

## Horizontalbewegungen im Braunkohlengbiet von Soma (Westanatolien)

Karl NEBERT, Graz

Mit 14 Abbildungen

### Zusammenfassung

NW-SE ausgerichtete Horizontalbewegungen im vorneogenen Grundgebirge sowie im neogenen Deckgebirge des Braunkohlengbietes von Soma werden aus einem reichen Material von mesoskopischen Strukturelementen, bestehend aus Harnischflächen, Harnischstreifen und Abscherungsflächen, abgeleitet. Geologische Detailkartierungen in Verbindung mit einem umfassenden Bohrprogramm lieferten die Unterlagen zur Klärung des Baues sowie der tektonischen Vorgänge, die zu diesen Horizontalbewegungen führten.

### Abstract

A large number of mesoscopic structural elements, consisting of slickensides, striae, and décollement surfaces, recorded in the pre-Neogene basement and the Neogene sedimentary cover of the

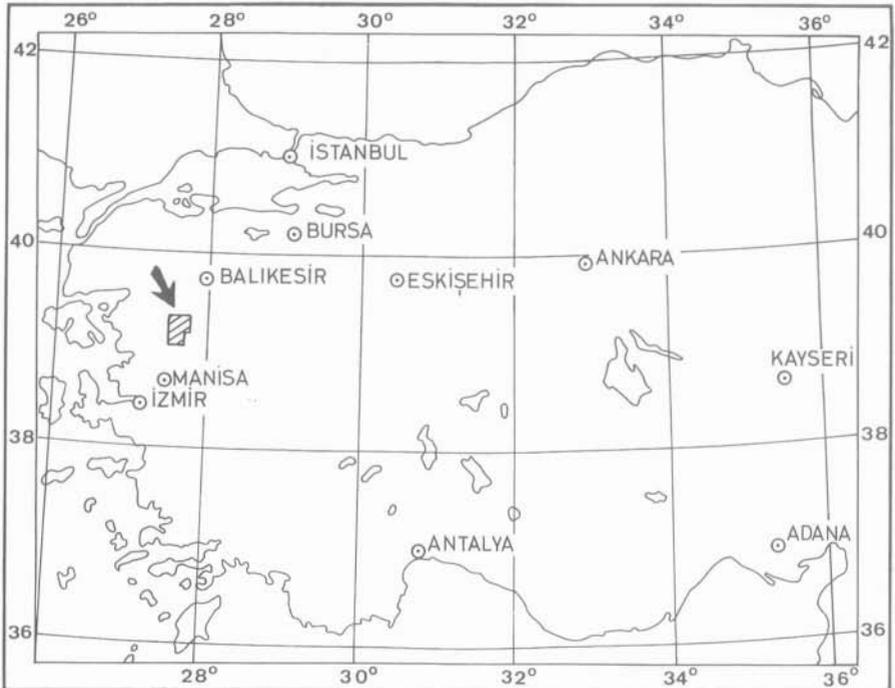


Abb. 1: Geographische Lage des Braunkohlengbietes von Soma in Westanatolien.

lignite-bearing area of Soma suggests NW-SE oriented horizontal movements. The results of a geological mapping programme combined with those of a comprehensive drilling project contributed to the elucidation of the area's tectonic setting and the processes which produced these horizontal movements.

Das Braunkohlengebiet von Soma liegt in Westanatolien (Abb. 1), und zwar nördlich und südlich des in das Ägäische Meer mündenden Flusses Bakir Çay (Abb. 2). Ein vom M.T.A.-Institut in Ankara durchgeführtes Explorationsprogramm verfolgte in erster Linie das Ziel, die Perspektiven hinsichtlich einer Kohleführung des neogenen Raumes von Soma zu klären. Die Erkundungsarbeiten bestanden aus einer Detailkartierung (im Maßstab 1 : 10.000) des südlich des Bakir Çay liegenden Abschnittes, an die sich ein umfassendes Bohrprogramm anschloß, sowie aus einer geologischen Spezialaufnahme (im Maßstab 1 : 25.000) des nördlich des Bakir Çay liegenden Abschnittes. Diese Erkundungsarbeiten klärten nicht nur die montageologischen Verhältnisse dieses Raumes, indem sie die Beschaffenheit der drei Kohlenflöze und deren Auftreten im Verband der neogenen Schichtfolge festlegten, sondern sie brachten auch neue Erkenntnisse über die lithostratigraphische Zusammensetzung der neogenen Schichtfolge, vor allem aber neue Erkenntnisse über den Bau und die tektonische Entwicklungsgeschichte des Braunkohlengebietes von Soma.

Neben anderen tektonischen Vorgängen gehören zur jüngsten tektonischen Entwicklung dieses Raumes auch Horizontalbewegungen. Deren Spuren lassen sich sowohl im vorneogenen Grundgebirge als auch im neogenen Deckgebirge nachweisen. Über diese Horizontalbewegungen soll im folgenden berichtet werden. Der heutige Grundgebirgsrahmen entspricht in keiner Weise der einstigen neogenen Beckenumrahmung. Die Grenzlinien zwischen vorneogenem Grundgebirgsgestein und den neogenen Ablagerungen sind tektonisch bedingte Scheidelinien. Sie sind das Ergebnis junger tektonischer Vorgänge.

Das Grundgebirge besteht in der Hauptsache aus Grauwacken und mesozoischen Kalksteinen, Halbmassen und Dolomiten.

Die graublauen bis braungrauen Grauwacken sind die ältesten Gesteine des Gebietes. Sie bestehen aus leichtmetamorphen Sandsteinen, Arkosen, Konglomeraten und Schiefen, denen dunkle Kalksteinbänke zwischengeschaltet sind. Der Grauwackenkomplex ist z. T. beachtlich deformiert und tektonisiert. Dies äußert sich vor allem in den zahlreichen dünnen und dicken Kalzitadern, die das Gestein anscheinend richtungslos durchziehen. KLEINSORGE (1941) stellte den Grauwackenkomplex der Umgebung von Soma ins Karbon bzw. Permo-Karbon. Diese Einstufung wurde durch neuere Untersuchungen bestätigt (BRINKMANN et al., 1970), wobei die Ablagerung der Grauwacken-Schiefer-Folge bereits im Karbon begonnen und bis ins mittlere Perm angehalten haben soll.

Die mesozoischen Kalksteine sind hinsichtlich ihrer Lithologie uneinheitlich ausgebildet. Neben massigen, ungebanteten Kalksteinen treten auch gut gebantete bzw. geschichtete Varietäten auf. Lokal findet man rote Mergelkalle in Wechselagerung mit roten oder grünen Hornsteinen. Gelegentlich sind im mesozoischen Verband Halbmassen und Dolomite zu sehen. Die Färbung der Kalksteine ist desgleichen Änderungen unterworfen: hellgrau, mittelgrau, dunkelgrau bis schwarz. Altersmäßig wurden die mesozoischen Kalksteine auf Grund ihrer Mikrofauna in den Oberen Mitteljura bis Unterkreide eingestuft (BRINKMANN et al., 1970).

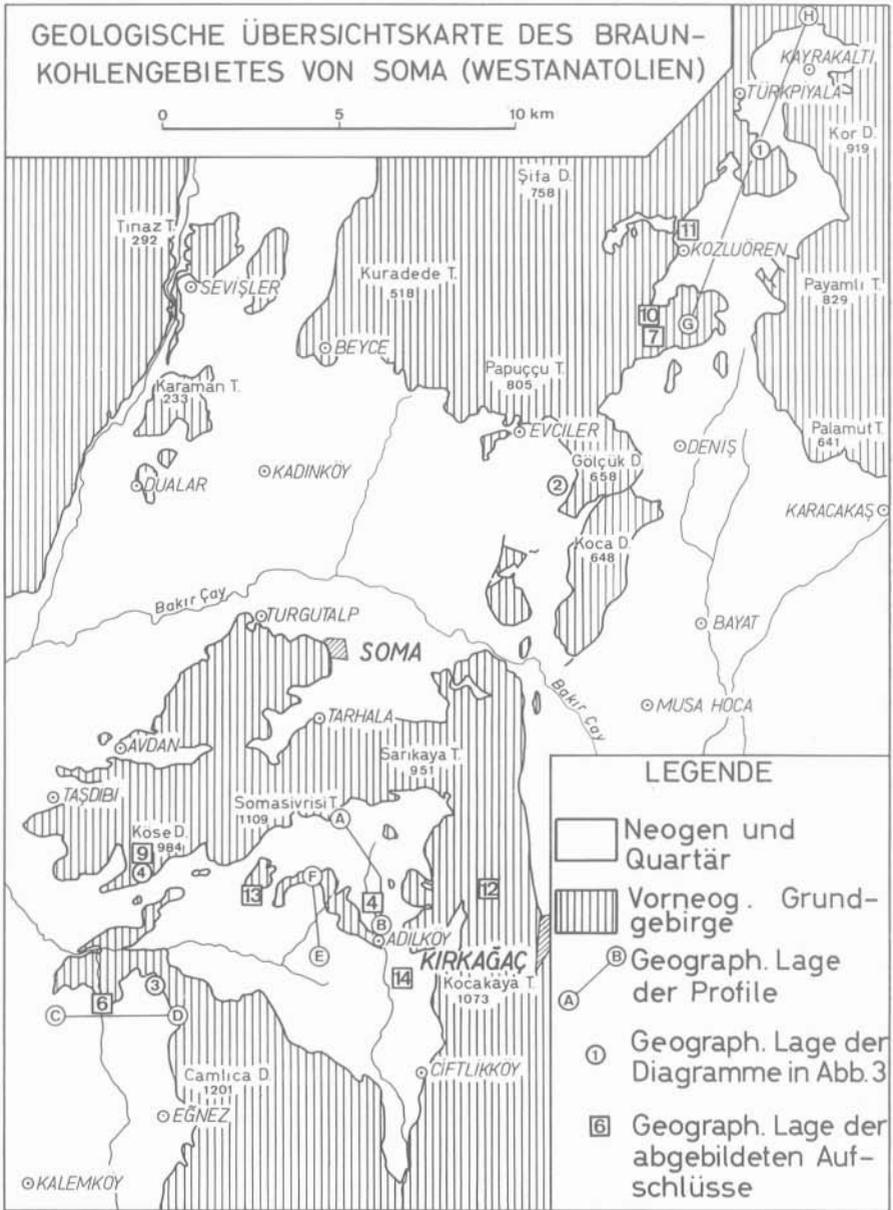


Abb. 2: Geologische Übersichtskarte des Braunkohlgebietes von Soma (Westanatolien).

