

GEOLOGIE DER SOMA DAĞLARI

R. BRINKMANN, R. FEIST, W. U. MARR, E. NICKEL, W. SCHLIMM und H. R. WALTER

Ege Üniversitesi, İzmir

ZUSAMMENFASSUNG. — Das bergwirtschaftlich wichtige Braunkohlen-Gebiet der Soma Dağları südlich der Stadt Soma (Vil. Manisa) wurde auf Grund einer neuen stratigraphischen Gliederung geologisch im Masstab 1:25 000 kartiert. Der Unterbau besteht aus jungpalaozoischen Grauwacken und aus Kalken des Oberjura. Die alpidische Tektogenese schuf ein Bruchfalten-Gebirge, das im Alttertiar zu einem hügeligen Gelände modelliert war. Etwa vom Helvet ab wurde diese Landschaft eingedeckt, anfangs von fluviatilen und limnischen Ablagerungen mit eingeschalteten Kohlenflözen, vom Pliozan an zunehmend von andesitischen Tuffen und Deckenergüssen. Die Herausbildung des heutigen Reliefs begann im jüngeren Pliozan. Das Haupt-Braunkohlen-Flöz verdankt seine Entstehung dem Zusammentreffen mehrerer günstiger Umstände. Es bildete sich in einer vorneogenen Niederung, die im Miozan zu einem tektonischen Senkungsfelde wurde.

EINLEITUNG

Das Gebiet von Soma (Vil. Manisa) liegt 100 km nordöstlich von Izmir und 50 km von der Agaischen Küste entfernt (Abb. 1). Südlich der Stadt erstreckt sich in nord-stidlicher Richtung ein Bergzug, die Soma Dağları. Er wird von Norden her auf drei Seiten durch das breite Tal des Bakır Çay umfasst, zu dem alle Nebentaler entwässern. Diese lösen den Bergzug in einzelne Gipfel auf, die sich im Çamlıca Dağ bis 1211 m erheben. Die starken Höhenunterschiede verleihen der Landschaft, wie schon der erste Erforscher, A. Philippson (1910), vermerkte, einen alpinen Zug. Er erkannte auch bereits, dass sich am Aufbau des Bergzuges drei Haupt-Gesteinsgruppen, Grauwacken, Kalke und Tertiarschichten, beteiligen, alle tektonisch beträchtlich gestört. Ein Besuch durch Chaput (1936: 210) erbrachte wenig Neues. Etwas später lieferte Kleinsorge (1941) die erste eingehende Darstellung des Gebiets. Jungpalaozoische Grauwacken und mesozoische Kalke werden unterschieden, das Neogen in eine Reihe von Stufen gegliedert. Die Lagerungsverhältnisse werden als das Ergebnis einer mehrphasigen Faltung und Schuppung gedeutet. In jüngster Zeit hat Nebert (1959, 1960) in leider unveröffentlicht gebliebenen Arbeiten die Stratigraphie des Tertiars verfeinert und genauere Karten-Aufnahmen ausgeführt.

Kleinsorge wie Nebert waren durch die Braunkohlenfunde in den Soma Dağları zu ihren Untersuchungen angeregt worden. In neuerer Zeit hat sich der Bergbau bemerkenswert entwickelt. Drei grossere und mehrere kleinere Gruben fördern jetzt jährlich etwa 1 1/2 Mill. t Braunkohle.

Die wissenschaftlichen und praktischen Fragen der Soma Dağları veranlassten uns zu einer neuen Durchforschung. Die Feldarbeiten wurden durch R. Feist, W. - U. Marr, E. Nickel, W. Schlimm, H. R. Walter in den Jahren 1965/66 ausgeführt. Hierbei wurden wir von den Bergbau-Unternehmen, der Garp Linyit işletmesi, der

Karolin Madencilik L.S. (Direktor Cemal Hünel) und insbesondere der Emaş (Ege Madencilik A.Ş., Direktor Nadir Hakkı Önen) in vieler Hinsicht unterstützt. Bei der Bestimmung der gesammelten Fossilien erfreuten wir uns der Hilfe der Herren L. Benda—Hannover (Tertiäre Sporen u. Pollen), R. Birenheide—Frankfurt (Jura-Korallen), H. Bolli—Zürich (Jura-Protozoen), E. Flügel—Darmstadt (Kalkalgen), F. Gramann—Hannover (Jura-Ostrakoden), W. Langer-Bonn (Jura-Foraminiferen), G. Lüttig—Hannover (Tertiäre Ostrakoden), K. J. Müller—Bonn (Conodonten), W. Riegel—Bonn (Tertiäre Sporen u. Pollen), R. Schröder—Bonn (Jura-Foraminiferen), A. Siehl—Bonn (Permkarbone Foraminiferen), B. Ziegler—Berlin (Jura-Ammoniten), A. Zilch—Frankfurt (Tertiäre Gastropoden). Herr D. Reinsch—Bonn sah Gesteinsschliffe, Herr E. Stach—Krefeld Kohlenanschliffe durch. Für Erörterungen sind wir Herrn W. Bierther—Bonn, für Literaturvermittlung Herrn Ü. Tümer—Ankara verpflichtet. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft und der Araştırma İşleri Kurulu der Ege Üniversitesi unterstützten die Feldarbeiten. Allen Genannten gilt unser Dank.

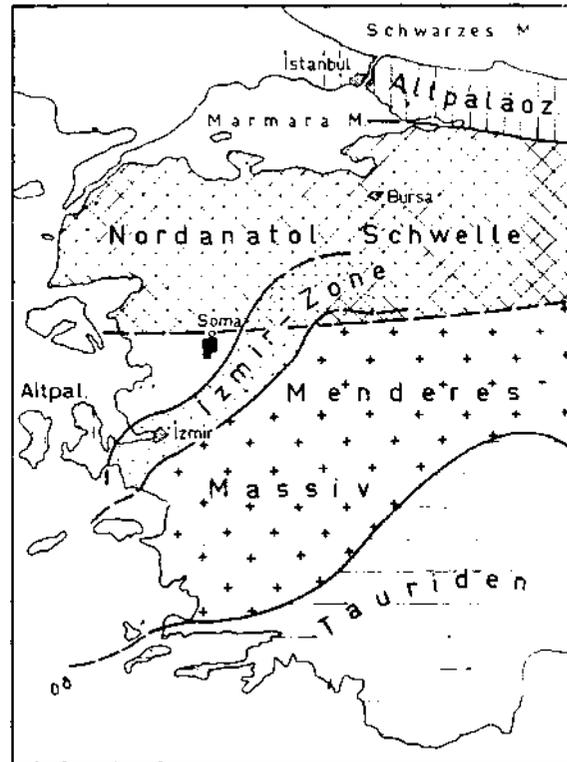


Abb. 1 - Geotektonische Übersichtskarte von West-Anatolien mit Angabe des Untersuchungsgebietes (schwarz).

Für Erörterungen sind wir Herrn W. Bierther—Bonn, für Literaturvermittlung Herrn Ü. Tümer—Ankara verpflichtet. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft und der Araştırma İşleri Kurulu der Ege Üniversitesi unterstützten die Feldarbeiten. Allen Genannten gilt unser Dank.

SCHICHTFOLGE

PALÄOZOIKUM

Grauwacken- Schiefer-Folge

Die ältesten erschlossenen Schichten des Gebiets bauen sich aus einer flysch-ähnlichen Wechsellagerung vorwiegend klastischer Gesteine auf. Den Hauptanteil stellen grünlich-graue Grauwacken. Sie bestehen aus eckigen Körnern von 50-65 % Quarz, etwas Glimmer, 10-25 % Feldspat, 10-20 % Fragmenten von Sandstein, Schiefer und Magmatiten, sowie 10-20 % einer tonig-kieseligen, seltener karbonatischen Matrix. Übergänge einerseits in Arkosen, andererseits in Feldspatsandsteine kommen vor. Die dm- bis m-dicken Grauwackenbänke sind z.T. gradiert. An ihrer Basis vergrößern sie sich zuweilen zu Konglomeraten, die 1/2-4 cm grosse Gerolle von Quarz, Feldspat, Kalkstein, Grauwacke, Tonschiefer, Kieselschiefer, Phyllit und Glimmerschiefer führen. Zwischen den Grauwackenbänken lagern schwarze, mattglänzende Tonschiefer in cm- bis dm-, selten m-starken Paketen.

