

# DIE BAUXITE DES TAURUS UND IHRE TEKTONISCHE STELLUNG

**Jobst WIPPERN**

*Mineral Research and Exploration Institute of Turkey*

## I. EINLEITUNG

Als man begann den Taurus nach wissenschaftlichen Gesichtspunkten auf sedimentäre Lagerstätten zu untersuchen, wurde es erforderlich, die Paläogeographie und Entwicklungsgeschichte dieses Gebietes zu klären.

Das von mir in dieser Absicht verarbeitete Kartenmaterial stammt von verschiedenen Autoren, die mit unterschiedlichen Auffassungen an die Kartierung gingen. Der Zeitraum, der den Autoren zur Verfügung stand, schwankte. Deshalb ist der Wert der einzelnen Kartenblätter verschieden. In einigen für die Erkenntnis der Tektonik wesentlichen Gebieten (Elmalı-gebiet und Raum zwischen Güzelsu und Eğridir) konnten die vorhandenen Arbeiten durch eigene Aufnahmen ergänzt werden. An anderen Stellen wurden bei Prospektionsarbeiten Korrekturen durchgeführt, sodass sich schliesslich ein Kartenmaterial ergab, das den Anforderungen der Problemstellung gerecht wird (Tafel I).

Es soll keineswegs versucht werden eine vollständige geologische Karte zu bringen. Es kommt lediglich auf die tektonischen Leitlinien, die Verteilung von Paläozoikum, Mesozoikum und Tertiär sowie auf die Verbreitung der Ton-Radiolarit-Fazies<sup>1</sup> an.

Die vorliegende Arbeit befasst sich im grossen und ganzen mit dem Gebiet zwischen Muğla und Denizli im Westen und Antakya und Saimbeyli im Osten. Im Text muss manchmal auch auf Gebiete ausserhalb dieses Raumes bezug genommen werden. Das Ziel ist es, den Verlauf der alpinen Tektonik im Taurusgebirge entlang der türkischen Mittelmeer-Küste aufzuzeigen und den Einfluss der Gebirgsbildung auf die Entstehung der Bauxitlagerstätten nachzuweisen. Auf die Varistische Tektonik wird nicht eingegangen.

Von früheren Arbeiten wurden vor allem die Blumenthal'schen verarbeitet, in denen bereits versucht wird einen tektonischen Überblick über Einzelgebiete zu geben.

Im Verlaufe der Arbeit soll zunächst die Stratigraphie in grossen Zügen geschildert werden, dann die tektonischen Leitlinien und ihre Entwicklung im Laufe der Gebirgsbildung besprochen und schliesslich auf die Bedingungen für die Entstehung der Bauxit-Lagerstätten eingegangen werden.

Für das Verständnis und die Unterstützung, die ich von Seiten des M.T.A. Institutes bei dieser Arbeit fand, möchte ich an dieser Stelle danken. Herrn Blumenthal, der mir bei Beginn der Prospektionsarbeit noch persönlich mit Rat und Tat beistand, den Herren Brennich, van der Kaaden und Niehoff, denen ich viele wertvolle Hinweise verdanke, bin ich persönlich zu Dank verpflichtet.

## II. STRATIGRAPHIE

Wie bereits eingangs erwähnt, soll hier keineswegs eine umfassende Darstellung der stratigraphischen Verhältnisse des Taurus gegeben werden, denn dazu reicht das Material noch nicht aus. Es handelt sich um einen knappen Überblick, der zum Verständnis des tektonischen Teiles erforderlich ist.

### A. Paläozoikum

Die Beschreibung beschränkt sich auf das Paläozoikum des eigentlichen Taurus und lässt die alten Massive und Blöcke wie deren Randgebiete ausser acht. Ich richte mich weitgehend nach der Stratigraphie, die Niehoff im Räume westlich von Anamur aufgestellt hat, da hier auf engem Räume die meisten Fossilbestimmungen vorliegen und ein verhältnismässig grosser Zeitraum auf die Arbeit verwendet werden konnte.

Neben metamorphen Paläozoikum unbestimmten Alters sind Chloritschiefer mit Quarziten und Marmoren, die Niehoff also Prädevon festlegte, das älteste Schichtpaket.

Das Unterdevon setzt mit einem Basalkonglomerat ein, auf das bunte Schiefer, Kalke und Quarzite folgen. Ein rotes Konglomerat zu Beginn des Mitteldevon wird von einer Wechsellagerung von Schiefern, Quarziten und Kalken mit zwischengeschaltetem sedimentären Eisen überlagert. Das Oberdevon folgt mit Kalken und einer Wechsellagerung von Quarziten und Kalken, die ins Karbon hinüberleiten. Stellenweise reicht die Kalksedimentation über das Karbon ins Perm hinein, an anderen Stellen transgrediert das Mittelperm über Karbon-Quarzite. Auf diesen Fazies-Wechsel wird im tektonischen Teil näher eingegangen.

Im übrigen Taurus stand den Autoren wesentlich weniger Zeit zur Verfügung, sodass die Untergliederung bei weitem nicht so exact durchgeführt werden konnte. Deshalb sind auch genaue Vergleiche mit der soeben dargestellten Stratigraphie Niehoff's nicht möglich.

Über das Devon lässt sich nach den Angaben der einzelnen Autoren (dem Verf. ist es grösstenteils nicht aus eigener Anschauung bekannt) sagen, dass die Fazies von Anamur allgemein verbreitet zu sein scheint, wenn auch die Kalke etwas stärker hervortreten. Da jedoch an anderen Stellen eine Untergliederung des Devon nicht durchgeführt werden konnte, lassen sich keine eindeutigen Schlüsse ziehen.

G. Brennich stellt nach Fossilfunden in Kalklagen einzelne Vorkommen der Seydişehir-Schiefer, die östlich des Hauptausbisses liegen, ins Devon. Im Hauptverbreitungsgebiete werden sie (ob natürlich, ob tektonisch bedingt ist

schwer zu sagen), unmittelbar von Trias überlagert, dadurch bleibt die Möglichkeit von anderen Alterseinstufungen offen.

Das Karbon ist im allgemeinen vorwiegend kalkig ausgebildet. An Stelle der bei Anamur vorkommenden Quarzite stehen häufig Tonzwischenlagerungen. Bei Murtiçi und Çukurköy an der Strasse Akseki-Manavgat tritt ein Flöz stark mylonitisierter pyritreicher Steinkohle auf, das bei der wirren Lagerung in einer Störungszone nicht eindeutig altersmässig einzustufen ist. Es ist ins Karbon oder Perm zu stellen.

Das Perm beginnt im Liegenden mit tonig mergeliger Fazies mit einem zum Hangenden zu stark zunehmenden Kalkgehalt. Am Südwestende des Bolkar-dağ-Zuges im Räume von Fındıklı und Ercel Gözlesi tritt eine Ton-Radiolarit-Fazies auf, von der Blumenthal den Nachweis permischen Alters führen konnte. Dem Autor ist ein gleiches von Sarıkuyu etwas weiter im Westen bekannt. Zwischen Eğirdir und Antalya ist ein Einsetzen dieser Fazies im Perm ebenfalls nicht unwahrscheinlich. (Die Tonradiolaritfazies ist hier gebietsweise älter als Unterkreide und jünger als Karbon.)

