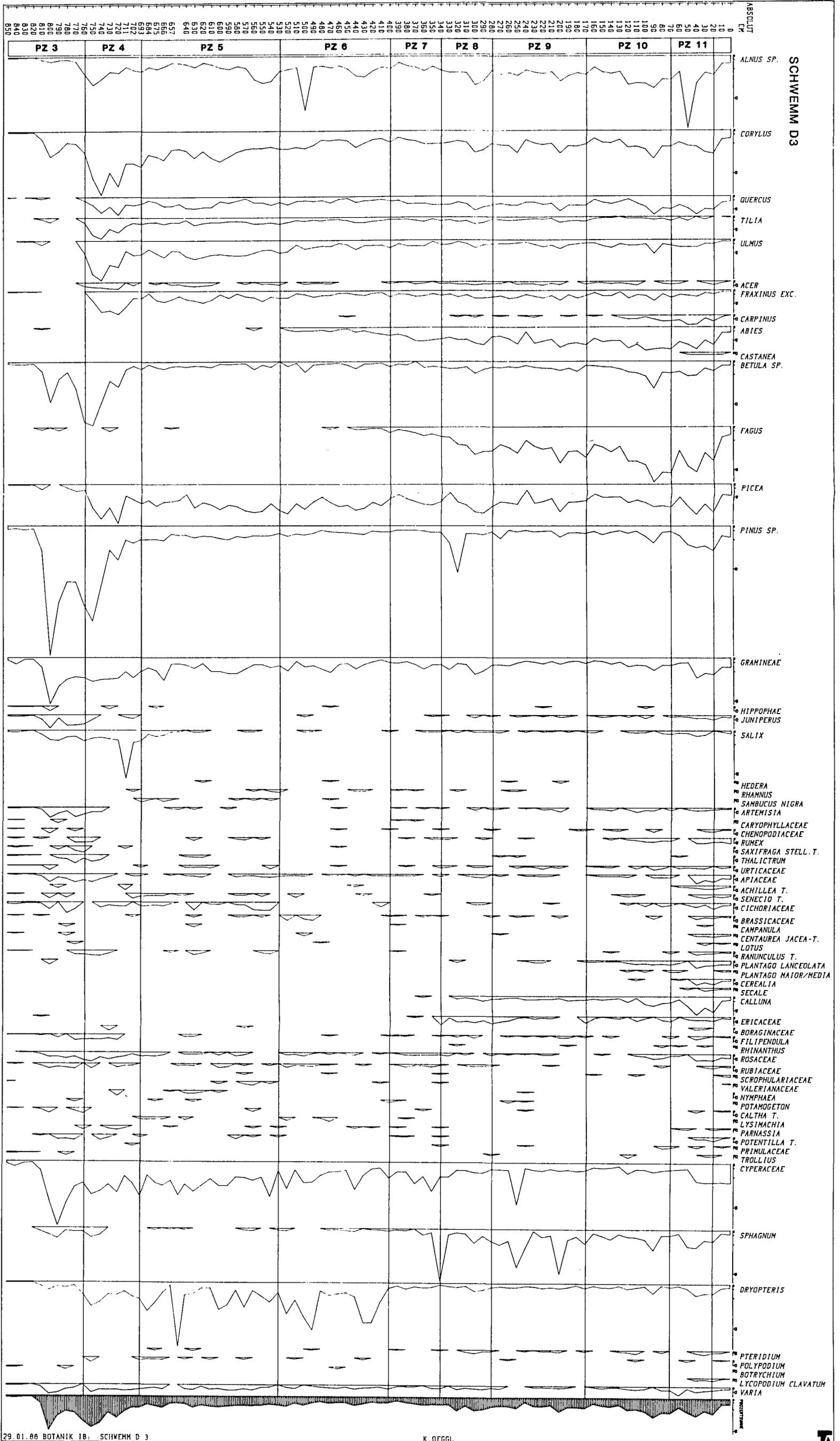
- AABY, B. (1986): Trees as anthropogenic indicators in regional pollendiagrams from eastern Denmark. — Anthropogenic Indicators in Pollen Diagrams, ed.: BEHRE, K.-E., A. A. Balkema/Rotterdam/Boston: 73 - 93.
- AMPFERER, O. (1922): Geologische Spezialkarte der Republik Österreich. Topographische Spezialkarte Nr. 4948 Blatt Kufstein 1:75.000. — Geologische Bundesanstalt Wien. Ausgegeben 1925.
- (1933): Geologische Karte des Kaisergebirges 1:25.000. — Geologische Bundesanstalt Wien.
- BECKER, B. (1972): Dendrochronologie und Paläoökologie subfossiler Baumstämme aus Flußablagerungen. Ein Beitrag zur nacheiszeitlichen Auenentwicklung im südlichen Mitteleuropa. — Mitteilg. d. Komm. f. Quartärforschung der Österr. Akad. d. Wissensch., 5: 120 pp.
- BEHRE, K.-E. (1976): Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetations- und Siedlungsgeschichte bei Flögeln und im Ahlenmoor (Elb-Weser-Winkel). — Probleme der Küstenforschung im südlichen Nordseegebiet, 11: 101 - 118.
- (1980): Untersuchungen zur eiszeitlichen und frühmittelalterlichen Flur in Mitteleuropa und ihrer Nutzung. — Abh. d. Akad. d. Wissensch. Göttingen, 116: 29 - 44.

