

# DIE GEOLOGISCHE KARTE VON ATHEN 1:10.000

V O N

JOSEF NIEDERMAYER\*, Hamburg

Die geologische Kartierung des engeren Stadtgebietes von Athen erfolgte in den Jahren 1943/44 im Rahmen von Untersuchungen zur Sicherstellung der damaligen Wasserversorgung von Athen. Eine Veröffentlichung der Kartierungsergebnisse in Form einer Karte war zunächst nicht vorgesehen, weil diese für einen speziellen praktischen Zweck angefertigt war und den heutigen Anforderungen an eine moderne geologische Karte nicht mehr gerecht werden kann. Einige Ergebnisse der damaligen Kartierung sind von SINDOWSKI (1949, 1951) veröffentlicht worden. Inzwischen ist die Bebauung der Stadt aber erheblich weiter fortgeschritten ohne dass eine neuere Kartierung durchgeführt wurde. Auf Anregung von Herrn Professor B. von FREYBERG hat Verfasser einer Veröffentlichung der Karte zugestimmt. Revisionsbegehungen wurden im Mai 1971 gemacht.

Herrn Professor AUGUSTITHIS bin ich zu grossem Dank für seine Bemühungen um den Druck der Karte verpflichtet, ebenso Herrn Dr. THEODOROPOULOS für seine Unterstützung und seinen Rat bei der Durchführung der Geländearbeiten 1971. Der Deutschen Forschungsgemeinschaft danke ich für die Gewährung einer Reisebeihilfe.

## A. Der geologische Bau des Stadtgebietes von Athen

Das kartierte Gebiet liegt grösstenteils in den Athener Senke und reicht im Südosten bis zu den westlichen Vorbergen des Hymettos. Durch die Hügelkette, die im Süden mit dem Sikeliashügel beginnt und sich über die Akropolis und den Lykabetos in die Türkenberge fortsetzt, wird die Athener Senke zweigeteilt.

Im Stadtgebiet von Athen wurden die vier geologischen Einheiten auskartiert:

1. Die Untere Kalkserie
2. Der Schichtkomplex der Athener Schiefer
3. Die Obere Kalkstufe der Athener Hügel («Lykabetoskalk»)
4. Die pliozänen und quartären Ablagerungen der Talgebiete und Verbnungen.

---

\* JOSEF NIEDERMAYER: 'Ο γεωλογικὸς χάρτης τῶν Ἀθηνῶν 1:10.000, Ἀμβούργον.

1. Die Untere Kalkserie tritt mit nach Osten rasch zunehmender Mächtigkeit im südöstlichen Kartengebiet, d. h. in den Stadtteilen Kaisariani und Viron auf und reicht bis zu den Vorbergen des Hymettos. Die besten Aufschlüsse befinden sich in den Steinbrüchen von Viron, wo auch die tektonische Beanspruchung der Serie in Form zahlreicher grösserer Strömungen gut zu beobachten ist. Eine der Hauptstörungen verläuft N 140° O und fällt 45° NW ein. Im frischen Zustand sind die Kalke hellgrau mit einem häufigen Anflug ins Rötliche. Von den jüngeren Kalken unterscheiden sie sich durch ihren höheren Eisen- und Mangengehalt sowie durch dolomitische Einlagerungen. Sie sind vorwiegend dickbankig und etwas kristallin, die Schichtung ist meist nur undeutlich zu erkennen. Die Kalke sind örtlich tiefgründig verkarstet. An der Hangendgrenze gegen die Athener Schiefer treten gelegentlich Lagergänge von diabasähnlichen Vulkaniten auf, an deren Rändern im östlichen Kaisariani die Kalke z. T. kontaktmetamorph in Marmor umgewandelt sind. Nach KOBER (1929, 1942) und SINDOWSKI (1949, 1951) werden die Unteren Kalke in Fuchsberger-Kalk und Kara-Schichten untergliedert. Letztere bilden die Basis und sind nur an einigen Stellen aufgeschlossen, das Basiskonglomerat konnte im Kartengebiet nicht nachgewiesen werden, wie überhaupt das Hauptverbreitungsgebiet dieser Schichten ausserhalb der Karte im Südosten liegt. In den Steinbrüchen von Viron sind die eigentlichen, früher als Fuchsbergsschichten bezeichneten helleren Kalke aufgeschlossen und werden hier abgebaut, während in den tieferen Niveaus graubraune Kalke mit dolomitischen und sideritischen Lagen in Resten anstehen.

Die stratigraphische Stellung der unteren Kalkserie war bisher mangels bestimmbarer bzw. stratigraphisch nicht typischer Fossilien nicht klar zu definieren. Möglicherweise kann diese Schichtstufe der oberen Trias zugeordnet werden, ein jüngerer Alter ist aber durchaus möglich.

2. Der Schichtkomplex der Athener Schiefer setzt sich aus einer wechselnden Folge von Sandsteinen, Tonschiefern, Kalken und Mergeln zusammen, wobei die tonig-schiefrige Ausbildung bei weitem überwiegt.

- |   |             |  |
|---|-------------|--|
| g | 50 - 100 m  | Mergelstufe (Mergelkalk, sandige Mergel) mit Fossilresten    |
| f | 10 - 50 m   | Obere Sandsteinstufe   |
| e | 50 - 100 m  | Obere Schieferstufe (sandige Tonschiefer)                    |
| d | 20 - 60 m   | Ardittos-Kalk mit Hornsteinen und Mergelkalken. Fossilreste. |
| c | 100 - 200 m | Mittlere Schieferstufe                                       |
| b | 20 - 30 m   | Untere Sandsteinstufe (feste grünlichgraue Sandsteine)       |
| a | 50 m        | Untere Schieferstufe (sandige Tonschiefer).                  |

Bei der Kartierung wurde in zahlreichen Aufschlüssen festgestellt, dass sowohl die Ausbildung als auch die Mächtigkeit der einzelnen Schichtglieder rasch wechseln kann. Der Begriff «Athener Schiefer» umfasst somit eine recht heterogen zusammengesetzte Schichtenfolge, die sich zudem an keiner Stelle durehgehend im Profil untersuchen und darstellen lässt. Viele Aufschlüsse sind zufällig, es handelt sich meist um Baugruben, die nur vorübergehend offen sind. Eine systematische Erfassung aller Bohrungen und Baustellen wäre für eine endgültige Klärung der Stratigraphie und Lithologie der Athener Schiefer wünschenswert. Die tektonische Verformung, der Mangel bzw. das Fehlen bestimmbarer Fossilien und die unterschiedliche Intensität der Metamorphose lassen indessen eine Lithostratigraphie auch nur in begrenztem Umfange zu. Die Athener Schiefer neigen stark zur raschen Verwitterung, vor allem die sandigen Tonschiefer, so dass grosse Teile der morphologischen Depression des Stadtgebietes hierdurch bedingt sind. Die eingeebneten Flächen weisen eine bis über 5 m mächtige Verwitterungszone auf, die zu teilweise erheblichen Schuttbildungen führt. Hierdurch wird der Untergrund weitgehend verhüllt. Die oft tiefgründige tonig-lehmige Verwitterung der Schiefer lieferte einst an mehreren Stellen das Material für die Töpferindustrie und mehrere Ziegeleien. Überall zeigen die Athener Schiefer eine bemerkenswert starke Kleinfaltung mit zahlreichen Verwerfungen und anderen tektonischen Störungen.