### **B. Mesozoikum**

Das Mesozoikum besteht vorwiegend aus Kalken, die in den verschiedenen Stufen verschieden weit über das Paläozoikum transgredieren. In langgestreckten Zonen wird Kalkfazies durch Ton-Radiolarit-Fazies vertreten. Da Ton-Radiolarit-Fazies in Flachsee abgelagert wurde, muss eine Becken- und Schwellen-Fazies postuliert werden.

Die Trias setzt in Beckenfazies die Kalke und Dolomite des Perm fort, bei Akseki sind Tone und Quarzite mit verkohlten Pflanzenresten eingelagert. In den Schwellen-Zonen finden sich keine Fossil-Hinweise auf Trias. Da die Ablagerungen hier jedoch grösstenteils steril sind (siehe unten), kann Trias trotzdem als Ton-Radiolarit-Fazies vorliegen.

Der Jura verhält sich ähnlich wie die Trias. Im Räume zwischen Akseki und Beyşehir sind Posidonien-Schiefer bemerkenswert, an anderen Stellen treten Asphaltkalke auf. Auf den Schwellen liegt wieder Ton-Radiolarit-Fazies vor, deren Jurassisches Alter an einigen Stellen von Niehoff nachgewiesen wurde.

Nach der Unterkreide, die nebeneinander in Ton-Radiolarit-Fazies, in klastischer Fazies und in Kalkfazies vorliegt, folgt ein Hiatus in der Schichtfolge. Die Ob er kr e i d e transgression bringt die grösste Verbreitung der Kalkfazies, die auch durch häufiges Auftreten von Hippuriteri altersmässig leicht einzustufen ist. An den Schwellenzonen folgt im Hangenden der Kalke noch einmal eine Ton-Radiolarit-Fazies.

### **C. Neozoikum**

Im Gebiete von Elmalı hält die Kalkfazies noch bis ins Eozän an. Hier folgen die Nummulitenkalke unmittelbar den Hippuritenkalken. Sonst setzt eine klastische Fazies ein, in der stellenweise Nummulitenkalke als Bänke zwischengeschaltet sind. Im Ostteile hört die Flyschbildung, mit dem Eozän auf und wird von einer

Molasse überlagert, während im Westteil (im Elmalı-Gebiet) die Flyschbildung bis ins Miozän reicht.

Die Molasse füllt die grossen Buchten am Rande des Taurus aus und an den Stellen geringer Heraushebung, wie zwischen Karaman und Silifke, wird der gesamte Taurus von der Molasse überdeckt.

Da alle Sedimente, die jünger als Eozän-Flysch sind, für unsere Problemstellung ohne Bedeutung sind, wird nicht näher darauf eingegangen. Der Flysch selbst besteht aus einer Wechsellagerung von Feinsand, Ton, Mergel und vereinzelt Kalkbänken, zwischen denen auch Konglomerate auftreten.

#### **D. Eruptiva**

Trachyte, Andesite und Basalte und deren Tuffe nehmen grosse Areale am Rande des Taurus zu den alten Massiven ein. Bei der Problemstellung dieser Arbeit spielt die Zusammensetzung dieser Gesteine keine wesentliche Rolle, deshalb wurden sie auf der Karte alle zusammengefasst. Sie sind alle jünger als die Oberkreide und im Rahmen der Bruchtektonik zum Abschluss der Gebirgsbildung aufgetreten.

Die Granite sind vorwiegend Ausläufer des Zentralanatolischen Massivs. Die jüngste Alterseinstufung Ketin's ist nach meiner Meinung nicht für alle Granite dieses Gebietes zutreffend, da sich diese Massive bereits vor dem Perm in konsolidiertem Zustand befunden haben müssen, wie aus den späteren Ausführungen hervorgeht. Die altersmässig festgelegten Granite können durchaus jüngere Nachschübe sein.

Bei den Ophioliten handelt es sich um die gesamte Reihe der Ultrabasika bis zu den Gabbros. Teilweise sind sie serpentiniert, teilweise albitisiert. Ihre Lage ist an die Schwellenzonen und an den Rand des Taurus gebunden. An diesen Stellen war die tektonische Zerrüttung, die spätestens im Perm begann, am tiefgreifendsten. Wie in dem Kapitel über die Bauxite ausgeführt wird, muss ein Teil dieser Gesteine bereits während des Perm an der Oberfläche angestanden haben. Eine genaue Alterseinstufung wird dadurch erschwert, dass die tektonisch an die Erdoberfläche gepressten Gesteine bei jeder orogenetischen Phase erneut mobilisiert werden können.

Neben diesen alten Ophioliten kommen Gesteine gleichen Charakters, nur grobkristallin und weniger serpentiniert, neben den grossen Schubflächen vor, die nach der Oberkreide entstanden. Sie haben die Oberkreide schwach metamorphosiert (Halbmarmore) und sind in die Bankfugen der Oberkreidekalke eingedrungen.

Eine Trennung der beiden Gruppen von Ophioliten lässt sich nur unter grossen Schwierigkeiten und nur von Fall zu Fall durchführen.

Durch gelöste Kieselsäure aus Ophioliten—sie enthalten mehr als 50%  $\text{SiO}_2$ —entstanden vorwiegend diagenetisch die Verkieselungen in der Ton-Radiolarit-Fazies neben den primären Radiolariten. Dieses Phänomen ist am besten damit vergleichbar, dass im Jura die Kieselsäure in den Skeletten der Kieselschwämme durch Kalk ersetzt wurde und in geringer Entfernung als Hornstein wieder ausfiel. Auf das Problem der Ton-Radiolarit-Fazies wird weiter unten nochmals eingegangen.

### III. TEKTONIK

#### A. Allgemeine Vorbemerkung

Zum Verständnis der tektonischen Entwicklung des Taurus ist es erforderlich sich zu vergegenwärtigen, dass sich im Norden des Taurus zwei alte Massive — Menderes- und Zentralanatolisches Massiv— und im Süden des Taurus drei konsolidierte Blöcke— Block von Fethiye, von Alanya und Arabische Tafel—befinden.

Diese Massive und Blöcke wurden zwar während der Sedimentations-Entwicklung auch teilweise mit überflutet, behielten aber dabei ihren starren tektonischen Charakter aus. Sie stehen sich teilweise unmittelbar gegenüber, teilweise sind sie gegeneinander versetzt. Dadurch entstand bei einer Einengung des Nord-Süd-Zwischenraumes die s-Förmige Verbiegung des Sedimentations-Raumes.

Der Vorgang wird am besten verständlich, wenn man einen Papierstreifen zwischen Gewichten in die Form des heutigen Taurus zu bringen sucht, ohne ihn einzureissen. Das Ergebnis dieses Versuches ist, dass sich der Papierstreifen in den Aussenbögen hebt und in den Innenbögen senkt. An den Aussenbögen entsteht eine Zugspannung, an den Innenbögen eine Zusammenpressung. Ferner bilden sich Aufwölbungen, die diagonal durch den Papierstreifen jeweils die Lücken zwischen den einzelnen Gewichten verbinden. Sie werden fortan als Diagonalsättel bezeichnet. Zwischen diesen Sätteln zeichnen sich Senken ab.

Wenn man zu diesem Versuch statt Papier ein plastisches Material verwendet, so kann man feststellen, dass in den Diagonalsätteln starke Scherkräfte auftreten (Abb. 1, 2, 3).

