

Die pleistozänen Schichten von Jockgrim in der Rheinpfalz

VON EKKE W. GUENTHER, Kiel und HELGA MAI, Lübeck

Vorwort

Auf Anregung von Prof. Dr. EWALD WÜST, der von 1910—1934 die Geologie in Kiel vertrat, hat sein Schüler ERNST SCHWEGLER die Ton-Schluff und Mehlsand-Lager von Jockgrim in der Rheinpfalz untersucht. Die Ergebnisse seiner Dissertation wurden 1935 in den Schriften des Geologisch-Paläontologischen Instituts der Universität Kiel veröffentlicht. Ein wesentliches Ziel der Arbeit war die Überprüfung des Alters der fossilführenden Schichten mit Hilfe der Stratigraphie und der Fossilien; der Säugetiere und vor allem der Pulmonaten. SCHWEGLER kam zu der Meinung, wahrscheinlich beeinflusst durch Wüst, daß die interessierenden Lagen in die Zeit des Pliozäns, also des Endes des Tertiärs, einzugliedern seien. Nach heutiger Auffassung gehören die „Jockgrimer-Schichten“ in das Quartär, doch gibt es über ihre genauere Gliederung und die Alterseinstufung noch durchaus verschiedene Ansichten. Durch die Auswertung von älteren, bisher noch nicht bekannt gegebenen Bohrungen und eine neue Überarbeitung der Elefanten und Biber, soll zu diesem Fragenkomplex neues Beobachtungsmaterial vorgelegt werden.

Die Ziegelei der Fa. LUDOVICI ist vor einigen Jahren abgebrannt und die Ziegelherstellung scheint vorläufig zu ruhen, es ist daher nicht mehr mit einem größeren Abbau des Jockgrimer Lagers zu rechnen. Die bisher geborgenen Säugerreste befinden sich weit überwiegend im Geologisch-Paläontologischen Institut der Universität Heidelberg. Eine andere Aufsammlung, die in Landau, Speyer oder Bad Dürkheim sich befinden sollte, war nicht mehr aufzufinden. Wie weit sich noch Jockgrimer Fossilien in der Stuttgart-Ludwigsburger geologisch-paläontologischen Sammlung befinden, ist nicht zu sagen, da diese der allgemeinen Wissenschaft nicht ohne weiteres offen zu stehen pflegt.

I. Schwierigkeiten bei der Bestimmung der Fundschichten aus denen die Fossilien stammen.

Auf dem linken Rheinufer, etwa gegenüber von Karlsruhe liegen in einer älteren Terrasse Tone, tonreiche Schluffe, Mehlsande und Sande, die schon seit bald hundert Jahren für die Herstellung von Ziegeln abgebaut wurden. In den fein-

körnigen Lagen und auch in den Sanden und Kiesen fand man hier und da die Reste von fossilen Säugern, die bezeugen, daß wenigstens ein Teil der Ablagerungen aus einer älteren Phase des Pleistozäns stammt. Unter anderem ließen sich nachweisen: Der Breitstirnelch (*Alces latifrons*), das etruscische Nashorn (*Dicerorhinus etruscus*), das Flußpferd (*Hippopotamus antiquus*), sowie verschiedene Elefantenarten, darunter der altpleistozäne *Archidiskodon meridionalis*. Auch von der Biberart *Trogotherium* gibt es Reste.

Gerade bei den Elefanten zeigte sich aber, daß neben phylogenetisch älteren Formen auch schon sehr viel höher entwickelte Arten in Jockgrim vorkommen. Damit erhebt sich die Frage, ob vielleicht phylogenetisch verschieden hoch entwickelte Tiere gleichzeitig gelebt haben, was unseren bisherigen Erfahrungen zumeist widersprechen würde oder ob die phylogenetisch älteren Formen aus tieferen Schichten, die jüngeren dagegen aus höher liegenden, weniger alten Lagen stammen. Die Klärung dieser Frage setzt voraus, daß man die Funde bestimmten Schichten zuordnen kann.

In vielen Fällen sind Etiketts mit Angaben der Fundschichten vorhanden und KUSS (1955) meint hierzu: „Die Bergung und Etikettierung der Stücke, auf die ich mich berufe ist 1935 von Herrn Prof. WILSER-Heidelberg beaufsichtigt worden.“ und „Die Angaben dürften als zuverlässig gelten.“

Bei der Auswertung zieht KUSS die Folgerung, daß faunistische Grenzen bezüglich des Auftretens und Verschwindens einzelner Formen sehr wahrscheinlich nicht vorhanden seien. Da nach seiner Meinung Anzeichen für Umlagerungen oder klimatische Einschnitte fehlen, hält er die Jockgrimer Tonlagerfauna für eine echte, also einheitliche Lebensgemeinschaft.

Wonach sind nun die Fundangaben auf den Etiketts gemacht worden? Im Jahre 1935, also der Zeit, aus der besonders viele fossile Reste stammen, hat GUENTHER in Jockgrim im Auftrage der Fa. LUDOVICI Bohrungen durchgeführt. Mit Hilfe einer Bohrkolonne sollte im Gebiet der Grube „Waldäcker“ nachgeprüft werden, welche Tonvorräte für die nächsten Jahre zur Verfügung stünden. Ein Teil der Fossilfunde aus dieser Zeit ist durch seine Hände gegangen und wurde von ihm an Prof. WILSER nach Heidelberg geschickt. Prof. WILSER hat damals die Tongruben in Jockgrim nicht oder nur selten und dann kurzfristig besucht und selbst wohl keine Funde gemacht. Beim Abbau wurden erst die sandig-kiesigen Deckschichten abgetragen und dann die „Tone“ mit dem Löffelbagger abgeschrappt. (Taf. I, Fig. 1). Dabei wurden verschiedene Schichten bereits miteinander vermengt. Bei dem Abtransport der Erden mit Transportbändern und dann auf Loren gab es weitere Durchmischungen. Die Fossilien wurden in der Regel erst auf den Transportbändern, den Loren oder in der Ziegelei entdeckt. Stets klebte unten an ihnen noch Erdmaterial, das aber keineswegs in allen Fällen von der ursprünglichen Einbettungsschicht stammen mußte, und nach diesem haben die Arbeiter dann zumeist die Erdschicht, aus welcher ein Fund stammen sollte, festgelegt. Wie weit sich in Vertiefungen der Zähne, vor allem in den Pulpen, Erdreste befanden, wurde nicht überprüft, Damit ist die Annahme, daß die Etiketts stets die wirkliche ursprüngliche Einbettungsschicht angeben, nicht für alle Fälle zutreffend.

Gibt es nun heute noch eine Möglichkeit, die Fossilien den Schichten zuzuordnen die abgelagert wurden als die Tiere starben? Hierzu ist zunächst das geologische Profil genau zu analysieren. Von KUSS wird zwar darauf hingewiesen, daß alle aus der Zeit vor dem letzten Kriege stammenden Unterlagen vernichtet worden seien, doch stimmt dies nur zum Teil. Es war nicht bekannt, daß das Privatexemplar der Bohrprotokolle, die GUENTHER 1935 aufgenommen hatte, erhalten geblieben war und ebenso die Aufzeichnungen zu den einzelnen Schichten des Chemikers der Ludovici-Ziegelwerke, Dr. SCHWARZ. Insgesamt liegen die Ergebnisse von 430 Bohrungen vor, die ohne Ausnahme die Decksande und Kiese sowie das gesamte „Ton“-Profil durchteuft haben. Die Bohrungen erreichten eine Tiefe von 6—8 m. Sie folgten einander zumeist in einem Abstand von 10 m. Waren die Lagerungsverhältnisse besonders kompliziert, wurde ein Abstand von 5 m gewählt, war die Lagerung dagegen einfach, genügte ein Abstand von 20 m. Damit ist der geologische Bau von 470 × 120 m, das sind mehr als 5 ha in allen Einzelheiten der Schichtenzusammensetzung und der Lagerung bekannt. Dieses Material ist bis jetzt wissenschaftlich noch nicht ausgewertet worden und es besteht die Möglichkeit, ältere bereits veröffentlichte Angaben, auf die sich die bisher erschienenen Publikationen stützen, zu überprüfen und zu korrigieren.

Erst wenn die Schichtfolge ausreichend geklärt ist und festgestellt ist, wie weit Schlüsse auf die Ablagerungsbedingungen und das Entstehungsklima möglich sind, ist zu entscheiden, ob es sich nicht doch um ein vielgliedriges Profil handelt.

Eine weitere Aufgabe wäre es dann nachzuprüfen, aus welchen Schichten die einzelnen Fossilien stammen. Hierzu ergibt sich eine Möglichkeit. In den Pulpen der Elefantenzähne des Heidelberger Geologischen Institutes fanden sich immer wieder kleine und kleinste Erdproben, die sich an Hand der Aufzeichnungen von Dr. SCHWARZ, Prof. GUENTHER und der Veröffentlichung von SCHWEGLER (1935) bestimmten Lagen zuordnen ließen. Bevor jedoch die einzelnen Erdschichten des Jockgrimer Profils betrachtet werden, sei zunächst auf wichtige ältere Arbeiten über die Fundstelle hingewiesen.

Ablagerungen von Jockgrim und ihren Fossilfunden wurden bereits von GÜMBEL (1894) angeführt, eingehender von FREUDENBERG (1909) beschrieben und von SOERGEL (1914 und 1925) diskutiert. Sie waren Gegenstand einer von SCHWEGLER in Kiel angefertigten Dissertation (1935). Dieser hat ein, zu großen Teilen verwendbares Profil gegeben. Er hat Jockgrim zwar nur einige Male aufgesucht, auch standen ihm nur wenige Bohrungen zur Verfügung. Es ist daher nicht verwunderlich, daß bei der Kompliziertheit der Lagerungsverhältnisse sich einige Fehler einstellten. Auch hat er nicht in allen Fällen die Schichten richtig angesprochen. Neben dem Profil fanden Mollusken seine besondere Beachtung. Neuere Arbeiten über die Mollusken liegen von GEISSERT (1963 und 1967) vor. Interessant ist eine nicht veröffentlichte Arbeit von KUSS (1955) über das altpleistozäne Flußpferd im Oberrheingebiet, worin die Jockgrimer Funde eingehend behandelt werden. Vom selben Autor stammt eine Veröffentlichung über die „Stratigraphische Verteilung der altpleistozänen Fauna aus den Tonlagern von Jockgrim in der Rheinpfalz“ (1955). Fast alle nach SCHWEGLER (1935) angefertigten Publikationen beziehen sich auf dessen Darstellung des Schichtbaus.

