

UNTERSUCHUNG DER AUSFÜLLUNG DER HÖHLE VON ISTÁLLÓSKŐ. ZEITBESTIMMUNG

Die archäologischen Funde der Höhle von Istállóskő können an Hand von reichlichen und verhältnismässig sorgfältig gesammelten faunistischen und anthrakotomischen Begleitfunden in die absolute Chronologie des Pleistozäns eingereiht werden.

Wir sind überzeugt, dass die paläolithischen Kulturen nur durch die Anwendung aller möglichen feineren Untersuchungsmethoden mit Sicherheit miteinander und mit ihrer paläogeographischen und paläoklimatischen Umgebung parallelisiert werden können. Nur so wird die Gesamtheit der genannten Eigenschaften zu einem überzeugenden altersbestimmenden Faktor. Wir berufen uns diesbezüglich auf einen bemerkenswerten Gedanken von Felgenhauer,¹ Er sagt in bezug auf die Dauer der einzelnen Vereisungszyklen, dass man sich bei der Rekonstruktion der paläolithischen Geschichte keineswegs mit dem Einreihen der Funde in die nächste Stadiale oder Interstadiale, d. h. mit einer Pünktlichkeit von $\pm 10\,000$ – $20\,000$ Jahren begnügen kann.

Wir wurden in erster Linie durch diesen Gedanken angeregt, die Anwendung von eingehenden sedimentpetrographischen Untersuchungsmethoden zum erstenmal in Ungarn einzuführen.² Es war naheliegend, die für uns völlig neuen Methoden am Material der Höhle von Istállóskő zu erproben, da hier die sichere Altersbestimmung durch wohlbearbeitete faunistische und botanische Funde gewährleistet wurde. Durch unsere Arbeit konnte ein zuverlässiger Ausgangspunkt für die Revision von weniger sicher datierten Funden aus anderen ungarischen Höhlen geschaffen werden.

Schliesslich sind wir vom Gedanken geführt worden, dass bei den Ausgrabungen — das gilt auch

¹ F. Felgenhauer: Aggsbach, ein Fundplatz des späten Paläolithikums in Niederösterreich. Mitt. d. Präh. Komm. d. Akad. d. Wiss. Wien, V/6 (1951) S. 249.

² Die Untersuchung der einheimischen Höhlenfüllungen ist am Material der Höhle von Istállóskő begonnen worden, jedoch wurden die gleichfalls vom Verfasser ausgeführten Untersuchungen in Zusammenhang mit den Prémoustiére-Funden der Lambrecht Kálmán-Höhle von Varbó aus technischen Gründen vorher publiziert, obwohl sie erst nach der vorliegenden Arbeit beendet worden sind (vgl. L. Vértés:

für die Erforschung der Höhle von Istállóskő — die Schichten der Fundstätten nicht mit der erforderlichen Sorgfalt getrennt worden sind, entweder weil sie makroskopisch nicht zu unterscheiden waren, oder weil die Differenzen in Textur und Farbe nicht genügend beachtet wurden. Deshalb waren wir bemüht, einfache physikalische und chemische Methoden auszuarbeiten und einzuführen, die die Trennung der Füllungsschichten an Ort und Stelle in einfacher Weise erlauben. Deshalb haben wir bei dem Aufschluss von Profil VIII. auch einen Chemiker bei der Ausgrabung hinzugezogen, der mit verschiedenen Mitteln, jedoch leider vergeblich das gesteckte Ziel zu erreichen suchte. Obgleich die Veränderungen der Füllung diesmal an der Ausgrabungsstätte nicht einwandfrei bestimmt werden konnten, so konnten die späteren laboratorischen Untersuchungen schon wesentliche Unterschiede aufzeigen, die wichtige Hinweise über die klimatischen Verhältnisse der jeweiligen Ablagerungsperioden erbracht haben.

Bevor wir zur eingehenden Darstellung unserer Ergebnisse übergehen, wollen wir uns kurz mit der allgemeinen Altersbestimmung der europäischen Aurignacien-Kulturen befassen sowie mit der Zeitperiode, in der der Aurignacien-Mensch in Mitteleuropa heimisch war.

Die allgemein angenommene stratigraphische Gliederung wird aus einer Mitteilung von Narr³ ersichtlich. Er stellt darin die Zeit des mitteleuropäischen «Olschewien» und der darauffolgenden Aurignacien-Kultur in das Interstadial Würm I/II fest. In Westeuropa war zu gleicher Zeit die Chatelperron-Kultur verbreitet. Das westeuropäische Aurignacien und das mitteleuropäische Gravettien haben sich in der Stadiale Würm II entwickelt. Dieser Auffassung entspricht die Göttinger Lehmzone des «Aurignac-Interstadials», d. h. dem Würm I/II.⁴

Az alsópaleolitikum emberének első biztos eszközelete Magyarországon [Erster bewiesener Fund des altpaläolithischen Menschen in Ungarn]. Archeológiai Értesítő, 80 [1953] S. 17–26.)

³ K. J. Narr: Terrassen, Löss und paläolithische Kulturen, Germania 29 (1951) S. 245–250.

⁴ K. J. Narr: Zum Stand der quartärstratigraphischen Forschungen, Germania, 29 (1951) S. 67–69; derselbe: Zur Stratigraphie jungpaläolithischer Typen und Typengruppen, Eiszeitalter und Gegenwart (1952) S. 50–62.

Die von Brandtner vorgenommene feinere Subdivision und Deutung der Lehmzonen im österreichischen Würm I/II haben zu der Erkenntnis geführt, dass die charakteristischen Schichten dieses Interstadials (z. B. in den Lössprofilen von Stillfried, Ulrichskirchen-Schleinbach usw.) unten mit einer Lehmzone aus einer trocken warmen Zeit beginnen, und von einer Schwarzerdenschicht mit eingelagerten Lössschichten überdeckt werden, die ein kühleres Klima deutet. Zwischen den beiden gab es eine kurzfristige kalte Oszillation, die zur Ablagerung von Löss mit Feinsand geführt hat.⁵ Dieses Interstadial dauerte laut Brandtner 35 000 Jahre. Andererseits war nach Zeuners Meinung⁶ die LGI $\frac{1}{2}$, die dem fraglichen Interstadial entspricht, 43 000 Jahre lang. Ihr Klima war anfangs kühl, gab jedoch nach einer kurzen kalten Periode einer milderen Witterung Platz.

Bacsák hat die Dauer der Interstadiale in seinem auf den Berechnungen von Milanković begründeten Klimatypenkalender auf 33 000 Jahre festgesetzt.⁷ Die Periode fängt nach ihm mit einer 10 200jährigen subarktischen Phase an, um nach einer 700jährigen antiglazialen Übergangsperiode und einer 11 500 Jahre dauernden subtropischen Phase in eine 7400jährige antiglaziale Phase überzugehen. Diese antiglaziale Phase mündet wieder in eine 8100jährige Übergangsperiode (3100 subarktische Jahre, gefolgt von der Anfangsphase des Glazials Würm II), die ihrerseits in die Stadiale Würm II hinüberführt. Eine eigentliche eisfreie Periode konnte sich dementsprechend nur in den letzten 10 100 Jahren des Interstadials entwickeln.⁸

Ein sehr interessanter und für die Erörterung der realen Klimaphasen sehr lehrreicher Fragenkomplex wird in den Arbeiten von P. Kriván umfasst. Er analysiert u. a. mit Erfolg die Wirkung der zyklisch veränderlichen Windsysteme mit konstanter Hauptrichtung auf das Pleistozänklima.⁹ Auch er betont, dass die Periode der glazialen Schwankung auf keinen Fall mit der Dauer der staubführenden und lössbildenden Ostwinde zusammenfallen kann, da letztere auf unserem damals pseudoperiglazialen Gebiet nur seit der maximalen Evolution der Eisdecke gewirkt haben. Andererseits dauerte ihre Herrschaft eine Weile in der interstadialen Zeit fort, und wurde erst nach zeitweiligen Kämpfen von den Westzyklonen verdrängt. In diesem Sinne kann man die vereisten klimatischen Rhythmen auch als die Periode der zonalen oder östlichen und die eisfreien Phasen entsprechend als die der westlichen oder meridionalen Winde auffassen.

Die Pleistozänforscher haben ihre chronologischen Tabellen ausnahmslos auf der bekannten Strahlungskurve von Milanković begründet, die

⁵ F. Brandtner: Über die relative Chronologie des jüngeren Pleistocäns Niederösterreichs, Arch. Austr. 5 (1950) S. 111.

⁶ F. Zeuner: Dating the Past, London 1946. S. 134 und Abb. 48.

⁷ Gy. Bacsák: A diluvium utolsó szakaszának kronológiája (Die Chronologie der letzten Phase des Diluvium). Barlangvilág, 10 (1940) S. 31–43.

⁸ Man muss hierbei aufmerksam machen, dass zwischen den berechneten und effektiven einzelnen quartären Vereisungsperioden und klimatischen Zyklen gewisse Abweichungen bestehen. So stimmen u. a. die beiden Werte auch im Falle des Interstadials Würm I/II nicht überein. Das Verhältnis der berechneten und effektiven Zeitspannen ist auch von Bacsák in seiner Arbeit «A skandináv eljegesedés hatása a periglaciális övön» (Die Wirkung der skandinavischen Vereisung auf die Periglazialzone), Meteor. és Földmágn. Int. Kiadv. Új sorozat, 13 [1942] S. 18. ermittelt worden. In seinem neuesten, im Druck befindlichen Werk («Die Verteidigung der Milanković-Theorie») gibt er sogar nur die 10 100 effektiv eisfreien Jahre als wirkliche Dauer der Interstadiale an. Gy. Bacsák hat seine Tabellen über die Chronologie des Pleistozäns in mehreren Aufsätzen noch erheblich verbessert. Die daraus folgenden unwesentlichen Abänderungen haben jedoch die Reihenfolge der einzelnen Phasen in keinem Falle berührt. Wir haben uns bei den absoluten Zeitangaben auf die

zwar — wie u. a. von Wundt betont wird — nur einige Faktoren aus der Mannigfaltigkeit der Vereisungsursachen in Betracht zieht, aber doch die einzige exakte Basis für die zeitliche Gliederung des Pleistozäns darstellt.¹⁰ Andererseits wirken eben die heute schier unlösbare Vielseitigkeit und häufigen Widersprüche der genannten Faktoren dahin, dass die klimatologischen Rekonstruktionen, obwohl so fest wie möglich auf exakte naturwissenschaftliche Grundlagen gebaut, kaum den Verlauf der Interstadialen in unserem pseudoperiglazialen Gebiet wiedergeben können.¹¹ Bacsák stellte für die pseudoperiglazialen Gebiete des Karpatenbeckens die hypothetische Liste der insulationsbedingten Klimaphasen für die letzten zwei Vereisungsperioden auf. Diese Arbeit ist darum wichtig, weil sie klarmacht, dass man die Eiszeit — in Gegensatz zu der früheren Auffassung — nicht als eine Sequenz von kalten und warmen klimatischen Extremitäten auffassen darf. Die frühere Auffassung ist vor allem durch die paläozoologischen und paläobotanischen Funde widerlegt worden, die sich in keiner Weise in die solcherart definierten klimatischen Antithesenpaare hineinzwängen liessen.

Die Bacsákschen Klimatypen sind folgende¹²:

1. *Glaziale*, gekennzeichnet durch zyklonalen Winter und kühlen Sommer,
2. *Antiglaziale*, mit durchschnittlichem Winter und warmen Sommer,
3. *Subtropische*, mit durchschnittlichem Sommer, jedoch mildem Winter und endlich
4. *Subarktische*, mit der Vorherrschaft von kalten Wintern neben durchschnittlichen Sommern.

Die vier obengenannten Klimatypen genügen jedoch keineswegs zur Beschreibung aller klimati-

zusammenfassende Tabelle des Artikels «Die Verteidigung der Milanković-Theorie» gestützt.

Im weiteren werden die berechneten Rhythmen, die sogenannten Schwankungstypen mit den Bezeichnungen «Glaziale» usw. versehen, und die effektiven klimatischen Zyklen mit dem Namen «vereist» bzw. «eisfrei», in den anderen Kapiteln jedoch wird die übliche Terminologie beibehalten, da diese den Archäologen geläufiger ist.

Wir ergreifen die Gelegenheit, um an dieser Stelle Gy. Bacsák, der uns bei unserer Arbeit mit vielen wertvollen Ratschlägen und Anweisungen half und seine unveröffentlichte Arbeit uns zu Verfügung stellte unseren ergebenen Dank auszusprechen.

⁹ P. Kriván: Die erdgeschichtlichen Rhythmen des Pleistozänzeitalters. Acta Geol. Hung. 2 (1953) 3. 79–90.

¹⁰ W. Wundt: Die Eisbilanzkurve und die Gliederung der Eiszeit, Quartär, 5. (1951) S. 3.

¹¹ Unter anderen täuschenden Erscheinungen sei herausgehoben, dass das Stadial Würm I in Ungarn, wie seine tierischen und pflanzlichen Überreste (oberste Schicht der Subalyuk-Höhle) beweisen, nur schwach entwickelt war: dieser Umstand mag sowohl auf den Anfang wie auf den Ablauf des darauffolgenden Interstadials eine Wirkung ausgeübt haben.

¹² Gy. Bacsák: Az interglaciális korszakok értelmezése (Die Deutung der interglazialen Perioden). Az időjárás 16 (1940) S. 8–16, 62–69 u. 105–108.

schen Möglichkeiten des Pleistozäns, und haben den wesentlichen Fehler, dass sie, auf mathematisch berechneten Fundamentaltypen der Insolation beruhend, ihren Effektivwert je nach dem jeweiligen Zustand der Vereisung verändern.

Wir haben im vorangehenden die neuen Berichtigungsversuche von P. Kriván erwähnt, die mit Rücksicht auf die vortrefflichen meteorologischen Beobachtungen von Flohn¹³ die klimatischen Typen des Pleistozäns auf Grund der beiden herrschenden Windsysteme revidieren.

Verfasser hat P. Kriván gebeten, an Hand der Untersuchungsergebnisse von Istállóskő bei dem Festsetzen der realen wärmzeitlichen klimatischen Einheiten auf breitester Grundlage mitzuwirken. Die untenstehenden Ausführungen sind mit seiner wirksamen Mitarbeit entwickelt worden. Im übrigen war er bei dem Entwurf des vorliegenden Kapitels und bei der Korrelation der Windsysteme und Klimaschwankungen auch persönlich tätig.

Die Verteilung der Niederschläge sowie die Sedimentation des Eiszeitalters ist vielfach von den allgemeinen (planetaren) Windsystemen beeinflusst, ja sogar bestimmt worden, deren Entwicklung, wie erwähnt, in engem Zusammenhang mit der Sonnenstrahlung steht. Durch die Korrelation der Bacsákischen Klimatypen mit den Typen der atmosphärischen Zirkulation erhalten wir das folgende Bild:

Fiel die *glaziale* Schwankung in eine eisfreie Periode, so brachte sie die Herrschaft von meridionalen Luftströmungen im ganzen Jahr mit. Diese haben meistens reiche Niederschläge mitgeführt, und die Anhäufung von Schnee sowie die Entwicklung einer Eisdecke zur Folge gehabt. Der einstrahlungsbedingte gemässigte Charakter der glazialen Schwankung ist durch ihre Tätigkeit weitergehend betont worden, indem die Temperaturunterschiede zwischen sommerlicher und winterlicher Jahreshälfte durch die über grosse Breiten transportierten Luftmassen ausgeglichen worden sind. (Diese Periode wird von Kriván als die Phase der «westlichen Klimarevolution» bezeichnet.)

