

Palynologische Untersuchungen an Sedimenten aus der Salzofenhöhle im Toten Gebirge

Von ILSE DRAXLER, Wien *)

(Mit 3 Tafeln)

Auf Veranlassung von Herrn Prof. K. EHRENBERG wurden an Höhlensedimenten aus der Salzofenhöhle im Toten Gebirge pollenanalytische Untersuchungen durchgeführt. F. BRANDTNER gelang es 1953 zum ersten Mal Pollen und Sporen aus den erdigen Sedimenten freizupräparieren (das entsprechende Gutachten an das Bundesdenkmalamt war mir durch das Entgegenkommen von Herrn Dr. H. TRIMMEL zugänglich). Die während der jährlichen Grabungen von 1960—1964 in eingangsnahen Räumen des mehretagigen Höhlensystems entnommenen Proben erhielt zunächst Herr Prof. W. KLAUS zur Begutachtung. Sie wurden im palynologischen Laboratorium der Geologischen Bundesanstalt aufbereitet und es konnte in einem Teil der Proben auf Grund der Anwendung geeigneter Methoden eine gut erhaltene Pollenflora in ausreichender Konzentration nachgewiesen werden (KLAUS 1961—1966). Die Formenmannigfaltigkeit innerhalb des Kräuterpollens war so groß, daß die weitere Bearbeitung des Materials in Form einer Dissertation nötig war. Die folgenden Ausführungen bringen einen Abriß der Untersuchungsergebnisse.

Herrn Prof. Dr. K. EHRENBERG danke ich herzlich für die Überlassung des Probenmaterials, ebenso danke ich Herrn Prof. Dr. E. THENIUS und Herrn Prof. Dr. R. BIEBL.

Herrn Prof. Dr. W. KLAUS danke ich aufrichtig für die Stellung des Themas und für so manche Ratschläge bei der Durchführung der Arbeit.

Herrn Direktor Dr. A. W. RUTTNER und seinem Amtsvorgänger Herrn Prof. Dr. H. KÜPPER schulde ich Dank, daß sie die Arbeit stets großzügig unterstützten.

Bei Herrn Dr. A. POLATSCHEK möchte ich mich für die Hilfe beim Pflanzenbestimmen, sowie für das Bereitstellen von Herbarmaterial bedanken. Weiters danke ich den Herren Dr. H. TRIMMEL und Dr. K. MAIS für Proben- und Literaturbeschaffung.

Der Akademie der Wissenschaften danke ich für die Subvention einer Studienreise nach Frankreich.

Insgesamt wurden 32 Proben verteilt auf 7 Profile in Abständen von 4—35 cm in kleinen Höhlenräumen nahe vom Hauptzugang in 2005 m Höhe entnommen (Abb. 1). Diese tragen die Bezeichnung: Nebenhöhle/Vorraum (NBH/VR), Rundzug (RZ), Graf Kesselstadtdom (GKD, GK) eine Entnahme-

*) Anschrift der Verfasserin: Ilse DRAXLER, Geologische Bundesanstalt, Rasumofskygasse 23, A 1030, Wien.

Übersichtsplan von der SALZOFENHÖHLE
mit Probenentnahmestellen

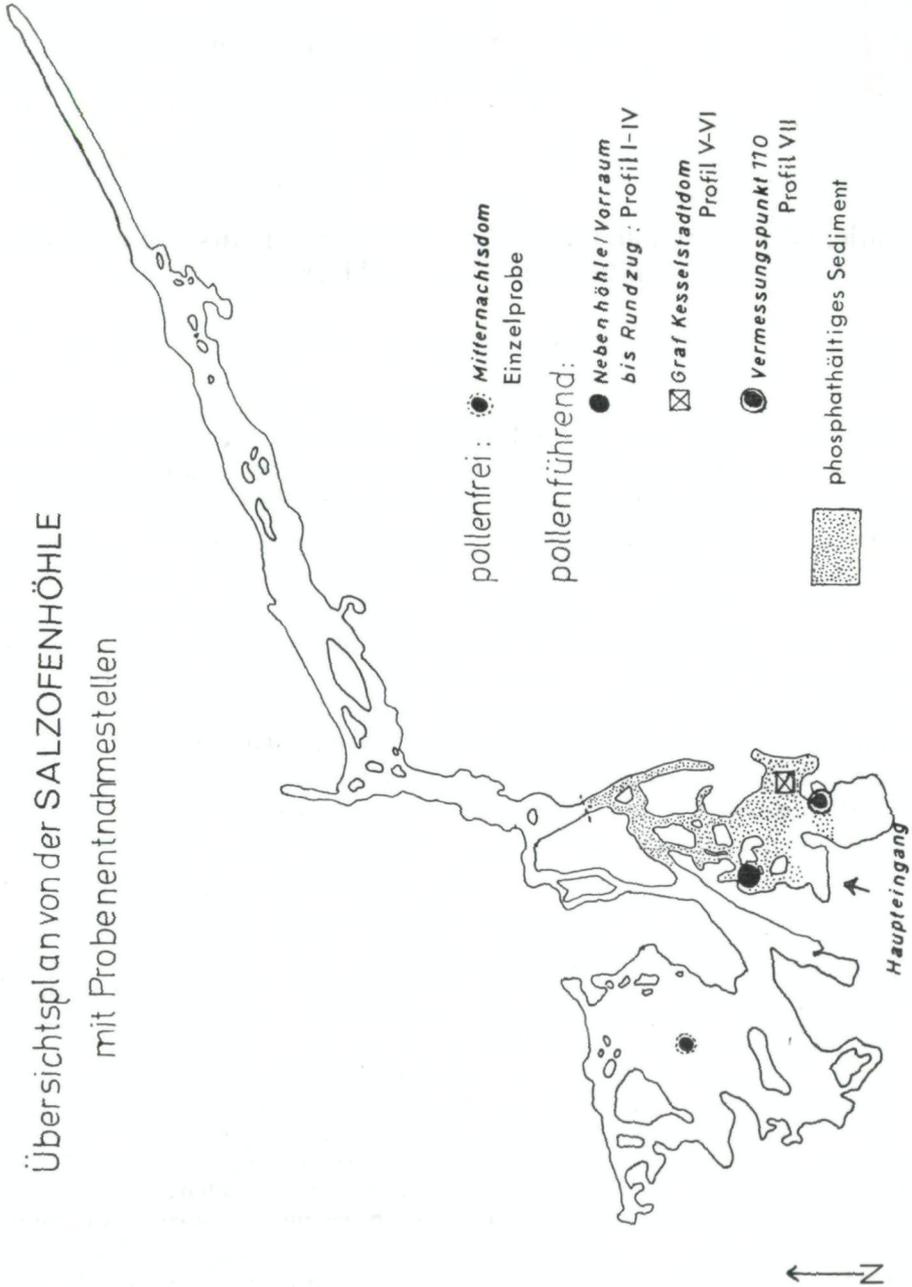


Abb. 1

stelle liegt nahe vom Vermessungspunkt 110 (VP 110). Das zur palynologischen Untersuchung herangezogene Material umfaßt eine Probe aus dem Basislehm, weitere Proben aus dem darüberliegenden lehmigen Steinschutt, aus der Höhlenbärenschihte und deren versinterten Oberfläche, sowie eine Einzelprobe aus dem Mitternachtsdom, die sich aber als gänzlich frei von organischer Substanz erwies.

Nach Weglösen der Karbonate und Silikate durch Salz- und Flußsäure, sowie der weiteren Behandlung durch Chlorierung und Azetolyse (ERDTMAN 1954) verblieb ein organischer Rückstand, der je nach Sedimentbeschaffenheit einen verschieden großen Anteil von Pollen und Sporen enthielt. Die Anzahl der Pollenkörner und Sporen wurde nicht wie üblich nur pro Deckglasfläche ausgezählt, sondern für einige Proben aus der Sinterschichte, der Höhlenbärenschichte und aus dem lehmigen Steinschutt pro Volumseinheit (pro cm³) Sediment bestimmt (Tabelle 1). Die Zahlen beziehen sich durchgehend nur auf den erdiglehmigen Teil der Sedimente. Steine wurden vor der Messung des Ausgangsvolumens entfernt:

Tabelle 1

Sediment	Fundort und Probenbezeichnung	Anzahl der Pollen und Sporen pro cm ³
Sinterschichte	GK/1	1000
Höhlenbärenschichte	GKD/2 a.	15000
	GKD/2 b.	4000
	NBH/VR-RZ/2/1962	40000
	VP/110/B	37000
Basis der Höhlenbärenschichte lehmiger Steinschutt	GKD/4	12000
	GKD/5	500
	VP/110/E	300

Wie die quantitative Verteilung, so war auch der Erhaltungszustand der Pollenflora in den verschiedenen Sedimenten innerhalb der Profile sehr unterschiedlich.

In allen Proben aus dem lehmigen Steinschutt zeigen die Exinen fast durchwegs eine ziemlich starke Zerstörung der Oberfläche in Form einer gleichmäßigen Durchlöcherung, wahrscheinlich verursacht durch bakterielle Tätigkeit, der im allgemeinen auch chemische Veränderungen des Sporopollenins vorangehen (HAVINGA 1964). Die aus diesem Horizont stammenden Pollen und Sporen nehmen bei der Aufbereitung durch die Azetolyse auch keine goldgelbe bis braune Farbe an, sondern bleiben alle gleich hellgelb. Geradezu charakteristisch für diese Präparate ist die Innenausfüllung vieler Pollen und Sporen mit einer schwarzen Masse, die sich meist rein mechanisch entfernen läßt, da es sich um feine Partikel handelt, die aus den Keimöffnungen heraustreten können, die aber manchmal auch außen auf der skulpturierten Oberfläche sitzen. Möglicherweise handelt es sich um schwer lösliche Restprodukte tierischer und pflanzlicher Organismen, die auch nicht durch die Säurebehandlung der Aufbereitung zerstört werden können. Auch in den Höhlensedimenten der Schlenken-Durchgangshöhle a. d. Taugl (Salzburg) fanden sich an Pollenkörnern die gleichen dunklen Verkrustungen (KLAUS 1967b). Es wäre denkbar, daß es Polysulfide sind, Endprodukte der Eiweißverdauung, wie sie KLAUS als schwarze Auf- und Einlagerungen an Pollenkörnern in Koproolithen aus dem Ober-Oligozän Schlier durch Lösungsversuche nachweisen konnte (KLAUS 1971).

Nach SCHADLER (1931, 1961) sind als Höhlensedimente i. e. Sinn nur die

Phosphaterden zu verstehen, die aus Kadavern und Exkrementen, der die Höhle besiedelnden Tiere, in Umsetzung mit dem durch Wasser vom Höhengestein gelösten Kalk entstanden sind. In der Salzofenhöhle steigt in diesen hauptsächlich Knochenreste des Höhlenbären führenden Schichten die Zahl von Pollen und Sporen (hauptsächlich Nichtbaumpollen) bis über 40000 pro cm^3 Sediment. Zum Vergleich: Im Torfmoor Walsberg bei Salzburg enthält der Ton an der Basis im Übergang vom Spät- zum Postglazial etwa die gleiche Anzahl (KLAUS 1967a).

Im obersten Teil der Höhlenbärenschichte im Graf Kesselstadtdom (Probe GKD/2/1961, 10–20 cm), die als lockere feinmulmige Phosphaterde ausgebildet ist und sich durch die rötlich-dunkelbraune Farbe von der liegenden hellbraunen Lehmschichte abhebt, ist die Erhaltung von Pollen und Sporen besser als in den übrigen Proben (alle auf Tafel 1–3 abgebildeten Pollenkörner und die Spore wurden aus dieser Schichte präpariert). Die Anzahl pro cm^3 ist nicht mehr so hoch, infolge der Beimengung von sehr viel grobem Holzdetritus. Möglicherweise erfolgte auch die Sedimentation rascher als in den liegenden Schichten, so daß die Exinen kürzere Zeit dem Luftsauerstoff ausgesetzt waren. Pollen und Sporen werden in dem obersten als Sinterschichte bezeichneten Teil der Höhlenbärenschichte im Graf Kesselstadtdom spärlicher, die Erhaltung ist noch sehr gut und auch Holzbruchstücke sind häufig. Vorwiegend handelt es sich nicht um Reste von Holzkohlen, denn diese blieben trotz Chlorierung und Azetolyse schwarz.

In den übrigen Proben aus der Sinterschichte sind die Pollen- und Sporenexinen teilweise sehr stark korrodiert und nicht mehr auch nur annähernd bestimmbar, wie beispielsweise in Probe NBH/VR bis Rundzug 1961. Dies dürfte mit dem besonders hohen Karbonatgehalt der Probe zusammenhängen, verursacht durch eine sehr starke Tropfwassertätigkeit von der Höhlendecke an der Entnahmestelle.