Die nunmehr vorzutragende Gliederung des Jockgrimer Profils ist nach den Bohrergebnissen des Jahres 1935 ermittelt und daher ausreichend abgesichert.

2. Die Schichtfolge

2.1. Deckschichten (Abraum)

- d) ca. 50—100 cm Löß. Er ist im Gebiet der Jockgrimer Gruben nicht oder nicht mehr vorhanden. Mehrfach konnten an anderen Stellen in dieser Schicht kryoturbate Lagerungsveränderungen beobachtet werden.
- c) ca. 50—100 cm Harstdsande mit wenigen Geröllen. Lockere, trockene, graugelbe Sande, mitunter rostbraun gefärbt. (Alte Grundwasseroberflächen werden häufig durch die Ausfällung von Eisenhydroxyd kenntlich).
- b) ca. 100—200 cm Rheinsande, vermischt mit Hardtmaterial. Zumeist hellgrau, stellenweise rostbraun verfärbt. In der Mitte verschiedentlich ein Ortsteinhorizont. In der Literatur wird von „Kaolin“-Einlagerungen gesprochen. (SCHWELGER 1935).
- a) ca. 50—150 cm Sande mit reichlich Hardtgeröllen, weiße und rötliche Quarze, z.T. grobkörnig, Gerölle bis zu Faustgröße. Hellgelb bis hellgrau. Stellenweise rostfarbig.

— Verwitterungshorizont —

Die Kiese und Sande (Schicht a bis c) schwanken in ihrer Gesamtmächtigkeit um 200 — 400 cm.

— Diskordanz —

2.2. Tone, Schluffe, Mehlsande und Sande. Sie werden zumeist zusammenfassend als „Jockgrimer Tone“ bezeichnet

Zwischen die liegende Braunkohle und die hangenden Schotter schiebt sich an einigen Stellen ein grauer Rheinsand ein. Aus ihm soll der Zahn eines Wald-elefanten (*Palaeoloxodon antiquus*) stammen (SCHWELGER, 1935). Diese Schicht, die zumeist vor Ablagerung der hangenden Schotter abgetragen worden ist, entstand in der Zeit der Braunkohlenbildung oder direkt danach und gehört mit dieser in denselben Zeitabschnitt.

0—100 cm Braunkohle. Es handelt sich um eine Blätterkohle oder einen stark verfestigten Torf. Die Schicht ist nur stellenweise vorhanden. An vielen Stellen ist sie durch Erosion verloren gegangen oder auch nicht ausgebildet worden. Sie ist immer tonhaltig. Oft findet man dickere, sehr humusreiche Tonlagen, die, wenn sie weich und schwammig sind, von den Arbeitern als Wampe bezeichnet werden. Es handelt sich dann um eine Art von Gytja. Die Farbe der Braunkohle ist dunkelbraun bis schwarz. Das Sediment ist verständlicherweise kalkfrei. An Pflanzen wurde nachgewiesen: *Pinus cembra* (GEISSERT 1967) und mit Hilfe von Pollen neben anderem: *Corylus*, *Alnus*, *Quercus*, *Tilia*, *Abies alba* sowie als pliozäne Relikte *Tsuga* und *Pterocarya* (SCHWELGER, 1935).

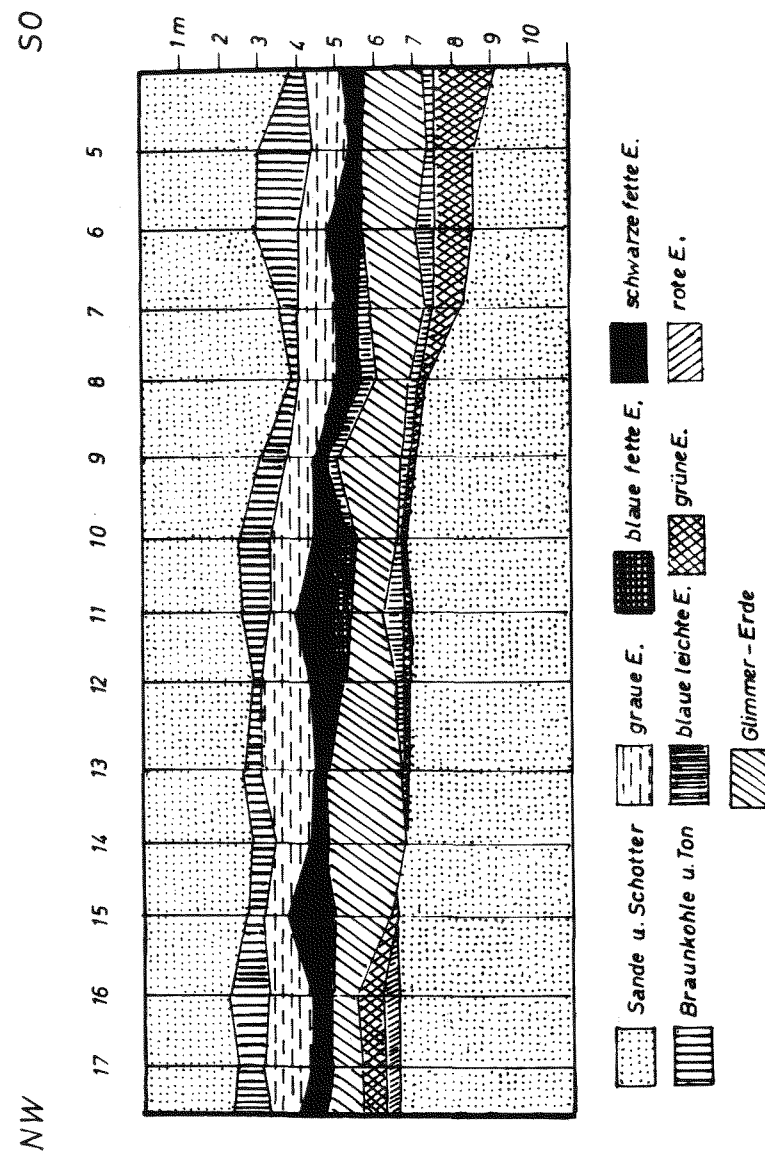


Abb. 1: Profil der Grube Waldacker in Jockgrim. Die Abbildung zeigt die Unregelmäßigkeit von Schichtausbildung und Lagerung.

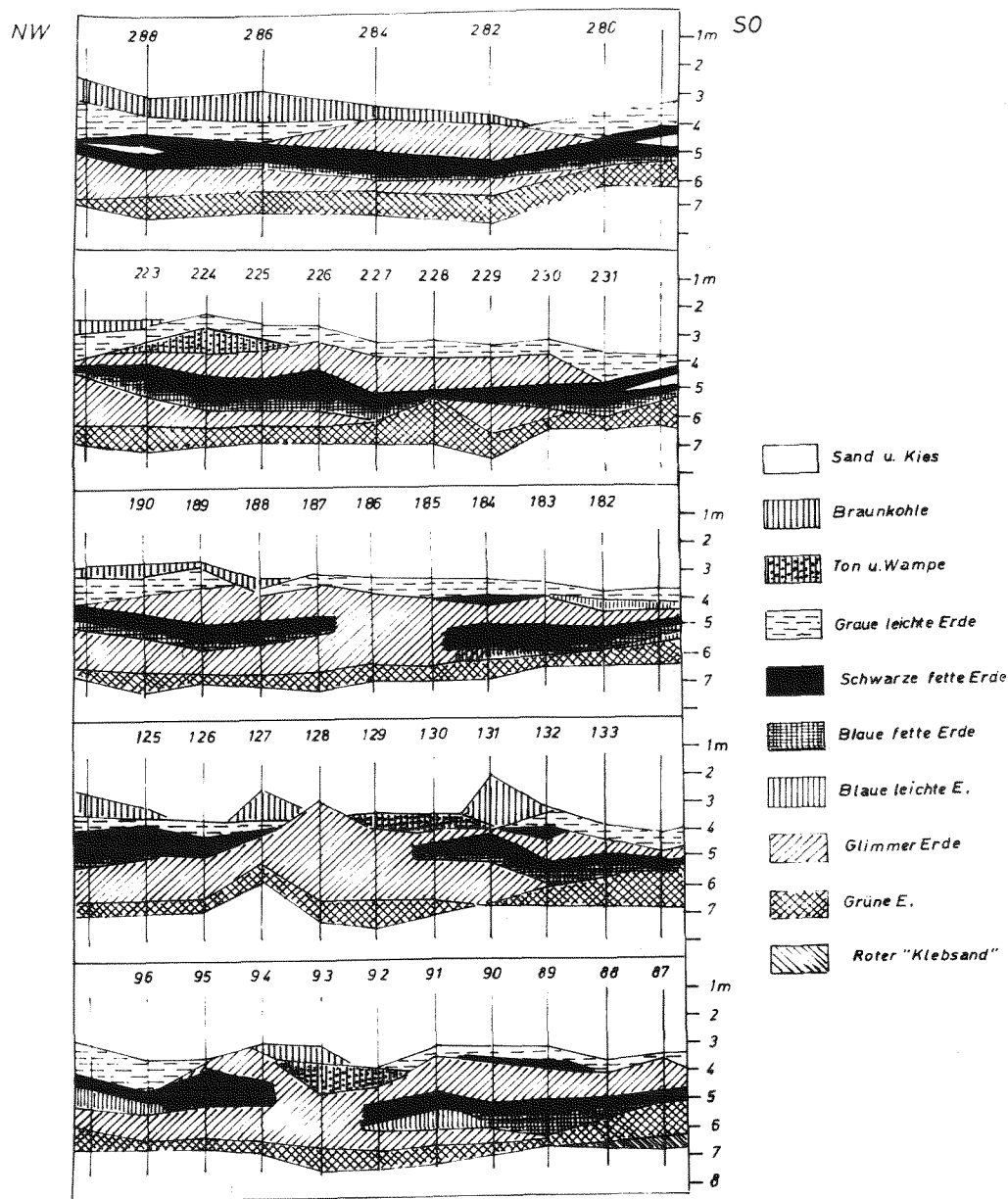


Abb. 2: Fünf Profile der Grube Waldäcker in Jockgrim. Sie liegen mit 10 m Abstand hintereinander; von unten nach oben: von SW nach NO. Die Profile zeigen den inneren Aufbau eines Pingos.

