

Beiträge zur Vegetationsgeschichte Tirols V: Nordtiroler Kalkalpen

von

Notburga WAHLMÜLLER *)

(Institut für Botanik der Universität Innsbruck, Abteilung Palynologie)

Contributions to the vegetational history of Tyrol V: Northern Limestone Alps region

S y n o p s i s : Diagrams showing the relative and absolute pollen percentages and the pollen influx values are presented for profiles from five mire and lake sites situated at low and at moderate altitudes in the Northern Limestone Alps region of Tyrol. Radiocarbon (^{14}C) dates for a total of 17 samples were obtained. The Late-Glacial is represented in the profiles from the three lakes, commencing with a pioneer and steppe vegetation in the Older Dryas period. The spread of *Pinus* started in the Bölling, in conjunction with a shrub phase, with increased pollen values of *Juniperus* and *Hippophae*. The Older Dryas is not represented in the profiles and the Younger Dryas is only weakly distinguishable.

Peat formation at the two mire sites started early during the Post-Glacial. Traces of human influence (pollen of anthropochorous plants), were found at a remarkably early date at both sites. A marked regional differentiation in the forest composition along the Inn valley was found in the Post-Glacial period. The inner-alpine coniferous forest zone was predominantly composed of *Picea* and *Pinus* in pollen zone VI/VII, with a variable admixture of *Fagus* and *Abies* in zone VIII, whereas the outer-alpine deciduous forest zone was predominantly *Corylus* and mixed oak forest (EMW) in zone VI/VII and *Fagus* in zone VIII.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung
2. Untersuchungsgebiet
 - 2.1. Geographische Lage der Lokalitäten
 - 2.2. Geologie, Klima, Lage und Vegetation
 - 2.2.1. Mieminger See
 - 2.2.2. Katzenloch
 - 2.2.3. Seefeldler See
 - 2.2.4. Kirchbichl
 - 2.2.5. Egelsee
 - 2.3. Besiedlungsgeschichte
3. Methodik
 - 3.1. Feldarbeit
 - 3.2. Laborarbeit
 - 3.3. Berechnung und Darstellung der Ergebnisse

*) Anschrift der Verfasserin: Dr. N. Wahlmüller, Institut für Botanik, Sternwartestr. 15, A-6020 Innsbruck, Österreich.

- 3.4. Sedimentbeschreibung
- 3.5. $^{16}\text{O}/^{18}\text{O}$ -Analysen
- 3.6. Radiokarbondatierung
- 3.7. Holzbestimmung
4. Beschreibung der Sedimente
 - 4.1. Mieminger See
 - 4.2. Katzenloch
 - 4.3. Seefelder See
 - 4.4. Kirchbichl
 - 4.5. Egelsee
5. Ergebnisse der Pollenanalyse
 - 5.1. Diagrammbeschreibungen und Vegetationsentwicklung des westlichen Untersuchungsgebietes: Mieminger- und Seefelder-Hochfläche
 - 5.2. Diagrammbeschreibungen und Vegetationsentwicklung des östlichen Untersuchungsgebietes: Kirchbichl und Egelsee
6. Ergebnisse und Diskussion der Sauerstoffisotopenuntersuchung
 - 6.1. Mieminger See
 - 6.2. Seefelder See
7. Schlußfolgerungen
 - 7.1. Spätglaziale und frühpostglaziale Vegetationsentwicklung
 - 7.2. Postglaziale Vegetationsgeschichte
 - 7.3. Pollenanalytische Befunde zur menschlichen Besiedlungsgeschichte
8. Literaturverzeichnis
9. Anhang, Signaturen

1. Einleitung

Im Rahmen der vegetationsgeschichtlichen Untersuchungen in Tirol soll diese Arbeit zur Erforschung der spät- und postglazialen Vegetationsentwicklung der "Nordtiroler Kalkalpen" beitragen. Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die Frage abzuklären, ob die Vegetationsentwicklung innerhalb der Nordtiroler Kalkalpen vom Westen nach Osten ähnlich und zeitgleich verlief. Zu diesem Zweck wurden Profile aus fünf Mooren und Seen (siehe Abb. 1) in tieferen und mittleren Lagen ausgewählt und pollenanalytisch untersucht.

Der westliche Untersuchungsschwerpunkt – Mieminger See (heute verlandet), Katzenloch und Seefelder See – befindet sich im Bereich von 800 - 1200 m NN: der Mieminger See liegt vom Inntal abgesetzt auf der Mieminger Hochfläche, das Moor Katzenloch und der Seefelder See auf der Seefelder Hochfläche.

Der östliche Untersuchungsschwerpunkt – Moor Kirchbichl und Egelsee – liegt im unteren Inntal im Bereich von 500 - 600 m NN. Die Ergebnisse der Untersuchungen konnten mit Arbeiten über die Moore der Voralpen in Verbindung gebracht werden.

Ältere Arbeiten aus den Nordtiroler Kalkalpen stammen von R. v. SARNTHEIN (1940, 1948), der außer dem Seefelder See und dem Egelsee noch den Weißensee am Fernpaß, den Achensee, die Moore am Oberangerberg und die Moore auf der Zeller Terrasse bei Kufstein untersuchte. Aufgrund der heute detaillierteren Differenzierungsmöglichkeiten der NBP und der Radiokarbon-Datierung, welche eine absolute Chronologie erlaubt, schien eine Neubearbeitung notwendig.

2. Untersuchungsgebiet

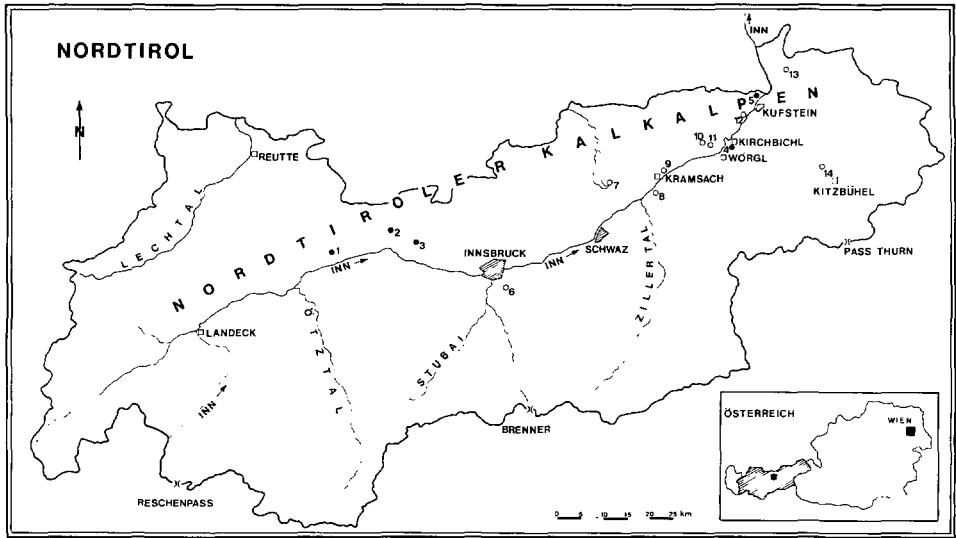


Abb. 1: Lage der pollenanalytisch untersuchten Objekte. Die vollen Kreise beziehen sich auf Lokalitäten, welche in vorliegender Arbeit untersucht wurden: 1 Mieminger See, 2 Katzenloch, 3 Seefelder See, 4 Kirchbichl, 5 Egelsee. Die leeren Kreise geben die Lage älterer Untersuchungen und Diagramme an: 6 Lanser See, 7 Achensee, 8 Zotensenk, 9 Krummsee, 10 Oberangerberg, 11 Lindenmoos, 12 Zeller Terasse, 13 Miesberg, 14 Giering

2.1. Geographische Lage der Lokalitäten

	Höhe (m NN)	n. Br.	ö. v. Gr.	Österr. Karte 1:50000 des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen
Mieminger See	800	47° 17' 30"	10° 58' 35"	116 Telfs
Katzenloch	1220	47° 20' 30"	11° 07' 30"	117 Zirl
Seefelder See	1200	47° 19' 25"	11° 11' 30"	117 Zirl
Kirchbichl	512	47° 30' 40"	12° 05' 25"	90 Kufstein
Egelsee	549	47° 36' 45"	12° 10' 15"	90 Kufstein

2.2. Geologie, Klima, Lage und Vegetation

Die Nordtiroler Kalkalpen zählen zu den geologisch am besten untersuchten Gebieten der Ostalpen. Zahlreiche Namen sind mit ihrer geologischen Erforschung verbunden. Hier sei nur auf einige hervorragende Persönlichkeiten und Arbeiten verwiesen: Die zahlreichen Publikationen von AMPFERER (1905 - 1950), das umfassende Werk "Geologie von Tirol" von v. KLEBELSBERG (1935), der Beitrag "Zur Tektonik der Nordtiroler Kalkalpen" von HEISSEL (1957) und schließlich die in alle Teilbereiche eingehende, dreibändige "Monographie der Nördlichen Kalkalpen" von TOLLMANN (1973a, 1976 a, b).

Von den klimatischen Verhältnissen gibt FLIRI (1975) in seinem Werk "Das Klima der Alpen im Raum von Tirol" eine ausführliche Beschreibung und eine Fülle von Daten. Einige Daten davon, soweit sie das Untersuchungsgebiet betreffen, sind in Tab. 1 und 2 wiedergegeben. Für den Mieminger See wurde die Station Obsteig und für Katzenloch die Station Oberleutasch (Tab. 2) herangezogen, welche beide in der Nähe der Lokalitäten liegen. Nach FLIRI liegen die Nordtiroler Kalkalpen im Einfluß des atlantisch getönten Klimas des Alpenrandes und des kontinentalen Klimas der inneren Alpen. Einsicht in die lokalen klimatischen Verhältnisse gibt das Klimadiagramm (Abb. 2).

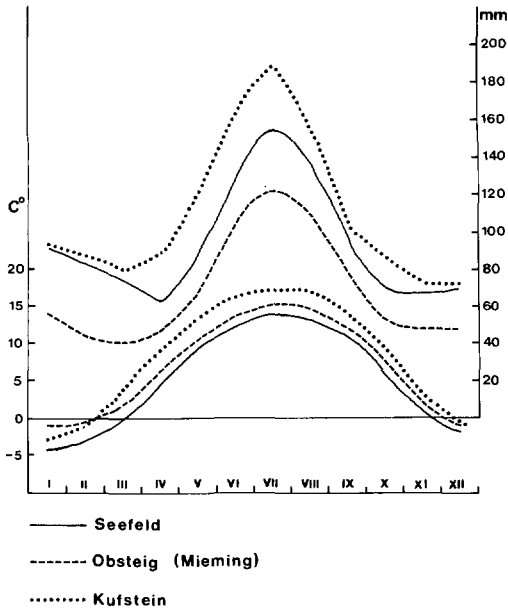


Abb. 2: Klimadiagramm (nach WALTER-LIETH, 1964; Daten nach FLIRI, 1975)

Tab. 1: Lufttemperatur, Monats- und Jahreswerte (1931 - 1960), mittlere Tagestemperatur (°C)

	Jän.	Feb.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Seefeld	-4,7	-3,1	0,8	4,4	8,8	12,2	14,2	13,6	11,4	6,4	1,2	-2,6	5,2
Kufstein	-3,2	-1,0	4,3	9,1	12,9	16,3	17,8	17,3	14,9	9,4	3,9	-1,5	8,3

Tab. 2: Durchschnittliche Summen des Niederschlags in Jahreszeit und Jahr (in mm)

	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
Obsteig	152	149	345	179	824
Oberleutasch	254	256	457	239	1206
Seefeld	245	227	421	234	1127
Kirchbichl	217	239	458	242	1155
Kufstein	251	288	508	266	1309

Tabellen nach Fliri 1975, gemessen in der Periode 1931 - 1960

2.2.1. Mieminger See

Der Mieminger See liegt auf der Mieminger Hochfläche in 800 m NN am Fuß des Sassberges (836 m) südlich von Barwies. Das Liegende bilden Grundmoräne und Lokalschutt der Mieminger Kette, die aus Hauptdolomit und Wettersteinkalk aufgebaut ist. Heute ist der ehemalige See eine Feuchtwiese, die jährlich einmal gemäht wird.

Die Mieminger Hochfläche zwischen Telfs und Barwies liegt im Bereich der inneralpinen Relikt-Föhrenwälder (WEBER, 1981). Die vom Menschen stark veränderte Umgebung des Mieminger Sees wird von Erika-Föhrenwäldern (*Erico-Pinetum*) verschiedener Ausbildung bestockt: mit *Brachypodium pinnatum* im Unterwuchs und mit hoher Beimischung von *Larix* oder *Juniperus*, welcher auf intensive Weide- und Streunutzung hinweist. Die Hangwiesen gegen Barwies und trockene Wiesen mit *Brachypodium pinnatum*, *Bromus erectus*, *Primula veris* u. a. Auf den steilen Dolomit-Rohböden des Sassberges gegen das Inntal hin, wachsen "klimatisch und geomorphologisch bedingte Föhrenwälder mit einer ausgesprochen vielfältigen Reliktflora" (WEBER, 1981, p. 208). An den extremsten Trockenhängen sind die steppenartigen Kiefernwälder (*Carici humilis-pinetum*) mit *Carex humilis* und *Stipa pennata*. Am Rand zur "Klamm" hat *Hippophae rhamnoides* inselartige Fundorte.

2.2.2. Katzenloch

Das Moor Katzenloch liegt am westlichen Rand der Seefelder Hochfläche, am Fuß der Hohen Munde in 1200 m NN. Zur Moorbildung kam es durch den Quellhorizont der wasserundurchlässigen Raibler-Schichten, die dort dem Wettersteinkalk und dem Hauptdolomit zwischengeschaltet sind.

Das Hochmoor ist eingebettet zwischen niederen Felskuppen und wurde früher abgetorft. Auf dem alten Torfkörper hat sich bereits eine neue Latschen-Hochmoorgesellschaft angesiedelt. Die gesamte Seefelder Hochfläche liegt im Bereich des montanen *Abieti-Fagetums* (MAYER, 1974). Auch WEBER (1981) beschreibt hier Buchen-Bermischwälder, in denen je nach Ausprägung Buche, Fichte, Föhre oder Tanne in der Baumschicht dominiert; die Lärche ist häufig beigemischt. Der Ladstattwald in unmittelbarer Nähe des Hochmoores wird von *Fagus*, *Picea* und *Abies* aufgebaut. Der Unterwuchs ist reich an *Vaccinium vitis idaea*, *V. myrtillus* und Moosen.

Im Gegensatz dazu ist der Ostabhang der Hohen Munde – die Brünste – mit einem Buchenwald in trockener Ausbildung bewachsen, wo *Abies* kaum vertreten ist und dafür *Pinus* häufig vorkommt. Die Beimischung von *Larix* nimmt von unten nach oben ab. Im Unterwuchs kommen u. a. *Erica herbacea* und *Sesleria varia* vor.

Oberhalb des Hochmoores, entlang des Fußweges durch das Katzenloch, breiten sich feuchte Wiesen aus, die vor allem von *Trichophorum alpinum* dominiert werden. Am Rande der feuchten Wiesen ist *Betula* recht häufig. Gegen den Hang hin gehen die feuchten Wiesen in *Molinieten* über, an die sich der Wald anschließt.

2.2.3. Seefelder See

Seefelder Hochfläche und Seefelder Gebirge sind von Hauptdolomit aufgebaut. Der Seefelder See liegt bei der Ortschaft Seefeld auf 1200 m NN. Er nimmt ein Areal von 63.000 m² ein (WAGNER, 1972), die maximale Tiefe beträgt 5,5 m. Das ursprüngliche Becken wurde zum Großteil durch den Schuttkegel des Hagelbaches, der ihn auch durchfließt zugeschüttet. Er entwässert gegen Norden in die Isar.

Am Ostufer des Sees finden sich noch kleine Schilfbestände, daran anschließend Seggenbestände. Den größten Teil jedoch nimmt die Badeanstalt und die dazugehörige aufge-

schüttete Liegewiese ein. Am Westufer reicht der Mischwald bis an den See heran. Südlich des Sees breitet sich ein mit Latschen bestocktes *Sphagnum fuscum*-Hochmoor mit *Vaccinium oxycoccus*, *Drosera rotundifolia*, *Salix repens*, verschiedene *Carex*-Arten und *Andromeda polifolia*, aus.

Nach der Karte der aktuellen Vegetation (PITSCHMANN, REISIGL, SCHIECHTL & STERN, 1970) liegt die Hochfläche im Bereich des *Abieti-Fagetums* (vgl. auch MAYER, 1974). Es handelt sich hier um beerenreiche Buchen-Tannen-Wälder, in denen die Fichte anthropogen gefördert wird. Der Abhang der Reiter Spitze gegen den See hin, wird von *Pinus*, *Larix* und *Picea* bewachsen. Nach oben hin steigt der Anteil der Fichte, die Lärche nimmt stark ab. Der Wald gegen den Gschwandkopf hin wird von *Picea*, *Abies*, *Fagus*, *Larix*, *Pinus* und *Ulmus glabra* aufgebaut. Im Unterwuchs sind Arten wie *Paris quadrifolia*, *Clematis alpina*, *Valeriana tripteris* und *Blechnum spicant* anzutreffen.

2.2.4. Kirchbichl

Die Bohrung des Moorprofils Kirchbichl wurde auf dem Gelände des Moorstrandbades von Oberndorf bei Kirchbichl niedergebracht. Den Untergrund bilden fluvioglaziale Schotter des Inntales. MAYR & HEUBERGER (1968) beschreiben in der Nähe der Ortschaft Kirchbichl Endmoränen und Eisrandlagen des Bühl III Stadials, wobei das Moorstrandbad noch innerhalb der Moräne liegt. Das gesamte Gelände des Moorstrandbades war früher ein Moor, aus welchem für die Schaffung des Badesees ein Teil des Torfkörpers ausgehoben wurde. Heute nimmt die offene Wasserfläche rund 13200 m² ein und hat eine Wassertiefe von 1,5 - 2,8 m. Das Moorstrandbad liegt zwischen niederen Hügeln in sehr geschützter Lage im Inntalboden auf einer Meereshöhe von 512 m, ca. 12 m über dem heutigen Inn-Niveau.

Die niederen Kuppen werden von Wäldern, die zu montanen Fichten-Tannen-Buchen-Wäldern zählen (*Abieti-Fagetum*, MAYER, 1974), bewachsen. In ihnen dominieren *Abies* und *Picea*. Den Waldsaum bilden einzelne Exemplare von *Quercus robur*. Der Talboden in der Nähe des Strandbades ist heute zum Großteil verbaut und die angrenzenden Wiesen werden intensiv bewirtschaftet.

2.2.5. Egelsee

Der Egelsee liegt auf 549 m NN in einer flachen Mulde des nordöstlichen Ausläufers des Tierberges. Dieser ist aus Hauptdolomit aufgebaut und wird stellenweise von mächtiger Gosaubreccie (Oberkreide) transgressiv überlagert. Gosaubreccie baut auch die sanften Erhebungen rund um den See auf: im Süden den Burgberg (637 m) und im Nordwesten eine ca. 20 m hohe Steilwand. Der Buchberg (641 m) im Nordosten ist wieder Hauptdolomit. Der See hat eine Größe von 24.000 m² (SCHUBERT, 1984) und eine maximale Tiefe von 5,8 m. Sein Abfluß durchschneidet am Nordufer den Moränenwall und fließt in den Kiefernbach, ein oberirdischer Zufluß fehlt.

Der Egelsee ist ein typischer Verlandungssee mit *Nymphaea* und *Nuphar* im Schwimmblattgürtel und einer Schwingrasenbildung am Ost- und Westufer. Auf dem Schwingrasen breitet sich hinter dem Schilfgürtel eine Nieder-Zwischenmoorgesellschaft mit *Carex limosa*, *Drosera anglica* und *Sphagnum papillosum* aus. In den Schlenken wächst *Utricularia minor* und *Chara vulgaris*. Am Westufer ist diese Nieder-Zwischenmoorgesellschaft mit einer Hochmoorgesellschaft (u. a. *Oxycoccus palustris*, *Andromeda polifolia*, *Eriophorum angustifolium* und *Sphagnum magellanicum*) verzahnt. Zwischen einzelnen Sträuchern von *Frangula alnus* wächst am Nordufer auch *Cladium mariscus*. An die Verlandungszone des Ostufers schließt ein kleines Areal einer mageren Mähwiese – "Gelbklee-Wiese" (*Trifolium dubium*-Gesellschaft) – an. Die nähere Umgebung des Sees wird von einem "Karbonat-Fichten-Tannen-Buchenwald" (SMETTAN, 1981) eingenommen. In der Baum-schicht dieses noch relativ naturnahen Waldes mischt sich neben *Picea*, *Abies* und *Fagus*,

Acer preusoplatanus, vereinzelt auch *Taxus baccata*, *Ulmus glabra* und *Fraxinus excelsior*. Die geringmächtig ausgebildete Strauchschicht bildet vor allem der Jungwuchs, daneben sind aber auch *Sorbus aucuparia*, *Lonicera xylosteum* und *Corylus avellana* vertreten. In der Krautschicht dominieren nährstoffliebende Pflanzen, die größtenteils Kennarten der Ordnung der *Fagetalia* darstellen, wie *Mercurialis perennis*, *Dryopteris filix mas*, *Prenanthes purpurea*, *Salvia glutinosa*, *Sanicula europaea* und *Paris quadrifolia*.

2.3. Besiedlungsgeschichte

In Nordtirol sind die bisher ältesten Funde der bayerischen Straubinger Kultur zuzuweisen, gesicherte steinzeitliche Funde fehlen (MENGHIN, 1962). Trotzdem es sich nur um einzelne Streufunde handelt, gab es wohl bereits in der Frühbronzezeit in günstigen Lagen – Mittelgebirgsterrassen, Innsbrucker Raum, Landecker Becken – Dauersiedlungen. In dieser Zeit beginnt auch in der Umgebung von Kitzbühel bereits der Kupferbergbau. Durch das reiche Kupfervorkommen in der Grauwackzone entwickelt sich in Nordtirol dann eine eigenständige Ausprägung der Urnenfelderkultur, die sich in einen älteren (Hallstatt A, ca. 1300 - 1000 v. Chr.) und einen jüngeren Abschnitt (Hallstatt B, ca. 1000 - 800 v. Chr.) gliedert. Während es in der älteren Urnenfelderzeit zu einer deutlichen Besiedlungsverdichtung kommt, dies bestätigen die oft zahlreichen Bestattungen in den Gräberfeldern, zeichnet sich in der jüngeren Urnenfelderzeit ein Rückgang in der Besiedlungsdichte ab, nur noch einzelne Grab- und Streufunde sind bekannt.

Nach der Urnenfelderzeit entwickelt sich die Hallstattkultur (ältere Eisenzeit, 800 - 500 v. Chr.), von der einige Siedlungen erforscht sind, so eine Siedlung am Grattenberg bei Wörgl. Durch den Einbruch fremder Völker in Tirol, läßt sich die Laténezeit gut abgrenzen. Um 400 v. Chr. findet der Keltenzug aus dem Westen statt, der jedoch ohne größere Verwüstungen vor sich geht. 113 v. Chr. fallen die Kimbern durch das Pustertal über den Brenner in Nordtirol ein, dieses Ereignis zeichnet sich in manchen Siedlungen durch eine Zerstörungsschicht ab. Mit dem Drususfeldzug, 15 v. Chr., beginnt in Nordtirol der römische Einfluß. Nordtirol besaß vor allem als Durchzugsgebiet Bedeutung, wovon heute noch römische Meilensteine zeugen. Fernpaß, Scharnitzer Klause und Inntal, die bereits seit der Bronzezeit sicher begangen wurden, sind nun die Hauptdurchzugswege ins nördliche Alpenvorland. Vom Norden ziehen um 600 n. Chr. die Bajuwaren über die Scharnitzer Klause herein. Sie gründen Siedlungen und roden ausgedehnte Waldflächen für Ackerbau. Die Rodungsphase, die vor allem durch die Klöster vorangetrieben wurde, dauert bis 1000 n. Chr. Eine weitere Ausdehnung der Rodungen erfolgt im Mittelalter (13. und 14. Jahrhundert), erst durch die Beulenpest (Mitte des 14. Jahrhunderts) wird die Rodungstätigkeit abgebrems. Ab dem 15. und 16. Jahrhundert werden erste Schutzmaßnahmen für den Wald erstellt.

3. Methodik

3.1. Feldarbeit

Die Bohrungen im Seefelder See und Egelsee wurden ungefähr in der Seemitte mit einem modifizierten Bohrgerät nach dem Prinzip des Kuhlberg-Schlammkolbenlotes bzw. Livingstonesampler, beschrieben bei BOBEK & SCHMIDT (1976), des limnologischen Institutes Wien, niedergebracht. Die Bohrkernbe befanden sich in 2,5 m langen Plexirohren mit einem Durchmesser von 35 mm und wurden in diesen bis zur Aufbereitung der Proben aufbewahrt.

Die Profile Mieminger See und Kirchbichl wurden mit dem Geonor Kernbohrer erbohrt, das Moorprofil Katzenloch konnte an einer Stichwand in Blechkassetten (50 x 8 x 8) entnommen werden. Die drei letztgenannten Profile wurden bis zur Aufbereitung in der Tiefkühltruhe aufbewahrt.

3.2. Laborarbeit

Alle Proben wurden nach der am Institut für Botanik in Innsbruck angewandten Methode (I. BORTENSCHLAGER, 1976; SEIWALD, 1980) aufbereitet und präpariert. Für die Erstellung der Absolut-Diagramme wurde den Proben Fremdpollen zugesetzt (STOCKMARR, 1971).

3.3. Berechnung und Darstellung der Ergebnisse

Die Berechnung der Diagramme und ihre Darstellung erfolgte in Anlehnung an die Arbeiten von I. BORTENSCHLAGER (1976) und SEIWALD (1980); es stand dafür das am Institut für Botanik in Innsbruck vorhandene Rechenprogramm zur Verfügung. Aus der 100 %-Summe der Relativ-Diagramme sind Cyperaceae, Wasserpflanzen und Sporen ausgeschlossen. Zusätzlich zu den Relativ- und Absolut-Diagrammen wurden nach Möglichkeit auch Influx-Diagramme (BERGLUND, 1982) erstellt. Die Einteilung erfolgte nach MANGERUD et al. (1974) in Chronozonen. Außerdem wurden die Pollendiagramme zur leichteren Übersicht in Diagrammabschnitte (DA) gegliedert.

3.4. Sedimentbeschreibung

Für die Profile Kirchbichl, Mieminger See und Katzenloch wurde eine detaillierte Sedimentanalyse nach dem Charakterisierungssystem von TROELS-SMITH (1955) durchgeführt. Die Sedimente des Seefelder Sees und des Egelsees waren infolge ihrer Aufbewahrung in den Plexirohren ohne Tiefkühlung für eine genauere Beschreibung nicht mehr geeignet. Die Rohre wurden nach Abschluß der Probenentnahme angeschnitten und aufgebrochen, erst dann wurde noch eine feinstratigraphische Beschreibung der Sedimente vorgenommen.

3.5. $^{16}\text{O}/^{18}\text{O}$ -Analysen

Vom Mieminger See und vom Seefelder See wurde in den karbonathaltigen Proben das Isotopenverhältnis $^{16}\text{O}/^{18}\text{O}$ untersucht. Die Messungen wurden am Physikalischen Institut in Bern durchgeführt (Leitung Prof. Dr. H. Oeschger). Näheres über das Zustandekommen des Isotopenverhältnisses und über die Meßmethodik wurde von EICHER (1979) beschrieben.

3.6. Radiocarbonatierung

Bezeichnung	Nr.	Tiefe/cm	Alter/BP
Mieming	VRI-701	240 – 244	880 ± 80
Mieming	VRI-700	306 – 313	1190 ± 80
Mieming	VRI-699	437 – 444	4430 ± 90
Katzenloch	VRI-627	72 – 75	7100 ± 180
Katzenloch	VRI-626	92 – 95	7470 ± 120
Katzenloch	VRI-628	140 – 143	8450 ± 120
Katzenloch	VRI-625	161 – 164	8630 ± 130
Kirchbichl	VRI-816	220 – 223	4970 ± 90
Kirchbichl	VRI-817	357 – 360	6110 ± 90
Kirchbichl	VRI-690	453 – 460	8050 ± 130
Kirchbichl	VRI-818	520 – 523	8100 ± 120
Kirchbichl	VRI-619	670 – 677	9070 ± 130
Kirchbichl	VRI-692	695 – 702	9430 ± 130

Bezeichnung	Nr.	Tiefe/cm	Alter/BP
Egelsee	VRI-714	165 – 175	1820 ± 80
Egelsee	VRI-715	311 – 319	3990 ± 90
Egelsee	VRI-786	361 – 371	5290 ± 100
Egelsee	VRI-787	570 – 580	10280 ± 140

Die absolute Altersbestimmung aufgrund radioaktiven Kohlenstoffes wurde am Institut für Radiumforschung und Kernphysik in Wien (VRI) durchgeführt. Es handelt sich hier um nicht korrigierte Daten.

