Zeitschrift: Bericht über das Geobotanische Forschungsinstitut Rübel in Zürich

Herausgeber: Geobotanisches Forschungsinstitut Zürich

Band: - (1946)

Artikel: Über Entstehung und Deutung von Pollendiagrammen in alpinen Aufschüttungsböden

Autor: Welten, Max

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-377510

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

annehmen, daß rund zwei Drittel der im ersten Jahre erhalten gebliebenen Krautpollen sich bei der Fossilisation rasch zersetzen.

Sphagnumsporen fanden sich in wechselnder Zahl (12–51% der Gehölzpollen) in den untersuchten Sphagnumproben. Sie fehlten aber sämtlichen Laubmoosproben, woraus wir schließen können, daß ihre Streuung nur gering ist.

ÜBER ENTSTEHUNG UND DEUTUNG VON POLLENDIAGRAMMEN IN ALPINEN AUFSCHÜTTUNGSBÖDEN

Von *Max Welten*, Spiez

I.

Der Versuch der pollenanalytischen Zeitbestimmung an den an Höhlenbärenknochen reichen Kulturschichten zweier Simmentaler Höhlen (Chilchli 1943[1] und Ranggiloch, siehe II. Teil) zwang mich zur Beschäftigung mit Pollenanalysen aus gewöhnlichem gewachsenem Erdboden. Einige Überlegungen und Erfahrungen seien hier niedergelegt.

Wie entsteht ein Pollenprofil im gewöhnlichen Erdboden?

Auf offener und temporär austrocknender Bodenoberfläche wird Pollen stets physikalisch-chemisch-biologisch zerstört werden. Einzig Pollen, der durch Regenwasser in die Erde verschwemmt wird, hat Aussicht auf eine gewisse Erhaltung; nennen wir ihn Sickerpollen. Der Pollenanalytiker stößt, meist unbewußt, auf ihn in den obersten Stillstandshorizonten von Torfmooren; er erweckt in ihm leicht den Eindruck, das untersuchte Profil sei bis in die Gegenwart gewachsen, sei vollständig.

[1] M. Welten, Pollenanalytische und stratigraphische Untersuchungen in der prähistorischen Höhle des „Chilchli" im Simmental. Ber. Geobot. Forsch.-Inst. Rübel 1943, Zürich 1944 (S. 90).

Die Erhaltung des Sickerpollens dürfte von der Humidität des Klimas und Boden abhangen. In ariden Klimaten (und ariden Zeitabschnitten) fehlt das verschleppende oder doch das genügend regelmäßig und rasch verschleppende Wasser und ein entsprechender absteigender Bodenwasserstrom; auch sind aride Böden durch tiefe Austrocknung, Vegetationsarmut und Ausblasung einschlußfeindlich. Die Bodenkunde weiß, daß Erhaltung und Einlagerung von pflanzlichen Abbaustoffen (Humus, Rohhumus) in die oberen Bodenschichten nur in mehr oder weniger humiden Klimaten vorkommen.

Versickerung und Erhaltung von Pollen führen aber bloß zu einer Pollenanhäufung ohne zeitliche Sonderung, wie sie für die Untersuchung und Aufstellung eines Pollendiagramms notwendig ist. Diese separate Archivierung wird im Wasser durch Sedimente, im Moor durch Pflanzenaufwuchs, im Erdboden durch Bodenauftrag erreicht. Dieser Bodenauftrag kann durch Anschwemmung, Aufschüttung und durch Flugstaubablagerung geschehen. Durch diese Vorgänge gerät der Sickerpollen langsam in solche Bodentiefen und in derart enge Packung, daß er den zerstörenden und verschleppenden Agenzien mehr oder weniger entzogen wird.

In den drei Profilen vom Chilchli und dem neuen Profil vom Ranggiloch findet sich stets ein ganz charakteristisches und völlig übereinstimmendes Pollendiagramm. Es findet sich unter dem Felsschirm der Höhle sowohl, wo man an Anschwemmungen und Auftrag durch Deckensturzmaterial denken muß, als auch an den sehr steilen Hängen vor den Felsschirmen, wo nur ein Auftrag durch herabstürzendes Verwitterungsmaterial eine Rolle spielt. Die über 40 cm, ja bis 2 m betragenden Fundschichtmächtigkeiten geben beredtes Zeugnis von der Bodenaufschüttungstätigkeit. (Bei diesem Anlaß sei auf die relativ große Aufschüttungsgeschwindigkeit der Fundschichtzeit hingewiesen, ohne welche die Knochen unmöglich vor ihrer Verwesung eingebettet worden wären.)