Die vereiste Periode wurde, ungeachtet der jeweilig wirkenden Klimaschwankung, über das ganze Jahr von zonalen Zirkulationstypen beherrscht, die infolge des Wandels der Klimatypen lediglich Intensitätsänderungen erlitten haben. Die Entwicklung der westlichen Luftströmungen ist

nämlich durch die Wirkung der Eisdecke in den sommerlichen Jahreshälften verhindert worden, daher konnten die östlichen Strömungen der zonalen Zirkulation nur im Winter ihre deflative Tätigkeit ausüben, und waren im Sommer lediglich auf eine passive, staubführende und -ablagernde Rolle beschränkt. Der extrem aride Charakter des Klimas ist von den zonalen östlichen Winden nur noch hervorgehoben worden. (Kriván bezeichnet diesen Fall mit dem Namen «Östliche Klimarevolution».)

Wenn die *subarktische* oder *antiglaziale* Schwankung auf eine eisfreie Periode entfiel, hat sich wiederum eine zonale Zirkulation mit östlicher winterlicher und westlicher sommerlicher Luftbewegung entwickelt. Das hat das verstärkte Hervortreten der sowieso starken einstrahlungsbedingten Temperaturunterschiede zwischen sommerlicher und winterlicher Jahreshälfte verursacht. Die Winter waren verhältnismässig trocken, die Sommer dagegen niederschlagreicher und von extremalem Charakter. Es ist also ein typisch kontinentales Klima entstanden.

Endlich herrschte in der eisfreien Zeit während der sommerlichen Jahreshälften der subtropischen Schwankungen ein westlich-zonales Windsystem, dagegen kamen im Winter neben den zonalen Ostwinden auch Einbrüche von meridionalen Strömungen vor, die die Entwicklung allzu kalter, arider Winter verhindern konnten. Die winterliche zonale Zirkulation wurde eventuell — im Falle der drei aktiven subtropischen Phasen in den Glazialen Mindel I, Riss I bzw. Würm I ganz gewiss — vollkommen von der meridionalen abgelöst.

Wir haben, den obigen vorausgeschickten Ausführungen folgend, mit der Anwendung aller logisch vorstellbaren Möglichkeiten ein System von rein *theoretischen Klimaphasen* aufzustellen versucht, das — einstweilen unabhängig von der Erfahrung — alle klimatischen Variationsmöglichkeiten enthält, um dieses System, wenn nötig, als Erweiterung bzw. Kontrolle der bisher aufgestellten Typen hinzustellen. Es kommen mithin die folgenden sechs Möglichkeiten in Betracht:

1. Kühler, feuchter Sommer — kalter, trockener Winter;
2. kühler, feuchter Sommer — milder, feuchter Winter;
3. warmer, feuchter Sommer — kalter, trockener Winter;
4. warmer, feuchter Sommer — milder, feuchter Winter;
5. warmer, trockener Sommer — kalter, trockener Winter;
6. wärmer, trockener Sommer — milder, feuchter Winter.

¹³ H. Flohn: Allgemeine atmosphärische Zirkulation und Paläoklimatologie, Geol. Rundschau 40 (1952) S. 153—178.

Wir haben die heissen, trockenen Sommer und warmen, trockenen Winter des Wüstenklimas, das auf unserer geographischen Breite in der Eiszeit sowieso nicht in die Frage kam, nicht aufgenommen und haben desgleichen auch das Klima der Tropen, das mit unserer Möglichkeit Nr. 6 die nächste Verwandtschaft zeigt, ausser Acht gelassen. Die trocken-kühlen Sommer und trocken-milden Winter sind auf unseren geographischen Breiten ebenfalls ohne Bedeutung.

Wir wollen nun die Korrelation der als möglich erkannten Typen vornehmen: Die Periode der östlichen Klimarevolution entspricht, wenn die im Sinne Bacsáks genommene glaziale Schwankung ein gewisses Amplitudo überschritt, unserer Möglichkeit Nr. 2., bei kleineren Amplituden wird sie dagegen ein andersartiges Klima hervorrufen. Das Antiglazial entspricht unserem theoretischen Typ Nr. 5, die subtropische Schwankung der Nr. 4. Endlich kann unser Typ Nr. 1. mit dem zweiten, übergangsartigen Teil des Interglazials, und Nr. 3. mit der Phase der Strahlungszunahme am Ende der östlichen Phase verglichen werden.

Aus all dem wird klar, dass unser theoretisches Typensystem mit seinen sechs Gliedern die grösstmögliche Zahl der Variationen angibt und andererseits auch die effektiven Klimatypen enthält.

Dagegen konnten wir auf Grund der bisherigen Untersuchungen an einheimischen Höhlen ein empirisch begründetes Bild über die verschiedenen Eigenschaften der untersuchten Füllung (wie Porosität des Kalksteinmaterials, Gehalt an Karbonat und organischen Resten in der Fraktion unter 0,5 mm, Korngrössenverteilung, Farbe der Schichten und schliesslich Beschaffenheit des Kalksteindetritus) in den einzelnen grösseren klimatischen Einheiten — d. h. in den extrem lössbildenden vereisten und in den vollkommen eisfreien, mit Meridionalzirkulation gekennzeichneten Phasen zeichnen. Wir wollen nun die Korrelation der diesbezüglichen Erfahrungen mit dem soeben aufgestellten klimatischen System vornehmen. Wir werden dabei der Einfachheit halber jede untersuchte Eigenschaft in drei Intensitätsstufen (schwach: +, mittelmässig: ++, stark: ++++) einteilen.

Klimatyp	Porosität	CaCO ₃	Humus	Kalksteindetritus (0,5—40 mm)	Feinfraktion (0,002—0,5 mm)	Farbe
1. Kühl-feuchter Sommer, kalt-trockener Winter	++	+	++	Wenig, mittelgross, kantig	wenig, etwas lösshaltig	gräulich gelb, orangegelb
2. Kühl-feuchter Sommer, mild-feuchter Winter	+++	++	++	mittelgross u. klein, kantig u. korrodiert	wenig, tonig	grau, braun
3. Warm-feuchter Sommer, kalt-trockener Winter	++	++	++	wenig, kaum korrodiert	lösshaltiger Ton in mittlerer Menge	hellbraun, gelblichbraun
4. Warm-feuchter Sommer, mild-feuchter Winter	+++	+++	+++	wenig, gross od. mittelgross, korrodiert	viel, tonig	dunkelrötlich, schwärzlich
5. Warm-trockener Sommer, kalt-trockener Winter	+	+	+	sehr wenig, kantig od. korrodiert	lösshaltig	gelb
6. Warm-trockener Sommer, mild-feuchter Winter	++	+	++	wenig, gross, korrodiert	wenig, tonig	grau, bräunlich

Nachdem wir hiermit den «Bestimmungsschlüssel» der einheimischen Höhlenfüllungen auf empirischer Basis zusammengestellt haben — wir müssen unsere Betrachtung auf die einheimischen beschränken, da die Ablagerungsverhältnisse der verschiedenen geographischen Breiten sowie die wesentlicheren Abweichungen in der Natur des Muttergesteins diese Eigenschaften grundlegend beeinflussen können —, wollen wir kurz begründen, warum wir die feinere Gliederung der einzelnen eiszeitlichen Phasen gerade an Hand der physikalischen, chemischen und morphologischen Eigenschaften der Höhlenfüllungen zu verfolgen als angebracht betrachtet haben.

Es wurde bereits betont, wie kompliziert und vielseitig sich die bestimmenden und beeinflussenden Faktoren der pleistozänen Klimaphasen gestal-

tet haben. Um diese Faktoren so eingehend wie möglich kennenzulernen, werden Sedimentreihen benötigt, die möglichst viel von den Umständen und Faktoren ihrer Entstehung beibehalten haben.

Es stehen unseren Lössmorphologen für den ganzen Ablauf der Interstadiale bloss Lehmzonen von nicht mehr als etlichen Dezimetern Mächtigkeit zur Verfügung, die überdies nicht einmal die Produkte der eigentlichen Sedimentation, sondern lediglich durch klimatische Einflüsse modifizierte, verwitterte Lössarten sind. Gleichzeitig gibt es in den Höhlen — wie es auch bei der Höhle von Istállóskő der Fall ist — Ausfüllungen von annähernd 3 m Mächtigkeit, die schon makroskopisch recht gut unterteilbar sind. Ihre Schichten bilden in Hinsicht auf Farbe und Beschaffenheit des enthaltenen Kalksteindetritus sowie Mannigfalt der Einschlüsse ein neues, reiches Beweismaterial über die Gestaltung der klimatischen Umstände, das unvergleichlich mehr besagen kann als die unter freiem Himmel abgelagerten Lössarten. Wenn es ein Sedimentprofil gibt, wo die Interstadiale gut gegliedert werden kann, so ist es die Ausfüllung der Höhle von Istállóskő: eben dadurch sind wir zum eingehenden Studium der chemischen und physikalischen Eigenschaften derselben angeregt worden. Wie

bereits erwähnt, waren diese Untersuchungen in Ungarn die ersten ihrer Art; wir wissen auch aus dem Ausland nur über sporadische und unvollständige Arbeiten, deren Methodik und Ergebnisse nicht unmittelbar, sondern nur den Bedingungen unserer Aufgabe angepasst, übernommen werden konnten. Daher können die Methoden und Ergebnisse unserer vorliegenden Arbeit auch nicht als endgültig und abgeschlossen angesehen werden.

Eben dieser experimentelle Charakter unserer Untersuchungen hat die weitgehende Rücksichtnahme auf die zuverlässigen Ergebnisse anderer Wissenschaftszweige unvermeidlich gemacht. In dieser Hinsicht kamen vor allem die Ergebnisse von Jánossy's faunistischen, Sárkány's und Stiebers antraktomischen und M. Herrmanns mikromineralogischen

hat unter den faunistischen Befunden folgendes als wichtig und anwendbar ergeben:

1. Alle Schichten haben die gleiche Artenzahl und zahlenmässigen Verhältnisse für die grösseren Säugetierarten gezeitigt, foglich hat sich das Klima während der Deposition der ganzen Ausfüllung — auch die oberste gelbe Schicht mitverstanden *nicht grundlegend geändert*.

2. Die verhältnismässige Stabilität des Klimas wird — im Sinne der Bergmannschen Regel — auch durch die gleichbleibenden Ausmasse der Höhlenbärenzähne — besonders der M_1 — unterstützt: andererseits wurden durch die variationsstatistischen Untersuchungen am Zahn M_1 von *Microtus arvalis-agrestis* und an den Gliedmassen von *Microtina*, bei diesen kleineren Arten, die infolge ihrer kleineren Körper-

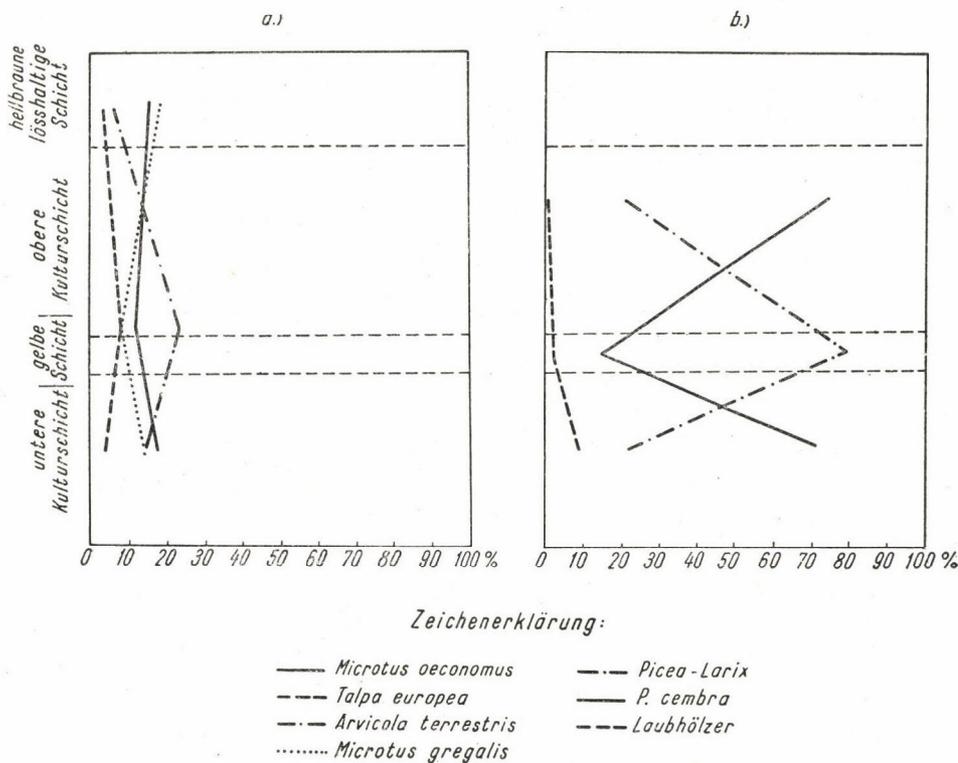


Abb. 1

Untersuchungen in Betracht. Wir haben diese als sichere Leitfäden betrachtet, und bei der Lösung der etwaigen petrographischen Probleme als entscheidend angesehen. Es muss jedoch betont werden, dass wir uns durch diese Ergebnisse keineswegs zu einem subjektiven Urteil, d. h. zur Verfälschung der stratigraphisch unterstützten Folgerungen verführen liessen; wir haben sie vielmehr nur zum Entscheiden der Widersprüche sowie zur Aushilfe bei unbedeutenden Ergebnissen und vor allem als verlässliches Kontrollmittel benutzt.

In den mit grosser Umsicht ausgeführten, in der Mehrzahl auf neuartigen und bahnbrechenden Methoden beruhenden paläobiologischen und mikromineralogischen Untersuchungen meiner Mitarbeiter wurde der Verlauf des Interstadials in drei Teile zerlegt. Die Übersicht der wichtigeren Feststellungen

masse und häufigerer Reproduktion selbst zum Registrieren von kleineren Klimaschwankungen geeignet sind, Grössenschwankungen nachgewiesen. Demgemäss war die jährliche Durchschnittstemperatur zur Zeit der Ablagerung der oberen Kulturschicht niedriger als bei der Deposition der unteren — oder die Sommer waren zumindest kühler, wo ja die kleinen Nagetiere am beweglichsten sind.¹⁴

3. Das zahlenmässige Verhältnis der einzelnen Kleinsäugetierarten gibt zu sehr interessanten Vergleichen Anlass: so steht die Vermehrung und das Ausbleiben der Steppenform *M. gregalis*¹⁵ und der wassergebundenen *Arvicola* in umgekehrtem Verhältnis: ihre Verteilung deutet an, dass zur Zeit der Ablagerung der unteren Kulturschicht und der hellbraunen lösshaltigen Schicht ein trockenes, steppenartiges Klima

¹⁴ Es stellte sich bei der Auswertung dieser Ergebnisse heraus, dass unsere Ausgrabungs- und Sammelmethode trotz allen Bemühens nicht sehr gelungen waren. Wir besitzen weder bezüglich der Höhlenbärenzähne noch über die Mikrofauna genaue mikrostratigraphische Angaben und dadurch sind viele wertvolle Vergleichsmöglichkeiten verlorengegangen. Dieser Umstand wird, neben den vielen und verwirrenden nachträglichen Angrabungen des Arbeitsgebietes, durch die Unzulänglichkeit unserer Ausgrabungstechnik erklärt. Wir

konnten über die Mikrofauna der oberen Kulturschicht nachträglich nur so viel feststellen, dass diese in der Mehrzahl aus dem unteren Teil der Schicht, aus der nächsten Nachbarschaft der Schichtgrenze herkommt.