3.7. Holzbestimmungen

Probe	Tiefe/cm	Holzrest von
Mieming	430	<i>Alnus incana</i>
Mieming	455	<i>Alnus glutinosa</i>
Katzenloch	105	<i>Alnus glutinosa</i>
Katzenloch	154	<i>Alnus glutinosa</i>
Katzenloch	154	<i>Alnus</i> (ev. <i>Betula</i>)
Kirchbichl	164	<i>Picea abies</i>
Kirchbichl	184	<i>Larix decidua</i>
Kirchbichl	194 – 200	<i>Alnus spec.</i>
Kirchbichl	221	<i>Larix decidua</i>
Kirchbichl	270	<i>Alnus glutinosa</i>
Kirchbichl	255	<i>Alnus glutinosa</i>
Kirchbichl	280	<i>Alnus glutinosa</i>
Kirchbichl	289	<i>Alnus glutinosa</i>
Kirchbichl	297	<i>Larix decidua</i>
Kirchbichl	330	<i>Corylus avellana</i>
Kirchbichl	340	<i>Alnus glutinosa</i>
Kirchbichl	423	<i>Picea abies</i>

Die in den Bohrkernen gefundenen Holzreste wurden am Institut für Botanik der Universität Innsbruck bestimmt.

4. Beschreibung der Sedimente

4.1. Mieminger See

100 - 170 cm	Ton mit Cyperaceen-Radicellen durchwachsen, filzige Struktur hellgrau (As + Ag) 3, Th ² 1, Tb ² +, Lc +, untere Grenze diffus
170 - 192 cm	Ton mit Cyperaceen-Radicellen durchwachsen, <i>Phragmites</i> , filzige Struktur, Tonanteil nimmt gegen unten hin ab graubraun (As + Ag) 2, Th ² 2, Tb ² + Lc +, untere Grenze diffus
192 - 200 cm	Cyperaceen-Radicellen-Torf mit Ton, einige Braunmoose, Tonanteil nimmt nach unten hin ab braungrau Th ² 3, (As + Ag) 1, Tb ² +, untere Grenze diffus

- 200 - 226 cm Cyperaceen-Radicellen-Torf, einige Braunmoose
dunkelbraun
Th² 4, (As + Ag) +, Tb² +
- 226 - 234 cm Cyperaceen-Radicellen-Torf, etwas *Equisetum*
dunkelbraun (gelblich)
Th³ 4, (As + Ag) +, untere Grenze diffus
- 234 - 247 cm Cyperaceen-Radicellen-Torf
dunkelbraun
Th³ 4, untere Grenze deutlich
- 247 - 266 cm Ton/Cyperaceen-Radicellen-Torf
graubraun
(As + Ag) 3, Th² 1, Lc +, untere Grenze diffus
- 266 - 303 cm Ton
hellgrau
(As + Ag) 4, Th² +, Lc +, untere Grenze deutlich
- 303 - 350 cm Cyperaceen-Radicellen-Torf, einige Braunmoose
blättriger Bruch
Th³ 4, Tb³ +, untere Grenze diffus
- 350 - 353 cm Braunmoos/Cyperaceen-Radicellen-Torf
gelblich-braun
Tb² 4, Th² +, (As + Ag) +, untere Grenze deutlich
- 353 - 354 cm Toneinschwemmung
graubraun
(As + Ag) 3, Tb² 1, untere Grenze deutlich
- 354 - 368 cm Braunmoos/Cyperaceen-Radicellen-Torf
gelblich-braun
Tb² 4, Th² +, (As + Ag) +, untere Grenze diffus
- 368 - 422 cm Braunmoos/Cyperaceen-Radicellen-Torf
dunkelbraun
(Tb³ + Th⁴) 4, (As + Ag) +, untere Grenze diffus
- 422 - 464 cm Cyperaceen-Radicellen-Torf von *Alnus glutinosa* durchwurzelt,
blättriger Bruch, rötlich-braun
Tb³ 3, Tl³ 1, untere Grenze deutlich
- 464 - 510 cm Seekreide, Schneckenschalen
gelbgrau
Lc 4, Ld +, untere Grenze diffus
- 510 - 615 cm Seekreide, Schneckenschalen, geringer Tonanteil
gelbgrau
Lc 4, (As + Ag) +, Ld +, untere Grenze deutlich
- 615 - 674 cm Seekreide, vereinzelt Muschelschalen, Tonanteil schwankend, steigt nach unten hin an
gelbgrau
Lc 2, (As + Ag) 1.5, (Gs + Ga) 0.5, Ld +, untere Grenze deutlich
- 674 - 1161 cm Ton mit schwankendem Kalkgehalt
blaugrau
(As + Ag) 4, (Ga + Gs) +, Lc +, Ld +, untere Grenze diffus
- 1161 - 1209 cm Ton/Sand
blaugrau
(As + Ag) 2, (Ga + Gs) 2, Lc +, Ld +, untere Grenze diffus
- 1209 - 1211 cm Sand/Ton/Kies
dunkelgrau
(Ga + Gs) 2, Gg 1, (As + Ag) 1

4.2. Katzenloch

- 0 - 12 cm *Sphagnum*-Torf, Neubildung
T Sphagni⁰ 4, untere Grenze deutlich
- 12 - 18 cm Cyperaceen-Radicellen-Torf
rötlich-braun
Th² 4, untere Grenze diffus
- 18 - 23 cm Cyperaceen-Radicellen-Torf mit mineralischem Anteil, durch Abtorfung gestörtes Sediment
graubraun
Ag 1, Th³ 3, Dh +, untere Grenze diffus
- 23 - 28 cm Cyperaceen-Radicellen-Torf, *Equisetum*
dunkelbraun
Th² 4, untere Grenze diffus
- 28 - 45 cm Cyperaceen-Radicellen-Torf, mit *Equisetum* und viel *Eriophorum*, blättriger Bruch
rötlich-dunkelbraun
Th² 4, untere Grenze diffus
- 45 - 110 cm *Sphagnum*-Torf mit viel *Eriophorum*, nach unten hin stärker zersetzt
rötlich-braun
T Sphagni² 3, Th 1, untere Grenze diffus
- 110 - 149 cm *Sphagnum*-Torf, *Eriophorum*, 120 - 125 cm mineralische Partikel
rötlich-braun
As +, T Sphagni³ 4, Th³ +, untere Grenze diffus
- 149 - 164 cm Detritus, Holz, 153 - 155 cm Holzhorizont
dunkelbraun
Dl +, Dgr 3, Th³ 1, untere Grenze diffus
- 164 - 183 cm Ton
mittelgrau
(As + Ag) 3, (Ga + Gs) 1, Dg +, Ld +, untere Grenze diffus
- 183 - 187 cm Kies, Sand
dunkelgrau
(Ga + Gs) 3, Gg 2, (As + Ag) +, Ld +

4.3. Seefelder See

- 0 - 67 cm tonige Seekreide mit Holzkohlepartikeln, bei 55 und 45 cm Horizont mit sehr viel Holzkohle
- 67 - 75 cm Seekreide (Lc⁰ 4)
- 75 - 120 cm Gytja von Diatomeen und Seekreide, Schnecken- und Muschelschalen, bei 90 und 120 cm reine Diatomeen-Gytja, blättriger Bruch (strf. 4)
- 120 - 240 cm Seekreide mit Muschel- und Schneckenschalen, blättriger Bruch (strf. 4)
- 240 - 515 cm tonig-schluffiges Material mit Karbonat (zwischen 20 und 30 %)
- 515 - 536 cm tonig-schluffiges Material mit Karbonat, etwas Muschel- und Schneckenschalen
- 536 - 840 cm tonig-schluffiges Material mit wechselndem Karbonatanteil

4.4. Kirchbichl

- 150 - 347 cm stark zersetzter Torf mit Holz, etwas Cyperaceen-Radicellen und *Phragmites*
dunkelbraun
Th⁴ 3, Tl⁴ 1, untere Grenze diffus
- 347 - 397 cm stark zersetzter Torf mit wenig Holz, einige Phragmente von Blättern, Anteil von Braunmoosen steigt gegen unten hin an
dunkelbraun-schwarz
Th⁴ 4, Tl⁴ +, Dh +, Tb⁴ +, untere Grenze diffus

- 397 - 503 cm stark zersetzter Braunmoos-Torf, einige Cyperaceen-Radicellen
dunkelbraun-schwarz
Tb⁴ 4, Dg +, Dl +, untere Grenze diffus
- 503 - 679 cm Torf, stärker zersetzt als im vorhergehenden Abschnitt, einige Cyperaceen-Radicel-
len, Phragmente von Blättern, Ton, 503 - 630 cm Sandpartikel
(Tb⁴ + Th⁴) 4, Dh +, Dl +, (As + Ag) +, untere Grenze deutlich
- 679 - 685 cm Ton, gegen unten hin steigt die Korngröße und der organische Anteil
hellgrau
(As + Ag) 3, (Ga + Gs) 1, Ld +, untere Grenze diffus
- 685 - 691 cm Ton mit organischer Beimengung
dunkelgrau
(As + Ag) 2, (Ga + Gs) 1, Ld 1, untere Grenze deutlich
- 691 - 715 cm stark zersetzter Torf, Stengel von Braunmoosen, einige Cyperaceen-Radicellen, Ton
dunkelbraun-schwarz
(Tb⁴ + Th⁴) 4, Dh +, (As + Ag) +, untere Grenze diffus
- 715 - 724 cm kalkhaltiger Detritus
dunkelbraun
Ld 4, Lc +, (As + Ag) +, untere Grenze deutlich
- 724 - 726 cm kalkhaltiger Detritus, Schneckenschalen
dunkelbraun
Ld 3, Lc 1, (As + Ag) +, untere Grenze deutlich
- 726 - 734 cm Detritus mit Stengeln von Braunmoosen
dunkelbraun
Ld 4, Lc +, (As + Ag) +, untere Grenze diffus
- 734 - 741 cm Detritus, geschichtet, Deckel von *Pitymia tenticulata*
braungrau
Ld 3, Lc 1, (As + Ag) +, untere Grenze ?
- 741 - 778 cm fehlt!
- 778 - 779 cm Detritus, Ton, Schneckenschalen
braungrau
Lc 2, Ld 2, (As + Ag) +, untere Grenze diffus
- 779 - 783 cm Seekreide, Schneckenschalen, Ton
graubraun
Lc 3, Ld 1, (As + Ag) +, untere Grenze diffus
- 783 - 790 cm Seekreide, Schneckenschalen, Ton
gelb-grau, geschichtet
Lc 4, Ld +, (As + Ag) +, untere Grenze diffus
- 790 - 798 cm Ton, Schneckenschalen, Kies
hellgrau
(As + Ag) 3, Lc 1, Ld +, Gg +, untere Grenze diffus
- 798 - 842 cm Ton/Sand mit Kies
dunkelgrau
(As + Ag) 3, (Ga + Gs) 1, Lc +, Gg +, Ld +

4.5. Egelsee

- 30 - 185 cm Feindetritus-Gyttja (Ld⁰ 4)
untere Grenze deutlich
- 185 - 530 cm Detritus-Gyttja mit wechselndem Anteil von größeren Pflanzenfragmenten
untere Grenze undeutlich
- 530 - 620 cm Detritus-Gyttja mit nach unten hin steigendem Tonanteil
untere Grenze undeutlich

620 - 630 cm	Übergang von Gytjtja zu tonig-schluffigem Material untere Grenze undeutlich
630 - 960 cm	tonig-schluffiges Material mit Karbonat, 680 - 715 cm sandige Schicht mit Kies

5. Ergebnisse der Pollenanalyse

5.1. Diagrammbeschreibungen und Vegetationsentwicklung des westlichen Untersuchungsgebietes: Mieminger- und Seefelder-Hochfläche

Älteste Dryas (Ia):

Profil Mieminger See DA 1 - UA a, b, c

Profil Seefelder See DA 1 - UA a, b, c, d

In den untersten DA der Profile Mieminger See und Seefelder See bestätigt das zugunsten der NBP verschobene Verhältnis BP/NBP, die Waldlosigkeit. Ein solches von Gräsern und Kräutern beherrschtes Vegetationsbild entspricht den Verhältnissen der Ältesten Dryas, wie sie aus zahlreichen pollenanalytischen Untersuchungen bekannt sind. Durch die noch offene Vegetation und durch das Abschmelzen von Toteis kommt es in den abflußlosen Becken zu mächtigen tonig/schluffigen bis sandigen, pollenarmen Ablagerungen. Interessant ist in diesem Zusammenhang die Erklärung des Entstehens dieser anorganischen Schichten, die WELTEN (1982) in Bezug auf die Älteste Dryas in Murifeld diskutiert: "Ein größerer Teil des Tones stammt aus dem Randgehänge der Toteismulde, das durch den Abschmelzvorgang laufend denudiert und steiler gemacht wurde." Da beide hier besprochenen Profile im tiefen, zentralen Bereich erbohrt wurden, ließe sich die Mächtigkeit dieser Schichten – in Seefeld 160 cm (+ 130 cm, welche praktisch pollenfrei waren und nicht in die Auswertung mit einbezogen wurden) und in Mieming 520 cm – damit gut erklären.

Unter den Kräutern sind Zeigertypen für lichtoffene Pionierstandorte und Kältestepfen, wie *Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Saxifraga oppositifolia*, *Thalictrum* und *Selaginella selaginoides* häufig. In dieser eher kaltgetönten Steppe wachsen auch einzelne Sträucher von *Betula* (wahrscheinlich *Betula nana*), *Juniperus*, *Salix* und *Hippophae*. Von *Betula nana* wurden in den oberen Schichten des Wildmooses, das an den Seefelder See anschließt, Blattreste nachgewiesen (SARNTHEIN, 1940). Auffallend hohe Werte verzeichnen *Ephedra distachia* und *E. altissima*. Da die Windverfrachtung des Pollens von *E. distachia* sehr gering ist (WELTEN, 1957), muß diese in der direkten Nähe der Lokalitäten in beträchtlicher Anzahl vorgekommen sein. Heute liegt das Hauptverbreitungsgebiet von *E. distachia* in den südrussischen Steppengebieten und ihre nördlichsten Fundorte in Mitteleuropa, in den inneralpinen Trockentälern des Wallis und des Vinschgau, werden als Refugialvorkommen gedeutet. *Ephedra altissima* hingegen stammt aus dem Fernflug aus nordafrikanischen Gebieten (vgl. S. BORTENSCHLAGER, 1967).

Während der geringe Prozentanteil der *Pinus*-Pollen ebenfalls sicher auf Fernflug zurückzuführen ist, stellt das Auftreten der Pollen von *Alnus* einige Probleme. Einerseits könnte man *Alnus* ebenso wie die sporadisch auftretenden PK von *Corylus*, *Quercus*, *Ulmus* und *Picea* auf Verunreinigung zurückführen, andererseits ist *Alnus* im Profil Sommersüß in der Ältesten Dryas regelmäßig vertreten und wird von SEIWALD (1980) zum Fernflug gezählt. Gegen eine Fernverfrachtung über den Alpenhauptkamm spricht aber die Tatsache, daß *Alnus* im Profil Lansersee erst gegen Ende der Ältesten Dryas auftritt.

Ähnlich den Verhältnissen in Murfeld (WELTEN, 1972, 1982) läßt sich auch hier in beiden Profilen eine Pionierphase – Ia₁ – von einer Dauerphase – Ia₂ – unterscheiden. Im Mieminger See ist die Pionierphase (UA 1a) durch den hohen Sandanteil im Sediment und durch konstant höheren Anteil von *Pinus*-Pollen aus dem Fernflug ausgezeichnet. Anders im Seefelder See, wo die geringe PD und die relativ höheren Werte der Chenopodiaceae die Pionierphase (UA 1a) gegenüber der folgenden Dauerphase (UA 1b) abheben. Während der Dauerphase mit bereits verhältnismäßig geschlossener Pflanzendecke – Rückgang, bzw. Unterbrechung der Kurve von *Selaginella selaginoides* – zeichnet sich in beiden Diagrammen eine mögliche klimatische Veränderung ab: Im Mieminger See zeigen alle Absolutkurven Schwankungen; auffallend ist das damit verbundene relative Hervortreten von *Pinus* und das vermehrte Vorkommen von *Selaginella selaginoides* (760 - 710 cm). Wesentlich deutlicher ist diese Störung im Profil vom Seefelder See ausgebildet (UA 1c), wo ebenfalls *Pinus* relativ zunimmt und *S. selaginoides* häufiger ist, aber alle Absolutkurven durch ein Minimum gehen und zusätzlich eine Abnahme der Typenzahl der Kräuter feststellbar ist. Zudem kommt es im Sediment zur Ablagerung von größerem Material. Diese Fakten sprechen für einen klimatischen Rückschlag, über seine zeitliche Stellung ist keine sichere Aussage möglich, eventuell können diese Tatsachen mit einem Gletschervorstoß (Gschnitz?) in Verbindung gebracht werden.

Kurz nach diesem Ereignis zeichnet sich mit ansteigender PD eine deutliche Klimabesserung ab. Am schnellsten reagiert die Algenflora auf diese Klimagunst: noch bevor erste Muschel- und Schneckenschalen auftreten, kommt es zur Massenentwicklung von *Pediastrum*. Wenig später breiten sich in der Umgebung die bereits vorher spärlich vorhandenen Sträucher aus, wie es der initialen Phase der Wiederbewaldung, mit der typischen Abfolge *Hippophae*, *Juniperus* und *Betula* (Mieminger See UA 1c, Seefelder See UA 1d) entspricht. In beiden Absolutdiagrammen bestätigt das Ansteigen der *Pinus*-Kurve bereits während der Strauchphase die Ausbreitung dieses Baumes.

Bölling-Alleröd-Komplex (Ib, Ic, II):

Profil Mieminger See DA 1 – UA c pp., 2 pp.

Profil Seefelder See DA 2 – UA a, b, c

Bei der Ausbreitung der Birken (im Bölling handelt es sich wahrscheinlich bereits um Baumbirken) zeigen sich lokale Unterschiede: In Mieming kommt es zur Massenentwicklung von *Betula* kurz nach dem *Juniperus*-Gipfel und vor der Einwanderung von *Pinus*. In Seefeld breiten sich *Betula* und *Pinus* gemeinsam während des Böllings immer mehr aus, *Betula* erreicht erst nach *Pinus* maximale Absolutwerte. Für den Anstieg der *Pinus*-Kurve bestätigen C-14-Daten aus dem vergleichbaren Profil Lansersee (S. BORTENSCHLAGER, 1978, 1984) böllingzeitliches Alter. Ab dem Bölling bis ins Präboreal verbleiben die Mieminger- und Seefelder-Hochfläche im Bereich der Föhrenwälder. In den mehr oder weniger lichten Föhrenbeständen, denen als weitere waldbildende Elemente die Birke und in Seefeld einzelne Lärchen beigemischt sind, bildet sich eine geschlossene Pflanzendecke heraus. Dies bestätigen die ansteigenden Absolutwerte der Gramineen und der Kräuter, wie z.B. *Artemisia*, die auf eine Zunahme der Individuenzahl weisen. Nur wenige Typen, wie *Ephedra distachia*, *E. altissima* und *Helianthemum*, verschwinden und kommen erst in der Jüngeren Dryas wieder vor.

Im Diagramm Mieminger See gestattet die geringe Sedimentationsrate (25 cm – 2000 a) keine weitere Untergliederung. Zwar könnte man Bölling, Ältere Dryas und Alleröd jeweils einer Tiefenstufe zuordnen, jedoch erhöht sich der Unsicherheitsfaktor zu sehr, um daraus noch gesicherte und detaillierte Schlüsse ziehen zu können. Anders ist die Ausbil-

dung im Profil Seefelder See, wo sich die günstige Phase des Bölling allein schon im Sediment durch die Ablagerung von *Pediastrum* und *Pisidium* abgrenzen läßt und auch die Absolutkurven diese Gliederung stützen. Die Absolutwerte sinken in 480 - 465 cm Tiefe (UA 2b) neuerlich ab und im Relativ-Diagramm tritt *Pinus* hervor. Diese Tatsachen sprechen für eine Klimaverschlechterung, hinter der sich möglicherweise die Ältere Dryas verbirgt. Der folgende UA 2c wird dem Alleröd gleichgesetzt, in dem sich die klimatische Besserung insgesamt in der erneut deutlich ansteigenden PD ausdrückt und im einzelnen *Pinus* und die Sträucher sich wieder stärker ausbreiten.

Jüngere Dryas (III):

Profil Mieminger See DA 2 pp.

Profil Seefelder See DA 2 - UA d

Nach der vorhergehenden, relativ günstigen Phase zeichnet sich in den Profilen ein klimatischer Rückschlag ab, der der Jüngeren Dryas zugeordnet wird. Durch das Lichtwerden der Föhren-Birkenbestände kommen lichtliebende Arten des Spätglazials wieder stärker zur Geltung, darunter auch *Ephedra distachia* und *E. altissima*. Im Profil Mieminger See zeichnet sich die Jüngere Dryas im NBP-Vorstoß von 630 - 620 cm Tiefe ab. Sie zeigt keine weiteren Details. Daß es sich um ein mehrphasiges Ereignis handelt, ist jedoch aus dem Profil Seefelder See, wo die Sedimentation wieder rein anorganisch ist, klar ersichtlich. Zwar läßt sich nicht jeder *Pinus*-Gipfel einer klimatischen Schwankung zuweisen, doch läßt sich die Jüngere Dryas ganz ähnlich wie in den Profilen Lansersee (S. BORTENSCHLAGER, 1982) und Sommersüß (SEIWALD, 1980) auch hier in einen feuchteren Gramineen-Cyperaceae reichen älteren und einen trockeneren *Betula-Juniperus* reichen jüngeren Abschnitt unterteilen.

Bereits WELTEN (1972) weist auf die Schwierigkeiten der Auswertung spätglazialer Diagrammabschnitte hin, die durch unterschiedliche Sedimentationsraten entstehen. Für Murifeld berechnet WELTEN Sedimentationsraten von 0,15 mm/a im Bölling/Alleröd und 0,5 - 1 mm/a für die Älteste und Jüngere Dryas. Im Seefelder See ergeben sich 0,5 mm/a im Bölling/Alleröd und 2 - 1,45 mm/a in der Ältesten und Jüngeren Dryas, also auch die 4 - 5fache Sedimentationsrate gegenüber Alleröd und Bölling. Erschwerend kommt hinzu, daß bei anorganischen Sedimenten keine gleichmäßige, kontinuierliche Ablagerung angenommen werden darf.

Die Kurve von *Pinus cembra* muß sehr kritisch bewertet werden, da *P. cembra* allein aufgrund der distalen Ornamentation differenziert wurde, die hohen Prozentwerte im Seefelder See lassen jedoch den Schluß zu, daß es entweder zu einer Waldgrenz-Absenkung oder zu einer Waldlichtung und dadurch zu vermehrtem Pollenanflug aus höheren Lagen kam - vielleicht beides. Die einzelnen Funde der PK von *Alnus* und *Quercus* stammen aus dem Fernflug, beide Arten haben um diese Zeit zumindest in Vorposten die Südseite der Zentralalpen (Südtirol) bereits erreicht (SEIWALD, 1980). Bei den anderen seltenen Pk der Wärmeliebenden ist eine Verunreinigung oder Umlagerung nicht auszuschließen.

Präboreal (IV):

Profil Mieminger See DA 2 pp., 3 pp.

Profil Seefelder See DA 2d pp., 3a

Profil Katzenloch DA 1, 2 pp.

Der Übergang vom Spätglazial zum Postglazial zeichnet sich im Mieminger See und Seefelder See durch einen Sedimentwechsel von Ton, bzw. karbonhaltigem Ton zu See-

kreide mit nur noch geringen Tonspuren ab. Eindrucksvoll zeigen die Wertesprünge der Sauerstoffisotopenkurven (Kap. 6), wie rasch sich das Klima gebessert hat. Am schnellsten können die im Gebiet bereits anwesenden Birken und Föhren auf die Klimagunst reagieren und breiten sich stark aus. Daß beide Hölzer zusammen ihre maximale Ausbreitung in der gleichen Tiefenstufe erlangen, ist aus dem Absolut-Diagramm ersichtlich. Im Relativ-Diagramm fällt diese mit dem präborealen Birkengipfel zusammen. Für die montanen Lagen im Inntal wird die zeitliche Stellung des Birkengipfels an der Wende Spätglazial zu Postglazial im Profil Lansersee durch zwei C-14-Daten, 10130 ± 80 BP und 10210 ± 60 BP, bestätigt.

Gleichzeitig kündigt sich aber bereits das Näherrücken von *Corylus*, *Alnus* und des EMW an, die in der Folge in montanen Lagen rasch einwandern. Vor dem Dichterwerden der Wälder siedelt sich *Larix* auf günstigen Standorten an. Da die Verbreitung ihres Pollens sehr gering ist, kommt diesen einzelnen PK, die immer wieder im Präboreal nachgewiesen werden, größere Bedeutung zu. Seit dem Beginn des Präboreals ist auch *Picea* mit ersten PK aus dem Fernflug vorhanden. Gräser und Kräuter werden durch den Kronenschluß der Wälder stark zurückgedrängt; lichtliebende Arten der spätglazialen Flora, wie *Helianthemum*, *Saxifraga oppositifolia* und Chenopodiaceae treten völlig zurück. Von nun an kommen regelmäßig auch Farne (*Dryopteris*) in der näheren Umgebung vor. Am Seefelder See beginnt die geschlossene Kurve der Ericaceae bereits im Präboreal. Während am Seefelder See *Selaginella selaginoides* nun völlig fehlt, ist sie auf den mageren Schotterflächen der Mieminger-Hochfläche weiterhin spärlich vertreten.

Im Profil Katzenloch wurde der Beginn des Torfwachstums (164 cm) mit einem C-14-Datum auf 8630 ± 130 BP datiert und fällt somit ins Boreal. Erst von da weg beginnen die auswertbaren Kurven des Diagrammes. Für die liegenden, tonigen Schichten darf die Datierung nicht einfach extrapoliert werden. Der untere Abschnitt des DA 2 mit *Pinus*-Dominanz und erstem Auftreten und anschließender Ausbreitung der EMW-Vertreter stammt noch aus dem Präboreal. Im Gegensatz zu den meisten Vergleichsprofilen in Tirol kommt *Tilia* hier vor *Ulmus* zur Ausbreitung, was aber rein lokalen Verhältnissen entspricht. Die hohen Werte der Asteraceae und Cichoriaceae, sowie jene von *Dryopteris* und *Selaginella selaginoides* in DA 1 geben Bedingungen der lokalen Sukzession wieder.

Boreal (V):

Profil Mieminger See DA 3 pp., 4 pp.

Profil Katzenloch DA 3, 4 pp.

Profil Seefelder See DA 3 – UA b pp.

Durch die geringe Sedimentationsrate und das Fehlen von Absolutdaten in der See- kreide kann der Beginn des Boreals in den Profilen Seefelder See und Mieminger See nur ungefähr und durch Profilvergleich festgelegt werden. Im Vergleich mit dem Profil Krottenweiher aus ähnlicher Höhe bei Trins (1210 m NN) (S. BORTENSCHLAGER, 1984) liegt der Übergang IV/V zwischen EMW-Maximum und *Corylus*-Gipfel. Diese Abfolge von EMW-Gipfel gefolgt von dem *Corylus*-Gipfel entspricht auch der typischen Vegetationsabfolge des frühen Postglazials wie sie S. BORTENSCHLAGER (1978) im Profil Lansersee für das Inntal beschreibt. Der *Corylus*-Gipfel in Profilen des alpeninneren Bereiches ist nie so kräftig ausgebildet wie in Profilen des Alpenvorlandes. Die Vorherrschaft der Laubwälder dauert jedoch nicht lange. Sie wird von der in montaner und subalpiner Stufe einwandernden Fichte gebrochen. Nach deren Einwanderung, die im Profil Katzenloch auf 8450 ± 120 BP datiert ist, bilden sich in der montanen Stufe Mischwälder aus. Bereits seit der Einwanderung des EMW und jetzt zusätzlich von *Picea* wird *Pinus* zuneh-

mend auf ungünstige, konkurrenzärmere Standorte und in höhere Lagen abgedrängt. Nur auf der Mieminger-Hochfläche bleibt sie durch ihr Vermögen auf relativ unfruchtbaren Schotterflächen zu siedeln, weiterhin stärker vertreten. Auch der Konkurrenzkraft der Mischwaldarten unterliegen die lichtliebenden Hölzer: *Betula* wird stark zurückgedrängt und *Larix* verschwindet ganz.