Die neogenen Ablagerungen ließen sich lithostratigraphisch in zwei Serien gliedern (NEBERT, 1959): in eine „untere Serie“, deren Gesteinseinheiten das Symbol „m“ (Miozän) erhielten, und in eine „obere Serie“, deren Untereinheiten mit dem Symbol „p“ (Pliozän) versehen wurden. Den beiden Serien wurde neuerdings der Status von Formationen übertragen (NEBERT, 1976).

Die untere Serie erhielt den Namen „Soma-Formation“. Sie ließ sich lithostratigraphisch in drei Formationsglieder (member) weiter unterteilen (s. Profil A-B, Abb. 14). Zuunterst erscheint ein klastisches Basal-Glied ( $m_1$ ), dessen Mächtigkeit Schwankungen unterworfen ist (50 m—200 m). Darüber folgt ein etwa 100 m mächtiges Mergel-Glied ( $m_2$ ). Zuoberst — die Soma-Formation abschließend — tritt ein Kalkstein-Glied ( $m_3$ ) auf. Dessen Oberkante fällt mit einer früheren Erosionsoberfläche zusammen. Aus diesem Grund ist die Mächtigkeit des Kalkstein-Gliedes ( $m_3$ ) Schwankungen unterworfen (s. Profile A-B und E-F, Abb. 14). Im Durchschnitt beträgt sie etwa 70 m.

Zwischen dem Basal-Glied ( $m_1$ ) und dem Mergel-Glied ( $m_2$ ) tritt das untere Lignit-Glied ( $k_1$ ) auf (s. Profil A—B, Abb. 14). Es stellt das Hauptflöz im Kohlenrevier von Soma dar und kann eine Mächtigkeit von über 20 m erreichen. Bauwürdig ist jedoch nur das obere Flözdrittel bzw. die obere Flözhälfte mit einer festen und harten, pechschwarzen Glanzkohle von guter Qualität.

Im oberen Abschnitt des Kalkstein-Gliedes ( $m_3$ ) tritt das mittlere Lignit-Glied ( $k_2$ ) auf. Infolge der erwähnten Erosionsoberfläche kann der oberste kalkige Abschnitt des Kalkstein-Gliedes ( $m_3$ ) fehlen, so daß in solchen Fällen die Erosionsoberfläche die Oberkante des mittleren Lignit-Gliedes ( $k_2$ ) bildet und damit praktisch mit der Oberkante der Soma-Formation zusammenfällt (s. Profil A—B, Abb. 14). Das mittlere Lignit-Glied ( $k_2$ ) erreicht maximal eine Stärke von 4 m und enthält stellenweise eine bauwürdige Glanzkohle von mittlerer Qualität.

Das Alter der Soma-Formation ließ sich auf Grund von Süßwasser-Gastropoden und zahlreichen Blattabdrücken eindeutig mit Miozän festlegen (NEBERT). Neuerdings konnte mit Hilfe von Ostrakoden das Alter der Soma-Formation mit Torton präzisiert werden (BRINKMANN et al., 1970). Demnach würde die erwähnte Erosionsoberfläche, welche die Oberkante der Soma-Formation bildet, einer an der Wende Miozän—Pliozän auftretenden Trockenlegungs- und Abtragungsphase entsprechen.

Die obere Serie wurde „Deniş-Formation“ benannt (NEBERT, 1975), weil sie im Gebiet der Ortschaft Deniş, nördlich des Bakir Çay, am vollständigsten entwickelt ist. Die Deniş-Formation ließ sich in vier Formationsglieder unterteilen.

Gleich über der Soma-Formation tritt das rund 150 m starke Tegel-Glied ( $p_1$ ) auf (Profile A-B, C-D und E-F, Abb. 14). Mit ihm beginnt ein neuer Sedimentationszyklus. Es besteht überwiegend aus einem graublauen, sehr glimmerreichen Tegel (= feinsandiger Ton), der an der Luft rostbraun verwittert. Im tieferen Abschnitt des Tegel-Gliedes ( $p_1$ ) treten in verschiedenen stratigraphischen Niveaus Grobsande und Schotterlagen auf. Das Korn des Schotters erreicht maximal die Größe einer Haselnuß.

Dicht an der Oberkante des Tegel-Gliedes ( $p_1$ ) bzw. dicht an der Basis des darüberfolgenden Tuff-Mergel-Gliedes ( $p_2$ ) ist das obere Lignit-Glied ( $k_3$ ) entwickelt. Es besteht aus einer stark verunreinigten Braunkohle und hat daher keine wirt-

schaftliche Bedeutung. Obwohl das obere Lignit-Glied ( $k_3$ ) in vertikaler Richtung in keiner Weise eine beständige Zusammensetzung aufweist, ist es in horizontaler Richtung ziemlich aushaltend und kann bei der Festlegung der stratigraphischen Grenze zwischen dem Tegel-Glied ( $p_1$ ) und dem Tuff-Mergel-Glied ( $p_2$ ) als Leitbank fungieren.

Über dem Tegel-Glied ( $p_1$ ) folgt das Tuff-Mergel-Glied  $p_2$  (s. Profile A-B und E-F, Abb. 14). Es besteht aus einer Wechsellagerung von hellen Tuffen und hellgelben bis hellgrauen, sehr dünn geschichteten Mergeln (Papiermergel). Die Mergel sind reich an verschieden geformten Kieselbildungen, die lose im Sedimentverband stecken. Die Mächtigkeit des Tuff-Mergel-Gliedes ( $p_2$ ) wurde auf über 500 m geschätzt.

Das Kieselkalk-Glied ( $p_3$ ) folgt mit scharfer Grenze über dem Tuff-Mergel-Glied ( $p_2$ ) und besteht aus einem hellen, äußerst harten Kalkstein, der von Kieselbildungen massenhaft durchsetzt ist. Die einzelnen Kiesellagen erreichen oft Stärken von mehreren Zentimetern und sind innigst mit dem Kalkstein verwachsen. Die konstruktiv ermittelte Mächtigkeit des Kieselkalk-Gliedes ( $p_3$ ) beträgt 200 m bis 300 m.

Die Denis-Formation wird von einem Tuff-Agglomerat-Glied ( $p_4$ ) abgeschlossen. Dieses Formationsmitglied kommt nur im westlichen, südwestlichen und nordwestlichen Gebietsabschnitt von Soma vor. Lithologisch handelt es sich hierbei um pyroklastische Produkte.

Das Alter der Denis-Formation ließ sich an Hand von Fossilien (*Theodoxus*- und *Melanopsis*-Arten) ganz allgemein mit Pliozän festlegen (NEBERT, 1959). BRINKMANN (1970) und seine Mitarbeiter bestätigten dieses Alter mit Hilfe von Ost-rakoden.

Quartäre Sedimente erstrecken sich in Form einer kontinuierlichen Decke nordwärts von Soma. Besonders gut lassen sich die Lagerungsverhältnisse sowie die lithologische Beschaffenheit der quartären Sedimentfolge in zahlreichen künstlichen Einschnitten entlang der Eisenbahnstrecke Soma-Kadinköy studieren.

Die quartären Sedimente bilden den dritten Sedimentationszyklus im Raume Soma. Ihr unterer Abschnitt besteht aus klastischen, z. T. kreuzgeschichteten Lockergesteinen (Schotter und Sande), deren Korn in vertikaler Richtung allmählich kleiner wird. Diesem unteren, klastischen Abschnitt sind auch Tuffe eingeschaltet. Der obere Abschnitt besteht aus travertinähnlichen, nur leicht verfestigten, fossilführenden Süßwasserkalken. Zwischen dem unteren und oberen Abschnitt der quartären Folge treten die Spuren eines Lignit-Gliedes in Form von dünnen Kohlenschmitzen auf. Die quartären Ablagerungen liegen zumeist über den Schichtköpfen der Denis-Formation.

Auch vulkanische Gesteine treten untergeordnet innerhalb des Neogengebietes von Soma auf. Es handelt sich hierbei um Andesite und Basalte, deren Alter sich an Hand der vorhandenen Kontakterscheinungen eindeutig mit „Wende Pliozän-Quartär“ festlegen ließ.

Auf Grund der durchgeführten Detailkartierungen (NEBERT, 1959, 1960, 1961) konnte der Nachweis erbracht werden, daß das Neogengebiet von Soma durch junge (oberpliozän-quartäre) bruchtektonische Vorgänge in einzelne Schollen zerlegt wurde. Eine Bruchschollentektonik ist der beherrschende Baustil im

Braunkohlengebiet von Soma, und nicht ein Faltenbau, wie es KLEINSORGE (1941) angenommen hatte. Die Bruchschollentektonik wurde neuerdings von BRINKMANN und seinen Mitarbeitern bestätigt. Auf diese durch epirogene Vertikalbewegungen verursachte Bruchschollentektonik soll hier nicht weiter eingegangen werden. Vielmehr wird das Schwergewicht auf die Besprechung von Horizontalbewegungen gelegt. Deren Spuren ließen sich im gesamten Braunkohlengebiet von Soma nachweisen, und zwar sowohl im neogenen Deckgebirge, als auch im vorneogenen Grundgebirge.