Das Sicker-Pollendiagramm im Aufschüttungsboden

Die Polleninfiltration scheint auf den ersten Blick eine ganz variable, geradezu gesetzlose Erscheinung zu sein. Die Durchlässigkeit bestimmter Bodenschichten ist ja offenbar ganz ungleich; Schwankungen der Humidität des Klimas werden eine Rolle spielen; verschieden große Pollenkörner könnten verschieden tief verschwemmt werden; alte

Pollen einerseits, Pollen aus Massenproduktion anderseits haben größere Wahrscheinlichkeit, in die Tiefe verschwemmt zu werden; hinzu kommt die verschieden große Widerstandsfähigkeit der einzelnen Pollenarten.

Gewisse Gesetzmäßigkeiten lassen sich aber doch herausschälen; die Erfahrung unterstützt diese Ansicht. Denken wir uns eine makroskopisch einigermaßen homogene Bodenmasse, die durch Auftrag wächst. Eine seit einiger Zeit und auch heute noch eingeblasene Pollenart wird dann von oben nach unten mengenmäßig abnehmen. Eine früher eingeblasene Pollenart (auch eine solche, die heute nur noch schwach vertreten ist) setzt nach oben mehr oder weniger rasch aus, hat in einer bestimmten Infiltrationstiefe ein Maximum und nimmt nach unten an Zahl ab. War sie reichlich vorhanden, so wird man sie wahrscheinlichkeitsstatistisch weiter nach unten gestreut finden, als wenn sie schon ursprünglich eine geringe Individuenzahl aufwies. Im Infiltrationsdiagramm werden also die obere Fundgrenze einer Pollenart und ihr statistisches Maximum besonders wichtige Fixpunkte darstellen, während untere Fundgrenzen als ganz unzuverlässig gelten müssen. Dabei ist vorausgesetzt, daß an dieser Örtlichkeit nie ein quellenartig aufsteigender Wasserstrom eine Rolle spielte. Auch darf aus dem Vorkommen von Einzelpollen kein wesentlicher Schluß gezogen werden.

Aus diesen Erkenntnissen folgt, daß den Prozentwerten der Pollenarten keine so große Bedeutung zukommt wie in Sedimentationsdiagrammen. Die Anwesenheit und wirkliche Pollenmenge einer Art im Boden ist wichtiger als deren relativer Anteil. Da man freilich um eine gewisse Bezugsgröße nicht herumkommt, sei es Raum- oder Gewichtseinheit des Bodens oder auch nur gleiche durchgesehene Präparatfläche, so mag auch die Beziehung auf die Gesamtpollenmenge u. ä. für die Darstellung doch praktisch sein.

Anwendung auf das Datierungsproblem

Im allgemeinen sind die betrachteten alpinen Rohböden jung und wachsen stetig weiter, wenn auch stark verlangsamt. Der Vorgang der Polleninfiltration ist auch heute noch am Werk. Deshalb lassen sich die gefundenen Tatsachen an die Jetztzeit anschließen. Störungen, die durch vorübergehende Abtragung eintreten können, sind in unserem Falle wenig wahrscheinlich und sollen darum unbeachtet bleiben.

Der Tatsache muß man sich bei der Auswertung eines Infiltrations-

diagramms stets bewußt sein, daß die mit der notwendigen Kritik herausgelesenen Pollenfixpunkte stets tiefer liegen als ihrer synchronen Bodenoberfläche entspricht. Es ist nun aber von besonderem Interesse, daß die Stelle, wo die Pollen einer bestimmten Zeit zur Hauptsache erhalten bleiben, sagen wir der Einbettungshorizont, um eine ganz bestimmte Strecke unter der Bodenoberfläche liegt, die für eine bestimmte Lokalität eine mehr oder weniger charakteristische Größe ist. Nach meiner noch darzulegenden Art der Auswertung beträgt die Einbettungstiefe im „Chilchli"

2 m innerhalb der Trauflinie der Höhle . .	etwa 6 cm
auf der Trauflinie	10 cm
6 m vor der Trauflinie	20 cm.