¹⁵ Die Verbreitung von *M. oeconomus*, der als feuchtigkeitsliebend angesehen wird, stimmt heute z. T. mit der von *M. gregalis* überein: auch in unserer Fauna geht seine Vermehrung bzw. ihr Ausbleiben Hand in Hand.

anwesend war, während der untere Teil der oberen Kulturschicht in einer überaus niederschlagsreichen Periode gebildet wurde. Diese Beobachtung wird auch durch das Verhalten von *Talpa* in unserer Fauna unterstützt (s. Abb. 1).

Das Verhältnis der Auerhahnarten bleibt durch das ganze Schichtkomplex konstant, mit Ausnahme der obersten gelben Schicht, aus der noch während der Ausgrabung von 1948 gewisse mikrofaunistischen Funde gesammelt worden sind. Hier ist das Schneehuhn der feuchten Tundren in der Überzahl gegenüber des alpinen Schneehuhns, wenn die spärliche Fauna dieser Schicht überhaupt zu einer Auswertung berechtigt. Das gleichbleibende Verhältnis der vier Auerhahnarten in der unteren und oberen Kulturschicht und in der hellbraunen lösshaltigen Schicht kann höchstens als eine Kontrolle der Sammel- und Untersuchungsmethoden bewertet werden.

Das zahlenmäßige Verhältnis der Arten ergibt u. a. auch in der Höhle von Istállóskő nicht das getreue zönotische Bild der betreffenden Periode, da das untersuchte Material auch hier aus den Gewöllen von Raubvögeln (Sperbereule?) besteht. Es ist jedoch angebracht, die Verteilung der Arten und die vertikalen Änderungen ihrer Verhältnisse, wie sie in dem von Raubvögeln aufgesammelten Material erhalten ist, als ursprünglich zu betrachten.

Die anthrakotomischen Untersuchungen umfassen zum erstenmale in Ungarn — und meines Wissens auch im Weltmassstab — ein dermassen reiches Material, das getrost als überzeugendes statistisches Bild der Klimaveränderungen betrachtet werden kann. Die Ergebnisse der anthrakotomischen Studien stehen in vollem Einklang mit den faunistischen Befunden. Der mehr steppartige Charakter der unteren Kulturschicht und der hellbraunen Schicht bzw. die feuchtere, zyklonale Beschaffenheit des untersten Horizontes in der oberen Kulturschicht wird durch Verbreitung und Rückzug von *Pinus cembra* und der *Picea-Larix*-Gruppe schwerwiegend unterstützt. Das Übergewicht der bisher als für die vereisten Perioden extrem typisch angesehenen *P. cembra* in der eisfreien Phase ist besonders aufschlussreich. Eine andere wichtige Erfahrung zeigt, dass die prozentmässigen Verhältnisse bei einzelnen Pflanzenarten schon von kleineren Klimaschwankungen viel empfindlicher verschoben werden als bei den Tieren. Endlich kann festgestellt werden, dass auch die für zwei gegensätzliche Klimaperioden kennzeichnenden Arten nebeneinander existieren können, wie z. B. die Laubhölzer in der unteren Kulturschicht, besonders *Tilia* neben *Pinus cembra*, wobei die wesentlich schwächer vertretene Gruppe als Relikt betrachtet werden muss. In dieser Auffassung werden die verkohlten Reste der genannten Laubhölzer als Überreste einer betont eisfreien Epoche unmittelbar vor der Bildungszeit der unteren Kulturschicht gedeutet (1. Abb., b).

Die durch M. Herrmann ausgeführten mikromineralogischen Untersuchungen sind von grossem Interesse und haben in allem die obigen Befunde unterstützt.¹⁶ Besonders auffallend sind hier die beiden Maxima des Magnetits in den Mustern Nr. 10 und 20. Der Magnetit ist in Muster Nr. 20 neben den übrigen Mineralien am stärksten vertreten, da — wie wir auch an Hand von anderen Erscheinungen bemerken werden — die Höhle damals eine Quelle beherbergte, die einen Teil des Materials auswusch und die verhältnismässig schwersten Magnetitkörner anreichte. Das zweite Maximum des Musters Nr. 10 ist auch infolge von Auswaschung entstanden; das Material ist nämlich in einer niederschlagsreichen Periode abgelagert worden, in der die Risse im Dach der Höhle reichlich Wasser gespendet haben. Bei grösseren Regenfällen bildet das herabtropfende Wasser noch heute Pfützen, die auf dem sanft sinkenden Terrain der Öffnung zusickern. Es ist anzunehmen, dass ein Teil der Füllung in einer niederschlagsreicheren Periode durch ähnliche Vorgänge ausgewaschen worden ist. Übrigens besagen auch Zeichen anderer Natur, dass zwischen der unteren und oberen Kulturschicht eine Sedimentlücke existiert, die durch die

teilweise Denudation der Füllung entstanden ist und nur an etlichen Stellen einige rotgefärbte Schichtenreste von geringer Mächtigkeit zurückliess.

Granat, Epidot, Biotit, Zirkon, Turmalin usw. sind allotigener Herkunft. Sie gehören offenbar zum eingelagerten Lössmaterial, und diese Annahme wird auch durch ihre Korngrössenverteilung bewiesen. Der Anteil des Limonits ist in Muster Nr. 6. am grössten. Auf den ersten Blick ist das auffallend, da dieses Mineral doch meistens autigenetisch gebildet wird, und eigentlich in den feuchten, warmen Perioden maximal angereichert sein sollte. Man darf jedoch nicht vergessen, dass unsere Angaben sich auf die Zahl und nicht auf die Menge der Schwerminerale beziehen. M. Herrmann erklärt diesbezüglich, dass nur in Muster Nr. 10 Limonitkörner mit epigenetischen Wachstumsformen vorzufinden waren: folglich ist der Limonitgehalt des Musters Nr. 10 als eigentliches Maximum gegenüber dem des Musters Nr. 6. zu bewerten.

Die Beobachtungen in den verschiedenen Naturwissenschaftszweigen weisen mit voller Eindeutigkeit darauf hin, dass während der Ablagerung der unteren Kulturschicht ein trocken-kühles Steppenklima herrschte, das bis zur Ablagerung der oberen Kulturschicht in ein stark niederschlagreiches Klima überging. Die Sedimentation der hellbraunen Schicht ist dann von neuem durch Steppenklima beeinflusst worden. Wir wollen nun diesen Prozess, der den Verlauf des Interstadials für archäologische Zwecke noch viel zu grob und ungeschlachtet wiedergibt, mittels petrographischer Untersuchungen noch erheblich feiner und eingehender zerteilen, und die festgestellten Glieder in das absolut-chronologische System einzureihen suchen.

Man darf jedoch bei petrographischen Untersuchungen nicht ausser Acht lassen, dass die allgemeinen Gesetzmässigkeiten der Füllungsveränderungen nur in einem kleineren Teil der Eigenschaften zur Geltung kommen, und dass sie folglich nicht allzu leicht verfolgt werden können. Die meisten kennzeichnenden Eigenschaften sind von Höhle zu Höhle verschieden, sie hängen vom Material des Muttergesteines, von der Orientierung der Höhlenöffnung, von der Mächtigkeit der hangenden Schichten, von den wasserabführenden Eigenschaften des Terrains oberhalb der Höhle, von den tektonischen Verhältnissen und noch weiteren Faktoren ab. Man kann nach Berücksichtigung all dieser Umstände einen Teil der Füllungseigenschaften nur als lokale Parameter auffassen, die unmittelbar nur zum Vergleich der einzelnen Schichtglieder untereinander angewandt werden können. Andererseits können die Zusammenhänge zwischen Schichten verschiedener Fundstätten sowie ihre Gesetzmässigkeiten

¹⁶ Es war uns infolge von technischen Schwierigkeiten nicht möglich, die ganze Schichtfolge aus diesem Gesichtspunkt untersuchen zu lassen. Wir konnten jedoch die verfügbaren Muster so auslesen, dass sie wenigstens die wichtigeren

Punkte der Schichtreihe repräsentierten. Wir verweisen betreffs der graphischen Bewertung der Schwermineraleverteilung auf den Aufsatz von M. Herrmann.

keiten nur dann aufgeklärt werden, wenn sorgfältig bearbeitete Materialien mit genauer Altersbestimmung bei einer hinreichenden Zahl von Fundstätten zur Verfügung stehen werden. Eine derartige Untersuchung der einheimischen Höhlen ist im Gang:

wir wollen uns jedoch mit dieser Frage an einer anderen Stelle befassen.

Im folgenden werden wir die Ergebnisse der Untersuchungen am Istállóskőer Material der Reihe nach beschreiben.

A) KORNERTEILUNGSUNTERSUCHUNGEN

Wir haben von einem bestimmten Vertikalen des Profils Nr. VIII (In Abb. 2., Seite 113. dieses Bandes mit \times bezeichnet) 17 Muster aus der 1,7 m mächtigen Schichtfolge gesammelt. Muster Nr. 18—20 stammen vom lateralen Teil des Profils her, da an dem ersten Sammelort das liegende Gestein bis zum Punkte 0 angestiegen war. (Auf derselben Abb. mit Kreis bezeichnet.)

Belehrt durch die negativen Ergebnisse der erwähnten chemischen Untersuchungen, waren wir genötigt, die auch von ausländischen Fachleuten angewandte Methode der granulometrischen Analyse zur Trennung der Schichten einzuführen.¹⁷ Diese Methode ist von zwei verschiedenen Gesichtspunkten auf zwei verschiedenen Wegen ausgeführt worden. Einerseits waren wir durch die Liebesswürdigkeit des Staatlichen Geologischen Instituts imstande, die Feinkornfraktion im dortigen Laboratorium durch densimetrische Analyse bestimmen zu lassen, andererseits haben wir die gröbere Fraktion (von 0,1 bis ungefähr 40 mm) der gleichen Muster mit unserer eigenen Siebreihe, deren Ausstattung und Lochdurchmesser nach den bisherigen Erfahrungen am besten unseren Zwecken entsprechen, untersucht.¹⁸

Bei der Auswertung der sedimentpetrographischen Untersuchungen haben uns die Erfahrungen von Lais¹⁹ zur Grundlage gedient. Wir haben unsere

Ergebnisse in der bei ihm üblichen Weise graphisch dargestellt, und haben dadurch die Kornverteilungskurven (Histogramme) in Diagramm a) der Abb. 2. erhalten. Die erste Kurve bezieht sich hier wie in den folgenden Abbildungen auf Muster Nr. 3., die zweite auf Muster Nr. 8. aus der Höhle von Istállóskő. Die dritte Kurve enthält zum Vergleich die Korngrößenverteilung der postglazialen hellgelben Schicht aus der Peskőhöhle, und endlich die vierte die der rötlichbraunen Schicht aus der K. Lambrecht-Höhle, die vom Ende der eisfreien Periode der Riss—Würm-Interglaziale her stammt. Wir haben die obigen Ergebnisse in Diagramm b) der Abb. 2 auch mittels kumulativer Kurven dargestellt, die in gewissen Beziehungen bessere Übersicht gewähren.

Das Material der hellbraunen lösshaltigen Schicht aus der Höhle von Istállóskő (Nr. 3.) und der gelben Schicht aus der Peskőhöhle haben sich beide in antizyklonalen Perioden abgelagert: die erstere vor dem Beginn der Glaziale Würm II, die letztere nach dem Ende der Würm III. Beide führen äolischen Staub,²⁰ was im Falle der Peskőer «postglazialen» Schicht ganz natürlich erscheint, da diese noch vor der «westlichen» Periode entstanden ist. Dagegen würde diese Erscheinung im zweiten Teil des Interstadials, der schon unter der Herrschaft der «westlichen» Winde gestanden haben soll, viel weniger selbstverständlich anmuten. Unsere folgenden Betrachtungen bezwecken, wie es im weiteren klar wird, eben das Auflösen von derartigen Widersprüchen.

Die eigentümliche Korngrößenfraktion des Lösses beträgt also laut unseren Kurven in den beiden, während der Herrschaft der Ostwinde gebildeten Schichten 50%, in der Schicht der K. Lambrecht-Höhle und in der interstadial ent-

¹⁷ Chavaillon-Dutrevioz—Chavaillon: Essai de Granulométrie appliquée au gisement préhistorique d'Arcy-sur-Cure, BSPF, 49 (1952) S. 509—522. A. Cailleux: Application de la Pétrographie sédimentaire aux recherches préhistoriques, BSPF, 43 (1946) Nos 5—6. Vergleiche noch die zahlreichen anderen Arbeiten von demselben Verfasser usw.

¹⁸ Die Siebserie besteht aus in aluminiumüberzogenen Hartholzrahmen eingefassten Metallgeweben. Die Durchmesser der Öffnungen sind der Reihe nach 0,1—0,3—0,5—1,0—3,0—5,0 mm. — Sie ist nur nach der Beendigung der Ausgrabung fertig geworden, und konnte nur bei der laboratorischen Arbeit in Dienst gestellt werden. Muster Nr. 1, 2 und 19 sind aus den erwähnten technischen Gründen für die Untersuchung mit der eigenen Siebreihe, sowie für die Untersuchungen über Porosität, Gehalt an Karbonat und organischem Material verlorengegangen.

¹⁹ R. Lais: Über Höhlensedimente, Quartär, 3. (1940) S. 56—108.