Aus dem Profil Katzenloch geben zwei C-14-Daten borealzeitliches Alter an. Das ältere, 8630 ± 130 BP, fixiert den Beginn der organischen Sedimentation, welche mit einer Seggen-Röhricht-Gesellschaft vom Charakter eines Bruchwaldmoores mit Birke (Holzreste) und Weide einsetzt. Das jüngere, 8450 ± 120 BP, gibt einen Anhaltspunkt für die bereits im Boreal erfolgte Fichtenausbreitung. Gleichzeitig nimmt im Moor der mineralische Einfluß ab und der Bruchwald geht in ein Übergangsmoor mit *Eriophorum vaginatum* (Blattscheidenreste) über; die vorher häufigen Gefäßpflanzen, wie Orchidaceae und *Parnassia* fehlen nun. Ohne Makrorestbestimmung ist es aber nicht möglich näher auf die lokale Sukzession des Moores einzugehen. Im Sediment des Bruchwaldtorfes wurde unter zahlreichen NBP auch ein PK vom *Ceralia*-Typ gefunden. Da die lokalen Kräuter des Moores hier stark hervortreten, überdecken sie im NBP-Spektrum Typen, welche als menschliche Begleitpflanzen gelten. Trotzdem kann man ein häufigeres Auftreten von *Rumex* und *Plantago lanceolata* feststellen, das eine frühe antropogene Beeinflussung bestätigen würde. Unter der Voraussetzung gleichbleibender Sedimentationsraten (ca. 0,5 mm/a) kann das Ende des Boreals im Profil Katzenloch in 120 m Tiefe festgelegt werden.

Atlantikum (VI, VII):

Profil Mieminger See DA 4 pp., 5 pp.

Profil Katzenloch DA 4 pp., 5, 6

Profil Seefelder See DA 4 pp.

Im Atlantikum beherrscht *Picea* weitgehend das Waldbild. In ihrer starken Ausbreitung verdrängt sie in zunehmendem Ausmaß den EMW, *Corylus* und *Pinus*. Auf den wasserdurchlässigen und kalkreichen Schotterflächen der Mieminger-Hochfläche vermag sich *Picea* jedoch erst am Beginn des Jüngeren Atlantikums gegenüber *Pinus* durchzusetzen. Etwa zur gleichen Zeit (ca. 6500-6000 BP) wandern auch Buche und Tanne ein. Im Fernflug sind beide bereits seit ca. 7000 BP (vgl. Profil Katzenloch) vorhanden. Ihre gemeinsame Einwanderung wird in den Absolutdiagrammen bestätigt, in den Relativ-Diagrammen hat es jedoch den Anschein, als hätte *Abies* gegenüber *Fagus* einen Vorsprung. *Abies* breitet sich also anfangs stärker, aber nicht früher aus und bildet gemeinsam mit *Picea* Tannen-Fichten-Wälder, welche im Jüngeren Atlantikum ihre weiteste Verbreitung haben.

An der Wende VI/VII gelangt die Bohrstelle des Mieminger Sees in den Bereich der Verlandung. Da das Torfwachstum nur sehr zögernd einsetzt, kommt es im Jüngeren Atlantikum zu einem stark gestauchten Diagramm, welches schwierig zu interpretieren ist. Trotzdem scheint dem Tannen-Fichten-Wald auf der Mieminger-Hochfläche größere Bedeutung zuzukommen (DA 5) als im Gebiet des Seefelder Sees (DA 4).

In der für den Wald klimatisch günstigen Phase des Atlantikums spielen Gräser und Kräuter im Pollendiagramm allgemein nur eine untergeordnete Rolle. Davon bildet das Profil Katzenloch eine Ausnahme. Einerseits treten am Beginn des Atlantikums Hinweise auf eine Vernässung auf (obere Hälfte DA 4, 120-100 cm):

- erhöhte Gramineen, wobei ein Teil sicher zu *Phragmites* gestellt werden kann;
- Prozentwerte vom *Potentilla*-Typ (*Comarum palustre*);
- Auftreten von Hochstauden wie *Thalictrum*, *Filipendula* und *Cirsium*;
- Zunahme von *Alnus* und *Betula*;

– geschlossene Kurve von *Salix*.

Andererseits sprechen die Beimengung von Ton im Sediment (125 cm Tiefe), sowie die folgende stärkere Ausbreitung von *Betula*, das stärkere Aufkommen von *Artemisia* und auch die zahlreichen Gräser für waldfreie Flächen, welche vielleicht vom Menschen geschaffen wurden. Im BP-Spektrum findet keine Veränderung statt, doch kann man davon ausgehen, daß Rodungen – falls sie überhaupt stattfanden – nur sehr kleinräumig waren und die Gegend nur zeitweilig besiedelt war.

Ebenfalls im Profil Katzenloch hebt sich im Älteren Atlantikum eine Phase erhöhter NBP-Werte ab (DA 5), deren Grenzen mit 7470 ± 120 BP und 7100 ± 180 BP datiert sind. Bei den NBP sind es Kräuter wie *Artemisia*, *Chenopodiaceae*, *Senecio*-Typ, *Achillia*-Typ und *Rosaceae*, die eine Zunahme verzeichnen. Bemerkenswert ist jedoch, daß Zeiger menschlicher Beeinflussung wie *Plantago lanceolata* und *Rumex* sogar Prozentwerte erreichen. Hinzu kommen mehrere PK vom *Cerealia*-Typ. Alle Fakten gemeinsam könnten als Hinweise auf eine erste menschliche Besiedlungsphase mit Getreideanbau gewertet werden. *Picea* erfährt in ihrer Ausbreitung zu Beginn dieser Phase einen Rückschlag, ob ihre Bestände tatsächlich gelichtet wurden ist schwer zu sagen. Das Auftreten von *Larix* und die Zunahme von *Alnus* und *Corylus* würden für eine Rodung, die sicher nur sehr kleinräumig war, sprechen.

Im Raum zwischen Starnberger See und Isar sind erste PK vom *Cerealia*-Typ aus dem Älteren Atlantikum bekannt (KOSSACK & SCHMEIDL, 1974/75). Ebenso wie zu diesem pollenanalytischen Nachweis des Mesolithikers fehlen auch für die Seefelder Senke wie für ganz Nordtirol archaeologische Funde mesolithischer Stationen. Nach dieser ersten Phase möglicher anthropogener Aktivität gehen die Kulturzeiger zwar zurück, doch verschwinden sie nie mehr völlig. In der Tiefe von 55 und 50 cm wurden nochmals PK vom *Cerealia*-Typ gefunden, dies könnte bedeuten, daß der Mensch weiterhin diese Gegend zumindest zeitweilig aufsuchte.

Subboreal (VIII):

Profil Mieminger See DA 5 pp., 6, 7 – UA app.

Profil Seefelder See DA 4 pp., 5 pp.

Die Fichten-Tannen-Mischwälder haben ihr Maximum zu Beginn des Subboreals bereits überschritten. Durch ihren Rückgang und durch die Ausbreitung der Buche verändert sich das Waldbild grundlegend. Die Ursachen für diese Veränderung sind einerseits das kühlere und trockenere Klima im Vergleich zum Atlantikum und andererseits der verstärkte anthropogene Einfluß, der sich von nun an abzeichnet. Diese beiden Faktoren sind im Pollendiagramm jedoch nicht eindeutig auseinanderzuhalten. Besonders drastisch zeigt sich der menschliche Einfluß im Profil Mieminger See (DA 6). Hier wurden die Fichten-Tannen-Bestände stark gelichtet oder sogar gerodet. Die Folgehölzer *Alnus* und *Betula*, sowie die raschwüchsige Pappel und am Waldrand auch immer *Rhamnus* und *Frangula*, finden beste Wachstumsbedingungen. Durch die Waldlichtungen kommen auch die Gräser vermehrt auf. In der Folge wird die Föhre bereits im Subboreal wieder zur vorherrschenden Baumart in den Pollenspektren. Ihre Vorherrschaft resultiert aus dem Nah- und Fernflug, der durch die gerodeten Flächen verstärkt in den Vordergrund tritt und nicht aus einer tatsächlichen Vermehrung der Individuenzahl. Die Buche war im auch heute niederschlagsarmen Gebiet von Mieming niemals konkurrenzfähig. Im Gegensatz dazu waren am Seefelder See die klimatischen Bedingungen und vermutlich auch die Bodenverhältnisse für die Buche wesentlich günstiger. Durch ihre Konkurrenzkraft wird die Fichte zunehmend in höhere Lagen abgedrängt, es bilden sich auch Buchen-Fichten-Tan-

nen-Mischwälder heraus. Zudem scheint der menschliche Einfluß gegenüber Mieming geringer gewesen zu sein, deutliche Hinweise auf Rodungen fehlen. Sie finden sich erst in der 2. Hälfte des Subboreals (UA 5a), in der Bronzezeit. Durch die intensive Beweidung werden die Wälder lediglich etwas gelichtet: die lichtliebenden Lärchen finden wieder günstige Standorte, *Juniperus* wird selektiv gefördert, *Plantago lanceolata*, *Rumex* und *Artemisia* kommen vermehrt vor. Der Ulmen-Einbruch, der sich zu Beginn des Subboreals in Seefeld und Mieming abzeichnet, kann mit dem Ulmenabfall, hervorgerufen durch Schneiteln zur Laubfütterung (vgl. Giering, I. BORTENSCHLAGER, 1976), in Verbindung gebracht werden. Anschließend können sich die EMW-Elemente in beiden Profilen noch einmal erholen, bevor sie am Ende des Subboreals völlig zurücktreten und nur noch vereinzelt vorkommen. Neu tritt in ersten Spuren *Carpinus* auf.

Subatlantikum (IX, X):

Profil Mieminger See DA 7 – UA app., b, c, 8

Profil Seefelder See DA 5 pp., 6

Seit dem Beginn des Subatlantikums ist in montanen Lagen der Mensch der wichtigste bestimmende Faktor für die Vegetation, durch immer ausgedehntere Rodungen für Ackerbau und Viehzucht gestaltet er seine Umwelt. Im Profil Mieminger See führen wiederholte Toneinschwemmungen zu einem gestreckten und gestörten Kurvenverlauf der Zone XI/X. Eine erste Tonlage in 354 - 353 cm Tiefe ist durch die geringe Anzahl der C-14-Daten und die sehr unterschiedlichen Sedimentationsraten dieses Profils sehr schwierig geworden, es könnte sich um eine römische Rodungsphase um Christi Geburt handeln. Demnach hätte der Anbau von Getreide auf dem Mieminger Plateau bereits etwas früher, in der Bronzezeit begonnen. Nach dieser ersten intensiven Einflußnahme des Menschen kommt es zu einer Regenerationsphase des Waldes, die von *Betula*, gefolgt von *Corylus* eingeleitet und durch die Ausbreitung von *Pinus*, *Abies* und *Fagus* abgeschlossen wird. Diese für den Wald regenerative Phase, welche sich in beiden Diagrammen abzeichnet (Mieming 350 - 320 cm, Seefeld 80 - 70 cm), fällt sicher in eine Zeit geringer menschlicher Aktivität, welche während der Völkerwanderung zu vermuten ist.

Die nächsten zwei C-14-Daten im Diagramm Mieminger See, 1190 ± 80 BP und 880 ± 80 BP, stellen die Tonlage von 300 - 250 cm Tiefe bereits in die Zeit der bajuwarischen Besiedlung und des Mittelalters. Erst in dieser Zeit scheinen im Diagramm auch *Secale*, *Juglans* und *Castanea* auf, welche üblicherweise und wie es auch das Profil Seefelder See bestätigt, bereits in der Römerzeit angebaut werden. Im Gegensatz zum Mieminger See ist der Getreideanbau im Pollendiagramm des Seefelder Sees erst ab der Zeit des römischen Einflusses nachzuweisen, *Cerealia* und *Secale* setzten gleichzeitig ein. Dies mag in Hinblick auf das Profil Katzenloch verwundern, ist jedoch durch die kleinräumige Einflußnahme und das zerstreute Auftreten des Menschen der Vorzeit zu erklären. Die Anwesenheit des Menschen ist jedoch durch das Auftreten der anthropogenen Begleitpflanzen *Plantago lanceolata*, *Rumex* und *Urtica* bereits ab der 2. Hälfte des Subboreals gesichert nachzuweisen. Nach dem letzten Vorstoß der Fichte, der wie oben besprochen in die Zeit der Völkerwanderung fällt, dominiert jetzt auch in Seefeld die Föhre. Wie stark die Wälder in der folgenden Zeit vernichtet wurden, beweisen sowohl die hohen Werte der NBP (DA 6), unter denen Gramineen und Kulturzeiger dominieren, als auch der ins Sediment eingeschwemmte Ton. Das größte Ausmaß erreichen die Rodungen im Mittelalter. Erst in den beiden obersten Spektren des Profils deutet sich wieder eine Zunahme der Nadelhölzer *Pinus* und *Picea* an.

Im Profil Mieminger See kommt es ab 880 ± 80 BP (240 cm) zu wiederholten Toneinschwemmungen, welche stark schwankende Sedimentationsraten verursachen. In der unteren Hälfte des DA 8 breiten sich die Folgehölzer *Betula* und *Corylus* stark aus, jedoch spiegelt die obere Hälfte bereits ähnliche Verhältnisse, wie sie den heutigen entsprechen. Das wiederholt überschwemmte Seggenried wandelte sich durch Kulturmaßnahmen in eine Feuchtwiese um. An diese schließen auf den trockenen Kuppen des Sassberges *Juniperus*-reiche *Pinus*-Wälder, die auf intensive Waldweide schließen lassen. Außer *Pinus* und *Larix* spielt kein Baum mehr eine bedeutende Rolle. *Larix* ist bereits ab der Bronzezeit in der Umgebung des ehemaligen Sees häufig.

5.2. Diagrammbeschreibungen und Vegetationsentwicklung des östlichen Untersuchungsgebietes: Kirchbichl und Egelsee

Spätglazial (Ia, Ib, Ic, II, III):

Profil Kirchbichl DA 1 pp.

Profil Egelsee DA 1

Das Profil Egelsee erfaßt mit seinen liegenden, anorganischen Schichten die Vegetationsentwicklung des Spätglazials. Die gramineenreiche Kräuter-Steppenvegetation des unteren NBP-Abschnitts (DA 1) entspricht der Ältesten Dryas (Ia). Abgesehen von einzelnen Sträuchern, wie *Betula* (wahrscheinlich *Betula nana*), *Juniperus* und *Salix*, sowie der sicher im Gebiet anwesenden *Ephedra distachia*, fehlen Gehölze in der näheren und weiteren Umgebung.

Die beiden untersten Proben (UA 1a) wurden aus sandigem, kalkhaltigem Sediment entnommen und weisen nur geringe PD (unter 500 PK/cm^3) auf, dementsprechend ist auch die Anzahl der NBP-Typen äußerst gering. Unter der Annahme der Auswertbarkeit dieser Proben könnten sie im Vergleich mit den Befunden aus Murifeld (WELTEN, 1972, 1982) einer Pionierphase (Ia₁) entsprechen. Verbunden mit dem Einsetzen ruhiger Sedimentation von feinem, tonig/schluffigem Material, zeichnet sich im Pollendiagramm eine ausgeglichene Dauerphase (Ia₂) mit einer Gramineen- und *Artemisia-Ephedra*-Spätglazialsteppe ab (UA 1b). Die PD schwankt zwischen 500 und 2000 PK/cm^3 und die Anzahl der NBP-Typen ist nun höher. *Thalictrum*, Chenopodiaceae, *Helianthemum* und Cichoriaceae sind durchwegs mit Prozentwerten vertreten. Diese Dauerphase wird in der Tiefe von 715 bis 680 cm von einer Sedimentschicht gröberer Materials – Ton/Sand/Kies – unterbrochen (UA 1c). Solche Einschwemmungen sind Zeugen erhöhter oder kräftiger Niederschläge, sie sedimentieren relativ rasch ab und weisen daher auch nur geringe PD auf. Denkbar wäre, daß sie mit einem Gletschervorstoß (Gschnitz ?) in Verbindung stehen. Ab 650 cm zeichnet sich mit erhöhter PD (um 1 Zehnerpotenz) eine gewisse Konsolidierung der Vegetation ab, die wieder auf günstigere Boden- und Klimaverhältnisse hinweist (UA 1d): Gramineen, *Artemisia*, *Thalictrum*, Chenopodiaceae und *Helianthemum* werden häufiger und auch die Absolutwerte von *Pinus* und *Betula* sind erhöht. Gleichzeitig tritt im Sediment *Pediastrum* auf, und *Selaginella selaginoides* verschwindet. Auch die Pollenfunde von *Alnus*, *Corylus*, EMW-Vertretern und *Picea* fallen aus. Für ihr Auffinden in spätglazialen Schichten werden in den verschiedenen Arbeiten unterschiedliche Gründe diskutiert. In diesem Profil kann wegen des geringen Bohrkerndurchmessers (siehe Kap. 3.1., Methodik) auch eine Verunreinigung, bzw. Verschleppung aus höheren Schichten nicht ausgeschlossen werden.

Nachdem sich die Vegetationsdecke weitgehend geschlossen hat – hohe Absolutwerte von Gramineen, Cyperaceae und *Artemisia* – breiten sich als erste Gehölze Sträu-

cher aus: *Juniperus* und *Salix*, in geringem Ausmaß auch *Hippophae*. Im Profil des nahegelegenen Miesberges (I. BORTENSCHLAGER, 1976) wurde der Beginn der *Juniperus*-Ausbreitung durch ein C-14-Datum auf 13.035 ± 105 BP datiert. Im Vergleich damit wird auch hier das absolute Maximum der Sträucher an der Wende Ia/Ib angenommen. Bereits während des Strauchmaximums breitet sich auch *Betula* aus und *Pinus* nimmt zu. Im Anschluß an das Strauchmaximum gelangen die beiden Arten dann rasch zur Vorherrschaft. Ebenfalls auf Grund des vorher zitierten C-14-Datums wird gefolgert, daß der *Pinus*-Anstieg im Bölling erfolgt.

In der Folge verbleibt die Umgebung des Egelsees, sowie der Thierseer Rücken, bis zum Beginn des Postglazials im Bereich der Föhrenwälder. Durch die geringe Sedimentationsrate in diesem Zeitraum (ca. 30 cm entsprechen 3000 Jahren) kann der *Pinus*-dominierte DA 2 (6 Proben), der die Chronozonen Ib, Ic, II und III umfaßt, nicht weiter gegliedert werden. Die Frage, ob der Birkengipfel in 600 cm Tiefe der Älteren Dryas entspricht, muß offen bleiben. Nur die Jüngere Dryas läßt sich durch die geringe Zunahme von *Artemisia* und *Juniperus* (590 - 585 cm) mit einiger Sicherheit abgrenzen. Ähnlich wie im Salzburger Becken (KLAUS, 1972) ist auch hier in der Jüngeren Dryas *Pinus cembra* häufig. KLAUS führt dies auf eine Auflockerung des Kiefernwaldes und eine Annäherung des Zirbengürtels zurück. Typisch dafür ist auch, daß *Pinus cembra* zurückgeht, sobald *Pinus* und *Betula* sich wieder stärker ausbreiten und die ersten EMW-Elemente auftreten. Die NBP zeigen während des gesamten DA 2 hohe Absolut-Werte, diese werden jedoch im Relativ-Diagramm durch *Pinus* und *Betula* unterdrückt. Innerhalb des Artenspektrums kommt es nach der Chronozone Ia zu Änderungen: *Saxifraga oppositifolia*, *Ephedra distachia* und *E. altissima* fehlen nun, *Helianthemum* geht zurück, erstmals kommt der *Potentilla*-Typ vor und *Rumex* ist häufig. Im Profil Kirchbichl fehlen die Chronozonen Ia, Ib und II. III wird nur mit den beiden untersten Proben des DA 1 aus Sand/Kies/Ton noch erfaßt, dies wird durch Pollenfunde von *Ephedra distachia* und *Saxifraga oppositifolia* bestätigt.

Ältere Arbeiten aus dem Unterinntal stammen von SARNTHEIN (1948), der bereits ein Profil aus dem hier neu bearbeiteten Egelsee untersuchte. Das Profil SARNTHEINs beginnt gesichert — mit durchgehenden Kurven — erst mit dem Haselabfall und erreicht somit keine spätglazialen Schichten, während jenes vom Moor auf der Zeller Terrasse bis in die Älteste Dryas reicht und einen ähnlichen Kurvenverlauf zeigt, wie das hier vorliegende Profil Egelsee. Beim direkten Vergleich ergeben sich aber durch andere Berechnung und Zonengliederung Schwierigkeiten (ausführliche Diskussion siehe I. BORTENSCHLAGER, 1976).

Spätglaziale Profile aus dem sehr gut erforschten, nordöstlichen Alpenvorland von SCHMEIDL (1971, 1972, 1977, 1980), KLAUS (1972), BOBEK und SCHMIDT (1976), BEUG (1976) und DRAXLER (1977) zeigen im allgemeinen alle einen sehr ähnlichen Kurvenverlauf. Abweichungen ergeben sich aus den verschiedenen Prozentanteilen von *Betula*, aus den unterschiedlichen Sedimentationsraten, sowie aus der Einbeziehung der Cyperaceae in die 100 % Summe. Eine weitere Schwierigkeit ergibt sich aus dem weitgehendem Fehlen von C-14-Daten, dadurch wurden Profile durch Fernkonnektierung mit dem westlichen Alpenvorland und durch Profilvergleich in FIRBASSsche Zonen gegliedert. So sehen z.B. BOBEK und SCHMIDT (1975) den *Pinus*-Anstieg in der Flyschzone nach der waldfreien Phase der Ältesten Dryas und der folgenden *Juniperus*-Phase im Bölling und im südlich davon gelegenen, nicht weit entfernten Kalkrandalpengebiet im Alleröd. Auch SCHMEIDL (1980) legt den *Pinus*-Anstieg im Moor auf der Ackeralm (1356 m) ins Bölling, während er ihn im nördlich und tiefer davon gelegenen Gebiet des Schwarzsees

(896 m) ins Alleröd stellt. In den hier angeführten Beispielen – Kalkrandalpengebiet, Flyschzone, Chiemgau – wird der *Pinus*-Ausbreitung in nahe benachbarte Gebiete jeweils eine Verzögerung von ca. 1000-2000 a zugeschrieben.

Bisher publizierte Absolutdaten für den *Pinus*-Anstieg, die aus dem Gebiet von Kufstein – Miesberg, aus den Kitzbühler Alpen – Giering (I. BORTENSCHLAGER, 1976) und aus dem Einzugsgebiet der Traun – Moosalm, Plackner, Ödensee und Rödschitz – (DRAXLER, 1977) stammen, bestätigen böllingzeitliches Alter. Bereits im vorhergehenden Kapitel 5.1. wurde auf die Schwierigkeit der *Pinus*-Differenzierung hingewiesen. An dieser Stelle sei nochmals gesagt, daß die einwandfreie Unterscheidung von *Pinus cembra* und *P. non cembra* nur bei sehr guter Pollenerhaltung und bester Präparation – gute Drehbarkeit der PK – möglich ist. Zur Unterscheidung von *Pinus silvestris* und *P. mugo* schreibt WELTEN (1982), daß sie nur bei bester Pollenerhaltung annähernd durchgeführt werden kann. In den hier vorliegenden Profilen, wie in den meisten Profilen des Alpenvorlandes, außer in einigen wie z.B. von KLAUS (1972) und von BOBEK und SCHMIDT (1975), wurde *Pinus silvestris* und *P. mugo* nicht getrennt ausgezählt. Daher ist in dieser Arbeit auch nicht von Wiederbewaldung, sondern von *Pinus*-Anstieg, bzw. -Ausbreitung die Rede.

Beim Betrachten der beiden Profile Moor auf der Ackeralm und Schwarzsee (SCHMEIDL, 1980), die den Anschluß an die Profile des östlichen bayerischen Alpenvorlandes bis ins nordöstliche Salzkammergut darstellen, wird die Problematik der unterschiedlichen Sedimentationsraten (vgl. WELTEN, 1982) und der verschiedenen *Betula*-Anteile der Zonen Ib/Ic/II deutlich. Das Alpenrand-nähere Profil Moor auf der Ackeralm stimmt im Kurvenverlauf und auch in der Zonengliederung mit den Profilen Miesberg, Giering und Egelsee völlig überein. Anders das Profil Schwarzsee, wo eine höhere Sedimentationsrate eine Streckung der Strauchphase bewirkt und weiters die Prozentanteile von *Betula* höher liegen. Dadurch, daß die hohen Prozentanteile von *Betula* die Relativwerte von *Pinus* drücken, kommt SCHMEIDL zur Annahme, daß der *Pinus*-Anstieg im Diagramm Schwarzsee erst im Alleröd stattfindet. Aus dem Absolut-Diagramm des Egelsees wird jedoch deutlich, daß *Pinus* bereits gemeinsam mit *Betula* einen ersten absoluten Gipfelwert verzeichnet, der ins Bölling gestellt werden kann. In der Folge geht *Pinus* stärker zurück als *Betula*, der relative Birkengipfel (Egelsee 610 cm Tiefe) könnte also gleich wie im Profil Schwarzsee der Älteren Dryas entsprechen.

Postglazial:

Präboreal/Boreal (IV/V):

Profil Kirchbichl DA 2

Profil Egelsee DA 2 pp., 3

Das C-14-Datum 10.280 ± 140 BP, das die absoluten Gipfelwerte von *Pinus* und *Betula* datiert (oberes Ende DA 2 des Egelsees), gibt auch einen guten Anhaltspunkt für die Grenze III/IV, bzw. für den Beginn des Holozäns. In den hohen Werten von *Pinus* und *Betula* spiegelt sich die starke und endgültige Erwärmung des Postglazials wieder. Beachtenswert ist hier die enorme Zunahme von *Betula*, sie versechsfacht ihren absoluten Wert, während *Pinus* ihn nur verdoppelt, dadurch wird der *Pinus*-Gipfel im Relativ-Diagramm von *Betula* überdeckt und scheint nicht auf. Die *Pinus-Betula*-Dominanz wird jedoch abrupt von den rasch einwandernden EMW-Vertretern gebrochen (Grenze DA 2/3). Am günstigsten scheinen die Bedingungen für *Ulmus* zu sein, sie erreicht rasch hohe Werte und behält diese in der Folge bei. Aber auch *Tilia* und *Quercus* wandern zur gleichen Zeit ein, sie bleiben in ihrer Bedeutung hinter *Ulmus* zurück. Nur vereinzelt sind auch *Acer* und

Fraxinus beigemischt. Da sie im Pollenspektrum stets unterrepräsentiert sind, kommt diesen Werten aber größere Bedeutung zu. Gegenüber dem EMW ist die Massenausbreitung von *Corylus* (bis 50 %) etwas verzögert, ab dem mittleren Präboreal übertrifft *Corylus* jedoch mit ihren Werten den EMW und bleibt bis zum Ende des Jüngeren Atlantikums dominant. Völlig unbedeutend sind am Egelsee nunmehr die NBP (2,5 %).

Im Profil Kirchbichl konnte der Abschnitt von 778 - 741 cm – nicht geborgen werden, deshalb fehlt der Übergang Spätglazial/Postglazial. Die postglaziale Wiedererwärmung ist jedoch in den obersten Proben des DA 1, im *Pinus-Betula*-Anstieg angedeutet. Das Diagramm setzt nach der Profillücke erst im Präboreal (DA 2) mit bereits voll entwickelter EMW- und *Corylus*-Bestockung wieder ein. Gleich wie im Profil Egelsee erreicht auch hier im EMW *Ulmus* die größte Bedeutung, und *Corylus* übertrifft die Werte des EMW. In beiden Diagrammen ist *Picea* durch eine geschlossene Kurve seit dem Beginn des Postglazials vertreten. Gleichzeitig mit *Picea* setzen auch die geschlossenen *Dryopteris*-Kurven ein. Daß sich *Populus* am Moor Kirchbichl, gleich wie in den Profilen aus dem Gebiet des ehemaligen Inn- und Chiemseegletschers (RAUSCH, 1975) im Präboreal vermehrt ansiedelt, während sie am Egelsee erst im Älteren Atlantikum spärlich aufkommt, dürfte auf edaphische Ursachen zurückzuführen sein.

Ins ausgehende Präboreal fällt die Tonzwischenlage (691 - 679 cm) des Profiles Kirchbichl, dies wird durch zwei C-14-Daten 9.430 ± 130 BP und 9070 ± 120 BP bestätigt. Das Sediment – unten gröberes Material mit Detritus, oben feiner Ton –, die scharfen Sedimentgrenzen und die nach oben sinkende PD lassen auf eine einmalige Überschüttung des Moores schließen, die in einem kurzen Zeitraum erfolgte. Im Anschluß an diese Überschüttung kommt am Moor *Larix* stärker auf. Am Egelsee kommt sie nur im Präboreal vereinzelt vor.