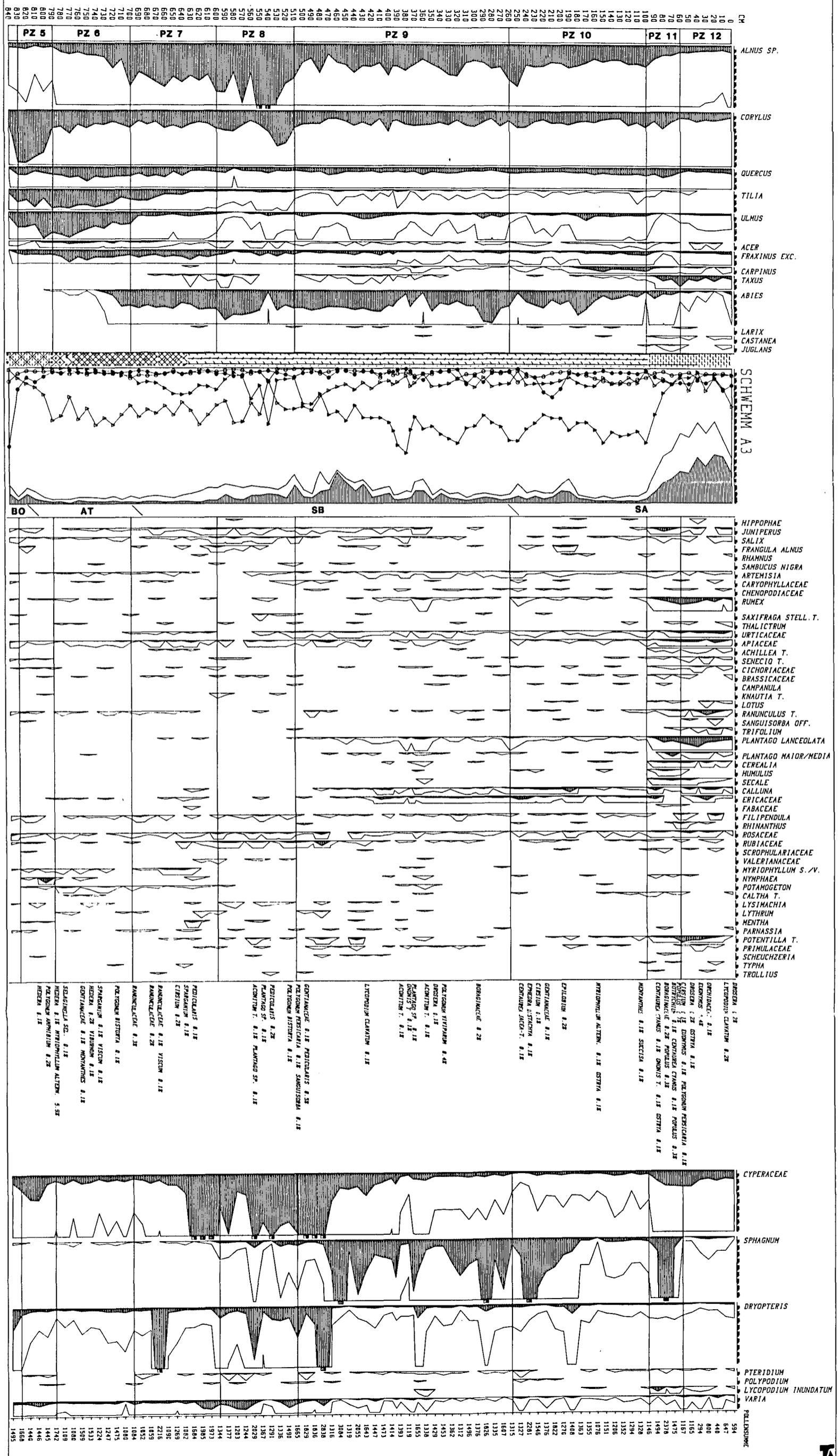
- BEHRE, K.-E. (1981): The Interpretation of Anthropogenic Indicators in Pollen Diagrams. — *Pollen et Spores*, **23**: 225 - 245.
- (1985): Siedlungszeiger in Pollendiagrammen. — *Siedlungsforschung, Archäologie-Geschichte-Geographie*, **3**: 227 - 233.
- BEHRE, K.-E. & D. KUCAN (1986): Die Reflektion archäologisch bekannter Siedlungen im Pollendiagramm verschiedener Entfernung — Beispiele aus der Siedlungskammer Flögel, Nordwestdeutschland. — *Anthropogenic Indicators in Pollen Diagrams*, ed.: BEHRE, K.-E., A. A. Balkema/ Rotterdam/ Boston: 95 - 114.
- BIRKS, H.J.B. & H.H. BIRKS (1980): *Quaternary Palaeoecology*. — Edward Arnold, London: 289 pp.
- BEUG, H.-J. (1976): Die spätglaziale und frühpostglaziale Vegetationsgeschichte im Gebiet des ehemaligen Rosenheimer Sees (Oberbayern). — *Bot. Jahrb. Syst.*, **95**: 373 - 400.
- BORTENSCHLAGER, I. (1976): Beiträge zur Vegetationsgeschichte Tirols II: Kufstein - Kitzbühel - Paß Thurn. — *Ber. nat.-med. Ver. Innsbruck*, **63**: 105 - 137.
- BORTENSCHLAGER, I. & S. (1981): Pollenanalytischer früher Nachweis menschlicher Tätigkeit in Tirol. — *Veröff. Museum Ferdinandeum*, **61**: 5 - 12.
- BORTENSCHLAGER, S. (1984a): Beiträge zur Vegetationsgeschichte Tirols I: Inneres Ötztal und Unteres Inntal. — *Ber. nat.-med. Ver. Innsbruck*, **71**: 19 - 56.
- (1984b): Die Vegetationsentwicklung im Spätglazial: das Moor Lanser See III, ein Typprofil für die Ostalpen. — *Diss. Bot.*, **72** (Festschrift Welten): 71 - 79.
- (1986): Pollenanalytische Untersuchung zur menschlichen Tätigkeit in den letzten 3000 Jahren im Gebiet des Lindenmooses. — aus: BACHMANN, H.: *Kundl.* — Tyrolia, Innsbruck: 31 - 34.
- CASELDINE, C.J. & J.A. MATTHEWS (1987): Podzol development, vegetation change and glacier variations at Haugabreen, southern Norway. — *Boreas*, **16**: 215 - 230.
- EICHER, U. (1979): Die $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ -Isotopenverhältnisse im spätglazialen Süßwasserkarbonaten und ihr Zusammenhang mit der Pollenanalyse. — *Dissertation*, Bern: 205 pp.
- (1987): Die spätglazialen sowie frühpostglazialen Klimaverhältnisse im Bereiche der Alpen: Sauerstoffisotopenkurven kalkhaltiger Sedimente. — *Geographica Helvetica*, **2**: 99 - 104.