Obere schwarze Erde. Die Schicht ist nicht zu verwechseln mit der „schwarzen fetten Erde“, die weiter unten folgt. Zum Teil handelt es sich um fette Tone, welche die Braunkohle unterlagern aber zu dieser gehören. Sie enthalten die gleiche Pollenzusammensetzung wie die Braunkohle. In einigen Fällen ist aber auch die untere schwarze, fette Erde umgelagert worden und befindet sich nicht mehr im ursprünglichen Schichtverband und vielleicht hat SCHWELGER gerade diese Lage erbohrt, was seine falsche Darstellung erklären könnte. Bei der Betrachtung der „Pingo-Bildung“ wird auf diese Frage eingegangen werden.

Obere schwarze Tone, Braunkohle und der graue Rheinsand direkt über dieser gehören nach Fauna und Flora zu einem warmzeitlichen Klimaabschnitt. Hierbei kann es sich wohl kaum um ein Interstadial gehandelt haben, vielmehr muß man an ein Interglazial denken.

Graue leichte Erde. Ihre Schichtmächtigkeit liegt zwischen 10 und 80 cm, als Maximalmächtigkeit wurden 120 cm erbohrt. Das Material ist immer sehr feinkörnig, zumeist von der Korngröße des Schluffes. Die Farbe ist in bergfeuchtem Zustande mausgrau. Die graue leichte Erde ist kalkreich und zum Teil Muskowithaltig. Organische Stoffe (Schilffreste) sind nicht selten. Die Conchylien erlauben keine Aussage zum Klima. Nach SCHWELGER bevorzugten die Schnecken ein offenes, ruhiges Wasser.

Bereits GEISSERT wies darauf hin, daß sich in den oberen Schichten auffällige Kryoturbationen befänden (Taf. I, Fig. 3). Der Nachweis eines Pingos im Bereich der grauen leichten Erde erlaubt den Schluß auf einen Dauerfrostboden. Das bedeutet, daß nach der Sedimentation der unterlagernden schwarzen fetten Erde und vor Ablagerung der Braunkohle eine kalte Zeitphase einzufügen ist. Die schwarze fette Erde hat eine Mächtigkeit zwischen 30 und 80 cm, als Maximaldicke wurden 110 cm erbohrt. Sie enthält oft eine erhebliche Menge von humosen Stoffen. Der Tongehalt ist groß, Kalk fehlt. In ihrem oberen Abschnitt ist sie grau verwittert. Die schwarze fette Erde bildete also nach ihrer Ablagerung eine Zeitlang die Oberfläche und es entstand ein Boden.

Die darunter liegende blaue fette Erde ist zumeist weniger dick ausgebildet. Ihre Mächtigkeit schwankt meistens zwischen 0 und 40 cm, die erbohrte Maximaldicke liegt bei 70 cm. Glimmer findet sich nur sehr wenig, doch ist die Lage reich an tonigen Bestandteilen. Die Farbe ist oft nahezu himmelblau. Sie ist zumeist kalkfrei doch findet sich an ihrer Untergrenze oder in der darunter folgenden Schicht ein „Kalkmännchenhorizont“. Hierbei dürfte es sich um ein Äquivalent der Lößkindelbildung handeln. Der in der schwarzen fetten und der blauen fetten Erde — bei deren Verwitterung — gelöste Kalk hat sich in einem tieferen Horizont in Form von kleinen Konkretionen wieder ausgeschieden.

SCHWELGER gibt an, daß aus dieser Schicht der Zahn eines *Parelephas trogontherii* stamme. (Breite 81 cm, Längen-Lamellenquotient 16,5). Er beobachtete die Bildung von Vivianit.

Die blaue leichte Erde unterlagert die blaue fette Erde. Ein gleich aussehendes Material findet sich aber auch in einem tieferen Horizont unter der Glimmererde (Abb. 1). Die blaue leichte Erde wechselt sehr stark in ihrer Mächtigkeit.

Der erbohrte Maximalwert liegt bei 200 cm, meist ist die Schicht aber nur 20 bis 50 cm dick. Das Material ist sehr feinkörnig und enthält zumeist viel feinverteilten Kalk, stellenweise auch Kalkkörnchen. Die Farbe ist etwas heller als diejenige der blauen fetten Erde. Glimmer und organische Beimengungen fehlen. Nach Aussage der Conchylien war das Klima feucht und es bildeten sich viele Tümpel. Gras und Kräuter herrschten vor, größere Waldbestände waren in der Nähe nicht vorhanden. (SCHWELGER, 1935). An Pollen werden genannt: reichlich *Tsuga*, ferner *Pinus* und *Alnus*. Aus dieser Schicht sollen zahlreiche Knochen stammen.

Die darunter folgende Glimmererde schwankt in ihrer Mächtigkeit zwischen 0 und 120 cm. Ein Maximalwert war 180 cm. Der Tongehalt ist gering, dagegen ist die Schicht meist sehr kalkreich. Die Korngröße ist die von Schluff und von Mehlsand. Muskovit ist immer reichlich vorhanden. Die Farbe ist grau bis olivgrün, manchmal rostgelb. Das Sediment wurde z.T. in Rinnen abgelagert, oft finden sich aber auch auf größeren Strecken schichtweise durchgehende Lagen.

Die grüne Erde ist zwischen 0 und 80 cm mächtig, ein größter Wert wurde mit 120 cm gemessen. Die Ton-Sand-Schicht findet sich vor allem im SO und NW des abgebohrten Abschnittes. Mehrfach sind kleine Braunkohlenlinsen eingelagert. Kalk fehlt.

Ebenfalls nur stellenweise vorhanden ist die gelbe Erde, die zumeist als gelber „Klebsand“ bezeichnet wird, gegen welche Bezeichnung bereits SCHWELGER Bedenken äußerte. Die Mächtigkeit schwankt zwischen 0 und 100 cm, ein Maximalwert erreicht 180 cm. Vielfach ist die Farbe rostig-rot, Kalk ist z.T. vorhanden und vor allem enthält die Schicht reichlich Ton.

2.3. Die unterlagernden Schichten

Unter den „Jockgrimer Tonen“ liegen Sande und Schotter, die bis zu einer Mächtigkeit von 10 m erbohrt worden sind, aber noch tiefer reichen können.

3. Die Lagerungsverhältnisse

Einen Eindruck von den Lagerungsverhältnissen der Jockgrimer Schichten vermittelt Abb. 1. Die Bohrungen, die dem Profil zu Grunde liegen, werden durch die Zahlen 5—17 gekennzeichnet. Der Abstand von Bohrung zu Bohrung beträgt 10 m. Das Profil ist fünffach überhöht.

Die hangenden Sande und Kiese sind auf dem Diagramm nicht untergegliedert, was auch bei den Bohrungen nicht geschehen war. Die Braunkohle ist durchgehend ausgebildet und man kann sagen, daß dies eine Ausnahme ist. Sie enthielt zahlreiche Toneinlagerungen, zum Teil direkt als Tonschichten, was jedoch auf der Abbildung nicht dargestellt ist. Unter ihr liegt die recht mächtig ausgebildete leichte graue Erde, ebenfalls eine durchgehende Schicht. Die nun folgende schwarze fette Erde wechselt erheblich in ihrer Mächtigkeit. Die darunter liegende blaue fette Erde ist nur noch an zwei Stellen erhalten, in den übrigen Teilen des Profils ist sie, wohl vor Ablagerung der schwarzen fetten Erde, abgetragen worden. Die Glimmererde bildet ein durchgehendes, mehr als einen Meter mächtiges Band. Oberhalb und unterhalb von ihr finden sich noch Reste der blauen leichten Erde.

Die grüne Erde nimmt nach SO deutlich zu. Vor ihrer Ablagerung gab es in den liegenden Schottern und Sanden wohl eine Senke, die dann mit grüner Erde aufgefüllt wurde.

Das Profil zeigt einmal die Aufeinanderfolge der Schichten, zum anderen ihren beträchtlichen Wechsel in der Mächtigkeit, mitunter sogar ein Auskeilen einzelner Lagen und ferner die Änderungen in der Tiefenlage. Das Auskeilen kann dadurch entstehen, daß Sedimente an einzelnen Stellen nicht abgelagert worden sind, oder daß bereits abgelagerte vor der Sedimentation der folgenden Schicht wieder abgetragen wurden. Ist dies der Fall, so besteht die Möglichkeit, daß fossile Reste, z.B. die schweren Elefantenzähne nicht mit dem Sediment weggeführt, sondern in die nächst jüngere Lage eingebettet worden sind. Der Wechsel in der Tiefenlage der einzelnen Schichten hat zur Folge, daß es nicht möglich ist, allein nach ihr genau zu sagen, aus welcher Schicht ein Fossil stammt.

Bei den Jockgrimer Sedimenten handelt es sich ohne Zweifel um die Ablagerungen eines Flußes, vor allem des Rheins, mitunter auch von Wasserläufen aus dem Gebiet der Hardt. Die Wässer haben sehr oft ihren Lauf geändert und auch die Strömungsgeschwindigkeit blieb nicht gleich. Einmal wurde sedimentiert und dann wieder erodiert. Bald floß das Wasser schnell, bald wieder langsam, mitunter bildeten sich stehende Altwässer. So kam bald gröberes, bald feineres Material zur Sedimentation. Ein Teil der Schichten ist kalkfrei, andere enthalten Kalk entweder gleichmäßig verteilt oder in Form von Kalkkörnchen.

Mitten in dem abgebohrten Gebiet befindet sich ein Abschnitt in dem die Schichten eine besonders unregelmäßige Lagerung zeigen. Der Glimmerton liegt hier zum Beispiel über der fetten schwarzen Erde. An Hand der Profile läßt sich zeigen, daß er zunächst, so wie in allen anderen Gebieten, weit tiefer gelegen hat, dann aber, zumeist gemeinsam mit der braunen leichten Erde, hochgestiegen ist und sich auf den hangenden Lagen ausgebreitet hat. Wenn SCHWELGER mit einigen seiner Bohrungen in einen solchen Bereich kam, mußte er zu einer unrichtigen Darstellung der Schichtfolge kommen. Erst durch die zahlreichen und in geringem Abstand aufeinander folgenden Bohrungen ließ sich der wirkliche Sachverhalt klären. Wir haben es hier mit Umlagerungen zu tun, die bei der Bildung eines Pingos entstanden.

