

Junge Gebirgsbildung und vulkanische Tätigkeit im Gebiete von Ankara.

Von Kurt Leuchs.

Mit 2 Abbildungen.

Im SO von Ankara steigt das Gelände terrassenförmig an und wird abgeschlossen durch den 20 km langen Bergrücken des Elmadag, dessen höchster Punkt mit 1855 m rund 1000 m höher ist als der Talboden von Ankara, von dem der Gipfel 18,5 km entfernt ist.

Ueber den geologischen Bau dieses Berges sind im Schrifttum zahlreiche Angaben enthalten, die allein schon durch ihre Verschiedenartigkeit zeigen, daß sie auf ungenügenden oder nur aus der Ferne gemachten Beobachtungen beruhen. Dieses trifft sogar für die meisten zu, denn aus den Einzelbeschreibungen geht hervor, daß nur eine einzige Angabe auf Grund einer Ueberschreitung des Bergrückens gemacht wurde.

Es war der unermüdliche Forscher Tschihatcheff, der 1849 diese Ueberschreitung ausführte. Er stellte Kalkstein fest und bezeichnete ihn als wahrscheinlich alttertiär. Nordwesthang und Kammgebiet schienen ihm aus diesem Kalkstein zu bestehen. Stellenweise liegt darüber Andesit, am Südosthang ist das nach dem Dorf Evciler herabziehende Tal von sehr dichtem Andesit begrenzt, der mit Tuff wechsellagert. Die Lagen fallen 20—40° NW. Auch auf dieser Seite des Berges kommt der liegende Kalkstein an verschiedenen Stellen zutage.

Es sei hier erwähnt, daß Tschihatcheff das Eruptivgestein als Trachyt bezeichnet. Denn der Name Andesit, ursprünglich von Leopold von Buch eingeführt, von Alexander von Humboldt ausdrücklich abgelehnt, wurde erst 1861 durch Roth wieder aufgestellt. Gustav Rose hatte die von Tschihatcheff in Anatolien gesammelten, dort sehr verbreiteten Andesite untersucht und als Trachyte bezeichnet, da der Andesit nur eine Varietät des Trachytes sei.

Dementsprechend handelt es sich bei den meisten Trachyten von Tschihatcheff auf Grund der zurzeit geltenden Bezeichnung um An-

desite, aber nicht, weil Tschihatcheff und Rose diese Gesteine falsch bestimmten, sondern weil eben damals andere Auffassungen über die Stellung des Andesites im System der Effusivgesteine herrschten.

Die zeitlich nächste Angabe über den Elmadag gibt Forbes 1911. Er sagt, daß Marmor den ganzen Bergrücken zu bilden scheint, der mit den liegenden Schiefeln am Nordwesthang, die ebenfalls umgewandelt sind, in diesem Gebiete eine zusammenhängende Ablagerungsreihe bildet.

Auf der Internationalen Geologischen Karte von Europa, Blatt 40, entworfen von Berg, ist am Elmadag Eozän und auf dem Hauptkamm Granit angegeben, in Form einer ovalen Fläche von 9 und 7,5 km Durchmesser. Es dürfte hier ein Fehler in der Farbe vorliegen. Aber selbst wenn diese Fläche die Verbreitung von Andesit darstellen sollte, ist sie mit ungefähr 50 qkm bei weitem zu groß ausgefallen.

Die Uebersichtskarte von Frech 1916 bezeichnet die südwestliche Hälfte des Bergrückens als Jungeruptiv, von der nordöstlichen Hälfte ist der Nordwesthang und die Kammhöhe weiß gelassen, dagegen beginnt dicht unter dem Steilhang der Südostseite salzführendes Obermiozän.

Philippson 1918 erwähnt nur kurz den Kalkstein bzw. Marmor des Elmadag, entsprechend den Angaben von Forbes und Nowack gibt 1928 auf seiner Kartenskizze metamorphes Paläozoikum (Devon) an.

Dagegen läßt Wenzel 1935 auf seiner geologischen Karte den Elmadag aus gefaltetem Mesozoikum bestehen, das längs der Kammhöhe 25 km weit von Granit durchbrochen ist.

Erst Chaput hat eine bis zur Höhe von 1500 m sich erstreckende Begehung der Nordwestseite des Berges ausgeführt und berichtet darüber kurz 1931 und ausführlich in seinem 1936 erschienenen Buche. Die unteren Gehänge, aus sandiger und schiefriger Grauwacke mit Einlagerung von Kalkstein bestehend, kommen hier nicht weiter in Betracht. Zwischen 1400 und 1500 m stellte Chaput dazitische und andesitische Gesteine, wechselnd mit Breccien, Lapilli und Tuffen, fest. Sie liegen mit schwachem Nordfallen wenigstens teilweise in einem schmalen tektonischen Längsgraben zwischen zwei Erhebungen aus Kalkstein. Ueber dieser vulkanischen Zone folgen wieder Schiefer und Sandsteine mit Kalksteinlagen. Die Sedimentgesteine werden für karbonisch und permisch gehalten, letzteres auf Grund eines als Geröll gefundenen Fusulinenkalksteins.

Eine gemeinsam mit Herrn Prof. Louis ausgeführte Begehung des Südwestteiles des Bergrückens Ende 1936 von Gölbasi über Oerencik nach Gerder, von dort zur Kammhöhe und auf ihr nach NO bis zu dem 1610 m hohen kuppenförmigen Südwestgipfel ergab folgende Feststellungen:

Das bei Gölbasi in die Seenfurche Mohangöl-Emirgöl mündende Tal liegt bis kurz vor Gerder im neogenen Süßwasserkalkstein, der im oberen Abschnitt eine quer zur Talrichtung NO-streichende Antiklinale bildet.

Dicht oberhalb Gerder stehen Tuffe, darüber Andesite an. Sie liegen in der südwestlichen Fortsetzung der von Chaput am NO-Hange südlich Kibris beobachteten. Auch im Zwischengebiet sind sie vorhanden, dort treten einzelne schwach N-fallende Lagen von Andesit und Tuff deutlich hervor.

Ihre Unterlage bilden graue bis weiße, stark kristalline Kalksteine, die auch den Hauptkamm aufbauen. Zusammenhängende Lava- und Tuffmassen fehlen dort, aber auf den Nordwesthängen, auf dem Haupt Rücken und noch in unmittelbarer Nähe des Südwestgipfels liegen einzelne Stücke von Tuff und bunten verkieselten Gesteinen, wie sie in den vulkanischen Tuffen des Gebietes von Ankara in großer Menge vorkommen.