Für das „Ranggiloch" ergibt sich für eine Profillage von etwa 5 m vor der Trauflinie des Felsschirms eine Einbettungstiefe von etwa 17 cm. Das mag mit der sommerlichen Austrocknungstiefe und entsprechend auch der Bakterientätigkeit des Bodens im Zusammenhang stehen. Die charakteristische Einbettungstiefe scheint die zureichende Ursache für die Ähnlichkeit der erhaltenen Pollendiagramme zu sein. Nur bei mehr oder weniger konstanter oder doch verhältnismäßig ungefähr gleicher Einbettungstiefe können ähnliche Infiltrationsdiagramme entstehen.

Die aktuelle Einbettungstiefe erhält man, wenn man sich ein Streudiagramm erstellt (Abb. 2: in senkrechter Richtung Tiefen in Zentimetern, in waagrechter Richtung Jahrtausende nach datierten Vergleichsdiagrammen), in dem jeder Fixpunkt seiner Tiefe und zeitlichen Lage entsprechend eingetragen wird. Verbindet man die Fixpunkte, so erhält man die zeitliche Kurve der Einbettungshorizonte. Im Punkt mit der Zeitabszisse der Gegenwart läßt sich als Ordinate die aktuelle Einbettungstiefe ablesen (in Abb. 2: 17 cm).

In erster Annäherung läßt sich nun die zeitliche Linie der Bodenoberkante vom Nullpunkt des Diagramms aus und um Einbettungstiefe oberhalb der ersterhaltenen Kurve zeichnen. Diese Linie ist nur für die Gegenwart ganz richtig, kann aber gelegentlich durch stratigraphische Tatsachen belegt oder korrigiert werden. Da die Kurve in frühester Zeit meist steil ansteigt (entsprechend der größern Unausgeglichenheit der Geländeformen), sind kleinere mögliche Schwankungen der Einbettungstiefe von relativ geringer Wirkung. Die Hauptfehlerquelle wird meist nicht die Einbettungstiefe sein, sondern die zu-

verlässige Festlegung der Fixpunkte durch genügend enggelegte und sorgfältig durchgeführte Pollenanalysen.

Die Datierung der Fundschicht ist nun einfach. Angenommen, die Funde seien seinerzeit auf der Bodenoberfläche liegen geblieben, hat man jetzt nur bei den entsprechenden Fundtiefen die zugehörige Zeit abzulesen.

II.

Ergebnisse aus der prähistorischen Höhle „Ranggiloch" im Simmental

Ich erhielt von den Ausgräbern D. Andrist und W. Flükiger im August 1946 anläßlich einer Nachgrabung in der schon 1933 [1] erforschten Höhle in der Stockhornkette oberhalb Boltigen (1845 m ü. M.) Erdproben aus dem Quadratmeterfeld 62, etwa 5 m vor der heutigen Trauflinie. Die Untersuchung wurde ähnlich durchgeführt wie im „Chilchli" 1943. Die Ergebnisse gehen aus folgender Tabelle und Abb. 1 hervor. In Abb. 2 ist die in Teil I erwähnte Auswertung durchgeführt worden.