3.1. Eine Pingo-Bildung in den Jockgrimer Schichten und ihre Aussage zum Klima

Im Bereich der Bohrungen 92—94, 127—130 und 185—187 hat die Glimmererde auf einer Strecke von etwa 25 m die auflagernden Schichten durchbrochen und ist auf diesen ausgeflossen. Dies zeigt Abb. 2 auf fünf Profilen, die einander in einem Abstand von je 10 m folgen, sodaß die Diagramme den Schichtbau einer Fläche von 40 × 100 m erkennen lassen. Die Profile beginnen im Südwesten und führen nach Nordosten über die Bildung des eigentlichen Pingos hinaus. Weiter südwestwärts waren die „Jockgrimer Schichten“ bei Beginn der Bohrungen bereits abgebaut, sodaß hier keine Untersuchung mehr möglich war.

Mit der Glimmererde floß auch leichte blaue Erde aus. Beide Erdarten mischten sich so stark miteinander, daß sie in den Bohrproben nur noch schlecht zu trennen waren. Die blitzenden Muskowite der Glimmererde waren jedoch derart kenn-

zeichnend, daß auch die Mischerden als „Glimmererde“ bezeichnet wurden (auch auf den Profilen). Glimmererde und leichte blaue Erde waren hier besonders kräftig ausgebildet, was vielleicht die Mobilisation gerade an dieser Stelle begünstigt haben mag.

Unter der Glimmererde liegen die grüne Erde und der rotgelbe „Klebsand“. Die hangenden, durchbrochenen Schichten sind vor allem die blaue und die schwarze fette Erde. Nachdem die Glimmererde diapiartig hochgestiegen war, breitete sie sich auf der damaligen Oberfläche, die durch die schwarze fette Erde gebildet wurde, aus. Wie beweglich sie war, erkennt man daraus, daß sie einen nur sehr flachen Kuchen bildete. Der Teil der schwarzen Erde, der über dem Durchbruch lag, schwimmt (auf Abb. 2) noch auf der hochgestiegenen Glimmererde und ist etwas nach Südosten verschoben. Dies zeigen die drei unteren Profile. Der mittlere Teil des herausgepreßten Bodens, der zunächst einen kleinen Hügel gebildet hatte, ist dann wieder zurückgesunken und es entstand eine kleine Senke, mit einem Durchmesser von etwa 20 m und einer Tiefe von etwa 1,50 m. Diese Hohlform füllte sich mit einem leicht kalkhaltigen, gelben bis grauen, elastischen Material, vielleicht einer Art von Gyttya oder Dy, das von den Jockgrimer Arbeitern als „Wampe“ bezeichnet wird. Über die ausgeflossene Glimmererde (und die leichte blaue Erde) und die Wampe legte sich dann die leichte graue Erde.

Bei der Überlegung, welche Kraft die Herausspressung der „Glimmererde“ bewirkt haben könnte, wird man an Dauerfrostböden, vorübergehend gefrorene Böden und Eislinsen denken. Es handelt sich um eine Pingo-Bildung. Pingos sind von den Dauerfrostboden-Gebieten Alaskas und Sibiriens wohlbekannte Erscheinungen. Bei ihnen bilden sich isoliert stehende, konische Hügel. Sie besitzen durchwegs runde Grundrisse mit Durchmessern von 6 bis 700 m (WIEGAND 1965). Ein Pingohügel besteht aus einem Eiskern und einer darüber liegenden gefrorenen Decke, die in Rußland als „Kora“ bezeichnet wird, was „gefrorene Rinde“ heißen soll (ANDREEV, 1936: Zitat bei WIEGAND, 1965). Das unter der Rinde liegende, nicht gefrorene wasserdurchtränkte Material steigt nach oben und bildet einen Hügel. Taut das Eis im Pingokern auf, sinkt der mittlere Teil des Hügels ein und es entsteht eine Hohlform, ein kleines Becken, das sich leicht mit Wasser füllt, wobei es auch zur Bildung von Mooren oder sapropelartigen Böden kommen mag.

Es zeigt sich also eine gute Übereinstimmung zwischen den rezenten bzw. sub-rezenten Pingos und unserem Jockgrimer, aus einer älteren Phase des Pleistozäns stammenden Pingo, wobei es in Jockgrim möglich ist, die Bildung eines Pingos im Profil zu sehen und in die Erde hinein zu verfolgen.

Die Entstehung eines Pingos muß, wie eine Überlegung zeigt, jahreszeitlich in den beginnenden Winter fallen. Im Verlaufe des Winters friert der Oberboden mit dem Dauerfrostboden zu einer einheitlichen Schicht zusammen. Im Frühjahr und Sommer taut der obere Boden auf und es entsteht eine hochbewegliche wasserdurchtränkte Oberschicht. Wenn man sie betritt, sinkt man tief ein. Ein Befahren ist, solange die Oberfläche noch nicht abgetrocknet ist, nicht möglich. Unter dem Auftauboden bleibt jedoch der Dauerfrostboden erhalten, der es dem Wasser in der Erde nicht erlaubt, in die Tiefe abzusinken. Mit Beginn des

folgenden Winters gefriert zunächst die oberste Erdschicht, wobei die Eisbildung von oben nach unten fortschreitet. Die bewegliche Schicht liegt nun zwischen dem Dauerfrostboden und dem gefrorenen Oberboden. Mit dem Vorrücken der Eisfront nach unten und der Bildung von Eislinsen kommt die bewegliche Lage immer mehr unter Druck. Sie sucht diesem auszuweichen, was nur nach oben möglich ist, und so kann es zu kräftigen Ausflüssen der beweglichen Masse kommen.

Nach den Jockgrimer Profilen stellt sich der Ablauf des Geschehens so dar:

- a) Ablagerung der grünen und roten Erde, dann der Glimmererde, später der blauen leichten Erde, der blauen fetten Erde und zuletzt der schwarzen fetten Erde.
- b) Bildung von Bodeneis über der nicht gefrorenen Glimmererde und der leichten blauen Erde. Da auch unter der Glimmererde sich ein gefrorener Boden (Dauerfrostboden) befindet, steigt der innere Druck in den nicht gefrorenen Schichten mit vorschreitender Eisfront und eventuell sich bildenden Eislinsen.
- c) Glimmererde und leichte blaue Erde brechen diapiartig nach oben durch, vermischen sich und fließen auf der damaligen Erdoberfläche, die durch die schwarze fette Erde gebildet wird, aus.
- d) Die Eislinsen und ein Teil des Bodeneises schmelzen (Tieftauen), worauf der über den „Linsen“ entstandene Hügel im mittleren Teil zurücksinkt. Es bildet sich eine Hohlform in der sich biogene und minerogene Sedimente sammeln.
- e) Ablagerung der grauen leichten Erde.

Pingos finden sich heute nur im Gebiet der Dauerfrostböden. Zur Zeit der Bildung des Jockgrimer Pingos herrschte also ein Periglazialklima. Dieses ist zeitlich einzuordnen zwischen die Zeit der Bildung der schwarzen fetten Erde und die Ablagerung der grauen leichten Erde.

4. Die Aussage des Jockgrimer Profils und seiner Fossilien zum Klimaablauf

Bereits SCHWEGLER (1935) hat überprüft, wie weit es möglich sei, das Jockgrimer Profil zu untergliedern und der Frage nachzugehen, ob es sich um eine einheitliche und dann wahrscheinlich relativ kurzfristige Sedimentation handelte oder ob sich Zeiten mit verschiedenen Klimaten voneinander abtrennen ließen. Er gründete seine Ergebnisse auf Untersuchungen von Sedimenten, von Pflanzenresten (vor allem Pollen), von Conchylien (Pulmonaten) und von Säugetierresten. SCHWEGLER erkannte im Profil mehrere „Diskordanzen“, die sich aus einem Wechsel von Zeiten der Akkumulation mit Zeiten der Erosion ergaben oder von Zeiten der Stagnation in der Sedimentheranführung, in denen sich Verwitterungsböden ausbildeten. Seine Schlüsse unterbaute er mit großer Sorgfalt. Dabei betonte er, daß die Aussagekraft der Pollenanalysen sich häufig dadurch verringere, daß zweifellos der größere Teil der Pollen zerstört worden sei, also den Pollenspektren fehle und die Identifizierung von deformierten Pollen nur zum Teil zu Ergebnissen führen könne; auch fänden sich nicht in allen Schichten Pollen.

Die Pulmonaten sammelte er ebenfalls schichtweise, um Änderungen des Milieus und des Klimas im Laufe der Ablagerungszeit der Jockgrimer Schichten beurteilen zu können, doch ließen sich nur in einem Teil der verschiedenen „Erden“ Schnecken auffinden. SCHWEGLER kommt zum Schluß, daß die Jockgrimer Sedimente in einem längeren Zeitraum entstanden seien, mit wechselnden Sedimentations- und klimatischen Bedingungen.

KUSS (1955) hingegen meint, worauf bereits eingegangen wurde, daß es sich bei den Säugetieren um eine echte Lebensgemeinschaft handele. Die in Jockgrim bisher nachgewiesenen drei Elefantenformen müsse man als Ausdruck der Variationsbreite auffassen. Der für die Bildung des „Tonlagers“ benötigte Zeitraum wird für kurz gehalten.

GEISSERT (1967) untersuchte Pflanzenreste und vor allem Mollusken und kommt zu folgenden Ergebnissen: Für die blaue leichte Erde müsse man eine abklingende Kaltzeit in Betracht ziehen. Hier vollzöge sich ein tiefer faunistischer und floristischer Schritt. Für die untere schwarze fette Erde und die graue leichte Erde sei eine rein interglaziale Bildung anzunehmen. Ein Abklingen der interglazialen Verhältnisse käme für den schwarzgrauen Ton und die Braunkohle in Frage. Alle diese Schichten könne man in einem einzigen Interglazial einordnen.