Schichtfolge in den Soma Dağları

Quartär		Quelltuffe, Alt. Hangschutt
		20 m Basalt - Decken
c e e o e z	Pliozän	Oberes
		Unteres
		(Pannon)
	Miozän	Sarmat
		Torton
		Helvet
		Burdigal
		Aquitän
Alt -Tertiar		
Kreide		
Jura	Oberer	
	Mittlerer	
	Unterer	
Trias		
Perm		Kalk ?
Karbon		> 300 m Grauwacken - Schiefer - Folge

Örtlich treten in ihnen bis 10 cm dicke Linsen von dichten schwarzen Kalken auf. Die Mächtigkeit der Grauwacken-Schiefer-Folge ist wegen tektonischer Störungen nicht messbar, aber auf mindestens 200-300 m zu schätzen.

Verstreut kommen, besonders bei Dereköy, Taşdibi und Tarhala, bis 10 m messende Lager von stark zersetzten dunkelgrünlichen basischen Vulkaniten und Tuffen vor. Es handelt sich meist um Andesite mit Einsprengungen von Plagioklas, daneben auch Hornblende, Biotit, und einer ophitischen Grundmasse.

Die Tonschiefer und Kalke erwiesen sich als fossilleer. In der Grauwacke fanden sich ausser Pflanzenhäcksel einzelne Foraminiferen und Echinodermenreste, was auf marine Bildungsbedingungen schliessen lässt.

Bemerkenswert sind die faust- bis kopfgrossen Kalkgerölle, ja bis m-grossen Kalkblöcke, die teils in den Grauwacken, teils in den Tuffen eingestreut auftreten. Sie sind recht mannigfaltig :

Grauer Kalk im Tuff, 1 km nordöstl. v. Kozanlı

Palmatolepis serrata Hinde

Palmatolepis marginifera Ziegler

Alter : Oberdevon II - III.

Grauer Kalk in Grauwacke, 1,5 km nordöstl. v. P. 1109

Gnathodus semiglaber Bischoff

Alter : Unterkarbon II - III.

Grauer Kalk im Tuff, 200 m östl. Tarhala

Anthracoporella spectabilis Pia

Macroporella maxima Endo

Oligoporella expansa Endo

Pseudoepimastopora penunda Endo

Gaarwoodia gregaria (Nich.)

Ungdarella uralica Maslov

Alter : Mittelperm (etwa Artinsk).

Die lithologische und stratigraphische Mannigfaltigkeit der Gerolle und Blöcke spricht dafür, dass sie sich auf sekundärer Lagerstätte befinden. Damit erlauben sie den Schluss, dass der Absatz der Grauwacken-Schiefer-Folge bis ins mittlere Perm anhielt, aber schon im Karbon begonnen haben mag.

Permkalk-Folge

Am Nordwesthang des Çamlıca (in 530 m Höhe am Efek Tepe) fand sich ein kleines Vorkommen von dunkelgrauem, etwas pisolithischen Kalk inmitten von Grauwacken. Die Fossilführung umfasst

Reste von Kalkalgen, Mollusken, Crinoiden

Palaeotextulariiden

Alter : Oberkarbon-Mittelperm

Der Aufschluss ist unzureichend, aber es handelt sich doch wohl um eine tektonisch eingeklemmte Scholle, nicht um einen eingebetteten Block. Trifft dies zu, so müsste unter Rücksicht die stratigraphische Grenze Grauwacken-Schiefer-Folge/Permkalk-Folge etwa ins Mittelperm fallen.

In früherer Zeit waren Permkalke im Umkreis des Gebiets offenbar weit verbreitet. Kleinsorge (1941: 37) fand bei Deliimamlar im Basalkonglomerat des Oberjura Gerolle mit fraglichen Fusulinen. In den neogenen Konglomeraten sind Permkalkgerölle nicht selten.

MESOZOIKUM

Jura

Die höchsten Gipfel des Gebiets sind aus einer geschlossenen Kalkfolge aufgebaut, die sicher 400 m Mächtigkeit erreicht. Das Gestein ist hell- bis dunkel-

grau, zuweilen rötlich, dicht bis zuckerkörnig, dickbankig bis massig. Gelegentlich führt es Hornsteinlagen, stellenweise ist es dolomitisiert.

Nur der tiefste Teil des Juraprofils ist gesteinsmässig mannigfaltiger. Am Nordfuss und Westhang des Çamlıca stehen plattige dunkelgraue bituminöse Kalke an, die stellenweise fast ganz aus Ostrakoden-Schalen bestehen. Die Jura-Basis selbst ist südlich Tarhala gut erschlossen (Abb. 2) :

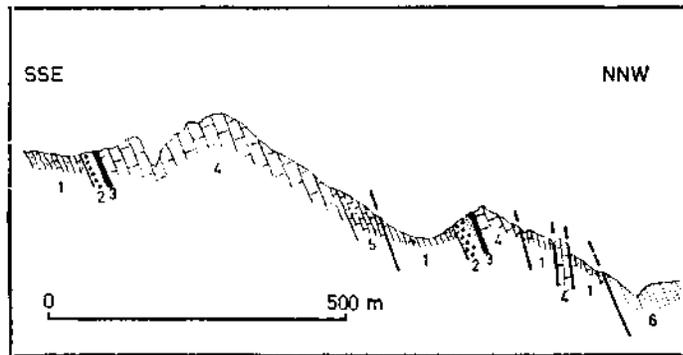


Abb. 2 - Verschuppung südlich Tarhala (nach H.R.W.).

- 1 - Grauwacken-Schiefer-Folge
- 2 - Konglomeratische Mergel (Jurabasis)
- 3 - Rote Mergelkalke und Radiolarite
- 4 - Helle bankige Oberjura-Kalke
- 5 - Plattige Mergelkalke (? Unterkredie)
- 6 - Neogen

Graue Kalke

5 m Meist rote Radiolarite, voll von Radiolarien, seitlich übergehend in rote Mergelschiefer mit Belemniten

einige m Blassrote Kieselkalke

15-20 m Grünlichgraue Mergel u. Mergelkalke mit Gerollen von Kalken u. Vulkaniten

Grauwacken-Schiefer-Folge

Auch am Nordhang des Çamlıca tritt mehrfach das Basalkonglomerat zutage.

Folgende stratigraphisch belangvolle Funde liegen aus dem Jurakalk vor :

- Ophthalmidium* sp.
- Quinqueloculina* sp.
- Involutina* sp.
- Aulotortus sinuosus* Weynsch.
- Trocholina* sp.
- Calpionella alpina* Lor.
- Calpionella elliptica* Cad.
- ?*Crassicularia* sp.
- Caryophyllia* sp.
- Donacosmilia* sp.
- Thecosmilia* sp.

Thanmasteria sp.
Montlivaltia sp.
 Zeilleriacea
 Cyclothyridinae
Entolium cf. *cingulatum* Goldf.
 ? *Diceras* sp.
 Hastatinae
Lytoceras (*Thysanolytoceras*) sp.
Perisphinctes sp.
Phylloceras sp.
 Dasycladaceae
 Solenoporaceae

Das Oberjura-Alter der Kalke ist damit gesichert. Wenn man in Betracht zieht, dass der *Perisphinctes* den Formen des Oxford nahesteht und die Calpionellen die Grenzschichten zur Kreide kennzeichnen, so besteht die Möglichkeit, dass der ganze Oberjura vertreten ist.

Kreide

Sogar ist damit zu rechnen, dass die Kalkfolge stellenweise bis in die Unterkreide hinaufreicht. Dafür gibt es folgende Hinweise. Am Südwesthang des Çamlıca fand sich ein Kalk mit *Baccinella irregularis* Rad., einer ? Hydrozoe, die vom Oberjura bis ins Barreme verbreitet ist. Bei Tarhala folgen im Hangenden der dickbankigen Jurakalke 50 m dünnplattige graue Mergelkalke. Sie sind fossil-leer, aber der nordwest-anatolischen Unterkreide-Fazies recht ähnlich.

