ARCHAEOLOGIA AUSTRIACA

Beiträge zur Paläanthropologie, Ur- und Frühgeschichte Österreichs

Herausgegeben
vom
Anthropologischen Institut
und
Urgeschichtlichen Institut
der
Universität Wien

Schriftleitung:
RICHARD PITTIONI
Wien

Heft 8

Wien
FRANZ DEUTICKE
1951

Alle Rechte, besonders das der Übersetzung, vorbehalten.
Copyright 1951 by Franz Deuticke, Wien.
Verlags-Nr. 4164.

Printed in Austria.

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Hofmann, Elise, Die Holzkohlenreste von den Feuerstellen der Repolusthöhle . . 79

Mottl, Maria, Die Repolusthöhle bei Peggau (Steiermark) und ihre eiszeitlichen Bewohner (mit einem Beitrag von V. Maurin) 1

Pittioni, Richard, Bemerkungen zum Begriff „Ur-(Proto-)Aurignacien“ 95

Zeuner, Friedrich E., Archäologische Zeitbestimmung durch radioaktiven Kohlenstoff 82

Die Repolust-Höhle bei Peggau (Steiermark) und ihre eiszeitlichen Bewohner.

Von Maria Mottl, Graz.

Mit einem Beitrag von Viktor Maurin, Graz.

Herrn Landesrat DDDr. Udo Illig, dem Förderer der wissenschaftlichen Höhlenforschung, ergebenst gewidmet.

1. Einleitung.

Im Sommer 1946 wurde von Hörern der drei steirischen Hochschulen die „Studentische Rohstofferschließungsaktion" unter Leitung von A. Schouppé, Graz, ins Leben gerufen. Da sich die Gruppe auch die Suche nach heimischen Phosphaten zur Aufgabe gestellt hatte, konnte die Landeskammer für Land-Forstwirtschaft für eine finanzielle Unterstützung der Aktion gewonnen werden. Durch die erzielten Erfolge angeregt, schaltete sich das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft ein und übernahm auch die Fortführung der Arbeiten, die von Herrn Ministerialrat Dr. Rudolf Saar kräftig gefördert wurden. Im Einvernehmen mit dem Ministerium und der Geologischen Bundesanstalt wurde ich vom Bundesdenkmalamt mit der wissenschaftlichen Überwachung des geplanten Phosphatabbaues und mit der Bearbeitung des anfallenden Materials beauftragt.

Während dieser Arbeiten wurden auch die Höhlen bei Peggau neuerlich untersucht. Besonders interessierten mich die Höhlen im Badlgraben, da ich Paläolithspuren bereits im Lieglloch bei Tauplitz und in der Bärenhöhle bei Hieflau nachgewiesen hatte; ich zweifelte daher nicht an dem Vorhandensein von Paläolithresten in der Großen Badlhöhle. Da aber die Ausfüllungen dieser geräumigen Höhle immer wieder durchgewühlt worden waren, suchte ich in ihrer Nähe nach einer noch nicht erforschten Höhle. Tatsächlich fanden wir auch im Spätherbst 1947 den Pfad zum Eingang der längst vergessenen Repolusthöhle im S-Hang des engen Badl-Grabens. Sofort durchgeführte Probegrabungen ergaben bereits in geringer Tiefe die ersten Steingeräte und eiszeitliche Säugetierreste. Reiche Phosphatablagerungen wurden gleichfalls festgestellt. Wegen der wieder aufgenommenen Einfuhr ausländischer Phosphate wurde jedoch von dem geplanten Phosphatabbau in mehreren steirischen Höhlen Abstand genommen, weshalb auch unsere Forschungen im Spätsommer 1948 ins Stocken gerieten. Umso mehr danken wir Prof. W. Schmidt, der nach einer Unterredung mit Landesrat

Dr. U. Illig die Kosten einer systematischen Grabung liebenswürdigerweise für seine Abteilung übernahm und mich mit der Grabung beauftragte. Sie wurde unter Mithilfe des Landesvereines für Höhlenforschung in der Steiermark mit einer kleinen Hochschülergruppe im Herbst 1948 begonnen und bis zum Jahresende fast vollständig beendet. Im August 1950 konnten unter Mitwirkung von W. Modrijan die letzten Ausfüllungsreste abgetragen werden.

Die Bearbeitung des gesamten Fundgutes erfolgte in der Geolog.-Paläont. Abteilung des Joanneums. Für hilfreiche Unterstützung dabei danke ich K. Murban, sowie E. Hofmann, Wien, für die Bestimmung der Holzkohlenreste. J. Gangl und V. Maurin bin ich für wertvolle Mitarbeit im Gelände verbunden. Mein besonderer Dank gilt Herrn Landesrat DDDr. U. Illig für die große finanzielle Unterstützung, die auch die Drucklegung meines Manuskriptes ermöglichte.

2. Topographie und Geologie des Badlhöhlensystems. (V. Maurin)

A. Die geologischen Verhältnisse der Umgebung.

In mehreren Niveaus zwischen dem hier zirka 400 m hoch gelegenen Murspiegel und einer Sh. von 600 m befinden sich links und rechts der Murenge bei Badl die Reste eines ausgedehnten Paläohöhlenflußsystems. Es gehört zum Kerngebiet des sogenannten „Mittelsteirischen Karst" und liegt, soweit heute noch erhalten, durchwegs im Schöcklkalk. Dieser, eine gleichnamige Decke bildend, stellt ein wesentliches Bauglied des Grazer Paläozoikums dar. Die ursprünglich geschlossene Decke wurde später in einzelne Schollen zerlegt, deren eine, die Tannebenscholle, in der Gegend östlich und nördlich von Peggau liegt. Über den Aufbau des Grazer Paläozoikums geben die Arbeiten von E. Clar, F. Heritsch, R. Schwinner u. a. näheren Aufschluß.

Der Schöcklkalk ist ein durch die tektonischen Vorgänge umgeprägter paläozoischer Kalk. Chemisch ziemlich rein, neigt er sehr zur Verkarstung; an einigen Stellen wurde auch Dolomitisierung nachgewiesen. Ton ist fast überall in geringen Mengen vorhanden, stellenweise sogar in gesonderten, oft zu Phyllit umgewandelten Lagen. Die charakteristische feine Bänderung des meist massigen Kalkes ist jedoch erst eine sekundär durch die tektonische Durchbewegung erworbene Eigenschaft, wobei die dunklen Streifen oft einen für paläozoische Kalke bezeichnenden Stich ins Blaue aufweisen.

Die Tannebenscholle ist kuppelförmig aufgetrieben und im einzelnen gefaltet und verschuppt. Im großen gesehen läßt sich nach W und NW hin ein immer stärker werdendes Abfallen der Schichten feststellen, während an der Südostgrenze der Scholle eine söhlige Lagerung vorherrscht. Auch die Anordnung der Hauptklüfte ist ziemlich regelmäßig. Durch die Erosionsarbeit der Mur und des Badlbaches wurden in ganz junger Zeit der Südfuß des Hochtrötsch und ein schmaler Streifen westlich des Murtales von der Tannebenscholle abgetrennt.

B. *Das Badlhöhlenflußsystem.*

I. Höhlenbeschreibung.

Vom ursprünglichen Badlhöhlenflußsystem liegen nur mehr Torsostrecken vor, deren heutige Tagöffnungen durch nachträgliche Erosion und Denudation bloßgelegt wurden. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden lediglich fünf Höhlen unmittelbar östlich der Ortschaft Badl im Murtal einer näheren Untersuchung unterzogen, während die Einbeziehung eines guten Dutzends weiterer Evakuationen oberhalb der

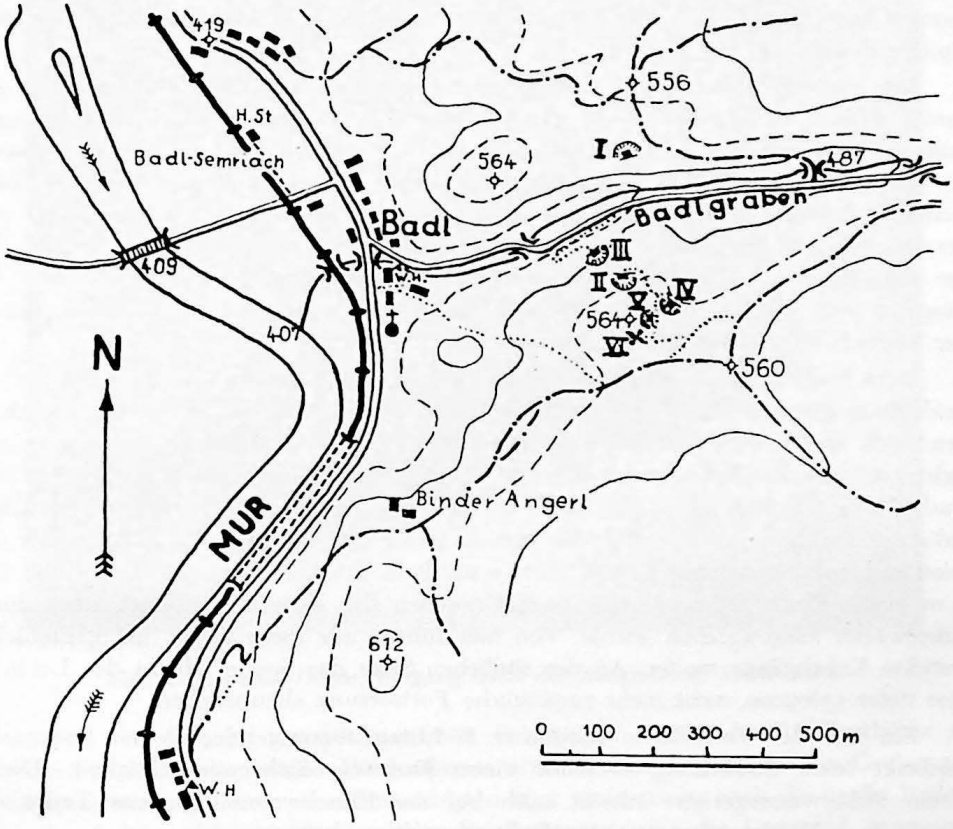


Abb. 1: Die Höhlen im Badlgraben. I: Repolusthöhle; II: Kleine Badlhöhle; III, IV: Große Badlhöhle; V: Aragonithöhle; VI: Felsentor.

Badlgalerie und westlich der Mur am Kugelstein, die ebenfalls diesem Paläohöhlenflußsystem zuzurechnen sind, einer späteren, umfassenderen Bearbeitung vorbehalten bleiben muß.

1. Die Repolusthöhle (Abb. 1, Punkt I, Abb. 2).

Im Jahre 1910 entdeckte der Bergmann Repolust den Eingang der Höhle. Er befindet sich im Hange nördlich des Badlbaches, 450 m von dessen Ende an der

Bundesstraße entfernt, 70 m über dem örtlichen Talniveau, in 525 m Sh. H. Bock ließ dann im folgenden einen die Eingangshalle nach innen abschließenden Wall, bestehend aus Humus, Lehm und Kalkschutt, durch den Entdecker ausräumen und so das Höhleninnere erschließen. Seit 1949 steht die Höhle unter Denkmalschutz (Abb. 2).

Während der 1948 durchgeführten Grabungen konnten wertvolle Beobachtungen über die einzelnen Entwicklungsstadien der Raumgestaltung angestellt werden. Da man nur selten ganze Höhlen oder auch nur größere Höhlenteile vollkommen ausräumen kann, kommt den hier gemachten Beobachtungen in mancher Beziehung prinzipielle Bedeutung zu.

Der nach SO gerichtete Eingang hat ein halbkreisförmiges Profil und mißt der Breite nach 4,5 m, während die größte Höhe 2,8 m beträgt. Vor den Grabungen reichten Hohlensedimente und Gehängeschutt bis zu 1,0 m unter den Scheitelpunkt der Felsdecke hinauf. Die verhältnismäßig große, die übrigen Höhlenprofile übertreffende Breite des Einganges kam durch den diagonalen Schnitt von zwei sich gerade hier vereinigenden Höhlenstrecken zustande. Noch während der ersten Zeit der pleistozänen Besiedlung, also noch während des letzten Interglazials, war der Eingang nach S abgeschlossen, schmäler und nach O gerichtet. Erst damals stürzte der Südteil entlang einer OW-Kluft ein.

Vom Eingang geht je ein Gang nach W und nach N ab (siehe Grundriß), welche beide nach wenigen Metern rechtwinkelig abknicken und so einen Felspfeiler umschließend sich wieder vereinigen. Von diesem Punkt an erweitert sich die Höhle zu einem Felstunnel von 4 m Höhe und durchschnittlich 3 m Breite, der nach W hin leicht abfällt. Nach 10 m tritt eine Senkung der Decke ein und hier reichten früher die Höhlensedimente so hoch hinauf, daß die nun folgende Strecke vor der Ausgrabung nur kriechend passiert werden konnte. Erst nach 9 m erreicht man eine 7 m hohe und 4 m lange Kluft, die wohl erst nach Erlöschen des aktiven Höhlengerinnes durch Sickerwässer ausgewaschen wurde. Von hier führen nur mehr kurze, im Spaltenlehm erstickte Kriechgänge weiter. An der südlichen Seite der Spalte scheint der Lehm in eine tiefer gelegene, nicht mehr zugängliche Fortsetzung abzurutschen.

Ein von der Vorhalle in nördlicher Richtung abzweigender kleiner Seitengang verdankt seine Entstehung ebenfalls einer jüngeren Sickerwassertätigkeit. Dieses kleine Sickerwassergerinne scheint auch bei der Einschwemmung eines Teiles der pleistozänen Höhlensedimente eine Rolle gespielt zu haben.

Die Längserstreckung der Repolusthöhle beträgt ungefähr 35 m. Da sie parallel zum Hang verläuft, ist die Überdeckung äußerst gering, so daß die an ihrem Ende befindliche Kluft bis nahezu an die Oberfläche reicht und so eine schwache Bewetterung der Höhle vorhanden ist. Diesen Umstand haben sich bereits die urzeitlichen Bewohner zunutze gemacht, indem sie ihre Feuerstellen in den hinteren Teil der Höhle verlegten.

Der verhältnismäßig warme und feuchte Bereich der Sickerwasserkluft wird heute von hunderten von Höhlenheuschrecken der Art *Troglophilus cavicola* bewohnt.

Der die Höhle beinhaltende Schöcklkalk ist in der Eingangspartie äußerst dicht und massig und läßt keinerlei Bankung oder Bänderung erkennen. Als einziges regelmäßiges Element sind hier lediglich die OW- und NS-Hauptklüfte vertreten, entlang derer die Ausbildung der Höhlengänge erfolgte. Im mittleren und hinteren Höhlenteil ist der Kalk ebenfalls sehr dicht, feinkristallin und lichtblau bis weißgrau gefärbt. Hier zeigt er aber im verwitterten Zustand eine intensive Feinfältelung, wobei die Faltenradien oft weniger als einen Zentimeter betragen.

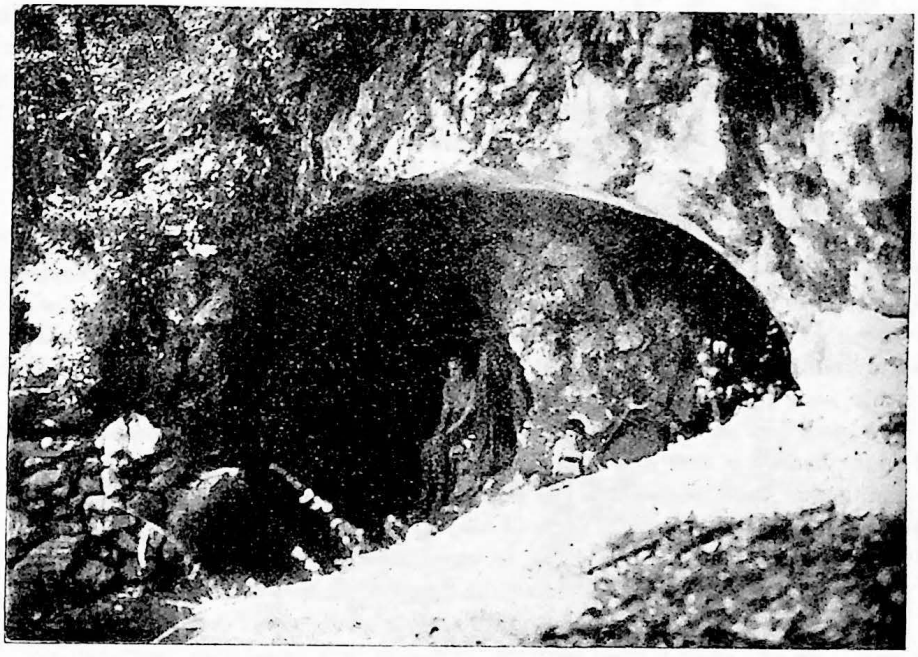


Abb. 2: Repolust-Höhle, Eingang nach der Ausgrabung. Photo Rath.

Schon vor Beginn der systematischen Grabungen wurde die Repolusthöhle als das Gerinne eines ehemaligen Höhlenflusses erkannt. Die Ergebnisse der Grabungen bestätigten einerseits diese Annahme, zeigten aber andererseits auch die große Bedeutung der Sickerwasserkorrosion und der Frostsprengung für die Um- und Ausgestaltung eines Karsthohlraumes. So zeigte sich, daß bei Lösungs- und Absprengungsvorgängen in massigen Gesteinspartien runde Profile immer erhalten bleiben, daß aber beim Vorhandensein von ausgeprägten Klüften oder Schichtfugen deren Richtungen für eine lineare Verzerrung des ursprünglichen Profiles maßgebend sind.

So paßte z. B. in der Repolusthöhle die wenige Meter westlich des Eingangs gelegene spitzwinkelige Ausbuchtung schlecht in das Allgemeinbild eines Eforationsgerinnes. Bei der Abhebung der Ausfüllungsprodukte zeigte es sich aber, daß diese Ausbuchtung lediglich im oberen, freien Teil des Profiles vorhanden war, während

aus den tieferen Lagen des Sediments die primäre Rundung der Höhlenwand in Form einer arg zersetzten Felsstufe zu Tage kam. Die hier entlang eines Kluftkreuzes besonders stark wirkenden Sickerwässer hatten also an dieser Stelle das ursprüngliche Eforationsprofil vollkommen unkenntlich gemacht. Andererseits ist aber zu beachten, daß Sickerwässer oft gerade an Kreuzungspunkten von steil stehenden Klüften druckkolkähnliche Ausnehmungen schaffen und so bei einer oberflächlichen Beurteilung Anlaß zu Fehlschlüssen über die Höhlenentstehung sein können.

In unserem Falle ist aber gerade ein besonders schöner Deckenkolk der beste Beweis für den Eforationscharakter der Repolusthöhle. Er befindet sich in der Decke der nördlichen Vorhalle, ist sehr regelmäßig ausgebildet und hat einen Durchmesser von 1.5 m und eine Tiefe von 0.5 m. Da der Kalk an dieser Stelle vollkommen dicht ist, ist eine nachträgliche Entstehung durch Sickerwässer unmöglich. Aus demselben Grunde blieb er auch von jeder wesentlichen Wirkung der Korrosion und der Frostsprengung trotz der unmittelbaren Nähe des Einganges verschont.

2. Die Kleine Badlhöhle (Abb. 1, Punkt II, Plan Abb. 3).

Der nach N gerichtete dreieckige Eingang liegt im südlichen Hange des Badlgrabens in 536 m Sh. gegenüber der Repolusthöhle. Der Graben ist in dieser Höhe zirka 200 m breit. Dem Höhleneingang vorgelagert befindet sich unter einer überhängenden Felswand eine kleine Terrasse. Die Felswand selbst entstand durch einen verhältnismäßig jugendlichen Abbruch entlang einer O—W-streichenden Kluftfläche, die heute noch über viele Quadratmeter deutlich erkennbar ist.

Der erste Teil der Höhle verläuft nach einer ausgeprägten N—S streichenden Kluft und endet nach 8 m mit einem sekundär durch Sickerwässer ausgewaschenen Kamin, der unmittelbar nach Niederschlägen eine sehr reichliche Wasserführung aufweist. Der primäre Höhlengang biegt hier nach O um, kann aber in dieser Richtung nur wenige Meter verfolgt werden, da die hoch heraufreichenden Ausfüllungsprodukte und eine massive Sinterwand nur einen handbreiten Spalt freilassen. Durch einen rechts davon um einen mächtigen Felspfeiler herumführenden niederen Gang mit schönen Druckkolken, in denen *Troglophilus cavicola* ebenfalls sehr zahlreich vertreten ist, kann man aber dieses Hindernis umgehen und gelangt so 14 m einwärts wieder an die OW-Strecke, die gerade hier durch Lehm und Tropfsteinbildungen unpassierbar wird.

3. Die Große Badlhöhle (Abb. 1, Punkt III—IV, Plan Abb. 3).

Sie ist die größte und bedeutendste der zu besprechenden Höhlen und war schon seit altersher bekannt. Früher wurden in ihr öfters Festlichkeiten abgehalten und noch heute erinnert die Bezeichnung „Tanzsaal" für eine der Felsenhallen an diesen Brauch. Während der Jahre 1918/19 wurden aus der Höhle 200 t Phosphaterde mit einem durchschnittlichen Gehalt von 6% P_2O_5 abgebaut; nachher war sie sogar für kurze Zeit Objekt eines Schauhöhlenbetriebes.

Aber auch die wissenschaftlichen Untersuchungen setzten hier verhältnismäßig früh ein. So berichtet der bekannte Naturforscher F. Unger bereits im Jahre 1838 über Grabungen in der Badlhöhle, bei denen einige, damals allerdings nicht erkannte Artefakte an den Tag gefördert wurden. Diese Funde hielten das Interesse an der Badlhöhle bis zum heutigen Tag wach und gaben im folgenden zu mehr-

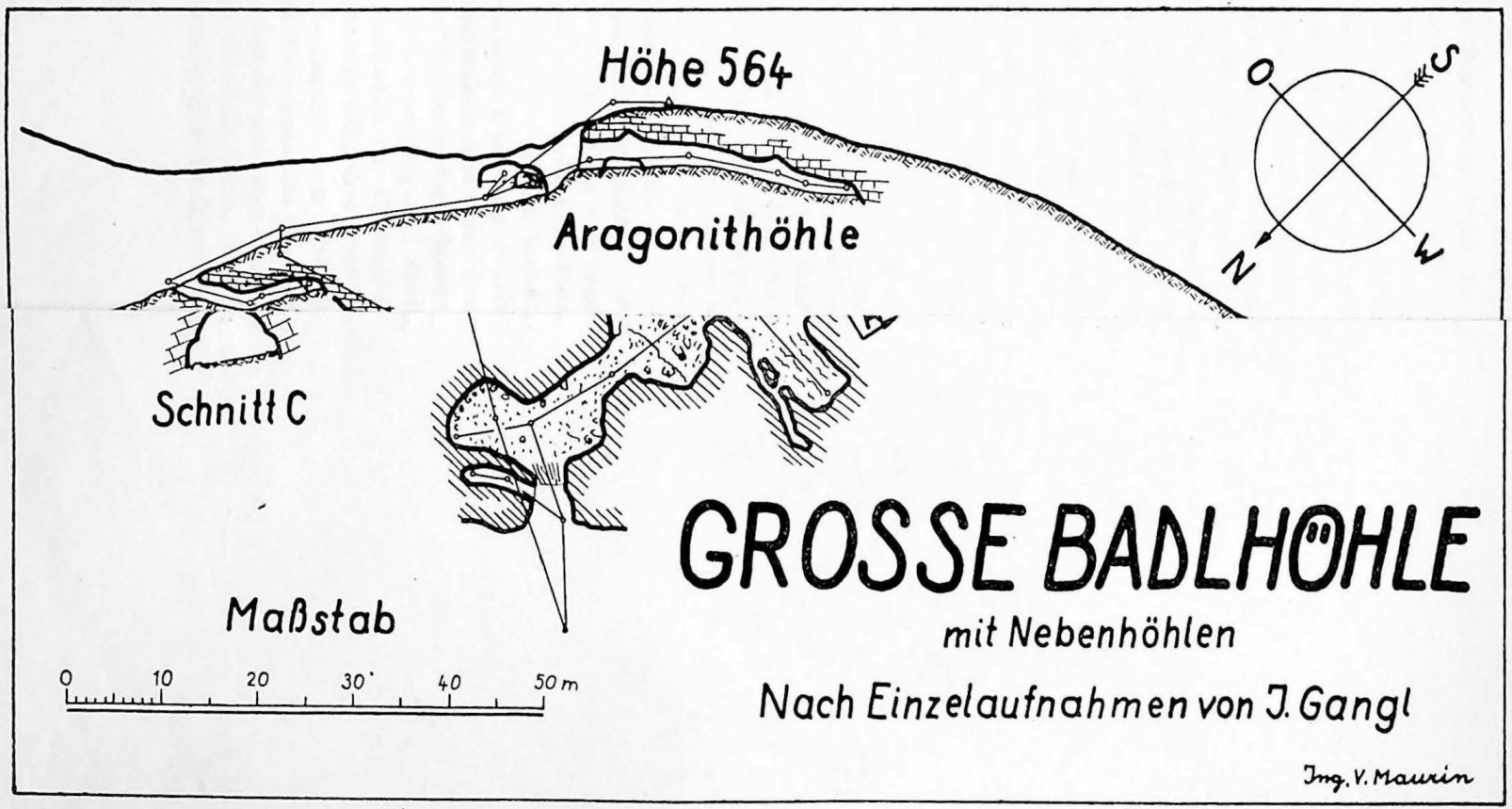

Höhe 564
Aragonithöhle
Schnitt C
O
S
N
W
GROSSE BADLHÖHLE
mit Nebenhöhlen
Maßstab
0 10 20 30 40 50 m
Nach Einzelaufnahmen von J. Gangl
Ing. V. Maurin

Abb. 3.

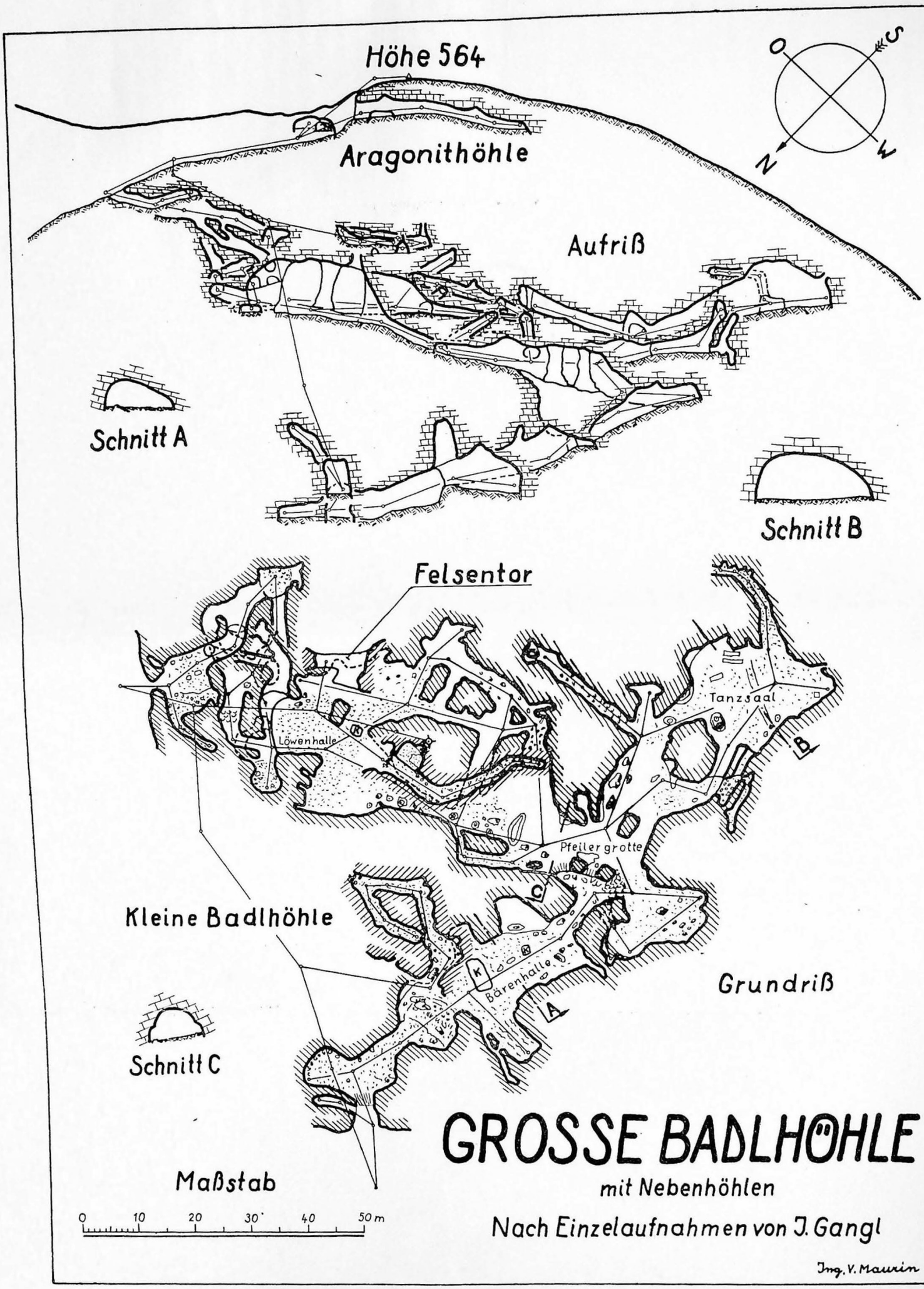

Höhe 564
Aragonithöhle
O
S
N
W
Aufriß
Schnitt A
Schnitt B
Felsentor
Tanzsaal
Löwenhalle
Pfeilergrotte
Kleine Badlhöhle
Bärenhalle
Grundriß
Schnitt C
GROSSE BADLHÖHLE
mit Nebenhöhlen
Maßstab
0 10 20 30 40 50 m
Nach Einzelaufnahmen von J. Gangl
Ing. V. Maurin

Abb. 3.

maliger Bearbeitung Anlaß. Im Jahre 1870 unternahm der damalige Landeshauptmann von Steiermark Graf Wurmbrand neuerlich Grabungen in den Höhlen des mittleren Murtales und er veröffentlichte seine Ergebnisse, zusammen mit dem ersten Plan der Badlhöhle, in den Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereins.

Die meteorologischen Verhältnisse der als Windröhre interessanten Höhle untersuchte H. Bock im Jahre 1911.

Genauere Aufschlüsse über die mächtigen Ablagerungen konnten während des Phosphatabbaues gewonnen werden, wobei die Höhle von Wolf und Theißl einer genauen geodätischen Vermessung unterzogen wurde. Mit Mitgliedern des Landesvereins für Höhlenkunde in Steiermark unternahm J. Gangl 1932 eine neuerliche Vermessung der Badlhöhle sowie der meisten in der Nähe befindlichen kleineren Höhlen. Dank des Entgegenkommens von Herrn J. Gangl konnte ein Teil dieser Aufnahmen für die vorliegende Arbeit benützt werden. Mit Bescheid vom 15. Juni 1929 wurde die Große Badlhöhle auf Grund des österreichischen Naturhöhlengesetzes zum Naturdenkmal erklärt.

Der untere, größere Eingang der Höhle liegt 41 m tiefer als die Kleine Badlhöhle in 495 m Sh. Sein auffallendes, einem hochgestellten Rechteck entsprechendes Profil ist das Ergebnis der Obertagverwitterung in dem hier stark gebankten und geklüfteten Schöcklkalk.

Der ursprünglich sanft geneigte Höhlenboden senkt sich heute steil 3 m abwärts und man gelangt so in die beim Phosphatabbau bis in diese Tiefe ausgeräumte „Steinzeithalle". Rechter Hand geht es durch eine leichte Verengung in die „Bärenhalle", in der sich in 25 m Entfernung vom Eingang die fast 4 m hohe Abbauwand aufrichtet. An dieser Stelle fand der Düngerabbau im Jahre 1919 nach endlosen administrativen und technischen Schwierigkeiten sein Ende. An der linken Höhlenwand führte noch vor einigen Jahren eine heute unter frischen Versturzblöcken begrabene Rampe zum höher gelegenen Höhlenboden hinauf. Gleich rechts öffnet sich eine kurze, aber geräumige Seitenstrecke, in der seinerzeit von staatlicher Seite eine Champignonzucht versucht wurde.

In diesem tiefsten und damit kältesten Teil der Großen Badlhöhle wurde wegen der hier intensiv wirkenden Frostsprengung das primäre Höhlenprofil vollständig zerstört. Besonders deutlich kommt dies an dem durch den Phosphatabbau zum Teil ausgeräumten Durchgang zwischen Steinzeit- und Bärenhalle zur Geltung. Während die Felswände in dem früher durch die Ausfüllungsprodukte geschützten tieferen Teilen des Profiles um mehrere Meter zusammentreten, konnten in den oberen freien Anteilen Frostsprengung und Sickerwasserkorrosion entlang der hier gut ausgeprägten Bankungsflächen das Höhlenprofil nach der Seite hin beträchtlich erweitern, so daß das Bild hier völlig dem einer Schichtfugenhöhle gleicht.

Die ungefähr nach S gerichtete, über 10 m breite Hauptstrecke wird von einem flachen Tonnengewölbe überdacht und steigt leicht an. Der Boden ist anfänglich von Lehm bedeckt, wird aber bergwärts immer steiniger und tritt nach 20 m bis auf 1.5 m an die Felsdecke heran. Auch die Wände rücken zusammen, so daß nur ein verhältnismäßig schmaler Durchlaß übrig bleibt.

An der inneren Seite dieser kurzen Engstelle zeigt sich ein ganz anderes Bild. Hier geht es anfänglich über Versturzblöcke steil aufwärts in die insgesamt fast 10 m höher gelegene mittlere Etage der Großen Badlhöhle. Man kann aber auch, rechter Hand einen Felspfeiler umgehend, auf einem bequemeren Weg diese Steilstufe bewältigen und kommt dabei an einer schönen Wandversinterung, dem „Steinernen Wasserfall", vorbei auch so in die „Pfeilergrotte". Es ist dies eine ansehnliche Halle mit steil ansteigendem Boden, deren Decke von fünf mächtigen Felspfeilern gestützt wird.

Nun teilt sich die Höhle. Zur Linken geht es weiter zum oberen Ausgang, während rechts ein blind endender Höhlenteil anschließt, der zunächst besprochen werden soll. Hier gelangt man leicht ansteigend nach 20 m in den „Tanzsaal", ein flachkuppelförmiger Raum mit einer Grundfläche von 15 mal 20 m. In ihm befinden sich mächtige Lehmablagerungen, die den hinteren Teil mit einer Terrasse abschließen. Diese diente einst als Tanzboden. Ein von hier steil aufwärts führender Gang, dessen hinterster Teil aus dem Lehm ausgegraben wurde, endet nach 20 m und ist die einzige Fortsetzung in dieser Richtung.

Senkrecht zur Hauptstrecke Tanzsaal—Pfeilergrotte zweigt in genau östlicher Richtung ein ebenfalls 20 m langer Gang ab, dessen Profil aus zwei Grundelementen zusammengesetzt ist. Der obere Teil besteht aus einer kreisrunden Röhre von 1.75 m Durchmesser, an die ein etwa 1.5 m tiefer V-förmiger Einschnitt nach unten anschließt. Nach stärkeren Niederschlägen fließt durch diesen Gang stets ein kleines Rinnsal.

Verfolgt man, in die Pfeilergrotte zurückgekehrt, die Richtung zum höher gelegenen Eingang der Badlhöhle, so kommt man am oberen Ende der Halle zu drei Abzweigungen. Die beiden rechten steigen, dem NW-Fallen der Schichten entsprechend, an und man gelangt durch sie in das „Labyrinth", einen Höhlenteil, in dem zwei O—W ziehende Gänge mit annähernd kreisförmigem Profil mehrere Male durch kurze NW—SO-Strecken verbunden sind. Das ganze Gangsystem mündet schließlich in die „Löwenhalle", in die man auch durch den Hauptgang über Lehmboden und Versturzblöcke ansteigend gelangt. Kurz vor dieser Halle befinden sich einige massive Tropfsteinsäulen.

Diese Halle bekam ihren Namen nach einem hier ausgegrabenen Schädelbruchstück von *Felis spelaea*. Auch die berühmte „Lautscher Spitze" wurde in einer Nische der Löwenhalle gefunden. Mit Spannweiten von 25 und 27 m ist sie der gewaltigste Raum der Badlhöhle, dessen Decke ebenfalls von einem Felspfeiler gestützt wird.

Von der Löwenhalle führen sowohl ein serpentinenartig angelegter Gang als auch ein an der Decke mündender, im weiteren Verlauf sich verzweigender Schacht in die oberste Etage der Großen Badlhöhle. Diese mündet bereits nach 30 m in der Nähe der südlich des Grabens gelegenen Hammermahrwiese an den Tag.

Die Höhendifferenz der beiden Eingänge beträgt 52 m, woraus sich für die obere Öffnung eine Sh. von 547 m ergibt.

Nachfolgend sollen noch kurz *die meteorologischen Verhältnisse* der Großen Badlhöhle behandelt werden. Bedingt durch den großen Höhenunterschied der beiden

Eingänge und ihrer geringen absoluten Entfernung voneinander ist die Große Badlhöhle einer der auffälligsten Vertreter einer natürlichen Windröhre in der Steiermark. Im allgemeinen weht die Luft im Frühjahr und Sommer durch die Höhle hinab, während sie im Herbst und Winter oft so heftig dem oberen Ausgang entfährt, daß die Azetylenlampen verlöschen. Ein solch starker Luftzug ist aber nur in der klein profilierten obersten Etage und manches Mal auch in der Engstelle zwischen Bärenhalle und Pfeilergrotte festzustellen. In den größeren Räumen ist eine Luftbewegung meist gar nicht wahrnehmbar.

Nachstehende Tabelle gibt die Temperaturverhältnisse bei drei verschiedenen Beobachtungen wieder.

Tag	Unterer Eingang		Bärenhalle		Pfeilergrotte		Löwenhalle		Oberste Etage		Oberer Eingang	
	Zeit	Temp.	Zeit	Temp.	Zeit	Temp.	Zeit	Temp.	Zeit	Temp.	Zeit	Temp.
22. 1. 1911		+ 0·5° C		+ 1·0° C		+ 3·0° C		+ 4·75° C		+ 5·5° C		± 0·0° C
1. 12. 1947	8^{30}	+ 3·0° C	8^{40}	+ 3·5° C	9^{15}	+ 4·5° C	9^{20}	+ 8·0° C	9^{40}	+ 10·5° C	10^{00}	+ 3·0° C
10. 2. 1948	10^{30}	+ 7·0° C	10^{40}	+ 3·0° C	10^{50}	+ 6·0° C	11^{15}	+ 8·0° C	11^{30}	+ 9·0° C	11^{40}	+ 10·5° C

Dazu ist zu bemerken, daß der 22. Jänner 1911 der erste wärmere Tag nach einer Frostperiode war. Herbst und Winter 1947 waren außerordentlich mild und am 1. Dezember 1947, sowie schon einige Tage vorher, herrschte Regenwetter. Der 10. Feber 1948 schließlich war ein sonniger, aber windiger Tag. In der vorhergehenden Nacht gab es Niederschläge, die in Höhen über 700 m als Schnee niedergingen. Aus diesem Umstand erklären sich die Unstimmigkeiten in der Temperaturtabelle. Im unteren Teil der Höhle lagerte nämlich noch die kalte Nachtluft, während die Außentemperatur bereits auf 7° C gestiegen war. Dadurch trat ein vorübergehender Stillstand der Luftzirkulation ein. Während unserer Anwesenheit in der Höhle stieg die Außentemperatur auf 10.5° C, und als wir gerade den oberen Ausgang erreichten, setzte sich die Luft, durch einen von außen kommenden Windstoß unterstützt, in abfallender Richtung in Bewegung.

Durch den komplizierten Bau der Höhle ist die Gesamtfläche der vom Luftzug bestrichenen Höhlenwände sehr groß. Daraus und aus der langen Zeitspanne, die die Luft zum Durchströmen dieser verzweigten Windröhre benötigt, lassen sich die verhältnismäßig großen Temperaturdifferenzen leicht erklären.

Meteorologisch betrachtet zerfällt die Große Badlhöhle in zwei Teile. Einmal in die Windröhre und weiters in einen nach aufwärts gerichteten warmen Luftsack, der von der Pfeilergrotte in südlicher Richtung bis zum Tanzsaal ansteigt.

Im Sommer ist die Höhle auch bei trockenem Wetter sehr feucht. Die Luft streicht vom oberen Eingang durch die Höhle hinab, wobei sich bei ihrer Berührung mit den kälteren Höhlenwänden Tau bildet. Im Winter, wenn die Luftströmung von unten nach oben geht, herrscht selbst bei großer Feuchtigkeit am Tag (Regen oder Schneeschmelze) in der Windröhre vollkommene Trockenheit. Nur in dem warmen, nach aufwärts gerichteten Luftsack ist die Luft mit Feuchtigkeit gesättigt, sind Boden und Wände feucht, auch dann, wenn infolge starken Frostes keine Sickerwässer in die Höhle gelangen. An der Abzweigung des Luftsackes von der Windröhre ist dann oft Nebelbildung zu beobachten.

4. Die Aragonithöhle und das Felsentor (Abb. 1, Punkt V und VI, Plan Abb. 3).

Erstere Evakuation liegt nur 5 m unter der 564 m hohen Felskuppe, die sich über die südlich des Grabens gelegenen Reste des Badlhöhlensystems wölbt [1]). Ihren seltsamen Namen trägt die Höhle nach der in ihr vorkommenden, für Kalkhöhlen seltenen Ausbildung des Kalziumkarbonats in Form von Aragonit.

Der erste, 12 m lange Teil der Höhle zieht sich in westlicher Richtung entlang einer deutlich erkennbaren Spalte in den Berg. Durch Sickerwässer wurde diese Kluft nachträglich nach oben erweitert, so daß das ursprünglich flachovale Gangprofil in ein annähernd dreieckiges umgewandelt wurde. In ihrem weiteren Verlauf weicht die Aragonithöhle in ihrer Richtung nach SW ab und endet nach etwa 20 m, immer enger und enger werdend, mit einer Verschwemmung.

Gleich am Eingang befinden sich zwei an der südlichen Höhlenwand gelegene schön ausgebildete Kolke. Der größere, bergwärtige hat einen Durchmesser von 4 m und ist in der Art eines Gravitationskolkes horizontal angeordnet. Da er sehr tief liegt, reichen die Ablagerungen fast bis zur Decke und erst durch künstliche Ausräumung ist heute ein etwas über 1 m hoher Raum vorhanden.

In unmittelbarer Nähe der Aragonithöhle befindet sich ein weiterer Höhlenrest, das sogenannte Felsentor. Die ehemalige Verbindung dieser beiden 15 m voneinander entfernten Objekte ist durch die Reste einer Einsturzdoline noch gut erkennbar. Ihr Boden ist mit den Trümmern des zerstörten Höhlendaches übersät. Durch die fortschreitende Denudation wurde der Nordostrand der Doline bereits abgetragen, so daß die Entwässerung heute wieder oberirdisch erfolgen kann. Der Südrand hingegen ist noch gut erhalten und zeigt an mehreren Stellen deutliche Spuren von Wassererosion. Er entspricht also der Begrenzung des einstigen Hohlraumes.

Das Felsentor (557 m Sh.) durchbricht einen sehr schmalen Geländerücken, der sich als Wasserscheide zwischen zwei, östlich und westlich der Kuppe 564 zum Badlgraben abfallenden Rinnen hinzieht. Die Naturbrücke hat ein flachovales Profil von 2 mal 8 m und ist von Versturzblöcken erfüllt. An ihrer schmalsten Stelle wird sie nur mehr von einer Felsdecke von 1.5 m Dicke und ebensolcher Breite überdacht.

---

[1]) Diese Höhenkote ist der Österreichischen Karte 1 : 25.000 (Aufnahmsblatt 164/1, Nord, Peggau) entnommen. Alle übrigen Höhenangaben sind danach berechnet.

II. Die Entstehung.

1. Die Grundlagen:

Wie schon erwähnt, ist die Klüftung des Gesteines im fraglichen Gebiet eine sehr regelmäßige. In der Gegend von Peggau-Badl herrschen parallele, NS-streichende Klüfte vor, die von einer zweiten Schar paralleler, dazu annähernd senkrecht streichender Klüfte gekreuzt wird. Daneben gibt es noch eine ausgeprägte NO—SW-streichende Kluftschar, sowie eine Anzahl untergeordneter Kluftrichtungen. Die vorherrschenden Kluftsysteme haben zur Bildung der hohen, steilen Felswände, wie z. B. der Peggauer Wand, der Feistritzer Felsenwand und der Wände im Badlgraben geführt und so das Landschaftsbild wesentlich beeinflußt.

An die aufgezeigten Kluftrichtungen und an die im allgemeinen nach NW einfallenden Schichten des Schöcklkalkes ist auch die Raumentstehung des Badlhöhlensystems gebunden. Diese Gesteinsfugen wurden zunächst wohl nur durch Korrosion durch Sickerwässer erweitert. Dadurch wurde es dem Karstwasser möglich, auftretenden Druckunterschieden nachzugeben und nunmehr auch durch Erosion erweiternd zu wirken. Nach Zustandekommen eines größeren Druckgefälles, über dessen Ursache weiter unten die Rede sein soll, kam es zur Ausbildung einer ausgesprochenen Druckleitung oder nach H. Bock zu einem Eforationsgerinne.

So entstanden in dem massigen Kalk Gänge mit annähernd kreisrundem Profil und wechselndem Gefälle, bedingt durch die jeweilige Richtung der Höhlenstrecke und dem NW-Fallen der Schichten. Da das Streichen der Hauptklüfte die Fallrichtung der Schichten oft unter einem Winkel schneidet, so wurde das Wasser manchmal entlang der Schichtfugen in ansteigenden Ästen emporgetrieben.

2. Die Bauelemente und ihre Entwicklung:

Innerhalb des untersuchten Abschnittes des Badlhöhlensystems können vier verschiedene Niveaus unterschieden werden: Ein oberstes mit einer örtlichen Basis von 555 m, das nur mehr in den Evakuationsresten des Felsentores und der Aragonithöhle erkennbar ist. Dann ein oberes mit ungefähr 540 m, dem die höchste Etage der Großen Badlhöhle und die Kleine Badlhöhle zugeordnet werden können. Weiters ein mittleres um 525 m, das mit der Repolusthöhle und der Hauptetage der Großen Badlhöhle vertreten ist. Schließlich ein unteres Niveau um 500 m. Diesem gehört die beim unteren Eingang der Großen Badlhöhle gelegene Höhlenstrecke an.

Ursache dieser Etagenbildung sind wohl die periodischen Hebungen des Gebirges während des Pliozäns. Gefördert wurde ihre Entwicklung noch durch die ausgeprägten Bankungsflächen des Schöcklkalkes.

Der Einfluß der vorherrschenden Kluftsysteme auf die Richtung der einzelnen Gänge ist besonders in der ausgedehnteren Großen Badlhöhle deutlich erkennbar. Für die Bildung der untersten und der obersten Etage dieser Höhle waren NS-streichende Klüfte maßgebend, während an der Anlage der mittleren Etage mehrere Kluftrichtungen beteiligt sind. Hier läßt sich auch die Entstehung der größeren Räume der Badlhöhle in ihrer ganzen Entwicklung verfolgen. Durch die sich kreuzenden Klüfte kam es zuerst zur Bildung eines netzartigen Gangsystems. Diesem Stadium entspricht der als Labyrinth bezeichnete Höhlenteil. Das unter Druck stehende Wasser baute

von solchen Gängen ausgehend immer größere Partien des Kalkes ab, bis schließlich nur mehr einzelne freistehende Pfeiler übrig blieben, wie sie an vielen Stellen der Badlhöhle beobachtet werden können. Im weiteren Verlauf fallen auch die Felspfeiler der Zerstörung anheim und es kommt so zu einer völlig frei tragenden Decke. Diese Entwicklungsstufe wird uns in der Pfeilergrotte in sehr schöner Form demonstriert. Hier ragen an einer Stelle die spitz zulaufenden Teile eines ehemaligen Pfeilers von Boden und Decke frei in den Raum, während das Mittelstück auf eine Strecke von 30 cm bereits zerstört ist.

Die einzelnen Etagen sind durch die bereits beschriebenen ansteigenden Höhlenäste oder durch kurze Schächte untereinander verbunden, durch welche in Zeiten größerer Wasserführung die überschüssigen Wassermassen aufstiegen und die Eforationsgänge zum Teil umgestalteten. An vielen Stellen der Höhle sind jedoch die charakteristischen Formen einer Druckleitung unverändert bis heute erhalten geblieben. Besonders zu erwähnen sind in diesem Zusammenhang die kreisrunden Gangprofile im Labyrinth und die zahlreichen Druckkolke an den verschiedenen Punkten der Höhle [2]).

Eine wesentliche Veränderung, dieser aus der aktiven Zeit des Badlhöhlensystems stammenden hydrischen Modellierung der Höhle durch f l i e ß e n d e s Wasser konnte nur an einer Stelle festgestellt werden. Von der Strecke Pfeilergrotte—Tanzsaal steigt in östlicher Richtung ein Gang an, dessen Querschnitt in der oberen Hälfte ein kreisrundes, ideales Eforationsprofil zeigt, dem sich nach unten ein kañonartiges Erosionsprofil eines Gravitationsgerinnes anschließt. Dieser Einschnitt entstand in einer Zeit, in der die mittlere Etage der Großen Badlhöhle mindestens schon vom Normalwasser verlassen war, vielleicht auch erst in einer viel späteren. Die neue Wasserader (vielleicht Sickerwässer vom Tannebenplateau) konnte das ursprüngliche Profil nicht mehr erfüllen und sägte sich daher in den Untergrund ein.

3. Ursache der Bildung:

Im Miozän ereignete sich die große Änderung der Hydrographie Mittelsteiermarks und es kam so zur Entwicklung der heutigen Murlinie. Infolge der Höherschaltung des Gebirges schnitt sich die Mur im Verlaufe des Jungtertiärs immer tiefer in ihrem Untergrund ein und konnte dabei das weichere Schiefermaterial südlich von Peggau leichter ausräumen als den widerstandsfähigeren Schöcklkalk in der Enge von Badl. Dadurch kam es zu einer Gefällstufe, ganz ähnlich wie wir sie heute noch beim Murdurchbruch bei Raach nördlich von Graz beobachten können. Nur hat in letzterem Fall der Gefälleausgleich noch nicht vollständig stattgefunden.

---

[2]) Für die richtige Deutung solcher Druckkolke liegen in der Lurgrotte bei Peggau einwandfreie Beweise vor. In dieser heute noch aktiven Wasserhöhle können solche Formen in vollkommen frischem Zustand zu Hunderten beobachtet werden. Von hohem Interesse sind in diesem Zusammenhang einige Strecken, die noch vor 30 Jahren unter Druck standen und erst damals künstlich entwässert wurden. Besonders häufig treten Kolke nach Verengungen auf, da es an solchen Stellen durch die plötzliche Geschwindigkeitsverringerung zum Rückströmen und oft starken Wirbelbildungen kommt. Die bei Hochwasser mitgeführten Scheuerstoffe verstärken noch die Wirkung. Aus der Lage der Kolke und ihrer Konfiguration läßt sich meist eindeutig die ehemalige Fließrichtung des Wassers feststellen.

Eine weitere Möglichkeit für das Zustandekommen einer Gefällstufe wäre eine jungtertiäre Verstellung des Murtales in der Gegend von Badl, wofür wohl Anzeichen, aber noch keinerlei Ergebnisse genauerer Untersuchungen vorliegen.

Eine solche Gefällstufe hatte natürlich auch das Absinken der Vorflut bis in die Höhe der wasserundurchlässigen Überfallkante südlich von Peggau zur Folge. Dadurch war es dem Murwasser möglich, nach Bildung von Saugspalten im Flußbett nördlich von Badl, im klüftigen Schöcklkalk durchzufallen und die Felsenge unterirdisch zu passieren. Im Laufe der Zeit bildeten sich so entlang der Gesteinsfugen die heute vom Wasser verlassenen Flußtunnel des Badlhöhlensystems aus.

Ob es im weiteren Verlauf der Entwicklung bloß bei einer Anzapfung des Obertaggerinnes der Mur nördlich von Badl blieb, oder ob es zur Ausbildung eines regelrechten Poljes und damit zu einer vollständigen unterirdischen Entwässerung des Frohnleitner Beckens kam, läßt sich heute schwer entscheiden. Möglich wäre wohl auch letzteres, zumal sich im Becken von Frohnleiten ebenfalls leichter zerstörbare Gesteinspartien befinden. Die Überholung des Höhlengerinnes durch die Oberflächenerosion wäre dann eben erst nach einer vorübergehenden Aufschotterung des Poljes erfolgt, bei der vielleicht auch das Untertaggerinne verstopft wurde. Kleine Wassermengen gehen der Mur in der Enge von Badl wohl auch heute noch durch Saugspalten verloren.

Es ist außerdem gut denkbar, daß das Badlhöhlenflußsystem auch unterirdische Zuflüsse aus dem Semriacher Becken erhielt. Einzelne Teile der Lurgrotte, durch welche heute noch die Entwässerung des Poljes von Semriach erfolgt, ließen sich in ihrer Höhenlage und Raumgestaltung sehr gut mit dem Badlhöhlensystem in Verbindung bringen.