Betrachtet man nun kritisch, das, was sich aus den Bohrungen und Untersuchungen — unter Einschluß der Ergebnisse anderer Autoren — ergibt, kommt man zum Schluß, daß das Gesamtprofil (mit den Deckschichten) unter einem mehrfachen Klimawechsel entstanden ist. Es bestehen zwar noch einige Unsicherheiten, doch wären die folgenden mehrgliedrigen Klimaänderungen zu diskutieren.

Bodenbildung des Alluviums jüngerer Löß (fehlt in Jockgrim)		Warmzeit
		wahrscheinlich letzte Kaltzeit
	Bodenbildung	Interglazial oder Interstadial
Hardtschotter Rheinsande		Kalte Phase
	Bodenbildung	Interglazial oder Interstadial
Hardtsande und Schotter		Kalte Phase
	Große Diskordanz	
grauer Rheinsand Braunkohle, Tone und Wampe obere schwarze Erde (schwarzgrauer Ton)	}	Warmzeit
graue leichte Erde Kryoturbationen und Pingobildung		Kaltzeit
	Bodenbildung	
untere schwarze fette Erde blaue fette Erde		Warmzeit
blaue leichte Erde Glimmererde	}	Wahrscheinlich kühl bis kalt
grüne Erde roter „Klebsand“		vielleicht warm
	Große Diskordanz	
Liegende Schotter und Sande		Kaltzeit

4.1. Versuch einer Einordnung der Elefantenbackenzähne im Jockgrimer Profil

Die Überlieferung von Elefantenbackenzähnen aus Jockgrim ist verhältnismäßig reichhaltig. Im Heidelberger geologischen Institut liegen allein 32 Molaren. Obschon es sich überwiegend um Fragmente handelt, läßt sich auch bei diesen die phylogenetische Entwicklungshöhe zumeist abschätzen. Bei einigen der Fossilien wird auf Etiketts eine Fundschicht angegeben, doch ist bereits darauf hingewiesen worden, daß diese Beschriftungen unzuverlässig sind.

Die Stücke sind zum größten Teil derart gut gesäubert, daß äußerlich keine Erdteile mehr anhaften, mit Hilfe deren man eine Nachbestimmung der Fundschichten durchführen könnte. Doch ergab sich zumeist die Möglichkeit, aus tieferen Teilen der Pulpahöhlen noch etwas Erde herauszukratzen, sodaß sich Proben gewinnen ließen, die allerdings nur in günstigen Fällen ein oder mehrere Gramm, meistens aber weniger wogen. Nach der Lage dieser Erdreste in den Zähnen ist es nicht unwahrscheinlich, daß man es mit Überbleibseln der ursprünglichen Einbettungsschicht zu tun hat. Damit stellt sich die Aufgabe, diese kleinsten Erdproben bestimmten Schichten zuzuordnen.

Nun liegen einige zuverlässige Angaben zu den einzelnen Erdschichten von Jockgrim vor, die zwar aus dem Jahre 1935 stammen, aber dies ist ja auch die Zeit, in der die meisten Funde gemacht worden sind. Die Angaben kommen einmal von SCHWEGLER (1935), dann von dem damaligen Chemiker der Ludovici-Ziegelwerke Herrn Dr. SCHWARZ und von GUENTHER.

Die verschiedenen Schichten sind keineswegs einheitlich zusammengesetzt sondern es wechseln Merkmale wie Kalkgehalt, Farbe, Bindekraft, Korngröße oder Glimmergehalt (siehe Tab. 2). Doch sind bei deren Auswertung verschiedenartige Einflüsse zu berücksichtigen, so wird z.B. der Kalkgehalt oft durch angrenzende Schichten beeinflusst, derart, daß in eine primär kalkfreie Schicht feinverteilter Kalk eindringen kann. Oder aber eine Schicht lag früher bei einem gemäßigten Klima zu Tage, der Kalk wurde gelöst und sank mit dem Sickerwasser abwärts. In einiger Tiefe wurde er dann wieder unter der Bildung von „Kalkmännchen“ ausgefällt. Hierdurch erhielt eine primär kalkfreie Schicht sekundären Kalkgehalt. Da bei den Bohrungen jede Erdprobe mit Salzsäure auf Kalk überprüft wurde, liegen genügend Ergebnisse vor, um klare Aussagen über Mittelwerte machen zu können.

Die Farbwerte wechseln mitunter auch innerhalb einer Schicht, sie sind oft von irgendwelchen Beimengungen, wie von organischer Substanz, von feinverteiltem Kalk oder von Brauneisenbildung abhängig. Außerdem sind die Farben verschieden, je nachdem, ob man eine Probe in trockenem oder in bergfeuchten Zustände betrachtet. Die blaue Farbe führt SCHWEGLER auf die Beimengung von Pyrit zurück. „Das Blau, besonders der unteren Horizonte, ist durch einen Gehalt an feinverteiltem Schwefeleisen (FeS_2) zu erklären.“

Die Korngröße eines Materials ist gerade für die Ziegelherstellung von erheblicher Bedeutung. Sie wurde daher immer wieder überprüft; leider liegen Ergebnisse von früheren Korngrößenanalysen nicht mehr vor, doch gibt die „Wasser-

durchlässigkeit“ einen gewissen Eindruck. Nur wenn reichlich Ton vorhanden ist, ergibt sich ein hoher Wert, wie z.B. bei der schwarzen fetten Erde, wo die Wasserdurchlässigkeit mit 200 Stunden angegeben wird. Auch die „Trockenschwindung“ weist auf die Feinkörnigkeit eines Materials hin. Ist genügend Sand vorhanden, baut sich ein Gerüst auf, das einen starken Schwund beim Trocknen verhindert. Das „Wasseraufnahmevermögen“ gibt Hinweise auf den Porengehalt einer Probe. Für fast alle Proben wird Glimmer angegeben, der jedoch meist nur in geringen Mengen vorkommt, allerdings auch dann nicht zu übersehen ist. Bei einer Schicht, der Glimmererde, ist der Anteil an Muskovit so groß, daß er ein gutes Kennzeichen abgibt.

Tabelle 2 zeigt nun die wichtigsten Merkmale der einzelnen Schichten. Merkmale, die auch bei sehr kleinen Probenmengen zumeist noch gut zu erkennen sind. Die Tabelle wurde auch aufgestellt, um eventuellen späteren Untersuchungen nutzbare Unterlagen zur Verfügung zu stellen.

4.2. Untersuchung der aus den Elefantenzähnen gewonnenen Erdproben

Die Untersuchungen der aus den Zähnen herausgekratzten kleinen und kleinsten Proben bezogen sich in erster Linie auf die Korngrößenverteilung, den Kalkgehalt, die Bindigkeit, die Wasserundurchlässigkeit, den Porengehalt, die Farbe in trockenem und nassem Zustande, sowie den Glimmergehalt. Ferner wurden die Zähne überprüft. Vor allem interessierten ihre Festigkeit und die Farbe von Schmelz, Dentin und Zement.

Bei der Untersuchung der Korngrößen war zu klären, ob es sich um ein einheitlich feines Material handelte, ob feinerem Material gröbere Körner beigemischt waren oder ob die ganze Probe aus größeren Körnern bestand. Es wurden unterschieden:

- Tonkorngröße (fetter Ton, klebt an den Zähnen).
- Schluffkorngröße.
- Schluff mit feinen Sandkörnern (Die Probe knirscht zwischen den Zähnen).
- Die ganze Probe besteht aus Sand (alles knirscht stark).

Bei der Betrachtung der Bindigkeit ließen sich 3 Rubriken voneinander abtrennen:

- Die Probe besteht aus Einzelkörnern, die größer als Ton und z.T. auch Schluff sind (es fehlt die Bindigkeit).
- Die Probe besteht aus Einzelkörnern und Aggregaten, die dann meist beim Betupfen mit Wasser in Einzelkörner zerfallen (mittlere Bindigkeit, vor allem bei Schluff und Mehlsand).
- Die Probe enthält zahlreiche Aggregate, die auch beim Betupfen mit Wasser nicht zerfallen (starke Bindigkeit bei Schluff und Ton).

Bei der Untersuchung des Kalkgehaltes waren zu unterscheiden:

- Die Probe enthält keinen Kalk.
- Einzelne Körner lösen sich bei Zusatz von Salzsäure auf.

nach vegler	Bezeichnung der Ziegelwerke	Fossilien, Pollen	CaCO ₃	Farbe	Korngröße	Glimmer	Trocken- schwin- dung	Brenn- farbe	Wasserauf- nahme	Wasserdurch- lässigkeit.
3	Graue Rhein- sande	P. antiquus (Schwegler) Waldmollusken		grau	feiner bis mittel- körniger Sand					
7	Braunkohle und Tonschichten, Wampe	Eichemischwald, Teuga, Pterocarya	fehlt	schwarz- braun	Humus mit viel Ton ganze Tonschichten					
5	Schwarzgrauer Ton, obere schwarze fette Erde	Hasel, Kiefer, Erle Fichte, Teuga	fehlt	schwarz- grau	sehr feinkörnig		7-8%		7 %	150 Std.
5	graue leichte Erde, schmierige Wampe	Fichte	sehr viel	mausgrau	sehr feinkörnig	sehr wenig Muskowit	6-9%	rot, gelb- lich, weiß	16-20 %	1 Std.
4	untere schwarze fette Erde, Braunkohle-ton	sehr viel Humus, Conchyliden-Sumpfwasser	fehlt	schwarz, trocken-hell	sehr feinkörnig, klebt an der Zunge	etwas Muskowit	9-10 %	rot	5 %	200 Std.
5	blaue fette Erde	Par. trogontherii (Schwegler)	fehlt; sekundär Kalk- männchen	himmel- blau	sehr feinkörnig	sehr wenig Muskowit	6-7 %	ziegelrot	12-21 %	4 Std.
2	blaue leichte Erde (graue leichte Erde)	Conchyliden eines borealen Klimas, Gras-Kraut-Busch- Vegetation, Teuga, Kiefer-Erle	viel fein- verteilt; sekundäre Kalkmänn- chen	hellblau Oft grau	sehr feinkörnig	sehr wenig Muskowit	3-5 %	gelblich- weiß	23-27 %	3/4 Std.
4a	Glimmer-Erde		viel	grau bis oliv-gelb	Schluff und Mehlsande	sehr viel Muskowit	4 %	gelblich- weiß	24 %	3/4 Std.
1	Grüne Erde, Gel- ber "Klebsand", Braunkohle	Archidiskodon me- ridionalis-trogonth. (Schwegler)	fehlt	gelb-braun grün-grau	schwach schmierig, feinsandiger Ton bis toniger Feinsand		3-4 %	rot	11 %	1-4 Std.
	Roter "Klebsand"		fehlt primär; se- kundär ein- gelagert	rostgelb	mittelsandig, mit tonigem Bindemittel		6-7 %	rot	15 %	1-2 1/2 Std

Tabelle 2: Wichtige Merkmale der Jockgrimer Erden

c. Die ganze Probe ist von feinem kalkigen Material durchsetzt, das bei Zusatz von Salzsäure aufbraust und gelöst wird.