Sie beweisen, daß auch der Südwestgipfel und mit ihm dieser ganze Teil des Bergrückens noch vor kurzer Zeit von Tuff und Andesit bedeckt war, die seitdem durch Abtragung entfernt wurden.

Nördlich des Südwestgipfels senkt sich der Kalkstein nahe dem oberen Abschnitt des Gerdertales mit nordöstlichem Streichen steil hinab unter Andesit und Tuff und auf der nördlichen Talseite ist wieder die Auflagerung von dort prismenförmig abgesondertem Andesit auf den farbigen Tuffen sichtbar.

In ihm verläuft dieser Teil des Tales, die Grenze Kalkstein—Tuff ist eine Auflagerungsfläche.

Wenig nordöstlich des Südwestgipfels scheint der Bergrücken nicht mehr aus Kalkstein zu bestehen, es muß dort, entsprechend der andersartigen Tracht und Farbe des Kammes und seiner Hänge, der Andesit noch erhalten sein. Aus Zeitmangel konnte ich damals darüber keine Gewißheit erlangen.

Eine Bestätigung dieser Vermutung brachte erst eine spätere Ersteinigung des Hauptgipfels. Oberhalb des Dorfes Jakupbattal (etwa 1400 m) bilden Kalksteine eine Geländestufe, über der in 1500 m wieder eine Verebnung folgt. Hier fanden Professor Louis und ich

eine reiche permische Fauna im grauen Kalkstein: Fusulinen, Schwagerinen, Brachiopoden, Lamellibranchiaten und Gastropoden.

In der Höhe von 1500 m liegt auf diesem Kalkstein eine 1 m dicke gelbbraune Mergelbreccie mit kugeligen und ovalen Knollen von Mergel, darüber 1—2 m grünes quarzitisches Gestein, dann beginnt eine Folge von Tuff und Andesit, die bis zum Hauptgipfel (1855 m) anhält. Etwa 50 m westlich der Stelle, wo die Auflagerung der Tuffe auf dem permischen Kalkstein zu sehen ist, reicht dieser 25 m höher hinauf. Das zeigt, daß der Absatz der Tuffe auf einem sehr unregelmäßig gestalteten Untergrund stattfand. Ob dieser durch Verwerfungen oder nur durch wechselnd starke Abtragung und Karrenverwitterung sein Relief erhalten hat, läßt sich dort nicht sicher entscheiden, sicher ist nur, daß Karrenbildung dabei beteiligt ist (Abb. 1).

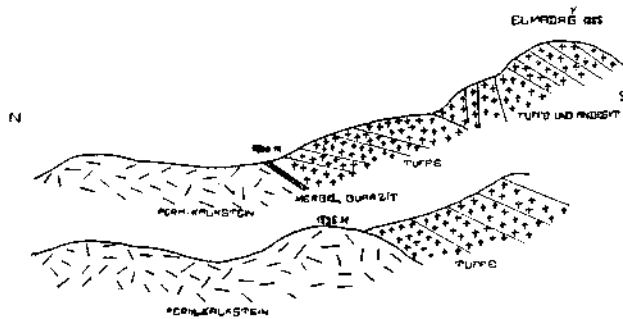


Abb. 1.

**Auflagerung von Tuffen und Andesit auf dem permischen Kalkstein,
westlich Yakupbattal.
Maßstab 1:30.000.**

Aus der Ferne gesehen verschwinden diese an sich geringen Höhenunterschiede und von Ankara aus ist bei günstiger Beleuchtung die schwach gegen SW ansteigende Oberkante des hellen Kalksteins deutlich zu erkennen, überlagert von den im ganzen dunklen Tuff- und Andesitmassen des Oberbaues im Mittelteil des Elmadag.

Die Farbe der Tuffe ist verschieden: weiß, gelblich, rötlich, der Andesit ist rot und grau, in der Gipfelpartie schwarzgrau, glasig und sehr feinkörnig, so daß er makroskopisch dicht aussieht. Das stimmt überein mit der Angabe von Tschihatcheff, der vom Südosthang sehr dichten, mit Tuff wechsellagernden Andesit erwähnt.

Die Lagerung dieser Gesteinsbänke ist sehr unregelmäßig und wechselt zwischen fast horizontaler, \pm steil N oder S fallender bis zu senkrechter Stellung. Wenig westlich des Gipfels streichen die Tufflagen N—S und fallen 20° W, 300 m westlich des Gipfels ist

das Streichen O—W bei 40° S-Fallen. Diese Richtung bleibt bis zum Paß und noch westlich von ihm, wobei das S-Fallen zwischen 25° und 40° schwankt. An dem vom Hauptkamm nach NW herabziehenden Seitenrücken westlich der für die Wasserversorgung von Ankara gefaßten Quelle beträgt die Neigung der Schichten 80—85° S, ihr unterer Teil ist schwach nach S geneigt.

Auch der SO-Hang besteht aus diesen Gesteinen und die liegenden Kalksteine kommen ungefähr in gleicher Höhe wie am NW-Hang zum Vorschein.

Somit ergibt sich, daß die obersten 350 m im Mittelteile des Elmadag ausschließlich aus den jungvulkanischen Ablagerungen bestehen. Sie bilden in NO-Richtung noch etwa 1,5 km weit die Kammhöhe, dann senkt sich diese stärker und wird in ihrer Fortsetzung nur noch von Kalkstein aufgebaut. Das stimmt überein mit den Angaben von Chaput, dessen Begehung 6 km weiter im NO stattfand.

Auch gegen SW erniedrigt sich die Kammhöhe. Bis zu einer stärkeren Einsattelung sind die vulkanischen Gesteine, in denen einige Kalksteinschollen durch ihre hellgraue Farbe deutlich hervortreten, vorhanden. Jenseits bilden die Kalksteine flexurartig ansteigend den Südwestgipfel und die weitere Fortsetzung des Kammes. Andesit und Tuff sind dort nur noch an den NW-Hängen in tieferen Lagen erhalten geblieben, wie oben schon dargelegt wurde.