Zunächst werden mesoskopische Strukturelemente (im Sinne von F. J. TURNER und L. E. WEISS, 1963) besprochen, sodann folgt die Erörterung des Baues im makroskopischen Bereich.

Die bedeutendsten mesoskopischen Strukturelemente sind Harnischflächen und vor allem Harnischstreifen. Mit letzteren ließen sich Bewegungsrichtung und in einigen Fällen auch Bewegungssinn festlegen. Die Harnischstreifen kommen im gesamten Braunkohlengebiet von Soma vor, und zwar sowohl im vorneogenen Grundgebirge (Abb. 4 und 13), als auch in den beiden Formationen des neogenen Deckgebirges (Abb. 5 und 6). In den Ablagerungen des Quartärs fehlen Harnischstreifen.

Zur Illustrierung dieser Strukturelemente und zwecks Dokumentierung ihrer regionalen Verbreitung werden vier Beispiele herausgegriffen, die weit auseinanderliegen. Die geographische Lage der betreffenden Aufschlüsse ist in der Übersichtskarte der Abb. 2 eingezeichnet.

Der erste Aufschluß liegt im nördlichsten Abschnitt des Braunkohlengebietes von Soma, etwa 2 km südsüdöstlich von der Ortschaft Türkiyala (s. Abb. 2). Hier sind die blauen Mergel ( $m_2$ ) der Soma-Formation aufgeschlossen. Der Meßbereich erstreckt sich auf rund 200 m Aufschlußlänge. Zwar zeigen die eingemessenen Harnischstreifen eine gewisse Streuung (Diagramm 1 a, Abb. 3), doch veranschaulicht ihre Lage mit aller Deutlichkeit horizontale Bewegungen in Richtungen, die um NW-SE pendeln. Faßt man die Harnischstreifen als „Lineationen in a“ auf, so stellen die dazugehörigen Harnischflächen überwiegend (OkO)- und (OkI)-Kluftflächen dar. Die (OkO)-Harnischflächen stehen mehr oder weniger seiger, während die (OkI)-Harnischflächen mittelsteil bis steil nach SW bzw. NE einfallen (Diagramm 1 b, Abb. 3).

Der zweite Aufschluß befindet sich etwa 2 km südsüdwestlich von der Ortschaft Evciler (s. Abb. 2), und zwar in Kalken ( $m_3$ ) der Soma-Formation. Der Meßbereich erstreckt sich ungefähr auf 100 m Aufschlußlänge. Die eingemessenen Harnischstreifen (Diagramm 2 a, Abb. 3) ergeben zwei Maxima, deren Schwerpunkte entlang einer etwa NW-SE verlaufenden Linie liegen und Horizontalbewegungen in dieser Richtung dokumentieren. Die dazugehörigen Harnischflächen (Diagramm 2 b, Abb. 3) stellen überwiegend seiger stehende (OkO)-Kluftflächen dar (in der Annahme, daß die Harnischstreifen „Lineationen in a“ sind).

Der dritte Aufschluß liegt in der südwestlichen Ecke des Neogengebietes von Soma, etwa 2,5 km nördlich der Ortschaft Egnez (s. Abb. 2). Hier sind unmittelbar über dem unteren Lignit-Glied ( $k_1$ ) blaue Mergel ( $m_2$ ) der Soma-Formation aufgeschlossen. Der Meßbereich erstreckt sich auf etwa 100 m Aufschlußlänge. Die eingemessenen Harnischstreifen zeigen eine geringe Streuung (Diagramm 3 a,

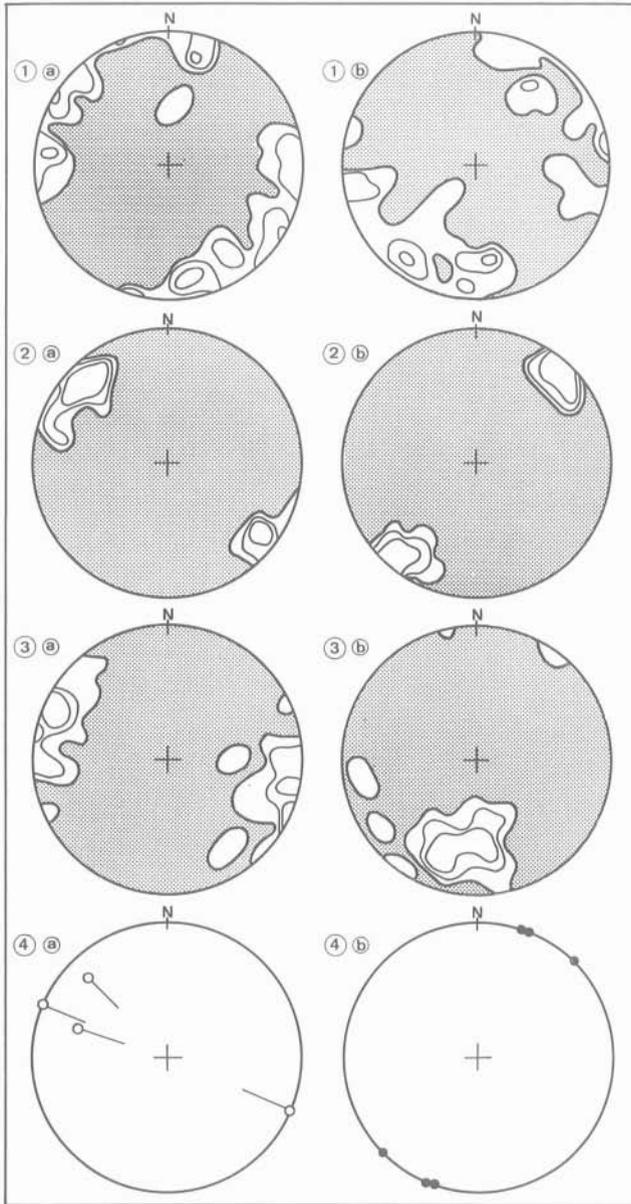


Abb. 3: Strukturdiagramme von Harnischstreifen (a) und Harnischflächenpolen (b). Die geographische Lage der dazugehörigen Aufschlüsse ist Abb. 2 zu entnehmen. Anzahl der eingemessenen Harnischstreifen: Diagr. 1 a = 30; Diagr. 2 a = 13; Diagr. 3 a = 34; Diagr. 4 a = 3. Anzahl der eingemessenen Harnischflächen: Diagr. 1 b = 30; Diagr. 2 b = 13; Diagr. 3 b = 23; Diagr. 4 b = 3. Besetzungsdichte bei den Diagrammen mit Begrenzungslinien: 1 %, 5 % und 10 %.

Abb. 3). Ihre räumliche Lage spricht für mehr oder weniger horizontal verlaufende Bewegungen, deren Richtung um WNW-ESE pendelt. Die dazugehörigen Harnischflächen stellen überwiegend (OkI)-Kluftflächen dar (Diagramm 3 b, Abb. 3).

Das vierte und letzte Beispiel zeigt Horizontalbewegungen im vorneogenen Grundgebirge. Der Aufschluß ist in Abb. 4 dargestellt und befindet sich in mesozoischen Kalken, etwa 1,5 km südwestlich des Köse Dag und 3 km südöstlich der Ortschaft Taşdibi (s. Abb. 2). Die eingemessenen Harnischstreifen streichen ungefähr WNW-ESE und verlaufen horizontal oder zeigen ein maximales Abtauchen von  $30^\circ$  (Diagramm 4 a, Abb. 3). Auch in diesem Aufschluß befinden sich die Harnischstreifen auf seiger stehenden (OkO)-Kluftflächen (Diagramm 4 b, Abb. 3).

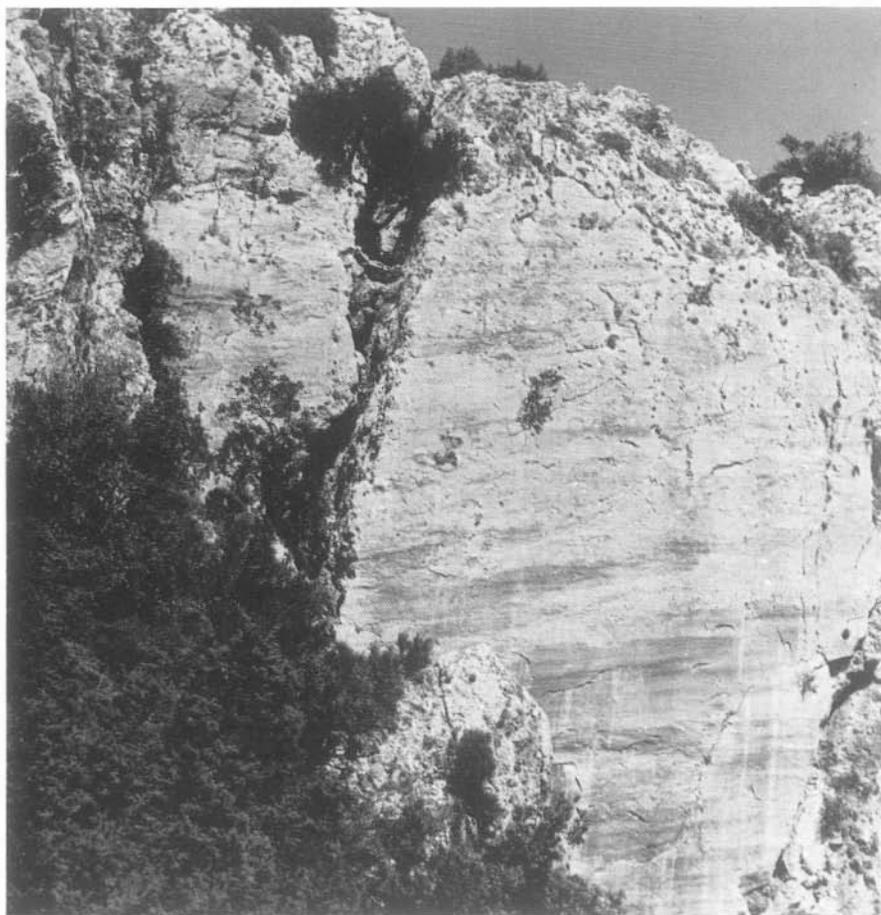


Abb. 4: Mesozoische Kalke mit seiger stehenden Harnischflächen und horizontal verlaufenden Harnischstreifen. Der Aufschluß liegt etwa 1,5 km südwestlich des Köse Dag (siehe Abb. 2).