Sowie sich die Höhlensedimente durch ihre Entstehung von allen obertags gebildeten Sedimenten unterscheiden (SCHADLER 1961), so ist auch die qualitative Zusammensetzung der Pollenflora darin ganz anders beschaffen, als in allen bisher bekannten pollenanalytisch untersuchten Ablagerungen.

Die Anwendung pollenanalytischer Forschung auf Höhlensedimente begann erst 1940 durch LÜDI in den Höhlen von St. Brais im Berner Jura. In Deutschland war SCHÜTRUMPF 1951 der Erste, der mit Hilfe dieser Methode zu einer genaueren Datierung der altsteinzeitlichen Funde aus den Höhlen von Mauern im Fränkischen Jura gelangen wollte. In Österreich war der Erste F. BRANDTNER, dem von Prof. K. EHRENBURG Proben aus der Salzofenhöhle für pollenanalytische Untersuchungen zu Klarstellung der Altersfrage übergeben wurden. Über die Ergebnisse berichtet EHRENBURG (1959) kurz. In Frankreich wurden vor allem von Arl. LEROI-GOURHAN seit 1956 aus einer Anzahl von prähistorisch wichtigen Höhlen Pollendiagramme veröffentlicht. Diese zeigen vielfach, im Gegensatz zu postglazialen Pollendiagrammen, eine reich differenzierte Nichtbaumpollenflora. Auch ihr prozentueller Anteil an

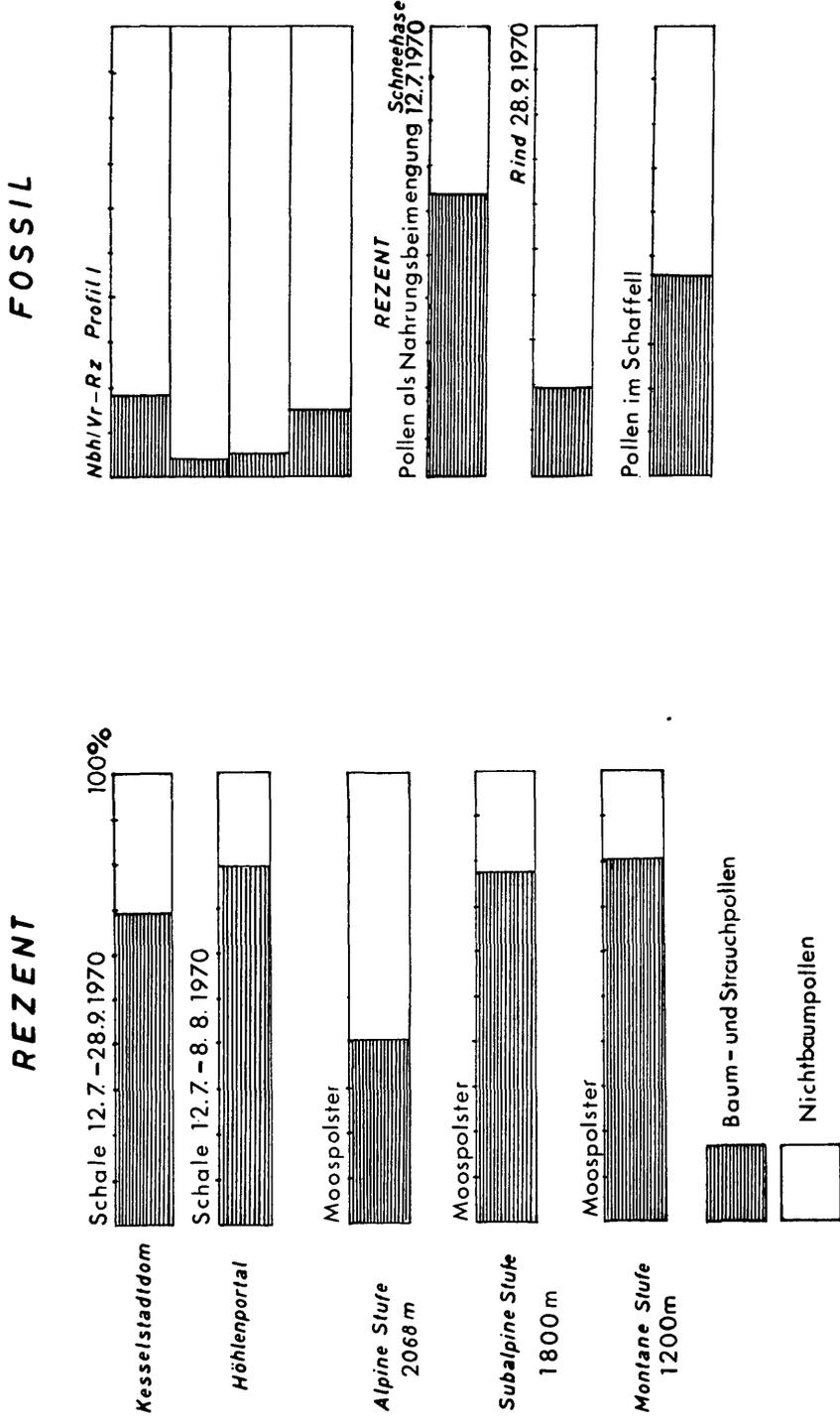


Abb. 2 — Das Verhältnis von Baum- und Strauchpollen zu Nichtbaumpollen bei rezenten Oberflächenproben aus der Salzofenhöhle und deren Umgebung, sowie bei horizontalisierten Proben aus den Höhlensedimenten.

der Gesamtpollensumme ist ungewöhnlich hoch (LEROI-GOURHAN 1964). In der Höhle von Prélétang, 1200 m hoch in den Französischen Alpen gelegen, erreichen die Umbelliferen Werte von über 30% der Gesamtpollensumme (Arl. LEROI-GOURHAN 1966). Dabei taucht die Frage auf: Wie können die sehr schlecht flugfähigen Pollenkörner von insektenblütigen Kräutern in das Höhleninnere gelangt sein?

In der Salzofenhöhle ist auch der Anteil des Baumpollens gegenüber den Nichtbaumpollen nur sehr klein (Abb. 2, 3). In den oberflächennahen Proben erhöhen sich die Baumpollenprozentage manchmal geringfügig.

Manche Autoren waren zunächst der Auffassung, daß der Kräuterpollen eben doch durch den Wind eine kurze Strecke in die Höhle transportiert wurde, d. h. die pollenproduzierende Vegetation wuchs in der nächsten Umgebung der Höhle. Da der Hauptzugang der Salzofenhöhle sich heute in 2005 m Höhe in waldfreier Umgebung an der Grenze der subalpinen zur alpinen Stufe, knapp oberhalb der Krummholzregion befindet, mußte überprüft werden, in welcher Zusammensetzung sich die heutige Vegetation in der unmittelbaren und weiteren Umgebung der Höhle im Pollenspektrum, das durch Windtransport innerhalb und außerhalb der Höhle zustande kommt, repräsentiert.

In mit Glyzerin versehenen Abdampfschalen wurde der rezente Niederschlag innerhalb der Höhle und im Höhlenportal aufgefangen. Die Schalen wurden im Graf Kesselstadtdom, sowie in einer Nebenhöhle innerhalb des Höhlenportals vom 12. 7. — 28. 9. 1970, bzw. vom 12. 7 — 8. 8. 1970 aufgestellt.

In der Schale aus dem GKD befanden sich:

125 Baumpollenkörner	39 Nichtbaumpollenkörner
115 Pinus sp.	18 Gramineae
3 Pinus cembra	5 Cyperaceae
2 Picea	6 Umbelliferae
2 Picea-Luftsäcke	1 Ericaceentetrade
1 Abies-Luftsack	1 Chenopodiaceae
2 Alnus	3 div. Kräuterpollen
	4 Farnsporen
	1 Selaginella selaginoides

In die Schale, die vor dem Höhleneingang aufgestellt wurde, fielen:

129 Baumpollenkörner	35 Nichtbaumpollenkörner
111 Pinus sp.	8 Gramineae
1 Pinus cembra	5 Cyperaceae
10 Picea	3 Caryophyllaceae
2 Abies	2 Compositae Liguliflorae
1 Salix	5 div. Kräuterpollen
3 Alnus	1 Ericaceae
1 Betula	6 div. Farnsporen
	5 Selaginella selaginoides

Da *Pinus mugo* am 12. 7. 1970 auf dem SW Hang vor dem Höhleneingang gerade zu stäuben begann, ist *Pinus* besonders stark repräsentiert. Von *Picea* und *Abies* waren bedeutend weniger Pollenkörner in der Luft, da die Blütezeit vorbei war und *Picea*- und *Abies*pollenkörner eine viel größere Sinkgeschwindigkeit als die von *Pinus* haben.

Der rezente Pollenniederschlag beweist, daß selbst in waldfreier Umgebung auch aus der nächsten Umgebung der Höhle kaum Pollenkörner von insektenblütigen Kräutern, nicht einmal zur Hauptblütezeit bis zum Höhlenportal oder in das Höhleninnere gelangen konnten.

Eine weitere Möglichkeit des Transportes wäre, daß das Wasser wie es ständig von der Oberfläche in die Höhle sickert, Pollen und Sporen in die Sedimente bringt. Um das zu überprüfen, wurde im Rundzug einen Monat (Juli 1969) lang unter einer Tropfstelle ein Trichter mit aschefreiem Filterpapier aufgestellt; dieses anschließend durch die Säurebehandlung der Azetolyse entfernt und so die anhaftenden Pollen und Sporen abgetrennt. Doch waren nur ganz wenige Gramineen- und Pinuspollenkörner nachzuweisen.

Schon Arl. LEROI-GOURHAN 1956, MÜLLER 1964 und KLAUS 1967 äußerten die Vermutung, daß derart große Mengen von Kräuterpollen nur durch Tiere in die Höhle direkt eingebracht worden sein können. LEROI-GOURHAN zog in erster Linie das Fell und die Sohlen, der die Höhle begehenden Tiere in Betracht. Nach KLAUS 1967 (und mündliche Mitteilung) stammte der Kräuterpollen in den phosphathaltigen Sedimenten der Schlenken-Durchgangshöhle a. d. Taugl und der Salzofenhöhle in erster Linie aus der Nahrung des Höhlenbären. Diese Möglichkeit kann nur dann in Betracht gezogen werden, wenn Pollen und Sporen den Verdauungsvorgang unverändert überstehen. Um dies zu überprüfen, wurde ein Fütterungsversuch an einer Braunbärin im Tiergarten Schönbrunn durchgeführt. ¹⁾ Dem Tier wurde eine größere Menge von Blüten geboten, u. zw.: *Leontodon hispidus*, *Buphtalmum salicifolium*, *Trifolium pratense*, *Chrysanthemum leucanthemum*, *Scabiosa lucida*, *Adenostyles glabra*, *Carduus defloratus*. Die Bärin war nicht an derartige Kost gewöhnt und lehnte die Blüten zunächst ab, nur unter Honig vermengt, schleckte sie sie mit diesem zusammen auf. Gefüttert wurde am Nachmittag, bereits am folgenden Morgen enthielten die Exkremete die kaum verdauten Blütenreste mit vollkommen unversehrten Pollenkörnern. Um aber doch die Pollenkörner direkt an den Verdauungstrakt heranzubringen, mußten die Blüten dem Tier in ausgehöhlten Karotten versteckt geboten werden; wieder wurden die herausgefallenen Blüten abgelehnt, doch gelangten genügend Kräuterpollen in Magen und Darm und passierten diesen ohne jede Veränderung. Die Exine ist vollkommen resistent gegen die Verdauungsenzyme. Erstaunlich war, daß auch die aus Zellulose und Pektin bestehende Intine erhalten war. Sogar der plasmatische Inhalt befand sich noch in manchen Körnern.

¹⁾ Herrn Direktor Doz. Dr. W. FIEDLER sei für die Erlaubnis zur Durchführung des Versuches bestens gedankt.

Auch in der Losung von über der Waldgrenze lebenden Pflanzenfressern konnten viele unversehrte Baum- und Nichtbaumpollen nachgewiesen werden. Die Mitte Juli gesammelte Gemen- und Schneehasenlosung enthielt einen bedeutend höheren Prozentsatz an Baumpollen, als die Ende September noch innerhalb der Waldgrenze weidenden Rinder mit den Gräsern und Kräutern aufnahmen (Abb. 2). Der Kräuterpollen in der Schneehasenlosung bestand zu $\frac{1}{3}$ aus Ericaceentetraden, die im Herbst vollständig fehlen, so daß man aus der Pollenflora der Nahrungsreste einen räumlich und zeitlich begrenzten Aspekt der Vegetation erhält.

Nach THENIUS 1951 sind die starken Abkauungserscheinungen am Gebiß der Höhlenbären vorwiegend auf Grasnahrung zurückzuführen, die infolge des Kieselsäuregehaltes der Epidermiszellen von den Gramineen Abschleifspuren an den I und C hinterlassen hat. Auch die größere Beweglichkeit der Schnauze gegenüber dem Braunbären waren für den Paläontologen sichere Hinweise auf die „vorwiegend pflanzliche Ernährung des Höhlenbären“ (THENIUS 1951, S. 324). Ebenfalls damit zusammenhängen könnte die relative Verlängerung des Fazialschädels gegenüber dem Hirnschädel, denn dadurch wurde eine Verstärkung der Hebelwirkung der Kiefer erreicht.