Die Schieferserie ist im allgemeinen wasserundurchlässig, durch ihre starke Zerklüftung spielt sie dennoch für den Grundwasserhaushalt dieser Gebiete eine wichtige Rolle.

Das Alter der Athener Schieferserie ist in der angegebenen Literatur eingehend diskutiert worden. Wenn die fossilführenden Kalke in der Schieferserie im normalen Schichtenverband liegen und die hier vorkommenden Foraminiferen für Oberkreide sprechen, dann sind die Athener Schiefer in die Oberkreide zu stellen. Es bleibt bis zum endgültigen Beweis noch die Möglichkeit offen, dass die Mergelkalke mit der oberen Kalkserie (Lykabetoskalk) eine stratigraphische Einheit bilden und der sogenannte Ardittos-Kalk tief in die Athener Schiefer eingemuldet ist und danach jünger wäre. Aus diesem Grund blieb das Fragezeichen in der Legende zur geologischen Karte bestehen.

Im einzelnen kann zu der oben gegebenen Untergliederung der Athener Schiefer noch folgendes gesagt werden :

Das Ilissos-Tal trennt die Verbreitungsgebiete der Unteren und Oberen Athener Schiefer einschliesslich Ardittos-Kalk, der mit Ausnahme zweier kleiner Ausbisse bei der Ruine des olympischen Zeus-Tempels wie die untere Schieferserie nur südlich des Ilissos, d.h. im südöstlichen Kartengebiet vorkommt. Eine Auskartierung der Unteren, Mittleren und Oberen Schieferstufe konnte nicht durchgeführt werden. An keiner Stelle des Kartengebietes

war die Überlagerung der Athener Schiefer über der Unteren Kalkserie aufgeschlossen, es liegen im Grenzgebiet beider Formationen vielmehr mächtige quartäre Schuttmassen, die den Untergrund verhüllen. Bohrungen könnten diese wichtige Frage klären.

Selten aufgeschlossene, höchstens 20 - 30 m mächtig werdende Sandsteine etwa 50 m über der Basis der Schiefer trennen die Untere und Mittlere Schieferstufe. Ausser dieser mehr oder weniger einheitlichen Sandsteinfolge treten als Zwischenschichten in den Tonschiefern 2 - 10 cm dicke Sandsteinbänke und seltener Kalksandsteinbänke auf.

Im Ostteil des Syngrou-Parkes, etwa bei den Universitätsneubauten beginnend, werden die Schiefer stärker metamorph. Diese Zunahme der Metamorphose nach Osten in Richtung auf den Hymettos lässt den Verdacht entstehen, dass diese Kaisariani-Schiefer (SINDOWSKI, 1949) bzw. Oberen Glimmerschiefer (KOBBER, 1929) im Hymettos - Gebiet lediglich stärker metamorphe Untere Athener Schiefer sind. Damit wäre auch die stratigraphische Stellung der Fuchsberg - und Karaschichten (KOBBER 1929) zu überprüfen. Rasche Faciesänderungen westlich des Hymettos und stärkere tektonische Metamorphosen nach Osten, östlich des Ilissostales, müssen in künftige Überlegungen einbezogen werden, um dann erst eine brauchbare Stratigraphie zu erhalten.

Die Kalkstufe zwischen Oberen Schiefeln einerseits und Mittleren und Unteren Schiefeln andererseits wird als Ardittos-Kalk (NIEDERMAYER in SINDOWSKI 1949) bezeichnet, auf der Karte aber nach dem Ardittoshügel am Olympia Stadion benannt. Diese Kalke sind im Gebiet südlich des Ilissostales weit verbreitet, bilden ein geschlossenes Schichtglied und können daher für tektonische Zwecke benutzt werden. Sie bestehen aus harten Kalken mit Hornsteinknollen und — lagen, wie im Bereich der höchsten Erhebung des westlichen Syngrou-Geländes und aus mergeligen Kalken wie am Katsipodi-Hügel bei der dortigen Kirche. Hier wurden auch bereits 1943/44 Foraminiferenreste gefunden, die auf ein Kreidealter schliessen liessen. Auffallend ist hier allerdings das Vorkommen von dicken Sandsteinbänken, so dass eine gewisse Ähnlichkeit mit der Mergelstufe besteht. Meines Wissens sind einwandfreie Oberkreidefossilien bisher nur in der Mergelstufe und der Oberen Kalkstufe gefunden worden. In den eigentlichen Ardittos-Kalken haben (NIEDERMAYER und SINDOWSKI 1944) (SINDOWSKI 1949) keine Leitfossilien gefunden. Beim Stadionhügel (Ardittos) selbst stehen ebenfalls Mergelkalke und etwas kristalline Kalke mit grossen Hornsteinknollen an, die auf der Ostseite in der Agras-Strasse mit Tonschiefern und Sandsteinen ähnlich wie bei der Barbara Kapelle in der J. Dragoumi-Strasse verfaltet sind. Südlich davon sind im Ostteil des grossen Friedhofes kritsalline Kalke mit Schiefeln eng verfaltet. Östlich kommen hier wie in Syngrou auch dünnplattige, schiefrige Kalke vor. Im Nordwesten tritt in N. Lio-  
 Ψηφιακή Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ.

sia ein Südwest-Nordost-streichender wenig mächtiger Kalkzug auf, der einen Sattel bildet und von Oberen Schieferen flankiert wird. Ob es sich hier handelt um Ardittos-Kalk und damit um die West-flanke der Athener Muldenzone ist nicht sicher.

Die **O b e r e S c h i e f e r s t u f e** besteht wie die Mittlere und Untere Schieferstufe aus Tonschiefern, in die dünne Sandstein-, selten Kalksteinbänke zwischengelagert sind. Sie liegen hauptsächlich in der eigentlichen Athener Senke zwischen Ilissos im Osten, Türkenbergen im Norden und dem westlichen und nördlichen Kartenrand, d.h. sie bilden die Oberfläche des kretazischen Untergrundes im mittleren und westlichen Kartengebiet. In fast allen tiefen Baugruben zwischen den Hügeln bis Patissia und N. Liosia können anstehende Obere Athener Schiefer unter einer wechselnd mächtigen quartären Schuttbedeckung beobachtet werden.

Die **O b e r e S a n d s t e i n s t u f e** ist am vollständigsten rings um den Philopappos-Hügel ausgebildet. In zahlreichen Aufschlüssen zwischen Theseion, R. Garibaldi-Strasse, Mousson-Strasse, Arakynthos-Strasse und Merkouri-Platz stehen meist dünnbankige, von Tonschieferlagen durchsetzte Sandsteine an, die sowohl mit den hangenden Mergelkalken als auch mit dem Oberen Schiefer stark verfaltet sind. An einigen Stellen, wie z. B. auf der Südseite des Philopappos sind die Lykabettos-Kalke auf Sandsteine überschoben unter Ausfall der Mergel. Da die Sandsteine als geschlossene Gesteinsserie nur örtlich auftreten, besitzen sie keinen regionalen stratigraphischen Wert.