In der Natur spielen natürlich noch wesentlich mehr Einflüsse eine Rolle, aber das Gesamtbild der Mechanik dieser Bewegung kann auf Grund dieses Versuches erkannt werden. Im Folgenden soll gezeigt werden, wie sich das so entstandene Bild mit den Beobachtungen im Gelände deckt.

#### B. Die Entwicklung der einzelnen tektonischen Elemente

##### *I. Die Innenbögen*

An den Innenseiten der Unibiegungen haben wir, wie aus dem Versuch hervorging, zwischen hier weiter entfernt liegenden Diagonalsätteln Senkungszonen zu erwarten. Wie verhält es sich in diesen Gebieten mit der Fazies?

Die tiefsten und besten Aufschlüsse befinden sich im Raum von Akseki, der hier als Beispiel besprochen werden soll. Es ist auch das Gebiet welches mir im Taurus am besten bekannt ist.

Bedauerlicherweise gibt es hier keine Stelle, an der die gesamte Schichtfolge vom Karbon bis in die Oberkreide übereinander beobachtet werden kann, da an den Vorkommen des Paläozoikums in der Hadım-Schuppe Trias und Jura durch tektonische Vorgänge abgesichert sind. Aus diesem Grunde sei das Paläozoikum von Bademli und das Mesozoikum vom İmrasanbeli und vom Gidengelmez-Dağ als Beispiel besprochen.