Der dem Höhlenbären nahe verwandte rezente Braunbär gehört zwar zu den Raubtieren, doch nährt sich besonders der Alpenbär viel von pflanzlicher Kost. KROTT (1962) zog zwei Jungbären in natürlicher Umgebung in der Almregion der Brentagruppe auf, wo bis vor kurzem auch noch wildlebende Bären vorkamen. Er konnte auf diese Weise ganz genau beobachten, welche Nahrung sie bevorzugten. Er beschrieb, daß sie auf den Wiesen ästen und die verschiedensten Blüten fraßen, sich aber auch junges Laub holten. Im Wald schleckten sie Harz, brachen die Ameisenhöhlen auf und suchten den Honig in den Nestern der Hummeln und Erdbienen. Im Spätsommer gruben sie nach Wurzeln der großen Umbelliferen. Nur im Frühjahr fraßen sie größere Mengen Fleisch.

Im Fell wird sicher auch Blütenstaub hängengeblieben sein, der mit in die Höhle geschleppt wurde, doch wird dieser Teil gegenüber dem, der durch die Nahrung hineingelangte, nur gering gewesen sein. Schafwolle von Schafen, die den ganzen Sommer über der Waldgrenze weideten, enthielt etwa gleich viel Baum- und Strauchpollen, wie Nichtbaumpollen, d. h. viel mehr Baumpollen, als die fossilen Pollenspektren. Außerdem ist das Haar des Schaffelles gedreht und sehr stark eingefettet, dadurch bleibt viel mehr Blütenstaub hängen, als im glatten Bärenfell. Auch sind im Fell viel ungünstigere Erhaltungsbedingungen gegeben, da die Pollenkörner zu lange dem Luftsauerstoff ausgesetzt sind.

Da auch im Fledermauskot Pollenkörner erhaltungsfähig sind (ERDTMAN 1969) wurde auch diese Möglichkeit für die Pollenanreicherung im Höhlensediment überprüft. In rezentem Fledermausguano, gesammelt in der Seeriegelhöhle im Stuhleck (1190 m), ca. 100 m vom Eingang entfernt, waren vor allem Baumpollen enthalten, die der Zusammensetzung nach aus dem um-

gebenden Wald zur Blütezeit der Bäume eingeweht wurden. Im Sediment waren nur ganz wenige schlecht erhaltene Baumpollen vorhanden.

Sowohl die Gebißform des Höhlenbären und die Ernährungsweise der nahe verwandten Braunbären, als auch die aktuopaläontologischen Untersuchungen sind sichere Hinweise, daß in den Höhlensedimenten der Salzofenhöhle in erster Linie Pollenkörner als unverdaubare Bestandteile der Nahrung der Höhlenbären fossil wurden. Unter diesen besonderen Umständen ist eine Kräuterpollenflora aus den Kalkhochalpen erhalten geblieben und damit auch Fossilien von Pflanzen, die aus älteren Schichten als aus dem Spätglazial bisher noch nicht bekannt waren. Daher lag der Schwerpunkt der Untersuchungen nicht bloß auf der pollenstatistischen Auswertung des Materials, sondern auf der Bestimmung und Darstellung der meisten Pollenformen.

Ganz allgemein gelten hohe Nichtbaumpollenwerte, sowie eine geringere Pollendichte in den Pollendiagrammen als Nachweis einer waldlosen Tundrenzeit (AARIO 1944), wobei die Zunahme der Artenzahl der NBP auf die Nähe der Waldgrenze zurückzuführen ist. Höhere Prozentsätze von Gramineae, vergesellschaftet mit denen von Chenopodiaceae, Cyperaceae, Artemisia, Helianthemum und Compositae charakterisieren die Tundrenzeit zu Beginn des Spätglazials am Nordrand der Alpen (KLAUS 1967a).

Die Bestimmung von Kräuterpollen, d. h. die Zuordnung des Gametophyten zum Sporophyten ist nur in den seltensten Fällen sicher bis zur Art möglich, meistens muß man sich mit einer übergeordneten systematischen Einheit begnügen. Die Möglichkeit der weiteren Bestimmung innerhalb der Familie ist verschieden. ERDTMAN unterscheidet eurypalynose und stenopalynose Familien, d. h. solche deren Pollenformen sich nur wenig voneinander unterscheiden und solche die eine große Mannigfaltigkeit in der Ausbildung der Exine, der Keimöffnung, der Symmetrie, der Größe usw. zeigen.

Der in den folgenden Ausführungen aufscheinende Ausdruck Pollen-, „Typ“ wird im pollenmorphologischen Schrifttum häufig verwendet (WAGENITZ 1955, STIX 1960, FAEGRI & IVERSEN 1964) und bedeutet eine für mehrere Arten gemeinsame Pollenform. Da der Begriff Typ im Sinne von Typus noch eine ganz andere klar definierte Bedeutung hat, wurde er hier unter Anführungszeichen gesetzt. Neben die fossilen Pollenformen wurde in Klammer (P) gesetzt, neben die Sporen (Sp). Für die photographische Darstellung der Pollenkörner wurden Einzelkornpräparate nach der Methode KLAUS 1953 angefertigt. Als Ausgangsmaterial diente der aufbereitete Rückstand der Probe GKD/2/10—20 cm, Höhlenbärenschichte. Folgende Pollen und Sporen wurden bestimmt:

Gramineae: Taf. 1, Fig. 1 und 2 (P)

Gramineen dominieren vor allem in den phosphatreichen Sedimenten der Höhlenbärenschichte über Pollen insektenblütiger Kräuter und nehmen in deren basalen Teil und im lehmigen Steinschutt ab (Abb.3). Die Ursache dürfte dort in einer selektiven Zerstörung liegen, da die Exine der windblütigen

Gramineen dünner ist, als die der reich skulptierten Compositenpollenkörner. Die fossilen Gramineen sind auch meist sekundär stark verfaltet und dadurch fossile von eventuell rezent eingewehten leicht zu unterscheiden. Die Pollenkörner sind auch leicht an der einzigen von einem dicken Ring umgebenen Pore in jedem Verdrückungszustand zu erkennen und auszählbar. Weitere Bestimmungen innerhalb der stenopalynosen Familie wurden nicht durchgeführt. Bemerkenswert sind jedoch die Größenunterschiede. Pollenkörner von 40 μ sind keine Seltenheit und gehören nach FIRBAS der Größe nach schon zum Cerealia-, „Typ“. Auch FRENZEL (1964) fand solche besonders große Gramineenpollenkörner im Riß- und Würmlöß am Alpenostrand. Auch rezente Wildgräser können nach den Untersuchungen von BEUG 1961 die Größe der Cerealia erreichen (z. B. Bromus-Arten).

Gramineen spielen selbstverständlich heute in der Vegetation der Umgebung der Höhle eine große Rolle, doch wurden sowohl in den vor und in der Höhle aufgestellten Schalen, als auch in den Oberflächenproben um die Höhle nie derart hohe Prozentsätze, wie in den Höhlensedimenten gefunden (Abb. 3):
 Moospolster — SE vom Höhleneingang — 32% Gramineae (BP+NBP=100%)
 Moospolster — N vom Höhleneingang — 48% Gramineae (BP+NBP=100%)
 Moospolster — auf dem Salzofengipfel 16% Gramineae (BP+NBP=100%)

Ebenso stützt das Vorkommen von vielen in Gruppen zusammenhängenden Pollenkörnern die Annahme, daß Gramineen den Hauptbestandteil der Nahrung des Höhlenbären gebildet haben. Teile von Antheren werden kaum durch den Wind in die Höhle transportiert worden sein. Der Kieselsäuregehalt der Epidermiszellen hinterließ die Abschleifspuren an den Zähnen (THENIUS 1951) und führte wohl auch hauptsächlich zu den durch Überbeanspruchung des Gebisses verursachten Erkrankungen des Kauapparates (EHRENBERG u. RUCKENSTEINER 1961).

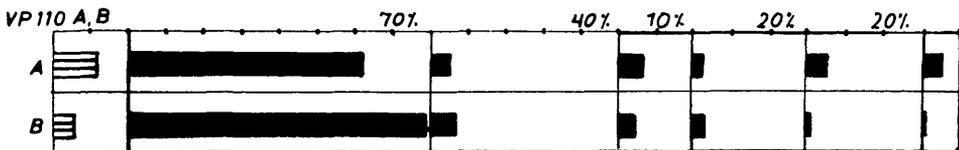
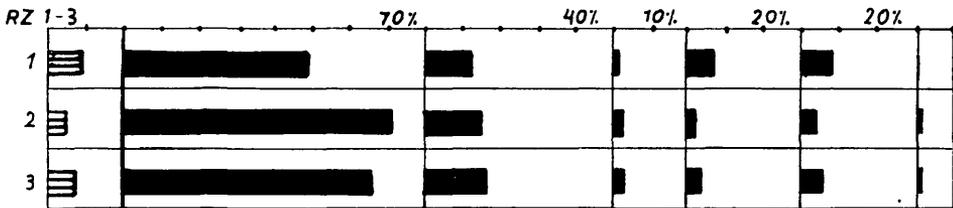
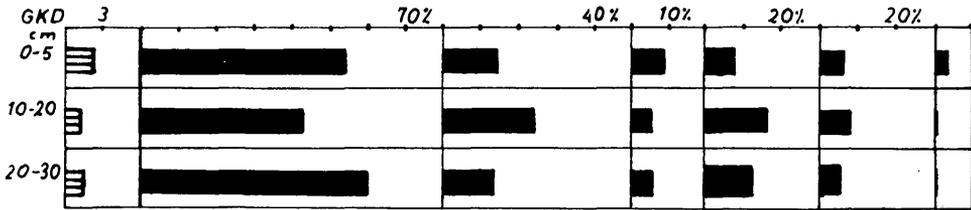
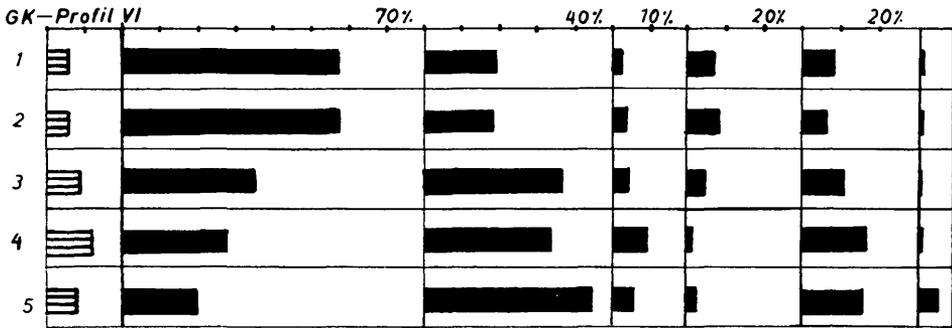
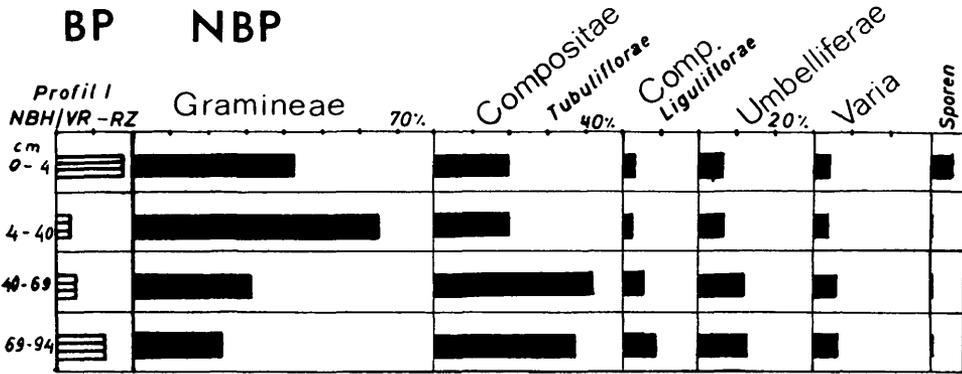
Compositae: (P) Taf. 1, Fig. 4–10

Unter den Insektenblütigen dominieren die Compositae Tubuliflorae, die auch an Formenmannigfaltigkeit die anderen Kräuterpollen übertreffen. Compositen gehören infolge der besonders reichen Differenzierung der Struktur- und Skulpturelemente zu den eurypalynosen Familien. Als Bestimmungsgrundlage wurden die pollenmorphologischen Untersuchungen an 225 rezenten Compositenarten von STIX genommen, sowie die pollenmorphologische Be-

Abb. 3 — Summe der Baumpollen (BP \equiv) und Nichtbaumpollen (NBP \blacksquare) = 100%.
 Varia = Pollen von insektenblütigen Kräutern (vor allem Dipsacaceae und Caryophyllaceae).