Dieses räumlich beschränkte Vorkommen mächtiger Lagen der vulkanischen Gesteine und die Feststellung, daß die heutige Oberfläche der Kalksteine auf dem Hauptkamm annähernd mit der Auflagerungsfläche der vulkanischen Gesteine zusammenfällt, endlich auch die tiefere Lage dieser Fläche unter dem Mittelteil machen es sehr wahrscheinlich, daß dieser an Querverwerfungen abgesunken ist. Die Verwerfungen sind jünger als die vulkanische Förderung, die dadurch entstandene tiefere Lage des Mittelteiles und die vielfach glasige, sehr widerstandsfähige Ausbildung der vulkanischen Gesteine ermöglichten dort ihre Erhaltung.

Das Auftreten vieler vereinzelter Andesit- und Tuffbruchstücke im SW-Teil stimmt durchaus überein mit entsprechenden Funden, die ich am Caldag machen konnte. Dieser 1350 m hohe, vom Massiv des Elmadag durch das tiefe Incesutal abgetrennte Bergrücken südlich von Ankara besteht aus der paläozoischen Grauwacken-Marmorreihe und einer ihr diskordant und transgressiv auflagernden Scholle von Kalkstein der ladinischen Trias.

Bei der ersten Begehung dieses Berges, die zum Nachweis der Trias führte, fielen mir auch die bis zum Gipfel vereinzelt, an manchen

Stellen aber zahlreich herumliegenden eckigen Stücke von Andesiten, Tuffen, verschiedenartigen verkieselten Gesteinen und roten Kalkbreccien auf.

Diese Stücke sind, ebenso wie im SW-Teil des Elmadag, Reste der früher über dem Caldag abgelagerten und jetzt abgetragenen Andesit- und Tuffreihe. Sie beweisen die Ausbreitung der vulkanischen Ablagerungen über dem ganzen Gebiete von Ankara bis zum SO-Fuß des Elmadag.

Es ist nach allen bis jetzt vorliegenden Beobachtungen über die Ausbruchstellen der Laven und Tuffe anzunehmen, daß größere Vulkane nicht südlicher als das Gebiet von Ankara lagen. Die Hügel von Ankara selbst können Ausbruchsstellen enthalten und auch im Massiv des Hüseyin Gazi östlich Ankara dürften Ausbrüche stattgefunden haben. Von dort sind die Laven und Tuffe nach Süden gewandert und deshalb muß die Höhengestaltung zu jener Zeit von der gegenwärtigen, die das Profil (Abb. 2) zeigt, sehr verschieden gewesen sein.

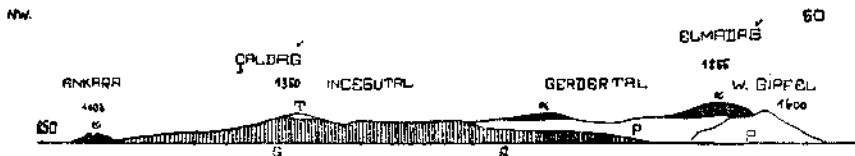


Abb. 2.

Schematisches Profil von Ankara zum Elmadag.

Maßstab 1:200.000.

G = Grauwacken mit Kalkstein (stark gefaltet), P = permischer Kalkstein, T = ladinischer Triaskalkstein, a = Andesit und Tuff.

Der junge Vulkanismus begann im Gebiete von Ankara, wie die Aufschlüsse an der Nordseite der Ova von Ankara zeigen, nach dem Eozän und endigte nach der Ablagerung der neogenen Breccien, Süßwasserkalksteine, Mergel und Tone. Abtragungsreste dieser Schichten sind an vielen Stellen und in sehr verschiedener Meereshöhe vorhanden. Ihr Alter läßt sich noch nicht genau festlegen, die zurzeit aus diesen Schichten vorliegenden Gastropoden sind dafür nicht ausreichend und in dieser Beziehung gleichartig mit den Fossilfunden aus vielen anderen Neogenvorkommen Anatoliens.

Dagegen konnte ich in dem Gebiete westlich von Ankara bis Bepazar und Cayirhan den Nachweis von Obermiozän, Unter- und Oberpliozän, sowie von vulkanischer Tätigkeit noch in der Oberpliozänzeit erbringen. Es kann deshalb, solange keine dagegensprechenden Funde

gemacht werden, auch für das Neogen der näheren Umgebung von Ankara teilweise pliozänes Alter angenommen werden.

Am Mohangöl enthalten, wie Chaput feststellte, die Grundkonglomerate des Neogens Andesitgerölle, die Haupteruptionen werden demnach vorher stattgefunden haben. Aber die an vielen Stellen sichtbare Verkieselung neogener Schichten beweist mindestens starke nachvulkanische Tätigkeit mit Förderung großer Mengen von Kieselsäure. Dadurch entstanden die in dem gesamten Gebiete weit verbreiteten verkieselten Schichten, vor allem die verkieselten Tertiärsedimente vom Eozän an, verkieselte Tuffe und Laven, sowie verkieselte ältere Sedimentgesteine.

Der enge Zusammenhang zwischen Vulkanismus (einschließlich der vulkanischen Nachwirkungen) und Zufuhr von Kieselsäure in die Sedimente und Gesteine ist in Inneranatolien in völliger Klarheit sichtbar.

Elmadag und Caldag haben demnach ihre Gestaltung als Berge erst nach der vulkanischen Tätigkeit erhalten. Damit in Zusammenhang steht die Bildung des Beckens von Ankara, dessen Anlage im wesentlichen tektonischer Natur ist. Randverwerfungen sind stellenweise deutlich nachweisbar, weitaus vorwiegend als senkrechte Bruchstufen. Bei Ludumlu westlich Ankara sind auch Anzeichen für eine schwache, gegen das Becken nach N gerichtete Bewegung vorhanden, wodurch die Grundkonglomerate der iadinischen Trias, die auf permischem Kalkstein liegen, selbst wieder von Bänken dieses Kalksteins überschoben wurden.

Größere Bedeutung für die Entstehungsart des Beckens hat diese Ueberschiebung nicht. Vielmehr bestand die Hauptwirkung bei diesen tektonischen Vorgängen in der Bildung steiler Verwerfungen, an denen vertikale Bewegungen vor sich gingen mit stufenförmiger Hebung der Randgebiete.