²⁰ Die Fraktion zwischen 0,2—0,02 mm beträgt in den ungarischen Lössbildungen ungefähr 50% (vergl. A. Vendl:

Geológia. Budapest 1951. S. 328—329). Diese Korngröße kommt natürlich auch in den lösfreien Höhlenausfüllungen vor, wo sie auf die zermürbende Wirkung von chemischen und physikalischen Agenzien zurückzuführen ist, kommt jedoch nur dann zur Übermacht, wenn der Löss bei der Bildung der Ausfüllung wirklich eine Rolle gespielt hat. Ausländische Studien haben bewiesen, dass das nicht äolisch gebildete Material eben durch die mechanische Witterungstätigkeit der kryophilen Phasen in grösserer Menge zu dieser Korngröße abgebaut wird. (S. A. Dücker: Über Strukturböden im Riesengebirge. Ein Beitrag zum Bodenfrost und Lössproblem. Ztschr. Dt. Geol. Ges. 1937.) Es sei hier erwähnt, dass nach den neuesten Untersuchungen die obere Grenze des noch schwebend transportierten Lössmaterials 0,1 mm beträgt. Die grösseren Körnchen müssen als Akzessorien fremder Herkunft angesehen werden. (S. I. Lányi—Mihályi: A magyarországi löszváztozatok és egyéb hullóporos képződmények osztályozása [Die Klassifikation der ungarischen Lössarten und anderer äolischer Bildungen.] Alföld-Kongress der Ungarischen Akademie der Wissenschaften. Budapest. 1952, 1953. S. 5—15.)

standenen Schicht der Höhle von Istállóskő jedoch nur 25–35%. Es wird andererseits aus Diagramm a) klar, dass der Anteil der Fraktion zwischen 0,2–0,5 mm in der zyklonal-humiden Periode grösser war (vergl. Muster Nr. 2,4) als in den

Füllungsmaterials. Man sieht, dass die Fraktion unter 0,5 mm in der interglazialen Schicht (d. h. in der eisfreien Periode) ungefähr 65% des ganzen Materials betrug, in Gegensatz zu dem 20–30prozentigen Gesamtanteil aller übrigen Fraktionen. Während also die Untersuchung der Feinkornfraktion keine Unterschiede zwischen interstadialen und interglazialen Sedimenten aufzeigen konnte, wurden solche durch die Analyse der grösseren Fraktionen herausgehoben: Muster Nr. 4. enthält fast gar keine Körner zwischen 0,5 und 5,0 mm und nur eine geringe Menge über 5 mm. Es ist von der Untersuchung des Materials aus der K. Lambrecht-Höhle bekannt, dass dort die Fraktion über 5 mm aus mächtigen Felsblöcken von mehreren Zentnern Gewicht besteht, die bereits die Grenzen der Korngrössenbestimmung überschritten haben.

Die Kurve des Musters Nr. 8. und der interglazialen Schicht der Höhle von Istállóskő sind einander nur darin

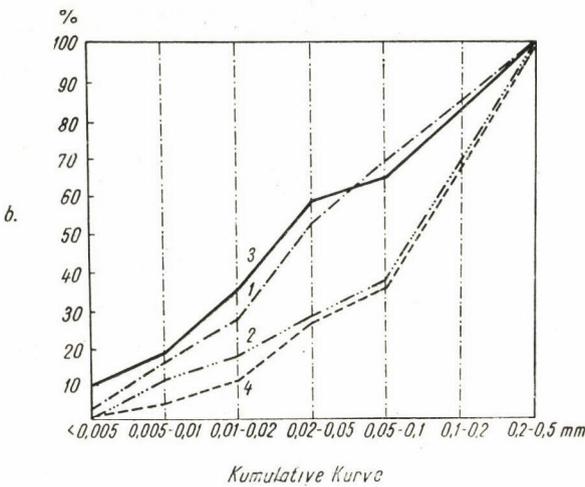
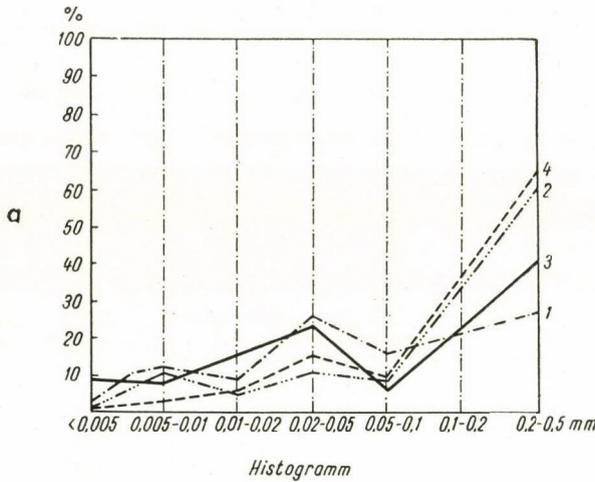


Abb. 2

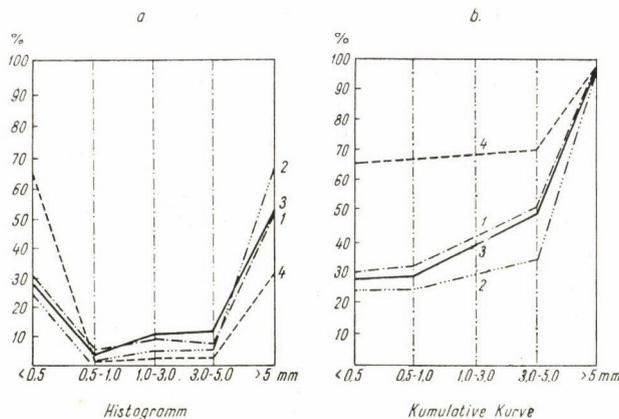


Abb. 3

kontinentalen Perioden mit östlichen Windsystemen (Muster Nr. 1,3), da das Kalksteindetritus von chemischen Einwirkungen zu Teilchen von eben dieser Grösse verwittert wurde.

Das Bild wird durch die Diagramme a) und b) der Abb. 3. ergänzt. Diese dienen zur Veranschaulichung des gesamten

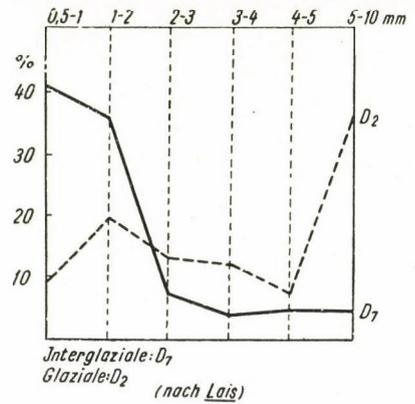


Abb. 4

gleich, dass keine von ihnen Körnchen der Fraktion 0,5–5,0 mm enthält. Dagegen erreicht diese Fraktion in den beiden «glazialen» Schichten 15–20% und auch die grösseren Kategorien sind in entsprechender Weise vertreten.

Die Kurven der beiden «glazialen» Schichten stimmen bezüglich der Verteilung sowohl der feineren, wie auch der grösseren Körner überein. Bei den beiden «warmen» Schichten ist die Proportion der einzelnen Kategorien annähernd die gleiche, ihre absoluten Beträge weisen jedoch auffallende Abweichungen auf.

Lais macht uns in Zusammenhang mit der Untersuchung der Kartsteinhöhlenfüllung²¹ darauf aufmerksam, dass die chemische Witterung in den interglazialen Perioden feinere Korngrössen ergibt, als die sprengenden-spaltenden mechanischen Prozesse der vereisten Perioden. Die wichtigsten Schichtproben der Höhle von Istállóskő ergeben, aus diesem Gesichtspunkte untersucht, die folgende Verteilung der Korngrössenklassen über und unter 5 mm:

	Über 0,5 mm	Unter 0,5 mm
Humus	14%	86%
Gelbe Schicht	20%	80%
Lösshaltige Schicht	30%	70%
Obere Kulturschicht	20%	80%

Die Anreicherung der Klasse unter 0,5 mm weist immer auf Ansammlung von Lössmaterial hin, während die Anreicherung der grösseren Klasse die Wirkung von pluvialen, westlichen Phasen verrät.

Einige Diagramme von ähnlichem Inhalt sind von Lais aus der Kartsteinhöhle mitgeteilt worden, deren zwei kennzeichnendste zwecks Demonstration in Abb. 4 nachgebildet worden sind. D₇ bedeutet dort interglaziales Material, dessen überwiegender Teil von der chemischen Witterung in Teilchen unter 1 mm zerkleinert wurde, in Gegensatz zu D₂, wo die chemische Einwirkung weniger intensiv war, und die physika-

²¹ Lais : a. a. O., S. 92.

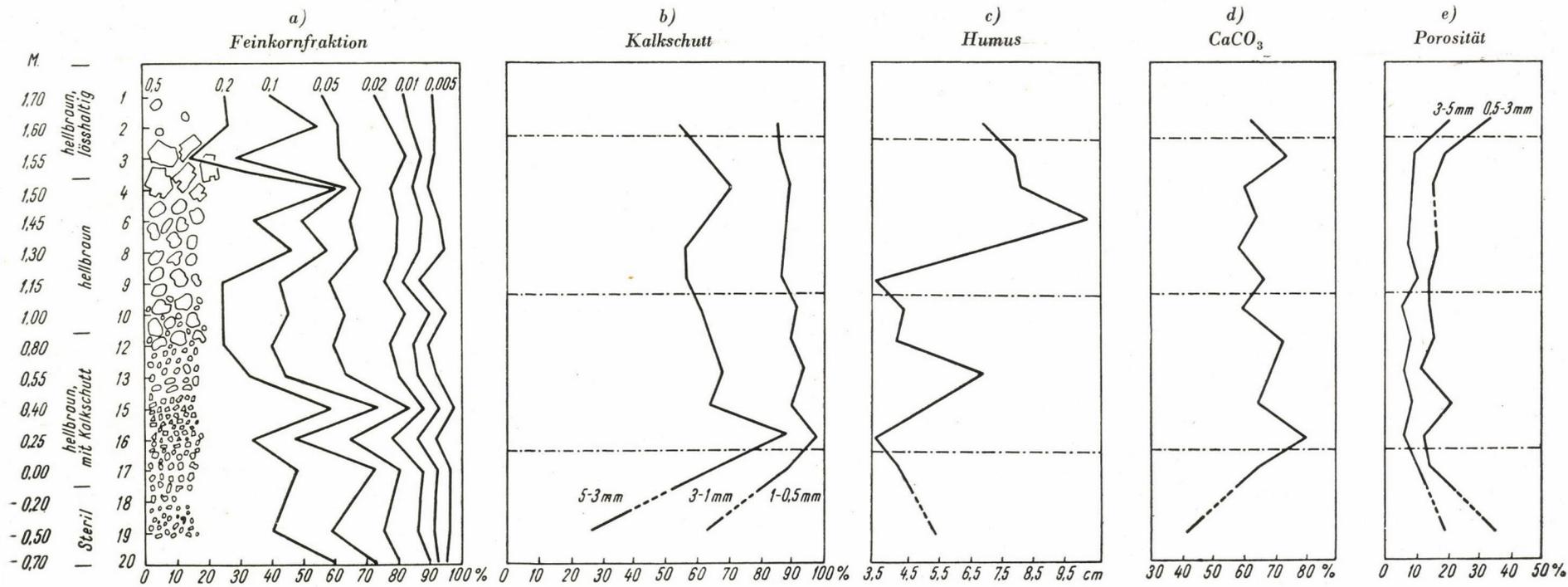


Abb. 5

lische gröbere Körnchen hinterliess. Es muss jedoch betont werden, dass diese Erscheinung nur in seltenen Fällen in so klarer Entwicklung beobachtet werden kann: in den meisten Fällen tragen die lössbildenden Winde konstanter Hauptrichtung auch das Irzige zur Sedimentation bei, und bewirken auch die Anreicherung der feineren Fraktionen. Überdies bedarf es der Bemerkung, dass aus irgendeinem Grunde der Löss aus der Kartsteinhöhle vollkommen fehlt was auch mit der auffallend kleinen Mächtigkeit der Ausfüllung in Einklang steht: diese beträgt an der dicksten Stelle nicht mehr als 2,7 m, und hat dabei Funde vom Acheuléen bis zur Gegenwart geliefert.²²

Trotzdem lassen sich bei Vergleich unserer Kurven mit denen von *Lais* gewisse Analogien feststellen, so z. B. der Umstand, dass die Feinkornfraktion (unter 0,5 mm) in der von uns untersuchten interglazialen Schicht ungefähr 65% des Gesamtmaterials beträgt (Kurve 4. der Abb. 3.), und dass in Zusammenhang damit die Menge der gröberen Körner (über 3 mm) entsprechend zurücktritt. Dagegen nimmt die Menge der Feinkornfraktion in den eisfreien interstadialen und in den noch von Ostwinden beherrschten postglazialen Schichten ab, und die groben Körner gewinnen mehr Raum. Die plötzliche Zunahme der Fraktion über 5 mm in der Kurve des Musters Nr. 8 von Istállóskő scheint ein Klima mit üppigen Niederschlägen für die betreffende Periode anzudeuten, die mit der Hilfe von verstärkten Korrosionsprozessen das reichliche Loslösen von Kalksteintrümmern vom Dach der Höhle bewirkt hat.

Wir wollen demnächst auf Grund der obigen Ausführungen die Kornverteilungskurven a) und b) der Abb. 5 zu erklären suchen. Die Kurven wurden ermittelt, indem die Seriennummern der einzelnen Schichten in der ursprünglichen Reihenfolge auf die Ordinatenachse und den Prozentsatz der fraglichen Korngrößenfraktion als dazugehörige Abszisse aufgetragen wurde. Die Kornverteilung der einzelnen Schichten kann so auf einer einzigen Linie dargestellt werden, und jede Kurve gibt den Verlauf einer gewissen Korngrößenfraktion über den ganzen Schichtkomplex an. Kurve a) veranschaulicht die Verteilung der Feinkornfraktion, Kurve b) die der gröberen Körner (Kalksteindetritus). Die beiden Kurven sind einander annähernd parallel, mit der Ausnahme der Stellen bei Mustern Nr. 15, 19 bzw. 20. Dieser Verlauf unterstützt die Feststellung von *Lais*, laut der die Verteilungskurve einer beliebig gewählten Korngrößenklasse immer annähernd den gleichen Verlauf zeigt.²³

Hinsichtlich der Möglichkeiten der makroskopischen Unterteilung lassen sich die Schichten folgenderweise gruppieren: Muster Nr. 1 bis 3 vertreten die gelblichbraune, lösshaltige Schicht, Muster Nr. 4 bis 10 den dunkelbraunen Ton mit Kalksteindetritus, Nr. 12 bis 17 das hellbraune, mit kleinen Steinchen besäte Material der unteren Kulturschicht, und endlich Nr. 18 bis 20 das an Stellen von kleineren Lösslinsen durchzogene sterile Material von hellbrauner Farbe und manchmal violetterem Stich, das die Klüfte des anstehend verwitterten Muttergesteins ausfüllt. Die Eigenschaften der grösseren Gesteinstrümmern in den Schichten sind auf der linken Seite der Kurve a) schematisch dargestellt worden. Diese grossen bis mittelgrossen Kalksteinfragmente können manchmal überwiegend scharfkantig sein, in welchem Falle sie eine spaltende Frostwirkung verraten, — andersmal sind sie wieder kantengerundet, eventuell mit Einbuchtungen (wie bei Mustern Nr. 2—3 und 8—10). Man muss bei der Auswertung der Korngrößenverteilungskurven auch die Eigenschaften dieses Materials in Auge behalten.

J. Kerekes kommt bei dem Studium der Höhlenfüllungen auf den Schluss, dass diese in bedeutendem Teil von allochthoner Herkunft sind, und während der Würmvereisungen mittels Solifluktionsprozessen in die Höhle «gekrochen» waren.²⁴ Die Annahme einer allochthonen Herkunft steht in einem gewissen Einklang mit unseren Beobachtungen, die wir an

Hand von mikromineralogischen Untersuchungen an gewissen ungarischen Höhlen angestellt haben. Weiterhin stimmt diese Annahme zu der Beobachtung, dass diese Elemente in den einzelnen Schichten der Füllungen durch Körner von merkwürdig übereinstimmender Grösse vertreten sind, und andererseits eine gewisse Zwielfalt aufweisen, indem kantengerundete «Kiesel» mit verwitterter Oberfläche aus Kalkstein zusammen mit scharfkantigen Bruchstücken von fast frischen Bruchflächen auftreten. Diese Kombination kann vermutlich die Mischung von allochthonen und autochthonen Komponenten andeuten. Die genannten zwei Gruppen können in gewissen Fällen wenigstens zum Teil getrennt werden, wenn nämlich das Material Trümmer aus fremdem Gestein enthält. So war — abgesehen von den Quarz-, Sandstein- und anderen Kiesel ohne menschlicher Bearbeitung aus einigen ungarischen Höhlen — z. B. in der Furtinhöhle²⁵ die Unterscheidung der zwei Komponenten durch die Trennung der Rauracien- und Sinemurienkalke möglich; ähnlicherweise liegen in der Höhle von Istállóskő die von den Höhlenbären angewetzten, mit «Bärenschliff» versehenen Bruchstücke des einstigen Höhlenbodens als scharfkantige Stücke im übrigens gerundeten Detritus. So besteht z. B. das Detritus in den Mustern Nr. 16 und 17 aus einem derartigen Gemisch aus scharfen und gerundeten Stücken.