Tiefe cm	Picea	Pinus montana	P. Cembra	Abies	Ulmus	Corylus	Alnus	Salix	Gehölzpollensumme	Kräuterpollensumme	total Pollen	Gramineen	Cyperaceen	Kompositen	Helianthem. nummular.	Helianthem. alpestre	Farnsporen	and. Sporen
15	34	18	4	–	–	–	1	1	58	50	108	9	4	4	–	–	5	11
20	28	6	1	–	–	–	–	–	35	16	51	4	1	–	–	1	4	4
28	56	10	1	4	1	–	–	1	73	24	97	2	1	1	–	–	11	13
36	28	12	–	–	–	–	–	2	42	33	75	3	–	7	–	2	5	15
42	4	8	–	–	–	1	3	2	18	53	71	4	–	5	–	–	6	3
49	7	7	–	–	–	–	2	–	16	16	32	1	–	1	–	–	1	3
55	19	2	–	–	–	–	–	–	21	23	44	1	–	3	1	–	7	6
61	1	–	–	–	–	–	–	–	1	1	2	1	–	–	–	–	–	–
66	–	–	–	–	–	–	–	1	1	5	6	–	–	–	–	–	–	–
69	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
75	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5	5	–	–	1	–	1	–	–
85	–	–	–	–	–	–	–	–	–	4	4	–	–	–	–	–	–	–
95	–	1	–	–	–	–	–	2	3	11	14	2	–	–	–	1	–	–
103	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2	2	1	–	–	–	–	–	–
111	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
115	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5	5	1	–	–	–	–	–	–

[1] D. und A. Andrist und W. Flükiger: Das Ranggiloch bei Boltigen im Simmental. Jahrb. Bern, Histor. Museum 1933, Bern 1934 (S. 74/79).

Ergänzung zur Tabelle: Unter den Farnsporen fanden sich stets solche von *Botrychium lunaria*, mehrfach *Cystopteris montana* und *regia*, bei 36 cm *Polypodium vulgare*.

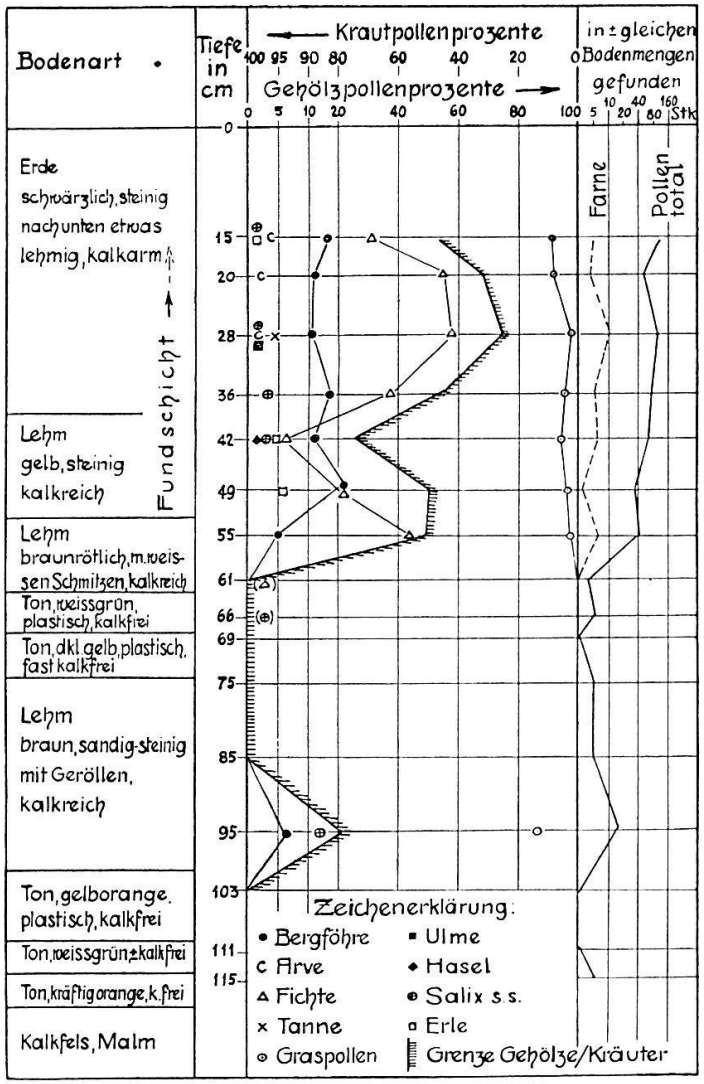
Zu der in Abb. 2 durchgeführten chronologischen Auswertung seien noch folgende Erläuterungen gegeben. Als Pollenfixpunkte wurden verwertet (Chronologie nach meiner Faulenseearbeit 1944 [1]):