Dadurch sind die vorher tiefer als die Vulkane liegenden Gebiete, die von den abfließenden Laven in großer Mächtigkeit bedeckt wurden, wie der Elmadag zeigt, um ansehnliche Beträge gehoben worden. Wie weit dabei auch Senkung des Beckens von Ankara eingetreten ist, läßt sich noch nicht feststellen. Die schon erwähnte, zurzeit noch bestehende Unmöglichkeit, das Alter der neogenen Schichten genauer zu bestimmen, macht auch eine zeitlich eng begrenzte Festlegung dieser gebirgsbildenden Bewegungen noch nicht möglich.

Die neogenen Sedimente, unter denen neben Grundbreccien und Konglomeraten mit kalkigem Bindemittel die Süßwasserkalksteine mit *Planorbis*, *Limnaea* u. a. weitaus überwiegen, liegen auf der Hoch-

fläche in 1100—1000 m, auf den verschiedenen Terrassen und auch im Becken selbst, dort stellenweise unter mächtiger Lehmbedeckung bis herab zu Meereshöhen von 850—820 m.

Die jüngsten dieser Schichten sind sicher pliozän, wahrscheinlich levantinisch. Denn die in Ankara gefundenen Reste von *Mastodon (arvernensis?)* und *Rhinoceros (leptorhinus?)* zeigen, trotzdem sie sich auf sekundärer Lagerstätte befanden, daß in höheren Teilen der Umrandung des heutigen Talbeckens oder auf der vorneogenen Abtragungsfläche südlich davon diese pliozänen Tierreste abgelagert und in die Sedimente eingebettet wurden.

Die beiden Fundstellen liegen an dem vom Caldag herabziehenden Hang. In Demirtepe, einem der neuen Stadtteile südlich der Altstadt, wurden 1936 bei dem Grundaushub für ein Haus in einer Kieslage 2 unvollständige Stoßzähne und ein Backenzahn von *Mastodon* gefunden. Die 20—30 cm dicke Kiesschicht liegt unter 1 m Lehm mit Steppen kalk, der auch unter dem Kies wieder folgt. Ich verdanke diese Angaben über den vor meinem Eintreffen in Ankara gemachten Fund Herrn Professor Louis. Erhaltungszustand und Lage der Mastodonreste zeigen, daß sie durch die über den Berghang abströmenden Wassermassen starker Regengüsse, wie sie auch in der Gegenwart in Inneranatolien zeitweise auftreten, von höheren Hangteilen abgeschwemmt wurden.

800 m hangaufwärts wurden im Herbst 1938 weitere Funde gemacht. Student Haydar Günüs konnte dort in verständnisvoller Weise bei den Erdbewegungen für den Neubau des Reichstagsgebäudes 3 unvollständige Stoßzähne, 1 Backenzahn und Teile von Schädelknochen von *Mastodon*, sowie Teile zweier Extremitätenknochen von *Rhinoceros* bergen.

Die Stücke lagen verschieden tief, teils 1,20—1,60 m, teils 3 und 4 m unter der Oberfläche in einer dem Lehm eingeschalteten Sandschicht und im Lehm selbst. Die Ablagerungen sind die gleichen wie in Demirtepe: Lehm mit Steppen kalk und unregelmäßige, gering mächtige Einschaltungen von Kies und Sand.

Die nachträgliche Verfrachtung der vielleicht schon vorher zerbrochenen Knochen und Zähne zeigt sich besonders dadurch, daß von dem ersten gefundenen Stoßzahn ein Teilstück in der Sandschicht in der Tiefe von 1,60 m, ein zweites an das erste passendes Teilstück in einiger Entfernung davon im Lehm in 4 m Tiefe lag. Die anderen Reste wurden 50 m entfernt davon gefunden.

Das Alter dieser im Becken von Ankara stellenweise sehr mächtigen Lehme mit gelegentlichen Schotter-, Kies- und Sandlagen und

mit dem stets vorhandenen Steppenkalk, d. h. Kalkkonkretionen, die den Lößkindeln sehr ähnlich sind, aber in viel größerer Menge auftreten als diese, ist noch nicht genau bekannt. Da sie aber überall, wo nicht frischer Hangschutt oder Flußschotter darüber gebreitet ist, die oberste Ablagerung bilden, muß für sie jungquartäres Alter angenommen werden.

Auf jeden Fall war die primäre Lagerstätte der Säugetierreste hangaufwärts, vielleicht auf der Hochfläche selbst.

Im Cubuktal nördlich von Ankara sind diese Lehme über den alten Schottern des Flusses abgelagert. In diesen wurden von Prof. S. Kansu Werkzeuge der Altsteinzeit gefunden, die zusammen mit den Geröllen vom Fluß verfrachtet wurden. Die ältesten dieser Werkzeuge aus Silex entsprechen der Chelles-Stufe, wie durch Vergleich mit einem von mir westlich Ankara bei Ludumlu im März 1936 gefundenen Faustkeil aus basaltischem Hypersthenandesit festgestellt werden konnte, wodurch zugleich der erste Nachweis frühpaläolithischer Besiedelung in Anatolien erbracht wurde.

Demnach sind die tiefsten, zurzeit im Cubuktal aufgeschlossenen Schotter solche der Mindel-Riß-Zwischeneiszeit, oder auch späterer Abschnitte der Eiszeit, da die Steinwerkzeuge dort ja auf sekundärer Lagerstätte sind und nach den Angaben von S. Kansu auch Werkzeuge vom Typus Acheul und Moustier in diesen Schottern gefunden wurden. Ueber ihnen folgen noch 2,20 m Schotter und Sande, darüber die Sande und Lehme der Bronzezeit mit den in ihnen nachgewiesenen Siedelungen, deren älteste auf etwa 3000 v. Chr. angesetzt wird.

Unter der 1,10 m dicken Kies- und Sandlage mit den altsteinzeitlichen Werkzeugen folgen grobe Schotter- und Sandlagen bis herab zur heutigen Flußsohle, die Siedelung der Bronzezeit beginnt etwa 10 m über dieser.

Daraus geht hervor, daß das Cubuktal in der Mindel-Riß-Zwischeneiszeit, vielleicht auch schon vorher bestand, daß der Cubuk dort relativ mächtige Schotter und Sande absetzte und sich in späterer Zeit in diese Ablagerungen wieder 10 m tief einfurchte. Diese junge, starke Tiefenerosion stimmt überein mit dem in ganz Anatolien, selbst in den abflußlosen Gebieten überall sichtbaren starken Einschneiden der dauernden, periodischen und episodischen Fluß- und Bachläufe als unmittelbarer Wirkung der jungen Hebung Anatoliens.