Wie bereits erwähnt, konnten im gesamten Kartenbereich der Abb. 2 in verschiedenen Aufschlüssen sowie in verschiedenen stratigraphischen Niveaus Harnischstreifen eingemessen werden. Ein synoptisches Diagramm zeigt das Überwiegen von mehr oder weniger horizontal ausgerichteten Bewegungen in nordwest-südöstlicher Richtung. Die Harnischflächen waren an seiger stehenden (OkO)-Kluftflächen oder an steil bis mittelsteil einfallenden (Okl)-Kluftflächen gebunden (in der Annahme, daß die Harnischstreifen „Lineationen in a“ darstellen).

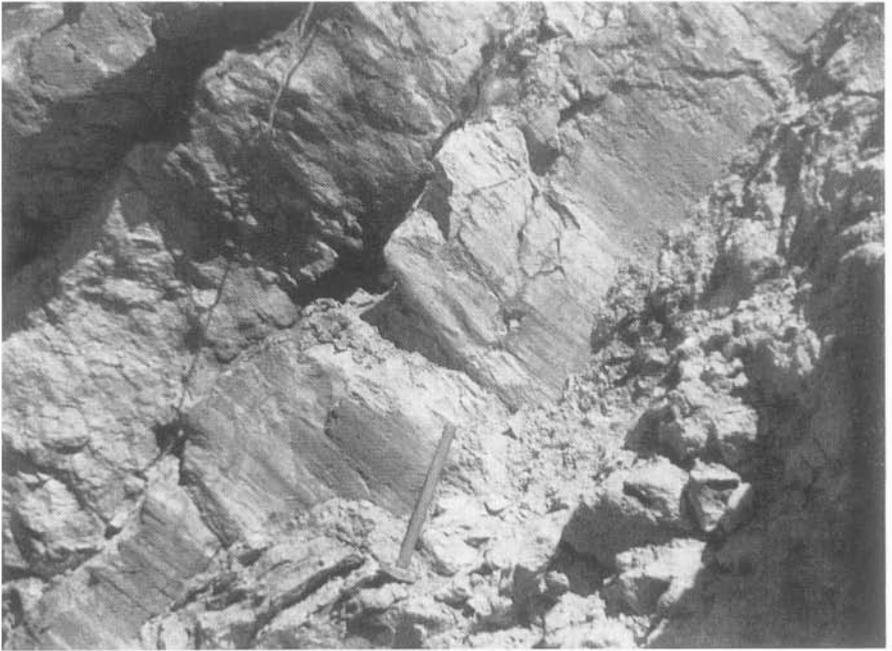


Abb. 5: Harnischfläche mit Harnischstreifen in den Mergeln des  $m_2$ -Gliedes der Soma-Formation. Die Lage des Aufschlusses ist Abb. 2 zu entnehmen. Länge des Hammerstiels: 40 cm.

Die aus den Horizontalbewegungen resultierenden Harnischflächen zerlegten vor allem die neogene Sedimentdecke in Kleinst- und Kleinschollen, etwa so, wie sie in Abb. 7 zu sehen sind. In dem betreffenden Profil sind Schichten des Tuff-Mergel-Gliedes ( $p_2$ ) der Deniz-Formation dargestellt. Der Aufschluß liegt in einem Hohlweg, etwa 1 km nördlich der Ortschaft Adilköy (s. Abb. 2). Die Richtung der Horizontalbewegungen steht annähernd senkrecht zur Zeichenebene. Im rechten Abschnitt des Profils (Abb. 7) sind zwei steil einfallende Störungen zu sehen. Sie mögen (OkO)-Flächen entsprechen. Die restlichen Störungen im Profil zeigen ein mittelsteiles bis steiles Einfallen und könnten (Okl)-Flächen darstellen.

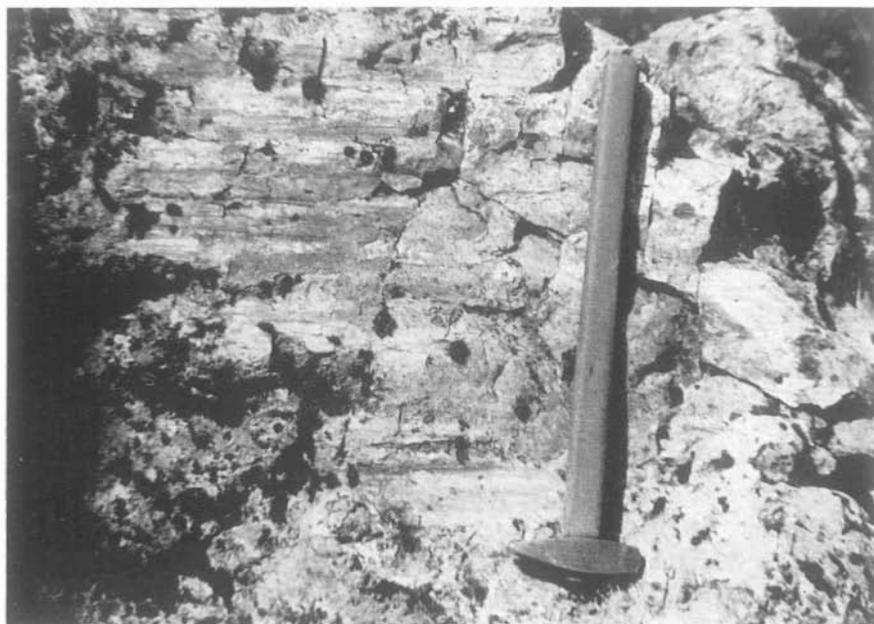


Abb. 6: Harnischstreifen in den kieseligen Kalken des  $p_3$ -Gliedes der Denis-Formation. Der Aufschluß befindet sich ca. 2 km südlich der Ortschaft Adilköy (s. Abb. 2). Länge des Hammerstiels: 40 cm.

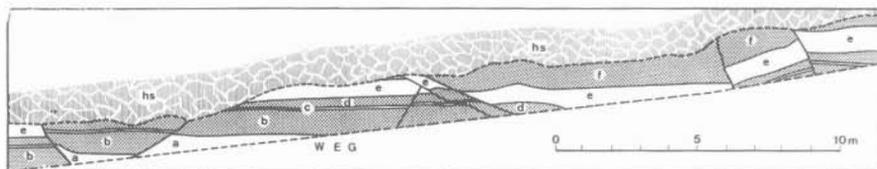


Abb. 7: Kleinschollentektonik in den  $p_2$ -Mergeln der Denis-Formation. a, c und e = helle dünn geschichtete Mergel (Papiermergel); b, d und f = dunkelgraue Mergel; hs = Hangschutt, Hohlweg, 1 km nördlich der Ortschaft Adilköy (s. Abb. 2). Gezeichnet nach einem Fotopanorama.

Überaus häufig traten Harnischflächen mit horizontal verlaufenden Streifen auch in Bohrkernen auf (Abb. 8). Besonders schön ausgebildet waren die Harnischflächen in den  $m_2$ -Mergeln der Soma-Formation und in den  $p_2$ -Mergeln der Deniz-Formation. Traten die Harnischflächen scharenweise in Form von Zerüttungszonen auf, dann war zumeist auch ein Spülflüssigkeitsverlust zu verzeichnen, der jedoch leicht zu beheben war.

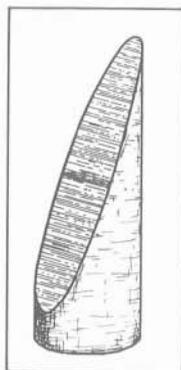


Abb. 8: Bohrkern mit horizontal verlaufenden Streifen auf einer steil einfallenden Harnischfläche.  $m_2$ -Mergel der Soma-Formation.

Horizontale Abscherungsflächen bilden ein weiteres mesoskopisches Strukturelement, das auf horizontale Bewegungen hinweist. Die Abscherungsflächen sind desgleichen in Aufschlüssen des gesamten Neogengebietes von Soma nachzuweisen. Zur Illustrierung dieser Strukturen genügen einige wenige Beispiele.

Das erste Beispiel befindet sich in der südwestlichen Ecke des Kartengebietes, etwa 3 km nordnordwestlich der Ortschaft Egnez, und zwar im Einschnitt des Egnez-Dere (s. Abb. 2). Um einen freien Einblick in die Lagerungsverhältnisse zu gewinnen, wurde der natürliche Aufschluß durch einen Schurfgraben vergrößert (Abb. 9).

Zunächst trennte eine gut erkennbare horizontale Abscherungsfläche das Grauwacken-Grundgebirge (a) vom Schotter des Basal-Gliedes ( $m_1$ ) der Soma-Formation. Das Basal-Glied ( $m_1$ ), dessen Mächtigkeit normalerweise zwischen 50 m und 200 m liegt, war im freigelegten Aufschluß auf wenige Meter (4—5 m) reduziert. Im oberen Abschnitt führte das Basal-Glied ( $m_1$ ) Kohlschmitzen, die den Beginn des unteren Lignit-Gliedes ( $k_1$ ) andeuten. Eine rund 1 m starke tektonische Brekzie (br), bestehend aus zertrümmertem  $m_1$ -Material und kohligem Ton, überlagerte das Basal-Glied ( $m_1$ ). Über der tektonischen Brekzie lag sodann ein etwa 1 m starker Rest des oberen Abschnittes des Lignit-Gliedes bzw. Hauptflözes ( $k_1$ ). Darüber folgten mit ungestörter Lagerung die blauen Mergel des  $m_2$ -Gliedes.