Eine besondere Stellung innerhalb der Athener Schiefer nimmt die **M e r g e l s t u f e** ein. Sie setzt sich aus einer Folge von mehr oder weniger dünn-schichtigen Mergelkalken, Mergeln, Steinmergeln, Knollenmergeln mit sandigen und tonigen Zwischenschichten zusammen. Die Mächtigkeit beträgt bis über 100 m und nimmt generell von Nordosten nach Südwesten ab, so dass sie südwestlich des Philopappos-Hügels ihre Minimal-mächtigkeit erreichen, vielleicht sogar fehlen. Mehrere Autoren, zuletzt MARINOS u.a. 1971 beschreiben Foraminiferen-Funde in diesen Schichten, die auf Oberkreide (Senon) hinweisen. Da auch die Obere Kalkserie (Lykabettoskalk) ins Senon gestellt wird, besteht zwischen beiden Schichtgliedern kein stratigraphischer Hiatus wie er von verschiedenen Autoren früher angenommen wurde. Zahlreiche gute Aufschlüsse in den Türkenbergen geben Zeugnis von der innigen Verfaltung der Mergelstufe mit der Oberen Kalkstufe und den eigentlichen Athener Schieferen. Zu erwähnen ist in den Türkenbergen auch das gelegentliche Vorkommen von Serpentin, der sich vermutlich aus Diabasgängen ableiten lässt. Auch Spilite kommen seltener hier vor, ebenso Tuffe. Nach der Überlagerungsgrenze zu den Oberen Kalken treten in den südlichen Teilen der Türkenberge z. T. sehr dickbankige und quarziti-sche Sandsteine auf, wie z. B. nördlich der neuen Strasse zwischen Papacrie und Nordende Gypari-Strasse. Tektonisch stark gestörte Mergelkalke sind

ferner unter dem Theseus-Tempel an der Bahn nach Piräus aufgeschlossen, ferner unter der Akropolis zwischen Herodes - und Dionysos - Theater, ferner auf der Westseite der Apostel - Paulus - Strasse gegenüber der Akropolis. Rings um den Lykabetos und am Strefi - Hügel sind in Strassen- und Wegeeinschnitten zahlreiche Aufschlüsse vorhanden, die auch für kleintektonische Untersuchungen gut geeignet sind.

Jedem Bearbeiter der Athener fällt ihr besonderer sedimentologischer Habitus auf. Zuletzt haben MARINOS und Mitarbeiter (1971) den Flyschcharakter der Serie betont. In den sandigen Tonschiefern und Mergeln treten Sandschüttungen von oft nur lokaler Ausdehnung auf, hinzu kommen — wenn auch untergeordnet — Diabas - bzw. Peridotitgänge, Spilite und Tuffite, alles in allem eine typische Flyschfacies, abgelagert in einem Becken zwischen der fortschreitenden Gebirgsbildung und dem älteren Grundgebirge.

Die Obere Kalkstufe der Athener Hügelkette ist das jüngste Schichtglied des älteren Gebirges und wird seit langer Zeit von den meisten Autoren zur Oberkreide gerechnet. Sie werden auch als Hippuritenkalke oder als Lykabetos - Kalk bezeichnet. Leitfossilien sind auch in diesem Horizont nur spärlich vertreten, immerhin dürfte eine Einstufung in das Senon gesichert sein. Die Kartierung hat eindeutig ergeben, dass die Oberen Kalke im ganzen Blattgebiet einer Formation angehören (NIEDERMAYER und SINDOWSKI 1943/44). Die Kalke sind dickbankig und wirken massig, sie schimmern in frischem Zustand etwas bläulich. Zahlreiche Klüfte, Störungen — und Zerrüttungszonen zeugen in dem gesamten Verbreitungsgebiet von einer intensiven tektonischen Beanspruchung. Besonders im unteren Schichtverband sind die Kalke zu einer nachträglich wieder verfestigten Kalkbreccie zertrümmert. Besonders auffällig sind diese Kalkbreccien an der Apostel-Paulus-Strasse auf der Westseite des Arios Pagos und am Philopappos-Hügel an mehreren Stellen, besonders auf der Westseite gegen Petralona. Diese Breccien sind hellgrau bis rötlichgrau gefärbt. Das Einfallen ist hier flach zwischen 20° und 30° nach Nordwesten. Gegenüber der Faltung haben die massigen Kalke anders reagiert als die leicht faltbaren Athener Schiefer und sind infolgedessen fast immer aus dem normalen Schichtverband abgeschert. Sie wurden daher früher als Deckschollen aufgefasst, zumal die Kalke der Athener Hügelkette zwischen Philopappos - Akropolis - Lykabetos - Türkenberge nur noch Erosionsreste einer einstmals geschlossenen Verbreitung der Oberen Kalke sind. Die Grenzfläche Obere Kalkstufe / Mergelstufe verläuft von Südwesten nach Nordosten sanft ansteigend. Sie liegt beim Sikelias-hügel etwa 20 - 40 m über NN, bei der Akropolis bereits 110 - 120 m hoch, am Lykabetos 210 - 230 m und steigt in den Türkenbergen bis auf 300 m an. Durch jüngere Verwerfungen sind die Kalke am Westrand der Türkenberge im Stadtteil Patissia in tiefere Lagen abgesunken. In den grossen Steinbrüchen

Ψηφιακή Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ.

zwischen Psychiko und Patissia sind die Kalke zusammen mit den im Liegenden folgenden Mergeln intensiv gefaltet, z.T. wurde neben Abscherung auch überkippte Lagerung angetroffen. Durch den Steinbruchbetrieb werden hier die Aufschlussverhältnisse im Laufe der Zeit verändert, so dass immer wieder neue Einzelheiten der tektonischen Verformung studiert werden können.

Pliozäne und quartäre Ablagerungen bedecken die Oberfläche des älteren Gebirges im Kartengebiet etwa zur Hälfte. Die jungtertiären Mergel und Konglomerate wurden vom Verfasser bei der Kartierung in die Asti-Stufe des mittleren Pliozäns gestellt (SINDOWSKI 1949). Sie treten nur in den südlichen und nördlichen Randgebieten von Athen als Ausläufer grösserer Tertiärmulden auf. Die Basis bilden gelblichgraue Süsswassermergel, die in der Südwestecke des Kartenblattes gelegentlich in Baugruben aufgeschlossen sind. Sie sind als Randfacies des bedeutenden Tertiärbeckens der Athener Senke aufzufassen. Die im Hangenden liegenden Konglomerate sind grob und bestehen vorwiegend aus kristallinem Kalk der benachbarten Gebirge.

Das Quartär besteht aus Schottern, Konglomeraten, Lehm und Gehängeschutt. Von den Hängen des Hymettos erstrecken sich mehrere breite Schutfächer in das Tal des Ilissos und seiner Nebenbäche. Mit Sicherheit können hier riss- und wärmzeitliche sowie interglaziale Bildungen unterschieden werden. Da die Kartierung damals mehr praktischen Zwecken dienen sollte, konnte eine stratigraphische Gliederung des Quartärs auf der Karte nicht durchgeführt werden. Zum Riss können Schotterpakete an den tieferen Gehängen gerechnet werden, die zum Teil zu Konglomeraten verfestigt sind und durch eine Verlehmungszone von jüngeren Schottern (Würm) getrennt sind. Die Verlehmungs- und Verwitterungszone wäre dem letzten Interglazial mit geringeren Niederschlägen zuzuschreiben.

Im Flussgebiet des Kefissos wie auch im westlichen Blattgebiet ganz allgemein erreichen quartäre Bildungen eine Mächtigkeit von mehr als 20 m. Inselartige Durchspießungen von Athener Schiefen kommen vor. Die relativ jungen Schuttbildungen auf den leicht verwitterbaren Athener Schiefen sind in den morphologischen Depressionsgebieten besonders mächtig.