Herkunft der Proben: die jeweils obersten Proben = Sinterschichte NBH/VR-RZ 4–40 cm, GK 2, GKD 10–20 cm, RZ 2 und VP 110 B = phosphatreicher, dunkelbrauner Höhlenlehm. NBH/VR-RZ 40–69 cm, GK 3, 4, GKD 20–30 cm RZ 3 = phosphatärmerer hellbrauner Höhlenlehm. NBH/VR-RZ, 69–94 cm, GK 5 = lehmiger Steinschutt.

BP NBP



arbeitung der Gattung *Centaurea* von WAGENITZ 1955. Eine sichere Bestimmung bis zur Gattung war bei einigen Pollenformen möglich:

Carduus L. Distel, (P) Taf. 1, Fig. 4

Carduus-, Typ“ (STIX 1960, S. 86)

Carduus defloratus L. kommt heute in Umgebung der Höhle häufig vor allem auf leichtgründigen sonnigen Standorten in subalpinen Rasen vor. *C. personata* (L.) JACQ. wesentlich seltener in der Krummholzstufe, z. B. etwas oberhalb der Elmgrube, 1600 m. Die beiden Arten sind pollenmorphologisch nicht zu unterscheiden.

Cirsium MILL., Kratzdistel (P) Taf. 1, Fig. 5

Cirsium-, Typ“ (P) (STIX 1960, S. 88)

Cirsium spinosissimum, Alpen-Kratzdistel, als Weideunkraut zwischen Wilden Gössl und Brudersee bei ca. 1700 m (RECHINGER 1965), *Cirsium palustre* auf feuchten Wiesen im Tal, kein Artunterschied. *Cirsium* im Spätglazial von Dänemark (IVERSEN 1954) und im Frühweichselinterstadial (vom Brørup-Hotel-Bog) ANDERSEN 1961.

Carlina L. Wetterdistel (P)

Carlina-, Typ“ (P) (STIX 1960, S. 87)

C. vulgaris und *C. acaulis* (bis ca. 1000 m) im Gebiet von Bad Aussee verbreitet (RECHINGER 1965); *C. acaulis* L. wurde in Umgebung der Salzofenhöhle nicht gefunden, wächst aber im allgemeinen in den Alpen auf Magerwiesen und Weiden bis 2300 m.

Saussurea DC., Alpenscharte, (P)

Saussurea-, Typ“, STIX 1960, S. 91, (P)

Saussurea pygmaea auf dem Salzofengipfel und vereinzelt auf der Hochfläche des Toten Gebirges in der alpinen Stufe in 2000 m Höhe. *Saussurea alpina* fossil aus dem Spätglazial Dänemarks angegeben (IVERSEN 1954).

Centaurea L., Flockenblume, (P)

Centaurea-Scabiosa-, Typ“, WAGENITZ 1955, S. 232, Taf. 1, Fig. 7. (P). Zum *Scabiosa*-, Typ“ gehören nach WAGENITZ außer *C. scabiosa* nur ausländische Arten, so daß es sich bei der fossilen Form sehr wahrscheinlich um *C. scabiosa* handeln wird. *C. scabiosa* ssp. *alpestris* nach RECHINGER 1965 am Schafbühel gegen den Vorderen Lahngangsee in ca. 1500 m Höhe vorkommend.

Centaurea-Montana-, Typ“, WAGENITZ 1955, S. 236, Taf. 1, Fig. 8, (P).

Centaurea montana L., Bergflockenblume, kommt häufig im Toten Gebirge in der oberen Wald- und Krummholzstufe vor. Fossil aus dem Spätglazial Bayerns bekannt (LANG 1954).

Echinops L., Kugeldistel, Taf. 1, Fig. 6, (P).

Pollenkörner nur vereinzelt doch regelmäßig in der Höhlenbärenschichte, rezente Verunreinigungen ausgeschlossen. *Echinops sphaerocephalus* L., Rundköpfige Kugeldistel, nach RECHINGER nur an einer Stelle bei Bad Aussee verwildert vorkommend. Nach HEGI, Illustrierte Flora von Mitteleuropa, Bd. 6/2, 19, S. 807 kommt *E. sphaerocephalus* in der Steiermark nur bis 871 m vor, spielt allgemein eine Rolle als Bienenfutterpflanze und wird als solche kultiviert.

Sehr wahrscheinlich gelangten diese Pollenkörner durch den Honig, den der Bär gefressen hat, in die Höhle. Fossil bisher nicht bekannt.

Senecio L., Kreuzkraut (P).

Senecio-, „Typ“, STIX 1960, S. 78 (P).

S. nemorensis L. und *S. abrotanifolius* L. sind in der oberen montanen und der subalpinen Stufe häufig (z. B. um die Elmgrube, ca. 1600 m).

Achillea L. Schafgarbe und *Chrysanthemum* L. Margerite (P).

Anthemis-, „Typ“, STIX 1960, S. 75.

Achillea clavennae L., *A. clusiana* TAUSCH und *Chrysanthemum atratum* JACQU. wachsen direkt vor dem Höhleneingang.

Eupatorium-, „Typ“, STIX 1960 S. 72, (P), z. B. *Adenostyles glabra* (VILL.)

DC. und *Baccharis*-, „Typ“, STIX 1960, S. 73, (P), z. B. *Solidago virgaurea* (Goldrute) sind nur rezent an Exinenschnitten zu unterscheiden.

Subfam. Compositae Liguliflorae, Taf. 1. Fig. 9, 10 (P)

Nicht so häufig wie Comp. Tubuliflorae (Abb. 3).

Die ein regelmäßiges Muster bildenden Einsenkungen und Leisten der Exine sind bei den fossilen Formen durchwegs nach dem *Taraxacum*-Muster (WODEHOUSE 1935, STIX 1960) angeordnet. Dieses setzt sich aus 3 aperturalen Feldern (6-eckig), 3×2 paraperturalen (5-eckig) und 2×3 polaren Feldern (annähernd 5-eckig) zusammen. Zum Vergleich mit den fossilen Comp. Lig. wurden Vertreter der Gattungen *Crepis*, *Leontodon*, *Taraxacum*, *Hieracium* und *Cicerbita* herangezogen, Arten, die häufig in der Umgebung der Höhle und in der subalpinen Stufe vorkommen. Alle zeigen das *Taraxacum*-Muster. *Cicerbita alpina* unterscheidet sich durch besonders lange Stacheln. Die langstacheligen fossilen Formen werden daher zu *Cicerbita* cf. *alpina* (P) gestellt (Taf. 1, Fig. 10). Der blaublühende Alpenmilchlattich ist heute nahe der Waldgrenze auf nährstoffreichem Boden in ca. 1600 m Höhe zu finden (z. B. zwischen Elmgrube und Elmsee).

Umbelliferae (Abb. 3).

Mit Hilfe der Bestimmungsschlüssel von M. TH. CERCEAU-LARRIVAL 1959, 1962 und eines umfangreichen rezenten Vergleichsmaterials wurden folgende Gattungen nachgewiesen ²⁾:

Eryngium L., Mannstreu, Taf. 1, Fig. 3 (P).

Die rezente Gattung unterscheidet sich vor allem auf Grund der Apertur von den übrigen Umbelliferen. Eine zusammengesetzte Keimöffnung, Porus in der Intexine, Colpus in der Exoexine ist allen Umbelliferen gemeinsam. Die rechteckige Form des Porus findet man bei Gattungen, die in ihren Habitus von den übrigen abweichen (*Eryngium*, *Sanicula*, *Astrantia*, *Bupleurum*, *Crithmum*) — M. TH. CERCEAU 1959. Durch den Colpus, der in der Mitte

²⁾ Madame CERCEAU-LARRIVAL (Laboratoire de Palynologie de l'École Pratique des Hautes Etudes, Paris) verdanke ich die Bestimmung von einigen Umbellifereneinzelkornpräparaten.

zwischen Äquator und Pol endet, unterscheidet sich *Eryngium* von der ebenfalls in der Höhlenbärenschichte gefundenen *Astrantia*, deren Colpus bis zum Pol reicht. Beide Gattungen sind bisher fossil nicht bekannt.

Nach G. HEGI, Illustrierte Flora von Mitteleuropa, Bd. 5, S. 982 kommen in Österreich folgende *Eryngium*-arten vor: *E. alpinum* L., nur in Kärnten und Vorarlberg, auf felsigen Weiden und in Hochstaudenfluren, hauptsächlich in den Westalpen verbreitet, *E. planum* L. ist ein pannonisches Florenelement und *E. campestre* L. wächst auf dünnen, steinigen Wiesen und Wegrainen und wurde längs der Verkehrswege verbreitet. Zwischen *E. alpinum* und *E. campestre* wurde pollenmorphologisch kein deutlicher Artunterschied gefunden.

Astrantia L., Sterndolde (P).

Astrantia major L. nach RECHINGER um Bad Aussee in lichten Wäldern und auf Waldwiesen zu finden.

Heracleum L., Bärenklau, (P).

H. sphondylium L. auf Wiesen im Tal bei Bad Aussee und bis in die Krummholzstufe allgemein verbreitet (ebenso *H. elegans* (CRANTZ) JACQ., *H. austriacum* L. zwischen Elmgrube und Elmsee innerhalb der Waldgrenze in ca. 1600 m Höhe).

Heracleum im Frühwürm in Dänemark (Brørup-Hotel-Bog) gefunden (ANDERSEN 1961).

Pimpinella L. Bibernelle, (P).

P. major (L.) HUDS. Nach RECHINGER um Bad Aussee häufig auf Wiesen, Waldlichtungen (z. B. am Vorderen Lahngangsee).

Die nun folgenden Familien wurden in Abb. 3 unter *Varia* zusammengefaßt:

Dipsacaceae

Knautia, Taf. 2, Fig. 1 und 2, (P).

Rezent kommt *Knautia arvensis* (L.) COULT, auf Wiesen im Tal bei Bad Aussee und *K. silvatica* (L.) DUBY in Hochstaudenfluren in der montanen und subalpinen Stufe häufig vor. Pollenmorphologisch konnten die Arten kaum unterschieden werden. In den Höhlensedimenten sind auch Pollengruppen und unreife Körner nicht selten (Taf. 2, Fig. 2).

Fossil bisher von LANG 1952 in der jüngeren Dryas im Südschwarzwald gefunden (Taf. IV, 1a—1c), von REICH 1953 in interglazialen Schieferkohlen in Bayern, von BEHRE im Eem-Interglazial der Lüneburger Heide (BEHRE 1962) und von Arl. LEROI-GOURHAN 1964 in Höhlensedimenten (Taf. II, Fig. 19).

Scabiosa L. Taf. 2, Fig. 3, (P).

Nach RECHINGER kommt im Gebiet von Bad Aussee nur *Sc. lucida* vor. In Umgebung der Salzofenhöhle wächst *Sc. lucida* häufig in subalpinen und alpinen Steinrasen.

Fossil von LANG 1952 im östlichen Bodenseegebiet in der älteren Dryas und im südlichen Schwarzwald in der Böllingschwankung gefunden und abgebildet (Taf. IV, Fig. 2a—2c).

Valerianaceae (Taf. 1, Fig. 12).

Nach dem Bestimmungsschlüssel für mitteleuropäische Valerianaceen von WAGENITZ 1956 handelt es sich bei den fossilen Formen um *Valeriana officinalis* s. l., (P).

Valeriana officinalis ssp. *collina* (WALLROTH) NYMAN kommt heute in der oberen montanen Stufe beim Vorderen Lahngangsee vor. Fossil aus den interglazialen Schieferkohlen von Großweil-Ohlstadt und Pfefferbichl angeführt (REICH 1953).

Caprifoliaceae

Lonicera L. Geißblatt, Taf. 1, Fig. 11, (P).

In der Höhlenbärenschichte vereinzelt zwei Pollenformen gefunden: *L. cf. alpigena* L. — gehört pollenmorphologisch zum *L. periclymenum*-,Typ“ (ERDTMAN 1961 u. a. 1, Taf. 10, Fig. 1 und 2), (P).

L. alpigena L. vereinzelt bei Bad Aussee in Wäldern und in der Krummholzstufe. Dieser „Typ“ fossil im Eem-Interglazial (BEHRE 1962) nachgewiesen.

L. xylosteum-,Typ“ (ERDTMAN 1961, 1, Taf. 10, Fig. 3 und 4 (P). Die auch in der subalpinen Stufe um den Salzofen vorkommenden Arten, *L. nigra* und *L. coerulea* haben dieselbe Pollenform. Dieser Pollen-,Typ“ wurde ebenfalls von BEHRE in der Lüneburger Heide gefunden.

Caryophyllaceae (Taf. 3, Fig. 22).