1. (oberer ausgefüllter Kreis; der durch das Zeichen gelegte Strich deutet die Unsicherheitsgrenzen an): regionaler Kiefernanstieg in unsern Voralpen um 1500 bis 1800 n. Chr. (in Abb. 1 durch gleichzeitige Krautpollenzunahme undeutlich) (15–20 cm).
2. (Dreieck): massivste Fichtenverbreitung, zwischen 1000 v. Chr. und 1000 n.Chr. (20–28 cm).
3. (Kreuz): Weißtannenzeit um 2200 bis 1500 v.Chr. (28 cm).
4. (ausgefülltes, auf die Ecke gestelltes Quadrat): Das einzige gefundene Haselpollenkorn hat zwar keine Beweiskraft, dürfte aber wahrscheinlichkeitsmäßig der Eichenmischwaldzeit entstammen, also 5000 bis 3000 v.Chr. (42 cm).
5. (ausgefüllter Kreis bei 45 cm Tiefe): Bergföhrenzeit zwischen 6000 und etwa 4000 v.Chr., letzteres, weil in Berglagen weit in die EMW-Zeit reichend. Der prozentual höchste Anteil von Pinus liegt zwischen 42 und 49 cm, wenn man die Krautpollen nicht einbezieht; die darunter auftretende Picea dürfte als Anreicherung einer später massiv verbreiteten Art in und über undurchlässigen Lehmschichten aufzufassen sein; ganz auszuschließen ist zwar auch nicht die Möglichkeit, daß es sich dabei um die Spuren einer günstigeren Klimaschwankung ähnlich der Burgäschi-Schwankung handelt (vgl. meine Mitteilung über Burgäschi in diesen Berichten).

Dazu passen nun merkwürdig zwanglos folgende stratigraphische Anhaltspunkte: Bei 38 cm geht der gelbe Lehm allmählich in schwärzliche Erde über; ich möchte diesen Übergang an den Beginn der Wärmezeit stellen, wie es sich schon in meiner „Chilchli"-Arbeit (S. 96) ergab. Besser wäre vielleicht eine Gleichsetzung mit dem Beginn des Atlantikums und die Annahme der Verschwemmung von Humusstoffen in diese Schichttiefen etwa um die Polleneinbettungstiefe. Wenn wir diesen Punkt bei 38 cm Tiefe und beim Jahr 3500 v.Chr. in Abb. 2 aufsuchen, finden wir ihn in der Kurve der Pollenfixpunkte gut eingebaut. – Bei 63 bis 74 cm erscheinen plötzlich unter kalkreichem Lehm kalkfreie Tone. Auch von geologischer Seite werden diese mit glaziologischen Erscheinungen in Zusammenhang gebracht; freilich schwanken die Ansichten zwischen Riß und Würm, ohne daß für das eine oder andere stichhaltige Belege beigebracht werden können. In meinem Schema Abb. 2 passen diese obersten Tone in 63 bis 74 cm Tiefe ungezwungen als Bildungen der Bodenoberfläche in die ausklingende Würmeiszeit, wohl am ehesten in die Zeit der fennoskandischen Endmoränen im Norden, der Schlußvereisung, eventuell der Bühlstadien, bei uns.

Datierung und Diskussion: Die Fundschicht stammt auf Grund meiner Auswertung der mir zugänglichen Gegebenheiten aus der Zeit zwischen dem Ende der letzten Vergletscherungserscheinungen in dieser Höhenlage (Schlußvereisung, eventuell letzte Bühlstadien;

[1] Welten, M., Pollenanalytische, stratigraphische und geochronologische Untersuchungen aus dem Faulenseemoos bei Spiez. Veröff. Geobot. Forsch.-Inst. Rübel, Zürich **21** 1944 (201 S., 30 Abbildungen).



