© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Über die offene Vegetation der letzten Eiszeit am Ostrande der Alpen.

Von **Burkhard Frenzel**, Freising-Weihenstephan.

Einleitung.

Am Ende des vorigen Jahrhunderts skizzierte NEHRING (1890) den Vegetationstyp, der während der pleistozänen Eiszeiten in Mitteleuropa geherrscht hatte, als Tundra bzw. als subarktische Steppe. NEHRING basierte seine Ansicht auf einer sorgfältigen Analyse der fossilen Faunen und auf einem Vergleich dieser fossilen Faunengemeinschaften mit heutigen Tiergemeinschaften der Tundren und der kühlen Steppen Nord-Eurasiens. Bei dieser Untersuchung hatte sich herausgestellt, daß die Hauptmasse der Reste ehemaliger Steppentiere in den weitverbreiteten Lößlagen Mitteleuropas enthalten ist, so daß gefolgert werden mußte, die damaligen Lösse seien in Steppen abgelagert worden, die nur lokal an Flüssen von Wäldern durchzogen worden seien. Bemerkenswerterweise hatte schon NEHRING beobachtet, daß die eiszeitlichen Faunen nicht in sich homogen waren, sondern daß innerhalb der eiszeitlichen Sedimente zunächst Faunen von Tundren-Gemeinschaften zu finden sind, die später durch Steppenfaunen verdrängt worden sind. Diesen Grundgedanken eines Wechsels von einer feuchteren, einleitenden Tundrenphase zu einer anschließenden trockenen Steppenphase griff BÜDEL (1951) an Hand der Lagerungsverhältnisse von eiszeitlichen Fließerden und Lössen Mitteleuropas vor einigen Jahren auf, und seither wurde immer wieder deutlich, daß hiermit eine allgemeine paläoklimatologische Gesetzmäßigkeit erkannt worden ist. Es ist allerdings zu bedenken, daß wir über die beiden erwähnten Vegetationstypen vom botanischen Standpunkt aus sehr wenig wissen; vielmehr basiert die getroffene Unterscheidung, abgesehen von NEHRINGs Arbeit, im wesentlichen auf einem Studium der unterschiedlichen Sedimenttypen, nämlich der frühglazialen Fließerden und anderer Solifluktions- und Frosterscheinungen und der hochglazialen weit verbreiteten Lößdecken.

Bei seinem Rekonstruktionsversuch der letzteiszeitlichen hochglazialen Vegetation Europas unterschied BÜDEL (1949) in Mitteleuropa zwischen der Frostschutt-Tundra, die den nordischen Eisrand säumte und die auch auf den höheren Mittelgebirgen weit verbreitet war, sowie der Löß-Tundra nördlich der damaligen klimatischen Waldgrenze und der Löß-Steppe südlich dieser wichtigen Linie. Am Ostrande der Alpen sollen nach BÜDEL (1949) die drei erwähnten Vegetationstypen aneinander gestoßen sein, so daß dieses Gebiet ganz besonders für eine Untersuchung der damaligen Vegetationstypen geeignet erscheint. Es kommt hinzu, daß dort mächtige Lößdecken in den Flachländern und an den unteren Hangpartien anstehen, die an höheren Teilen des Reliefs von weitverbreiteten eiszeitlichen Fließ-

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

erdelagen abgelöst werden. Schließlich war das betrachtete Löß-Gebiet während der Letzten Eiszeit (ähnlich wie heute) durch hygrisch recht unterschiedlich getönte Klimate ausgezeichnet: In dem auch heute niederschlagsärmsten Gebiet im Weinviertel (Abb. 1), zwischen dem Ostrand des Waldviertels im Westen, der Thaya im Norden, der March im Osten und dem Südende des Neusiedler Sees im Süden, wurden damals typische Lösse bei nur geringer Bedeutung der Fließerde-Erscheinungen akkumuliert („trok-

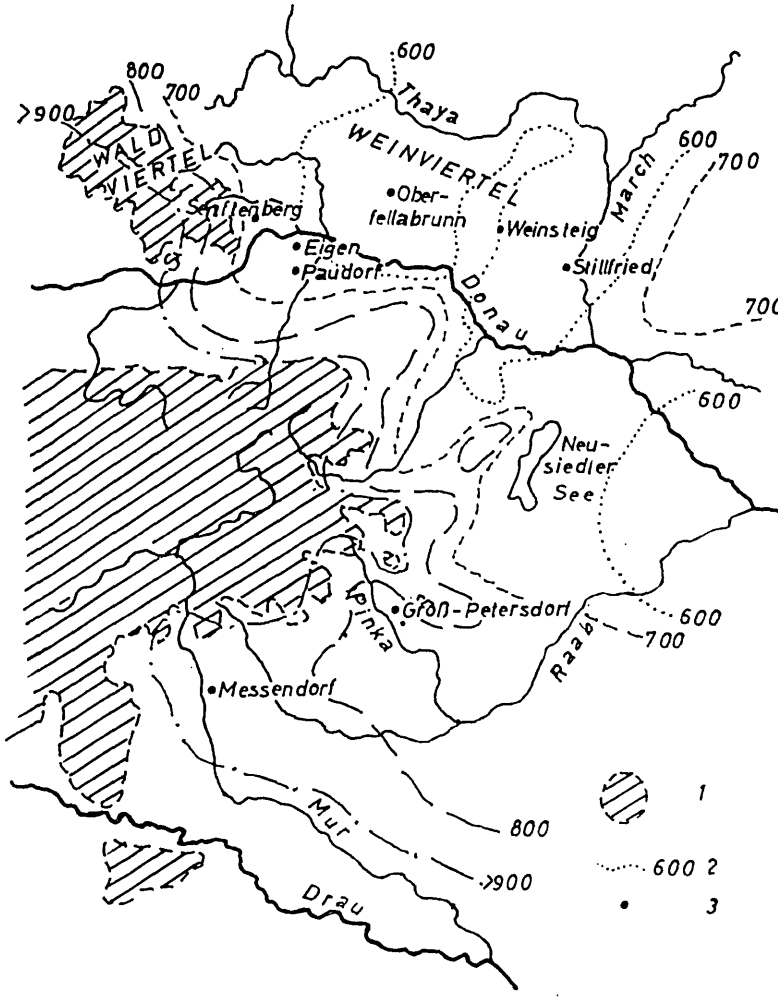

Abb. 1 Übersichtskarte des Untersuchungsgebietes am Ostrande der Alpen.
1: Gebirge mit Erhebungen von mehr als 750 m;
2: Isohyeten; Jahresniederschlag , in mm;
3: Lage der untersuchten Profile.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

kene Lößlandschaft", FINK, 1956). Dieses Gebiet grenzte im Westen durch ein vermittelndes „Übergangsgebiet" an die „feuchte Lößlandschaft", die die östliche Verlängerung des oberbayerischen „Decklehm"-Bereiches (BRUNNACKER, 1954) darstellte. Im Süden aber wurde die trockene Lößlandschaft in dem heute feuchteren Bereich am Ost- und Südostabfall der Alpen von dem „Staublehm"-Gebiet (FINK, 1961) abgelöst, dessen Lösse schon während der Akkumulation unter einem damals relativ feuchten Klima sofort vergleyten. Diese Verhältnisse lassen den Ostrand der Alpen, etwa von Krems a. d. Donau im Westen, über das Weinviertel und das südliche Burgenland bis nach Graz, als ein besonders günstiges Gebiet für ein Studium derjenigen Vegetationstypen erscheinen, in denen während der pleistozänen Eiszeiten Lösse akkumuliert worden sind. Denn es ist dort zu erwarten, daß nicht nur in Abhängigkeit von der Gestaltung des damaligen Großklimas unterschiedliche Typen der „Löß-Tundra" oder der „Lößsteppe" entwickelt gewesen sind, sondern es müßten dort auch bei einer Analyse der in den Lössen enthaltenen Pflanzenreste Hinweise auf die zeitlichen und räumlichen Beziehungen zwischen letzteiszeitlichen Tundren und Steppen zu gewinnen sein.

Material und Methode.

In der vorliegenden Studie wird die letzteiszeitliche Vegetation des Untersuchungsgebietes auf pollenanalytischem Wege rekonstruiert.
Obwohl dieses Verfahren bisher im wesentlichen auf organogene und minerogen-lakustrine Sedimente beschränkt geblieben ist, läßt es sich auch zur Untersuchung von Lössen benutzen, falls eine besondere Aufbereitungsmethode angewandt wird (ausführliche Angaben zur Methodik und zur Abschätzung der Fehlerquellen: FRENZEL, 1964). Das Prinzip dieses langwierigen Aufbereitungsverfahrens besteht aus Folgendem: 100 g schwere Löß- oder Fließerdeproben werden zunächst mehrere Stunden lang in einer schweren Lösung (THOULET'sche Lösung, spez. Gew. 2,0) auf der Schüttelmaschine flotiert, und das Überstehende wird abzentrifugiert und auf einem kleinen Papierfilter gesammelt. Anschließend wird dieses Material mit kochender Flußsäure und mit dem Azetolyse-Gemisch nach ERDTMAN behandelt. Das so aufbereitete Pollenmaterial kann hierauf in Glycerin-Gelatine eingebettet und mikroskopiert werden.

Die Sporomorphen wurden entsprechend den Angaben von FAEGRI und IVERSEN (1950), BEUG (1961), ERDTMAN (1952, 1954, 1957), ERDTMAN, BERGLUND und PRAGLOWSKI (1961), GAMS (1958), FAEGRI (1956), STIX (1960) und WAGENITZ (1955), sowie an Hand eines umfangreichen Vergleichsmaterials bestimmt.

Die Proben wurden in Lehmgruben und Hohlwegen an sorgfältig freipräparierten Aufschlußwänden entnommen, und zwar so, daß zunächst mehrere Dezimeter mächtige Lößpfeiler abgetragen wurden, um eine Verunreinigung der Proben durch rezenten Blütenstaub zu vermeiden. Die Proben stammten aus den in Abb. 1 und 2 verzeichneten Profilen (vgl. in Abb. 2 auch die Angaben über den Pollengehalt der einzelnen Proben) [1]).

Es stellte sich schnell heraus, daß die größten Pollenmengen in den Profilen der „trockenen" Lößlandschaft gezählt werden konnten (Stillfried und Oberfellabrunn). In den feuchteren Lößprovinzen war jedoch die Menge der zu

[1]) Bei der Auswahl der Profile und der richtigen geologischen Horizontierung der Proben beriet mich Herr. Prof. Dr. J. FINK während mehrerer ausgedehnter Fahrten. Ich möchte Herrn Prof. FINK hierfür auch an dieser Stelle ganz besonders herzlich danken.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

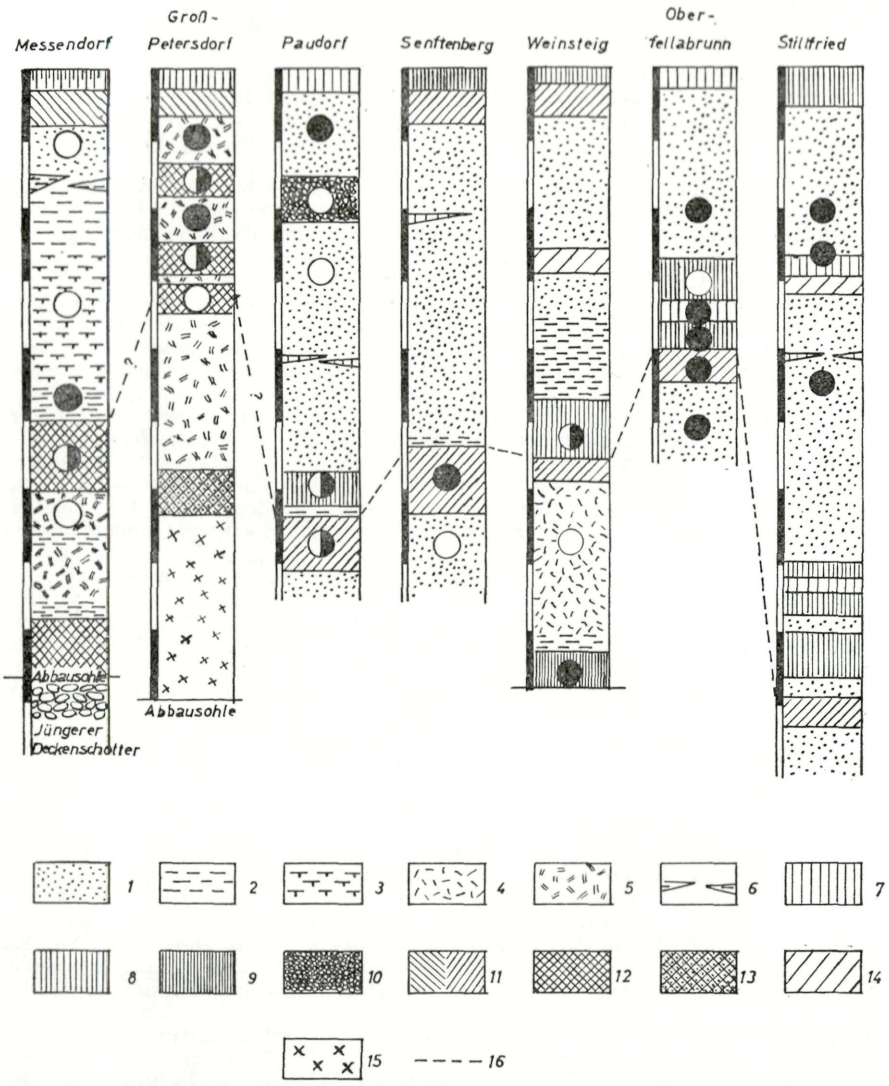

Abb. 2 Schematische Darstellung der untersuchten Löß-Profile. Tiefenangaben in m.
1: Typischer Löß; 2: plattiger Löß, Fließerde; 3: Wurmröhrenlöß; 4: vergleyter Löß; 5: Staublehm; 6: Gleyfleckenzone, Naßboden; 7: schwach humoser Horizont; 8: humoser Horizont; 9 stark humoser Horizont; 10: gefleckter Horizont; 11: B-Horizont (Braunerde, Parabraunerde); 12: S-Horizont (Pseudogley); 13: Grundwassergley; 14: blaßbrauner Horizont; 15: tonig-sandiges Tertiär; 16: Oberkante des Eem-interglazialen Bodens (nach FINK). Kreise: Horizonte der Proben-Entnahme: schwarz = pollenreich; halb ausgefüllt = mäßiger Pollengehalt; weiß = pollenfrei.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