Um Genaueres sagen zu können, sind umfangreichere Untersuchungen nötig. Besonders wertvoll wären geologisch-paläontologische Grabungen in den Höhlen und Terrassenresten östlich und westlich der Murenge von Badl. Hier wäre die seltene Gelegenheit gegeben, die Diluvialstratigraphie der mittelsteirischen Täler zu klären und die einzelnen Terrassen durch eine einwandfreie Fauna zu belegen, auf welche Möglichkeit M. Mottl (1946) bereits hingewiesen hat.

III. Die zeitliche Einordnung.

Der Versuch einer Altersdeutung des Badlhöhlenflußsystems kann nur von seinen Beziehungen zu den morphologischen Oberflächenelementen Mittelsteiermarks ausgehen. Untersuchungen über die alten Flächensysteme dieses Gebietes wurden zuerst von V. Hilber (1912) durchgeführt, der die einzelnen Verebnungen in der näheren Umgebung von Graz in seiner „Taltreppe" beschrieb. F. Heritsch (1921) hat Hilber's diesbezügliche Untersuchungen weiter ausgebaut und eine gute Zusammenstellung der tertiären Talböden bis in die Gegend von Gratwein und dem Rötschgraben gegeben. Nordwärts davon können die Darlegungen von J. Sölch (1928) und G. Götzinger (1931) herangezogen werden.

Im mittelsteirischen Bergland tritt besonders ein Niveau um 700 m, bezogen auf die lokale Erosionsbasis bei Graz, in Erscheinung, das sich durch eine mächtige

Überschotterung der alten Flachkuppenlandschaft auszeichnet (sogenannter „Belvedereschotter"). Götzinger, Heritsch und Sölch sind übereinstimmend der Auffassung, daß diese Terrassen um und unter 700 m pontisch-pliozän sind, während die höheren präpliozän, wahrscheinlich untermiozän sind.

Ein weiteres ausgezeichnetes Niveau ist jenes um 500 m. Morphologisch tritt es besonders im südlichen Rannachgebiet in Erscheinung. Aber auch für unsere Betrachtungen kommt ihm besondere Bedeutung zu, liegt doch die mehretagige Badlhöhle zwischen 495 und 559 m. Diesem Niveau können unter anderem folgende Terrassen und Verebnungen zugeordnet werden: Kracherberg südlich Autal (482 m), Attemshof in der äußeren Ragnitz (500 m), Schirmleiten am Südsporn der Rannach (508 m), Kugelberg, über dem Wiesenwirt, nördlich und südlich vom Übergang Wiesenwirt—Judendorf (524 m), südöstlich der Peggauer Wand ein alter Talboden im Kalk (530 m), Kugelstein bei Badl (536 m), nordöstlich davon, oberhalb der Repolusthöhle, Verebnung mit Dolinen (540 m) und weiters am Westhang des Lammkogels (etwa 550 m).

Auch das nächst tiefere Flächensystem um 460 m (örtliche Erosionsbasis bei Graz) läßt sich ganz gut verfolgen. Ihm gehören an: Terrasse beim Ladenwirt auf der Ries (460 m), Terrassen und Leisten in Unterweizberg bei Andritz (zwischen 460 und 470 m), Verebnung am Ausläufer der Rannach, südlich von St. Stefan, oberhalb des Kreuzwirtes (469 m), Schotter beim Pail mit Terrassenbildung südlich und südöstlich vom Schrausberg (um 500 m), Schotter westlich der Ferstelhöhe, am Sattel beim Gehöft Taibinger(507 m) und schließlich oberhalb der Badlgalerie beim Gehöft Binder Angerl (520 m).

Die Höhendifferenz zwischen den pontischen „Belvedereschottern" und den heutigen Talböden in der Umrahmung von Graz beträgt ungefähr 350 m. Dieser Betrag entspricht also der postpontischen Tiefenerosion, wobei etwas über 300 m auf die pliozäne Arbeitsleistung entfallen. G. Götzinger stellt nun die Terrassen zwischen 700 und 600 m ins Altpliozän, zwischen 600 und 500 m ins Mittelpliozän und endlich zwischen 500 und 400 m ins Jungpliozän. Darunter schließen sich noch die diluvialen und alluvialen Talböden an.

Demnach wäre also auch die Bildung des Badlhöhlensystems im Mittelpliozän erfolgt, verdankt es seine Entstehung doch der Paläomur, die auch die gleichaltrigen Verebnungen geschaffen hat. Die relative Höhendifferenz zwischen Obertag- und Höhlengerinne kann, wie aus den angeführten Gründen hervorgeht, keine bedeutende gewesen sein.

Literatur:

H. Bock: Mathematisch-physikalische Untersuchungen der Eishöhlen und Windröhren. Höhlen im Dachstein. Graz, 1913.

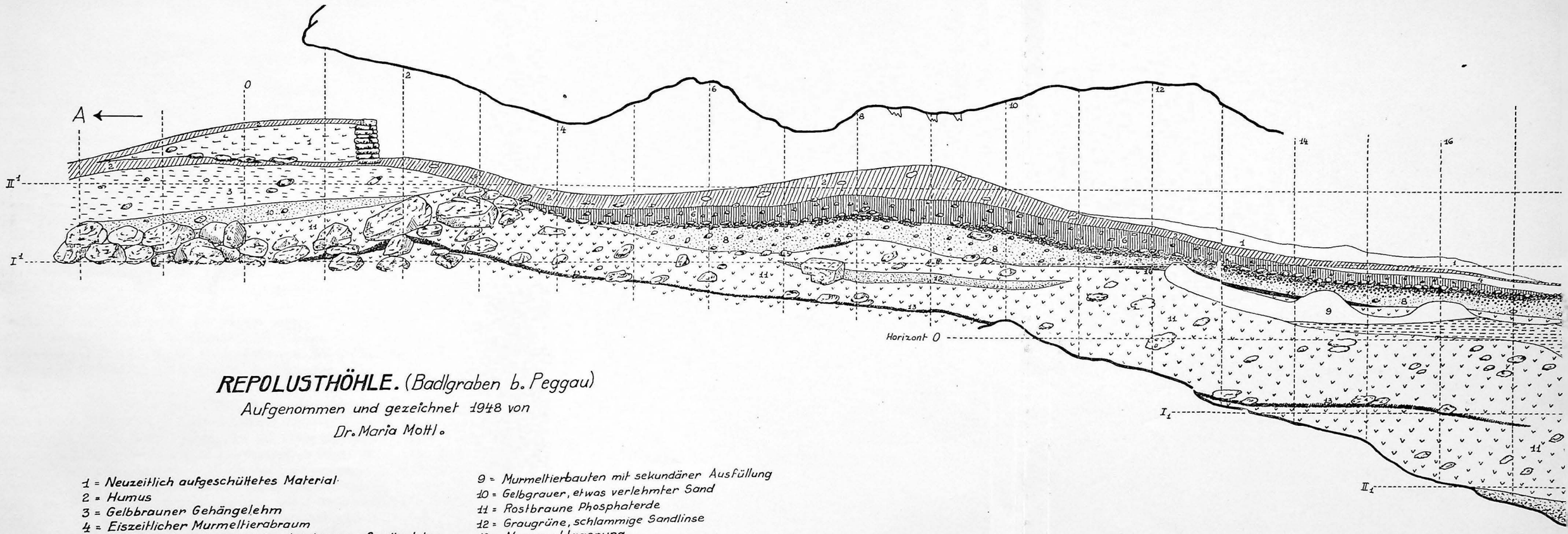
G. Götzinger: Das Drachenhöhlenflußsystem und dessen Alter. Speläol. Monogr. VII bis VIII, Wien, 1931.

F. Heritsch: Geologie von Steiermark. Mitt. d. Naturw. Ver. f. Steiermark, 1921.

V. Hilber: Taltreppe. Graz, 1912.

M. Mottl: Die Kugelsteinhöhlen und ihre diluvialstratigraphische Bedeutung. Verhandl. Geol. Bundesanst. Wien 1946.

F. Peters: MAG. 3, 1873, S. 76.



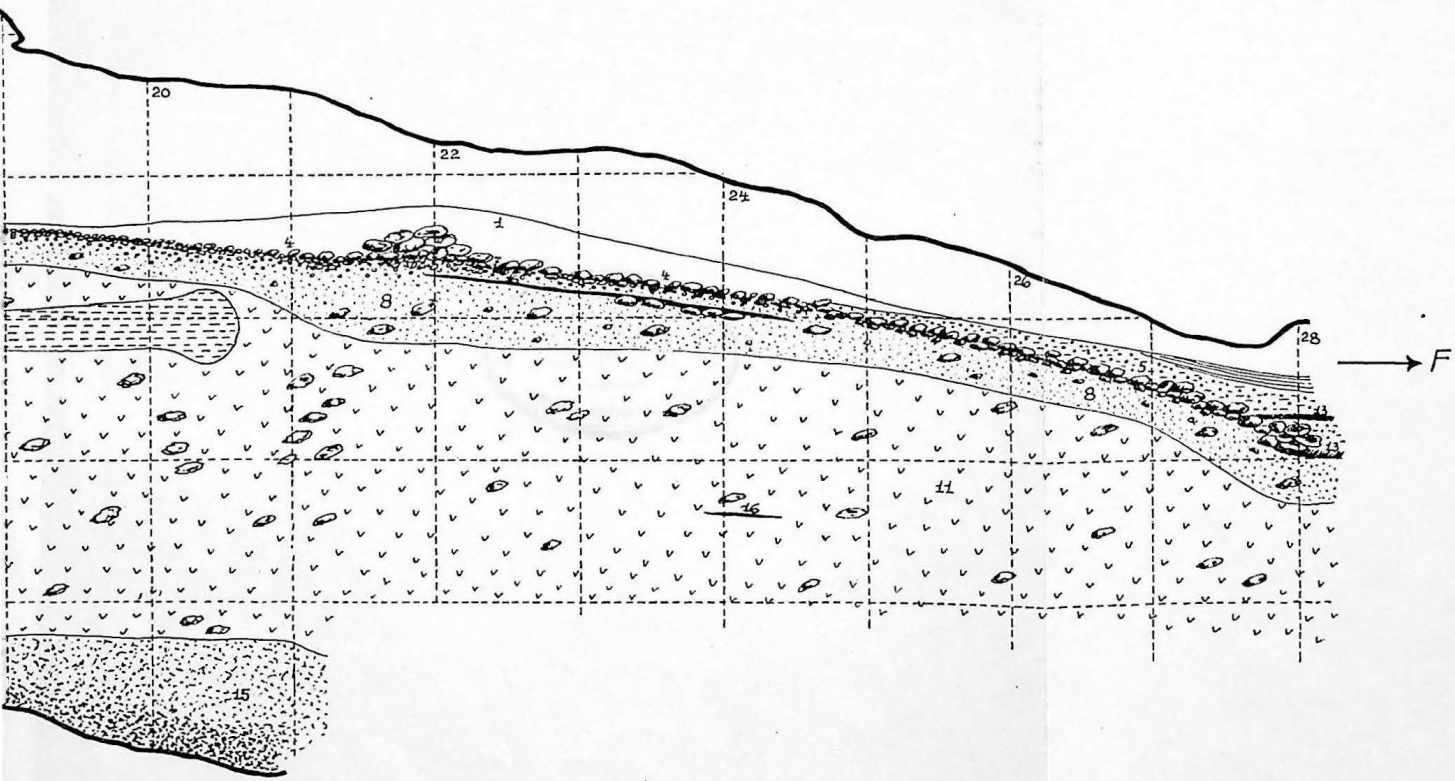
REPOLUSTHÖHLE. (Badlgraben b. Peggau)

Aufgenommen und gezeichnet 1948 von

Dr. Maria Mottl.

1 = Neuzeitlich aufgeschüttetes Material
2 = Humus
3 = Gelbbrauner Gehängelehm
4 = Eiszeitlicher Murmeltierabraum
5 = Feinschotteriger, nasser, schmutzigbrauner Spaltenlehm
6 = Schuttschichte
7 = Graubraune, erdige Ausfüllung
8 = Grauer Sand
9 = Murmeltierbauten mit sekundärer Ausfüllung
10 = Gelbgrauer, etwas verlehmter Sand
11 = Rostbraune Phosphaterde
12 = Graugrüne, schlammige Sandlinse
13 = Manganablagerung
14 = Phosphatanreicherung mit Kollophanknollen
15 = Gelbbrauner, verbackener, manganreicher Sand
16 = Eiszeitliche Feuerstellen

Abb. 4. Aufriß 1 : 50.


20
22
24
26
28
F
1
4
8
5
13
11
16
15

Derselbe: Grazer Tagespost 2. April 1870.
Derselbe: Grazer Tagespost 15. Mai 1870.
J. Sölch: Die Landformung der Steiermark. Mitt. d. Naturw. Ver. f. Steiermark 1928.
F. Unger: Geognostische Bemerkungen über die Badlhöhle bei Peggau. Steierm. Zeitschr. N. F. 5, 3, Graz 1838.
G. Wurmbrand: Über die Höhlen und Grotten im Kalkgebirge bei Peggau. Mitt. d. Naturw. Ver. f. Steiermark, 1871.

3. Die Ausfüllungen.

Nach R. Lais (1941) prägen sich in der Sedimentation der Höhlen die Wandlungen des quartären Klimas ebenso stark aus, wie in den Ablagerungen des Freilandes, da sich in der Zusammensetzung der Höhlenschichten Einflüsse auswirken, die über weite Räume hin Geltung haben. Diese Feststellungen werden auch durch die Ausfüllungen der Repolusthöhle bekräftigt (Abb. 4—8).

Die Höhle zählt zu den wenigen Fundstellen, deren Inhalt durch neuzeitliche Wühlereien nur wenig gestört wurde. Zeitweilige Benützer haben nur den Höhlenboden geebnet, um ihre Schlafplätze bequemer zu gestalten. Der Eingang war auch längere Zeit bis auf eine Einstiegspalte vermauert, die Reste dieser Mauer trafen wir noch beim Beginn der Ausgrabungen an. Die 4 Probegruben der Bundeshöhlenkommission vom Jahre 1920 wurden größtenteils zugeschüttet, während ein Teil des ausgegrabenen Materials als hügelartige Aufschüttung (1) aufzufinden war.

Der feste Höhleninhalt der Repolusthöhle ist autochthonen und allochthonen Ursprunges. Zu ersterem zählen der Kalkschutt als Teile der Höhlenwandungen, die lehmigen Lösungsrückstände des Kalksteins, Sinterkrusten- und Tropfsteinstücke sowie ein Teil der organischen Reste und ihrer Zerfallsprodukte, die zum Entstehen der Phosphaterde beigetragen haben. Zur zweiten Gruppe gehören der feine Quarzsand, der rostbraune Lehm, der zu Phosphaterde umgesetzt wurde, das Geschiebe, die Humusstoffe und Manganabsätze der Ausfüllungen, der Großteil der Knochenreste, da sie von eingeschleppten Beutetieren des Menschen herrühren, ferner die Kulturreste.

Die systematischen, quadrat- und schichtweise erfolgten Abbauarbeiten in der mit Sedimenten hoch angefüllten Höhle ergaben folgende Schichtreihe:

Der Humus (2) mit vielen Topfscherben und wenig abgerundeten Kalksteinen erreicht nur in den Quadraten 5 und 16 eine Mächtigkeit bis zu 50 cm, sonst ist er als ein dünner Überzug bis zum 18. m zu verfolgen, wo er auskeilt. Im Quadrat 16 häufte sich das durch den engen Verbindungsgang eingeschwemmte Material an. Im Inneren der Höhle ist der Humus staubartig und vermischt sich teilweise mit dem eiszeitlichen Murmeltierabraum (4). In der Seitennische enthielt er viele Hallstatt- und La Tène-Scherben, im rückwärtigen Teil der Höhle die Feuerstelle mit Funden aus der napoleonischen Zeit.

Unter dem Humus befand sich stellenweise eine sehr dünne, doch feste und besonders in den Quadraten 6 und 16 bezeichnend abgelagerte, bis zu 10 cm dicke Sinterkruste, die die graubraune, erdige Ausfüllung vom Humus trennte.

Abb. 5. Maßstab 1 : 200.

Im Vorhof und in der Seitennische der Höhle lag unter dem Humus sehr fester, zäher, gelbbrauner Gehängelehm (3), bis zu 65 cm mächtig. Er ist nur bis zum 3. m höhleneinwärts anzutreffen. Er enthielt mehrere Topfscherben, einen Knochenpfriem und ein neolithisches Beil aus Amphibolit. In den unteren Lagen des Gehängelehms lagen zahlreiche abgerundete Versturzblöcke.

Während die obigen Sedimente postglaziale bis rezente Ausfüllungsprodukte sind, stellen die übrigen Absätze eiszeitliche Ablagerungen dar. Von diesem pleistozänen Komplex ist der feinschotterige, nasse, schmutzigbraune, stark manganhaltige, sandige Spaltenlehm (5) des rückwärtigsten Höhlenabschnittes (Quadrate 31—32) das jüngste Glied mit scharfkantigem, feinem bis mittelstückigem, größtenteils mit Mangan inkrustiertem Kalkschutt. Dieses Sediment der Höhle lieferte Rentierknochen, sowie einige Ibexreste und geht nach oben in einen feingeschichteten, gleichfalls durch Kluftspalten in die Höhle geschwemmten Lehm über, der einige rezente Wolfs- und Rehknochen barg.

Der nächstfolgende Absatz ist die graubraune, erdige Schichte (6), die sich vom 4. bis 17. m in der Höhle ausbreitete. Sie fehlte im Vorhof und in der Seitennische der Höhle, weil sie von dort wahrscheinlich durch die Niederschlags- und Sickerwässer weggeschwemmt wurde. Sie erreicht nirgends eine größere Mächtigkeit als 25—30 cm, führt ziemlich reichlich feinen bis mittelgroßen, etwas kantengerundeten Kalkschutt, feines Quarzgeschiebe und Sinterkrustenstücke. Die graubraune Schichte zeigt einen ganz ähnlichen Verlauf wie der Humus, auch reicht sie nicht weiter ins Höhleninnere als dieser. Sie wird nach unten vom grauen Sand durch eine deutliche Schuttschichte abgegrenzt.

Diese Schuttschichte (7) ist in der ganzen Höhle markant ausgebildet. Der Schutt ist durchwegs eckig-kantig-plattig, lose aufeinandergepackt, an manchen Stellen hügelig angehäuft, in seinen oberen Lagen ein markanter Grobschutt, dem Sand zu immer feinsplittriger. Im oberen Teil des Sandes, bzw. an der Grenze Sand—Schutt wird er zu einem sehr bezeichnenden Kalkschotter bis zu Haselnußgröße, der zwischen dem 18.—21. m fast an der Oberfläche liegt. Im rückwärtigen Höhlenteil besteht diese Sperrschichte nur aus Grobschutt, der mehrfach das Einstürzen der verlassenen Murmeltierröhren verursachte.

Der feine, an Eisen- und Manganverbindungen reiche, stellenweise schlammige graue Sand (8) ist in der ganzen Länge der Höhle, auch in der Seitennische beim Eingang vorhanden. Er war durchwegs sehr fundreich, besonders viele Ibexreste fanden sich darin. Neben der S-Wand der Quadrate 2—3 setzte er sich rinnenförmig ab, die hügelartige Ablagerung der rostbraunen Phosphaterde und Versturztrümmer an dieser Stelle umfließend. Der Sand ist sehr glimmerreich, er führt auch feines bis mittelgroßes Geschiebe, Tropfstein- und Sinterkrustenstücke, im Eingangsabschnitt der Höhle mehr kantigen, im Inneren der Höhle kantengerundeten und zersetzten Kalkschutt. In seinen unteren Lagen konnten auch kleinere, stark korrodierte Kalksteine, sonst typisch für die rostbraune Phosphaterde, gefunden werden. Im Vorhof und in der Seitennische der Höhle war der Sand gelblich und stark verlehmt (10), im N—S-Abschnitt des Hauptganges (Quadrate 6, 7, 16—17) dunkler gefärbt, sehr

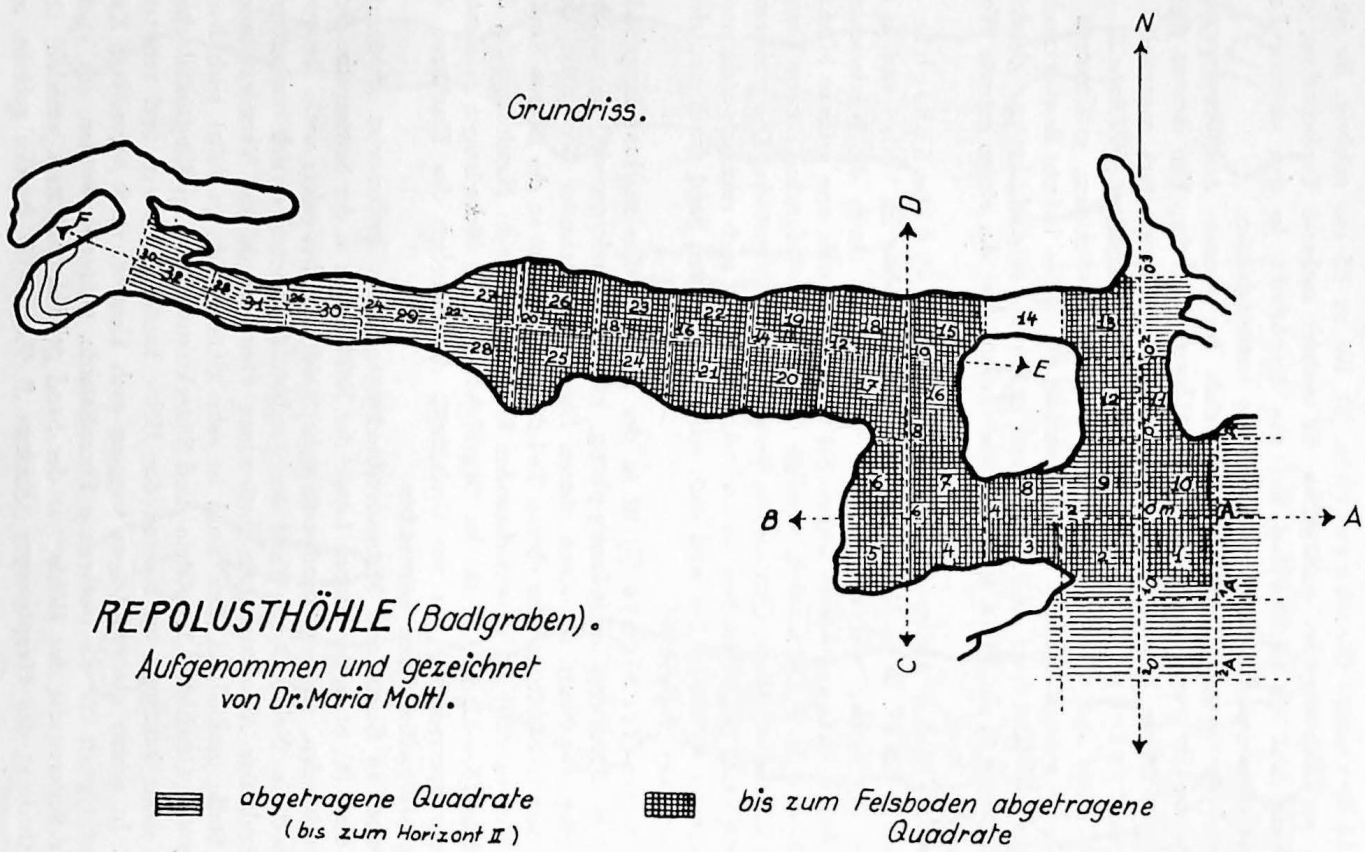


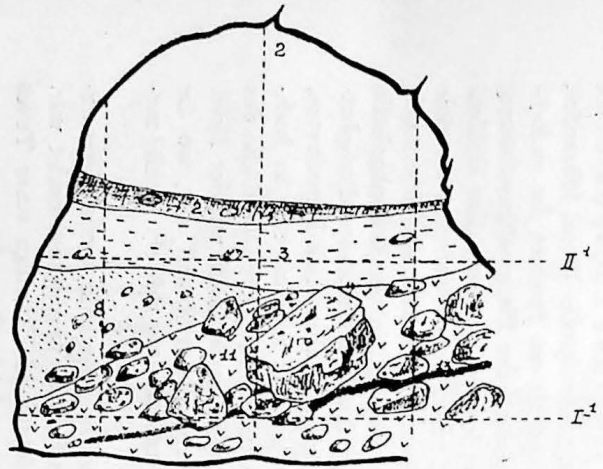
Abb. 6. Maßstab 1 : 200.

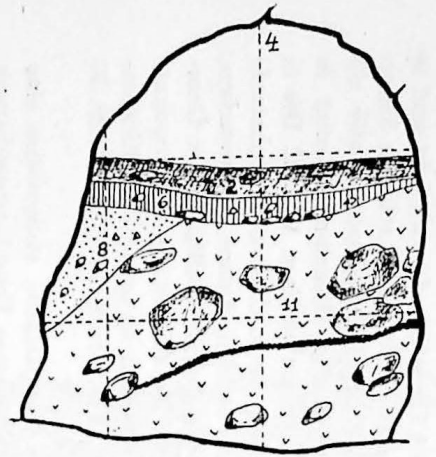
locker und humos, auch bedeutend feuchter. Wir befinden uns hier in der Nähe des niedrig-schmalen Verbindungsganges, der engen Erosionsröhre, durch welche Sickerwässer vom Tag das Höhleninnere immer wieder betreten haben und eine Anreicherung humoser Substanzen verursachten. Im rückwärtigen Höhlenteil, ab Quadrat 32 wurde der graue Sand von den durch den Schlot hinunterströmenden Sickerwassermengen nachträglich stark aufgewühlt, mit der Phosphaterde vermischt und in Richtung des Abflusses (SW) geschwemmt. Dieser deponierte, durch stärkere Sickerwässergerinne vom Tag aus, von der ober der Höhle liegenden pliozänen oder altpleistozänen Landoberfläche in die Höhle hineingeschaffte Höhleninhalt zeigt in seinen unteren Lagen in der ganzen Länge der Höhle einen welligen Verlauf. Die in die Höhle hereinbrechenden Sickerwassermengen haben die rostbraune Phosphaterde oberflächlich aufgewühlt und in ihr stellenweise seichte Mulden, Rinnen ausgewaschen. Nach G. Kyrle (1923) soll in der gegenüberliegenden großen Badlhöhle der Grausand einer Hochwasserphase angehören. Daß aber die Durchfeuchtung der Repolusthöhle keine katastrophale gewesen sein konnte, das beweisen die zahlreichen Klingengeräte sowie die ausgedehnteste Feuerstelle der Höhle im grauen Sand (Quadrate 29, 30 mit den Holzkohlenresten der Fichte, Birke und Weide).

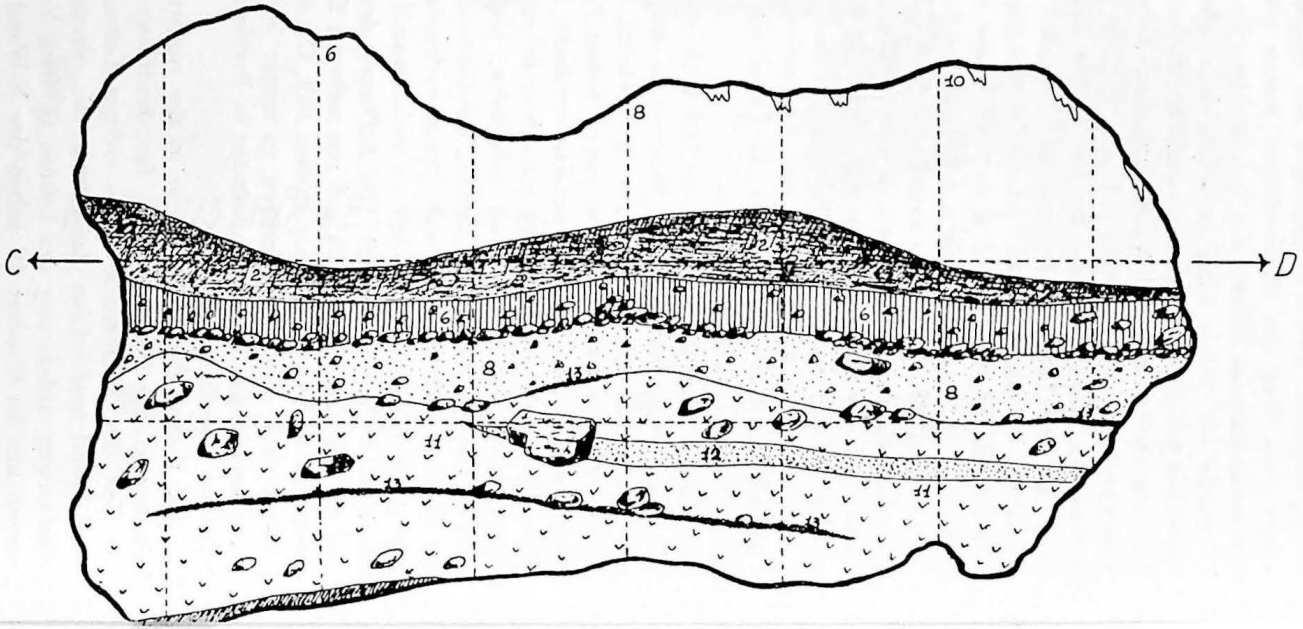
Den grauen Sand trennt von der rostbraunen Phosphaterde stellenweise eine Manganablagerung (13), vom 12. bis 15. m eine dunkelbraune Phosphatanreicherung (14) mit vielen Kollophanknollen.

Die mächtigste Ausfüllung der Höhle ist die rostbraune Phosphaterde (11), ein feinschotteriger, auch Sinterstücke und wenige nußgroße Kiesel führender, teils von außen eingeschwemmter Spaltenlehm, teils jedoch ein Produkt der endochthonen Höhlenverwitterung, der seinen hohen P_2O_5-Gehalt der Phosphatverwitterung seiner reichen organischen Einschlüsse verdankt. Diese lockere, trockene, dem Höhleninneren zu mehr sandig-erdige Phosphaterde enthält schon vom Quadrat 6 an viele Kalksteinstücke, die mit einer kolloidalen, hochhaltigen Phosphatkruste überzogen waren. Sehr oft geht die Zersetzung des Gesteins so weit, daß in der Kollophanhülle nur mehr eine kreidig-pulverige Masse vorhanden ist. Für die rostbraune Phosphaterde ist sehr bezeichnend, daß sie verhältnismäßig wenigen, aber stark korrodierten, zersetzten Kalkschutt enthält. Die Auflösung des Gesteins ist sehr oft eine so hochgradige, daß der Schöckelkalk sich nur mehr im Kalkkern erkennen, die Oberfläche des Gesteins sonst kreidig-pulverig ablösen läßt. Die Kalksteine werden nicht nur der Tiefe, sondern auch dem Höhleninneren zu immer korrodierter. Auch überall dort, wo die Phosphaterde mit den Höhlenwänden in Berührung stand, zeigte sich ein kreidig-zerreiblicher Oberflächenbelag.

Im Vorhof der Höhle lagen in der rostbraunen Phosphaterde große Versturztrümmer, grober Blockschutt, der fast durchwegs scharfkantig, wenig abgerundet war. Zur Zeit der Ablagerung dieses erdigen Lehms erfolgte der Einsturz eines Teiles der S-Wand und infolge Anhäufung der Versturztrümmer kam es hier zu einer hügelartigen Ablagerung des Lehms. Größere Versturzblöcke fanden wir im Höhleninneren nur im Quadrat 19 neben der N-Wand und dieses Quadrat war auch vollkommen fundleer.


2
2
3
II¹
8
11
I¹


4
2
6
8
11


6
8
10
C
D
2
6
8
11
12
13

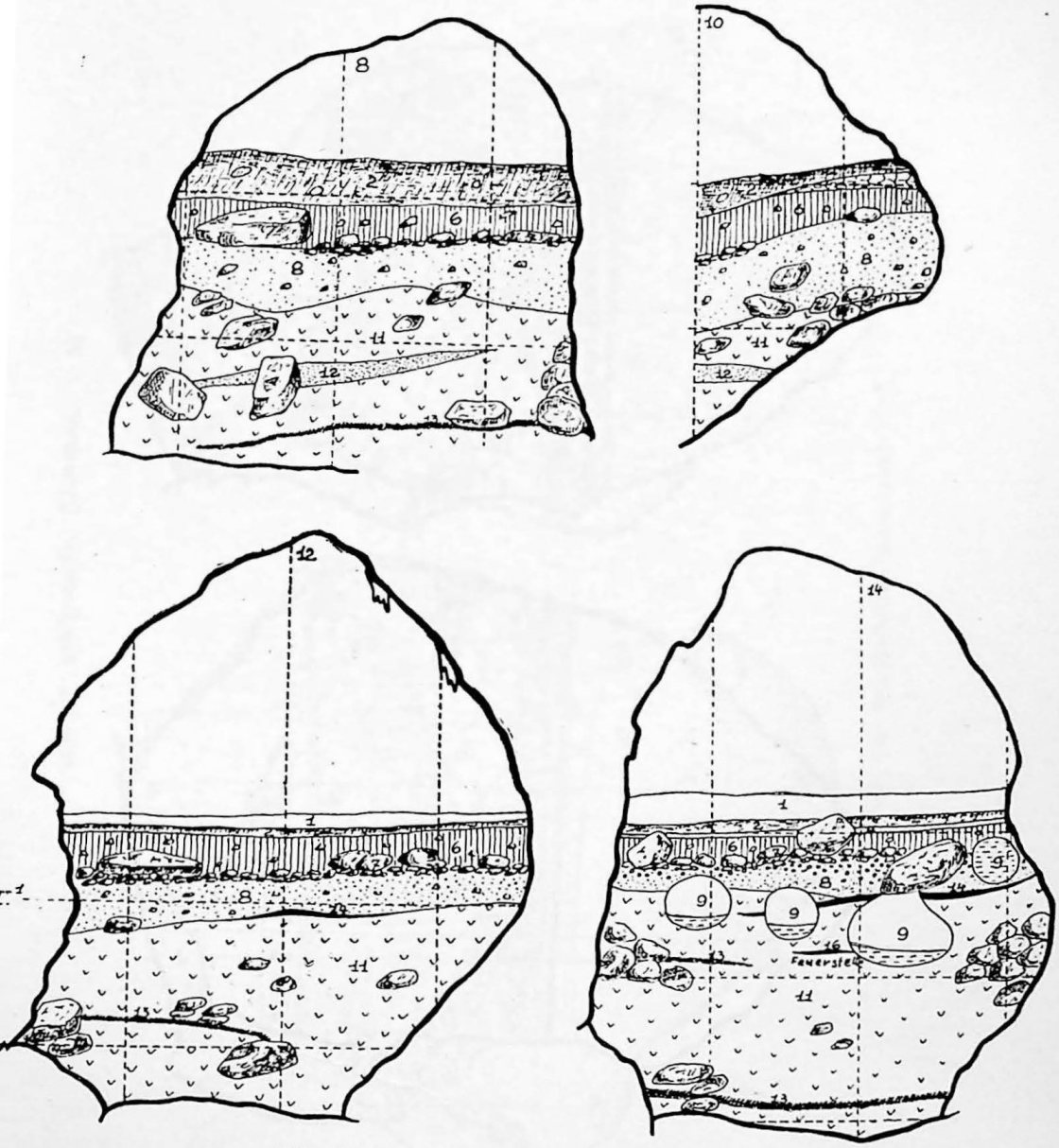


Abb. 7 b: Repolusthöhle, Querschnitte. 1 : 50.

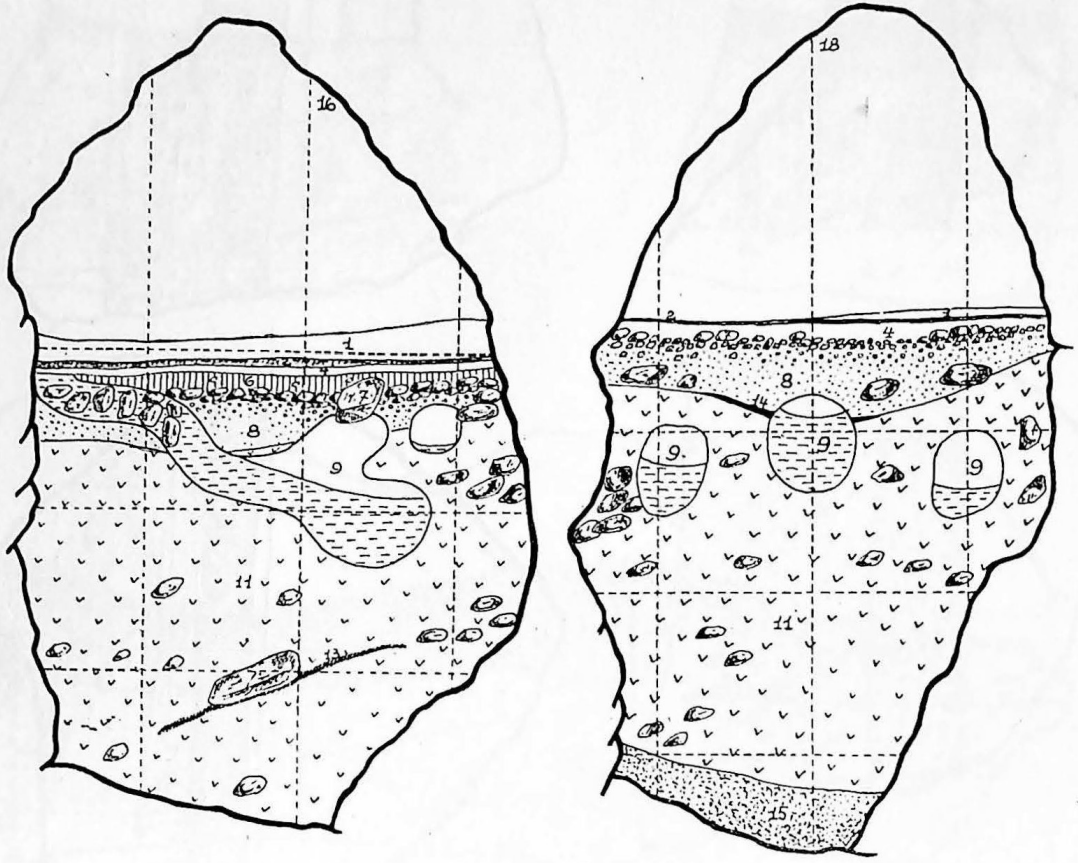


Abb. 8 a_1: Repolusthöhle, Querschnitte. 1 : 50.

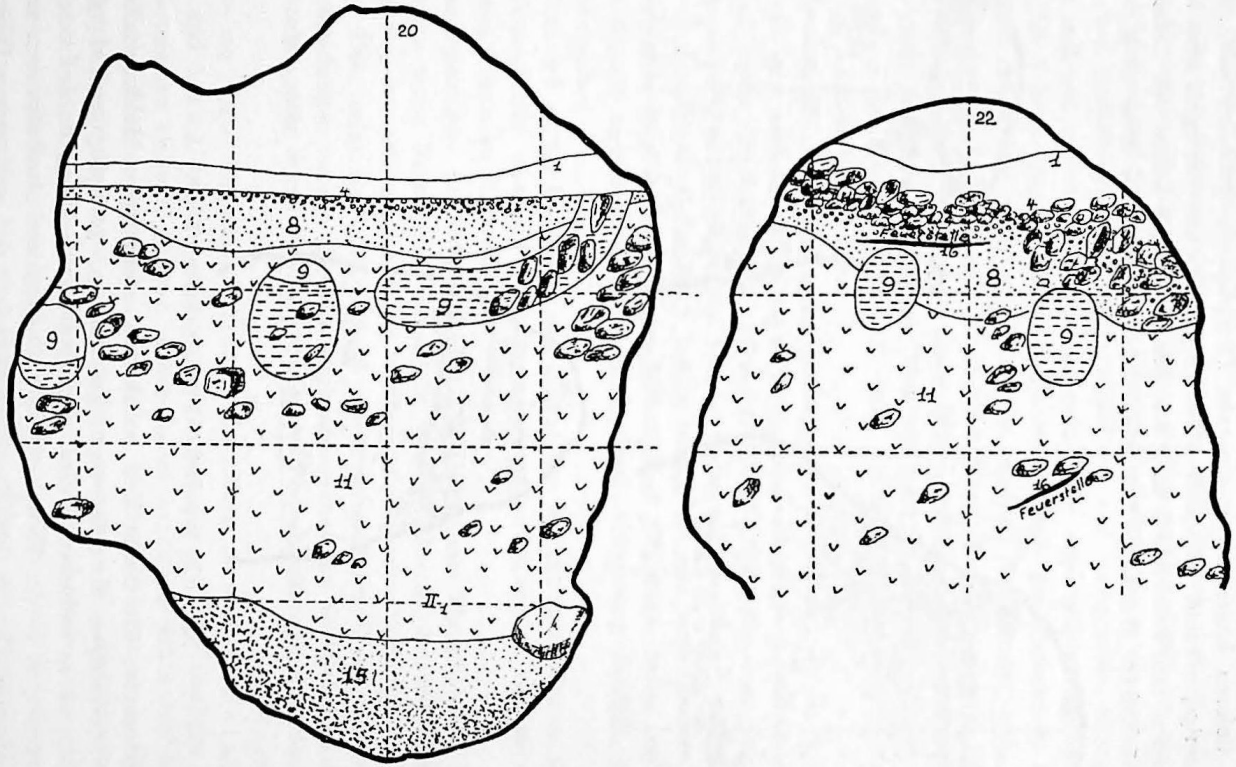


Abb. 8 a_2: Repolusthöhle, Querschnitte. 1 : 50.

Vom 7. bis 11. m zeigen die Profilbilder eine ganz feine, graugrüne, feste, durchschnittlich 10 cm mächtige, schlammige Sandlinse (12) in der Phosphaterde mit ganz feinem Quarzgeschiebe. Sie war vollkommen fundleer.

In den tieferen Lagen der rostbraunen Phosphaterde befinden sich stark verbackene, sinterige, mitunter gut geschichtete Stellen und ein durchgehender Mangan-streifen. Mangan- und kalciumhydrocarbonatreiche Lösungen haben den Lehm durchsickert, ihn verbacken. Erstere Verbindungen haben entlang der Risse auch die Kalk-

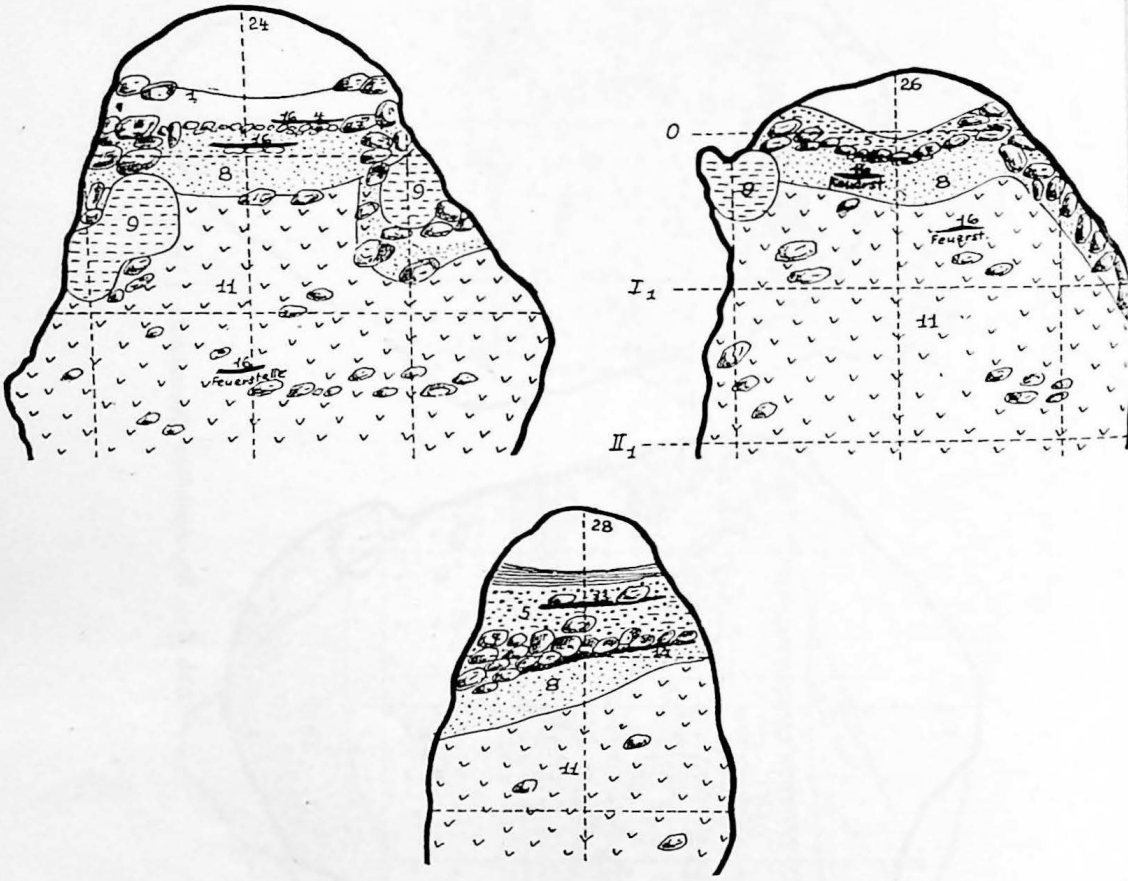


Abb. 8 b: Repolusthöhle, Querschnitte. 1 : 50.

steine durchdrungen. Zu dieser Zeit wurde der rückwärtige Höhlenabschnitt mit größeren Wassermengen überschwemmt. Zu dünnen, geringfügigen Mangananreicherungen kam es an mehreren Stellen. Auch trafen wir kleine dunkelbraune Höfe, dünne Einlagerungen in der Phosphaterde, Fällungen und Ausflockungen von stickstoffreichen Huminstoffen an. Der Phosphorsäuregehalt der rostbraunen Phosphaterde nimmt nach den Angaben von G. Götzinger (1926) der Tiefe hin bis auf 16.78%

bei 22.65% H_2O-Gehalt zu, doch konnten auch Gehalte mit nur einigen Prozenten festgestellt werden. Es ist sehr interessant, daß sich der graue Sand, obzwar er sehr viele Knochen barg, fast als phosphatfrei erwies; er scheint zur Umsetzung nicht geeignet gewesen zu sein.

Die Gesamtmächtigkeit der rostbraunen Phosphaterde beträgt 2.6 m, sie muß daher auch unter Berücksichtigung der eingelagerten Knochenmasse als das Produkt einer langdauernden Sedimentation angesehen werden. Wenn wir nach W. Soergel (1940) den Mittelwert vom 100-Jahr-Zuwachs für interglaziale Ablagerungen mit 1.5 cm rechnen, so würde sich in unserem Falle eine Sedimentationszeit von ung. 10—13.000 Jahren ergeben. Daß es sich beim Absatz der rostbraunen Phosphaterde um eine beträchtliche Sedimentationsdauer handelt, das beweist auch die aus den Holzkohlenuntersuchungen gewonnene Klimakurve. Sie zeigt in den tieferen Lagen dieses Sedimentes eine kältere, feuchtere Phase (mit Zirbe aus den Quadraten 29, 30) an, der eine wärmere, trockenere (Eichen-Mischwald mit Zirbe-Relikt) folgt (Holzkohlenproben aus den Quadraten 27, 30). Auf eine Klimaänderung weist auch die Fauna der tieferen Lagen hin.

Die unterste, dem Felsboden auflagernde Ausfüllung ist die helle, gelbbraune, sehr verbackene, manganreiche, etwas verlehmte Sandschichte (15), die ganz feines Quarzgeschiebe führt. Sie wurde ebenfalls vom Tag von Sickerwässern in die Höhle geschwemmt. Dieser verbackene Sand lagert vom 17. m muldenförmig in der Höhle. Sie enthielt keinen Schutt, sie war auch fundleer, doch zeigte der Felsboden eine stark verwitterte Oberfläche. Ob dieser helle, verbackene Sand der Riß-Eiszeit angehört oder eine noch ältere Ablagerung darstellt, ist schwerlich zu entscheiden.

Wenn wir obige Sedimente auf Grund der Forschungsergebnisse von R. Lais mit Einbeziehung auch der Fauna- und Florabearbeitung zu deuten versuchen, so ergibt sich folgendes Klimabild:

Das mächtigste Ausfüllungsprodukt, die rostbraune Phosphaterde, kann nur als der Absatz eines Interglazials aufgefaßt werden. Der in ihr enthaltene Schutt ist kein Frostschutt, sondern durch die auflösende, korrosive Wirkung des Wassers entstanden. Dies setzt das Durchsickern zeitweise größerer Wassermengen durch die Höhlenwandungen voraus. Die sehr starke Zersetzung der Kalksteine in der Phosphaterde wurde später durch die Einwirkung des Phosphorsäuregehaltes des Lehms noch erhöht.

Die rot-, bzw. rostbraune Färbung des Lehms ist nach R. Lais, Schwarzbach und Lang als ein wichtiger Zeuge für die Art der damaligen Oberflächenverwitterung zu deuten, wonach dieser Lehm in einem Klima mit hochliegenden sommerlichen Bodentemperaturen entstanden ist. Das Vorkommen der Eiche und der Rotbuche in diesem Sediment (bezeichnende Arten eines Klimaoptimums) stützt durchaus diese Auffassung, ebenso die Fauna, die eine bezeichnende alpine Wald-Bergland-fauna, mit Beimischung einiger Steppenformen, jedoch ohne Kaltelemente darstellt. Die Artefakte sprechen für eine Besiedlung während der zweiten Hälfte des Riß-Würm-Interglazials, sie sind jedoch erst in den oberen Lagen dieses Lehms zahlreich,

während in den tieferen Lagen, zur Zeit der kühleren, feuchteren Schwankung dieses Interglazials, die Höhle erst spärlich bewohnt wurde und in den tiefsten Lagen Artefakte gänzlich fehlten. Die nachweisbare kältere Phase in den unteren Lagen der rostbraunen Phosphaterde könnte dem schwächeren Kältevorstoß Präwürm Soergel's (1937) und Milankovitch's (1938) entsprechen.

Dem Riß-Würm-Interglazial gehört auch der graue Sand an, der zwar noch stark korrodierte Schuttstücke enthielt und dessen Einschwemmung in die Höhle noch auf eine regenreichere Klimaperiode hinweist. Der Mensch hat sich zu dieser Zeit mehr ins Höhleninnere gezogen, im Bereiche seiner Schlafplätze größere Feuer angezündet. In der Fauna vermindern sich die Waldelemente bedeutend, wie auch in der Flora die Eiche nur mehr vereinzelt erscheint (Holzkohle aus der großen Feuerstelle). Den grauen Sand reihe ich deshalb einer Endphase der Riß-Würm-Zwischeneiszeit zu. Auch der allmähliche Übergang: Sand, Kalkschotter, feinsplittriger Schutt, Grobschutt zeigt den Wandel des spätinterglazialen Klimas in ein glaziales recht gut.

Der Grobschutt kann nur als Würm I gedeutet werden.

Die graubraune, erdige Ablagerung halte ich für ein Interstadial, u. zw. für Würm I—II. Die Fauna spricht keineswegs gegen diese Deutung, während die spärlichen Reste einer Zirbe aus unteren Lagen dieser Schichte für eine kühl-feuchte Anfangsphase dieses Interstadials sprechen würden (Holzkohle aus Quadrat 7).

Es ist sehr interessant, daß jüngere eiszeitliche Sedimente nur im rückwärtigsten Höhlenteil anzutreffen waren, sonst aber in der ganzen Höhle fehlten.

Wenn wir unser Höhlenprofil mit denen der schweizerischen Höhlen vergleichen, so finden wir besonders mit dem Schnurenloch eine große Übereinstimmung. Während aber die schweizerischen Stationen nach den bisherigen Beobachtungen, wegen der starken westalpinen Vergletscherung von der Würmeiszeit bis zum Postglazial keine Besiedlungsmöglichkeiten boten, fanden sich im Würm I—II Interstadial der Ostalpen doch noch, wenn auch bescheidene Wohnverhältnisse. Die Fundleere der Schuttschichte der Repolusthöhle sowie das Vorhandensein eines jungpleistozänen Spaltenlehms mit Rentierknochen nur im rückwärtigsten Teil der Höhle sprechen dafür, daß im Würm I sowie im Würm II und III auch die Repolusthöhle unzugänglich gewesen sein dürfte. Als Ursache dessen können wir, da die Höhle außerhalb des ostalpinen Eisstromnetzes liegt, nicht so sehr eine Verschließung des Höhleneinganges durch Eisbarrièren, wie das in der Schweiz der Fall war, sondern eher Solifluktionsvorgänge am Steilhang in Betracht ziehen, die den niedrigen Zugang der Höhle versperrt haben.

Das in der Repolusthöhle gewonnene Sedimentationsbild stimmt auch vollkommen mit dem von G. Kyrle gegebenen Profil in der großen Badlhöhle überein (1923, S. 174), weshalb wir die rötlichbraunerdige und die grausandige Schichte Kyrle's ebenfalls als R—W-Interglazial bezeichnen können. Die bedeutendere Mächtigkeit des Grobschuttes der Badlhöhle (Schichte b/ Kyrle's) ergibt sich aus der Lage (Tagöffnung nach N gerichtet) und dem Windrohrcharakter dieser geräumigen Höhle. Die über dem Grobschutt lagernde graubraune steinige Ausfüllung (Schichte a/ Kyrle's) entspricht, wie auch in der Repolusthöhle, dem Würm I—II Horizont.