- EICHER, U. & U. SIEGENTHALER (1976): Palynological and isotopic investigations on Late-Glacial sediment cores from Swiss Lakes. — *Boreas*, **5**: 109 - 117.
- EICHER, U., U. SIEGENTHALER & S. WEGMÜLLER (1981): Pollen and Oxygen Isotope Analysis on Late- and Post-Glacial Sediments of the Tourbire de Chierens (Dauphin, France). — *Quaternary Research*, **15**: 160 - 170.
- FIRBAS, F. (1949): *Waldgeschichte Mitteleuropas*. 1. Band. — Fischer Verlag, Jena: 480 pp.
- FLURI, F. (1975): *Das Klima der Alpen im Raume von Tirol*. — Innsbruck: 454 pp.
- FURRER, G., W. LEUZINGER & K. AMMAN (1975): Klimaschwankungen während des alpinen Postglazials im Spiegel fossiler Böden. — *Vierteljahrsh. Naturf. Ges. Zürich*, **120**: 15 - 31.
- GAMPER, M. (1985): Morphochronologische Untersuchungen an Solifluktionsszungen, Moränen und Schwemmkegeln in den Schweizer Alpen. — *Physische Geographie*, **17**: 115 pp.
- HAIDER, P.W. (1985): Von der Antike ins frühe Mittelalter. — *Geschichte des Landes Tirol*, Band 1. Ed.: FONTANA, J.: Verlagsanstalt Athesia, Bozen: 127 - 264.
- HEITZ-WENINGER, A. (1976): Zum Problem des mittelholozänen Ulmenabfalls im Gebiet des Zürichsees (Schweiz). — *Bauhinia*, **5/4**: 215 - 229.
- HYVÄRINEN, H. (1975): Absolute and Relative Pollendiagrams from Northernmost Fennoscandia. — *Fennia*, **142**: 5 - 23.
- IVERSEN, J. (1941): Land Occupation in Denmark's Stone Age. A Pollen-Analytical Study on the Influence of Farmer Culture on the Vegetational Development. — *Danmarks Geologiske Undersogelse*, II. Række, Nr. **66**: 65 pp.
- (1973): The Development of Denmark's Nature since the Last Glacial. — *Danmarks Geologiske Undersogelse*, V, 7-C: 126 pp.
- JANSSEN, C.R. (1981): On the Reconstruction of Past Vegetation by Pollen Analysis: A Review. — *Proc. IV int. palynol. Conf.*, Lucknow (1976-77), **3**: 163 - 172.
- LEITNER, W. (1985): Die Urzeit. — *Geschichte des Landes Tirol*, Band 1. Ed.: FONTANA, J.: Verlagsanstalt Athesia, Bozen: 4 - 124.
- LEVY, F. (1922): Quartäre Formenentwicklung der Schlierseer Berge und ihrer Nachbarschaft. — *Ostalpine Formenstudien*, **1/2**: 138 pp.
- LIPPERT, A. (1985): *Reclams Archäologieführer Österreich und Südtirol*. — Reclam jun., Stuttgart: 702 pp.

