

S o n d e r d r u c k

aus der „Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft“
Band 91, Jahrgang 1939, Heft 11

Beiträge zur Tertiärgliederung in Inneranatolien

Von KURT LEUCHS, Wien.

Inhalt.

	Seite
1. Das Gebiet zwischen Zara, Sivas und Kayseri	787
2. Der Ostrand der zentralen Steppentafel	794
3. Das Gebiet zwischen Mürtedova, Beypazar und Sakarya	798
4. Überblick	807

Eine Zusammenfassung der bis dahin erzielten Kenntnisse über Ausbildung und Gliederung der in Kleinasien weit verbreiteten Tertiärschichten gab PHILIPPSON 1918. Nur in einer kleinen Anzahl von Gebieten konnten damals auf Grund von Lagerung und Fossilfunden verschiedene Stufen des Tertiärs ausgeschieden werden. Die Hauptmasse der anatolischen Tertiärschichten aber wurde in zwei Abteilungen gegliedert, nämlich in das „Gips- und Salzführende fossilere Obermiocän“, bestehend aus mächtigen Reihen roter und bunter Mergel, Letten, Sandsteine und Kieselkalksteine, mit zahlreichen Gipsstöcken und weniger häufigen Steinsalzlagerstätten, sowie in das „Allgemeine Süßwasserneogen“, aus Gesteinen dreier verschiedener Fazies, einer sandig-konglomeratischen, einer kalkigen und einer vulkanischen bestehend.

Seit dem Erscheinen dieser, für die meisten Gebiete notgedrungen aus einer sehr ungleichwertigen Literatur schöpfenden Darstellung sind an vielen Stellen Beobachtungen und Funde gemacht worden, die schon jetzt erkennen lassen, daß die Einreihung aller gipsführenden Schichtreihen in das Obermiocän nicht den Tatsachen entspricht. Der erste, der meines Wissens das betonte, war FLIEGEL. 1921, gelegentlich eines Vortrages in der Deutschen Geologischen Gesellschaft: „Über Landschaftsformen in Kleinasien“ sprach er aus, „daß die Gipsformation — unbeschadet der Wahrscheinlichkeit, daß örtlich auch jüngerer Gips vorkommt — älter ist. Ich habe auf meinen Reisen eine Fülle von Beobachtungen gesammelt, denen zufolge ich das höhere, alttertiäre Alter der Gips- und Salzformation als ein gesichertes Forschungsergebnis betrachten muß.“

Leider sind diese Beobachtungen bis heute nicht veröffentlicht, so daß auch die hierfür in Betracht kommenden Stellen nicht bekannt sind.

Die Seltenheit der Fossilien in den gipsführenden Schichtreihen erschwert die Altersbestimmung in hohem Maße. Darauf ist es auch zurückzuführen, daß nach Erscheinen der Arbeit von PHILIPPSON öfters diese

Schichtreihen ohne nähere Begründung als obermiocän oder allgemeiner als neogen bezeichnet wurden.

Erst die ausgedehnten Untersuchungen von CHAPUT haben neben vielen anderen wichtigen Ergebnissen auch für die Tertiärgliederung wesentliche Fortschritte gebracht. Vor allem konnte CHAPUT nachweisen, daß ein großer Teil der gipsführenden Schichten älter als Obermiocän ist.

Die Beweise dafür wurden an zahlreichen Orten erbracht. Auf den Höhen von Deliktaş, 50 km südsüdöstlich von Sivas, liegt lakustres Oberoligocän konkordant über den gipsführenden Schichten, so daß diese in das tiefere Oligocän und mit ihren untersten Lagen vielleicht noch in das Obereocän gehören.

Es wäre aber auch möglich, daß diese gipsfreien Schichten nur eine vorübergehende Unterbrechung in der Ausscheidung von Gips darstellen.

Denn 6 km südlich von Sivas oberhalb der Saline Işhan liegt nach CHAPUT marines oberes Burdigal diskordant über der gipsführenden Schichtreihe, die auch Steinsalz enthält. Die Bildung gipsführender Schichten kann demnach dort noch bis in die Miocänzeit angedauert haben (Aquitän, unteres Burdigal?), wenn auch größere Wahrscheinlichkeit dafür besteht, daß zwischen dem Absatz der gipsführenden Schichten, ihrer Trockenlegung, Verfestigung, starken Faltung und teilweisen Abtragung sowie der folgenden Senkung, die zur Transgression des Jungburdigalmeers führte, ein größerer Zeitraum lag.

Weitere von CHAPUT bereiste Gebiete: bei Ankara, Koçhisar, Aksaray, Ereğli-Ivriz, Malatya, Bursa zeigen entweder, daß die gipsführenden Schichten konkordant über eocänem Flysch liegen, oder lassen aus anderen Gründen mit Sicherheit vormiocänes Alter erkennen. Auch der Nachweis paleocäner Foraminiferen in Kalkgeröllen aus den Konglomeraten der gipsführenden Reihe zwischen Bala und Köprüköy, westlich des Kızıl Irmak, spricht für vormiocänes Alter dieser Reihe. Die nähere Begründung dafür hat CHAPUT gegeben und ich verweise darauf, um Wiederholungen zu vermeiden.

Nur bei Mâlikân (oberes Tigris-Gebiet) im Südosten von Anatoliën liegt nach CHAPUT mariner Burdigalkalkstein* konkordant unter Mergeln und Sandsteinen mit Gips. Diese Schichten würden demnach in das obere Burdigal oder in das Helvet zu stellen sein und damit beweisen, daß dort auch im Miocän noch bzw. wieder die zur Ausscheidung von Gips führenden Bedingungen herrschten. Dieses Vorkommen steht aber schon in naher Beziehung zur mesopotamischen Gipsformation und ist für die inneranatolischen Gebiete deshalb nicht beweisend.

Im Irak, und zwar in der Faltenzone der westiranischen Ketten, ist nach NICOLESCO (1933) das gesamte Miocän, vor allem aber das obere Burdigal und das Helvet gipsführend. Die Fazies ist noch im unteren Burdigal vorwiegend marin und nur stellenweise lagunär, im oberen Burdigal und im Helvet überwiegt aber die lagunäre Ausbildung sehr und die Schichten dieser Zeit erreichen eine Mächtigkeit bis zu 500 m. Erst im Obermiocän wird der marine Einschlag wieder stärker und die obere Abteilung der

zweiten Mediterranstufe (Vindobon) ist durch häufigen Wechsel von mariner Flachwasser-, limnischer und fluviatiler Ausbildung bei sehr großer Schichtmächtigkeit bezeichnet.

Unter Berücksichtigung dieser Tatsachen scheidet das Vorkommen bei Mâlikân für den Nachweis jüngerer gipsführender Schichten in Inneranatolien vorläufig aus.

Im folgenden sollen Beobachtungen gebracht werden, die ich während des ersten Jahres meiner Tätigkeit in der Türkei (1937) gemacht habe. Sie beziehen sich durchweg auf verschiedene Gebiete von Inneranatolien und wurden gelegentlich kürzerer und längerer Reisen in diesem großenteils noch sehr wenig erforschten Teile der Türkei gewonnen. Da die Reisen vielfach zu anderen Zwecken ausgeführt wurden, können meine Beobachtungen noch kein vollständiges Bild von der Petrographie des Tertiärs und dem Alter seiner einzelnen Schichtreihen geben, wohl aber lassen sie schon mit Sicherheit erkennen, daß die zur Gipsbildung führenden Bedingungen in verschiedenen Abschnitten der Tertiärzeit wirksam waren. Für die Paläogeographie Anatoliens im Tertiär und für die Kenntnis der jüngeren Entwicklungsgeschichte des Landes ergeben sich daraus mannigfache wichtige Erkenntnisse, die auch für die Frage nach Erdölvorkommen von Bedeutung sind.

1. Das Gebiet zwischen Zara, Sivas und Kayseri.

Das von CHAPUT bei Işhan südlich Sivas nachgewiesene marine Burdigal ist noch an weiteren Stellen vorhanden. Ich konnte feststellen, daß auch der kleine Hügel am Ostende von Sivas aus diesem fossilführenden lichtgelben Kalkstein besteht und ebenso der von älteren und jüngeren Schottern des Kızıl Irmak ummantelte felsige Umlaufberg südöstlich der Stadt, wo Prof. SCHREPFER und Assistent NAFİZ İLGÜZ auf der von mir geführten Forschungsreise bei dem Dorf Çilgidik den gleichen Kalkstein mit Fossilien fanden.

Da die breite Talebene des Kızıl Irmak bei Sivas ihre Entstehung einer WSW—ONO streichenden Synklinale verdankt, ist die orographisch tiefere Lage des Burdigals bei Sivas (1260 m) gegenüber der oberhalb Işhan (1450 m) leicht zu erklären, denn Sivas selbst liegt ungefähr im Kern der Synklinale.

Dazu kommt sowohl bei Işhan als auch an dem Umlaufberg, daß die Kalksteinschichten von steilen bis senkrechten Verwerfungen durchschnitten sind, die bei Işhan ein stufenförmiges Absinken der Schichten zum Kızıl-Irmaktal erzeugten. Durch diese im Vergleich mit der breiten Synklinalebildung als Kleintektonik zu bezeichnenden Lagerungsstörungen ist der Höhenunterschied zwischen dem Burdigal oberhalb Işhan und dem bei Sivas noch verstärkt worden.

Unter dem Burdigal liegt auch bei Sivas die gipsführende Schichtreihe. Sie erstreckt sich noch weit nach Osten und zwischen Sivas und der 70 km ONO davon liegenden Stadt Zara kommt sie immer wieder zum Vorschein. Auch die gesamten stufenförmig ansteigenden Talränder, vor allem der Nordseite, ebenso die der Südseite, bestehen aus diesen

gips- und salzföhrnden Schichten, die der Landschaft ihr Gepräge geben und zugleich auch ihre Armut an gutem Trinkwasser bedingen.

TSCHIHATCHEFF hat diese Strecke schon bereist und eine Reihe von Einzelangaben gebracht. Er betont besonders die oft sehr starken Faltungen und Störungen der Gipsformation, das Auftreten von kleinen Seen mit Ausscheidung von Gips (und Salz) und andere für die Gipsformation bezeichnende Eigenschaften. Meine eigenen Beobachtungen bestätigen diese Angaben durchaus. Vor allem sind Dolinen häufig. Von den Seen ist der relativ große Bödürge Göl zu erwähnen. Wechsel von Streichen und Fallen kann oft festgestellt werden, wobei die Ursache einerseits in der Bildung von Falten und Brüchen, andererseits in der Quellung bei der Umwandlung von Anhydrit in Gips zu suchen ist.

Die allgemeine Streichrichtung fällt jedoch mit der Talrichtung zusammen und ist ONO. Häufig bildet die Gipsformation Felshügel und -rücken mit steilen bis senkrechten Wänden. Oberhalb Zara fließt der von NW kommende Harami Dere durch eine in der Gipsformation ausgefurchte, etwa 150 m tiefe Schlucht. Die auffallende Asymmetrie ihrer beiden Seiten: die Westseite ist rund 100 m höher als die Ostseite, dabei wesentlich steiler, deutet auf eine senkrechte Verwerfung entlang dieser Schlucht.

Die Rückwitterung der steilen Westseite ist sehr stark, wie der mächtige Blockschutthang an ihrem Fuße bezeugt.

Bei dem Aufstieg in dem untersten linken Seitentälchen des Harami Dere, das nahe dem Oberende der östlichen Schluchtwand mündet, treten etwa 150 m über der Schluchtsohle verkieselte Breccien und Ockersandsteine, sowie gelbe Mergel auf. Sie liegen unter einer torfartigen 1 m dicken Masse, über dieser folgen die Reste der weiter südlich noch zusammenhängenden Lage von lockerem grobem Flußschotter.