KÄNOZOIKUM

Schichtfolge des Tertiärs

Im Gegensatz zu den Gesteinen des paläozoisch-mesozoischen Unterbaus sind die tertiären Sedimente wenig verfestigt, oft noch völlig locker. Sie nehmen daher überwiegend das Hügelland und die Niederungen ein. Alttertiär ist nur bei Gebeier, 20 km östlich Soma, bekannt. Alle tertiären Bildungen des Gebiets gehören dem Neogen an und lassen sich im Anschluss an Kleinsorge (1941) und Nebert (1959, 1960) wie folgt lithologisch gliedern.

Basalfolge. — Das Neogenprofil beginnt mit Schottern und Blockkonglomeraten geringen Rundungsgrades, mürben grünlichen Kalksandsteinen, und grauen sandigen Tonen mit Kieslagen. Der Stoff ist dem älteren Untergrund entnommen, die Gerolle bestehen aus Grauwacken, Kieselschiefer, Kalk, Radiolarit, Toneisenstein. Ihre Korngrösse vermindert sich von Osten gegen Westen und Südwesten beträchtlich. Auch die Mächtigkeit der ganzen Folge schwankt stark, meist liegt sie zwischen 20 und 100 m. Die Basalfolge tritt nur dort auf, wo Paläozoikum das Liegende bildet, auf Jura-Untergrund fehlt sie durchweg.

Unteres Braunkohlen-Flöz (Hauptflöz). — Die Basalfolge geht nach oben in tonige Flöz-Liegendschichten, öfters mit verkieselten Baumstubben, und diese in

Kohle über. Es handelt sich um eine entwässerte und verdichtete, stark vergelte Glanzbraunkohle. Sie wird mit rd.

- 40 % Teer
- 45 % gebundenem Kohlenstoff
- 5-15 % Asche
- 10-16 % Wasser
- 4600 Kcal/kg Heizwert

gefördert. Fast über das ganze Profil sind Planorben-Lymnaeen-Schill-Lagen, Mergellinsen und Toneisenstein-Konkretionen verteilt. Nahe der Hangendgrenze des Flözes treten ein oder auch mehrere, bis 20 cm dicke helle Tuff-Horizonte mit frischem Plagioklas, Biotit und Quarz auf. Die Mächtigkeit des Flözes beträgt im Garp L. I.-Tagebau 22 m. Nach Norden gegen Soma geht sie auf 3 m zurück. Auch nach Süden verringert sie sich, schwillt aber im Felde Emaş nochmals bis auf 14 m an. Nördlich Eynez keilt die Kohle ganz aus. Das Hauptflöz ist i. allg. nur dort entwickelt, wo es von der Basalfolge — und damit von Paläozoikum — unterteuft wird. An den wenigen Stellen, an denen es auf Jura übergreift, dünnt es rasch aus.

Mergel-Kalk-Folge. — Mit scharfer Grenze wird das Hauptflöz von einer standfesten, hell anwitternden Folge überlagert. Im tieferen Teil sind es frisch blaugraue, bankige bis plattige Mergel, nach oben gehen sie in bräunlichgraue gutgebankte mergelige Kalke über. Die unter starken Schwankungen im Mittel 150m mächtigen Schichten enthalten häufig Ostrakoden, Süßwasser-Gastropoden, Blätter und Früchte. Gegen den ehemaligen Beckenrand wechselt die Fazies. Rötliche Farben, knollige Algenkalke, Oolithkalke und plattige Schillkalke stellen sich ein, beim Übergreifen auf Mesozoikum sogar grobe Kalk-Konglomerate.

Mittleres Braunkohlen-Flöz. — Nach Absatz der Mergel-Kalk-Folge kam es erneut zur Kohlenbildung, doch wurden bauwürdige Mächtigkeit und Beschaffenheit selten erreicht. Die von tonigen Zwischenmitteln durchsetzte Glanzbraunkohle weist meist 4-6 m Dicke, 10-20 % Asche und einen Heizwert von höchstens 2800 Kcal/kg auf.

Sand-Ton-Folge. — In diesem Schichtglied wechseln bräunliche glimmerreiche, z.T. schräggeschichtete Sande, mürbe Sandsteine, feine Quarzkiese, rotbraune und grünliche sandige Tone derart miteinander, dass die Korngrösse vom Liegenden zum Hangenden im ganzen abnimmt. Fossilien sind selten. Die wenig widerständigen Ablagerungen neigen zu Rutschungen. Ihre Mächtigkeit schwankt stark, liegt aber meist zwischen 20 und 120 m. Wahrscheinlich ist die Folge nach einer Hebung- und Erosionsphase auf unebenem Grund abgesetzt worden.

Oberes Braunkohlen-Flöz. — Durch seine weite Verbreitung bildet es einen guten Leithorizont, wirtschaftlich ist es dagegen bedeutungslos. Meist besteht es aus 1/2-1 m tonreicher Kohle, nur bei Eynez erreicht es 5 m Dicke.

Tuff-Mergel-Folge. — Sie besteht in ihrem tieferen Teile aus einem Wechsel schwach tuffitischer grauer und gelblicher Mergel, blättriger kohligter Mergel sowie hellgrauer Kristall- und Bimstufte. Der vulkanische Stoff ist andesitisch; Plagioklas ist verbreitet, Biotit und Hornblende seltener, Quarz sehr spärlich. Zum Hangenden nimmt der Anteil der Tuffe ab. Dafür stellen sich im südwestlichen Teil des

Gebiets zunehmend Sandstein- und Konglomeratbänke ein. Die geringe Rundung und der Geröllbestand (Grauwacke, Jurakalk, etwas Permkalk) deutet auf die Berge südlich Kınık, 20 km westlich der Soma Dağları, als Liefergebiet. Die Folge ist im Norden 20-150 m, im Südwesten bis 450 m mächtig, hier entfallen auf die gröberklastische Fazies 70-300 m.

Kieselkalk-Folge. — Es sind gutgebankte verschiedenfarbige, meist weisse oder gelbliche Kalke mit bunten kieseligen Knollen und Lagen von etwa 150 m Mächtigkeit. Pulmonaten-Gehäuse, oft ebenfalls verkieselt, sind schichtweise häufig. Nebert (1959) beschreibt die Kieselbildungen genauer und möchte sie auf postvulkanische Vorgänge zurückführen. Doch dürfte die damalige Roterde-Verwitterung genügend Kieselsäure freigesetzt haben. Wo die Folge auf Jura übergreift, geht sie in lebhaft rotgefärbte, löchrige Kalke über, die fast-ganz aus Schneckenschalen bestehen.

Brockentuff-Folge. — Über den Kieselkalcken lagern erneut Tuffe, und zwar grobe Agglomerate mit dm- bis m-grossen Blöcken im Wechsel mit feinen hellen Tufflagen. Die petrographische Mannigfaltigkeit ist gering, es handelt sich um Biotit- oder Pyroxen-Andesite mit kryptokristalliner bis glasiger Grundmasse. Die Folge ist nur im Westen des Gebietes mit etwa 100 m Dicke erhalten. Sie bildet das Liegende der Andesit-Decken, die im Umkreis der Soma Dağları die neogene Schichtserie krönen. Einige hierher gehörige Hornblende-Andesit-Gänge trifft man im Südwesten des Gebietes an.

Stratigraphische Einstufung der Tertiär-Schichten

Aus ihren Fossilfunden hatten schon Philippson (1910: 69) und Kleinsorge (1941 : 41) ein miozänes Alter des Tertiärs der Soma Dağları abgeleitet. Neue horizontmässige Aufsammlungen von Ostrakoden ergaben

für die Mergel-Kalk-Folge

Reginacypris subaequalis variabilis (Mehes)
Miocyprideis janoscheki Kollmann
Candona steinheimensis Sieber
Candona cf. *procera* Sträub
Candona cf. *praecox* Sträub
Candona ex aff. *lodonensis* Pokorny
Candona ex aff. *rostrata* Brady & Norman
Cypria ophthalmica (Jurine) Brady & Norman
Schuteridea rhombus (Egger) Kollmann
Darwinula sp.
Cyprinotus sp.
Metacypris sp.
Cyprideis sp.
Haplocytheridea sp.

Alter: Torton

für die Tuff-Mergel-Folge

Iliocypris tribullata Lienenklaus
Candona sp.