Die Grenze Präboreal/Boreal wird mit Hilfe der oben genannten C-14-Daten festgelegt, im Pollendiagramm ist sie mit keiner markanten Vegetationsänderung verbunden, denn auch im Boreal erreicht im Inntal und am Alpenrand der EMW Spitzenwerte (vgl. MAYER, 1963). In der Tallage von Kirchbichl übersteigt *Picea* seit 9000 BP die 5 % Marke (UA 2b), was ihre Anwesenheit dokumentiert. Gegenüber dem EMW ist sie jedoch noch nicht konkurrenzfähig (vgl. Miesberg). Noch geringere Werte verzeichnet sie im Profil Egelsee (DA 3), wo nun auch *Viscum* nachgewiesen werden konnte. Nach OVERBECK (1975) kann dies als Hinweis auf kontinentaleres Klima gewertet werden.

Bereits zu Beginn des Boreals setzen im Diagramm Kirchbichl über der Tonzwischenlage menschliche Begleitpflanzen, *Plantago lanceolata* und *Urtica* mit geschlossenen Kurven ein. *Rumex* war schon vorher vertreten. In der gleichen Tiefenstufe, aus der das C-14-Datum 9070 ± 130 BP stammt, wurde ein Gramineen-PK von 46μ gefunden. Dieses könnte aufgrund seiner Größe entweder von einem Getreide oder von einem Wildgras stammen, seine Struktur zeigt aber eindeutig Merkmale des *Triticum*-Typs. Da ein einzelnes PK wenig aussagekräftig ist, wird es vorerst nur im Diagramm aufgezeigt, ohne weitere Rückschlüsse zu ziehen. Aber noch in der gleichen Chronozone V (Boreal) konnten unter den erhöhten NBP des UA 2b einerseits Prozentwerte von Apokraten wie *Artemisia*, *Senecio* und Cichoriaceae, andererseits erhöhte Werte der Kulturzeiger wie *Plantago lanceolata*, *Rumex* und *Urtica* nachgewiesen werden. Gleichzeitig wurden in 6 Tiefenstufen 10 monoporate PK von der Größe zwischen 42 und 56μ vom Cerealia-Typ gefunden.

Im Gegensatz zu vorher könnte nun durch ihr gehäuftes Auftreten und den zusätzlichen Fund zweier PK von *Centaurea cyanus* auf mesolithischen Getreideanbau geschlossen werden. Diese Theorie wird zusätzlich durch mineralische Partikel (kleiner als 1 mm) untermauert, welche im Sediment des DA 2b gefunden wurden und gemeinsam mit den

Apokraten auf offene Fläche hinweisen. Für Nordtirol könnte dies den ersten pollenanalytischen Nachweis von so frühem Getreideanbau darstellen. Zwar fehlen dazu archäologische Funde, doch beweisen schon jungpaleolithische Funde aus der Tischofer Höhle die frühere Anwesenheit des Menschen im Raum Kufstein. Die geschützte Lage des Moores, sowie das günstige Klima mit milden Wintern (sporadisches Auftreten von *Hedera*), lassen eine frühe Dauersiedlung in diesem Raum vermuten. Die durchgehenden Kurven der Kulturbegleiter und das häufige Auftreten von PK des Cerealia-Typs bekräftigen diese Vermutung. Auffallend ist auch die Änderung der BP-Ablagerung in diesem Profilabschnitt (UA 2b), die im Vergleich des Absolut-Diagramms zum Relativ-Diagramm deutlich wird. Die Zunahme von *Tilia* und *Quercus* im Relativ-Diagramm ist nur ein rechnerisches Phänomen, das durch die starke absolute Abnahme von *Ulmus* und *Fraxinus* zustandekommt. Umweltfaktoren für diesen Rückgang von *Ulmus* und *Fraxinus* anzugeben ist nicht leicht, auch eine Rodung dieser Arten ist eher unwahrscheinlich, da sich beide nach dieser NBP-Phase (in UA 2c) wieder rasch erholen können. Eher ist an eine Laubnutzung zur Viehfütterung zu denken. An dieser Stelle ist jedoch zu sagen, daß aus der Sicht der Archäologen so früher, wenn auch primitiver Ackerbau, der mit dem Selbsthaftwerden und der Domestikation von Tieren in Zusammenhang steht, aus Mitteleuropa nicht bekannt ist.

Das Ende der "Kulturphase" ist im Pollendiagramm in 510 cm deutlich abgebildet: Kulturzeiger und Apokraten nehmen stark ab, der Cerealia-Typ verschwindet. Auch die mineralischen Partikel im Sediment treten nicht mehr auf. In der Folge kommen *Ulmus* und *Fraxinus* wieder stärker auf. Gleichzeitig verzeichnen die Wasserpflanzen Prozentwerte. Die Prozentwerte der Wasserpflanzen vor und nach der eben besprochenen NBP-Phase geben Hinweise auf temporäre Hochwässer (UA 2a und 2c). Möglicherweise stammt die erste Tonzwischenlage (691 - 679 cm) von einer Überflutung des Moores. Das Moor liegt heute 12 m über dem Inn. In der Zeit nach 8000 BP (UA 2c) wird das Moor selbst nicht mehr vom Hochwasser erreicht. Nur mehr die Prozentwerte der Wasserpflanzen zeugen von lokal erhöhtem Grundwasserspiegel.

Bereits SARNTHEIN (1948) findet im Profil Zellerterrasse Hinweise auf Hochwässer. In seiner Zone V, die nach Profilvergleich mit dem vorliegenden Profil ebenfalls etwa der Chronozone V (Boreal) entspricht, tritt eine lehmige, Dy-durchsetzte Feinsandschicht auf, in der die NBP erhöhte Werte aufweisen. SARNTHEIN diskutiert die Möglichkeit "der Überflutung des Moores durch Hochwasserstände des Inns, die durch katastrophengebundene Stauungen des Flußlaufes verursacht wurden." Ebenfalls sehr gut in dieses Bild passen die Befunde von BECKER (1972), der von 3 subfossilen Eichenstammlagen aus einer Donauterrasse bei Rutzendorf, nordöstlich von Wien berichtet, die in das 6. Jahrtausend v. Chr. (8000 BP) datiert sind. Eine Möglichkeit der Entstehung solcher subfossiler Stammlagen führt er auf "Unterspülung flußnaher Wälder im Zuge säkularer Katastrophenhochwässer" zurück. Ursache dafür könnte der in den Hohen Tauern von BORTENSCHLAGER und PATZELT (1969) im Moor bei der Rostocker Hütte, 2270 m, nachgewiesene Gletschervorstoß, die "Venedigerschwankung" sein. Die Klimarückschlagsphasen, in denen sich jeweils Baumgrenzdepressionen abzeichnen, wurden auf 8000, 8400 und 8700 BP datiert. In Mooren aus Hoch- bzw. Waldgrenz-Lagen läßt sich diese Schwankung gut belegen, so z.B. in Eggen ob Blatten, 1645 m (WELTEN, 1892), in den Villanderer Mooren, 1800 - 2100 m (SEIWALD, 1980), im Moor Alpenrose, 1880 m (WEIRICH und BORTENSCHLAGER, 1980); in Tieflagen konnte sie bisher nicht nachgewiesen werden, da es zu keiner Waldauflichtung kam. Dadurch, daß einerseits erhöhte Niederschläge, die zu Gletschervorstößen führten und andererseits erhöhte Schmelzwässer, die zu Überflutungen bzw. teilweise zu Übersättigungen des Talbodens führten, auftra-

ten, scheint es erstmals möglich zu sein, die Venedigerschwankung auch in Tallage nachzuweisen. Im Profil Egelsee fehlen im Boreal Hinweise sowohl auf erhöhte Niederschläge oder Hochwässer, als auch auf die Anwesenheit des Menschen. Dies läßt sich durch seine Topographie – vom Inntal abgesetzte Lage, auf einer Terrasse ohne größeres Einzugsgebiet – erklären.

Atlantikum (VI/VII):

Profil Kirchbichl DA 3

Profil Egelsee DA 4

Die Ausbreitung der Fichte in der Umgebung des Moores Kirchbichl, datiert durch ein Radiokarbondatum auf 8070 ± 130 BP, markiert die Grenze V/VI. In Tallagen und auf Moränenhängen, wie sie das Moor umgeben, kann sich die Fichte rasch ausbreiten (vgl. MAYER, 1963). Im Absolut-Diagramm zeichnet sich ihre Ausbreitung bereits seit dem mittleren Boreal (UA 2c) ab, in 440 cm hat sie ihre maximalen Werte erreicht. Die folgende Zunahme im Relativ-Diagramm (430 - 310 cm) kommt wieder rechnerisch zustande. Sie nimmt absolut nicht mehr zu, aber im Absolut-Diagramm verzeichnen *Corylus*, *Quercus*, *Ulmus* und *Fraxinus* Einbrüche in den absoluten Werten. Ob diese absoluten Abnahmen auf edaphische Ursachen zurückzuführen sind, ist unklar, auszuschließen ist auf jeden Fall eine Verdrängung dieser Arten durch die Konkurrenz der Fichte, da ja *Picea* in ihrer Absolutzahl unverändert bleibt. Auffallend ist, daß in den gleichen Tiefenstufen wieder vereinzelt PK vom Cerealia-Typ auftreten, die bis ans Ende des Diagramms nicht mehr aussetzen. Auch *Plantago lanceolata* und *Rumex* sind wieder häufiger. Möglicherweise sind also die Rückgänge bei den Laubholzarten tatsächlich auf menschliche Eingriffe zurückzuführen. In dieser Besiedlungsphase, die zwischen 7000 und 6500 BP beginnt, kann wieder Getreideanbau angenommen werden, in 310 cm Tiefe wurde auch *Centaurea cyanus* gefunden. Zeitlich fällt diese Phase in die Bandkeramikzeit, eine Kulturphase mit ältestem primitivem Getreideanbau im Donauraum. Die Bandkeramiker drangen aber nicht bis nach Nordtirol vor, für das Unterinntal, wie für den gesamten Nordtiroler Raum fehlen archäologische Funde aus dieser Zeit. Erst aus dem Neolithikum ist ein geschliffenes Beil aus Serpentin, welches in Kirchbichl gefunden wurde bekannt.

Die hohen Werte von *Alnus* zeugen von der Besiedlung der Innauen durch *Alnus*-Bestände. Außerdem beweisen die zahlreichen Holzfunde von *Alnus glutinosa* (siehe Kap. 3.7.) in diesem DA ihre Anwesenheit am Moor direkt. Ihre Werte haben also rein lokale Bedeutung und verzerren das Bild der regionalen Vegetationsentwicklung. Aus diesem Grund wurde *Alnus* bei der Berechnung des Relativ-Diagrammes aus der 100 %-Summe ausgeschlossen. Am Egelsee z.B. erreicht *Alnus* im Atlantikum keine erhöhten Werte. Die Anwesenheit von *Larix* konnte im Profil Kirchbichl im DA 3 durch Holzfunde (Kap. 3.7.) wiederholt nachgewiesen werden, ihre Pollen fehlen aber im Pollendiagramm. Darin zeigt sich wieder die Schwierigkeit des Nachweises von *Larix* an Hand von Pollen.

Im Vergleich zu Kirchbichl bleibt die Fichte am Egelsee in ihren Werten und in ihrer Bedeutung zurück. Zwar wandert die Fichte in den hier weiterhin dominierenden EMW ein, doch ist sie nicht konkurrenzfähig. Der EMW kann sich sogar noch stärker ausbreiten, es sind vor allem *Ulmus* und *Fraxinus*, welche relativ und absolut zunehmen und teilweise *Corylus* verdrängen. Ähnlich wie in Kirchbichl übersteigen auch im Moor Zeller Terrasse (SARNTHEIN, 1948) im Atlantikum die Werte der Fichte jene des EMW, doch gelangt die Fichte auch auf der Zeller Terrasse nicht zu so eindeutiger Herrschaft über den EMW, es bilden sich Mischbestände heraus. Deutlich begünstigt aber ist die Fichte in mon-

tanen Lagen (vgl. Giering und Miesberg). Das häufige Auftreten, mit teilweise geschlossenen Kurven, von *Hedera* bestätigt für diese Chronozonen VI und VII atlantisches Klima. *Viscum* konnte in beiden Profilen nur in VI nachgewiesen werden. Tanne und Buche treten seit dem Älteren Atlantikum in Spuren auf, diese sind auf Fernflug zurückzuführen. Die Einwanderung dieser beiden Arten erfolgte nach den C-14-Daten in Kirchbichl um 4970 ± 90 BP und am Egelsee um 5290 ± 100 BP, also erst an der Wende VII/VIII. Um ca. 500 Jahre früher hat sie im Profil Moor auf der Winkelalm (MAYER, 1963) bereits eine geschlossene Kurve.

Subboreal (VIII):

Profil Kirchbichl DA 4

Profil Egelsee DA 5

Nach der Einwanderung von Buche und Tanne werden die beiden Arten rasch zu den vorherrschenden Baumarten, d.h., daß sich am Beginn des Subboreals im Baumbestand ein völliger Wechsel vollzieht: *Corylus* und der EMW, besonders *Ulmus*, erleiden die größten Einbußen, aber auch *Picea* geht stark zurück, es dominieren, wie bereits gesagt, *Abies* und *Fagus*. In ihrer Verbreitung zeigen sich aber prozentuelle Unterschiede. So ist die Buche am Alpenrand gegenüber der Tanne begünstigt. Dies zeigt das Profil Egelsee, wo sich die Tanne nur anfänglich, begleitet von Eibe (UA 5a) stärker behaupten kann. In dem schon niederschlagsärmeren Gebiet der Kirchbichler Umgebung ist hingegen die Tanne in ihrer Ausbreitung gegenüber der Buche begünstigt. Obwohl das Gebiet nur wenig vom Alpenrand entfernt im Inntal liegt, zeigt es eine Vegetationsentwicklung, die jener ähnlich ist, wie sie für die Nadelwaldzone des Alpeninneren typisch ist. Während am Egelsee nach dem Muster der Voralpen weiterhin Laubholzarten vorherrschen, dominieren in Kirchbichl bereits Nadelhölzer. Noch deutlicher kommt die Vorherrschaft der Nadelhölzer in den Profilen aus den Kitzbühler Alpen (vgl. Giering) zum Ausdruck, wo neben der dominierenden Fichte die Tanne die nächstwichtigste Holzart ist. Die Buche bleibt dort unbedeutend.

Nach dem Rückgang der Tanne am Egelsee, 3880 ± 90 BP, wird die Buche am Alpenrand zur allein herrschenden Baumart. Das Profil Kirchbichl endet um diese Zeit. Im Pollendiagramm vom Egelsee zeichnet sich nun erstmals der menschliche Einfluß auf die Vegetation ab (UA 5b). Das auf diesen Abschnitt (300 - 290 cm) beschränkte Auftreten von Ton im Sediment, bestätigt kleinräumige Rodungen. Gelichtete Flächen und offener Boden werden u.a. von Gramineen, *Artemisia* und *Achillea* besiedelt. Im Pollendiagramm scheint auch *Larix* auf, welche bei Rodungen verschont bleibt. Gleichzeitig treten Kulturanzeiger wie *Plantago lanceolata*, *Rumex* und *Urtica* auf und, wenn auch nur in geringem Ausmaß, *Cerealia*.

Häufiger sind die Kulturzeiger in 230-220 cm Tiefe, wo *Fagus* einen Rückschlag verzeichnet und *Betula* und *Corylus* als Folgehölzer einen Gipfel erreichen. Diese Kulturphase dauert aber nicht lange an und es können sich *Fagus* und die EMW-Elemente (*Ulmus* und auch *Carpinus*, die als letzte eingewandert ist) wieder ausbreiten. Gleichzeitig gehen während dieser für den Wald günstigen Phase am Ende des Subboreals, die Kulturzeiger durch ein Minimum, sie verschwinden aber nicht völlig. Im Rückgang der Kulturzeiger manifestiert sich vielleicht der Bevölkerungsrückgang der Jüngeren Urnenfelderzeit.

Subatlantikum (IX/X):

Profil Egelsee DA 6

Durch das C-14-Datum in 170 cm Tiefe, $1820 \pm \text{BP}$, wird der nunmehr massiv einsetzende menschliche Einfluß zeitlich am Beginn des römischen Einflusses und nach der Wende VIII/IX bestätigt. Gleichzeitig treten im Pollendiagramm *Castanea* und *Juglans* auf und *Secale* wird eingeführt und angebaut. Die Rodungen für den Ackerbau, die nun wesentlich extensiver sind, betreffen hauptsächlich die Buchenbestände. Im EMW dominiert jetzt *Quercus*, die übrigen EMW-Elemente sind nur mehr spärlich vorhanden. Bei den Rodungen wird *Larix* weitgehend geschont, sie steht nun frei, hat dadurch eine höhere Pollenproduktion und scheint im Pollendiagramm vermehrt auf. In manchen Gegenden entwickeln sich sogenannte Lärchwiesen, die hauptsächlich zur Viehweide benutzt werden. Durch die Rodungen ist auch der Pollenflug von *Pinus* und *Picea* verstärkt, dadurch zeigt das Pollendiagramm ein Bild, welches einen Dominanzwechsel von Laub- zu Nadelhölzern vortäuscht. Durch Beweidung und auf trockenen Hängen ist das Aufkommen von *Juniperus* begünstigt. In den Profilen SARNTHEINS (Egelsee und Zeller Terasse) kommt dieser Kulturabschnitt nicht so deutlich zum Ausdruck, da die NBP nicht differenziert, bzw. nicht gezählt wurden. In den obersten Schichten übersteigen jedoch, gleich wie im vorliegenden Profil, die Werte von *Pinus* und *Picea* jene von *Fagus*. Ein anderes, vergleichbares Profil ist Giering (I. BORTENSCHLAGER, 1976), wo jedoch infolge des Kupferbergbaues die Rodungen bereits früher ein viel größeres Ausmaß erreichten.

6. Ergebnisse und Diskussion der Sauerstoffisotopenuntersuchung

6.1. Mieminger See (Abb. 3)

Älteste Dryas Ia (1200 - 665 cm):

Unterer NBP-Abschnitt (DA 1)

Der Karbonatgehalt dieses untersten Abschnittes ist relativ hoch, im Mittel beträgt er 61 %, zeigt aber im Kurvenverlauf größere Schwankungen auf (zwischen 29,1 und 76,1 %). Relativ hoch liegen auch die Werte der Sauerstoffisotopen. Schließt man den Wert von 670 cm Tiefe aus, der wesentlich tiefer liegt (-7,2 %) als die restlichen und der mit niedrigerem Karbonatgehalt zusammenfällt, so liegt der Mittelwert bei -3,3 %. Derartig hohe Werte, wenn auch verbunden mit relativ hohem Karbonatgehalt, deuten klar auf karbonathaltige Einschwemmungen in das Gewässer. Der $\delta^{18}\text{O}$ -Wert in 670 cm liegt um 4,1 % tiefer als der Mittelwert der liegenden Sedimente. Ein solcher Wertesprung, der mit einem Anstieg des Karbonatgehaltes zusammenfällt, ist ein Hinweis auf das Einsetzen biogener Aktivität im See. Im Pollendiagramm zeichnet sich gleichzeitig das Maximum der Sträucher mit dem *Juniperus*-Maximum ab.

Bölling, Ältere Dryas, Alleröd und Jüngere Dryas Ib, Ic, II, III (665 - 615 m):

Pinus-Abschnitt (DA 2 pp.)

Aufgrund der klimatisch günstigeren Verhältnisse und der dichteren Pflanzendecke setzt sich die biogene Karbonatproduktion, die sich bereits gegen das Ende des vorhergehenden Abschnittes abzeichnete, weiter durch. Dies kommt im weiteren Absinken der $\delta^{18}\text{O}$ -Werte und im Ansteigen des Karbonatgehaltes zum Ausdruck. Noch immer wird aber Ton und mit ihm wohl auch Karbonat aus der Umgebung in den See eingeschwemmt.

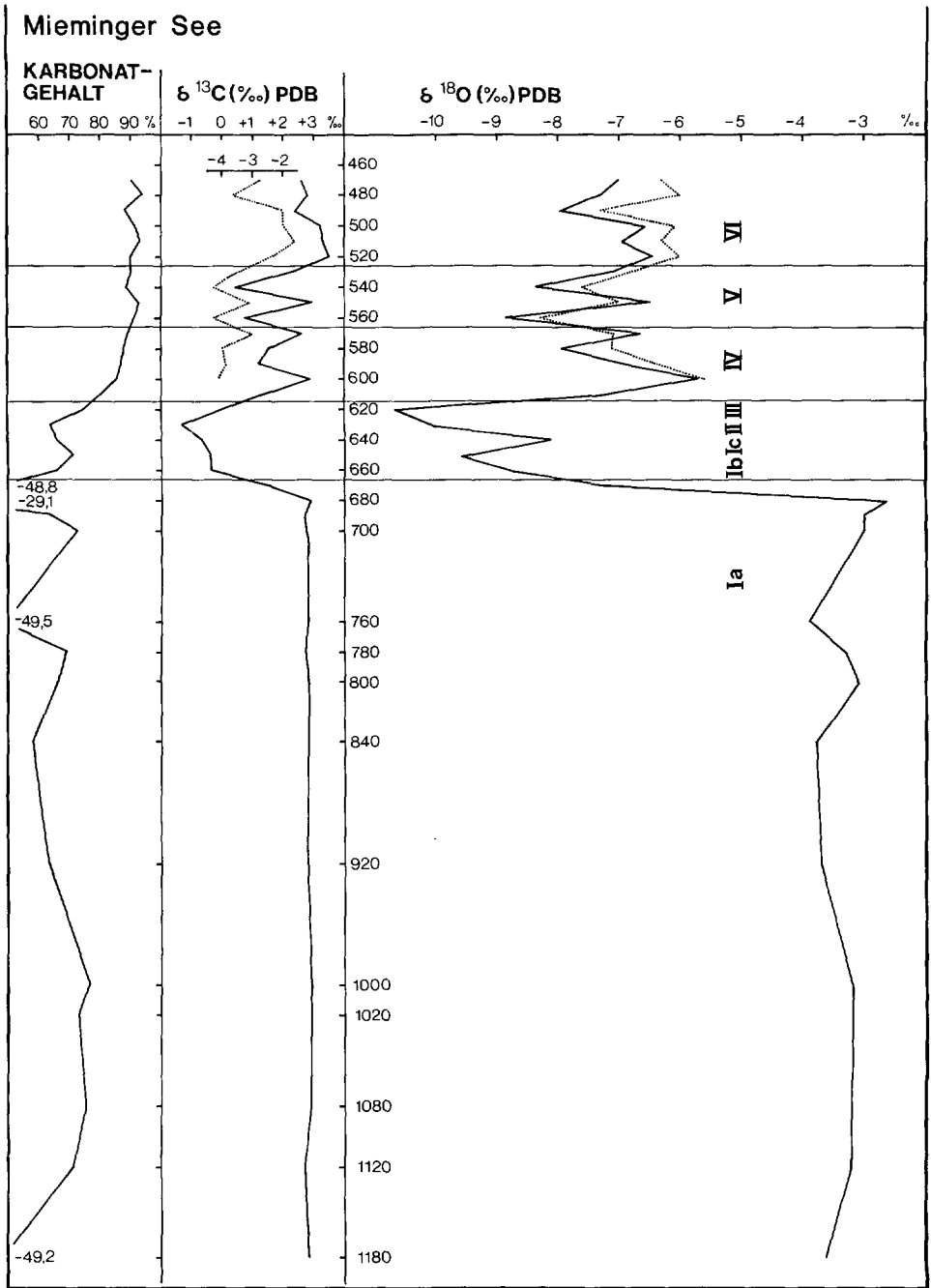


Abb. 3: Mieminger See, durchgezogene Linien geben Meßwerte des Sedimentes, gepunktete Linien jene von *Valvataschalen* an

Deshalb sollte aus der stark schwankenden Sauerstoffisotopenkurve kein Klimatrend abgelesen werden. Nur eine vorsichtige, allgemein formulierte Deutung dahingehend, daß das Klima in der Jüngeren Dryas (620 cm – 10,7 ‰) kühler war als im Bölling (650 cm – 9,6 ‰) ist vielleicht möglich.

Postglazial (615 - 480 cm):

Präboreal/Boreal IV/V:

Pinus-Abschnitt (DA 2 pp.)

Pinus-Wärmeliebenden Abschnitt (DA 3)

Atlantikum VI/VII:

Pinus-Picea-Abschnitt (DA 4)

Picea-Abies-Abschnitt (DA 5 pp.)

Während des Präboreals steigt der Karbonatgehalt allmählich auf 90 % an und behält diesen Wert bis ins Atlantikum bei. Man wird versucht sein, diese hohen Karbonatwerte mit rein biogener Karbonatsausfällung in Verbindung zu bringen. Trotzdem lassen die stark schwankenden $\delta^{18}\text{O}$ -Werte und $\delta^{13}\text{C}$ -Werte keine solche Deutung zu. Dem deutlichen Wertesprung vom +3,4 % zu Beginn des Postglazials (zwischen 620 und 610 cm Tiefe), der eindeutig auf eine klimatische Besserung hinweist, kommt besondere Bedeutung zu, da er eine genaue Korrelation mit Isotopenprofilen aus anderen Teilen Europas ermöglicht. Für das weitere Postglazial muß vorerst von einer klimatischen Interpretation abgesehen werden, dies gilt sowohl für die $\delta^{18}\text{O}$ -Werte, die am Sediment gemessen wurden, als auch für jene, die an den Schalen der *Valvata* festgestellt wurden. Vorläufig ist nicht auszuschließen, daß Änderungen in den lokalen hydrologischen Verhältnissen die Meßresultate verfälschend beeinflussten. Die starken Schwankungen können durch allochtones Karbonat hervorgerufen sein, welches durch Zuflüsse in den See gelangte.

Abschließend sei festgehalten, daß die Sauerstoffisotopenuntersuchungen des Mieringer Sees nicht ganz die erhofften Ergebnisse erbrachten. Trotzdem das Sediment im dargestellten Postglazial-Abschnitt nach ersten Bestimmungen aus reiner Seekreide besteht, werden die Sauerstoffisotopen von wechselnden hydrologischen Verhältnissen derart verändert (Auswirkungen abiogener Kalkausfällung sind schwierig zu erfassen), daß eine klimatische Aussage nicht möglich ist.

6.2. Seefelder See (Abb. 4)

Spätglazial (700 - 240 cm) Ia, Ib, Ic, II, III:

Unterer NBP-Abschnitt (DA 1)

Pinus-Abschnitt (DA 2 pp.)