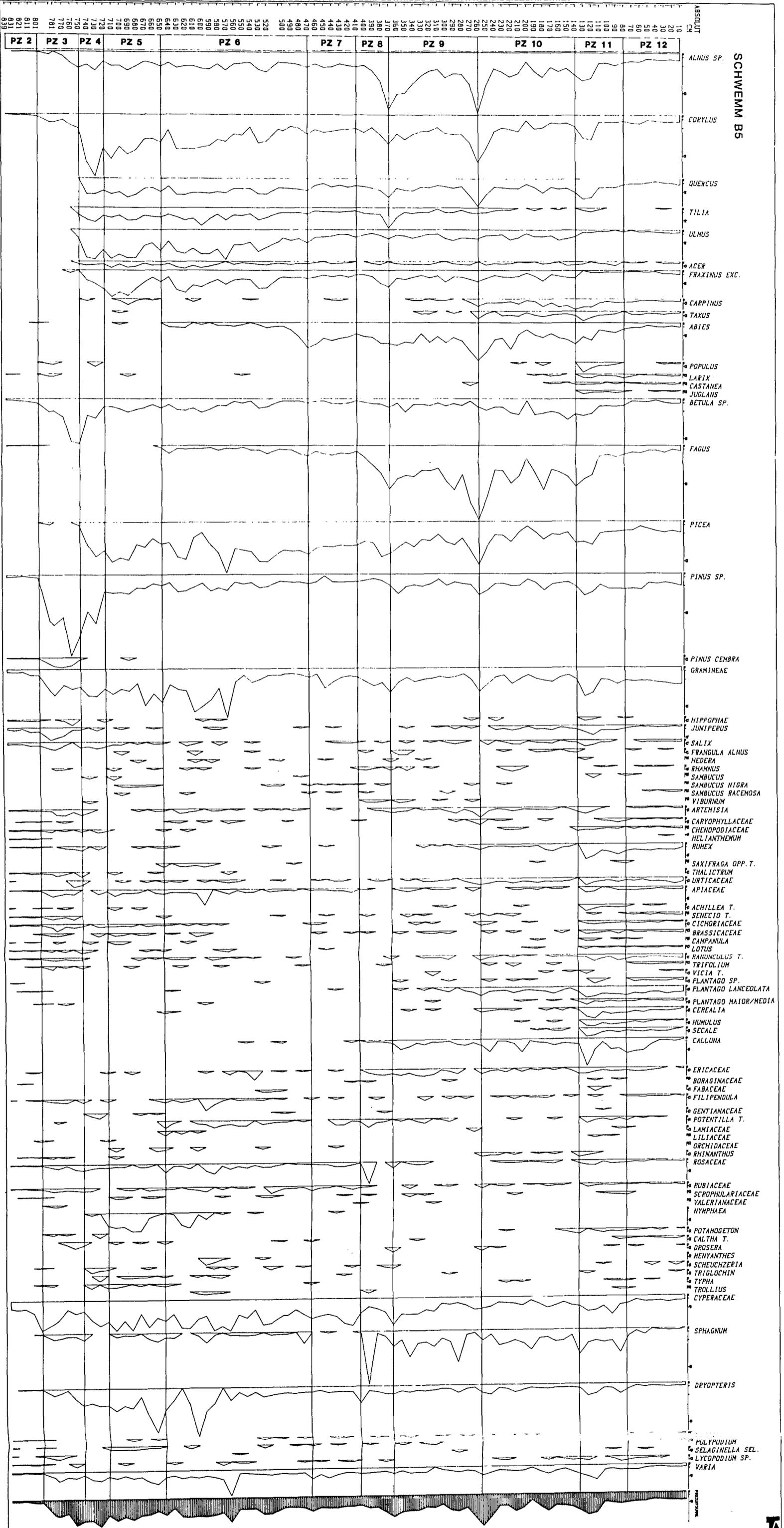
- MANGERUD, J., S.T. ANDERSEN, B.E. BERGLUND & J.J. DONNER (1974): Quarternary Stratigraphy of Norden, a Proposal for Terminology and Classification. — *Boreas*, **3**: 109 - 128.
- MAYER, H. (1963): Tannenreiche Wälder am Nordabfall der mittleren Ostalpen. — BLV Verlagsgesellschaft, München: 208 pp.
- (1966): Waldgeschichte des Berchtesgadener Landes (Salzburger Kalkalpen). — *Forstw. Cbl.*, **22**: 9 - 42.
- (1974): Wälder des Ostalpenraumes. Standort, Aufbau und waldbauliche Bedeutung der wichtigsten Waldgesellschaften in den Ostalpen samt dem Vorland. — Gustav Fischer Verlag, Stuttgart: 344 pp.
- MEISEL, K., H.M. SCHIECHTL & R. STERN (1983): Karte der aktuellen Vegetation von Tirol 1:100.000. 9. Teil: Blatt 4: Kitzbühler Alpen. — *Documenta de Cartographie Ecologique*, **XXVI**: 23 - 48.
- MÜLLER, H.-N. (1975): Fossile Böden (fAh) in Moränen (Gäli Egga, Rossbodengebiet, Simplon VS). — *Bull. Marith.*, **92**: 21 - 31.
- (1977): Fossile Böden (fAh) in einer Schutthalde (Rotelsee, Simplon-Paß VS). — *Bull. Marith.*, **94**: 73 - 83.
- PATZELT, G. & S. BORTENSCHLAGER (1973): Die postglazialen Gletscher- und Klimaschwankungen in der Venedigergruppe (Hohe Tauern, Ostalpen). — *Z. Geomorph. Suppl.*, **16**: 25 - 72.
- PATZELT, G. (1987): Untersuchungen zur nacheiszeitlichen Schwemmkegel- und Talentwicklung in Tirol. 1. Teil: Das Inntal zwischen Mötz und Wattens. — *Veröff. Museum Ferdinandum Innsbruck*, **67**: 93 - 123.
- PITTIONI, R. (1968): Der urzeitliche Kupfererzbau im Gebiete um Kufstein. — In: *Stadtbuch Kufstein II.*, ed.: Stadtgemeinde Kundl, Eigenverlag: 33 - 102.
- PLÖCHINGER, R. (1980): Die nördlichen Kalkalpen. — *Der geologische Aufbau Österreichs*. — Geologische Bundesanst., Wien: 218 - 236.
- PRENTICE, I.C. (1985): Pollenrepresentation, Source Area and Basin Size: Toward a Unified Theory of Pollen Analyses. — *Quart. Res.*, **23**: 76 - 86.
- RAUSCH, K.-A. (1975): Untersuchungen zur spät- und nacheiszeitlichen Vegetationsgeschichte im Gebiet des Inn-Chiemseegletschers. — *Flora*, **164**: 235 - 282.
- RIEDMANN, J. (1985): Mittelalter. — *Geschichte des Landes Tirol*, Band 1, ed.: FONTANA, J.: Verlagsanstalt Athesia, Bozen: 267 - 661.
- SARNTHEIN, R. Graf von (1948): Moor- und Seeablagerungen aus den Tiroler Alpen in ihrer waldgeschichtlichen Bedeutung. III. Teil: Kitzbühler Alpen und unteres Inntal. — *Österr. Bot. Zeitschr.*, **95**: 85 pp.
- SCHMEIDL, H. (1972): Vegetationskundliche Untersuchungen im Chiemseegebiet. — *Ber. Deutsch. Bot. Ges.*, **85**: 153 - 156.
- (1977): Pollenanalytische Untersuchungen im Gebiet des ehemaligen Chiemseegletschers. — *Geologische Karte von Bayern 1:25.000. Erläuterungen zum Kartenblatt 8140 Prien am Chiemsee und zum Blatt 8141 Traunstein*: 26 pp.
- (1980): Die Moorvorkommen des Kartenblattes 8239 Aschau i. Chiemgau. — *Geologische Karte von Bayern 1:25.000. Erläuterungen zum Kartenblatt 8239 Aschau i. Chiemgau*: 111 - 132.
- SCHMIDT, R. (1975): Pollenanalytische Untersuchungen zur spätglazialen bis mittelpostglazialen Vegetationsgeschichte im Raume Bozen. — *Linzer Biol. Beitr.*, **7**: 225 - 247.
- (1979): Die Sedimente der Bucht von Blinkling am Wolfgangsee und ihre Aussage für das spät- und postglaziale Klimageschehen im Salzkammergut. — *Anzeiger d. math.-naturw. Klasse d. Österr. Akad. d. Wissenschaften*, **8**: 1 - 9.
- SEIWALD, A. (1980): Beiträge zur Vegetationsgeschichte Tirols IV: Natter Plateau — Villanderer Alm. — *Ber. nat.-med. Ver. Innsbruck*, **67**: 31 - 72.
- SIEGENTHALER, U. & U. EICHER (1986): Stable oxygen and carbon isotope analyses. *Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology*. Ed.: BERGLUND, B.E., John Wiley & Sons Ltd., Chichester: 407 - 422.
- SMETTAN, H.W. (1981): Die Pflanzengesellschaften des Kaisergebirges/Tirol. — *Verein zum Schutze der Alpenpflanzen und -tiere, Jubiläumsband 1981*: 191 pp.
- STOCKMARR, J. (1971): Tablets with spores used in absolute pollen analysis. — *Pollen et Spores*, **13**: 615 - 621.
- TRANQUILLINI, A. (1987): POLPROF, ein Programm zum computergesteuerten Zeichnen von Pollenprofilen. — *Ber. nat.-med. Ver. Innsbruck, Suppl.* **2**: 19 - 22.
- TROELS-SMITH, J. (1954): Pollenanalytische Untersuchungen zu einigen Schweizerischen Pfahlbauproblemen. — *Das Pfahlbauproblem, Schaffhausen*: 11 - 64.