Die Pollenkörner unterscheiden sich von den ebenfalls vielporigen Chenopodiaceae durch die geringere Anzahl von Poren (fossil höchstens 24) und von *Thalictrum* durch die von einem Annulus deutlich begrenzten Poren. Die Unterschiede in der Ausbildung der Exine erlauben eine weitere Bestimmung. Gerade einfache unverzweigte Columellae kennzeichnen den von FAEGRI & IVERSEN 1964 aufgestellten *Lychnis*-,Typ“, von dem die Gattung *Silene* (Taf. 3, Fig. 22) (P) den fossilen Pollenformen entspricht. Es kommen auch 12 porige polygonale Caryophyllaceenpollenkörner in den Höhlensedimenten vor, die sich auch auf Grund der Exine deutlich von den vorhergehenden unterscheiden, denn zwischen wenigen verhältnismäßig dicken unverzweigten Columellae befinden sich kürzere feinere, die nicht mit der Intexine verbunden sind, sondern frei vom Tectum herunterhängen. *Stellaria* L. (P) Sternmiere (nicht *St. holostea*) und *Cerastium* L. (P), Hornkraut haben solche Pollenkörner. Ein fossiles Pollenkorn mit reticulat angeordneten Columellae kann vielleicht zu *Melandrium* (P) gestellt werden.

Alle genannten Gattungen wurden schon im Brørup-Interstadial in Dänemark gefunden (ANDERSEN 1961).

Plumbaginaceae

Für diese Familie ist Pollendimorphismus charakteristisch.

Armeria WILLD., Grasnelle, (P).

Beide Pollenformen wurden in den Höhlensedimenten gefunden, sowohl die mit sehr großem Reticulum (Taf. 3, Fig. 17), als auch die mit dem viel

kleineren. *Armeria alpina* (DC.) WILLD. kommt heute nicht im Toten Gebirge vor. In einer alten Flora der Steiermark (1898) angegeben, doch von RECHINGER 1965 nicht wieder gefunden.

Pollenfunde von *Armeria* sind in der Literatur vereinzelt angeführt: LANG 1952 in der jüngeren Dryas im Südschwarzwald, BEHRE 1962, FRENZEL 1964, Arl. LEROI-GOURHAN 1964 in Höhlensedimenten im Interstadial von Arcy (Taf. II, Fig. 20), im Frühwürm der Höhle von Prèlètang in den französischen Alpen (1966).

Polygonaceae

Polygonum L., Knöterich, Taf. 3, Fig. 19, (P).

Die vereinzelt gefundenen Pollenkörner gehören eindeutig dem Bistorta-„Typ“ an (benannt nach *P. bistorta*) HEDBERG 1946; zu diesem gehören außer *P. bistorta* auch *P. viviparum* L., Knöllchen-Knöterich. Bei diesem sind die Poren oft nicht deutlich ausgebildet (siehe Taf. 3, Fig. 19) und die Columellae an den Polen feiner, als bei *P. bistorta* (ZAGWIJN 1961). *Polygonum viviparum* kommt heute häufig in Umgebung der Höhle auf alpinen Matten vor, *P. bistorta* auf feuchten Wiesen im Tal.

Fossil im Frühwürm (ANDERSEN 1961, ZAGWIJN 1961) und im Würm-Spätglazial (IVERSEN 1954) gefunden.

Leguminosae

Trifolium cf. *pratense* (P).

Auf Wiesen allgemein verbreitet, bis in die alpine Stufe reichend, auch vor dem Höhleneingang.

Von FRENZEL 1964 im älteren Würmlöß und in Stillfried B mehrere Pollenkörner gefunden.

Oenotheraceae

cf. *Epilobium*, Taf. 3, Fig. 18, (P).

E. angustifolium L. Waldweidenröschen z. B. am Vorderen Lahngangsee und *E. montanum* L. Bergweidenröschen in der Elmgrube in der unteren subalpinen Stufe vorkommend. Oenotheraceae (*Circaea*) von Arl. LEROI-GOURHAN in der Grotte d'la Vache im Spätglazial gefunden.

Geraniaceae

Geranium L. Taf. 3, Fig. 19, (P).

Geranium silvaticum häufig in der subalpinen Stufe. Fossil im Spätglazial im Südschwarzwald gefunden (LANG 1952).

Labiatae (P).

Hexacolpate Pollenkörner, nur ganz selten. Diese Form beinhaltet auch Gattungen, die heute in der Umgebung der Höhle wachsen (*Origanum*, *Satureja* und *Thymus*).

Ericaceentetraden (sehr selten), Taf. 3, Fig. 20 (P).

Potentilla (sehr selten), *Helianthemum*, *Galium*, Campanulaceae, Chenopodiaceae, Ranunculaceae (*Thalictrum* — sehr selten). (P).

Von fast allen Pollenformen sind unreife Stadien aus Knospen vorhanden, sowie auch große Pollengruppen, die darauf hinweisen, daß ganze Pflanzen auch mit Knospen gefressen wurden.

Folgende Sporen wurden nachgewiesen:

Selaginella selaginoides (L.) LINK, Taf. 3, Fig. 23, (Sp), häufig im alpinen Rasen um den Höhleneingang.

Botrychium lunaria (L.) SW., Gewöhnliche Mondraute, (Sp), auf dem SW Hang einige Meter unterhalb des Höhleneinganges, sonst vereinzelt auf alpinen Matten.

perisporlose, monolete *Polypodiaceensporen*

Athyrium РОТН. (Sp).

Lycopodium selago L. (Sp)

Lycopodium cf. annotinum (Sp)

Lycopodium cf. clavatum (Sp)

Sporen von *Sphagnum* (Sp)

Alle Pteridophytensporen wurden in Fossilisten aus dem Frühwürm und dem Spätglazial mehrfach angeführt.

Der ungewöhnlich hohen Zahl an Nichtbaumpollen steht ein geringer Anteil von Baum- und Strauchpollen gegenüber (Abb. 3), der, würde man nicht die außerordentlichen Umstände der Einbringung der Pollenflora berücksichtigen, nur durch Weitflug erklärt werden könnte.

Da die Gehölzpollen sicher zum Großteil den Pollenniederschlag darstellen, der auf die vom Höhlenbären gefressenen Pflanzen fiel, ist auch damit zu rechnen, daß nur ein Teil des während einer Vegetationsperiode in der Luft befindlichen Baum- und Strauchpollenspektrums erhalten geblieben ist, denn auf Grund des fast völligen Fehlens fossiler Ericaceenpollenkörner — Ericaceen gehören zu den Frühblühern und bedecken heute einen großen Teil der Vegetationsfläche in der subalpinen Stufe — ist anzunehmen, daß der Höhlenbär im Frühjahr vorwiegend Fleischnahrung zu sich genommen hat.

Eine weitere Schwierigkeit für die altersmäßige Einstufung der Sedimente besteht darin, daß kein Pollendiagramm aus dieser Höhenlage aus der näheren und weiteren Umgebung der Höhle vorhanden ist. Untersuchungen mit Flugzeugaufstiegen (REMPE 1938) ergaben, daß große Mengen von Pollenkörnern von Windblütlern durch den Wind gleichmäßig bis in eine Höhe von 2000 m verbreitet werden, ohne daß sich dabei die verschiedenen Sinkgeschwindigkeiten der einzelnen Pollenformen selektiv auswirken. Es müßte daher auch ein Pollenspektrum aus einer Vegetationszone, die über dem geschlossenen Wald liegt, ein noch recht vollständiges Bild der tieferliegenden Waldbestände geben, so daß ein Vergleich mit Pollendiagrammen aus geringeren Meereshöhen möglich wäre.

Für die stratigraphische Interpretation der fossilen Baumpollenspektren war es daher notwendig festzuhalten, in welchem Verhältnis sich die Zusammensetzung des rezenten Pollenniederschlages aus der Luft und der Vegetation von der montanen bis zur alpinen Stufe in der Umgebung der Salzofenhöhle verändert.

Nach der Standortkartierung (1965)³⁾ sind in den Forstwirtschaftsbezirken Bad Aussee (644 m Höhe) und Grundlsee folgende klimatische Höhenstufen mit den entsprechenden Baumarten vertreten: Die mittlere montane Stufe bis 1000 m (mittlere Laubwaldstufe). Die Wälder setzen sich hauptsächlich aus Rotbuche, Tanne, Fichte und Lärche zusammen. Stieleiche, Sommerlinde, Traubenkirsche, Schwarzerle und Spitzahorn gehören in diese Stufe. Daran schließt die obere montane Stufe mit Fichte, Tanne, Rotbuche, Lärche, Bergahorn, Birke und Grauerle. Die Rotbuche überschreitet die obere Grenze dieser Stufe (1500 m) nicht. Darauf folgt die subalpine Stufe (Nadelwaldstufe). In deren unteren Teil bilden lockere Fichten-Lärchen- und Zirbenwälder mit etwas Tanne die Kampfzone des Waldes, die bis 1600 m reicht. Diese geht in die Krummholzregion über, in der bei 1850 m die Baumgrenze liegt.

Mit Hilfe von Moospolstern und Flechten wurde der rezente Pollenniederschlag in der unmittelbaren Umgebung der Höhle, sowie auch in tieferen Höhenstufen untersucht. Proben von Schnee, die nach einem schneereichen Winter noch um den 12. Juli 1970 in Umgebung der Höhle bis in die untere subalpine Stufe von großen Schneeflächen zu bekommen waren, enthielten vor allem das Frühjahrspollenspektrum aus der Blütezeit der Waldbäume. Diese Pollenspektren unterscheiden sich vor allem durch einen relativ hohen Prozentsatz von *Abies* (16% *Abies* — Salzofengipfel, 37% *Abies* ca. 200 m unterhalb des Höhleneinganges), dagegen ist die Fichte, wohl auf Grund eines schwachen Fichtenblühjahres nur gering vertreten (in den entsprechenden Proben nur je 2 und 5% *Picea*).

In den Moospolstern aus der gleichen Höhenstufe, die ein Durchschnittspollenspektrum von mehreren Jahren enthalten, war das Verhältnis von *Abies* zu *Picea* umgekehrt. Das besonders große *Abies*-pollenkorn hat eine raschere Sinkgeschwindigkeit als das von *Pinus* und *Picea*, deshalb ist *Abies* im Verhältnis zu *Picea* in der waldfreien Zone auch nur in geringeren Prozentsätzen vertreten, als den Baumbeständen entspricht. Von den nur vereinzelt im Tal in der Umgebung von Bad Aussee stehenden wärmeliebenden Gehölzen (*Quercus*, *Tilia*, *Carpinus* und *Corylus*) gelangen hin und wieder Pollenkörner bis auf den Salzofengipfel (in Schneeproben 1% *Carpinus*).

In den Pollenspektren der Fichtenwälder der montanen Stufe dominiert *Picea* (70%), *Pinus* ist noch mit 21% repräsentiert. An der Waldgrenze wird *Picea* durch *Pinus* und *Alnus viridis* zurückgedrängt (Baum- und Strauchpollen aus Flechten, gesammelt zwischen Elmgrube und Elmsee in 1600 m

³⁾ Herrn Forstmeister Dipl. Ing. H. WOLKERSTORFER danke ich bestens, daß er mir diese Literatur im Forstamt Bad Aussee zugänglich gemacht hat.

Höhe: 41% *Pinus*, 1% *Pinus cembra*, 5% *Abies*, 33% *Picea*, 1% *Betula*, 16% *Alnus*, 1% *Salix*, vereinzelt *Larix*, *Tilia* und *Corylus*). Auch in unmittelbarer Nähe der Höhle ist die Zusammensetzung der Baumpollenflora recht ähnlich (Moospolster 200 m SE vom Höhleneingang, etwas höher gelegen: 39% *Pinus* sp., 1% *Pinus cembra*, 29% *Picea*, 19% *Alnus*, 6% *Abies*, 4% *Betula*, 1% *Salix*, *Tilia* und *Larix* unter 1%).

Zwischen der Baumpollenflora aus den Schneeproben und der aus gleichzeitig in unmittelbarer Nähe von diesen gesammelten Losung von Pflanzenschneefressern (Schneehasen- und Gamsenlosung zwischen Elmgrube und Ablassbühel ca. 1750 m) besteht kaum ein Unterschied. Auch im Herbst enthielten die Nahrungsreste von in lichten Fichten-Lärchenbeständen der Waldgrenzregion weidenden Rinder noch Baumpollen, doch im Vergleich zum Kräuterpollen viel weniger als die Losung und nur mehr selten Pollenkörner der im Frühjahr blühenden Gehölze, vor allem von *Abies*, die, wie oben erwähnt, infolge der großen Sinkgeschwindigkeit viel rascher aus der Luft verschwindet.