Das Kalksteindetritus der Höhlenfüllungen ist wegen seiner morphologischen Eigenschaften ausgezeichnet als Basis für Folgerungen über das Klima der Ablagerungszeit geeignet, auch dann, wenn es z. T. mittels Solifluktion (als allochthones Material) oder durch bis zur Oberfläche durchgehende Klüfte und Kamme auf gravitativem Wege in die Höhle geraten war.

Verfolgen wir also in Abb. 5 die Eigenschaften des Kalksteindetritus in der zur Kornverteilungskurve parallel aufgetragenen Bildkurve, von unten nach oben durch das ganze Schichtkomplex:

Das Material des Musters Nr. 20 ist eine Einheit für sich. Das enthaltene Kalksteindetritus besteht aus kleinen, abwechselnd gerundeten und kantigen Stücken. Die kleineren Körner fehlen fast ganz, die Klasse zwischen 0,2—0,05 mm ist desto reicher vertreten, ebenso wie die grösseren Kategorien bis 1 mm. Die Kategorie 1—5 mm ist ebenfalls reichlich besetzt. Das Entstehen dieser Schicht kann im Lichte des auffallend geringen, kaum 40prozentigen Karbonatgehaltes (Kurve d) und der sehr grossen Porosität (Kurve e) erklärt werden.²⁶ Wie schon erwähnt, war in diesem Muster das Magnetit besonders stark angereichert, samt Trümmern aus dem Serizitschiefer, der im Muttergestein der Höhle in der Form von blättrigen Einlagerungen vorzufinden ist. All diese Tatsachen weisen darauf hin, dass damals eine Quelle durch die Höhle geflossen ist, die erstens die Felsen korrodierte, zweitens die kleineren Korngrößen auswusch und die unbeweglichen grösseren Fremdkörper ansammeln liess. Die Quelle mag allem Anschein nach in der ersten, mit

²² C. Rademacher: Der Kartstein bei Eiserfry in der Eifel, *PZ* 3 (1911) S. 7—8.

²³ *Lais*: a. a. O., Abb. 3.

²⁴ J. Kerekes: Az ererkőnyeki barlangvidék kialakulása (Die Entwicklung des Höhlergebietes von Eger), *Barlangkutató* 16 (1938) S. 90—130. Vergl. auch von demselben

Verfasser: Zur periglazialen Sedimentbildung in mitteleuropäischen Höhlen. *Quartär* 5 (1951) S. 41—50.

²⁵ A. Leroi-Gourhan: La caverne des Furtins, *Préhist.* 11 (1950) S. 17—142.

²⁶ Der Karbonatgehalt ist jeweils an der Fraktion unter 0,5 mm festgestellt worden.

westlichem Windgang gekennzeichneten Phase des Glazials Würm I tätig gewesen sein.

Die folgende Phase der Sedimentation ist von den Mustern Nr. 19 bis 13 vertreten. Die Kalksteintrümmer sind hier überall ziemlich klein, abwechselnd kantig und gerundet. Der Verlauf der Feinkornkurve ist unstetig. Der sehr niedrige Feinkorngehalt in Muster Nr. 17 muss besonders herausgehoben werden. Die Wichtigkeit dieser Tatsache tritt hervor, wenn wir die zwei Kurven vergleichen: zwar beträgt die Fraktion 0,2–0,05 der Kurve a) mehr als 80%, erreicht jedoch in Vergleich zu Kurve b) — d. h. im gesamten Material — kaum 1–2%. Umso grösser ist der Anteil der Fragmente zwischen 3–40 mm in dem Muster. Diese sind stark kantig, und es muss in dieser Hinsicht betont werden, dass das Muttergestein ein an manchen Stellen fast geschieferter Kalkstein mit plattiger Absonderung ist. Man erhält durch Vergleich mit den Kurven der Humus- und Karbonatbestimmung die Bestätigung, dass Muster Nr. 17 aus anstehend verwittertem Muttergestein besteht, und diese Annahme wird durch die bei der Einsammlung angestellten Beobachtungen bewiesen, denn das Muster wurde aus der Nähe eines grossen herabgefallenen Felsen gesammelt, und ist folglich aus klimatischem Gesichtspunkte unbewertbar.

Der sprungartige Unterschied zwischen Mustern Nr. 15 und 16 bleibt jedoch auch nach der Elimination von Muster Nr. 17 bestehen, kann jedoch nicht durch derartige Ursachen erklärt werden. Die Steinchen in der Ausfüllung sind auch hier klein und gemischt. Die Grössenkatgorie des Lösses kommt im Verhältnis von 15–30% vor. Eine Periode mit stetigem Klimaverlauf hätte jedoch viel weniger Kalksteindetritus bei der gleichen Menge von Lösspartikeln produziert. Die Unstetigkeit des Klimas kommt auch im Diagramm selbst zum Ausdruck, so dass wir feststellen können, dass dieses Material unter kühlen, abwechselnd lössbildenden und pluvialen klimatischen Verhältnissen (jedoch mit fortdauernder Kälte, Solifluktionsercheinungen und Tundrabildung unter freiem Himmel), zur Zeit der Kämpfe zwischen westlichen und östlichen Windsystemen entstanden ist.

Muster Nr. 12 bis 5 können in eine weitere klimatische Einheit zusammengefasst werden. Die Kalksteinfragmente sind mittelgross und klein, gerundet. Stücke mit scharfem Bruch sind nur im oberen Teil der Schicht zu finden. Obwohl die Korngrössenkatgorie des Lösses etwas über dem Durchschnitt liegt (35 bis 37%, in der Fraktion 0,1–0,02),

kann man annehmen, dass das Klima an der Grenze der unteren und oberen Kulturschichten revolutionistisch-westlich, zyklonal geartet war. Der Widerspruch zwischen dem westlichen Charakter und dem überdurchschnittlichen Gehalt an Teilchen von Lössgrösse löst sich auf, wenn man bedenkt, dass die kennzeichnenden Schwermineralien des Lösses fehlen, und weiterhin, dass ein Teil des Muttergesteins im Sinne der bereits erwähnten Prozesse durch die feucht-kalten Perioden mit Frostwirkung auf die Korngrösse des Lösses abgebaut wird; endlich, dass die Muster von der Umgebung der Schichtgrenze im Verhältnis zur Grobfraktion weniger Feinmaterial enthalten als das eigentlich lösshaltige Muster Nr. 3.

Es ist bemerkenswert, dass auf der Grenze der beiden Schichten erstens das graue Detritus, zweitens — auf der südöstlichen Seite der Höhle — eine dünne rote Schicht eingekittet liegt; diese lassen statt auf ablagernde, auf denudative Tätigkeit in der Höhle schliessen, und deuten, wie schon bei der Erklärung des zweiten Magnetit-Maximums besprochen, eine Sedimentlücke an. Diese Erscheinung meldet sich auch im Abfallen der Humuskurve bei Mustern Nr. 10–12, das übrigens vollkommen unbegründet sein würde und allein durch Auswaschung erklärt werden kann. Der gleiche Tatbestand wird auch durch die entsprechend niedrigen Werte der Karbonatkurve bewiesen.

Die Kurve zieht von der Grenze der beiden Kulturschichten, die, scharf gegeneinander abgegrenzt, vermutlich eine lückenhafte Sedimentreihe darstellen, schwankend, aber im grossen ganzen stetig in die Schicht mit Frostwirkungspuren und kantigen Gesteinstrümmern (Muster Nr. 4–5), und weiter in die lösshaltige Phase von Muster Nr. 1–3 hinüber. Die Phase mit zonalen Windsystemen war doch wahrscheinlich kurz, und die zyklonalen Strömungen brachen schon früh wieder ein. Das zeigt sich in der Verminderung der Lössfraktion in Muster Nr. 2.

Die Verfolgung der weiteren Schichten konnte leider nicht mit der erwünschten Präzision vorgenommen werden, da bei den früheren Ausgrabungen eine ungefähr 1 m mächtige Pleistozänschicht von der gegenwärtigen Oberfläche entfernt wurde. Es ist uns nur an einer einzigen Stelle, in der Nachbarschaft der Höhlenwand gelungen, ein Muster aus der gelben, spätesten Pleistozänschicht zu sammeln. Auch der Humus hat aus einer etwas höher gelegenen Stelle eine für Bearbeitungszwecke hinreichende Probe geliefert. Die Angaben dieser beiden Schichten lauten:

	Humus	Gelbe Schicht
Porosität	8,9%	7,6%
CaCO ₃	70,0%	60,0%
Organische Stoffe .	97 mm	60 mm
Grobe Körner	{ 5–3 mm : 33%	38,3%
	{ 3–1 mm : 54%	42,4%
	{ 1–0,5 mm : 14%	19,3%
Detritus	gerundet mittelgross	kantig mittelgross

Wir haben die Parameter dieser zwei Muster nicht auf die Kurven aufgetragen, da die Kontinuität der Sedimentation zwischen ihnen und den Mustern 1–20 abgebrochen ist, und auch weil ihre Sammel-

stätte vom Profil der anderen Muster entfernter liegt. Es wird hinreichen, über die gelbe Schicht nur so viel anzumerken, dass sie von Lössmaterial frei ist und kantige, zerfrorene Kalksteintrümmer enthält, also wahrscheinlich aus der anfänglichen, von westlichen Winden beherrschten Phase eines Stadials — offenbar des Würm II — abstammt, ohne jedoch in der Fauna die extrem arktischen Tundraformen aufzuweisen.

Wir müssen hierbei betonen, dass die obenstehenden Folgerungen nur zusammen mit den weiteren Untersuchungen ein Ganzes ergeben.

B) POROSITÄT

Wir verstehen unter Porosität die Wasseraufnahmefähigkeit des Kalksteindetritus, die innerhalb eines gewissen Gesteintyps von der Stufe der Verwitterung, also mittelbar von den klimatischen Faktoren abhängt, die bei der Loslösung der Trümmer vom Muttergestein und bei ihrer Einbettung gewirkt haben. Die Verwitterungsgeschichte des eingebetteten Materials hängt auch im weiteren vom Klima, z. B. von den Niederschlagsmengen ab, jedoch nur in stark vermindertem Masse; andererseits machen die früher eingebetteten Schichten diese neueren verwitternden Effekte auch mit, und zwar mit stets abnehmender Intensität.

Die Porositätsbestimmung wurde mit folgender Methode durchgeführt: wir haben eine gewisse Fraktion des durch Sieben sortierten Materials äusserst sorgfältig ausgewaschen, getrocknet und gewogen. Das Material wurde dann für eine lange Zeit in einer Proberöhre unter Wasser gehalten. Das Wasser wurde durch ein Stück auf die Mündung der Proberöhre angelegtes Filterpapier ausgegossen, und die auf den Körnchen und der Röhrenwand anhaftenden Tropfen mit der Zentrifuge entfernt. Das nasse Material ist dann von neuem gewogen worden.²⁷ Es hat sich unter den Fraktionen verschiedener Korngrösse die Fraktion zwischen 3–5 mm für diesen Zweck am geeignetsten erwiesen. Wir geben ausser der

Wasserabsorption dieser Grössenklasse in Abb. 5. auch die ähnlich verlaufende, jedoch infolge der grösseren Schwankungen der spezifischen Oberfläche weniger zuverlässige Kurve der Fraktion 0,5–3,0 mm. Die relative Absorptionsfähigkeit des Kalksteinmaterials schwankt bei den verschiedenen Mustern nach unserer Bestimmung zwischen 5–19%.

Es scheint im Sinne unseres klimatischen Bestimmungsschlüssels, dass Muster Nr. 3, in Anbetracht des spärlichen, mittelgrossen, gerundeten Kalksteindetritus feuchte Sommer und trockene, kalte Winter verrät. Die mittelmässigen Werte der Muster Nr. 4 bis 10 melden feuchte und überdies noch kühle Sommer, und ebenfalls trocken-kalte Winter. Zwischen Mustern Nr. 10 bis 12 wäre nach allen bisherigen Angaben die kräftige Zunahme der Porosität zu erwarten. Der Mangel einer solchen beweist auch die erwähnte Sedimentlücke. Muster Nr. 16 zeigt den kräftigen aber kurzfristigen Einbruch von Westwinden, während Muster 20 — wie besprochen — als Ausfüllung der einstigen Quellenrinne starke Auslaugung aufweist. Die Porositätsangaben werden bei der zusammenfassenden Bewertung noch berührt.

C) KARBONATGEHALT

Der Karbonatgehalt ist durch die Behandlung des Materials unter 0,5 mm Korngrösse mit 1%iger Salzsäure ermittelt worden. Der Anteil des CaCO₃ beträgt nach den derart gewonnenen Angaben 40–80% und hat sich in Vergleich mit den von

Lais bestimmten Werten im allgemeinen als überaus niedrig erwiesen.²⁸ Dieser Umstand kann eine Funktion der Eigenschaften des Muttergesteins sein; andererseits haben sich die karbonatischen Schichten von Lais möglicherweise im postglazialen

²⁷ Selbstverständlich wird hier über der realen Absorptionsfähigkeit ein gewisser Überschuss in der Form des auf die Körnchen anhaftenden pelliculären Wasserfilms mitgemessen. Diese Wassermenge kann jedoch für jedes Material als konstant betrachtet werden und beeinflusst die Bestim-

mung der relativen Porositätsdifferenzen nicht.

²⁸ Lais: a. a. O. S. 75; er hat z. B. an den Mustern von der Korngrösse unter 0,5 mm der St. Brais-Höhle ein CaCO₃-Gehalt von 52 bis 91% bestimmt.

Klimaoptimum abgelagert, in Gegensatz zu unserer interstadialen Schichtenfolge aus wesentlich kühlerem Klima.²⁹

Der Karbonatgehalt der Höhlenfüllung muss — ebenfalls nach Lais — aus zwei verschiedenen Gesichtspunkten bewertet werden. Würde das untersuchte Muster aus der Nachbarschaft des weiten Höhleneinganges gesammelt, wo unter normalen Umständen starke Verdunstung herrscht, so zeigt ein hoher Karbonatgehalt die Durchströmung von reichlichen Wassermengen, und schliesst folglich die vereisten Perioden der Glazialen aus. Dagegen wird der Kalksinter in den verdunstungslosen gewundenen Höhlengängen eben aus den langsamer durchsickernden, spärlicheren, jedoch konzentrierteren CaCO₃-Lösungen ausgefällt. Bei der Höhle von Istállóskő gilt der erste Fall. Je reicher also die Schicht an Karbonaten, desto feuchter und milder — d. h. für die Verdunstung günstiger — muss das Klima gewesen sein, da die Muster aus der Nähe der weiten Höhlenöffnung gesammelt worden sind. Unsere Muster enthalten durchschnittlich 65% CaCO₃, das schon an sich charakteristisch für die eisfreie Phase ist, besonders in Vergleich mit dem 30,2%igen Karbonatgehalt der Würm III-Schicht aus der Peskőhöhle, die, nicht allzu verschieden orientiert, im gleichen Muttergestein liegt.