Demgegenüber sind die holozänen Bildungen meist nur ganz geringmächtig. Holozäner bis rezenter Hangschutt, Schwemmlern und Hochwasserschotter in den Flussbetten gehören hierher.

In den Karstspalten der Oberen Kalkserie, z.T. auch der Mergelstufe im Bereich der Türkenberge liegen altpleistozäne, vielleicht bis jungtertiäre Rotlehme mit örtlich zahlreichen tierischen Resten. SINDOWSKI (1951) hat hierauf ausführlicher hingewiesen.

Die Tektonik im Bereich der Geologischen Karte von Athen soll hier nur kurz behandelt werden. Eine vernünftige Darstellung der Summe al-

ler tektonischen Elemente kann nur durch eine systematische Aufnahme aller Aufschlüsse, insbesondere durch Verfolgung der kleintektonischen Erscheinungen gegeben werden. Hierfür stand weder bei der Kartierung 1943/44 noch bei den 14-tägigen Revisionsbegehungen 1971 Zeit zur Verfügung.

Die Kartierung hat ergeben, dass zwischen Hymettos und Aigaleo kein Deckenbau existiert, dass vielmehr eine normale Schichtenfolge der Kreide vorliegt und lediglich die Untere Kalkstufe in ihrer Altersstellung fraglich ist.

Die disharmonische Faltung hat kompetente Schichtglieder abgeschert und hierdurch Faltenbilder geschaffen, die zunächst schwer deutbar waren. Die Faltung hat eine starke Einengung in Südost - Nordwest - Richtung bewirkt, wobei zwei tektonische Phasen zu erkennen sind. Die zahlreichen Aufschlüsse in den Athener Schieferen zeigen Faltenachsen in etwa Nordwest - Südsüdost - sowie in Nordost - Südwest - Richtung. Analog früherer Feststellungen in Attika ist die Faltung in mehreren Etappen vom Alttertiär bis ins Postpliozän erfolgt. Eine jüngere Bruchtektonik hat mit einem Verwerfungs - und Blattverschiebungssystem in Richtung Nordwest bis Nordost verlaufend das heutige tektonische Bild vollendet.

Die starken Bodenbewegungen im Quartär haben die mächtigen Schotterpakete in den Senken mitverursacht.

## **B Die Grundwasserverhältnisse von Athen**

Im Untergrund von Athen ist im Bereich der morphologischen Senke ein flächenhafter Grundwasserstrom anzunehmen, der ungefähr von Nordnordost nach Südsüdwest fließt. Infolge der hügeligen Oberflächengestaltung und der verschiedenartigen geologischen Bauelemente wird dieser Grundwasserstrom örtlich stark beeinflusst und zeigt daher zahlreiche Unregelmässigkeiten und Abzweigungen. Dies gilt besonders für die Randgebiete des Hymettos und in kleinerem Masse auch für die Umrandung der Türkenberge, des Lykabetos und der Hügelkette Akropolis — Philopappos. Auf der beigegebenen Grundwasserkarte konnten die Grundwassergleichen nur auf die Oberfläche bezogen werden, da eine Spezialkarte mit Höhenlinien nicht zur Verfügung stand, sie ist somit eine Flurabstandskarte des Grundwassers.

Wasserarm sind alle Kalkgebiete. Im Bereich tiefgreifender Verkarstung gelangt das Niederschlagswasser rasch zum allgemeinen Karstwasserspiegel, hierbei besteht die Gefahr der Verunreinigung. Bohrbrunnen bis unter den Karstwasserspiegel sind der Nutzung von Karstquellen und Schachtbrunnen für Trinkwasserzwecke vorzuziehen.

Die Athener Schiefer sind überall in der Senke zwischen der Hügelkette und dem westlichen Kartenrand, ebenfalls beiderseits des Ilissostales wasserführend, weil eine tiefreichende Kluftung das Eindringen des Wassers er-

leichtert. Die Wasserführung ist allerdings meist nur gering, kann aber in tieferen Schächten und Stollen, ferner in Störungszonen örtlich stärker werden. In geringen Tiefen wird das Grundwasser überall dort angetroffen, wo Athener Schiefer an der Oberfläche anstehen. Die Tiefenlage des Grundwasserspiegels unter der Oberfläche nimmt mit wachsender Lehm- und Schutüberdeckung zu. Die relativ geringe Wasserdurchlässigkeit der Schiefer und auch der Mergelstufe bedingt einen Stau der Wasserbewegung, besonders an der Grenze der Oberen Kalke gegen die darunter folgenden Athener Schiefer, so dass in dieser Grenzzone Wasseraustritte vorkommen, die aber infolge der wenig ausgedehnten Einzugsgebiete im Bereich dieser Kalke in der trockenen Jahreszeit fast alle trocken fallen. Der stärkste Wasseraustritt dieser Art ist die zu einem Laufbrunnen gefasste Quelle in Galatsi am Westrand der Türkenberge. Brunnen, die den Kalk durchteufen und bis in die Schiefer hinabreichen, sind aus diesem Grunde meist sehr ergiebig, wie zum Beispiel die Brunnen im Nordteil von Patissia, die früher hauptsächlich der Bewässerung der Felder im Westen dieses Gebietes dienten, und zum Teil heute noch in Betrieb sind.

Die Grundwasserkarte von Athen (Bild 1) zeigt die Tiefe des Grundwassers unter der Erdoberfläche, dargestellt durch Linien gleicher Grundwassertiefe. Die Notwendigkeit einer solchen Darstellungsart wurde oben bereits erwähnt. Für praktische Zwecke müsste diese Karte auf eine spezielle Höhenschichtenkarte übertragen werden. Der Karte liegen Messungen von etwa 1000 Brunnen im Stadtgebiet von Athen zugrunde. Diese Messungen wurden in der Zeit des höchsten Grundwasserstandes durchgeführt und zwar in den Monaten März und April 1944. Die Zeit der höchsten Grundwasserstände wurde deshalb gewählt, weil damals in der Trockenperiode des Sommers und Herbstes der Wasserstand in vielen weniger ergiebigen Brunnen durch starke Benutzung, wie etwa durch Bewässerungsanlagen, bedeutend abgesenkt wurde und sich durch diese Verhältnisse ein unklares Bild ergeben hätte. Nach den damaligen Untersuchungen und Unterlagen betragen die jährlichen und jahreszeitlichen Spiegelschwankungen bis zu 4 m.

Die Wasserversorgung von Athen erfolgte vor Inbetriebnahme des Marathonstausees in der Hauptsache durch Schachtbrunnen. Daneben gab es noch Wasserleitungen, die, wie zum Beispiel die hadrianische Leitung aus dem Parnesgebirge bis in das Altertum zurückgehen. Das erste Wasserwerk von Athen entnahm sein Wasser aus Brunnen in Patissia. Durch das rasche Wachstum der Stadt war die Versorgung durch Schachtbrunnen nicht ausreichend, hinzu kommt eine wachsende Verunreinigung des Grundwassers infolge der in früheren Zeiten unvollkommenen Kanalisation. Die durch den geologischen Gebirgsbau bedingten wechselhaften Untergrundverhältnisse, ferner die hügelige Oberflächengestaltung des Stadtgebietes verursachen

einen raschen Wechsel der Grundwassertiefen und schliessen ganze Stadtteile von der Anlage von Schachtbrunnen aus. Diese Stadtteile konnten erst nach dem Bau der zentralen Wasserversorgung bebaut werden.