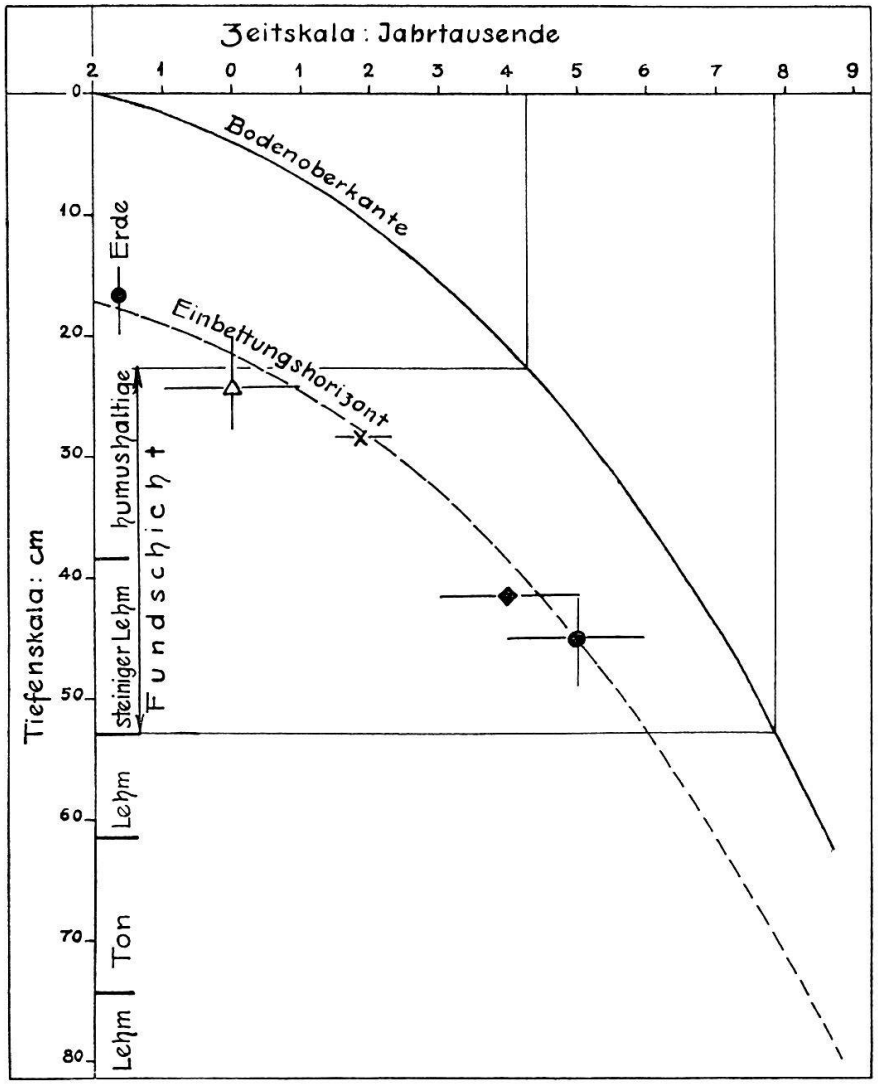


Abb. 1. Ranggiloch bei Boltigen, Stratigraphie und Pollendiagramm. (Über die etwas andersartige Darstellung der pollenanalytischen Ergebnisse vergleiche die Figurenerläuterung zu meiner gleichzeitig in diesen Berichten erscheinenden Burgäschisee-Arbeit.)
Abb. 2. Ranggiloch bei Boltigen, Datierungsversuch nach pollenanalytischen Ergebnissen.

entsprechend den Salpausselkä-Stadien in Finnland) und den Anfangsabschnitten der postglazialen Wärmezeit, nach meiner Faulenseemooschronologie etwa aus der Zeit zwischen 8000 und 4500 vor Christus.

Den braunrötlichen Lehm mit den weißen Schmitzen und den gelben steinigen Lehm betrachte ich als das Äquivalent zahlreich festgestellter torrentieller Ablagerungen im Alpenvorland zur Weidenzeit und zur Kiefernzeit. Das Material dieser Schichten ist verschwemmtes und aufgeschüttetes Verwitterungs- und Moränenmaterial der eben abgeschlossenen Würmstadien und Würmendstadien, eventuell vermischt mit Spuren der Rißvergletscherung.

Ob die reichlicheren und doch der Artzusammensetzung nach ärmlichen Pollen bei 95 cm einem Interstadial (z. B. der nordischen Alleröd- und unserer Burgäschi-Schwankung) und die dem Fels aufliegenden Tone dem Würm I und II entsprechen, oder ob es sich um alte rißeiszeitliche oder rißinterstadiale Reste handelt, bleibe dahingestellt.