Der mittelgrosse Wert der Kurve bei Muster

Nr. 3 beweist mit dem Lössgehalt dieses Musters trockene Kälte, der höhere Karbonatgehalt von Muster 4 ein sehr feuchtes Klima. Der niedrige Karbonatgehalt der Muster Nr. 6 bis 12 scheint in Vergleich mit den anderen Ergebnissen zu bedeuten, dass der damalige Klimazyklus, wenn auch sehr feucht, so doch nicht besonders warm war und die reichen Niederschlagsmengen auf dem Boden der Höhle abfliessen liess, ohne die Fällung von besonderen Karbonatmengen zu verursachen. Muster Nr. 13 bis 18 deuten, mit der Ausnahme des schon besprochenen Nr. 17, mit ihrem mittelgrossen und grösseren Karbonatgehalt mässig feuchte Sommer und trocken-kalte Winter an. Endlich haben wir bei Muster Nr. 20 bereits erklärt, dass der kleinere Karbonatgehalt durch die auswaschende und auslaugende Wirkung des Quellwassers auf die kleineren Körnchen entstanden ist.

D) HUMUSGEHALT

Der Anteil des Humus, oder genauer des organischen Materials, ist nach der auch von Lais angewandten Methode³⁰ an 15 g der Fraktion unter 0,5 mm durch Kochen für bestimmte Dauer mit 50 ml 20prozentiger Natronlauge ermittelt worden. Die filtrierte Mutterlauge hat durch die in Natronlauge aufgelösten organischen Stoffe verschiedene Farbtöne erhalten. Wir haben die Unterschiede der Farbtöne auch zahlenmässig auszudrücken versucht, indem wir eine beliebig bestimmte Menge jeder Flüssigkeit in Proberöhren zur Farbenstärke der hellsten Probe verdünnt haben. Dann sind die Höhenunterschiede der Flüssigkeitssäulen in Millimetern festgestellt worden. Am dunkelsten hat sich die Mutterlauge von Muster Nr. 8 erwiesen, die zu 104 mm verdünnt werden musste, bis sie die Farbenstärke des lichtesten Musters Nr. 10 erreicht hat.³¹

Wir haben durch diese Methode relative kolorimetrische Angaben erhalten, die innerhalb einer gewissen Schichtfolge gut anwendbar sind.

Der Humusgehalt der Höhlenschichten gibt in einem gewissen Grad die Floraverhältnisse der fraglichen Ablagerungsperiode wieder. Das organische Material wird z. T. vom durchsickernden Wasser der Klüfte transportiert, zum anderen Teil wandert es von aussen durch Wind, Tiere, Mensch, vielleicht durch Solifluktion getragen in die Höhle und wird dort in den Tonschichten verwahrt.

Die Angaben des Humusgehaltes werden jedoch in Hinsicht auf die Anwendung für Klimadeutung

durch andersartige Anhäufungen von organischem Material modifiziert, die nicht als Folge der Witterungsverhältnisse, sondern durch menschliche oder tierische Tätigkeit (Herde, etwaige tierische Kadaverreste, Fekalien) entstanden sind. Man darf sich ebendeshalb nur mit Vorsicht und auf andere Untersuchungen gestützt auf die Humusbestimmungen verlassen.

Es fällt in der Kurve vor allem die starke Spitze von Muster Nr. 8 auf, die aus klimatischem Gesichtspunkte, in Anbetracht der übrigen Angaben, völlig unbegründet scheint. Aus Profil b) der Abb. 2 in Kapitel I. wird jedoch klar, dass in der dunkelbraunen steinbesäten Schicht, aus der dieses Muster stammt, eine Kulturschicht liegt. Ein anderer Kulturhorizont ist um 0,9 m tiefer, in der hellbraunen Schicht vorzufinden, der sich in der Humuskurve durch die Spitze bei Muster Nr. 15 erkennen lässt. Der hohe Humusgehalt der Muster Nr. 3 bis 5, der übrigens ein feucht-warmes Klima andeuten würde, kann in Hinsicht auf die vielen zerstreuten Kohlenstückchen auch in Mangel einer ausgesprochenen Kulturschicht auf menschliche Tätigkeit

²⁹ Der Karbonatgehalt überschritt in den von uns untersuchten zahlreichen Höhlenfüllungsmustern nur in den seltensten Fällen 60%.

³⁰ E. Melin—S. Odén: Kolorimetrische Untersuchungen über Humus und Humifizierung, Sver. geol. undersökning Årsbok, 10 (1916) Nr. 4.

³¹ Nach unseren Erfahrungen weisen die Mutterlauge einer jeden Höhlenfüllung verschiedene charakteristische Far-

ben auf, die jedoch innerhalb einer Höhle nur um Stiche variieren. Die Muster der Höhle von Istállóskő ergaben braune, die der Peskőhöhle orangefelbe, die der K. Lambrecht-Höhle rötlichbraune Lösungen. Die Farbenunterschiede zwischen den Mutterlauge von einzelnen Höhlen kommen offensichtlich von den Kontaminationen des Muttergesteins und anderen lokalen Umständen her.

zurückgeführt werden. Die fast vollkommene Abwesenheit organischer Stoffe in den Mustern Nr. 10 bis 13 zeigt über die archäologische Sterilität dieser Schichten hinaus auch die auslaugende Wirkung von reichlichen Niederschlägen. Der Humusgehalt von Muster Nr. 16 nimmt in Verhältnis zu den vorangehenden etwas zu, in Einklang mit der von anderen Untersuchungen ebenfalls angedeuteten übergangsartigen ozeanischen Klimaschwankung.

Man muss betonen, dass unsere ganze Humuskurve vom organischen Material der Kulturschich-

ten so weitgehend modifiziert wird, dass sie aus dem Gesichtspunkte der Klimaforschung kaum anwendbar ist, und in manchen Fällen sogar Resultate liefert, die allen übrigen Ergebnissen widersprechen. Diese Widersprüche werden nebst den schon erwähnten durch die Tatsache erklärt, dass die Höhle in den kälteren Perioden über einem grösseren Teil des Jahres bewohnt war und folglich die Spuren von verstärkter menschlicher Tätigkeit im Ansammeln von organischem Material aufweist.

E) ANALYSE DER SCHICHTFARBEN

Unter anderen Faktoren gibt auch die Farbe der ausfüllenden Schichten Auskunft über ihre Ablagerungsumstände. Wie schon erwähnt, ist die Farbe

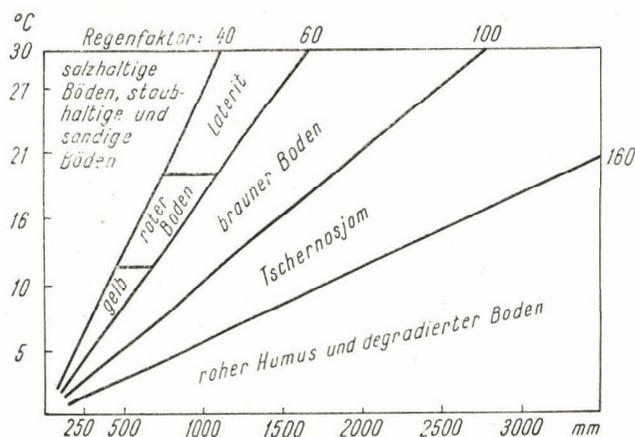


Abb. 6

der Füllung in einem gewissen Grade von der Farbe der unlöslichen Teile im Muttergestein abhängig. Wir ergänzen nun diese Feststellung dorthin, dass die gleichen klimatischen Verhältnisse in verschiedenen Höhlen Schichten von gleichem Grundton zustandebringen, an denen die Einwirkung des Muttergesteins nur in der Form von bräunlichen, rötlichen, grünlichen bzw. gräulichen Stichen bemerkbar wird. Der durch die klimatischen Faktoren bestimmte Grundton — gelb, braun oder rot — behält in allen Fällen Vorherrschaft. Die

gelben Schichten zeigen das Mindestmass an Verfärbungen, da im allgemeinen bei ihrer Ablagerung die Zertrümmerung des Gesteins durch überwiegend mechanische und nicht chemische Faktoren verursacht wurde: folglich konnte das Füllungsmaterial in dem Kalksteindetritus die ursprüngliche Farbe beibehalten.

Brooks³² teilt nach R. Lang eine Tabelle über den Zusammenhang der jährlichen Durchschnittstemperatur mit der durchschnittlichen jährlichen Niederschlagsmenge mit. Wir geben die auch für uns wichtige Tabelle in Abb. 6. Die Ordinate zeigt hier die jährliche Durchschnittstemperatur in C°, die Abszisse die durchschnittliche jährliche Niederschlagsmenge in mm. Die aus den beiden Werten kalkulierte Kennziffer, der sog.

Regenfaktor: $\frac{\text{jährliche durchschnittliche Niederschlagsmenge}}{\text{jährliche Durchschnittstemperatur}}$

steht in enger Verbindung mit der Bodenbildung im fraglichen Gebiet.

Bei einem Regenfaktor unter 40 werden Wüstenböden gebildet. Ein Gebiet wird folglich zu Wüste, wenn die jährliche Durchschnittstemperatur 30° übertrifft und die jährliche Niederschlagsmenge 1200 mm nicht erreicht, oder auch wenn sich die jährliche Durchschnittstemperatur bei Niederschlägen unter 200 mm über 5° C erhebt, usw. Liegt der Regenfaktor zwischen 40 und 60, so entstehen bei niedrigeren Temperaturwerten gelbe, bei höheren rote Böden bzw. Laterite usw.³³

Das Gebiet Ungarns fiel im Eiszeitalter in die pseudo-periglaziale Zone. Die heissen, kurzen Sommer und trockenen, harten Winter der vereisten Perioden waren hier wesentlich sanfter und humider geartet als in der unmittelbaren Umgebung der Eisdecke. Die Niederschläge haben sich seit dem ersten Teil der «Inter»-Phasen — d. h. unter der Herrschaft der meridionalen Winde, die die Bildung der Eisdecke ermöglichen haben, sowie nach der Herrschaft der nach maximaler Entwicklung der Eisdecke auftretenden arid-zonalen Winde — wenigstens in den sommerlichen Jahreshälften — vermehrt.³⁴ Diese Periode mochte ungefähr der kontinentalen Witterung der heutigen borealen Zone entsprechen haben. Andererseits mochte sich in den besser entwickelten, wahrhaftig eisfreien Interstadialen und während den Interglazial-

³² C. E. P. Brooks: Climate through the Ages.² London 1950. S. 167—173.

³³ Der Regenfaktor von Lang gibt nicht ganz reale Werte, denn er nimmt den variablen Faktor der Verdunstung nicht in die Berechnung. (Vergl. E. Scherf: A talajklimatik és légköri klimatikus tényezők versenye a talajtípusok keletkezésénél [Der Wettkampf von bodenklimatischen und atmosphärisch-klimatischen Faktoren bei der Bildung von Boden-

typen], Jb. d. Ung. Geol. Inst., 29 [1932]. S. 1—87.) Da wir jedoch einstweilen mit «realen» Werten sowieso nichts anzufangen wüssten, und nur die einzelnen Prozesse kennzeichnen wollen, ist seine Pünktlichkeit für uns vollkommen hinreichend.

³⁴ P. Kriván: Die erdgeschichtlichen Rhythmen des Pleistozänalters. Acta Geol. Hung. 2 (1953) S. 79 ff.

len — wenn die Amplitude der Antiglaziale hinreichend gross war — das Klima der mediterranen Zone mit feuchten, milden Wintern, oder doch wenigstens das durch mehr oder minder gleichmässige Niederschlagsverteilung gekennzeichnete Klima der heutigen gemässigten Zone ausgebildet haben.

Das hat aus dem Gesichtspunkte der Bodenbildung zu bedeuten, dass in den Glazialen mit zonaler Zirkulation gelbe Töne oder staub- und lösshaltige Ausfüllungen entstanden waren, in den feuchten, kühlen frühglazialen Phasen Tundra-böden und tonige, degradierte graue Böden, und endlich in den eisfreien Perioden der Interglazialen und Interstadialen auch in den Höhlen schwarze oder braune, eventuell rote, lateritartige Böden zustande kamen.

Die braune, gelblich- oder graubraune Füllung der Höhle von Istállóskő scheint jedenfalls ein kühleres Klima im Vergleich mit dem heutigen zu beweisen. Innerhalb dieses Rahmens zeigen die einzelnen Farbenveränderungen Temperaturschwankungen, die jedoch die kühle, trockene Witterung der vereisten Perioden an keiner Stelle der Schichtfolge erreicht haben. Die oberste gelbe Schicht beweist die kälteste, feuchte Witterung. Darunter liegt die unter milderen, aber trockenen klimatischen Umständen begonnene lösshaltige braune Schicht. Weiter unten folgt die obere Kulturschicht, die nach unserem Ausgrabungstagebuch an manchen Stellen in zwei Teile entfällt: in eine grauere Schicht mit gröberen Steinen oben und in eine feine bräunlichere, dunkle Schicht mit feinerem Detritus unten. Sie sind beide Ablagerungen von mioridional garteten, ozeanisch betonten Perioden.

Die obere Kulturschicht bedeckt an einer Stelle die graue Detritusschicht, die ihre Farbe von dem durch den Kamin hereingefallenen und unten angehäuften Serizitschieferdetritus erhielt. Auf einer anderen Stelle kommt eine kaum einige Zentimeter erreichende rötliche Tonschicht zum Vorschein, wahrscheinlich ein Überrest des denudierten Komplexes, die schon auf Grund ihrer Farbe eine ausgesprochen feuchte Witterung andeutet. Wir konnten leider aus dieser Schicht überhaupt kein archäologisches oder anderes naturhistorisches Material sammeln, folglich blieben ihre näheren Eigenschaften unbekannt.

Am untersten liegt die hellbraune, (im speläologischen Sinne) «lösshaltige Tonschicht» der unteren Kulturschicht, deren Farbe lichter ist als die der oberen. Das Material einiger tiefer liegenden Muster enthält einen sterilen, die Klüfte des anstehend verwitterten Muttergesteins ausfüllenden Stoff. Wir erwähnen von neuem, dass hier in den einzelnen Klüften auch homogene Lösseinlagerungen vorzufinden waren.

Die Anwesenheit von Herden und der Grad der Bewohntheit wurde bei der Bewertung der Schichtfarbe in Betracht gezogen. Sie haben die Farbe der Schichten, z. B. im Falle der oberen Kulturschicht bzw. der lösshaltigen Schicht, beeinflusst.