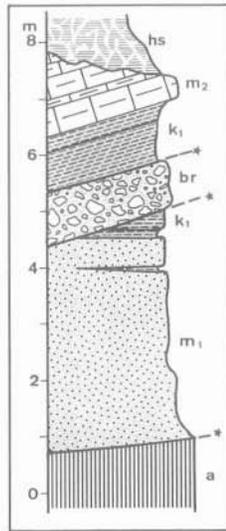


Abb. 9: Abscherungsflächen (mit einem Sternchen gekennzeichnet) innerhalb der Soma-Formation. a = Grundgebirge (Grauwacken);  $m_1$  = Schotter des Basal-Gliedes;  $k_1$  = Überreste des tektonisch zerschnittenen unteren Lignit-Gliedes;  $m_2$  = Mergel-Glied; br = tektonische Brekzie; hs = Hangschutt. Aufschluß im Egnez-Dere, etwa 3 km nordwestlich der Ortschaft Egnez (s. Abb. 2).

Die Lagerungsverhältnisse im vorhin besprochenen Aufschluß erlauben folgende Interpretation: Entlang einer mehr oder weniger horizontal verlaufenden Abscherung (in Abb. 9 mit Sternchen gekennzeichnet) wurde das Hauptflöz ( $k_1$ ) entzweigerissen. Die Bewegung erfolgte mitten durch das Hauptkohlenflöz, wie dies eindeutig von der tektonischen Brekzie dargelegt wird. Vom einstigen unteren Lignit-Glied (= Hauptflöz  $k_1$ ), das in diesem Gebietsabschnitt eine normale Stärke von rund 20 m erreicht, ist nur mehr sein oberster (100 cm) und sein unterster Abschnitt (50 cm) erhalten geblieben. Offensichtlich stellte das Hauptkohlenflöz ( $k_1$ ) in festigkeitsmechanischer Hinsicht eine Schwächezone dar. Eine ähnliche Schwächezone dürfte auch das klastische Basal-Glied ( $m_1$ ) darstellen, ist es doch aus nur schwach verfestigten Schottern und Sanden zusammengesetzt. Auch entlang des Basal-Gliedes konnten infolgedessen die darüberfolgenden Schichten der Soma-Formation unschwer von ihrer Unterlage losgelöst und fortbewegt werden. Mit der Abscherung ließe sich auch die Mächtigkeitsreduzierung des Basal-Gliedes ( $m_1$ ) im besprochenen Aufschluß erklären.

Schurfstollen, die im nördlichen Abschnitt des Kartengebietes liegen, liefern uns gute Beispiele zur Illustrierung des Abscherungsvorganges. Ein solcher Stollen ist in Abb. 10 festgehalten (geograph. Lage des Stollens s. Abb. 2). Da untere Lignit-Glied ( $k_1$ ) wurde durch tektonische Vorgänge zu einem wenige Zentimeter dünnen Kohlenband (Pfeil) ausgewalzt. Das Band besteht aus Kohlenstaub und liegt inmitten einer tektonischen Brekzie, die überwiegend aus den Gesteinstrümmern des Mergel-Gliedes ( $m_2$ ) besteht.

In der Nähe des besprochenen Schurfstollens liegt ein zweiter Stollen (s. Abb. 2), der uns ein instruktives Bild zeigt. In diesem Aufschluß sieht man, wie das untere

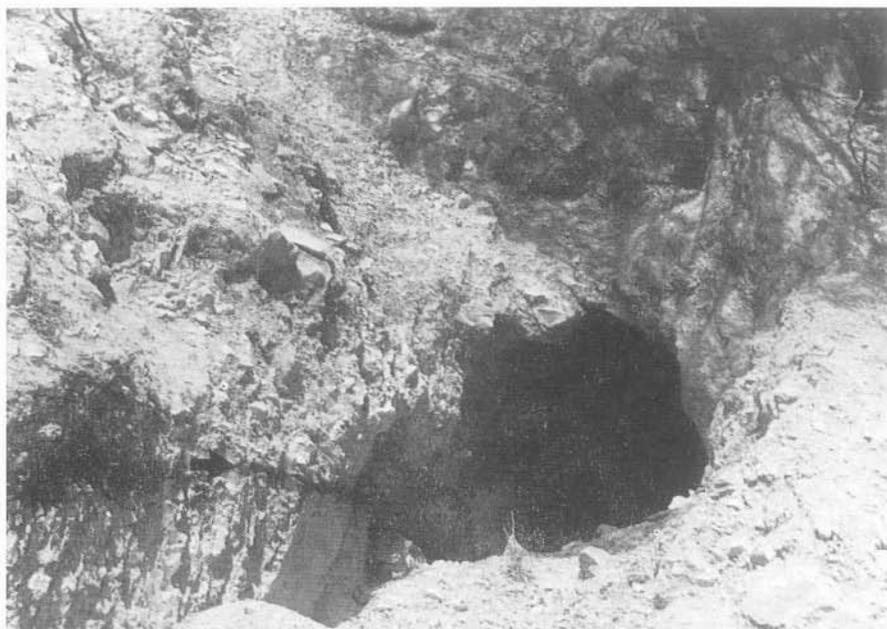


Abb. 10: Ausgewalzt unteres Lignit-Glied  $k_1$  (Pfeil) inmitten einer tektonischen Brekzie. Weitere Erläuterung im Text. (Geograph. Lage des Aufschlusses s. Abb. 2.)

Lignit-Glied ( $k_1$ ) in horizontaler Richtung durchgerissen, ausgefrant und zu Kohlenstaub zerrieben wurde (Abb. 11). Über dem zerissenen Hauptflöz ( $k_1$ ) ist eine mächtige tektonische Brekzie entwickelt. Sie trennt das Hauptflöz vom darüberfolgenden Mergel-Glied ( $m_2$ ). Die mittelsteil einfallende Verwerfung F (rechts in Abb. 11) gehört zur jüngeren Bruchschollentektonik. Gleich unterhalb dieses Schurfstollens ist das Grundgebirge freigelegt. Über dem Grundgebirge liegt eine mehrere Meter starke tektonische Brekzie mit typischer Melange-Struktur. Darüber folgen unmittelbar die blauen Mergel des  $m_2$ -Gliedes. Das klastische Basal-Glied fehlt gänzlich. Bei einem anderen Schurfstollen, der etwa 1 km nördlich der Ortschaft Kozluören liegt (s. Abb. 2) ist das Hauptflöz ( $k_1$ )

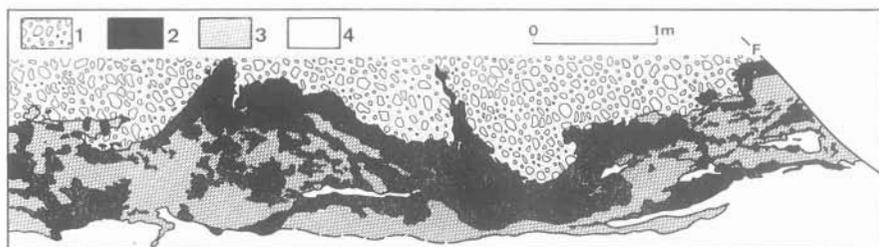


Abb. 11: Zerschnittenes Lignit-Glied ( $k_1$ ) in einem Schurfstollen. 1 = tektonische Brekzie; 2 = Kohlenstaub; 3 = mit Kohle vermengter Ton; 4 =  $m_2$ -Mergel. (Geograph. Lage des Aufschlusses s. Abb. 2.) Nach einer Fotografie gezeichnet.

nicht mehr vorhanden. An seiner Stelle bilden einzelne Flöztrümmer eine tektonische Melange mit der umgebenden tektonischen Brekzie (Abb. 12).

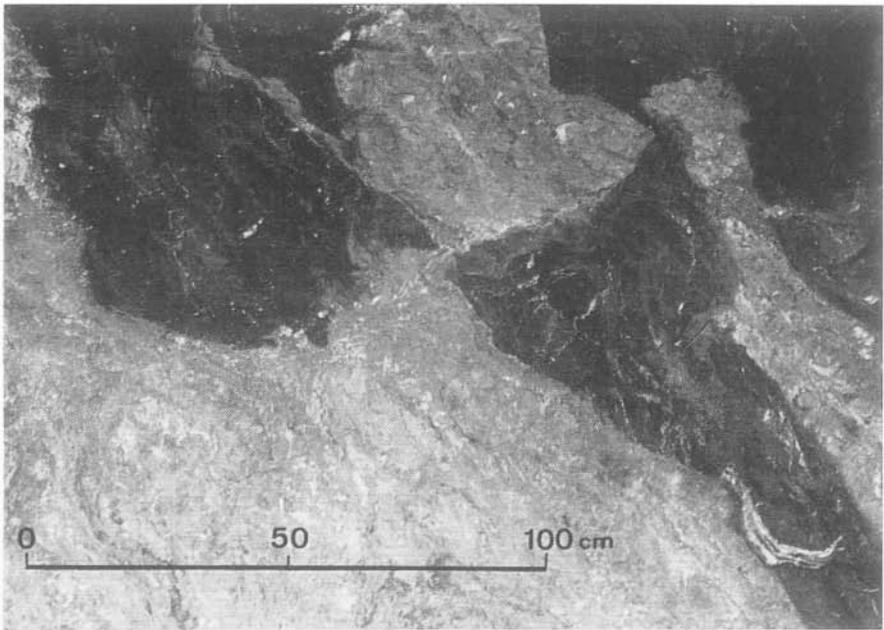


Abb. 12: Tektonische Melange, bestehend aus Kohlenrümern des unteren Lignit-Gliedes ( $k_1$ ) und den zu einer tektonischen Brekzie umgewandelten  $m_2$ -Mergeln. Der Aufschluß liegt etwa 1 km nördlich der Ortschaft Kozluören (s. Abb. 2).