Die Farbe wurde in trockenem und in nassem Zustande untersucht. Zumeist war die Farbe der trockenen Proben wesentlich heller, die der nassen Proben dagegen dunkler.

Der Gehalt an Glimmer war ein weiteres Merkmal. An einer großen Menge von Muskowit im Sediment war die „Glimmererde“ immer gut zu erkennen.

4.3. Die Elefantenmolaren von Jockgrim und ihre Einordnung im Schichtprofil

Im Geologischen Institut der Universität Heidelberg befinden sich die fragmentären Reste von 30 Elefantenbackenzähnen, die so gut erhalten sind, daß man an ihnen Messungen durchführen kann. Kein Zahn ist in seiner vollen Länge mit allen Lamellen erhalten, stets fehlen Teile des proximalen oder (und) des distalen Endes, mehrfach sind nur einzelne Lamellen erhalten.

Die meisten Zähne (22 Stück) sind 3. Molaren und zwar zur Hälfte des Ober- zur anderen Hälfte des Unterkiefers. Dazu kommen 7 Fragmente von 2. Molaren und 1 Fragment eines wahrscheinlich 1. Molaren. In der Mehrzahl lieferte die Fundstelle also die Reste von alten, mehrfach ganz alten (über 60 Jahre) Tieren.

Die Molaren gehören zu Elefanten von einer unterschiedlichen Entwicklungshöhe. Die Hauptmenge ist *Parelephas trogontherii* POHL. dem Steppenelefanten zuzuordnen. Daneben fanden sich aber auch Molaren einer phylogenetisch weniger weit fortgeschrittenen Art, des *Archidiskodon meridionalis*. *A. meridionalis* und *P. trogontherii* sind durch Übergangsformen miteinander verbunden, sodaß es nicht immer leicht ist, einen Zahn der einen oder der anderen Art zuzuordnen. Man hat daher eine Übergangsform *A. meridionalis-trogontherii* ausgegliedert. Auch von dieser Übergangsform finden sich unter dem Jockgrimer Material einige Stücke.

Ferner gibt es einige Zähne, die von einer phylogenetisch höher entwickelten Art stammen, einer Übergangsform von *P. trogontherii* zu *Mammuthus primigenius*, die man als *M. primigenius-trogontherii* bezeichnet.

Es fällt auf, daß von *A. meridionalis* und *A. meridionalis trogontherii* lediglich Unterkiefermolaren vorliegen. Sie alle sind stark niedergekauft. Bei den Unterkieferzähnen vergrößert sich der LLQ bei zunehmender Abkautung, wodurch der meridionaloide Eindruck verstärkt wird. Eine reine *Parelephas trogontherii*-Fauna konnte (GUENTHER 1969) von der Fundstelle Süßenborn bei Weimar bearbeitet werden, von wo über 1000 Elefantenbackenzähne vorlagen. Ein Vergleich mit Jockgrim zeigt, daß in Süßenborn keine derart altertümlichen Molaren vorkommen wie die *meridionalis*-Zähne von Jockgrim.

Die Zähne von *Archidiskodon meridionalis* waren ganz besonders gut gereinigt, sodaß es kaum möglich war, Erdproben aus ihnen zu gewinnen. GRUNER hat diese Molaren eingehend bearbeitet, sie dabei zumeist nach der Längsrichtung durchgesägt und offenbar gut gewaschen und wohl auch gebürstet. Spuren eines Schleifmittels vermischt mit abgeschliffenem Staub von Elefantenzähnen fanden

sich mehrfach, in einem Falle aber auch noch Reste von Erde. Hierbei handelt es sich um einen rechten dritten Unterkiefermolaren ($M_3 d$) (GRUNER Nr. 4). Er hat einen LLQ von 20,0 nach GRUNER sogar von 20,4, was bedeutet, daß man ihn nicht mehr *Parelephas trogontherii* zuordnen kann, sondern ihn als Molaren von *Archidiskodon meridionalis* ansprechen muß.

Das Erdmaterial besteht aus nicht ganz feinen Körnern, sie haben etwa die Schluff-Korngröße, es war daher auch nur sehr wenig bindig. Bei Zusatz von verdünnter Salzsäure sah man ein schwaches Brausen, das feinverteilten Kalk anzeigte. Glimmer war nicht zu erkennen. Die Farbe der Probe in trockenem Zustande war grau, in nassem Zustande dagegen graugrün mit rostfarbenen Einlagerungen. Der Schmelz des Molaren war schwarz, im Anschnitt weiß, die Färbung von Dentin und Zement war an der Zahnaußenseite hellrötlich, weiter innen mehr bräunlich.

Diese Kennzeichen sprechen für die grüne Erde und zwar ihren oberen Teil, der von der überlagernden Glimmererde noch etwas Kalk aufgenommen hat. Dieser *meridionalis*-Zahn scheint also aus den untersten Abschnitten des Profils zu stammen.

Im Jockgrimer Profil sind einige Schichten, so die untere schwarze fette Erde und die blaue fette Erde nach Aussage der Pflanzenwelt und der Schneckenfauna in einer Warmzeit entstanden. Es überrascht, daß in diesen Schichten nur *Parelephas trogontherii* und nicht auch *Palaeoloxodon antiquus* vorkommt. Ein Zahn des Waldelefanten der Warmzeit stammt nach SCHWEGLER aus den grauen Rheinsanden von Rheinzabern dicht unterhalb des Schotter und Sand-Deckprofils und lag damit wohl über den Funden von *M. primigenius-trogontherii*.

Unter dem Heidelberger Elefantenmaterial befindet sich ein dritter Unterkiefermolar der linken Kieferseite, den man als Zahn eines Waldelefanten ansprechen sollte. Allerdings handelt es sich um ein Tier einer geringeren Entwicklungshöhe. Es ist nicht zu sagen, ob es sich hierbei um den von SCHWEGLER angeführten Molaren handelt. Leider war aus seinen Pulpen kein Erdmaterial zu gewinnen, sodaß über sein Einbettungslager nichts ausgesagt werden kann. Es ist sehr wohl möglich, daß GRUNER diesen Zahn nicht als *antiquus*-Molaren erkannte, sondern ihn zu *P. trogontherii* oder *trogontherii-meridionalis* stellte.

Es ist also heute nur noch bei einem einzigen Zahn von *Archidiskodon meridionalis* möglich, ihn einer bestimmten Schicht zuzuordnen, bei allen anderen *meridionalis*-ähnlichen Molaren ist das Ursprungslager nicht mehr nachzuprüfen.

Die primigenoiden *trogontherii*-Zähne, die phylogenetisch am weitersten fortentwickelt sind, stammen soweit sich dies noch nachprüfen läßt, aus den höheren Lagen der Jockgrimer Erden.

Die Hauptmasse der Zähne von *Parelephas trogontherii* lag im mittleren Abschnitt der Schichtfolge, vor allem in der blauen leichten und der grauen leichten Erde, sowie in der blauen fetten und der schwarzen fetten Erde. Von hier war es möglich, eine größere Anzahl von aus den Pulpen entnommenen Erdproben zu bestimmen. Offenbar ist gerade in der letzten Sammelzeit aus diesen Schichten besonders reiches fossiles Material geborgen worden und nach Heidelberg gekommen.

Aus Tabelle 3 ist die Verteilung der verschiedenen Elefantenarten, soweit sie sich aus den Untersuchungen ergab, zusammengestellt worden. Die Tabelle zeigt nur den mittleren und den unteren Abschnitt des Profils. Die darüber liegenden Rhein- und Hart-Schotter und Sande, sowie der deckende Löß sind fortgelassen, da aus diesen Schichten keine Fossilführung bekannt ist.

Im ganzen gesehen läßt das Profil eine altersmäßig gegliederte Abfolge der Elefantenfauna erkennen, die mit der phylogenetischen Entwicklung konform verläuft.

Fundschicht	Elefantenart	Klimacharakter
Graue Rheinsande Braunkohle, Ton Wampe	<i>P. antiquus</i> <i>M. primigenius-trogontherii</i>	Warmzeit
Schwarz-graue Tone ob. schwarze fette E.	<i>M. primig. trog.</i> <i>P. trogontherii</i>	mäßig warm bis kühl
graue leichte E.	<i>M. prim. trog.</i> <i>P. trogontherii</i>	kühl
		Kaltzeit
unt. schwarze fette E. Braunkohlenton Blaue fette E.	viel <i>P. trogontherii</i>	Warmzeit
blaue leichte E. graue leichte E.	viel <i>P. trogontherii</i> ferner <i>P. trog.-merid.</i>	Boreales Klima
Glimmererde		wahrscheinlich kalt
grüne E., Braunkohle gelber „Klebsand“ roter „Klebsand“	<i>P. trogontherii</i> <i>A. meridionalis-trog.</i> <i>A. meridionalis</i>	wahrscheinlich gemäßigt Klima

Tab. 3: Zuordnung der Elefantenmolaren zu den einzelnen Schichten des Jockgrimer Profils.

5. *Trogontherium* aus der Grube Waldäcker der Ziegelwerke Ludovici

Aus den Jockgrimer Erden wurden schon mehrfach die Biberarten *Castor* und *Trogontherium* genannt.