beobachtenden Sporomorphen viel geringer. Sicherlich ist hieran eine intensive Pollenzerstörung beteiligt, die sich schon darin äußert, daß innerhalb der einzelnen Profile einigen recht pollenreichen Horizonten nahezu pollenfreie Schichten gegenüberstehen. In der methodologischen Arbeit (FRENZEL, 1964) hatte ich bereits auf diesen Sachverhalt hingewiesen und darauf aufmerksam gemacht, daß das neue Verfahren aus diesem Grunde die besten Resultate bei einer Untersuchung derjenigen Lösse und fossilen Böden zu liefern vermag, die nicht einer wiederholten Durchfeuchtung und Austrocknung ausgesetzt gewesen sind. Gerade dieser ungünstige Einfluß wird aber immer wieder auf die Lösse der feuchteren Landschaften am Fuße der Alpen eingewirkt haben. Die hieraus sich ergebende Frage, ob bei diesen Lössen eine Pollenanalyse überhaupt noch möglich sei, ist schwer zu beantworten. Es fällt auf, daß in der Regel (einzige Ausnahme: jüngster Löß der Probe Paudorf 2) die Pollenerhaltung sehr gut ist und daß gleichermaßen Pollentypen mit groben und feinen Exinen-Strukturen vorliegen, obwohl immer wieder mit einer nachträglichen Pollenzerstörung gerechnet werden muß. Hieraus darf wohl gefolgert werden, daß die sekundäre Pollenzerstörung die verschiedensten Sporomorphen-Typen mehr oder weniger gleichmäßig betroffen hat, ohne daß nur die besonders widerstandsfähigen Sporomorphen ausgelesen worden sind. Immerhin kann aber die in den Lössen der feuchteren Landschaften enthaltene Sporomorphenflora nicht als getreues Abbild der damaligen Flora angesehen werden, sondern die zu beobachtenden Sporomorphen werden nur einen Bruchteil der ehemals vorhandenen Taxa widerspiegeln. Da weiterhin nicht ausgeschlossen werden kann, daß einige Sporomorphen-Typen der Zerstörung größeren Widerstand entgegengesetzt haben, als andere, ist damit zu rechnen, daß das Bild der ehemaligen Flora in mancher Beziehung verzerrt sein mag. Störend wirkt in dieser Beziehung auch, daß sich die Sporomorphen sehr vieler Taxa nicht bis zur Art bestimmen lassen, so daß insgesamt nur ein Bruchteil der in den betreffenden Zeiten an den untersuchten Lokalitäten gedeihenden Sippen registriert wird. Andererseits ist aber doch zu bedenken, daß die in diesem Zusammenhang interessierende Nichtbaumpollen-(NBP)-Flora durch Winde nicht weit verbreitet wird, sondern daß sie im wesentlichen den Sporomorphen-Niederschlag der nächsten Umgebung der Probe-Entnahmestellen widerspiegelt. In der Mehrzahl der Fälle schwankt die Zahl der NBP-Formentypen in den untersuchten Proben um etwa 30 (vgl. Zähltabelle). Eine so hohe Zahl an NBP-Formentypen jeder Probe stellt aber bei dem vorherrschenden Nahtransport dieser Sporomorphen sicher schon ein recht gutes Abbild der damaligen Flora dar.

Zur Rekonstruktion der Vegetation der einzelnen Löß- und Fließerdezeiten wäre es notwendig, neben einer detaillierten Kenntnis der Flora auch hinreichend zuverlässige Angaben über den relativen Anteil der einzelnen Arten an der damaligen Vegetation zu besitzen. Die Pollenanalyse könnte hier ein brauchbares Hilfsmittel in den Pollen-Prozentwerten bieten, falls nicht, wie es in dem vorliegenden Falle wiederholt beobachtet worden ist, häufig größere zusammenhängende Sporomorphen-Massen einer Art in den Löß gelangt wären, etwa dadurch, daß ganze Antheren vom Löß zugedeckt worden sind. Hierdurch wird jede quantitative Auswertung des pollenanalytischen Befundes außerordentlich erschwert, denn es ist in den mikroskopischen Präparaten nachträglich oft nicht mehr mit genügender Genauigkeit zu ermitteln, ob die große Pollenmenge einer Art dadurch zu erklären ist, daß diese Art in der lokalen Vegetation eine bedeutende Rolle gespielt hat, oder dadurch, daß nur Teile einer Anthere in den Löß gefallen sind. Daher wurde bei den weiteren Betrachtungen weitgehend auf eine quantitative Analyse des pollenanalytischen Befundes verzichtet. Vielmehr dienten das Auftreten oder Fehlen bestimmter Artenkombinationen, etwa der heutigen Tundrenpflanzen oder der Pflanzen salzhaltiger Standorte usw. als Ausgangspunkt der Betrachtung.

Aus dem Gesagten geht hervor, daß die Löß-Pollenanalyse in vielen hier untersuchten Fällen sicherlich auf sehr große Schwierigkeiten und Fehlerquellen stößt. Ich glaube aber, daß bei einer vorsichtigen und mög-

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

lichst vielseitigen Analyse des gewonnenen Materials doch Hinweise auf den Charakter der letzteiszeitlichen Vegetation des Untersuchungsgebietes gewonnen werden können.

Die untersuchten Profile.

Aus Abb. 1 ist die geographische Lage der untersuchten Profile ersichtlich. Die Lehmgruben von Stillfried a. d. March und Oberfellabrunn befinden sich in den sanft bewegten Löß-Hügel-Landschaften des Weinviertels, die ungefähr in der Mitte zwischen beiden Orten durch den N—S streichenden, aus tertiären und jurassischen Gesteinen bestehenden Höhenrücken des Waschberges (394 m) und des Leiser Berges (492 m) gegliedert werden. Beide Gruben sind am Rande schwach eingesenkter Tälchen gelegen (Oberfellabrunn ca. 250 m, Stillfried etwa 200 m).

Das Profil von Weinsteig (Höhe: etwa 250 m), dessen älteste Lößlagen hier nur untersucht worden sind, befindet sich ebenfalls am Rande eines Tälchens und zwar an der östlichen Flanke des erwähnten Höhenrückens.

Die Lage an den Hängen größerer oder kleinerer Täler haben die genannten Profile gemein mit den übrigen untersuchten Aufschlüssen. So liegt das bekannte Profil von Senftenberg auf dem rechten Hang des Kremstales, umgeben von den bis auf 400—450 m aufsteigenden, aus Gneisen bestehenden Höhen des Waldviertels. Ebenfalls aus Kristallin bestehen die Berge des Dunkelsteiner Waldes, an dessen ungefähr 400 m hohem östlichen Ende die Profile von Aigen und Paudorf in unmittelbarer Nähe des Stiftes Göttweig gelegen sind.

Die Profile Stillfried, Weinsteig (?) und Oberfellabrunn vermitteln Einblicke in den Aufbau der Lößlagen der „trockenen Lößlandschaft" (FINK 1956). Die Profile Senftenberg, Aigen und Paudorf stellen aber Beispiele des jungpleistozänen Baus der Sedimente der „Übergangsprovinz" dar (FINK, 1956). Im Gegensatz hierzu sind die beiden letzten Profile, nämlich die von Groß-Petersdorf und Messendorf, in dem weiträumigen Staublehmgebiet an der Südost-Abdachung der Alpen gelegen, und zwar Groß-Petersdorf in rund 320 m Höhe am Rande des Tales der Pinka, Messendorf aber in etwa 370 m Höhe am Ostrande des „Grazer Feldes". Abgesehen von jüngeren Terrassensedimenten und vom Tertiär stehen dort nahe den Aufschlüssen kristalline Gesteine (Groß-Petersdorf), sowie in größerer Entfernung altpaläozoische Grauwacken und Schiefer an (Messendorf).

Die erwähnten Lößprofile schließen im wesentlichen den jüngsten Teil der pleistozänen Sedimente auf (Abb. 2). Alle Profile werden durch eine Reihe fossiler Böden gegliedert, deren Altersstellung lebhaft umstritten ist. Am auffallendsten tritt ein sehr kräftig entwickelter Boden unter einer meist recht mächtigen Lößlage hervor, der in Abhängigkeit von der Klimaprovinz, in der er gebildet worden ist, heute als Rest einer Braunerde bzw. einer Parabraunerde oder als Rest eines Pseudogleys zu beobachten ist. Aus einem Vergleich der bodentypologischen Ausbildung dieses fossilen Bodens mit den in den betreffenden Gebieten gegenwärtig entwickelten

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Böden schloß FINK (u. a. 1956, 1960), daß es sich hierbei um die Bildung eines Interglazials handeln müsse.

In der „trockenen Lößlandschaft", so besonders in Oberfellabrunn und in Stillfried, folgen im Hangenden dieses kräftigen fossilen Bodens zwei oder drei Humuslagen, die durch mehr oder weniger mächtige Lößlagen voneinander getrennt sind. In den feuchteren Lößprovinzen fallen diese Humuslagen gänzlich aus, oder sie sind doch nur sehr schwach entwickelt. Vielmehr liegen hier auf dem fossilen Boden mächtige Schichten eines plattigen, verflossenen Lösses. Die Abfolge des liegenden fossilen Bodens und der hangenden zwei oder drei Humuslagen ist in der Literatur unter der Bezeichnung des „Fellabrunner Komplexes" (BRANDTNER 1954), bzw. des „Stillfrieder"-Komplexes (FINK, 1956) bekannt geworden; diejenige des fossilen Bodens und der hangenden Schwemmlößlagen der feuchteren Landschaften wird aber als „Linzer Komplex" bezeichnet.

Wie erwähnt, sieht FINK (u. a. 1960), neuerdings auch WOLDSTEDT (1962), den stark ausgebildeten fossilen Boden als Ausdruck eines Interglazials an, bei dem es sich wegen der Lage der Profile im Gelände nur um das letzte Interglazial (Eem) handeln kann. Die hangenden Humushorizonte stellen aber nach FINK (1960) Anzeichen frühglazialer Wärmeschwankungen der Letzten Eiszeit dar. Demgegenüber machten u. a. GROSS (etwa 1960 a und b, 1962/63), BRANDTNER (1956) und WOLDSTEDT (1960) geltend, daß der „Fellabrunner" Komplex („Stillfrieder-Komplex", jetzt meist als „Stillfried A" bezeichnet) das Äquivalent eines bedeutenden Interstadials („Göttweig Interstadial") der Letzten Eiszeit sein müsse, das von ungefähr 47.000 bis etwa 30.000 vor heute gedauert habe. Früher habe ich bereits zeigen können (FRENZEL, 1964), daß die in den verschiedenen Horizonten des „Fellabrunner-Komplexes" bei Oberfellabrunn enthaltene Pollenflora in wesentlichen Zügen mit der Pollenflora des ausgehenden letzten Interglazials (Eem) und der ersten Wärmeschwankungen der Letzten Eiszeit (Interstadiale von Amersfoort und Brørup) verglichen werden kann, so daß auch auf pollenanalytischem Wege geschlossen werden muß, daß mindestens der „Fellabrunner Komplex" von Oberfellabrunn, damit aber auch der „Stillfrieder" Komplex in Stillfried und in benachbarten Lößprofilen, nicht aus dem „Göttweig Interstadial" datiert, sondern aus warmzeitlichen Bildungen zusammengesetzt ist, die sowohl das letzte Interglazial, wie auch die beiden ersten Wärmeschwankungen der Letzten Eiszeit umfassen.

Entsprechende Pollenanalysen des fossilen Bodens der feuchteren Löß-Landschaften stehen noch aus. Es sei aber darauf hingewiesen, daß der fossile Boden des Hohlweges Furth-Göttweig, der dem „Göttweiger Interstadial" den Namen gegeben hat, tatsächlich nicht, wie bisher angenommen worden ist, nur in einer mächtigen Lößlage entwickelt ist, sondern daß er an anderen Stellen, die im Gelände an einer neuen Aufschlußwand lückenlos mit dem bisherigen Vorkommen innerhalb des mächtigen Lößpaketes verknüpft werden können, auch die obersten Horizonte der riß-eiszeitlichen Hochterrasse erfaßt hat, so daß auch hier an seiner Datierung als Bildung des letzten Interglazials kaum zu zweifeln ist (vgl. hierzu jedoch REMY, 1963). Die geschilderten Befunde legen nahe, dem Vorschlage von FINK

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

zu folgen, d. h. den mächtigen fossilen Boden (Braunerde, Parabraunerde, Pseudogley) als Ausdruck des letzten Interglazials anzusehen und den gesamten Abschnitt, der mit der jüngeren Fließerdebildung bzw. mit der ersten Lößbildung in den trockeneren Landschaften begonnen hat und der bis zum Ende des Spätglazials gedauert hat, als Letzte Eiszeit zu betrachten. Der Löß, auf dem der erwähnte mächtige fossile Boden gebildet worden ist, datiert aber meist aus der Riß-Eiszeit.

In einem jüngeren Abschnitt, und zwar vor etwa 35.000 bis 25.000 Jahren (KLIMA und KUKLA, 1961) ist die Letzte Eiszeit erneut von einem Interstadial unterbrochen worden, dem „Paudorf"- oder „Stillfried B"-Interstadial. Die Fragen der Wiederbewaldung während dieses Interstadials sind bereits früher erörtert worden (FRENZEL, 1964). Es soll daher hierauf jetzt nicht weiter eingegangen werden. Vielmehr stehen im Vordergrund des Interesses der vorliegenden Arbeit diejenigen Vegetationstypen, die während der Löß-Akkumulation nach dem „Stillfried-B"-Interstadial (im Folgenden als „Jüngster Löß" bezeichnet) am Ostrande der Alpen verbreitet waren, wie aber auch diejenigen, die zur Zeit der starken Löß-Bildung zwischen dem Brørup-Interstadial und dem Stillfried-B-Interstadial („älterer Löß") in dem betrachteten Gebiet geherrscht hatten. Außerdem werden die offenen Vegetationstypen des ersten Teiles der Letzten Eiszeit, vom Ende des Eem-Interglazials bis zum Ende des Brørup-Interstadials betrachtet („frühglazialer Würm-Löß"), und die Untersuchungen werden zum Vergleich auch auf die Lösse der Riß-Eiszeit ausgedehnt.

Das Ausmaß der Bewaldung während der Lößbildung der Letzten Eiszeit.

Die intensivste Löß-Akkumulation fand in Niederösterreich während der Letzten Eiszeit zwischen dem Brørup- und dem Stillfried-B-Interstadial einerseits, und in der Zeit nach dem Stillfried-B-Interstadial andererseits statt. Außerdem sind jedoch in dem betrachteten Gebiet auch schon während der ersten Kälteeinbrüche der Letzten Eiszeit, nämlich zwischen dem Ende des Eem-Interglazials und dem Ende des Brørup-Interstadials, Lösse akkumuliert worden. Aber die Pollenflora dieser relativ geringmächtigen Lößlagen ist während der Interstadiale von Amersfoort und Brørup mit der Pollenflora interstadialer, subalpiner Nadelwälder sekundär bei der Bodenbildung vermischt worden, so daß aus den Baumpollenspektren der erwähnten Lößlagen nicht mehr das Ausmaß der zur Zeit der Lößbildung möglicherweise vorhandenen Gehölze rekonstruiert werden kann. Während der beiden zuerst genannten bedeutenden Löß-Zeiten sind jedoch so mächtige Löß-Decken akkumuliert worden, daß ein großer Teil von ihnen durch die nachträgliche Durchwaschung (Percolation) jüngerer Baumpollen des Postglazials oder des Stillfried-B-Interstadials nicht mehr beeinträchtigt worden ist. Diese unbeeinflußten Löß-Schichten vermögen Aufschluß über das Ausmaß der Bewaldung während der Löß-Phasen zu geben.