Alter: Unterpliozän (Pannon)

An Mollusken wurden, meist von Kleinsorge, in der Mergel-Kalk-Folge gesammelt:

Bithynia phrygica Fischer
Helix cf. *phrygomysica* Oppenheim
Ena sp.
Pupilla sp.
Succinea sp.
Lymnaea sp.
Planorbis cornu Bergt.
Planorbis cf. *nilidus* Müller

Die palynologische Untersuchung ergab nach Herrn Dr. L. Benda, dass sich das Soma-Neogen recht gut in das von ihm entwickelte Gliederungsschema des türkischen Jungtertiärs einordnen lässt. Danach steht das Pollenbild des Unterflözes zwischen den Pollenbildern von Kale (Burdigal-Helvet) und Eskihisar (Torton-? Sarmat), wäre folglich in das mittlere (bis höhere?) Miozän einzuordnen. Das Pollenbild des Oberflözes zeigt dagegen jüngere Züge als die oben genannten. Es dürfte aber andererseits noch etwas älter als das von Yatağan (Pannon s. str. = Pikermien) sein. Als Einstufung ergibt sich hieraus höchstes Miozän (bis Basis Pliozän).

Die ökologischen Verhältnisse erläutert Herr Dr. W. Riegel an Hand seiner Tabelle wie folgt. Die Pollengemeinschaften des Unterflözes und Mittelflözes sind wohl grossenteils aus Laubwäldern der höherliegenden Randgebiete eingeweht. Sie können daher die von Riedmooren bedeckten zentralen Teile des Moores charakterisieren, aber auch die unmittelbare Nähe der Randgebiete anzeigen. Demgegenüber deuten die Pollengemeinschaften mit reichlich *Taxodium*-Pollen auch stets auf *Taxodium*-Bestände in unmittelbarer Nachbarschaft hin. Sie dürften eine Zwischenstellung zwischen den offenen zentralen und den randlichen Teilen des Moores eingenommen haben. Beachtenswert ist die relativ starke Vertretung der Riedmoorelemente (monoporater und Ovoidites-Typ) im Unterflöz.

Quartär

Leicht diskordant den Tertiärschichten auflagernd, treten im mittleren und südöstlichen Teil des Gebiets Erosionsreste von Basaltdecken auf. Es sind sehr frische Gesteine, östlich Garp L. I. Olivinbasalt, südlich Adil Trachybasalt. Sie lassen nach Erhaltung und Lagerung ein oberpliozänes bis altquartäres Alter vermuten.

Am Çamlıca lassen sich zwei Hangschutt-Bildungen unterscheiden, ein älterer, sehr gleichkörniger Feinsplitt, vielleicht unter pleistozänem Frostklima entstanden, und ein junger Blockschutt. Die Quellsinter-Terrassen bei Tarhala und Kozanlı, die hoch über den heutigen Talböden-, enden, dürften gleichfalls dem Pleistozän entstammen.

Pollenflora der Braunkohlenflöze in den Soma Dağları

Formtypus	Botanische Affinität	Unter- flöz		Mittel- flöz	Ober- flöz
		A	B		
Farnsporen :					
<i>Laevigatisporites cf. haardti</i>	Polypodiaceen	1	2	—	12
Gymnospermenpollen :					
<i>Inaperturopollenites hiatus</i>	Taxodium	2	44	12	34
<i>Inaperturopollenites sp.</i>	Gymnosperme?	10	3	7	3
<i>Pityosporites cf. microalatus et labdacus</i>	Pinaceen	3	6	18	40
Dikotylenpollen :					
<i>Triatriopollenites cf. bituitus</i>	Myrica	—	5	1	1
<i>Triporopollenites coryloides</i>	Corylus	1	1	1	—
<i>Substriporopollenites sp.</i>	Carya	2	1	—	—
<i>Intratriporopollenites sp.</i>	Tilia	—	—	—	1
<i>Polyporopollenites carpinoides</i>	Carpinus	1	—	1	—
<i>Polyporopollenites undulosus</i>	Ulmus	1	4	—	—
andere triporate Typen	Cupuliferen?	1	—	—	1
<i>Tricolpopollenites henrici</i>	Quercus	3	1	9	—
<i>Tricolpopollenites microhenrici</i>	Quercus	11	6	5	—
<i>Tricolpopollenites liblarensis fallax</i>	Cupulifere?	—	3	—	—
<i>Tricolpopollenites cf. cingulum</i>	Castanea	9	11	21	—
<i>Tricolpopollenites megaexactus</i>	Cyrilla	—	—	3	—
<i>Tricolpopollenites cf. retiformis</i>	Salix	1	—	—	—
Compositen-Typ	Composite	—	—	—	1
andere tricolp(or)ate Typen	?	9	—	1	—
Monokotylenpollen :					
monoporate Typen	Gramineen	6	—	1	—
monocolpate Typen	Cyperaceen	—	—	—	—
	Palmen?	3	—	8	—
Sonstige :					
Ovoidites-Typ	Unbekannte Monokotyle?	17	—	1	—
unbekannt oder nicht identifizierbar		19	13	11	7
Summe		100	100	100	100

Probenentnahme :

- für Unterflöz A : zwischen Soma und Tarhala
- für Unterflöz B : zwischen Emaş, und Eynez
- für Mittelflöz : zwischen Emaş und Eynez
- für Oberflöz : 3 km südöstlich Soma

TEKTONISCHER BAU (Tafel I u. II)

Die Soma Dağları sind im grossen wie im einzelnen von Linien beherrscht, die vorwiegend NE- bis NNE-Richtung aufweisen, nur im südlichen Teil des Gebiets lenken sie in SSE-Streichen um. Die Lagerungsverhältnisse sind einfach, weder der von Kleinsorge (1941: 53) angenommene intensive Schuppenbau noch die Überschiebungs-Tektonik von Nebert (1960) Hessen sich bestätigen.

Das Paläozoikum ist derart stark beansprucht, dass die Lagerung auf engstem Räume wechselt. Im ganzen findet man NNE-Streichen bei mittleren bis steilen Fallwinkeln.

Die Gesteine des *Jura* sind weit weniger tektonisch beeinflusst als die des Paläozoikums. Zur Hauptsache dürfte dieser Unterschied durch ein disharmonisches Verhalten beider Serien bedingt sein. Fast überall, wo erschlossen, ist die Grenze Kalk/Grauwacke zu einer Bewegungsfläche geworden, auf der die Radiolarite der Jurabasis als Schmiermittel dienen. Verschuppungen und kleine Aufschiebungen sind in diesem Horizont verbreitet (Abb. 2). Der ursprüngliche Kontakt zwischen Paläozoikum und Mesozoikum ist daher fast nirgends erhalten. Da aber der Jura durchweg der Grauwacken-Schiefer-Folge auflagert, jedoch an einem Punkte Perm-kalk erhalten zu sein scheint, so ist mit einer Diskordanz zu rechnen.

Insgesamt fallen die Jura-Schichten flach bis mittelsteil ein und bilden weit-spännige Beulen, die durch Längs- und Querverwerfungen zerlegt werden. Westlich Deliimamlar z.B. streichen die Faltenachsen 25-40°, die Brüche 20° bzw. 105-125°.

Das *Tertiär* ist wesentlich ruhiger als sein Liegendes gelagert. Die Hauptphasen der alpidischen Gebirgsbildung hatten sich also in unserem Gebiet in vor-neogener Zeit abgespielt. Winkeldiskordanzen sind daher an der Tertiärbasis öfters erschlossen, am schönsten im Sarp Dere 1 km südöstlich Eynez. Die Tertiärschichten haben meist ein Einfallen von 10-30°, zu stärkeren Aufrichtungen kommt es nur an Störungen. Die Verwerfungen sind durchweg steile Abschiebungen. Harnischstreifen, die mit 15-30°, meist nach Süden, einfallen, sind auf ihnen nicht selten. Sie zeigen, dass die horizontale Bewegungskomponente öfters grösser als die vertikale war. Gelegentlich sind an den N-S-Störungen Laven aufgestiegen, z.B. der Basalt bei Adil. Die tertiären Mergel und Kalke sind sehr regelmässig geklüftet. Meist führen die Fugen, unabhängig von ihrer Richtung, Mineralbeläge von Calcit und Limonit. Stets sind die Klüfte bankrecht. Die Maxima der Klüftosen weisen im ganzen Gebiet sehr einheitlich nach 10° bzw. 110°. Diese Richtungen kehren auch im Talnetz häufig wieder (Abb. 3 u. 4). Nur in der Nähe grösser Verwerfungen passen sich die Klüfte deren Verlauf an. Die Klüftung ist danach wohl schon in einem sehr frühen Stadium der tektonischen Zerlegung entstanden.