Die fossile Baum- und Strauchpollenflora konnte in 23 Proben prozentuell ermittelt werden (Abb. 4 — z. B. Profil I aus NBH/VR-RZ 1961, GKD). Für diese Pollenspektren ergeben sich unter Berücksichtigung der aktuopaläontologischen Untersuchungen folgende Schlußfolgerungen:

Die verhältnismäßig hohen Prozentsätze von *Pinus* gegenüber *Picea* zusammen mit dem Vorkommen von *Alnus viridis* in allen Proben lassen mit Sicherheit ausschließen, daß diese Spektren aus einem geschlossenen Fichtenwald der montanen Stufe stammen. Wärmeliebende Laubhölzer, wie *Carpinus*, *Ulmus* und *Corylus* sind selten, *Quercus* wurde nicht gefunden. Nur *Tilia* kommt in manchen Proben relativ häufig vor (Rundzug, Probe 1 aus der Sinterschicht 6% *Tilia*). Da es sich bei *Tilia* teilweise um einen Insektenblütler handelt, könnten die Pollenkörner auch noch zusätzlich durch den vom Höhlenbären gefressenen Honig angereichert worden sein. Auch die gegenüber der Fichte klimatisch anspruchsvollere Tanne ist nur durch vereinzelte Pollenkörner vertreten. Die fossilen Baumpollenspektren sind ähnlich zusammengesetzt, wie die aus rezenten Oberflächenproben der subalpinen Stufe, oberhalb der Waldgrenze, abgesehen von den Schneeproben. Die Pinusdominanz in den Höhlensedimenten muß nicht auf eine Kieferzeit zurückzuführen sein, die Fichte könnte anschließend an einen Kieferngürtel bis ins Tal sehr weit verbreitet gewesen sein.

Manche Pinuspollenkörner haben eine längsverlaufende Marke am proximalen Pol des Zentralkörpers. KLAUS beschrieb diese Pinusform als *Pinus striiert*, die immer vergesellschaftet mit einer kühleres Klima anzeigenden Flora auftritt (KLAUS 1962, KLAUS in FISCHER 1962, sowie im Rib-Spätglazial von Mondsee, KLAUS — mündliche Mitteilung). In den rezenten Oberflächenproben wurde keine derartige Pinuspollenform gefunden.

Aus den Baumpollenspektren der Profile läßt sich keine Vegetationsentwicklung ableiten, da keine deutliche Veränderung in der Zusammensetzung

BAUMPOLLEN-SPEKTREN

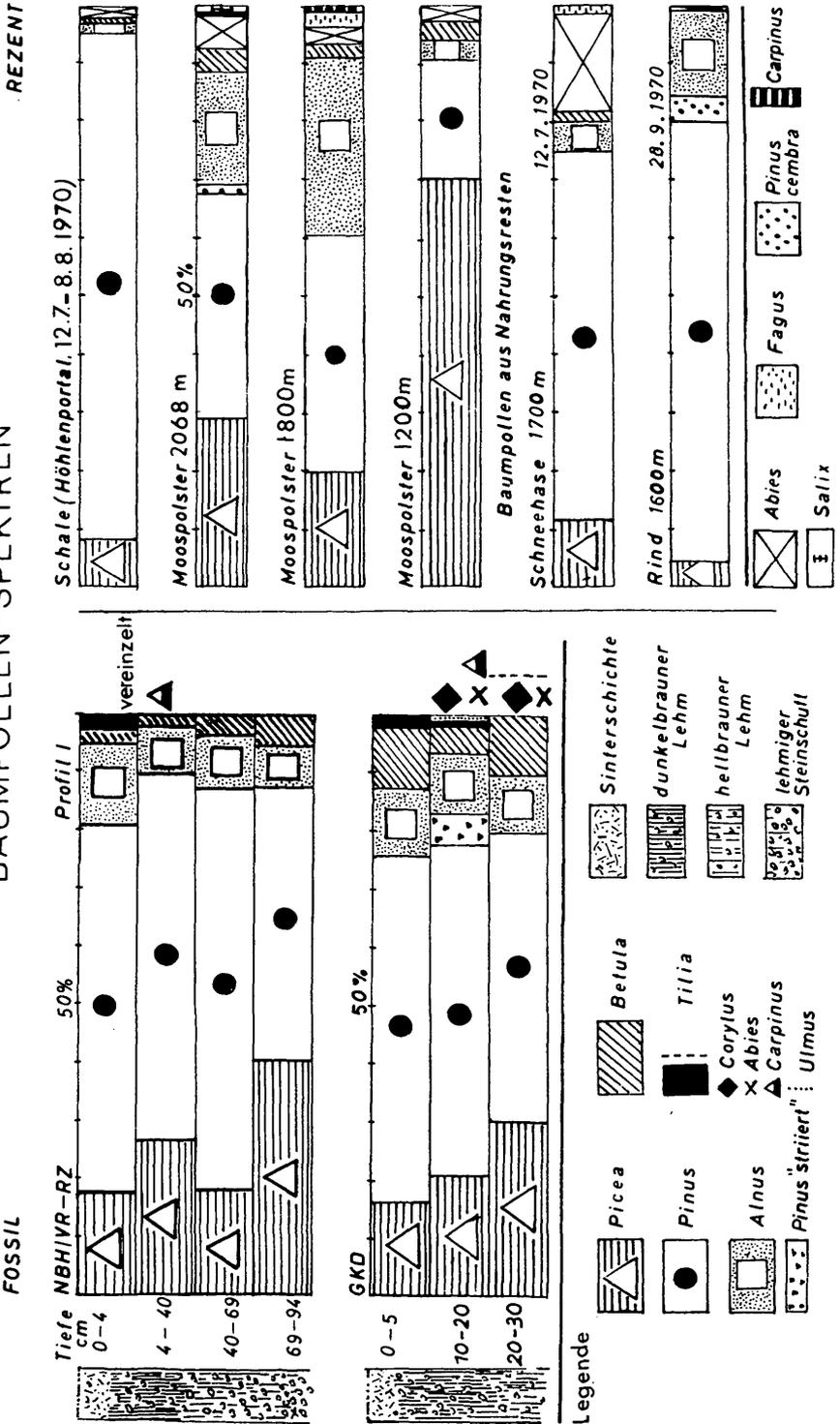


Abb. 4

der Gehölzpollenflora zu erkennen ist. Nur die Fichte zeigt gegen oben zu eine geringfügige Abnahme.

Durch den Nachweis von *Carpinus* und die Abwesenheit von *Fagus* kann das Postglazial als Bildungszeit der Pollenflora vollständig ausgeschlossen werden. Obwohl das Vorkommen von *Fagus* auch im Interglazial möglich gewesen wäre (FRENZEL 1968, FRITZ 1970).

Der Baumpollenflora nach kommt auch keine spätglaziale Vegetationsphase in Frage, auch nicht eine der folgenden in denen die Waldbäume noch nicht alle eingewandert waren, denn diese sind alle vorhanden. Es kann sich daher nur um einen Zeitabschnitt von der kulminierenden Wärmezeit des Riß/Würm-Interglazials bis zum Beginn der Würmeiszeit oder einem Würminterstadial handeln. Betrachtet man die entsprechende Vegetationsentwicklung am Alpennordrand in Bayern (REICH 1953) — ganz ähnlich verläuft auch die im Interglazial von Mondsee (mündliche Mitteilung von Prof. KLAUS) — so kann die Fichten-Hainbuchen-Tannenzeit (7b) mit dem *Carpinus*-Maximum nicht in Frage kommen, dazu ist *Carpinus* in den Höhlensedimenten zu selten. In der darauffolgenden Fichten-Tannenzeit (8) erreicht *Abies* ein Maximum (bis 33% *Abies*). Nimmt man diesen klimatisch nicht mehr so günstigen Zeitabschnitt als die Zeit der Entstehung der Höhlensedimente an, so ist das spärliche Auftreten von *Abies* schwer zu erklären. Wohl bleibt der Blütenstaub der Tanne nach der Blütezeit nicht sehr lange in der Luft, so daß ein Sommer- und Herbstpollenspektrum bedeutend weniger *Abies* enthalten kann, als der tatsächlichen Pollenproduktion der Baumbestände entspricht und damit ein geringeres Vorkommen vortäuschen. In die nachfolgende Fichtenzeit fällt nach REICH bereits die rapide Klimaverschlechterung, die aus dem Rückzug der Tanne und der wärmeliebenden Elemente abzuleiten ist. Diese Zeit scheidet aus, da die Vegetationsgrenzen bereits um 600—1000 m abgesunken waren.

Die folgenden Pollendiagrammabschnitte von den Schieferkohlen bei Großweil sind durch einen mehrmaligen Wechsel der Pinus- und Piceadominanz gekennzeichnet. Zweimal rückt die Fichte wieder vor und zusammen damit scheinen beim ersten Mal auch einige wärmeliebende Elemente auf, sowie vereinzelt *Abies* (Zone 11 und 13). Diese klimatisch günstigen Abschnitte sind den Frühwürminterstadialen von Amersfoort (ZAGWIJN 1961) und Brørup (ANDERSEN 1961) gleichzusetzen (FRENZEL 1968). Das Brørup-Interstadial war wärmer als das von Amersfoort und zerfällt in zwei klimatisch günstige Abschnitte. Die vermutliche Dauer betrug 6000 Jahre (von 53000 v. h. — 59000 v. h.). Die Sommertemperaturen waren möglicherweise ähnlich den heutigen (FRENZEL 1967), in Dänemark lagen die mutmaßlichen Julitemperaturmittel zeitweilig um 15°, 1971 betrug es in Kopenhagen ca. 16,4°), in Holland könnte es gleich wie heute gewesen sein (ZAGWIJN 1961). Nach FRENZEL (1967, 1968) war die Waldsteppe mit nur vereinzelt Waldbeständen in Mittel- und Osteuropa der herrschende Vegetationscharakter des Brørup-Interstadials. Nach den Pollenanalysen der Schieferkohlen am Alpennordrand war das 1. Frühwürminterstadial wärmer (REICH 1953). Allgemein war aber

das Amersfoort-Interstadial kühler, als das von Brørup, umgekehrt aber die Kaltzeit zwischen den beiden Interstadialen bedeutender, als die vor dem Amersfoort Interstadial gelegene, so daß dadurch die wärmeliebenden Elemente vom Alpennordrand bereits weiter weg gedrängt wurden und im Brørup-Interstadial nicht mehr ihre früheren Standorte erreichen konnten und daher am Alpenstrand in den Pollenspektren von Großweil nicht mehr in Erscheinung treten, so daß ein kühleres Klima vorgetäuscht wird.

Gerade der geringe Prozentsatz an wärmeliebenden Elementen und von *Abies* sowie die hohen Prozentsätze von *Picea* und *Pinus* rechtfertigen die Einstufung der Höhlenbärenschichte in ein Frühwürminterstadial, denn für eine Warmzeit eines Interglazials reichen die Prozentsätze der gefundenen *Carpinus*- und *Abies*pollenkörner nicht aus, es sei denn der durch die Ernährungsweise des Höhlenbären bedingte Ausfall des Frühjahrspollenspektrums wäre der begrenzende Faktor, die Höhenlage der pollenführenden Sedimente kann es jedenfalls nur zum geringen Teil gewesen sein. Der gegenwärtige Kenntnisstand reicht noch nicht aus, um eine sichere altersmäßige Einstufung der Höhlensedimente anzugeben, denn dafür ist einerseits über den Ablauf der Frühwürminterstadiale in den Alpen noch zu wenig bekannt und es fehlt andererseits auch noch die Möglichkeit mit Pollenspektren aus tiefergelegeneren Höhlen in den Alpen Vergleiche anzustellen.

Vergleicht man die Ergebnisse der Untersuchungen des rezenten Pollenniederschlags in der Umgebung der Salzofenhöhle mit den Pollenspektren aus den Höhlensedimenten, so kann man annehmen, daß sich der Höhlenbär im Sommer und Herbst hauptsächlich in der Nähe der Waldgrenze aufgehalten hat und daß ihm dafür waldfreie, baum- und straucharme Vegetationsflächen zur Verfügung gestanden sein müssen. Er bevorzugte auch die ausgiebigen hochwüchsigen Stauden, die heute in sogenannten Hochstaudenfluren im Bereich der Waldgrenze in feuchten Hangschattenlagen und im Grünerlengebüsch zu finden sind.

Auf Grund der Anwesenheit einer ausgesprochenen Bienenfutterpflanze, wie *Echinops*, der teilweise verhältnismäßig hohen Prozentsätze von *Tilia* und vieler nektarreicher Kräuter ist zu erkennen, daß der Bär zusätzlich viel Honig gefressen hat. Auch verholzte Pflanzenteile bildeten offenbar einen Bestandteil der Nahrung, wie die zahlreichen Ligninpartikeln, teilweise mit Hoftüpfeln in Proben mit besonders guter Pollenerhaltung zeigen (z. B. GKD/2, GKD/1).

Damit lieferten die palynologischen Untersuchungen der Höhlensedimente am Beispiel der Salzofenhöhle Beweise für den von EHRENBERG 1962 beschriebenen, vermutlichen Lebensraum und zum Teil auch für die Lebensweise des Höhlenbären.