### C. Die Baugrundverhältnisse

Der Baugrund von Athen ist entsprechend den heterogenen geologischen Gegebenheiten sehr unterschiedlich zu bewerten. Im Einwirkungsbereich der Bauwerke kommen sowohl **Festgesteine** wie **Lockergesteine** verschiedenster Art vor. Erstere umfassen einen weitgestreuten Bereich von Vulkaniten über die Kalkserien, Mergel, Sandsteine und Schiefer.

In der gleichen Reihenfolge ist die Festigkeit und Lösbarkeit anzunehmen, da auch die Sandsteine zumindest in Oberflächennähe mürbe, dünn-schichtig und stark geklüftet sind. Die eingelagerten festen, zum Teil quarzitäen Sandsteine sind nur örtlich vorhanden und nur wenige Meter mächtig. Die harten Kalksteinschichten bilden die Hügel und Berge und sind als bester Baugrund zu betrachten. Eine Minderung dieser guten Baugrundeigenschaften tritt durch das Auftreten tiefgründig verkarsteter Gebiete ein mit erweiterten und durch Rotlehme und Kalkschutt ausgefüllten Spalten und Schlotten. Dies gilt besonders für die Türkenberge.

Die Mergelstufe der Athener Schieferserie ist, abgesehen von der aufgelockerten Verwitterungszone an der Oberfläche, für eine normale Bebauung als guter Baugrund anzusehen. Die eigentlichen Athener Schiefer, deren Hauptverbreitungsgebiet beiderseits des Ilissostales und in der weiteren Umrandung der Athener Hügelkette liegt, sind ebenfalls für eine normale vierstöckige Bebauung nach Entfernung der verwitterten Oberfläche gut geeignet. Für eine höhere Bebauung und für schwerere Ingenieurbauten sind zusätzliche Massnahmen erforderlich. Die intensive Verfallung, Klüftung und eine gewisse Wasserführung lassen es ratsam erscheinen, in solchen Gebieten eingehendere Voruntersuchungen durchzuführen. Eingelagerte Kalke und Sandsteine differenzieren den Baugrund ausserdem noch zusätzlich. Nur die Ardittoskalke südlich des Ilissos bilden einen Sonderfall insofern, als sie bei geschlossener und grösserer örtlicher Verbreitung hoch belastbar sind. In der Tiefe — und dies in grösserem Umfang vor allem bei Stollen- und Kavernenbauten kann in den Grenzzonen Kalk/Schiefer mit grösserem Wasserzufluss gerechnet werden.

**Lockergesteine** in wechselnder Mächtigkeit sind der Baugrund in etwa der Hälfte des Stadtgebietes von Athen.

Es sind jungtertiäre Mergel und Konglomerate sowie quartäre Ablagerungen in Form von Lehm, Schotter und Verwitterungsschutt. Abgesehen von kleineren Mergelvorkommen im Norden, westlich der Eisenbahnlinie

nach Korinth, liegt das Hauptverbreitungsgebiet der pliozänen Mergel im Süden von Athen, zunehmend nach Piräus. Sie sind leicht zu lösen und in Abhängigkeit vom Wassergehalt mässig setzungsempfindlich. Bei höherer Bebauung sind bodenphysikalische Untersuchungen erforderlich. Die Konglomerate sind durch ein kalkiges Bindemittel verfestigt, jedoch sehr unterschiedlich, sodass bei grösseren Bauten Vorsicht geboten scheint. Sie spielen aber flächenmässig nur eine untergeordnete Rolle, so dass sie als Baugrund nur östlich der Singru-Strasse, im Bereich der Pyras-Strasse und in der äussersten Südwestecke des Kartenblattes lokal in Erscheinung treten.

Die quartären Ablagerungen sind demgegenüber als Baugrund von sehr grosser Bedeutung. Die Schotterbildungen im Südosten, besonders in der Vorhügelzone des Hymettos sind wegen ihrer Hanglage bei tieferen Ausschachtungen und Strasseneinschnitten wegen ihrer lehmigen Zwischenschichten und dem hierdurch bedingten Stau des Wasserdurchflusses rutschgefährlich. Bei Hochbauten sind Voruntersuchungen unerlässlich. In der Ebene, wie etwa im Kefissostal gelten die Schotter als normal guter Baugrund. Die oft mehrere Meter mächtig werdenden quartären Lehmbildungen sind je nach ihrem Wasser- und Sandgehalt mehr oder weniger setzungsempfindlich.

Die quartären bis rezenten Schuttbildungen auf den Athener Schiefen der Athener Senke - dieses Gebiet umfasst grosse Areale an der westlichen sanften Abdachung der Hügelkette von den Türkenbergen im Norden bis zum Philopappos - Hügel im Südwesten - werden hier mehrere Meter mächtig und können maximal bis über 5 m mächtig werden. Bei grösseren Hochbauten sollte eine Gründung im anstehenden Schiefer erfolgen, bzw. die Schuttbildung durch verdichteten Kiessand ersetzt werden. Die Wasserführung in der Grenzzone Schutt (auch Schotter) und Schiefer ist zu beachten. Es muss abschliessend darauf hingewiesen werden, dass die Wasserführung aller hier behandelten Ablagerungen von den jahreszeitlichen Niederschlägen abhängig ist und der Grundwasserspiegel - wie oben bereits erwähnt - starken Schwankungen unterliegt und dieser Umstand bei jeder Baugrundbeurteilung beachtet werden sollte. Die Geologische Karte von Athen kann leider keine Mächtigkeitswerte der quartären Bedeckung geben, weil es bisher noch keine Sammlung von Bohr- und Aufschlussunterlagen gibt. Ein solches Archiv wäre anzuraten und könnte erhebliche Untersuchungskosten sparen.

## ZUSAMMENFASSUNG

Die Geologische Karte von Athen wurde in den Jahren 1943 - 1944 für die Wasserversorgung aus Schachtbrunnen hergestellt. Sie sollte also in erster Linie praktischen Zwecken dienen. Die Kartierung wurde durch einige Geländebegehungen im Jahre 1971 ergänzt, ohne dass die vorgelegte

Arbeit indessen Anspruch auf Vollständigkeit erheben dürfte. Hinsichtlich der Athener Schiefer konnte eine feinere Stratigraphie für örtlich begrenzte Gebiete aufgestellt werden. Zwischen der Athener Hügelkette der Türkenberge — Sikelias und dem Westfuss des Hymettos wurden sie wie folgt gegliedert :

	Obere Kalke (= Lykabettoskalk) =	Senon
	Mergelstufe	Senon
	Obere Sandsteinstufe	
Athener	Obere Schieferstufe	
	Ardittos - Kalk	Oberkreide
Schiefer	Mittlere Schieferstufe	
	Untere Sandsteinstufe	
	Untere Schieferstufe	
	Untere Kalkserie	Obertrias ?