Für die Messungen der $\delta^{18}\text{O}$ - und $\delta^{13}\text{C}$ -Werte, sowie die Bestimmung des Karbonatgehaltes wurden zwischen 700 und 440 cm nur drei Stichproben (500, 600 und 700 cm) entnommen, sie geben nur Richtwerte an. Erst ab 440 cm Tiefe wurden die Proben regelmäßig im Abstand von 10 cm entnommen. Nach dem Pollendiagramm entspricht dieses Profilstück (440 - 240 cm) der Jüngeren Dryas. Der Karbonatgehalt liegt im Mittel bei 25,1 %. Der höchste Wert wird in 500 cm mit 35,9 % verzeichnet. Da zwischen 530 cm und 510 cm im Sediment auch Pisidien auftreten, darf dieser Wert wohl als erste, wenn auch kurzfristige biogene Aktivität im Gewässer gewertet werden. Außer in diesem kurzen Sedimentabschnitt handelt es sich um allochton, ins Becken eingeschwemmtes Kar-

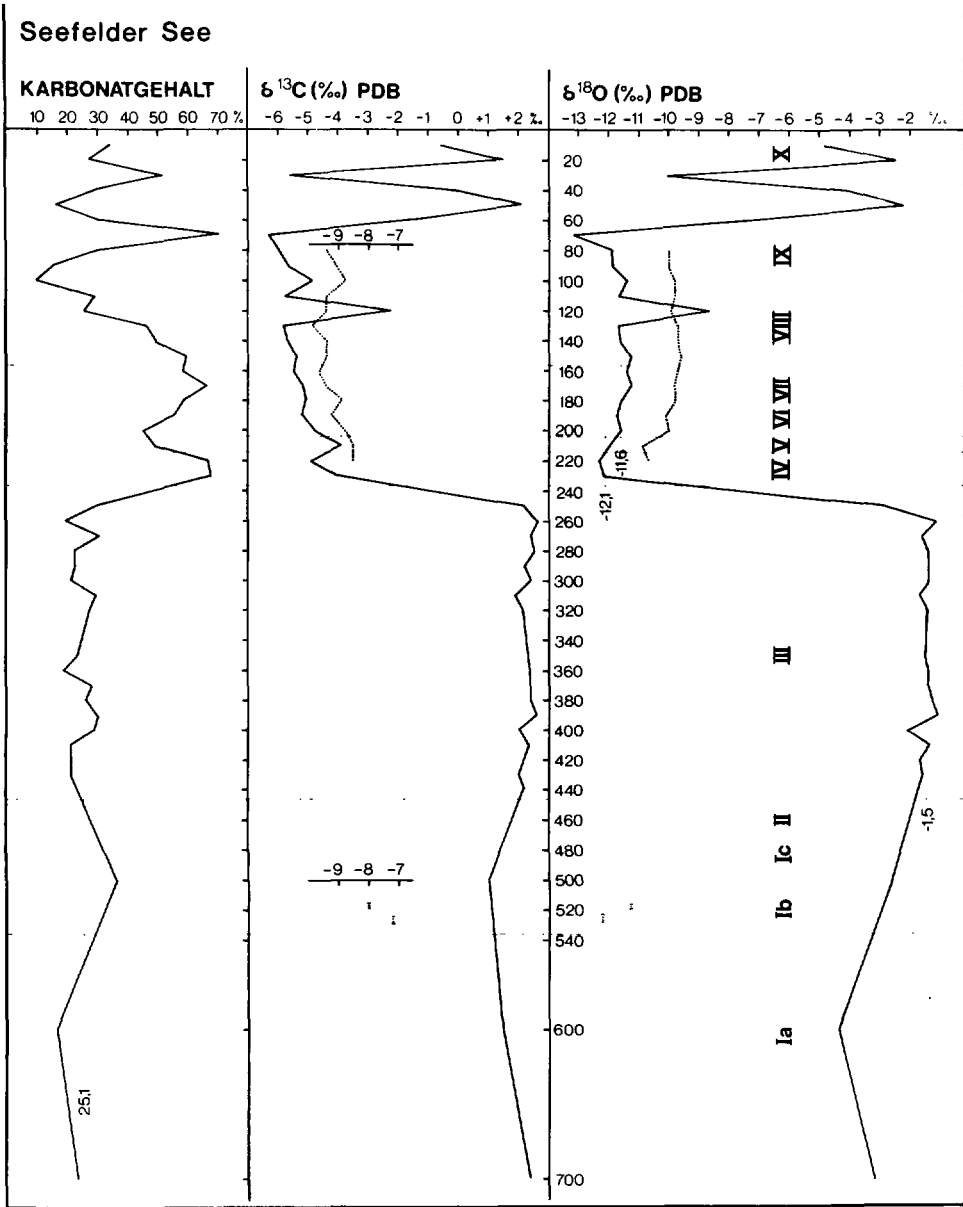


Abb. 4: Seefeldler See, durchgezogene Linien geben Meßwerte des Sedimentes, gepunktete Linien jene von Pisidienschalen an

bonat. Einerseits ist der Karbonatgehalt für vorwiegend biogene Fällung zu gering, andererseits liegt der See im Karbonatgebiet, sodaß allochthones Karbonat zusammen mit Tonschwemmungen leicht in den See gelangt. Die $\delta^{18}\text{O}$ -Kurve verläuft in der Tiefe von 440 - 240 cm ruhig zwischen $-2,1$ und -1‰ , das Mittel beträgt $-1,5 \text{‰}$. Derartig hohe

Werte erlauben keine klimatische Aussage, vermutlich geben sie nur Werte des allochthonen Karbonates (Wettersteinkalk und Hauptdolomit) wieder. Parallel zur $\delta^{18}\text{O}$ -Kurve verläuft die $\delta^{13}\text{C}$ -Kurve mit Werten zwischen +2,4 und +1 ‰. Von den zwischen 530 und 510 cm Tiefe vorliegenden Pisidienschalen wurden zwei Proben gemessen. Ihre Werte sind -12,5 und -11,3 ‰, wobei zu beachten ist, daß die tiefer liegende Probe (527 cm) tiefere Werte aufweist, als die höhere (516 cm). Dies deutet auf eine zunehmende klimatische Erwärmung im Bölling.

Postglazial:

Präboreal/Boreal (240-215 cm) IV/V:

Pinus-Abschnitt (DA 2 pp.)

Pinus-Betula-EMW-Abschnitt (DA 3 pp.)

Im Sediment steigt der Karbonatgehalt zu Beginn des Abschnittes sprunghaft von 30 auf 67,9 %. Im Präboreal liegen die Werte höher (67,9 und 67,4 %) als im Boreal (49,8 %). Gleichzeitig schnellen die $\delta^{18}\text{O}$ -Werte von -2 ‰ auf -12 ‰. Dieser große Wertesprung von -10,2 ‰ gibt zusammen mit dem Wertewechsel der $\delta^{13}\text{C}$ -Kurve von +2,1 ‰ auf +4,1 ‰ den Beginn der biogenen Karbonatproduktion wieder, welche hier durch die klimatische Besserung verursacht wurde. Im Präboreal und Boreal beträgt das Mittel der $\delta^{18}\text{O}$ -Werte -12,1 ‰. Etwas höher liegt der Mittelwert der Pisidien: -10,8 ‰; im Präboreal -10,7 ‰ und im Boreal -10,9 ‰.

Atlantikum (205-155 cm) VI/VII:

Pinus-Betula-EMW-Abschnitt (DA 3 pp.)

Picea-Abschnitt (DA 4 pp.)

Nach einem tieferen Wert (45,5 %) zu Beginn des Abschnittes, steigt der Karbonatgehalt kontinuierlich auf 66,3 % an. Die $\delta^{18}\text{O}$ -Werte steigen gleichfalls an, gegenüber dem vorhergehenden Abschnitt liegt ihr Mittelwert (-11,5 ‰) um 0,6 ‰ höher. Auch der Mittelwert der Pisidien ist um 1 ‰ höher. Parallel zu den leicht ansteigenden $\delta^{18}\text{O}$ -Werten fallen die ^{13}C -Werte von -4,8 auf -5,5 ‰. In diesem Abschnitt bestätigen die höheren $\delta^{18}\text{O}$ -Werte die klimatisch günstigeren Bedingungen des Atlantikums, wenn auch dieser Schluß sehr vorsichtig und kritisch beurteilt werden muß, da nichts Näheres über die Niederschlagsverhältnisse bekannt ist.

Subboreal (155-105 cm) VIII:

Picea-Abschnitt (DA 4 pp.)

Picea-Fagus-Abschnitt (DA 5)

Da in diesem Abschnitt der Karbonatgehalt stark zurückgeht (von 59,8 auf 9,2 %) und dem Sediment viel organisches Material (Diatomeengytia) beigemischt ist, ist eine klimatische Aussage bezüglich der Isotopen-Werte des Sedimentes nicht zulässig. Allein die $\delta^{18}\text{O}$ -Werte der Valvata zeigen einen ruhigen Kurvenverlauf. In 150 cm Tiefe verzeichnen sie ihren höchsten Profilwert (-9,6 ‰) und nehmen im Anschluß stetig ab. Daraus könnte man den vorsichtigen Schluß ziehen, daß zu Beginn des Subboreals eine klimatisch regressive Phase einsetzt. Im Pollendiagramm geht in der Folge *Picea* nach ihrem Maximum stark zurück und *Fagus* breitet sich aus; schon bald finden sich auch erste Pollenkörner menschlicher Begleitpflanzen.

Subatlantikum (105 - 10 cm) IX/X:
Oberer NBP-Abschnitt (DA 6)

Die stark schwankenden Kurven zeigen ein durch wiederholte Einschwemmungen gestörtes Sediment an. Bezeichnenderweise fallen diese Störungen (bei 50 und 20 cm) mit geringen Karbonatwerten zusammen. In diesen Einschwemmungen spiegeln sich die tiefen Eingriffe des Menschen in die Umwelt durch seine Rodungstätigkeit wieder.

Zusammenfassend kann man sagen, daß die Sauerstoffisotopenkurve des Seefelder Sees leider nicht sehr aussagekräftig ist. Im gesamten Spätglazial, außer in einer begrenzten Phase, die nach dem Pollenprofil ins Bölling fällt, besteht die Karbonat-Sedimentation ausschließlich aus allochthon eingeschwemmtem Material; dies mag vielleicht durch die Höhenlage des Sees in 1200 m NN verursacht sein. Erst mit dem Beginn des Postglazials stellen sich stabilere Verhältnisse ein, die eine biogene Produktion ermöglichen. Die Karbonatproduktion setzt schlagartig ein und zeichnet sich zu Beginn des Präboreals durch einen enormen Sprung in den $\delta^{18}\text{O}$ -Werten ab. In der Folge läßt sich bis ins Atlantikum der Trend zu einem immer günstiger werdenden Klima ablesen, erst im Subboreal setzt eine regressive Phase ein. Ab dem Ende des Subboreals wird das Sediment derart durch organisches Material und wiederholte karbonathaltige Einschwemmungen gestört, daß keine klimatistische Interpretation möglich ist.

Aus den Ostalpen hat EICHER (1979) bereits das Profil Lansersee auf Sauerstoffisotopen hin untersucht. In diesem Profil hebt sich im Spätglazial Ib, Ic und II als zusammenhängende günstigere Phase von den beiden angrenzenden kühleren Phasen ab. In den hier vorliegenden Profilen zeichnet sich dies nicht so deutlich ab, da die Lokalitäten in den Nordtiroler Kalkalpen liegen und ihre Zuflüsse nicht frei von Karbonat sind.

7. Schlußfolgerungen

7.1. Spätglaziale und frühpostglaziale Vegetationsentwicklung:

Bei den Bohrungen der Profile Mieminger See, Seefelder See und Egelsee wurden mächtige, anorganische Schichten aus dem Spätglazial erfaßt. Die untersten, waldfreien NBP-Abschnitte zeigen eine Pionier- und Kältesteppenvegetation mit hoher Beteiligung von Gramineen, *Artemisia*, *Thalictrum* und Chenopodiaceae. Diese von Gräsern und Apokraten dominierten Abschnitte entsprechen nach der Chronozoneneinteilung von MANGERUD et al. (1974) der ältesten Dryas, Ia. Aufgrund der Undatierbarkeit des anorganischen Sediments, läßt sich der Ablagerungsbeginn, bzw. der Zeitraum des Eisfreiwerdens der Lokalitäten nicht genau festlegen. Das älteste Mindestdatum aus Tirol für den bereits stattgefundenen Eisrückgang liegt aus dem Profil Lansersee (S. BORTENSCHLAGER, 1978) vor und gibt ein Alter von 13.980 ± 240 BP an. PATZELT (1980) nimmt für das Eisfreiwerden der Tallagen in den Ostalpen den Zeitraum von 16 - 1700 BP an.

Auch in diesen tiefsten Profilabschnitten der ersten Wiederbesiedlungsphase zeigen sich zu einigen Profilen aus dem östlichen Alpenvorland, wie Kirchseeon (RAUSCH, 1975) und Lauterer Filz (SCHMEIDL, 1971), Unterschiede. In den Profilen aus dem Inntal sind *Helianthemum* geringer und *Juniperus* stärker vertreten. Für Nordtirol überraschend hohe Werte (2 - 3 %) verzeichnen *Ephedra distachia* und *E. altissima*. Ähnlich hohe Werte erreichen sie in den Profilen aus Tieflagen in Südtirol, Langmoos (SCHMIDT, 1975) und Sommersüß (SEIWALD, 1980). *Ephedra distachia* war neben vereinzelt vorkommenden Sträuchern von *Betula* (vermutlich *Betula nana*), *Juniperus*, *Salix* und *Hippophae*, sicher im Gebiet weit verbreitet (vgl. WELTEN, 1957). Anders *Ephedra altissima*, deren

Pollen wie BORTENSCHLAGER (1967) aufgrund von Gletscheruntersuchungen wahrscheinlich machen konnte, durch Höhenströmungen aus nordafrikanischen Gebieten nach Europa transportiert wurde.

Analog zu den Befunden von WELTEN (1972, 1982) für das Berner Mittelland (vgl. auch SEIWALD, 1980 und S. BORTENSCHLAGER, 1984) läßt sich auch hier eine Pionierphase von einer Dauerphase unterscheiden. In der Dauerphase konnte in allen drei vorliegenden Spätglazialprofilen eine deutliche Störung in der Sedimentation festgestellt werden. Einerseits treten Sand/Kies-Einschwemmungen (Egelsee und Seefelder See) auf, andererseits zeigen die Pollenkurven bei sehr geringer PD Schwankungen, bzw. Unterbrechungen. Diese Befunde geben einen Hinweis auf eine klimatisch regressive Phase, die mit einem stadialen Gletschervorstoß – eventuell Gschnitz – in Verbindung gebracht werden kann. Auch RAUSCH (1975) diskutiert den vorübergehenden *Pinus*-Anstieg in seinen Relativ-Profilen u. a. mit einer vorübergehenden Klimaverschlechterung. Nach S. BORTENSCHLAGER (1977) ist das Ende des Gschnitz-Stadials mit dem Wechsel in der Vegetation von Baumlosigkeit zu *Pinus-Betula*-Wäldern gekennzeichnet. Dieser Wechsel findet in Nordtirol an der Wende Ia/Ib statt. Offen bleibt die Frage, ob der Abschnitt der Dauerphase vor der Störung in den Profilen dem Präbölling im Sinne von ZOLLER & KLEIBER (1971) entspricht.

Abschließend sei festgehalten, daß sich die Älteste Dryas nicht als eine kontinuierliche klimatische Besserung abzeichnet, sondern sich als ein Klimapendel, verbunden mit Halten und Vorstößen der Gletscher während dem endgültigen Abschmelzen darstellt: Auf eine Pionierphase folgt eine Dauerphase mit relativ stabilisierten Rasengesellschaften, die von einer regressiven Phase (Gschnitz) unterbrochen wird. Nach dieser zeichnet sich wieder eine progressive Phase (Dauerphase 2) ab, die ohne weiteren Rückschlag ins Bölling mit der *Pinus*-Ausbreitung überleitet. Einen nahezu gleichen Verlauf zeigen die Profile Langmoos (SCHMIDT, 1975) und Halleswiesee (BOBEK & SCHMIDT, 1976), sowie das Profil Rödschitz (DRAXLER, 1977). In letzterem setzt v. HUSEN die regressive Phase dem Goiserer Stadial gleich. Vor dem Goiserer Stadial kommt es im Sediment zu detritischer Ablagerung und in der Vegetation zur Ausbreitung von *Salix*. Diese günstige Phase ist im Profil Rödschitz auf 15.400 ± 470 BP datiert. Eine analoge Entwicklung – *Salix*-Ausbreitung während vorwiegend organischer Sedimentation – wurde im Profil Zotensenk aus dem Inntal (S. BORTENSCHLAGER, 1984) nachgewiesen, dessen Datierung aber einige Unklarheiten aufwirft. Das Ende der NBP-Phase bildet die rasche Ausbreitung der Sträucher, wobei *Hippophae* in Nordtirol eine geringe Rolle spielt. Die Abfolge *Salix*-, *Juniperus*-, *Betula*-Gipfel gefolgt vom *Pinus*-Anstieg wird in Übereinstimmung mit I. BORTENSCHLAGER (1976) als natürliche Sukzession der Wiederbewaldung verstanden. Während in anderen Profilen (z.B. Sommersüß, Lindenmoos, Zotensenk und Miesberg) gleichzeitig überwiegend organische Sedimentation einsetzt, wurden einzig im Profil Seefelder See und da zeitlich aufs Bölling befristet, Psidienschalen gefunden. $0^{16}/0^{18}$ -Messungen an diesen Schalenresten zeigen ähnliche Werte wie jene aus Postglazialabschnitten und lassen somit günstige Klimaverhältnisse vermuten.

Auch SARNTHEIN (1940) fand im Profil Seefelder See in der untersten pollenreichen Schicht A1 (Mergelgyttja) aus hauptsächlich anorganischem Material zahlreiche Valvaten. SARNTHEINs Schicht A1 kann mit dem vorliegenden Profilabschnitt aus dem Bölling (540 - 490 cm) verglichen werden. Dies bedeutet, daß SARNTHEIN bei seiner Bohrung die Sedimente der Ältesten Dryas nicht erfaßt hat, was auch im Pollendiagramm bestätigt wird. Unter dieser Voraussetzung ist der Nachweis einzelner Schließzellen von *Pinus* interessant, welche im Zusammenhang mit dem neu bearbeiteten Profil die Anwe-

senheit und Ausbreitung von *Pinus* im Bölling bestätigen. SARNTHEIN setzt seine Schicht A1, auch aufgrund des Zooplanktons, dem Bühl-Gschnitz-Interstadial mit starker sommerlicher Erwärmung gleich. Daß es sich um ein Interstadial handelt, wird auch hier bestätigt, doch ist seine Zuordnung zum Bühl-Gschnitz-Interstadial anzuzweifeln (vgl. PATZELT, 1972). Auch wenn mit den heutigen Kenntnissen der Glazialgeschichte keine gesicherte Zuordnung möglich ist, kann man sagen, daß dieses Interstadial sicher jünger ist. Bezüglich der Zuordnung seiner Zonen I, II, III, IV in den Profilen aus dem Unterinntal und aus dem Lansersee (SARNTHEIN, 1948) sei auf die ausführliche Diskussion von I. BORTENSCHLAGER (1976) und S. BORTENSCHLAGER (1977) verwiesen.

Aufgrund von 7 C-14-Daten ist der *Pinus*-Anstieg in Tieflagen von Nordtirol (I. BORTENSCHLAGER, 1976; S. BORTENSCHLAGER, 1977, 1978, 1980) im Bölling festgelegt. Zeitlich stimmen damit auch die Profile aus Tieflagen Südtirols (SEIWALD, 1980; SCHMIDT, 1975) gut überein. Für das östliche Alpenvorland (SCHMEIDL, 1971, 1972, 1977, 1980; BOBEK & SCHMIDT, 1976 und KLAUS, 1972) liegen keine C-14-Daten vor, sodaß mit diesen Abschnitten, trotz ähnlichem Kurvenverlauf kein direkter Vergleich möglich ist. Erst weiter im Osten, aus dem Einzugsgebiet der Traun (DRAXLER, 1977) liegen aus verschiedenen Lokalitäten 4 Daten für den *Pinus*-Anstieg vor, die zwischen 12.520 und 12.410 BP liegen und nach der Chronozonengliederung von MANGERUD et al. (1974) Bölling-zeitliches Alter bestätigen. Bis heute ungeklärt ist auch, ob im Bodenseeraum der *Pinus*-Anstieg in Ib (LANG, 1952) oder in II (BERTSCH, 1961) stattfand (vgl. WEGMÜLLER, 1976). Für das Schweizer Alpenvorland konnte WELTEN (1972) den *Pinus*-Anstieg durch C-14-Daten im Alleröd festlegen.

Die hier untersuchten Lokalitäten verbleiben ab dem Bölling bis zum Ende des Spätglazials im Bereich der Föhren-Birken-Wälder. Während sich in den Profilen Egelsee und Mieminger See die Chronozonen Ib, Ic, II und III, ähnlich wie in Miesberg (I. BORTENSCHLAGER, 1976) nicht weiter differenzieren lassen, ist dies im Profil Seefelder See, welches auch durch eine relativ hohe Sedimentationsrate in diesem Abschnitt ausgezeichnet ist, vor allem durch das Absolut-Diagramm möglich. Der zwischen zwei absoluten Höchstwerten von *Pinus* und *Betula* nachgewiesene Einbruch aller Absolut-Kurven (478-470 cm) kann eventuell mit der Älteren Dryas parallelisiert werden. Ein anderes Profil aus Nordtiroler Tieflagen, in dem sich ebenfalls die Ältere Dryas abzeichnet, wäre das Profil Lansersee (S. BORTENSCHLAGER, 1977, 1984), jedoch ist dort die Ältere Dryas mit einem ausgeprägten Birkengipfel korreliert.

Bereits S. BORTENSCHLAGER (1977, 1984), wie auch andere Autoren konnten im Alleröd eine optimale Phase der Waldentwicklung nachweisen. Dies findet auch im Profil Seefelder See seine Bestätigung, wo *Pinus* im Alleröd die absoluten Maximalwerte des Spätglazials erreicht. Der nachfolgende Rückgang in der PD verbunden mit der absoluten Abnahme von *Pinus* und *Betula* und dem neuerlichen Auftreten lichtliebender Arten des Spätglazials entspricht der Jüngeren Dryas. In Profilen aus dem Bereich der Waldgrenze (vgl. Gerlos, S. BORTENSCHLAGER und PATZELT, 1975 und S. BORTENSCHLAGER, 1984) ist die Jüngere Dryas durch eine deutliche NBP-Zunahme ausgeprägt. Auch zeigt sich in Hochlagen oft eine von MARKGRAF (1969) und WELTEN (1972) beschriebene Zweiphasigkeit der Jüngeren Dryas. Eine feuchtere, Cyperaceae und Poaceae reiche und eine trockenere, *Betula* und *Juniperus* reiche Phase sind im Profil Seefelder See, ähnlich wie im Profil Lansersee (S. BORTENSCHLAGER, 1984) nur angedeutet. Die gegen Ende der Jüngeren Dryas ansteigenden *Pinus cembra*-Werte sind in Übereinstimmung mit KLAUS (1972) auf eine Waldgrenzabsenkung, bzw. Waldlichtung zurückzuführen. Die einzelnen Funde der PK von *Alnus* und *Quercus* ab dem Alleröd stammen wahrscheinlich

aus dem Fernflug, da beide Hölzer in Tieflagen Südtirols in ersten Vorposten bereits vorgekommen sein mögen (vgl. SCHMIDT, 1975 und SEIWALD, 1980). Bei den anderen seltenen PK der Wärmeliebenden ist eine Umlagerung oder eine Verunreinigung nicht auszuschließen. Noch wahrscheinlicher ist eine Verunreinigung in den Profilen SARNTHEINs (1940) durch die Anwendung des Hiller Bohrers. SARNTHEIN führt den Gipfel der Wärmeliebenden in seiner Zone I (Schicht A1) des Seefelder Sees, welche der Chronozone Ib entspricht, ebenfalls auf ein Näherrücken der Wärmeliebenden zurück. Diese Auffassung ist vor allem wegen des Auftretens von *Picea*-Pollen anzuzweifeln.

Wie rasch sich das Klima zu Beginn des Postglazials gebessert hat, kommt am deutlichsten in den gewaltigen Wertesprüngen der Sauerstoffisotopen zum Ausdruck. Diese rasche Klimabesserung findet in der abrupt einsetzenden, vorwiegend organogenen Sedimentation und in der Vegetation ihren Niederschlag. Zuerst reagieren *Pinus* und *Betula* mit einer absoluten Zunahme, aber schon bald wandern der EMW und *Corylus* im Inntal ein und breiten sich rasch aus. Für die Ausbreitung des EMW im mittleren Präboreal liegen ebenfalls C-14-Daten vor. Angeführt seien als Beispiel Krummsee, 9.345 ± 110 BP und Miesberg, 9450 ± 95 BP. Nicht bestätigt werden kann die Annahme eines Hiatus an der Wende Spätglazial/Postglazial, wie ihn SARNTHEIN in seinen Profilen sieht.

7.2. Postglaziale Vegetationsgeschichte:

Für die weitere Besprechung und Diskussion der postglazialen Vegetationsentwicklung im Inntal wurden vereinfachte Diagramme zu ausgewählten Zeitpunkten gezeichnet (Abb. 5). In den einzelnen Diagrammsäulen, die jeweils 100 % darstellen, sind die wichtigsten Waldbildner und die NBP abgebildet, ausgeschlossen sind Cyperaceae, Wasserpflanzen und Sporen.

Zu den in dieser Arbeit erstellten Pollendiagrammen Mieminger See, Katzenloch, Seefelder See, Kirchbichl und Egelsee wurden zwei weitere Diagramme, Krummsee bei Kramsach (S. BORTENSCHLAGER, 1972) und Lindenmoos zwischen Wörgl und Kirchbichl (S. BORTENSCHLAGER, 1984) berücksichtigt. Aus diesen stehen ebenfalls Absolutdaten zur Verfügung. Alle sieben Lokalitäten liegen im Bereich der Nordtiroler Kalkalpen (siehe Abb. 1) in montaner bis submontaner Stufe. Die Profile Achensee und Zeller Terrasse (SARNTHEIN, 1940, 1948) wurden nicht in die Abbildung aufgenommen. Für eventuelle Vergleiche im Text wurde bei SARNTHEINs Profilen *Corylus* in die 100 % Summe aufgenommen und wurden die Prozentwerte der Waldbildner neu berechnet.

Boreal – Richtzeit: 8500 BP:

Rund 1000 Jahre nach der Einwanderung und Ausbreitung der wärmeliebenden Gehölze, EMW-Vertreter und *Corylus*, zeigen sich in den Diagrammen bereits wesentliche Unterschiede. Während im inneralpinen Bereich des Inntales (Mieminger See, Katzenloch, Seefelder See und Achensee) *Pinus* noch immer die dominierende Baumart ist, und *Corylus* und der EMW sich nicht voll durchsetzen können, dominiert im Unterinntal (ab Kramsach), ähnlich wie im östlichen Alpenvorland (vgl. RAUSCH, 1975), *Corylus* und der EMW. Dieser EMW ist ein Ulmen-Lindenwald mit geringer Beimischung der Eiche. Erst weiter nördlich, im Profil Kirchseeon (RAUSCH, 1975), nahe der Münchner Schotterfläche, erreicht *Quercus* höhere Prozentwerte, wobei dort eine lokale Begünstigung der Eiche in Betracht gezogen werden muß. Auch im Profil Hofstätter See von BEUG (1976) hat *Quercus* höhere Werte als *Ulmus*.

Außer in der lokalen Abweichung von Kirchbichl, wo auch die NBP 25 % erreichen, übertrifft *Corylus* den EMW mit seinen Werten. Die größte Verbreitung mit 53,4 % hat

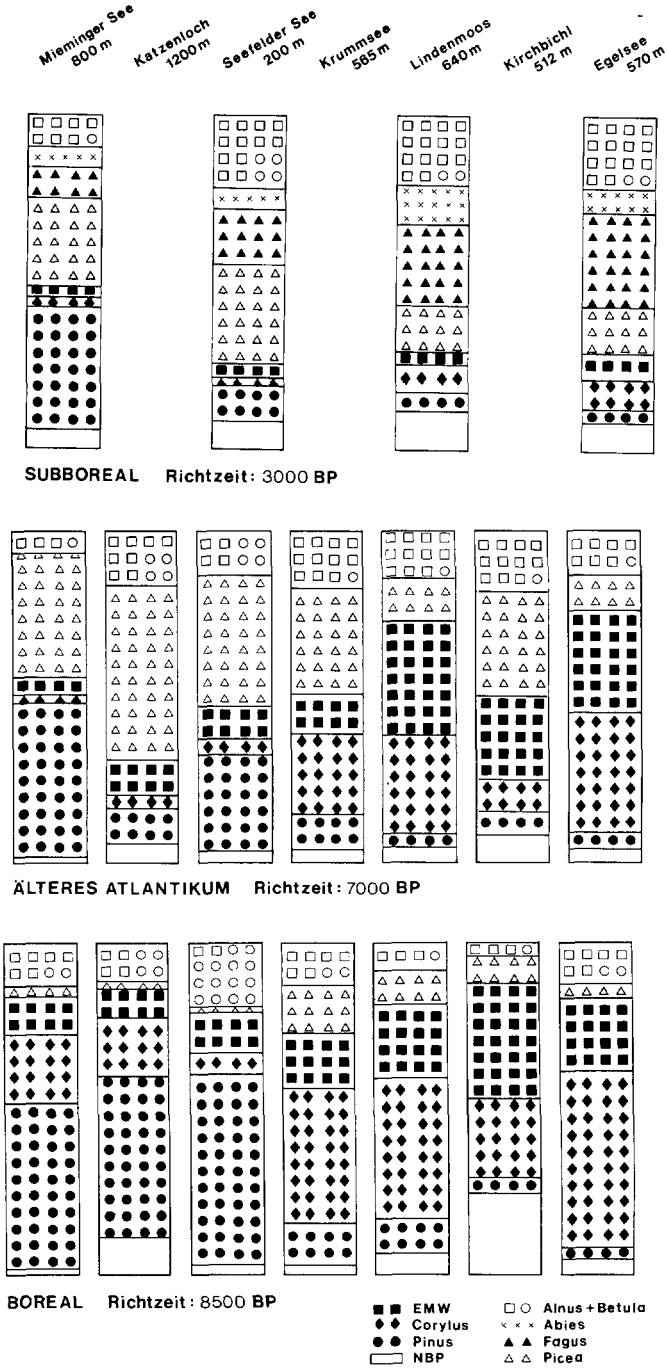


Abb. 5: Ausgewählte, vereinfachte Diagramme zur postglazialen Vegetationsgeschichte im Innthal

Corylus im Alpenrandgebiet des Egelsees. Diese Befunde stimmen sehr gut mit den Ergebnissen aus den Profilen Miesberg (I. BORTENSCHLAGER, 1976), Moor auf der Ackeralm und Schwarzsee (SCHMEIDL, 1980) überein. Wie aus den Untersuchungen von RAUSCH (1975) und BEUG (1976) hervorgeht, verzeichnet *Corylus* am Alpenrand noch höhere Werte. Auch aus dem westlichen Alpenvorland (WELTEN, 1982), zu dem aber kein direkter Anschluß besteht, da vergleichbare Profile fehlen, und den Thuralpen (WEGMÜLLER, 1976) wird von einer *Corylus*-Dominanz bei hohen EMW-Werten berichtet. Unterschiede zu Profilen aus den schweizerischen Voralpen ergeben sich im Auftreten der Fichte. In allen Profilen aus dem östlichen Alpenvorland und aus dem Inntal tritt *Picea* bereits im Boreal mit Prozentwerten auf, wie z.B. auch am Krummsee, am Moor Zeller Terrasse und am Moor Kirchbichl. Hohe Werte erreicht sie auch im Profil Miesberg (I. BORTENSCHLAGER, 1976) – bis 25 % –, während sie am Egelsee gegenüber dem EMW und *Corylus* nicht konkurrenzfähig ist. Im inneralpinen Gebiet bleibt sie bis ins mittlere Boreal unter 4 %, wahrscheinlich kommt sie hier erst in ersten Vorposten vor. Trotzdem zeigen sich in ihrer massiven Ausbreitung, welche am Profil Kirchbichl mit 8050 ± 120 BP datiert ist, Unterschiede, die unter der Annahme der Richtigkeit der Radiokarbonaten eine Verzögerung der Fichtenausbreitung von 400 Jahren ergeben. Im Absolut-Diagramm von Kirchbichl ist die Ausbreitung von *Picea* jedoch ebenfalls schon seit dem Boreal verzeichnet. Im Vergleich dazu besiedelt die Fichte um 8500 BP auf der Südseite des Alpenhauptkammes bereits Höhen um 1700 m (SEIWALD, 1980), diese Gebiete hat sie über den südlichen Alpenrandweg erreicht.