Literatur:
G. Götzinger: Die Phosphate in Österreich. Mitt. Geogr. Ges. Wien 1926.
G. Kyrle: Grundriß der theoretischen Speläologie. Wien, 1923.
R. Lais: Über Höhlensedimente. Quartär III, 1941.
M. Milankovitch: Astronomische Mittel zur Erforschung der erdgeschichtlichen Klimate. Handb. d. Geophysik IX, 3, 1938.
W. Soergel: Das Massenvorkommen des Höhlenbären. Jena 1940.
Derselbe: Die Vereisungskurve. Berlin 1937.
M. Schwarzbach: Das Klima der Vorzeit. Stuttgart 1950.

4. Die Kulturreste.

Die verhältnismäßig kleine Repolusthöhle gab dem sie aufsuchenden Menschen seit der letzten Zwischeneiszeit immer wieder sichere Zuflucht. Die Hauptursache dafür ist ihre günstige, versteckte Lage im sonnigen Südhang des Badlgrabens; außerdem ist sie wegen der ziemlichen Dichte des Schöcklkalkes verhältnismäßig trocken. Wild lieferten in großer Menge die umgebenden Wälder, Fische der unten fließende Wildbach und die Mur und unterhalb der Höhle entspringt auch eine reiche Quelle. Die in 525 m Seehöhe liegende Höhle stellt somit eine günstige Mittellandstation dar.

Spuren kleiner, offener „Lagerfeuer" konnten fast in der ganzen Länge der Höhle festgestellt werden. Die kleinen Feuerstellen im grauen Sand und in der rostbraunen Phosphaterde scheinen nach dem Erlöschen des Feuers wieder eingeebnet und ihre Kohlen- und Aschenreste auseinander gezerrt worden zu sein. Bedeutendere Feuerstellen waren nur im rückwärtigen, engen Höhlenteil anzutreffen. Die größte Feuerstätte breitete sich erst zwischen m 22—24 im Grausand, in 2 m Länge und 60 cm Breite aus, war jedoch bloß einige Zentimeter mächtig. Ein Rauchversuch hat gelehrt, daß der Rauch erst ab hier nach rückwärts in den schluchtartigen Höhlenteil mit dem engen hinaufführenden Schlot rasch abzieht und nicht im Höhlenraum stockt. Diese ausgedehnteste Feuerstätte war mit flachen Kalksteinen unterlagert, die eine regelrechte Herdplatte bildeten. Die Kalksteine waren an ihrer Oberfläche auch geschwärzt. Zwei Klingengeräte mit starken Feuerspuren und einige angebrannte Steinbockknochenstücke fanden sich hier. Ein an dieser Stelle von uns entfachtes Feuer brachte den Beweis, daß in diesem niedrigen, kaum 1 m hohen und schmalen Höhlenraum die Luft und die Felswände sich rasch erwärmen, so daß diese Stelle dem Menschen wahrscheinlich als Schlafplatz diente.

Hauptkulturschichten sind die rostbraune Phosphaterde und die graue, sandige Ausfüllung (Funddichte, Abb. 5). Zur Zeit der Ablagerung der tieferen Lagen der rostbraunen Phosphaterde wurde die Höhle nur spärlich und vorübergehend bewohnt, es fanden sich bloß wenige grobe, zumeist massive Quarzit- und Hornsteingeräte. Später diente die Höhle fast in ihrer ganzen Länge als Wohn- und Werkstätte. Das zerschlagene quarzitische Rohmaterial, die Hornsteinknollenstücke, das umfangreiche Abfallmaterial, zahlreiche zerschlagene Knochen, sowie mehrere kleinere Feuerstellen sprechen deutlich dafür. Am dichtesten lagen die Funde im Vorhof, im mittleren und im rückwärtigsten Abschnitt der Höhle. Hier waren die Arbeitsplätze mit hunderten

Absplissen und Splittern, die die Verarbeitung der Hornsteinknollen bis aufs letzte Stück erweisen.

Während der Ablagerung des grauen Sandes änderte sich das Gesamtbild. Der Mensch vermied den vorderen Abschnitt der Höhle, er zog sich ins Höhleninnere und in den engen rückwärtigen Gang zurück. Hier befand sich die ausgedehnteste, teilweise mit flachen Kalksteinen ausgelegte Feuerstelle mit Steingeräten und angebrannten Ibexknochen. Die Höhle war damals noch ein guter Winterrastplatz. Interessant ist die Fundleere des Inneren der kleinen Seitennische beim Eingang der Höhle; dies kann damit erklärt werden, daß durch die N und SO verlaufenden engen Sickerwasserröhren bedeutendere Zuflüsse vom Tag aus erfolgten und durch den fast kreisrunden Quergang auch in das Höhleninnere gelangten.

Später, während der Ablagerung der graubraunen, erdigen, interstadialen Ausfüllung, ist die Höhle nur gelegentlich aufgesucht worden. Drei schön bearbeitete Klingengeräte (Quadrate 5, 7, 16), wenige rote, zerschlagene Kieselstücke, ein Amboß und Schlagsteine aus Amphibolit und Schiefergneis, ferner Glimmerplättchen gehören diesem Abschnitt an.

Noch jüngere pleistozäne Sedimente kamen nur im Endabschnitt der Höhle zum Absatz, sie enthielten jedoch keine Kulturfunde.

Über die jüngeren Kulturreste wurde bereits früher kurz berichtet.

Die beiden unteren Kulturschichten lieferten insgesamt 2050 Artefakte, bzw. Absplisse. Davon entfallen 632 auf Hornsteinabschläge, 54 sind Knochengeräte, während 1364 Stück aus verschiedenen Quarzitvarietäten verfertigt wurden. Sie zeigen, daß man es damals verstanden hat, auch aus schlechtem Rohmaterial gute Typen zu gewinnen. Quarzitgerölle bis zu Kinderkopfgröße wurden aus der Mur geholt, während die Hornsteine ortsfremdes Rohmaterial darstellen. Die Patina der Hornsteingeräte wechselt von braun bis milchigweiß, oft fehlt sie vollkommen. Sie ist vom Kalk- und Tongehalt des Gesteins abhängig. Mit dem Hornsteinmaterial wurde sehr gespart, auch die meisten Absplisse sind bearbeitet.

Die Steingeräte umfassen größtenteils einseitig bearbeitete, mit einer feinen Randretusche versehene Abschläge, die Randzurichtung erinnert oft an eine Gebrauchsabnützung. Diese Randretusche ist flach bis ganz steil gerichtet, doch ist auch eine zwei- bis mehrreihige Dengelung zu beobachten, die schon einen aurignacartigen Charakter zeigt. Oft ist die Randkerbung gröber, wodurch zackige, manchmal auch sägeartig gezahnte Ränder entstehen. In mehreren Fällen führt dies zu größeren Hohlkerben an Klingen und Spitzen. Für sehr viele Hornsteingeräte, besonders für die triangulären Spitzen und rechtwinkeligen Abschläge, ist ein hoher Rand sehr bezeichnend. Durch eine zwei- oder mehrreihige Dengelung oder eine kratzerförmige Bearbeitung entsteht das aurignacartige Gepräge der Geräte. In vielen Fällen beschränkt sich die sorgfältige Dengelung nur auf die Stirnseite, wodurch kratzerartige Typen entstehen. Ziemlich häufig ist auch eine wechselseitige Dengelung zu beobachten. Viele Geräte zeigen stark abgenützte Ränder.

Geräte mit teilweiser oder totaler dorsaler Flächenretusche sind verhältnismäßig selten: im grauen Sand lagen zwei stark patinierte, sorgfältig bearbeitete Spitzen-

bruchstücke (Taf. II, Nr. 47, 48), ähnlich den Formen von Ranis 2, La Micoque, Ehringsdorf und Gudenushöhle, eine gröber behauene trianguläre Spitze, sowie drei mandelförmige Breitklingen (Taf. III, 49, 51) mit flacher Unter- und gewölbter Oberseite, ähnlich den Funden von Krapina, Ehringsdorf und La Micoque, — während die rostbraune Phosphaterde zwei kleine, teils fein retuschierte, basal gerundete Breitspitzen, einen Schaber (Taf. XIX, 160), mandelförmige Abschläge und eine mittelgroße plumpe, herzförmige Spitze mit gewölbter Oberseite lieferte.

Eine doppelseitige, grobe Flächenbearbeitung kommt nur vereinzelt vor: einige kleinere mandelförmige, mittelgroße ovoide und herzförmige Quarzitgeräte (Taf. III, 53) können als grobe Fäustel von Spätacheuléenart aufgefaßt werden, wie auch zwei Spitzen (Taf. VIII, 55) eine grobe doppelflächige Dengelung aufweisen.

Am bezeichnendsten für die Repolustfunde ist jedoch das Vorherrschen einer clactonienartigen Bearbeitungstechnik. Die Abschläge des Clactonien (H. Breuil 1932) sind durch breite, schräge, einheitliche Schlagflächen, durch einen offenen Schlagwinkel, einen kräftigen Schlagbuckel, an den oft mehrere Zwiebel anschließen, und auch durch mehrere konzentrische „Schlagringe" gekennzeichnet. Während aber die Abschläge des typischen englischen Clactonien einen sehr offenen Schlagwinkel zeigen (123—140°), wechselt dieser an den Abschlägen aus der Repolusthöhle zwischen 108—125°. Ich konnte nur ganz ausnahmsweise einen 130° betragenden Schlagwinkel feststellen. Der durchschnittlich 110° messende Schlagwinkel aller unserer Geräte entspricht demgegenüber den Werten, die R. Grahmann(1938) für die mitteldeutschen rißeiszeitlichen Clactonabschläge (Vahrholz, Markkleeberg) angibt. Die Schlagfläche bildet bei den Repoluster Quarzitgeräten fast durchwegs die ursprüngliche Geröllrinde. Die schräge, unfazettierte Schlagfläche zeigt auch der einzige, flachbreite Quarzitdiskus, doch weisen auch viele unbearbeitete Absplisse diese Arbeitsmethode auf. Die Schlagfläche der Repolustgeräte ist oft sehr breit und entspricht dem vollen Querschnitt des Werkzeuges. Der Schlagbuckel ist im allgemeinen ziemlich kräftig, doch auch flacher und nachträglich geebnet worden.

Eine rechtwinkelige oder fazettierte Schlagfläche konnte selten beobachtet werden; nach H. Breuil finden sich solche Typen auch im englischen Clactonien. Die konzentrischen „Schlagringe" sind an mehreren Stücken deutlich nachweisbar. Die an völlig verschiedenem Rohmaterial angewandte, jedoch übereinstimmende Arbeitstechnik scheint die Auffassung A. Bowler-Kelley's (1937), wonach sich das Rohmaterial auf die Art der Arbeitsmethode (Levalloisien oder Clactonien) bestimmend ausgewirkt hat, zu widerlegen. Die Abschlagtechnik der Repolustgeräte stellt ein gutes Kulturkennzeichen dar. Die Steingeräte der Repolusthöhle lassen sich formenkundlich in Breitspitzen und Breitklingen gliedern; daneben besitzen andere Formen geringere Bedeutung.

Die verschiedenen Spitzenformen haben nach Form und Bearbeitung wenig mit den Moustier-Handspitzen gemein. Viele von ihnen entsprechen den dreieckigen oder basal abgerundeten Breitspitzen aus der Wildkirchlihöhle (Bächler 1940) und aus dem mährischen sogenannten Uraurignacien (siehe Maška, Absolon, Čižizek). Sie zeigen entweder eine abgestumpfte Spitze oder ein Bohrerende und sind mit

einer dorsalen Mittelkante oder einer Akkommodationsfläche für den Finger versehen (Taf. I, 3—8). Sie können auch lang-schmal sein und zeigen geraden oder gerundeten Basisrand, selten aber eine kratzerartige Endbearbeitung (Taf. II, 13—15). Daneben gibt es Schräg- und Krummspitzen (Taf. II, 16—19), kleine, schmale châtelperronähnliche Bogenspitzen (Taf. III, 21, Taf. II, 22) und gleichschenkelige schöne Dreiecke (Taf. III, 25), die wir in sorgfältiger Ausführung in der Pototschkahöhle wieder finden können. Eine größere Breitspitzenform mit wechselseitigen Schaberkanten und Bohrerende (Taf. III, 26) entspricht der groben Breitspitze aus der jugoslawischen Mornowahöhle (S. Brodar, 1938, L. Zotz 1944). Interessant sind auch die kleinen, halbkeilförmigen Typen mit dicker Basis (Taf. III, 27—29), die auch im schweizerischen Material vorhanden sind. Das eine Stück, mit einer Bohrerspitze (Taf. IV, 30) stimmt übrigens mit einer Oberaurignacienform aus der Pekárnahöhle vollkommen überein (Absolon 1927). Die mandel- und herzförmigen hochgewölbten Typen wurden bereits erwähnt. Eine flache, blattförmige Spitze aus Quarzit (Taf. III, 31) besitzt große Ähnlichkeit mit dem von Zotz (1934) abgebildeten Stück aus dem schlesischen Uraurignacien, eine andere, plumpere Spitze (Taf. IV, 32) mit Funden aus Taubach. Eine trianguläre Form zeigt mit den pointes triangulaires allongés des Clactonien II (Breuil 1932) viel Ähnlichkeit, wie auch ein anderer länglicher Abschlag (Taf. IV, 34) mit abgestumpfter Spitze den Swanscombetypen sehr nahe kommt, nur sind beide bedeutend kleiner als die Werkzeuge der englischen Ausgabe. Eine entsprechende Form kommt auch unter den Funden von Eitzum bei Gronau vor (siehe J. Andree 1939).

Viele der spitzenförmigen Abschläge (Taf. IV, 35—37), besonders aus der rostbraunen Phosphaterde, entsprechen nicht Spitzen, sondern eher rechtwinkeligen Formen, die A. Rust als Jabrudschaber beschrieben hat (1933). Im englischen Clactonien werden sie als éclats rectangulaires bezeichnet und zeigen oft eine wechselseitige Randkerbung.

Auffallend sind zwei feinretuschierte kleine Spitzen mit caudal dachförmig abfallendem Rücken (Taf. IV, 39—40), die auch in La Micoque vorkommen, eine mittelgroße pyramidenförmige Quarzitspitze (Taf. V, 41), ferner ein schmaler Klingenabschlag mit schräger, langgezogener Spitze (Taf. V, 42), der etwas an die primitiven „Diederspitzen" Siziliens erinnert.

Eine breite, blattförmige, mousteroide Spitze (Taf. V, 43) reiht sich den entsprechenden Formen von Krapina und Wildkirchli an, sie hat jedoch auch mit dem blattförmigen Typ von Wangen a. d. Unstrut (R. Lehmann 1921) viel Ähnlichkeit. Eine dicke Schrägspitze mit sehr breiter einheitlicher Schlagfläche, aber flachem Schlagbuckel (Taf. II, 18) ist am besten mit der flächenretuschierten Spitze von Vahrholz a. d. Calbe (s. Andree 1939) zu vergleichen.

Eine mittelgroße, feine, blattförmige Quarzitspitze trägt deutliche Schäftungsspuren (Taf. XXI, 168).

Ein Spezifikum der Repolustfunde stellen die großen, zumeist breitdicken, seltener flachen Quarzitgeräte dar, unter denen auch Breitspitzen mit Bohrerende (Taf. V, 44, 10.5 cm lang, 8.5 cm breit, 2.7 cm dick), sehr ähnlich den „Grobspitzen" von

Zeven, und eine dünnlängliche, lanzeolierte Spitze mit leicht konkaver Unterseite und terminaler beiderseitiger Stichelkante (Taf. VI, 45, 11 cm lang, 5 cm breit, 1.8 cm dick) vorkommen.

Die Breitklingen umfassen meist kleine bis mittelgroße, teils sehr flache, aber auch dickere rechtwinkelige Formen (Taf. VIII, 58—59, 62—63) oft mit dreieckigem Querschnitt; sie können abgestumpft zugespitzt oder terminal abgeschrägt und schief abgedacht sein. Die Randbearbeitung ist selten fein, oft tiefer gezahnt oder nur auf einen Rand beschränkt. Ringsum retuschierte Klingenschaber oder Breitklingen mit Kratzerende (Taf. VIII, 60) sind öfter nachgewiesen. Die quarzitischen Formen sind im allgemeinen dicker, massiver, breiter und größer, mit gewölbter Oberseite, aber auch quadratisch oder pyramidenförmig hochrückig (Taf. IX, 64, 67, X, 81). Spitzklingen sind weniger, dagegen Klingen mit schräger Endbearbeitung oder mit einer Stichelkante versehen, ziemlich häufig (Taf. IX, 66, X, 76—79). Eine schöne, schmale Spitzklinge (Taf. XIII, 112) mit steiler Randkerbung ist terminal hochrandig und kratzerförmig bearbeitet, rechts mit einer breiten Akkommodationsfläche für den linken Daumen versehen.

Entsprechend dem großen Vorrat an Breitklingen lassen sich auch andere Gerätformen von ihnen herleiten. Einige kleine Klingengeräte haben einen seitlich mittleren oder einen oberen Eckbohrer (Taf. XIII, 114, XIV, 116). Bemerkenswert sind die quadrangulären ringsumretuschierten Breitklingenvarietäten (Taf. XI, 87), die ebenfalls als Clactonabschläge bezeichnet werden dürfen.

Von den in der Feuerstelle des Quadrats 29, im grauen Sand gelegenen Steingeräten ist das eine Stück ein schöner, ringsumretuschierter, etwas dicker Klingenschaber mit seitlicher Kerbe (Taf. XIV, 120) und starken Brandspuren, das andere Gerät entspricht den von Rust (1937) abgebildeten länglich rectangulären Jabrudschabern, nur ist es kleiner und einfacher ausgeführt (Taf. XIV, 121).

Einige Breitklingen besitzen eine große, seitliche (mittlere oder untere) Kerbe (Taf. XI, 83—85); die zugespitzten von ihnen (Taf. XIV, 122, 123) erhalten dadurch einen kerbspitzenartigen Charakter. Mehrere von ihnen bestehen aus Quarzit (Taf. XXII, 123 a). Zahlreich sind auch die Breitklingen mit starkem mittlerem Bohrerende (Taf. XIV, 124) oder mit schnabelartig-hackenförmig gebogener grober Bohrerspitze (Taf. XV, 125—126). Sie waren im grauen Sand häufiger anzutreffen. Sie können sowohl mit den pentagonalen, zu Bohrern hergerichteten Nuklei von Clacton-on-Sea, wie auch mit rißeiszeitlichen Formen aus Zeven und den Moustierformen aus dem Schulerloch verglichen werden.

Aus Breitklingen wurden mittelgroße trapezförmige Schaber (Taf. XV, 128), die Typen von Krapina und Mähren entsprechen, hergestellt. Sie können tiefe Akkommodationsflächen und außerdem noch eine Bohrerspitze besitzen (Taf. XV, 127, XIV, 129).

Die Klingenschaber sind entweder kurz-breit-flach (Taf. XV, 130, XVI, 131) oder länglich-dick, die quarzitischen Stücke (Taf. XV, 132) größer (8 bis 13 cm lang), jedoch mit schräger, einheitlicher Schlagfläche. Der flachere, blattförmige große Quarzitschaber (Taf. XX, 165) ist 14 cm lang und 8.3 cm breit und besonders schön

ausgeführt. Dicke-plumpe Klingenschaber aus Hornstein kamen nur aus den tieferen Lagen der rostbraunen Phosphaterde zum Vorschein (Taf. XXI, 166). Ein Klingenschaber (Taf. XVI, 134) zählt zu den wenigen Formen, die mit einer schönen mehrreihigen Steilretusche bearbeitet wurden.

Als Einzelformen von Breitklingenvarietäten seien noch erwähnt: ein schlankeres, flächengeteiltes Stück mit kratzerartiger Endbearbeitung (Taf. XIX, 163), ein pentangulärer Schabertyp aus hellem Hornstein oder Quarzit mit gegenstelliger Randkerbung und sehr schräger Schlagfläche, Formen der untersten Kultur aus dem Vogelherd entsprechend (Taf. XVI, 135), einige länglichdicke kielkratzerähnliche Formen (Taf. XVI, 136, XVII, 137) mit terminal steiler und grober Dengelung, sowie ein breitkurzer Klingenkratzer (Taf. XVII, 138).

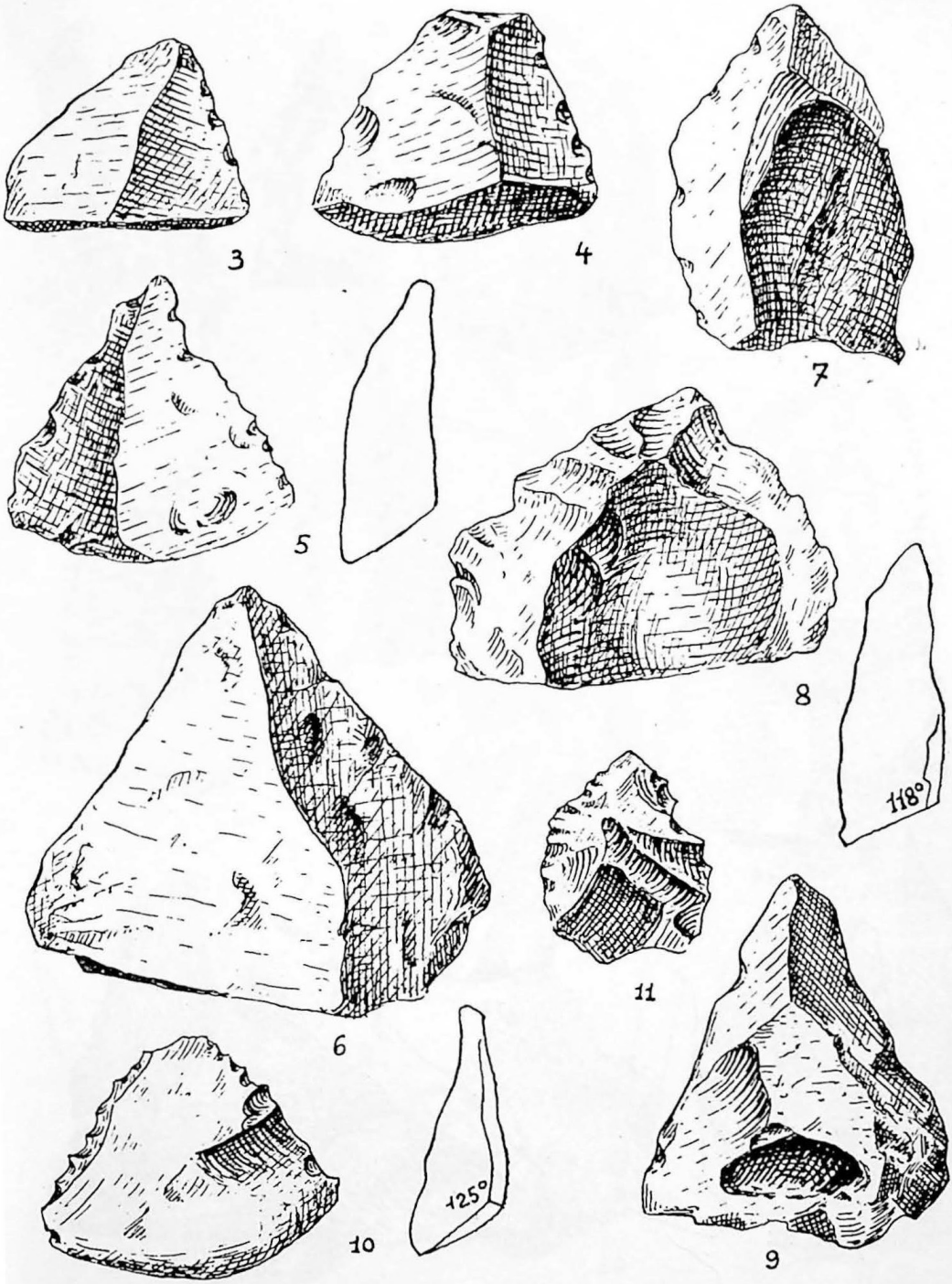
Ein kleiner, an beiden Enden zugespitzter Ovalschaber (Taf. XVI, 139) ist mittels einer sehr schönen mehrreihigen Steilretusche verfertigt worden. Eine dünne, ringsumgedengelte Breitklingenform (Taf. XVII, 140) läuft terminal in eine Bohrerspitze aus, während ein kleineres, mehrreihig gedengeltes Hornsteingerät (Taf. XVII, 141) als Nasenkratzer aufgefaßt werden kann. Als Breitklingenformen müssen noch ein trapezoider Quarzitabschlag (Taf. XVII, 142), und zwei kleine rechtwinkelige Typen genannt werden, von denen der größere einer rectangulären Klinge mit seichter seitlicher Kerbe und kleiner Bohrerspitze (Taf. XVII, 143) entspricht. Das andere Fundstück (Taf. XVII, 144) besitzt steiler abfallende Kanten, eine äußerst feine Randkerbung und eine kratzerförmig hergerichtete feine Bohrerspitze. Als Einzelstück erscheint ein plumper Klingenbohrer (Taf. XXII, 164).

Unter den zahlreichen Schrägendklingen sind auch große Formen aus Quarzit. Taf. XI, 80 weist eine sorgfältige ringsumlaufende Dengelung sowie eine breite, einheitliche, schräge Schlagfläche auf. Ein anderes Stück ist demgegenüber nur ganz grob geformt und auch größer (11 cm Länge).

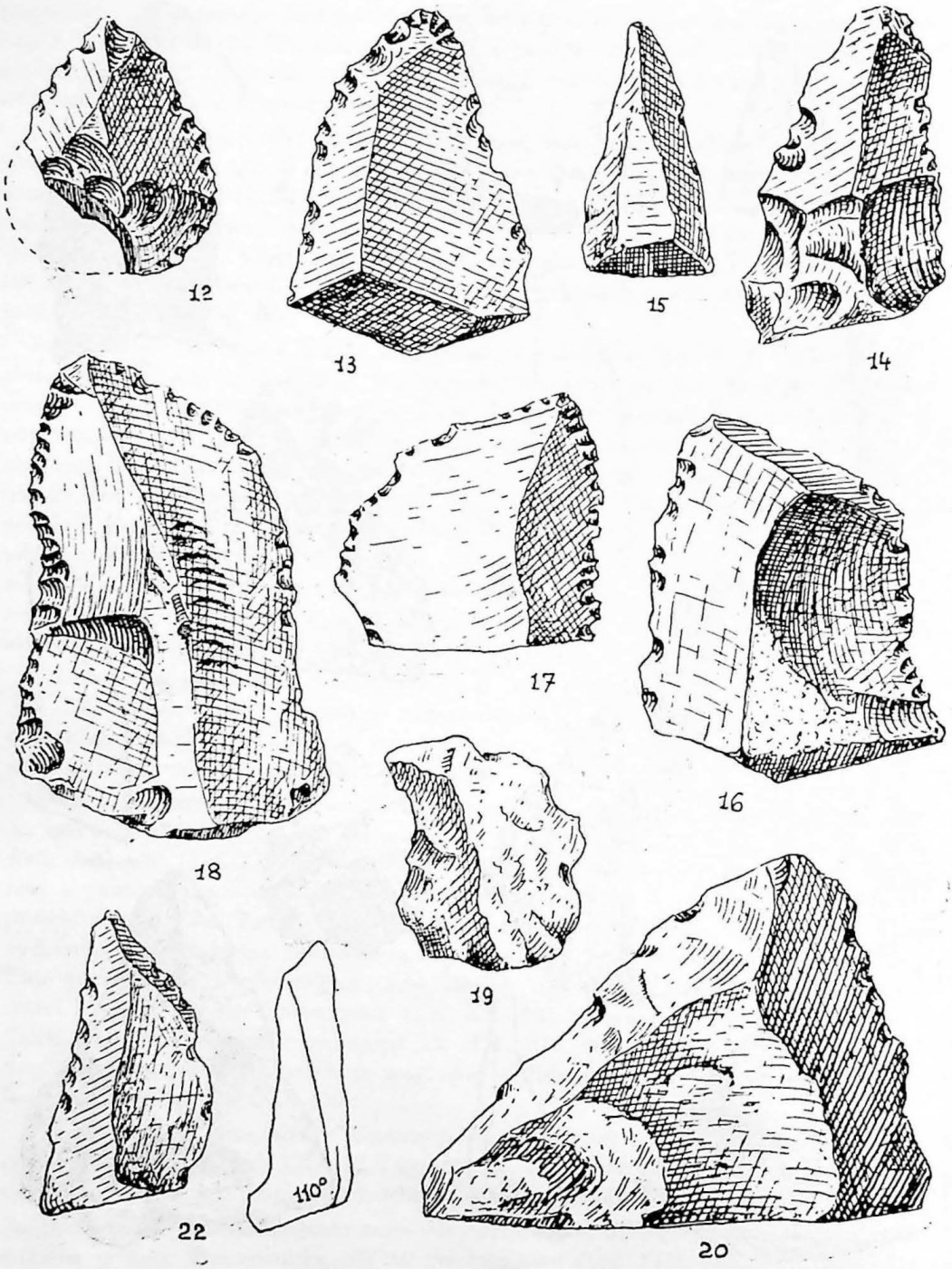
Etwa 20 Prozent der Klingengeräte umfassen aus Quarzit und aus Hornstein verfertigte Schmalklingen. Sie sind entweder schmal hochrückig (Taf. XIV, 95, XIII, 117), flach dreikantig (Taf. XII, 93, 94, 96—97) oder dünn lamellar (Taf. XIII, 104). Einige sind abgebrochen, manche besitzen eine deutliche seitliche Kerbe, die drei schönsten mittelgroßen Stücke (Taf. XII, 90—92) ein sorgfältig retuschiertes Kratzerende. Doch auch noch andere kleine Schmalklingen zeigen eine kratzerförmige Endbearbeitung. Eine feine, flache Dreikantklinge, sehr ähnlich den jungpaläolithischen Messerchen, endet in einer dünnen Bohrerspitze (Taf. XII, 98), während ein anderes feinflaches Stück terminal pfeilförmig zugespitzt ist (Taf. XII, 99). Eine mittelgroße, ringsum sorgfältig retuschierte Schmalklinge zeigt eine seitliche Kerbe und ist mit einer Stichelkante abgeschrägt (Taf. XII, 100).

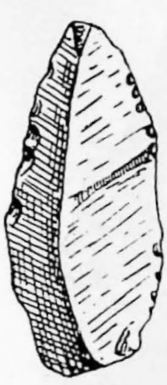
Eine kleinere und dickere Dreikantklinge aus Quarzit endet in einer langgezogenen Bohrerspitze (Taf. XII, 103), eine flache, rohe Schmalklinge aus hellem Hornstein ähnelt stark den jungpaläolithischen Papageienschnabeltypen (Taf. XII, 102).

Unter den Schmalklingenformen der rostbraunen Phosphaterde kommen auch größere, gröbere Quarzitstücke, bis 9.6 cm lang, vor (Taf. XIII, 105, XIV (119). Die


3
4
7
5
8
118°
6
11
10
125°
9

Tafel II.





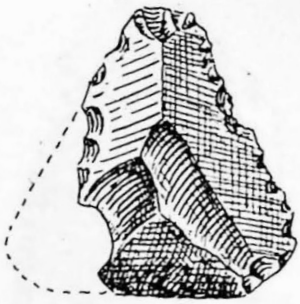
21



23



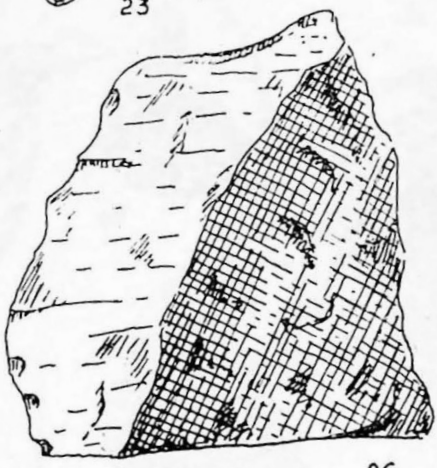
24



25



27

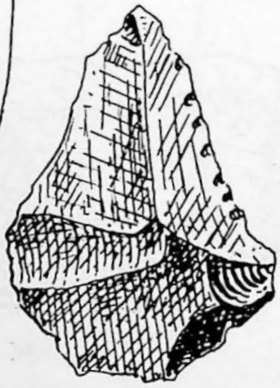


26



28

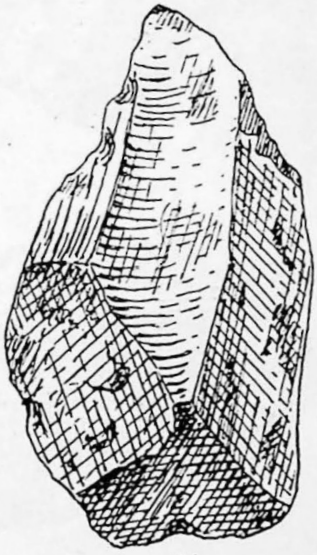




29

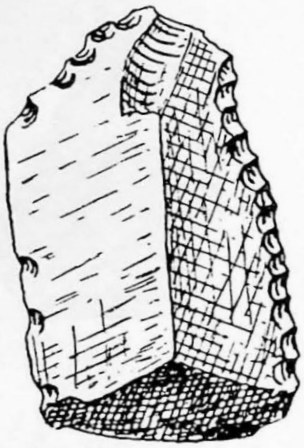


30



31

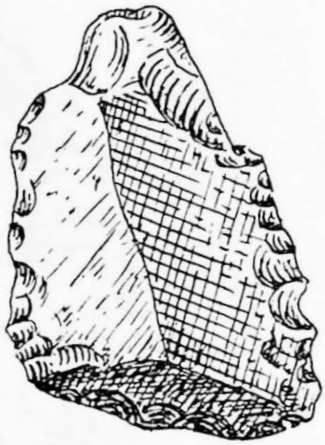
Tafel IV.



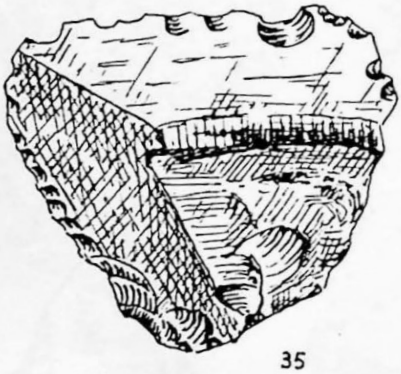
32



33



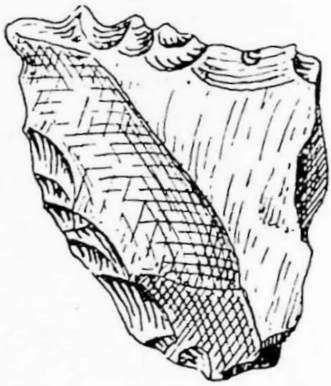
34



35



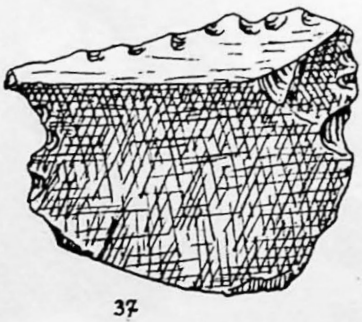
39



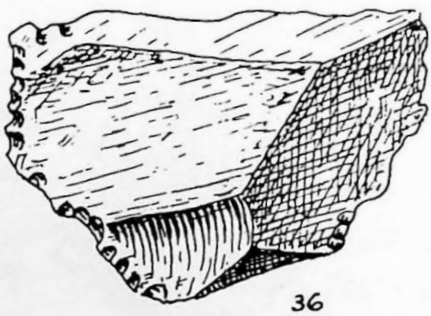
38



40



37

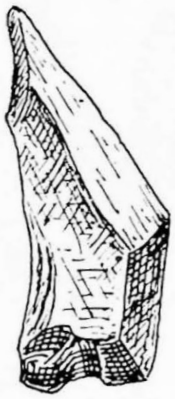


36

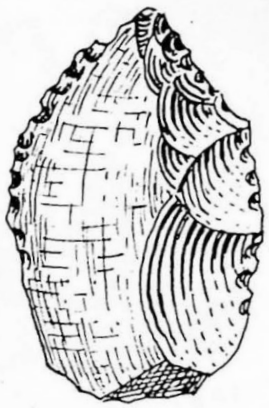


41



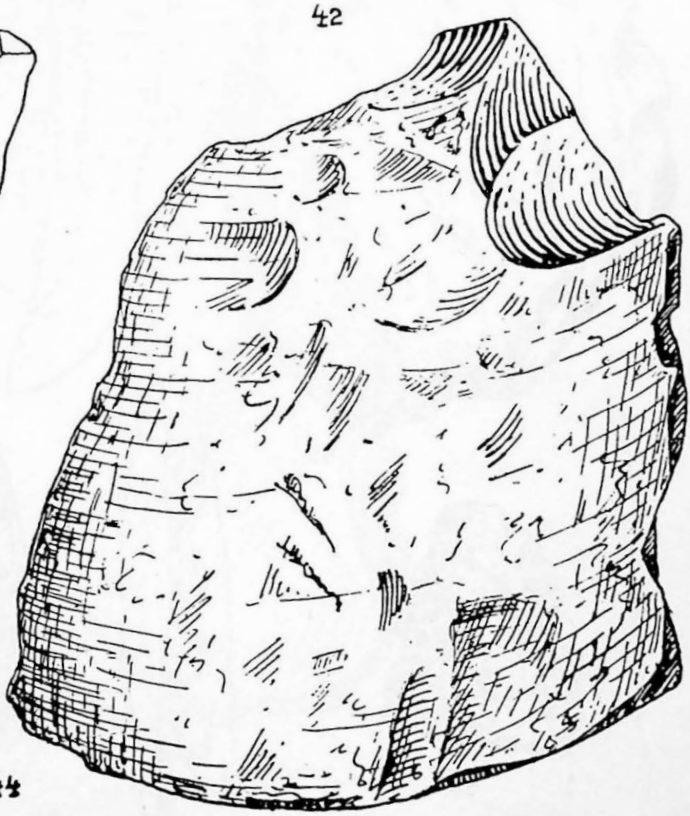


42



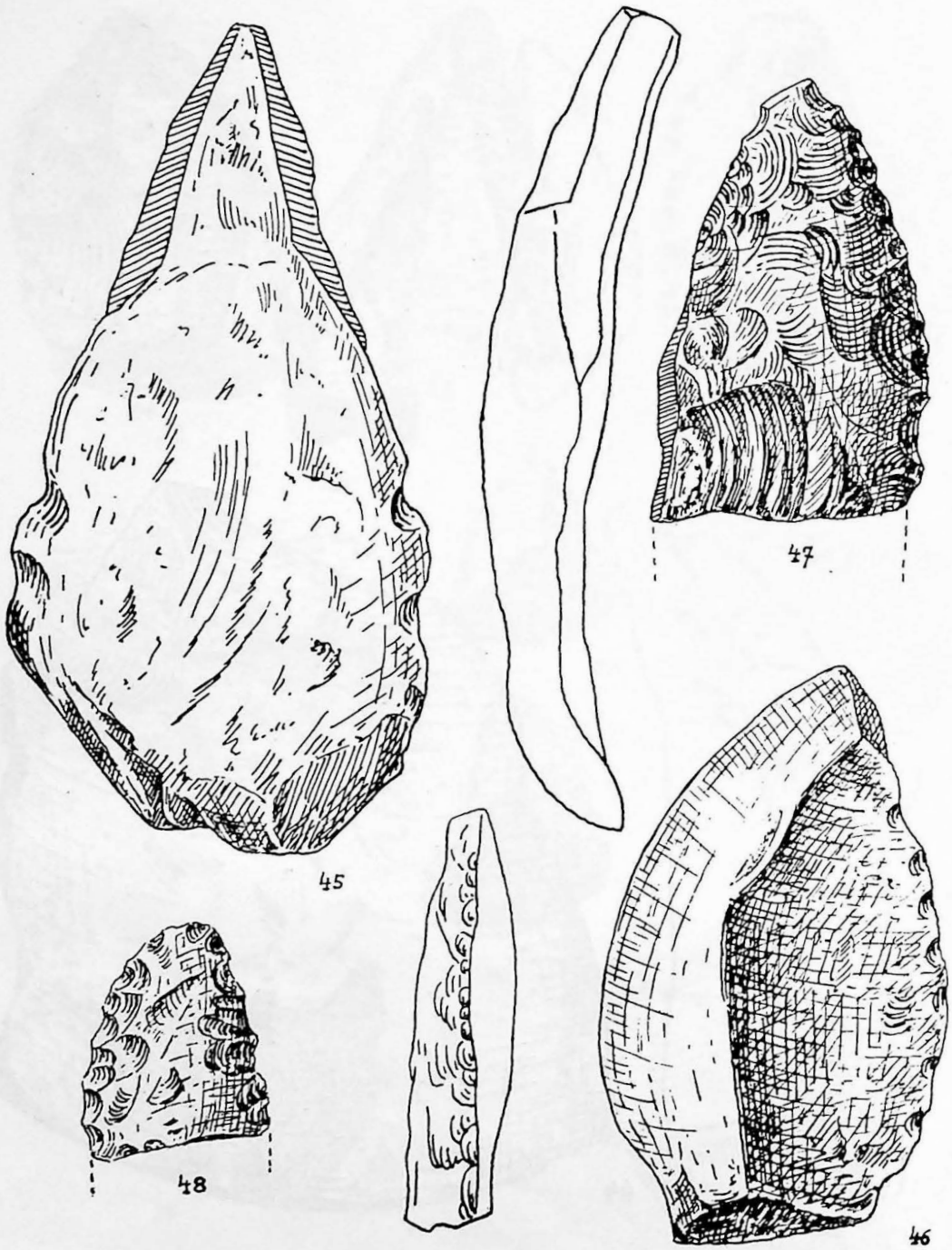
43

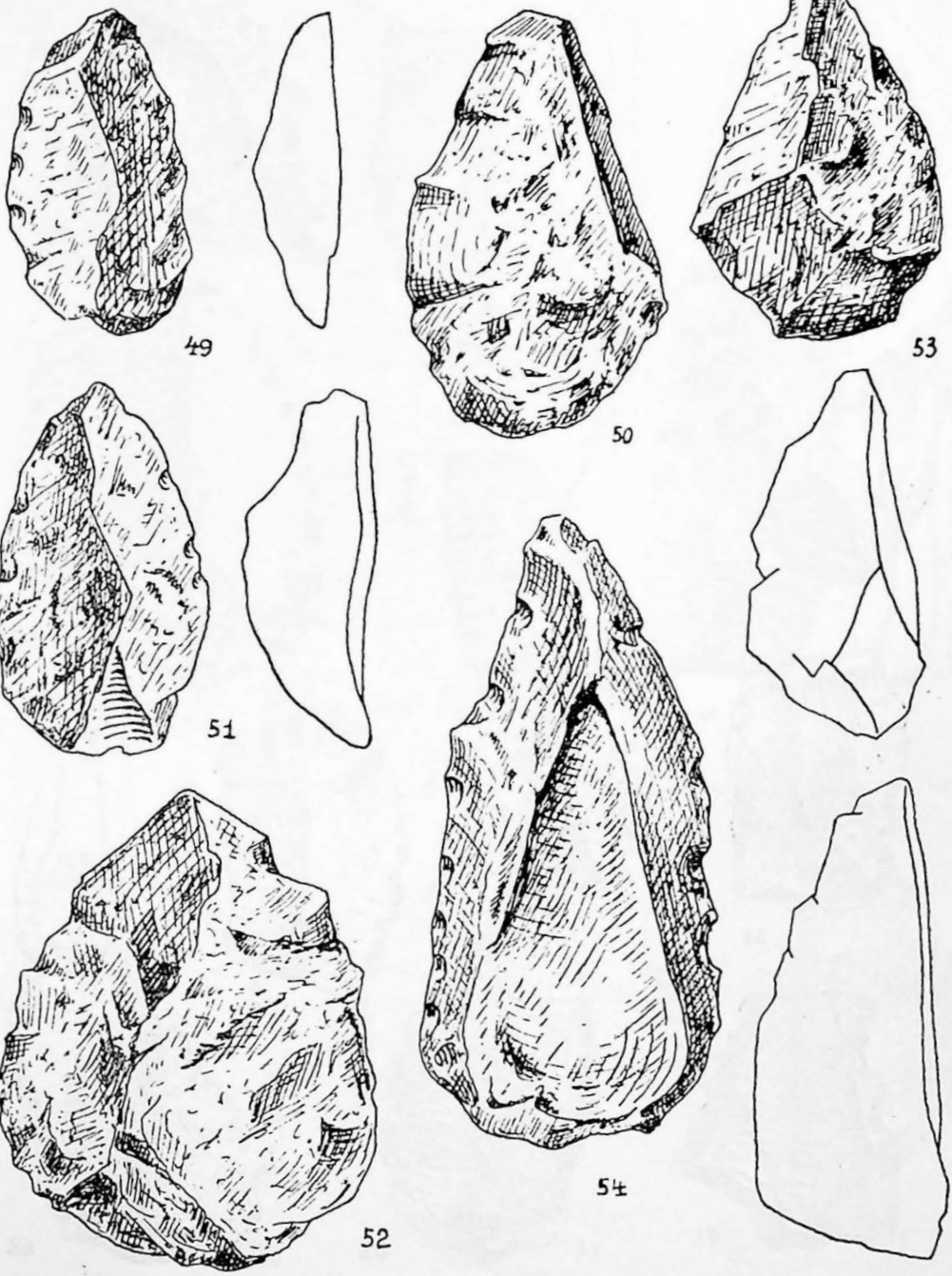




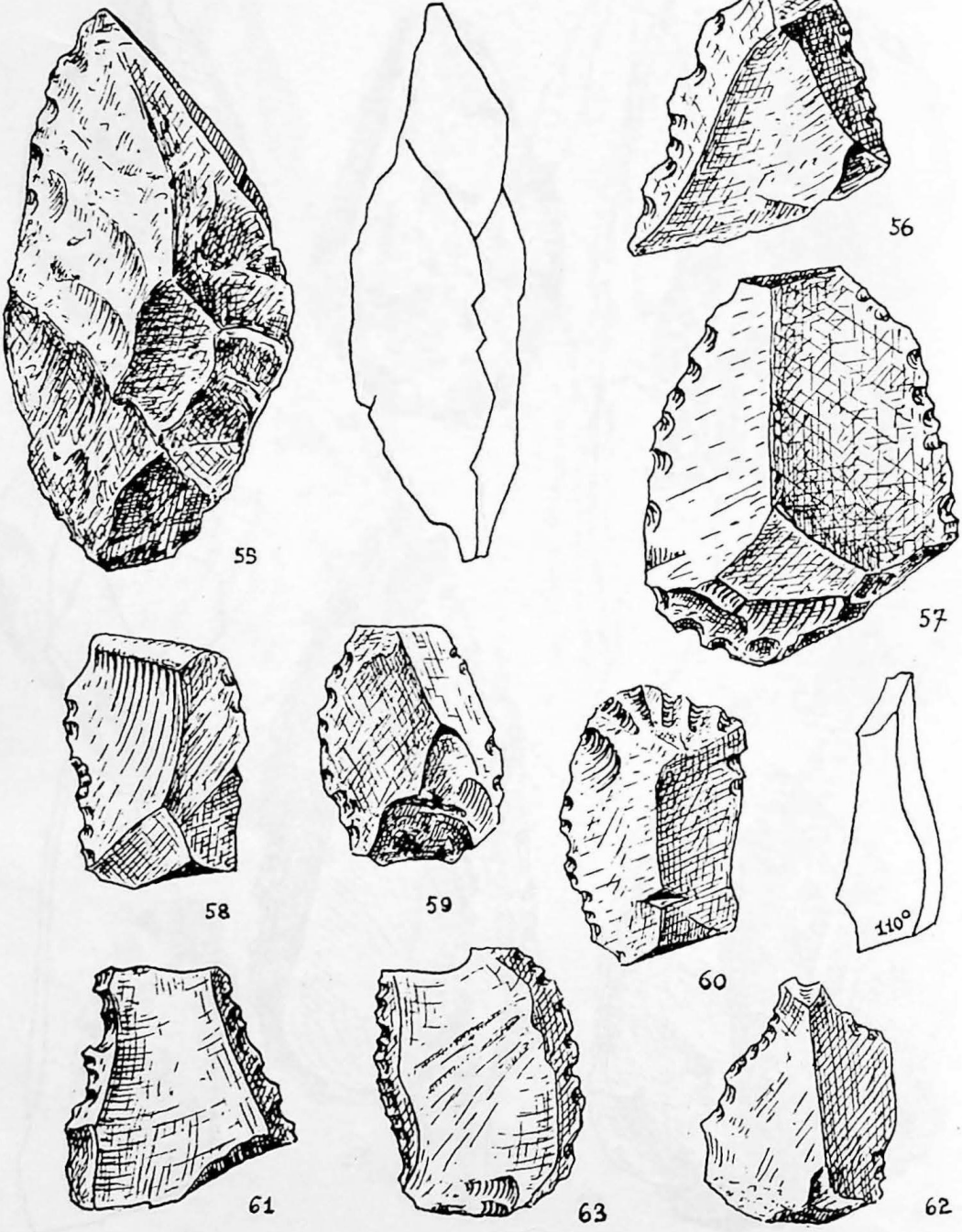
44

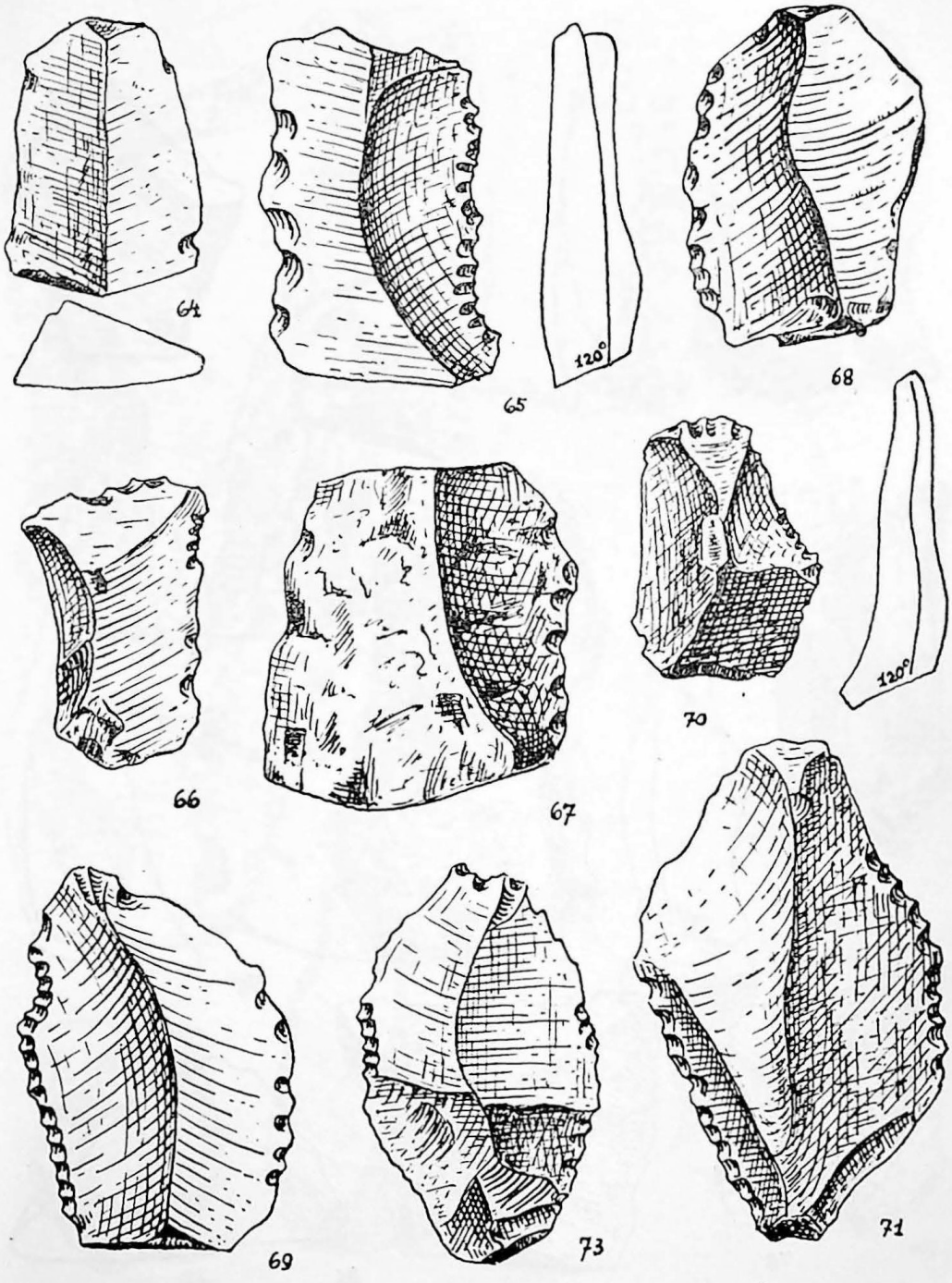
Tafel VI.