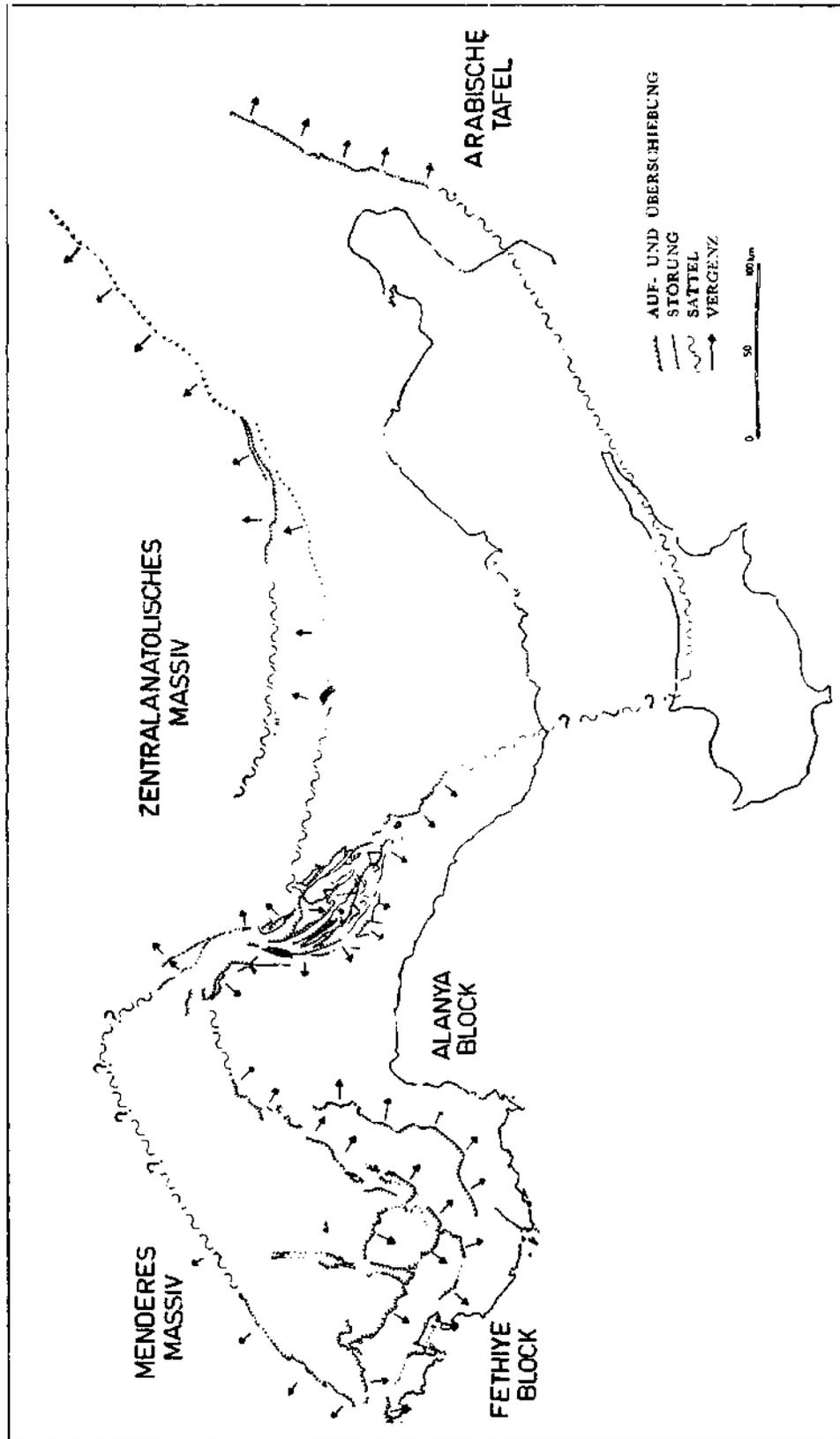


Abb. 1 - Die tektonischen Leitlinien im Westtaurus

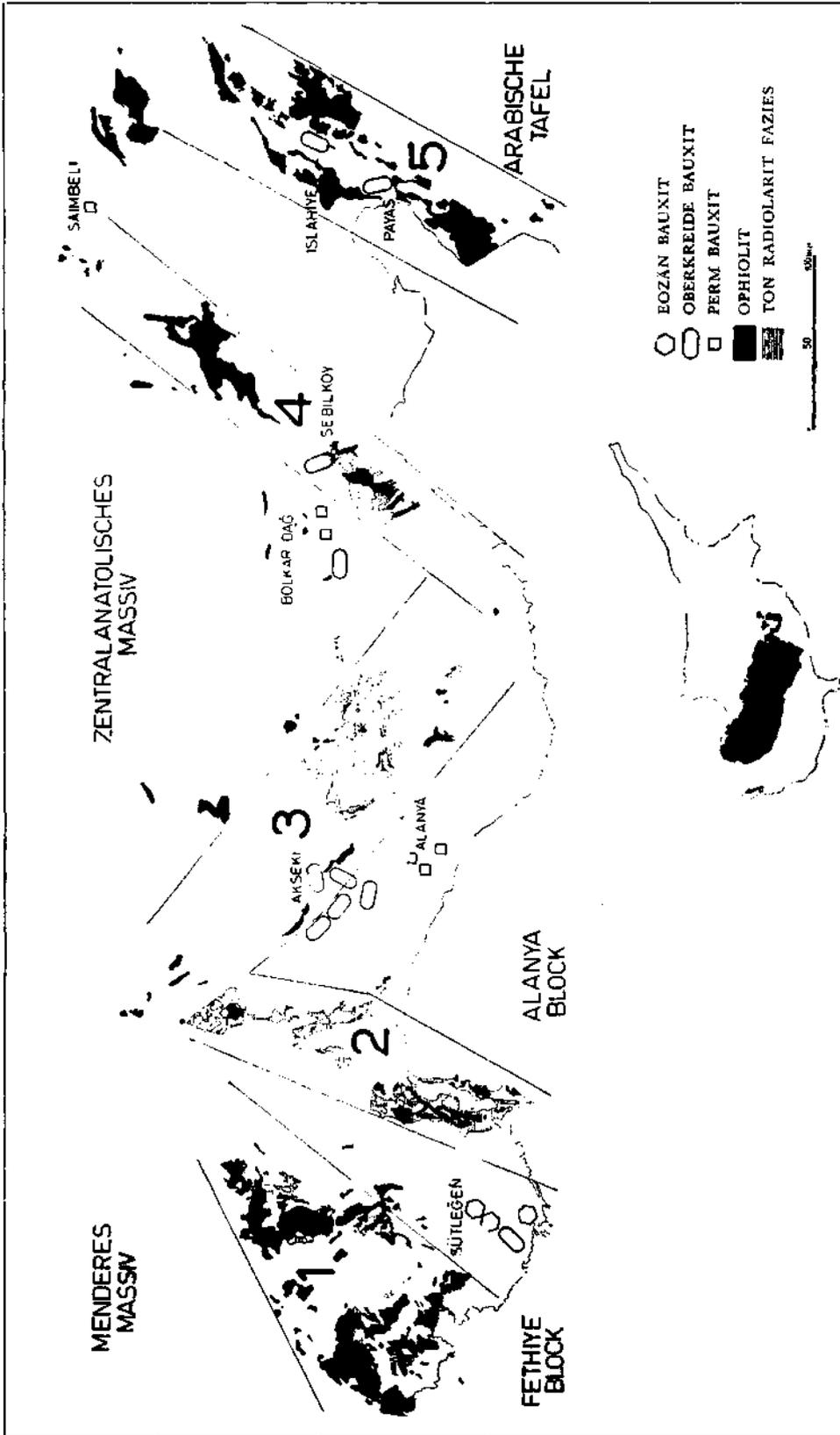


Abb. 2 - Die Sättel und Bauxite des Westtaurus

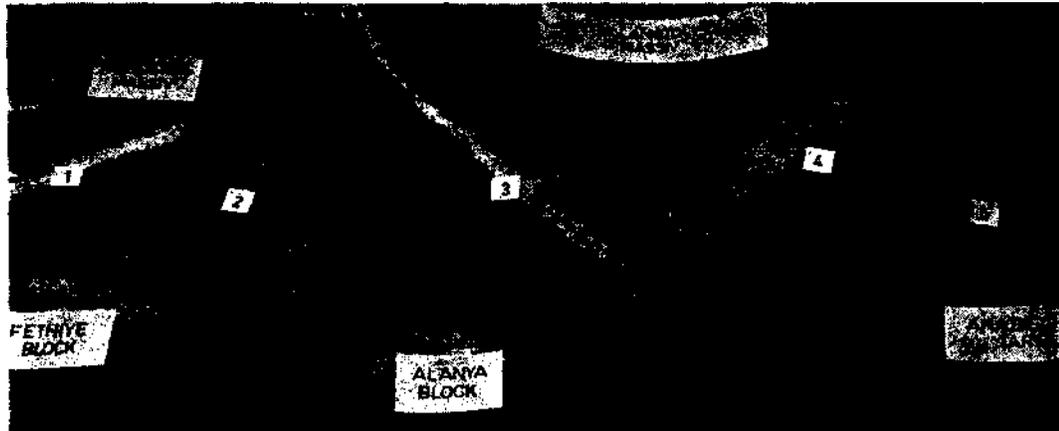


Abb. 3 - Tonmodell

Karbon und Perm liegen in einer Fazies vor, die aus einer Wechsellagerung von Tonen und Kalken besteht. Im Hangenden treten die Tone immer stärker zurück. Die Trias setzt mit Sandsteinen und Tonen ein, und geht dann in Rauchwacken und Dolomite über. Im Lias folgen Stinkkalke und etwas randnäher Posidonienschiefer. Dann geht die Kalkfolge—stellenweise auch dolomitisiert—mit einer kurzen Unterbrechung am Ende der Unterkreide, bis zum Ende der Oberkreide hinauf. Die Mächtigkeit des Mesozoikums beträgt etwa 2000 m. Nach der Trias gibt es bis zum Eozänflysch keine klastischen Sedimente. Ausser gewissen Verkieselungen im Eozän, die durch die jungen Ophiolite bei Beyşehir bedingt sind, gibt es keine Ton-Radiolarit-Fazies.

Die Umbiegung, die im Gebiete östlich von Karaman liegt, ist bei weitem nicht so stark, wie die östlich von Antalya. Demzufolge war hier auch der Absenkungsbetrag wesentlich geringer. Eine Mächtigkeit der mesozoischen Sedimente lässt sich nicht angeben, ebenso kann die Fazies nicht verfolgt werden, da in diesem Gebiete keine ausreichenden Aufschlüsse vorliegen. Das ist dadurch bedingt, dass der Innenbogen hier nicht der Küste sondern dem Landesinneren zugewendet liegt, wodurch die Täler bei weitem nicht so tief eingeschnitten sind. Deshalb ist nur am Rande der Senke Jura und Kreide in Kalkfazies aufgeschlossen.

## 2. Die Aussenböyen

Da nur ein geringer Teil des Gebietes der Aussenbögen in den von mir genauer untersuchten Taurusabschnitt fällt, bin ich vorwiegend auf andere Autoren angewiesen. Eine sichere Klärung, welche Fazies in welche Stufe einzuordnen ist, kann nicht erreicht werden, da hier in den Kalken so gut wie keine Fossilien zu finden sind. Das verursacht eine grundsätzlich verschiedene Alters-einstufung der Schichtpakete durch die einzelnen Bearbeiter, was sich an der Grenze der einzelnen Arbeitsgebiete deutlich zeigt. Wenn man die mögliche Mächtigkeit aller Kalke, die teilweise durch junge vulkanische Ereignisse umkristallisiert sind, zusammennimmt, so fällt es auf, dass sie wenige 100 m nicht übersteigt.

Der letzte Punkt, der eine einigermaßen zuverlässige Schätzung zulässt, liegt zwischen dem Beyşehir- und dem Eğridir-See. Hier ist die Mächtigkeit