Es ist wahrscheinlich, daß diese Schichten über der Gipsformation liegen. In der Nähe der Breccien, südlich davon, steht Andesit an, in Form eines kleinen Durchbruches, damit dürfte auch die Bildung der Breccien und ihre Verkieselung ebenso wie die starke Anreicherung von Brauneisen im Sandstein und in der Breccie selbst in Zusammenhang stehen.

Eine Anzahl von Quellen tritt dort aus, sie dienen für Versorgung der Stadt Zara mit Trinkwasser, da in Zara selbst nur bitteres Wasser aus der Gipsformation vorhanden ist.

Wie weit die Gipsformation im Harami Dere-Tal nach N reicht, ist mir nicht bekannt.

Nach den Angaben TSCHIHATCHEFF's liegt westlich Kyzbeli (= Kızık der 800 000er Karte), also rund 20 km NNO von Zara, Alttertiär: bunte Mergel mit *Ostrea archiaci*, mit Nummuliten (*N. perforata*, *N. exponens* u. a.) in den unteren und mit Fukoiden in den oberen Schichten. Da TSCHIHATCHEFF die Gipsformation bei Zara für wahrscheinliches Alttertiär hält, scheint es ihm ebenfalls wahrscheinlich, daß sie mit dem sicheren Alttertiär westlich Kyzbeli zusammenhängt. Dieses würde dann, entsprechend der durch zahlreiche Beobachtungen belegten Annahme TSCHIHATCHEFF's, wonach die fossilführenden alttertiären Schichten unter den fossilfreien und meist gipsführenden Schichten liegen, stratigraphisch unter die Gipsformation des oberen Kızıl İrmakgebietes zu stellen sein.

Ob allerdings die Annahme eines Zusammenhanges des Tertiärs bei Zara mit dem westlich Kızık zu Recht besteht, ist noch zweifelhaft. Denn zwischen beiden Orten erhebt sich eine Gebirgszone, die im Kızıldağ westlich des Weges Zara—Şerefiye über 2300 m Höhe und östlich im Köşedağ 3577 m Höhe erreicht. Schichten der Kreide und Serpentin sind nach TSCHIHATCHEFF im West- bzw. Ostteil dieser hohen Zone weit verbreitet, deshalb ist anzunehmen, daß auch das Gebiet der Wasserscheide zwischen dem Harami Dere und dem nach Nord fließenden Habeş Irmak aus älteren Gesteinen als Tertiär besteht. PAULCKE fand dort wahrscheinlich senone Kalksteine.

Auf der linken Seite des Kızıl Irmak südlich von Sivas erstreckt sich die Gipsformation bis ungefähr zur Wasserscheide zwischen Schwarzem Meer und Persischem Golf bei Deliktaş (1932 m). Das Gebiet ist von TSCHIHATCHEFF, BERG und CHAPUT in nordsüdlicher Richtung gequert worden. Schon TSCHIHATCHEFF stellte die Gipsformation in das Alttertiär, ebenso ihm folgend BERG, und CHAPUT erbrachte bei Işhan wenig südlich von Sivas den Beweis dafür. Näheres darüber wurde schon oben angegeben.

Außerdem bestimmte OPPENHEIM einige Fossilien aus dem Gebiete von Sivas, leider ohne nähere Fundortsangabe dafür erhalten zu können, als unteroligocän. Es sind marine Formen (*Cytherea*, *Crassatella*, *Pholadomya*, *Turritella*), das sie einschließende mergelige Gestein deutet darauf hin, daß es ebenfalls aus dem Gebiete der Gipsformation stammt. Es kann aber, da ja der Fundort nicht bekannt ist, nichts sicheres über die Lage dieser marinen Schicht gesagt werden. Immerhin erscheint es möglich, daß sie an oder wenig über der Basis der Gipsformation liegt und damit dann das Ende des alttertiären Meeres bezeichnen würde.

Im Süden, vom Ulaştal bis zum Deliktaşdağ, liegen über den Sandsteinen und Mergeln der Gipsformation lakustre Kalksteine. TSCHIHATCHEFF hat in diesem Gebiet das Vorkommen von Süßwasserformen festgestellt, CHAPUT hat die sie enthaltenden Kalksteine näher untersucht.

Es sind tuffige Kalksteine mit Ooiden, Pflanzenresten und kleinen Planorben. Auch weiße Mergel mit dünnen kieseligen Lagen sind vorhanden. In diesen Kalksteinen fand CHAPUT *Planorbis cornu*, *Melanoides nysti* und *Potamides lamarcki*, wodurch oberoligocänes Alter bewiesen wird.

Dieser Kalkstein liegt konkordant mit der Gipsformation. Die Neigung der Schichten ist bei Deliktaş noch 45° S, von dort gegen S wird sie geringer und bald liegen die Schichten waagrecht, bedeckt von mächtigen mehr oder weniger verfestigten Schottern.

Es sind demnach in diesem Gebiete schon mehrere wertvolle Feststellungen gemacht worden. Meine eigenen Beobachtungen, die nur den nördlichen Teil der Strecke Sivas—Deliktaş bis 10 km vor Ulaş betreffen und aus Mangel an Zeit wenig eingehend sein konnten, stimmen im wesentlichen mit denjenigen meiner Vorgänger überein. Einiges aber möchte ich doch zur Ergänzung erwähnen.

Bei dem Anstieg vom Kızıl Irmak nach S bilden zunächst grobe rotbraune Schotter und Konglomerate das anstehende Gestein bis 150 m über dem Haupttal. Es sind alte Ablagerungen des Kızıl Irmak, wie sie auch an

dem von Miocän gebildeten Umlaufberg südöstlich von Sivas in Resten vorhanden sind. Am Südrand des Tales liegen sie an und auf den Schichten der Gipsformation, die dort aus Gipsmergeln, Sandsteinen und Konglomeraten besteht. Die Schichten fallen bei ONO-Streichen $20\text{--}30^\circ$ NNW.

Der steile Anstieg führt auf die etwa 250 m über dem Haupttal liegende Verebnungsfläche. Die Aufschlüsse der Gipsformation zeigen dort öfters starke Faltung. Bei dem Abstieg nach S treten, stratigraphisch unter der Gipsformation liegend, grobe, rotbraune, kugelig verwitternde Sandsteine auf, $20\text{--}30^\circ$ NNW fallend. Weiter nach S ist dieses nördliche Einfallen öfters zu sehen, so auch südlich der kleinen *Maminaova* (mit kleinem Salzsee), wo ein Hügelzug aus roten Mergeln, darüber helle Gipsmergel, 30° Nordfallen zeigt. Wenig weiter nach S fallen aber die Gipsmergel steil nach S, anscheinend ist der Nordrand der dann folgenden größeren *Ova von Ulaş* durch eine antikinale Aufwölbung entstanden. Am SO-Rand erhebt sich der *Teçerdağ* (2217 m) mit NO-Richtung hoch über das Becken. Am SW-Ende der Kette tauchen die ihn aufbauenden Kalksteine, deren Alter unbekannt ist, unter die Gipsformation, die sich dort auf die SO-Seite des *Teçerdağ* fortsetzt und bei *Deliktaş*, wie schon angegeben, von den fossilführenden Süßwasserkalksteinen des Oligocäns überlagert ist.

Die Gipsformation baut auch das Gebiet zwischen Sivas und dem Beginn der Tuffzone des *Erciyas Dağ* in einem breiten, dem *Kızıl Irmaktal* parallelen Streifen auf. Über diese Zone, in der die Straße *Sivas—Kayseri* verläuft, hat *TSCHIHATCHEFF* Angaben gebracht. Meine Beobachtungen ergaben folgendes:

Wenig westlich Sivas wird der *Kızıl Irmak* auf einer langen Brücke überschritten, dann führt die Straße in einem tief eingeschnittenen, von S kommenden Tale empor. Die verschiedenen Schichtreihen der Gipsformation sind dort gut sichtbar. Sie fallen zunächst $30\text{--}40^\circ$ N, legen sich talauf flacher und bilden eine breite Antiklinale mit ONO-Streichen. Die Straße geht in ein linkes, von WSW kommendes Seitental, dieses liegt im First der Antiklinale, ebenso der 1510 m hohe Paß. Dort ist auch schon der Südflügel sichtbar mit $40\text{--}45^\circ$ S-Fallen. Felswände und Dolinen zeigen die anstehenden Gipsmergel, eine tiefe Doline nördlich der Straße dient als Sammelbecken für drei episodische Wildbäche, die bis zu 15 m tiefe Schluchten in der mit Sandlehm ausgefüllten Umgebung der Doline ausgefurcht haben.

Über einen zweiten Paß (1550 m) geht es hinab in ein zum *Kızıl Irmak* nach N ziehendes Tal, das oberhalb der Durchbruchsstrecke zu einem kleinen Becken erweitert ist. Am Südende dieses Beckens liegen an zwei Stellen, die eine links an der Straße, die andere rechts in einiger Höhe am Hang, dunkle *Olivinbasalttuffe* in den Gipsmergeln.

Im nächsten Becken, dem von *Kayadibi*, ist schwache Muldung der Schichten sichtbar. Im allgemeinen fallen die Schichten nordwestlich der Straße flach nach NW oder liegen horizontal, weiter gegen SW herrscht längs der Straße, abgesehen von örtlichen Unregelmäßigkeiten, SO-Fallen, woraus hervorgeht, daß die Straße im wesentlichen durch den Nord-Schenkel der breiten Synklinale geht, die auf die schon erwähnte Antiklinale folgt. Diese aber bildet, durchaus aus der Gipsformation bestehend, das Gebiet

zwischen Straße und Kızıl Irmak-Tal und dieses selbst liegt in einer zweiten Synklinale. Ihre Streichrichtung ist bei Sivas, wo sie deutlich sichtbar ist, ONO und wahrscheinlich behält sie diese Richtung auch im weiteren Verlauf bei.

Der Rücken zwischen Kayadibi und Hanlı besteht aus roten Sandsteinen, darüber Gipsmergel. An der SW-Seite treten rote Mergel auf, überlagert von groben rotbraunen Konglomeraten, 8—10 m mächtig. Diese Schichten fallen nach S und auch der später südöstlich und parallel der Straße sich erhebende Rücken zeigt steiles SO-Fallen. Er besteht aus hellen Gipsmergeln und einem Paket von gelben, roten, grünen Mergeln. Starke Faltungen und andere Störungen sind öfters sichtbar.

Dann beginnt die weite Ebene von Şarkışla, im NW von Gips-
hügeln und -rücken begrenzt, durch die der Acisu in einer Schlucht zum Kızıl Irmak durchbricht.

Südwestlich dieser Ebene wird die Gipszone schmaler, Sandsteine, auch Kalksteine sind öfters sichtbar, vor Gemerek biegt das Tal um nach NW und verläuft durch die Gipsformation zum Kızıl Irmaktal. Auch die Eisenbahn folgt diesem Tal. Die Straße geht zunächst nach S weiter. Westlich von ihr liegt die Stadt Gemerek. Hier sind noch etwas Gipsmergel vorhanden, aber die höheren Hangteile bestehen aus den liegenden roten Sandsteinen, aus denen die starken Süßwasserquellen der Stadt kommen.

Südlich Gemerek fehlen die Gipsmergel ebenfalls. Ihre Fortsetzung liegt weiter im NW. Hellgrüne Sandsteine schließen die Talebene von Gemerek im Süden ab, die Straße steigt über sie an und auf der Höhe zeigt sich, noch 80 km entfernt, der von jetzt ab das Gebiet beherrschende Vulkanriese Erciyasdağ.

Auch weiterhin stehen die Sandsteine an, gefaltet und mit kleineren Unregelmäßigkeiten, z. B. einmal N streichend und 30° O fallend, im allgemeinen aber scheint die Streichrichtung NO zu sein.

Die Gipsformation liegt jetzt mit ihrem Hauptteil nordwestlich der Straße, dort ist auch der Tuzlagölü (Salzsee). In der zu ihm hinabführenden Senke kommen unter mächtiger Lehmbedeckung rote Mergel zu Tage.

Der Höhenrücken, der die Ebene des Sees im SW abschließt, besteht wieder aus Sandstein, senkrecht stehend, nach NO streichend.