Wie aus Abb. 3 ersichtlich ist, war das heutige Weinviertel während der beiden betrachteten Löß-Phasen die Domäne der offenen Vegetation, denn ein Anteil der Nichtbaumpollen (NBP) von 98,2% an der gesamten

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Sporomorphen-Summe des jüngsten Lösses in Stillfried oder ein NBP-Anteil von 89,7% im älteren Löß von Stillfried, bzw. von 94,1% in Oberfellabrunn und von 84,5% in Aigen lehrt, daß das Gebiet in den betrachteten Zeiten waldfrei gewesen ist. Hierbei muß berücksichtigt werden, daß bei Berechnung der Pollenprozentwerte diejenigen Pollentypen nicht mitgezählt worden sind, bei denen der Verdacht besteht, sie könnten in Antheren-Bruchstücken in den Löß gelangt sein. Deshalb sind auch die Ergebnisse einer Pollenanalyse des jüngsten Lösses von Aigen nicht aufgeführt; denn die hohe Zahl von etwa 37.000 Pollenkörnern pro Deckglas (18 × 18 mm),

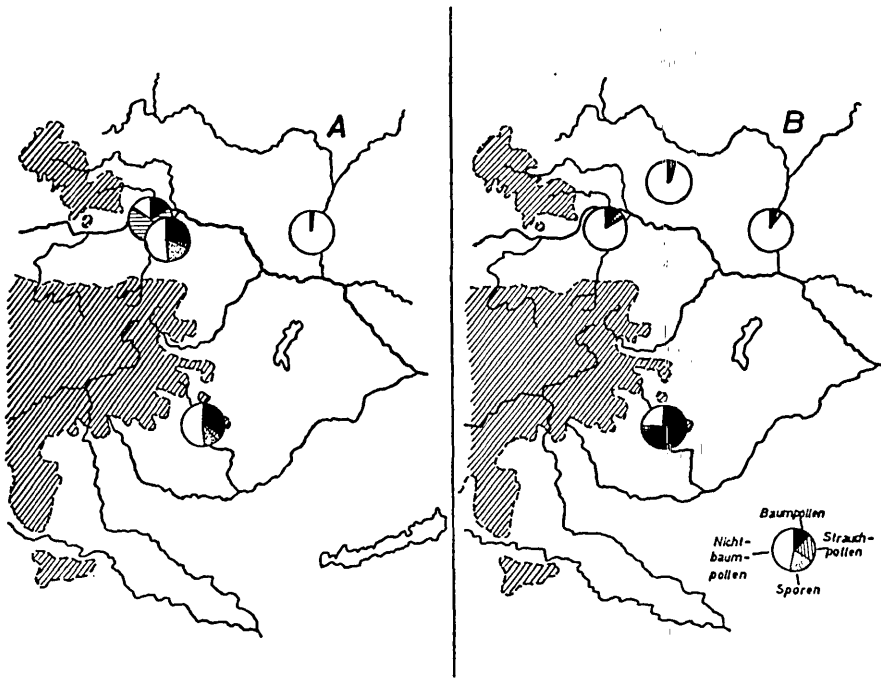

Abb. 3 Anteil der Baumpollen, Strauchpollen, Sporen und Nichtbaumpollen an der gesamten Sporomorphen-Summe der untersuchten Profile im älteren Würm-Löß (B) und im jüngsten Würm-Löß (A).

die im wesentlichen nur aus 3 Typen von Rosaceenpollen bestand, läßt eine solche Verunreinigung vermuten. Bei einem Vergleich des NBP-Anteils der Pollenspektren von Aigen (Abb. 3 B) mit denen von Oberfellabrunn und Stillfried fällt auf, daß der Baumpollen (BP)-, Strauchpollen (StP)- und Sporen-Anteil in Aigen während der älteren Löß-Phase höher war als in den beiden Profilen des Weinviertels. Es wird offenbar hiermit eine Tendenz angedeutet, die bei den beiden übrigen Profilen, nämlich denen von Paudorf und Groß-Petersdorf, wesentlich deutlicher hervortritt. Denn in den beiden zuletzt genannten Lokalitäten ist der Anteil der NBP stark zu

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Gunsten der Sporomorphen der Wald- und Gehölzvegetation zurückgegangen, und zwar in einem solchen Maße, daß für die ältere Lößperiode bei Groß-Petersdorf [2]) ein Waldrefugium angenommen werden muß (NBP 25.2%, BP 69.8%, StP 3.7%; Sporen 1.3%), in dem *Pinus* Sect. *Diploxylon* (43.2%), *Pinus Cembra* (33.3%) und *Picea Abies* (15.2%) (vgl. Zähltabelle) Zuflucht gefunden hatten, zusammen mit *Rhamnus Frangula, Berberis, Evonymus* und *Larix*. Dieses Waldland dürfte aber nur von lokaler Bedeutung gewesen sein, denn schon während der vorausgegangenen frühglazialen Fließerdezeit waren bei Graz keine Wälder mehr festzustellen (BP bei Messendorf: 6.8%). Es ist recht interessant, daß das erwähnte Waldrefugium bei Groß-Petersdorf in abgeschwächter Form an derselben Stelle auch noch während der Löß-Phase nach dem Stillfried B-Interstadial bestanden hat (BP 32,1%, NBP 53,1%). Wie schon bei Aigen angedeutet worden ist, scheint aber auch am Nordostrand der Alpen die Beteiligung der Gehölzvegetation an der gesamten damaligen Pflanzenwelt höher als im Flachland gewesen zu sein. Hierauf deuten besonders die niedrigen NBP-Werte der jüngsten Löß-Phase bei Paudorf hin (Abb. 3 A). In der ersten untersuchten Probe dieser Lokalität war der Anteil der Strauchpollen durch *Salix* stark überbetont worden (Abb. 3 A, oberes Sektorendiagramm). Die zweite Probe ungefähr desselben Horizontes dieser Lokalität (Abb. 3 A, unteres Sektorendiagramm) lehrte jedoch, daß in dem betrachteten Gebiet auch dann der Gehölzanteil relativ hoch gewesen ist, wenn von den lokal und wohl auch nur kurzfristig auftretenden Weidengebüschen abgesehen wird.

In Paudorf, Aigen und Groß-Petersdorf wurde die Hauptmenge der BP und der StP von anemogamen Pflanzen geliefert (vgl. Zähltabelle). Hieraus ableiten zu wollen, diese Gehölz-Pollenflora verdanke ihren Nachweis nur dem Ferntransport aus abgelegenen eiszeitlichen Waldrefugien, dürfte aber nicht richtig sein, und zwar einerseits wegen des nur sehr geringen NBP-Anteils in Paudorf und Groß-Petersdorf und andererseits deswegen, weil die Lokalitäten mit relativ hohem Gehölzpollen-Anteil bei der vorliegenden Untersuchung nur am Gebirgsrande vorkommen, wo aus lokalklimatologischen Gründen das Überdauern einer Waldvegetation an geschützten Standorten gut denkbar ist. Es muß daher angenommen werden, daß dem gehölzfreien Lößgebiet des heutigen Weinviertels während der hochglazialen Löß-Phasen in der Letzten Eiszeit lokale Haine und Baumgruppen am Gebirgsrande gegenüber gestanden haben, die sich am Südost-Ende der Alpen (im Tal der Pinka bei Groß-Petersdorf) während der älteren Löß-Phase zu einem größeren Waldrefugium zusammengeschlossen hatten, das in der zweiten Löß-Phase allerdings stark aufgelichtet worden war.

Die BP-Flora der Gehölzvegetation in den Profilen am Rande des Gebirgsabfalls ist im wesentlichen von *Pinus* Sect. *Diploxylon, P. Cembra* und von *Picea Abies* geliefert worden, zu denen stellenweise noch *Betula, Salix, Alnus* und *Corylus* traten. Im Allgemeinen blieb der Anteil der *Betula*- und *Salix*pollen gering. In der zunächst untersuchten Probe des jüngsten Lösses in Paudorf erreichten aber die Pollen der beiden zuletzt genannten

[2]) FINK (mdl. Mitteilung) hält es neuerdings für möglich, daß dieser Löß schon während der Riß-Eiszeit gebildet worden ist.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Gattungen außerordentlich hohe Werte (*Betula* 82,2%; *Salix* 424,0%). Es ist denkbar, daß der größte Teil dieser Pollen nicht von den baumförmigen Birken und von den höherwüchsigen Weiden geliefert worden ist, sondern von Arten der Zwergstrauchheiden. Leider sind die größenstatistischen und pollenmorphologischen Merkmale, die gegenwärtig zur Bestimmung von *Betula nana*-Pollen verwandt werden (ANDERSEN, 1961; TERASMAE, 1951; OŠURKOVA, 1959), nicht zuverlässig genug, um eine sichere Unterscheidung zu ermöglichen. Immerhin fällt auf, daß ein großer Teil der *Betula*-Pollen der erwähnten Probe die nach TERASMAE (1951) für *Betula nana* charakteristischen morphologischen Merkmale besitzt. Auf das damals mögliche Vorkommen von *Betula nana* bei Paudorf deutet ebenfalls hin, daß einer der in derselben Probe beobachteten *Salix*-Pollentypen große morphologische Ähnlichkeiten zu Pollen von *Salix phylicifolia*, *S. retusa* und *S. reticulata* aufweist, wie der Vergleich mit den zur Verfügung stehenden rezenten *Salix*-Pollen lehrt. Es soll hiermit nicht behauptet werden, daß die genannten Arten während der jüngsten Lößzeit bei Paudorf vorgekommen seien; aber es muß mit der Möglichkeit gerechnet werden, daß neben den damals dort verbreiteten offenen Vegetationstypen und neben den kleineren Gehölzen auch stellenweise Zwergstrauchheiden und niedrige Weidendickichte entlang der feuchten Niederungen dieses Hügellandes vorgekommen sind. Möglicherweise vergleichbare Zwergstrauchheiden und Birken-Weidengebüsche stockten vielleicht während der älteren Löß-Phase an feuchten Stellen in der Umgebung der Profilstellen von Oberfellabrunn und Stillfried, denn ein großer Teil des außerordentlich geringen BP- und StP-Anteils der erwähnten Lokalitäten wird von *Betula* und *Salix* gestellt (Oberfellabrunn: *Betula* 57,6%; *Salix* 45,5%; Stillfried: *Betula* 21,0%; *Salix* 10,5%).

Das Verhältnis der österreichischen Löß-„Steppen"-Vegetation zu derjenigen der im Osten anschließenden Lößgebiete.

Früher habe ich darauf aufmerksam gemacht (FRENZEL, 1964), daß die Vegetation der letzteiszeitlichen nord-eurasiatischen Lößsteppen auf Grund der im russischen Raum bisher durchgeführten Pollenanalysen in zwei Typen gegliedert werden kann: In der nördlichen Formation war unter den NBP *Artemisia* mit 25—50% als wichtigste Gattung vertreten. Zu ihr gesellten sich verschiedene Chenopodiaceen mit einem Pollen-Anteil von ungefähr 20—25%. Der Rest der Nichtbaumpollen-Summe wurde von Gramineen, verschiedenen Kräutern und recht wenigen Cyperaceen gestellt. Im südlichen Typ überwog hingegen der Anteil der Chenopodiaceen bei weitem (ungefähr 50% der NBP-Summe); *Artemisia* war nur mit 20% bis maximal 25% vertreten. Schließlich folgten noch verschiedene Kräuter und Gramineen. Die erwähnten Pollenspektren gaben den Zustand des Höhepunktes der Letzten Eiszeit wider, d. h. in der Regel den Abschnitt nach dem Stillfried-B-Interstadial. Es fällt auf, daß das NBP-Spektrum gleichalter Sedimente in Stillfried von dem eben skizzierten Bilde deutlich durch das fast völlige Fehlen der Artemisien, eine nur sehr geringe Beteiligung der Chenopodiaceen und der Gramineen, aber durch einen außerordentlich

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

hohen Anteil verschiedener Kräuterpollen abwich. Die sich aus diesem unterschiedlichen Verhalten ergebende Frage, wie weit die offene Vegetation des ost-österreichischen Lößgebietes von derjenigen der weiter im Osten gelegenen Löß-Steppen insgesamt unterschieden gewesen sei, kann bei dem jetzt vorliegenden Material beantwortet werden (Abb. 4).

Werden zunächst die beiden wichtigsten Löß-Phasen der Letzten Eiszeit betrachtet (Abb. 4 A, B), dann zeigt sich, daß mit Ausnahme des Lösses der älteren Löß-Phase bei Aigen alle untersuchten Typen der offenen Vegetation Österreichs durch das nahezu vollständige Fehlen der Artemisien und der Chenopodiaceen, bei gleichzeitig sehr hohem Anteil der Kräuterpollen und der Pollen der *Gramineae* gegenüber den eingangs erwähnten nordeurasiatischen letzteiszeitlichen Steppen-Typen unterschieden waren. Derselbe Sachverhalt trifft auch zu für diejenigen Lösse, die in weiten Teilen der ost-österreichischen Lößgebiete während der anfänglichen Phase der letzteiszeitlichen Lößbildung akkumuliert worden sind (Profile von Paudorf und Oberfellabrunn; Abb. 4 C), wie aber auch für den jüngsten rißeiszeitlichen Löß bei Oberfellabrunn (Abb. 4 D, oberes der beiden Sektorendiagramme) und für einen wesentlich älteren Löß bei Weinsteig (Abb. 4 D). Hieraus wird ersichtlich, daß die offene Vegetation des Untersuchungsgebietes in großen Bereichen und während mehrerer Phasen der pleistozänen Löß-Akkumulation in wesentlichen Zügen von der Löß-Steppenvegetation der im Osten anschließenden weiträumigen Lößgebiete abgewichen ist.

Neben dem erwähnten Typ der österreichischen offenen Vegetation trat aber bisweilen noch ein zweiter Typ auf, der durch den hohen Anteil der *Artemisia*-Pollen an die östlicheren Typen erinnerte, von ihnen jedoch durch das völlige oder nahezu völlige Fehlen der Chenopodiaceenpollen unterschieden war. Es ist interessant, zu beobachten, daß dieser Typ meist am Rande des Gebirges oder in der Hügelzone aufgetreten ist (Messendorf, Abb. 4 C, D; Senftenberg, Abb. 4 C [3]); Aigen, Abb. 4 B), wohingegen im Flachland der zuerst skizzierte Typ der vorwiegend aus verschiedenen Kräutern und Gramineen zusammengesetzten offenen Vegetation vorgeherrscht zu haben scheint.