Zusammenfassung

Die phosphathältigen, hauptsächlich Knochen und Zähne des Höhlenbären führenden Sedimente der Salzofenhöhle (2005 m) im Toten Gebirge

enthalten auch eine große Anzahl fossiler Pollen und Sporen. Vorwiegend sind Exinen von Kräuter- und Gramineenpollenkörnern als unverdaubare Bestandteile aus der Nahrung der Höhlenbären in den Sedimenten angereichert worden.

Ein Großteil der Pollenflora könnte auch von hauptsächlich in der subalpinen Stufe in der Umgebung der Höhle wachsenden Pflanzen stammen, mit Ausnahme von *Echinops*, *Eryngium* und *Armeria*.

Floristische Beweise für ein wärmeres Klima, als heute, fehlen. Auf Grund des Baumpollenspektrums wäre die altersmäßige Einstufung der Höhlensedimente in ein Frühwürminterstadial möglich.

Summary

In the Salzofen-Cave (2005 m), Totes Gebirge, Styria, Austria, pollen and spores have been obtained from deposits containing bones and teeth of the cave bear. Pollen from various herbs and grasses are dominant and it seems they remained as the most resistant particles of the cave bear's plant nutrition.

The whole pollen flora could originate from plants growing today in the vicinity of the cave, with exception of *Echinops*, *Eryngium* and *Armeria*.

According to the tree pollen assemblage the deposition of the fossiliferous layer would seem to date from an early last glacial interstadial.

Literatur

- AARIO, L. (1944): Über die pollenanalytischen Methoden zur Untersuchung von Waldgrenzen. — Geol. Fören. Stockholm Förhandl., **66**, 337–354, Stockholm.
- ABEL, O. & KYRLE (1931): Die Drachenhöhle bei Mixnitz. — Speläol. Monogr. 7–9, XXIX + 953 S., 200 Taf., 76 Abb., Wien.
- ANDERSEN, S. TH. (1961): Vegetation and its Environment in Denmark in the Early Weichselian Glacial (Last Glacial). — Danmarks Geol. Undersog., II, række, Nr. 75, 175 S., Kopenhagen.
- ANDRIST, D., W. FLÜCKIGER, A. ANDRIST (1964): Das Simmental zur Steinzeit III. — Acta Bernensia, 211 S., Bern.
- BEHRE, K. E. (1962): Pollen- und diatomeenanalytische Untersuchungen an letztinterglazialen Kieselgur lagern der Lüneburger Heide. — Flora **152**, 2, 325–370, Jena.
- BEUG, H. J. (1961): Leitfaden der Pollenbestimmung, Lfg. 1, XIV + 63 S., 8 Taf., 17 Abb., Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- BORTENSCHLAGER, S. (1967): Vorläufige Mitteilungen zur Pollenmorphologie in der Familie der Geraniaceen und ihre systematische Bedeutung. — Grana Palynologica, **7**, 2–3, 400–454, Stockholm.
- CERCEAU, M. TH. (1959): Clé de détermination d'ombellifères de France et d'Afrique du Nord d'après leurs grains de Pollen. — Pollen et Spores, **1**, 2, S. 145–190, Paris.
- CERCEAU-LARRIVAL, M. TH. (1962): Plantules et pollens d'ombellifères. Leur intérêt systématique et phylogénie. — Thèse, Mém. Mus., N. S. Ser. B. Bot., **14**, 166 S., Paris.
- EHRENBERG, K. (1941): Berichte über Ausgrabungen in der Salzofenhöhle im Toten Gebirge. I. Über bemerkenswerte Fossilvorkommen in der Salzofenhöhle im Toten Gebirge. — Paläobiologica, **7**, 4, S. 325–348, Wien.
- (1959): Berichte über Ausgrabungen in der Salzofenhöhle im Toten Gebirge. X. Die Expeditionen und Forschungen der Jahre 1957 und 1958. — Anz. Österr. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., **96**, S. 92–105, Wien.
- (1962): Über Lebensweise und Lebensraum des Höhlenbären. — Verh. zool.-Bot. Ges., 101/102, S. 18–31, Wien.

- EHRENBERG & RUCKENSTEINER (1961): Berichte über Ausgrabungen in der Salzofenhöhle im Toten Gebirge. XIII. Paläopathologische Funde und ihre Deutung auf Grund von Röntgenuntersuchungen (mit 10 Taf.). — Sitz.-Ber. Österr. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., 170, 203—221, Wien.
- EHRENDORFER, F. (1962): Beiträge zur Phylogenie der Gattung *Knautia* (*Dipsacaceae*), I. Cytologische Grundlagen und allgemeine Hinweise. — Österr. Bot. Z., 109, 3, Wien.
- ERDTMAN, G. (1954): An Introduction to Pollen Analysis, XV + 239 S., 28 Taf., 15 Abb., Waltham Mass., U.S.A., Almquist & Wiksell, Stockholm.
- (1969): Handbook of Palynology. — Munksgaard, 486 S., 125 Taf., 50 Abb., Kopenhagen.
- BERGLUND, B. und PRAGLOWSKY, J. (1961/1963): An Introduction to a Scandinavian Pollen Flora. — Bd. 1, 92 S., 74 Taf., Bd. 2, 89 S., 55 Taf., Almquist & Wiksell, Stockholm.
- FAEGRI, K. & J. IVERSEN (1964): Textbook of Pollen Analysis, 2. rev. Aufl., 237 S., 21 Abb., 8 Taf., Munksgaard, Kopenhagen.
- FISCHER, H. (1962): Vorläufiger Bericht zur Quartärgeologie des untersten Ybbstaales (N.-Ö.) — Verh. Geol. Bundesanst., 151—156, Wien.
- FRENZEL, B. (1964): Über die offene Vegetation der letzten Eiszeit am Ostrande der Alpen. — Verh. zool.-bot. Ges. Wien, 103/104, 110—137, Wien.
- (1967): Die Klimaschwankungen des Eiszeitalters, — XII + 296 S., 107 Abb., Vieweg Verl., Braunschweig.
- (1968): Grundzüge der pleistozänen Vegetationsgeschichte Nord-Eurasiens. — XII + 326 S., 67 Abb., 17 Taf., Franz Steiner Verlag GMBH, Wiesbaden.
- FRITZ, A. (1970): Die pleistozäne Pflanzenwelt Kärntens. — Carinthia II, 29, Klagenfurt.
- HAVINGA, A. J. (1964): Investigation into the differential Corrosion Susceptibility of Pollen and Spores. — Pollen et Spores, 6, 2, 621—635, Paris.
- HOFMANN, E. (1940): Pflanzliche Reste aus der Salzofenhöhle bei Aussee. — Forsch. u. Fortschr., 16, 27, Berlin.
- IVERSEN, J. (1954): The late-glacial flora of Denmark and its relation to climate and soil. — Danmarks Geol. Unders. 2 række, 80, 87, Kopenhagen.
- KLAUS, W. (1953): Zur Einzelpräparation fossiler Sporomorphen. — Mikroskopie, 8, H. 1/2, S. 1—14, Wien.
- (1961—1966): Berichte aus dem Laboratorium für Palynologie. — Verh. Geol. Bundesanst., 3, Wien.
- (1962): Zur pollenanalytischen Datierung von Quartärsedimenten im Stadtgebiet von Wien, südliches Wiener Becken und Burgenland. — Verh. Geol. Bundesanst., 1, S. 20—38, Wien.
- (1967a): Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte Salzburgs: Das Torfmoor am Walserberg. — Verh. Geol. Bundesanst., S. 200—212, Wien.
- (1967b): Vorbericht über pollenanalytische Untersuchungen von Sedimenten aus der Schlenken-Durchgangshöhle a. d. Tauogl (Salzburg). — Anz. Österr. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl., Nr. 12, S. 379—380, Wien.
- (1971): Über Form und Erhaltungszustand fossiler Pollenkörner in Koprolithen und Phosphoriten. — Jb. Geol. u. Pal. Mh. 9, S. 537—551, Stuttgart.
- KROTT, P. (1962): Ich war eine Bärenmutter. — 224 S., Hallwag Verl., Bern und Stuttgart.
- LANG, G. (1952): Späteiszeitliche Pflanzenreste in Südwestdeutschland. — Beitr. z. naturk. Forsch. in Südwestdeutschland, 11, 2, S. 89—110, Karlsruhe.
- (1954): Neue Untersuchungen über die spät- und nacheiszeitliche Vegetationsgeschichte des Schwarzwaldes. I. Der Hotzenwald im Südschwarzwald. — Beitr. z. naturk. Forsch. in Südwestdeutschland, 13, 1, S. 3—42, Karlsruhe.

- LEROI-GOURHAN, Arl. (1964): Chronologie des grottes d'Arcy-sur-Cure. — Gallia préhistoire, 7, S. 1—35, Paris.
- (1966): — II. Analyse pollinique des Sédiments. — ex: LEQUATRE et A. LEROI-GOURHAN, 1966: La Grotte de Prélétang (commune de Presles, Isère). — Gallia préhistoire, S. 89—92, Paris.
- (1967): Pollen et Datation de la grotte de la Vache (Ariège). — Bull. Soc. Prehist., l'Ariège, 23, 115—117.
- LÜDI, W. (1940): Pollenstatistische Untersuchungen von Bodenproben aus den Höhlen von St. Brais (Berner Jura). — 32. Jb. Schweiz., Ges., Urg., S. 199—203, Basel.
- MÜLLER, E. (1964): Pollenanalytische Untersuchungen in den drei Bärenhöhlen. — ex: ANDRIST, D. u. a.: Das Simmental zur Steinzeit III. — Acta Bernensia 1964, S. 146—148, Bern.
- RECHINGER, L. (1965): Die Flora von Bad Aussee. — 126 S., Graz.
- REICH, H. (1953): Die Vegetationsentwicklung der Interglaziale von Großweil-Ohlstadt und Pfefferbühl im Bayerischen Alpenvorland. — Flora 140, 386—443, Jena.
- REMPE, H. (1938): Untersuchungen über die Verbreitung des Blütenstaubes durch die Luftströmungen. — Planta, 27, 1, 93—147, Berlin.
- SALMI, M. (1955): Additional information on the findings in the Mylodon Cave at Ultima Esperanza. — Acta Geogr. Helsingf., 14, 314—333.
- SCHADLER, J. (1931): Allgemeines über Höhlenphosphate. — ex ABEL, O. & KYRLE, G. (1931): Die Drachenhöhle bei Mixnitz, Wien.
- (1941): Die Phosphaterdeablagerungen. — ex: EHRENBERG, K. (1941): Berichte über Ausgrabungen in der Salzofenhöhle im Toten Gebirge I. — Paläobiologica, 7, 4, S. 325—348, Wien.
- (1961): Über Höhlensedimente in Österreich. — Österr. Hochschulzeitung, 13. Jg., 13, Wien. S. 9.
- SCHMID, E. (1957): Von den Sedimenten der Salzofenhöhle. — Sitz.-Ber. Österr. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl., 166, 43—55, Wien.
- (1958): Höhlenforschung und Sedimentanalyse. — Schr. Inst. Ur- u. Frühgeschichte Schweiz, 13, 186 S., XIII Diagr., V Taf., Basel.
- STIX, E. (1960): Pollenmorphologische Untersuchungen an Compositen. — Grana Palynologica, 2, 2, 41—114, Stockholm.
- THENIUS, E. (1951): Eine neue Rekonstruktion des Höhlenbären (*Ursus spelaeus* Ros.). — Sitz.-Ber. Österr. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl. I, 160, 321—333, Wien.
- TRIMMEL, H. (1950): Die Salzofenhöhle im Toten Gebirge. Ein Beitrag zur Entstehung und Entwicklung alpiner Karsthöhlen. — Diss. phil. Fak., Univ. Wien.
- WAGENITZ, G. (1955): Pollenmorphologie und Systematik der Gattung *Centaurea* L. s. l. — Flora 142, 215—279, Jena.
- (1956): Pollenmorphologie der mitteleuropäischen Valerianaceen. — Flora 143, 473—485, Jena.
- WALTER, H., STRAKA, H. (1970): Floristisch-historische Geobotanik (Arealkunde). Einführung in die Phytologie, III/2, 2. Aufl. Stuttgart.
- WELTEN, M. (1944): Pollenanalytische und stratigraphische Untersuchungen in der prähistorischen Höhle „Chilchli“ im Simmental. — Ber. geobot. Inst. Rübel, Zürich, 90.
- WODEHOUSE, R. P. (1935): Pollen Grains. — Mc. Graw Hill Book Company. 3rd printing 1965, Hafner Publishing Company, New York and London. X + 574 S., 123 Abb.
- ZAGWIJN, W. H. (1961): Vegetation, climate and radiocarbon datings in the Late Pleistocene of the Netherlands. Part I: Eemian and early Weichselian. — Mededel. Geol. Stichting, N. S., 14, 15—45, Haarlem.