In dem südwestlich des Tuzlagölü liegenden Segridağ, nördlich des Ortes Karakaya, 30 km nordöstlich von Kayseri, hat TSCHIHATCHEFF noch die Gipsformationen festgestellt, bestehend aus roten Sandsteinen, schwarzen kieseligen Kalksteinen und Mergeln wechselnd mit weißem Gips, alles in stark gestörter Lagerung.

Nach SW folgt jetzt das schon in den äußeren Formen, noch mehr aber durch seine Baustoffe von der Tertiärlandschaft sehr verschiedene Vulkangebiet des Erciyasdağ.

Aus der Reihe der Einzelbeobachtungen über diese von Zara bis zum Rande des Vulkangebietes 200 km lange, von NO nach SW verlaufende Zone ergibt sich, daß stets wieder die gleichen oder wenigstens annähernd gleichen

Gesteinsreihen auftreten. Örtliche Verschiedenheiten, die erst durch weitere, mehr ins einzelne gehende Untersuchungen in ihrer Bedeutung und in ihrem Ausmaß festzustellen wären, sind vorhanden. Entsprechend der Entstehungsart dieser lagunären bis lakustren Sedimente sind sie ohne weiteres verständlich, besonders im Hinblick auf die große Ausdehnung dieser Zone. Aber die Zusammengehörigkeit aller dieser Schichtreihen wird dadurch nicht in Frage gestellt.

Bezüglich der Lagerung zeigt sich eine auffallende, durch das ganze Gebiet zu verfolgende Einfachheit. Mäßige Faltung, manchmal sehr gering werdend, an anderen Stellen dagegen steilere Schichtstellung erzeugend, hat die ganze Zone annähernd gleichmäßig erfaßt. Vor allem ist bei Sivas und noch ziemlich weit nach SW die tektonische Struktur klar sichtbar als Sattel mit südöstlich und nordwestlich sich anschließenden Mulden, die für die orographische Gestaltung der Landschaft bestimmend waren.

Der Kızıl Irmak fließt bei Sivas und unterhalb Sivas auf einer langen Strecke innerhalb der einen Mulde und auch das breite Talstück oberhalb Sivas hat deutliche Muldenlage.

Gegenüber dieser beherrschenden Großtektonik treten die an vielen Stellen beobachteten und sicher in noch viel größerer Anzahl vorhandenen Störungen der allgemeinen Baustruktur in ihrer Bedeutung zurück. Die großen Massen von Gips in den Schichten und die verschiedene Beschaffenheit der Gesteine spielen hierbei eine wichtige Rolle, und viele Aufschlüsse der gipsführenden Schichten vor allem zeigen starke Faltungen und Zerreißen, die sich in entsprechender Weise auch in die hangenden Schichten fortsetzen. Ein großer, wenn nicht der größte Teil dieser Kleintektonik ist auf Rechnung des Gipses zu setzen.

Bestehen bleibt demnach die verhältnismäßig einfache Faltung der Gesamtzone und somit geht auch aus der tektonischen Struktur, ebenso wie aus dem Schichtbestand die Einheitlichkeit dieser Zone hervor.

Das Alter ihrer Schichten ist infolge des Nachweises von marinem oberem Burdigal bei Sivas in transgressiver und diskordanter Lagerung höher, und zwar unter Berücksichtigung der für Trockenlegung, Faltung, Abtragung und Senkung nötigen Zeitspanne kaum jünger als oligocän anzunehmen. Dafür sprechen auch die aus dem Gebiete von Sivas bekannt gewordenen marinen unteroligocänen Fossilien, sowie die bei Deliktaş nachgewiesenen Süßwasserconchylien des Oberoligocäns.

Eine weitere, für die Altersfeststellung bedeutsame Tatsache ist das von TSCHIHATCHEFF entdeckte Vorkommen von marinem Eocän am Mercimek Dağ (= Linsenberg) am Nordende des Koramazdağ, südwestlich der Stadt Bünyan. Der Berg hat seinen Namen nach den in Mengen vorhandenen Nummuliten erhalten, außer diesen konnte TSCHIHATCHEFF dort eine große Zahl von Mollusken und Gastropoden sammeln, die das eocäne Alter der grauen und gelblichen, auch schwarzen bituminösen Kalksteine sicherstellen.

Der Mercimekdağ liegt 35 km nordöstlich Kayseri und nahe südwestlich Bünyan, etwa 10 km südöstlich von der Grenze des Tertiärgebietes an der

Straße Sivas—Kayseri. Die Gipsformation ist dort auch südöstlich der Straße noch vorhanden, denn TSCHIHATCHEFF beobachtete ihre bunten Schichten nördlich der Stadt Bünyan (=Sarmisakli bzw. Sarmasuklusu bei TSCHIHATCHEFF).

CHAPUT bestätigte die Angaben von TSCHIHATCHEFF und stellte fest, daß auch die Sandsteine südlich Bünyan noch zum Eocän gehören. Sie streichen NO und fallen mit 30° gegen NW.

Von dem Marmor des Koramazdağ selbst ist das Eocän durch eine NNW streichende Verwerfung abgetrennt. Dieser Marmor, den BARTSCH erwähnt, ist vortertiär, vielleicht sogar paläozoisch.

Aus der Beschreibung von TSCHIHATCHEFF, besonders auch aus seiner Zusammenfassung über das Alttertiär, geht hervor, daß er die Nummulitenkalksteine für älter als die Gipsformation hält. Er stellt beides in das Untertertiär, wobei zu berücksichtigen ist, daß die von BEYRICH 1854 durchgeführte Unterscheidung von Eocän und Oligocän von TSCHIHATCHEFF noch nicht angenommen war. Dementsprechend sind deshalb die Schichten mit Gips und z. T. auch mit Steinsalz Oligocän.

Wie gezeigt wurde, stimmt diese Annahme TSCHIHATCHEFF's durchaus überein mit dem, was jetzt über das Alter der Gipsformation zwischen Zara und Kayseri bekannt ist und gilt auch, wie noch dargelegt werden soll, für andere Gebiete von Inner-Anatolien, die entsprechende Schichtfolgen besitzen.

In scheinbarem Gegensatz zu dieser für den Abschnitt Untertertiär gegebenen Gliederung steht nun aber das, was TSCHIHATCHEFF bei der Zusammenfassung seiner Beobachtungen über das Mitteltertiär sagt. Danach sollen die meisten Salzlager von Inneranatolien wahrscheinlich im Miocän entstanden sein, da in verschiedenen Gebieten ungeschichtete Salzmassen über stark gestörten roten, wahrscheinlich alttertiären Sandsteinen liegen. Und weiter wird betont, daß noch eingehende Studien nötig sind, um die Altersfrage der einzelnen tertiären Schichten zu klären, es sei indessen sehr wahrscheinlich, daß die Mehrzahl der Salzlager miocänes Alter habe und auch die des Kızıl Irmakgebietes würden in diesen Abschnitt der Tertiärzeit zu stellen sein. Ebenso sei es auch wahrscheinlich, daß die großen Gipsmassen miocänes Alter haben.

Diese Ausführungen zeigen deutlich, daß TSCHIHATCHEFF trotz seiner ausgedehnten Forschertätigkeit in Anatolien nicht zu durchwegs sicheren Ergebnissen bezüglich dieser Fragen gekommen war, was er selbst des öfteren betont.

Es ist deshalb auch unklar, wodurch PHILIPPSON zu der Auffassung kam, daß alle gipsführenden Schichten zum Obermiocän gehören sollen. Denn Beweise für diese Annahme fehlten, auch noch 50 Jahre nach dem Erscheinen von TSCHIHATCHEFF's Werk.

Für eine Reihe anderer Gebiete läßt sich durch Zusammenstellung und Vergleich der von verschiedenen Forschern veröffentlichten Angaben über tertiäre Schichten und Funde von Fossilien in ihnen schon jetzt, trotzdem

genauere Untersuchungen noch nicht durchgeführt sind, die Frage nach dem Alter der tertiären Schichtreihen beantworten.

Von diesen Gebieten sollen im folgenden noch einige dargestellt werden, jedoch wieder nur solche, in denen ich selbst Beobachtungen ausführen konnte.

2. Der Ostrand der zentralen Steppentafel.

Der geradlinige, in Richtung SSO—NNW verlaufende Ostrand des weiten zentralen Steppenlandes ist ein tektonischer Bruchrand. Im S wird er sichtbar am Nordende der vulkanischen Massen des Hassandağ südöstlich von Aksaray, sein Nordende liegt nördlich des Nordendes des Tuzgöl. Die Länge des Bruchrandes beträgt demnach 125 km. Wenn auch die an ihm endigende, von einer gewellten Einebnungsfläche überzogene Faltenzone in ihren höchsten Teilen nur 1400 m Höhe erreicht und damit nur 500 m über den tiefsten Teil der Steppe, den Wasserspiegel des Tuzgöl, aufragt, so tritt doch schon aus der Ferne der Gegensatz der Lagerung zu den wagrechten Schichten der Steppe deutlich hervor. Der Einfluß dieser großen Verwerfungszone auf die Gestaltung der Landschaft zeigt sich in klarer Weise und es ist ein morphologisch sehr eindrucksvolles Bild entstanden.

Unregelmäßige, oft rasch wechselnde Lagerung bezeichnet die gesamte Ostrandzone. An ihrer Erforschung haben HAMILTON, TSCIHATCHEFF und CHAPUT gearbeitet, indessen sind nur kleine Teile genauer untersucht. Meine eigenen Beobachtungen geben eine Erweiterung unserer Kenntnisse über dieses Gebiet, im besonderen über die Tertiärausbildung und -gliederung, die durch eine Anzahl von Fossilfunden ermöglicht wird.

Gipsführende Schichten sind am ganzen Ostrand vorhanden. Im S bei Aksaray herrschen rote Farben gegenüber gelben, grünen, braunen vor. Grobe Konglomerate, Sandsteine und Mergel, stellenweise von weißen Gipsmassen durchsetzt, bilden dort eine wenige Kilometer breite Zone vor dem östlich davon liegenden Hornblendegranit. Im Tal des Uluirmak (Aksaraydere) ist die Auflagerung des Tertiärs auf dem Granit und ebenso die Anlagerung deutlich sichtbar. Die Schichten sind z. T. stark gefaltet und gestört, im allgemeinen aber sind sie nach W und SW geneigt.

Unregelmäßige, oft rasch wechselnde Lagerung bezeichnet die gesamte Randzone bis zu ihrem Nordende. Bei Acipinar 25 km nordöstlich von Aksaray liegt am Fuße des Steilrandes horizontales buntes Tertiär, stellenweise mit kleinen Verbiegungen und Störungen, nordwestlich davon fallen die Schichten der schmalen äußersten Zone wechselnd steil gegen ONO und hinter ihr folgt wieder die bunte: rote, gelbbraune, grüne, gipsführende Schichtreihe, aber mit flacher Lagerung. 6 km weiter im NW, bei Hanobasi, ist die Randzone stark gefaltet und zerbrochen, die einzelnen Schichtpakete sind noch NO, N und NW geneigt.

Etwa 20 km nordwestlich Hanobasi, gegenüber der Südspitze der Halbinsel Ada des Tuzgöl, liegen vor der bunten Schichtreihe und deutlich unter sie einfallend graue und braune eocäne Nummulitenkalksteine, weiter nach Nordwesten folgt über den am Außenrand

liegenden Kalksteinen grüner Mergel mit zwischengelagerten Kalkbänken, sattelförmig aufgebogen, dahinter und darüber liegen wieder die anderen Glieder der bunten Schichtreihe.

Auch bei Koçhisar steht diese Schichtenfolge an, stark gestört und von Apliten und Rhyolithen mit Übergang in Mikrogranite durchsetzt. Es sind das jüngere Apophysen und Nachschübe, die mit dem großen wesentlich älteren Massiv von Hornblendegranit östlich der Randzone in Beziehung stehen. Das Vorkommen von marinem mittlerem Eocän östlich von Koçhisar beweist ein Fund von *Natica patula* in einem Kalksandstein, der reichlich kleine eckige Quarzkörner enthält.