Es liegt nahe, in der erwähnten Gliederung der offenen Vegetation Nord-Eurasiens — von einem durch Chenopodiaceen und Artemisien bestimmten Typ der südlichen Lößlandschaften im Inneren des Kontinentes; über einen durch Artemisien, Chenopodiaceen und verschiedene Kräuter gekennzeichneten nördlichen Typ, der nach Südwesten bis in das Mündungsgebiet der Donau vorgestoßen war (Karte bei FRENZEL, 1964); und einen im wesentlichen von verschiedenen Kräutern und Gramineen aufgebauten Typ in den ost-österreichischen Flachländern bis hin zu den durch Artemi-

[3]) Der in seiner Datierung so lebhaft umstrittene fossile Boden in Senftenberg (GROSS 1962/63; FELGENHAUER, FINK und DE VRIES, 1959) wies in der einen bisher untersuchten Probe einen BP-Wert von 3,1% aller gezählten Sporomorphen auf. Thermophile Pflanzen waren nicht unter den BP vertreten. Daher möchte ich hier diesen Boden unter Vorbehalt als Bildung einer der Wärmeschwankungen zu Beginn der Letzten Eiszeit ansehen. Es ist allerdings auch denkbar, daß die arme BP-Flora den Zustand am Ende des Letzten Interglazials widerspiegelt.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

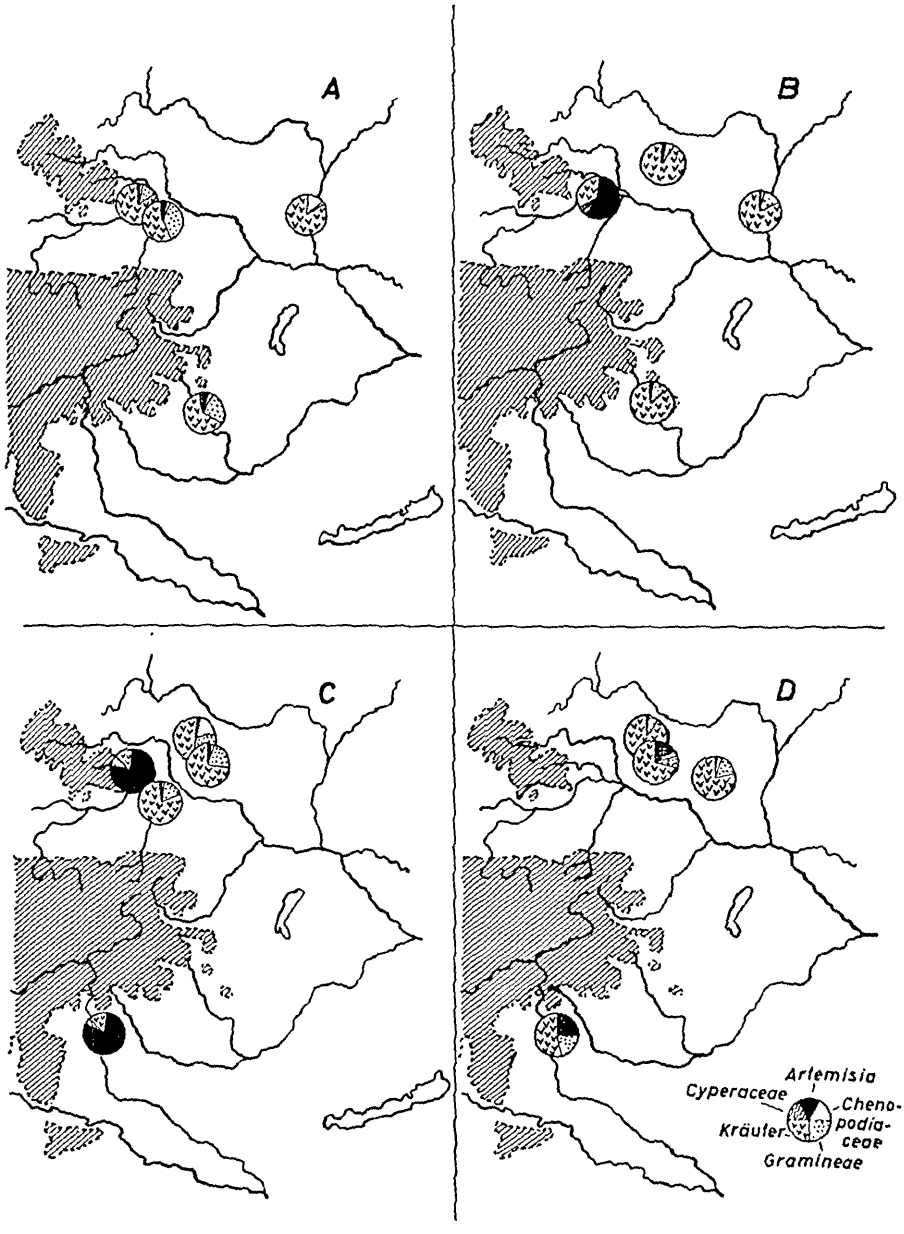

Abb. 4 Anteil einiger wichtiger *Nichtbaumpollen*-Typen an der gesamten NBP-Summe im jüngsten *Würm*-Löß (A), im älteren Würm-Löß (B), im frühglazialen *Würm*-Löß (C) und im Riß-Löß (D).

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

sien und verschiedene Kräuter bei nahezu vollständigem Fehlen der Chenopodiaceen charakterisierten Typ der Hügelzone am Ostrande der Alpen und des Böhmer Waldes — einen Ausdruck der damaligen Abstufung des Klimas von dem hochkontinentalen Bereich im Inneren des Kontinentes bis zu den ozeanischer getönten Klimaten am Ostrande der Alpen zu erblicken. Sollte diese Annahme zutreffen, dann wäre zu vermuten, daß die österreichische offene Vegetation möglicherweise viel stärkere Beziehungen zu den heutigen Tundren aufgewiesen hat, als die Löß-Steppen-Vegetation der damals hochkontinentalen Bereiche. In dieselbe Richtung weist die Ähnlichkeit der auf Abb. 4 dargestellten, an *Artemisia*-Pollen armen Spektren mit denjenigen der rezenten Tundren hin, die vorwiegend aus verschiedenen Kräutern und Gramineen, bei allerdings recht hohem Anteil der Cyperaceen, aufgebaut werden.

Die Typen der offenen Vegetation.

Eine relativ kleinräumige Analyse der ehemaligen Vegetation stößt auf große Schwierigkeiten. Denn, abgesehen von der eingangs erwähnten Störung der Pollenspektren durch größere Pollenmassen einer Art, ist hierbei zu berücksichtigen, daß das ökologische Verhalten der einzelnen Sippen, damit aber auch ihr Zusammenschluß zu bestimmten Pflanzengemeinschaften, wegen des ehemals abweichenden Angebots an Konkurrenten von den heutigen Verhältnissen verschieden gewesen sein kann. Die Annahme eines Zusammenschlusses der pollenanalytich ermittelten Sippen zu betimmten Pflanzengemeinschaften, etwa vom Typ heutiger Tundrengesellschaften, von Salzsteppen oder von *Bromus erectus*-Rasen darf daher nur als Hinweis auf damals mögliche Pflanzengruppierungen betrachtet werden. Immerhin wird die Sicherheit der Rekonstruktionen erhöht, wenn, wie es im vorliegenden Falle geschehen ist, die Folgerungen auf einem Vergleich möglichst großer Sippenzahlen beruhen, nicht aber auf dem Auftreten oder Fehlen einer oder weniger Arten. Wie erwähnt, hatte BÜDEL (1949) für das Untersuchungsgebiet „Löß-Tundren" und „Löß-Steppen" angenommen, und aus den eben dargestellten Pollenspektren könnte gleichermaßen vermutet werden, daß in dem betrachteten Gebiet Pflanzengemeinschaften verbreitet gewesen sind, die mit den heutigen Tundren verglichen werden dürfen. Um die Richtigkeit dieser Vermutung prüfen zu können, ist in Abb. 5 der prozentuale Anteil der Sippen heutiger Tundren und alpiner offener Vegetationstypen an der gesamten Artenzahl der Krautschicht innerhalb der einzelnen Lößhorizonte dargestellt. Als Pflanzen heutiger Tundren und alpiner Pflanzengemeinschaften gelten hier:

Juniperus, Cornus suecica, Empetrum nigrum, Salix polaris, Typ *Salix phylicifolia-retusa-reticulata, Thalictrum* cf. *alpinum, Helianthemum oelandicum*-Typ, *Gentiana Campestris*-Typ, *Oxyria digyna, Koenigia islandica, Polygonum Bistorta, Polemonium, Dryas octopetala, Saxifraga* cf. *oppositifolia*-Typ, *Botrychium, Selaginella selaginoides, Lycopodium Selago, L. alpinum.*

Wie aus Abb. 5 hervorgeht (vgl. auch die Zähltabelle), beträgt der Anteil der Tundren-Arten in der Regel ungefähr 10%, und nur in seltenen

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

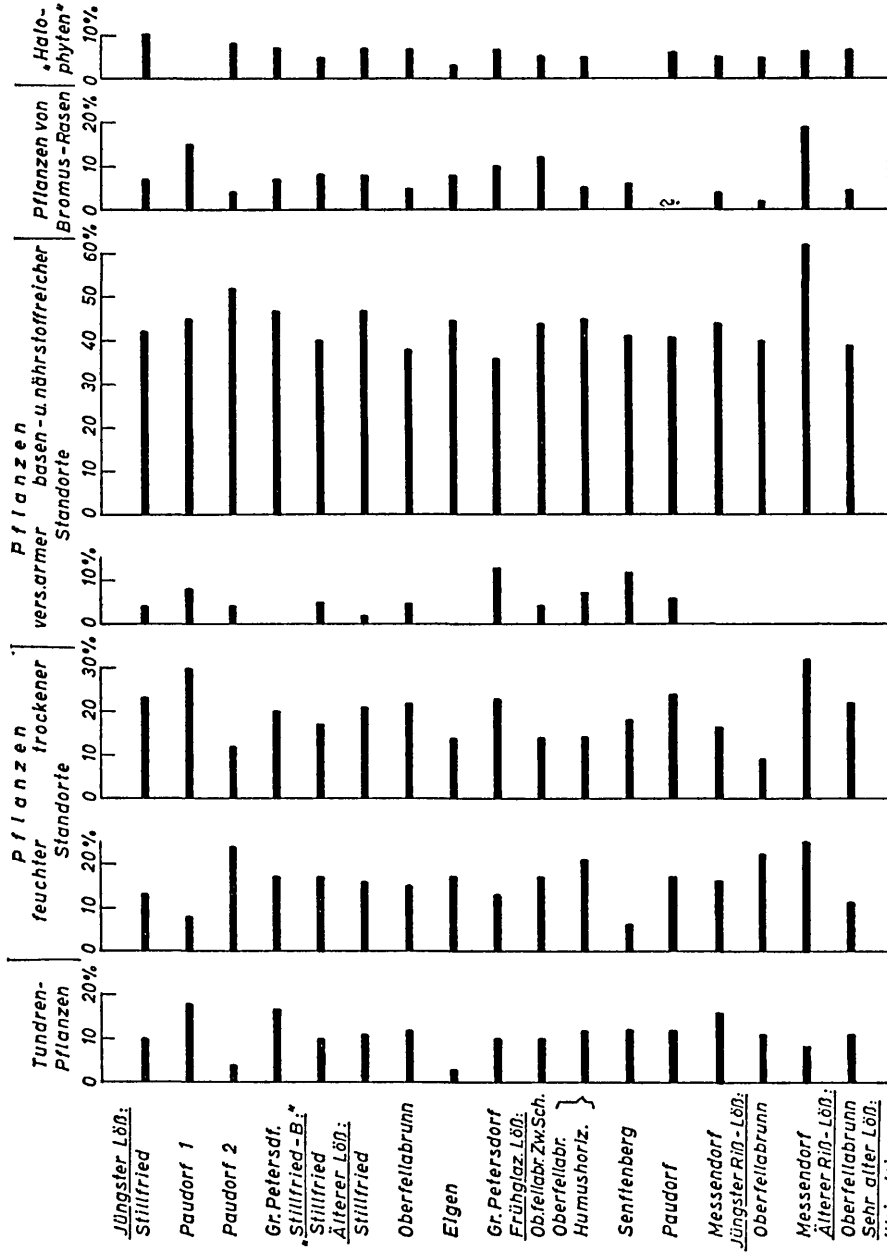

Abb. 5 Prozentualer Anteil von Arten heutiger Tundren, von *Bromus*-Trockenrasen, sowie von versalzenen, feuchten, trockenen, versauerten-armen und basen- und nährstoffreichen Standorten an der gesamten Zahl der Formentypen krautiger Pflanzen in den untersuchten Löß-Horizonten.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Fällen werden Werte von fast 20% erreicht (Jüngster Löß: Paudorf 1, Groß-Petersdorf; frühglazialer Würmlöß: Messendorf; sehr alter Löß bei Weinsteig). Es ist denkbar, daß ein größerer Teil der nicht näher bestimmten Pollen, etwa der *Gramineae*, der *Rosaceae*, der *Cruciferae*, der *Ranunculaceae* u. a., tatsächlich ebenfalls von Tundrenpflanzen geliefert worden ist. Dieselbe Möglichkeit trifft aber auch für Angehörige anderer Pflanzengemeinschaften zu, so daß mit dieser Annahme hier nicht gerechnet werden sollte.

Von den genannten „Tundren"-Pflanzen kommen am häufigsten vor: *Juniperus* und *Oxyria* (in je 12 der 18 untersuchten Horizonte), *Cornus suecica* (an 7 der 18 untersuchten Stellen), sowie *Gentiana Campestris*-Typ, *Botrychium* und *Selaginella selaginoides* (an 6 der 18 untersuchten Stellen). Die übrigen Vertreter heutiger Tundren oder alpiner offener Vegetationstypen treten nur ganz vereinzelt und dann auch nur mit sehr geringen Pollenprozentwerten auf. Das trifft auch für *Empetrum, Calluna* und andere *Ericaceae* zu, so daß, vielleicht mit der einzigen Ausnahme von Groß-Petersdorf (älterer Würm-Löß), wo ein Pollenkorn von *Calluna* und 2 Pollenkörner von *Empetrum* gefunden worden sind, sicher nicht damit gerechnet werden darf, daß Ericaceen-Zwergstrauchheiden der heutigen Tundra oder der alpinen Zone vorhanden waren. Es muß darüber hinaus sogar wegen der geringen Artenzahl, der unbedeutenden Sporomorphen-Summe und dem unregelmäßigen Auftreten der erwähnten Arten angenommen werden, daß die nachweisbaren heutigen „Tundren"-Pflanzen damals keine den heutigen Tundren oder den alpinen Matten vergleichbare Pflanzengemeinschaften nennenswerten Ausmaßes gebildet haben.

Der geringe Anteil der Tundrenpflanzen kann sicher nicht seine Ursache in etwa zu hohen Temperaturen gehabt haben, denn die häufigen Solifluktionslagen in den Lössen am Gebirgsrande und die gleichalten, durch den Dauerfrostboden verursachten Deformationen älterer Sedimente dieses Raumes, so etwa der „Gänserndorfer Terrasse" nördlich von Wien (FINK, 1955) und weiter Teile des angrenzenden ungarischen Flachlandes (PECSI, 1963), zeigen klar, daß die Winter- und Jahresmitteltemperaturen außerordentlich niedrig gewesen sein müssen.