Tafel 1 — 750×

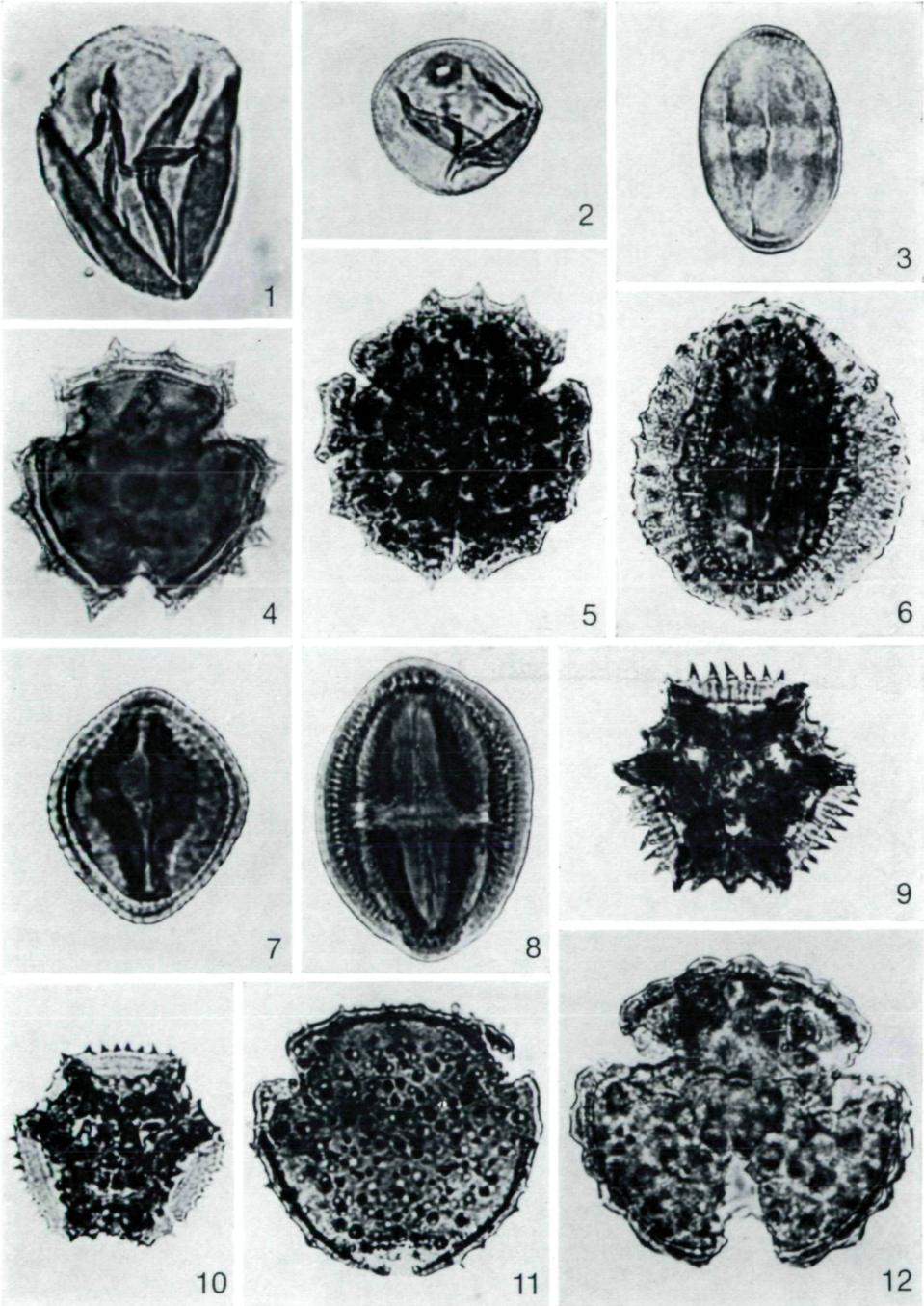
- Fig. 1. Gramineae: *Cerealia*- „Typ“
- Fig. 2. Gramineae
- Fig. 3. Umbelliferae: *Eryngium*
- Fig. 4. Compositae Tubuliflorae: *Carduus*
- Fig. 5. Compositae Tubuliflorae: *Cirsium*
- Fig. 6. Compositae Tubuliflora: *Echinops*
- Fig. 7. Compositae Tubuliflorae: *Centaurea* cf. *scabiosa*
- Fig. 8. Compositae Tubuliflorae: *Centaurea* cf. *montana*
- Fig. 9. Compositae Liguliflorae: cf. *Cicerbita alpina*
- Fig. 10. Compositae Liguliflorae
- Fig. 11. Caprifoliaceae: *Lonicera*
- Fig. 12. Valerianaceae: *Valeriana*

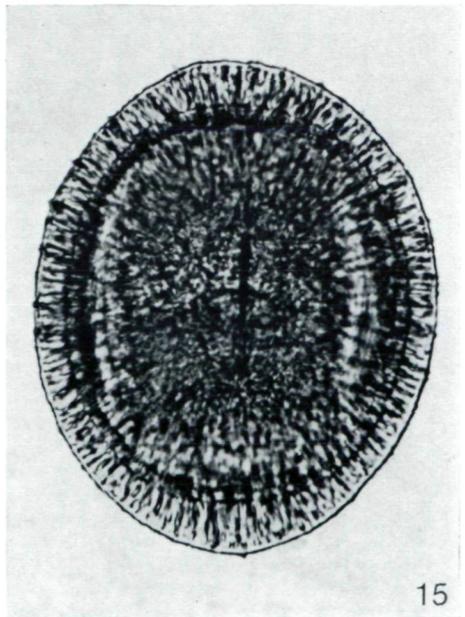
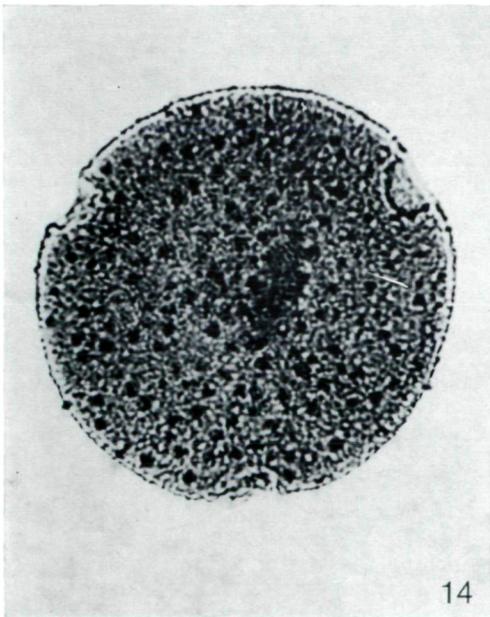
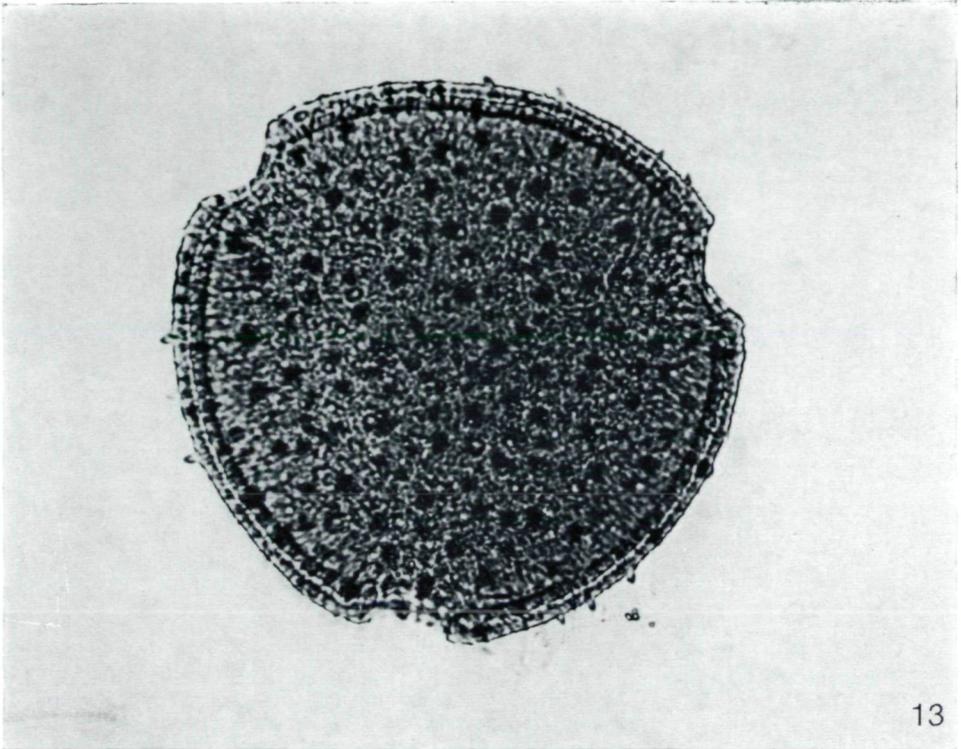
Tafel 2 — 750×

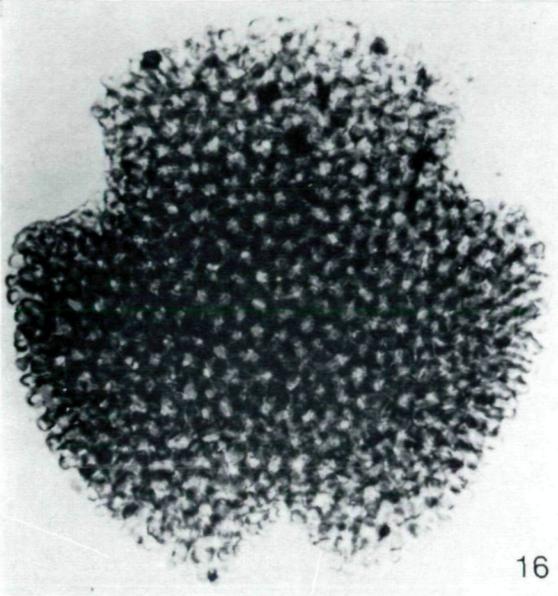
- Fig. 13. Dipsacaceae: *Knautia* cf. *silvatica*
- Fig. 14. Dipsacaceae: *Knautia* cf. *silvatica*, Pollenkorn aus einer Knospe mit kaum geöffneten Hüllblättern.
- Fig. 15. Dipsacaceae: *Scabiosa* cf. *lucida*

Tafel 3 — 750×

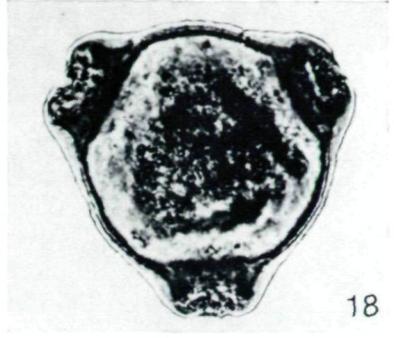
- Fig. 16. Geraniceae: *Geranium*
- Fig. 17. Plumbaginaceae: *Armeria*
- Fig. 18. Oenotheraceae: cf. *Epilobium*
- Fig. 19. Polygonaceae: *Polygonum* cf. *viviparum*
- Fig. 20. Ericaceae
- Fig. 21. Chenopodiaceae
- Fig. 22. Caryophyllaceae
- Fig. 23. *Selaginella selaginoides*



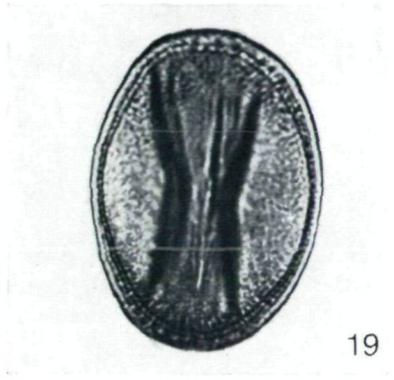




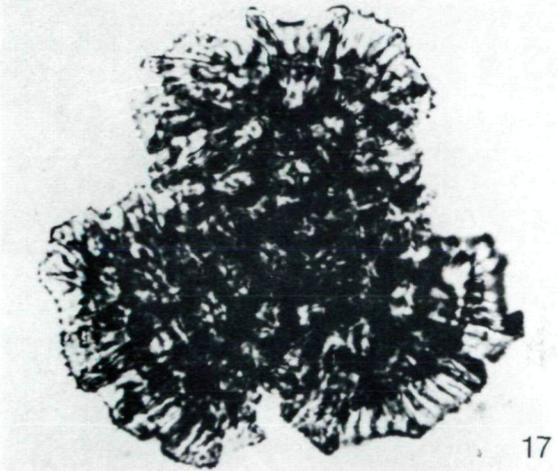
16



18



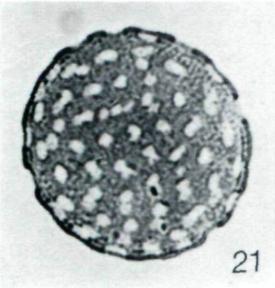
19



17



20



21



22



23