Man wird gegen diese relativ späte Datierung der Fundschicht Einwände erheben. Sofern man im Inventar der Fundschicht keine scharfe Trennung erkennt, die etwa der schwärzlichen Erde und dem gelben Lehm entspräche, halte ich es nicht für angängig, einen Teil der schwärzlichen Erde als postglazial und das, was darunter liegt, als interstadial zu bezeichnen. Es bestehen überdies berechtigte Zweifel darüber, daß die Interstadialzeiten in unsern höhern Berglagen ein Klima von der Güte eines Höhlenbärenklimas gesehen haben; es braucht denn schließlich für eine Höhlenbärenzeit nicht nur erträgliche Sommerwärme, sondern auch Futter, und zwar für eine Population, wie man sie sich vorstellt bei den reichlichen Funden, üppiges Pflanzen- und wohl auch tierisches Futter. Die zusagenden Verhältnisse dürften sich erst im jungen Paläolithikum und im Mesolithikum in unsern Alpen vorgefunden haben. Es scheint mir deshalb abwegig, im Einbettungsmaterial der Knochen autochthones Moränenmaterial erblicken zu wollen.

Was die meiner Ansicht nach mit 3500 Jahren reichlich lange Dauer der Fundschichtbildung betrifft, noch eine Bemerkung: Es brauchen nur die untern und obern Grenzteile der Fundschicht als fundarm oder nur zufällig fundhaltig ausgeschieden zu werden (statt nach meiner Annahme von 22 bis 53 cm nur von 28 bis 47 cm zu reichen), so schrumpft die wahrscheinliche Dauer der Fundablagerung bereits auf 2000 Jahre zusammen. Auch so kommt in 100 Jahren immerhin noch bloß 1 cm Aufschüttung zustande, ein Betrag, der vielleicht für die gelegentliche

Einbettung von kleinen Knochen und Zähnen genügt, es aber ganz verständlich macht, warum große Knochen und ganze Skelette völlig fehlen: sie konnten weder durch fallendes Material noch durch häufiges Begehen von Tier und Mensch eingeschlossen werden, wurden vielmehr stets wieder gelockert und sind wohl oft aus der Höhle hinausgescharrt und -geworfen worden.

Gegen eine sehr viel frühere zeitliche Ansetzung der Höhlenbärenschichten spricht auch die relativ dünne überlagernde Aufschüttungsschicht. Versetzt man zum Beispiel die Fundschicht ganz in ein Interstadial, so resultiert als Auftrag in den mindestens 10 000 Jahren seit der letzten Vergletscherung vor dem „Ranggiloch" eine Schicht von nur 22 cm, im „Chilchli" bloß von 15 cm und nur vor dem „Chilchli" im groben Gehängeschutt von 50 cm Material, Beträge, die diese Böden als stabilisiert erscheinen lassen, um so mehr noch, als der Hauptauftrag doch wohl auch aus der Zeit nach dem Gletscherrückzug stammen müßte. Und doch hat man in diesen Höhlen bronze- und eisenzeitliche Funde noch in einer gewissen Tiefe festgestellt!

Schlußbemerkung: Wenn uns schon die vorliegenden Untersuchungen zu einer vorläufigen Datierung von Erscheinungen unserer Vorzeit geführt haben, so geben wir doch der Hoffnung Ausdruck, es möchten diese Probleme recht bald an Objekten abgeklärt werden, die für eine zuverlässige und rascher wachsende Einbettung Gewähr bieten, an unsern alpinen Mooren und Seen. Durch großzügige Erforschung dieser Objekte werden sich sicher Beziehungen zu den Höhlenforschungen ergeben, die eine zuverlässige Einreihung in botanische, zoologische und geologische Entwicklungsreihen ergeben. Unterdessen mag durch Untersuchungen wie die vorliegende das Problem aufgezeigt und die Lösung vorbereitet werden.

Ich danke dem Geobotanischen Forschungsinstitut Rübel und Herrn Direktor Dr. W. Lüdi für die stete Förderung und die Aufnahme dieser kleinen Mitteilung in den vorliegenden Jahresbericht.