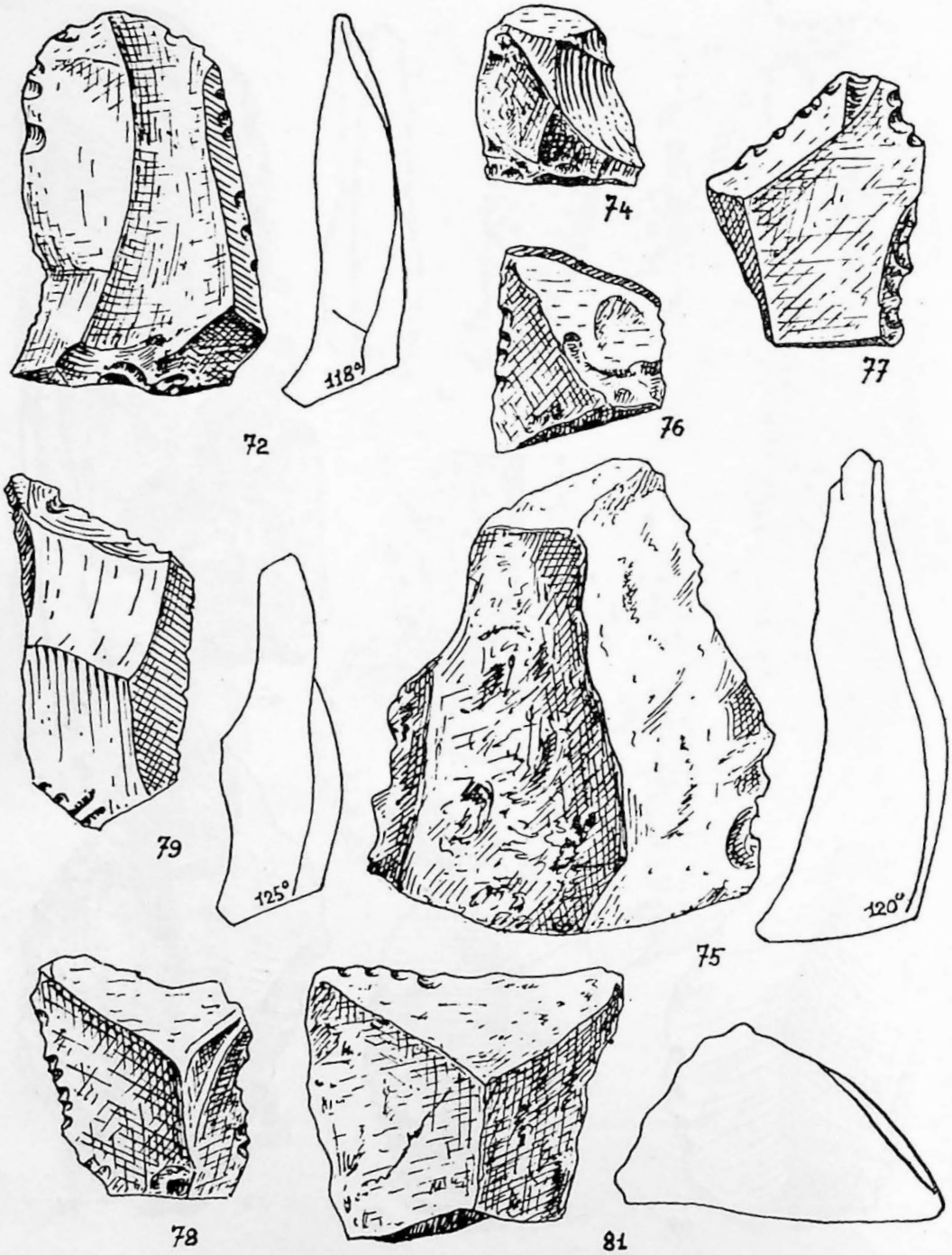

49
50
53
51
54
52

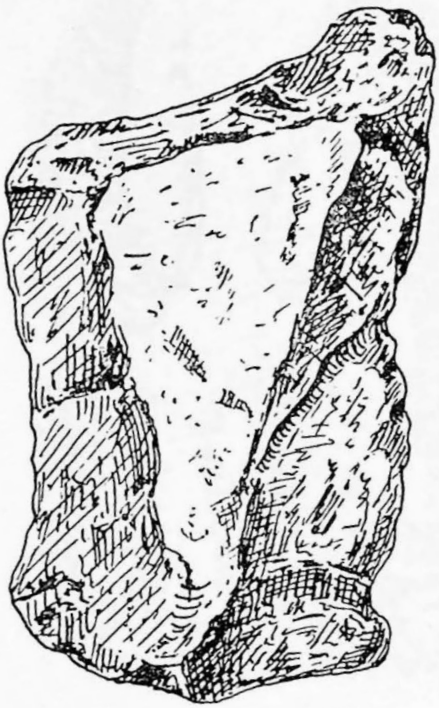
Tafel VIII.




64
65
120°
68
66
67
70
120°
69
73
71

Tafel X.





80

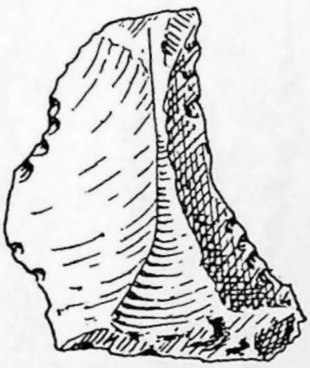


82

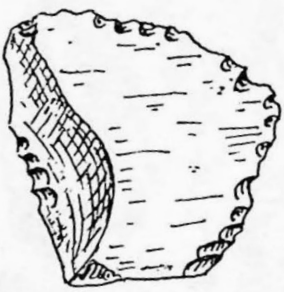




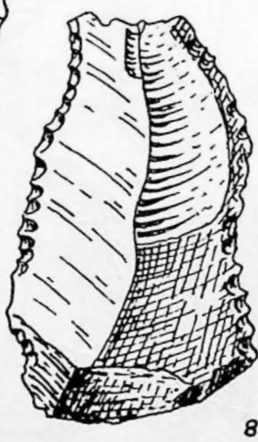
83



84



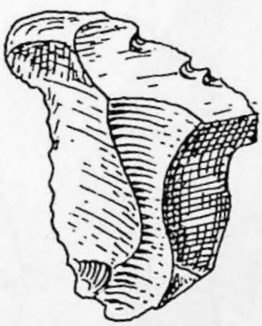
87



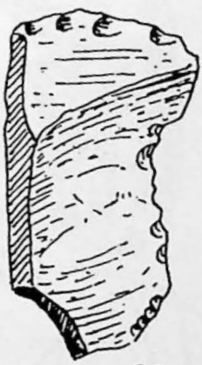
89



86

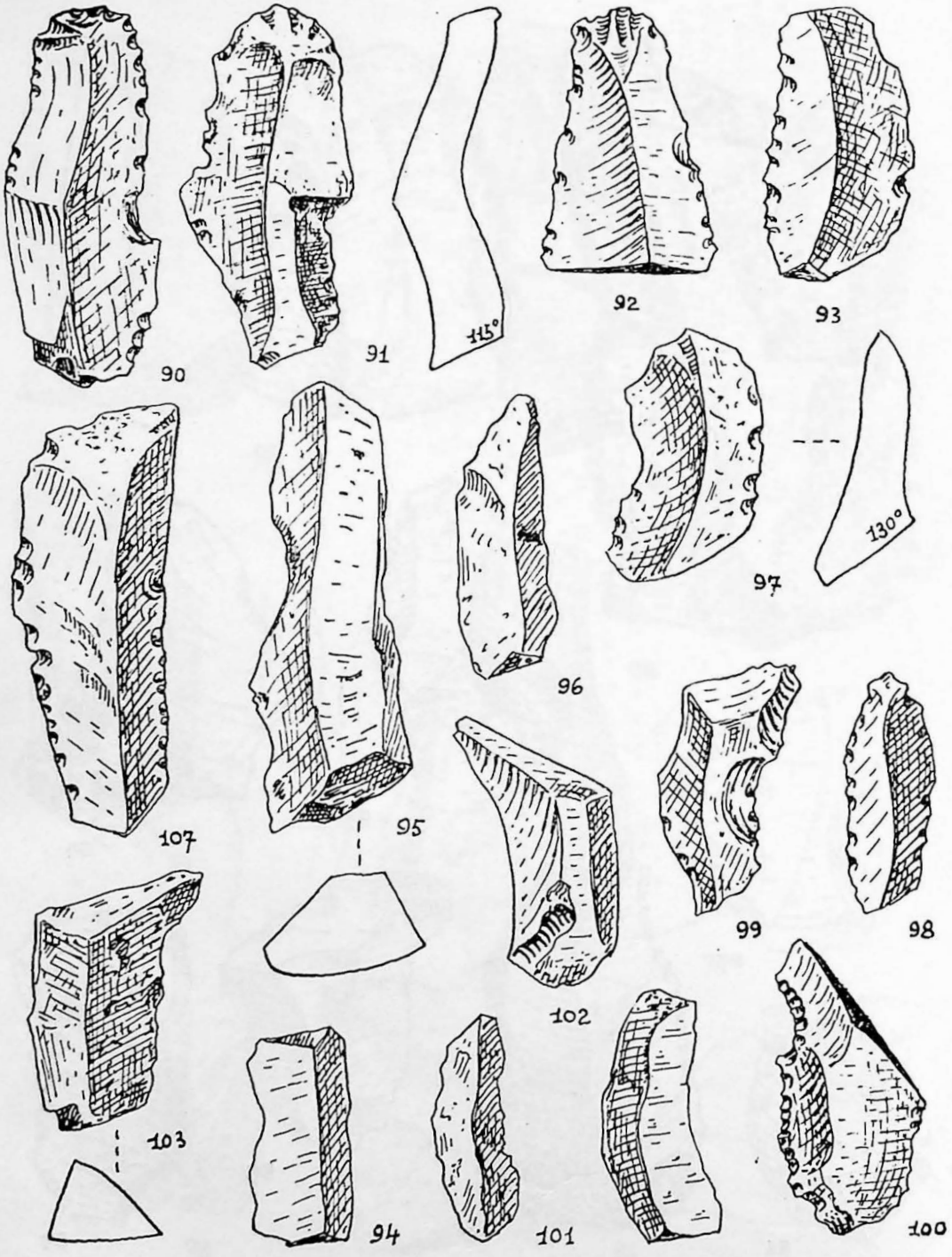


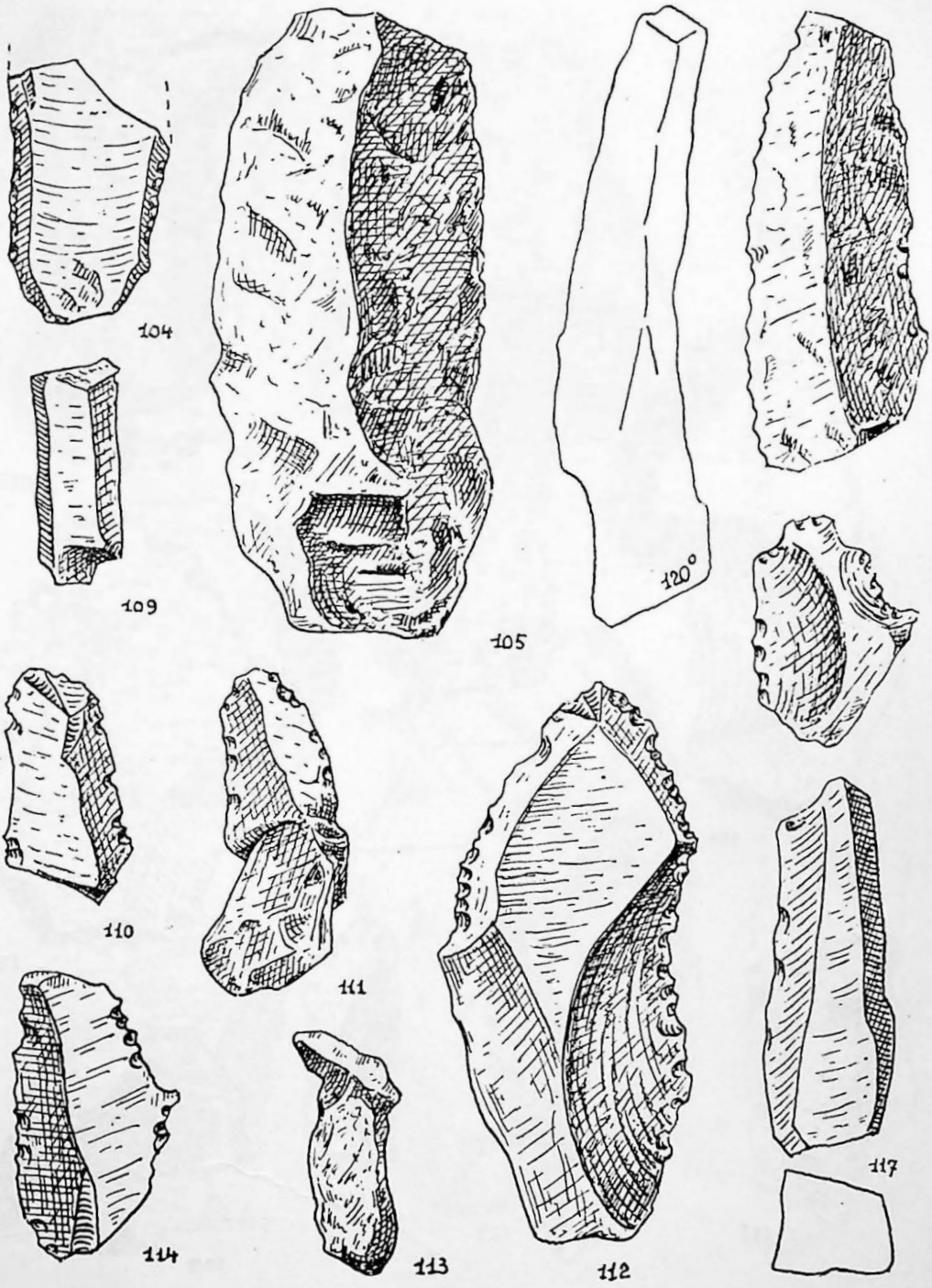
88

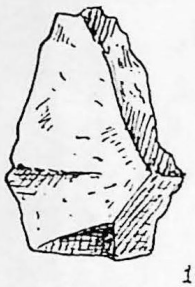


85

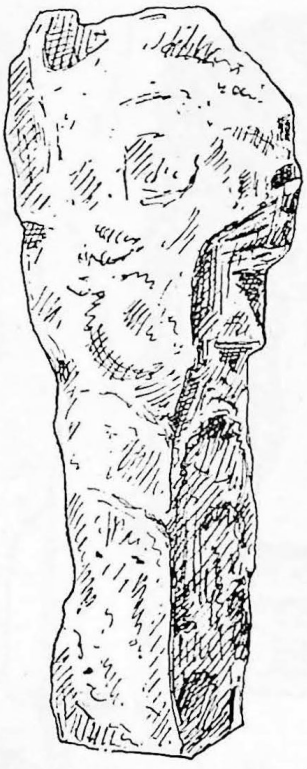
Tafel XII.



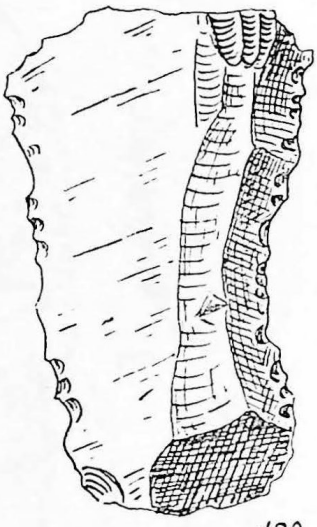

104
109
105
120°
110
111
112
113
114
117



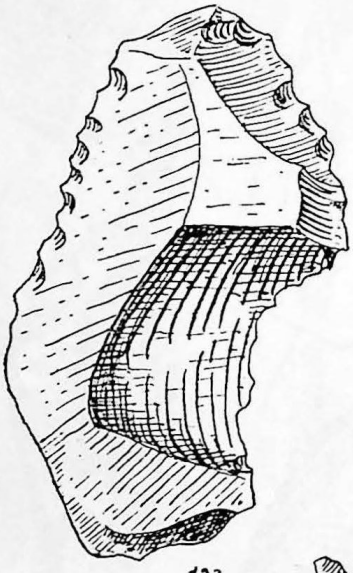
116



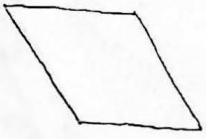
119

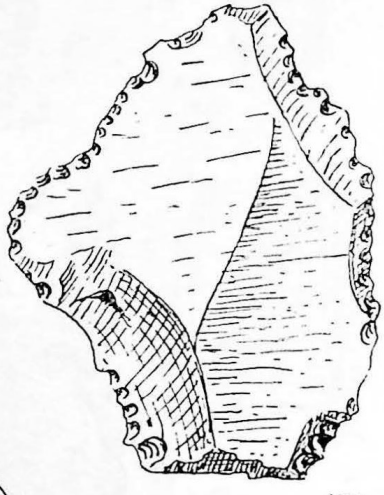


120

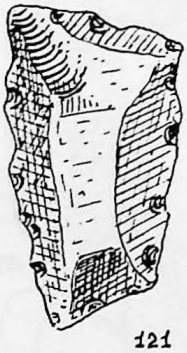


123





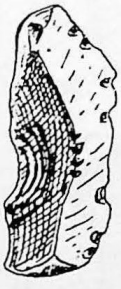
122



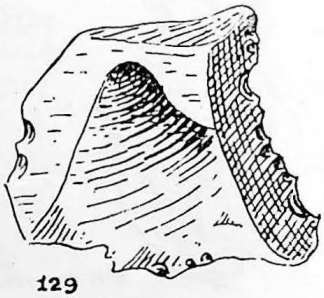
121



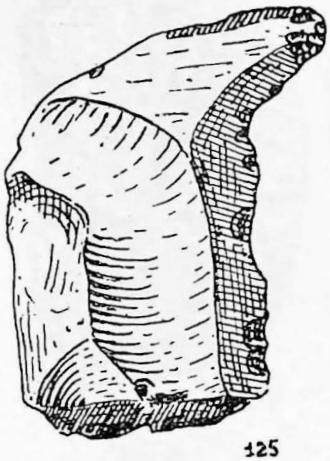
124



118



129



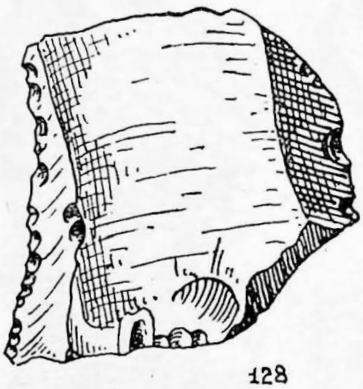
125



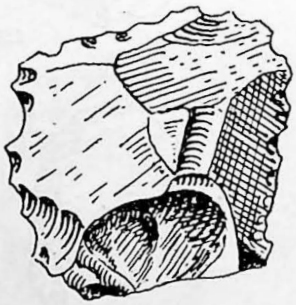
127



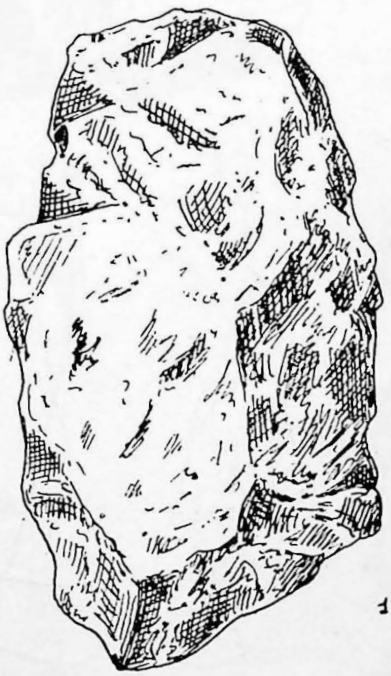
126



128



130





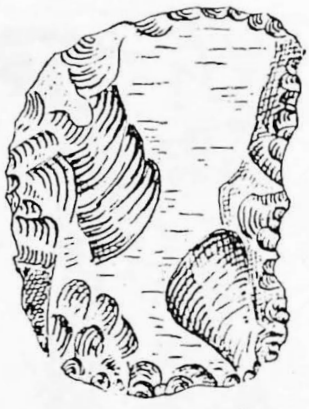
132



131



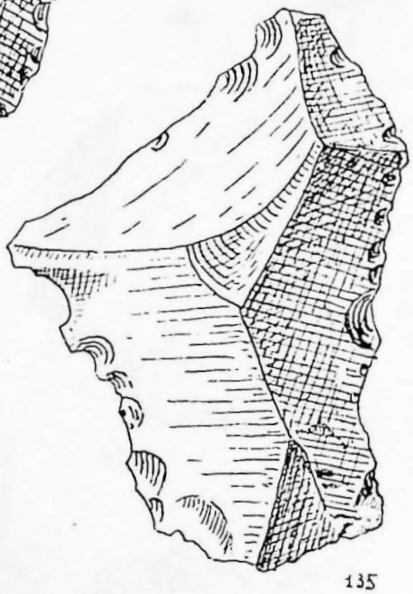
133



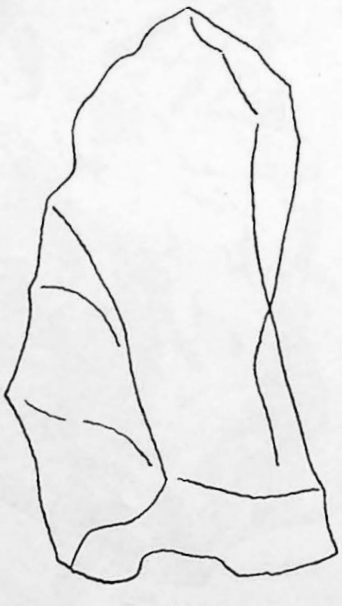
134



135a



135



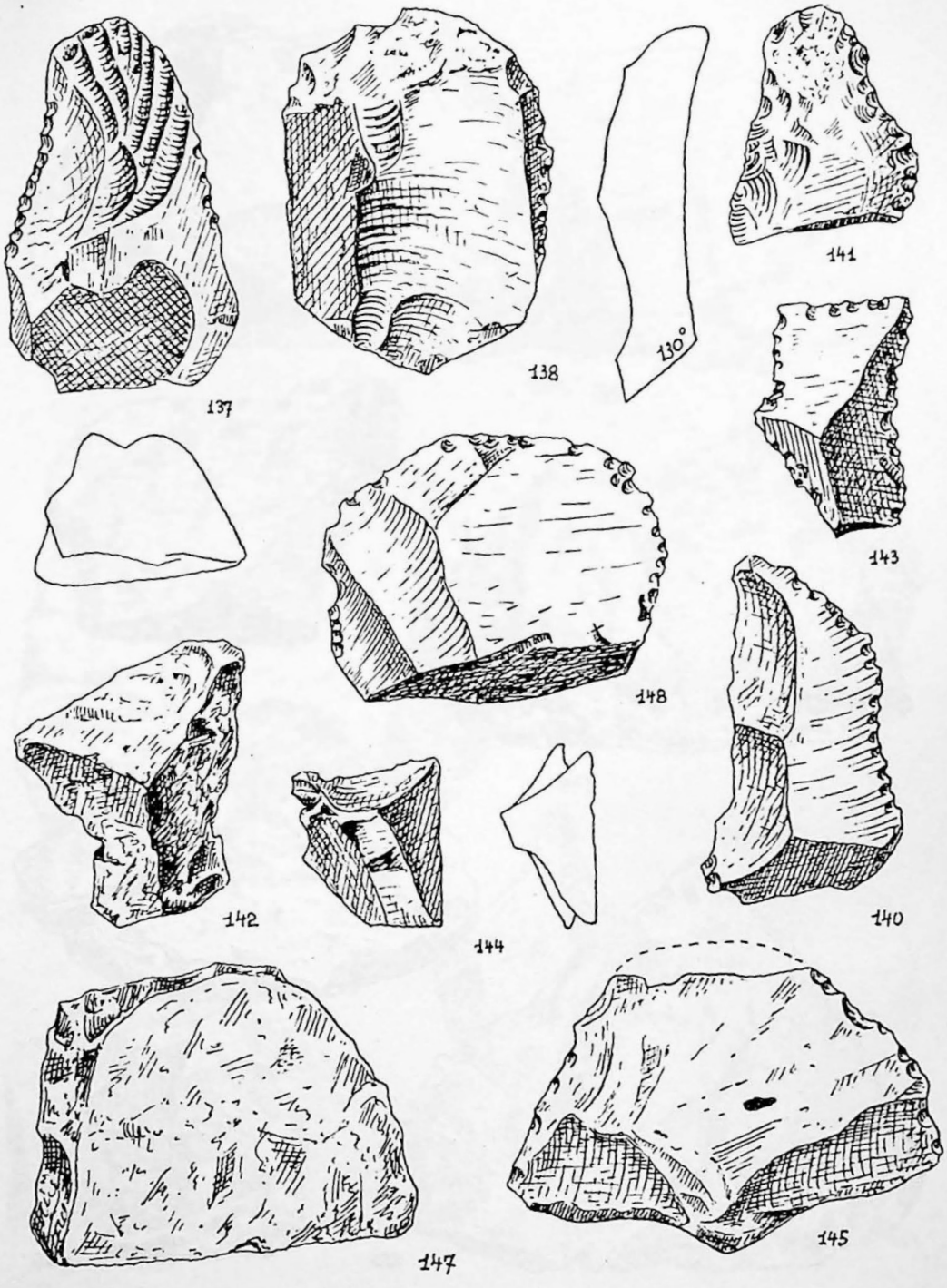
133a

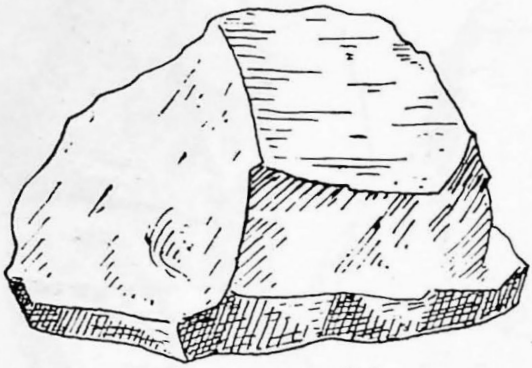


136

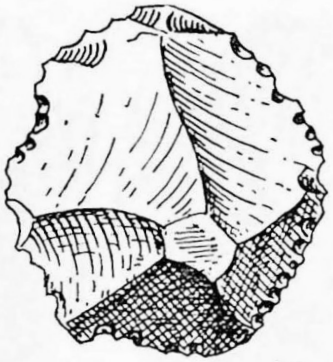


139

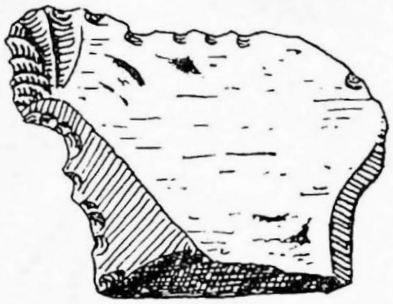

137
138
130°
141
143
148
142
144
140
147
145



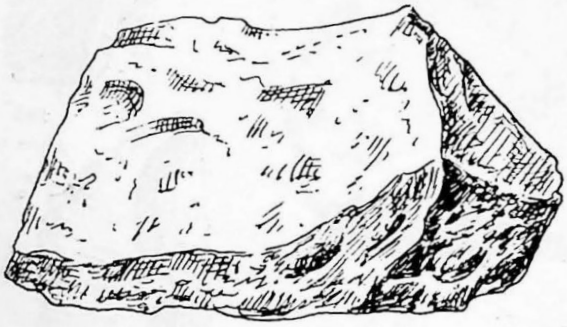
146



155



158



149



151



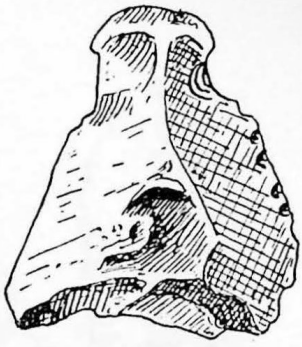
150



156



152



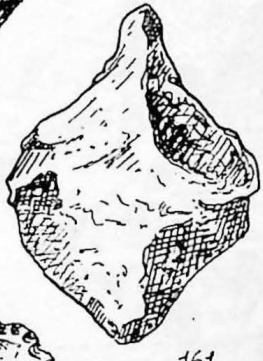
159



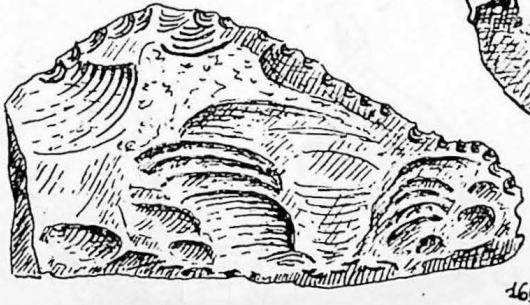
153



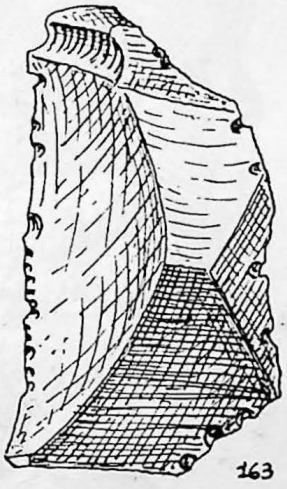
157



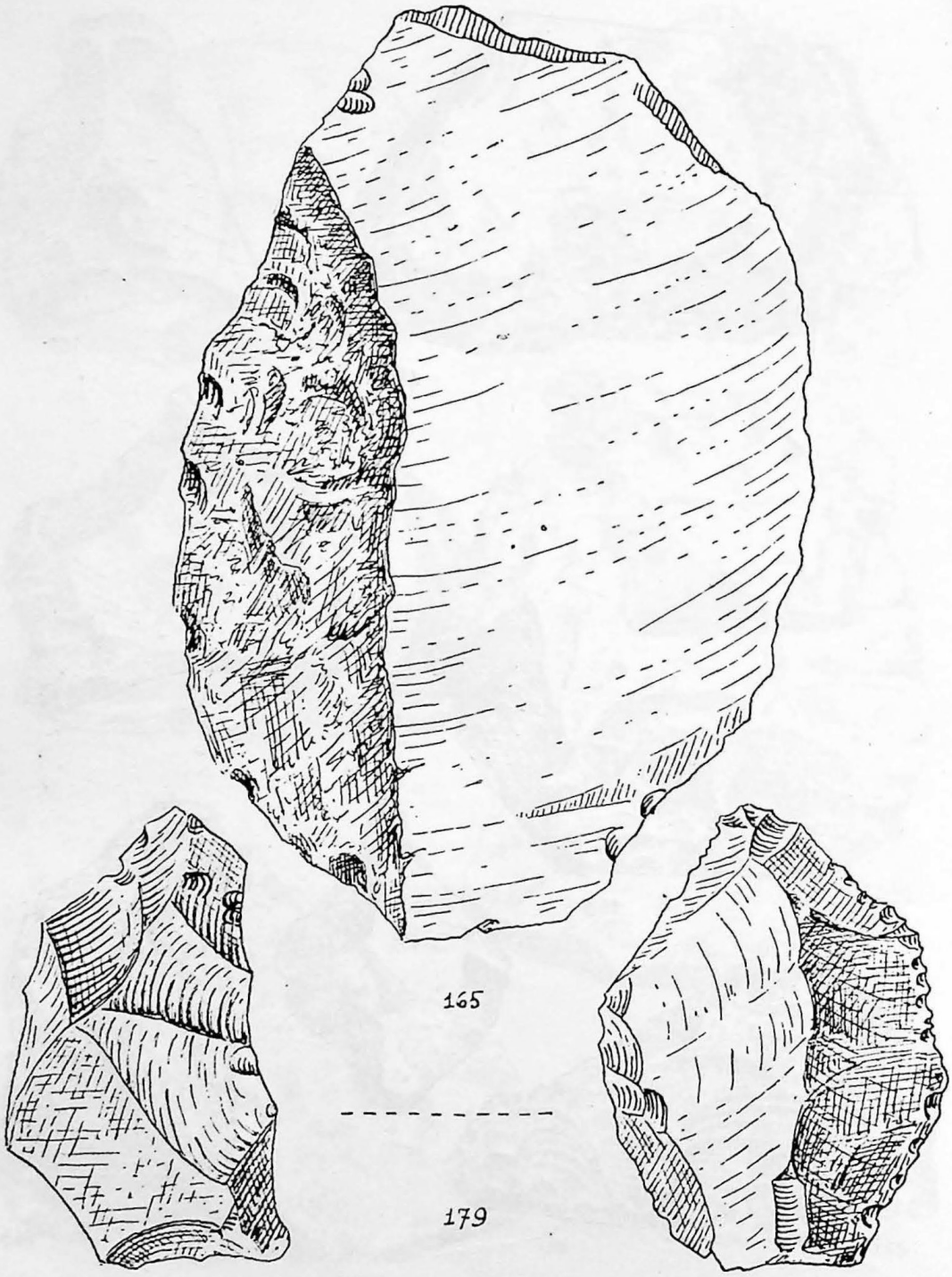
161



160



163



165

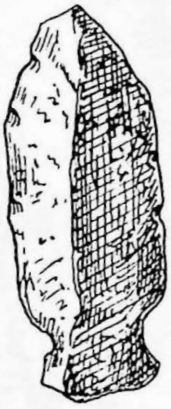
179



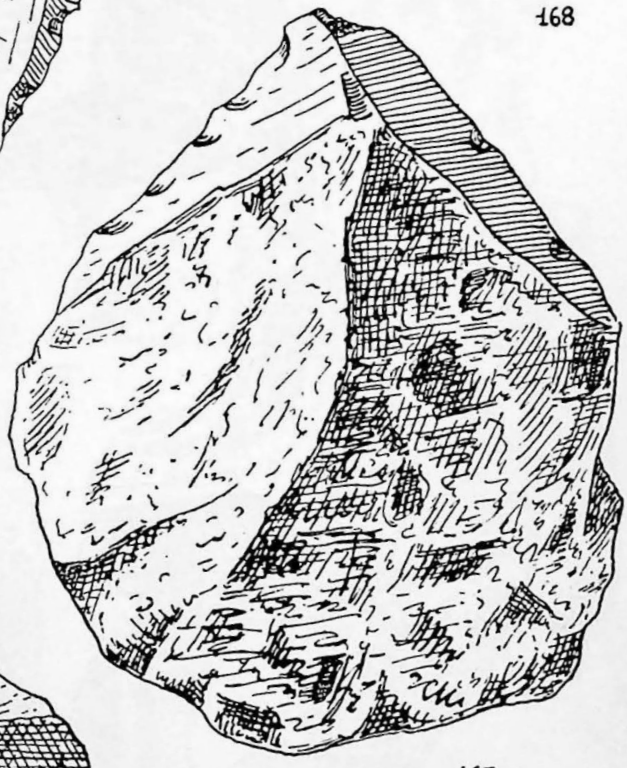
166



176



168



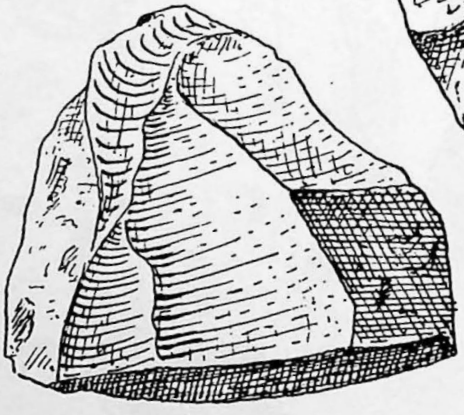
167



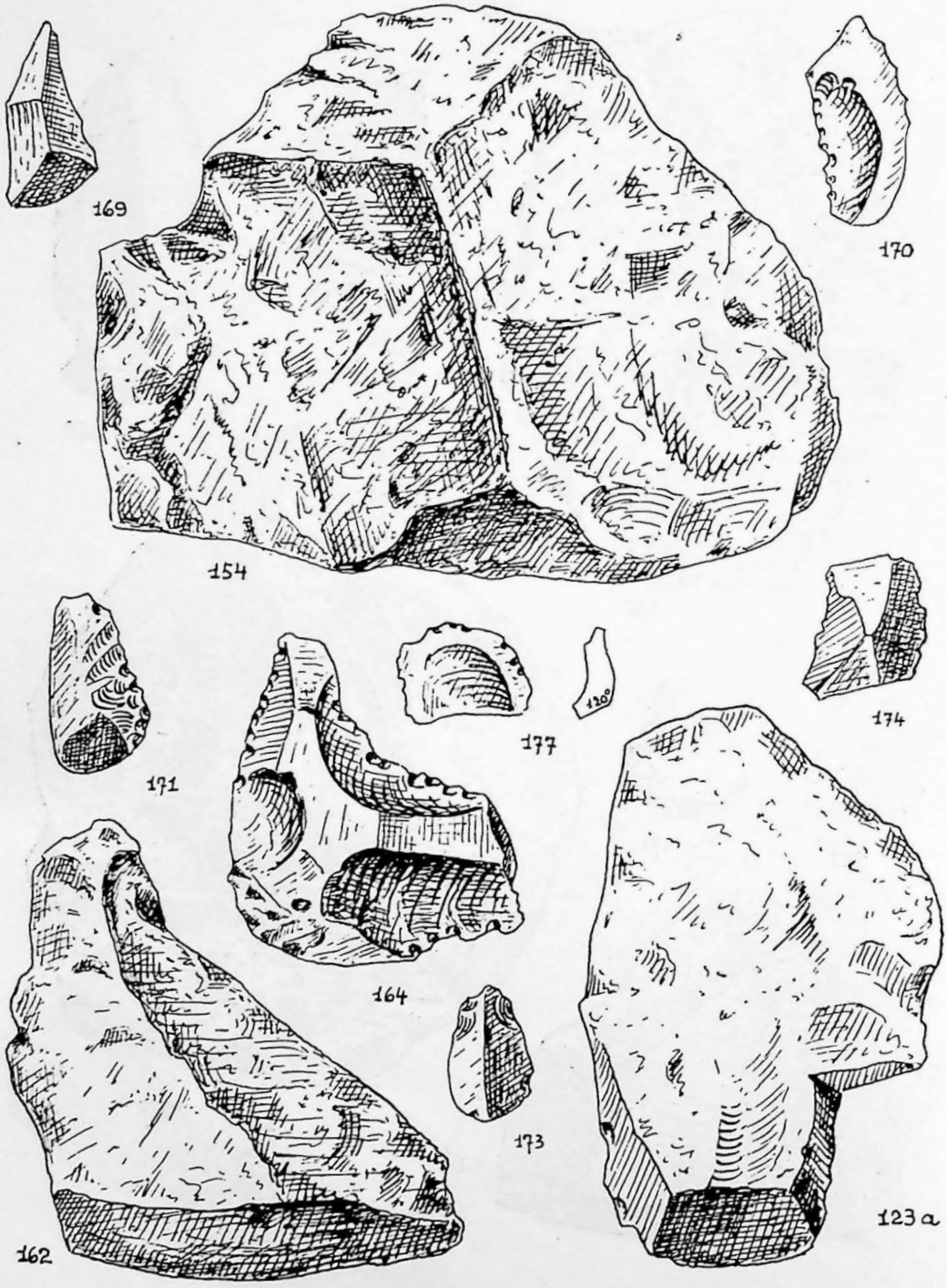
175

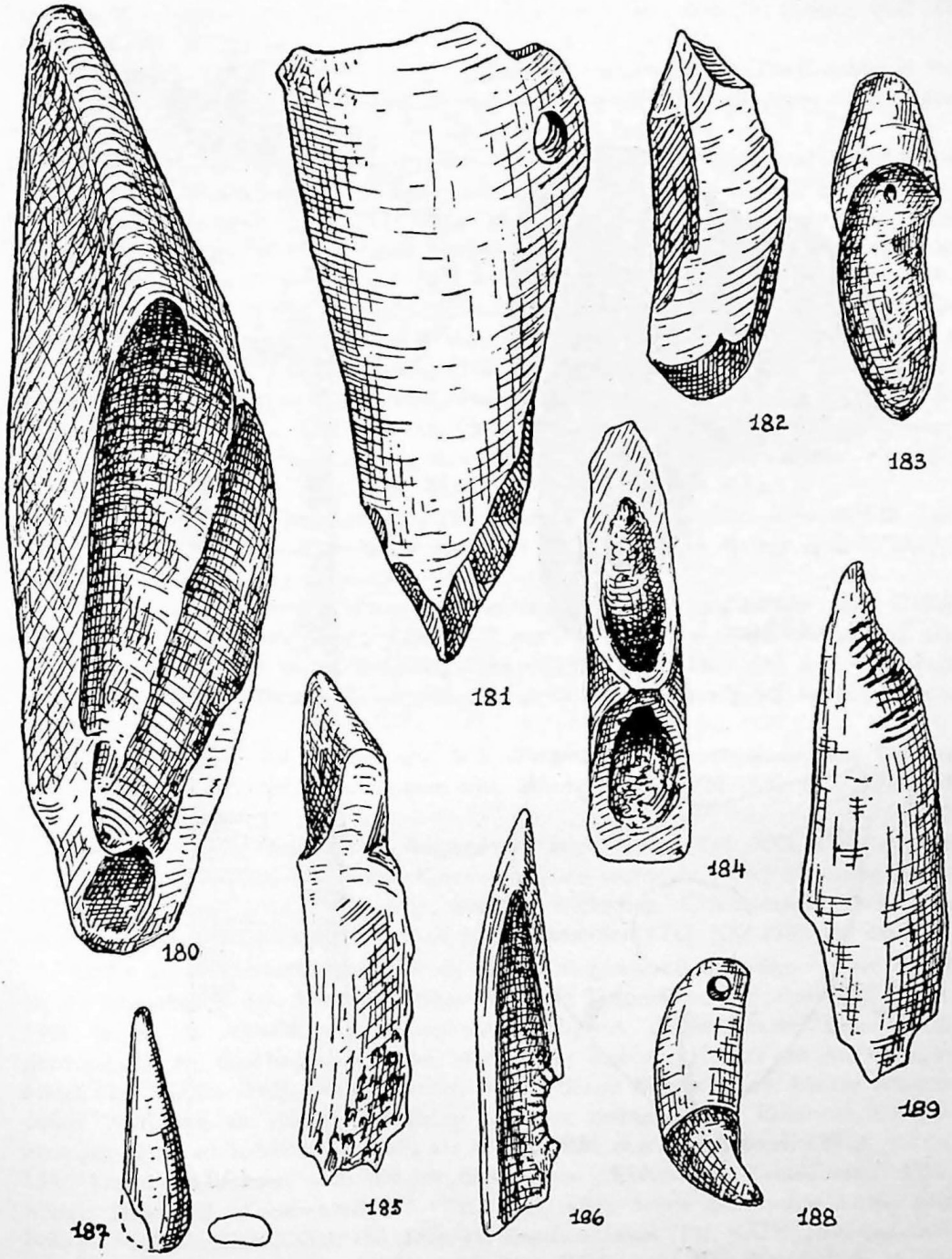


172



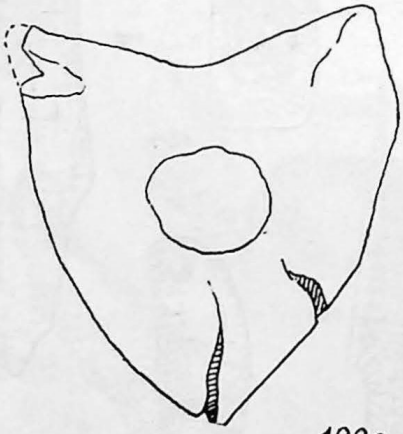
178


169
170
154
174
171
177
1200
164
173
123a
162


180
181
182
183
184
185
186
187
188
189



190a



190c



190b

eine zeigt deutlich die schräge Clactonschlagfläche, die auch in diesem Fall die ursprüngliche Geröllrinde bildet.

Eine sehr fein randretuschierte, langschmale, bezeichnende Dreikantklinge besitzt einen 125° betragenden Schlagwinkel und eine große, einheitliche Schlagbasis, während sie terminal dachförmig abgeschrägt ist (Taf. XII, 107).

Die nicht auf Breitklingen zurückzuführenden Schaberformen sind verhältnismäßig selten anzutreffen. Sie umfassen entweder flache, fächer- oder halbkreisförmige Typen aus Hornstein (Taf. XVII, 145, XVIII, 146), die mit einer schönen Randbearbeitung, selten auch mit einer Stichelspitze versehen sind, oder die bekannten nahezu dreieckigen Geradschaber (Taf. XVIII, 149, 150), selten Bogen- oder Spitzschaberformen (Taf. XVIII, 151) des europäischen Spätacheuléen und Moustérien. Ein einziger Geradschaber aus schlechtem Rohmaterial zeigt allein die für die Moustérienschaber bezeichnende Treppenretusche (Taf. XIX, 152). Als große dicke Quarzitschaber nenne ich einen grob-steilretuschierten Rundschaber (Taf. XIX, 153) mit einem Durchmesser von 7 cm, einen breiten 11 cm langen, 8.5 cm breiten, 2 cm dicken Klingenschaber und einen halbkreisförmigen, flüchtigbehauenen, rechtwinkeligen Abschlag (Taf. XXII, 154) von 10 cm Länge, 3.5 cm Dicke und 7.8 cm Höhe.

Stichel sind in der Repolusthöhle sehr selten gefunden worden, doch wurden zahlreiche Geräte mit einer Stichelkante versehen. Erwähnenswert ist ein großer, flacher Mittelstichel aus Quarzit (Taf. XXI, 167).

Als Sonderformen seien zwei ringsumretuschierte Clactonabschläge (Taf. XVIII, 155) sowie einige Geräte (Taf. XIX, 157) mit steiler kratzerartiger Dengelung der Spitze genannt. Diese ist knopfförmig (Taf. XVIII, 158, XIX, 159) und vermittels einer verschmälerten Halspartie vom übrigen Gerätkörper abgeschnürt, wie an Funden von La Micoque.

Die zahlreichen Mikrogeräte oder Mikroabsplisse sind entsprechend dem Gesamtinventar als Breitspitzen, Breitklingen oder Schmalklingen (Taf. XX, 170, 171, 173, 174) zu bezeichnen.

Die Nuklei aus Quarzit sind langgezogen kegelförmig (Taf. XXI, 178), die aus Hornstein diskoidal und dickplump. Einer von ihnen wurde an seiner Stirnseite sekundär kratzerförmig zugerichtet, wie manche englischen Clactonnuclei und auch an den zick-zack verlaufenden Rändern schön retuschiert (Taf. XX, 179); 6.3 cm lang.

Unter den Repolustfunden gibt es auch Knochengeräte. Erwähnenswert davon ist ein schmales, großes, klingenförmiges Stück mit langgezogener Spitze (Taf. XXIII, 180), ferner ein stichelförmig zugespitztes Lochgerät, dessen breites linkes Ende durchgebohrt ist, daneben abgerundet, wodurch es eine Art Henkel mit Aufhängeöse bildet (Taf. XXIII, 181). Wahrscheinlich wurde dieses Bohrgerät als häufig verwendetes Werkzeug an einem Gürtelband befestigt getragen. Ein kleineres, klingenförmiges Gerät ist terminal ebenfalls als Mittelstichel zugerichtet worden (Taf. XXIII, 182). Daneben kommen auch die oft diskutierten „Kiskevélyer Zahnklingen" (Taf. XXIII, 183) und „Knochenknöpfe" (Taf. XIII, 184), sowie gebrauchte Loch- und Bohrgegenstände (Taf. XXIII, 185, 186), ein Knochenpfriem (Taf. XXIII, 189) und auch eine kleine Speerspitze (Taf. XXIII, 187) vor. Wichtig ist der durchbohrte Wolfs-

schneidezahn (Taf. XXIII, 188) als Kettenschmuck, aus der Phosphaterde des rückwärtigen Höhlenabschnittes (Quadrat 29).

Der rostbraunen Phosphaterde desselben Quadrates (Nachgrabung 1950) entstammt auch ein eigenartiges Werkzeug, das aus einem Höhlenbärenröhrenknochen angefertigt ist (Taf. XXIV, 190 a—c). Es ist 7 cm lang, 4.5 cm breit und 5.2 cm hoch, mit einer Lochweite von 2 cm. Die Unterseite ist breit, flach, etwas ausgehöhlt, beiderseits mit gut zugerichteten Schneiden versehen, die nach vorne in zwei stumpfe Spitzen auslaufen, von denen die linksseitige abgebrochen ist. Nach rückwärts endet die breite Fläche ebenfalls in einer gut herausgearbeiteten, zapfenförmigen Spitze. Die Lochung ist durch Entfernen der dichten Spongiosa zustande gekommen; sie ist vorne enger, rückwärts weiter. Die oberen Umrandungen des Loches sowie die beiden Außenseiten der beilähnlichen Hälfte des Gerätes sind sorgfältig bearbeitet, gewölbt und durch den Gebrauch ziemlich abgeschliffen. Sie laufen in einer abgenützten, stumpfwinkeligen Schneide zusammen. Links und rechts von der Schneide befinden sich zwei ziemlich tiefe Einschnitte (Abb. 190 c). Im Hinblick auf die Lochung ist eine Schäftung als wahrscheinlich anzunehmen, woraus sich auch eine Verwendung als Schlägel oder eine Art Arbeitshammer ableiten ließe. Ob mit ihm mechanische Fellbearbeitung (Klopfen, Schaben, Reiben), Zerklopfen eßbarer Wurzel und anderer Nahrungsmittel oder eine feinere Bearbeitung von Stein, Knochen und Geweih durchgeführt wurde, ist kaum zu sagen. Jedenfalls kennen wir bis heute noch kein paläolithisches gleichartiges Objekt, weshalb unserem Fund besondere Bedeutung zukommt.

Einige Hirschgeweihsprossenstücke und behufs Markgewinnung zerschlagene Hirsch-, Wisent-, Steinbock- und Höhlenbärröhrenknochen sind mit dicht nebeneinander liegenden, seicht rillenförmigen, zur Längsachse der Röhrenknochen schräg verlaufenden Bearbeitungsspuren versehen, doch kann ihr Zweck nicht näher bestimmt werden. Ein ausgehöhlter Hirschrosenstock dürfte vielleicht als Lampe oder Fettsammler gebraucht worden sein. Erwähnenswert ist auch noch der Sechser eines kräftigen Rehbockes; es scheint, daß man von dem Geweihstück einen langen, schmalen Span abgetrennt hat.

Zwischen dem Fundbestand des grauen Sandes und der rostbraunen Phosphaterde kann weder typologisch noch arbeitstechnisch ein nennenswerter Unterschied festgestellt werden; daher darf die Besiedlung als kontinuierlich und der Fundkomplex als einheitlich angesprochen werden. In der grauen Sandschichte ist bloß ein allmähliches Feiner- und Dünnerwerden der Geräte zu beobachten, da die dickplumpen, massiven Großformen in der rostbraunen Phosphaterde, besonders in deren unteren Lagen, viel häufiger waren, während die Klingentypen mit schnabelförmiger Bohrer- oder Zinkenspitze im Grausand zahlreicher und ausgeprägter, die Schmalklingen feiner, schöner ausgeführt vorkamen.

Im Steininventar sind zwei Komponenten erkenntlich: eine clactonienartige Bearbeitungstechnik und ein deutlicher Acheuleinschlag in Form der Flächenretusche. Aus dem Kontakt dieser beiden Elemente ergibt sich ein primitiv jungpaläolithisch wirkendes Gepräge, das besonders in der selten nachweisbaren mehrreihigen Steil-

retusche sowie in den quarzitischen Großformen zum Ausdruck kommt. Parallelbeobachtungen dazu lassen sich unschwer aus der Literatur nachweisen. So stellt E. F. Zeuner (1946) den Unterschied zwischen der High Lodge-Industrie und dem typischen Clactonien II fest und führt ihn auf einen stärkeren Acheuléeneinschlag zurück. Nach K. Oakley-M. Leaky (1937) wäre dieser auch durch eine Vergesellschaftung mit entwickelten Acheuléenfaustkeilen gegeben. Daneben finden sich Klingenkratzer und Bogenspitzen fast vom Abri Audi-Typ; auch sind die Geräte reichlicher retuschiert. Wegen seiner typologischen Eigenart wäre Zeuner geneigt, das High Lodge-Clactonien nicht in das Mindel-Riß-, sondern in das Riß-Würm-Interglazial zu stellen.

Aurignacienartige Formen und eine einfache Knochenindustrie sind aus La Micoque durch O. Hauser (1916) bekannt geworden. Durch Breuil (1932) wissen wir nun, daß das Spätacheuléen von La Micoque von mehreren Kulturniveaus unterlagert wird, von denen das Niveau 1—2 nur grobgeformte typische Clactonabschläge lieferte (ein Clacton II), während die beiden mittleren Schichten, besonders das Niveau 3, ein schon modifiziertes Clactonien enthielten, d. h. neben typischen Clactonabschlägen auch Formen mit bearbeiteter Basis führten. Breuil bezeichnete diese zwischeneiszeitliche, nicht näher umschriebene Industrie als Tayacien I—II und als mit dem Clactonien sehr nahe verwandt.

Etwas Ähnliches dürfte auch in Combe Capelle vorliegen, wo nach Breuil die unteren und mittleren Ablagerungen ebenfalls Clactonabschläge führen. Combe Capelle I und II zeigen nach Breuil einen deutlich erkennbaren Spätacheuléeneinschlag. Diese Station zählt außerdem zu den wenigen westeuropäischen Rastplätzen, an denen ein unteres Aurignacien erscheint, ohne allerdings geologisch genauer datiert zu sein (Würm I—II oder älter).

Nach D. A. E. Garrod-D. M. A. Bate (1937, 1938) sind Aurignacelemente in Palästina schon im Micoquien, und zwar teils schon vor dem Riß-Würm-Interglazial, festzustellen und auch im dortigen Levallois-Moustérien vorhanden. Daraus und aus anderen Funden haben A. C. Blanc (1937), Fr. Zeuner (1946) und L. Zotz (1948) geschlossen, daß schon im älteren Riß-Würm-Interglazial ein Vorfahre des Jungpaläolithikers gelebt haben könnte. Durch A. Rust (1933, 1942) wissen wir, daß in Syrien (Jabrud), im Riß-Würm gleichzeitig mit dem Acheuléen eine clactonienartige Industrie existiert hat, die von ihm Jabrudien genannt wurde. Für sie sind z. T. sehr breite, glatte und schräge Schlagflächen und die sogenannten Jabrudschaberformen bezeichnend. Das Jabrudien wird von einem Präantelien (Präaurignacien) und einem Acheuléen überlagert. In der chronologischen Vergleichstabelle Zeuner's (1946, p. 236—37) ist für Palästina ein rißeiszeitliches „Tayacien" angegeben. Nach Rust zeigt das syrische ältere Aurignacien teilweise Nachwirkungen des Clactonien.