In die gipsführenden Sandsteine 2 km nördlich Koçhisar ist ein dünnes Lignitflöz eingelagert. Derartige enge Verbindung von humider und semiarider Sedimentation ist von verschiedenen Stellen Inneranatoliens bekannt.

Von der Halbinsel Ada bei Koçhisar sagt CHAPUT, daß die 200 m über dem Tuzgöl aufragenden Höhen aus Konglomeraten und braunen gipsführenden Sandsteinen, wechselnd mit grauen Schieferen, bestehen. In den Sandsteinen wurden Cerithiden gefunden, in den Konglomeraten schwarze Kalkgerölle mit Nummuliten und Milioliden. Demnach sind diese 30° SW fallenden Schichten der bunten gipsführenden Reihe des Ostrand es gleichzusetzen. Sie bilden in tektonischer Beziehung eine durch den Randbruch abgetrennte, stehengebliebene Scholle des Alttertiärs. Dafür sprechen auch die wagrechten lakustren Kalksteine, die als Erosionsrest nahe dem Dorf Karamollausagi in 950 m Höhe liegen und von der gipsführenden Reihe oberhalb des Dorfes wahrscheinlich durch eine Verwerfung getrennt sind.

Die Strecke zwischen Koçhisar und Başhan am Nordende des Tuzgöl zeigt die gleiche Schichtreihe wie der südliche Teil der Randzone. Nummulitenkalksteine fehlen allerdings ganz und nur die bunte Schichtreihe ist vorhanden: unten stehen rote Schichten an (Sandsteine u. a.), darüber folgen hellere Sandsteine und grüne Gipsmergel. Die Neigung der Schichten geht nach O bzw. NO.

12 km südlich Başhan liegt unten ein rotbrauner Kalkstein, mit sehr viel Spalten, Hohlräumen und Drusen, die mit bläulichem oder weißem Hyalith und Quarzkristallen ausgefüllt sind, darüber folgen Gipsmergel und dichte weiße Gipsmassen in stark gestörter Lagerung mit dicken Platten von klarem Gips, sowie Fetzen und Linsen des rotbraunen Kalksteines und von Eisensandstein. Auch gelblichweißer Kalkstein ist dort vorhanden.

Gegen Başhan hin werden die Höhen niedriger, rötliche Sandsteine mit östlicher Neigung bilden das anstehende Gestein. Nördlich von Başhan tritt die Randzone dicht an den See, dort stehen weiße Kalksteine an, die sich mit steiler Flexur zum Seebecken hinabsenken. Auch südöstlich Başhan auf der Höhe liegen solche Kalksteine, woraus sich ergibt, daß sie stratigraphisch über den Sandsteinen folgen.

Gleichartige weiße Kalkgesteine fand ich nördlich des Tuzgöl auf dem alten Seeboden und auch oberhalb Akin am Westrande

des nördlichen Seebeckens, wo sie Anteil am Aufbau der dort vorhandenen Stufe haben, die sich mit steilem Rand etwa 100 m über den Seespiegel erhebt. Dort wechseln diese Kalksteine mit lichtgrünem Mergel, in dem Gipslagen eingeschaltet sind. Dreimaliger Wechsel von Kalkstein und Mergel wurde beobachtet, wahrscheinlich wiederholt sich nach unten dieser Wechsel noch öfters.

Der kalkige Mergel enthält Gips in kleiner Menge. Der weiße Kalkstein ist in seinen einzelnen Lagen sehr verschieden. Neben sehr feinkörnigem und ziemlich dichtem Kalkstein treten oolithähnliche Bänke auf, die aus kleinen kugeligen und stabförmigen Gebilden bestehen. Ihre Größe wechselt zwischen 0,2 mm und mehr als 1 mm Durchmesser. Sie lösen sich z. T. in verdünnter Salzsäure ganz auf, bei anderen bleiben nach Auflösung einer dünnen Kalkhaut kleine weiße kugelförmige Körper aus Gips übrig.

Die stabförmige Ausbildung ist besonders südöstlich von Bařhan vorhanden, während bei Akin und nördlich des Tuzgöl Kugel- und Eiformen überwiegen bzw. allein auftreten. Nördlich des Tuzgöl besteht der Kern vieler Kugeln aus kleinen eckigen Quarzkörnern. Andere Mineralien (Hornblende, Biotit, Pyrit) sind seltener. Diese Mineralkörner sind meist von Kalkhäuten umrandet. Bei der Behandlung mit verdünnter Salzsäure löst sich die Rinde auf und der Rückstand besteht außer den Mineralkörnern aus wenig Brauneisen und ziemlich viel flockigem und feinkörnigem, weißem Gips.

Die Kalksteine bei Akin sind entweder feinkörnig und porös, von steilen bis senkrechten engen Röhren durchzogen, die von Pflanzen herrühren, oder fein- bis grobbrecciös. In den groben Breccien sind viele Trümmer von Kalkstein, verschieden stark abgerollt, mit oder ohne Kalkhaut, enthalten, Quarzkörner ohne Kalkhaut sind nur spärlich vorhanden.

Der bei einzelnen, besonders der kleineren Formen deutlich sichtbare Schalenbau, d. h. die Umrundung mit einer Kalkhaut oder mit mehreren Kalkhäuten, zeigt, daß es sich hier um Oolithe handelt. Sie sind im Wasser des Tuzgöl entstanden in gleicher Weise, wie die Oolithe des großen Salzsees in Utah (Nordamerika).

Die Bildung dieser Oolithe kann erst vor relativ kurzer Zeit erfolgt sein. Denn nördlich des heutigen Sees stehen sie auf einer Terrasse an, die etwa 20 m höher als der Seespiegel ist. Kalktuff liegt dort über ihnen und größere Gerölle von Kalkstein und anderen Gesteinen sind in den Oolithen eingeschlossen.

Die oolithischen Kalksteine westlich und östlich des Nordteiles des Tuzgöl sind aber gleich denen nördlich des Sees. An der Westseite liegen die Schichten waagrecht, jedoch etwa 60 m höher als im Norden, zwischen ihnen und dem Seebecken muß deshalb eine steile oder senkrechte Verwerfung hindurchziehen. Die Ostseite zeigt durch die steile Flexur deutlich die tektonische Störung an.

Der schmale Nordteil des Tuzgöl hat demnach Grabennatur. Ob sich der Westrand dieses Grabens in dem Höhenzuge der Halbinsel Ada bei Koçhisar nach SSO fortsetzt, ist noch unsicher, möglich wäre es immerhin, daß sich die von CHAPUT vermutete Verwerfung bei Karamollaşagi in der Richtung gegen Akin erstreckt.

Diese Frage muß erst durch weitere Untersuchungen geklärt werden. Aber aus den Lagerungsverschiedenheiten zwischen den gipsführenden Schichtreihen und den jüngeren Süßwasserkalksteinen auf der Halbinsel, ebenso aber auch am Ostrand, wo an mehreren Stellen Erosionsreste dieser Schichten mit wagrechter Lage und in verschiedener Höhe, festgestellt wurden, geht unzweifelhaft hervor, daß die große Bruchzone am Ostrande der zentralen Steppe erst im Jungtertiär gebildet wurde.

Die verschiedenen Vorkommen der Oolithkalksteine aber deuten auf eine sehr späte Entstehung der Bruchzone. Denn aus der Lagerung der Oolithe nördlich des Sees und ihrer nur geringen Übersotterung durch die episodischen, von Paşadağ abfließenden Gewässer ergibt sich sehr junge Bildung. Wenn auch die bis jetzt gemachten Beobachtungen noch keine sichere Festlegung zulassen, so sprechen sie doch sehr für eine spätertertiäre, vielleicht selbst für eine frühquartäre Entstehungszeit des nördlichen Abschnittes und damit der ganzen Ostrandbruchzone überhaupt.

An der Westseite des Tuzgöl am Wege von Akin bis Yavşan liegen wagrechte gipsführende Schichten. Bei der Saline Yavşan (929 m) hat sich durch eine dort niedergebrachte Bohrung gezeigt, daß bis zur Tiefe von 117 m, wo die Bohrung eingestellt werden mußte, durchwegs wagrechte Schichten von grünem Ton und sandigem Ton mit Gipslagen vorhanden sind. Auch die Strecke Yavşan—Akin besteht aus ähnlichen Schichtreihen, die höhere, bei Akin beginnende Landstufe wird z. T. von der Fortsetzung der von dort besprochenen Schichten gebildet. Gipslagen sind auch weiter südlich in der Stufe reichlich vorhanden. Die Mächtigkeit dieser Schichtreihe beträgt demnach mindestens 240 m.

Die Einförmigkeit der bei Yavşan durchbohrten Schichten steht in starkem Gegensatz zu dem häufigen faziellen Wechsel der Schichten an der Ostseite. Dies und die ungestörte Lagerung, dazu in weiterer Entfernung vom See der Nachweis miocäner Süßwassersedimente, sprechen dafür, diese gesamte wagrechte Schichtenreihe dem Neogen zuzurechnen, wobei die obersten Lagen möglicherweise schon in das Altquartär gehören.

Für die Ostrand Schichten dagegen konnte das bereits von TSCHIHATCHEFF vermutete paläogene Alter durch die Funde von eocänen Nummulitenkalken und den Nachweis von marinem Mitteleocän sichergestellt werden.

Die gesamte Schichtfolge dieses Gebietes ist sehr ähnlich, teilweise selbst gleich der des Gebietes zwischen Zara, Sivas und Kayseri. Wie dort enthält die unterste Abteilung eocäne Schichten und die darüber folgende gipsführende Schichtreihe ist deshalb aller Wahrscheinlichkeit nach oligocän.

Nur im Norden haben auch jüngere Schichten Anteil an der Zusammensetzung des Ostrandes. Dazu kommt, daß nur zwischen Koçhisar und Hanobasi, also im mittleren Teil des Ostrandes, eocäne Schichten festgestellt wurden. Das deutet auf eine ungleiche Hebung des Ostrandes

hin. Der mittlere Teil ist stärker gehoben als der südliche und nördliche Teil, dort ist deshalb auch die größte Höhe der gesamten Randzone mit 1403 m, während sie im Südteil nur wenig über 1125 m ansteigt und im Nordteil auf 1111 m und weniger absinkt.

Der orographisch SW—NO verlaufende Paşadağ schließt das Tuzgölbecken im Norden ab. Er besteht aus der oligocänen Gipsformation und unter dieser kommt nördlich des Gebirgszuges das Eocän zum Vorschein. Es setzt sich aus kalkigen Sandsteinen und kalkig-quarzigen Breccien zusammen. Im Hacibekirtal enthalten diese Schichten eine reiche Anhäufung von Fossilresten, die aber alle sehr stark zertrümmert sind. Eine genaue Bestimmung ist deshalb unmöglich und es läßt sich nur feststellen, daß Lamellibranchiaten, Gastropoden, Crinoiden, Echinoiden, Fische sowie Nummuliten in dieser Strandzone sedimentiert wurden.

Wie im Süden, so folgen auch im Norden dieses Eocäns wieder die oligocänen gipsführenden Schichten, die sich bis in das breite nach NO ziehende Tal Balabanderesi erstrecken und den gesamten Höhenzug südöstlich dieses Tales aufbauen. Er reicht im NO bis zu dem vom Kızıl Irmak in enger Schlucht durchbrochenen Massiv von Hornblendegranit, das die nördliche Fortsetzung des östlich Aksaray das Oligocän begrenzenden Granites ist.

Bei Köprüköy beginnt die Granitschlucht, dort ist das Oligocän bis zum Westrand des Kızıl-Irmaktales aufgeschlossen.