- TROELS-SMITH, J. (1955): Charakterization of Unconsolidated Sediments. — Danmarks Geologiske Undersøgelse, IV: Raekke, **3/10**: 39 - 73.
- TÜRZSCHLER, E. von Falkenstein (1949): Grundlagen der Geschichte des Dorfes Walchsee bei Kufstein, Tirol. — Unveröffentlichtes Manuskript. Gemeindeamt Walchsee.
- WAHLMÜLLER, N. (1985a): Beiträge zur Vegetationsgeschichte Tirols V: Nordtiroler Kalkalpen. — Ber. nat.-med. Ver. Innsbruck, **72**: 101 - 144.
- (1985b): Der vorgeschichtliche Mensch in Tirol. Neue Aspekte aufgrund der Pollenanalyse. — Veröff. Museum Ferdinandeum, Innsbruck, **65**: 105 - 120.
- WELTEN, M. (1972): Das Spätglazial im nördlichen Voralpengebiet der Schweiz. Verlauf, Floristisches, Chronologisches. — Ber. Deutsch. Bot. Ges., **85**: 69 - 74.
- ZOLLER, M. (1960): Die wärmezeitliche Verbreitung von Haselstrauch, Eichenmischwald, Fichte und Weißtanne in den Alpenländern. — *Bauhinia*, **1**: 189 - 210.