Ein „Protoaurignacien" wird von L. S. B. Leaky (1936) auch aus Kenya, Ostafrika, gemeldet. Er nimmt an, daß es aus dem Kontakt des Spätacheuléen mit dem Levalloisien entstand. Garrod lehnte jedoch diese Annahme auf Grund ihrer eigenen Beobachtungen ab. Nach E. J. Wayland (s. Zeuner 1946, S. 249) ist in Ostafrika neben dem Acheuléen auch eine Abschlagindustrie vorhanden, die älter als

das dortige „early Levalloisian" ist und zahlreiche Abschläge mit unpräparierter Basis führt.

Diese Beispiele sollen zeigen, daß an Orten, von denen eine aurignacartige Industrie gemeldet wird, späte Ausläufer des Clactonien am Werke gewesen sein dürften. Es ist daher anzunehmen, daß manche der als „mousteroid" gemeldeten Industrien als Clactonien-Acheuléen-Mischungen anzusprechen sind und damit den Weg zur Entstehung des Altaurignacien weisen.

Mit Rücksicht auf die an den Repolustgeräten feststellbare clactonienartige Technik seien sie vorerst mit dem typischen Clactonien (Clacton-on-Sea und Swanscombe, M-R) verglichen. Seine Geräte sind größer und dicker als die unseren; außerdem ist ihr Schlagwinkel offener. Sie sind z. T. sorgfältiger, auch zweireihig, selten jedoch flächenretuschiert. Vereinzelt ist an ihnen eine gegenstellige Retusche, wie sie auch an unseren Geräten nicht selten vorkommt. Ebenso sind viele englische Clactonienabschläge, wie auch unsere, hochrandig. Trianguläre Spitzen, Krumm- und Bogenspitzen, rectanguläre Breitklingenformen, sekundär bearbeitete Nuklei unseres Fundschatzes besitzen eine große Ähnlichkeit mit dem Clacton, nur sind sie durchschnittlich um die Hälfte kleiner. Aus Caversham Heights bildet Breuil auch einen bohrerförmigen Breitklingenabschlag ab, der die kratzerartig bearbeitete, vom übrigen Gerätkörper halsförmig abgeschnürte Spitze besitzt; eine auch in unserem Inventar kennzeichnende Form. Aus Clacton-on-Sea gibt es einen dicken, plumpen Abschlag, der in einer schnabelförmig gebogenen groben Spitze endet; auch er stellt eine Parallele zu unseren Breitklingenformen dar. Das Clactonien II führt auch grobe Schmalklingen, das Clacton III sogar Weidenblattspitzen.

Französisches Clactonien läßt sich wegen seiner groben Ausführung nur schwer mit unseren Funden vergleichen. Hingegen sind die Abschläge des belgischen Clactonien (ein Teil des Mesvinien) im allgemeinen kleiner ausgeführt. Dies gilt auch für die Funde aus den Kiesen und Sanden von Wangen a. d. Unstrut. Breit- und Krummspitzen, manche Bohrer, Breitklingen und quadratische Abschläge, letztere auch mit dachförmig abgeschrägter Stirnseite, sowie eine blattförmige Spitze lassen sich gut mit den Repolustformen vergleichen. Interessant sind auch die von M. Wilcke (1929) besprochenen primitiven Hochkratzerformen. Nach R. Grahmann (1938) gibt es auch Abschläge mit fazettierter Schlagplattform; ich möchte jedoch diesen Stücken keine allzu große Bedeutung beimessen, da Breuil bemerkt (1932), daß auch die Schlagfläche der englischen Funde manchmal rechtwinkelig oder leicht bearbeitet ist. Die geologische Datierung der Kiese und Sande von Wangen ist nicht geklärt; Lehmann, Woldstedt, Andrée und Soergel weisen sie einem kälteren Abschnitt des Mindel-Riß-Interglazial zu, während F. Wiegers (1939/40) sie als M I—II Interstadial auffaßt. Zeuner möchte sie der Rißeiszeit angliedern; Oakley (1937) vergleicht die Wangener Funde mit den Clactonabschlägen aus den unteren Lagen der mittleren Themseschotter (Middle Gravel).

Nach D. Wernert (1936, 1943) konnte eine clactonienartige Kultur auch im mittleren älteren Löß (D) von Achenheim (vermutlich R I) nachgewiesen werden.

Die mitteldeutschen rißeiszeitlichen Funde sind für uns von Bedeutung, denn ihr Schlagwinkel zeigt denselben Durchschnittswert wie unsere Artefakte.

Das Clactonien war in Europa, besonders im NW, weitverbreitet, doch dürfte es infolge der glazialen Klimate während des Altpleistozäns weit nach S vorgeschoben worden sein. Clactontechnik läßt sich im afrikanischen Fundgut nachweisen und findet sich auch im indischen Soanien (M o v i u s 1950).

Es wäre verfrüht, darüber zu diskutieren, ob die außereuropäischen Industrien mit Clactonabschlägen auf europäische Abwanderungswellen zurückgehen (B a y e r) oder ob wir mit R u s t auch an einen südlichen Entstehungsherd der Klingenkultur denken dürfen. Für eine Entscheidung in dieser oder jener Richtung liegen zur Zeit noch keine ausreichenden Grundlagen vor.

Über die weitere Entwicklung des jüngeren Clactonien sind wir nur spärlich berichtet. Seine Riß-Würm zwischeneiszeitliche, stark modifizierte Form ist aus Westeuropa als Tayacien bekannt, jedoch noch nicht näher umschrieben, wie das auch die neuen Funde aus Fontéchevade (Charente) erweisen (G. H e n r i - M a r t i n 1949). Die Steingeräte zeigen vornehmlich die typische Clactontechnik mit den glatten, breiten und schrägen Schlagflächen und einem sehr offenen (bis 135°) Schlagwinkel. Nach H e n r i - M a r t i n ergab sich eine derart bunte Formfülle, als wären in einer einzigen Schichte mehrere Industrien vertreten, wie das ja auch in der Repolusthöhle der Fall ist.

In der Pin Hole-Höhle (Creswell Crags) fand A r m s t r o n g unter dem Moustérien-Horizont im R—W-Interglazial eine Abschlagkultur, die er mit dem Tayacien von La Micoque verbindet. Als eine clactonienartige Kultur erwähnt H. B r e u i l (1932) im R—W Frankreichs auch das Languedocien, das flüchtig bearbeitete Abschläge mit glatter Basis und große, flache Diskusse kennzeichnen. Es soll auch in Portugal, in marinen Ablagerungen des Spätmonastirien in situ aufgefunden worden sein (Z e u n e r 1946).

Es ist bemerkenswert, daß das Moustérien 2 der Pin Hole-Höhle, das dem W I-II-Interstadial angehören soll, eine Knochenindustrie führt, die nach Z e u n e r ein jungpaläolithisches Gepräge besitzt, weshalb er diese „Moustérienkulturen" etwas bezweifelt. In Verbindung damit verweist Z e u n e r auf Wallertheim bei Mainz, dessen „Handspitzenkultur" die erste Kaltphase des Würm ebenfalls überlebte und auch eine Knochenindustrie besitzt. In Wallertheim sind die Steingeräte aus Bachgeröllen, vornehmlich aus Quarziten und aus Melaphyren hergestellt. Nach S c h m i d t g e n (1929) und A n d r e e (1939) handelt es sich um kleine doppelseitig bearbeitete Fäustel, schmal-herzförmige, einseitig bearbeitete Spitzen, auch mit Stichelkante versehen, ferner um hochkratzerförmige Geräte und Bogenschaber. Die Knochenwerkzeuge sind sehr primitive Geräte, die nach S c h m i d t g e n und W a g n e r (1928) der Fellbearbeitung dienten. Nach A n d r e e zeigen die Funde von Wallertheim Verwandtschaft mit der Quarzitindustrie von Pfeddersheim bei Worms, die ebenfalls primitive Knochengeräte, aber auch Spitzen mit sehr schräger Basis, Krummspitzen, „hakenförmige" Bohrgeräte und Klingen enthält. R. V a u f r e y (1931) hebt gleichfalls die mit unpräparierter Basis versehenen Spitzen von Wallertheim hervor.

Abschläge mit glatter Schlagfläche waren nach P. W e r n e r t (1936, 1943) auch in der interglazialen Verlehmungszone von Achenheim anzutreffen.

Ein Riß-Würm zwischeneiszeitliches modifiziertes Clactonien ist auch das bereits erwähnte syrische Jabrudien R u s t's. Für Palästina führt Z e u n e r ein rißeiszeitliches Tayacien an. Im Monastirien von Marocco wurde ein „Tayaco-Moustérien", aus dem Riß-Würm (?) Ostenglands ein „Upper Clactonian-Acheulean" (Elveden), aus dem Riß-Würm der Grotte de l'Observatoire bei Monaco eine Abschlagindustrie, die an das Moustérien „erinnert", beschrieben. Es seien kurz auch die Oberflächenfunde O. M a h n k o p f's (1939) von Mucran auf Rügen erwähnt, grob bearbeitete Klingen in Clactontechnik ausgeführt, nach M a h n k o p f Bestandteile einer angeschwemmten Kultur. Wichtig ist auch das R—W zwischeneiszeitliche Krim-Moustérien (F. H a n č a r 1937), das ein stärkeres Acheuléengepräge zeigt und mitunter Knochengeräte führt. Nach F. Z e u n e r (1946) und H. M o v i u s (schriftliche Mitteilung 1950) besitzt das Moustérien der Kiik Koba-Höhle deutliche Spätclactonien, bzw. Tayacien-Anklänge.

Außer den Anklängen an das Clatonien weist die Repolustkultur zweifelsohne enge Beziehungen mit dem Tayacien von La Micoque und von Fontéchevade auf. Doch sind ihre Geräte durchschnittlich feiner-dünner, darunter mehrere ausgesprochene Schmalklingen, neben denen auch zahlreiche quarzitische Großformen und einige Knochengeräte vorkommen. Leider ist das Tayacien-Problem noch zu wenig geklärt, um hier näher herangezogen werden zu können.

Ein Vergleich der Repolustfunde mit dem typischen europäischen Moustérien ist kaum möglich, da ihnen die schöne Kanten- bzw. Stufenretusche fehlt. Außerdem sind die tri- und rektangulären Spitzenformen der Repolusthöhle von den Moustérien-Handspitzen grundverschieden. Weiters fehlen die Hohlschaber- und Diskusformen. Die Gerad- und Bogenschaber, wie z. B. jene aus La Quina, sind schon im europäischen Spätacheuléen vorhanden; sie können daher nicht als Moustérien-Leittypen angesehen werden. Die Werkzeuge der Patenstation von Le Moustier zeigen außerdem schon von der unteren Stufe an die abweichende Levalloistechnik und das sog. typische Moustérien stellt zumeist ein Levallois-Moustérien dar. Im „Spätmoustérien" von La Quina herrschen dagegen nach B r e u i l (1932) die großen, glatten, schrägen Schlagflächen vor; es führt auch bearbeitete Knochen. Innerhalb der Repolustfunde können bloß einige „mousteroide" Stücke nachgewiesen werden, die eine gewisse Ähnlichkeit mit dem europäischen sog. „Primitivmoustérien" ergeben.

Hingegen besteht eine weitgehende Übereinstimmung zwischen unserem Material und jenem aus den schweizerischen Hochgebirgsstationen, besonders mit Wildkirchli. Dafür ist aber das schweizerische „alpine Paläolithikum" nicht so formenreich wie die Repolustindustrie; außerdem ist ihre Bearbeitungsweise einfacher und gröber, auch wenn Clactonien- bzw. Tayacien-Merkmale vorhanden sein dürften. Dem Schweizer Fundgut fehlen auch Schmalklingen, schnabel- oder hakenförmige Bohrer und mehrere für die Repolusthöhle bezeichnende Werkzeugtypen, auch wenn sie hochrandige und halbkreisförmige Typen, primitive Nasen- und Kielkratzer, zahlreiche Breitklingen mit schrägem Ende und rektanguläre Geräte besitzt. Die in unserer Industrie so häufig

vorkommenden quarzitischen Großformen sind in Wildkirchli nur spärlich und atypisch belegt. Den drei Bächler'schen Rastplätzen mangelt es auch an schöneren Knochengerättypen. Ein Großteil der dort gefundenen Knochenobjekte kann wohl nicht als Werkzeuge bezeichnet, sondern mit H. Cramer (1941) bloß als zerschlagene und auf chemisch-physikalisch-mechanischem Wege veränderte Knochenstücke aufgefaßt werden. Die Knochenknöpfe kommen sowohl im alpinen Paläolithikum wie auch in der Repolusthöhle vor, doch ist sowohl ihr Artefaktcharakter wie auch ihre Verwendung noch umstritten. Die Repoluster Stücke zeigen keine abgeschliffene Knochenkompakta; ihre Kompaktabrücke liegt nicht in der Mitte des Knochenstückes. Das längere Ende ist zumeist etwas zugespitzt und abgebraucht, so auch der mittlere Randteil der Kompaktabrücke. Die Knochenspongiosa ist entfernt, das kürzere Ende des Knochenstückes abgerundet oder abgeschrägt.

Die schweizerischen Rastplätze gelten heute allgemein als letztinterglaziale Hochgebirgssiedlungen, die nach P. Beck (1939) der zweiten Hälfte der Riß-Würm-Zwischeneiszeit angehören. Ihr interglaziales Alter wurde auch durch die sedimentpetrographischen Forschungen von R. Lais (1941) bestätigt.

Eine große Ähnlichkeit besteht zwischen der Repolustindustrie und jener aus der jugoslawischen Mornowahöhle, die ebenfalls eine primitive Knochenindustrie ohne Lautscherspitzen (Brodar 1938) führt. Das Gleiche gilt für die Station Vindija, deren restliche Höhlenfüllung durch S. Vukovič (1932) freigelegt wurde. Die Spechaukahöhle ergab mehrere lang-schmale Klingen, einen Quarzitgigantolith und auch Lautscherspitzen. Bezeichnend für die genannten drei Fundstellen ist die Bevorzugung des Quarzits als Rohmaterial, weshalb Brodar an Ähnlichkeiten mit dem mährischen Quarzitaurignacien denkt. Die Schichten V—VII der Vindija-Höhle mit *Rhinoceros mercki* entsprechen, wie auch Krapina, dem Riß-Würm- Interglazial. Ob die stark schuttführenden Schichten von Mornowa und der Spechaukahöhle noch dem Endabschnitt dieser Zwischenzeit oder jüngeren Horizonten angehören, ist fraglich. Spechauka zeigt ein jüngeres Gepräge, weshalb sie zusammen mit der Pototschkahöhle dem Würm I—II-Interstadial zugereiht werden könnte (siehe auch Soergel, Zotz, Klebelsberg).

Schließlich darf auch erwähnt werden, daß gewisse Grundübereinstimmungen zwischen dem Repolustmaterial und den Funden aus Krapina bestehen; ob jedoch hier auch eine clactonienartige Technik nachgewiesen werden konnte, entzieht sich leider meiner Kenntnis.

Eine gewisse Ähnlichkeit zeigt die Repolustindustrie auch mit dem mitteldeutschen „Ilmien" (Weimar-Taubach-Ehringsdorf). Das bezieht sich vorerst auf die ähnlichen, kleindimensionierten Spätacheuléenformen, auf einige trianguläre Abschläge, Dreikantklingen, Doppelspitzen und einige Knochengeräte. Doch sind die deutschen Funde schöner ausgeführt und reichlicher retuschiert; außerdem dürfte man mit einem bedeutenderen Levalloiseinfluß rechnen können.

Bemerkenswert ist die Übereinstimmung mit dem schlesischen und mährischen sog. Uraurignacien (L. Zotz, 1931, 1935, 1939). Dreieckige Breitspitzen, blatt- und pyramidenförmige, durch drei steile Hauptschläge in Pyramidenform gebrachte

Spitzen, rectanguläre und quadratische Breitklingenformen, Scheibenschaber, Klingenschaber, trapezförmige Schaberabschläge, Zahnklingen vom Kiskevélyer Typ stellen Formen dar, die auch in der Repolustindustrie vorkommen. Dieses „schlesische Uraurignacien" wurde von L. Zotz (1939) wegen seiner Vergesellschaftung mit Rentier und *Pinus cembra* dem ausgehenden Riß-Würm-Interglazial bis Würm I zugereiht, es wäre demnach etwas jünger als Repolust.

Das böhmisch-mährische Uraurignacien (Maška, Schránil, Skutil, Absolon, Zotz) führt dieselben Formen. Es ist K. Absolon, dem wir die Absonderung und Klarstellung dieser Kulturstufe verdanken (1932, 1935). Das mährische „Uraurignacien" (Absolon 1932, 1935) mit seiner Bevorzugung des Quarzits, den mousteroiden und acheuloiden Schaber- und Spitzentypen, den groben Klingen, Kerbklingen, quadratischen Klingenkratzern, Hoch- und Kielkratzern, primitiven Stichelformen, messerartigen Klingen, durch das große Ausmaß mancher Werkzeuge neben zahlreichen Mikrolithen sowie mit seiner einfachen von der des Moustérien abweichenden Bearbeitungstechnik ist in der Pekarnahöhle dem echten Aurignacienhorizont unterlagert. Es findet sich in den unteren Lagen der Schichte „i" in Verbindung mit einer Steppen-Tundren-Großsäugerfauna (Pferd und Ren). In Otaslawitz und Ondratitz tritt das „Uraurignacien" mit einem entwickelten Aurignacien in der gleichen Lagerung auf. Ohne hier näher auf die genealogische Bedeutung des „Uraurignacien" eingehen zu wollen, sei auf die stratigraphischen Gegebenheiten in der Pekarna- und in der Repolusthöhle hingewiesen. In beiden zeigt sich eine Überlagerung durch eine entwickeltere Kulturstufe. In der Repolusthöhle sind die beiden Horizonte durch eine ausgeprägte Grobschuttstrate voneinander getrennt.

Der Vollständigkeit halber nenne ich noch manche von Bayer-Stumpf (1929) veröffentlichten Paläolithe vom Gilschwitzer Berg bei Troppau, wie auch mehrere von Richthofen (1930) bekannt gegebene Fundstücke aus Bieskau und Makau, die Repolustformen gleichen. Das Gleiche gilt übrigens auch für das seiner zeitlichen und kulturellen Stellung nach ungeklärte sogen. Plateaulehmpaläolithikum Niederösterreichs.

Bedeutungsvoller erscheint mir jedoch ein Vergleich der Repolustindustrie mit jener aus der unteren Kulturschicht der Gudenushöhle (N.-Ö.). In ihr ist der Acheuleinschlag, so deutlich gegeben, daß darüber kaum diskutiert werden braucht. Sie ist daher auch für unsere Fragestellung von Bedeutung, weshalb die durch Zotz und Absolon (1934) erfolgte Zuweisung der Gudenushöhle zum „Uraurignacien" als sehr diskutabel bezeichnet werden muß.

Zum Abschluß wenden wir uns noch den beiden steirischen Fundorten, der Drachenhöhle bei Mixnitz und der Badlhöhle bei Peggau zu. Die zahlreichen aus Quarzitgerölle hergestellte Abschläge aus Mixnitz (grobe Schaber- und Spitzformen, Klingengeräte selten) gestatten leider keinen näheren Vergleich mit der Repolustindustrie, auch wenn einige trianguläre Spitzen mit schräger, glatter Schlagfläche und Ovalschaber eine gewisse Ähnlichkeit aufweisen. Sehr zu bedauern ist es, daß über die Hornsteinartefakte aus Mixnitz und die Bruchstücke von Knochenspitzen keine nähere Ortsangabe vorliegt.

So gewinnt daher auch die große Badlhöhle an Bedeutung. Die Ablagerungen dieser, im N-Hang des engen Badlgrabens befindlichen Höhle sind leider öfters unfachgemäß durchwühlt worden, obzwar G. Wurmbrand die große Bedeutung der von Peters gemachten Knochenwerkzeugfunde schon 1871 erkannte. 1918/19 wurden die Phosphate der Höhle in der „Steinzeithalle" und in der „Bärenhalle" des Eingangsabschnittes bis zur grausandigen hydrischen Ablagerung abgebaut, doch liegt über die archäologischen und paläontologischen Ergebnisse dieser Arbeiten kein Bericht vor. Nur H. Bock erwähnt neolithische Funde (1911). Im Privatmaterial des Höhlenführers H. Mayer in Peggau, des damaligen Arbeitsleiters, konnte ich jedoch eine reiche Fauna (*Ursus spelaeus, Canis lupus, Vulpes vulpes, Felis spelaea, Marmota marmota, Ibex alpinus, Bison priscus, Coelodonta antiquitatis, Cervus elaphus f. major, Alces alces*) aus den graubraunen-erdigen, 50—60% groben kantigen Schutt führenden Lehm (Schichte a Kyrle's) entdecken. Diese Höhlenausfüllung trennte nur eine dünne Sinterschichte vom rezenten Humus und sie ist von einer mächtigen Grobschuttschichte unterlagert. Die Knochenspitze vom Lautscher Typ kam nach Unger (1938) ebenfalls aus einem dunklen Lehm mit eckigem Bruchschutt gleich unter der dünnen Sinterschichte in der Löwenhalle zum Vorschein. Vom selben Fundort stammt auch eine dünne-runde Spitze mit unterem Einschnitt. Später kam, 40 m höhleneinwärts von dieser Fundstelle entfernt, eine weitere kleine Speerspitze ans Tageslicht. Auch schreibt Wurmbrand von einem gespaltenen Höhlenbäreneckzahn. Die uns wegen der Repolusthöhle interessierende grausandige und rotbraune Schichte wurde während des Phosphatabbaues nicht erschlossen. Die oberste, graubraun-erdige, viel Bruchschutt führende Schichte der großen Badlhöhle ist allenfalls etwas jünger als Würm I, da sie dem mächtigen Grobschutt auflagert, weshalb die wichtigen Badlfunde vermutlich mit der Pototschkahöhle als gleichalt betrachtet werden können.

Auf Grund obiger Vergleiche dürfen wir feststellen, daß die Repolustindustrie zu einer Zeit erscheint, da in Europa verschiedene Kulturformen verbreitet waren. Neben späten Faustkeilelementen finden wir verschiedene Breitklingenformen, wie das Tayacien, Levalloisien, das sog. „Warmmoustérien" und das deutsch-mährisch-jugoslavische „Uraurignacien".

Die Vergleiche zeigten, daß die Repolustindustrie weder den Faustkeilfacies, noch auch dem Levalloisien zugeteilt werden kann. Von den Moustérienformen könnten nur die als „Primitivmoustérien" bezeichneten in Frage kommen, deren Charakter noch nicht geklärt ist.

Dafür scheinen enge Beziehungen zum französisch-englischen Clactonien-Tayacien und zum „Uraurignacien" Europas zu bestehen. Das Vorhandensein von Schmalklingen jungpaläolithischer Art, von quarzitischen Großformen, von Typen mit Steilretusche, ferner von durchlochten Knochengeräten würde die Repolustindustrie mehr in die Nähe des „Uraurignacien" rücken, weshalb ich sie als eine jener Grundformen auffassen möchte, die für die Bildung des späteren Aurignacien in Betracht kommen.

Das Ergebnis der vorliegenden Untersuchung zusammenfassend scheint es mir gestattet zu sein, das aus dem alpinen Raum bekannte Steinzeitmaterial in zwei zeitlich aufeinander folgende Gruppen zu gliedern:

a) Die riß-würm-zwischeneiszeitliche Gruppe mit Anklängen an das Clactonien-Tayacien. Hieher würde ich die „Bächler"-Stationen, die Repolust-, Vindija- und Mornowa-Höhle stellen.

b) Die Würm I—II-interstadiale Gruppe mit den entwickelten Formen aus der Pototschka, der Drachenhöhle bei Mixnitz, der Badl-Höhle, der oberen Schicht aus der Repolusthöhle (M o t t l, 1950), der Bärenhöhle bei Hieflau und dem Liegloch bei Tauplitz.

Der Unterschied zwischen diesen beiden Horizonten läßt sich auch in sedimentpetrographischer, faunistischer und floristischer Hinsicht verfolgen. R. L a i s (1941) betont den großen Schuttgehalt und die lockere Beschaffenheit fast aller Schichten in der Pototschkahöhle gegenüber Wildkirchli. Auch für die Kulturschichte des Mittelaurignacien führt er „groben bis feinen scharfkantigen Schutt" an (S. 97) und sagt, daß die Frostwirkung während der Bildung sämtlicher Schichten eine beträchtliche gewesen sein mußte. Daß jedoch das erste Würm-Interstadial eine beachtliche Klimaschwankung darstellt, ist von S o e r g e l und G a m s betont worden. Nach letzterem hatte die Aurignacschwankung sogar ähnliche Sommertemperaturen wie die Gegenwart. Auch eigene Untersuchungen bestätigen dies. So ist die Würm I-Flora Ungarns durch das Vorherrschen von Berg- und Zirbelkiefer gekennzeichnet, während im ungarischen Würm I—II-Interstadial Laubbäume, wie *Quercus robur seu sessiliflora, Acer cfr. pseudoplatanus* und *Sobor cfr. aucuparia* neben der Kiefer und Lärche verbreitet waren. Das Riß-Würm-Interglazial Ungarns (Subahöhle) führt überwiegend Laubbäume, wie *Cotinus, Cornus, Carpinus.*

Die zwischeneiszeitlichen Schichten der Wildkirchlihöhle enthielten Reste von Legföhre und Fichte, die der Drachenhöhle bei Mixnitz Reste von Schwarzföhre, Fichte und Tanne, während in der Repolusthöhle die Laubbäume (Stieleiche, Rotbuche, Weide) eine größere Rolle spielen.

Die Pototschkahöhle ergab Reste von Fichte und Zirbe, der entsprechende Horizont der Badlhöhle nach U n g e r (1838) Reste von Tanne, das Liegloch ebenfalls Fichte. Die graubraune, erdige Schichte der Repolusthöhle lieferte den spärlichen Rest einer Zirbe. Wir haben es daher hier mit einer kühl-feuchten Anfangsphase dieses Interstadials zu tun.

L i t e r a t u r:

K. A b s o l o n, Die paläolithische Erforschung der Pekárnahöhle. Acta Mus. Morav. Mitt. 2, 1927.

D e r s e l b e, L'aurignacien très ancien dans l'Europe centrale. Congr. Prèhist. France 1934.

D e r s e l b e, Die paläolithische Erforschung der Pekárnahöhle. Mitt. 3. Acta Mus. Morav. 1932.

D e r s e l b e, Otaslavice, eine neue große paläolithische Station in Mähren mit Quarzitaurignacien. Mitt. a. d. pal. Abt. d. Mähr. Landesmus. Brünn 1935.

D e r s e l b e, Über Großformen des quarzitischen Aurignacien der paläolithischen Station Ondratice in Mähren. Ebenda Nr. 42, 1936.

D e r s e l b e, L'Aurignacien très ancien ou Pseudomoustérien en Moravie. L'Anthr. 1927.

J. A n d r e e, Der eiszeitliche Mensch in Deutschland und seine Kulturen. Berlin 1939.

A. L. A r m s t r o n g, Palaeolithic Man in the North Midlands. Mem. Proc. Manch. lit. phil. Soc. 83, 1939.

J. Bayer, Das Verhältnis zwischen der steinzeitlichen Kulturabfolge Europas und Südafrikas. Die Eiszeit, 1929.
Derselbe, Die geologische und archäologische Stellung des Hochgebirgspaläolithikums der Schweiz. Die Eiszeit, 1924.
Derselbe, Kritische Bemerkungen zum Pseudomoustérien in Mähren. Die Eiszeit, 1927.
Derselbe, Die Olschewakultur. Die Eiszeit, 1929.
J. Bayer-G. Stumpf, Die altsteinzeitlichen Stationen am Gilschwitzer Berg in Troppau. Die Eiszeit, 1929.
E. Bächler, Das alpine Paläolithikum der Schweiz. Basel 1940.
E. Beck, Die Geologie und Klimatologie des schweizerischen Altpaläolithikums. Mitt. Naturw. Ges. Thun, 1939.
E. Beninger, Die Stellung Krapinas in der Breitklingenkultur. Die Eiszeit, 1927.
H. Bock, Spelaeol. Mitteil., 1911.
A. Bowler-Kelley, Lower and middle paleolithic facies in Europe and Africa. Philadelphia, 1937.
C. A. Blanc, Sulla penetrazione e diffusione in Europe ed Italia. Atti XXVI Riun. Soc. Ital. Progr. Sci. Venezia 1937.
Derselbe, Il giacimento mousteriano di Saccopastore nel quadro del Pleistocene laziale. Riv. Anthrop. Roma, 32, 1938.
H. Breuil, Les industries à éclats du paléolithique ancien. Préhistoire, 1—2, 1932.
S. Brodar, Das Paläolithikum in Jugoslavien. Quartär I, 1938.
E. Cartailhac, in M. Boule, Les Grottes de Grimaldi. Archéologie, T. II, Fasc. 2, Monaco 1912.
H. Cramer, Die Lebensspuren des eiszeitlichen Höhlenbären und die Höhlenbärenjagdkultur. Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges. 93, 1941.
K. Ehrenberg, Ergebnisse der Grabungen in der Bärenhöhle b. Winden. Paläont. Zeitschrift 14, 1932.
Derselbe, Über Knochenartefakte aus eiszeitlichen Höhlenablagerungen. Verh. d. zool. bot. Ges. 83, 1933.
G. Freund, Höhlenbär und Höhlenbärenjäger. WPZ. 1943.
H. Gams, Die bisherigen Ergebnisse der Microstratigraphie für die Gliederung der letzten Eiszeit. Quartär, I, 1938.
D. A. E. Garrod-D. M. A. Bate, The stone age of Mount Carmel. Oxford 1937.
D. A. E. Garrod, The Upper Paleolithic in the Light of recent Discovery. Proc. Prehist. Soc. London, 1938.
K. Gorjanovič-Kramberger, Der diluviale Mensch in Krapina. Wiesbaden 1906.
Derselbe, Homo diluvialis e Krapina. Djela Jugosl. Akad. 23, 1913.
Derselbe, Der paläolithische Mensch u. seine Zeitgenossen. MAG., Wien 1901.
R. Grahmann, Abschläge von Clactonienart in Mitteldeutschland. Quartär I, 1938.
F. Hančar, Probleme der jüngeren Altsteinzeit Osteuropas. Quartär IV, 1942.
Derselbe, Urgeschichte Kaukasiens. Wien 1937.
O. Hauser, La Micoque. Leipzig 1916.
G. Henri-Martin, L'industrie tayacienne de Fontéchevade. Bull. Soc. Prehist. de France, 1949.
Dieselbe, L'homme fossile Tayacien de la Grotte de Fontéchevade. Compt. Rend. Acad. Sci. Paris, T. 225.
K. Hörmann, Die Petershöhle bei Velden. Abhandl. Naturf. Ges. Nürnberg, 21, 1923.
H. Hilber, Urgeschichte Steiermarks. Graz. 1922.
O. Kadič, Der Mensch zur Eiszeit in Ungarn. Jahrb. Ung. Geol. Anst. XXX, 1935.
Fr. Kiesling, Das Aurignacien im Plateaulehm. Wien 1928.
R. v. Klebelsberg, Handbuch d. Gletscherkunde und Glazialgeologie. Wien 1949.
E. Koken, Das Diluvium von Gafsa. Neues Jahrb. f. Miner. II, 1909.

R. v. Koenigswald, in Quartär II, 1940.
F. Ed. Koby, Les soi-disant instruments osseux du paléolithique alpin... Verhandl. Naturf. Ges. Basel LIV, 1943.
A. Kubacska, Aus Höhlenbäreneckzähnen verfertigte Werkzeugtypen aus dem ungarischen Paläolithikum. Palaeobiol. 3, 1930.
H. Kühn, Kunst und Kultur der Vorzeit Europas. Berlin 1929.
R. Lais, Über Höhlensedimente. Quartär III, 1941.
L. S. B. Leaky: The stone Age Africa. Oxford 1936.
R. Lehmann, Die ältere Steinzeit in Mitteldeutschland. Mannus 1921.
H. Lindner, Ein oberschlesischer Gigantolith. Quartär II, 1939.
O. Mahnkopf, in Mannus 1939.
H. Martin, Ossements utilisées par l'homme moustérien de la Station La Quina. Bull. Soc. Prehist. France, 1906.
O. Menghin, Mensch und Raum in der Eiszeit der Ostalpenländer. Zeitschr. d. Deutsch. Alpenver. 1938.
Derselbe, Weltgeschichte der Menschheit. Wien 1931.
Derselbe, Urgeschichte Niederösterreichs. Heimatkunde v. N.-Ö. 7, 1921.
M. Mottl, Das Aurignacien in Ungarn. Quartär 1942.
Dieselbe, Die Interglacial- und Interstadialzeiten im Lichte der ungarischen Säugetierfauna. Jahrb. Ung. Geol. Anst. 1941.
Dieselbe, Weitere Spuren des Aurignacmenschen in der Steiermark. Protokoll d. Bundeshöhlenkomm. 1949.
Dieselbe, Das Liegloch im Ennstal, eine Jagdstation des Eiszeitmenschen. ArchA. 1950.
Dieselbe, Das Protoaurignacien der Repolusthöhle bei Peggau, Steiermark. ArchA. 1950.
H. L. Movius: Old world palaeolithic Archaeology. Bull. Geol. Soc. Amer. 60, 1949.
Derselbe, Zur Archäologie des unteren Paläolithikums in Südasien und im Fernen Osten. MAG. 1950.
K. Oakly-M. Leaky, Report on Excavations at Jaywick Sands, Essex. Proc. Preh. Soc. London, 1937.
H. Obermaier, Der Mensch der Vorzeit. Leipzig 1911.
Derselbe, Das Paläolithikum und Epipaläolithikum Spaniens. Anthropos XIV—XV, 1919—291.
Derselbe, Die Gudenushöhle. MAG., 38, 1908.
R. Pittioni, Die urgeschichtlichen Grundlagen der europäischen Kultur. Wien 1949.
Derselbe, Urgeschichte. Wien 1937.
Derselbe, Bücherschau in den Mitt. d. Geogr. Ges. Wien 1950.
R Richthofen, Altsteinzeitliche Funde aus der Provinz Oberschlesien. Die Eiszeit, 1930.
G. Riek, Die Eiszeitjägerstation am Vogelherd in Lonetal. Leipzig 1934.
A. Rust, Beitrag zur Erkenntnis der Abwicklung der vorgeschichtlichen Kulturperiode in Syrien. PZ., 1933.
Derselbe, Die alt- und mittelsteinzeitlichen Funde von Stellmoor. Neumünster 1943.
Derselbe, Eine notwendige Stellungnahme. Quartär IV, 1942.
W. Soergel, Die Vereisungskurve. Berlin 1937.
Derselbe, Das Alter der paläolithischen Fundstätten von Taubach- Ehringsdorf-Weimar. Mannus 18, 1926.
R. R. Schmidt, Die diluviale Vorzeit Deutschlands. Stuttgart 1912.
O. Schmidtgen, Über die Jagd der Eiszeitjäger in Wallertheim. Mainz. Zeitschr. 24—25, 1929—30.
Schmidtgen-Wagner, Eine paläolithische Jagdstelle bei Wallertheim in Rheinhessen. Notizbl. Ver. f. Erdk. und Hess. Geol. Landesanst. 5, 1928.
Stehlin-Dubois, La Grotte de Côtencher, station moustérienne. Mem. Paleont. Soc. Suisse 52—53, 1933—34.

G. Schweinfurth, Steinzeitliche Forschungen in Südtunesien. Zeitschr. f. Ethn. 1907.
F. Unger, Geognostische Bemerkungen, Steiermärk. Zeitschr. N. F. 1838.
R. Vaufrey Les procés de la Paleontologie humaine en Allemagne. L'Anthrop. 56, 1931.
H. Weinert, Der geistige Aufstieg der Menschheit. Stuttgart 1940.
P. Wernert, De quelques phenomènes géologiques etc. Bull. Soc. Préhist. France, 1936.
Derselbe, Neue Beobachtungen an den altsteinzeitlichen Fundplätzen von Achenheim. Nachrichtenbl. f. Deutsche Vorzeit 19, 1943.
E Werth, Der fossile Mensch. Berlin 1921.
F. Wiegers, Die diluviale Vorgeschichte des Menschen. Stuttgart 1928.
Derselbe, WPZ., 1939—40.
M. Wilcke, Die Hochkratzer von Kleinwangen. Mannus 1929.
G. Wurmbrand, Höhlen und Grotten im Kalksteingebirge bei Peggau. Mitt. Naturw. Ver. f. Steiermark. 1871.
L. Zotz, Die Altsteinzeit Schlesiens. Berlin 1939.
Derselbe, Altsteinzeitliche Riesensteingeräte aus Schlesien. PZ., 1935.
Derselbe, Vormenschen, Urmenschen, Menschen. Stuttgart 1948.
Derselbe, Das Paläolithikum des unteren Waagtales. Quartär II, 1940.
Derselbe, Altsteinzeitkunde der Südostalpenländer. Archiv f. nat. Gesch. u. Top. XXIX, 1944.
F. E. Zeuner, Dating the past. London 1946.
Derselbe, Die Beziehungen des englischen und französischen Pleistozäns zum deutschen Diluvium. Verhandl. III. Quartärkonf. Wien 1938.
Derselbe, The exhibition of stone age and pleistocene geology from the cape to Britain. Occas. Papers Nr. 9, Univ. London Archaeol. Inst. (Vortrag vom XVIII. Geol. Kongr. 1948).

Abbildungsverzeichnis zum Abschnitt 4.

Abb. 3. Dreieckige Breitspitze mit dorsaler Mittelkante. Quarzit.
Abb. 4. Dreieckige Breitspitze mit abgestumpftem Ende. Quarzit.
Abb. 5. Dreieckige Breitspitze mit Bohrerende. Typischer Clactonabschlag.
Abb. 6. Große Breitspitze mit dorsaler Mittelkante. Typischer Clactonabschlag.
Abb. 7. Breitspitze mit Akkommodationsfläche. Quarzit.
Abb. 8. Breitflache dreieckige Spitze. Quarzit.
Abb. 9. Länglich dreieckige Spitze. Quarzit.
Abb. 10. Basisgerundete Breitspitze. Typischer Clactonabschlag. Hornstein.
Abb. 11. Kleine flächenretuschierte Breitspitze. Hornstein.
Abb. 12. Kleine herzförmige Spitze. Hornstein.
Abb. 13. Längliche Breitspitze mit Kratzerende und gegenstelliger Retusche. Hornstein.
Abb. 14. Schmalspitze. Hornstein.
Abb. 15. Schmalspitze. Quarzit.
Abb. 16—18. Schrägspitzen. Hornstein.
Abb. 19. Krummspitze. Quarzit.
Abb. 20. Breitspitze. Quarzit.
Abb. 21—22. Châtelperronartige Bogenspitzen. Hornstein, Quarzit.
Abb. 23—24. Bogenspitzen. Hornstein, Quarzit.
Abb. 25. Schönes Dreieck. Hornstein.
Abb. 26. Breitspitze mit Bohrerende und gegenstelliger Retusche. Quarzit
Abb. 27—30. Basisdicke Spitzen. Hornstein.
Abb. 31. Blattförmige Spitze. Quarzit.
Abb. 32. Plumpe Spitze mit abgestumpftem Ende. Quarzit.
Abb. 33. Triangulärer Abschlag. Hornstein.
Abb. 34. Triang. Abschlag mit abgestumpfter Spitze. Hornstein.
Abb. 35. Rechtwinkeliger Schaberabschlag.

Abb. 36—38. Rechtwinkelige Schaberabschläge. Hornstein.
Abb. 39—40. Feinretuschierte Kleinspitzen mit dachförmig abfallendem Rücken. Hornstein.
Abb. 41. Pyramidenförmige Spitze. Quarzit.
Abb. 42. Schrägspitze. Hornstein.
Abb. 43. Mousteroide Spitze. Hornstein.
Abb. 44. Grobe Quarzitspitze mit Bohrerende.
Abb. 45. Lanzeolierte Spitze mit Stichelkanten. Quarzit.
Abb. 46. Herzförmige Spitze. Quarzit.
Abb. 47—48. Flächenretuschierte Doppelspitzenbruchstücke. Hornstein.
Abb. 49—51. Mandelförmige Breitklingen. Quarzit.
Abb. 52. Herzförmige, gewölbte Spitze. Quarzit.
Abb. 53. Kleiner, doppelseitig bearbeiteter Fäustel. Quarzit.
Abb. 54. Längliche Spitze mit fazettierter Schlagfläche. Hornstein.
Abb. 55. Doppelseitig grob bearbeitete Doppelspitze. Quarzit.
Abb. 56. Triangularer, hochrandiger Abschlag. Hornstein.
Abb. 57. Triangulare Spitze mit gegenstelliger Retusche. Hornstein.
Abb. 58—59. Breitklingen. Hornstein.
Abb. 60. Breitklinge mit Kratzerende. Hornstein.
Abb. 61. Breitklinge mit gezahnten Rändern. Hornstein.
Abb. 62. Breitklinge mit abgestumpfter Spitze. Hornstein.
Abb. 63. Lamellare Breitklinge. Hornstein.
Abb. 64. Breitkurze Dreikantklinge, vorne abgestumpft. Quarzit.
Abb. 65. Breitkurze Klinge mit Hohlkerben. Typischer Clactonabschlag. Hornstein.
Abb. 66—68. Breitklingenformen. Hornstein, Quarzit.
Abb. 69—72. Breitklingenformen. Hornstein.
Abb. 73. Blattförmige Breitklinge. Hornstein.
Abb. 74. Kleine Breitklinge. Hornstein.
Abb. 75. Große, grobe Breitklinge. Quarzit.
Abb. 76. Schrägklinge. Hornstein.
Abb. 77. Schrägklinge mit Stichelkante. Hornstein.
Abb. 78—79. Schrägklingen. Hornstein.
Abb. 80. Große Schrägklinge. Quarzit.
Abb. 81. Quadratischer Abschlag. Hochrückig. Quarzit.
Abb. 82. Breitklinge. Typischer Clactonabschlag. Hornstein.
Abb. 83—86. Kerbklingen. Hornstein.
Abb. 87. Quadrangulärer Abschlag. Hornstein.
Abb. 88. Breitklinge mit Hohlkerbe und Bohrerende. Hornstein.
Abb. 89. Flache Breitklinge mit Kerbe.
Abb. 90—92. Schmalklingen mit Kratzerende. Hornstein.
Abb. 93. Schmalklinge. Quarzit.
Abb. 94. Dreikantklinge. Quarzit.
Abb. 95. Hochrückige Schmalklinge. Quarzit.
Abb. 96. Feine Dreikantklinge. Hornstein.
Abb. 97. Schmalklinge mit Hohlkerbe. Typischer Clactonabschlag. Hornstein
Abb. 98. Schmalklinge mit Bohrerspitze. Messerchentyp. Hornstein.
Abb. 99. Schmalklinge mit Pfeilspitze. Hornstein.
Abb. 100. Feinretuschierte Schmalklinge mit Kerbe und Stichelkante. Hornstein.
Abb. 101. Kleine Schmalklinge. Quarzit.
Abb. 102. Kleine Schmalklinge mit schnabelförmigem Ende. Hornstein.
Abb. 103. Dreikantklinge mit schnabelförmigem Ende. Quarzit.
Abb. 104. Lamellares Schmalklingenbruchstück. Hornstein.
Abb. 105. Grobe Schmalklinge. Quarzit.
Abb. 106. Feine Schmalklinge. Quarzit.

Abb. 107. Feine Dreikantklinge mit Kratzerende. Typischer Clactonabschlag. Hornstein.
Abb. 108—109. Schmalklingen.
Abb. 110. Feine Schmalklinge mit Kratzerende. Hornstein.
Abb. 111. Feine Schmalklinge. Hornstein.
Abb. 112. Schmalklinge mit Kratzerende und Akkommodationsfläche. Hornstein.
Abb. 113. Feine Schmalklinge mit Bohrerspitze. Quarzit.
Abb. 114—116. Feine Schmalklingen mit seitlicher bis mittlerer Bohrerspitze. Hornstein, Quarzit.
Abb. 117. Hochrückige Schmalklinge. Quarzit.
Abb. 118. Feine Schmalklinge. Hornstein.
Abb. 119. Hochrückige Quarzitklinge mit Schaberende.
Abb. 120. Klingenschaber mit seitlicher Kerbe. Aus der Feuerstelle im Grausand. Hornstein.
Abb. 121. Rechtwinkeliger Klingenschaber. Typischer Clactonabschlag. Aus der Feuerstelle im Grausand. Hornstein.
Abb. 122—23, 123 a. Kerbspitzenformen mit gegenstelliger Retusche. Hornstein, Quarzit.
Abb. 124—26. Bohrerformen. Hornstein.
Abb. 127—28. Trapezförmiger Schaber. Hornstein.
Abb. 129. Trapezförmiger Schaber mit Bohrerende. Hornstein.
Abb. 130—31. Kurzbreite Klingenschaber. Hornstein.
Abb. 132. Klingenschaber. Quarzit.
Abb. 133. Plumper, massiver Klingenschaber. Quarzit.
Abb. 134. Scheibenschaber mit Steilretusche. Hornstein.
Abb. 135. Wechselschaber. Hornstein.
Abb. 136—37. Kielkratzerformen. Hornstein.
Abb. 138. Breitkurzer Klingenkratzer. Typischer Clactonabschlag. Hornstein.
Abb. 139. Ovoider Schaber mit schöner Steilretusche. Hornstein.
Abb. 140. Klinge mit Bohrerspitze. Hornstein.
Abb. 141. Kleiner Nasenkratzer. Hornstein.
Abb. 142. Trapezoider Klingenabschlag. Quarzit.
Abb. 143. Rectangulare Klinge mit seitlicher Kerbe und Bohrerspitze. Hornstein.
Abb. 144. Rectangulare Klinge mit steil abfallendem Rücken.
Abb. 145. Fächerförmiger Schaber. Hornstein.
Abb. 146—48. Halbkreisförmige Schabertypen. Hornstein.
Abb. 149—50. Geradschaber. Quarzit.
Abb. 151. Bogenschaber. Quarzit.
Abb. 152. Geradschaber mit Treppenretusche. Hornstein.
Abb. 153. Großer Rundschaber. Quarzit.
Abb. 154. Halbkreisförmiger Schaber. Quarzit.
Abb. 155. Primitive Hochkratzerform. Hornstein.
Abb. 156. Klingenschaberform. Hornstein.
Abb. 157—59. La Micoque-Sonderformen. Hornstein.
Abb. 160. Flächenretuschierter Geradschaber. Hornstein.
Abb. 161—62. Bohrerform. Hornstein.
Abb. 163. Klingenkratzer. Hornstein.
Abb. 164. Klingenbohrer. Hornstein.
Abb. 165. Riesenschaber. Quarzit.
Abb. 166. Plumper Klingenschaber. Hornstein.
Abb. 167. Großer Mittelstichel. Quarzit.
Abb. 168. Feine Quarzitspitze mit Schäftungsspuren.
Abb. 169—77. Mikrogeräte.
Abb. 178. Kegelnukleus. Quarzit.
Abb. 179. Diskoidaler Nukleus. Clactontyp. Hornstein.
Abb. 180. Knochenspitze.

Abb. 181. Knochenstichel mit Aufhängeöse.
Abb. 182. Mittelstichel aus Knochen.
Abb. 183. Zahnklinge vom Typ „Kiskevely".
Abb. 184. Knochenknopf.
Abb. 185—86. Lochgeräte aus Knochen.
Abb. 187. Kleine Speerspitze.
Abb. 188. Schmuckgegenstand, durchbohrter Wolfschneidezahn.
Abb. 189. Knochenpfriem.
Abb. 190. Knochenhandwerkzeug, eine Art Schlägel oder Hammerbeil. a = Seitenansicht, b = vermutliche Schäftung des Gerätes, c = Querschnitt.
Alle Objekte n. Gr., gez. M. Mottl.

5. Die Tierwelt der Ausfüllungen.

Die Ablagerungen der Repolusthöhle waren sehr reich an Knochen. Davon stammen 80% von erlegten Tieren; nur ein kleiner Anteil stammt von Tieren, die in der Höhle gelebt haben oder hier verendet sind. Die Knochen der graubraunen, erdigen Schichte und des Grausandes sind im allgemeinen besser erhalten, die der rostbraunen Phosphaterde oft sehr zersetzt und brüchig. Am reichsten waren der Grausand und die oberen Lagen der Phosphaterde, während die tieferen Lagen dieses rostbraunen Lehms im Verhältnis als ziemlich fundarm bezeichnet werden können. Demgegenüber sind die Knochen aus dieser Tiefe selten zerschlagen und auffallend groß ist die Zahl der Murmeltierreste. Die tiefsten Lagen der Phosphaterde enthielten nur wenige Höhlenbärenreste. Es konnte beobachtet werden, daß größere Knochen selten an den dicht bewohnten Stellen lagen, sondern zumeist im rückwärtigsten Teil der Höhle, in den Quadraten 29, 30, 31. Die Steinbock- und Dachsschädel, die großen Wisent-, Hirsch- und Höhlenbärengliedmaßenknochen wurden hier zusammengetragen bzw. hierher geworfen. Unter diesen sind solche zahlreich, die behufs Gehirnentnahme und Markgewinnung aufgeschlagen worden sind. Dies erfolgte zumeist durch Abtrennung der Epiphysen, wobei auch die Knochenspongiosa sorgfältig mitausgekratzt wurde. Die Abtrennungsränder derart geöffneter Knochen zeigen immer die nachträglichen, merkwürdigen, zur Längsachse des Knochenbruchstückes schräg verlaufenden, gleichmäßigen, seicht rillenförmigen Bearbeitungsspuren, die ich schon bei der Beschreibung der Knochengeräte erwähnt habe. Oft sind die derart bearbeiteten Ränder tief gekerbt, sägeartig gezahnt. Diese Knochenstücke fallen unter den roh zerschlagenen Bruchstücken mit glatten kurvigen Sprungflächen sofort auf. Die wenigen, teils gut erhaltenen Steinbockschädel besitzen äußerst selten ihre Hornzapfen. Diese wurden zumeist entfernt und die Abtrennungsränder zeigen deutliche Schnittspuren. Zur Hirngewinnung geöffnete Schädel wurden in mehreren Exemplaren gefunden. Einige Hirschgeweihe wurden knapp oberhalb des Rosenstockes abgeschnitten. Die Bruchränder dieser Stücke zeigen ebenfalls die erwähnten Bearbeitungsspuren, wie sie auch noch mehreren abgeschnittenen Hirschgeweihsprossenstücken eigen sind. Da an keinem Hirschgeweihstück ein Schädelfragment haftete, ist anzunehmen, daß nur abgeworfene Geweihe verarbeitet wurden.

Die Farbe der Knochenreste wechselt zwischen gelbbraun und bläulichschwarz. Von den dunkel gefärbten waren die mit Mangan-Eisenlösungen infiltrierten schwer, während andere Stücke markante Vivianitspuren zeigten. Die schwarz-weiß-braun gefleckte Knochenfärbung dürfte durch Manganverbindungen entstanden sein. Helle und dunkle Knochen konnten aus denselben Lagen gehoben werden.

Die Tierwelt der einzelnen Schichten setzt sich aus folgenden Arten zusammen:

1. Humusdecke.

Sie enthielt: *Vulpes vulpes* L.: Schädel- und Gliedmaßenknochen eines erwachsenen Exemplares, sowie Unterkiefer mit Milchbezahnung. *Martes martes* L.: Unterkieferbruchstück. *Meles meles* L.: Zwei Schädel und Extremitätenknochen. *Felix catus* L.: Viele Gliedmaßenknochen und einige Schädelstücke. *Lepus* sp.: Sehr viele Extremitätenknochen, Wirbel, Unterkiefer. *Cricetus cricetus* L.: Mandibel, Schulterblatt, Oberarmbruchstücke. *Cervus elaphus* L.: Zahlreiche Backenzähne und einige Gliedmaßenknochen. *Capreolus capreolus* L.: Ober- und Unterkieferstücke, ferner Röhrenknochen zweier Rehkitzen. *Capra hircus* L.: Extremitätenknochen, Wirbel, Ober- und Unterkieferstücke adulter und juveniler Individuen. *Sus domesticus* Gray.: Schädel-, Wirbel- und Extremitätenknochen eines jungen Tieres. *Gallus domesticus* L.: Metatarsusstücke.

2. Der feinschotterige, stark manganhältige pleistozäne Spaltenlehm des rückwärtigsten Höhlenabschnittes barg nur wenige Funde, die von Steinbock [*Capra ibex* L.] (Humerus, Backenzähne, Vertebra dorsalis), von Gemse [*Rupicapra rupicapra* L.] (Vertebra dorsalis), von Murmeltier [*Marmota marmota* L.] (Beckenstück) und von Rentier [*Rangifer tarandus* L.] (Metacarpus) herrühren. Dieses Ausfüllungsprodukt ist jünger als alle übrigen pleistozänen Schichten, d. h. als Würm II + III zu betrachten.