In tektonischer Hinsicht ist wichtig, daß am Südfuße des Paşadağ die große Bruchstufe endigt. Der Paşadağ streicht SW—NO, das Eocän nördlich von ihm ist stark gefaltet und wechselt seine Streichrichtung öfters, während das nördlich folgende Oligocän westlich und nordwestlich des Paşadağ nach N streicht, dann aber nach NO umschwenkt und mit dieser Streichrichtung den Kızıl-Irmak nördlich des Granitmassivs erreicht. Dort ist bei Yahşihan das marine Eocän aufgeschlossen, transgressiv über dem Granit, beginnend mit groben Grundkonglomeraten mit Sandlagen, in denen Nummuliten enthalten sind, überlagert von Kalksandsteinen und Kalksteinen mit mariner Eocänfauna.

3. Das Gebiet zwischen Mürtedova, Beypazar und Sakarya.

30 km westlich von Ankara liegt die breite Mürtedova. Ihren Westrand bildet das Ayaşgebirge, über dieses und durch das zum Kebirmirfluß führende unterhalb der Stadt Ayaş breite Tal, dann über den Kebirmir in westnordwestlicher Richtung, zuletzt ansteigend, verläuft die Straße nach der Stadt Beypazar. Der Westrand der Mürtedova und Beypazar sind in der Luftlinie 45 km entfernt.

Der folgende Abschnitt des Profiles von Beypazar in WSW-Richtung nach Çayırhan ist rund 25 km lang. Daran schließt sich noch von Çayırhan zum Sakarya und zum Nordrand der alten Gesteine des Miha-liççikdağ eine in N—S-Richtung 16 km breite Zone. Die gesamte Ausdehnung des Gebietes von der Mürtedova bis Çayırhan in O—W-Richtung ist somit 70 km.

Auf dieser Strecke konnte ich, mit Einbeziehung des rund 5 km nördlich der Straße liegenden Gebietes von Ilhan, den Nachweis liefern, daß in Inneranatolien außer den oligocänen Gipsen auch pliocäne Gipse vorhanden sind. Wenn auch die Schichtreihen im einzelnen noch nicht genauer untersucht werden konnten, geben die klaren Aufschlüsse der Lagerung entlang dieser Strecke doch schon einen Überblick über die Beziehungen der verschiedenen größeren Abteilungen des Tertiärs. Außerdem aber ermöglichen die an zwei Stellen festgestellten Fossilien, auf deren Vorkommen mich Prof. LOUIS dankenswerterweise aufmerksam gemacht hatte, auch die für die weitere Gliederung unerläßliche stratigraphische Einordnung.

Infolge der auf große Entfernung hin gleichartigen petrographischen Ausbildung des inneranatolischen Tertiärs läßt sich dadurch auch in anderen Gebieten, selbst wenn Fossilienfunde dort fehlen, das Alter der verschiedenen Schichtpakete wenigstens annähernd feststellen. Ein besonders auffallendes Beispiel dafür wird im folgenden bei der Beschreibung der Schichten am Ayaşpaß gegeben werden.

Am Ostrande der Mürtedova stehen die eocänen Nummulitenkalksteine an. Wenig gerollte Trümmer dieser Gesteine fand ich auch in dem Dorf Emirgazi im nördlichen Teil der Mürtedova, westlich des die Ova durchströmenden Flusses. Dadurch wird das Vorkommen von Nummulitenkalk auch am Westrande wahrscheinlich. Herrn Dr. KLEINSORGE verdanke ich die Mitteilung, daß er tatsächlich dort diesen sowie ältere Gesteine (Kreide und Phyllite) nachweisen konnte.

Es darf deshalb angenommen werden, daß außer den im Nordteil des Westrandes vorhandenen älteren Gesteinen und über diesen liegend das Eocän dort ansteht. Im südlichen Teil des Westrandes, beiderseits der Straße, ist Eocän bisher nicht nachgewiesen. Das Ayaşgebirge erhebt sich dort mit einer gewaltigen Flexur aus der Mürtedova (800 m) und von der Straße, die in kühnen Windungen auf den 1350 m hohen Ayaşpaß führt, zeigen sich die Einzelheiten dieser großen Lagerungsstörung in prächtiger Weise.

Mit 30—40° Ostfallen steigen die Schichten aus der Ova, in die breite Schuttfächer hinabziehen, an, und erst in einigen hundert Metern Höhe erfolgt allmählich das Umbiegen in flacheres (20—30°) Ostfallen. Kleine Wellungen sind öfters zu sehen, dazu treten einige steil ostfallende Verwerfungen, an denen mäßig große Vertikalverschiebungen in Form von Senkungen der östlichen Schollen erfolgt sind. Nähere Darlegung dieser eindrucksvollen Tektonik soll hier nicht gegeben werden. Nur das eine sei erwähnt: der Westrand der Mürtedova, auch weiter im N, gibt eine überaus klare Bestätigung der schon öfters ausgesprochenen, aber auch wiederholt bestrittenen Behauptung, daß nämlich die für Anatolien so bezeichnende Ovabildung sowohl durch bruchlose Verbiegung als auch durch Brüche entstehen kann.

Denn im Nordteil des Westrandes bei dem Dorf Soudzak (nördlich von Sarilar) bilden waagrechte Andesitlagen, darunter waagrechte Tuffschichten mit einer eingeschalteten 20—30 cm dicken Lignitbank den Rand. Auf der Nordseite des tief eingeschnittenen, nach O zur Ova fließenden

Baches, der dort den Steilrand durchbricht, liegen die Tuffe ebenfalls waagrecht, mit dem Erreichen des Randes aber biegen sie innerhalb einer ganz schmalen Zone um und bilden in senkrechter Stellung den Rand selbst. Die Umbiegungszone ist stark zerbrochen, schwenkt außerdem noch im Streichen um 90° und zieht in das Tälchen hinein, wo 800 m vom Außenrand die senkrechte Stellung verschwindet. Weiter talauf liegen die Schichten auf beiden Seiten **wagrecht**. Faltung und Bruch kommen demnach dort in engster Verbindung zusammen vor. Andererseits sind mir auch Ovaränder bekannt, die nur durch Faltung oder nur durch Brüche entstanden sind.

Bei der Querung des Ayaşgebirges zeigt sich, daß dieses einen großen Sattel bildet. Die Randflexur der Mürtedova ist zugleich der Ostflügel dieses Sattels, dessen First annähernd mit der Kammhöhe des Gebirges zusammenfällt. Kurz vor dem Paß ist **wagrechte Schichtlage** zu sehen, am Paß selbst fallen die Schichten $25\text{--}35^\circ$ W und streichen N 20 O, also in der Richtung des Gebirgszuges.

Zwei Hauptgesteinsreihen lassen sich auf dem Wege zum Paß unterscheiden: die ältere, nach der vorherrschenden Farbe die **braune Reihe** genannt, kommt in 1100 m Höhe zum Vorschein. Über ihr liegt konkordant die **weiße Reihe**, bis hinab zum Gebirgsfuße und nördlich der Straße in zusammenhängender Verbreitung bis auf die Kammhöhe, wo sie wenig nördlich des Passes ansteht.

Die **braune Reihe** besteht aus verschiedenen Schichtgliedern. Braune kalkige und mergelige Schichten, violette, rote, grüne Gesteine, teils Sedimente, teils Tuffe, sowie Andesit sind die auffallendsten darunter.

Am Paß und dem Hügel nördlich von ihm ist der **obere Teil dieser Reihe** und der unterste Teil der weißen Reihe gut aufgeschlossen. Das Profil zeigt von unten nach oben:

dunkelgraugrünen Andesit,
 grünen Tuff, etwa 10 m, nach oben übergehend in
 grüne Tuffbreccie, teilweise verkieselt,
 Gastropodenkalkbreccie, mit Trümmern verschiedener Gesteine, vor
 allem des grünen Tuffes, auch des Andesits, etwa 6 m,
 lichtgelber sehr leichter Kalkstein mit vielen Fischresten, einigen
 Gastropoden und Pflanzenresten sowie verkieselten Konkretionen,
 verkieselte helle brecciöse Kalk- und Magnesitbank,
 weißer Kalkstein mit dicken Calcitlagen.

Das wichtigste Glied dieser Schichtreihe ist die **Gastropodenbreccie**. Sie besteht, abgesehen von den spärlich vorhandenen Trümmern anderer Gesteine und seltenen Resten von Lamellibranchiaten ausschließlich aus Unmengen von kleinen *Limnaea* und *Bithynia* sowie wenigen *Planorbis*.

Der hangende **Fischkalkstein** führt zahlreiche, aber stark zertrümmerte und schlecht erhaltene Fischreste, wenige *Planorbis* und schlechte Pflanzenreste. **Verkieselte Konkretionen** von kugelförmiger Form sind häufig. Sie enthalten im Innern eine dicht gepackte Masse von kleinen Fischresten: Zähne, Schuppen, Teile von Knochen, Gräten und Flossen, alles in

einem wirren Knäuel verfilzt. Ich habe den Eindruck, daß es sich hier um „Gewölle“ handelt, die von Vögeln erzeugt wurden. Diagenetisch haben sich um diese Gewölle kalkige Konkretionen gebildet, die später verkieselt wurden.

Diese Schichten zeigen das Bestehen eines Süßwassersees, dessen Boden aus dem aufgearbeiteten und verwitterten Tuff bestand. Während aber anfangs und zwar, wie die Dicke der Schneckenschicht beweist, ziemlich lange Zeit von fossil erhaltungsfähigen Organismen fast ausschließlich Schnecken den See besiedelten, trat später eine rasche Änderung ein und der See erhielt großen Fischreichtum.

Da die vorhandenen Fossilreste teils für eine genauere Bestimmung ungenügend sind (Fische und Pflanzen), teils wegen ihrer schlechten Erhaltung und wegen ihrer großen Variabilität (Gastropoden) und infolge mangelnden Vergleichsmaterials noch nicht näher bestimmt werden konnten, muß die Altersfrage dieser Ablagerungen auf anderem Wege gelöst werden.

Es wurde schon erwähnt, daß in der Mürtedova marines Eocän vorhanden ist. Die gesamte Schichtenfolge des Ayaşgebirges in der Profillinie ist jünger als das Eocän und es wird im Verlaufe dieser Darlegung noch gezeigt werden, daß die Schichten des Ayaşpasses andererseits älter sind als Unterpliocän.

Da zwischen dem Unterpliocän und den Schichten des Ayaşpasses noch eine mächtige Schichtreihe liegt, außerdem aber die Gastropoden stark mit einer großen Zahl anderer Vorkommen in Inneranatolien übereinstimmen, liegt es nahe, die Schichten des Ayaşpasses mit diesen allgemein als zweite Mediterranstufe (Helvet und Torton) bestimmten Vorkommen gleichzusetzen. Dafür spricht noch ein weiterer Umstand. Am Südrande der zentralen Steppe bei Karaman ist die Übergangszone zwischen der marinen und lakustren Fazies des Helvet. Bei Boyalı südlich Karaman enthält nun das marine litorale Helvet, in dem auch schon *Bithynia* vorkommt, die gleichen grünen Tuffe als eckige und gerundete Trümmer, wie sie in der Schneckenbreccie des Ayaşpasses auftreten, so daß auch dadurch die Altersgleichheit bestätigt wird.

Die hangende weiße Reihe beginnt, wie das Profil am Ayaşpaß zeigt, mit hellen bis weißen verkieselten magnesitführenden Kalksteinen. An der Ostseite des Ayaşgebirges sind entlang der Straße teils vulkanische Tuffe, teils durch vulkanische und postvulkanische Vorgänge stark veränderte Sedimentgesteine aufgeschlossen.

Oberhalb des Dorfes Kayaköy kommen die grünen Tuffe aus der braunen Reihe zum Vorschein, darüber folgen sehr leichte, lichtgelbe Tuffe. Sie enthalten eine sehr große Zahl von Rhomboederhöhlräumen, die teilweise von einer lichtgrünlichen weichen Masse ausgefüllt sind. Es handelt sich hier wahrscheinlich um Bildung und spätere Auflösung von Magnesitkristallen, sowie um Ausfüllung eines Teiles der Hohlräume mit sekundären Ausscheidungen.