Ergänzungsweise soll noch das Erscheinungsbild der Abscherung unter Tage, d. h. in den Gruben, kurz besprochen werden. Sobald eine Abbaustrecke auf eine Abscherungsfläche stößt, tritt eine merkliche Reduktion in der Flözmächtigkeit auf und die Kohle ist zu Pulver zerrieben. Der sich entwickelnde Kohlenstaub macht jeden Versuch eines Abbaues zunichte.

Diese Beispiele mögen genügen, um die Abscherungsvorgänge im neogenen Deckgebirge von Soma zu demonstrieren und den Abscherungsmechanismus zu illustrieren.

Die tektonischen Vorgänge führten nicht selten zur Zertrümmerung sowohl des neogenen Gesteinsverbandes als auch des vorneogenen Grundgebirges. Hauptsächlich bei den  $m_2$ -Mergeln und  $m_3$ -Kalken ist diese Kataklase in vielen Aufschlüssen zu beobachten. Die zertrümmerten Gesteine sind in der Regel kalzitverhailt und durch ein eisenhaltiges Pigment rötlich gefärbt. Oft zeigt auch das Grundgebirge auf weite Strecken hin eine Zertrümmerung. Besonders häufig tritt das kataklastische Gefüge bei mesozoischen Kalken auf. In Abb. 13 ist ein solches kataklastisches Gefüge festgehalten. Es handelt sich hierbei um eine horizontale Fläche, auf der auch Harnischstreifen (Pfeil) zu sehen sind.

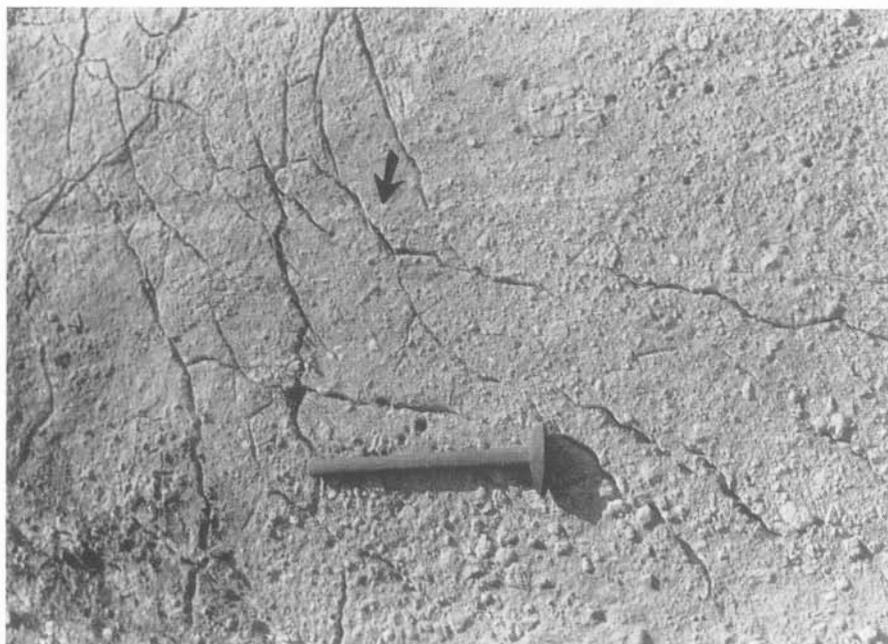


Abb. 13: Kataklastisches Gefüge eines mesozoischen Kalksteines des Grundgebirges. Pfeil deutet auf Harnischstreifen hin. Der Aufschluß liegt zwischen dem Dorf Adilköy und der Stadt Kirkagac (s. Abb. 2). Länge des Hammerstiels: 40 cm.

Der Bau im makroskopischen Bereich verdankt seine Aufklärung hauptsächlich dem umfassenden Bohrprogramm. Allein im Neogensektor von Adilköy, der topographisch im Norden vom Köse Dag, Somasivrisi Tepe und Sarikaya Tepe und im Süden vom Camlica Dag umrahmt wird (s. Abb. 2), wurden 48 Bohrungen abgeteuft. Das entstandene Bohrnnetz war genügend dicht, um einerseits für die drei Flözgruppen (= Lignit-Glieder  $k_1$ ,  $k_2$  und  $k_3$ ) eine montangeologische Aussage zu gewährleisten und andererseits die mesoskopisch nachgewiesenen tektonischen Abscherungsbewegungen auch im Bohrkern studieren zu können. Hinzu kamen noch drei Bohrungen, die im Neogensektor von Egnez (s. Abb. 2), und weitere acht Bohrungen, die in der Umgebung der Stadt Soma abgeteuft wurden. Dieses detaillierte Bohrprogramm rundete das durch die mesoskopischen Analysen gewonnene Bewegungsbild ab.

Hinsichtlich ihrer Ergebnisse lassen sich die 51 Bohrungen, die in den Neogensektoren von Adilköy und Egnez niedergebracht wurden, in drei Gruppen einteilen. Zur ersten Gruppe gehören 18 Bohrungen. Sie alle haben das Hauptflöz ( $k_1$ ) mit normaler Mächtigkeit (rund 20 m) und in ungestörter Lagerung durchteuft, wie dies beispielsweise bei den Bohrungen 1, 2, 8 und 12 der Profile A-B, C-D und E-F (Abb. 14) der Fall war. Weitere 15 Bohrungen bilden die zweite Gruppe. In ihnen trat das untere Lignit-Glied (= Hauptflöz  $k_1$ ) mit reduzierter Mächtigkeit auf, etwa wie in der Bohrung 7 (Profil C-D) und Bohrung 11 (Profil E-F). Bei der dritten Gruppe, bestehend aus den restlichen 18 Bohrungen,

drangen letztere aus stratigraphisch höherliegenden Formationsgliedern direkt in das vorneogene Grundgebirge, ohne dabei das untere Lignit-Glied ( $k_1$ ) zu durchteufen, da dasselbe nicht vorhanden war. Als Beispiele hierfür mögen die Bohrungen 3, 4, 5 und 6 des Profils A-B sowie die Bohrungen 9 und 10 des Profils E-F (Abb. 14) angeführt werden.

Bei der ersten Gruppe wurden die Bohrungen zumeist im Basal-Glied ( $m_1$ ) eingestellt. Nur einige wenige (wie beispielsweise Bohrung 2 des Profils A-B) erreichten auch das Grundgebirge. Im Bereich des unteren Lignit-Gliedes ( $k_1$ ) zeigten die Kerne dieser Bohrungen keine Spuren einer tektonischen Beanspruchung. Erst im Bereich des Basal-Gliedes ( $m_1$ ) traten tektonische Zerrüttungszonen und tektonische Brekzien auf. Die Harnischflächen dieser Zonen sowie die tektonischen Brekzien dokumentierten eindeutig horizontale Bewegungen. Bei Bohrung 2 (Profil A-B, Abb. 14) trat eine 3 m starke tektonische Brekzie direkt über dem Grundgebirge (Grauwacken) auf. In ihr war das Gesteinsmaterial des Grundgebirges mit jenem des Basal-Gliedes ( $m_1$ ) auf das Innigste vermengt. Die einzelnen eckigen Komponenten der Brekzie lagen in einer tonigen, infolge eines eisenhaltigen Pigments rötlich gefärbten Matrix eingebettet. Die beobachteten Verhältnisse lassen folgende Deutung zu: In Gebietsabschnitten, wo das Hauptflöz ( $k_1$ ) noch in seiner normalen Stärke (rund 20 m) vorhanden ist, verläuft die Abscherungsfläche durch das darunterliegende Basal-Glied ( $m_1$ ) bzw. entlang der Trennungsfuge zwischen Grundgebirge und Deckgebirge.

In der zweiten Gruppe von Bohrungen trat das Hauptflöz (= unteres Lignit-Glied  $k_1$ ) in einer reduzierten Mächtigkeit auf. Dabei soll gleich gesagt werden, daß die Reduktion nicht eine primäre Erscheinung war und etwa einem Flözauskeilen entsprach, sondern daß sie durch tektonische Vorgänge sekundär verursacht worden war. Zur Illustrierung der Verhältnisse sollen die Ergebnisse jener Bohrungen besprochen werden, die in den Profilen C-D und E-F enthalten sind.

Zunächst folgt die Besprechung des Profils C-D, dessen geographische Lage in Abb. 2 eingezeichnet ist. Bohrung 8 hatte das untere Lignit-Glied ( $k_1$ ) im ungestörten Verband und mit normaler Mächtigkeit (22,80 m) durchteuft. Die Abscherungsfläche muß somit tiefer liegen. Sie konnte indessen nicht nachgewiesen werden, weil Bohrung 8 im oberen Abschnitt des Basal-Gliedes ( $m_1$ ) nach einer Bohrstrecke von 18 m eingestellt wurde. Bohrung 7 liegt 800 m westlich von Bohrung 8. Bohrung 7 drang 8,15 m tief ins Grauwacken-Grundgebirge ein. Die Mächtigkeit des unteren Lignit-Gliedes ( $k_1$ ) war auf 10,25 m reduziert. Im Bohrkern ließen sich zerrüttete und zertrümmerte Partien mit Harnischflächen und tektonischen Brekzien nachweisen. Die gezogene Kohle war zum Großteil zu Pulver zerrieben. Unter dem Hauptflöz ( $k_1$ ) lag das tektonisch stark mitgenommene und auf 4,60 m reduzierte Basal-Glied ( $m_1$ ). Das Grundgebirge zeigte im obersten Abschnitt sichtbare Spuren einer intensiven Kataklyse. Es bestand somit kein Zweifel, daß die Mächtigkeitsreduktion des Hauptflözes ( $k_1$ ) sowie jene des Basal-Gliedes ( $m_1$ ) in Bohrung 7 durch sekundär-tektonische Vorgänge verursacht worden war.