3. Die graubraune, erdige Schichte enthielt nicht viele Knochen, die aber, wie auch die hier gefundenen vereinzelten Steingeräte, durch ihre mehr-weniger starke Übersinterung leicht von den anderen Funden zu unterscheiden waren. Es handelt sich um die Reste folgender Arten: *Ursus spelaeus* Rosenm.: Zähne, Schwanzwirbel und Extremitätenknochen stärkerer und schwächerer Individuen. Die Kauflächen der Backenzähne sind gut differenziert, typisch spelaeoid. *Ursus arctos* sp.: Ein schlanker erster Phalangenknochen muß dieser Bärenart zugewiesen werden. *Canis lupus* L.: Ein einziger Eckzahn vertritt auch den Wolf unter den Resten. *Vulpes vulpes* ssp.: Einer kleineren Fuchsart gehören ein Mt III und ein Ellenbruchstück an. *Meles meles* L.: Zwei Humeri, eine Elle und ein Fersenbein stammen vom gemeinen Dachs. *Martes martes* L.: Mit einer gut erhaltenen Unterkieferhälfte (Abb. 9) ist auch das Vorhandensein des Edelmarders in dieser Ausfüllung bewiesen. Die Länge des M_1 beträgt 11.8 mm, die Höhe unter diesem Zahn 10.8 mm, der Fund rührt daher von einem kräftigen Tier her. Auch die übrigen Marderreste aus der Repolusthöhle gehören dieser Art und nicht dem Steinmarder an. Als gutes Unterscheidungsmerkmal kann auf Grund der Literaturangaben die Entfernung der Foramina mentalia voneinander sowie der Verlauf der äußeren Konturlinie der Backenzähne gelten. Nach F. Winterfeld (1885) beträgt die Entfernung der Innenränder der beiden Öff-

nungen voneinander beim Edelmarder im Durchschnitt 5.7 mm, beim Steinmarder nur 2.6 mm, unabhängig von der Länge der Mandibel. Ebenso ist der Verlauf der äußeren Konturlinie der Backenzähne beim Edelmarder mehr konkav, beim Steinmarder mehr konvex. Erstere Entfernung beträgt an unserem Fund 6 mm, wie er auch auf Grund des zweiten Merkmales zum Kreise des Edelmarders gehört. Von den steirischen Resten stimmt der von W. Teppner (1914) abgebildete Unter-

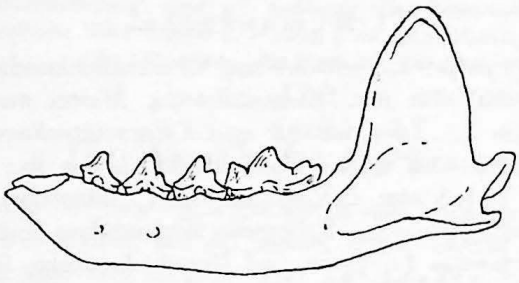


Abb. 9: Repolusthöhle, graubraune erdige Schicht. Edelmarder, Unterkiefer. Nat. Gr.

kiefer aus der Kleinen Galerie der Peggauer Wand gut mit unserem Fund überein. Unter den Resten der graubraunen Schichte der großen Badlhöhle konnte ich diese Art nicht nachweisen; sie fehlt auch dem Fundschatz des Frauenlochs im Rötschgraben bei Stübing. Der von O. Sickenberg aus der Drachenhöhle bei Mixnitz beschriebene Unterkiefer stammt von einem schwächeren Exemplar, da sein M_1 nur 9.5 mm lang ist, also noch etwas schwächer als der Reißzahn der meisten mitteleuropäischen Exemplare, dessen Schwankungsbreite G. S. Miller (1932) mit 9.7—10.8 mm angibt. Die schweizerischen Exemplare des Riß-Würm-Interglazials gehören nach E. Bächler (1940) und H. G. Stehlin (1933) ebenfalls kräftigen Individuen an.

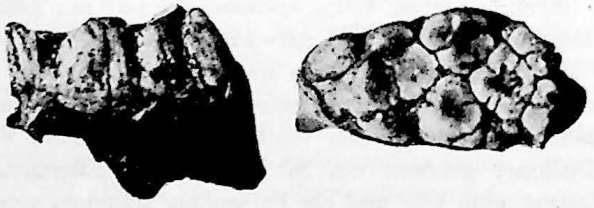


Abb. 10: Repolusthöhle, graubraune erdige Schicht. Wildschwein, oberer letzter Backenzahn. Nat. Gr.

Cricetus cricetus L.: (der gemeine Hamster) ist durch eine linke Unterkieferhälfte in der graubraunen, interstadialen Ausfüllung der Repolusthöhle belegt. Ihre Backenzahnlänge habe ich mit 8.2 mm gemessen, die Zähne sind kaum angekaut. Das Stück paßt somit gut in die Variationsbreite des fossilen gemeinen Hamsters. *Marmota marmota* L.: (Alpenmurmeltier) ist mit einem Humerus dexter und einem Schneide-

zahn vertreten. *Sus scrofa* L.: Ein kräftiger, gut differenzierter, ziemlich abgekauter oberer letzter Backenzahn (Abb. 10) rührt von einem gut entwickelten Exemplar her. *Cervus elaphus* L.: Ein Lendenwirbel, vier erste, zwei zweite Phalangenknochen und ein Radiusbruchstück können dem Edelhirsch zugereiht werden. Die Länge der ersten Phalangenknochen schwankt zwischen 61--64 mm, die der zweiten Phalangen zwischen 47—50 mm. Es handelt sich also um die allgemein bekannte, starke, maralähnliche Edelhirschform des europäischen Pleistozäns. Diese Art konnte ich auch in der Fauna der großen Badlhöhle nachweisen, während der Edelhirsch den interglazialen Ablagerungen der Drachenhöhle bei Mixnitz merkwürdigerweise vollkommen fehlt. *Bison priscus* Boj.: Ein unterer Backenzahn, zwei erste Phalangen und ein Fußwurzelknochen vertreten ein starkes männliches Exemplar dieser Art. *Capra ibex* L.: Mehrere Wirbel, Zähne und Extremitätenknochenbruchstücke gehören dem Steinbock an.

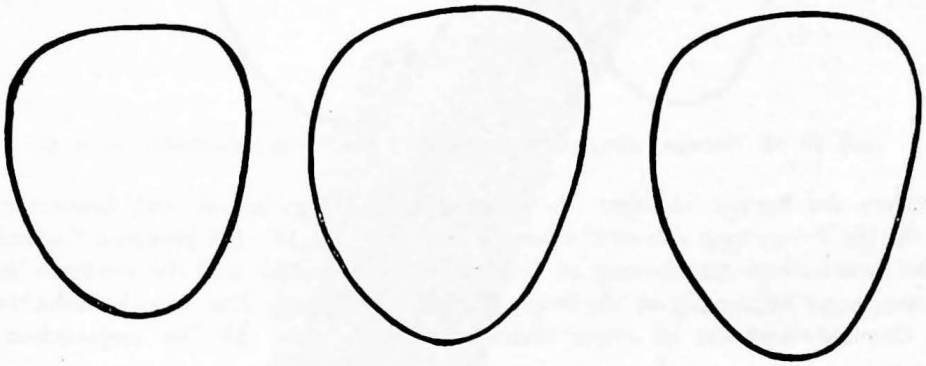


Abb. 11—13. Basisquerschnitte von Hornzapfen des Steinbockes aus der Ofenberger Höhle. ½ n. G.

In dieser kleinen Tiergemeinschaft sind Höhlenbär- und Steinbockreste in gleicher Zahl vorhanden. Es handelt sich um zwei hochalpine Arten (Steinbock, Murmeltier), um zwei mehr Steppenformen (Hamster, Wisent) und um acht waldbewohnende Tiere. Glazialformen konnten keine nachgewiesen werden, das interstadiale Gepräge der Fauna kommt somit gut zum Ausdruck.

4. In dem grauen Sand fanden sich auffallend viele Steinbockreste, die zeigen, daß man während des späten Interglazials vorwiegend auf Steinbock jagte.

Capra ibex L.: Auffallend ist die große Zahl der isoliert gefundenen Zähne im Verhältnis zu den anderen Skelettresten, besonders zur geringen Stückzahl der Rippenknochen. Eine Sortierung oder ein Anhäufen der Zähne konnte demgegenüber nicht festgestellt werden. Unter den Resten gibt es nur wenige jugendliche Exemplare, größtenteils sind kräftige, adulte Tiere nachzuweisen.

Auf Grund der reichen Literaturangaben (Gervais, Dawkins, Sanford, Hoernes, Forsyth Major, Nehring, Koch, Woldřich, Girtanner, Harlé, Boule, Schlosser, Studer, Stehlin, Sickenberg, Rakovec̆, Mottl) kann die Repolustform sicher in den *Capra ibex* (= *Ibex alpinus*)

Formenkreis gestellt werden. Sie stimmt dementsprechend auch mit der Steinbockart aus der großen Badlhöhle und aus der Ofenberger Höhle bei St. Lorenzen (Stmk.) (Abb. 11—13), ferner mit *Ibex priscus* Woldřich's (Abb. 14) aus Niederösterreich gut überein. Obzwar das sehr reiche Steinbockmaterial der Grimaldihöhlen ein starkes Variieren innerhalb des Alpensteinbock-Formenkreises erwiesen hat (M. Boule 1910),

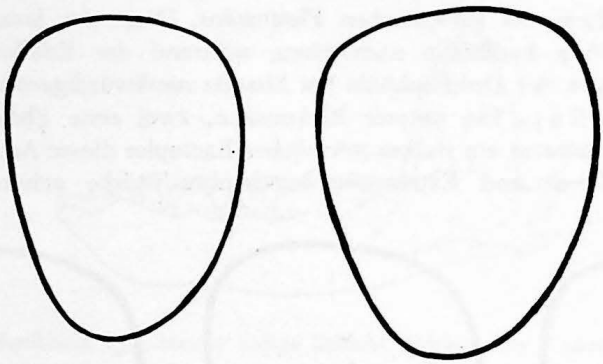
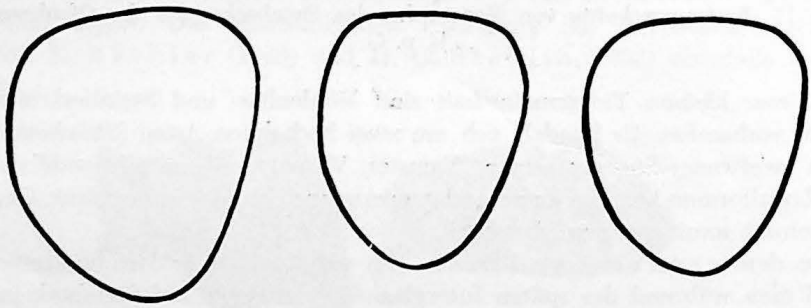


Abb. 15, 16: Basisquerschnitte des Steinbockes aus der Repolusthöhle. ½ n. G.

so zeigen die Basisquerschnitte der Hornzapfen der Repolustart doch immer wieder die für die Ibexgruppe charakteristische Form (Abb. 15, 16). Bei jüngeren Exemplaren findet eine stärkere Annäherung an *Capra sibirica* statt, doch sind die vorderen Seitenkanten immer abgerundeter, als beim sibirischen Steinbock. Die Basisquerschnittsform des Grimaldisteinbocks ist etwas verschieden, noch mehr die der ungarischen Art,



14 17 18

Abb. 14: Basisquerschnitte des *Ibex priscus,* Woldř.; 17: Basisquerschnitt der *Capra Sibirica* almasy Lor.; 18: Basisquerschnitt des *Ibex alpinus* L. ½ n. G.

die ich mehr mit der westkaukasischen *Capra sewertzowi Menzb.* verknüpft habe. Die ungarische Form hat außerdem verhältnismäßig kurze (31 cm), kaum gebogene und steil gestellte Stirnzapfen. Steiler gerichtet als beim rezenten Alpensteinbock sind auch die Hornzapfen der bisher ältesten Form: *Capra camburgensis,* während die Repolustart die für *Ibex alpinus* kennzeichnende Krümmung und Divergenz der

Stirnzapfen zeigt. Den Winkel der Divergenz habe ich an dem einzigen, einen fast vollständigen Hornzapfen besitzenden Steinbockschädel (Abb. 19) mit 48° gemessen. Nach Boule weichen die Hornzapfen des Grimaldisteinbocks unter einem etwas größeren Winkel (50—54°) auseinander. Unter den Funden aus der Drachenhöhle bei Mixnitz waren leider keine adulten Schädel mit Hornzapfen vertreten. Die niederösterreichischen *Ibex priscus*-Schädel besitzen einen bedeutend größeren Divergenz-



Abb. 19: Repolust-Höhle, Grauer Sand. *Capra Ibex-Calvarium* mit Hornzapfen. ½ n. Gr.

winkel, als unsere Art (62—65°). Bis 63° messende Winkel hat Stehlin (1918) aber auch an diluvialen Alpensteinböcken aus dem Birstal nachgewiesen. Die dem Riß I angehörende *Capra camburgensis Toepf.* zeigt einen Divergenzwinkel von 50°. (V. Toepfer 1934). Es scheint also, daß der Divergenzwinkel der Stirnzapfen von den mittelpleistozänen zu den jungpleistozänen Formen zunimmt, während er beim rezenten Alpensteinbock ebenfalls um 50° schwankt.

Die Steinböcke aus der Repolusthöhle verhalten sich in der Schädelausbildung wie *Ibex priscus* (J. N. Woldřich 1893). Sowohl die Hornzapfenstücke aus der

Repolusthöhle wie auch die aus der Ofenbergerhöhle zeigen ähnlich wie der sibirische Steinbock und *Ibex priscus* zwei Nährlöcher an ihrer Wurzel, ein caudolaterales und ein orolaterales Loch, während die ungarische interglaziale Form und *Capra sewertzowi* drei solche besitzen, da zu beiden ersteren noch ein oromediales dazu kommt.

Der Unterkiefer der Repoluststeinböcke ist stark gebogen, mit einem gerundeten Angulusteil und einem gut entwickelten Knochenwulst unter dem hinteren Lappen des M_3. (Abb. 20). Zumeist ist nur ein Foramen mentale vorhanden und zwar im vorderen Teil des Diasthems, seltener noch ein zweites unter dem P_3 oder gar unter dem P_4. Die Mandibeln verhalten sich also durchaus ibexartig. Auch ist die Zahnreihe der Repolustunterkiefer eine vollkommene, d. h. aus P_2—M_3 bestehend. Nur in einem einzigen Fall konnte ich P_2 als rudimentär feststellen und in einem Falle, bei einer krankhaften Zahnausbildung, fehlte dieser Zahn gänzlich. Demgegenüber war die Zahnkrone des P_2 der 36 untersuchten Unterkiefer aus der ungarischen Subahöhle nur in zwei Fällen entwickelt, in der Mehrzahl jedoch fehlend, was auf eine fortgeschrittenere Reduktion bei dieser Art hinweist.



Abb. 20: Repolusthöhle, Grauer Sand. Unterkiefer von *Capra ibex*. ½ n. Gr.

Unter den Repolustfunden befinden sich auch mehrere Milchgebisse. Die Schmelzzäpfchen zwischen den Außenlappen des D_4 sind von wechselnder Ausbildung, so auch die Wurzel unter dem Mittelpfeiler. Bald finden wir sie kräftig, dann wieder verkümmert an. Auf diese Unterschiede kann also kein großes Gewicht mehr gelegt werden. Die Länge der D_4 und D_3 schwankt zwischen 19—21, bzw. 10—11 mm, gegen 14.4, bzw. 8.8 mm beim Alpensteinbock.

Nach O. Sickenberg (1931) waren am D_3 der Mixnitzer Steinböcke an der Innenwand drei Falten nachzuweisen, also auch die sonst verkümmerte Mittelfalte entwickelt und scharf nach vorne gestellt, ein Merkmal, das sonst nur die Wildschafe kennzeichnet. Unter den zahlreichen juvenilen Mandibeln aus der Repolusthöhle konnte ich die Mittelfalte nur in einem Falle kräftig hervorspringend feststellen, im allgemeinen war sie schwach entwickelt.

Sehr interessant ist ein stark gebogener, abnormal abgekauter Unterkiefer mit ganz schräg nach außen abfallender Kaufläche. Die Länge der unteren Backenzahnreihe adulter Tiere schwankt zwischen 83—94 mm, die des M_3 zwischen 28—33 mm, es handelt sich also auch um ganz kapitale Böcke.

Am oberen letzten Backenzahn M_3 ist das zugespitzte Ende des Nachpfeilers stets gut entwickelt und stark nach außen gerichtet, wie das auch beim Alpensteinbock der Fall ist.

Die Länge des Metacarpus variiert zwischen 148—155 mm, ihre Proximalbreite zwischen 37—41, ihre mittlere Breite zwischen 28—32 und ihre untere Breite zwischen 43—49 mm. Sie gehören also fast durchwegs kräftigen Individuen an.

Die Länge des Metacarpus schwankt zwischen 146—160 mm, ihre Proximalbreite zwischen 22—25 mm, ihre Distalbreite zwischen 35—40 mm. Die Ausbildung der proximalen Gelenkflächen zeigt nur eine geringe Variation, da es sich fast durchwegs um erwachsene Exemplare handelt. Der caudale Rand der proximalen Gelenkfläche des Metatarsus zeigt gut in seiner Mitte den Knochenfortsatz, der schräg die zweite cuboidale Gelenkfacette trägt.

Vollständige Röhrenknochen fanden sich wenige, da die meisten zwecks Markgewinnung geöffnet worden waren. Die Länge des Femur habe ich mit 280 mm, die der Tibiae mit 300—305 mm gemessen. Diese Maße entsprechen denen des *Ibex priscus*. Auch zeigt die proximale Gelenkfläche der Tibiae der Repolustart den tief ausgeschnittenen caudalen Rand der Facies lateralis, während dieser Rand beim ungarischen interglazialen Steinbock fast gerade verläuft. An einem Calcaneus konnte eine arthritische Knochenauflagerung, und zwar am Gelenkende, nachgewiesen werden.

Nach O. Sickenberg gehört *Ibex priscus* Woldř. noch in den Formenkreis des Alpensteinbocks. Diese Auffassung kann durch ungarisches Material (Mottl 1939) sowie durch die vorher abgebildeten Basisquerschnitte der steiermärkischen diluvialen Steinböcke bekräftigt werden. O. Abel (1922), O. Wettstein (1940), K. Ausserer (1946) und V. Toepfer (1934) wären demgegenüber eher für eine artliche Trennung des mitteleuropäischen Materials, mit dem schlankeren westalpinen *Ibex alpinus* und dem stärkeren ostalpinen Steppensteinbock (*Ibex priscus*). Toepfer möchte in seiner neuen Art eine Stammform aller jungdiluvialer Arten erblicken und schließt *Ibex priscus* als Vorfahre des Alpensteinbocks aus.

Nach dem mir vorliegenden ziemlich reichen Steinbockmaterial scheinen aber die österreichischen Funde doch einen engen Kreis zu bilden, während an *Capra camburgensis* eher die hochinterglazialen Grimaldisteinböcke und vielleicht die ungarische Form anschließen.

Ursus spelaeus Rosenm. In der Begleitfauna des grauen Sandes ist der Höhlenbär am reichlichsten vertreten. Zumeist findet man Wirbel und Extremitätenknochen, während Schädelstücke äußerst selten sind. Der einzige Unterkiefer rührt von einem jugendlichen Individuum her, wie auch sonst Jungbärenknochen zahlreicher sind. Die isoliert gefundenen Zähne zeigen die für den typischen Höhlenbären kennzeichnende, stark differenzierte Kauflächenstruktur. Mehrere Röhrenknochen sind behufs Markgewinnung geöffnet worden. Krankhaft veränderte Knochen fand ich keine.

Ursus arctos L. (forma primitiva). Ein fast vollständig erhaltener rechter Unterkiefer (Abb. 21) ist 252 mm lang, kräftig und gedrungen. Er zeigt eine Reihe Merkmale, die ihn den primitiven altpleistozänen Formen näher rücken, als dem spätglazialen und dem rezenten *Ursus arctos arctos*. Er besitzt zweifelsohne viel

Ähnlichkeit mit dem von W. Teppner (1914) und mir (M. Mottl 1947) aus der Steiermark beschriebenen, etwas größeren *Ursus priscus* Goldf. Sie ist ebenfalls eine mesognathe Form mit einer sehr rauhen, tiefen, weit nach unten reichenden Fossa masseterica, mit einer tieferen Lage des Processus condyloideus, mit steil aufsteigendem Processus coronoideus, starkem, rauhem Processus angularis, mit einer Kulissenstellung der Inzisiven und einem arctoiden Bau der Backenzähne.

Während aber die priscus-Unterkiefer aus dem Frauenloch knapp hinter dem ebenfalls kräftigen und seitlich stark komprimierten Eckzahn nur den P_1, bzw. seine Alveole zeigen, ist an der Mandibel aus der Repolusthöhle dicht an dessen seichte Alveole anschließend eine zweite, tiefe, 5 mm lange Alveole und 12.5 mm davon entfernt die ebenfalls tiefe, fast kreisrunde Alveole (4.8 mm) des P_3 zu sehen. Die Zahnlücke C—P_4 ist noch geringer (33 mm), als an den beiden Frauenlochfunden. In einem Abstand von 7 mm nach der P_3-Alveole folgt der auffallend lange, schmale und primitive P_4. Während M_1—M_3 schon ziemlich abgekaut sind, zeigt der P_4 nur



Abb. 21: Repolusthöhle, grauer Sand. Unterkiefer von *Ursus arctos* L. ½ n. Gr.

an seinem Talonid eine geringfügige Abkauung. Daraus könnte man wohl auf das Fehlen des P^3 im Oberkiefer schließen. Der P_4 ist äußerst primitiv gebaut, indem nur sein Protoconid kräftig entwickelt ist. Der Zahn ist lang-ellyptisch, in seinem Talonid fast gar nicht verbreitert. Von der etwas nach vorne gerückten Protoconidspitze zieht eine Schmelzkante nach vorne. Das Deuteroconid ist nur ganz schwach angedeutet, so auch die kaudale Schmelzkante. Am Innenrand des Talonid ist eine kleine Schmelzverdickung vorhanden. Die Cingulumbildung ist eine sehr geringfügige.

Im Verhältnis zum P_4 erscheint der M_1 als sehr klein. Sein Paraconid ist mäßig entwickelt, sein einfacher Protoconid kräftiger. Die Depression hinter dem Paraconid ist sehr seicht. Vor dem ausgekauten Metaconid sitzt ein schwaches Prometaconid. Die Zwischenfelder sind glatt, ohne Höckerchen oder Dentinstreifen. Das Hypoconid dürfte ebenfalls gut entwickelt gewesen sein, vor dem ausgekauten Entoconid befindet sich ein schwaches Proentoconid. Ein Cingulum ist nur labial, in der seichten Einschnürung zwischen Trigonid und Talonid zu sehen. Zwischen Hypo- und Entoconid ist kein hinterer Randhöcker vorhanden.

M_2, der zweite Backenzahn, hat ebenfalls eine einfach gebaute, abgerundet rechteckige, langschmale Krone, deren Schmelz schon ziemlich abgetragen ist. Ein Para-

	Ursus arctos L. foss. (primitiv) Repolusthöhle Stmk.	Ursus priscus Goldf. Frauenloch Stmk.	Ursus arctos L. foss. Josefinengrotte Stmk.	Ursus arctos L. foss. Hohlefels ob. Happurg	Ursus arctos L. Beilsteinhöhle	Ursus arctos L. rezent Europa	Ursus taubachensis Rode Taubach
Länge u. Breite des P_4	17.5 × 7.8	14.6—15.2 × 9	14 × 9	16.5 × 9.2	12.5 × 8	11.2—15 × 6—8.7	11.6—15.4 × 6.8—9.4
Länge u. Breite des M_1	24 × 11.7	26.5—27.1 × 14.2	25 × 13.5	28.5 × 15.5	25.2 × 13	21—30 × 10.5—16.2	23.2—27.3 × 11.2—16
Länge u. Breite des M_2	25.5 × 16	26—27 × 17—19	24.5 × 17	32 × 20.2	26.2 × 17.2	21.5—30 × 12.5—18	24—30 × 15—19.8
Länge u. Breite des M_3	21 × 18	21—21.5 × 16.5—17.6	23.5 × 16.3	28 × 19.2	19.8 × 15.8	17—24.6 × 13.2—19.2	22—24 × 14.2—18.2
Länge des Diastems	33	36—37.2	37	22	35	30—40	41—51
Länge des Unterkiefers	252	260—270	265 (255)	—	233	205—254	262—295
P_4—M_3-Länge	88 —	88.1—90.7	87	—	83.7	70.7—99.6	80.8—99.7
M_1—M_3-Länge	70.5	73.5—75.5	73	87	71.2	59.5—84.6	69.2—81.3
Höhe zwischen M_1—M_2	56	52.5—59	51	47.3	43	37—54	50—63
Höhe unter M_1	53	50—54	51	—	—		—
Höhe vor P_4	54	53—56.5	52	51	13	31—51	45—51

	Ursus deningeri Reich. Mosbach	Ursus deningeri hundsheimensis Zapfe Hundsheim	Ursus spelaeus Ros.	Ursus artos sp. Ehringsdorf	Ursus arvernensis Reich. (nec. croiz. Job.) Mauer	Ursus etruscus Cuv. Italien	Ursus schertzi Dehm Achenheim
Länge u. Breite des P_4	14—16 × 7—10	16 × —	13—18.5 × 8.2—12.5	13.5—16.2 × —	11.4 × 7.6	12—14.3 × 6.5	10.3 × 6.1
Länge u. Breite des M_1	24.2—26.9 × 10—14	27.5 × —	25.4-38.1 × 11.5-16.5	27.2—30.2 × —	19.1 × 9.6	24—25 × 19	18.3 × 8.1
Länge u. Breite des M_2	24—30.2 × 14—19.2	27 × —	26.5—32 × 16—20	28—30 × —	20.1 × 14	25—27 × 16.5	19.3 × 11
Länge u. Breite des M_3	21.5—25 × 15.5—20.1	23 × —	23.5—31 × 16.1—21	23.6—28.2 × —	15.8 × 13.2	18—18.7 × 15	14.2 × 10.9
Länge des Diastems	40—65	50	51—68	—	31—37	62—65	22. 5
Länge des Unterkiefers	255—314	288	276—363	—	220	266—268	—
P_4—M_3-Länge	88.2—98	93.5	92.2—112.5	92.3—104.6	66.7	79—85	62.1
M_1—M_3-Länge	74.2—82	77.5	79.2—94	78.8—88.4	57.2	72—76	51.8
Höhe zwischen M_1—M_2	48—66	60	47—87	—	51	44—64	38
Höhe unter M_1	—	—	—	—	—	—	—
Höhe vor P_4	49—66	60	50—74	—	16	45-62	38

conid ist an dem Zahn nicht angedeutet. Der stärkste Höcker war das Metaconid, mit einem vorderen Nebenhöcker versehen. Vom Protoconid zieht eine Diagonalkante bis zur Zahnmitte. Das Entoconid war zweizackig, das Hypoconid erscheint als stark ausgekaut. Das Cingulum ist nur labial, undeutlich vorhanden. Der Zahnumriß zeigt fast keine Einschnürung.

M_3, der letzte Backenzahn, ist oral auffallend breit. Seine Ränder verlaufen dann beiderseits konvex nach hinten, ohne eine jegliche Einschnürung. Sie bilden ein abgerundetes Dreieck, bzw. die für die Braunbären bezeichnende Keilform. Labial ist der Zahn ziemlich stark abgekaut. Seine Ränder sind nicht gegliedert, das Proto- und das Metaconid nur schwach entwickelte Schmelzpartien, das Innenfeld ganz schwach skulptiert.

Ein isoliert gefundener M_1 ist gleichfalls einfach gebaut, bloß etwas größer (26 mm). Die beiden, ebenfalls isoliert gefundenen M^2 sind 35.5, bzw. 37.5 mm lang und 19, bzw. 19.5 mm breit, fallen daher in die Schwankungsbreite des *etruscus* und des rezenten *arctos*. Ihre Kaufläche ist schwach flachfaltig, nur Para- und Metaconus mäßig entwickelt, der linguale Rand flach, ein Hypocon nur schwach angedeutet. Nur der eine Zahn zeigt eine geringe faziale Einbuchtung.

Alle die angeführten Merkmale weisen auf einen sehr primitiven Vertreter der Arctosgruppe hin.

Das Vorhandensein von 3 Pm-Alveolen, das kurze Diasthem, der sehr primitive P_4 und der kleine M_3 verknüpfen unsere Form noch mit alt-, bzw. mittelpleistozänen Typen der arvernensis-Gruppe (*Ursus arvernensis* Reich, *nec* Croiz, Job. = *Plionarctos stehlini* Kretz. und *Ursus schertzi* Dehm).

Ein ähnliches Längenverhältnis zwischen P_4 und M_1, bzw. zwischen P_4 und M_3 habe ich nur bei diesen Arten gefunden, ferner bei einigen *Etruscus*-Exemplaren. Das Verhältnis des vorderen Kieferabschnittes, des Diasthems zu P_4—M_3-Länge errechnet sich bei unserem Unterkiefer zu 0.37, ähnlich also den von R. Dehm (1943) gewonnenen Werten bei *arctos* (0.26—0.41), *tibetanus* (0.23—0.42) und *Ursus schertzi* von Achenheim (0.34). Bei *Ursus arvernensis* von Mauer beträgt der entsprechende Wert bis zu 0.54, bei *Ursus etruscus* von Valdarno bis zu 0.71. Der vordere Kieferabschnitt ist also gegenüber *arvernensis* und *etruscus* mehr verkürzt, was wieder beweist, daß unsere Form, wie auch der rißeiszeitliche (bzw. Riß I—II Interstadial) Kleinbär von Achenheim zu den modernen Arctostypen gehört.

Sehr interessant ist der durch Dehm durchgeführte Vergleich der Zahnlängen, bezogen auf die Summe der Zahnlängen von P_4—M_3. Er schreibt: „An den fallenden Werten für P_4 und an den steigenden für M_3 von *Ursavus* über *arvernensis, etruscus* und *schertzi* zu *arctos* und *spelaeus* läßt sich die zunehmende Verbreiterung der hinteren Kaufläche auf Kosten des Prämolars verfolgen und damit der Grad der Primitivität oder Fortschrittlichkeit kurz beurteilen." So ergibt sich bei *Ursavus elmensis* ein Wert von 21.4 für den P_4 und einer zu 16.9 für den M_3, bei *Ursus arvernensis* 17.1, bzw. 23.7, bei *Ursus etruscus* 16.8, bzw. 22.0, bei *Ursus schertzi* 16.6, bzw. 22.9, bei *Ursus arctos* 16.1, bzw. 24.6 und bei *Ursus spelaeus* 15.0, bzw. 26.4. Der für den P_4 des Repolustbären gewonnene Wert ist sehr hoch: 19.8, fällt also zwischen

Ursavus und *arvernensis*, der für M_3 : 23.8, entspricht also fast genau dem bei *arvernensis*.

Demnach verbinden den Repolustbären wie die Achenheimer Form nahe strukturelle Beziehungen mit *Ursus arvernensis* R e i c h., gegenüber der fortschrittlichen *Deningeri*-Gruppe. M. B o u l e (1910) beschreibt aus den interglazialen (Riß-Würm) Ausfüllungen der Grimaldigrotten eine dürftig belegte mittelgroße Braunbärenrasse als *Ursus praearctos*, gibt aber keinen Holotypus, noch eine ausführliche Diagnose an. Der ebenfalls dem Riß-Würm-Interglazial angehörende *Ursus taubachensis* R o d e, noch mehr der Ehringsdorfer Braunbär unterscheiden sich als bedeutend spezialisiertere Formen recht gut von unserem primitiven Braunbären.

Der Braunbär aus der Repolusthöhle steht also zwischen *Ursus schertzi* D e h m und *Ursus priscus* G o l d f. der Steiermark.

R. D e h m (1943) verknüpft seine rißeiszeitliche neue Kleinbärenart mit dem rezenten *U. tibetanus Cuv.* (tibetanischer Kragenbär). Doch werden keine Extremitätenknochen seines Bären beschrieben, weshalb ich erwähne, daß der Kragenbär wie auch der Malayenbär, Lippenbär und *Ursus isabellinus syriacus* und der Höhlenbär eine ausgesprochene Tibiatorsion besitzt, gegenüber *arvernensis, etruscus, arctos, maritimus* und *horribilis* mit nicht torsierter Tibia (siehe M. M o t t l 1940).

Aus dem kräftig gebauten, gedrungenen Unterkiefer des Repolustbären würde man auf plump-gedrungene Extremitäten dieser Art folgern, doch beweisen die vorliegenden Knochenreste das Gegenteil. Sie fallen durch ihre schlank-gestreckten Proportionen unter den plump-gedrungenen Gliedmassenknochen des Höhlenbären sofort ins Auge. Der Femurknochen ist leider behufs Markgewinnung an seinen beiden Enden geöffnet worden. Ein Mc III weist eine Länge von 95 mm auf, gegen 86 mm beim niederösterreichischen Ursus deningeri hundsheimensis Zapfe (H. Z a p f e 1946). Ein Mt I ist 82 mm lang gegen 60.2 mm der altpleistozänen Form. Ein erster Phalangenknochen des ersten Strahles hat eine Länge von 53 mm, ein zweites Fingerglied 35 mm. Längen und Proportionen weisen auf eine schlanke, doch kräftige Braunbärenart hin, deren Überreste mit denen des Höhlenbären nicht verwechselt werden können.

Die in der rostbraunen Phosphaterde gefundenen Tali sind durchaus arctoid proportioniert, o h n e einen medialen Fortsatz und mit einer nur ganz seichten medialen Einschnürung. Auch ist die starke Krümmung der Calcaneus-Facetten ein arktoides Merkmal. Die mediale Calcaneus-Facette fließt jedoch mit der dem Naviculare dienenden Gelenksfläche ziemlich breit zusammen, zeigt daher eine spelaeoide Gestaltung. Was sehr interessant ist, schließt sich dieser Facette etwas lateral und fast senkrecht zu dieser gelegen eine querovale, 15 mm lange weitere Gelenksfacette an; dies deutet auf eine intensivere Gelenkung mit dem Fersenbein hin.

Das Nebeneinandervorkommen vom Höhlen- und Braunbären konnte in der Steiermark s i c h e r nachgewiesen werden. Wir haben hier sogar eine kleine Entwicklungsreihe vor uns, die von der primitiven Repolustform über die Frauenlochfunde zu dem etwas spezialisierteren Typ aus der Josefinengrotte führt.

Auf Grund der neueren Funde würde ich empfehlen, den Artnamen *Ursus priscus* Goldf. statt *Ursus arctos fossilis* Rode beibehalten zu wollen, da unsere erweiterten Kenntnisse dafür zeugen, daß im europäischen Mittel- bis Jungpleistozän mehrere Braunbärenrassen gelebt haben. Ich erwähne nur den kleinen *Ursus schertzi,* die mittelgroße Repolustform, die am besten als *praepriscus* bezeichnet werden könnte, den typischen *Ursus priscus,* weiters die im ungarischen Jungpleistozän gut belegte kleine *arctos*-Varietät, die sich mit dem postglazialen und rezenten Braunbären Ungarns unmittelbar verbindet. Die primitive Arctosform der Repolusthöhle gehört jedenfalls zu den wichtigsten Funden aus dieser Höhle. Weiters ist *Canis lupus* L. (Wolf) mit drei Metapodien und einem Eckzahn vertreten. *Vulpes vulpes vulpes* L. (großer Fuchs) ist durch mehrere Extremitätenknochen, Wirbel, Calcaneus, Metapodien und einem unteren Reißzahn belegt. Der Mt. IV ist 71 mm lang, der untere Reißzahn besitzt eine Länge von 17,2 mm, stimmen somit mit den entsprechenden Werten der im Jungpleistozän verbreiteten großen Fuchsform überein. Neben den Resten der großen Rasse liegen auch solche (eine Elle und ein Fersenbein) einer kleineren Unterart vor *Vulpes* sp. Ein kleindimensioniertes Oberarmbruchstück könnte von Eisfuchs (*Leucocyon lagopus* L.) herrühren. *Meles meles* L. (Dachs) ist durch ein Schädelbruchstück, eine Unterkieferhälfte, zwei Oberarmbruchstücke, eine Elle, ein Schienbeinknochen, ein Fersenbein und ein Mittelfußknochen nachgewiesen.

Martes martes L. (Edelmarder) gehören ein etwas schwächeres Unterkiefer, ein vollständiger Oberarmknochen, ein Oberschenkelknochen, zwei Speichenbruchstücke und ein Lendenwirbel an. Der Humerus ist 71 mm, der Femur 79 mm lang; sie sind die Reste eines kräftigen Tieres.

Felis spelaea Goldf. (Höhlenlöwe) ist durch einen oberen Pm^3 belegt. Ein sehr stark gebautes Oberarmbruchstück muß *Felis silvestris* Briss. (Wildkatze) zugeteilt werden. Seine Distalbreite mißt 25 mm. Daß die jungdiluvialen Wildkatzen ganz gewaltige Dimensionen erreichten, hat schon H. Helbing (1935) betont.

Cricetus cricetus major Woldř. (Hamster) ist durch einen kräftigen Oberschenkelknochen, Länge 57.5 mm, vertreten. Da auch aus der rostbraunen Phosphaterde mehrere wohl erhaltene Unterkiefer dieser Unterart zum Vorschein gekommen sind, kann der Rest mit der großen pleistozänen Hamsterform Woldřich's identifiziert werden. Der Nachweis von *Marmota marmota* L. (Murmeltier) ergibt sich aus acht gut erhaltenen Unterkiefern und zahlreichen Gliedmaßenknochen. Da aus der rostbraunen Phosphaterde mehrere vollständige Schädel geborgen werden konnten, erfolgt die ausführliche Beschreibung aller Murmeltierreste erst dort.

Als Reste von *Cervus elaphus* L. (großer Edelhirsch) erweisen sich zwei Zähne, ein Geweihsprossenstück, ein erster Phalangenknochen und einige Fußwurzelknochen. Der Phalanx I hat eine Länge von 62 mm, paßt sonach gut in die Schwankungsbreite dieser verbreiteten Art. Zwei Rückenwirbeln, ein Fersenbeinbruchstück, ein unterer Backenzahn, sowie zwei Tarsalia gehörten *Bison priscus* Boj. (dem großen Steppenwisent) an. Ein Hornzapfenstück, ein Rückenwirbel, ein Calcaneus, ein Metacarpusbruchstück, sowie mehrere Phalangen rühren von *Rupicapra rupicapra* L. (Gemse) her. Die ersten Phalangen besitzen eine Gesamtlänge von 57—58 mm, die zweiten

Phanlangen eine von 32—35 mm. Diese Maße stimmten mit denen überein, die an einem reichen jungpleistozänen Material von Th. Kormos (1915), H. G. Stehlin (1933—34) und von mir (1940) festgestellt wurden. Es ist auffallend, wie wenig diese alpine Form vom Riß-Würm-Interglazial bis zum Spätwürm in ihren Maßen variiert hat. Sie war kräftiger als die rezente alpine Art gebaut. Ein Phalanx II dürfte *Equus cfr. mosbachensis* Reich. (der großen, schweren Pferdeart) und nicht dem jüngeren woldrichi-Formenkreis angehört haben. Im grauen Sand fanden sich dann drei Unterarmknochen von *Lagopus mutus* Mont. (dem Alpenschneehuhn) sowie ein Humerusbruchstück und ein Phalanx I von *Aquila* sp. (Adler).

5. Die rostbraune Phosphaterde. Obwohl sie ein weit mächtigeres Ausfüllungsprodukt als der graue Sand darstellt, übertrifft die Gesamtzahl der in ihr geborgenen Knochen kaum jene aus dem grauen Sand, da ihre unteren Lagen verhältnismäßig arm an Funden waren. In diesen tieferen Straten fanden sich auch mehrere vollständige Knochen, besonders solche von Höhlenbären, wohl ein Beweis für den vorübergehenden Aufenthalt der Menschen in der Höhle. Das ergibt sich auch aus der geringen Zahl von Artefakten in diesen Lagen.

In der rostbraunen Phosphaterde überwiegen die Höhlenbärenreste vor jenen des Steinbockes. Bei *Ursus spelaeus* Rosenm. handelt es sich zumeist um die Reste kräftiger, erwachsener Exemplare gleich jenen aus der Drachenhöhle bei Mixnitz und von Winden mit noch intaktem oder wenig angekautem Gebiß, jedoch nicht um hochalpine Kleinformen, wie wir sie aus den schweizerischen Rastplätzen (Bächler 1940), aus der Salzofenhöhle im Toten Gebirge (K. Ehrenberg, 1942) und aus der Schreiberwandhöhle am Dachstein (K. Ehrenberg, 1929) kennen. Senile oder krankhaft veränderte Stücke sind sehr selten, Jungbärenknochen etwas häufiger. Sehr interessant ist die große Zahl an Neonatenextremitäten. Die Länge der Humeri schwankt zwischen 30—33 mm, die der Femora zwischen 29—35 mm, die der Schienbeine zwischen 23—25 mm. Die kleinste Scapula ist 21 mm, die größere Form 27 mm lang. Alle diese Maße passen gut in die von Ehrenberg gegebene Schwankungsbreite der Mixnitzer Höhlenbärenneonaten. Aus der größeren Zahl dieser Reste kann geschlossen werden, daß die Repolusthöhle nur während der Wintermonate von Höhlenbären bewohnt war, während der sie auch ihre Jungen gesetzt haben, wie dies auch in der Drachenhöhle bei Mixnitz der Fall war. Unterkiefer im Zahnwechsel fanden sich bloß zwei, während in der Schreiberwandhöhle, die im Riß-Würm-Interglazial das ganze Jahr über dem Höhlenbären als Lebensraum diente, von den Neonaten angefangen lückenlose Entwicklungsreihen vorliegen.

Capra ibex L. (Alpensteinbock) wurde zumeist in den oberen Lagern der rostbraunen Phosphaterde festgestellt. Damit erweisen sich die Knochen als Mahlzeitreste des Menschen.

Die Begleitfauna der rostbraunen Phosphaterde setzt sich aus folgenden Arten zusammen:

Ursus arctos L. (forma primitiva). Wie in der grauen Schichte lagen auch im rostbraunen Lehm einige Reste dieses kräftig-schlanken, mittelgroßen, primitiven

Braunbären. Hervorzuheben ist ein Maxillenbruchstück mit den wohlerhaltenen Alveolen von P^1 und P^3 im kurzen (31 mm) Diastem, sowie mit dem stark ausgekauten P^4. Die Alveole des ausgefallenen, dicht dem P^4 anschließenden P^3 ist auffallend groß: 10 mm lang, 6 mm breit. Der P^4 ist schlank, einfach gebaut, seine Maße: 17.5 × 13.1 mm.

Ein vollständig erhaltenes Schienbein (31 cm lang) ist durchaus arctoid proportioniert und zeigt keine Torsion der distalen Gelenkfläche.

Canis lupus L. (Wolf) ist durch mehrere Wirbel, Scapula- und Beckenbruchstücke, Gliedmaßenknochenstücke, Metapodien, Phalangen, Calcanei, einen Canin, zwei Zähne und einen fast vollständigen Unterkiefer belegt. Der M_1 hat eine Länge von 29—31 mm und eine Breite von 11—12 mm, gehört also der großwüchsigen spelaeus-Gruppe an, worauf auch die großen Alveolen der Prämolaren hinweisen. Die Alveolenreihe ist geschlossen und der Corpus mehr niedrig, es treten daher auch Mischmerkmale auf, wie das auch die Wölfe der großen Badlhöhle und des Frauenlochs im Rötschgraben bei Stübing zeigen.



Abb. 22: Repolusthöhle, rostbraune Phosphaterde. Unterkieferstück von *Cuon alpinus*. n. Gr.

Cuon alpinus P a l l. *foss.* (Alpenwolf) ist durch ein wohl erhaltenes Unterkieferstück (Abb. 22) sichergestellt. Das Bruchstück enthält die Zähne M_1 und M_2. Der Reißzahn ist 23 mm lang und 9.8 mm breit. Die entsprechenden Maße des zweiten Backenzahnes betragen 8.3 × 7.3 mm. Die Zähne sind intakt und kräftig gebaut. Das Paraconid des M_1 ist mäßig hoch, doch höher als beim mittelpleistozänen Cuon, aber niedriger als beim *Cuon europaeus Bourg.* des französischen Jungpleistozäns. Das Protoconid ist kräftig entwickelt. An seiner hinteren Innenseite ist ein Metaconid kaum angedeutet, eher durch einen Schmelzstreifen markiert, der von der Protoconidspitze teils zur Metaconidstelle, teils zum Hypoconid zieht. Letzterer Höcker ist ebenfalls mäßig hoch, ähnlich wie bei dem jungdiluvialen und rezenten Cuon, während beim Heppenloch-Cuon (A. N e h r i n g, 1890) das Hypoconid, wie auch die ganze Talonidpartie verhältnismäßig länger und kräftiger entfaltet ist. Auch ist der Innenrand des M_1 beim Heppenloch-Cuon von mehr konvexem, bei unserem Alpenwolf von fast geradem Verlauf. Auch ist beim mittelpleistozänen Cuon das Metaconid stärker, bei dem französischen und mährischen so auch am Ofenberger Exemplar schwächer, doch merklicher als bei unserer Art ausgebildet.

Der M_2 unseres Fundes ist fast kreisrund, nur größer und breiter als der des Ofenberger-Exemplars, während er beim Heppenloch-Cuon länglicher gestaltet ist.

An diesem Zahn ist nur das Hypoconid entwickelt. Der M_2 der französischen Art ist nach den Abbildungen beurteilt, auffallend hochkronig.

		Repolusthöhle	Ofenbergerhöhle	Cuon europaeus Bourg.		Heppenloch	Cuon alpinus Pall. rez.
				M. de Vence	Čertova Dira		
M_1	Länge + Breite	23 × 9·9	23 × 10	21 × 9	22 × 9·5	24-24·5×9	21·7-23 × 8·5—9
	Höhe des Paraconids	10	9·8	11·5	9·5	9	10
	Höhe des Protoconids	14	13·5	13·5	12·2	14	13·5
M_2	Länge + Breite	8·3 × 7·3	8·2 × 7·1	7·5 × 6	?	8·1—8·3 × 6·5—7·2	3·5—9 × 6·2—6·6
	Größte Höhe	5·5	5·2	5·8	?	5	5·5

Der Unterkiefer aus der Repolusthöhle stimmt sehr mit dem kräftigen Exemplar aus der Ofenbergerhöhle bei St. Lorenzen überein, nur fällt bei diesem die stärkere Einschnürung und Schmalheit der Talonidpartie und dementsprechend die schlankere Gestalt des M_2 auf (W. Teppner, 1914). Da die Ofenberger Funde unbestimmten Alters sind, gewinnt der neue Fund sehr an Bedeutung. Die von J. Woldřich (1893) aus Niederösterreich, von Willendorf und aus der Gudenushöhle beschriebenen wenigen Funde sowie auch die aus dem Wildkirchli wurden von Stehlin (1933—34) bezweifelt, da es sich um weniger charakteristische Skeletteile handelt. Stehlin beschreibt seine letztinterglaziale Form aus der Côtencherhöhle als *Cuon alpinus Pall. var. europaeus Bourg.*, da seiner Auffassung nach zwischen dem rezenten und dem jungpleistozänen Cuon keine artlichen Unterschiede bestehen.

Cuon edwardsianus Bourg. ist auch nach Nehring kein Cuon, sondern eine mittelgroße Wolfsart. *Cuon europaeus Bourg.*, und *Cuon bourreti Harlé* sollen nach M. Boule (l. c. 1919) ein und dieselbe Art repräsentieren.

Der steirische Alpenwolf nähert sich im allgemeinen mehr dem rezenten südsibirischen Gebirgsbewohner als der französischen Art, doch besitzt der P_4 des Ofenberger-Exemplars einen kräftigen Vorderhöcker, der beim rezenten Alpenwolf fehlt, beim *Cuon europaeus* Frankreichs und Mährens jedoch vorhanden ist. Dieses Merkmal ist aber dem afrikanischen *Lycaon* eigen, worauf schon Nehring (1891) hingewiesen hat. Diesbezüglich ist also *Cuon europaeus* Frankreichs lycaonartig, *Harlé's Cuon bourreti* aber cuonartig gebaut. Lycaon hat auch eine offenere, Cuon eine ge-

schlossenere Pm-Reihe. Auf Grund dieses Merkmals ist es gar nicht so einfach zu entscheiden, ob die beiden französischen Formen tatsächlich dieselbe Art vertreten.

Die ungarischen letztinterglazialen Cuon-Reste habe ich mehr mit dem von Forsyth-Major beschriebenen italienischen Cuon (1875—77) in Beziehung gebracht.

Cuonreste kennen wir schon seit dem Altpleistozän in Mitteleuropa, die geologisch jüngsten Funde gehören dem Aurignacien an. Cuon wurde auch aus dem niederösterreichischen Altpleistozän beschrieben. Nach E. Thenius (1947) scheint diese Form ebenfalls der alpinus-Gruppe nahe zu stehen.

Die Ofenberger-Reste sind, wie das schon W. Teppner annahm, bestimmt diluvial, wenn auch die ursprüngliche Stratigraphie der Höhle nicht mehr festgestellt werden kann und der Fund nach V. Hilber (1922) neolithisch sein soll. Der Repolustfund nimmt in Hinsicht der Höhenverhältnisse seiner Zahnhöcker eine Mittelstellung zwischen dem altpleistozänen und rezenten Cuon ein. In der Entwicklung des Talonids zeigt sich eine Verkürzungstendenz von der altpleistozänen zur jungdiluvialen Form, während nach seiner Metaconidreduktion der steirische Alpenwolf spezialisierter, als die französischen und mährischen Reste erscheint.

Wahrscheinlich rührt auch ein Halswirbel, ein Caninbruchstück und ein Mt IV vom Alpenwolf her.

Vulpes vulpes vulpes L. (Fuchs) gehören zwei gut erhaltene Unterkieferhälften, ein Maxillenbruchstück, zwei Eckzähne, Wirbel- und Extremitätenknochen an. Die Länge des Unterkiefers beträgt 114 mm, die des M_1 17.4 mm, die Breite desselben Zahnes 7 mm, die Länge des M_2 8 mm, die Breite desselben 5.8 mm, die Höhe des Unterkiefers unter M_1 16.8 mm. Die Trigonid- und Talonidhöcker sind wohl entwickelt, so auch das Höckerchen zwischen Meta- und Entoconid vorhanden. Neben der großen Fuchsart kamen auch die Reste einer kleineren Form, *Vulpes sp.*, zum Vorschein. Der Unterkiefer ist kräftig-gedrungen mit sehr kurzem Diasthem und mit verhältnismäßig großer Unterkieferhöhe unter M_1. Die Maße des Fundes sind folgende:

Länge der Backenzahnreihe (P_1—M_3)	: 55.5	mm
Länge und Breite des P_2	: 8.1 × 4	mm
Länge und Breite des P_3	: 8.5 × 3.8	mm
Länge und Breite des P_4	: 9.2 × 4.8	mm
Länge und Breite des M_1	: 15.2 × 5.8	mm
Länge und Breite des M_2	: 7.3 × 5.1	mm
Länge und Breite des M_3	: 4 × 3	mm
Höhe des Unterkiefers unter M_1.	: 16.5	mm

Das Metaconid ist am P_3 schwach, am P_4 kräftig entwickelt. Das Talonid ist am M_1 auffallend schmal, das Entoconid dementsprechend ganz schwach vorhanden. Die Talonidgrube des M_2 ist ebenfalls schmal gebaut.

Hauptsächlich auf Grund der Entoconid-Reduktion dachte ich zuerst daran, daß ein außergewöhnlich kräftiger Rest vom Eisfuchs vorliegt. Form und Maße des M_2 und M_3 schließen jedoch diese Annahme aus. Derart große M_2-Länge weist nicht einmal der sehr kräftige, altpleistozäne Leucocyon-Unterkiefer von Gombaszög in Nord-

ungarn auf (M. Kretzoi 1938 und 1941), während die jungpleistozänen Eisfuchsreste schwächer sind. Für Steppenfuchs ist unser Unterkiefer ebenfalls zu kräftig und gedrungen gebaut, da Länge und Breite des M_1 bei Vulpes corsac bekanntermeise ja nur 12 × 4.5 mm, die entsprechenden Werte des M_2 5.3 × 4.1 mm betragen (Miller, 1912). Entsprechend kleindimensionierte, nicht alopecoide Fuchsreste kommen auch im ungarischen Riß-Würm-Interglazial vor (Mottl 1940), die ich damals eher mit der Unterart *crucigera* identifizierte. Eine ähnliche Form scheint auch *Canis hercynicus Woldř.* (1893) aus der Gudenushöhle (N.-Ö.) und von Zuslawitz (Mähren) zu sein, doch sind seine M_2-Werte nach Woldřich bedeutend geringer: 6 × 3.7 mm. Die genaue artliche Bestimmung dieses kleinen Fuchsunterkiefers bedarf noch eines größeren Vergleichsmaterials.

Meles meles L. (Dachs) ist durch zahlreiche Reste, darunter auch wohl erhaltene Schädel- und Unterkiefer, belegt. Die Schädel zeigen eine starke Crista sagittalis, weit ausladende Jochbögen, gehörten daher wahrscheinlich männlichen Tieren an. Die Basilarlänge der Schädel beträgt 129—131 mm. Die Maße der Zähne sind folgende:

Länge und Breite des P^3: 7 × 5 mm
Länge und Breite des P^4: 9—9.2 × 8 mm
Länge und Breite des M^1: 16—16.5 × 12—12.3 mm
Länge und Breite des P^2: 5—6.5 × 4 mm
Länge und Breite des P_3: 6 × 4.5 mm
Länge und Breite des P_4: 7.5—8 × 4.8—5 mm
Länge und Breite des M_1: 17—18 × 8—9 mm
Länge und Breite des M_2: 6.8—7 × 7 mm
Höhe des Unterkiefers unter M_1: 16—18 mm.