Am Gebirgsfuß stehen verkieselte, z. T. oolithische meist in Magnesit umgewandelte Kalksteine sowie Quarzsandsteine mit kalkigem Bindemittel an. Gipsmergel konnte ich an der Ostseite bisher nicht feststellen.

Die Westseite des Ayaşgebirges zeigt ebenfalls deutlich die konkordante Auflagerung der weißen Reihe auf der braunen. Die Schichten fallen, als Westflügel des Ayaşsattels, allgemein nach W ein. Kleinere Störungen dieser Lagerung sind vorhanden: 70 m unter dem Paß streicht die Gastropodenbreccie N 70—80° W und fällt mit 15 bis 30° nach N, so daß zwischen ihr und der Breccie am Paß eine Verwerfung anzunehmen ist.

Oberhalb des Dorfes Başayaş taucht die braune Reihe auch im Talgrunde unter die weiße. Diese biegt sich dort etwas auf und bildet einen flachen Sattel, in dessen Ostschenkel das Dorf liegt. Etwa 500 m westlich des Dorfes ist im Kern dieses Sattels eine bunte (graue, violette, braune) Schichtfolge entblößt, die mit der entsprechenden der Ostseite oberhalb Kayaköy übereinstimmt.

Der Westschenkel dieses kleinen Sattels zeigt wieder flaches Einfallen gegen W bis NW. An der Straße, die südlich des Taleinschnittes verläuft, stehen gegenüber Başayaş weiße verkieselte, mit Chalzedonausscheidungen durchsetzte Magnesite und oolithische brecciöse Kalksteine mit Quarzkörnern und Chalzedon an.

Weiter abwärts ist rechts der Straße ein Aufschluß von sehr weichen und leichten weißen Bimstufen mit kleinen Kalkstücken sowie mit großen, etwas verkieselten Magnesitkongretionen, die von grobkörnigen Kalksteinpartien umgeben sind, vorhanden. Massenhafte Rutschstreifen durchziehen das Gestein. Die obere Lage ist stark verkieselt und enthält viel Magnesit.

Die Westseite zeigt somit ebenfalls kräftige vulkanische Einwirkung auf die vorwiegend kalkigen Sedimente, sowie Einschaltung von Tuffen.

In der Stadt Ayaş kommt das alte Gebirge zum Vorschein, als grüne phyllitische Tonschiefer, daran schließen sich westlich der Stadt Marmore. Die alten Gesteine verschwinden schon im oberen Stadtteil, dort tritt eine warme Quelle (25°) aus und nach oben folgen die Schichten der weißen Reihe, mit grünen und gelbgrünen Einlagerungen, in flacher Lagerung, 10—20° W fallend.

Die braune Reihe endigt am Ostrande dieser kleinen Insel älteren Gebirges, das auch westlich von Ayaş sehr bald untertaucht unter die weiße Reihe. Diese setzt sich unmittelbar über dem alten Gebirge mit gleichbleibender Neigung fort in die Ova westlich von Ayaş. Etwas nördlich der Straße aber ist der Übergang vom Gebirge zur Ova durch starke Störungen bezeichnet: steile Stellung der Schichten und selbst nach W überkippte Steilfalten sind dort vorhanden und zeigen, daß innerhalb kurzer Strecken die Tektonik am Rande einer Ova sehr verschieden sein kann.

Denn der jetzt folgende Teil des Profiles geht durch eine am Westfuß des Ayaşgebirges sich ausdehnende Ova. Morphologisch allerdings tritt der Ovacharakter nicht überall deutlich hervor, weil die junge Erosionsarbeit der von den umgebenden Höhenzügen abfließenden Gewässer, die durch den Kebirmirçay dem Sakarya zuströmen, teilweise unruhige Geländegestaltung erzeugt hat. Aber die Betrachtung des Gesamtgebietes und vor

allem die allseitige Begrenzung durch höhere Gebirgszüge rechtfertigt die Bezeichnung als Ova.

Etwa 10 km westlich Ayaş geht nach rechts (Norden) der Weg nach Güdül ab. Er erreicht ungefähr nach 6 km das Tal von Ilhan. Bis dorthin herrscht wieder die schwache Schichtneigung gegen W bis NW. Vor Erreichen des tief eingefurchten Ihantales treten mächtige grobe Schotter auf, die auch im Ihantal besonders an der linken (östlichen) Seite liegen.

Über diese Schotter führt der Weg zuletzt steil hinab in das Tal. Der linke (östliche) Talhang, gegenüber dem Dorf Ilhan, enthält eine schon längere Zeit bekannte Fundstelle fossiler Wirbeltiere. ŞEVKET A. KANSU hat 1936 eine kurze Beschreibung davon gegeben und durch den Fund von Hipparionresten das pontische Alter der Fauna nachgewiesen.

Der Hang hat eine Neigung von 25—30°. Er besteht aus Andesit und auf diesem liegt, mit gleicher Neigung wie der Hang, eine dickbankige Breccie. Ihre wenig kantengerundeten, vielfach auch eckigen Gesteinstrümmer bestehen aus Andesit, der in der reichlich vorhandenen hellbraunen Grundmasse eingelagert ist. Die Breccie ist völlig verkieselt. Ihre Dicke beträgt 8—10 m. Auf einer Strecke von einigen hundert Metern parallel zum Hang ist sie in größeren und kleineren Resten erhalten, dazwischen liegt loser Hangschutt aus Andesit, auch anstehender Andesit.

In dieser Gehängebreccie sind massenhaft Wirbeltierreste eingebettet, die teilweise ebenfalls verkieselt sind. Alle Knochen sind zerbrochen und zertrümmert und regellos in der Breccie verteilt. Erhaltungszustand und Art des Gesteins beweisen die plötzliche Entstehung der Ablagerung durch einen Wolkenbruch, der zur Bildung eines Bergrutsches oder einer Mure führte, wobei eine erhebliche Anzahl von Wirbeltieren den Tod fand.

Die nähere Beschreibung dieser Fauna soll hier nicht gebracht werden. Es hat aber schon die vorläufige Bestimmung eines Teiles der bisher gesammelten Reste, vor allem der Zähne, gezeigt; daß eine reichhaltige typische Hipparionfauna des Unterpliocän vorliegt, mit vielen Resten von *Hipparion gracile*, sowie *Tragocerus amaltheus*, *Protrage-laphus skouzesi*, *Gazella deperdita*, *Mastodon* und anderen Formen.

Das Vorkommen von Unterpliocän bei Ilhan beweist, infolge der konkordanten Lagerung vom Ayaşpaß bis Ilhan, für die zwischen beiden Orten liegenden Schichtfolgen ihre Zugehörigkeit zum Obermiocän.

Konkordanz zum liegenden, d. h. hier zum Unterpliocän, herrscht aber auch in dem folgenden Abschnitt des Profils, der von Ilhan bis Beypazar reicht. Die auf dieser Strecke vorhandenen Schichten sind deshalb insgesamt Pliocän, und zwar Oberpliocän, wenn die Grenze zwischen beiden Abteilungen des Pliocäns mit der Obergrenze der Hipparionbreccie zusammenfällt. Darüber besteht noch keine Sicherheit. Jedoch ist das ohne größere Bedeutung, vor allem für den Zweck dieser Darlegung, im besonderen für den auf dieser Strecke erbrachten Nachweis pliocäner gipsführender Schichten.

Die Hipparionbreccie taucht nahe dem Talboden von Ilhan unter die hellen, weniger steil nach NW einfallenden Bimsstein-Tuffe. Auf der anderen Talseite sind etwas jüngere Tuffschichten aufgeschlossen, mit wagrechter Lagerung.

Damit beginnt eine weithin sich ausdehnende Schichtstufenlandschaft. Die Straße nach Beypazar führt durch sie hindurch. Die Baustoffe dieser Landschaft sind außer den hellen Tuffen auch Sedimentgesteine. Vor allem fallen die Gipsmergel auf durch ihren großen Gehalt an glasklarem Gips in Form von Tafeln, Blättern und Kristallen, die auch kilometerweit dem Straßenschotter beigemischt sind.

Inmitten dieser hellen, oft weißen Gesteine, zeigt sich eine ziemlich mächtige Einlagerung von dunklem Andesit schon von weitem, die der Fluß in einer engen Schlucht durchbricht. Der Name Karaboğazçay (= schwarzer Schluchtfluß) ist darauf zurückzuführen.

Etwa 1,5 km östlich der Brücke (490 m) über den Kebirmir, der nach Südwest zum Sakarya fließt, kommt wieder, wie in Ayaş, das alte Gebirge zum Vorschein. Es besteht aus dunklen Tonschiefern mit starker Faltung, die nördlich der Brücke übergehen in schwarze und grüne, sehr intensiv gefaltete Schieferhornfelse. Ein kleiner Stock von mittelkörnigem Diorit hat diese starke Kontaktmetamorphose erzeugt. Streichen des Schiefers NO bis ONO.

Unmittelbar auf dem alten Gebirge liegt das gipsführende Oberpliocän horizontal.

Die Straße führt in nordwestlicher Richtung durch ansteigendes Gelände nach Beypazar (700 m).

Die von N und NW zum Kebirmir fließenden Bäche haben tiefe steilwandige Erosionsfurchen in der Pliocäntafel ausgearbeitet, die Steilränder zeigen scharfe, der Widerstandsfähigkeit der einzelnen Schichten entsprechende Profilierung und Kannelierung, härtere Schichten treten als Überhänge und vorspringende Leisten hervor, Zungen- und Zeugenberge sind entstanden und lassen die Stärke der jungen und jüngsten Erosionstätigkeit erkennen. All das zusammen mit den lichten weißen, gelblichen und grünlichgelben Farbtönen der Gesteine hat dort höchst eindrucksvolle Landschaftsbilder erzeugt.

Kurz vor Beypazar biegen die Schichten auf und die tiefere, aus Tuffen und Andesit bestehende Abteilung wird wieder sichtbar. Die Streichrichtung ist NO, unmittelbar östlich der Stadt bilden sie einen nach SW untertauchenden kleinen Sattel. An ihn schließt sich, im Stadtbereich und nach NO sich fortsetzend, wo der Inözüsü in tiefer Schlucht ihn durchbricht, ein zweiter größerer und höherer Sattel an. Kurz vor der Schlucht fallen die sandigen Tuffe mit einzelnen verkieselten Lagen 40° SO bei NO 35° Streichen, am Nordrande der Stadt beträgt die Neigung 50—70° SO. Die für das Stadtbild so bezeichnenden scharfen Felszacken oberhalb der Stadt bestehen aus verkieselten Tufflagen.

In der Schlucht selbst (Sattelfirst) liegen die Tuffe flach und unter ihnen stehen konkordant gelbbraune tuffige Sandsteine an. Teilweise gehen die weißlichen sandigen Tuffe seitlich über in diese Sandsteine.

Die gesamte Schichtreihe bildet besonders am Westrand der Schlucht eine wildzerrissene, in Pfeiler, Zacken und Türme aufgelöste von Höhlungen durchsetzte Wandflucht.

Schlecht erhaltene Pflanzenreste liegen in den weißen Tuffen. Die gelbbraunen Sandsteine sind fein geschichtet, stellenweise sind die Schichten infolge von Rutschungen zusammengeschoben und in sich zerbrochen, auch brecciöse Lagen treten auf mit kleinen Trümmern von hellen Kalkmergeln.

Diese stehen unter dem Sandstein an, konkordant zu diesem, lichtgrau, feinkörnig, teilweise oolithisch und bilden zusammen mit den Sandsteinen und Tuffen eine NO streichende Antiklinale, deren Südostflügel unterhalb der Schlucht steil untertaucht.

Jenseits der Straße nach Ayaş stehen noch die weißen Tuffe an, darüber liegen deutlich geschichtete Kiese und Sande, die ebenfalls nach SO bzw. S einfallen.

Diese Faltenzone setzt sich westlich der Stadt Bepazar noch fort und zeigt auch dort die gleiche Achsenneigung nach S und den daraus sich ergebenden kuppelförmigen Bau.