Etwa 500 m westlich von Bohrung 7 liegt im Einschnitt des Egnez-Dere (s. Abb. 2 und Profil C-D, Abb. 14) der in Abb. 9 dargestellte Aufschluß. In ergänzender Weise illustriert dieser Aufschluß, wie die Verhältnisse in Bohrung 7 (Profil C-D)

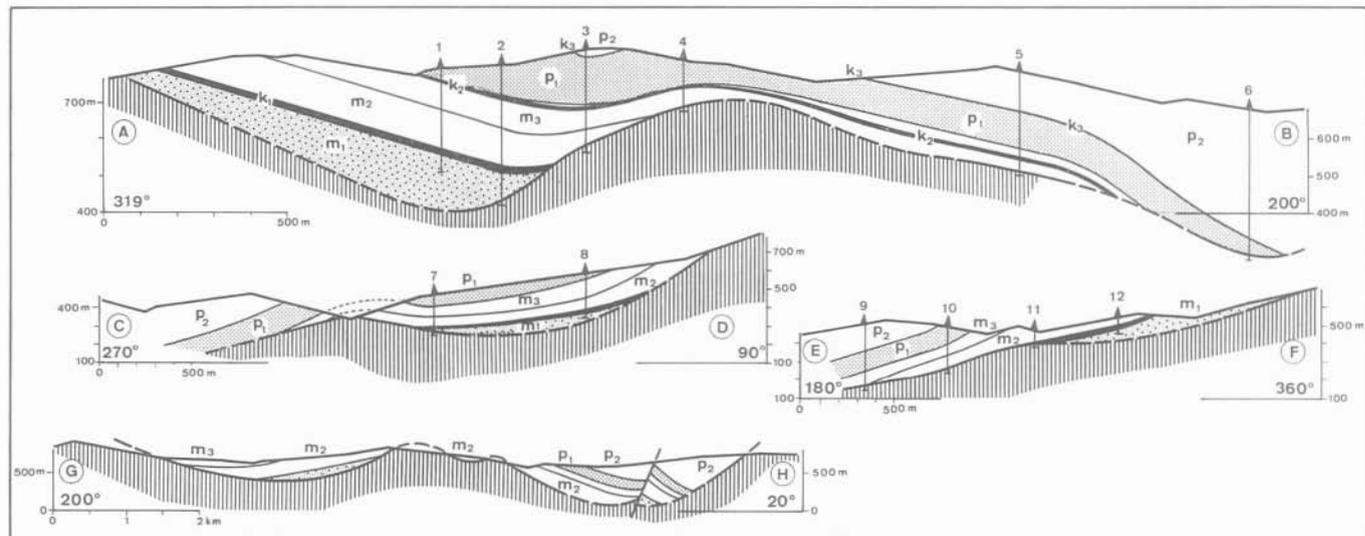


Abb. 14: Profilserie durch das Braunkohlengrubgebiet von Soma. Senkrechte Schraffen = vor-neogenes Grundgebirge. Soma-Formation: m<sub>1</sub> = Basal-Glied; m<sub>2</sub> = Mergel-Glied; m<sub>3</sub> = Kalkstein-Glied; k<sub>1</sub> = unteres Lignit-Glied (Hauptflöz); k<sub>2</sub> = mittleres Lignit-Glied. Denis-Formation: p<sub>1</sub> = Tegel-Glied; p<sub>2</sub> = Tuff-Mergel-Glied; k<sub>3</sub> = oberes Lignit-Glied. (Geograph. Lage der Profile s. Abb. 2.)

sein müßten. Ein Unterschied besteht lediglich im Ausmaß der Mächtigkeitsreduktion des Hauptflözes. In dem betreffenden Aufschluß (Abb. 9) ist das Hauptflöz auf 1 m, in Bohrung 7 hingegen nur auf 10 m reduziert.

Als weiteres Beispiel für die zweite Gruppe sollen die Bohrungen des Profils E-F (Abb. 14) herangezogen werden. Bohrung 12 wurde im Basal-Glied ( $m_1$ ) eingestellt, nachdem sie das untere Lignit-Glied ( $k_1$ ) in voller Stärke (etwa 25 m) durchteuft hatte. Instrukтив waren die Ergebnisse von Bohrung 11. Das Hauptflöz ( $k_1$ ) wurde in einer reduzierten Mächtigkeit von 10,50 m durchteuft. Die gekernete Kohle kam unter großem Kernverlust ausschließlich als Pulver zutage. Aus dem Hauptflöz ( $k_1$ ) drang die Bohrung direkt in ein kataklasiertes Grundgebirge ein. Das Basal-Glied ( $m_1$ ) fehlte gänzlich. Der Kontakt Kohlenflöz-Grundgebirge erwies sich eindeutig als tektonisch.

Die restlichen 13 Bohrungen der zweiten Gruppe zeigten im Bereich des reduzierten Hauptflözes ( $k_1$ ) ähnliche Verhältnisse wie die beiden vorhin besprochenen Beispiele. In einigen Bohrungen dieser Gruppe erschien das Hauptflöz ( $k_1$ ) als ein auf wenige Meter reduziertes, nur aus Kohlenstaub bestehendes Band, das von einer tektonischen Brekzie umgeben war, wodurch es stark an die in Abb. 10 und Abb. 11 dargestellten Verhältnisse erinnerte.

Die dritte Gruppe bestand aus Bohrungen, die aus stratigraphisch höher liegenden Formationsgliedern des Neogens direkt in das vorneogene Grundgebirge eindringen, ohne dabei das untere Lignit-Glied ( $k_1$ ) durchteuft zu haben. Bei manchen dieser Bohrungen fehlte auch das mittlere Lignit-Glied ( $k_2$ ). Außerdem traten zusätzlich Reduktionen in der Mächtigkeit der einzelnen neogenen Formationsglieder auf. Die vorgefundenen Verhältnisse lassen sich an Hand der Bohrungen des Profils A-B (Abb. 14) erläutern.

Wie wir bereits sahen, hatte Bohrung 2 (Profil A-B) das untere Lignit-Glied ( $k_1$ ) mit normaler Stärke durchteuft. Bohrung 3 drang aus dem beachtlich reduzierten (40 m!) Mergel-Glied ( $m_2$ ), unter Fortfall des Hauptflözes ( $k_1$ ) und des Basal-Gliedes ( $m_1$ ) direkt in den mesozoischen Kalkstein des Grundgebirges ein. Die Bohrungen 4 und 5 starteten in Schichtgliedern der Deniz-Formation ( $p$ ) und erreichten, unter Fortfall des Basal-Gliedes ( $m_1$ ), des Hauptflözes ( $k_1$ ) und des Mergel-Gliedes ( $m_2$ ), unmittelbar das mesozoische Grundgebirge. Schließlich drang Bohrung 6 bereits aus dem stark reduzierten (37 m!) Tegel-Glied ( $p_1$ ), unter Fortfall der Formationsglieder  $m_1$ ,  $k_1$ ,  $m_2$ ,  $m_3$  und  $k_2$ , direkt in das mesozoische Grundgebirge ein.

Bei all diesen Bohrungen der dritten Gruppe war das neogene Gestein in Grundgebirgsnähe zertrümmert bzw. in eine tektonische Brekzie umgewandelt. Die Brekzie enthielt auch eckige Elemente des Grundgebirges. Harnischflächen häuften sich. Die gezogenen Grundgebirgskerne zeigten ein kataklastisches Gefüge. Der Kerngewinn war im Bereich der Zertrümmerung gering. All dies verursachte zumeist beachtliche Spülflüssigkeitsverluste, die nur schwer zu beheben waren.

In die dritte Gruppe gehören auch die Bohrungen 9 und 10 des Profils E-F (Abb. 14). Nachdem Bohrung 11 bei der zweiten Gruppe von Bohrungen bereits eingehend besprochen wurde, soll nun kurz auch auf die Ergebnisse der Bohrungen 9 und 10 eingegangen werden. Der Ansatzpunkt von Bohrung 10 lag im Bereich des Tegel-Gliedes ( $p_1$ ). Das mittlere Lignit-Glied ( $k_2$ ) wurde in einer

Mächtigkeit von rund 5 m durchteuft. Aus dem Mergel-Glied ( $m_2$ ) drang Bohrung 10, unter Fortfall des Hauptflözes ( $k_1$ ) sowie des Basal-Gliedes ( $m_1$ ) direkt in das Grundgebirge ein.

Etwa 450 m südlich von Bohrung 10 lag der Ansatzpunkt von Bohrung 9, und zwar im Bereich des Tuff-Mergel-Gliedes ( $p_2$ ). Bohrung 9 gelangte bereits aus dem Kalkstein-Glied ( $m_3$ ) unvermittelt in das Grundgebirge. Besonders hervorzuheben wären auch bei diesen beiden Bohrungen (9 und 10) jene Streckenabschnitte, die unmittelbar über dem Grundgebirge lagen, ganz gleich, um welches lithostratigraphische Glied es sich dabei handelte. Die tektonisch bedingte Nähe des Grundgebirges äußerte sich im Bohrkern in einer intensiven Zertrümmerung sowohl der neogenen Sedimente als auch des Grundgebirges. Tektonische Brekzien und tiefrot gefärbte Melange-Letten prägten diesem Bohrabschnitt eine chaotische Struktur auf. Das kataklastische Gefüge des Grundgebirges war im Bohrkern unverkennbar. Gleichzeitig traten erhebliche Spülflüssigkeitsverluste auf.