Im ganzen gesehen, bildete sich der tektonische Bau der Soma Dağları in drei Abschnitten heraus. Am Beginn stehen fragliche, auf jeden Fall geringe jungvariszische oder altalpidische Bewegungen. Höhepunkt war die alpidische Bruchfaltung im Jungmesozoikum bis Alttertiär. Die neogen-quartäre Tektogenese brachte nur noch ein Blockschollegefüge hervor. Dagegen waren die jungen epirogenen Verbiegungen von beträchtlichen Ausmass. Sie sind dafür verantwortlich, dass die Höhenlage des Hauptflözes heute Unterschiede von über 800 m aufweist. Die älteren wie die jüngsten Krustenbewegungen folgten der gleichen N-S-Richtung.

VULKANISMUS

Die vulkanische Tätigkeit verteilt sich in unserem Gebiete auf zwei Perioden, das Jungpaläozpikum und das Neogen-Pleistozän.

Die Ablagerung der permokarbonen Grauwacken war von Ergüssen grüner Gesteine begleitet, allerdings nur hier und da. Es sind stark zersetzte Laven und Tuffe von andesitischer, seltener dazitischer Beschaffenheit.

Dann folgte eine lange Pause, die bis ins Miozän hinein anhielt. Die Basalfolge enthält, noch keine jungvulkanischen Anteile. Die ersten feinen Aschen sind

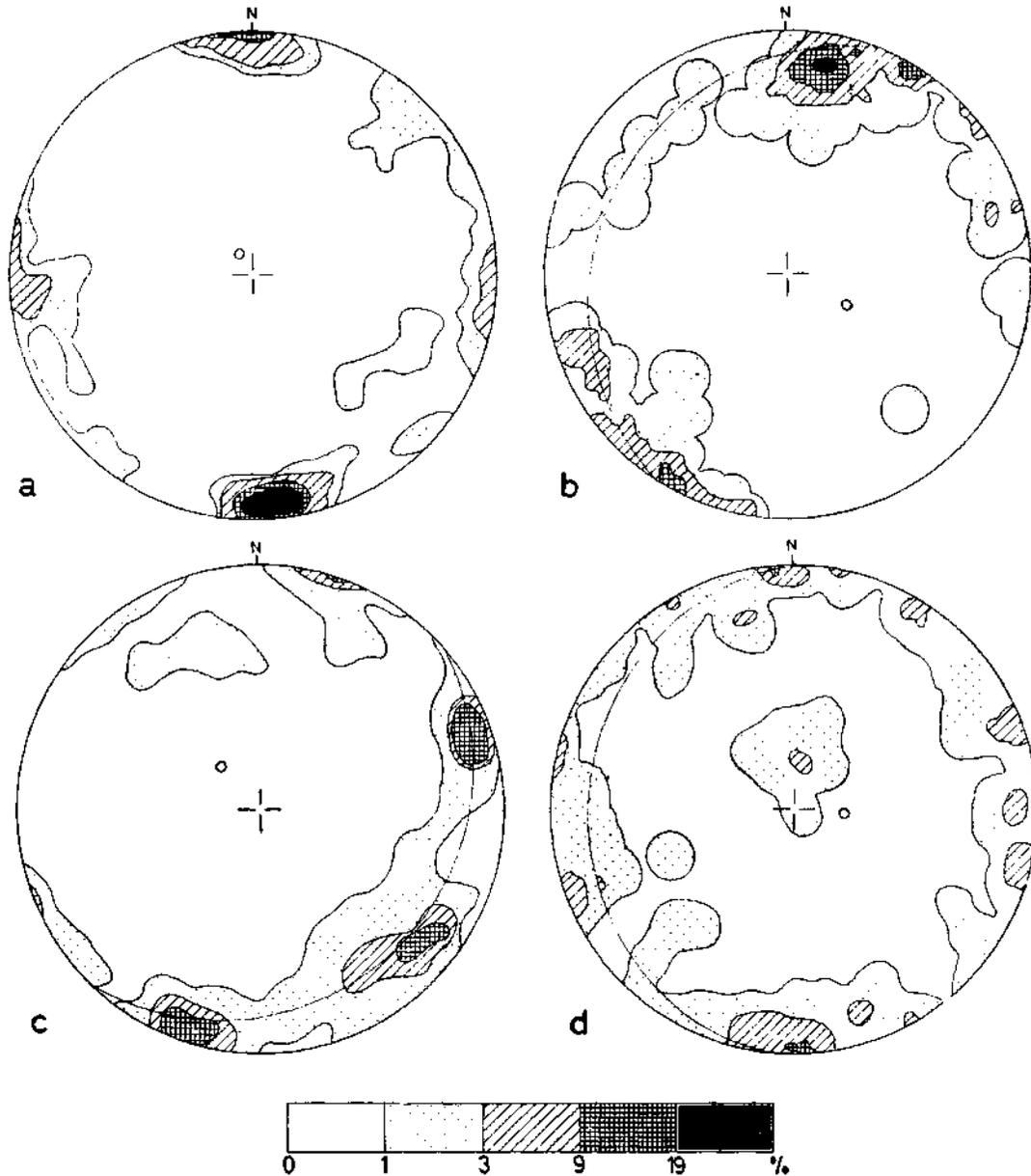


Abb. 3 - Vier Kluftdiagramme aus dem Tertiär der Soma Dağları

a - Mergel-Kalk-Folge, bei Tarhala. 43 Messungen (H.R.W.); b - Tuff-Mergel-Folge, südöstl. Dereköy. 100 Messungen (R.F.); c - Mergel-Kalk-Folge, Grube Ernas. 93 Messungen (W.U.M.); d - Mergel-Kalk-Folge, nördl. Eynez. 100 Messungen W.Sch.).

dem oberen Teil des Hauptflözes eingelagert. Von da ab steigert sich die Menge und Korngrösse der Tuffe. Der Höhepunkt wird im Unterpliozän mit der Förderung grosser Mengen von andesitischen Laven erreicht.

Die jüngsten vulkanischen Bildungen stellen einige Basalte dar, die, wie erwähnt, offenbar auf N-S-Spalten aufgestiegen sind. Sie müssen erheblich jünger als die Andesite sein, denn sie ruhen als Decken den älteren Stufen der neogenen

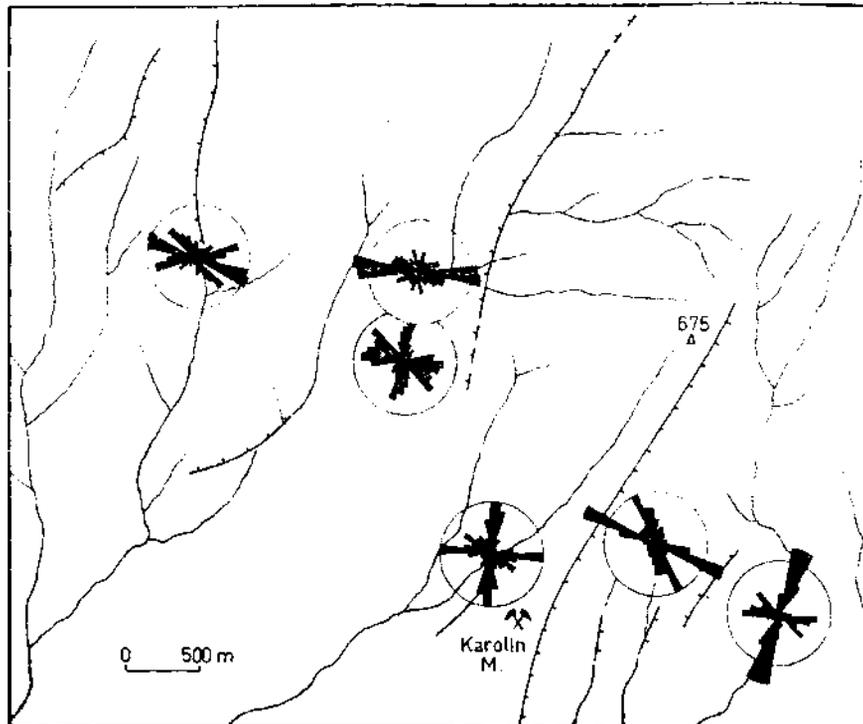


Abb. 4 - Beziehungen zwischen Kluftnetz und Talnetz. Gebiet von Dereköy und Adil (R. F.).