Die Straße von Bepazar nach Çayırhan geht am Fuße dieser Faltenzone entlang. Die hangende, aus Sedimentgesteinen bestehende Schichtfolge ist dort mit schwachem Südfallen, später in waagrecht Lage aufgeschlossen. Darüber folgen mächtige hellbraune sandig-lehmige Schichten mit eckigen Gesteinstrümmern und mit Schotterlagen verschiedener Korngröße, darüber sandige Schichten und über diesen Gipsmergel.

TSCHIHATCHEFF erwähnte von dieser Strecke eine Schichtreihe aus Gips, Mergel und Kalkstein und stellte das Vorkommen von *Melanopsis costata* im Kalkstein fest. Demgemäß nahm er für diese gesamte Schichtreihe oberpliocänes Alter an. Meine Untersuchungen bestätigen das durchaus und es ist unverständlich, weshalb LEONHARD die paläontologisch gesicherten Ergebnisse von TSCHIHATCHEFF für falsch erklärt. Die petrographische Übereinstimmung mit der Schichtfolge bei Çankiri, die LEONHARD für Miocän hält, ohne dafür einen Beweis zu liefern, ist kein Grund dafür, eine der wenigen paläontologisch gesicherten Altersbestimmungen zu verwerfen.

Die Bodenschwelle zwischen Kebirmir und Aladağsu wird von diesen Ablagerungen gebildet. In enger Schlucht führt die Straße durch sie hindurch und dann steil hinab in das breite, vom Aladağsu durchflossene Talbecken von Çayırhan.

Dessen Nordhang gehört noch zu der Faltenzone von Bepazar. Eine bunte, farbenprächtige jungtertiäre Schichtreihe ist dort bei W—O-Streichen mit 50—70° nach S geneigt. Im Gegensatz dazu liegen die Schichten am West- und Osthang, abgesehen von kleinen Wellungen, fast wagrecht und diese Lagerung ist auch im untersten Teil des nach S zum Sakarya ziehenden Aladağsutales, dann im Sakaryatal selbst und auf dessen Südseite, an den Nordhängen des Mihaliççikdağ bis zur Höhe von 1120 m ausschließlich vorhanden.

Die stratigraphische Stellung des steilen Tertiärs am Nordrande des Çayırhanbeckens ist noch nicht geklärt. Sicher gehört aber die gesamte wagrechte, auch Gipsmergel enthaltende Schichtreihe südlich davon in das Pliocän. Die Mächtigkeit beträgt vom Sakarya (470 m) bis zu dem in 1120 m Höhe festgestellten Oberende 650 m, wobei allerdings die obersten roten tonigen, einzelne grobe Geröllagen führenden Schichten vielleicht schon altquartär sind.

Es sei noch erwähnt, daß auch an der Südseite des Mihaliç-çikdağ wenig unterhalb des Dorfes Mihaliçcik wieder die wagrechte gipsführende Pliocän liegt, das mit gleichbleibender Lagerung das parallel dem Sakarya verlaufende Porsuktal erfüllt.

Das geringe Alter dieser Schichtreihe geht auch daraus hervor, daß sie dem alten Gebirge des Mihaliçcikdağ ohne jede Störung an- und aufgelagert ist, wie besonders an der Nordseite mit voller Deutlichkeit zu sehen ist.

Die wichtigsten Ergebnisse bezüglich des Tertiärs in dem gesamten Profil von der Mürtedova bis zum Sakarya sind, wie sich aus der Einzelbeschreibung ergibt, folgende:

Die als zweite Mediterranstufe des Miocäns erkannten Schichten sind Ablagerungen eines Süßwassersees mit Individuenreicher Gastropoden- und Fischfauna. Von tieferen Schichten der braunen Reihe ist nur wenig aufgeschlossen, in ihnen ist vulkanisches Tuffmaterial reichlich enthalten, entweder als Tufflagen oder in Mischung mit sedimentären Massen. Gips konnte darin nicht nachgewiesen werden, es muß noch unentschieden bleiben, ob vor der Bildung der Süßwasserablagerungen, d. h. im unteren Miocän, die für Gipsausscheidung maßgebenden Bedingungen in diesem Gebiete vorhanden waren.

Auch die weiße Reihe zwischen der zweiten Mediterranstufe in Süßwasserfazies und dem Altpliocän enthält keinen Gips. Tuffe sind in dieser Abteilung noch viel stärker vertreten als in der tieferen, die Sedimente sind mit vulkanischen Stoffen vermischt und stark verändert, wobei besonders die metasomatische Umwandlung des Kalksteins in Magnesit hervorgehoben sei. Gipsführende Schichten sind bisher nicht nachgewiesen, so daß in diesem Gebiet eine miocäne Gipsbildung nicht anzunehmen ist,

Im Jungpliocän dagegen sind gipsführende Sedimente in ziemlich großer Mächtigkeit entstanden. Die konkordante Auflagerung auf den altpliocänen Gesteinen (Andesit und Hipparionbreccie) beweist das jüngere Alter dieser gipsführenden Reihe.

Auch in ihr sind Einlagerungen von Lava und Tuffen enthalten, welche die dauernde bzw. immer wieder einsetzende vulkanische Tätigkeit beweisen. Für die Altersfeststellung der nördlich des Profiles liegenden großen (galatischen) Andesit- und Tuffmassen ergeben sich daraus Anhaltspunkte, die in dem zusammenhängenden vulkanischen Bezirke bis jetzt vollständig fehlen.

Es hat sich außerdem gezeigt, daß die Art der Lagerung von Schichtreihen nicht ohne weiteres auch auf ihr Alter schließen läßt. Denn selbst noch das Jungpliocän ist stellenweise gefaltet. Diese

spätpliocäne oder frühquartäre tektonische Bewegungsphase wirkte gebirgsbildend, war somit eine orogene Phase, und die gesamte Gliederung der von dem beschriebenen Profil gequerten Landschaft in Bergzonen und Ovas ist durch sie entstanden.

4. Überblick.

Die Untersuchung einiger Tertiärgebiete von Inneranatolien hat den Nachweis erbracht, daß oligocäne und pliocäne gipsführende Schichtreihen in diesen Gebieten vorhanden sind, während für Gipsführung im Miocän keine Bestätigung gefunden werden konnte.

Im Gebiete zwischen Zara, Sivas und Kayseri ist transgressives marines Burdigal an zwei weiteren Stellen nachgewiesen worden. Zusammen mit den anderen Beobachtungen ergibt sich daraus der Beginn der Gips- und Salz- bildung nach dem Eocän und ihre Beendigung mit dem oberen Oligocän.

Die große Ausbreitung des miocänen Meeres der ersten und besonders der zweiten Mediterranstufe im südlichen Vorland des Taurus und von dort nach Norden über den Taurus hinweg bis zum Südrande der zentralen Steppe hat in gewisser Beziehung ein Gegenstück im Osten, wo sich das Meer der ersten Mediterranstufe bis Sivas ausdehnte.

Marine Ablagerungen der zweiten Mediterranstufe sind dort bisher nicht nachgewiesen und es ist wahrscheinlich, daß die Überflutung nur kurze Zeit dauerte. Denn auch in den Gebieten weiter im SO kommt es während der zweiten Mediterranzeit und im Obermiocän nicht zu rein mariner Sedimentation, sondern es wechseln immer wieder marine, lagunäre und limnische Sedimente miteinander ab.

Demgegenüber ist im Südwestteil von Inneranatolien eine scharfe Grenze zwischen den Gebieten des Meeres und Landes. Südlich von Karaman, am Nordfuße des Taurus, beginnt die Binnenfazies der zweiten Mediterranstufe mit Süßwasserbildungen. Im Gebiet von Konya über Ilgin bis Akşehir sind solche Ablagerungen ebenfalls bekannt. Daraus ergibt sich, daß am Fuße der Gebirgszonen, welche die innere Steppenlandschaft im Süden und Südwesten begrenzen, vorwiegend oder ausschließlich derartige Sedimente entstanden.

Gipsführende Schichten dagegen treten anscheinend erst in den inneren und nördlichen Teilen der zentralen Steppe auf. Bezüglich ihres Alters besteht noch keine Sicherheit. An der Westseite des Tuzgöl wird aus der Lagerung pliocänes Alter wahrscheinlich und die gipsführenden Schichten zwischen Ayaş—Beypazar—Çayırhan—Sakarya im Nordwestgebiet sind sicher pliocän.

Andererseits hält TSCHIHATCHEFF auf Grund der von EHRENBURG bestimmten Fossilien (Diatomeen) in den wagrechten gipsführenden Schichten südlich und südöstlich von Sivrihisar, im Gebiete des Oberlaufes des Sakarya, diese für wahrscheinlich Miocän, da EHRENBURG sie 1854 den Ligniten von Rott im Niederrheingebiet in Deutschland zeitlich gleichstellte.

Indessen hat schon FISCHER im Band Paläontologie des TSCHIHATCHEFF'schen Kleinasienwerkes, erschienen 1866, die Möglichkeit

stark angezweifelt, auf Grund dieser Diatomeen das Alter der Schichten festzustellen. Erneute Untersuchung dieser Reste brachte ihn zu der Vermutung, daß sie statt zum Miocän „provisorisch“ zu einer quartären oder rezenten Formation gehören.

Es muß vorläufig unentschieden bleiben, welches Alter die Schichten haben.

An anderen Stellen dieses Gebietes hat TSCIHATCHEFF in gipsfreien Kalksteinen und Mergeln eine Anzahl von Gastropoden gefunden: *Planorbis*, *Paludina*, *Vivipara*, *Limnaea*, *Hydrobia*, *Helix*. Mit Vorbehalt erklärt er diese für obermiocän.

Aus allen diesen unsicheren Angaben geht wieder die Schwierigkeit einer einwandfreien Altersbestimmung der einzelnen Schichtreihen des Jungtertiärs und Altquartärs hervor.

Da seit TSCIHATCHEFF's Bereisung keine Untersuchung dieser Schichten am oberen Sakarya mehr ausgeführt wurde, läßt sich noch kein abschließendes Urteil gewinnen.

Ich möchte indessen doch schon darauf hinweisen, daß nach den vorhandenen Angaben große Übereinstimmung der Schichten bezüglich ihrer Ausbildung und Lagerung mit dem Jungpliocän beiderseits des Mihaliçcikdağ vorhanden ist. Es ist deshalb wahrscheinlicher, geringeres Alter als Miocän für die Schichten am oberen Sakarya anzunehmen.

Aber auch dann, wenn die Annahme höheren Alters als richtig erwiesen werden sollte, treten die gipsführenden Schichten nach Menge und Verbreitung gegenüber den pliocänen und ganz besonders gegenüber den oligocänen gipsführenden Schichten sehr zurück. Die Möglichkeit stärkerer Entwicklung miocäner Gipsführung in anderen Teilen Inneranatoliens soll aber nicht bestritten werden, solange entsprechende Untersuchungen fehlen, wenn auch die bis heute bekannten Tatsachen eher dagegen sprechen.

Denn auch in anderen Teilgebieten, vor allem im Osten und Nordosten, ist schon an einer Reihe von Stellen marines Eocän in Form von Nummulitenkalkstein festgestellt worden und Gipsführung in der darüber liegenden bunten Schichtfolge.

Daraus ergibt sich große Ähnlichkeit mit der Ausbildung der Schichten am Ostrande der zentralen Steppe und zwischen Zara—Sivas—Kayseri, so daß auch in diesen anderen Gebieten die Gipsbildung oligocänes Alter haben dürfte.