Der fossile Dachs variiert in seinen Maßen und Merkmalen sehr wenig. Die bisherigen Untersuchungen (Meyer, de Serres, Reichenau, Freudenberg, Kormos usw.) haben fast alle zur Feststellung geführt, daß die pleistozäne Art in ihren Dimensionen bloß stärker als die rezente Form, doch schon dieselbe Art war. Die Messungen an den Dachsresten aus der Repolusthöhle haben das gleiche Resultat ergeben. Ihre Maße stimmen gut mit denen des rißeiszeitlichen Dachses von Deutsch-Altenburg (W. Freudenberg 1914) überein. Die untere Breite der Humeri schwankt zwischen 34—36 mm, die Länge und Breite der Radii zwischen 95—96 mm, bzw. 19—20 mm. Die Länge der Ellen beträgt 118—119 mm.

Martes martes L. (Edelmarder) kann durch ein Schädel- und ein Unterkieferbruchstück, ein Schienbein, ein Fibulabruchstück, sowie durch ein Fersenbein nachgewiesen werden. Die Tibia hat eine Länge von 84.5 mm. Der M_1 ist 12 mm lang, die Höhe des Unterkiefers unter dem M_1 beträgt 11.5 mm. Es handelt sich also um die Reste kräftiger Tiere.

Von *Felis spelaea* Goldf. (Höhlenlöwe) liegen zwei untere Milchzähne, ein Scapholunare, ein zweites Fingerglied, Metacarpalia, ein Radius und ein Brustbeinstück vor.

Reste von *Felis pardus* L. (Panther) waren im Diluvium der Steiermark bisher unbekannt. Ein Mc IV, zwei erste Phalangen (Abb. 23), ein Eckzahn und ein Becken-

bruchstück können sicher dem fossilen Panther zugeteilt werden. Der erste Phalangenknochen (Ph I post.) ist 41 mm lang, proximal 15 mm, in seiner Mitte 11.5 mm breit. Seine Maße gleichen somit denen der großen altdiluvialen Pantherform von Hundsheim, die W. Freudenberg (1914) als *Felis pardus var. tulliana* beschrieben hat. Der Mc IV ist demgegenüber kleiner als der des altpleistozänen Panthers, da seine Länge nur 76 mm beträgt. An einem rezenten Pantherskelett des Zoolog. Institutes der Universität Graz habe ich die Länge dieses Knochens mit 68 mm, die des Phalanx I post. mit 42 mm gemessen. Der Panther der Repolusthöhle repräsentiert demnach dieselbe mittelgroße, kräftige Form, die wir aus Mitteleuropa gut kennen. Der

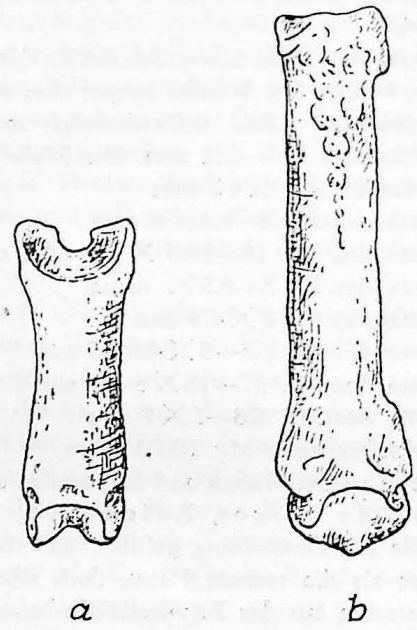


Abb. 23: Repolusthöhle, rostbraune Phosphaterde. Phalanx I und Metacarpale IV von *Felis pardus*. Nat. Gr.

niederösterreichische altpleistozäne Panther, wie auch der des ungarischen Altpleistozäns waren noch stärker gebaut. O. Abel (1922) berichtet von einem Panther aus dem jungpleistozänen Löß von Krems, der den rezenten an Größe übertraf. Der steirische interglaziale Panther ist als ein kräftig gebautes Tier vom schlanken *Leopardus irbisoides Woldřich* gut zu unterscheiden, stimmt demgegenüber mit dem schweizerischen, Taubacher und ungarischen letztinterglazialen Panther gut überein.

Lepus sp. (Hase) gehören zwei Schienbeinbruchstücke und einige Calcanei an. *Glis glis* L. (Siebenschläfer) zwei Mandibeln ohne Zähne.

Cricetus cricetus major Woldř. (großer Hamster) sind zahlreiche Knochen zuzuweisen. Die Länge der Molarenreihe schwankt zwischen 9.8—10.2 mm, die Condylarlänge zwischen 40—41 mm (Abb. 24). Die Länge der Femora variiert zwischen

57—61 mm, die der Humeri zwischen 49—55 m. Nehring und Miller geben für den rezenten *Cricetus cricetus* die M_1—M_3-Länge mit 7.6—8.8 mm an. Nehring hielt (1893) die Abtrennung der großen Woldřich schen Subspezies (1880) für unnötig, da unter den gemeinen Hamstern je nach den günstigen oder ungünstigen Lebensverhältnissen, bedeutende Größenunterschiede vorkommen. E. Werth (1934) und S. Schaub (1930 und 1935) sind demgegenüber für die Selbständigkeit dieser großen, pleistozänen Hamsterform mit einer Molarenlänge über 9 mm. Diese Subspecies ist im östlichen Teil Mitteleuropas und in Osteuropa häufig anzutreffen. Als *Cricetus cricetus runtonensis Newt.* mit einer Backenzahnlänge bis 10.7 mm, kennen wir sie schon vom Altpleistozän an, zu welcher Zeit sie auch von Hundsheim vorliegt. Während nach E. Werth *Cricetus cricetus major* bis zum Würmglazial gelebt haben soll, finden wir diese große Hamsterart z. B. in der Teufelslucken bei Eggenburg (N.-Ö.) noch mit Lemmingen und Rentieren zusammen.

An den Unterkiefern dieses großen Hamsters ist der Symphysenteil stärker entwickelt und mehr gestreckt als beim gemeinen Hamster, dessen Reste aus der Repolusthöhle ebenfalls geborgen werden konnten.

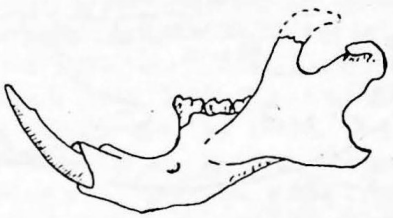


Abb. 24: Repolusthöhle, rostbraune Phosphaterde. Unterkiefer von *Cricetus cricetus maj.* Woldř. Nat. Gr.

Microtus cf. nivalis Mart. (Schneemaus) ist wahrscheinlich ein Oberarmbruchstück aus tieferen Lagen der rostbraunen Phosphaterde zuzuteilen. Es stammt aus dem Niveau mit den auffallend vielen Murmeltierresten und dem Renfund.

Hystrix cfr. hirsutirostris Brand. (Stachelschwein). Hystrixreste sind im europäischen Jungpleistozän äußerst selten, in der Steiermark waren solche bisher gänzlich unbekannt. Im europäischen Altpleistozän kommen Hystrixfunde häufiger vor und auffallend mehren sich diese im Günz-Mindel-Interglazial Ungarns, während wir Hystrix im dortigen Jungpleistozän bloß von einer einzigen Fundstelle, aus der Protosolutréenschichte der Kiskevélyerhöhle (Würm II—III-Interstadial), kennen. Das Stachelschwein der altpleistozänen Fauna von Tegelen identifizierte J. Bernsen (1932) mit der Valdarno-Form, *Hystrix etrusca Bosco.* Die ungarischen altpleistozänen Funde wurden eingehender nicht bearbeitet. Th. Kormos wie auch J. Éhik (1913) betrachteten die Reste von Brassó (etwas jüngerer Horizont als Püspökfürdö und Gombaszög, wahrscheinlich Mindel) als die, einer dem *Hystrix hirsutirostris Brand.* nahestehenden Form.

Die Funde der Auvergne wurden von Gervais als *H. refossa* beschrieben, während W. Freudenberg (1914) Metapodien von Hundsheim (N.-Ö.) als *H. cri-*

stata L., der Größe nach mit *H. major Gerv.* übereinstimmend, abbildete. Nach Th. Kormos jedoch handelt es sich nicht um Hystrix, sondern um Meles-Reste.

Die jungdiluvialen Funde faßte A. Nehring (1891) zusammen. Die Reste aus der Hoesch-Höhle und aus dem Zwergloch in Oberfranken, ferner von Saalfeld in Thüringen identifizierte er mit *H. hirsutirostris*, der nördlicheren asiatischen Art und nicht mit der afrikanischen *H. cristata* L., betrachtete sie daher als die Reste eines östlichen Steppenelementes und nicht als Bestandteile einer südeuropäischen, bzw. nordafrikanischen Fauna.

H. hirsutirostris, und zwar ein Femurfragment, erwähnt Nehring später auch vom Seveckenberg bei Quedlinburg. In seiner Abhandlung finden wir auch Angaben über einen jungdiluvialen Fund aus dem Dürrloch bei Regensburg in Bayern. Diesen Unterkiefer bildet E. Stromer in seinem Lehrbuch (1912) als *H. leucura Sykes* ab, während Freudenberg einen weiteren Unterkieferfund aus dem Jungdiluvium Eggenburgs (N.-Ö.) als *H. cristata L.* erwähnt (1914). Nach E. Thenius sollen letztere dem Biber angehören.

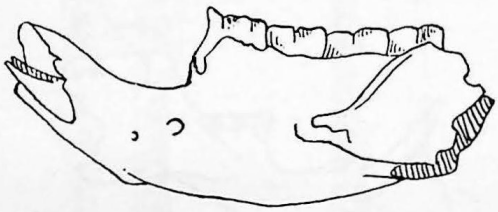


Abb. 25. Repolusthöhle, rostbraune Phosphaterde. Unterkiefer von *Hystrix cfr. hirsutirostris* Brand. Nat. Gr.

Die ungarischen jungpleistozänen Hystrix-Reste stimmen mit der bayerischen Form gut überein. Die beiden Unterkieferbruchstücke der rostbraunen Phosphaterde der Repolusthöhle reihen sich der Form, Größe und der Zahnstruktur nach (Abb. 25) ebenfalls dem Fund von Regensburg an. Um so stärker weichen sie von einem afrikanischen Exemplar der *H. cristata L.*, das sich in der Zool. Sammlung des Landesmuseums Graz befindet, ab. Dieses Exemplar ist größer als die steirische letztinterglaziale Form, auch ist seine Zahnstruktur eine verschiedene. Der P_4 der afrikanischen Art ist länglich elliptisch und kräftig entwickelt, mit breit gerundetem Vorderrand, demgegenüber an unserem Unterkiefer von abgerundet länglich-dreieckigem Umriß und weit schwächer gebaut. Gegenüber *H. cristata L.* ist unsere Form auch mehr brachyodont und P_4 besitzt drei kräftige und lingual noch eine akzessorische vierte Wurzel. Das ist deshalb sehr bemerkenswert, weil nach M. Weber (1928) innerhalb der Hystricidae nur die afrikanisch-ostasiatische Gruppe *Atherura* deutlich bewurzelt und brachyodont ist.

Einige Maße der Repolustart und der afrikanischen *H. cristata L.* bringe ich im folgenden:

	Repolusthöhle	H. cristata L.
Länge und Breite des P_4	8 × 6 mm	9 × 6.5 mm
Länge und Breite des M_1	8 × 6.5 mm	8.2 × 7 mm
Länge und Breite des M_2	8.5 × 6.6 mm	9 × 7.8 mm
Länge und Breite des M_3	7 × 5.5 mm	8 × 7.3 mm
Höhe des Unterkiefers unter P_4:	22 mm	24 mm

Auf Grund dieser Verschiedenheiten erscheint es mir am entsprechendsten, die Repolustart vorderhand als *H. cfr. hirsutirostris* zu bezeichnen, um so mehr, als sich der Artnamen *H. leucura Sykes* nach Colbert (1933) auf Funde von Südasien bezieht, während das Zusammenvorkommen von Hystrix mit *Cuon alpinus, Cricetus cr. major* und dem großen maralähnlichen Hirschen mehr nach Ostasien verweist. Es ist auch möglich, daß das Stachelschwein zu dieser Zeit in Mittel- und Westeuropa nicht gelebt hat, sondern die sehr spärlichen Funde, bzw. Tiere vom Menschen mitgebracht worden sind.

Marmota marmota L. (Murmeltier). In den tieferen Lagen der Phosphaterde wurden auffallend viele Murmeltierreste angetroffen. Über die Osteologie der Murmeltiere steht uns, angefangen von den kraniologischen Studien Hensel's (1854), über den Forschungsergebnissen von Blasius(1857), Nehring(1876—77), Hensel(1881), Schäff(1887), Studer (1888), Woldřich (1888, 1890), Kafka (1889), Haagmann (1904), Boule (1906), Miller (1912), Heller (1930), Bachofen-Echt (1931), Stehlin (1933), Gerber (1933) bis zu den zusammenfassenden Studien von Rakoveč (1935) und Wehrli (1935) eine reiche Literatur zur Verfügung. Auf Grund dieser verschiedenen Untersuchungsmethoden und Ergebnisse kristallisierten sich dreierlei Auffassungen über die systematische Stellung des fossilen mitteleuropäischen Murmeltieres heraus:

1. Das pleistozäne Murmeltier gehört weder zu *Marmota marmota,* noch zu *Marmota bokak,* sondern es nimmt eine Mittelstellung ein und es ist am besten, es als Stammvater beider Arten als *Arctomys primigenius* Kaup zu bezeichnen. (Woldřich, Heller, Bachofen-Echt, Rakoveč).

2. Die mitteleuropäische Art gleicht mehr dem rezenten Alpenmurmeltier und stellt den pleistozänen Vorfahren der *Marmota marmota* dar (Schäff, Stehlin, Gerber).

3. Vom Jungdiluvium an lebten in Europa drei getrennte Rassen: *Marmota marmota, Marmota bokak* und *Marmota baikakina* (Wehrli, 1935).

H. Wehrli (1935) hat auf Grund eines sehr reichen Vergleichsmaterials alle bisherigen Unterscheidungsmerkmale zwischen dem Alpen- und Steppenmurmeltier einer kritischen Überprüfung unterzogen und als typische Hauptmerkmale den Verlauf der oberen Ränder der Schläfenbeinschuppen, die Form des freien Raumes zwischen dem Hinterrand der Proc. postorbitales und der Gehirnkapsel und schließlich den Verlauf der Schläfenlinien festgestellt. Weitere vier Merkmale zeigen nach ihm nur geringe Übergänge, während die Länge der Crista sagittalis, die Form der Nasenbeine und der Hinterränder der Nasalia, die geringste Stirnbreite, die Schädelein-

schnürung, die Wurzelzahl des P_4 und die Farbe der Schneidezähne nur für extrem ausgebildete Schädel bezeichnend sein sollen.

An den mir vorliegenden zahlreichen Schädeln und Unterkiefern konnte ich folgende Merkmale nachweisen:

Nach Schäff und Wehrli divergieren die oberen Ränder der Schläfenbeinschuppen beim Alpenmurmeltier nach vorn, während sie beim Bobak im vorderen Teil konvergieren. Die Schädel aus der Repolusthöhle sind diesbezüglich Marmota-artig, nur in einem Falle konnte ich ein leichtes Konvergieren nach vorne, d. h. eine Bobak-artige Ausbildung beobachten.

Der freie Raum zwischen dem Hinterrand des Proc. postorbitalis und der Gehirnkapsel erscheint nach Miller und Wehrli in der Aufsicht beim Alpenmurmeltier breit-dreieckig, innen bogig abgerundet, beim Bobak eng spaltförmig medianwärts spitzwinklig. Die Repolustfunde zeigen alle deutlich die für M kennzeichnende Form.

Die Schläfenlinie verläuft beim Alpenmurmeltier zuerst auf der Oberseite des Proc. postorbitalis, biegt dann nach dessen Hinterrand zurück, während sie beim Bobak unmittelbar in den Hinterrand des Proc. postorbitalis übergeht. Alle unsere Schädel verhalten sich in dieser Hinsicht schwach M-artig.

Die oberen Augenhöhlenränder konvergieren nach Schäff, Kafka und Studer beim Bobak stark nach vorn, während sie beim Alpenmurmeltier in der vorderen Hälfte mehr-minder parallel verlaufen. Unsere Schädel stimmen auch diesbezüglich mit M überein.

Der Vorderrand der Proc. postorbitales läuft beim Bobak allmählich in eine lange Spitze aus, während er beim Alpenmurmeltier an der Stirnseite winklig absetzt. Die Repolustexemplare zeigen die für M typische Ausbildung.

Das Foramen magnum ist beim Alpenmurmeltier mehr rundlich, beim Bobak liegend-elliptisch. Die Repolustfunde weisen alle die rundliche Gestaltung auf, wie das auch aus den Werten der Maßtabelle klar hervorgeht.

Der vordere Schmelzhöcker, das sogenannte Erkerchen, ist am P_4 des Alpenmurmeltieres zumeist deutlich abstehend, beim Bobak schwach anliegend. Die mir vorliegenden 52 Unterkiefer zeigen zu 50% ein deutlich abstehendes, entwickeltes Erkerchen, bei den übrigen ist es schwach vorhanden.

Der Größenunterschied ist nach Wehrli zwischen dem rezenten Alpenmurmeltier und Bobak nur unbedeutend. Die diluviale *M. marmota* war im allgemeinen größer, der diluviale Bobak kleiner als die rezente Art. Die Basilarlängen unserer Schädelfunde passen gut in die Variationsbreite der rezenten Alpenmurmeltiere.

Die Länge der Crista sagittalis kann nach Wehrli nur bei Tieren mit permanentem Gebiß als Unterscheidungsmerkmal herangezogen werden, da sie vom Alter des Tieres abhängig ist. Sie ist beim Bobak durchschnittlich größer als beim Alpenmurmeltier. Unsere Schädel haben wie die rezenten Alpenmurmeltiere einen schwachen und verhältnismäßig kurzen Sagittalkamm.

Die Nasenbeine verschmälern sich beim Alpenmurmeltier nach hinten stärker als beim Bobak. Die mir vorliegenden Schädel sind diesbezüglich alle M-artig.

	Marmota marmota L. foss.		Marmota marmota L. rezent	Marmota babak Müll. rezent
	Schweiz	Repolusth.		
Basilarlänge	77—93	79.3—83.5	68.2—88.4	71.3—92.2
Gaumenlänge	48—61	47—50	40.3—52.2	40—51.8
Diastem	23—30	24—27	19.4—26.7	20.2—29.4
P_3—M_3-Länge	22—23	21—23	20—23.7	21.8—24.5
Hinterhauptbreite	41—49	41—43	35.4—49.7	41.2—48.2
Geringste Stirnbreite	24—31	27—31	19.5—30.6	17.5—26.6
Schläfenenge	17—22	17—20	—	—
Jochbogenbreite	56.5—66.3	—	48.3—65.2	55—69.6
Schnauzenbreite	22—27	21—24	15.7—24	17.3—27
Breite des For. magn.	10.8—13.5	10—11	10—12.3	11.1—14
Höhe des For. magn.	8.3—12	9—11	8—10.6	7.8—10
Höhe des Hinterhauptes	24—31	23.5—26	—	—
Unterkieferlänge	—	63—70.5	52.8—64.5	51.8—67
Abstand des Proc. Postorb.	—	37—42	34—38	35—50.5
Breite der Nasalia vorn	—	19—20	13.4—19.7	13.2—18.1
Breite der Nasalia hinten	—	11—14	8.8—13.5	10.9—14.6
Länge der Nasalnaht	—	31.5—34	28.7—42.6	29.4—40.2
Länge der Crista sag.	—	16.5—26.5	12.7—31.2	18.6—38.2
Länge der unteren Molarenreihe	—	19.5—22	18.7—22.7	19.8—23
Höhe des Unterkiefers unter M_1	—	15—18	11.7—17	13—16.7

Nach Schäff hat das Alpenmurmeltier hinten unregelmäßig gezackte, der Bobak quer abgestumpfte, glatte Nasenbeine. Die Repolustfunde zeigen die M-artige Ausbildung. Auch haben unsere Tiere verhältnismäßig lange Nasenbeine.

Die Stirn ist nach Schäff zwischen den Orbiten beim Bobak schmäler als beim Alpenmurmeltier. Unsere Schädel gehören auch nach diesem Merkmal zu *M. marmota L.*

Nach Nehring ist der P_4 des Alpenmurmeltieres dreiwurzelig, beim Bobak zweiwurzelig, welche Feststellung Wehrli derart modifizierte, daß deutlich dreiwurzelige P_4 nur beim Alpenmurmeltier vorhanden sind. Von den mir vorliegenden 52 Unterkiefern haben 44 einen dreiwurzeligen, die übrigen teils verschmolzen-dreiwurzeligen, teils deutlich zweiwurzeligen P_4.

Nach Blasius ist die Farbe der Schneidezähne beim Alpenmurmeltier dunkelorangegelb, beim Bobak heller. Unsere Funde zeigen in dieser Hinsicht ein starkes Variieren, da der postmortalen Bleichung eine größere Rolle zugeschrieben werden muß, was schon Heller betonte. Die meisten Schneidezähne sind jedoch dunkler gefärbt.

Wenn wir die gewonnenen Ergebnisse summieren, so ergibt sich, daß die Repolustart (Abb. 26) zu 80% typische *Marmota marmota*-Merkmale besitzt, weshalb wir sie, wie auch Gerber und Stehlin die schweizerischen Exemplare und Boule die Grimaldi-Form, als fossilen Vertreter des Alpenmurmeltieres betrachten müssen.

Die Murmeltiere aus dem jüngeren Löß von Nebra (Heller 1930) zeigen demgegenüber in ihrer Schädelausbildung eine stärkere Annäherung an Bobak, wie das auch bei den böhmischen Funden der Fall ist. Die Funde aus der Lindentaler Hyänenhöhle wurden von Wehrli (1935) als *M. baikakina* bestimmt.

Einige großdimensionierte Reste aus dem Langen Loch (N.-Ö.) wurden von E. Thenius (1949) als *Marmota sp. indet.* bezeichnet.

Die Funde aus der Grazer Umgebung wurden als *Arctomys primigenius* beschrieben. Über die Artzugehörigkeit der Funde aus der Drachenhöhle gehen die Auffassungen von Bachofen-Echt und Wettstein stark auseinander. Während Bachofen-Echt, hauptsächlich auf Grund der angetroffenen Murmeltierbaue, die bis in die Details mit den Sommerbauen des Bobaks übereinstimmen, das Mixnitzer Murmeltier als *Arctomys primigenius* bezeichnete, hat O. Wettstein auf Grund seiner osteologischen Vergleiche die verhältnismäßig wenigen Funde als die des Alpenmurmeltiers bestimmt.

Das bedeutend reichere Murmeltiermaterial der Repolusthöhle bekräftigt vollkommen Wettstein's Auffassung. Eine weitere Stütze findet diese Feststellung auch im Material aus der großen Badlhöhle, das gleichfalls dem Alpenmurmeltier angehört. Auch die Murmeltierreste aus den Hohlräumen des Kriso'schen Steinbruches bei Peggau stammen von der Gruppe *Marmota marmota,* doch zeigt der Verlauf ihrer Schläfenbeinschuppen einen Mischcharakter.

Es ist sehr interessant, daß die Murmeltierbaue der Repolusthöhle ebenfalls den Sommerbauen des Bobaks gleichen. Im Längsschnitt der Repolusthöhle ist die

Lage und Ausdehnung einer gut verfolgbaren Dauersiedlung eingezeichnet. Die Kessel dieses Baues befinden sich 1.2—1.3 m unter der Oberfläche mit tot endenden Nebenröhren, Laufröhren und ansteigenden Zugangsröhren. Zwei Zugänge konnten neben der N-Wand freigelegt werden, sie mündeten ober dem Grobschutt. Winterbaue mit

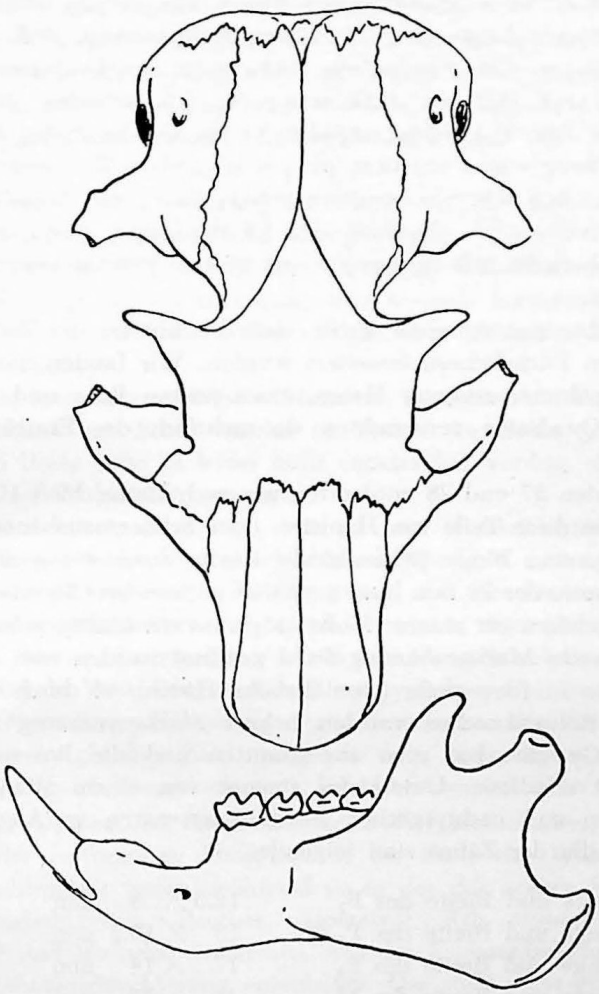


Abb. 26: Repolusthöhle, rostbraune Phosphaterde. Schädel und Unterkiefer von *Marmota marmota* L. Nat. Gr.

bis 5 m tief liegenden Kessel konnten nicht beobachtet werden. Die Baue beginnen beim zwölften Meter im vorderen Mittelabschnitt der Höhle und sie wurden von ihren Baumeistern bis weit nach rückwärts vorgetrieben. Die Röhren hatten einen Durchmesser von 25—28 × 30—35 cm, während Höhe und Breite der Kessel zwischen

50—70 × 60—90 cm schwankte. Es handelt sich um die Baue mehrerer Generationen. Die Spuren der ersten Besiedlung konnten schon in tieferen Lagen der rostbraunen Phosphaterde beobachtet werden. Sie sind aber nur die Reste einiger verfallener Röhren, die noch während der Ablagerung dieses Lehms, also im R-W-Interglazial, angelegt worden sind. Sie wurden mit demselben Lehm wieder fest ausgefüllt, so daß sie nur mehr stellenweise nachzuweisen waren. Die oberen Murmeltierbaue befinden sich in den oberen Lagen der rostbraunen Phosphaterde, doch ragen sie schon in den Grausand hinein. Die grausandige Decke zeigt oft Kratzspuren der Klauen. Diese Baue wurden erst nach der Ablagerung der Schuttschichte angelegt, da ihre Zugangsröhren ober dem Grobschutt mündeten. Sie wurden nach dem Absatz der interstadialen Ausfüllung wieder erneuert, die gut erhaltenen Kratzspuren rühren wahrscheinlich von dieser Zeit her. Sie beweisen jedoch, daß diese jüngsten Baue wieder schnell verlassen worden sind. Oberhalb der Schuttschichte, bzw. der graubraunen, erdigen Ausfüllung befindet sich stellenweise ein dünner Streifen lockeren, eiszeitlichen Murmeltierabraumes.

Unsere Beobachtungen sprechen dafür, daß die Röhren der Baue in geschichtlicher Gegenwart zu Fuchslöchern erweitert wurden. Wir fanden nämlich in einigen Kesseln Knochen mehrerer rezenter Hasen, eines jungen Rehs und einer Katze. In den rückwärtigen Quadraten verursachten sie mehrfach das Einstürzen des Grobschutts.

In den Quadraten 27 und 28 entdeckten wir auch kleine, bloß 10 cm weite Röhren, vielleicht waren diese Teile von Hamster- oder Schneemausbauen.

Megaceros giganteus Blmb. (Riesenhirsch) dürfte durch einen ersten Phalangenknochen vertreten sein, der 79 mm lang, proximal 37 mm und in seiner Mitte 35 mm breite ist. Ebenso gehören ein unterer Molar (M_2) und ein kräftig gebauter Oberschenkelknochen, der zwecks Markgewinnung distal geöffnet worden war, hieher.

Cervus elaphus L. (der große maralähnliche Hirsch) ist durch zahlreiche Reste belegt. Fast alle Röhrenknochen wurden behufs Markgewinnung zerschlagen; die Endsprossen der Geweihe hat man abgeschnitten und die Rosenstockstücke weggeworfen. Ein gut erhaltener Unterkiefer stammt von einem alten Tier mit stark abgekauten Zähnen und nachträglichen Bearbeitungsspuren im Angulus- und Symphysenteil. Die Maße der Zähne sind folgende:

Länge und Breite des P_2	12.5 × 8	mm
Länge und Breite des P_3	15 × 10.2	mm
Länge und Breite des P_4	17 × 14	mm
Länge und Breite des M_1	19 × 15	mm
Länge und Breite des M_2	24 × 17.5	mm
Länge und Breite des M_3	34 × 16	mm

Am unteren M_2 ist die Basalwarze vorhanden. Die Oberkieferzähne tragen ein ziemlich kräftiges Basalband.

Die größte Länge der ersten Phalangen schwankt zwischen 59—64 mm. Es handelt sich also um kräftige, ja kapitale Exemplare, was auch der Rosenumfang verrät.

Capreolus capreolus L. (Reh). Die oberen Lagen der rostbraunen Phosphaterde lieferten auch den kräftigen „Sechser" eines ungefähr 6—8 Jahre alten Rehbockes, dem merkwürdigerweise von etwas unterhalb der Stangenspitze fast bis zur Mittelsprosse ein schmaler Span abgetrennt worden ist. Auf Grund der zahlreich aufgefundenen bearbeiteten Hirschgeweihstücke ist es keineswegs ausgeschlossen, daß auch dieser Fund die Spuren absichtlicher Bearbeitung trägt.

Rangifer sp. (Rentier). Anläßlich der Nachgrabung im Jahre 1950 kam bezeichnenderweise aus den tieferen Lagen der rostbraunen Phosphaterde eine Phalanx III (Hufbein) eines kräftigen Rentieres zum Vorschein. Es entstammt dem Horizont I—II, der außer den auffallend vielen Murmeltierresten auch die Reste der Zirbe geliefert hat.

Rupicapra rupicapra L. (Gemse) ist durch ein Hornzapfenstück, zwei Wirbel und einige Extremitätenknochenstücke nachgewiesen.

Bison priscus Boj. (Wisent) ist mit mehreren Knochenresten belegt, die den kräftig gebauten Steppenbison und nicht eine kleinere interglaziale Rasse vertreten. Erwähnenswert sind ein Oberkieferstück mit den drei Milchzähnen sowie einige Metapodien jüngerer Tiere.

Von *Elephas (primigenius Blmb.)* (Mammut) liegt bloß ein Rippenbruchstück und ein Metapodiumstück vor. Beide wurden im Vorhof der Höhle gefunden. Auf Grund dieser spärlichen Reste kann es leider nicht entschieden werden, ob sie vom Mammut oder eventuell vom Waldelefant stammen.

Von einer Adlerrasse, *Aquila sp.*, blieben zwei Humerifragmente und ein Metatarsusstück erhalten. Weitere Vogelreste fehlen der Fauna.

An der Tiergesellschaft aus dem Grausande und der rostbraunen Phosphaterde fällt auf, daß in beiden, ausgenommen den Fund aus dem Horizont I—II, typische Kaltformen, wie Rentier, Lemminge, Vielfraß und Moorschneehuhn, fehlen. Die Fauna ist eine bezeichnende Wald-Berglandfauna mit typischen alpinen Formen, wie Steinbock, Gemse, Murmeltier, Alpenwolf, Alpenschneehuhn. Waldformen und Steppenformen sind fast in gleicher Zahl vertreten, doch überwiegen etwas die ersteren. *Hystrix* wird bald als ein Steppenelement, bald als eine südlichere Art aufgefaßt.

Ein geringer Unterschied zwischen beiden Tiergesellschaften besteht darin, daß in der Fauna der rostbraunen Phosphaterde die Reste der Waldbewohner: Dachs, Fuchs, Hirsch zahlreicher waren, während sie in der des grauen Sandes nur spärlich vorkommen, Stachelschwein, Panther, Alpenwolf, Reh ausbleiben, demgegenüber Schneehühner (? und Eisfuchs) erscheinen. Aus der Faunaentwicklung läßt sich daher eine gewisse Klimaverschlechterung entnehmen. Das steht recht gut im Einklang mit den aus den anthrakotomischen Untersuchungen gewonnenen Ergebnissen, nach denen im grauen Sand sich vorwiegend die verkohlten Reste der Fichte, Birke und der Weide, d. h. Hölzer, die geringe Ansprüche an Wärme stellen, und nur einige Splitter von Stieleiche vorfanden, während in den oberen Lagen der rostbraunen Phosphaterde wärmeliebende Laubbäume, wie die Stieleiche und Rotbuche, überwiegen.

Die auffallend große Zahl der Murmeltierreste und das Vorkommen der Schneemaus und des Rentieres in den tieferen Lagen der rostbraunen Phosphaterde kann

	Humus. Rezent	Feinschotteriger Spaltenlehm (W II + III)	Graubraune, erdige Schichte (W I—II)	Grauer Sand (R—W)	Rostbraune Phosphaterde (R—W)
Homo sapiens L.	+	—	—	—	—
Ursus spelaeus Ros.	—	—	+	+	+
Ursus arctos L. foss.	—	—	+	+	+
Canis lupus L.	—	—	+	+	+
Cuon alpinus Pall.	—	—	—	—	+
Vulpes vulpes L.	+	—	+	+	+
Vulpes sp.	+	—	+	+	+
? Leucocyon lagopus L.	—	—	—	? +	—
Meles meles L.	+	—	+	+	+
Martes martes L.	+	—	+	+	+
Felis spelaea Goldf.	—	—	—	+	+
Felis pardus L.	—	—	—	—	+
Felis silvestris Briss.	—	—	—	+	—
Felis catus L.	+	—	—	—	—
Microtus cfr. nivalis Mart.	—	—	—	—	+ (tiefere Lage)
Cricetus cricetus L.	+	—	+	—	—
Cricetus cricetus major Woldr.	—	—	—	+	+
Glis glis L.	—	—	—	—	+
Lepus sp.	+	—	—	—	+
Marmota marmota L.	+	+	+	+	+
Hystrix cf. hirsutirostris Brand.	—	—	—	—	+
Sus scorfa L.	—	—	+	—	—
Sus domesticus Gray	+	—	—	—	—
Megaceros giganteus Blmb.	—	—	—	—	+
Cervus elaphus L.	+	—	+	+	+
Capreolus capreolus L.	+	—	—	—	+
Rangifer tarandus L.	—	+	—	—	+ (tiefere Lage)
Capra ibex L.	—	+	+	+	+
Rupicapra rupicapra L.	—	+	+	+	+
Capra hircus L.	+	—	—	—	—
Bison priscus Boj.	—	—	+	+	+
Equus (mosbachensis Reich.)	—	—	—	+	—
Elephas primigenius Blmb.	—	—	—	—	+
Lagopus mutus Mont.	—	—	—	+	—
Aqulia sp.	—	—	—	+	+
Gallus domesticus L.	+	—	—	—	—

demgegenüber dem Vorkommen der Zirbelkiefer in dieser Tiefe gleichgestellt werden. Sie spiegeln eine Klimaschwankung wieder und zwar eine kältere Oszillation in diesem Interglazial, wie das auch im Ehringsdorfer und im Untertürkheimer Profil u. a. nachgewiesen werden konnte (J. Andree 1939) und wie es die Süßwasserablagerungen dieser Periode in Dänemark erweisen.

Die Fauna beider Ablagerungen kann nur als eine letztinterglaziale aufgefaßt werden, wobei die des Grausandes einer spätzwischeneiszeitlichen Phase angehört. Die typischen Warmformen wie Merk'sches Nashorn und Waldelefant konnten nicht festgestellt werden.

In der umstehenden Tabelle wird die schichtenmäßige Verteilung der einzelnen Arten übersichtlich zusammengefaßt.

Literatur:

O. Abel, Lebensbilder aus der Tierwelt der Vorzeit. Jena 1922.
K. Ausserer, Der Alpensteinbock. Wien 1946.
E. Bächler, Das alpine Paläolithikum der Schweiz. Basel 1940.
J. Bernsen in Natuurh. Maandlblad. 21, 1932.
M. Boule, Les Grottes de Grimaldi. Palaeontologie. T. I, Fasc. 3, Monaco 1910.
M. Colbert, in Americ. Novitat. 1933.
R. Dehm, Ein besonders kleiner Bär aus dem Löß von Achenheim. Neues Jahrb. f. Miner. 6, 1943.
K. Ehrenberg, Bericht über die Ausgrabungen in der Salzofenhöhle im Toten Gebirge. Palaeobiologica, 7, 1941.
Derselbe, in Palaeont. Zeitschr. 1929.
Derselbe, Funde kleinwüchsiger Bären und andere Knochenfunde aus Höhlen in der Umgebung von Bad Aussee. Akad. d. Wiss. Math. naturw. Kl. 7, 1950.
J. Ehik, Die präglaziale Fauna von Brassó. Földt. Közl. 43, 1913.
Forsyth-Major, Considerazioni sulla fauna dei mammiferi pliocenici et postpliocenici della Toscana. Atti della Soc. Sci. Nat. 1875—77.
W. Freudenberg, Die Säugetiere des älteren Quartärs von Mitteleuropa. Paläont. Abhandl. 16, 1914.
T. Kormos, Die Felsnische Pilisszántó. Jahrb. Ung. Geol. Reichsanst. 1915.
M. Kretzoi, Die Raubtiere von Gombaszög. Ann. Mus. Nat. Hung. 31, 1938.
Derselbe, Weitere Beiträge zur Kenntnis der Fauna von Gombaszög. Ann. Mus. Nat. Hung. 34, 1941.
G. S. Miller, Catalogue of the mammals of Western Europe. London 1912.
M. Mottl, Tierwelt der Ablagerungen der Suba (Mussolini)höhle in Ungarn. Geol. Hung. Ser. Palaeont. 14, 1939.
Dieselbe, Die pleistozäne Säugetierfauna des Frauenlochs im Rötschgraben. Verhandl. Geol. Bundesanst. Wien 1947.
A. Nehring, Über Cuon alpinus foss. Neues Jahrb. f. Min. II, 1890.
Derselbe, Reste von Cuon, Saiga usw. aus Mähren. Neues Jahrb. f. Min. 81, 1891.
Derselbe, Über pleistozäne Hamsterreste aus Mittel- und Westeuropa. Jahrb. K. Kgl. Geol. Reichsanst. 43, 1893.
Derselbe, Über diluviale Hystrixreste aus Bayrisch-Oberfranken. Sitzungsb. Ges. natf. Freunde in Berlin 1891.
K. Rode, Über die Bären von Taubach und Ehringsdorf. Paläont. Zeitschr. 13, 1931.
O. Sickenberg, in Abel-Kyrle, Die Drachenhöhle bei Mixnitz. Speläol. Monogr. VII bis VIII, 1931.
S. Schaub, Quartäre und jungtertiäre Hamster. Abhandl. Schweiz. Paläont. Ges. 49, 1930.

Derselbe, Die Hamster vom Roten Berg b. Saalfeld. Eclog. Geol. Helv. 28, 1935.
H. G. Stehlin, Le Grotte de Côtencher, station moustérienne. Mem. Soc. Paleont. Suisse, 52—53, 1933—34.
Derselbe, in Neue Denkschr. d. Schweiz. Naturf. Ges. 54, 1918.
E. Stromer, Lehrbuch der Palaeozoologie. Leipzig 1912.
W. Teppner, Beiträge zur Fauna der steirischen Höhlen. I. Mitt. f. Höhlenk. 1914.
E. Thenius, Ergebnisse neuer Ausgrabungen im Altpleistozän von Hundsheim. Akad. Anz. 6, 1947.
Derselbe, Der erste Nachweis einer fossilen Blindmaus in Niederösterreich. Sitzungsb. d. Akad. d. Wiss. Wien, Math.-Natw. Kl. 158, 1949.
V. Toepfer, Ein diluviales Steinbockgehörn aus Thüringen. Palaeont. Zeitschr. 16, 1934.
M. Weber, Die Säugetiere. Jena 1928.
H. Wehrli, Zur Osteologie der Gattung Marmota Blmb. Zeitschr. f. Säugetierk. 6, 10, 1935.
Derselbe, Die diluvialen Murmeltiere in Deutschland. Palaeont. Zeitschr. 17, 1933.
E. Werth, Der gegenwärtige Stand der Hamsterfrage in Deutschland. Arb. biol. Reichsanst. f. Land-Forstw. 21, 1934.
O. Wettstein, in Zeitschr. d. Deutsch. Alpenver. 1940.
F. Winterfeld, Über quartäre Mustelidenreste Deutschlands. Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges. 37, 1885.
J. N. Woldřich, Reste diluvialer Faunen und des Menschen aus dem Waldviertel Niederösterreichs. Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Math.-Natw. Kl. 60, 1893.
Derselbe, Die diluviale Fauna von Zuzlawitz. Sitzungsb. Akad. Wiss. Wien, 1880.
H. Zapfe, Die altpleistozänen Bären von Hundsheim in N.-Ö. Jahrb. Geol. Bundesanst. Wien, 91, H. 3—4, 1946.

Die Holzkohlenreste von den Feuerstellen der Repolusthöhle

Von Elise Hofmann, Wien.

Die zur Bestimmung vorgelegten pflanzlichen Reste aus der Repolusthöhle sind ausschließlich Holzkohlen, deren Gewebebau zumeist noch recht gute Erhaltung zeigt.

Die grauen Sande umfassen sechs Proben von Holzkohle, davon stammen fünf Proben aus der großen Feuerstelle der Quadrate 29 $I^1/0$, $30/I^1/0$. Die eine Probe enthält Reste von *Picea excelsa* (Fichte), eine von *Betula sp.* (einer Birke) und drei Proben weisen *Salix sp.* (eine Weide), auf.

Die Holzkohle von *Picea excelsa* zeigt im Tangentialschnitt die charakteristischen einfachen und zusammengesetzten Markstrahlen, letztere mit einem Harzkanal in der Mitte, im Radialschnitt die einfachen Tüpfel der parenchymatischen Markstrahlzellen und die kleinen behöften Tüpfel der tracheidalen Markstrahlzellen. Die Längstracheiden weisen die für die Koniferen so typischen behöften Tüpfel auf.

Das Wärmebedürfnis der Fichte ist ziemlich gering, es genügt ihr eine mittlere Jahrestemperatur von 1.6° C und eine frostfreie Zeit von drei Monaten [1]). Sie ist daher mehr ein Baum des Nordens und der Gebirge und gelangt in kühlem Klima zur vollsten Entwicklung. So ist auch ihr Auftreten am Ende des Riß-Würm-Interglazials in der Umgebung der Repolusthöhle in der Steiermark, 525 m über dem Meere, durchaus verständlich.

Betula sp. ist ein zerstreutporiges Holz mit feinen Gefäßen und ein- bis vierreihigen Markstrahlen. Die Gefäße liegen entweder einzeln oder seltener auch in radialen Gruppen in die Grundmasse des Holzes eingebettet. Die Gefäßlängswände zeigen dichtgelagerte zarte Hoftüpfel und leiterförmige Durchbrechung der Querwände. Die homogenen Markstrahlen sind von dickwandigen kleinen Zellen aufgebaut.

Die gemeine Birke (*Betula verrucosa*) stellt immerhin bescheidene Ansprüche an Wärme und Feuchtigkeit und besitzt ein großes Anpassungsvermögen an klimatische Extreme. Daher findet man die Birke im größten Teil Europas. Ihre Nordgrenze erreicht sie in Schweden bei etwa 65 Grad n. Br. In den nördlichen Kalkalpen findet man sie noch in 1500 m Höhe. Von den Strauchbirken, die hier auch in Betracht kommen können, findet sich die Gemeine Strauchbirke (*Betula humilis*) auf Torfmooren im Nordrand der Alpenkette, in den baltischen Provinzen, ferner in Asien und Nordamerika. Die Zwergbirke (*Betula nana*) ist ein Bewohner der alpinen Torfmoore und

[1]) Vgl. G. Hempel und K. Wilhelm, Die Bäume und Sträucher des Waldes. Wien, o. J.

der mitteleuropäischen Gebirge, hauptsächlich aber Nordeuropas, wo sie ihre Polargrenze an der Westküste Spitzbergens erreicht. Außerdem ist sie auch im nördlichen Asien, in Grönland und Kanada daheim. *Betula nana* aber kommt wegen der Dimensionierung der hier vorliegenden Proben nicht in Betracht.

Auch der Gewebebau von *Salix sp.* (einer Weide) ist ziemlich gut erhalten. Der Querschnitt weist gleichfalls ein zerstreutporiges Holz auf, durchzogen von feinen einreihigen Markstrahlen, welche durch ihren heterogenen Bau, der für Salix sp. so typisch ist, charakterisiert sind. Es sind nämlich die mittleren Markstrahlzellen liegend, die äußeren stehend mit weiten einfachen Tüpfeln. Die Gefäßlängswände sind mit Hoftüpfeln dicht besetzt und zeigen einfache Durchbrechung der Querwände.

Die Salweide (*Salix caprea*) stellt geringe klimatische Ansprüche an den Standort und ist in Europa von den Mittelmeerländern bis Island und Lappland anzutreffen, ebenso im Kaukasus und im östlichen Sibirien. Sie findet sich in der Ebene sowie auch im Berglande.

Gletscherweiden, Bewohner der Hochgebirge oder der Arktis, wie die Arten *Salix retusa, herbacea, reticulata* und *polaris* kommen wegen der Dimensionierung der vorliegenden Holzkohlenreste nicht in Frage.

Aus den grauen Sanden (Material der Probegrabung, sechste Probe) sind noch einige winzige Splitter von *Quercus pedunculata* (Stieleiche) erhalten, die gerade noch die typischen Merkmale des Holzes erkennen lassen.

Quercus zeigt ein im Querschnitt ringporiges Holz mit großen Frühholzporen und kleinen Herbstholzgefäßen, welche im Querschnitt eine flammenartige Zeichnung bilden. Breite echte Markstrahlen wechseln mit feineren Markstrahlen ab. Die Gefäßlängswände zeigen Tüpfelung und zumeist einfache Durchbrechung der Querwände.

Die Eiche stellt höhere Ansprüche an die Wärme des Standortes als die Buche, bewohnt fast ganz Europa und erreicht ihre Nordgrenze bei 63 Grad in Norwegen, weiter östlich bei 57 Grad. Sie ist ein Baum der Ebene und des Hügellandes.

Danach finden wir in den grauen Sanden, welche nach M. Mottl dem Ende des Riß-Würm-Interglazials angehören, Hölzer, welche sich kühlen und kalten Klimaten anzupassen vermögen, mit Ausnahme der Eiche, die höhere Ansprüche an die Wärme stellt. Die Gewebestruktur der Holzkohlenreste läßt über die Identität mit Eiche jedoch keinen Zweifel aufkommen, weshalb ihr Vorkommen als das vereinzelte Vorkommen eines Reliktes zu beurteilen wäre.

Interessante Holzvorkommen bietet die „rostbraune Phosphaterde" mit Holzresten verschiedener Art und aus verschiedenen kleinen Feuerstellen. So enthält die Probe 27 $0/I_1$ Reste von *Pinus cembra* und *Fagus silvatica,* die Probe 30 $0/I_1$ *Picea excelsa* und *Quercus pedunculata* und die Probe 30 I_1/II_1, die aus tieferen Lagen stammt, *Pinus cembra.*

Pinus cembra (Zirbelkiefer) zeigt in den Radialschnitten unverkennbar die großen Eiporen in den parenchymatischen Markstrahlzellen und zwar so verteilt, daß nicht immer eine, sondern auch zwei solcher Eiporen in einem Kreuzungsfeld des Markstrahles auftreten. Als Hauptunterschied gegenüber anderen Pinus-Arten zeigen die

tracheidalen Markstrahlzellen keine zackige Verdickung, ein Merkmal, das bei der Holzkohle noch sehr gut wahrzunehmen ist, sondern glatten Verlauf.

Die Zirbe stellt bedeutend geringere Anforderungen an die Wärme als Fichte und Lärche, sie ist in dieser Beziehung geradezu als anspruchslos und als Schattenholzart zu bezeichnen. Dagegen bedarf sie großer Luftfeuchtigkeit. Sie ist ein Baum des Hochgebirges und reicht in den Tiroler Alpen bis zu 2100 m Seehöhe.

Die Holzkohle von *Fagus silvatica,* der Rotbuche, zeigt ebenso untrüglich ein im Querschnitt zerstreutporiges Holz, dessen feine und echte breite Markstrahlen an der Schnittstelle mit den Jahresringen eine sehr charakteristische Verbreiterung erkennen lassen. Die Gefäße sind getüpfelt, ihre Querwände zumeist einfach durchbrochen.

Die Buche stellt große Ansprüche an die Nährkraft des Bodens, geringe an Luftfeuchtigkeit und Licht. Sie ist ein Schattenholzbaum des Baltikums. In den nördlichen Kalkalpen geht sie 1400 m hinauf, als Strauch bis zu 1500 m, in den südlichen Alpen bis zu 1700 m. Sie dedarf nicht zu kalter Winter und nicht zu trockener Sommer.

Die Kohlenreste von *Quercus pedunculata* dieser Probe lassen besonders die großen Poren des Frühholzes deutlich erkennen. Reste der Stieleiche konnten auch im Material der Probegrabung, aus 0.9 m Tiefe, d. h. ebenfalls aus oberen Lagen der rostbraunen Phosphaterde bestimmt werden.

Aus dem Material der Probegrabung (gleichfalls Probe aus oberer Lage) rühren weiters noch Holzkohlenreste von *Salix sp.* her.

Aus tieferen Lagen des rostbraunen Lehms (Probe 29 I_1/II_1) stammen noch kleine Reste eines nicht mehr bestimmbaren Koniferen-Holzes.

In der als rostbraune Phosphaterde bezeichneten Schichte finden sich demnach Reste von *Fagus silvatica, Quercus pedunculata, Salix sp., Picea excelsa* und *Pinus cembra.* Es ist dies eine Schichte, die einem wärmeren Abschnitt des Riß-Würm-Interglazials entspricht, sodaß neben den beiden kälteliebenden Arten wie *Picea excelsa* und *Pinus cembra* Laubhölzer, wie *Fagus silvatica* und *Quercus pedunculata* vorkommen [1]). Während die Proben der tieferen Lagen dieses Sedimentes nur die Reste der Zirbe und der unbestimmbaren Konifere enthielten, war in den oberen Lagen die Zirbe nur in einer Probe festzustellen, dagegen neben Rotbuche und Weide die Stieleiche am besten vertreten. Die Probe aus unteren Lagen der „graubraunen Schichte" (7 II^1/I^1) weist Holzkohle von *Pinus cembra* auf, welche die oben erwähnten typischen Merkmale im Mikroskop in bester Erhaltung zeigt. Die graubraune Schichte, eine frühinterstadiale Ausfüllung, enthält somit die Reste von *Pinus cembra* (Zirbe), welche mit den klimatischen Bedingungen dieses Zeitraumes sehr wohl in Einklang zu bringen ist.

---

[1]) Die Bestimmungen aus den Geweben lassen über das Vorkommen von *Quercus* und *Fagus* neben den beiden kälteliebenden und typisch alpinen Arten keinen Zweifel aufkommen.

Archäologische Zeitbestimmung durch radioaktiven Kohlenstoff

Von F. E. Zeuner, London.

Die Methode [1]), das Alter archäologischer Objekte und Fundplätze mit Hilfe von radioaktivem Kohlenstoff (mit dem Atomgewicht 14, daher C^{14} genannt) zu bestimmen, hat die Aufmerksamkeit der Archäologen auf sich gelenkt. In „Science" und in anderen Zeitschriften ist hievon von Zeit zu Zeit berichtet worden, vor allem in den von W. F. Libby und seinen Mitarbeitern veröffentlichten Arbeiten. Ihr Inhalt ist aber für die Mehrzahl der Leser zu fachwissenschaftlich. Kürzlich veranstaltete die „British Association for the Advancement of Science" eine gemeinsame Diskussion ihrer Sektion A (Mathematik und Physik) und der Sektion H (Anthropologie und Archäologie) unter dem Titel „Dating the Past", die völlig der C^{14}-Methode gewidmet war. Zu dieser Diskussion trugen J. V. P. Long vom National Physical Laboratory, Teddington, F. E. Zeuner vom London University Institute of Archaeology und K. P. Oakley vom British Museum (Natural History) bei. Im Hinblick auf neue Entwicklungen der Methode und weil in archäologischen und anderen Kreisen über ihren Charakter einige falsche Auffassungen in Umlauf sind, ist es vielleicht angebracht, hier eine kurze Übersicht zu geben. Darin wird, soweit dies möglich ist, versucht werden, den theoretischen und praktischen Hintergrund in einer allgemeinverständlichen Sprache aufzuzeigen. Leser, die sich für Details interessieren, werden auf die Bibliographie der wichtigsten bisher erschienenen Veröffentlichungen hingewiesen. Insbesondere muß die hervorragende Arbeit von W. F. Libby vom Institute for Nuclear Studies of the University of Chicago erwähnt werden; ihm verdanken wir den Ansporn und im wesentlichen die Entwicklung der Methode. Ein Großteil der Arbeit wurde in engem Zusammenwirken mit Mitarbeitern geleistet, unter denen E. C. Anderson und R. J. Arnold besondere Erwähnung verdienen.