Schichtfolge flach diskordant auf. Zwischen den Andesiten und den Basalten lag also eine längere Zeit der Hebung und Abtragung.

GEOLOGISCHE GESCHICHTE (Abb. 5)

Für das ältere Paläozoikum verfügen wir nur über einzelne mittelbare Hinweise. Dem Bestand der Grauwacken ist zu entnehmen, dass damals kristalline Gesteine, aber daneben auch nichtmetamorphe Kalke in der Umgebung der Soma Dağları anstanden.

Besser wird die Überlieferung mit dem Jungpaläozoikum. Unsere Grauwacken-Schiefer-Folge stimmt lithologisch und stratigraphisch mit den Orhanlar-Grauwacken (Brinkmann 1966 : 609) überein, die in Nordwest-Anatolien verbreitet sind. Als mächtige Ablagerung von Wildflysch-Fazies füllten sie ein Ost-West-gestrecktes Becken, das sich im Oberkarbon (?) auf der Nordanatolischen Schwelle (Brinkmann 1968 : 112) angelegt hatte. Ein Grossteil des klastischen Stoffes dürfte aus dem Norden stammen. Die fossilführenden Devon- und Unterkarbon-Kalkblöcke aber sind wohl von Süden herzuleiten. Hier stehen sie noch heute in nicht allzugrosser Entfernung an, z.B. auf Karaburun. In nördlicher Richtung sind sie dagegen erst auf Kocaeli bekannt.

Zu Beginn des Mittelperms verflachte die Geosyncline. Über den Grauwacken folgten Kalke mit Fusulinen und Kalkalgen. In unserem Gebiet ist davon nur ein fraglicher Rest erhalten. Doch bei Bergama und Kınık sind wie im übrigen Nordwest-Anatolien Permkalke weit verbreitet. Die Soma Dağları gehörten damals

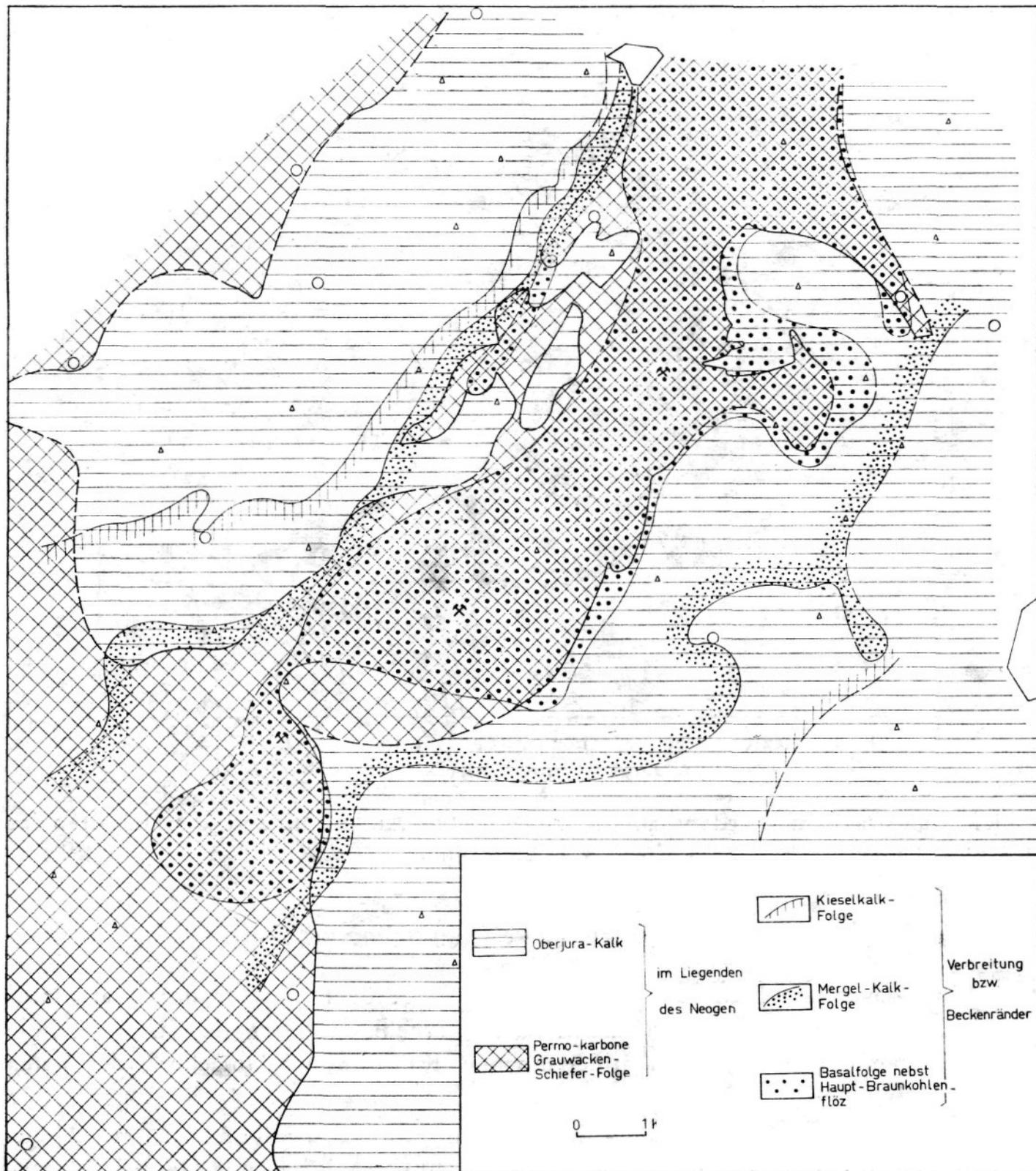


Abb. 5 - Abgedeckte Karte der Soma Dağları.

Mesozoischer und paläozoischer Untergrund des Neogen.
 Sedimentations-Bereich der Basalfolge + Unterflöz (Hauptflöz).
 Beckenränder der Mergel-Kalk-Folge und der Kieselkalk-Folge.

diesem ausgedehnten seichten Meere an. Es hatte jedoch keinen langen Bestand, zu Beginn des Oberperm fiel Nordwest-Anatolien trocken.

Damit begann eine Festlandsperiode, die bis in den Jura andauerte. In dieser Zeitspanne dürften sich tektonogene Vorgänge abgespielt haben, allerdings sind ihre Spuren durch jüngere Bewegungen stark verwischt. Es scheint, dass das Paläozoikum damals in flache, nord-nordöstlich streichende Falten gelegt worden ist.

Mit dem Oberjura, vielleicht schon im obersten Mitteljura, fand eine erneute Überflutung statt. Sie erfasste zur gleichen Zeit ganz Nordwest-Anatolien. Weithin entstanden kalkige Schelfmeer-Absätze, nur die Radiolarite dürften in grösserer Wassertiefe sedimentiert worden sein.

Gegen den Ausgang des Jura oder den Beginn der Kreide zog sich das Meer wieder aus Nordwest-Anatolien zurück. In dieser zweiten Festlands-Periode kam es zu erneuten Gebirgsbildungen, die man als kräftige Bruchfaltung kennzeichnen kann. Damals entstanden die wesentlichen Züge der heutigen tektonischen Struktur: flache Beulen mit Verschuppungen und Fältelungen, mit denen disharmonische Bewegungen zwischen Ober- und Unterbau einhergingen. Linien in NNE-Richtung herrschen vor, sie sind auch für die weitere Umgebung bezeichnend.

Da die Grauwacken gegen die Abtragung weniger widerstandsfähig als die Jurakalke waren, entstand ein Relief, das die Lagerungs-Verhältnisse umgekehrt widerspiegelte. Auf Grauwacken-Aufwölbungen entwickelten sich Talungen, versenkte Schollen von Jurakalk traten als Bergzüge hervor. Diese Beziehungen zwischen Tektonik und Morphologie muss man im Auge behalten, wenn man die Verbreitung des Neogen und die Bildung der Braunkohlenflöze verstehen will. Kleinsorge hat bereits darauf (1941: 51) hingewiesen.