Andererseits aber beweisen die Verhältnisse im Cubuktal mit voller Klarheit das quartäre Alter der Lehme. Ihre Bildung kann außerhalb der Flußtäler schon in späteren Abschnitten der Eiszeit begonnen haben, in den Flußtälern selbst aber konnten sich erst mit der nacheiszeitlichen Verringerung der Wasserführung solche Ablagerungen in größerer Menge bilden und gleiches gilt für die Tal- und Beckenhänge, an denen sie oft in großer Mächtigkeit den verschiedensten Gesteinen auflagern.

Ob diese Lehme vielleicht ursprünglich Lössse waren, läßt sich noch nicht sicher entscheiden. Die Bildung der Kalkkonkretionen und die Entstehungszeit sprechen dafür, in ihnen verlehnte Lössse zu sehen.

Die Mastodonfunde weisen darauf hin, daß, wie schon betont, wenigstens ein Teil der neogenen Gesteine dem Pliozän, und zwar der levantinischen Stufe des Mittel- und Oberpliozäns entspricht. Am Kocatepe in Yenisehir, (914 m, mit Wasserdepot) liegen auf dem Süßwasserkalk, der an der Westseite des kleinen Tales am Fuße des Kocatepe ansteht, 30 m mächtige Konglomerate, Kiese und Sande, zu oberst Lehme mit Steppenalk. An einer durch das Tal streichenden Verwerfung in N—S-Richtung (Chaput) ist die Scholle des Kocatepe abgesunken, denn am Ostrand des Tälchens ist die Grauwacke bis zur Talsohle herab aufgeschlossen. Pliozäne Grundbreccien und Kalksteine stellte ich erst 25 m höher auf dem Felsrücken östlich des Tales fest. Es sind sicher noch viele solcher jung- bis nachpliozäner Verwerfungen im Gebiete der Ova von Ankara und ihrer weiteren Umgebung vorhanden. Vor allem beweist das Auftreten der jungen Süßwasserbildungen, besonders der Seekalke, im Boden der Ova, auf den einzelnen Terrassen und auf den die Ova umgebenden Teilen der Rumpfebene die ursprüngliche Ablagerung dieser Sedimente auf einer annähernd gleichartigen Landoberfläche und die spätere Bildung der Ova mit ihren größtenteils tektonisch gestaffelten Rändern.

In Uebereinstimmung mit Fliegel halte ich die Binnensenken oder Ovas für Teilgebiete, die bei der jungen und, wie ich auf Grund der hier gegebenen Darstellung ebenso wie meiner Kenntnisse anderer Ovas annehme, nachpliozänen Gesamthebung Anatoliens zurückgeblieben sind. Dabei ist die Abgrenzung der Ovas in der verschiedensten Weise erfolgt: durch Aufbiegung und Faltung der sich hebenden Umrandung, durch Flexuren und Brüche mit mannigfaltigen Einzelheiten, wie Staffelung, Schuppung, Ueberfaltung und Ueberschiebung gegen die Ovas, demnach mit allen Auswirkungen echter Gebirgsbildung, d. h. orogenetisch.

Auch in den Tuffen sind die Wirkungen dieser jungen Orogenese häufig sichtbar. Im unteren Incesutal bei Ankara z. B. durchsetzen Verwerfungen in größerer Zahl die Tuffe; dabei sind kleine Horste und Gräben, z. T. mit Flexuren, entstanden, nördlich Kızılcahamam an der auf die Andesithochfläche führenden Straße sind steile Verwerfungen in den Block- und Sandtuffen, sowie schwach gefaltete Tuffschollen sichtbar.

In dem weiten Tuffgebiete zwischen Incesu (westl. Kayseri) und Nevşehir, in dem die Kegellandschaft von Uergüp und Göreme liegt, sind Verbiegungen von Tufflagen häufig zu sehen. Sie sind im einzelnen verschieden, bei Göreme überwiegt im ganzen die Neigung der Schichten mit 10—15° N. Acht Kilometer südlich Uergüp bei Kara-In fand Chaput in einer feinkörnigen Tuffbank Zähne von *Hipparion* und *Machairodus*, sowie Reste von *Alcicephalus*, so daß dieser unterste Teil der Tuffe pontisches Alter hat. Darüber liegen noch 225 m Tuffe und limnische Sedimente, dann 50 m Lava, für die oberen Tuffe und die Lava ist demnach oberpliozänes Alter anzunehmen und die Lagerungsstörungen sind spät- bis nachpliozän.

Gleiches Alter ergab sich, wie ich in einer früheren Arbeit nachweisen konnte, für die Faltungen der mächtigen oberpliozänen, gipsführenden Reihe mit eingeschalteten und sie überlagernden Andesiten und Tuffen im Gebiete zwischen Ilhan—Beypazar—Cayirhan—Nallihan. Oestlich Beypazar stehen lockere Kiese und Sande an, die konkordant mit den liegenden Tuffen etwa 20° S fallen, so daß es den Anschein hat, als ob hier selbst altquartäre Schichten noch von der Faltung erfaßt wurden.

Bei dem Bahnhof Kalecik am Kızıl Irmak haben jungtertiäre Mergel und Kiese stark gestörte Lagerung: teils senkrecht, teils 20° W fallend, überlagert von waagrechten Schotterlagen des Kızıl Irmak, der heute 20 m tiefer fließt.

Oestlich Kayas hat Chaput eine Verwerfung zwischen paläozoischen Phylliten und quartären Schottern festgestellt und am Nordrande des Cubuk-Stausees gehören nach Chaput steilstehende Konglomerate ebenfalls zum Quartär.

Junge Lagerungsstörungen sind auch am Nordrande des Tuzgöl vorhanden, worüber ich schon früher berichtete, und sind noch an vielen Stellen sichtbar. Fehlen bezeichnender Fossilien in den Sedimenten und die Schwierigkeit, pliozäne und quartäre Tuffe gegeneinander abzugrenzen, auch die sehr häufige und verbreitete Verkieselung der Gesteine verhindern jedoch die genaue zeitliche Festlegen.