Wie aus den Gebieten heutiger Lößbildung bekannt ist, findet die Akkumulation dieses äolischen Sediments unter einem recht trocken-kalten Klima statt. Es könnte daher vermutet werden, daß das Substrat für ein stärkeres Vorkommen der Tundrenpflanzen nicht feucht genug war. Es ist jedoch zu berücksichtigen, daß die hier untersuchten Lößprofile ausnahmslos an Abhängen zu Tälern oder gar in Muldenlage aufgeschlossen sind. Außerdem geht aus Abb. 5 hervor, daß der Anteil derjenigen Pflanzen, die ein feuchtes Substrat anzeigen, in den Lössen nicht sehr viel geringer ist als der Anteil derjenigen Arten, die gegenwärtig für trockene Standorte charakteristisch sind[4]). Hieraus kann abgeleitet werden, daß an den betrachteten Stellen

[4]) Als Pflanzen feuchter Standorte gelten in dieser Zusammenstellung: *Serratula*-Typ, *Thalictrum, Eu-Rumex, Rumex Acetosa, Oxyria, Koenigia islandica, Polygonum Persicaria, P. Convolvulus/Dumetorum, P. Bistorta, Montia fontana, Plantago maior, Pl. lanceolata, Pl. maritima, Polemonium, Urtica dioica, Sanguisorba officinalis,* cf. *Cochlearia, Triglochin, Colchicum,* cf. *Crocus,*

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

lokal der Wasserhaushalt des Bodens nicht so ungünstig gewesen sein dürfte, daß das Auftreten der heutigen Tundren-Pflanzen aus diesem Grunde unmöglich geworden sei.

Das Fehlen der Ericaceen-Zwergstrauchheiden hängt aber wahrscheinlich damit zusammen, daß das Substrat in der Regel viel zu basen- und nährstoffreich gewesen ist, und daß demgegenüber der Anteil versauerter, armer Substrate in den Hintergrund getreten ist.

Dieser Sachverhalt wird aus Abb. 5 deutlich, wobei hier unter Pflanzen saurer, verarmter Substrate zusammengefaßt sind: *Ericaceae* indet., *Calluna, Empetrum nigrum, Arnica*-Typ, *Gentiana Campestris*-Typ, *Rumex Acetosella, Pteridium aquilinum, Lycopodium Selago, L. clavatum, L. annotinum, L. alpinum.* Ihnen stehen gegenüber als Pflanzen basen- und nährstoffreicher Substrate: cf. *Bromus, Hordeum murinum/nodosum, Artemisia, Chenopodiaceae, Centaurea Jacea, C. Cyanus, C. Scabiosa, Helianthemum* sp., *H. oelandicum*-Typ, *Filipendula, Thalictrum, Erodium, Dianthus, Sagina, Spergularia, Viscaria, Eu-Rumex, Rumex Acetosa, Polygonum Persicaria, P. Convolvulus/Dumetorum, P. Bistorta, Koenigia islandica, Plantago maior, Pl. media, Pl. lanceolata, Pl. maritima, Polemonium, Ranunculus arvensis, Urtica dioica, U. urens, Sanguisorba officialis, S. minor, Dryas,* cf. *Cochlearia*[5]), *cf. Biscutella, Crambe, Papaveraceae, Triglochin, Linum catharticum, Linaceae* indet., *Galeopsis, Onosma, Rubiaceae, Colchicum,* cf. *Crocus, Saxifraga* cf. *granulata, S.* cf. *oppositifolia*-Typ, *Crassulaceae, Lotus, Trifolium aureum, Tr.* cf. *alpestre, Tr.* cf. *dubium,* Tr. cf. *repens, Anthyllis Vulneraria, Oxytropis, Ononis, Astragalus,* cf. *Phaca, Athyrium, Cystopteris, Dryopteris* cf. *cristata, Polypodium vulgare, Selaginella selaginoides, S. helvetica.*

Lediglich an wenigen Stellen, so in Groß-Petersdorf, Senftenberg und in Weinsteig, wo von den benachbarten Hügeln her eine Vermischung des angewehten Lößstaubes mit anstehendem saueren Gestein denkbar ist, stieg der Anteil gegenwärtig besonders auf saueren, verarmten Substraten gedeihender Pflanzen auf mehr als 10% der Sippen der Krautschicht an. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß bei Groß-Petersdorf zu derselben Zeit, in der der Anteil der Pflanzen versauerter Substrate besonders hoch war (ältere Löß-Phase), ein subalpiner Nadelwald ein Refugium gefunden hatte, dessen Bedeutung in der jüngeren Löß-Phase zurückgegangen war, als dort in der Krautschicht auch keine Pflanzen heute armer oder versauerter Standorte mehr nachgewiesen werden konnten.

Wie bereits erwähnt, hatte NEHRING (1890) angenommen, daß die Eiszeiten jeweils von einer Tundren-Phase eingeleitet worden seien, an die sich

---

Trifolium cf. *dubium, Tr.* cf. *fragiferum, Athyrium, Cystopteris, Dryopteris* cf. *cristata, Lycopodium Selago, L. annotinum.* Als Vertreter der Pflanzen trockener Standorte werden hier angesehen: cf. *Bromus, Hordeum murinum/nodosum, Secale, Avena*-Typ, *Triticum*-Typ, *Artemisia, Chenopodiaceae, Centaurea Cyanus, C. Scabiosa, C. Jacea, Helianthemum* sp., *H. oelandicum*-Typ, *Erodium, Viscaria,* cf. *Dianthus, Verbascum, Onosma, Plantago media, Anemone*-Typ, *Ranunculus arvensis, Sanguisorba minor, Dryas,* cf. *Biscutella, Crambe, Teucrium, Crassulaceae, Saxifraga* cf. *oppositifolia*-Typ, cf. *Muscari, Trifolium* cf. *aureum, Tr.* cf. *alpestre, Oxytropis, Anthyllis Vulneraria, Ononis, Limonium.*

[5]) In mehreren Proben der Profile von Oberfellabrunn und Stillfried tritt ein tricolporoidater, reticulater Pollentyp auf, der in der früheren Arbeit (FRENZEL, 1964) noch nicht bestimmt werden konnte. Herr Priv. Doz. Dr. BEUG war so freundlich, diesen Pollentyp zu überprüfen. Hiernach handelt es sich um einen Cruciferenpollen, der unter Vorbehalt mit demjenigen von *Cochlearia* verglichen werden kann.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

die Löß-Phase anschloß. Bezüglich der Ausbildung der Sedimentarten hat die spätere Forschung immer wieder diese Ansicht bestätigt, falls unter einem Tundrenklima ein feucht-kaltes Klima verstanden wird, in dem Solifluktionserscheinungen die Hänge einebnen. In den bisher untersuchten Löß-Profilen tritt nur bei Messendorf oberhalb des vermutlich letztinter-

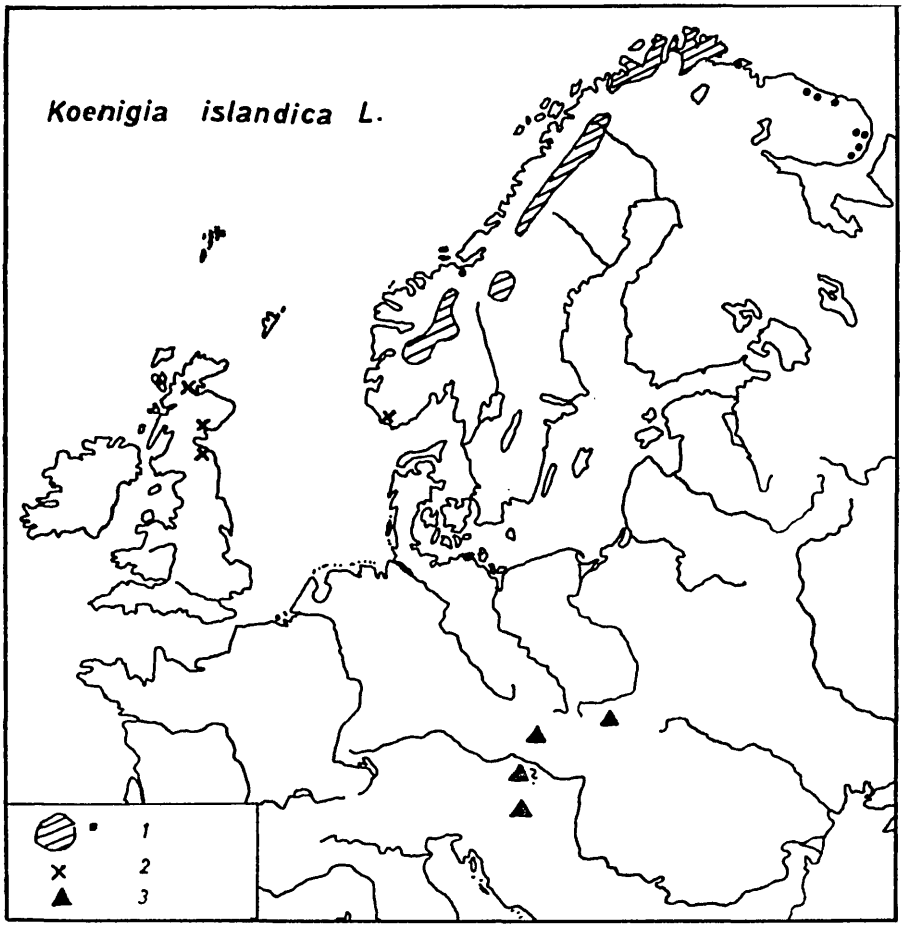

Abb. 6 Rezente, spätglaziale und hochglaziale Fundpunkte von *Koenigia islandica* L, in Europa.
1: heutiges Vorkommen; 2: spätglaziale Funde; 3: hochglaziale Funde.

glazialen Bodens eine mächtige Schwemmlößlage auf, die während der frühglazialen „Tundren-Phase" gebildet worden sein dürfte. Wie aus Abb. 5 ersichtlich wird, ist in diesem Horizont der Anteil der Tundrenpflanzen tatsächlich besonders hoch (16,0%), und es fällt weiterhin auf, daß hier neben *Dryas octopetala* und *Oxyria digyna* der Pollen der gegenwärtig an

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

feuchten, feinerdereichen Standorten der Subarktis gedeihenden *Koenigia islandica* (Abb. 6) gefunden worden ist[6]). Das NBP-Spektrum wird aber im Gegensatz zu den nur sehr geringen Mengen der erwähnten Tundren-Pflanzen von *Artemisia* bestimmt (82,1%), und zwar nur von einem Pollentyp, der möglicherweise das damalige Vorkommen von Vertretern der Sect. *Dracunculus* anzeigt. Eine derart starke Beteiligung von *Artemisia* an Pflanzengesellschaften der heutigen Tundrazone Nord-Eurasiens ist meines Wissens unbekannt, und zwar auch in den Gebieten, in denen gegenwärtig *Artemisia*-Steppen oder von *Artemisia* beherrschte Gesellschaften an Fluß- und See-Ufern innerhalb der Tundra häufig vorkommen, wie etwa in Nordost-Jakutien (vgl. ŠELUDJAKOVA, 1938; KARAVAEV, 1958) und auf der Taimyr-Halbinsel (ZAKLINSKAJA, 1961). So bestätigt auch dieser Schwemmlöß-Horizont bei Messendorf, daß es falsch wäre, generell für die frühglaziale feuchtere Phase der Letzten Eiszeit eine weite Verbreitung heutiger Tundren-Gesellschaften anzunehmen. Möglicherweise ist es viel richtiger, Äquivalente der Vegetation der frühglazialen „Tundren-Zeit" in den Hochgebirgssteppen der südsibirischen Gebirge zu suchen, in denen unter der vorherrschenden Steppenvegetation unter dem Einfluß des Dauerfrostes intensive Solifluktionserscheinungen die Hänge einebnen.

Unter den Gramineen-Pollen fallen bei den hier vorgelegten Untersuchungen sehr häufig Pollen vom Cerealia-Typ auf. Da alle Proben in einer Tiefe von mehreren Metern unter der heutigen Bodenoberfläche entnommen worden sind und da eine Verunreinigung der Proben durch gegenwärtig anfliegenden Blütenstaub vermieden worden ist, indem von der Aufschlußwand zunächst mehrere Dezimeter starke Lößpfeiler abgetragen worden sind, müssen die großen Gramineen-Pollen der eiszeitlichen offenen Vegetation entstammen. Eine Bestimmung der erwähnten Pollenkörner nach den von BEUG (1961) erarbeiteten Kriterien lieferte das folgende Ergebnis (Tabelle 1).

Aus der Aufstellung geht hervor, daß die Mehrzahl großer Gramineen-Pollen dem *Hordeum*-Typ angehört, zu dem nach BEUG (1961) die folgenden Arten zählen: *Hordeum distichon, H. vulgare, H. murinum, H. nodosum, H. maritimum, Glyceria fluitans, G. plicata, Bromus mollis, B. erectus, B. inermis, Elymus arenarius, Agropyron junceum, A. littorale, A. intermedium, A. caninum, Secale cereale* z. T. und *Triticum monococcum* z. T.

Welche der genannten Arten im Einzelfall vertreten gewesen sind, ist nicht mit Bestimmtheit zu sagen; als Hinweis kann aber gewertet werden, daß nicht nur verschiedentlich neben den Vertretern des *Hordeum*-Typs auch noch solche Pollenkörner vorhanden sind, die nach der Morphologie ihres Anulus zu *Bromus* gestellt werden müssen, sondern daß auch eine Reihe weiterer Pflanzen pollenanalytisch nachgewiesen werden kann, die heute vorzugsweise in Pflanzengemeinschaften gedeihen, die von *Bromus* bestimmt werden. Hierher zählen neben cf. *Bromus* und *Hordeum murinum*/

[6]) In Abb. 6 ist das rezente Areal von *Koenigia islandica* nach den Angaben von HULTEN (1950; Karte 630) dargestellt. Die spätglaziale Verbreitung ist nach HAFSTEN (1958), GODWIN (1956), KIRK und GODWIN (1963), DONNER (1960) eingetragen. Angaben über die hochglaziale Verbreitung finden sich bei KOPEROWA (1962) und in der vorliegenden Untersuchung (Zähltabelle).

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Tabelle 1

Formengruppen der Gramineen-Pollen vom Cerealia-Typ in den untersuchten Lößhorizonten, in Absolutwerten.