Theorie.

Kosmische Strahlen, die zur Erde gelangen, erzeugen in der Atmosphäre Neutronen, Korpuskeln vom Atomgewicht 1, aber ohne elektrische Ladung. Um das Folgende zu verstehen, möge es erlaubt sein, ein Neutron als ein Proton darzustellen (als ein Korpuskel vom Atomgewicht 1 mit einer positiven elektrischen Ladung), an

[1]) Die Redaktion von Archaeologia Austriaca freut sich, aus berufenster Feder die erste deutschsprachige Darstellung der C^{14}-Methode bringen zu können. Es ist zu hoffen, daß sie in absehbarer Zeit auch an österreichischem Fundstoff angewendet werden kann.

das eine negative Ladung ohne Atomgewicht in der Form eines Elektrons gebunden ist [2]). Diese Neutronen treffen gewöhnliche Stickstoffatome (vom Atomgewicht 14) und werden von dem Kern derselben eingefangen. Der Kernverband ist jedoch nicht stabil und ein positiv elektrisch geladenes Proton mit dem Atomgewicht 1 wird ausgestoßen. Wenn dies geschehen ist, dann verbleibt im Atom eine negative Ladung (der Rückstand, wenn man so sagen darf, des Neutrons). Aber dieses Atom mit seiner zusätzlichen negativen Ladung ist kein Nitrogenatom mehr, es ist ein Kohlenstoffatom vom selben Atomgewicht geworden. Es ist C^{14}. Wenn man ein Neutron n nennt, ein Proton p, ein Elektron e und das Atomgewicht durch hochgestellte Ziffern bezeichnet, kann der Vorgang folgendermaßen dargestellt werden:

$$N^{14} + n^1 = C^{14} + p^1$$

Das so erzeugte C^{14} ist ein Isotop des gewöhnlichen Kohlenstoffs vom Atomgewicht 12 (C^{12}). Man nennt es ein Isotop, weil es sich chemisch so wie gewöhnlicher Kohlenstoff verhält. Es geht zum Beispiel dieselben chemischen Verbindungen ein, deren wichtigste, von unserem Standpunkt aus betrachtet, Kohlendioxyd ist. Es gibt noch ein anderes Kohlenstoff-Isotop, C^{13}, welches in dieser Schrift später erwähnt werden wird. Diese Isotope unterscheiden sich von gewöhnlichem Kohlenstoff durch ihr Atomgewicht. C^{14} hat ferner radioaktive Eigenschaften, d. h. es verwandelt sich langsam, indem es durch Strahlung kleinste Teilchen aussendet. In diesem Falle wird ein Elektron abgegeben, nämlich jene negative Ladung, welche sozusagen den Rest des eingestrahlten Neutrons darstellte, nachdem das Proton herausgeschleudert worden war. Es ist nun klar, daß das C^{14}-Atom, wenn es dieses Elektron abgegeben hat, einfach wieder zu Stickstoff wird, der es gewesen ist, bevor die Einstrahlung des Neutrons erfolgte. Dieser Vorgang kann folgendermaßen dargestellt werden:

$$C^{14} = N^{14} + e^0$$

Der Zerfall von C^{14}-Atomen ist ein verhältnismäßig langsamer Prozeß. Es gibt darüber keine Regel, welches Atom zuerst zerfallen wird. Dies ist tatsächlich völlig eine Sache des Zufalles. Aber von jeder beliebigen Menge von reinem C^{14} wird nach ungefähr 5600 Jahren nur die Hälfte übrig geblieben sein und dieser Zeitraum ist die sogenannte Halbwertzeit. Das bedeutet, daß nach zwei Halbwertzeiten nur noch ein Viertel der ursprünglichen Menge verbleibt usw.

Die in der Atmosphäre vorhandene Menge von C^{14} hängt daher vom Verhältnis der Anreicherung zum Zerfall ab. Die Anreicherung ist durch die Intensität der Neutronenstrahlung gegeben, der Zerfall findet der soeben dargestellten Halbwertzeit entsprechend statt. Im Verlauf langer Zeitperioden wird in der Atmosphäre eine ausgeglichene Konzentration erreicht, die stabil bleibt. Diese Konzentration ist außerordentlich gering, nur ungefähr der billionste Teil (10^{-12}) eines Grammes von C^{14} für jedes Gramm von C^{12}. Weil dieser Wert so niedrig ist, wurde der radioaktive Kohlenstoff erst so spät entdeckt.

Radioaktiver Kohlenstoff findet sich in der Atmosphäre in dem soeben erwähnten Verhältnis, und zwar in den Molekülen des Kohlendioxyds (Kohlensäure). Dieses Gas ist die Hauptnahrung der Pflanzen. Daraus bauen sie durch den Prozeß der Photosynthese

[2]) Die hier gegebene Darstellung ist stark vereinfacht.

die organische Substanz auf, aus der sie zusammengesetzt sind. Der Prozeß verläuft verhältnismäßig rasch und beansprucht keine nennenswerte Zeit im Vergleich mit der Halbwertzeit von C^{14}. Daher ist man berechtigt anzunehmen, daß lebende Pflanzensubstanz denselben Anteil von radioaktivem Kohlenstoff in ihrer Gesamtmenge an Kohlenstoff enthält wie die Atmosphäre. Ferner kann angenommen werden, daß die Körpersubstanz lebender Tiere, gleichviel ob es sich um Pflanzenfresser oder Fleischfresser handelt, ebenfalls dieselbe Proportion aufweist, da sie alle letzten Endes ihre Körpersubstanz aus dem Pflanzenreich aufbauen.

Die Dinge ändern sich jedoch, sobald der Organismus stirbt, denn von diesem Augenblick an wird kein radioaktiver Kohlenstoff mehr aufgenommen. Im Gegenteil, der in dem toten Organismus vorhandene radioaktive Kohlenstoff wird, der Halbwertzeit entsprechend, zerfallen. Das Verhältnis des radioaktiven zum gewöhnlichen Kohlenstoff wird demnach nach ungefähr 5600 Jahren auf die Hälfte des in der lebenden Substanz vorhandenen Wertes gesunken sein. Auf diese Erscheinung gründet sich die Zeitbestimmung archäologischer Objekte durch die C^{14}-Methode.

Geschichte der Entdeckung.

Während A. V. Grosse das Vorhandensein radioaktiver Elemente, hervorgerufen durch kosmische Strahlen, schon im Jahre 1934 vermutet hat, wurde im Jahre 1946 das Vorkommen von C^{14} in der Atmosphäre durch W. F. Libby definitiv vorausgesagt. Er hatte erkannt, daß zwischen dem Verhältnis der Produktion und des Zerfalls des atmosphärischen C^{14} ein Gleichgewicht herrschen müsse, da die Existenzzeit der Erde um vieles länger ist als das von C^{14}, und er kam zu der Frage, wieviel Radioaktivität im atmosphärischen Kohlenstoff erwartet werden könne (1).

Um diese Annahme näher zu erforschen, untersuchte eine Arbeitsgemeinschaft, der Libby, Grosse, E. C. Anderson, Weinhouse, Reid und Kirshenbaum (2) angehörten, die Radioaktivität des Methans, des Grubengases, von einer Kanalisationsanlage der Stadt Baltimore. Zum Vergleich benützten sie Methan, das von Petroleum stammte und somit ein beträchtliches geologisches Alter hatte. Man erwartete natürlich, daß dieses Methan, seines hohen Alters wegen, keine wesentliche Radioaktivität zeigen würde, während das Kanalisationsmethan einen ungefähr ebenso hohen Grad von Radioaktivität wie atmosphärischer Kohlenstoff aufweisen müsse, weil der im Grubengas enthaltene Kohlenstoff von zersetzten organischen Substanzen stammt, die noch vor kurzer Zeit lebendig waren. Die Untersuchung bestätigte die Richtigkeit der Annahme und es wurde klar, daß hierauf eine Methode aufgebaut werden könne, das Alter kohlenstoffhältiger Substanzen zu bestimmen.

Libby, Anderson und Arnold schritten nun auf diesem vielversprechenden Weg weiter fort (3). Zuerst unternahmen sie eine ausgedehnte Untersuchung der Radioaktivität von lebendem organischem Material. Sie wußten, daß die Intensität der kosmischen Strahlung am Äquator am geringsten ist und gegen die Pole zu steigt. Aus diesem Grunde wählten sie eine Anzahl von Holzproben, sowie Proben von Muschelsubstanz und Robbenfett von einem über die geographischen Breiten weit ausgedehnten Gebiet aus. Die Resultate ergaben keine regelrechten Unterschiede.

Daraus schloß man, daß die Vermengung der Kohlenstoff-Isotopen in der Atmosphäre so vollständig ist, daß die Breitenunterschiede vernachlässigt werden können. Die Muschelproben ergaben jedoch etwas höhere Werte als jene des Holzes, während die des Robbenfettes niedriger waren. Allerdings war zu dieser Zeit die Technik der Wertbestimmung noch einem ziemlich hohen Grad von experimentellen Fehlerquellen unterworfen. Auf Grund der bisher gewonnenen Ergebnisse wurden jedoch zwei Holzproben bekannten Alters untersucht, welche von den Gräbern des Sneferu aus Meydum und des Zoser aus Sakkara in Ägypten stammten. Dieses fast gleichaltrige Material war nach archäologischer Feststellung 4600 ± 75 Jahre alt. Die Bestimmung nach der C^{14}-Methode ergab für die Proben ein Alter von 4750 ± 250 Jahren, ein in hohem Maß zufriedenstellendes Ergebnis, wenn man bedenkt, daß die Methode noch in ihrem Versuchsstadium war.

Zur selben Zeit war es notwendig geworden, die Halbwertzeit von C^{14} so genau als möglich zu bestimmen, da eine präzise Kenntnis dieses Wertes für die Erreichung einer genauen Datierung wesentlich ist. Die Arbeit wurde von Engelkemeir, Hamill, Ingram und Libby (4) ausgeführt. Sie erhielten als Wert 5720 ± 47 Jahre, ein Ergebnis, das in gutem Einklang mit dem Durchschnittswert mehrerer früherer Bestimmungen steht, die von verschiedenen Forschern mit weniger genauen Methoden durchgeführt worden waren. In letzter Zeit gelang es Engelkemeir und Libby (5), diesen Wert noch genauer zu bestimmen und gegenwärtig wird er von Libby mit 5568 ± 30 Jahren angegeben. Es muß jedoch mit Nachdruck betont werden, daß die Halbwertzeit von C^{14} noch nicht als zuverlässig bekannt betrachtet werden kann. Ihre Bestimmung ist schwierig und das Ergebnis scheint von dem verwendeten Zählapparat abhängig zu sein (13).

Um der Methode eine etwas verläßlichere archäologische Grundlage zu geben, wurden von Arnold und Libby (6) fünf weitere Holzproben bekannten Alters analysiert. Darunter befanden sich eine Holzprobe aus der „Broken Flute Cave" in Arizona, deren Alter durch Zählung der Ringe bestimmt worden war (Altersbestimmung durch diese Zählung 1372 ± 50; Altersbestimmung nach der C^{14}-Methode 1100 ± 150); ein Holzstück von einem ägyptischen Sarg aus der ptolemäischen Periode (vermutliches Alter 2149 ± 150; Alter nach C^{14} 2300 ± 450); Kiefernholz aus einem syrisch-hethitischen Palast zu Tayinat im nordwestlichen Syrien (vermutliches Alter 2624 ± 50; C^{14}-Alter 2600 ± 150); eine Holzprobe eines Mammutbaumes, der im Jahre 1874 n. Chr. gefällt worden ist. Die Zählung der Jahresringe durch Dr. Douglass ergab ein Alter von 1031—928 v. Chr. (vermutliches Alter 2928 ± 52; C^{14}-Alter 3005 ± 165). Ferner wurde ein Holzstück von der Totenbarke Sesostris III. analysiert (vermutliches Alter 3792 ± 50; C^{14}-Alter 3700 ± 400). Diesen Beispielen müssen noch die schon oben erwähnten von Zoser und Sneferu angefügt werden, für die gemeinsame Werte bereits gegeben wurden.

Von diesen Resultaten ergab die Probe des Mammutbaumes, daß die Radioaktivität des Kernholzes eines Baumes eine direkte Funktion des Alters des Holzes ist, und daß sie durch das spätere aktive Wachstum des Baumes nicht beeinflußt wird. Diese Stücke lassen den Einfluß der analytischen Technik erkennen, denn es

wurden die empfindlichsten Instrumente benützt und die größte Sorgfalt angewendet. Die genaueste Übereinstimmung mit den erwarteten Werten zeigt das Resultat der Tayinat-Probe. Diese Ergebnisse (welche alle auf der Halbwertzeit von 5720 ± 47 Jahren fußten) konnten als so ermutigend betrachtet werden, daß weitere Anwendungen der C^{14}-Methode auf Gegenstände von archäologischem Interesse gerechtfertigt waren. Es bildete sich ein Komitee der „American Anthropological Association" und der „Geological Society of America", bestehend aus F. Johnson als Vorsitzendem und D. Collier, R. Foster Flint und Froehlich Rainey, die die Probenstücke zur Untersuchung auswählten. Man beschränkte sich dabei auf einige bedeutende Probleme der Zeitbestimmung, um die Bewährung der Methode für Perioden zu beweisen, für die der Untersuchung keine allgemein gültigen Daten zur Verfügung standen; es handelte sich um Proben hauptsächlich aus der Zeit vor 3000 v. Chr. Die Probleme, auf die man besonderes Augenmerk lenkte (6), waren:

Der Mensch der Vorzeit, unter Frank H. H. Roberts, jr.; Kalifornien-Oregon, unter Robert Heizer; Hopwell-Adena (James Griffin); Mankato (Richard Foster Flint); Mesopotamien und West-Asien (Robert Braidwood); Peru (Junius Bird); Skandinavien und Westeuropa (Hallam L. Movius, jr.); der Südosten Nordamerikas (William S. Webb); der Yukon (Frederick Johnson); das Tal von Mexiko und Tepexpan-Mensch (Helmut de Terra) und Pollenanalyse (Edward Deevey).

Seither ist die Arbeit wirksam fortgesetzt und eine Anzahl von Ergebnissen bekannt gemacht und diskutiert worden, doch sind sie bis jetzt noch nicht ausreichend veröffentlicht. Glücklicherweise haben Arnold und Libby kürzlich eine Liste von Radiokarbon-Daten, die bis zum 1. September 1950 bekannt geworden waren, in Umlauf gebracht. Obwohl die Liste keine Veröffentlichung darstellt, gaben die Autoren freundlicherweise die ausdrückliche Erlaubnis, die Daten hier anzuführen. Es sind daher alle weiteren Werte, die in dem vorliegenden Artikel aufscheinen, dieser Liste entnommen, in der durchwegs der neue Wert von 5568 ± 30 Jahren als Halbwertzeit des C^{14} verwendet wurde [3]).

Technik.

Die Untersuchung einer Probe geht folgendermaßen vor sich: Eine Unze (ca. 28 g) Holzkohle oder Holz oder eine entsprechende Menge eines anderen Materials wird verbrannt, um Kohlendioxyd zu erzeugen. Dieses Gas wird in Kalkwasser adsorbiert, dabei fällt reines Kalziumkarbonat aus. Hierauf wird dieses Kalziumkarbonat in Säure aufgelöst, wodurch das Kohlendioxyd wieder frei wird. Das Kohlendioxyd muß deswegen der Kalkreaktion unterzogen werden, um die Möglichkeit einer Einwirkung radioaktiven Wasserstoffs auszuschließen. Das gereinigte Gas wird hierauf durch Verbrennen von Magnesium zu reinem Kohlenstoff reduziert. Der so erhaltene rußartige Kohlenstoff wird auf die Oberfläche eines Geiger-Zählapparates verteilt.

Der Zählapparat besteht aus einer Röhre mit einer Oberfläche von ungefähr 400 cm^2. Durch die Mitte der Röhre geht ein Draht, der eine hohe positive Ladung führt. Der Zylinderraum ist mit Gas gefüllt. Sooft nun vom C^{14} an der Innenfläche der Röhre ein Elektron ausgestoßen wird, ionisiert es auf seinem Weg einige Gas-

[3]) Diese Liste ist neuerdings in revidierter Form in "Science" erschienen. Siehe Lit. Nr. 15.

moleküle. Auf diese Weise wird eine Anzahl negativer Gasionen erzeugt, die von dem positiv geladenen, in der Mitte der Röhre befindlichen Draht angezogen werden. Dabei wird in dem Draht ein kleiner elektrischer Impuls verursacht, der in ungefähr derselben Art elektrisch verstärkt wird, wie die Impulse in einem Radioapparat. Sie werden dann in einem Lautsprecher hörbar gemacht oder automatisch aufgezeichnet.

Bei der Anwendung dieser Zählmethode muß der Kohlenstoff, der auf der Innenseite des Zählers ausgebreitet ist, zwei Bedingungen erfüllen. Erstens muß er chemisch rein sein. Es muß nicht erst besonders bemerkt werden, daß alle für die Präparation des Kohlenstoffes verwendeten Reagenzien völlig frei von jeder radioaktiven Verunreinigung sein müssen. Es ist schwierig, den Kohlenstoff nach seiner Reduktion völlig vom Magnesiumoxyd zu scheiden, sodaß L i b b y und A r n o l d sich in ihrer Praxis genötigt sahen, für das remanente Magnesiumoxyd Korrekturzahlen in Rechnung zu ziehen.

Eine andere Bedingung liegt darin, daß der Kohlenstoff auf der Oberfläche des Apparates als eine „unendlich dicke" Schichte verteilt ist. Das bedeutet, daß die Schichte genügend dick sein muß, um das Höchstmaß an Radioaktivität zu gewährleisten. Es ist leicht verständlich, daß eine sehr dünne Schichte weniger Partikel ausstrahlt als eine etwas dickere. Aber wenn die Dicke zunimmt, wird die Strahlung der unteren Schichten des Kohlenstoffes von jenen, die mehr an der Oberfläche liegen, absorbiert und so gibt es eine Grenze der Schichtenhöhe, jenseits welcher die gesamte Strahlung der unteren Schichten völlig absorbiert wird. Die Radioaktivität einer solchen Schichte wird daher konstant bleiben und kann auch durch weiteres Auftragen von Kohlenstoffschichten nicht verstärkt werden. In der Praxis ist diese „unendlich dicke" Schicht wegen der geringen Durchschlagskraft der von C^{14} ausgestoßenen Elektronen ziemlich dünn. Es ist daher möglich, den Kohlenstoff auf den Zylinder in Form einer Paste aufzutragen. Wenn man frischen Kohlenstoff verwendet, werden ungefähr 13 Elektronen per Gramm in der Minute durch den Zähler registriert, bei geologisch älteren Proben entsprechend weniger.

Unglücklicherweise bombardieren kosmische Strahlen unaufhörlich den Apparat, mit 350 Registrierungen in der Minute. Diese kosmische Strahlung würde daher die C^{14}-Strahlungen völlig überdecken, ergriffe man nicht besondere Vorsichtsmaßregeln. Sie bestehen aus einem 10 cm dicken Eisenschutz innerhalb eines 5 cm dicken Bleischutzes, mit dem man den ganzen Apparat umgibt. Außerdem sind um den Zählapparat elf andere Zählapparate in einem Kreis aufgestellt, welche die Außenstrahlung registrieren. Das Ausmaß der von diesen „Anti-coincidence"-Zählern registrierten Strahlung wird von einer elektrischen Vorrichtung automatisch ausgeschaltet, sodaß mit Ausnahme sehr weniger gelegentlicher Eindringlinge von dem Apparat nur C^{14}-Strahlen registriert werden. Auf diese Weise ist es L i b b y gelungen, aus fossilen C^{14} weniger als zehn Ausstrahlungen in der Minute zu zählen.

Mit dieser Einrichtung kann man aber nur das Alter solcher Probestücke bestimmen, das 20.000 Jahre nicht übersteigt. Vermittels thermaler Diffusionssäulen (9), durch die C^{14} angereichert wird, ist es jedoch möglich, den Spielraum auf etwa 30.000 Jahre auszudehnen.

Eine Verbesserung des Zählapparates aber wäre der Anwendung eines komplizierten Anreicherungsverfahrens jedenfalls vorzuziehen. In dieser Hinsicht hat Mr. J. V. P. Long in seinem Beitrag zur Tagung der British Association in Birmingham vielversprechende Entwicklungen angedeutet. Auf Grund seiner Experimente hält er es für möglich, den Gaszähler, welcher anstatt der Radioaktivität des festen Kohlenstoffes jene des Kohlendioxyds mißt, hinreichend zu verbessern. Wenn man das Gas im Zähler unter Druck setzt, kann ein noch genaueres Ergebnis der Zählung erreicht werden als bei festem Kohlenstoff.

Auf Grund verschiedener Versuche, die für eine zufriedenstellende Bestimmung erforderliche Menge reinen Kohlenstoffes festzustellen, empfiehlt Movius (10) ein Minimum von 65 Gramm Holzkohle und 200 Gramm anderer vegetabiler Substanzen wie Holz, Torf, Faserstoff, Korbwaren und ähnliches, 200 Gramm tierischer Substanz wie Haut, Haar oder Horn, 2.2 kg Zähne oder verkohlte Knochen oder 700 Gramm Molluskenschalen. In wichtigen Fällen kann weniger als die Hälfte der angegebenen Menge genügen; aber das bedeutet, daß dann die Möglichkeit, Kontrollzählungen durchzuführen, nicht gesichert ist, sodaß dem Ergebnis ein beträchtlicher Spielraum an Unzuverlässigkeit anhaftet.

Probleme und Schwierigkeiten der Methode.

Die C^{14}-Methode ist auf eine Anzahl physikalischer, chemischer, geologischer und archäologischer Voraussetzungen gegründet. Es ist unmöglich, sie in einem kurzen Artikel zu behandeln. Die wichtigsten Voraussetzungen sind die vier folgenden:

1. daß die Intensität der kosmischen Strahlen die letzten 30.000 Jahre hindurch konstant war,
2. daß C^{14} in lebender Substanz gleichmäßig verteilt ist,
3. daß die benutzten Probestücke unverändert sind, und
4. daß die archäologischen Proben und der Kohlenstoff, aus dem sie bestehen, gleich alt sind.

In Bezug auf die erste Voraussetzung muß zugegeben werden, daß, obwohl sie wahrscheinlich richtig ist, dafür noch kein endgültiger Beweis erbracht werden konnte.

Eine augenscheinlich mögliche Ursache der ungleichmäßigen Verteilung von C^{14} in lebender Substanz wäre der Unterschied der kosmischen Strahlung in den verschiedenen geographischen Breiten. Es ist bereits erwähnt worden, daß Libby imstande war zu zeigen, daß seine vermittels frischem Holz gewonnenen Ergebnisse von Breitenunterschieden unabhängig waren. Aber es gibt noch eine andere Schwierigkeit. A. O. Nier von der Universität Minnesota und seine Mitarbeiter haben in ihrem Werk gezeigt, daß es, obwohl Isotope im allgemeinen dieselben chemischen Eigenschaften haben, eine Anzahl von Fällen gibt, in welchen beobachtet wurde, daß bestimmte Isotope bei der Bildung gewisser chemischer Verbindungen begünstigt werden. So stellt Nier zum Beispiel fest, daß bei der Bildung von Karbonaten das Kohlenstoffisotop C^{13} in relativ größerem Maße als das gewöhnliche C^{12} verbraucht wird. Andererseits kommt C^{12} in Pflanzen in verhältnismäßig konzentrierter Form vor. Was für die Unterschiede zwischen C^{12} und C^{13} gilt,

kann gleichermaßen für C^{12} und C^{14} Geltung haben, so daß die Möglichkeit erwogen werden muß, daß verschiedene Arten von Kohlenstoffverbindungen etwas verschiedene C^{14}-Werte haben können. Man kann sich vorstellen, daß die ziemlich beträchtlichen Unterschiede, die in Libbys Ergebnissen von Substanzen aus der Gegenwart (3) aufscheinen, nicht nur den experimentellen Fehlerquellen, sondern teilweise auch dem verschiedenen Anfangsgehalt von C^{14} zuzuschreiben sind. Vor allem scheint Muschelsubstanz (ein Karbonat) mehr C^{14} zu enthalten als Holz. Um einen genaueren Begriff von dieser Schwierigkeit zu erhalten, wird es notwendig sein, eine größere Anzahl von Probestücken aus der Gegenwart zu untersuchen. Gegebenenfalls kann es notwendig werden, nur Proben ein und desselben Materials zu vergleichen, z. B. altes Eichenholz mit frischem, fossile Muscheln mit jetzt vorkommenden derselben Gattung oder Art.

Drittens wird vorausgesetzt, daß die zu untersuchenden Probestücke von einem Material stammen, dessen Kohlenstoffgehalt sich in seiner isotopen Zusammensetzung, mit Ausnahme des Zerfalls von C^{14}, nicht geändert hat. Genau genommen ist diese Voraussetzung nur in wenigen Fällen gerechtfertigt. So bei den von Sarkophagen, Nahrungsmitteln und Bekleidungsmaterial stammenden Proben, welche in trockenen Felsengräbern unter idealen musealen Bedingungen erhalten geblieben sind. Andererseits können Proben, welche im Boden gelegen sind und wahrscheinlich wenigstens eine Zeit lang einer sich bildenden Verwitterungsschicht angehörten, Veränderungen durchgemacht haben, welche durch geologische Untersuchungen ihres Erhaltungszustandes abgeschätzt werden müssen (11).

Fast alle archäologischen Untersuchungsstücke aus Oberflächenfunden, z. B. Holzkohlenstücke, liegen, wenigstens eine Zeit lang, so nahe der Erdoberfläche, daß sie den gewöhnlichen chemischen Veränderungsprozessen, welche zur Bildung eines „Bodens" führen, unterworfen sind. Insbesondere solche Holzkohlenstücke, die zufällig in einer mäßigen Tiefe liegen, adsorbieren gerne Humussubstanzen, die von der Oberfläche in die tieferen Schichten sickern. Wenn man ein solches Stück analysiert, werden es die adsorbierten Humusbestandteile unvermeidlich mit Kohlenstoffverbindungen, die an Alter jünger sind als das Probestück, verunreinigt haben und sie werden mit der Probe selbst verbrannt werden. Diese Quelle der Verunreinigung, welche das augenscheinliche Alter der Probe herabsetzt, mag in einigen Fällen vernachlässigt werden können, z. B. wo Ablagerungen die Stelle rasch bedeckten und so das Niveau der Kulturschichtbildung über die Schicht erhoben, die das Untersuchungsstück enthielt. Andererseits können Proben aus geringer Tiefe, z. B. Holz oder Holzkohle aus Mesolithschichten, beträchtlichen Verunreinigungen unterworfen gewesen sein.

Im ganzen gesehen scheinen die so weit durchgeführten Überlegungen anzudeuten, daß diese Art von Verunreinigung nicht immer ins Gewicht fällt. Es kann aber ein Beispiel angeführt werden, bei welchem das verringerte augenscheinliche Alter aller Wahrscheinlichkeit obigen Gründen zuzuschreiben ist. Es ist ein genau datiertes Stück Torf, das von F. Overbeck dem Chicagoer Laboratorium zur Verfügung gestellt wurde. Es stammt aus einer 0—2 cm unterhalb eines Trockenhorizontes gelegenen Schichte und wurde pollenanalytisch mit einem Alter von 2500 bis

2700 Jahren datiert. Zwei C^{14}-Untersuchungen ergaben 1446 ± 250 und 1452 ± 290 Jahre, das sind um über 1000 Jahre weniger als man erwartet hatte. Auch wenn man annimmt, daß das Alter der Probe nahe der oberen Grenze in dem Spielraum liegt, den die C^{14}-Bestimmung zuläßt, ist der Unterschied so groß, daß die Ursache hiefür aller Wahrscheinlichkeit nach in der Verunreinigung durch die von den darüberliegenden Torfschichten stammenden Lösungen zu suchen ist.

Es ist ziemlich schwierig herauszufinden, wie das scheinbare Alter des Probestückes über den wirklichen Alterswert hinaus erhöht werden könnte. Doch können unter gewissen Bedingungen Karbonverbindungen, die kein C^{14} enthalten, infiltriert worden sein, z. B. wo Asphaltsubstanzen für die Präparierung von Objekten verwendet worden sind. Außerdem muß die Möglichkeit ins Auge gefaßt werden, daß chemische Prozesse vor sich gehen, die C^{14} aus dem Probestück teilweise entfernen. Da es wahrscheinlich ist, daß die isotope Beschaffenheit von Holzkohle von verunreinigenden Substanzen nicht beeinflußt wird und dasselbe für Lignin und Zellulose gilt, die in Holz enthalten sind, wird es vielleicht möglich sein, Reinigungsverfahren zu entwickeln, um die Verunreinigungen aus solchen Proben zu entfernen.

Es gibt eine Menge anderer Verunreinigungsquellen, welche die Versuchsproben befallen können. Selbstverständlich sollen die Stücke nicht mit Material verpackt werden, das an ihnen haften bleibt. Sie dürfen auch nicht mit Konservierungsmittel behandelt werden. Eine andere Gefahr ist das Wachsen von Schimmel und Bakterien auf und in dem Stück. Dies geschieht häufig, besonders aber dann, wenn man die Versuchsprobe feucht in eine Blechbüchse gibt. Stücke, die für die C^{14}-Untersuchungen bestimmt sind, sollten sobald als möglich nach dem Aufsammeln luftgetrocknet werden.

Radioaktive Verunreinigung, welche leicht in Laboratorien vorkommen kann, in denen radioaktive Untersuchungen vorgenommen werden, bildet eine weitere Gefahr. Es wäre sehr vorteilhaft, C^{14}-Laboratorien, wo immer dies möglich ist, in einiger Entfernung von radioaktiven Untersuchungsstellen zu errichten. Der Einfluß von Störungen auf die Ergebnisse ist oft schwer zu entdecken und wird nur dann offensichtlich, wenn die Resultate einander deutlich widersprechen. So ergaben z. B. ägyptische Untersuchungsproben (Getreide aus Fayum A) ein Ergebnis von 4716 ± 270 Jahren. Dieses Resultat war mit dem archäologischen Befund unvereinbar. Es stellte sich später heraus, daß eine Verunreinigung stattgefunden hatte. Das reine Probestück ergab den Wert von 6095 ± 250 Jahren.

Die vierte Voraussetzung ist, daß die archäologischen Probestücke und der Kohlenstoff, aus dem sie bestehen, gleich alt sind. Dies braucht weder vom archäologischen noch vom chemischen Standpunkt, noch von beiden aus betrachtet der Fall zu sein. Es ist allgemein bekannt, daß Rohmaterialien, etwa Holzstämme, wiederholt gebraucht werden, wie dies zum Beispiel von Indianerdörfern im Südwesten der Vereinigten Staaten bekannt ist. Dort fanden D o u g l a s s und seine Mitarbeiter bestätigt, daß Holzplanken und Pfosten älterer Gebäude zu wiederholten Malen verwendet wurden. In ähnlicher Weise ist Holz öfter gebraucht und umgeformt worden, indem man Artefakte wie Handgriffe u. ä. herstellte, bis das Material abgenutzt war.

Vom chemischen Standpunkt aus besteht die Möglichkeit, daß älterer Kohlenstoff von Muscheltieren assimiliert worden ist. Es ist z. B. möglich, daß Schnecken, die auf paläozoischem Kalkstein leben, einen großen Teil des Kalziumkarbonats ihres Gehäuses direkt von diesem Kalkstein und nicht auf dem Weg über die Vegetation erhalten. In solchen Fällen mag der Anfangswert von C^{14} wohl beträchtlich geringer sein als der gewöhnliche. Da Karbonate von Muscheln für die C^{14}-Untersuchungen wichtig zu werden versprechen, wäre es wohl lohnend, diesen biologischen Aspekt der Karbonatbildung bei Molusken zu erforschen.

Ergebnisse und Genauigkeitsgrad.

Aller Voraussicht nach wird in Zukunft durch die technische Entwicklung und die Verbesserung der Auswahl der Untersuchungsstücke eine weit größere Genauigkeit der Ergebnisse erzielt werden können als derzeit. Die meisten Gelehrten sind nun schon mit der mathematischen Auswertung der durch die Analysen gefundenen Ergebnisreihen vertraut, insbesondere mit dem Begriff der Standardabweichungen. Das Verlangen aber, möglichst genaue Zeitbestimmungen zu erhalten, verführt den Archäologen, der mit der Auswertung der Ergebnisse nicht vertraut ist, leicht, die gegebenen Werte in einem zu engen Sinne aufzufassen. Aus diesem Grunde soll hier erwähnt werden, daß die von Dr. Libby und seiner Arbeitsgemeinschaft veröffentlichten Resultate mit einem Plus oder Minus Spielraum einer gewissen Anzahl von Jahren versehen sind. Dieser Fehlerfaktor ist die Standardabweichung (ein σ) und ist lediglich ein Maßstab der Variabilität der Zählung zufälliger Ereignisse, in diesem Falle radioaktiver Zerfallsimpulse im Apparat. Es ist bereits aufgezeigt worden, daß die ganze Methode verschiedenen anderen Fehlern ausgesetzt ist, die mathematisch nicht erfaßt werden können, sodaß der wirkliche Fehler wahrscheinlich viel größer ist als der angegebene. Man muß sich auch folgendes vergegenwärtigen: ein σ bedeutet, daß von drei Determinationen eine außerhalb der gegebenen Grenzen fallen kann. Um ein Beispiel zu nennen: Ein Holzstück aus dem Grab des Hemaka, eines Staatsministers von Udimu aus der ersten ägyptischen Dynastie, das in Sakkara gefunden worden war, ergab den Wert von 4961 ± 240 Jahren. Das bedeutet eine Chance von 2 : 1, daß das Datum zwischen 3251 vor Chr. und 2771 vor Chr. liegt. Dies ist, als Musterbeispiel gesehen, ein ausgezeichnetes Resultat, da historische und astronomische Methoden es wahrscheinlich erscheinen lassen, daß die erste Dynastie um 3000 vor Chr. begann. Aber das Ergebnis enthält keine genügende Genauigkeit, um dieses besondere Grab im Detail innerhalb der Periode zu datieren, welcher es auf Grund früher verfügbarer Zeugnisse zugeordnet worden ist, und die Möglichkeit, daß sein tatsächliches Alter außerhalb der durch die Standardabweichung angezeigten Grenzen liegt, ist verhältnismäßig groß. Es wäre vorzuziehen, zwei σ zu verwenden, denn die Wahrscheinlichkeit, daß das wirkliche Alter außerhalb der Grenzen fällt, ist nur 1 : 22, doch in dem angeführten Falle würde das bedeuten, daß die Grenzen viel zu weit gezogen sind, um für den Archäologen von irgendwelchem Wert zu sein (zwischen 3491 und 2531 vor Chr.). Diese Schwierigkeit nimmt der Radiochemiker als Selbstverständlichkeit hin und er ist sich ihrer Bedeutung vollkommen

bewußt; aber auch diejenigen, die von den Zeitbestimmungen der Radiochemiker Gebrauch machen, sollten ihr immer eingedenk sein, besonders in jenen Fällen, in denen die Werte von prähistorischen Objekten stammen, bei welchen Überprüfungen durch andere Methoden nicht möglich sind.

Der Standardfehler kann dadurch verringert werden, daß man wiederholte Untersuchungen an demselben Objekt vornimmt. Das bedeutet aber, daß große Mengen von Versuchsmaterial zur Verfügung stehen müssen, Mengen, die sich die Archäologen entweder nicht beschaffen können, oder die sie wegen des oft einzigartigen Charakters der Stücke nicht zu opfern imstande sind. Es ist leicht einzusehen, warum die Forscher in nachdrücklicher Weise darauf dringen, daß immer genügend Material zur Verfügung steht, um an derselben Probe mehrere Untersuchungen vornehmen zu können.

Materialien, deren vermutliches Alter innerhalb der letzten dreitausend Jahre liegt oder die älter sind als 15.000 Jahre, bieten derzeit noch Schwierigkeiten, die nur durch mehrmals wiederholte Bestimmungen überwunden werden können. Da dies nicht nur genügend Untersuchungsmaterial voraussetzt, sondern auch den Umstand, daß das Personal des Laboratoriums genügend Zeit hat, um sich mit einem besonderen Datierungsproblem eingehend beschäftigen zu können, sind solche Materialien derzeit unerwünscht.

Einige Ergebnisse:

Wie zu erwarten war, erweisen sich einige der bisherigen Ergebnisse als in guter Übereinstimmung mit früheren Altersschätzungen, während andere ihnen widersprechen.

Daß die Pflanzenreste aus dem "Lea Valley arctic bed" von Ponders End in der Nähe Londons sich älter als 20.000 Jahre erwiesen, wird nicht überraschen. Verschiedene Untersuchungen sind von Torf und Holz der Alleröd Schwankung gemacht worden, einer milden Phase beim Rückgang der letzten Eiszeit, auf welche die Formation der fennoskandischen Moräne Zentralschwedens und Finnlands folgte. Dieses Stadium ist durch die Varvenzählung sowohl in Schweden als auch in Finnland mit etwa 8000 vor Chr. datiert worden. Die Alleröd-Schwankung, die diesem Ereignis gerade voranging, soll deshalb in der Regel C^{14}-Werte von etwas mehr als zehntausend Jahren ergeben. Eine Ablagerung von Wallensen, Nordwestdeutschland, die F. Firbas untersuchte, ergab 11.044 ± 500 Jahre. Drei von H. Godwin gelieferte Proben stammen aus britischen Ablagerungen. Ein Torfstück von Hawkes Tor in Cornwall ergab ein Alter von 9861 ± 500 Jahren, ein Seeschlamm von Neasham in der Nähe von Darlington ergab 10.851 ± 630 Jahre und kalkhältiger Schlamm von Hockham Mere in Norfolk ergab 6555 ± 280 Jahre. Die ersten drei Ergebnisse können als zufriedenstellend betrachtet werden, jedoch die letzte Probe ist aller Wahrscheinlichkeit nach stark verunreinigt worden, möglicherweise durch Infiltration jüngerer organischer Substanzen in den Schlamm. Diese Werte sind von besonderem Interesse, weil man ähnliche Ergebnisse für eine Klimaschwankung erhielt, welche kurz vor dem Mankato-Stadium des Eisrückganges in Nordamerika stattfand. Holz von Bäumen, die durch dieses Vorrücken überlagert wurden, und Torf ergaben einen

Durchschnitt von 11.404 ± 350 Jahren. und es ist durchaus möglich, daß diese C^{14}-Werte die Gleichaltrigkeit der fennoskandischen Moräne mit dem Mankato-Stadium anzeigen.

Ein Problem, das das Interesse unserer amerikanischen Kollegen natürlich mehr als irgend ein anderes gefangen nahm, war das der ersten Besitzergreifung Amerikas durch den Menschen. Die ältesten Artefakte, die in Amerika festgestellt wurden, sind mehrere aus Stricken verfertigte Sandalenpaare von Fort Rock Cave Oregon, die von vulkanischen Ablagerungen überdeckt worden waren und die L. S. Cressman an Libbys Laboratorium gesandt hat. Das mittlere Ergebnis war 9053 ± 350 Jahre oder ein Alter 7000 vor Chr. Andererseits ergab Holzkohle von einem Fundplatz der Folsom Steinindustrie, den H. J. Cooke untersucht hat, ein überraschend geringes Alter, nämlich 4283 ± 250 Jahre. Diese Industrie ist immer als außergewöhnlich alt angesehen worden, möglicherweise als der älteste Nachweis menschlichen Wirkens in Nordamerika. Es werden noch mehr Fundproben unter kontrollierten Bedingungen gesammelt und nach der C^{14}-Methode untersucht werden müssen, bevor man das späte Datum der ersten beiden Proben als gesichert annehmen kann.

In Südamerika ergaben verbrannte Knochen von Riesenfaultier, Pferd und Guanaco zusammen mit Menschenknochen und Artefakten aus der Palliaike Cave in Chile, die J. B. Bird untersucht hat, 8639 ± 450 Jahre. Dies ist bis jetzt das älteste Datum für das Erscheinen des Menschen in Südamerika. Das Riesenfaultier scheint in Nord- und Südamerika vor ungefähr zehntausend Jahren unter günstigsten Lebensbedingungen vorgekommen zu sein, als Beispiel hierfür seien Mylodon Cave in Chile (10.832 ± 400 Jahre) und Gypsum Cave, Nevada (10.455 ± 340 Jahre) genannt.

In der alten Welt ist ein besonders wichtiges Problem, das durch C^{14}-Untersuchungen wahrscheinlich gelöst werden kann, die Frage des Beginnes des Ackerbaues im Mittleren Osten. Bis jetzt ist ein Resultat verfügbar. R. J. Braidwood vom Oriental Institute, Chicago, grub kürzlich bei Jarmo im nördlichen Irak die Anlagen eines Dorfplatzes aus, die älter sind als alle Keramik führenden Schichten dieses Raumes (12). Schalen von Landmollusken dieses Fundplatzes wiesen ihm ein Alter von 6707 ± 320 Jahren zu. Dieser Wert ist nur um ein geringes kleiner als das vermutete Alter.

Weitere Ausblicke:

Ohne Zweifel werden die Forscher der Radiochemie die analytische Technik der C^{14}-Methode weiter ausbauen. Es scheint jedoch, daß die Genauigkeit der Resultate oder präziser gesagt, die Abschätzung der wahrscheinlichen Genauigkeit um vieles verbessert werden könnte, wenn mehr grundlegende Untersuchungen Problemen zugewendet würden, wie z. B. der Variation des gegenwärtigen Wertes von C^{14} in verschiedenen Sorten organischen Materials; ferner genauen Bestimmungen der Halbwertzeit des Radiocarbons. Was letztere betrifft, ist es seltsam, daß der frühere Wert von 5720 Jahren eine Reihe von besseren Daten ergab als der neuere Wert von 5568 Jahren. In Zukunft wird aber eine weit größere Aufmerksamkeit der Qualität der Proben, die zum Zwecke von Datierungen für das Laboratorium bestimmt sind,

geschenkt werden müssen. Wenn man annimmt, daß das archäologische Fundniveau genügend bekannt ist, so erfordert doch in jedem Falle der stratigraphische Befund eine besonders sorgfältige Betrachtung, um die möglichen Quellen der Verunreinigungen und Veränderungen auszuschalten. All dies erfordert eine Periode planmäßiger Erforschung, die wahrscheinlich keine besonders hervorragenden Ergebnisse in Form von C^{14} Daten ergeben wird. Sie würde aber dazu beitragen, die Methode auf jene sichere Basis zu stellen, die sie zu haben verdient.

Literatur:

(1) Libby, W. F., 1946. Atomspheric Helium Three and Radiocarbon from Cosmic Radiation. — Phys. Rev., **69** (11/12), S. 671—672.

(2) Anderson, E. C., Libby, W. F., Weinhouse, S., Reid, A. F., Kirshenbaum, A. D., Grosse, A. V., 1947. Radiocarbon From Cosmic Radiation. — Science, **105** (2735), 1 S.

(3) Libby, W. F., Anderson, E. C., and Arnold, J. R., 1949. Age Determination by Radiocarbon Content: World-Wide Assay of Natural Radiocarbon. — Science, **109** (2827), S. 227—8.

(4) Engelkemeir, A. G., Hamill, W. H., Ingram, M. C. and Libby, W. F., 1949. The Half-Life of Radiocarbon (C^{14}). — Phys. Rev., **75** (12), S. 1825—33.

(5) Engelkemeir, A. G., and Libby, W. F., End and Wall Corrections for Absolute Beta-Counting in Gas Counters. — Rev. Sci. Instr., **21** (6), S. 550—54.

(6) Arnold, J. R. and Libby, W. F., 1949. Age Determinations by Radiocarbon Content: Checks with Samples of Known Age. — Science, **110** (2869), S. 678—80.

(7) Gates, D. M., 1950. Dating of Archaeological Material by Means of Radioactive Carbon. — S. W. Lore, **16** (1), S. 1—4.

(8) Cornwall, I. W., 1950. Dating by the C^{14} Method. — Archaeol. News Letter, **2** (11), S. 177—8.

(8) Anderson, E. C., Libby, W. F., Weinhouse, S., Reid, A. F., Kirshenbaum, A. D., and Grosse, A. V., 1947. Natural Radiocarbon from Cosmic Radiation. — Phys. Rev., **72** (10), S. 931—6.

(10) Movius, H. L., 1950. Age Determination by Radiocarbon Content. — Antiquity, **24**, S. 99—101.

(11) Zeuner, F. E., 1950. Dating the Past by Radioactive Carbon. — Nature, **166**, S. 756—7.

(12) Braidwood, R. and L., 1950. Jarmo. — Antiquity, **24** (96), S. 189—195.

(13) National Research Council, Division of Geology and Geography, Washington, D. C., 1950. Reports of the Committee on the Measurement of Geologic Time. Washington 1949—1950, S. 21.

(14) Zeuner, F. E., 1951. Archaeological Dating by Radioactive Carbon. — Science Progress, no. 154, S. 225—238.

(15) Arnold, J. R., und Libby, W. F., 1951. Radiocarbon Dates. — Science, **113**, S. 111—120.

(16) Flint, R. Foster, und Dewey, E. S., 1951. Radiocarbon Dating of Late-Pleistocene Events. — Am. J. Science, **249**, S. 257—300.

(17) Collier, D., 1951. New Radiocarbon Method for Dating the Past. — Biblical Archaeologist, **14**, S. 25—28.

(18) Sellers, O. R., 1951. Date of Cloth from the 'Ain Fashkha Cave. — Biblical Archaeologist, **14**, S. 29.

Bemerkungen zum Begriff „Ur- (Proto-) Aurignacien"

M. Mottl gebührt das Verdienst, durch ihre Berichte ArchA. 5, 1950, S. 6 ff., 18 ff., 24 ff., sowie 8, 1951, S. 1 ff. die Frage des alpinen Paläolithikums wieder in den Vordergrund des Interesses gerückt zu haben. Ihre im vorliegenden Heft gebotene Publikation der Funde aus der Repolust-Höhle (Steiermark) kann das bis heute umfangreichste Steingerätinventar aus den österreichischen Alpen verwerten. Das ist zweifellos ein großer Vorzug, schon vor allem deshalb, weil es vorwiegnd aus einem Rohstoff erzeugt ist, der eine bessere Zurichtung ermöglichte als die Quarzitkiesel der Drachenhöhle bei Mixnitz. Mottl konnte darum auch die typologische und technologische Seite ihrer Bearbeitung eingehender gestalten als dies bisher bei dem alpinen Paläolithmaterial möglich war. So überrascht es auch nicht, daß sie gewisse technologische Eigenarten festzustellen vermochte, die sie ohne eingehende autoptische Kenntnisse des europäischen Fundgutes einem Clactonien-Tayacien und dem „Uraurignacien" verwandt findet. Bei den versuchten Verbindungen zum Clactonien-Tayacien kann es sich höchstens um allgemeine technologische Ähnlichkeiten handeln, da ein echtes letztinterglaziales Clactonien nicht mehr existiert hat. Die Beziehungen zum Tayacien (einer Versuchskonstruktion, deren tatsächliche Berechtigung noch nicht gesichert ist) können kaum ernsthaft in Erwägung gezogen werden, da man Insignifikantes nicht mit Insignifikantem vergleichen kann. So scheint es mir also, daß diese beiden Beziehungslinien nur theoretischer Natur sein können und höchstens geeignet sind, gewisse Traditionen technoligischer Art innerhalb einer letztinterglazialen Klingenfacies zu fassen. Es bleibt daher nur die von Mottl vertretene Zuweisung zum „Uraurignacien", für dessen Nachweis „das Vorhandensein von Schmalklingen jungpaläolithischer Art, von quarzitischen Großformen, von Typen mit Steilretusche, ferner von durchlochten Knochengeräten" herangezogen werden. Ohne hier näher darauf eingehen zu wollen, wie weit diese Beobachtungen nur im Sinne einer derartigen Verbindung ausgedeutet werden können, wollen wir uns einmal grundsätzlich die Frage vorlegen, ob es gestattet ist, das aus den alpinen Stationen stammende Fundgut für so weitreichende genetische Fragen heranzuziehen, bzw. ob es auch geeignet ist, dafür verwertet werden zu können.

Wenn M. Mottl die Auffassung vertritt, daß das Repolustmaterial auch Beziehungen zum Primitiv-Moustérien aufweist und wenn sie geneigt ist, die schweizerischen Stationen Bächler's gemeinsam mit Repolust in das letzte Interglazial zu stellen, dann kommen für die Besiedlung Mitteleuropas zu dieser Zeit nur zwei Kulturformen in Betracht: das späte Acheuléen und das warme Moustérien, bzw. die aus den beiden Grundformen sich ergebenden Mischungserscheinungen. Die genannten Vorkommen sind nun tatsächlich im Umkreis des alpinen Raumes nachgewiesen worden, wie man leicht in der Literatur festzustellen vermag. Will man daher methodisch daran gehen, die kulturelle Eigenart der alpinen Stationen zu bestimmen, so sind dabei zwei Punkte in Rechnung zu stellen: erstens die Tatsache, daß das aus dem alpinen Raum zur Zeit bekannte Fundgut wegen der Höhenlage der Depositionsräume nur auf eine kurze, vorübergehende Anwesenheit des Menschen in den Höhlen zu bestimmten Zwecken zurückgeht (Mottl vertritt allerdings die Ansicht, daß die Repoluthöhle eine längere Besiedlung erfahren hat, wofür die größere Zahl der Herdstellen zu sprechen scheint); zweitens muß berücksichtigt werden, wie die in dem dauernd besiedelten Alpenvorland vorhandene kulturelle Struktur geartet war. Denn es kann trotz der mißglückten Konstruktion einer Knochenkultur und ihrer Ausweitung duch G. Kyrle kein Zweifel

sein, daß die Höhlenbären jagende Schicht nur aus dem Alpenvorland in das Gebirge vordringen konnte. Siedlungskern und exponierte Punkte gehören zu einer Einheit zusammen und nur beide gemeinsam vermögen das kulturelle Wesen einer Zeit zu bestimmen. Es wäre daher eine wichtige Aufgabe der weiteren Forschung, dieses Verwandtschaftsverhältnis näher zu untersuchen und die Ausgangspositionen für die alpinen Stationen zu bestimmen. Wenn wir nun dabei bleiben, die alpinen Stationen innerhalb des Alpenvergletscherungsbereiches dem letzten Interglazial zuzuweisen (ein Abgehen von dieser Auffassung ist vorläufig durch nichts begründet), dann fällt auch damit die theoretische Annahme eines „Uraurignacien" von vornherein weg, da für diese Periode des Glaziales kein einziger Nachweis für das Vorhandensein einer Kultur in Gesamteuropa gefunden werden könnte, die als direkter Vorfahre des späteren Aurignacien zu gelten vermöchte. Dadurch, daß das Aurignacien erst im ersten Würm-Interstadial nachweisbar wird, zeigt sich auch aus diesem Grunde eine so tiefe Verwurzelung des Aurignacien als unbeweisbar. Damit soll aber nicht in Abrede gestellt werden, daß das Aurignacien wirklich auf einer Breitklingenform aufbauen kann. Es ist nur methodisch unrichtig, wenig kennzeichnendes Fundgut, das offensichtlich nur einer ad hoc-Herstellung seine Formung verdankt, zum Ausgangspunkt einer so grundlegenden Neuerung zu machen und damit eine Konstruktion zu wiederholen, die auf Grund eines noch lückenhafteren Materiales, als es heute zur Verfügung steht, versucht wurde. Selbst unser jetziger Forschungsstand erlaubt es noch nicht, die Frage der Entstehung des Aurignacien trotz Abri Audit und Châtelperron ernsthaft in Angriff zu nehmen und konkrete Tatsachen dazu vorzubringen. Eine weitere Verwendung des Begriffes „Ur-(Proto-)Aurignacien" würde nur Verwirrung stiften und die Forschung in eine Sackgasse drängen, aus der sie dann nur schwer herauskommen könnte. Solange ein entsprechend umfangreiches Quellengut nicht zur Verfügung steht, scheint es vorteilhaft zu sein, weniger verbindliche Termini zu gebrauchen. Für den vorliegenden Fall würde dies bedeuten, den alteingebürgerten Namen „alpines Paläolithikum" weiter beizubehalten (solange man die bisher gewohnte Steinzeit-Terminologie verwendet) und ihn höchstens durch Beifügung der glazialgeologischen Epoche näher zu fixieren, soweit dies überhaupt möglich ist. Denn eine Zuweisung eines Höhlenstratums zu einem bestimmten Würm-Interstadial oder Stadial muß solange zweifelhaft sein, als ein Nachweis durch entsprechende Füllschichten noch mehr als schwierig ist, besonders in jenen Gebieten, die außerhalb der Würm-Vereisungszone liegen. Eine fruchtbare Förderung unserer alpinen Steinzeitforschung wird nur unter Berücksichtigung aller Faktoren und unter Ausschaltung aller veralteter und damit überholter Vorstellungen sowie Termini möglich sein. In diesem Sinne halte ich auch das Fundgut aus der Repolusthöhle für eine Lokalmodifikation der letztinterglazialen Klingenfacies mitteleuropäischer Art und damit genetisch mit dem warmen Moustérien verbunden. Die Verwendung des Namens Aurignacien sollte methodischer Klarheit wegen ausschließlich für die späte Steinzeit (= oberes Paläolithikum) vorbehalten bleiben, um zu keiner vorgefaßten Meinung Anlaß zu geben. Dies vor allem auch deshalb, weil genetische Fragen der Steinzeitforschung bloß auf breitester Basis erörtert werden können.

Richard P i t t i o n i.