Im Becken des Mohangöl südlich Ankara und in der sich südlich anschließenden Kepezova hat Chaput junge Grabenbildung und damit nach Art und Zeit gleiche Entstehung wie bei der tiefer liegenden Ova von Ankara nachgewiesen. Die in diesem Graben in großer Verbreitung erhaltenen Sedimente des Jungtertiärs können noch nicht genauer eingeordnet werden, jedoch ist für sie pliozänes Alter sehr wahrscheinlich, entsprechend ihrer großen Uebereinstimmung mit den Sedimenten der Ova von Ankara und ihrer Ränder. Südlich des Mohangöl ist innerhalb der Grabenzone eine überkippte Falte aus diesem Kalkstein zu sehen und 2,5 km westlich Ahiboz bildet der teilweise verkieselte *Planorbis* führende Kalkstein eine flache Kuppel.

Am Eingang in das Incesutal auf der rechten Talseite waren 1938 in einer Baugrube junge (pliozäne) Kalke, Mergel und Tone mit Pflanzenresten aufgeschlossen, die am Südrand der Grube mit 25° nach O, am Nordrand aber mit 20° nach N geneigt waren. In geringer Entfernung östlich davon stehen die durch Verwerfungen zerstückelten Tuffe an; wahrscheinlich sind sie durch eine weitere Verwerfung von diesen pliozänen Sedimenten getrennt.

Ein anderer wichtiger Aufschluß soll noch kurz beschrieben werden. Bei Karacaviran, südwestlich von Kızılcahamam, das 60 km nordwestlich Ankara liegt, fand Student Hüseyin Keles Reste von Baumstämmen. Die daraufhin ausgeführte Untersuchung der Fundstelle ergab folgendes: Am Süden der großen zusammenhängenden Andesitmasse (= galatisches Andesitplateau Leonhard's) stehen bei Karacaviran in 1300 m Meereshöhe Andesite und vorwiegend weiße Tuffe mit vielen Einschlüssen von gemeinem Opal an. Es folgen bei dem Abstieg in das von Karacaviran herabziehende kleine Tal Kalksinter, dann weiße, z. T. dünnplattige Kalksteine, stellenweise verkieselt und mit linsenförmigen Kieselkonkretionen. Die Schichten streichen N 70 O und fallen 75° S. In ihnen sind zahlreiche Stücke verkieselter Baumstämme eingelagert. Eine der steilstehenden Schichten enthält ein 2 m langes Baumstück, mit einem Durchmesser von 70—80 cm, viele kleinere zerbrochene Teile liegen lose dort, darunter auch das von Student Keles zuerst gesehene Stück von 20—30 cm Dicke und 60 cm Durchmesser. Es zeigt mit Ausnahme der teilweise abgebrochenen Rinde einen vollständigen Durchschnitt durch den Stamm. Die Jahresringe sind deutlich sichtbar, daraus wurde das Alter dieses Baumes mit 236 Jahren ermittelt. Nach Bestimmung von Prof. Kräusel, dem ich hierfür bestens danke, ist das Holz *Taxodioxyton sequoianum*, gehört also wahrscheinlich zu *Sequoia langsdorfii*. Möglich wäre auch *Taxodioxyton taxodii*.

Als Alter ergibt sich demnach Mio-Pliozän. Damit stimmt auch ein gut erhaltener Blattabdruck von *Acer trilobatum* vom gleichen Fundort überein.

10 m südlich des anstehenden Baumstammes ist ein kleiner Aufschluß von weicher, lockerer Braunkohle, die entsprechend der Schichtstellung im Hangenden der Kalksteine liegt.

Wenn auch die Pflanzenreste keine genaue Altersbestimmung zulassen, so ergibt sich aus ihnen doch mit Sicherheit, daß sie jungmiozän bis altpliozän sind. Denn bis in das südlich davon liegende, tief eingeschnittene Kirmirtal erstrecken sich die nördlichen Ausläufer des gipsführenden Oberpliozäns mit waagrechter Lagerung und füllen die Talverbreiterungen heute noch teilweise aus als Reste einer früher im ganzen Tal vorhandenen jungen Zufüllung. Nach S stehen sie durch das untere Kirmirtal und dessen Südhänge in breiter Verbindung mit dem gipsführenden Oberpliozän zwischen Ilhan und Bepazar.

Die verschiedene Fazies: hier Gips, dort Pflanzen und Kohlen, und die verschiedene Lagerung, hier waagrecht, dort steile Stellung der Schichten, beweisen somit eindeutig das höhere Alter der pflanzenführenden Kalksteine und des Kohlenflözes. Die Verkieselung steht, wie in diesem ganzen Gebiete, in Zusammenhang mit den vulkanischen und nachvulkanischen Vorgängen, die Steilstellung ist bei der walachischen Phase entstanden.

Unter Berücksichtigung vieler anderer Lagerungsstörungen auch in weit voneinander entfernten Gebieten ergibt sich demnach, daß hier die Auswirkungen einer orogenetischen Phase vorliegen. Die Stärke der tektonischen Vorgänge allerdings ist gebietsweise sehr verschieden, am geringsten im allgemeinen in den inneren Teilen der größeren Binnensenken oder Ovas, am stärksten in einzelnen Abschnitten der Ovaränder, wobei auf kurze Entfernung längs dieser Ränder die verschiedensten tektonischen Strukturen auftreten können.

Der Hauptvorgang bei dieser walachischen Orogenese war zweifellos eine starke Hebung des Gesamtgebietes. Dabei blieben aber viele und z. T. sehr große Teilgebiete zurück oder wurden weniger stark gehoben. Die Grenzzonen verschieden großer Hebung wurden damit in erster Linie Zonen kräftiger tektonischer Lagerungsstörungen in Form von Brüchen, Flexuren, Schuppen, Ueberschiebungen und Ueberfaltungen, auch mit normalem Faltenbau, demnach mit allen Auswirkungen einer Orogenese, deren Bereich aber nicht überall auf die Randzonen beschränkt blieb, wie vor allem das Gebiet von Bepazar und seine weitere Umgebung überaus klar erkennen läßt.

Für die Möglichkeit stärkerer Auswirkung der walachischen, wie überhaupt der jeweils jüngeren Orogenese ist auch die Zusammensetzung und Struktur des Untergrundes von Bedeutung. Vor allem dann, wenn alte Massen von relativ gering mächtigen jüngeren Sedimenten überlagert sind, wird sich der in verschiedener Weise versteifte Untergrund bei der jungen Orogenese bemerkbar machen.