Eine vorübergehende Transgression des Eozän-Meeres hat in unserem Gebiet keine Spuren hinterlassen. Hier setzte die Sedimentation erst im Neogen, etwa im Mittelmiozän ein. Es geschah offenbar im Zuge einer regionalen Senkung, die um dieselbe Zeit weite Teile Anatoliens erfasste. In den Soma Dağları bestand damals eine über dem Grauwacken-Untergrund ausgeräumte Talung, die sich von Soma bis über Eynez nach Süden erstreckte. Ihre Sohle wurde von Osten her mit Sanden und Schottern überdeckt. Auf der Schotterflur breitete sich ein von offenen Wasserflächen durchsetzter Sumpfwald aus. Er hinterliess unter fortschreitender Senkung das wichtige Hauptflöz.

Das Wachstum des Moores fand durch einen plötzlichen Anstieg des Wasserstandes sein Ende. Ein Süßwassersee entstand, dessen Ufer sich über die Verbreitung der älteren Neogen-Schichten hinaus ausdehnten. Diese Erweiterung des Beckenraums schritt durch das ganze Neogen ständig fort. Sie war besonders kräftig zur Zeit der oberen Mergel-Kalk-Folge, der Tuff-Mergel-Folge und der Kieselkalk-Folge. Das alte vorneogene Relief wurde auf diese Weise allmählich begraben. Die Eindeckung griff von den Niederungen, deren Untergrund i.allg. aus Grauwacke bestand, gegen die aus Jurakalk aufgebauten Erhebungen vor. Letztere waren verkarstet, und die Spalten mit Roterde gefüllt. Die auf Jurakalk auflagernden Tertiär-Schichten sind daher oft rot verfärbt und in einer besonderen Transgressionsfazies ausgebildet.

Ein Anhalt für die Relief-Energie der vorneogenen Landschaft lässt sich aus der Mächtigkeit der Tertiär-Schichten — etwa 750 m — gewinnen. Aber ganz stimmt diese Rechnung nicht» denn die Auffüllung der Hohlformen war von tektonischen Bewegungen begleitet. Einen ersten Hinweis auf deren Mitwirkung liefert der Aufbau des Neogen-Profiles:

Lakustrisch-sedimentär	Mergel-Kalk-F.	Tuff-Mergel-F.
Lakustrisch-sedimentär	Hauptflöz	Oberflöz
Fluviatil	Basalfolge	Sand-Ton-Folge

Das Neogen lässt sich in zwei Zyklen gliedern. Jeder setzte nach einer Hebungs- und Erosionsphase mit Flussablagerungen ein und führte über Kohle zu See-Absätzen.

Ein zweiter Hinweis ergibt sich aus der Fazies- und Mächtigkeits-Verteilung des Neogen. Basalfolge und Hauptflöz erreichen ihre maximale Dicke im Bereich der Garp L.I. und Karolin M. Von da aus erstreckt sich ein verschmälerter und seichter Ausläufer bis nahe an Eynez. In der Folgezeit verlagerte sich das Gebiet grösster Mächtigkeit gegen Südwesten. Vorzugsweise in dieser Richtung greifen die jüngeren Glieder des Neogen auf den vortertiären Untergrund über, während die älteren auskeilen und im Nordosten zurückbleiben. Dies langsam wandernde Senkungsfeld wurde auf beiden Seiten durch Schwellen eingefasst. Im Westen war es die Aufwölbung von Kınık. Besonders stark machte sie sich in der Tuff-Mergel-Folge durch Schüttung von Konglomeraten geltend. Am Ostrand des Senkungsfeldes begann der Kern der heutigen Soma Dağları aufzusteigen. Hier lagern einige junge Basaltdecken unter leichter Diskordanz auf Schichten des älteren Neogen. Zu Beginn des Quartär ragten also die Soma Dağları bereits ähnlich wie heute aus dem Andesit-Gelände ringsum auf.

Das letzte wichtige erdgeschichtliche Ereignis war das Einsinken der Bakır Çay-Senke. Sie ist im Landschaftsbilde noch deutlich zu erkennen. Von drei Seiten her umfasst dieser Flexurgraben die Soma Dağları und yerlied dem Bergland seine besondere morphologische Betonung.

Zum Schluss seien, anknüpfend an Lüttig (1968) und unter besonderem Blick auf die Soma Dağları, die Bedingungen für die Bildung von Braunkohlen-Flözen in Anatolien nochmals zusammengefasst:

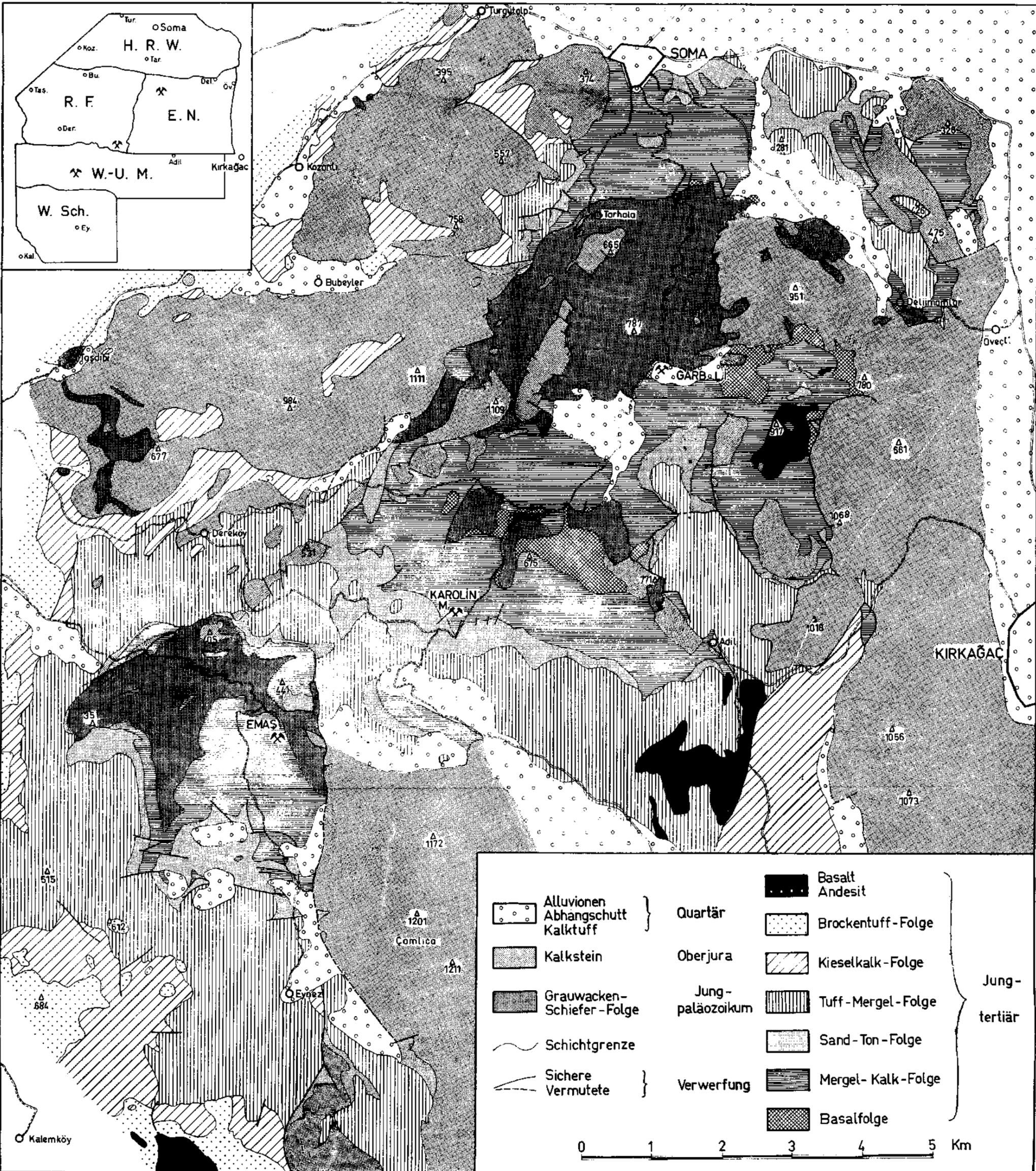
1) Ein oft übersehener Umstand ist die Gestalt der vorneogenen Landoberfläche. Wo die Abtragungskräfte Höhen oder Niederungen schufen, hängt von der Verteilung der Gesteine und damit letztlich vom tektonischen Bau ab. In den Soma Dağları hatten die älteren Phasen der alpidischen Tektogenese die Voraussetzung für die Entstehung einer Reihe NNE-streichender Bergkämme und Talungen geschaffen. In einer dieser Talungen entstand die grosse Braunkohlen-Lagerstätte.