Die vorhin besprochenen Bohrerergebnisse lieferten die Grundlage für die Herausarbeitung der makroskopischen Strukturen bzw. für die Klärung des Baues im makroskopischen Bereich. Zunächst zeigte das Studium der Bohrkerne, daß die Trennungsfuge zwischen vorneogenem Grundgebirge und der neogenen Sedimentdecke tektonischer Natur war. Das Auftreten von Zertrümmerungszonen, tektonischen Brekzien, Melange-Letten, Harnischflächen mit annähernd horizontal verlaufenden Streifen innerhalb jener neogenen Bohrstrecke, die unmittelbar über dem Grundgebirge lag, sowie die Katakliasierung des darunterliegenden Grundgebirges sprechen eindeutig für Abscherungsflächen, entlang denen Bewegungen stattgefunden haben, die mehr oder weniger horizontal verliefen. Bei diesen Bewegungen wurden Partien der neogenen Decke von ihrer Unterlage abgesichert, und zwar bevorzugt entlang des unteren Lignit-Gliedes ( $k_1$ ) sowie des Basal-Gliedes ( $m_1$ ), da beide Glieder festigkeitsmechanische Schwächezonen darstellten.

Verbindet man die in den einzelnen Bohrungen auftretenden Abscherungsflächen, so ergibt sich eine ausgedehnte Abscherungsbahn, die über einem gewellten Grundgebirge verläuft, etwa so, wie sie in Profil A-B (Abb. 14) dargestellt ist. Entlang dieser Abscherungsbahn erfolgten die horizontalen Bewegungen überwiegend in nordwest-südöstlicher Richtung.

Der Abscherungsprozeß erzeugte Reduktionen in der Mächtigkeit einzelner Formationsglieder der neogenen Sedimentdecke, insbesondere in der Mächtigkeit des Hauptflözes ( $k_1$ ). Es muß jedoch hier ausdrücklich betont werden, daß die durch das Bohrprogramm am Hauptflöz ( $k_1$ ) festgestellten Reduktionen in keiner Weise primärer Natur sind, d. h. die geringere Flözmächtigkeit ist nicht auf den Sedimentationsprozeß zurückzuführen, sondern es handelt sich vielmehr um Erscheinungen, die sekundär, durch tektonische Abscherungsvorgänge hervorgerufen wurden. Übrigens kam bei einer Bohrung auch eine Flözverdoppelung vor, denn das untere Lignit-Glied ( $k_1$ ) erreichte die ungewöhnliche Mächtigkeit von über 50 m. Flözverdoppelung und Flözreduktion sind den gleichen tektonischen Vorgängen zuzuschreiben.

Aus der Kombination der feldgeologischen Daten mit den Ergebnissen des Bohrprogramms ergibt sich eine Deutung, die im folgenden als Schlußfolgerung

zusammengefaßt werden soll. Nach der Ablagerung der beiden neogenen Formationen (Soma-Formation und Deniz-Formation) begann, unter dem Einfluß horizontal wirkender Kräfte, eine NW-SE ausgerichtete Zerschierung des Grundgebirgssockels. Die dabei entstandenen Grundgebirgsschollen führten entlang von seiger stehenden bis steil einfallenden Scherflächen (Gleitflächen) Differentialbewegungen aus. Beweise für diese Vorgänge sind die am Grundgebirge beobachteten Harnischflächen mit horizontal verlaufenden Harnischstreifen (Diagramme 4 a und 4 b, Abb. 3 sowie Abb. 4.

Die horizontalen Differentialbewegungen im Grundgebirgssockel wirkten sich auch in der neogenen Sedimenthaut aus. Dabei wurde die neogene Decke in einzelne Kleinschollen zerlegt (s. Abb. 7), die desgleichen horizontalen Differentialbewegungen unterworfen waren. Diese Bewegungen hinterließen ihre Spuren in Form von seiger stehenden bis steil einfallenden Harnischflächen, auf denen die Harnischstreifen mehr oder weniger horizontal verlaufen. Die Diagramme 1 a, 1 b, 2 a, 2 b, 3 a, 3 b der Abb. 3 sowie die Abbildungen 5 und 6 liefern die Belege für diese Deutung.

Die gleichen Horizontalkräfte verursachten zusätzlich eine Abscherung einzelner Teile der neogenen Sedimenthaut. Die Abscherung erfolgte vor allem in Grundgebirgsnähe, da dort festigkeitsmechanische Schwächezonen (wie: Trennungsfuge zwischen Grundgebirge und Deckgebirge, Basalglied  $m_1$ , Hauptflöz  $k_1$  etc.) vorhanden waren. Hierbei kam es zur Zertrümmerung des neogenen Gesteins, zur Bildung von tektonischen Brekzien und Melange-Letten, zur Mächtigkeitsreduktion einzelner Formationsmitglieder sowie schließlich zur Kataklasierung des Grundgebirges. Die tektonischen Brekzien enthalten Bestandteile sowohl des Grundgebirges als auch des darüberliegenden Neogens. Das reduzierte Hauptflöz war nicht selten zu Kohlenstaub zerrieben. Gestützt wird diese Deutung von zahlreichen Feldbeobachtungen (s. Abbildungen 9, 10, 11, 12 und 13) sowie von den Ergebnissen des Bohrprogramms.

Die in zahlreichen Aufschlüssen sowie in den Bohrkernen nachgewiesenen Abscherungsflächen ergeben in ihrer Gesamtheit eine, möglicherweise nicht zusammenhängende Abscherungsbahn, die zwischen vorneogenem Grundgebirge und neogener Decke liegt, etwa so, wie sie konstruktiv in den Profilen der Abb. 14 dargestellt ist. Dadurch, daß entlang der Abscherungsbahn immer jüngere Formationsglieder des Neogens über dem Grundgebirge zu liegen kommen, ließe sich die Abscherungsbahn auch als Abschiebungsfäche deuten (s. z. B. in den Profilen C-D und E-F, Abb. 14).

Das Alter der Horizontalbewegungen läßt sich mit „Ende Pliozän“ angeben. Anschließend an die horizontal ausgerichtete Zerschierungstektonik folgte die früher erwähnte, durch vertikale Bewegungen gekennzeichnete Bruchschollentektonik, deren Alter mit „Wende Pliozän-Quartär“ festgelegt werden kann. Die durch die Zerschierungs- und Abscherungstektonik verursachten Komplikationen im Bau des Gebietes von Soma erfuhren durch die Bruchschollentektonik eine weitere Steigerung.

Horizontale Bewegungen größeren Ausmaßes hat erstmalig PAVONI (1961) für die Nordanatolische Störungszone angenommen. Nach I. KETIN (1969) sollen die horizontalen Verschiebungen entlang der Störungszone seit ihrer Entstehung im Pliozän einige Zehner von Kilometern betragen. Diese Zone zieht sich von der

Ägäis im Westen in mehr als 1300 km Länge in W-E-Richtung bis zum Van Gölü in Ostanatolien dahin. Die Nordanatolische Störungszone ist eine eminente Erdbebenzone und wird charakterisiert durch eine Zerreibungstektonik, begleitet von mächtigen Reibungsbrekzien, eingepreßten Gesteinsfetzen und zerquetschten Gesteinslinsen. Diese chaotische Tektonik soll durch großräumige, horizontale Verschiebungen hervorgerufen worden sein. PAVONI glaubt, daß die Zerschierung im tieferen Untergrund entlang steilstehender Horizontalverschiebungen zu ebensolchen Zerschörungen und Versetzungen in der darüberliegenden Sedimentdecke führt, sofern es sich um kompetente und massige Sedimente handelt (PAVONI, 1961, S. 126). Das Braunkohlengebiet von Soma ist nur 50—60 km von der Nordanatolischen Störungszone entfernt. Könnten da eventuell genetische Zusammenhänge bestehen zwischen den in vorliegender Arbeit für das Gebiet von Soma beschriebenen Horizontalbewegungen und jenen von PAVONI angenommenen großräumigen Horizontalverschiebungen im Bereich der Nordanatolischen Störungszone?

DANKSAGUNG: Herrn Univ.-Prof. Dr. SADRETTIN ALPAN, Generaldirektor des M.T.A.-Institutes in Ankara, möchte ich für die Publikationserlaubnis dieser Arbeit meinen besten Dank aussprechen.

### Literaturhinweis

- BRINKMANN, R., FEIST, R., MARR, W. U., NICKEL, E., SCHLIMM, W., & WALTER, H. R. (1970): Geologie der Soma Daglari. — M.T.A.-Bull. Nr. 74, 7—23.
- KETIN I. (1969): Über die nordanatolische Horizontalverschiebung. — M. T. A. -Bull. Nr. 72, 1-28.
- KLEINSORGE, H. (1941): Zur Geologie der Umgebung des Braunkohlenvorkommens von Soma, Vilayet Manisa, Türkei. — METEAE, Serie A, No. 5, Ankara.
- NEBERT, K. (1959): Die geologischen Verhältnisse des südlich des Bakir Cay liegenden braunkohlenführenden Neogengebietes von Soma (Vilayet Manisa). — Unveröffentl. M.T.A.-Bericht, Ankara.
- NEBERT, K. (1960): Der geologische Bau des sich nördlich vom Bakir Cay ausdehnenden braunkohlenführenden Neogengebietes von Soma (Vilayet Manisa). — Unveröffentl. M.T.A.-Bericht, Ankara.
- NEBERT, K. (1961): Die geologische und montangeologische Situation des lignitführenden Neogengebietes von Denis (Kaza Soma, Vilayet Manisa). — Unveröffentl. M.T.A.-Bericht, Ankara.
- NEBERT, K. (1976): Das braunkohlenführende Neogengebiet von Soma, Westanatolien. — M.T.A.-Bull. (im Erscheinen).
- PAVONI, N. (1961): Die nordanatolische Horizontalverschiebung. — Geol. Rundschau, 51 (1), 122—139.
- URNER, F. J., & WEISS, L. E. (1963): Structural analysis of metamorphic tectonites. — McGraw-Hill Book Company.

Anschrift des Verfassers: Univ.-Prof. Dr. Karl NEBERT, Riesstraße 58b, 8010 Graz, Österreich.