Horizont	Cerealia indet.	*Secale* Typ	*Avena* Typ	*Triticum*-Typ	*Hordeum*-Typ	*H. muri-num/ nodos.*	*Bromus*-Typ
Jüngster Löß:							
Stillfried	—	—	—	—	1	—	—
Paudorf 1	—	1	—	—	3	1	—
Paudorf 2	—	—	—	—	1	—	—
Groß Petersdorf	—	1	—	—	1	—	—
Stillfried-B-Interst.:							
Stillfried	8	2	—	1	31	1	4
Älterer Löß:							
Stillfried	—	—	1	—	2	1	—
Oberfellabrunn	—	—	1	1	3	1	3
Aigen	—	—	—	—	3	—	—
Groß-Petersdorf	—	—	—	—	2	—	—
Frühglazialer Würm-Löß:							
Oberfellabrunn, Zwischenschicht	1	—	—	3	6	—	1
Oberfellabrunn, unterer Humushoriz.	—	2	—	3	8	—	2
Senftenberg	—	—	—	—	—	—	1
Paudorf		nicht bestimmt					
Messendorf	—	—	—	—	1	—	—
Jüngster Riß-Löß:							
Oberfellabrunn		nicht bestimmt					
Messendorf	—	—	—	—	1	—	—
Älterer Riß-Löß:							
Oberfellabrunn	2	1	—	3	3	—	—
Sehr alter Löß:							
Weinsteig	—	—	1	—	3	—	—

nodosum noch *Centaurea Scabiosa, C. Jacea, Helianthemum, Viscaria, Plantago media, Sanguisorba minor,* cf. *Muscari, Trifolium* cf. *aureum, Tr.* cf. *alpestre, Ononis* und *Anthyllis Vulneraria.* Meist treten die genannten Pflanzen in den untersuchten Lößproben zusammen mit dem *Hordeum*-Typ auf, so daß im wesentlichen als Lieferant des fraglichen Pollens *Bromus* cf. *erectus* in Frage kommen dürfte. Der Anteil von Pflanzen heutiger *Bromus*-Rasen ist in Abb. 5 in Bezug auf die Gesamtzahl der Arten der Krautschicht dargestellt worden. Hieraus geht hervor, daß der *Bromus*-Rasen als ein Element der eiszeitlichen Löß-Vegetation angesehen werden muß, wenn auch von einer pflanzensoziologischen Identität dieser Trockenrasen-Gesellschaften mit den heutigen Assoziationen des Bromion nicht gesprochen werden sollte. Es fällt auf, daß der Anteil der erwähnten Arten (abgesehen von den Proben aus Weinsteig und Messendorf) in den älteren Schichten geringer ist als in den jüngeren, etwa von der Löß-Zwischenschicht des „Fellabrunner Komplexes" von Oberfellabrunn an, so daß der Eindruck entsteht, die Bedeutung der *Bromus*-Trockenrasen habe während der bedeutenden Phasen der Löß-Akkumulation der Letzten Eiszeit zugenommen.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Der relative Anteil der *Bromus*-Trockenrasen-Arten ist jedoch in den betrachteten Horizonten fast stets geringer gewesen, als derjenige der „Tundren-Pflanzen". Dieser Sachverhalt mag seine Erklärung darin finden, daß mit den untersuchten Profilen nicht die Verhältnisse der trockenen Plateaus, sondern diejenigen feuchterer Mulden angeschnitten worden sind.

Eine für die untersuchten Lösse besonders charakteristische Pflanze ist *Plantago maritima*. Ihr Pollen wurde in 13 der 18 untersuchten Horizonte gefunden. Sie tritt wiederholt zusammen mit *Crambe* (in 5 von 18 Proben) und je einmal zusammen mit Pollen von *Trifolium* cf. *fragiferum* und *Limonium* auf. *Plantago maritima* gedeiht gegenwärtig, zusammen mit anderen Pflanzen des Artemisietum maritimae, vorzugsweise auf versalzenen Böden. Es scheint daher, als seien auch die letzteiszeitlichen Standorte, in denen *Plantago maritima* wuchs, versalzen gewesen. Hierauf könnte das gleichzeitige Vorkommen der anderen oben genannten Pflanzen, wie aber auch der z. T. recht reichlich vertretene Pollen von cf. *Cochleria* und von *Triglochin* deuten, falls es sich hierbei um Pollen von *Cochlearia officinalis* ssp. *officinalis* und um Pollen von *Triglochin maritimum* handeln sollte.

Es ist denkbar, daß ein gewisser Teil der Pollen von *Artemisia* und der *Chenopodiaceae* ebenfalls von Halophyten geliefert worden ist. Entgegen den Angaben von MONOSZON (1950) für *Artemisia* und von MONOSZON (1952) und GAMS (1958) für die *Chenopodiaceae* ist aber leider eine Bestimmung des *Artemisia*- und Chenopodiaceenpollens bis zur Art bzw. auch nur bis zur Gattung gegenwärtig noch nicht möglich, wie eigene Kontroll-Untersuchungen ergeben haben. Dennoch muß damit gerechnet werden, daß der Anteil der Halophyten an der damaligen Flora größer gewesen ist, als in den hier vorgelegten Pollenanalysen deutlich wird, denn schon früher hat KULCZYNSKI (1932) makroskopische Reste von *Blysmus rufus* und *Crambe aspera* aus vermutlich Riß-eiszeitlichen Sedimenten des San bei Walawa und Barycz (nordöstlich von Przemysl) beschrieben und FLORSCHÜTZ (1958) erwähnte makroskopische Reste von *Blysmus rufus*, *Corispermum* sp., *Triglochin maritimum* und *Zannichellia palustris* ssp. *pedicellata* aus niederländischen Sedimenten, die vor 38.100 ± 500 Jahren abgelagert worden sind. Die erwähnten Pflanzen gedeihen gegenwärtig meist an sulfat- und kochsalz-reichen Standorten. Hiernach zu urteilen, müßten die Böden während der Lößakkumulation über weite Flächen hinweg versalzen gewesen sein, und zwar auch an den feuchteren Gebirgsstandorten, falls angenommen werden darf, daß die ökologische Bindung dieser Arten an versalzene Substrate tatsächlich eng ist. Diese Schlußfolgerung bereitet jedoch paläoklimatologische und vegetationskundliche Schwierigkeiten, denn es ist fraglich, ob einerseits das damalige Klima während fast aller Löß-Phasen, einschließlich der Zeit der Bildung der Schwemmlösse bei Messendorf, so extrem trocken gewesen ist, daß durch eine aufsteigende Wasserbewegung die oberen Bodenpartien mit Salzen angereichert worden sind; und andererseits ist das gleichzeitige Vorkommen von Pflanzen heutiger Tundren, von *Bromus*-Trockenrasen und von Salzstandorten schwer verständlich, zumal da die erwähnten Salzpflanzen gegenwärtig nur die am wenigsten versalzenen Standorte einnehmen. Es ist daher wahrscheinlicher, daß diese Pflanzen, die der Löß-Pollenflora ein so merkwürdiges Gepräge geben, bei der damals völlig veränderten

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Artenkombination an den einzelnen Standorten mehr zu der Gruppe der Pionierpflanzen gehörten, die das ständig sich aufhöhende Substrat besiedelten. Ein höherer Salzgehalt des Bodens als in der Gegenwart ist damit aber nicht völlig für das Untersuchungsgebiet ausgeschlossen.

Aus dem Dargelegten muß entnommen werden, daß die während der Lößbildung am Ostrande der Alpen gedeihende offene Vegetation einen eigentümlichen Habitus aufgewiesen hat: An wahrscheinlich feuchteren Stellen wuchsen einzelne Vertreter heutiger Tundren und alpiner Pflanzengesellschaften. Ihre Artenzahl, wie aber auch ihr Pollen-Prozentsatz blieben jedoch meist außerordentlich gering, so daß die Bezeichnung „Löß-Tundra" nicht am Platz ist. Denn um Tundren, in denen Löß gebildet worden ist, hat es sich offenbar in dem gesamten betrachteten Gebiet nicht gehandelt. Vielmehr waren Pflanzenarten basen- und nährstoffreicher Rohböden und trockener Standorte einschließlich heutiger *Bromus*-Trockenrasen im damaligen Bilde der Vegetation wichtiger.

Wie weit während des Höchststandes der Letzten Eiszeit in der Umgebung des Untersuchungsgebietes überhaupt Vegetationstypen verbreitet gewesen sind, die als Tundren bezeichnet werden können, ist schwer zu entscheiden. Im Laibacher Moor bei Notranje Gorice (ŠERCELJ, 1963) war dieser Vegetationstyp damals offenbar nicht vorhanden, denn ein Anteil von etwa 10—20% *Chenopodiaceae*, 20—30% *Compositae* und bis etwa 5% *Ephedra* läßt sich kaum mit unserer gegenwärtigen Kenntnis von den Pflanzengemeinschaften heutiger Tundren vereinen. Aber auch in pollenanalytischen Untersuchungen von organogenen und fluviatilen Sedimenten im Nordwest-Teil der Karpathen gesellen sich zu den Pflanzen feuchter Standorte häufig Vertreter einer xerotischen Vegetation: *Ephedra, Artemisia, Helianthemum* u. a. In diesem Bergland (Teschen, Česky Tešin; bei Ostrau, KNEBLOVA-VODIČKOVA, 1960, 1963; Bialka Tatrzanska im Becken von Neumarkt (Novy Targ): SOBOLEWSKA und ŚRODOŃ, 1960) wurden allerdings wiederholt Makrofossilien von *Betula nana* gefunden, und der Anteil der *Ericales*-Pollen an der gesamten NBP-Summe ist viel höher und konstanter als in den von mir untersuchten Löß-Profilen. Dasselbe trifft für die *Saxifragaceae*, und bei Bialka Tatrzanska auch für *Polygonum viviparum* und *Botrychium* zu. Außerdem wurden dort Reste von 8 Moosarten gefunden (u. a. *Drepanocladus exannulatus)*, deren Verbreitungsschwerpunkt gegenwärtig in der Tundra gelegen ist. Diese Beobachtungen lassen vermuten, daß in den Karpathen während der Letzten Eiszeit Pflanzengemeinschaften vorgekommen sind, die mit den heutigen Tundren verglichen werden können. Zu ihnen traten aber an trockeneren Stellen des erwähnten Berglandes sofort Pflanzen einer steppen-ähnlichen Vegetation. Die Entscheidung darüber, ob in den einzelnen Gebieten Pflanzengemeinschaften vorkommen konnten, die mehr als Tundren bzw. besser als Steppen bezeichnet werden müssen, scheint somit im wesentlichen dem Wasserhaushalt des Standortes zugefallen zu sein, vorausgesetzt, daß nicht als zusätzlich erschwerender Faktor in dem betreffenden Gebiet fortwährend Lößstaub in größerer Menge angeweht worden ist.

Die offene Vegetation am Ostrande der Alpen dürfte noch am ehesten als gramineenreiche Kräuter-Steppe bezeichnet werden, die allerdings durch

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

die Beimengung der Tundrenpflanzen einen besonderen Charakter erhalten hat. Dieser Vegetationstyp war in sich nicht einheitlich. Denn, abgesehen von lokalen Unterschieden in der Zusammensetzung der NBP-Flora in Abhängigkeit von den örtlichen Gegebenheiten der edaphischen Faktoren fällt es auf, daß die höchsten Zahlen der Formentypen verschiedener Nichtbaumpollen im Flachlande erreicht werden, wohingegen die gebirgsnahen Standorte offenbar eine viel artenärmere Vegetation getragen haben (Tabelle 2). Unter dem Einfluß der stärkeren Durchfeuchtung am Gebirgsrande ist dort sicher mit einer wesentlich intensiveren Zerstörung weniger widerstandsfähiger Sporomorphentypen zu rechnen, als im trockeneren Weinviertel. In beiden Bereichen treten aber Pollen mit derben und mit sehr feinen Membranen auf, und die Pollenerhaltung in den Lössen am Gebirgsrande ist in der Regel nicht schlechter als im Flachland. Vielmehr ist gerade am

Tabelle 2

Zahl der Nichtbaumpollen-Formentypen (einschließlich Sporen)

Profile im Flachland		Profile am Gebirgsrand	
Stillfried, jüngster Löß	31	Paudorf 1, jüngster Löß	27
Stillfried, „Stillfried-B"	63	Paudorf 2, jüngster Löß	25
Stillfried, älterer Löß	58	Groß-Petersdorf, jüngster Löß	30
Oberfellabrunn, älterer Löß	60	Aigen, älterer Löß	36
Oberfellabrunn, Zwischenschicht des Fellabrunner Komplexes	43	Groß-Petersdorf, älterer Löß	31
Oberfellabrunn, unterer Humushorizont des Fellabrunner Komplexes	43	Senftenberg, frühglazialer Würm-Löß	17
Oberfellabrunn, jüngster Riß-Löß	45	Paudorf, frühglazialer Würm-Löß	17
Oberfellabrunn, Riß-Löß	46	Messendorf, frühglazialer Schwemmlöß	25
Weinsteig, sehr alter Löß	43	Messendorf, jüngster Riß-Löß	16

Gebirgsrand die Struktur der einzelnen Pollenkörner außerordentlich gut erhalten, so daß dort der selektiven Zerstörung einiger Pollentypen wahrscheinlich eine relativ geringe Rolle zugemessen werden darf. Sollte das zutreffen, dann müßte angenommen werden, daß die Pflanzengemeinschaften am Gebirgsrande ausgeglichener waren als im Flachlande, in dem die Bodenreifung unter dem Einfluß des verringerten Niederschlages wahrscheinlich langsamer von statten ging, so daß für eine viel mannigfaltigere Artenzahl die Lebensmöglichkeiten gegeben waren. In diesem Zusammenhang muß auch daran erinnert werden, daß die Löß-Steppenvegetation am Gebirgsrande im Gegensatz zu den Steppen des Flachlandes wiederholt von *Artemisia* beherrscht worden ist. Welche Arten hierbei wichtig gewesen sind, läßt sich gegenwärtig (noch) nicht ermitteln. Es fällt aber auf, daß bei Senftenberg und Messendorf im wesentlichen nur ein *Artemisia*-Pollentyp vertreten ist, der unter Vorbehalt zu der Sectio *Dracunculus* gerechnet wird. In Aigen trat jedoch eine große Fülle der verschiedensten *Artemisia*-Pollentypen auf, die wahrscheinlich mehreren Sectionen angehören.