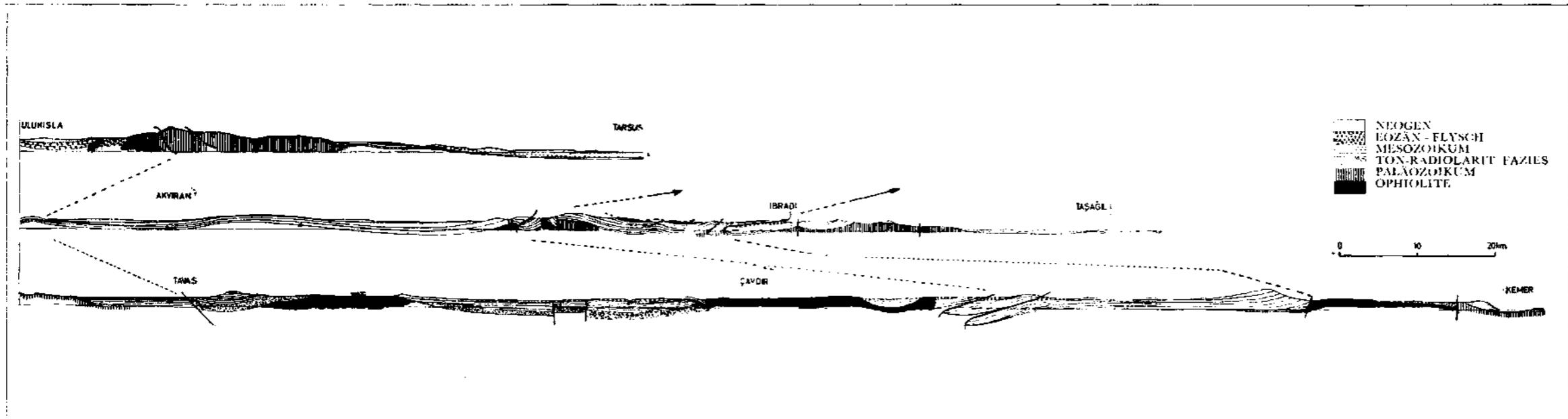


Abb. 4 - Profile durch den westlichen Taurus

zwischen Perm und Oberkreide mit 2 - 300 m anzunehmen. Vom Senkungsgebiet zum Aussenbogen nimmt also die Mächtigkeit auf etwa einzehntel ab.

Der Aussenbogen, der dem Innenbogen von Karaman gegenüberliegt, ist der Aussenbogen von Cypern. Von hier liegen keine Mächtigkeitsangaben vor die einen Vergleich zulassen. Beim Aussenbogen von Elmalı ist die Sachlage etwas anders, da dem Aussenbogen auf Grund der Lage der Blöcke kein Innenbogen gegenübersteht. Im Räume westlich von Finike befinden sich auch keine Aufschlüsse, die bis ins Paläozoikum reichen. Jura und Kreide sind kalkig ausgebildet; mehr lässt sich über Fazies und Mächtigkeit nicht aussagen.

Zusammenfassend muss über die Aussenbogen festgestellt werden, dass die Fazies kalkig ist, die Mächtigkeiten jedoch geringer sind, als in den Innenbögen.

### 3. Die *Diagonalsättel*

In den diagonal verlaufenden Aufsattelungsgebieten beginnt im Perm eine Entwicklung, die sich von der der Umbiegungszonen weitgehend unterscheidet. Wie wir bereits eingangs feststellten, herrscht in diesen Zonen neben der Tendenz zur Aufwölbung eine Scherspannung, die sich bis weit in den Untergrund hinein fortsetzt (Abb. 2, 3).

An diesen Zerrüttungszonen drangen schon sehr früh, wahrscheinlich schon vorpermisch, die ersten Ophiolite auf, die bei der Fortdauer der Bewegungen erneut mobilisiert wurden. Die Aufwölbungstendenz war so stark, dass sich nicht wie in den benachbarten Gebieten Kalk, sondern vorwiegend Ton oder Mergel ablagerte.

Wenn man das Hauptvorkommen der Seydişehir-Schiefer betrachtet, so bemerkt man, dass es auf einem Diagonal-Sattel liegt. Wenn hier einmal der stratigraphische Beweis für das paläozoische Alter erbracht werden kann, ist dies vielleicht die älteste Ton-Fazies auf diesen Schwellenzonen.

Die Stelle, an der Niehoff die diskordante Auflagerung von Perm auf Unterkarbon beschreibt, liegt ebenfalls auf einem Diagonalsattel, während die konkordante Schichtfolge neben der Sattelzone liegt.

Die mesozoische Schichtfolge fehlt teilweise auf den Sätteln oder ist als Ton mit seltenen Kalkeinschaltungen ausgebildet. Um hier genauere Aussagen machen zu können, ist erst eine Feinstratigraphie erforderlich.

Die Tone wurden diagenetisch verkieselt und durch den stärkeren Kieselsäuregehalt, der in den Meeren über den Ophioliten gegeben war, fanden Radiolarien einen optimalen Lebensraum, während andere Meeresbewohner diesen Raum mieden, sodass die Ton- und Mergelablagerungen weitgehend steril blieben.

Die wenigen Hinweise für Alterseinstufungen liefern Kalkbänke, die offensichtlich in Zeiträumen entstanden, in denen das Niveau zwischen Diagonalsätteln und Senken weitgehend ausgeglichen war.

So konnte Niehoff drei Stufen der Ton-Radiolarit-Fazies untergliedern, von denen die unterste und mächtigste mit ihrem Hangenden in die Unterkreide zu stellen ist. Wo ihre Basis einsetzt liess sich nicht klären. Als nächst älteres kommt in diesem Räume Perm vor.

Blumenthal (19526) gibt in der Arbeit über die Cilicische Zone für das Gebiet westlich von Namrun eine permische Ton-Radiolarit-Serie an, die kontinuierlich ins Mesozoikum übergeht.

Die Begründung Borchert's (1960a), dass das stellenweise Auftreten von Mangangehalt ein Beweis für die ausschliessliche Entstehung der Ton-Radiolarit-Fazies aus  $\text{SiO}_2$ -reichen Thermen während der Oberkreide sein soll, ist nicht schlüssig. Wie oben dargelegt wurde, reicht die Ton-Radiolarit-Fazies vom Perm bis in die Kreide. In diesem grossen Zeitraum brachten Thermen bestimmt nicht kontinuierlich  $\text{SiO}_2$ -Lösungen ins Meer. Deshalb ist die Deutung der diagenetischen Entstehung bestimmt einleuchtender, zumal Lösungswanderungen nicht nur bei der Verkieselung sondern auch bei der Dolomitbildung und anderen ähnlichen Vorgängen eine ganz bedeutende Rolle spielen.

Es soll jedoch nicht bestritten sein, dass in einem Gebiet, in dem Scher- spannung und damit verbundene Auflockerung herrscht, Thermen lokal und zu bestimmten Zeitpunkten eine gewisse Rolle gespielt haben können. Über die lange Zeitdauer, während der die Verkieselungen entstanden, tritt der Einfluss der Thermen hinter dem der Diagenese stark zurück.

Auf den Diagonahätteln herrschte eine dauernde Hebungstendenz. Die Bewegungen erfolgten in unregelmässigen Abständen und mit verschiedener Intensität. Die bereits abgelagerte Ton-Radiolarit-Fazies wurde bei diesen Vorgängen teilweise stark verfaltet. Zeitweilig und stellenweise wurden die Ophiolite von den sie bedeckenden Sedimenten entblösst. Solche Zeitpunkte waren, wie weiter unten noch näher ausgeführt wird, während des Perm, vor der Oberkreide und im Elmalı-Gebiet vor dem Eozän.

#### *4. Die Randgebiete gegen die Blöcke und Massive*

Da die Sedimente den Rand der Massive und Blöcke, teilweise vielleicht sogar die gesamten Blöcke überdeckten, ist nicht mit Sicherheit anzugeben, wo die Randbegrenzung des Beckens genau verläuft.

Wenn man die Art und Weise der Bewegungen der Massive berücksichtigt so zeigt es sich, dass auch an ihren Rändern eine Scherbewegung stattgefunden haben muss. Hier ist also wieder ein Ort, an dem Ophiolite aufdringen konnten, aber auch gleichzeitig die Stelle an der postorogen eine Möglichkeit für das Durchbrechen der jungen Effusiva bestand.