Älteres Atlantikum – Richtzeit: 7000 BP:

Nachdem sich *Picea* rasch auszubreiten vermochte, findet sie während des gesamten Atlantikums optimale Bedingungen vor. Ihre Vorherrschaft in montanen bis submontanen Lagen Tirols ist bereits aus anderen Untersuchungen (z.B. SARNTHEIN, 1940, 1948 und I. BORTENSCHLAGER, 1976) schon ab dem Älteren Atlantikum gut bekannt und gesichert. Auch aus diesen Diagrammen zeichnet sich eine klare Überlegenheit der Fichte gegenüber *Corylus*, EMW-Elementen und *Pinus* in Lagen um 1200 m NN (Katzenloch und Seefelder See) deutlich ab. Nur auf den Schotterflächen der Mieminger Hochfläche ist *Picea* vorerst gegenüber *Pinus* nicht konkurrenzfähig. Dazu zeigt das Profil Sommersüß (SEIWALD, 1980) einen ganz ähnlichen Diagrammverlauf, da dieses Profil auch von einem edaphisch ungünstigen Standort, dem Natzer Plateau bei Brixen stammt.

Im Gegensatz dazu kann sich im alpenrandnäheren Gebiet (Lindenmoos und Egelsee) der EMW auf Kosten von *Corylus* stärker ausbreiten, *Picea* bleibt in diesen Lagen unbedeutend. Somit zeigt das Alpenrandgebiet eine ähnliche Vegetationsentwicklung wie das Alpenvorland. Eine Zwischenstellung nehmen die Profile Kirchbichl, Krummsee und Zeller Terrasse ein. Durch die Ausbreitung der Fichte ist dort der Rückgang von *Corylus* sehr groß, während sich der EMW einigermaßen halten kann. In den Profilen Moor auf der Ackeralm und Schwarzsee (SCHMEIDL, 1982) sind EMW und *Picea* ungefähr gleichwertig vertreten und in Miesberg verzeichnet *Picea* geringfügig höhere Werte. Wie bereits im vorhergehenden Abschnitt angeführt, treten im südlichen Bodenseegebiet (WEGMÜLLER, 1976) im Älteren Atlantikum erst erste Spuren von *Picea* auf und der EMW kann sich auf Kosten der Hasel stärker ausbreiten. Dafür ist aber die Tanne bereits im Gebiet verbreitet. Unterschiede zwischen inneralpinem und randalpinem Bereich zeigen sich auch im Auftreten von *Hedera*, die im Profil Egelsee bereits relativ häufig ist und im Profil Seefeld nur durch ein PK nachgewiesen werden konnte. Analog dazu wurde auch *Vis-*

cum nur in den Profilen Egelsee und Kirchbichl gefunden. In allen Diagrammen kündigt sich in dieser Zeit in ersten Spuren das Näherrücken von Tanne und Buche an.

Subboreal – Richtzeit: 3000 BP:

Im Untersuchungsgebiet können sich Buche und Tanne gemeinsam ausbreiten (vgl. Absolut-Diagramm), gleichzeitig, bzw. etwas früher nimmt der EMW, und in ihm besonders die Ulme stark ab. Allgemein wird dieser Wechsel in der Waldzusammensetzung um 5000 BP festgelegt, dies bestätigen auch hier zwei C-14-Daten: Kirchbichl 4970 ± 90 BP und Egelsee 5290 ± 90 BP. Einige Probleme stellt der EMW-Rückgang und mit ihm der Ulmenabfall. In den Diagrammen Egelsee und Mieminger See beginnt der Ulmenabfall bereits vor der Ausbreitung von Buche und Tanne, das Profil Seefelder See ist stark gestaucht und zeigt den Ulmenabfall nur andeutungsweise. Anders zeigt sich der Ulmenabfall im Profil Kirchbichl, wo er bereits wesentlich früher einsetzt und wahrscheinlich auf menschliche Aktivität zurückzuführen ist (Kap. 7.3.).

Aufgrund der oben zitierten Absolutdaten für die *Abies*- und *Fagus*-Ausbreitung – zusätzlich sei eines aus dem Profil Giering zitiert mit 5085 ± 465 BP – kann also die Ausbreitung von Buche und Tanne zur Abgrenzung der Chronozonen VII/VIII herangezogen werden. Anfangs ist die Tanne stärker beigemischt, jedoch wird hier absichtlich nicht von einem Tannenmaximum "vor der *Fagus*-Ausbreitung" gesprochen, da das Tannenmaximum im Anstieg der Buchenkurve liegt (vgl. Absolut-Diagramme). Auffallend ist, daß sich im Auftreten des Tannen-Maximums wieder die gleichen Differenzen zeigen, wie schon vorher in der massiven Fichtenausbreitung. Am Mieminger See ist das Tannenmaximum mit 4430 ± 90 BP datiert, am Egelsee hingegen mit 3990 ± 90 BP. Es ergibt sich daraus eine Verzögerung von 500 Jahren, diese ist aber auf die wesentlich größere Bedeutung der Tanne am Mieminger See zurückzuführen. Außerdem ist das Profil Mieminger See in diesem Bereich stark gestaucht und es treten wiederholt Kalkeinschwemmungen auf, sodaß auch mit einem Hartwassereffekt gerechnet werden kann. Unterschiede zeigen sich in den Profilen auch im Anteil von *Fagus* nach dem Rückgang der Tanne (vgl. Abb. 5). Im Profil Egelsee zeichnet sich ähnlich den Profilen des östlichen Alpenvorlandes (RAUSCH, 1975) eine Vorherrschaft der Buche ab. Tanne und Fichte kommen in den Wäldern zwar vor, doch erreichen sie nicht große Bedeutung. Die Anteile der Buche nehmen Inntal aufwärts ab. Am Seefelder See und am Mieminger See dominieren stets Nadelhölzer, wie es auch der inneralpinen Nadelwaldzone entspricht. Eine Sonderstellung nimmt der Mieminger See ein. Hier können sich aufgrund der wasserdurchlässigen Böden nach wie vor Föhren und Fichte am besten halten, Buche ist nur gering vertreten.

Heute wird die weitere Umgebung, das Mieminger Plateau zwischen Telfs und Obsteig, von der montanen bis zur subalpinen Stufe von Kiefernwäldern dominiert. Nach WEBER (1981) handelt es sich hierbei größtenteils um Relikt-Föhrenwälder. In der vorliegenden Arbeit konnte das Fortbestehen der Föhrenwälder seit dem Bölling/Alleröd bestätigt werden. Die Fichte, die heute an der Waldgrenze in einem schmalen, fragmentarischen Saum zwischen Föhrenwald und Krummholzgürtel vorkommt, konnte auch in dem für sie klimatisch optimalen Atlantikum die Föhre nicht völlig verdrängen, da es u. a. auf Dolomitm Böden zwischen Klima, klimatischer Klimaxvegetation und Bodenklimax keine zeitliche Übereinstimmung gibt (SCHMID, 1936).

Zusammenfassend kann man sagen, daß sich die inneralpine Nadelwaldzone (Mieming, Katzenloch, Seefelder See und Achensee) mit Fichten-Föhrendominanz im Älteren und Jüngeren Atlantikum und mit wechselnder Beimengung von Buche und Tanne im Subboreal, klar von der randalpinen Laubwaldzone, die am deutlichsten am Egelsee aus-

geprägt ist mit *Corylus* und EMW in VI/VII und Buchendominanz ab VIII, unterscheiden läßt. Die weitere Vegetationsentwicklung wird im Zusammenhang mit der Besiedlungsgeschichte diskutiert, da der Mensch durch seine Aktivität die natürliche Vegetation wesentlich beeinflusst.

7.3. Pollenanalytische Befunde zur menschlichen Besiedlungsgeschichte:

Die menschliche Aktivität ist in Pollendiagrammen allgemein ab dem mittleren Neolithikum, in absoluter Zeitangabe ab 5000 BP aufgrund von Begleitpflanzen und/oder aufgrund seiner Rodungstätigkeit, welche vorerst sicher noch im kleinen Ausmaß stattfand, nachzuweisen. Wesentlich früher könnte man die Anwesenheit des Menschen und seine Einflußnahme auf die Vegetation im Profil Kirchbichl annehmen. Hier wurde eine erste Phase erhöhter NBP mit überwiegend Kulturzeigern bereits im Boreal, zwischen 9070 ± 120 BP und 8100 ± 120 BP, gefunden. Die zeitliche Stellung dieser hier vorläufig als "erste Kulturphase" bezeichneten NBP-Phase ist nach dem Verlauf der BP-Kurven und der C-14-Daten nicht zu bezweifeln und würde bedeuten, daß der mesolithische Mensch im Unterinntal anwesend war. Schwieriger als die Hypothese der Anwesenheit des Mesolithikers im Unterinntal, ist aber die Art und Weise seiner Wirtschafts- und Lebensform zu rekonstruieren und glaubhaft zu machen, da sich diese nur aus pollenanalytischen Befunden ergeben und archäologische Befunde dazu völlig fehlen.

Neben einer deutlichen Zunahme der Apokraten und der menschlichen Begleitpflanzen wurden nämlich auch PK vom Cerealia-Typ (*Triticum*-Typ) und *Centaurea cyanus* gefunden, was darauf schließen läßt, daß der Mensch Getreide (vielleicht Emmer oder Einkorn) bereits kannte. Gleichzeitig findet im Pollendiagramm auch eine Änderung in der Artenzusammensetzung des EMW statt (UA 2b): *Tilia* tritt relativ in den Vordergrund, was jedoch, wie das Absolut-Diagramm zeigt, durch eine verstärkte Abnahme von *Ulmus* und *Fraxinus* bewirkt wird. Daß so kleinräumig nachweisbare Abnahmen dieser beiden Laubholzarten – am Egelsee z.B. fehlt diese Abnahme zu dieser Zeit – auf menschliche Eingriffe zurückzuführen ist, scheint in diesem Zusammenhang möglich zu sein. Ob sie jedoch wirklich gerodet wurden ist ungewiß. Denkbar wäre auch eine Nutzung (Scheiteln) von *Ulmus* und *Fraxinus* zur Laubfütterung. Das würde bedeuten, daß dieser vorgeschichtliche Mensch bereits zur Seßhaftigkeit übergegangen ist, in primitiver Art sogar Getreide anbaute und Tierhaltung, d.h. eine beginnende Domestikation betrieb.

Im Anschluß an diese "erste Besiedlungsphase" gehen die Kulturzeiger zurück und *Ulmus* und *Fraxinus* können sich wieder stärker ausbreiten. Aber schon bald nach der Ausbreitung der Fichte, zwischen 7000 und 6500 BP setzen wieder regelmäßige Funde von Cerealia-PK ein und halten kontinuierlich bis ans obere Ende des Profils um 4500 - 4000 BP an. Zeitlich fällt diese Phase menschlicher Aktivität mit der Kulturphase der Bandkeramiker zusammen. Die Bandkeramik ist die älteste archäologisch belegte Kultur mit Ackerbau aus dem Frühneolithikum. Sie drang aus dem Südosten nur bis in den Donaauraum vor und fehlt aber in Nordtirol.

Bis zum oberen Ende des Pollendiagramms nehmen EMW-Elemente insgesamt stetig ab, *Ulmus* und *Fraxinus* zeigen jedoch im Absolut-Diagramm in 390 cm Tiefe, parallel zum Wiederauftreten der Cerealia einen Einbruch. Wieder steht der Verlauf der *Ulmus*- und *Fraxinus*-Kurven in engem Zusammenhang mit der Anwesenheit des Menschen in Kirchbichl. Ähnliche Befunde zum Ulmenabfall um 5000, also später, werden von HEITZ-WENIGER (1976) auf klimatische Ursachen zurückgeführt. Jedoch schreibt auch HEITZ-WENIGER von der Schwierigkeit der Parallelisierung des Ulmenabfalls verschiedener Lokalitäten, da dieser unterschiedlich gestreckt, bzw. gestaucht ist. In den Profilen Miemin-

ger See, Seefelder See und Egelsee ist der Ulmenabfall stark gestauch und die menschliche Aktivität ist im Pollendiagramm erst nach dem Ulmenabfall, im Subboreal verzeichnet. Mit den Ursachen des Ulmenabfalls in Mittel- und Nordeuropa haben sich bereits viele Arbeiten auseinandergesetzt. Aus den hier vorliegenden Ergebnissen von Kirchbichl scheint ein Schneiteln des vorgeschichtlichen Menschen wahrscheinlich.

Eine andere endmesolithische Besiedlungsphase von 7470 ± 120 bis 7100 ± 180 BP dokumentiert das Profil Katzenloch. Auch hier kann aufgrund der gefundenen PK vom Cerealia-Typ auf frühen Ackerbau geschlossen werden. Aus dem nördlich angrenzenden Alpenvorland, aus dem Raum zwischen Starnbergersee und Isartal ist durch KOSSACK & SCHMEIDL (1974/75) ebenfalls vorneolithischer Getreideanbau in entsprechender Diagrammlage bekannt gemacht worden. KOSSACK & SCHMEIDL geben eine gute Zusammenstellung früher Funde von Getreide-PK. Erwähnt seien daraus nur die Nachweise südlich des Alpenhauptkammes, am Ledrosee oberhalb des Gardasees (BEUG, 1964) am Ende des Boreals, sowie die neueren Untersuchungen von SEIWALD (1980), wo einzelne PK vom Cerealia-Typ im Profil Sommersüß bei Brixen ebenfalls bereits im Boreal nachgewiesen wurden. Nun zeigt die Pollenanalyse, daß der Mensch möglicherweise auch auf dem Seefelder-Sattel wesentlich früher anwesend war, dazu fehlen aber vorläufig archäologische Funde noch völlig. Sollte sich eine frühe Anwesenheit des Menschen in diesem Raum Seefeld – Katzenloch bestätigen, wäre auch eine wesentlich frühere Überschreitung des Brenners als bisher von den Archäologen angenommen zu vermuten.

Aus dem südlichen Bodenseegebiet ist durch WEGMÜLLER (1976) im Profil Ried bei Oberschan eine endmesolithische Besiedlungsphase mit Getreideanbau bekannt. Diese konnte mit einer mesolithischen Station in der Nähe der dort untersuchten Lokalität in Verbindung gebracht werden. Regelmäßiges Auftreten von PK von Cerealia und Kulturbegleitern konnte WELTEN (1972, 1982) auch im Wallis im Profil Lac du mont d'orge ab 7000 BP nachweisen.

Andere pollenanalytische Nachweise menschlicher Aktivität sind für Tirol aus Giering (I. BORTENSCHLAGER, 1976 und I. & S. BORTENSCHLAGER, 1981), wie bereits eingangs erwähnt, ab dem Neolithikum bekannt. Dort setzt um 5000 BP mit dem Ulmenabfall die erste intensive Einflußnahme des Menschen auf die Vegetation ein. Ganz ähnlich zeigt sich die menschliche Einflußnahme in den vorliegenden Profilen Mieminger See, Seefelder See und Egelsee. Besonders deutlich ist der Eingriff des Menschen im Profil Mieminger See durch wiederholte Toneinschwemmungen, welche von Rodungen herrühren, dokumentiert. Hier sollte versucht werden, geschichtliche Perioden mit dem Pollenprofil zu parallelisieren. Eine erste Tonlage in 370 cm könnte sich in römischer Zeit, um Christi Geburt gebildet haben. Der menschliche Einfluß setzt im Pollendiagramm zwar bereits früher ein, doch verzeichnen hier *Artemisia*, *Urtica* und Cerealia erste Prozentwerte. In der Folge zeichnet sich eine schöne Regenerationsphase des Waldes ab, die mit einem *Betula*-Gipfel eingeleitet wird. Während der anschließenden Völkerwanderungszeit kann sich dann vermehrt *Picea* und *Abies* ausbreiten. Die folgende massive Tonablagerung von 310 - 250 cm, datiert mit 1190 ± 80 und 880 ± 80 BP, erfolgte im Mittelalter. Bereits um diese Zeit weist das vermehrte Auftreten von Ericaceae und *Juniperus* auf intensive Waldweide hin. Daß *Juglans* und *Castanea* erst in dieser Phase im Pollendiagramm auftreten, kann von rein lokaler Bedeutung sein.

Hinter dem *Picea*-Gipfel am Ende dieser Rodungsphasen sind die Pestjahre zu vermuten. Deutlich zeigt sich aber aus dem Pollenspektrum, daß außer *Pinus* kein Waldbaum mehr eine große Rolle spielt und, daß die gerodeten Flächen für Ackerbau und Weidewirtschaft (hohe Gramineen-Werte) genutzt wurden. Rodungen lassen sich auch in den

Profilen Seefelder See und Egelsee durch Einbrüche in den BP-Kurven der Hauptwaldbildner und im Ansteigen der NBP nachweisen, auf die stets Folgehölzer wie *Betula*, *Corylus* oder *Alnus* verstärkt auftreten. Im Profil Seefelder See wäre es möglich jeden Vorstoß der NBP einer Kulturphase zuzuordnen. Einen ruhigeren Verlauf zeigt das Profil Egelsee, wo der menschliche Einfluß am See direkt nie so groß gewesen sein dürfte. Bis zur Zeitwende, Christi Geburt, finden Rodungen nur sehr kleinräumig und punktuell statt, erst mit dem Beginn der Römerzeit setzt die flächenhafte Nutzung des Bodens ein. Am intensivsten wird die Rodungstätigkeit jedoch im Mittelalter. In der Neuzeit, gegen Ende der Profile zeichnet sich dann eine gewisse Regenerierung des Waldes ab, *Pinus* und *Picea* nehmen zu.

8. Anhang

Signaturen:

Symbole im Hauptdiagramm

- **Pinus**
- **Betula**
- **EMW**
- △ **Picea**
- ▲ **Fagus**
- × **Abies**

Sedimente



Ld
Gyttja



Lc
Seekreide



Ld (Algae)
Algengyttja



As+Ag
Ton/Silt



Ga+Gs
Sand



Tb
Braunmoos-Torf



Tb (Sphag)
Sphagnum-Torf



Tl
Torf mit Holz



Th
Cyperaceen-Torf



Dg
Detritus

Einzelne Pollenfunde von Mieming (im Pollendiagramm mit x gekennzeichnet):

180 cm <i>Cryptogramma</i> 0,2 %	672 cm <i>Saxifrage hircula</i> 0,2 %
172 cm <i>Onomis-T.</i> 0,1 %	673 cm Orchidaceae 0,1 %
672 cm <i>Epipactis</i> 0,1 %	673 cm <i>Saxifraga hircula</i> 0,1 %
672 cm <i>Gypsophila</i> 0,1 %	

Abkürzungen und Signaturen:

NBP	Nichtbaumpollen	UA	Unterabschnitt
BP	Baumpollen	PD	Pollendichte
PK	Pollenkorn oder -körner	5000 BP	5000 Jahre vor heute
EMW	Eichenmischwald	5000 v. Chr.	5000 Jahre vor Christus
DA	Diagrammabschnitt		

D a n k : Diese Arbeit wurde am Institut für Botanik – Abt. Palynologie – unter der Leitung von Herrn Univ.-Prof. Dr. S. Bortenschlager durchgeführt. Für die Unterstützung und Hilfe bei den Geländearbeiten danke ich Herrn Univ.-Doz. R. Schmidt, Herrn M. Bobek, Herrn Mag. K. Oeggel, Herrn A. Schmidt und Herrn P. Zeiler. Weiter gilt mein Dank der Österreichischen Akademie der Wissenschaften für die Bereitstellung der Mittel für die C-14-Datierung und dem Leiter des C-14-Labors Dr. H. Felber, Wien, für deren Durchführung. Zum Abschluß möchte ich noch Frau OR Dr. H. Hilscher für die Holzbestimmungen, Herrn Dr. U. Eicher für die Sauerstoffisotopen-Bestimmungen und Herrn S. Tatzreiter für die Einführung in die Aufschlußmethoden danken.

Z u s a m m e n f a s s u n g : Aus fünf untersuchten Mooren und Seen von mittleren und tiefen Lagen der Nordtiroler Kalkalpen liegen Relativ-, Absolut- und Influx-Pollendiagramme mit insgesamt 17 Radiokarbondaten vor. In den drei Seeprofilen läßt sich das Spätglazial beginnend mit der Pionier- und Steppenvegetation der Ältesten Dryas nachweisen. Die *Pinus*-Ausbreitung setzt im Bölling im Anschluß an eine Strauchphase mit erhöhten *Juniperus*- und *Hippophae*-Werten ein. Die Älteste Dryas zeichnet sich in den Profilen nicht ab, die Jüngere Dryas meist nur schwach.

Im frühen Postglazial beginnt das Wachstum der beiden Torfprofile. Besonderes Augenmerk wurde dem frühen Auftreten des Menschen – Kulturzeiger – gewidmet. Im Postglazial zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen inneralpiner Nadelwaldzone mit Fichten-Föhren-Dominanz in VI/VII und wechselnder Beimischung von Buche und Tanne in VIII, und randalpiner Laubwaldzone mit *Corylus*-Eichenmischwald in VI/VIII und Buchendominanz in VIII.

9. Literatur

- BECKER, B. (1972): Möglichkeiten für den Aufbau einer absoluten Jahringchronologie des Postglazials anhand subfossiler Eichen aus Donauschottern. – Ber. dtsh. bot. Ges., **85**: 29 - 45.
- BERGLUND, B. (1982): Paleohydrological changes in the temperate zone in the last 15,000 years. IGCP 158 b. Lake and mire environments. – Project Guide, Vol. III., Specific methods: 163 pp.
- BERTSCH, A. (1961): Untersuchungen zur spätglazialen Vegetationsgeschichte Südwestdeutschlands. – Flora, **151**: 243 - 280.
- BEUG, H.-J. (1964): Untersuchungen zur spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte im Gardaseegebiet unter besonderer Berücksichtigung der mediterranen Arten. – Flora, **154**: 401 - 444.
- (1976): Die spätglaziale und frühpostglaziale Vegetationsgeschichte im Gebiet des ehemaligen Rosenheimer Sees (Oberbayern). – Bot. Jahrb. Syst., **95**: 373 - 400.
- BOBEK, M. & R. SCHMIDT (1976): Zur spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte des nordwestlichen Salzkammergutes und Alpenvorlandes (Österreich). Mit Berücksichtigung der *Pinus*-Arten. – Linzer biol. Beitr., **8**: 95 - 133.

- 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 Nachweis früher menschlicher Tätigkeit in Tirol. — Veröff. Museum Ferdinandeum Innsbruck, **61**: 5 - 12.
- BORTENSCHLAGER, S. (1967): Pollenanalytische Ergebnisse einer Firnprofiluntersuchung am Kesselwandferner (3240 m, Ötztal, Tirol). — Grana, **7**: 259 - 269.
- (1972): Die Vegetationsentwicklung um Kramsach seit der letzten Eiszeit. — Das Buch von Kramsach, Schlernschriften, **262**: 21 - 25.
- (1977): Alpine Late- and Post-Glacial. — Proc. Working Sess. Comm. Holocene-Inqua, Bratislava: 123 - 128.
- (1978): Die spätglaziale Vegetationsentwicklung im Pollenprofil des Lansersee-Moores. — Paleolimnology of Lake Biwa and the Japanese Pleistocene, No. **254**: 334 - 336.
- (1984): Die Vegetationsentwicklung im Spätglazial: Das Moor beim Lansersee III, ein Typprofil für die Ostalpen. — Diss. Bot., **72** (Festschrift WELTEN): 71 - 79.
- (1984): Beiträge zur Vegetationsgeschichte Tirols I: Inneres Ötztal und unteres Inntal. — Ber. nat.-med. Ver. Innsbruck, **71**: 19 - 56.
- BORTENSCHLAGER, S. & G. PATZELT (1969): Wärmezeitliche Klima- und Gletscherschwankungen im Pollenprofil eines hochgelegenen Moores (2270 m) der Venedigergruppe. — Eiszeitalter und Gegenwart, **20**: 116 - 122.
- DRAXLER, I (1977): Pollenanalytische Untersuchungen von Mooren zur spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte im Einzugsgebiet der Traun. — Jahrb. Geol. B.-A., **120**: 131 - 163.
- EICHER, U. (1979): Die $18\text{O}/16\text{O}$ - und $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ -Isotopenverhältnisse in spätglazialen Süßwasserkarbonaten und ihr Zusammenhang mit den Ergebnissen der Pollenanalyse. — Diss. Bern: 205 pp.
- FLIRI, F. (1975): Das Klima der Alpen im Raume von Tirol. — Monographien zur Landeskunde Tirols, Folge 1: 454 pp.
- HEITZ-WENIGER, A. (1976): Zum Problem des mittelholozänen Ulmenabfalls im Gebiet des Zürichsees (Schweiz). — Bauhinia, **5**: 215 - 229.
- KLAUS, W. (1972): Spätglazial-Probleme der östlichen Nordalpen Salzburg-Inneralpines Wiener Becken. — Ber. dtsh. bot. Ges., **85**: 83 - 92.
- KOSSACK, G. & H. SCHMEIDL (1974/75): Vorneolithischer Getreidebau im bayerischen Alpenvorland. — Jahresber. bayer. Bodendenkmalpflege, **15/16**: 7 - 23.
- LANG, G. (1952): Zur späteiszeitlichen Vegetations- und Florengeschichte Südwestdeutschlands. — Flora, **139**: 243 - 249.
- MANGERUD, J., ANDERSEN, S.T., BERGLUND, B.E. & J.J. DONNER (1974): Quaternary stratigraphy of Norden, a proposal for terminology and classification. — Boreal, **3**: 109 - 126.
- MARKGRAF, V. (1969): Moorkundliche und vegetationsgeschichtliche Untersuchungen an der Waldgrenze im Wallis. — Bot. Jb., **89**: 1 - 63.
- MAYER, H. (1963): Tannenreiche Wälder am Nordabfall der mittleren Ostalpen. — München - Basel - Wien: 208 pp.
- (1974): Wälder des Ostalpenraumes. — Stuttgart: 344 pp.
- MAYR, F. & H. HEUBERGER (1968): Type areas of late glacial and post-glacial deposits in Tyrol, Eastern Alps. — Univ. Colorado Studies, Ser. in Earth Sciences, No. **7**, Glaciation of the Alps: 143 - 165.
- MENGHIN, O. (1962): Zur Historisierung der Urgeschichte Tirols. — Tiroler Heimatblätter, Innsbruck, **XXV**: 5 - 39.
- OVERBECK, F. (1975): Botanisch-geologische Moorkunde. — Neumünster: 719 pp.
- PATZELT, G. (1972): Die spätglazialen Stadien und postglazialen Schwankungen von Ostalpengletschern. — Ber. dtsh. bot. Ges., **85**: 47 - 57.
- (1975): Unterinntal - Zillertal - Pinzgau - Kitzbühel. Spät- und postglaziale Landschaftsentwicklung. — Innsbrucker geogr. Studien, **2**: 309 - 329.
- (1980): Neue Ergebnisse der Spät- und Postglazialforschung in Tirol. — Jahresber. 1976/77 Österr. geogr. Ges., Zweig Innsbruck: 11 - 18.
- PITSCHMANN, H., REISIGL, H., SCHIECHTL, H.-M. & R. STERN (1970): Karte der aktuellen Vegetation von Tirol 1/100.000. I. Teil: Blatt 6, Innsbruck - Stubai Alpen. — Doc. Cartograph. Ecol. Grenoble, **8**: 7 - 34.
- RAUSCH, K.-A. (1975): Untersuchungen zur spät- und nacheiszeitlichen Vegetationsgeschichte im Gebiet des ehemaligen Inn-Chiemseegletschers. — Flora, **164**: 235 - 282.
- SARNTHEIN, R. v. (1940): Moor- und Seeablagerungen aus den Tiroler Alpen in ihrer waldgeschicht-