Es ist bisher versucht worden, die wichtigsten Elemente der offenen Vegetation zu ermitteln, die während der Löß-Phasen der Letzten Eiszeit

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

am Ostrande der Alpen vorgekommen sind. Aus dieser Betrachtung konnte entnommen werden, daß zwar lokale Unterschiede innerhalb der Zusammensetzung der offenen Vegetation aufgetreten sind, daß die Pflanzengemeinschaften jedoch an den einzelnen Lokalitäten über lange Zeiträume hinweg mehr oder weniger gleich geblieben sind. Tatsächlich hat sich aber auch die offene Vegetation der untersuchten Gebiete während der Letzten Eiszeit wiederholt gewandelt; ihre Veränderungen sind jedoch recht schwer festzustellen; denn die Möglichkeiten, einzelne NBP auf pollenmorphologischem Wege stets zutreffend zu unterscheiden, sind begrenzt. Ich habe bereits darauf aufmerksam gemacht, daß der Anteil der Pflanzen heutiger *Bromus*-Trockenrasen in Richtung auf die beiden intensiven Löß-Phasen der Letzten Eiszeit zugenommen hatte. Neben dieser Tendenz spielten sich noch andere Veränderungen ab. So konnte unlängst (FRENZEL, 1964) gezeigt werden, daß im niederösterreichischen Flachlande die Bedeutung von *Plantago maritima* vom älteren Würm-Löß zum jüngsten Würm-Löß beträchtlich zurückgegangen ist. Aus der Zähltabelle geht weiter hervor, daß ebenfalls im Flachlande die höchsten Pollen-Prozentwerte von cf. *Cochlearia, Onosma* und *Triglochin* lediglich in den älteren Lössen auftreten, im jüngsten Würm-Löß aber nahezu zu vernachlässigen sind. In derselben Richtung hat offenbar auch die Bedeutung von *Oxyria* abgenommen. Und schließlich geht aus Abb. 4 hervor, daß selbst die Zusamensetzung der NBP-Pollenspektren größerer Gruppen *(Artemisia, Chenopodiaceae, Gramineae,* Kräuter und *Cyperaceae)* wiederholt gewechselt hat. Ein gutes Beispiel hierfür ist das Profil von Oberfellabrunn, wo zur Zeit der Akkumulation des älteren Riß-Lösses (Abb. 4 D, unteres Sektorendiagramm) eine an *Artemisia* und verschiedenen Gramineen reiche Kräutersteppe geherrscht hatte. Sie wurde am Ende der Riß-Eiszeit, als die letzten Lößdecken abgelagert wurden, auf denen sich später der Boden des Eem-Interglazials entwickelte, von einer Kräutersteppe abgelöst, in der nur noch ganz vereinzelt *Artemisia* vorkam (Abb. 4 D, oberes Sektorendiagramm). Während der Akkumulation des ältesten frühglazialen Lösses der Letzten Eiszeit hatte sich dieser Steppentyp in eine Gramineenreiche Kräutersteppe verwandelt, in der der Anteil von *Artemisia* etwas angestiegen war (Abb. 4 C, unteres Sektorendiagramm). Während der Kaltzeit zwischen dem Amersfoort- und dem Brørup-Interstadial wurde das Gebiet von einer an Chenopodiaceen und Gramineen sehr reichen Kräuter-Steppe eingenommen (Abb. 4 C, oberes Sektorendiagramm). Es ist wichtig, hervorzuheben, daß ein entsprechendes Pollenspektrum bei der Analyse einer aus demselben Horizont stammenden Probe erhalten wurde, die etwa 50 m entfernt von der ersten Probeentnahme-Stelle geborgen worden ist. Der geschilderte Chenopodiaceen-Gramineen-Kräuter-Steppentyp war demnach für dieses Stadial bei Oberfellabrunn charakteristisch. Aber auch dieser Typ wich schließlich z. Zt. der Akkumulation des älteren Würm-Lösses erneut einem Kräutersteppen-Typ, in dem kaum noch *Chenopodiaceae* anzutreffen waren (Abb. 4 B).

Beispiele dieser Art ließen sich auch aus anderen Gebieten bringen, so etwa von Stillfried, Messendorf und Groß-Petersdorf. Zusammengenommen zeigen diese Veränderungen, daß die Steppentypen des Ostrandes der Alpen,

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

nämlich der gebirgsnahe *Artemisia*-Steppentyp und die Kräutersteppen des Flachlandes, nicht starre, in sich homogene Pflanzengemeinschaften dargestellt haben, sondern daß zu den räumlichen Unterschieden ein ausgeprägter Wandel in der Zusammensetzung im Ablauf der Zeit hinzugetreten ist.

Die zahlreichen palaeobotanischen Untersuchungen, die bisher in verschiedenen Ländern über die pleistozäne Vegetationsgeschichte durchgeführt worden sind, haben den wechselvollen Werdegang der gegenwärtigen Waldvegetation in weiten Bereichen der Erde erkennen lassen. Demgegenüber ist die Geschichte der Tundren und Steppen noch in mancher Beziehung in tiefes Dunkel gehüllt. Es zeigt sich aber bei den uns inzwischen zur Verfügung stehenden pollenanalytischen Untersuchungen russischer und österreichischer Lößgebiete, daß auch die Evolution dieser Pflanzenformationen voll der Dynamik ist und daß es gut wäre, wenn dem so wichtigen Studium der pleistozänen und holozänen Waldgeschichte entsprechend sorgfältige Analysen der Entwicklung der Steppen- und Tundrenvegetation der einzelnen Gebiete im Wechsel der Eis- und Warmzeiten an die Seite gestellt würden. Denn nur eine detaillierte Kenntnis der während der Eiszeiten so weit verbreiteten offenen Vegetation kann uns einen Schlüssel zum vollen Verständnis der pleistozänen Klimaschwankungen geben.

Die vorgelegten Untersuchungen sind durch eine beträchtliche finanzielle Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft ermöglicht worden. Ihr gebührt daher mein ganz besonderer Dank. Herzlichen Dank schulde ich auch meiner Technischen Assistentin, Frl. Heidrun REINHOLZ, für die tatkräftige Hilfe.

Die Kommission zur Herausgabe des Catalogus Florae Austriae der Österreichischen Akademie der Wissenschaften hat durch einen Druckkostenbeitrag die Publikation dieser Arbeit in der vorliegenden Form erst möglich gemacht. Ich möchte es nicht versäumen, dieser Kommission, ganz besonders aber ihrem Vorsitzenden, Herrn Universitätsprofessor Dr. KARL HÖFLER, für diese Unterstützung sehr herzlich zu danken.

Zusammenfassung.

In der vorliegenden Arbeit werden Ergebnisse pollenanalytischer Untersuchungen österreichischer Lösse mitgeteilt.

1. Während der Letzten Eiszeit gediehen am Ostrande der Alpen, von Krems über das südöstliche Burgenland bis nach Graz, in denjenigen Gebieten, in denen damals mächtige Lößdecken akkumuliert worden sind, artenreiche Kräutersteppen. Diese Steppen waren vielfach gegliedert in einen gebirgsnahen Typ, in dem *Artemisia* eine führende Rolle eingenommen hatte, und in einen Flachlandstyp, wo *Artemisia* meist nicht in nennenswerter Menge vorkam.
2. Parallel zu der erwähnten Gliederung der offenen Vegetation verlief diejenige in die Wald- und Gehölz-freie Zone des Flachlandes einerseits und in die Zone am Rande des Gebirges andererseits, wo vereinzelte Gehölze aus *Pinus* Sect. *Diploxylon, P. Cembra, Picea Abies, Alnus* und *Betula* mehrfach die Löß-Steppe durchsetzten. Am Südost-Rande der Alpen, bei

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Groß-Petersdorf a. d. Pinka, konnte sogar ein letzteiszeitliches Refugium des subalpinen Nadelwaldes ermittelt werden.

3. Die beiden Typen der österreichischen offenen Vegetation waren von den weiter im Osten anschließenden Löß-Steppen verschieden, in deren nördlicher Fazies von *Artemisia* und Chenopodiaceen bestimmte Pflanzengemeinschaften dominierten, wohingegen im Süden Chenopodiaceen-Steppen überwogen.
4. Als Komponenten der österreichischen Lößsteppen wurden einige Elemente heutiger Tundren bzw. alpiner Matten, Vertreter gegenwärtiger *Bromus*-Trockenrasen und versalzener Standorte ermittelt, sowie die große Fülle derjenigen Pflanzen, die an trockenen, basen- und nährstoffreichen Standorten gegenwärtig besonders häufig zu finden sind.
5. Die Löß-Steppen waren während der verschiedenen Löß-Phasen der Letzten Eiszeit in ihrer qualitativen und quantitativen Zusammensetzung nicht konstant, sondern an den einzelnen Lokalitäten folgten im Ablauf der Letzten Eiszeit mehrere verschiedene Steppen-Typen aufeinander.

Literaturverzeichnis.

ANDERSEN, S. Th., 1961. Vegetation and its Environment in Denmark in the Early Wechselian Glacial (Last Glacial). — Danmarks Geologiske Undersøgelse, II. Raekke, Nr. 75, 175 S.

BEUG, H.-J., 1961. Leitfaden der Pollenbestimmung. — 1. Liefg., 63 S., Stuttgart.

BRANDTNER, F., 1954. Jungpleistozäner Löß und fossile Böden in Niederösterreich. — Eiszeitalter und Gegenwart, *4/5*, 49—82.

— 1956. Lößstratigraphie und paläolithische Kulturabfolge in Niederösterreich und in den angrenzenden Gebieten. — Eiszeitalter und Gegenwart, *7*, 127—175.

BRUNNACKER, K., 1954. Löß und diluviale Bodenbildungen in Südbayern. — Eiszeitalter und Gegenwart, *4/5*, 83—86.

BÜDEL, J., 1949. Die räumliche und zeitliche Gliederung des Eiszeitklimas. — Naturwissenschaften, *36*, 105—112.

— 1951. Die Klimazonen des Eiszeitalters. — Eiszeitalter und Gegenwart, *1*, 16—26.

DONNER, J. J., 1960. Pollen Analysis of the Burn of Benholm Peatbed, Kincardineshire, Scotland. — Societas Scient. Fennica, Commentationes Biologicae, *22*, 1, 13 S.

ERDTMAN, G., 1952. Pollen Morphology and Plant Taxonomy. An Introduction to Palynology I. — 539 S., Stockholm.

— 1954. An Introduction to Pollen Analysis. — 239 S., Waltham, Mass., USA.

— 1957. Pollen and Spore Morphology / Plant Taxonomy. An Introduction to Palynology II. — 151 S., Stockholm.

— BERGLUND, B., and PRAGLOWSKI, J., 1961. An Introduction to a Scandinavian Pollen Flora. — 92 S., Stockholm.

FAEGRI, K., 1956. Palynological Studies in NW European *Papilionaceae*. — Hektogr., 13 S., Bergen.

— and J. IVERSEN, 1950. Text Book of Modern Pollen Analysis. — 168 S., Copenhagen.

FELGENHAUER, F., FINK, J.,und de VRIES, H., 1959. Studien zur absoluten und relativen Chronologie der fossilen Böden in Österreich. I. Oberfellabrunn. Archaeologia Austriaca, *25*, 35—73.

FINK, J., 1955. Das Marchfeld. — Verhandlungen d. Geol. Bundesanstalt, Wien, Sonderheft D, 88—116.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

FINK, J., 1956. Zur Korrelation der Terrassen und Lösse in Österreich. — Eiszeitalter und Gegenwart. *7*, 49—77.
— 1960. Leitlinien einer österreichischen Quartärstratigraphie. — Mitteilungen d. Geol. Ges. Wien, *53*, 249—266.
— 1961. Die Südostabdachung der Alpen. — Mitteilungen d. Österr. Bodenkundl. Ges., *6*, 123—183.
FLORSCHÜTZ, F., 1958. Steppen- und Salzsumpfelemente aus den Floren der letzten und vorletzten Eiszeit in den Niederlanden. — Flora, *146*, 489—492.
FRENZEL, B., 1964. Zur Pollenanalyse von Lössen. Untersuchungen der Lößprofile von Oberfellabrunn und Stillfried (Niederösterreich). Eiszeitalter und Gegenwart, *15*, 5—39.
GAMS, H., 1958. Beiträge zur Nichtbaumpollen-Diagnostik. — Abh. d. naturw. Vereins zu Bremen, *35*, 242—248.
GODWIN, H., 1956. The History of the British Flora. A Factual Basis for Phytogeography. — 384 S., Cambridge.
GROSS, H., 1960 a. Die Bedeutung des Göttweiger Interstadials im Ablauf der Würm-Eiszeit. — Eiszeitalter und Gegenwart, *11*, 99—106.
— 1960 b. Die Lösung des Problems der Gliederung der Letzten Eiszeit in Mitteleuropa. — Forschungen und Fortschritte, *34*, 297—301.
— 1962/63. Der gegenwärtige Stand der Geochronologie des Spätpleistozäns in Mittel- und Westeuropa. — Quartär, *14*, 49—68.
HAFSTEN, U., 1958. Finds of Subfossil Pollen of *Koenigia islandica* from Scandinavia. — Botaniska Notiser, *111*, 333—335.
HULTEN, E., 1950. Atlas över växternas utbredning i norden. — 512 S., Stockholm.
KARAVAEV, M. N., 1958. Konspekt Flory Jakutii. — 190 S., Moskau-Leningrad.
KIRK, W., and GODWIN, H., 1962/63. A Late-glacial Site at Loch Droma, Ross and Cromarty. — Transactions of the Roy. Soc. of Edinburgh, *65*, Nr. 11, 225—249.
KLIMA, B., and KUKLA, J., 1961. Absolute Chronological Data of Czechoslovak Pleistocene. — Czwartorzęd Europy środkowej i wschodniej, *1*, Instytut Geol., Prace *34*, 171—174, Warschau.
KNEBLOVA-VODIČKOVA, V., 1962. Glaciální flóra v sedimentech u Českého Tešína. — Anthropozoikum, *10*, 163—170.
— 1963. Die jungpleistozäne Flora aus Sedimenten bei Český Tešín (letztes Glazial). — Preslia, *35*, 52—64.
KOPEROWA, W., 1962. Late Pleistocene Locality of *Koenigia islandica* L. in Poland. — Acta Palaeobotanica, *2*, 3, 2, 63—66, Krakau.
KULCZYŃSKI, St., 1932. Die altdiluvialen *Dryas*floren der Gegend von Przemyśl. — Acta Soc. Botanicorum Poloniae, *9*, 237—299.
MONOSZON, M., 1950. Beschreibung des Pollens der Artemisien der UdSSR. — Trudy In-ta. Geologii, Akad. Nauk SSSR, *46*, 270—360.
— 1952. Beschreibung des Pollens der in der UdSSR wachsenden Chenopodiaceen. — Trudy In-ta Geografii, Akad. Nauk SSSR, *52*, 127—207.
NEHRING, A., 1890. Über Tundren und Steppen der Jetzt- und Vorzeit mit besonderer Berücksichtigung ihrer Fauna. — 257 S., Berlin.
OŠURKOVA, M. V., 1959. Beschreibung der Pollenformen einiger *Betula*-Arten, die im Gebiet der UdSSR gedeihen. — Problemy Botaniki, *4*, 68—91, 1959.
PÉCSI, M., 1963. Die periglazialen Erscheinungen in Ungarn. — Petermanns Geographische Mitteilungen, *1963*, 161—182.
REMY, H., 1963. Die Terrassen der vorletzten Vereisung am Rhein und an der Donau. — Eiszeitalter und Gegenwart, *14*, 147—152.
ŠELUDJAKOVA, V. A., 1938. Die Vegetation des Flußgebietes der Indigirka. — Sovetskaja Botanika, *1938*, Nr. 4—5, 43—79.
ŠERCELJ, A., 1963. Razvoj würmske in holocenske gozdne vegetacije v Sloveniji. — Razprave *7*, Slovenska Akad. Znanosti in Umetnosti, Razred za prirodoslovne in medicinske vede, oddelek za prirodoslovne vede, 363—418.