So hat im Rahmen ihrer vergleichenden Untersuchungen SCHREUDER (1929) auch jockgrimer fossile Reste von *Castor* und *Trogontherium* bearbeitet. Sie schreibt: „Von den vier Prämolaren von Jockgrim aus der Sammlung des Paläontologischen Museums in München sind zwei nicht beschädigt. Sie zeigen eine zusätzliche innere Falte.“ Die ersten Molaren von Jockgrim variieren in der Breite zwischen 10.2 und 10.4 mm. Für die zweiten Molaren, von denen vermutlich 3 Exemplare vorlagen, wird angegeben, daß sie zwischen 10.6 und 10.9 mm variierten. Ein dritter Molar soll eine Länge von 10.0 mm gehabt haben. Für die ersten Molaren des Oberkiefers werden die folgenden Werte angegeben: Ein

junger M¹ hatte eine Breite von 9.9 mm, die Breite der Kaufläche lag bei 8.6 mm. Die maximale Breite eines älteren M¹ betrug 11.1 mm, die Breite der Kaufläche 10.5 mm.

Das damals in München liegende Material scheint nicht sehr reichhaltig gewesen zu sein. Es ist bei der Bombung des Paläontologischen Institutes vernichtet worden.

Kuss (1953) spricht von *Trogontherium cuvieri* aus den obersten Schichten des Jockgrimer Profils.

Weitere *Castor*- und *Trogontherium*-Funde aus Jockgrim sollen in das Naturhistorische Museum von Bad-Dürkheim gekommen sein, sie waren aber dort im Frühjahr 1976 nicht aufzufinden.

Im Geologischen Institut der Universität Heidelberg befinden sich ein Unterkieferfragment und drei Incisivenbruchstücke, die nach den Etiketts aus Jockgrim stammen.

5.1. Beschreibung des *Trogontherium*-Unterkiefers.

Bei dem Unterkiefer handelt es sich um ein Fragment des linken Dentale mit dem Prämolaren und zwei Molaren. Von dem Incisivus ist noch ein Rest erhalten. Folgende Werte der Zähne und des Unterkiefers konnten gemessen werden.

Bestimmung	P ₄		M ₁		M ₂		Unterkieferbreite
	L.	Br.	L.	Br.	L.	Br.	
mand. sin.	14.5	10.7	6.9	9.3	8.0	9.2	18.7

Tab. 4: Maße des Unterkiefers und seiner Zähne von einem *Trogontherium* aus Jockgrim.

An dem Prämolaren fallen sechs Schmelzschlingen auf. Ein Vergleich mit Unterkiefern aus Mosbach bei Wiesbaden zeigt an den entsprechenden Zähnen nur fünf Schmelzschlingen. Damit ist zu fragen, ob es sich bei dem Jockgrimer Fund um eine Sonderausbildung handelt oder ob eine Schmelzinsel vielleicht aufgespalten ist. Lediglich weiteres Material könnte hier eine Klärung bringen.

Der erste Molar hat eine breite, kurze Kaufläche, eine Folge der tiefgehenden Abkautung. Drei Schmelzinseln sind gut zu erkennen, die vierte Insel ist fast verschwunden. Der zweite Molar hat noch alle vier Schmelzinseln. Der letzte fehlende Molar ist wahrscheinlich erst bei der Fossilisation oder der Bergung verloren gegangen, die Alveole enthält noch keine Knochenneubildung. Auch ist das Tier noch nicht so alt gewesen, daß man an einen natürlichen Zahnausfall denken könnte.

Die drei Bruchstücke von Incisiven kommen aus Unterkiefern. Die Bestimmung ob ein Incisivus aus dem Ober- oder dem Unterkiefer stammt, erfolgt an Hand des Zahnquerschnitts. Oberkieferincisiven sind nahezu rund, Unterkieferincisiven haben einen mehr oder weniger birnenförmigen Querschnitt. Das labial-linguale Maß ist größer als der rechts-links Abstand (die Breite). Die Nagezähne zeigen eine rauhe Schmelzoberfläche, ein typisches Merkmal für *Trogontherium*.

Es ergaben sich folgende Maße:

Bestimmung	lab.-ling.	sin.-dex.	Länge d. Bruchstückes
I. inf. sin.	11.7	9.9	55.0
I. inf. sin.	12.6	10.5	72.8
I. inf. sin.	> 10.0	12.0	85.5
I. inf. sin.	13.0	11.2	im Kiefer

Tab. 5: Einige Maße zu Incisiven von Jockgrim

5.2. Vergleich des Jockgrimer *Trogontherium*-Unterkiefers mit Funden aus anderen Gebieten

Die Form der Prämolaren ist relativ konstant. Bei ganz jungen Tieren, bei denen die Kaufläche erst geringfügig abradiert ist, läßt sich der Querschnitt nur sehr ungenau ermitteln. Für die phylogenetische Einstufung sind die Prämolaren besonders geeignet, für die ontogenetische Altersdatierung ist der erste Molar zu bevorzugen.

Der Prämolare von Jockgrim zeigt in seinen Maßen große Ähnlichkeit mit Funden aus Voigtstedt in der DDR, der Stranska skala bei Brünn in der Tschechoslowakei und aus Mosbach bei Wiesbaden. Die Prämolaren des Cromer-Forest-Bed aus Norfolk in England und von Bilzingsleben in der DDR sind länger und schmaler als die von Jockgrim.

Ein Vergleich der Backenzähne läßt eine gute Übereinstimmung von Jockgrim und Mosbach erkennen. Allerdings ist zu berücksichtigen, daß auch das ontogenetische Alter der Tiere den Zahnquerschnitt beeinflusst. Bei jungen Tieren ist der Unterkiefermolar mehr lang als breit. Bei zunehmender Abkautung ändern sich diese Verhältniswerte, der Zahn wird breiter, sodaß bei alten Tieren die Molaren mehr breit als lang sind.

Die Breitenmaße der Unterkiefer sind bei verschiedenen alten Populationen nicht gleich. Das Jockgrimer Dentale hat eine maximale Breite von 18.7 mm. Dies entspricht den Breiten der Trogontherien von Mosbach und auch die Funde von Mauer weichen von diesem Wert nur unbedeutend ab.

Als Ergebnis der Untersuchungen ist festzustellen: Die Unterkieferbreiten, die Maße der Schneidezähne, die Ausbildung der Prämolaren und der Molaren stellen die Jockgrimer *Trogontherium*-Reste in die Nähe der Mosbacher Funde und vielleicht auch nicht weit von den Trogontherien der Sandgrube von Mauer an der Elsenz.

Von *Castor* lagen dieser Untersuchung keine Belegstücke vor. SCHREUDER (1929) erwähnt diesen Biber nur kurz, wahrscheinlich standen auch ihr nur unbedeutende Reste zur Verfügung.

Zu der Frage aus welchen Schichten die Funde der Trogontherien stammen, ist folgendes zu sagen:

Kuss (1953) nennt *Trogontherium cuvieri* aus der grauen leicht Erde, dem schwarz-grauen Ton bzw. der oberen schwarzen Erde. Aus dem Heidelberger Stück konnte eine kleine Erdprobe gewonnen werden. Es war dies ein hellgrauer, in

nassem Zustande dunkelgrauer, stark bindiger Schluff bis Ton. Bei Wasserzusatz quoll er auf. Er enthielt kleine Quarzkörnchen. Das Material brauste bei Zusatz von Salzsäure energisch auf. Mit einiger Wahrscheinlichkeit kann man das Gestein der blauen leichten Erde zuordnen, das Tier lebte damit gleichzeitig mit *Parelephas trogontherii* und der Übergangsform *Archidiskodon meridionalis-trogontherii*, fand sich also in einem wesentlich tieferen Profilschnitt als dies Kuss (1953) angab.

6. Diskussion einiger geologischer und paläontologischer Ergebnisse

Die Untersuchung des geologischen Profils der Grube Waldäcker in Jockgrim zeigt, daß die Ablagerungen während eines längeren Zeitraumes entstanden sind, der vom Altpleistozän bis zum Würmglazial reicht. Da mehrere Schichtlücken die Sedimentation unterbrechen, ist nur ein Teil der verschiedenen Zeitabschnitte durch Sedimente vertreten. Aus den Ablagerungen ist ein fünf- bis sechs-maliger Klimawechsel abzulesen.

Die Zuordnung der einzelnen Schichtabschnitte zu bestimmten Zeitphasen des Pleistozäns ist schwierig und es kann hier lediglich eine Arbeitshypothese vorgetragen werden.

Der deckende Löß kam mit hoher Wahrscheinlichkeit in der letzten Kaltzeit, dem Würmglazial, zur Ablagerung. Das darunter folgende 2,00 bis 4,00 m mächtige Schotterpaket, das sich durch einen Verwitterungshorizont in zwei Abschnitte zerlegen läßt, kam vielleicht in der Rißkaltzeit, weniger wahrscheinlich im oberen Mindel zur Ablagerung. Die darunter folgenden grauen Rheinsande, Braunkohlen, Wampe und obere schwarze Erde, werden von den hangenden Schottern durch eine wohl längere Sedimentationsunterbrechung und Erosionsphase getrennt.

Aus den „Rheinsanden“ — allerdings nicht bei Jockgrim — stammt vermutlich der Zahn eines Waldelefanten (SCHWEGLER, 1935) also des Proboscidiens der Interglazialzeiten.

Die Pflanzenreste (Pollen) aus der Braunkohle bezeugen ebenfalls eine Warmzeit. Hierbei denkt man wohl zunächst an das der Rißkaltzeit vorangehende Holsteininterglazial. Dem scheint zu widersprechen, daß Kuss (1955) vom Nachweis des *Trogontherium cuvieri* aus den obersten Schichten des Jockgrimer Profils spricht. Bisher war man der Meinung, daß diese Biberart in Mitteleuropa mit der Mindelkaltzeit verschwinden würde, während sie in England (z.B. Swanscombe, Lower gravels) bis zum Holstein Interglazial vorkommt. Neueste Untersuchungen wiesen *Trogontherium* jedoch in Bilzingsleben (Thüringen) nach, einer Fundstelle, die vermutlich der Holsteinzeit zuzuordnen ist.

Unter den Elefantenzähnen von Jockgrim befinden sich mehrere Molaren eines primigenoiden also hochentwickelten *Parelephas trogontherii* und, soweit es sich noch nachprüfen läßt, stammen sie aus den oberen Lagen des Profils. Diese Zähne sind kaum älter als Mindel, sie könnten auch aus der Rißkaltzeit stammen. Sie sprechen für eine Zeitphase kurz vor oder auch nach dem Holstein Interglazial.