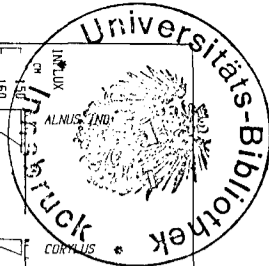
- lichen Bedeutung. Teil 2: Seen der Nordtiroler Kalkalpen. – *Beih. bot. Cbl.*, **60**: 437 - 492.
- SARNTHEIN, R. v. (1948): Moor- und Seeablagerungen aus den Tiroler Alpen in ihrer waldgeschichtlichen Bedeutung. III. Teil: Kitzbühler Alpen und unteres Inntal. – *Österr. bot. Ztschr.*, **95**: 1 - 85.
- SCHMEIDL, H. (1971): Ein Beitrag zur spätglazialen Vegetations- und Waldentwicklung im westlichen Salzachgletschergebiet. – *Eiszeitalter und Gegenwart*, **22**: 110 - 126.
- (1972): Zur spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte am Nordrand der bayer. Voralpen. – *Ber. dtsh. bot. Ges.*, **85**: 79 - 82.
- (1977): Pollenanalytische Untersuchungen im Gebiet des ehemaligen Chiemseegletschers. Geologische Karte von Bayern 1 : 25.000, Erläuterungen zum Kartenblatt 8140 Prien a. Chiemsee und zum Blatt 8141 Traunstein: 239 - 264.
- (1980): Zur spät- und postglazialen Vegetations- und Waldentwicklung in der montanen Stufe des Kartenblattes Aschau i. Chiemgau. Geol. Karte von Bayern 1 : 25.000, Erläuterungen zum Kartenblatt 8239 Aschau i. Chiemgau: 116 - 132.
- SCHMID, E. (1936): Reliktföhrenwälder der Alpen. – *Beitr. geobot. Landesaufnahme der Schweiz*, **21**: 190 pp.
- SCHMIDT, R. (1975): Pollenanalytische Untersuchungen zur spätglazialen bis mittelpostglazialen Vegetationsgeschichte im Raum Bozen. – *Linzer biol. Beitr.*, **7**: 225 - 247.
- SCHUBERT, A. (1984): Paläogeographische Untersuchungen in einem alpinen Ökosystem (See- und Einzugsgebiet) am Beispiel des Egelsees. – *Diplomarbeit am Inst. f. Geographie, Univ. München*: 137 pp.
- SEIWALD, A. (1980): Beiträge zur Vegetationsgeschichte Tirols IV: Natzer Plateau - Villanderer Alm. – *Ber. nat.-med. Ver. Innsbruck*, **67**: 31 - 72.
- SMETTAN, H.W. (1981): Die Pflanzengesellschaften des Kaisergebirges/Tirol. – *Jubiläums-Ausgabe des Ver. z. Schutze der Bergwelt, München*: 191 pp.
- STOCKMARR, J. (1971): Tablets with spores used in absolut pollen analysis. – *Pollen et Spores*, **13**: 615 - 621.
- TROELS-SMITH, J. (1955): Karakterisering at Lose jordarter. Characterization of unconsolidated sediments (English). – *Daum, Geol. Unders.*, **IV**, 3, 10: 73 pp.
- WAGNER, G. (1972): Seenkataster von Tirol. – *Seminararbeit, Geogr. Inst. Univ. Innsbruck*, pp.
- WEBER, J. (1981): Die Vegetation der Mieminger Kette mit besonderer Berücksichtigung der Rotföhrenwälder. – *Diss. Univ. Innsbruck*: 474 pp.
- WEGMÜLLER, H.P. (1976): Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen in den Thuralpen und im Faningebiet (Kantone Appenzell, St. Gallen, Graubünden/Schweiz). – *Bot. Jahrb. Syst.*, **97**: 226 - 307.
- WEIRICH, J. & S. BORTENSCHLAGER (1980): Beiträge zur Vegetationsgeschichte Tirols III; Stubai-er Alpen - Zillertaler Alpen. – *Ber. nat.-med. Ver. Innsbruck*, **67**: 7 - 30.
- WELTEN, M. (1957): Über das glaziale und spätglaziale Vorkommen von Ephedra am nordwestlichen Alpenrand. – *Ber. schweiz. bot. Ges.*, **67**: 33 - 54.
- (1972): Das Spätglazial im nördlichen Voralpengebiet der Schweiz. – *Ibidem*, **85**: 69 - 74.
- (1972): Frühe Kultureinflüsse in der Vegetation des Wallis. – *Ibidem*, **85**: 187 - 188.
- (1982): Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen in den westlichen Schweizer Alpen: Bern - Wallis. – *Denkschr. schweiz. naturf. Ges.*, **95**: 105 pp.
- ZOLLER, H. & H. KLEIBER (1971): Überblick der spät- u. postglazialen Vegetationsgeschichte in der Schweiz. – *Boissiera*, **19**: 113 - 128.

ad WAHLMÜLLER, N.

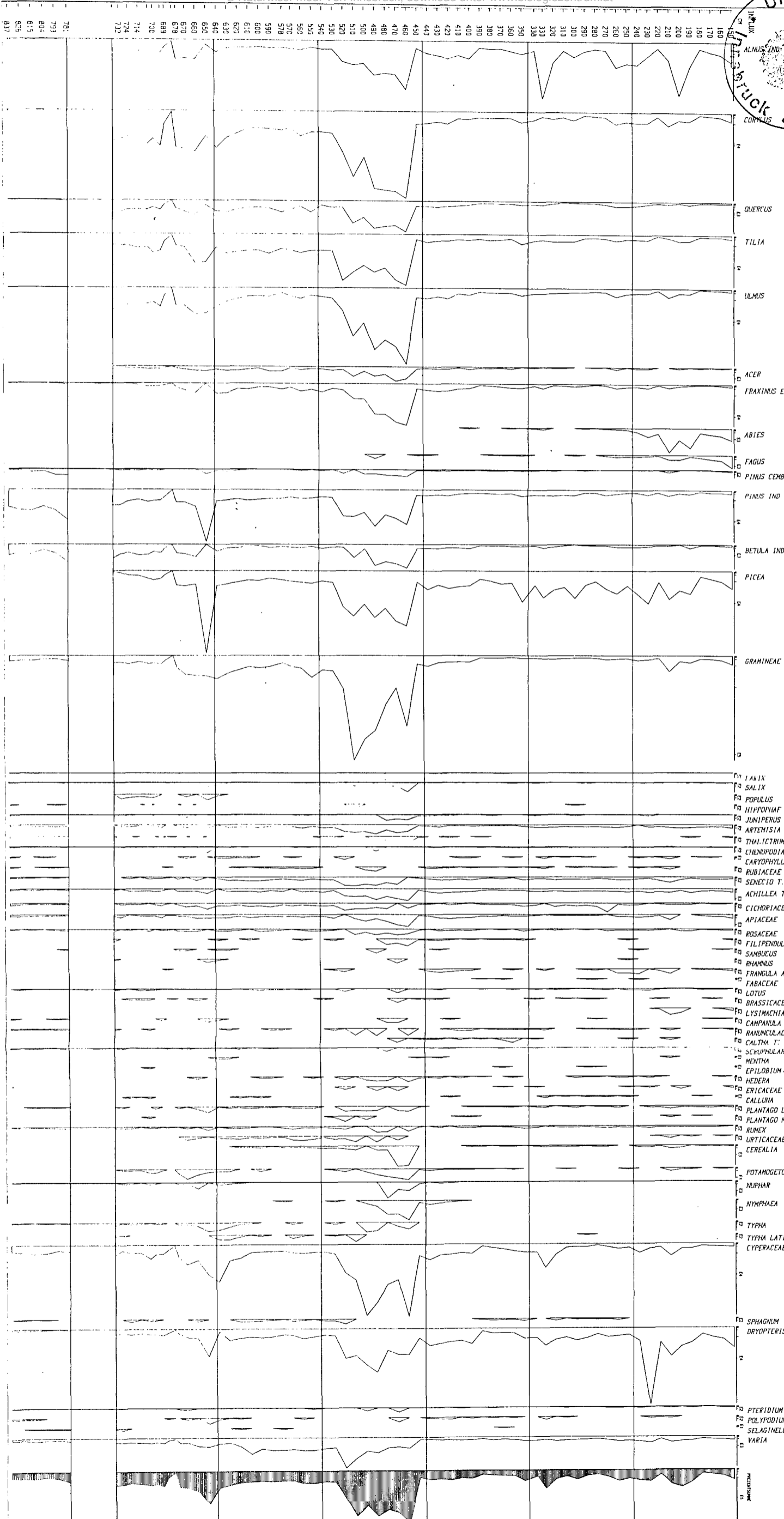
”Beiträge zur Vegetationsgeschichte Tirols V”

Pollenprofile:

Mieminger See, Relativ-Diagramm
Mieminger See, Absolut-Diagramm
Mieminger See, Influx-Diagramm
Katzenloch, Relativ-Diagramm
Katzenloch, Absolut-Diagramm
Katzenloch, Influx-Diagramm
Seefelder See, Relativ-Diagramm
Seefelder See, Absolut-Diagramm
Kirchbichl, Relativ-Diagramm
Kirchbichl, Absolut-Diagramm
Kirchbichl, Influx-Diagramm
Egelsee, Relativ-Diagramm
Egelsee, Absolut-Diagramm
Egelsee, Influx-Diagramm



KIRCHBICHL INFLUX-DIAGRAMM



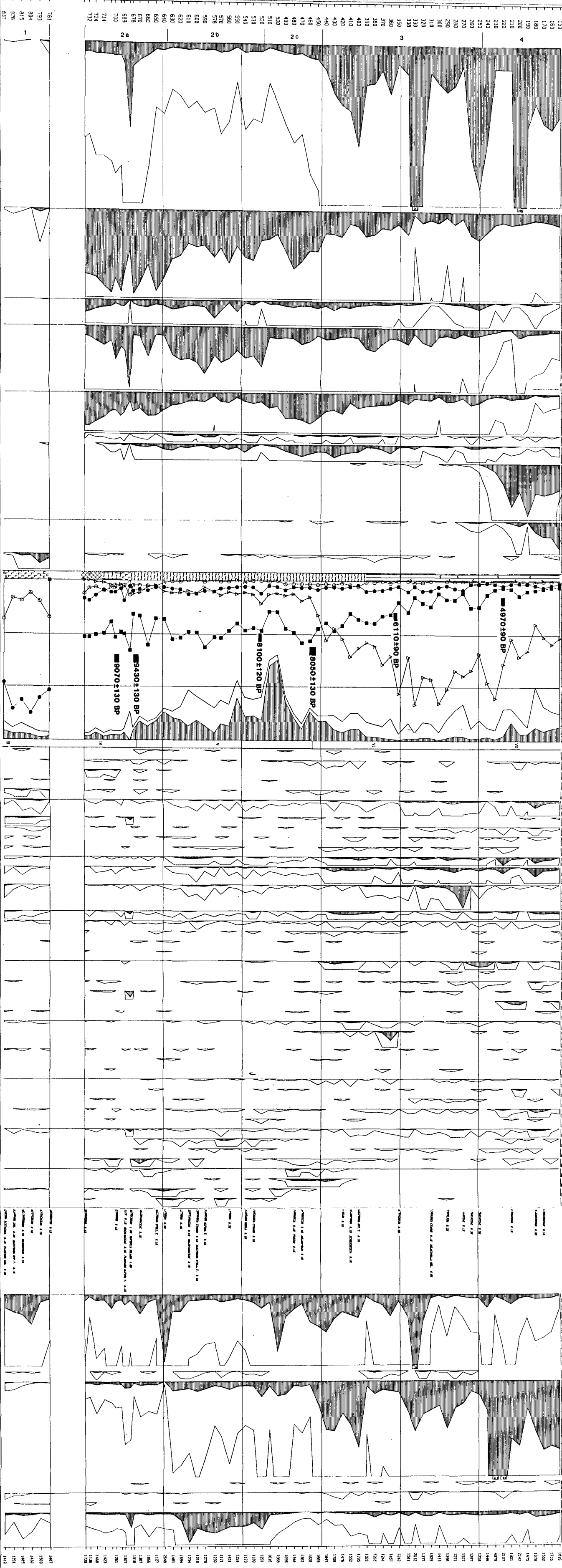
DA
ALNUS IND.
CORYLLUS
QUERCUS
TILIA
ULMUS
ACER
FRAXINUS EXC.
ABIES
FAGUS
PINUS CEMBRA

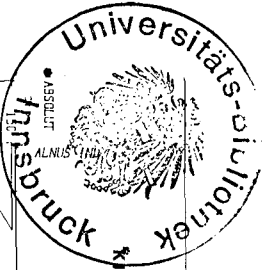
KIRCHBICHL
512 m

LARIX
SALIX
POPULUS
HIPPOPHAE
JUNIPERUS
ARTEMISIA
THALICTRUM
CHENOPODIACEAE
CARYOPHYLLACEAE
RUBIACEAE
SENECIO T.
ACHILLEA T.
CICHORIACEAE
APIACEAE
ROSACEAE
FILIPENDULA
SAMBUCUS
RHAMNUS
FRANGULA ALNUS
FABACEAE
LOTUS
BRASSICACEAE
LYSIMACHIA
CAMPANULA
RANUNCULACEAE
CALTHA T.
SCROPHULARIACEAE
MENTHA
EPILOBIUM
HEDERA
ERICACEAE
CALLUNA
PLANTAGO LANCEOLATA
PLANTAGO MAJOR
RUMEX
URTICACEAE
CEREALIA
POTAMOGETON
NUPHAR
NYMPHAEA
TYPHA
TYPHA LATIFOLIA

CYPERACEAE
SPHAGNUM
DROPTERIS
PTERIDIUM
POLYPODIUM
SELAGINELLA SEL.
VARIA

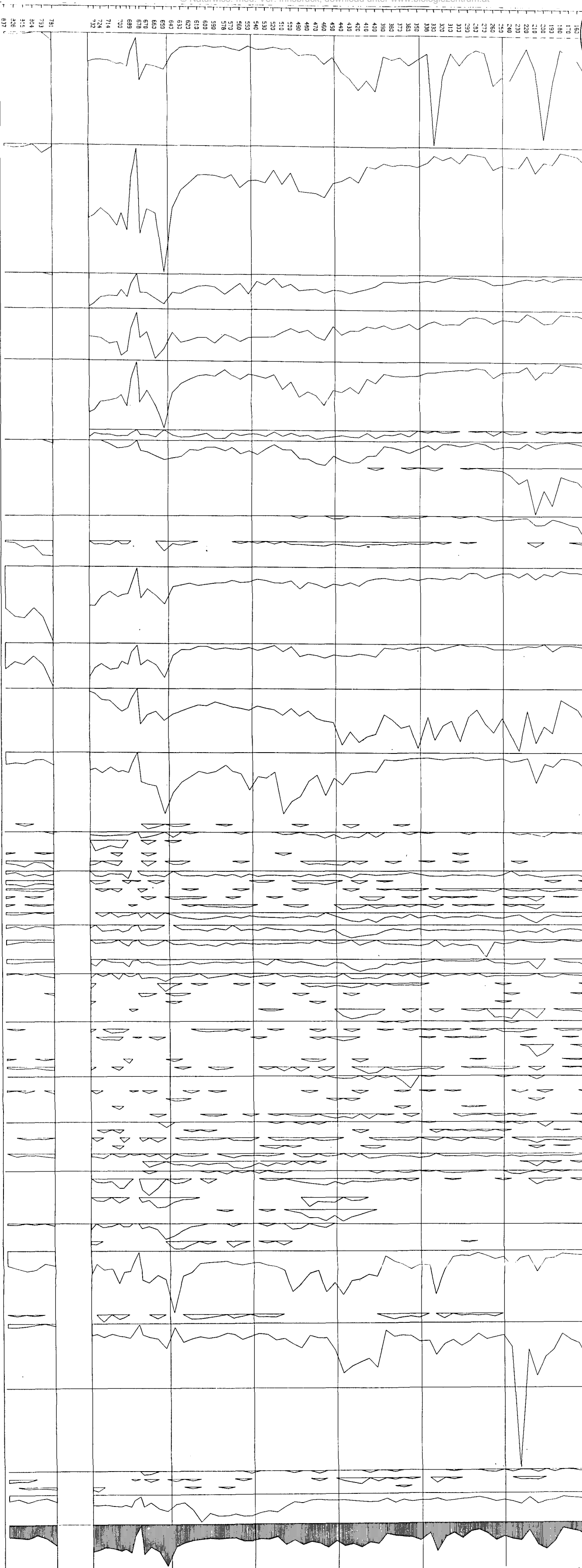
POLLINOGRAMM

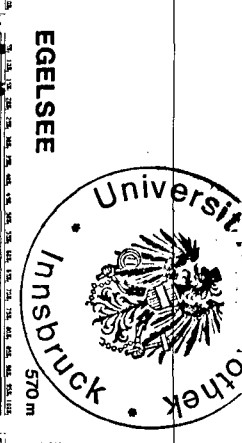
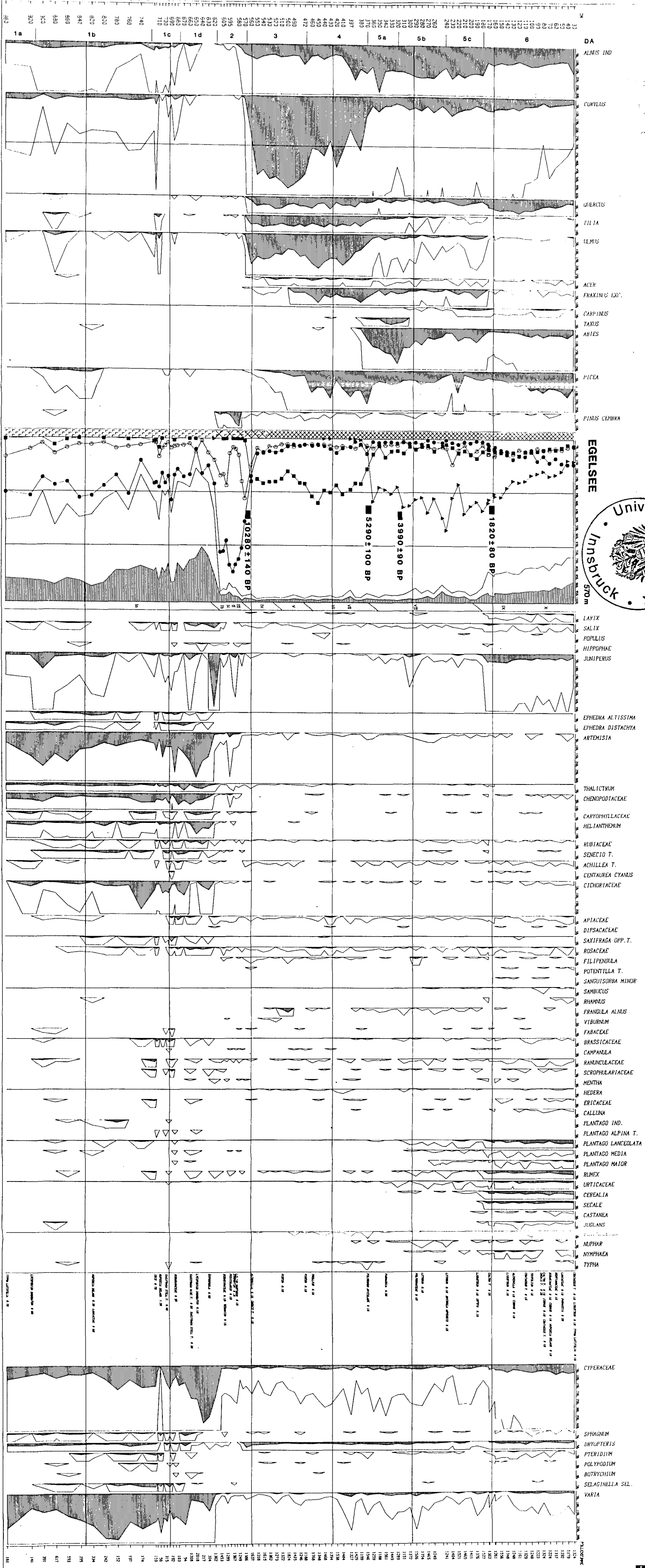


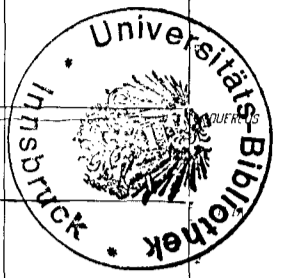
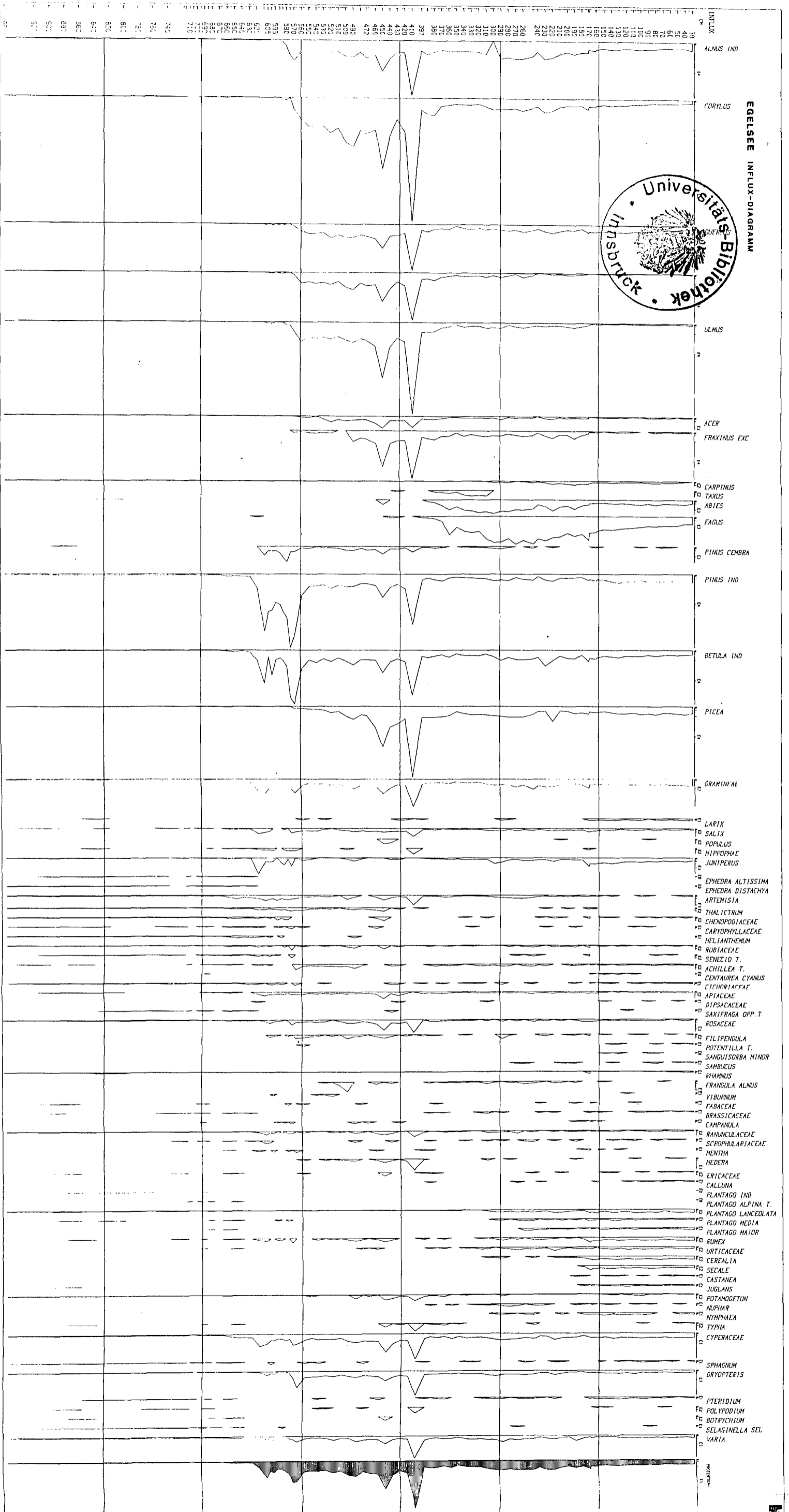


KIRCHBICHL

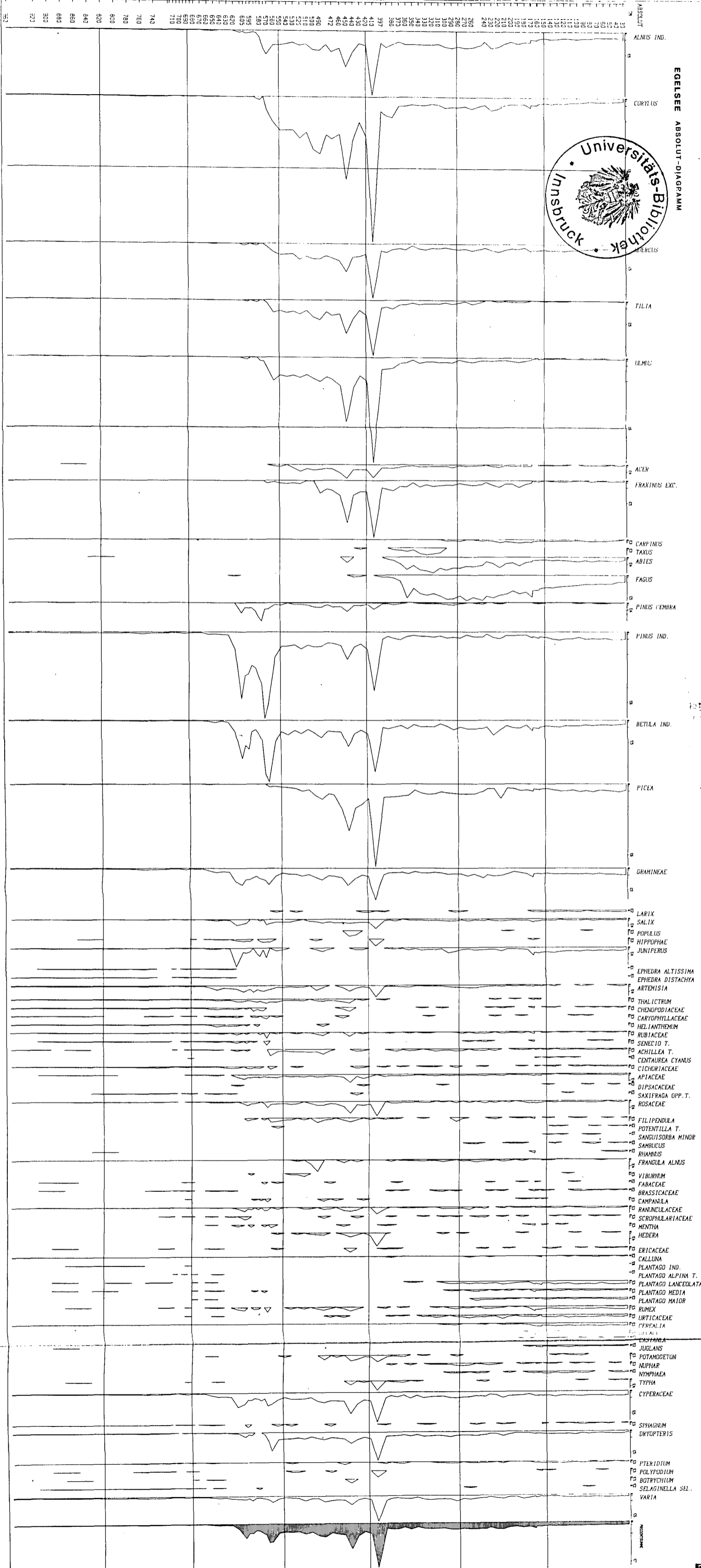
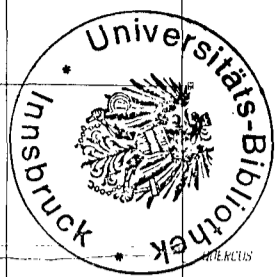
ABSOLUT-DIAGRAMM