2) Aber ebenso bedeutungsvoll waren die Krustenbewegungen, die sich während des Neogen abspielten. In den Soma Dağları hat das Hauptflöz seine besondere Mächtigkeit dadurch erreicht, dass eine der Talungen zu einem tektonischen Senkungsfeld wurde.

3) Ausschlaggebend aber war dabei, dass die Senkung langsam vor sich ging. Nur auf diese Weise können bei allmählich ansteigendem Grundwasser mächtige Flöze entstehen (Wedding 1957).

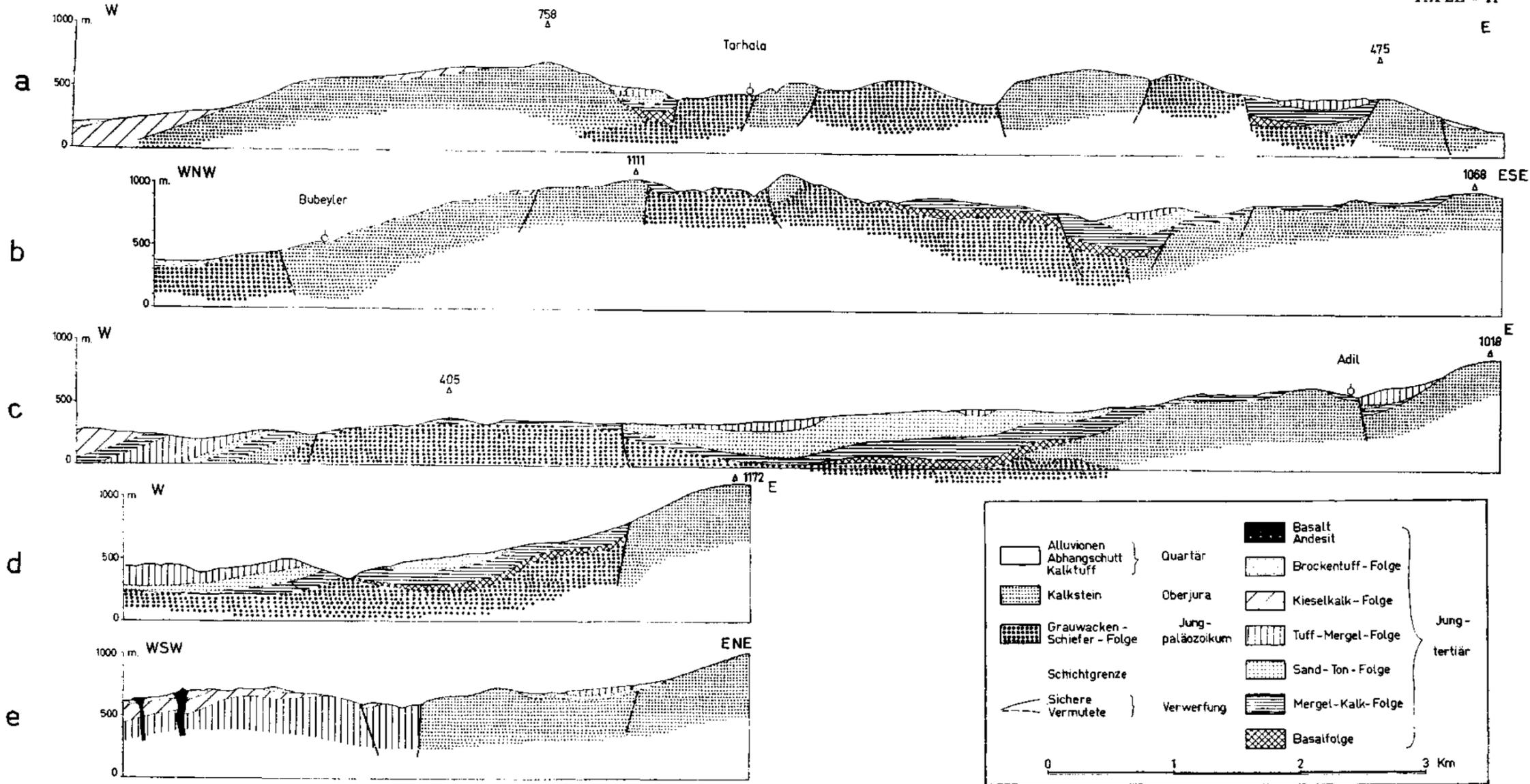
4) Wesentlich war ferner, dass sich die vulkanische Tätigkeit zur Zeit des Hauptflözes auf einzelne Aschenwürfe beschränkte. Bei starker Laven- und Tuff-Förderung hätten sich kaum bauwürdige Flöze bilden können.

5) Schliesslich ist des Klimas zu gedenken. Zu Beginn des Neogen war es, nach den grauen Farben der Basalfolge zu schliessen, humid. Späterhin nehmen die begrabenen Böden und die Ablagerungen nahe den Beckenrändern zunehmend rote Färbung an. Das spricht für einen Übergang zu wechsellrocknem Klima.



GEOLOGISCHE KARTE DER SOMA DAĞLARI

(Nach Aufnahmen von R. Feist, W. U. Marr, E. Nickel, W. Schlimm und H. R. Walter, 1965/66).



FÜNF GEOLÓGISCHE PROFILE DURCH DIE SOMA DAĞLARI

a - Schnitt Kozanlı-Tarhala-nördl. Deliimamlar; b - Schnitt Bubeyler-Garp L. I.-nördl. Adil; c - Schnitt südl. Dereköy-Adil; d - Schnitt südl. Emas-Çamlıca; e - Schnitt südl. Eynes-Çamlıca.

L I T E R A T U R

- BRINKMANN, R. (1966) : Geotektonische Gliederung von Westanatolien. *N. Jb. Geol. Pal. Mh.* S. 603-618, Stuttgart.
- (1968) : Einige geologische Leitlinien von Anatolien. *Geolog, et Palaeontolog.* 2, S. 111-119, Marburg.
- CHAPUT, E. (1936) : Voyages d'etudes geologiques et geomorphologiques en Turquie. *Mem. Inst. Franc, d'Archeologie de Stamboul II.* 312 S., Paris.
- KLEINSORGE, H. (1941) : Zur Geologie der Umgebung des Braunkohlen-Vorkommens von Soma, Vilayet Manisa, Türkei. *M.T.A. Publ. A, 5,* S. 57, Ankara.
- LÜTTIG, G. (1968) : Stand und Möglichkeiten der Braunkohlen-Prospektion in der Türkei. *Geol. Jahrb.* 85, S. 585-604, Hannover.
- NEBERT, K. (1959): Die Kieselbildungen des simischen Magmatismus in Anatolien. *M.T.A. Bull.* 53, S. 1-20, Ankara.
- (1959) : Die geologischen Verhältnisse des südlich des Bakır Çay liegenden braunkohleführenden Neogengebietes von Soma. *M.T.A. Rap.* no. 3019 (unpublished), Ankara.
- (1960) : Bericht über die Ergebnisse der im Sektor «Eynez» (Neogengebiet von Soma) ausgeführten Bohrarbeiten. *M.T.A. Rap.* no. 3026 (unpublished), Ankara.
- PHILIPPSON, A. (1910) : Reisen und Forschungen im westlichen Kleinasien. *Peterm. Min. Erg. Heft* 167. 104 S. Gotha.
- WEDDING, H. (1957): Möglichkeiten der Braunkohlenprospektion in Anatolien. *M.T.A. Bull.* no. 49, S. 81-83, Ankara.