Ein solcher Fall ist bei der zentralen Steppentafel zwischen Tuzgöl und Konya (= Iykaonische Steppentafel) gegeben. Ihre Lage zwischen Taurus und den südlichsten Zonen der nordanatolischen Faltenketten, sowie dem Abbruchrand der wenig höheren Gebiete im NO verleiht diesem Gebiet seine auffällige morphologische Eigenheit. Deshalb besteht auch große Uebereinstimmung bezüglich der Erklärung seiner Entstehung und es wird jetzt ziemlich allgemein angenommen, daß im Untergrund der Steppentafel eine alte Masse vorhanden ist („Iykaonische Masse“ nach der früheren, SW-Teil der inneranatolischen Masse nach der neuen Benennung). Zeugen dieser Masse sind auch die an verschiedenen Stellen zutage tretenden alten Gesteinsreihen. Im weitaus größten Teil der Steppe aber bestehen, abgesehen von quartären Ablagerungen, die sichtbaren Schichten aus Neogen.

Sichere Entscheidung darüber, ob es sich vorwiegend um Miozän oder Pliozän handelt, ist noch nicht möglich. Nach Tschihatcheff und Philippson ist es hauptsächlich Pliozän, nach Frech's Text ebenfalls, nach seiner gleichzeitig erschienenen Karte aber durchaus gipsführendes Obermiozän, nach Chaput vorwiegend Miozän. Er nimmt an, daß in Anatolien während des Pliozäns eine Zeit starker Erosion gewesen sei, mit Beschränkung der Ablagerung auf einzelne Senken.

Die Richtigkeit dieser Annahme in solch allgemeiner Fassung ist sicher nicht zu bestreiten. Beweise dafür sind in vielen Teilen Anatoliens zu finden. Im Gebiete des Isthmus von Dacca im Südwesten Kleinasiens, am Rande des damaligen Festlandes, wo Philippson eine 1000 m mächtige, in ihrem mittleren Abschnitt auch marine Faunen des unteren Oberpliozäns (Astistufe) enthaltende, im übrigen aber kontinentale pliozäne Schichtreihe nachgewiesen hat, herrschte kräftige Ablagerung. Doch auch in Binnensenken entstanden pliozäne Sedimente von großer Mächtigkeit, wie das Gebiet zwischen Ilhan—Beypazar—Nallinan zeigt. Dort konnte ich das Alter der gipsführenden Schichtreihe, deren Unterlage die pontischen Ablagerungen mit der Hipparionfauna von Ilhan bilden, als mittel- bis oberpliozän (Levantische Stufe) bestimmen.

Auch westlich Kayseri, im Gebiete von Uergüp, sind Schichten mit *Hipparion gracile* von limnischen Sedimenten, vulkanischen Tuffen und Laven mit 275 m Mächtigkeit überlagert (Chaput) und östlich Kayseri bei Halevik ist durch die hangenden Schichten mit Resten von *Elephas*, *Equus* (dieses von B. Garrod 1938 gefunden) und anderen Säugetieren die Fortdauer der Ablagerungen bis zum Altquartär erwiesen. Im Gebiete von Kayseri haben allerdings vulkanische Tuffe den Hauptanteil an diesen mächtigen Schichtreihen, aber im Gebiete zwischen Ilhan und Nallihan (westl. Ankara) treten Tuffe gegenüber den verschiedenen Sedimenten sehr stark zurück. Zur Erzielung dieser mächtigen Schichtreihen waren aber entsprechende Abtragungsgebiete nötig und insofern hat also Chaput recht, wenn er für die Pliozänzeit starke Erosion annimmt. Aber auch tektonische Bewegungen, vorwiegend in vertikaler Richtung, müssen sich ausgewirkt haben, weil ja andernfalls die große Mächtigkeit dieser Schichtreihen, z. B. am Nordhang des Mihaliccikdag, südlich des Sakarya, mehr als 600 m, nicht hätte entstehen können.

Eine frühere Orogenese muß demnach die notwendigen Höhenunterschiede erzeugt haben, die durch weitere tektonische Verstellungen während der Pliozänzeit mehr oder weniger erhalten oder neu geschaffen wurden.

Sicher ist, worauf viele Anzeichen deuten, noch eine größere Zahl solcher mit Pliozänschichten ausgekleideter Binnensenken wechselnder Größe in Inner-Anatolien vorhanden. Für das Gebiet von Ankara und seine weitere Umgebung wurde das schon oben dargelegt, in anderen Gebieten deuten analoge Verhältnisse auf das gleiche.

Es ist deshalb sehr wahrscheinlich, daß auch in der großen Steppentafel pliozäne Sedimente in weiter Verbreitung und Mächtigkeit vorhanden sind. Allerdings ist bis heute nur in einigen Teilgebieten der paläontologische Nachweis von Pliozän durch Tschihatcheff erbracht, der in den besonders im südlichen Teil der Steppe weit verbreiteten Süßwasserkalksteinen entsprechende Fossilien fand. Im Nordteil scheinen gipsführende Schichten zu überwiegen und durch eine Bohrung bei der Saline Yavsan am Westufer des Tuzgöl wurden 117 m Gipsmergel in waagrechter Lagerung festgestellt. Da aber, wie ich schon an anderer Stelle näher dargelegt habe, bis heute in Inneranatolien nur oligozäne (vielleicht auch schon obereozäne) und pliozäne gipsführende Schichtreihen bekannt sind, liegt es nahe, auch die Gipsmergel der Steppentafel als pliozäne anzusehen.