F) THERMISCHE UNTERSUCHUNGEN

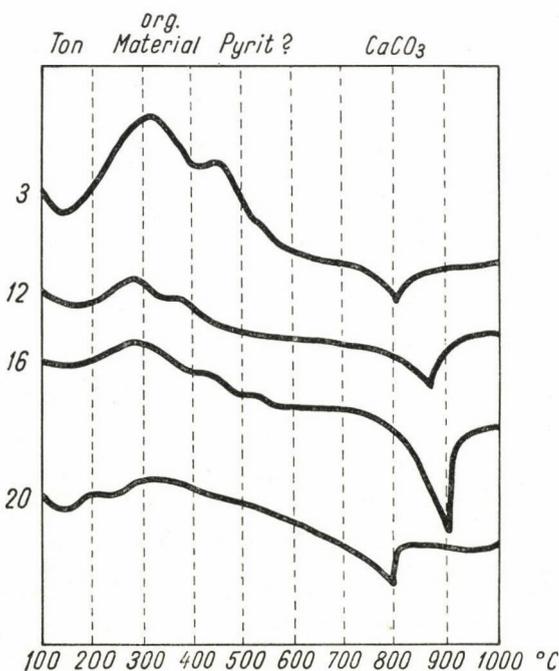


Abb. 7

Die Füllungen von einigen Höhlen sind auf unsere Bitte von M. Vogl-Földvári thermisch untersucht worden.

Wie wir schon in Zusammenhang mit den petrographischen Untersuchungen der K. Lambrecht-Höhle mitgeteilt haben, war die seit dem Pleistozän verfllossene Zeit zu gering, um in der Umwandlung der Tonminerale Verschiedenheiten zu verursachen, die bei der Altersbestimmung oder Klimadeutung anwendbar wären.³⁵ Wir geben in Abb. 7 die DTA-Kurven von Muster Nr. 3, 12, 16, 20. Nach M. Vogl-Földvári bedeutet die anfängliche endotherme Spitze von Muster Nr. 3 eine kleinere Menge von Tonmineralien (wahrscheinlich aus der Illitgruppe). Die exotherme Spitze bei 300 Grad wird durch das Verbrennen der organischen Stoffe verursacht. Die darauffolgende Spitze stammt wahrscheinlich von Pyrit. Die Dissoziation von CaCO₃ zeigt sich in der Spitze bei 800 Grad. Muster Nr. 12 enthält weniger Pyrit und organisches Material und mehr Karbonat. Muster Nr. 16 zeigt mehr CaCO₃ und wenig organisches Material. Endlich weist Muster Nr. 20 den höchsten Tonmineralegehalt auf (möglicherweise auch Glieder der Montmorillonitgruppe).

Die thermischen Untersuchungen können nach alledem höchstens als Kontrolle der anderen Methoden angewandt werden.

³⁵ L. Vértes : Az alsópaleolitikum emberének első biztos eszközelelete Magyarországon (Erster bewiesener Fund des altpaläolithischen Menschen in Ungarn) AÉ 80 (1953) S. 32.

Wir haben die Ergebnisse der petrographischen Untersuchungen an Hand der obigen Ausführungen in eine tabellare Übersicht zusammengefasst, und versuchen nun die klimatischen Verhältnisse der Höhle von Istállóskő zu verfolgen. Wir haben in unserer Tabelle auch die wichtigsten faunistischen und botanischen Befunde aufgearbeitet, um die Prozesse zuverlässiger und klarer darstellen zu können.

Die zusammenfassende Tabelle enthält dieselben Bezeichnungen wie der weiter oben gegebene «Klimabestimmungsschlüssel»: die Ergebnisse sind in drei, annähernd abgegrenzten Intensitätsstufen angegeben worden.

Die Zusammenstellung der Tabelle erforderte aus der Natur der Sache folgend eine gewisse Typisierung, und da die Variationsmöglichkeiten der verschiedenen Eigenschaften eines Musters die Zahl der als möglich erkannten Klimatypen übertrifft, war diese Typisierung auf Grund der Zusammenfassung von verschiedenen Parametern notwendigerweise gewissermassen subjektiv. Die allzu starken Verzerrungen wurden jedoch durch die zehnfachen (4 faunistischen, 3 anthrakotomischen und 3 mikro-mineralogischen) Kontrollangaben, die die petrographischen Ergebnisse vollkommen unterstützen, verhindert.

Wir sind überzeugt, dass man die Klimaveränderungen der fraglichen Ablagerungszeiten sozusagen einwandfrei verfolgen kann, wenn man die Einführungen der Rubrik «Klimatypen» im folgenden zusammenfasst:

Die Eigenschaften des Musters Nr. 20 sind durch die einstige Quellentätigkeit bedingt worden. Die Quelle war der Vorfahr der heutigen Szalajka-Quelle, die heute um ungefähr 70 m tiefer aufbricht. Die damalige wasserreiche Karstquelle mag wahrscheinlich in den pluvialen Phasen des Interglazials und in der ersten niederschlagsreichen kryophilen Phase des Würm I Glazials tätig gewesen sein. Diese Annahme wird durch die kleineren Lösleinlagerungen, die in der Schicht der Muster Nr. 19 bzw. 18 liegen, unterstützt, deren Ablagerung schon in der mit zonalen Ostwinden gekennzeichneten Kryonphase der Würm I stattfand. Muster Nr. 17 bis 13 entsprechen der dritten Möglichkeit unseres theore-

tischen Systems. Wir haben von ihr festgestellt, dass sie am Ende der Phasen mit meridionalen Luftströmungen, zur Zeit der zunehmenden Einstrahlung entstanden war. Die Pflanzenassoziation zeigt noch Laubhölzer als Relikte des Interglazials. Das ist umso plausibler, da das Stadial Würm I nach allen bisherigen Beobachtungen nicht stark entwickelt war: die arktischen Nagetiere sind aus den Schichten dieser Zeit (Subalyuk, K. Lambrecht-Höhle) abwesend. Die Übermacht von *Pinus cembra* im Verhältnis von 70,8% neben den Laubhölzern entspricht auch dem Ende der Vereisungsphase, das extremes Klima und gemischte Windrichtungen besass. Wir betonen hiermit wieder ausdrücklich, dass alle klimatisch bedeutenden Eigenschaften der ganzen Schichtfolge nur Schwankungen innerhalb der eisfreien Phase indizieren, und keine Klimaphasen mit grösseren Schwankungen andeuten. Wenn also von den reichen Niederschlägen der einen oder von der Dürre der anderen Phase, von kalter oder milder Witterung die Rede ist, so dürfen diese Eigenschaften immer nur im Rahmen des interstadialen Klimas verstanden werden.

Der von Muster Nr. 12 vertretene, durch westlich-meridionale Luftströmungen gekennzeichnete Übergang führt zu der «rein» ozeanischen, subtropischen (in der Tabelle von Kriván semikryophilen) Periode über, die zwar in der Schichtfolge von einer Lücke repräsentiert, aber doch durch zahlreiche Angaben angedeutet wird.³⁶

Die graue detritale Schicht und die Restchen der roten Schicht haben keine nennenswerten faunistischen Funde ergeben. Etwas Holzkohle lag jedoch im obersten Teil der grauen Schicht. Die Verbreitung von *P. cembra* betrug darin 13,6%, die der *Picea-Larix*-Gruppe 77,6%. Muster Nr. 10 ist noch ein Relikt dieser Klimaphase im unteren Teil der oberen Kulturschicht, und gibt mit einem *Picea-Larix*-Gehalt von 64,9% eine sichere Unterstützung für die Richtigkeit unserer Vorstellung. Die Mikrofaunenuntersuchung durch D. Jánossy, laut der die *Microtinen* dieser Schicht gegenüber denen der liegenden Schicht zunehmende Ausmasse aufweisen, führt zu sehr interessanten Gedanken. Diese Erscheinung deutet im Sinne der Bergmannschen Regel eine Abkühlung des Klimas an. Wir haben

³⁶ Es sei erwähnt, dass nach *Bacsák* (Die Wirkung der skandinavischen Vereisung auf die Periglazialzone, S. 27–28), die subarktischen und antiglazialen Klimaschwankungen warme Sommer und kalte Winter, also extreme Temperatur-

unterschiede zwischen sommerlicher und winterlicher Jahreshälfte aufweisen: dagegen sind die Unterschiede der Jahreszeiten in den glazialen und subtropischen Klimaschwankungen ausgeglichener, die Sommer sind kühl, die Winter mild.

Nummer d. Muster	Porosität	CaCO ₃	Humus	Kalksteindetritus	Anteil der Lössfraktion (0,1—0,02 mm)	Farbe	FAUNA				FLORA			Schwermineralien: Granat, Rutil usw.	Limonit	Magnetit	Vorausgesetzte Windrichtung	Klimatyp	
							<i>Aricola</i>	<i>Talpa</i>	<i>Microtus gregalis</i>	<i>M.cr. oeconomus</i>	<i>P. cembra</i>	<i>Picea-Larix</i>	Laubbölzer						
Humus	++	+++	+++	ziemlich korrodiert	mittelmässig	schwarz	Gegenwärtiger, mit wenig <i>Aricola</i>				Gegenwärtiger, ohne Nadelhölzer			—	—	—	wie heute	wie heute	
Gelbe Schicht	+	+	++	mittelgross kantig	wenig	gelb	Nicht glazial, keine extreme Kälte %				?	?	?	—	—	—	W	Ende der westlichen Phase, Anfang WII	
S. Lücke?																			
1.	—	—	—	wenig, korrodiert	Durchschnitt													O	Kühler, mässig feuchter Sommer, kalter, trockener, zunehmend feuchter Winter
2.	—	—	—	wenig, korrodiert	weniger als Durchschnitt	hellbraun	6,2	4,2	16,8	14,8								O—W	
3.	+++?	+	Herd?	wenig, korrodiert	sehr viel									viel	wenig	mittelmässig		O	
4.	+++	+++	reich infolge Kultur-tätigkeit	gross, kantig	wenig	dunkel graulich-braun					73,9	20,4	0,7					W—O	Kelte, sehr feuchte Periode
6.	+	+		gross, kantig und korrodiert	Durchschnitt										mittel-mässig	mittel-mässig	mittel-mässig		
8.	+	++	Herd	mittelgross, korrodiert	wenig													W—O	Anfangs milde, feuchte Periode mit zunehmender Kälte im Winter
9.	+	+	mittel-mässig	mittelgross korrodiert	Durchschnitt	dunkel-braun	20,5	8,9	6,9	10,5	27,9	64,9	—						
10.	++	++	fehlt (ausgewaschen)	mittelgross, korrodiert	mehr als Durchschnitt						13,6	77,6	—	wenig	viel	viel			kühl-feuchter Sommer, mild-feuchter Winter
S. Lücke						lokal rot													subtropisch?
12.	+	+	ausgewaschen	mittelgross, korrodiert	amehr als Durchschnitt						20,3	76,1	1,3					W	übergangsartig
13.	+	++	ausgewaschen	mittelgross und klein	mehr als Durchschnitt													O—W	Feuchte gemässigte Sommer, kalte, trockene Winter
15.	+	+	Herd	korrodiert, kleiner	wenig	hellbraun													
16.	++	+		korrodiert, klein, kantig	Durchschnitt		12,6	3,7	11,7	15,0	70,8	20,7	8,1 (Relikt?)	viel	mittel-mässig	mittel-mässig		W?	
17.	Anstehend verwittertes Gestein																	O—W	
18.	+	+	+	kleiner, korrodiert	Durchschnitt	gelb, lokal violett													Lokale Einlagerungen von W I-Löss Ende der W I
19.	—	—	—	sehr klein, korrodiert	—													O?	
20.	+++	+	++	sehr klein, korrodiert	wenig	gelblich								mittel-mässig	fehlt	viel			Quellenbett, Anfang von W I

im obigen abgeleitet, dass die Schicht der Muster Nr. 9—10 infolge einer subtropischen Schwankung in einer besonders pluvialen Periode entstanden war, in der die Gegensätze der Jahreszeiten verhältnismässig verwischt waren. Es stellt sich im weiteren in Betracht der Jánošsychen Untersuchungen heraus, dass diese «subtropische» Phase in Hinsicht auf die jährliche Durchschnittstemperatur kühler war als die vorangehende und darauffolgende Phase. Dieser Umstand kann z. B. auf die hohe Albedo der im ganzen Jahre dauernden intensiven Wolkenbildung zurückgeführt werden und muss als wertvolle Angabe für die Umdeutung der pleistozänen Klimatypen in Realkimate verbucht werden.

Muster Nr. 9—8 signalisieren den Übergang in die Phase mit kälteren Wintern und gemischten Windrichtungen, die ihre Kulmination bei der Ablagerung der Muster Nr. 6—4 erreichte und dann in die lössbildende subarktische Phase mit überwiegenden zonalen Ostwinden (Muster Nr. 3 bis 1) überging. Wahrscheinlich geht hier die Lücke in der Sedimentreihe nicht nur auf infolge früherer Angrabungen mangelhafte Sammlungsmöglichkeiten, sondern auch auf eine wahrhaftige Ablagerungslücke zurück, die von der gelben Schicht mit kantigen Gesteinsbruchstücken überlagert wurde. Diese Schicht leitet schon das Stadial Würm II, genauer gesprochen seine von meridionalen Winden beherrschte Anfangsphase ein, die unter freiem Himmel vermutlich Tundrabildung mitführte.

Der dargestellte Prozess entspricht, auf Lössgebiete übertragen, der folgenden Schichtreihe: Schichten 4—12 sind einer Lehmzone analog, Schichten 1—3 einer lössbildenden Periode (vielleicht mit dazwischengelagerten dünnen Lehmstreifen), während die oberste gelbe Schicht wieder einer Schicht mit Waldböden und Kryoturbationerscheinungen entsprechen würde.

Diese Voraussetzung zeigt im Vergleich mit den lössmorphologischen Beobachtungen mehrerer Verfasser die folgende interessante Übereinstimmung: Wie sich der Leser erinnern wird, haben wir schon erwähnt, dass die Interstadiale nach Zeuner mit einer kühleren Phase anfang, und dann nach einer kalten Übergangsphase in eine warme Periode von 10 000 Jahren mündete. Nach den ebenfalls zitierten Feststellungen von Brandtner ging das mit einer trocken-warmen Anfangsphase begonnene Interstadial mit einem kühleren Intervall weiter, und

die beiden Phasen sind durch eine kalte Oszillation getrennt worden. Der derartige Ablauf des Interstadials wird nach Brandtner auch durch pollenanalytische Untersuchungen unterstützt. Diese, das Interstadial unterbrechende kalte Oszillation, die jedoch die Amplitude einer Vereisung nicht erreichte, wird in den Klimarekonstruktionsversuchen der meisten Verfasser registriert, in Einklang mit der Strahlungskurve von Milanković. Wir wünschen nun diesbezüglich einige neuere Angaben anzuführen: Pelisek⁷³ hat in der Umgebung von Brünn die dem Interstadial Würm I/II entsprechenden Bildungen im folgenden gegliedert: unten brauner Steppenboden, darüber Löss, weiter oben Tschernosjom mit geringem Humusgehalt und Solifluktionerscheinungen. Das Ganze wird vom Löss des Würm II verdeckt.