Die Altersstellung der Unteren Kalkserie, die auch Kara- und Fuchsbergsschichten genannt werden, ist noch nicht restlos geklärt. Sie wurden vom Verfasser 1944 in die Obere Trias gestellt, Kreidealter ist aber auch für diese Kalke möglich. Die Athener Schiefer sind nahezu fossilfrei. Aus den Ardittos-Kalken wurden von mehreren Autoren Foraminiferen aus der Oberkreide beschrieben, ebenso aus der Mergelstufe, die zusammen mit den Oberen Kalken in das Senon gestellt werden. Wir sind mit MARINOS und Mitarbeitern (1971) der Meinung, dass es sich bei den Athener Schiefen um Oberkreideflysch handelt. Sowohl die hornsteinführenden Ardittos-Kalke wie die Sandsteineinlagerungen sind facialen Schwankungen unterworfen, vor allem die Sandschüttungen sind sehr unregelmässig.

Die Oberen Kalke bilden von Süden bis in die Türkenberge einen einheitlichen Horizont, der tektonisch stark beansprucht ist, so dass Breccienkalke und als Ausdruck einer disharmonischen Faltung Aufschiebungen auf die Athener Schiefer und lokal starke Verfaltungen mit diesen erfolgt sind. Die intensive Kleinfaltung der gesamten Athener Schiefer lässt in Form verschieden streichender Faltenachsen zwei Faltungsvorgänge erkennen, deren Alter Tertiär, die der letzten Hauptfaltungsphase mit NE-SW-streichenden Grossfalten Miozän sein dürfte. Eine jüngere Bruchtektonik dürfte zahlreiche, vorwiegend N-S gerichtete Verwerfungen erzeugt haben, sie reicht bis in das Quartär. Die Metamorphose der Schichten ist uneinheitlich. Die Kristallinität der Kalke und der phyllitische Charakter der Schiefer nimmt

von Westen nach Osten zu. Die eingelagerten Peridotite, Spilite etc. haben nur eine geringe Kontaktmetamorphose ausgeübt. Die Hauptursache der Metamorphose liegt in tektonischen Vorgängen.

Die jungtertiären Bildungen besitzen im Stadtgebiet von Athen keine grosse Verbreitung. Schwach gefaltete, vorwiegend nur schräg gestellte Mergel und Konglomerate kommen hauptsächlich im Süden der Stadt vor und nehmen in Richtung Piräus schnell an Bedeutung zu.

Das Quartär bildet mit seinen ausgedehnten Schottervorkommen in den Talzügen und am Westabhang der Vorberge des Hymettos und den Lehm- und Schuttbildungen etwa die Hälfte der Oberfläche des Kartengebietes. Die Schotter sind örtlich verfestigt und enthalten lehmige Zwischenschichten. Das Alter dieser Ablagerungen entspricht den Eis- bzw. Pluvialzeiten des Riss und Würm, sowie dem dazwischenliegenden trockenen und wärmeren Interglazial. Älteres Quartär wurde in den Karstschloten als Rotlehm mit pflanzlichen und tierischen Resten nachgewiesen.

Die Grundwasserverhältnisse hängen weitgehend von der Oberflächengestaltung ab. Die Grundwasserkarte zeigt mangels einer geeigneten topographischen Unterlagen nur die Linien gleicher Flurabstände (Flurabstandskarte). Die Kalke der Hügelzone sind wasserarm, in den grösseren Kalkgebieten, die mehr oder weniger alle Karsterscheinungen aufweisen, kommt tiefer liegendes Karstwasser vor. An den Grenzflächen Kalk/Schiefer treten Stauquellen auf, die meist temporär, d.h. abhängig von den Niederschlägen sind. Die Athener Schiefer sind wegen ihrer starken Klüftigkeit und oberflächennahen Auflockerung wasserführend. Die Schotter sind überall dort als nutzbares Aquifer ausgebildet, wo sie weniger oder gar nicht verfestigt sind und eine ausreichende Mächtigkeit besitzen, was in den breiten Verebnungen der Täler, vor allen dem Kefissostal der Fall ist.

Der Baugrund wird in Festgesteine und in Lockergesteine eingeteilt. Die Festigkeit der Gesteine nimmt von den Kalken über die Kalkmergel zu den Schiefeln ab. Vulkanite und Sandsteine sind nur an wenigen Stellen baugrundbeeinflussend. Die oft viele Meter mächtigen Schuttbildungen auf den Athener Schiefeln in den flacheren Stadtgebieten, sowie die Wasserführung in dieser Verwitterungszone sind flächenhaft von grosser, teilweise sogar von nachteiliger Bedeutung für den Baugrund.

Die Lockergesteine vor allem der quartären Ablagerungen können in Hanglage zu Rutschungen neigen, enthalten ferner setzungsempfindliche Einlagerungen, so dass in diesen Bereichen stets eingehendere Vorerkundungen notwendig sind.

## S U M M A R Y

The geological map of Athens has been designed with regard to the water supply by dug wells during the years 1943 - 1944 and was primarily supposed to serve for practical purposes. The mapping has been supplemented by field studies in 1971, the presented publication is not claiming for completeness though. With regard to the Athens Schists a finer stratigraphy has been stated for locally limited regions. Between the Athens hills Turkovounia - Sikelias and the western part of Mt Hymettus they have been classified as follows :

	Upper limestones (= Lykabettus limestone) = Senonian	
	Marls	Senonian
	Upper sandstones	
Athens	Upper slates	
	Ardittus limestone	Upper Cretaceous
Schtsts	Middle slates	
	Lower sandstones	
	Lower slates	
	Lower limestone series	Upper Triassic

The classification of age for the lower limestone series, which are also called Kara- and Fuchsberg beds, has not yet become quite clear. In 1944 they were stated by the author as Upper Triassic, but cretaceous age is as well possible for these limestones. The Athens Schists show a scarcity of fossils.

Several authors have described foraminiferas from the Upper Cretaceous and from the Marls found in the Ardittus-limestones. Marls and the Upper limestones are both dated as Senonian. According to MARINOS and his collaborators (1971) we have the opinion, that the Athens Schists are Upper cretaceous flysch. The Ardittus-limestones with hornstone layers as well as the sandstone interbeds are due to facies changes, especially the sand aggradings are very irregular.

The Upper limestones form a unit horizon from the South up to the Turkovounia, subjected to strong tectonic influences with the result, that cretaceous breccias were formed and as an expression of disharmonic thrustfolds on the Athens Schists and locally strong interfoldings with these have occurred. The intensive folding of the whole Athens Schists shows two subsequent foldings of various folding-axes, the age of the first one is older Tertiary and that of the last and main folding period with the direction from the NE towards the SW stretching main folding phase is supposed to be Miocene. A younger tectonic fracture may have caused

numerous faults, mainly taking the direction from the N towards the S, extending until the Quaternary. There are unconformities of the strata by metamorphosis. The cristallinity of the limestones and the phyllite character of the states increases from the W towards the E. The interbedded peridotites, spilites etc. have performed only a slight contact metamorphosis. The chief cause of the metamorphosis are tectonical events.

The formations of the younger Tertiary are present to a small extent only in the city of Athens. Small folded sloping marls and conglomerates occur especially in the S of the town, but become of growing importance in the direction towards the Piraeus.

The Quaternary with its extended gravel appearances in the valley and on the western slope of the Mt Hymettus front range and with the clay- and detritus forms about half the surface of the mapped area. The gravels are locally consolidated and are containing intermediate beds of clay. The age of these deposits corresponds to the glacial epoch resp. to the pluvial periods of the Riss and the Wurm and to the intermediate dryer and warmer interglacial epoch. Older Quaternary has been proved as red clay with plant and animal fossils in Karst pits and holes.