Da sich die Diagonalsättel im Aussenbogen an die Randzonen anlehnen ist es unmöglich festzustellen, ob hier die Scherflächen der Randzonen oder die Scherflächen der Diagonalsättel für das Auftreten der Ophiolite verantwortlich sind.

### **C. Die Intensität der Tektonik**

Das auf Grund unseres Versuches aufgestellte Schema des Taurus reicht bei weitem nicht aus, um allein aus den Begriffen Aussenbogen, Innenbogen und Diagonalsattel alle tektonischen Erscheinungen zu deuten. Entscheidend wirkt sich vor allem aus, inwieweit sich die Blöcke, deren Nord-Süd-Abstand verengt wird, gegenüberstehen, und inwieweit vor ihnen eine Lücke liegt. Ebenfalls ist natürlich

wesentlich, wie gross die Sedimentmächtigkeit im Becken ist, das durch die Massive zusammengepresst wird (Abb. 1, 2).

Um diese Wirkungen klarer erkennen zu können, muss zunächst einmal die Lage der Massive und Blöcke klargestellt werden. Es wird bei der Beschreibung mit den Nördlichen im Westen begonnen und mit den Südlichen im Osten aufgehört.

Das Menderes - Massiv ist dadurch, dass es von allen am höchsten herausgehoben ist, fast vollständig von der jungen Sedimenthülle entblösst und es bedarf deshalb keiner weiteren Definition der Begrenzung.

Beim Zentralanatolischen Massiv ist die Festlegung von Form und Ausdehnung bereits schwieriger, da es unter jungen Schichten verborgen ist. Sein Westteil scheint ein einziger Block zu sein, während der Ostteil durch eine Verlängerung der Jordan-Tal-Graben-Tektonik, jedoch später als der Jordangraben selbst, zu einem Mosaik grosser Schollen zerbrochen ist. Die Südbegrenzung ist auf unserem Kartenblatt etwa in der Linie Konya-Karapınar-Niğde zu suchen.

Im Süden liegt als westlichstes Element der Block von Fethiye, dem östlich, etwas weiter nach Norden vorgeschoben, der Block von Alanya folgt. Das Metamorphikum zwischen Gazipaşa und Alanya macht einen Teil des Blocks von Alanya aus, während der Hauptteil unter dem Meere versunken ist. Die Existenz des Blocks von Fethiye muss auf Grund des Verlaufes der Diagonalsättel postuliert werden. Da bei den vier bekannten Massiven die Sättel stets die Zwischenräume der Massive verbinden, kann als Analogieschluss zwischen den beiden Diagonalsätteln die bei Burdur und Eğridir beginnen und nach Kumluca bzw. in den Raum östlich von Köyceğiz verlaufen, ein Block angenommen werden, dem ich den Namen «Block von Fethiye» gab. Neben diesen Schlüssen erfordert die Gestalt des Taurus einen starren Block, der an dieser Stelle Widerstand geleistet hat. Vielleicht lässt sich die genaue Begrenzung später einmal durch Schweremessungen nachweisen.

Die Arabische Tafel liegt ausserhalb unseres Kartenausschnittes östlich von Antakya. Ihr Einfluss in Form von Zusammenpressungs- und Scherdruck ist von grösster Bedeutung für unseren Taurus Abschnitt.

Da der Block von Fethiye unmittelbar vor dem Menderes-Massiv liegt und der Block von Alanya schräg vor dem Zentralanatolischen Massiv, muss an diesen engsten Stellen der stärkste Druck geherrscht haben. Da sich zwischen Alanya und dem Zentralanatolischen Massiv noch dazu ein Innenbogen befindet, war hier die Absenkung am stärksten. Nach der Auffüllung des Beckens kam es hier ebenfalls zur kräftigsten Überschiebungs-Tektonik. Da im Laufe der Taurus-Entwicklung die Umbiegung immer stärker wurde, wurde die Raumverengung immer mehr gesteigert. Man kann diese Tatsache bereits aus dem Kartenbild entnehmen, denn neben zwei Hauptschuppen, die mindestens 7 km Schubweite erreichen, kommen viele Unterschuppen vor. Wenn wir weiter nach Norden gehen und den Aussenbogen betrachten, so zeigt es sich, wie auf Grund des Versuches zu erwarten war, dass hier die Einengung geringer wird.

Der Zwischenraum zwischen dem Block von Alanya und dem Menderes-Massiv ist grosser, dadurch ist wohl im Innenbogen eine Einengungstektonik zu beobachten, wenn auch die Schubweiten wesentlich geringer sind.

Im Bogen von Elmalı wird das Bild dadurch zusätzlich kompliziert, dass sich hier zwei tektonische Systeme vergattern, doch darauf soll später näher eingegangen werden.

Der Bogen selbst ragt zwischen den Block von Fethiye und den Block von Alanya hinein. Da es sich um einen Aussenbogen handelt, ist die Spannung an der Umbiegungsstelle selbst am geringsten. Wenn man die tektonischen Elemente betrachtet, sieht man auch, dass von beiden Seiten her zur Umbiegungsstelle zu die Überschiebungen zunächst in Aufschiebungen und dann in eine Sattel-Mulden-Struktur übergehen.

Der unterschiedliche Spannungsgrat zeigt sich bei den rezenten Erdbeben, die von Marmaris bis nach Fethiye reichen und dort ausklingen, also das letzte Drittel bis zur Umbiegungsstelle auslassen.

Da das Menderes-Massiv weiter im Westen liegt, macht der nach Norden vergente Teil den Bogen von Elmalı nicht mit. Folglich nimmt der Druck zwischen dem Block von Fethiye und dem Menderes Massiv nach Osten zu ab. Dies ist neben der Abnahme der Überschiebungsbeträge nach Norden zu auch durch das Ende der Erdbebenzone zwischen Ula und Tavas bei Tavas deutlich erkennbar.

Im östlichen Teil des behandelten Taurusabschnittes liegen die Verhältnisse anders als im Westen. Der Zwischenraum zwischen dem Block von Alanya und der Arabischen Tafel ist ziemlich breit. Im Norden liegt das Zentralanatolische Massiv. Einem festen Widerlager im Norden steht also im Süden nichts gegenüber. Demzufolge gibt es so gut wie keine Zusammenpressung. Die Intensität der Tektonik ist in diesem Räume am geringsten. Das bedeutet, dass hier der Taurus die grösste Breite haben muss und am wenigsten nach oben gepresst wird. Das Ergebnis ist die sogenannte Taurus-Depression zwischen Karaman und Silifke.

Erst weiter im Osten, nahe dem Rande unseres Kartenausschnittes, wirkt sich der Einfluss der Arabischen Tafel aus. Es entstehen starke Scherspannungen, die vermutlich unter Einfluss der Jordan-Tektonik den Ecemiş-Korridor entstehen lassen. Gleichzeitig steigert sich die Einengungstendenz, sodass im nach Norden vergenten Teil nach Faltenbau im Innenbogen (!) hier wieder Aufschiebungen am Bolkardağ auftreten. Im südvergenten Teile bleibt zunächst der Sattel-Mulden-Bau bestehen und erst bei İslahiye sind wieder Aufschiebungen zu beobachten.

Es zeigt sich, dass die Massive und Blöcke direkt durch die von ihnen ausgeübten Drucke und indirekt durch den durch die Verbiegung entstehenden Druck den Grad der tektonischen Verformung bedingen.