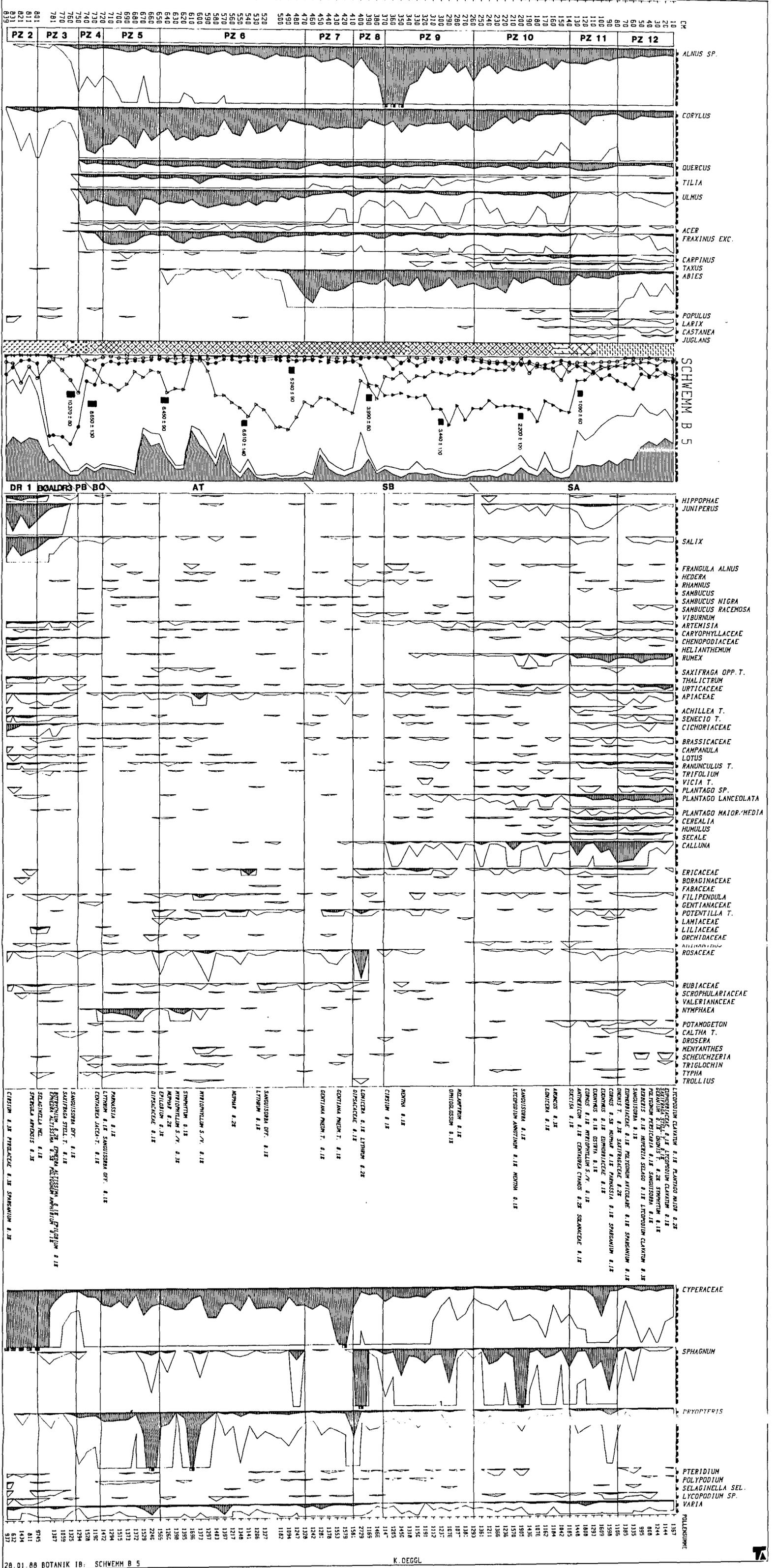


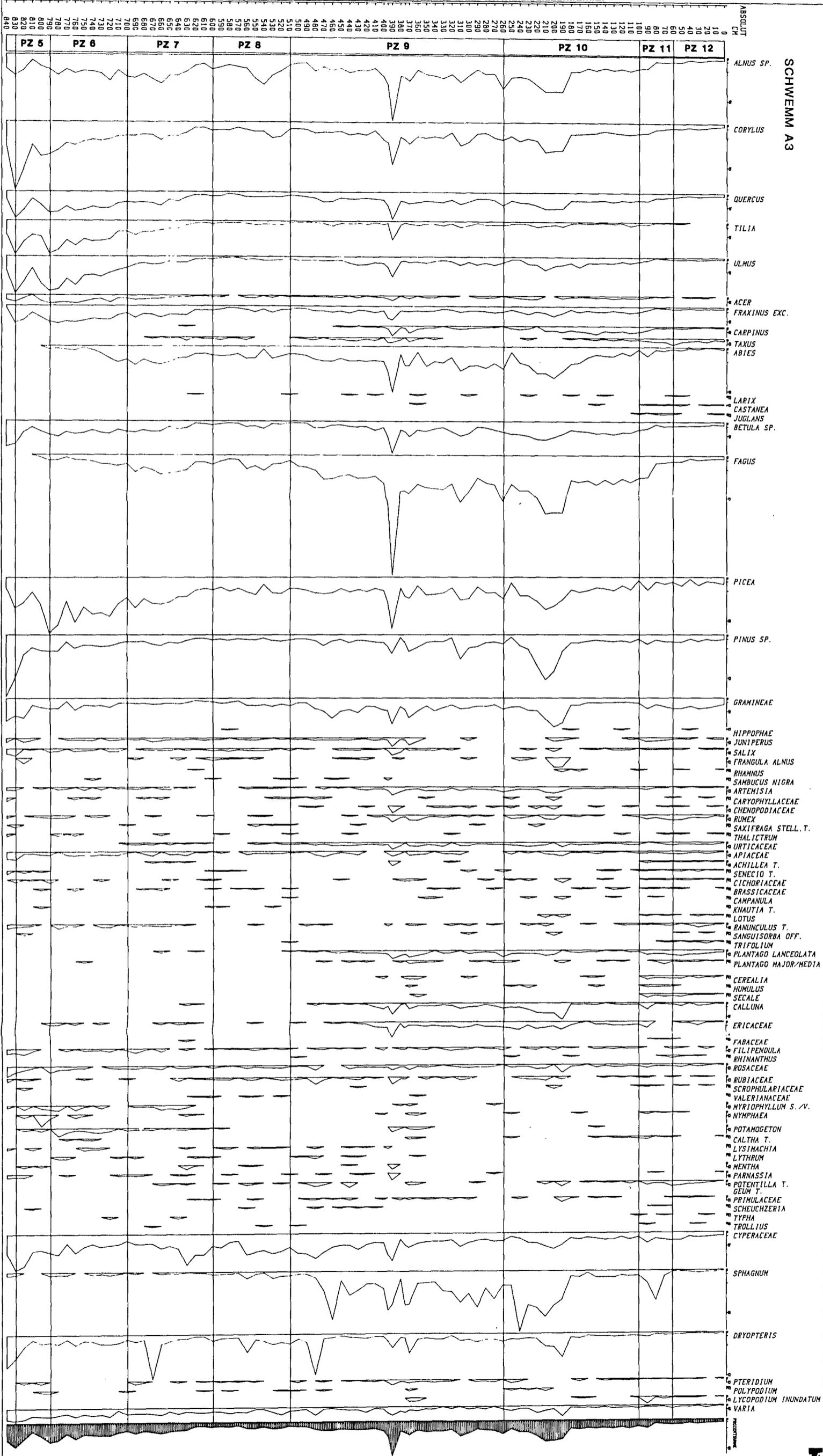


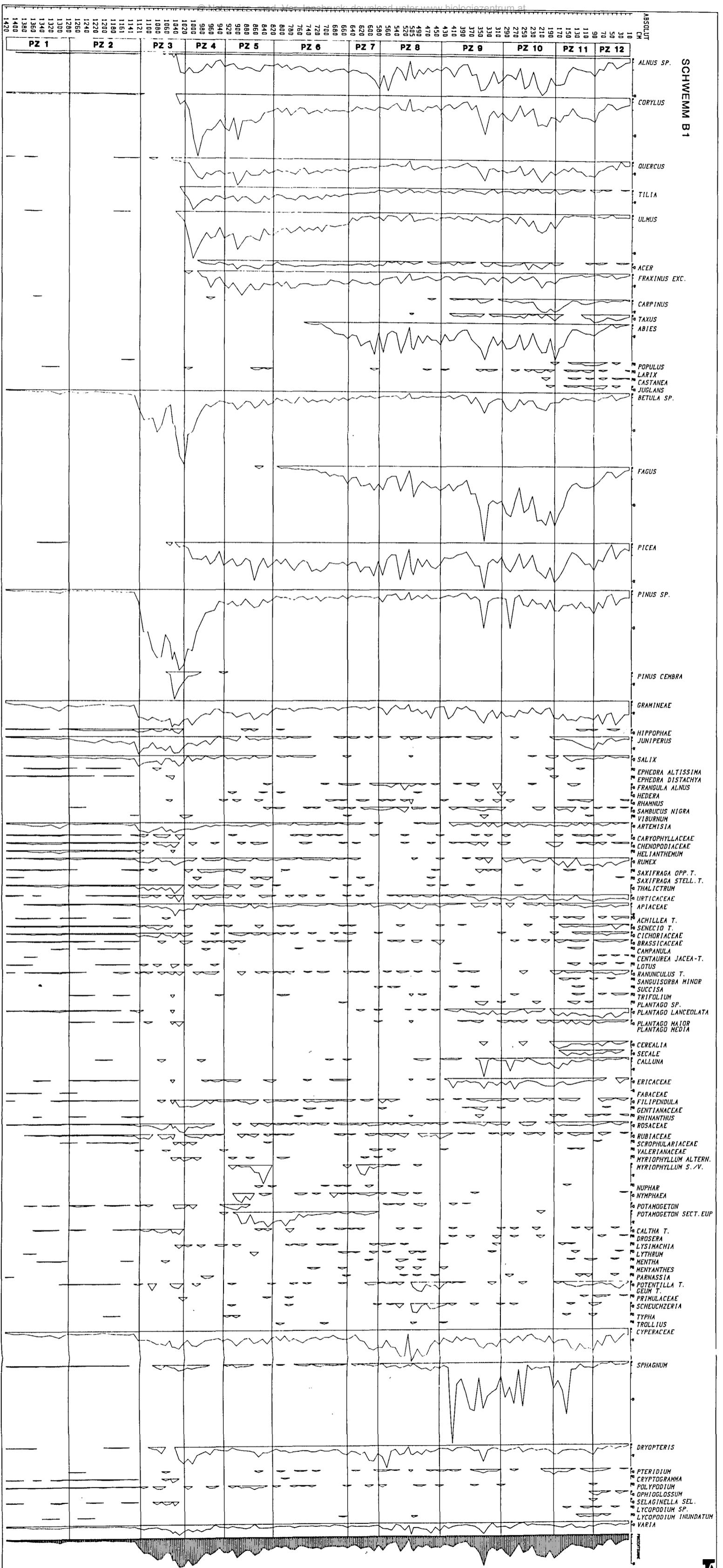


SCHWEMM B 5

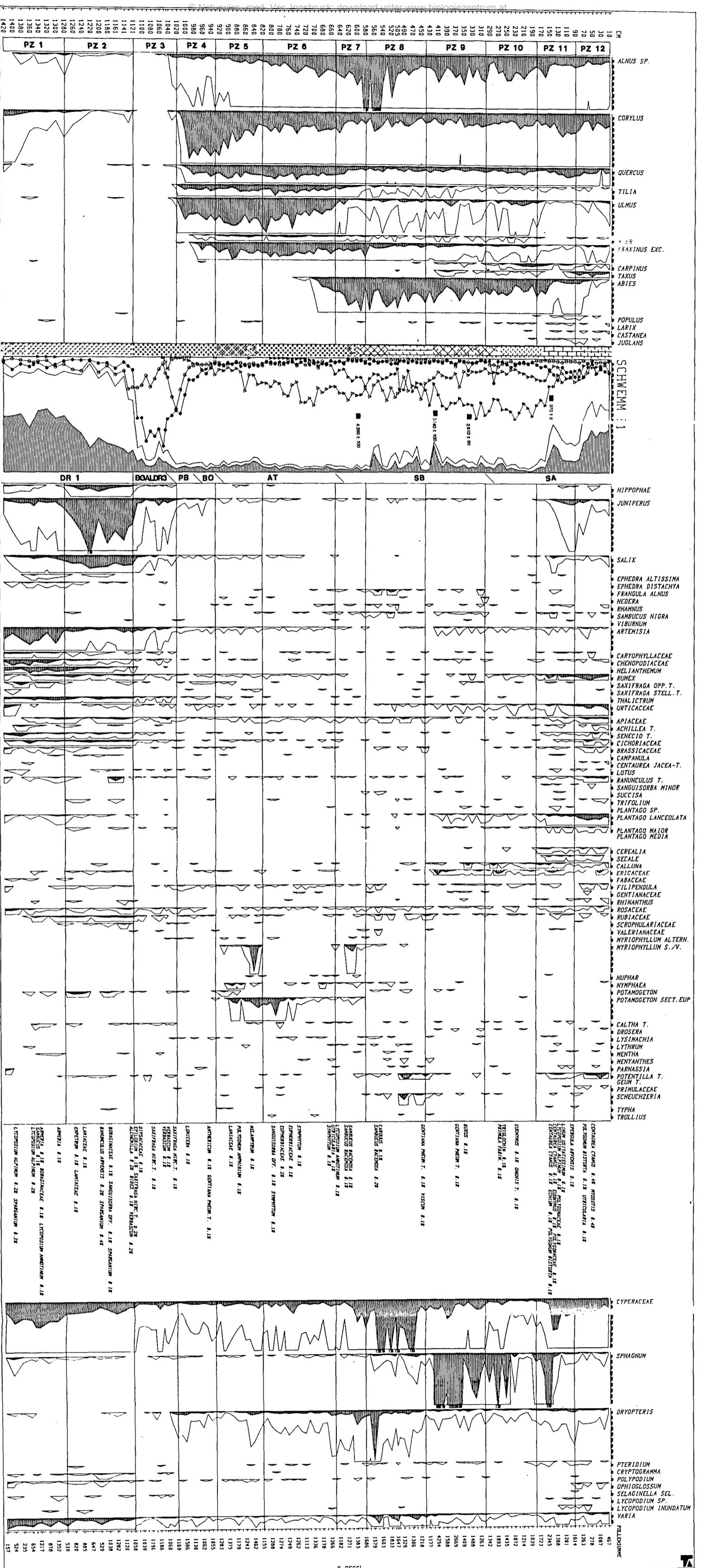