Unter diesen Horizonten liegen Schichten der grauen leichten Erde und Dokumente einer Kaltzeit, Kryorturbationen und ein Pingo. Am ehesten möchte man daran denken, daß diese Bildungen aus der Mindel-Kaltzeit stammen. Vielleicht aus der Zeit des stärksten Eisvorstoßes dieser Kaltphase, die nach dem Süßenbornprofil in einen jüngeren Abschnitt des Mindel-Glazials fällt.

Die zwischen dem Cromer- und dem Holstein-Interglazial liegende Mindelglazialzeit zeichnet sich durch einen mehrmaligen Wechsel von wärmeren und kälteren Phasen aus. AGADJANIAN (1977/78) gibt folgende Gliederung:

Holstein Warmzeit
ca. 400 000 Jahre b. p.
Mindel III
Cromer 3
Mindel II
Cromer 2
Brunhes-Matuyama-Inversion ca. 690 000 Jahre b. p.
Mindel I
Cromer 1 Warmzeit

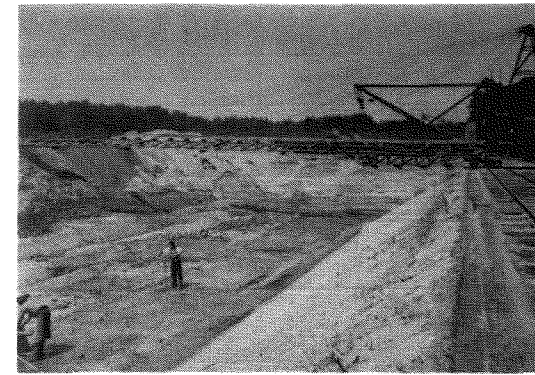
Das eigentliche Cromer-Interglazial (wahrscheinlich Cromer 1) wird charakterisiert durch den Waldelefanten (*Palaeoloxodon antiquus*). In den darauf folgenden Zeitabschnitten, die allmählich zum großen Mindeleisvorstoß überleiten, lebte in einer Steppenlandschaft vor allem *Parelephas throngontherii* wie z.B. Süßenborn (GUENTHER, 1969), das mittlere Mosbach (GUENTHER, 1968 und 1969) und Tiraspol (DUBROWO, 1975) zeigen. In Jockgrim findet sich *Palaeoloxodon antiquus* in den in Frage kommenden Schichten nicht, woraus sich folgern läßt, daß die eigentliche Cromer-Warmzeit hier nicht vertreten ist. Der mittlere Teil des Jockgrimer Profils zeigt mehrmalige, vielleicht nicht allzu stark ausgeprägte Klimawechsel. Von hier stammt die Hauptmasse der Molaren von *Parelephas trogontherii*-Elefanten, die in ihrer Ausbildung gut zu den Steppenelefanten des mittleren Mosbach, von Süßenborn und von Tiraspol passen. Auch das oben beschriebene *Trogontherium* kommt sehr wahrscheinlich aus diesen Schichten (blaue, leichte Erde). Es ähnelt nach seinen Merkmalen den Funden des mittleren Mosbach. Somit spricht einiges dafür, daß der mittlere Abschnitt des Jockgrimer Profils in der Zeit vielleicht nach dem eigentlichen Cromer-Interglazial und vor dem Haupt-Mindel-Eisvorstoß entstand.

In den Jockgrimer Erden wurde aber auch eine andere, phylogenetisch ältere Elefantenart nachgewiesen, die zu *Archidiskodon meridionalis* und zu *A. meridionalis trogontherii* zu stellen ist. Die Molaren kommen, was allerdings nur in einem Falle nachgewiesen werden konnte, vielleicht aus den untersten Lagen des Profils. Man kann unterstellen, daß diese Tiere und damit die Fundschichten älter sind als Cromer und vielleicht aus irgendeinem Zeitabschnitt der Günzphase stammen. Die *meridionalis*-Elefanten des Villafranchiano (z.B. des Val d'Arno) sind zumeist phylogenetisch wesentlich weniger weit entwickelt als die primitivsten Jockgrimer *meridionalis*-Zähne. Hieraus ließe sich vielleicht der Schluß ziehen, daß die ältesten Lagen der Jockgrimer Erden jünger sind als das Villafranchiano.

- AGADJANIAN, K. A.: Quartäre Kleinsäuger aus der Russischen Ebene. — Quartär Bd. 27/28. Bonn 1976/77. (Im Druck)
- ANDREEV, K. N.: Hydrolakkolithe (Bulgunnjachi) in den West-Sibirischen Tundren. — Mitt. staatl. Ges. Bd. 68. H. 2, Leningrad-Moskau 1936. (Auf russisch) Zitat in Wiegand 1965.
- DUBROWO, I. A.: *Mammuthus trogontherii trogontherii* (POHLIG) aus dem Pleistozän von Tiraspol. — Quartärpaläontologie I. S. 125—156. Berlin 1975.
- GEISSELT, F.: Fossile Pflanzenreste und Mollusken aus dem Tonlager von Jockgrim in der Pfalz. — Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz. NF. 9. 3. S. 443—458. Freiburg i. Br. 1967
- GRUNER, L.: Beiträge zur Kenntnis der altdiluvialen *Elephas*-Molaren Fauna von Jockgrim in der Pfalz und Untersuchungen über den Backenzahnbau der Elefanten. — Ungedr. Inaugural-Dissertation, S. 1—97. Heidelberg 1950
- GUENTHER, E. W.: Die Elefantenmolaren aus den Kiesen von Süßenborn bei Weimar. — Paläont. Abh. Abtlg. A. Paläozoologie. Bd. III. H. 3/4. S. 711—734. Berlin 1969
- GUENTHER, E. W.: Elefantenbackenzähne aus den Mosbach-Sanden I. Mz. Naturw. Arch. Jahrg. 7. S. 55—73. Mainz 1968
- GUENTHER, E. W.: Elefantenbackenzähne aus den Mosbacher Sanden II. Mz. Naturw. Arch. Jahrg. 8. S. 77—89. Mainz 1969
- JAEGER, H.: Die Ziegelindustrie um Jockgrim und Rheinzabern. — Veröff. Pfälz. Ges. zur Förderung d. Wissensch. Bd. 57. S. 1—124. Speyer 1968
- KUSS, S. E.: Die stratigraphische Verteilung der altpleistozänen Fauna aus den Tonlagern von Jockgrim in der Pfalz. — Beitr. zur naturkdl. Forschung in Südwestdeutschland. Bd. 14. H. 2. S. 93—100 Heidelberg 1955
- KUSS, S. E.: Die altpleistozänen Flußpferde (*Hippopotamidae*, *Neobunodont.*, *Artiodact.*, *Ungul. Mamm.*) des Oberrheingebietes. — Ungedr. Inaugural-Diss. Heidelberg 1955
- SCHREUDER, A.: *Conodontes (Trogontherium)* and *Castor* from the Teglian Clay compared with the *Castoridae* from other localities. — Arch. Mus. Teyler (3), 6. S. 99—320. Haarlem 1929
- SCHWELGER, E.: Das Diluvium von Jockgrim in der Rheinpfalz und seine Stellung innerhalb des oberrheinischen Diluviums.-Schr. Geol. Pal. Inst. d. Univers. Kiel. H. 3. S. 1—103. Kiel 1935
- SOERGEL, W.: Die Säugetierfauna des altdiluvialen Tonlagers von Jockgrim in der Pfalz. — Zeitschr. deutsch. Geol. Ges. 77. S. 405—438. Stuttgart 1925
- SPUHLER, L.: Einführung in die Geologie der Pfalz. Speyer 1957
- WIEGAND, G.: Fossile Pingos in Mitteleuropa. Würzburger Geogr. Arbeiten. S. 1—144. Würzburg 1965

Erläuterungen zu Tafel I

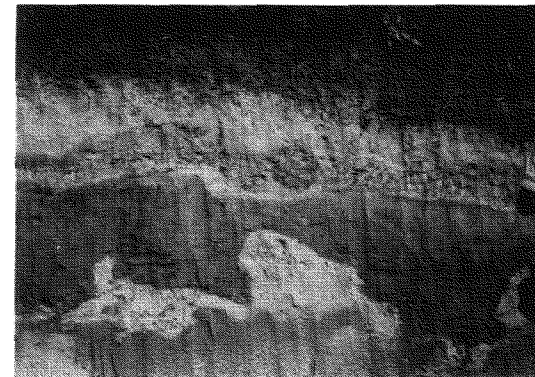
- Fig. 1: Löffelbagger in der Ziegeleigrube in Jockgrim im Jahre 1935. Bohrung im untersten Teil der Jockgrimer Erden.
- Fig. 2: Die Ziegeleigrube Waldäcker am 8. Juni 1960. Tagung der Deuqua. Im oberen Teil des Profils Sande, darunter die Jockgrimer Erden.
- Fig. 3: Kryoturbate Bodenveränderung der grauen leichten Erde.
- Fig. 4: Unterkieferfragment von *Trogontherium*. Externseite.
- Fig. 5: Unterkieferfragment von *Trogontherium*. Internseite.
- Fig. 6: Unterkieferfragment von *Trogontherium*. Kaufläche.
- Fig. 7—10: Incisivenbruchstücke des linken Unterkiefers von *Trogontherium*. 8. und 10. zeigen den gleichen Zahn.



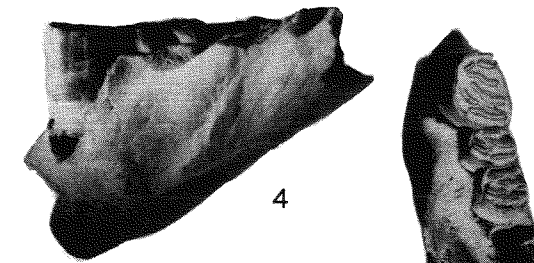
1



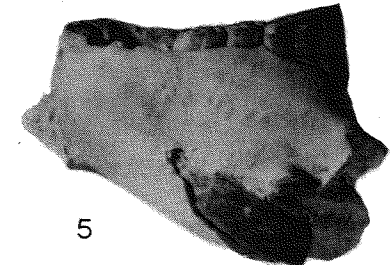
2



3



4



5



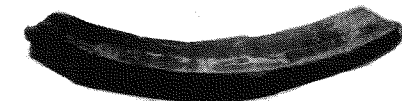
6



7



8



9



10