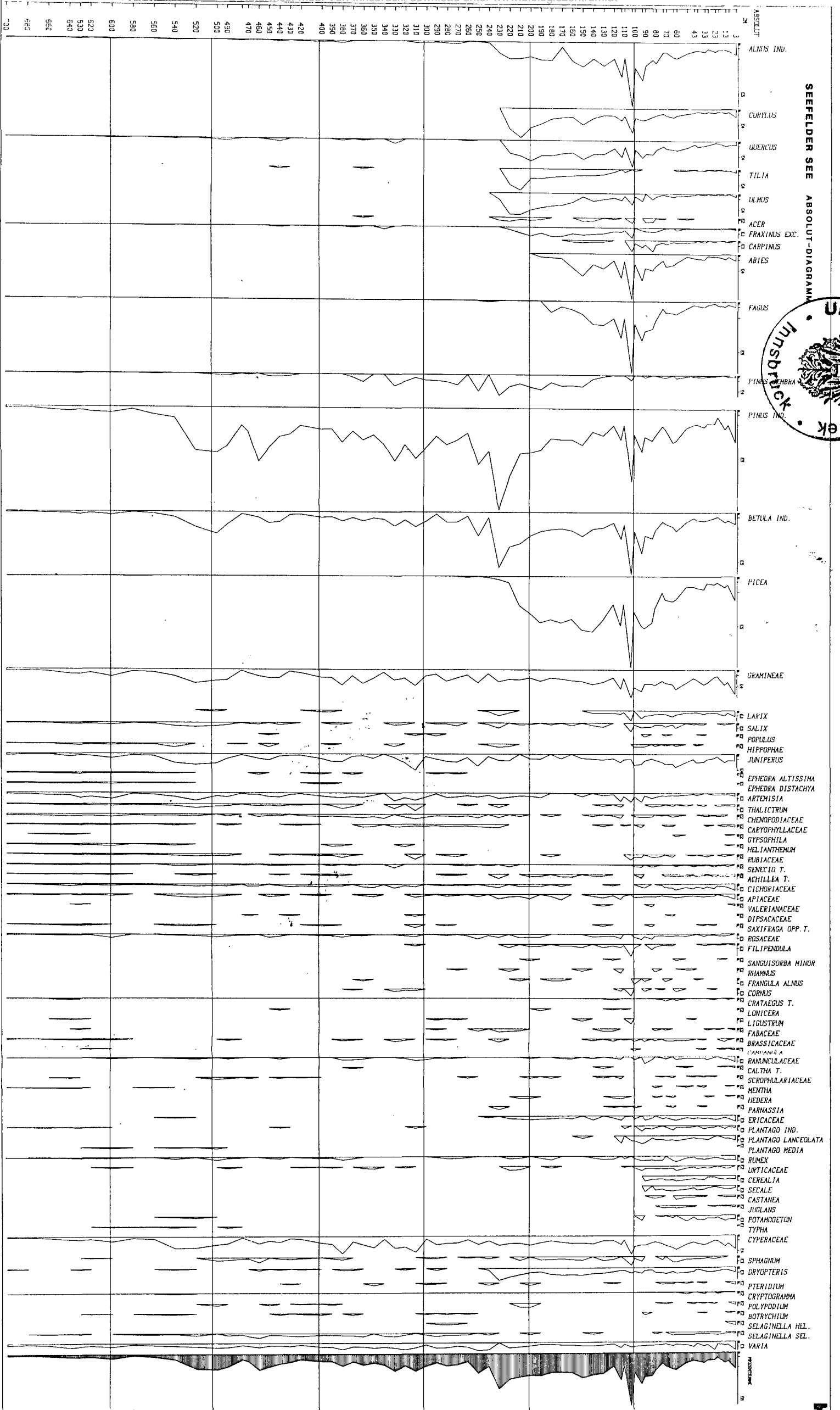


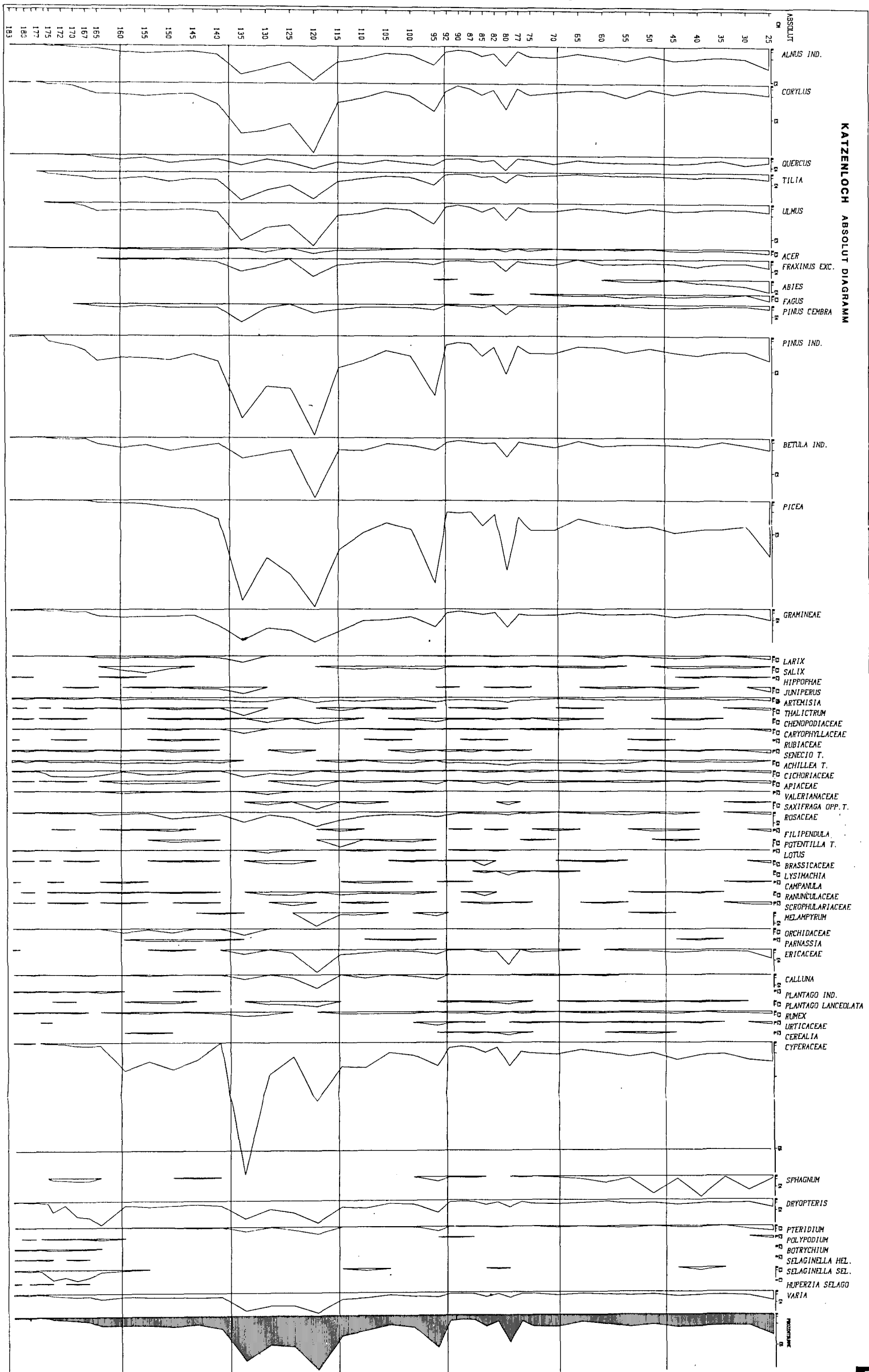


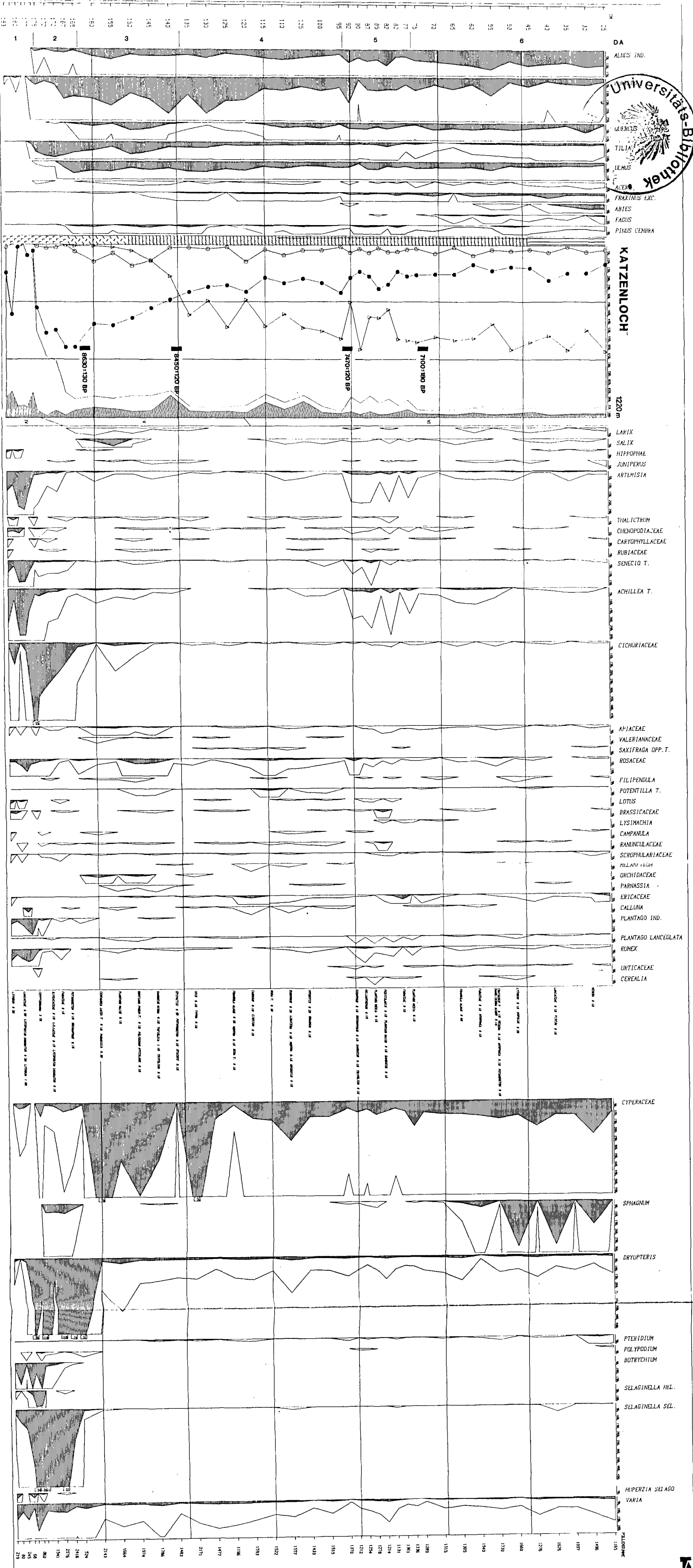


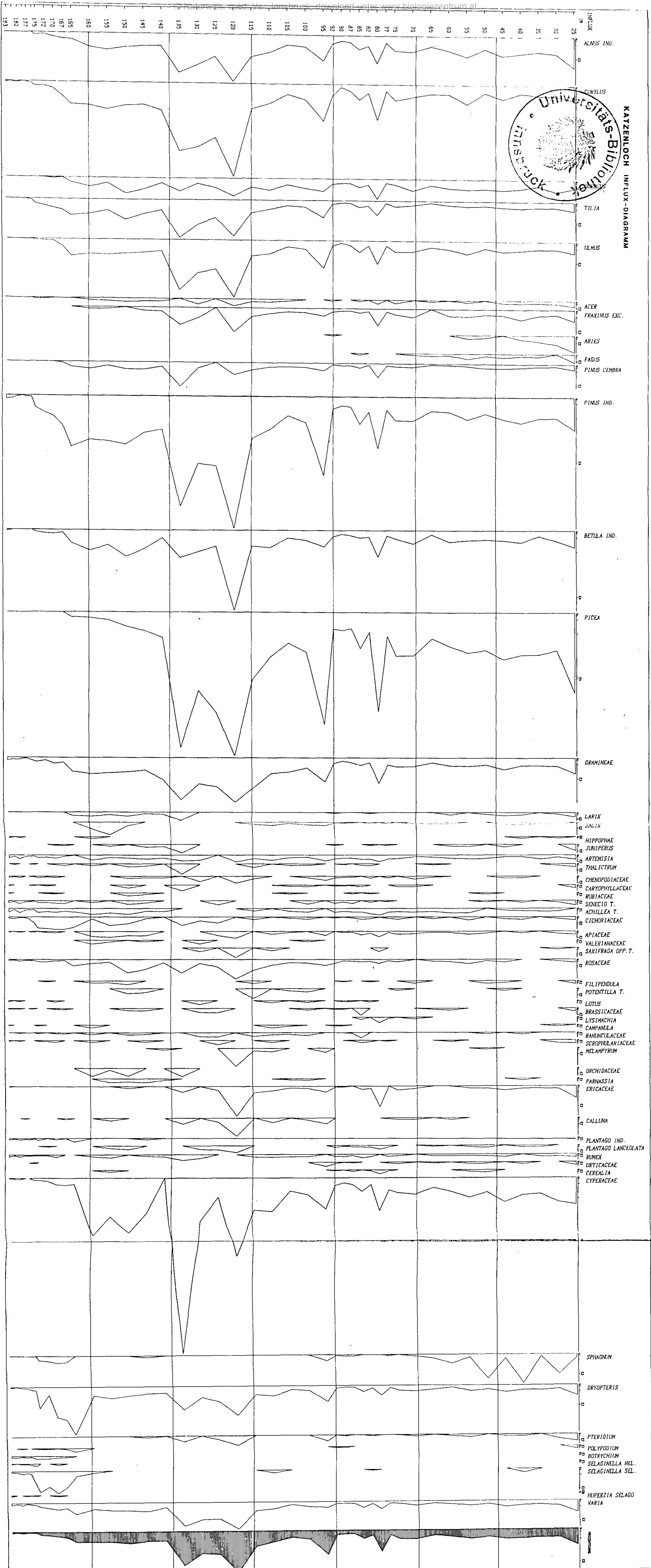
EGELSEE ABSOLUT-DIAGRAMM

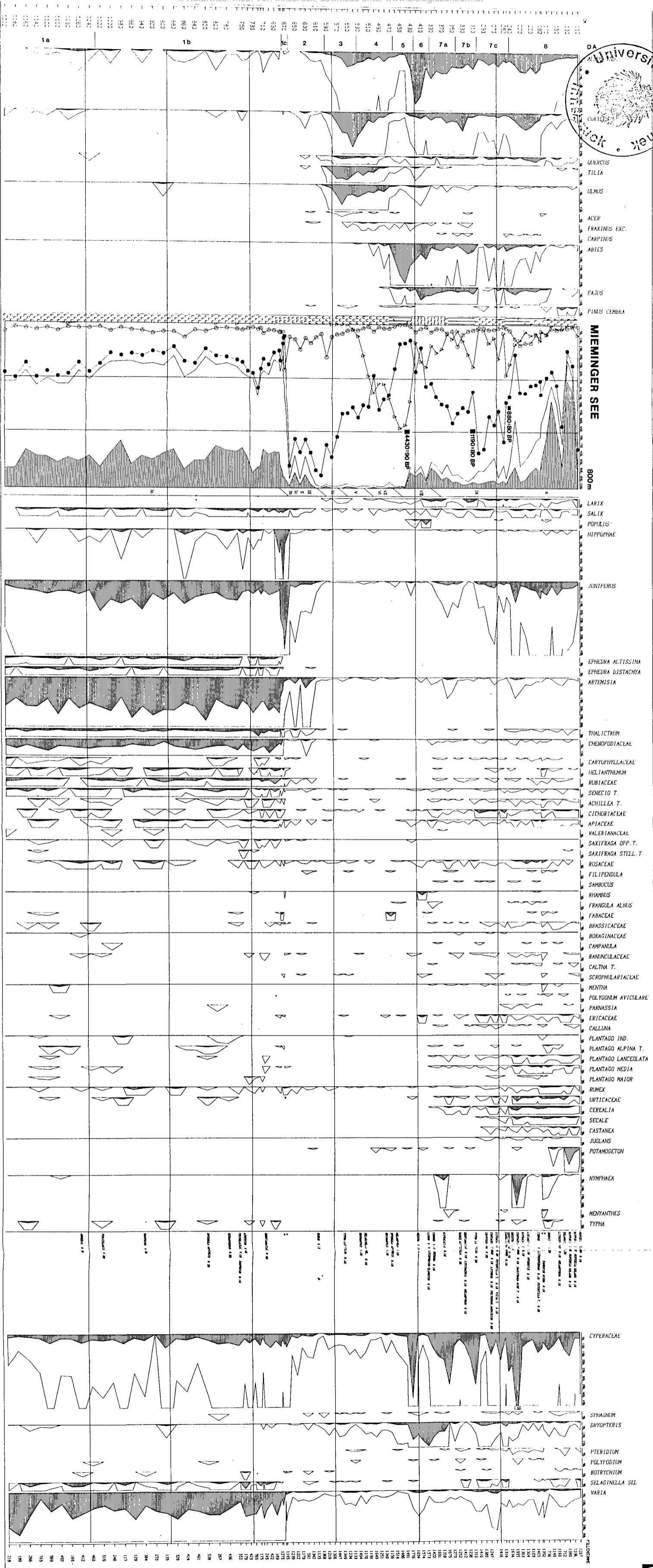
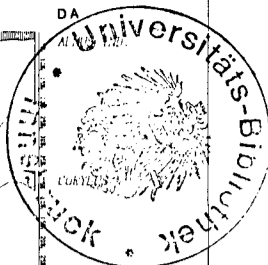


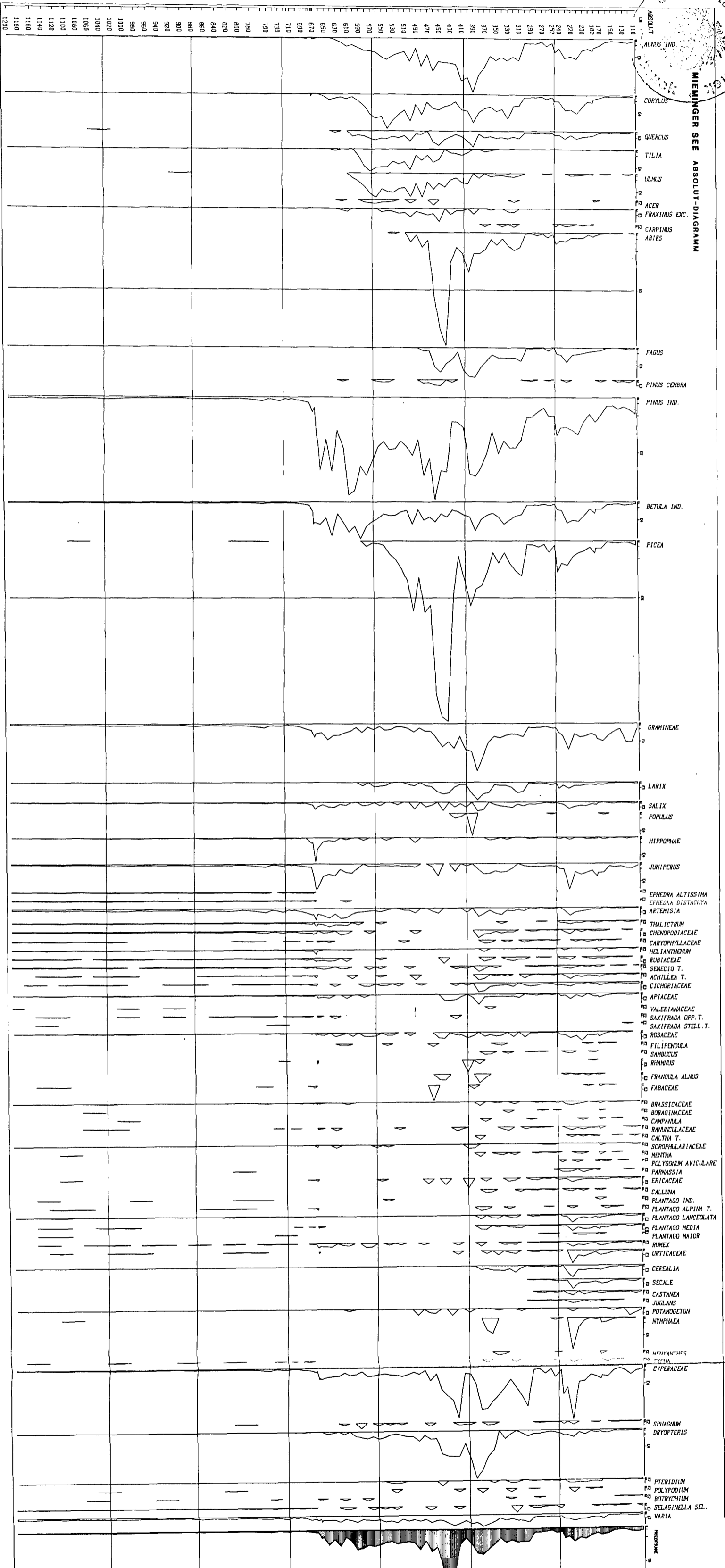
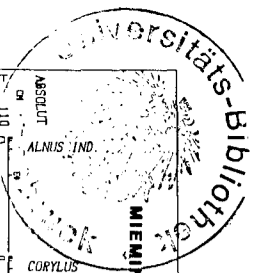


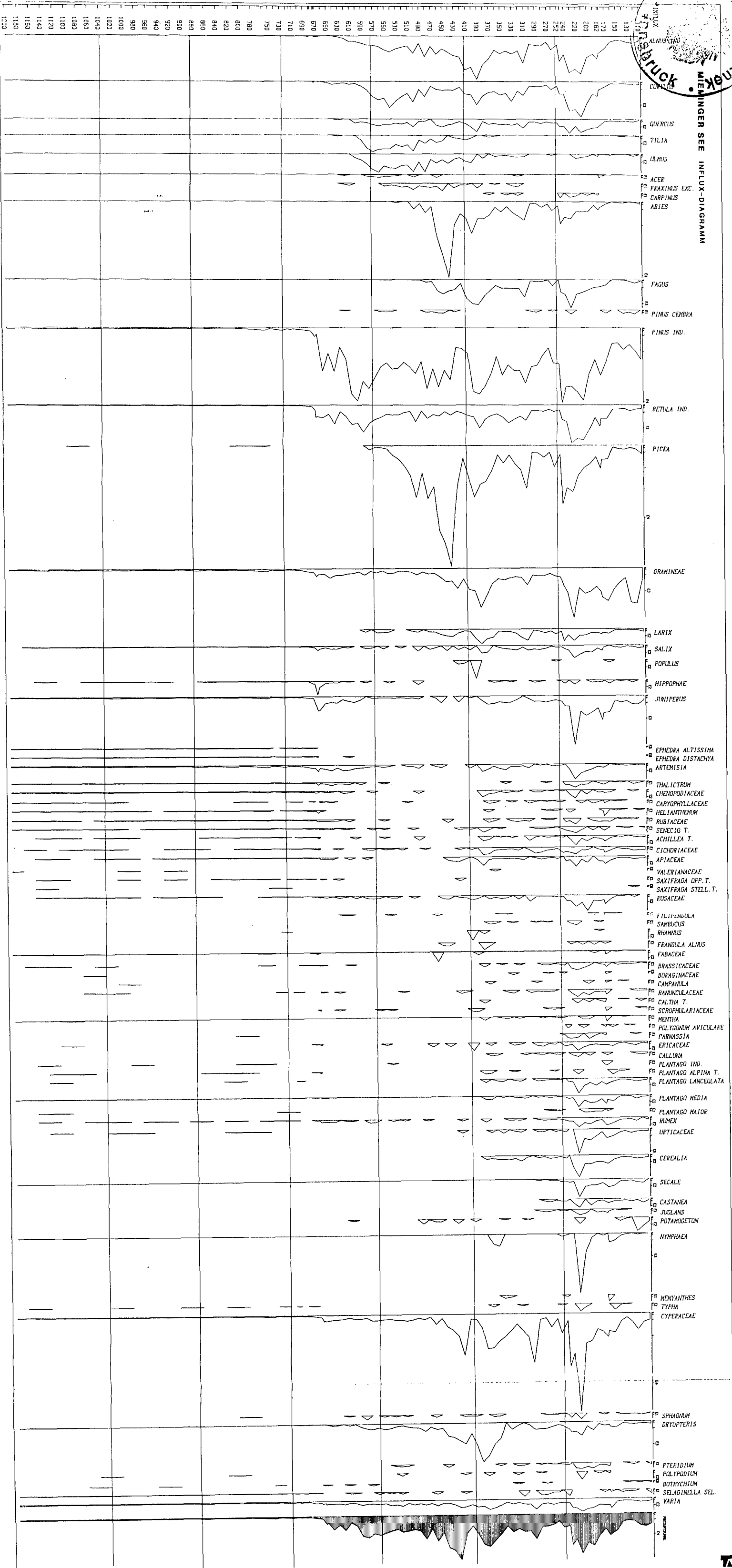


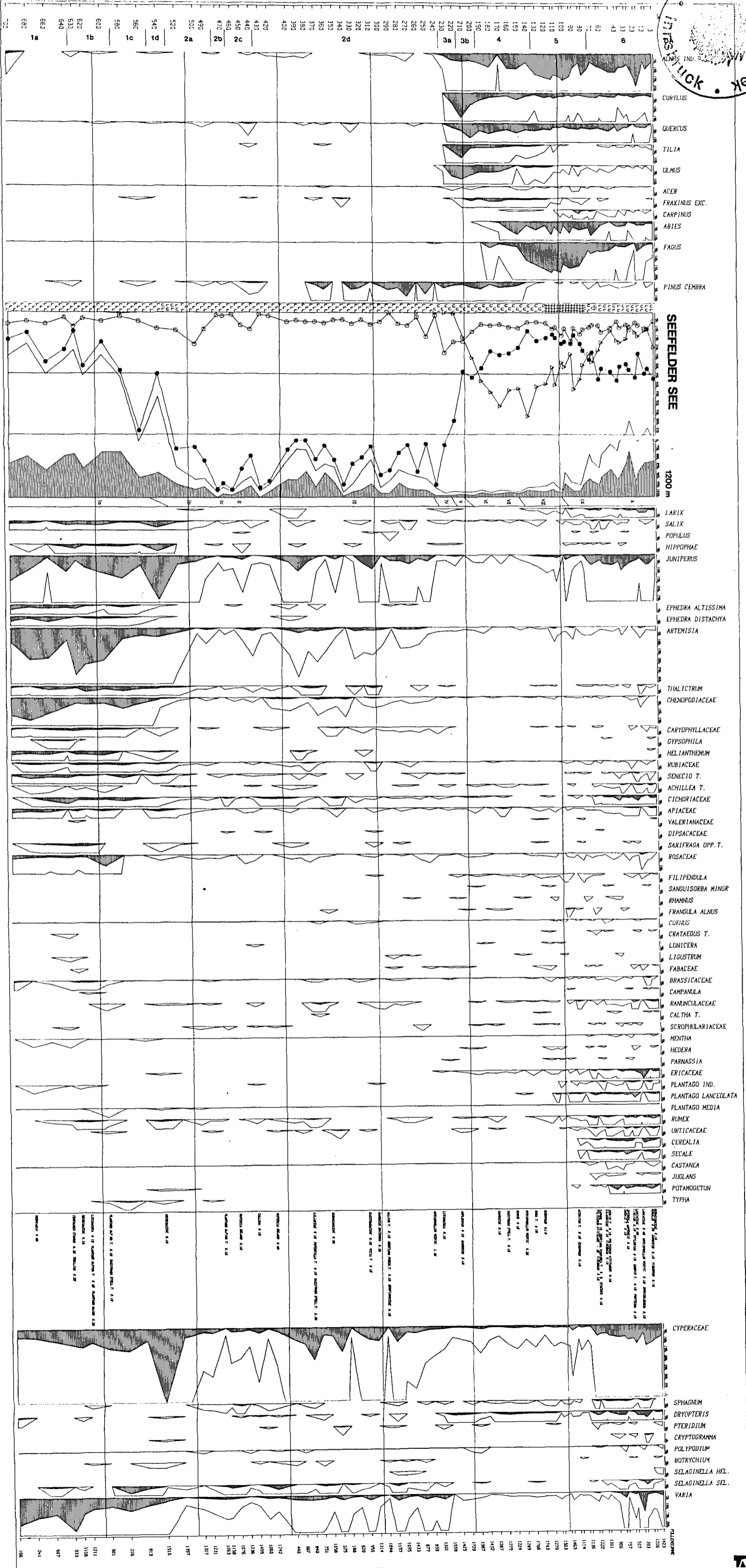
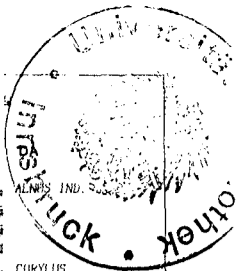












ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1985

Band/Volume: [72](#)

Autor(en)/Author(s): Wahlmüller Notburga

Artikel/Article: [Beiträge zur Vegetationsgeschichte Tirols V: Nordtiroler Kalkalpen. 101-144](#)