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

SOBOLEWSKA, M., and ŚRODOŃ, A., 1961. Late-pleistocene Deposits at Bialka Tatrzanska (West Carpathians). — Folia Quaternaria, *7*, 16. S., Krakau.
STIX, F., 1960. Pollenmorphologische Untersuchungen an Compositen. — Grana Palynologica, *2*, 2, 39—114.
TERASMAE, J., 1951. On the Pollen Morphology of *Betula nana* L. — Svensk bot. Tidskrift, *45*, 358—361.
WAGENITZ, G., 1955. Pollenmorphologie und Systematik in der Gattung *Centaurea* L. s. l. — Flora, *142*, 213—279.
WOLDSTEDT, P., 1960. Die Letzte Eiszeit in Nordamerika und Europa. Eiszeitalter und Gegenwart, *11*, 148—165.
— 1962. Über die Gliederung des Quartärs und Pleistozäns. — Eiszeitalter und Gegenwart, *13*, 115—124.
ZAKLINSKAJA, E. D., 1959. Sporomorphenspektren pleistozäner Sedimente aus dem Fundgebiet des Taimyr-Mammut. — In: MARKOV, K. K., i POPOV, A. I., 1959. Lednikovyj period na territorii evropejskoj časti SSSR i Sibiri, 276—300, Moskau.

Bei der Redaktion eingegangen am 9. 3. 1964.

Anschrift des Verfassers:
Hochschuldozent Dr. Burkhard FRENZEL,
Botanisches Institut der Technischen Hochschule München,
Freising-Weihenstephan.

Zähltabelle
(Absolutwerte gezählter Sporomorphe)

	Sehr alter Löß	Riß-Löß alt	Riß-Löß jung		Frühglazialer Würm-Löß					Älterer Würm-Löß					Jüngster Würm-Löß			
	Weinsteig	Oberfellabrunn	Messendorf	Oberfellabrunn	Messendorf	Paudorf	Senftenberg	Oberfellabrunn, Humusschicht	Oberfellabrunn, Zwischensch.	Gr. Petersdorf	Aigen	Oberfellabrunn	Stillfried	Stillfried-B-Interstad. Stillfried	Gr. Petersdorf	Paudorf 2	Paudorf 1	Stillfried
Summe der gezählten Sporomorphen	230	5146	62	939	531	171	159	4538	347	461	538	1153	737	1078	115	92	735	1727
Häufigkeit pro Deckglas 18×18 mm	17	1030	12	94	53	60	32	908	70	66	54	384	147	112	23	18	147	1727
Baumpollen	54	85	15	200	36	83	5	182	37	322	59	33	38	319	37	26	112	25
Strauchpollen	20	46	5	149	4	15	2	17	4	17	18	26	12	39	5	3	504	6
Nichtbaumpollen	125	5008	38	572	474	67	136	4261	282	116	455	1086	660	593	61	48	114	1695
Sporen	31	7	4	18	17	6	16	78	24	6	6	8	27	127	12	15	5	1
Formentypen	56	61	23	67	35	33	21	53	49	45	48	72	70	80	41	33	37	40
Unbestimmbare	10	141	6	149	11	12	10	120	48	9	15	70	69	75	10	29	12	61
Coniferae indet.	—	—	—	2	1	—	—	8	—	15	2	—	—	25	3	2	—	2
Pinus silvestris	10	15	3	5	6	8	—	106	19	139	20	5	11	67	13	15	11	8
P. Cembra	1	—	3	—	1	—	—	8	—	107	—	1	—	1	10	2	4	—
Picea Abies	2	3	2	5	3	2	2	34	1	49	2	1	2	158	4	1	—	6
P. omoricoides	—	—	—	—	—	—	—	14	5	—	—	—	—	—	1	—	—	—
Abies cf. alba	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—
Larix	—	2	1	—	—	—	—	—	1	1	2	—	—	2	1	—	—	—
Juniperus	4	9	—	10	—	1	1	5	1	—	—	1	1	2	2	—	1	—
Ephedra	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
Taxus	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Betula	32	32	3	103	1	45	—	6	7	9	4	19	8	13	3	2	92	3
Salix	2	4	—	53	—	1	—	1	—	3	2	15	4	25	—	2	476	1
S. polaris	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Alnus sp.	6	8	—	2	7	3	—	7	3	—	21	1	—	1	1	—	—	—
A. glutinosa	—	11	—	8	—	4	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
A. incana/viridis	1	5	3	3	14	4	—	2	—	2	7	—	1	7	—	4	—	—
Populus	2	5	—	5	1	5	2	6	—	—	—	1	4	2	1	—	—	1
Corylus	4	28	5	62	1	12	1	9	3	2	15	1	5	10	3	—	9	—
Rhamnus sp.	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Rh. Frangula	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	—	—	—	—	—	—	—	—
Cornus sanguinea	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
C. suecica	—	1	—	2	—	—	—	2	—	1	—	4	1	—	—	—	—	4
Evonymus	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	2	1	—	—	1	17	—
Berberis	8	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—
Ligustrum	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
Daphne	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Caprifoliaceae	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—
Sambucus	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
Viburnum	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Hippophae	—	1	—	18	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—
Myricaria	—	1 ?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Quercus	—	—	—	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	2	—
Ulmus	—	—	—	2	1	2	—	—	—	—	1	—	9	27	—	—	—	—
Tilia sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5
T. cordata	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	1	—	—	—	—
Fagus	—	—	—	11	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Carpinus	—	4	—	19	—	2	—	—	—	—	1	4	1	5	—	—	2	—
Fraxinus	—	—	—	19	—	3	—	—	—	—	—	1	—	4	—	—	—	—
Acer	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
cf. Ribes	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
Ericaceae	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Calluna	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
Empetrum	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—
Gramineae	19	45	8	35	19	9	11	82	86	11	11	55	85	63	12	17	12	48
Cerealia	3	12	1	—	1	3	—	17	9	2	3	8	3	56	3	1	4	1
Cyperaceae	—	5	—	6	—	—	—	4	1	—	—	1	—	—	1	—	—	—
Artemisia	2	81	9	2	389	1	106	5	3	3	272	3	3	102	3	2	2	4
Chenopodiaceae	3	18	—	—	—	1	—	7	53	—	19	14	16	22	2	1	2	213
Compositae	1	—	—	1	—	—	—	1	12	—	9	37	—	3	—	—	—	—
Liguliflorae	3	—	—	4	32	1	2	5	21	—	—	162	3	4	2	6	76	—
Tubuliflorae	—	9	—	1	—	—	—	4	2	—	9	5	1	14	—	—	1	3
Anthemis-Typ	—	—	2	—	—	—	4	—	—	3	33	11	9	32	1	—	—	1

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

	Sehr alter Löß	Riß-Löß alt		Riß-Löß jung	Frühglazialer Würm-Löß					Älterer Würm-Löß					Jüngster Würm-Löß			
	Weinsteig	Oberfellabrunn	Messendorf	Oberfellabrunn	Messendorf	Paudorf	Senftenberg	Oberfellabrunn, Humusschicht	Oberfellabrunn, Zwischensch.	Gr. Petersdorf	Aigen	Oberfellabrunn	Stillfried	Stillfried-B-Interstad. Stillfried	Gr. Petersdorf	Paudorf 2	Paudorf 1	Stillfried
Aster-Typ	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—	8	6	2	4	—	—	—	—
Arnica-Typ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
Serratula	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
Centaurea cyanus	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—
C. Scabiosa	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—
C. Jacea	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	1	—
Helianthemum sp.	—	1	—	9	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	1	4
H. oelandicum	1	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
Filipendula	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
Thalictrum sp.	3	6	1	9	1	2	2	3	5	—	—	5	8	3	3	1	—	—
Th. alpinum	1 ?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Th. flavum	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Geraniaceae	—	1	—	1	—	—	—	1	—	—	—	7	—	—	—	—	1	—
Erodium	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
Caryophyllaceae	1	1	1	—	—	—	—	1	5	—	—	—	1	3	—	—	—	—
Silene	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—
Sagina	2	—	—	—	1	—	—	2	—	—	—	2	1	—	1	—	—	—
Spergularia	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	1	—	—	—	—	—
Viscaria	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Dianthus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—
Minuartia/Melandr.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
Campanulaceae	2	—	—	1	—	—	—	1	—	2	—	—	6	14	1	—	1	—
Gentianaceae	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gentiana Campestris	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	7	1	—	—	1	34
Boraginaceae	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—
Onosma	—	39	—	—	—	—	—	3	—	—	4	7	5	—	—	—	—	—

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Myosotis-Typ	—	83	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	3	1	—	—	—	—
Polygonaceae	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	7	44	34	17	—	1	3	42
Eu-Rumex	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	3	3	—	—	—	1
Rumex Acetosa	3	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—
R. Acetosella	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
Oxyria digyna	5	1	6	4	1	—	—	5	1	1	1	2	—	2	2	—	—	—
Polygonum Convolvulus/Dumetorum	—	—	—	2	—	1	1	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—
P. Persicaria	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
P. Bistorta	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
Koenigia islandica	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1 ?	—	—
Montia fontana	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Scrophulariaceae	1	3	—	3	—	—	—	—	—	2	1	3	5	9	—	—	—	11
Verbascum	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Plantago	—	2	—	2	—	—	1	6	1	—	1	3	2	21	—	—	—	—
Pl. lanceolata	2	—	3	1	1	—	—	—	1	—	6	11	14	6	1	—	1	—
Pl. maior	2	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	18	16	3	—	1	2	1
Pl. media	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	7	7	—	—	—	—
Pl. maior/media	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	2	3	—	—	—	—
Pl. maritima	6	4	3	—	5	1	—	—	1	2	2	17	30	7	4	1	—	—
Polemonium	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
Ranunculaceae	14	37	—	21	5	15	3	10	4	3	5	26	10	15	6	4	2	56
Anemone-Typ	—	2	—	2	—	2	1	—	—	—	—	2	2	1	—	—	—	1
Ranunculus cf. arv.	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	—	2 ?	—	—	—	—	—	—
Ranunculus	5	4	—	—	—	—	—	—	1	—	—	6	3	1	—	—	—	—
Urticaceae	16	1	—	5	3	—	4	1	7	1	1	14	69	34	1	1	1	2
U. dioica	—	—	2	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	1	—	—
U. urens	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Umbelliferae	—	21	—	1	3	—	—	1	—	55	11	36	34	13	6	—	—	14
Prunus-Typ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
Sanguisorba officin.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
S. minor	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—
Potentilla	1	—	—	100	—	2	—	—	13	—	5	37	26	5	—	3	—	1156
Rosaceae	1	5	—	2	4	19	—	7	39	1	21	52	15	4	1	1	—	3
Dryas octopetala	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	3
Malvaceae	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
Cruciferae	10	125	—	244	—	2	1	236	2	1	—	87	17	22	—	1	4	20
Cochlearia	—	4461	—	64	—	—	—	3841	1	—	—	172	134	48	—	—	—	1
cf. Biscutella	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

	Sehr alter Löß	Riß-Löß alt	Riß-Löß jung		Frühglazialer Würm-Löß					Älterer Würm-Löß					Jüngster Würm-Löß			
	Weinsteig	Oberfellabrunn	Messendorf	Oberfellabrunn	Messendorf	Paudorf	Senftenberg	Oberfellabrunn, Humusschicht	Oberfellabrunn, Zwischensch.	Gr. Petersdorf	Aigen	Oberfellabrunn	Stillfried	Stillfried-B-Interstad. Stillfried	Gr. Petersdorf	Paudorf 2	Paudorf 1	Stillfried
Crambe	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1 ?	—	1 ?	—	—	5
Kernera/Draba ?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 ?	—	—	—	—	—	—	—	—
cf. Bunias	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Onagraceae	—	—	—	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Papaveraceae	—	2	—	6	—	—	—	—	—	—	10	1	1	—	2	1	—	15
Mercurialis	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Triglochin	—	9	—	14	—	—	—	1	—	—	—	3	3	—	—	1	—	2
Labiatae	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—
Teucrium	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Satureja/Monardae	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	2	3	—	—	—	—
Galeopsis	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	2	—	—	—	—	—	—	—
Linaceae	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—
Linum cartharticum	—	—	—	2	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Rubiaceae	1	2	—	2	—	—	—	1	1	1	—	7	6	6	—	1	—	—
Balsamineae	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Valerianaceae	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Colchicum	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Arum/Asarum	—	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Liliac./Iridaceae	1	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Crocus ?	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Saxifragaceae	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
Saxifr. nivalis/Hyper.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	3	—	—	—	—	—
S. oppositifolia	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Crassulaceae	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Lysimachia/Glaux	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Papilionaceae	—	4	—	1	—	—	—	—	1	5	4	83	46	16	1	1	—	12

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Lotus	—	3	—	—	—	—	—	2	—	—	1	7	4	4	—	—	—	—
Trifolium sp.	1	—	—	—	—	—	—	—	—	7	—	9	1	8	1	—	—	—
Tr. repens	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Tr. dubium	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—
Tr. cf. aureum	1	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—	—	—	—	1	—	—	—
Tr. cf. alpestre	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Tr. cf. fragiferum	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—
Anthyllis Vulneraria	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Oxytropis	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—
Ononis	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—
Phaca	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Vicia	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Astragalus	—	2	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Polygalaceae	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	2	—	—
Dipsacaceae	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	2	—	1	—	—	1	6
Violaceae	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	5
Limonium	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—
Armeria	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Polypodiaceae	13	5	2	12	7	1	—	30	9	3	3	3	9	21	4	7	2	1
Athyrium sp.	—	—	—	2	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	2	—	—
A. cf. alpestre	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cystopteris	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
Dryopteris	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
Dr. cf. cristata	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
Polypodium vulgare	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	2	—
Pteridium aquilin.	—	—	—	—	—	1	12	—	1	1	—	—	—	13	—	—	—	—
Botrychium	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	71	1	—	1	—
Selaginella selagin.	1	—	—	1	—	—	—	—	1	—	—	1 ?	—	1	1	—	—	—
S. helvetica	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
Lycopodium sp.	—	—	—	—	—	—	—	5	1	—	—	1	—	—	—	1	—	—
L. Selago	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—
L. clavatum	1	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	2	—	—	—	—
L. annotinum	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
L. alpinum	3	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Equisetum	1 ?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Musci	9	2	1	3	9	3	3	36	11	1	3	1	15	15	6	5	1	—

© Zool.-Bot. Ges. Österreich, Austria; download unter www.biologiezentrum.at

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien. Frueher: Verh.des Zoologisch-Botanischen Vereins in Wien. seit 2014 "Acta ZooBot Austria"

Jahr/Year: 1964

Band/Volume: 103-104

Autor(en)/Author(s): Frenzel Burkhard

Artikel/Article: Über die offene Vegetation der letzten Eiszeit am Ostrande der Alpen 110-143