#### **D. Der Verlauf der tektonischen Leitlinien**

Nachdem die tektonische Intensität besprochen wurde, steht es noch aus, den Verlauf der tektonischen Leitlinien zu besprechen. Es werden nur die wesentlichen Überschiebungen Aufschiebungen und Sättel kurz behandelt und Einzelheiten weggelassen. Diese können den Spezialarbeiten der verschiedenen Autoren entnommen werden, wie ebenfalls die nähere Erklärung wie diese Überschiebungen etc. nachgewiesen wurden. Zur Erläuterung sei auf die Profile (Abb. 4) hingewiesen.

Einführend muss zunächst einmal festgestellt werden, dass der Südteil des Taurus nach Süden vergent und der Nordteil nach Norden vergent ist.—Genauer gesagt bildet natürlich die Vergenz in etwa die Senkrechte auf den Aussenrand des Gebirges, also südwest, südost etc., was jedoch nicht jedesmal extra betont wird.—*Der Taurus ist also ein Doppelorogen mit nach aussen gerichteter Vergenz* (Abb. 1).

### 1. Der Südteil

Im Westen, bei Köyceğiz, treten zwei etwa parallel verlaufende Überschiebungen in unseren Kartenausschnitt ein. Nach kurzer Entfernung kommt durch Aufspaltung im Norden noch eine dritte dazu, die in ihrem weiteren Verlaufe immer mehr an Bedeutung gewinnt. Während die beiden südlichen Linien an der E mah-Schuppe im Räume von Akçay ausgeklungen sind, kann man die nördliche noch als Sattel bis in den Raum von Finike verfolgen.

Die von Kaş nach Isparta ziehenden Einheiten setzen so ein, wie die soeben beschriebenen geendet haben; nämlich als Sattel-Mulden Struktur. Dies ist auf Grund der obigen Ausführungen zu erwarten. Schon bald sind Übergänge in Störungen festzustellen. Die südöstliche Linie scheint dabei stets Aufschiebungscharakter beizubehalten, während die nordwestliche Elmalı-Schuppe eine deutliche Überschiebung darstellt, die bei Kızılcadağ 7-8 km Schubweite aufweist. Bei Çeltikçü vereinigen sich beide Schuppen und sind bis in den Raum südlich von Isparta zu verfolgen. Dann folgt ein Sattel und oberhalb der Ortschaft Anamas tritt bereits wieder eine Überschiebung auf, die von hier aus nördlich des Anamas-Dağ verläuft. Hier befinden wir uns bereits in dem Teile hinter der Gebirgsbiegung.

Am Ende des Beyşehir Sees treten neben der Aufschiebung Sättel und Mulden auf (Tafel II). Der Muldenbau entwickelt sich zu weiteren Aufschiebungen und diese gabeln sich wiederum auf, bis schliesslich neben zwei bedeutenden Schuppen bis zu sieben kleinere Aufschuppungen auftreten. Von den beiden bedeutenden ist die nordöstliche die «Hadım-Decke» Blumenthal's, besser Hadım-Schuppe genannt, die südwestliche die Akseki-Schuppe. Ob es sich bei der grossen Überschiebung der Hadım-Schuppe bei Bademli nicht um einen Effekt handelt, der von einem hochgepressten und von drei Seiten von Eozänflysch unterwanderten Horst hervorgerufen wird, lässt sich nicht genau sagen. Eine Überschiebung von etwa 40 km Reichweite erscheint bei den sonstigen Überschiebungsbeträgen etwas sehr gross. Bei der Akseki-Schuppe herrscht im Manavgat-Tale grössere Klarheit. Hier zeigt ein Fenster, in dem die Unterlage der Schuppe ansteht, eine Schubweite von etwa 7 km.

Nach dem hier auftretenden Maximum an Einengung lässt der Druck nach Südosten zu wieder nach. Die kleinen Aufschuppungen werden weniger, die Akseki-Schuppe läuft mit der Hadım-Schuppe zusammen, die einen immer geringer werdenden Überschiebungsbetrag aufweist und schliesslich südlich von Fariske auch in Faltenbau übergeht. Man kann dieses Element dann weiter als Sattel von Anamur erkennen, der nach Cypern hinüberzieht, die Nordketten von Cypern ausmacht und schliesslich im Räume von Antakya wieder auf das Festland zurückstreicht. Von hier verläuft er nach Nordosten und der Steilabfall zum Tale von Islahiye stellt bereits wieder eine Aufschiebung dar, die durch den durch die Arabische Tafel ausgeübten Druck entstand.

An den am stärksten beanspruchten Teilen des Taurus bildet sich am Rand zu den alten Massiven eine Rückstau-Tektonik aus. Sie hat die entgegengesetzte Vergenz, als eigentlich zu erwarten wäre und wird durch die Reibung zwischen den alten Massiven und dem Inhalt des Beckens bei der Zusammenpressung hervorgerufen. Eine solche Stelle befindet sich z.B. westlich von Gündoğmuş.

## 2. *Der Nordteil*

Die Aufschiebung des Nordteiles tritt in nicht zu grosser Entfernung von der des Südteiles in unser Kartenblatt ein. Der geringe Abstand der beiden Elemente ist durch die grosse Nähe des Blocks von Fethiye und des Menderes-Massivs bedingt.

Wie bereits oben geschildert, verläuft der Nordteil etwa als Sehne durch den Bogen von Elmalı geradlinig in den Raum nördlich von Dinar. Dank der Arbeiten von v.d Kaaden und Metz ist der Beginn dieser Linie als Aufschiebung von Ophioliten auf Paläozoikum erkannt worden. Wie v.d.Kaaden nachweisen konnte, haben die Ophiolite hier paläozoisches Alter.

Die Aufschiebungslinie verläuft, teilweise durch Neogenüberdeckung schwer erkennbar, nach Tavas. Sie ist identisch mit der Erdbebenzone zwischen Ula und Tavas. Weiter nach Nordosten ist alles von jüngeren Sedimenten überdeckt. Das Eozänvorkommen nördlich von Baklan kann man unter Umständen als Sattel auffassen. Weiter nördlich verdecken junge Effusiva weitgehend das Bild. Auf Grund der Lage im Aussenbogen ist hier auch keine wesentliche Einengungstektonik zu erwarten.

Erst bei Şarkikaraağaç wurde wieder Serpentin auf Oberkreide aufgeschoben und östlich von Eğridir Paläozoikum auf Oberkreide (Tafel II). Hinter dem Beyşehir-See ist in der gleichen Linie bei Üzümlü Jura auf Eozänflysch überschoben.

Weiter nach Südosten lässt die Spannung wieder nach, es folgt Kuppelbau, der über Sattelbau in eine liegende Falte übergeht, die am Hacıbaba Dağ bereits gerissen ist und als Aufschiebung weiterstreicht. Der weitere Verlauf ist zunächst durch das Tertiär bei Karaman verdeckt, kommt jedoch dahinter im Bolkar-Dağ-Massiv als Aufschiebung im Paläozoikum wieder zum Vorschein. Weiter nördlich hat sich inzwischen auch noch ein zweites Element eingestellt. Es besteht zunächst aus einem Sattel von Mesozoikum, der aus dem Tertiär herausragt und wird hinter dem Tertiärgebiet von Karaman zu der Nordrand-Aufschiebung des Bolkar-Dağ-Massivs. Hinter Kamışlı vereinen sich beide Schuppen und verlaufen nach Nordnordost. Weiterhin fehlen genauere Unterlagen um etwas näheres aussagen zu können. Der Steilabfall im weiteren Verlaufe dieser Richtung ist mit ziemlicher Sicherheit als Aufschiebung anzusehen.