Hierfür ist von besonderer Wichtigkeit, was TSCIHATCHEFF in dem von Taşpunar nach Kastamonu führenden Tale und in der Umgebung dieser Stadt beobachtete. Er sagt in seiner Geologie (Bd. II, S. 124), daß dieses Gebiet eine besondere Bedeutung hat, weil er dort die Frage nach dem Alter der bunten Sandsteine und Mergel, die so große Verbreitung in Anatolien haben, beantworten konnte. Wenn auch schon die Lagerungsverhältnisse an vielen anderen Stellen ihn zu der Annahme alttertiärer Entstehung geführt hatten, so brachte doch erst die Untersuchung dieses Gebietes dafür „einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit“. Es fehlen zwar in diesem Tal die Gipse, aber im übrigen ist die Übereinstimmung mit den entsprechenden

Schichtreihen der anderen Gebiete so groß, daß die Gleichstellung gesichert erscheint.

Durch den Fund einer großen Zahl von Nummuliten (*N. ramondi*, *N. planulata*), und Alveolinen (*A. ovoidea* var. *oblonga*) in den Sandsteinen und Konglomeraten konnte TSCHIHATCHEFF dort den Nachweis für Alttertiär, und zwar Eocän, erbringen.

Gegen Taşpunar hin und weiter westlich sind in den roten Mergeln und Sandsteinen in höheren Horizonten Gipse enthalten, so daß damit die konkordante Auflagerung der gipsführenden Schichtreihe gegeben ist. Ihr genaueres Alter läßt sich noch nicht feststellen, es ist indessen eine Frage von geringerer Bedeutung, ob sie im Obereocän oder im Unteroligocän beginnt.

Es sei hier noch ein weit im Nordwesten liegendes Vorkommen von Gips besprochen. Es befindet sich 10 km südöstlich von Gemlik, das am gleichnamigen Golf des Marmarameeres liegt. FRITSCH hat es zuerst erwähnt, CHAPUT bringt nähere Angaben darüber. In der eocänen Flyschzone dieses Gebietes, und zwar in grünen und roten Mergeln mit zwischengeschalteten Sandsteinen und sandigen Mergeln, sind Linsen von Gips eingelagert. Obereocänes Alter ist für diese Schichten sehr wahrscheinlich und damit wird nahe Beziehung zu den entsprechenden Schichtreihen des Gebietes von Kastamonu offenbar, die auf Grund der Untersuchungen von NOWACK in dem Bezirke westlich von Kastamonu ebenfalls der eocänen Flyschzone angehören.

Ein weiteres Vorkommen von Gips im Eocän stellte TSCHIHATCHEFF in der Nähe von Ankara fest. Seine Ortsangabe ist allerdings unsicher, denn 8 km nordöstlich von Ankara ist kein Ort El Ghazi vorhanden. Es scheint sich vielmehr um das Dorf Ergazi, 15 km westnordwestlich von Ankara zu handeln. CHAPUT hat dort Gips festgestellt, konnte aber in den begleitenden Mergeln und Sandsteinen nur Pflanzenreste, keine marinen Eocänfossilien finden, während TSCHIHATCHEFF den Fund von *Astraea parisiensis* und *Cerithium tschihatcheffi* aus weißen Mergeln unter dem Gips angibt.

Daraus würde sich wieder obereocänes Alter für diese Schichten ergeben und demnach der gleiche Übergang von mariner zu kontinentaler bzw. lagunärer Sedimentation wie bei den zwei anderen Vorkommen.

Eigene Untersuchungen in diesem Gebiete erbrachten eine Bestätigung der Angaben von CHAPUT. Dazu kommt eine Reihe von Funden, die das Vorkommen von marinem Eocän östlich von Ergazi und nördlich von Etlik beweisen. Assistent NAFIZ ILGÜZ stellte dort weiße Kalksteine mit vielen Fossilresten fest. Außer Lamellibranchiaten, Gastropoden, Echinoideen wurden Stücke von *Astraea parisiensis* gefunden, ferner Nummuliten und Alveolinen, diese z. T. in großer Menge (Alveolinen-Kalksteine).

Die Schichten liegen unter der vulkanischen Dazit- und Tuffreihe und sind teilweise verkieselt.

Auch nordwestlich von Etlik bei Ovacik wurde der gleiche Kalkstein gesammelt, ferner südwestlich von Etlik am Segelflughafen und in dessen Umgebung.

Damit werden die Angaben von TSCHIHATCHEFF über das Vorkommen von eocänen Meeressedimenten in der Nähe von Ankara bestätigt. Darüber liegen bei Ergazi und in seiner weiteren Umgebung Gipsmergel, die dort in einer Anzahl von Gruben ausgebeutet werden. Anscheinend waren zu TSCHIHATCHEFF's Zeit die liegenden Kalksteine in einer jetzt verfallenen Grube aufgeschlossen.

Die orographisch tiefere Lage gegenüber Etlik ist durch Absenkung an Verwerfungen entstanden, die als Randbrüche der Ova von Ankara schief zu der NO streichenden Oberjurazone westlich von Ankara verlaufen.

Die Andesit- und Dazitmassen im Norden und Nordwesten von Ankara liegen auf dem Alttertiär und dementsprechend kommt dieses auch am Ostrand der Mürtedova zum Vorschein, wie bei dem Ayaşprofile angegeben wurde.

Mit diesen drei Gipsvorkommen wird das bestätigt, was schon bei der Beschreibung der oligocänen gipsführenden Schichtreihen in Inneranatolien festgestellt werden konnte. Die allgemeine Meeresverbreitung endete im Obereocän und es entstanden in vielen Gebieten klimatische und hydrographische Bedingungen, die zur Entstehung von Gips führten. Daß sich diese Bedingungen nicht in den gesamten zu Land gewordenen Gebieten herausbildeten, ist ohne weiteres verständlich, ebenso, daß in den einzelnen Gebieten die Gipsausscheidung früher oder später einsetzte und auch zu verschiedenen Zeiten wieder aufhörte.

Es läßt sich somit schon jetzt, obwohl erst eine kleine Zahl von Tertiärgebieten daraufhin näher untersucht werden konnte, die Feststellung machen, daß eine erste Zeit starker Gipsführung im Obereocän bzw. Unteroligocän begann und im wesentlichen bis zum Ende des Oligocäns andauerte.

Die große Transgression des Miocänmeeres der 1. und besonders der 2. Mediterranstufe, die von den Randgebieten aus mehr oder weniger weit gegen die inneren Landesteile vordrang, bezeichnet einen neuen Abschnitt in der Geschichte Anatoliens. Damit fällt zusammen die Verhinderung von Gipsausscheidung in weiteren Gebieten, wahrscheinlich sogar im Gesamtgebiete, denn auch in den nicht überfluteten Landesteilen sind keine sicheren Beweise für unter- und mittelmiocäne Gipsführung bekannt.

See- und Flußablagerungen mit Süßwasserfauna sind dort weit verbreitet, ein gut ausgebildetes Entwässerungsnetz dürfte damals vorhanden gewesen sein, welches den seichten Meeresgebieten die große Masse von Sediment lieferte (Mächtigkeit des Miocäns an der Südseite des Toros 1500 m).

Erst im Obermiocän werden die Auswirkungen semiariden Klimas in der Entstehung von abflußlosen Seen mit starker Verdunstung und Aus-

scheidung von Gips wieder bemerkbar. Es ist noch unklar, ob das für größere Gebiete zutrifft. Die inneren Teile der zentralen Steppe, auch das Gebiet am Oberlauf des Sakarya können hierfür in Betracht kommen, Beweise fehlen aber.

Sicher ist dagegen wieder bedeutende Gipsbildung im mittleren und oberen Abschnitt der Pliocänzeit, auf Grund meiner Untersuchungen in dem Gebiete zwischen Ilhan—Beyazar—Sakarya.

Mit dem Ende des Eocänmeeres entwickeln sich im anatolischen Landraume Verhältnisse, die trotz aller räumlichen und zeitlichen Verschiedenheiten bei einer Betrachtung des Gesamtgebietes doch sehr gleichartig sind. In weiter Verbreitung entstehen Ablagerungen in Süßwasser- und Brackwasser-Fazies, wobei letztere in der Zeit der großen miocänen, von allen Seiten gegen das innere Gebiet vordringenden Überflutung stark zurückgehen oder selbst ganz aussetzen, bis sich im Verlaufe des spätmittelmioicänen Schwindens des Meeres von neuem Möglichkeiten für solche, durch Gips- und z. T. Salzbildung bezeichnete Sedimente herausbilden. Im Pliocän einiger Gebiete herrscht dann wieder kräftige Gipsausscheidung, wodurch die Fortdauer der im wesentlichen gleichartigen klimatischen und der davon abhängigen sedimentären Bedingungen bezeugt wird.

In fazieller Beziehung haben demnach vom Obereocän ab in der Tertiärzeit, vor allem im inneranatolischen Gebiete, gleichartige klimatische und hydrologische Verhältnisse geherrscht. Die oft zu beobachtende enge räumliche und zeitliche Verbindung von Brack- und Süßwasserfazies, wie z. B. die Einschaltung von Lignitflözen in gipsführenden Schichtreihen oder der unvermittelte seitliche Übergang aus der einen in die andere Fazies sind allerdings Tatsachen, die scheinbar nur schwer miteinander zu vereinigen sind.

In Wirklichkeit aber sind das Befunde, die in gleicher Weise auch heute in Inneranatolien häufig zu sehen sind. Der große Tuz göl bietet dafür das beste Beispiel: weite Strecken seines Ufergeländes sind mit üppiger Steppenflora bewachsen, auch Getreidefelder reichen des öfteren bis dicht an den Rand des Sees und beweisen damit die Salzarmut des Bodens, der dort bisher weder durch Natur- noch durch Kunstdünger verändert ist. Demgemäß sind auf und in diesem Boden massenhaft die Schalen von Süßwasser- und Land-schnecken vorhanden, während in unmittelbarer Nähe die bei dem Jahr für Jahr erfolgenden, im Nordteil vollständigen Verdunsten des Seewassers sich ausscheidenden Steinsalzlagen anstehen. Im fossilem Zustand würden solche Ablagerungen als Beweise für humides bzw. arides Klima angesehen werden, hier aber zeigt sich mit aller Deutlichkeit, daß sie Bildungen des gleichen Klimas sind, das am besten als semiarid bezeichnet wird.

L i t e r a t u r :

1. PHILIPPSON, A.: Kleinasien. — Handbuch der Reg. Geol. 1918.
2. FLIEGEL, G.: Über Landschaftsformen in Kleinasien. — Deutsche Geol. Ges. Bd. 73, 1921.

3. CHAPUT, E.: Voyages d'Études Géologiques et Géomorphogéniques en Turquie. — Mém. Inst. Français d'Archéologie de Stamboul II, Paris 1936.
4. NICOLESCO, C. P.: Gisements Pétrolifères de l'Irak. Paris 1933.
5. TSCHEHATCHEFF, P. DE: Asie Mineure, 4. partie: Géologie 3 Bde. Paris 1867, 1869. Paléontologie, Paris 1866.
6. BERG, G.: Geologische Beobachtungen in Kleinasien. -- Z. Deutsche Geolog. Ges. Bd. 62, 1910.
7. OPPENHEIM, P.: Über Fossilien aus dem östlichen Kleinasien. — Z. Deutsche Geol. Ges. Bd. 69, 1917.
8. BARTSCH, G.: Das Gebiet des Erciyeşdağı und die Stadt Kayseri in Mittel-anatolien. — Jahrb. Geograph. Ges. Hannover 1935.
9. ŞEVKET, A. KANSU: Mitteilung über paläont. und prähist. Funde in der Umgebung von Ankara. — Ulkü, Ankara 1936 (Türk.).
10. NOWACK, E.: Eine Reise von Angora zum Schwarzen Meer. — Z. Ges. Erdkunde Berlin 1928.
11. LEONHARD, R.: Paphlagonia. Berlin 1915, S. 177.
12. LEUCHS, K.: Geologische Entwicklung von Anatolien. — Leipziger Vierteljahrs-schrift für Südosteuropa, Jahrgang 2, Heft 2, 1938.
13. PAULCKE, W.: Geologische Notizen aus meinem Kriegstagebuch, Kleinasien (Hocharmenien). Geol. Rundschau Bd. 17 a, 1926.

(Urschrift eingegangen am 26. 4. 1939.)