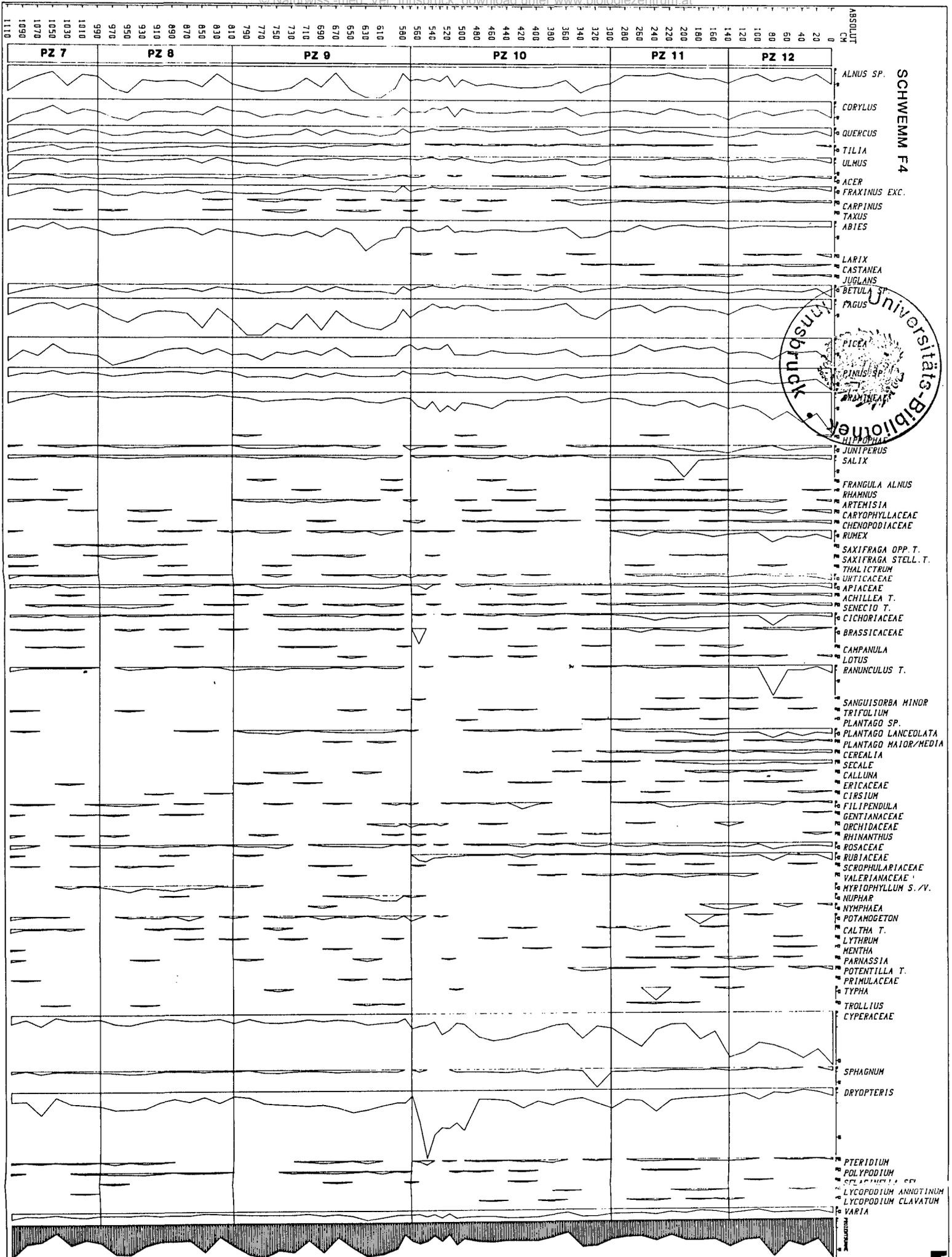






SCHWEMM B1





ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte des naturwissenschaftlichen-medizinischen Verein Innsbruck](#)

Jahr/Year: 1988

Band/Volume: [75](#)

Autor(en)/Author(s): Oeggli Peter

Artikel/Article: [Beiträge zur Vegetationsgeschichte Tirols VII: Das Hochmoor Schwemm bei Walchsee. 37-60](#)