Ein interessantes zusammenfassendes Bild über die Lehmzonen der mitteleuropäischen würmischen Lössbildungen findet sich im posthumen Werk von Lais³⁸ wo der Verfasser über seine Beobachtungen an 17 mitteleuropäischen Lössprofilen berichtet. Seine zusammenfassende Tabelle ist zwar einer gewissen Vereinfachung und Schematisierung schuldig, aber er sieht die Grundzüge des Prozesses richtig. Die Interstadiale wird nämlich nach ihm durch ein niederschlagsreiches, gemässigttes Waldklima eingeführt, die von kontinentalem Steppenklima, weiterhin von einer kalten, kontinentalen Tundraperiode, wiederum Steppebildung, und endlich von erneuertem Waldklima fortgesetzt und beendet wird.

Unsere Beobachtungen ergeben ein ähnliches — wenn auch nicht identisches — Bild, und auch betreffs der eingelagerten Lössschicht können wir uns auf Bacsák berufen, der feststellt, dass einerseits die subtropische Schwankung in der vereisten Periode Wälder mitführt, andererseits die subarktische Schwankung in einer eisfreien Periode Steppenklima verursacht. «Es konnte nämlich — schreibt Bacsák — auch in der vereisten Periode vorkommen, dass manchmal die periglazialen Gebiete für Perioden von 10—11 000 Jahren von den Westwinden erobert worden sind. Die Steppe wurde dann bewaldet, die Lössbildung ist unterblieben. Und es kam auch umgekehrt vor, dass die Wälder in der periglazialen Zone für 10—11 000 Jahren ausstarben und der Steppe Platz gaben.»

Vergleichen wir jetzt im Besitz dieser Erkenntnisse unsere Untersuchungen mit dem klimatischen

³⁷ J. Pelisek: Kvartér východního okolí Brna, Anthropozoikum 3 (1953) S. 7—24., Abb. I.

³⁸ R. Lais: Über den jüngeren Löss in Niederösterreich,

Mähren und Böhmen, Ber. d. Naturf. Ges. in Freiburg 41 (1951) S. 129.

Kalender aus der neuesten, im Druck befindlichen Arbeit von Bacsák,³⁹ die auf Grund der sorgfältigsten astronomischen und mathematischen Berechnungen aufgestellt wurde, und durch die Liebenswürdigkeit des Verfassers im folgenden mitgeteilt wird:—

Klimatyp	Amplitude in kanonischen Einheiten	Beginn der Phase in Jahren v. u. Z.
Beginn von Würm I.....	644	122 000
Ende der eisfreien Phase R/W	644	117 000
Subarktische Schwankung	127	110 600
Antiglaziale Schwankung	0	100 400
Aktiv-subtropische Schwankung ..	187	99 700
Beginn der Antiglaziale	468	88 200
Beginn der eisfreien Phase Würm I/II	468	82 800
Subarktische Schwankung	0	80 800
Beginn des Würm II.....	546	77 700

Kriván hat auf Grund der Bacsákschen Berechnungen die Kurve der pleistozänen Klimaveränderungen neukonstruiert, und hat darin auch die Kurven der für die Gestaltung der sommerlichen bzw. winterlichen Halbjahre bestimmenden Faktoren $\Delta\epsilon$ und $\Delta(e \sin \pi)$ dargestellt. (Die genannten Faktoren sind von der ekliptischen Schiefe, weiterhin von den Veränderungen der Präzession und des Frühlingspunktes abhängig.) Der Klimakalender von Kriván enthält darüber hinaus noch die Dauer der eisfreien und vereisten Phasen (die sog. Wirkungsgradkurve von Bacsák), die Aufeinanderfolge der solaren Klimatypen, und sogar die Verhältnisse der Sedimentation usw. (Abb. 8).

Wir haben an Hand dieser vortrefflich zusammengestellten Abbildung unsere Erfahrungen mit dem absoluten System von Milanković in Einklang zu bringen versucht.

Die zitierten Arbeiten haben vom Beginn des W I bis zum Beginn des W II, 9 Klimatypen festgestellt. Diese Klimaserie kann an zwei Stellen mit unseren Beobachtungen mit Sicherheit identifiziert werden, nämlich zu Beginn des Würm I bzw. des Würm II.

Wir empfanden höchste Freude, als es sich beim Anpassen der beiden Fixpunkte herausstellte, dass die von uns nachgewiesenen 10 Klimatypen mit der theoretisch entwickelten Klimareihe von Bacsák in völligem Einklang stehen. Es blieb uns nachher nichts anderes übrig, als die einzelnen Phasen mit den Daten der absoluten Chronologie zu versehen. Wenn wir die vermutete abtragende Wirkung der Quelle und des herabtropfenden Wassers mitrechnen, und überdies bedenken, dass die zonalen Winde

mit ihrer lössbildenden Wirkung mächtigere Schichten hervorrufen als die meridionalen, so stehen die angegebenen Zeitspannen in guter Proportion mit der Mächtigkeit der entsprechenden Schichten.

Wir haben durch Korrelation der Bacsákschen Klimatypen mit den unseren die folgende Tabelle entworfen :

Typen von Bacsák	Istállóskőer Beobachtungen, Nummer der Muster	Beginn der Periode in abs. Jahren	Dauer der Periode in Jahren
Beginn des Würm I	20. Quellenbett	122 000	
Ende der Interstadiale R/W und subarktische Schwankung	18—19. Stellenweise Lösseinslagerungen	117 600	18 600
Antiglaziale; einführende Phase der subtropischen Schwankung	13—16. Feuchte, gemässigte Sommer, trockene, kalte Winter. Übergang durch 12.	cca. 100 000	cca. 10 000
Aktiv-subtropische Schwankung	Sedimentlücke und 10. Kühle, feuchte Sommer, mild-feuchte Winter		
Ende der subtropischen Schwankung	4—9. Anfänglich ausgeglichene, allmählich extrem entartende, nasse, später überaus niederschlagsreiche Periode	cca. 90 000	cca. 1 800
Antiglaziale	1—3. Kühle, ziemlich feuchte Sommer, kalte, trockene Winter, zunehmende Niederschläge	88 200	5 400
Eisfreie Phase der Interstadiale W I/II und subarktische Schwankung	Sedimentlücke	82 800	5 100
Eisfreie Phase der Glaziale Würm II	Gelbe Schicht, kühl und niederschlagsreich über das ganze Jahr	77 700	4 000

Bemerkenswerterweise ermitteln die Systeme von Kriván und Bacsák eine subtropische Schwankung innerhalb des Glazials Würm I. Diese Schwankung besass eine so grosse Amplitude und so lange Dauer, dass sie auf unserem pseudoperiglazialen Gebiet das Entstehen von Wäldern zur Folge hatte, und zur gleichen Zeit mit der Hilfe seiner meridionalen Winde die in Verfall begriffene Eisdecke des W I soweit regenerierte, dass diese wiederum die östlichen zonalen Winde der Antiglaziale ins Leben gerufen hat. Die Winde haben die Wälder der pseudoperiglazialen Gebiete mit Löss übersät, haben sie aber nicht zu verdrängen vermocht. So haben die Wälder bis zu der günstigeren Witterung der interkryonalen bzw. nachinterstadialen ozeanischen Phase weitergelebt. Die bisher als Interstadial W I/II aufgefasste Periode ist folglich in der Wirklichkeit nichts anderes als die aktive subtropische Phase des Glazials W I, gefolgt von der eisfreien Phase des Interglazials W I/II. Dasselbe wird offenbar auch bei den genannten dreigeteilten Lössprofilen der Fall sein. Wir sind deshalb angeregt, unbeachtet dieses terminologischen Problems, das die archäolo-

³⁹ Gy. Bacsák: Die Verteidigung der Milanković-Theorie. Tabelle 2.

гических Untersuchungen gar nicht berührt, weiterhin die Bezeichnung «Interglazial» oder «eisfreie Periode» für das ganze Komplex anzuwenden.

Die Richtigkeit unserer klimatischen Rekonstruktion erhält Überzeugungskraft, wenn man bedenkt, dass die Variationsmöglichkeiten der aus den vier Bacsákschen Grundtypen entwickelten neun klimatischen Einheiten und der aus unseren sechs Typen abgeleiteten zehn Perioden eine ungeheuer grosse Zahl ergeben: eine zufällige Übereinstimmung würde daher unvorstellbar erscheinen. Die geringeren unbedeutenden Abweichungen der beiden Systeme mochten infolge der schon genannten lokalen geographischen Bedingungen entstanden haben.

Wir können zusammenfassend feststellen, dass der Mensch der ersten Aurignacienkultur im Bükkgelände zu Beginn des «Würm-Interstadials» angesiedelt hat. Es herrschte damals ein Klima mit feuchten, gemässigten Sommern und trockenen, kalten Wintern, die nach den auf die Strahlungskurve von Milankovic begründeten absolut-chronologischen Berechnungen 110 600 Jahre v. u. Z. angefangen hat. Die Höhle war nachher für längere Zeit unbewohnt, wie die ungestört eingebetteten Höhlenbärenknochen über der unteren Kulturilicht und der Mangel jeglicher Spur von menschlicher Kultur im Grossteil der subtropischen Periode

beweisen. Die Artefaktenfunde sind nämlich aus dem Horizonte, wo das Wasser die Schichten ausgewaschen hat und nur gröberes Material hinterliess, vollkommen abwesend, obwohl sie infolge der relativen Anhäufung durch Auswaschen eben hier gegenüber den anderen Schichten angereichert sein sollten.

Die nächste menschliche Bewohnung fand am Ende der subtropischen Schwankung und zu Beginn des darauffolgenden Antiglazials statt. Die Überreste weisen schon auf die zweite Aurignacienkultur hin. Diese Kultur dauert bis zum Ende der interstadialen Höhlenfüllung, d. h. bis zur oberen Grenze der braunen Schichten, während der erste — noch eisfreie — Teil des Glazials WII schon keine Überreste dieser Kultur aufweist.

Die erste Aurignacienkultur hat, in absoluten Zahlen gesprochen, ungefähr zwischen den Jahren 110 000—100 000 geblüht, der Mensch der zweiten Aurignacienkultur hat dagegen in der Zeitspanne von 90 000 wenigstens bis 80 000 in der Höhle gewohnt. Diese Altersbestimmung ist zwar noch immer nicht genügend genau, gibt aber durch die Benützung der absoluten Zeitangaben binnen einem Interglazial die Möglichkeit, die Altersbestimmung in einer nächsten Ausgrabung, in ungestörten Schichten, auf Grund der bisherigen Untersuchungen noch viel feiner zu gestalten.

Л. ВЕРТЕШ

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ОТЛОЖЕНИЯМ ПЕЩЕРЫ НА ИШТАЛЛОШКЁ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХРОНОЛОГИИ

(Резюме)

Хронология археологических памятников, обнаруженных в пещере на Ишталлошкё, была определена сравнительно точно, так как палеозоологические и палеоботанические находки названного местонахождения оказались довольно обильными. Но достигнутая степень точности не соответствовала требованиям, поэтому венгерские археологи поставили себе задачей значительно уточнить ее подразделением стадияльных и интерстадияльных эпох на соответствующие периоды. Для этой цели были произведены седименто-стратиграфические исследования составов отложений, находящихся в отдельных пещерах. Исследования были начаты в пещере на Ишталлошкё с применением метода Лаиса, приспособленного к данным условиям. В связи с определением величины зерен прежде всего рекомендовалось разделить материал на две части, различая в нем группы, содержащие зерна, величиной $< 0,5$ и $> 0,5$ мм. Для обследования последней группы были применены сетки с отверстиями диаметром 0,5—1,0—3,0—5,0 мм.

Прежде всего надо заметить, что средне-европейская ориньякская культура должна быть отнесена — по единогласному мнению всех исследователей — к интерстадияльной эпохе Вюрма I II. Абсолютная хронология интерстадияльных эпох, и вообще плейстоцена, была наиболее точно установлена Миланковичем, определения которого затем были отнесены Бачаком к соответствующим климатическим типам. Но четыре типа, установленные этим ученым в отношении климатов, не исчерпывают все возможности развертывания климата, поэтому автор — опираясь на данные, установленные заграничными учеными в связи с румбами ветров, равно как и на наблюдения Кривана, дополнившие работу Бачака (рис. 1) — определил климатические типы, которые с использованием всех теоретических возможностей, может быть, и верно отражают климатические процессы плейстоцена. Были учтены следующие 6 возможностей:

1. прохладное, сырое лето — холодная, сухая зима,

Климатические типы по определению Бачака	№№ проб. Наблюдения в пещере на Ишталлошкё	Начало периода в абсолютных годовых цифрах	Продолжительность периода в годах
Начало Вюрма I	20. Русло источника	122 000	
Конец неледникового периода в эпоху Р В. Субарктический климат	18—19. Местами лесовые залежи	117 600	17 600
Антигляциальный климат и начало субтропического	13—16. Сырая, умеренно теплая погода летом и холодная зимой. Проба № 12 имеет переходный характер	прибл. 100 000	прибл. 10 000
Активно субтропический	Отсутствие некоторых слоев. 10. Прохладная, влажная погода летом, мягкая и влажная зимой		
Конец субтропического климата	4—9. Вначале мягкая погода, постепенно переходящая в экстремную, влажную, затем весьма влажный период	прибл. 90 000	прибл. 1 800
Антигляциальный климат	1—3. Прохладное, умеренно влажное лето, холодная, сухая зима. Постепенное увеличение осадков	88 200	5 400
Неледниковый период Вюрма I—II; субарктический климат	Отсутствие слоев	82 800	5 100
Неледниковый период Вюрма II.	Слой желтого цвета, прохладная погода и обильные осадки в течение всего года	77 700	прибл. 4 000

вания данного слоя. В гляциальные эпохи и в пещерах образовались глинисто-песчаные слои желтого цвета, в криофильные периоды отложились промытые, глинистые слои сероватого или бурого цвета, и, наконец, в интерстадиальные периоды с мягким и влажным климатом отложения имели тепло-бурый, красный или черный цвет (рис. 7).

6. Были произведены и термические исследования на глинистых минералах, но они не привели к результатам относительно хронологии плейстоценовых отложений. Поэтому эти исследования могут служить только для контроля других (рис. 8).

Результаты были подытожены в таблице. Эта таблица сама по себе разбила материал на категории. Вариационные возможности данных, полученных при помощи проб, до некоторой степени вышли из рамок вариаций установленных автором климатических типов.

Данные, вместе взятые, дают, повидимому, довольно надежную картину об изменениях, происшедших в климатических условиях. При тщательной их оценке можно различать 10 разных климатов, господствовавших во время образования ряда слоев толщиной почти 3 м в пещере на Ишталлошкё.

А что касается абсолютной хронологии, слои пещеры отложились во время, протекшее от начала Вюрма I до начального периода Вюрма II. В течение этой эпохи Бачак различает 9 климатических типов. Установленные Бачаком типы в двух пунктах совпадают с результатами автора. В этих пунктах полное соответствие всех климатических моментов бросается в глаза.

Результаты исследований могут быть суммированы в следующей таблице:

На основании исследований допустимо, что ориньякская культура I в пещере на Ишталлошкё появилась в конце Вюрма I, во время т. н. активно субтропического периода (по терминологии Бачака), т. е. приблизительно 110 000—100 000 лет назад. Ориньякская культура II процветала в неледниковой части интерстадиального периода Вюрма I—II, т. е. приблизительно от 90 000 по меньшей мере до 80 000 г. Если эта хронология подтвердится исследованиями, производимыми в других местонахождениях, то предоставится возможность получить абсолютные годовые цифры и при помощи их зафиксировать исторические перспективы известной части верхнего палеолита.