The groundwater conditions are widely depending on the surface structure. The groundwater map is only showing the lines of equal surface distances for lack of a qualified topographic base. There is a scarcity of water in the limestones of the hillzone, but in the extended limestone regions, which all show more or less Karst phenomena, deeper flowing Karst water occurs. On the contact zones limestone/slate barrier springs rise, which generally are temporary, thus depending on precipitations. The Athens Schists are water-bearing because of their intense cleavage and their stirred structure near the surface. The gravels are proving their utilizations as aquifer, wherever they are less or not at all consolidated and where they are possessing a sufficient thickness, this being the case in the wide applanations of the valleys, especially in the Kefissos-valley.

The properties of soils and rocks are a function of their genesis. The resistance of the rocks decreases from the limestones to the limestone-marls and from these to the slates. Building problems caused by vulcanites and sandstones sometimes arise, but only in a few places. Detrital materials, often many meters thick on the top of the Athens Schists in the lower town areas and the water-bearing in the weathering zones are of great importance in some areas, but can partially be of disadvantage for the foundation soil.

The soils, especially of the Quaternary deposits, sometimes show a tendency of sliding down from slopes, further they are including inlays with a sensibility for being compressed. Intense preliminary researches will therefore always be a necessity in these areas.

## Π Ε Ρ Ι Λ Η Ψ Ι Σ

Ὁ γεωλογικὸς χάρτης τῶν Ἀθηνῶν συνετάγη κατὰ τὰ ἔτη 1943-44 προκειμένου νὰ χρησιμεύσῃ διὰ τὴν ἐκ φρεάτων ὑδρευσιν τῆς πόλεως, δηλ. ἐπρόκειτο νὰ ἐξυπηρετήσῃ κυρίως πρακτικούς σκοπούς.

Ἡ χαρτογράφησις συνεπληρώθη δι' ὠρισμένων ἀκόμη στοιχείων κατὰ τὸ ἔτος 1971. Ὅσον ἀφορᾷ εἰς τὸν ἀθηναϊκὸν σχιστόλιθον ἐγένετο μία λεπτομερῆς στρωματογραφικὴ διάρθρωσις ἰσχύουσα εἰς τοπικῶς περιορισμένας περιοχάς. Μεταξὺ τῆς ὀροσειρᾶς τῶν Τουρκοβουνίων καὶ τῶν Δυτικῶν ὑπωρειῶν τοῦ Ὑμηττοῦ ἰσχύει ἡ κάτωθι διάρθρωσις :

Ἀνώτεροι ἀσβεστόλιθοι (Ἀσβεστόλιθος Λυκαβηττοῦ) = Σενώνιον

	Μαργαϊκὴ βαθμὶς	Σενώνιον
	Ἀνωτέρα ψαμμιτικὴ βαθμὶς	
	Ἀνωτέρα σχιστολιθικὴ βαθμὶς	
Ἀθηναϊκὸς Σχιστόλιθος	Ἀσβεστόλιθοι Ἀρδηττοῦ	Ἀν. Κρητιδικὸν
	Μεσαία σχιστολιθικὴ βαθμὶς	
	Κατωτέρα ψαμμιτικὴ βαθμὶς	
	Κατωτέρα σχιστολιθικὴ βαθμὶς	
Κατωτέρα ἀσβεστολιθικὴ σειρὰ		Ἀν. Τριαδικὸν

Ἡ ἡλικία τῆς «κατωτέρας ἀσβεστολιθικῆς σειρᾶς», ἡ ὁποία εἶναι γνωστὴ καὶ ὡς στρώματα Καρὰ καὶ Ἀλεποβουνίου δὲν ἔχει ἀκόμη καθορισθῆ. Τὰ στρώματα ταῦτα ἐποθετήθησαν ὑπὸ τοῦ συγγραφέως τὸ 1944 εἰς τὸ Ἀνώτερον Τριαδικόν· κρητιδικὴ ὅμως ἡλικία εἶναι ἐπίσης δυνατὴ.

Ἐκ τῶν ἀσβεστολίθων τοῦ Ἀρδηττοῦ ἔχει περιγραφεῖ ὑπὸ πολλῶν ἐρευνητῶν πανὶς Τρηματοφόρων τοῦ Ἀνωτέρου Κρητιδικοῦ, ὁμοίως δὲ καὶ ἐκ τῆς «μαργαϊκῆς βαθμίδος», ἡ ὁποία ὁμοῦ μετὰ τῆς «ἀνωτέρας ἀσβεστολιθικῆς σειρᾶς» τοποθετεῖται εἰς τὸ Σενώνιον. Ὡς πρὸς τοὺς ἀθηναϊκοὺς σχιστολίθους συμφωνοῦμεν μετὰ τῶν Γ. ΜΑΡΙΝΟΥ καὶ τῶν συνεργατῶν του (1971) ὅτι πρόκειται περὶ Κρητιδικοῦ φλύσχου.

Τόσον οἱ ἀσβεστόλιθοι τοῦ Ἀρδηττοῦ οἱ περιέχοντες κερατολίθους, ὅσον καὶ αἱ ψαμμιτικαὶ ἐνστρώσεις παρουσιάζουν φασικὰς μεταβολάς· προπάντων δὲ αἱ ἐναποθέσεις τῆς ἄμμου παρουσιάζονται λίαν ἀκανόνιστοι. Οἱ «ἀνώτεροι ἀσβεστόλιθοι» σχηματίζουν ἐκ τοῦ νοτίου τμήματος τῆς πόλεως ἕως τὴν περιοχὴν τῶν Τουρκοβουνίων, ἓνα ἐνιαῖον ὄριζοντα, ὃ ὁποῖος ἐμφανίζεται ἰσχυρῶς τεκτονισμένος. Ὁ τεκτονισμὸς οὗτος δύναται νὰ ἀποδοθῆ εἰς μίαν δυσαρμονικὴν πτυχωσιγενῆ ἐπίπλευσιν, ἀποτέλεσμα τῆς ὁποίας

είναι ή δημιουργία ένδς άσβεστολιθικού λατυποπαγοϋς και μιās τοπικής έντόνου πτυχώσεως.

Αί μικροπτυχαί τοϋ άθηναϊκού σχιστολίθου δεικνύουν δύο φάσεις συμπτυχώσεως πτυχώσεως, τών όποιών ή ήλικία πρέπει νά είναι τριτογενής· έκ τούτων ή κυρία πτύχωση με διεύθυνσιν ΒΑ - ΝΔ θά πρέπη νά έλαβε χώραν κατά τó Μειόκαινον. Μία νεωτέρα ρηξιγενής τεκτονική θά πρέπη νά έδωσε ρήγματα με διεύθυνσιν Β - Ν, ή δρᾶσις τής όποιας έξηκολούθησε και κατά τó Τεταρτογενές. Ή μεταμόρφωσις τών στρωμάτων δέν έμφανίζεται ένιαία. Ή κρυσταλλικότης τών άσβεστολίθων αύξάνει έκ δυσμών πρòς άνατολάς. Οί έγκλειόμενοι περιδοτῖται και σπιλῖται έχουν έξασκήσει μικράν μόνον μεταμόρφωσιν έπαφής. Τó κύριον αίτιον τής μεταμορφώσεως δύναται νά άποδοθῆ εις τεκτονικάς έπιδράσεις.