Dazu kommt, daß die Ausbildung des festländischen Miozäns am Süd- und Südwestrand der Steppentafel von Karaman bis Aksehir im

wesentlichen nur Süßwasserfazies zeigt. Südlich Karaman ist die Uebergangszone von meerischem zu limnischem Miozän der zweiten Mediterranstufe klar erschlossen. Zugleich zeigt sich dort, daß das Taurusgebirge in jener Zeit orographisch nicht vorhanden war, denn das meerische Miozän erstreckt sich von der heutigen Südküste Anatoliens über das Taurusgebiet bis an dessen Nordrand südlich Karaman. Damit mußte aber auch das Klima im Gebiete der Steppentafel anders gewesen sein als heute; an Stelle des semiariden herrschte humides Klima. Das zeigen die ausgedehnten Süßwasserbildungen am Süd- und Südwestrande mit voller Deutlichkeit. Große Seen waren dort vorhanden und vor allem Wenzel hat festgestellt, daß die grobklastischen Hangschutt- und Flußablagerungen gegen die inneren Teile der Steppentafel in feinkörnige Bildungen: Kalksteine, Mergel und Tone übergehen. Mittleres und oberes Miozän ist stellenweise nachgewiesen und an der Nordostseite des Sultandag liegen diskordant über dem Süßwassermiozän grobe Schotter der pontischen Stufe. An keiner Stelle aber konnte Gips- oder Salzführung festgestellt werden.

Hier zeigt sich wieder große Uebereinstimmung mit den Ablagerungsreihen im Gebiete westlich Ankara bis Nallihan, wo ebenfalls miozäne Süßwasserschichten von Hangschutt der pontischen Stufe überlagert sind und keine Ausscheidung von Gips und Salz vorhanden ist.

Meine Untersuchungen im Gelände zwischen Zara, östlich Siwas, und Nallihan, westlich Beypazar, also in einem Gebiete von 500 km Ausdehnung in O—W-Richtung, haben nur vor- und nachmiozäne gipsführende Schichten nachgewiesen. Es war auch aus diesem Grunde und im Zusammenhang mit allen vorliegenden Angaben über das Neogen der Steppentafel, vor allem aber wegen des wesentlich humideren Klimas im inneranatolischen Raume während der Miozänzeit die Bildung größerer Gipsmengen dort unmöglich und es müssen demnach die gipsführenden Schichten an der Westseite des Tuzgöl ebenfalls zu der jüngeren, mittel- bis oberpliozänen Gipsformation gestellt werden, der sie auch nach Ausbildung und Lagerung durchaus entsprechen.

Erst durch die nachmiozäne attische Faltung wurde das Taurusgebiet von neuem Gebirge im orographischen Sinn, dadurch wurde für Inneranatolien das Klima wieder geändert, weil die feuchten Meerwinde von den Gebirgen im Süden und Südwesten abgefangen wurden. Es bildete sich allmählich ein Steppenklima aus, das durch die jetzt schon an mehreren Stellen nachgewiesene Steppen-

fauna des Pont mit *Hipparion*, *Gazella*, *Tragocerus*, *Protragelaphus*, *Mastodon* u. a. bezeugt ist. Im Südteil der Steppentafel herrschte noch die Süßwasserfazies vor, z. T. deswegen, weil die von den Gebirgen abfließenden Gewässer die Möglichkeit dafür schufen, im Nordteil aber begann in der levantinischen Zeit die Bildung von gips- und salzführenden Ablagerungen in größeren und kleineren Binnenseen. Sie lagen im Gebiete der heutigen Steppentafel, die durch die attische Orogenese ihre dem Umfang der alten zentralen (= lykaonischen Masse) ungefähr entsprechende Gestalt erhalten hatte. Denn die attische Orogenese konnte wegen der Widerstandsfähigkeit der alten Massen nur in ihren Randgebieten Faltungen erzeugen, wodurch zugleich auch entsprechende Hebungen entstanden, die zur Bildung des abflußlosen zentralen Steppengebietes führten.

Damit waren die Bedingungen für Ablagerung und Erhaltung der abgelagerten Stoffe gegeben, der alte Untergrund wurde eingedeckt und nur seine höchsten Teile ragen noch über die junge Sedimentdecke auf.

Diese liegt in der Hauptsache waagrecht. Das ist wieder die Folge ihres Absatzes auf der alten Masse, die bei der walachischen Orogenese als ganzes blockförmig bewegt wurde. Ob dabei weitere Hebung von alter Masse und Randgebieten vor sich ging, läßt sich nicht entscheiden. Am wahrscheinlichsten ist, daß der Bereich der alten Masse in geringerem Maße als seine Umrahmung gehoben wurde und damit der Bewegungsvorgang dem bei der Bildung der Ovas gleichartig war.

Dafür spricht vor allem die Tektonik des NO-Randes der Steppentafel, wo entlang einem 125 km langen Bruchrande im einzelnen die gleichen mannigfaltigen Dislokationsarten auftreten, wie sie von den Rändern einzelner Ovas beschrieben wurden. Dort zeigt sich auch deutlich die tektonische Entstehung der orographisch tieferen Lage der Steppentafel gegenüber den Randgebieten.

Schriftenverzeichnis.

P. de Tschihatcheff: *Asie Mineure*, 4. partie: Géologie. 3 Bde. Paris 1867, 1869.

W. Forbes: A Geological Route through Central Asia Minor. *Journal of Geology* 19, 1911.

Fr. Frech: Geologie Kleinasiens im Bereich der Bagdadbahn. *Z. Deutsche Geol. Ges.* 68, 1916.

A. Philippson: Kleinasiens. *Hdb. Reg. Geol.* 1918.

E. Nowack: Die wichtigsten Ergebnisse meiner anatolischen Reisen. *Z. Deutsche Geol. Ges.* 80, Monatsberichte, 1928.

H. Wenzel: Forschungen in Inneranatolien, I. Aufbau und Formen der lykaonischen Steppe. *Schriften Geogr. Inst. Univ. Kiel* 1935.

Junge Gebirgsbildung und vulkanische Tätigkeit im Gebiete von Ankara

E. Chaput: Voyages d'Etudes Géologiques et Géomorphogéniques en Turquie. Mém. Inst. Français d'Archéologie de Stamboul, 2, Paris 1936.

Kurt Leuchs: Geologische Entwicklung von Anatolien. Leipziger Vierteljahresschrift für Südosteuropa, Jahrg. 2, Heft 2, 1938. — Ladinische und karnische Transgression in Anatolien. Zentralblatt Min. etc. Abt. B 1939. — Ein Faustkeil der Chellesstufe aus der Umgebung von Ankara. Forschungen u. Fortschritte, 15. Jahrg. 1939. — Beiträge zur Tertiärgliederung in Inneranatolien. Z. Deutsche Geol. Ges. 91, 1939. — Das jüngste Großbeben in Anatolien. Geol. Rundschau 31, 1940.