Οί νεοτριτογενείς σχηματισμοί εις την περιοχήν τής πόλεως τών Άθηνών δέν έμφανίζουν μεγάλην έξάπλωσιν. Συναντῶνται ύπό μορφήν έλαφρώς πτυχωμένων, κυρίως όμως κεκλιμένων μαργών και κροκαλοπαγών εις τά νότια τής Πόλεως, μεγαλυτέραν δέ έξάπλωσιν παρουσιάζουν πρòς την κατεύθυνσιν τοϋ Πειραιώς.

Τó Τεταρτογενές καταλαμβάνει τó ήμισυ τής χαρτογραφηθείσης περιοχής, άποτελούμενον έκ πηλών, κορημάτων και συνάγματος εύρίσκεται δέ έντός τών κοιλάδων και εις την δυτικήν κλιτύν τών προλόφων τοϋ Ύμητοϋ. Ή ήλικία αύτῶν τών αποθέσεων άντιστοιχεί εις παγετώδη ή βροχεράν έποχήν τοϋ Ρισίου και Βουρμιόν καθώς έπίσης και εις ένδιαμέσους ξηράς και θερμότερας μεσοπαγετώδεις περιόδους. Παλαιοτεταρτογενές άνευρέθη εις καρστικά έγκοιλα ύπό μορφήν έρυνθροϋ πηλοϋ με φυτικά και ζωικά ύπολείμματα. Αί συνθηκαι τών ύπογείων ύδάτων έξαρτῶνται εύρέως έκ τής επιφανειακής διαμορφώσεως. Διά την σύνταξιν τοϋ ύδρογεωλογικϋ χάρτου, έλλείψει καταλλήλου τοπογραφικϋ ύποβάθρου, έχρησιμοποιήθη πολεοδομικός χάρτης τής περιοχής τών Άθηνών. Οί άσβεστολίθοι τής λοφώδους ζώνης είναι πτωχοί εις ύδωρ. Ή επί τών μεγαλυτέρων όμως άσβεστολιθικών έμφανίσεων, όπου άπαντούν κατά τó μάλλον ή ήττον όλα τά καρστικά φαινόμενα, παρουσιάζεται καρσικόν ύδωρ εις βαθυτέρους όρίζοντας. Εις την έπαφήν άσβεστολίθων-σχιστολίθων έμφανίζονται έποχιακαί πηγαί έξαρτώμεναι έκ τών βροχοπτώσεων. Ο άθηναϊκός σχιστόλιθος παρουσιάζεται ύδροφόρος, λόγω τής ίσχυρᾶς ρωγματώσεως και τής επιφανειακής άποσαθρώσεώς του. Τó σύναγμα έπίσης προσφέρεται διά την δημιουργίαν ύδροφόρων όριζόντων και μάλιστα εκεί όπου τοϋτο παρουσιάζει μέγα πάχος και δέν έμφανίζεται συνεκτικόν, όπως π. χ. εις την κοιλάδα τοϋ Κηφισοϋ.

Τó έδαφος θεμελιώσεως δύναται νά ύποδιαιρεθῆ εις συνεκτικά και χαλαρά πετρώματα. Ή άντοχή τών πετρωμάτων έλαττοϋται άπό τούς άσβεστολίθους πρòς τούς σχιστολίθους με ένδιάμεσον κατάστασιν τάς άσβεστολιθικάς μάργας. Οί ήφαισιτῖται και οί ψαμμῖται εις έλαχίστας θέσεις έπηρεάζουν τó έδαφος θεμελιώσεως. Τά επί τοϋ άθηναϊκού σχιστολίθου εύρισκόμενα κορή-  
Ψηφιακή Βιβλιοθήκη "Θεόφραστος" - Τμήμα Γεωλογίας, Α.Π.Θ.

ματα, τὰ ὁποῖα συχνάκις παρουσιάζουν σημαντικὸν πάχος, καθὼς καὶ τὸ ὕδωρ τὸ εὐρισκόμενον εἰς τὴν ἀποσαθρωμένην ζώνην εἶναι μεγάλης σημασίας διὰ τὴν θεμελίωσιν. Τὰ χαλαρὰ πετρώματα, κυρίως τῶν τεταρτογενῶν ἀποθεμάτων, δύνανται νὰ κατολισθαίνουν ὅταν εὐρίσκωνται εἰς κεκλιμένην θέσιν, περαιτέρω δὲ ταῦτα περιέχουν ἐνοστρώσεις εὐαισθήτους εἰς καθιζήσεις, εἰς τρόπον ὥστε νὰ εἶναι ἀπαραίτητα λεπτομερῆ πληροφοριακὰ στοιχεῖα, κατὰ τὰς μελέτας θεμελιώσεων.

## L I T E R A T U R

- KIESSLINGER, A. (1933).— Die Akropolis-Überschiebung in Athen.— *Zentralbl. Min. Geol. u. Pal.*, Abt. B, 276-280, Stuttgart.
- KOBER, L. (1929).— Beiträge zur Geologie von Attika.— *Sitz. Ber. Akad. d. Wiss.* 138 299-326, Wien.
- LEPSIUS, R. (1893).— Geologie von Attika, Berlin.
- MARINOS, G., KATSIKATSOS, G., GEORGIADIS - DIKEOULIA, E. & MIRKOU, R. (1971).— The Athen's Schists Formation.— I. Stratigraphy and Structure, *Ann. Géol. Pays Hellén.* **23**, 183-216, Athènes 1971.
- NASSE, R. (1882).— Bemerkungen über die Lagerungsverhältnisse der metamorphen Gesteine in Attika.— *Zeitschrift d. Deutsch. Geol. Ges.* **34**, 151-155, Berlin.
- NEGRIS, PH. (1912).— Sur l'âge des schistes d'Athènes.— *C. R. de l'Ac. d. Sc.* **154**, 1838-1840, Paris.
- PARASKEVOPOULOS, G. M. (1963).— Die Umrandung des attisch-kykladischen Massivs im Gebiet zwischen Pentelikon-und Parnesgebirge.— *Ann. Géol. Pays Hellén.* **14**, 305-323, Athènes.
- PETRASCHEK, W. E. & MARINOS, G. (1953).— Zur Geologie von Süd-Attika.— *Kober-Festschr.*, Univ. Wien.
- RENZ, C. (1909).— Zur Geologie Griechenlands.— *Habil.-Schr.*, 1-150, Breslau.
- SINDOWSKI, K. H. (1949).— Der geologische Bau von Attika.— *Ann. Geol. Pays Hellén.* **2**, 163-218, Athènes.
- SINDOWSKI, K. H. (1950).— Zur Geologie des Lykabettos - Turkovuni - Gebietes bei Athen.— *Ann. Geol. Pays Hellén.* **3**, 11-21, Athènes.
- TRIKKALINOS, J. K. (1953).— Beiträge zur Erforschung des tektonischen Baus Griechenlands: Über das Alter und den tektonischen Bau des Lykabettosgebiets.— *Ann. Geol. Pays Hellén.* **5**, 42-50, Athènes.
- TRIKKALINOS, J. K. (1953).— Beiträge zur Erforschung des tektonischen Baus Griechenlands: Über das Alter der metamorphen Gesteine Attikas.— *Ann. Geol. Pays Hellén.* **5**, 193-198, Athènes.