Die wesentlich stärkere Betonung des Südteils gegenüber dem Nordteil beruht darauf, dass die Umbiegungen des Taurus nicht symmetrisch sind. So fällt beim Bogen von Elmalı der Innenbogen im Nordteil weg. Der Innenbogen bei Karaman ist bei weitem nicht so stark geknickt wie der von Antalya und fällt ausserdem mit der grossen Taurus-Verbreiterung zusammen.

Wenn man diese Faktoren berücksichtigt, dann zeigt es sich, dass der Taurus ein echtes Doppel-Orogen ist, bei dem der Nordteil deshalb schwächer ausgebildet ist, weil hier die geringeren potentiellen Spannungen waren.

### 3. Die Aufwölbungszonen

Bereits eingangs wurde festgestellt, dass die Aufwölbungszonen die Zwischenräume zwischen den einzelnen Massiven verbinden (Abb. 2). Die genaue Lokalisierung dieser Sättel ist nur dort möglich, wo die Aufschlüsse bis unter die Oberkreide gehen, die ja auch in diesen Zonen teilweise in Kalkfazies vorliegt.

Die randliche Begrenzung ändert sich während der verschiedenen Stufen, da sie vom Grade der Heraushebung gegenüber der Umgebung abhängt. Man kann wegen dieser seitlichen Verzahnung der Sattel-Fazies nur den ungefähren Verlauf, wie er sich aus dem jetzigen Kartenbild ergibt, angeben.

Der erste, am weitesten im Westen gelegene Diagonalsattel beginnt bei Burdur und verläuft, sehr breit angelegt, über Yeşilova - Tefenni in den Raum von Köyceğiz-Fethiye.

Der zweite Diagonalsattel verläuft von Eğridir über Sütçüler nach Antalya, wo er seine grösste Breite erreicht und endet bei Kumluca.

Der dritte Diagonalsattel, der ebenfalls in der Lücke zwischen Zentralanatolischem- und Menderes-Massiv beginnt ist ab Beyşehir zu beobachten, erreicht zwischen Bozkır und Bucaklısıla die grösste Breite und vereinigt sich im Räume zwischen Karaman und Silifke mit dem vierten.

Der vierte Diagonalsattel kommt aus der nordöstlichen Ecke unseres Kartenblattes bei Saimbeyli in das Gebiet von Namrun und verläuft in Richtung Silifke-Mut, wo er mit dem dritten zusammentrifft.

Der fünfte Diagonalsattel beginnt ebenfalls in der Nordostecke des Kartenblattes und ist nur durch den Peridotit-Stock von İskenderun angedeutet. Weiter nach Süden ist das Liegende der Oberkreide nicht erschlossen. Dieser Sattel scheint von allen am schwächsten ausgebildet zu sein, läuft er ja auch nicht im eigentlichen Sinne in die Lücke zwischen den Blöcken, sondern in etwa parallel zur Arabischen Tafel. Seine Existenz beruht auf der grossen Breite des Zwischenraumes zwischen dem Block von Alanya und der Arabischen Tafel und auf dem Scherdruck, der durch letztere ausgelöst wird. Dieser breite Zwischenraum ist auch die Ursache für das Zusammenlaufen der Sättel drei und vier.

### E. Die Einflüsse der Bruchtektonik

Nach der Heraushebung des Taurus setzte eine starke Bruchtektonik ein. Die Brüche überprägen das Bild der alpinen Orogenese und machen es zum Teile schwer entzifferbar. Auf vorliegender Karte wurden diese Brüche teilweise vernachlässigt um das Bild des alpinotypen Baustils stärker zu betonen.

Herauszuheben ist jedoch die Verlängerung der grossen afrikanischen Grabenzone, das heisst hier des Jordan-Grabens. Neben der starken Scherspannung durch das Vorspringen der Arabischen Tafel wird in der Grabenzone eine, wenn auch vielleicht sekundäre Ursache für den Ecemiş-Korridor zu suchen sein, dessen Liniament sich im Ostteil des Zentralanatolischen Massivs fortsetzt. Auch die Ostrandstörung des Salzsees scheint davon abzugabeln. Natürlich sind diese Ereignisse in ihrer<sup>1</sup> hier wirksamen Phase jünger, als der kimmerische Jordangraben.

Um zu diesen Problemen genauer Stellung nehmen zu können, ist eine wesentlich bessere Kenntnis des Gebietes Voraussetzung. Ausserdem betreffen diese Tatsachen die eigentliche Problemstellung dieser Arbeit nicht mehr.

#### **F. Die Entwicklungsgeschichte des Taurus**

Es wurden zuvor an verschiedenen Stellen bereits Bemerkungen über die Altersdatierung der tektonischen Ereignisse gemacht. Zum besseren Verständnis soll hier die gesamte Entwicklung noch einmal im Zusammenhang dargestellt werden. Ich greife dabei bewusst nicht auf die Stille'schen Phasenbezeichnungen zurück, da es sich nach meiner Ansicht um eine kontinuierliche Entwicklung handelt, wenn auch zu manchen Zeiten die Bewegungen stärker hervortreten. Es zeigt sich bereits in diesem relativ kleinen Raum, dass die gleiche Entwicklung durchaus nicht überall zum gleichen Zeitpunkte einsetzt und nicht zum gleichen Zeitpunkt aufhört. Es ist gewissermassen eine Bewegungstendenz, die wie eine Welle an einer Stelle beginnt und über grosse Zeiträume hinweg sich langsam zu den anderen Gebirgsabschnitten fortsetzt. An der Stelle, an der sie einsetzte, herrschte längst Ruhe, als die Bewegung am anderen Ende des von ihr betroffenen Raumes angelangt ist.

Die Entwicklung des Gebirges in der alpinen Geosynklinale setzt im Perm ein. Das langgezogene Becken ward durch eine Bewegung der Blöcke in Nord-Süd-Richtung von fünf Aufwölbungszonen unterbrochen. Diese Diagonalsättel verbinden die Zwischenräume zwischen den Massiven. An diesen Stellen setzt gleichzeitig eine Seher-Bewegung ein, die an den so entstandenen tiefgreifenden Klüften die Möglichkeit für das Aufdringen von Ophioliten schafft. In den Aufsattelungszonen wird stellenweise der präpermische Untergrund abgetragen.

Bei gleichzeitiger Absenkung des Beckens bleibt die Aufwölbungstendenz der Diagonalsättel bestehen, hier werden Flachseesedimente abgelagert. Wahrscheinlich ragen Teile der Sättel ah Inseln hervor. Der Fazieswechsel auf den Sätteln zeigt, dass sich die Bewegungen in gewissen Abständen vollziehen. Über den genauen zeitlichen Verlauf lässt sich ohne Feinstratigraphie nichts näheres aussagen.

Während des Perm war eine Unterbrechung in der Sedimentation erfolgt, dann ging die Absenkung des Beckens bis etwa zur Unterkreide kontinuierlich weiter. Zu Beginn der Oberkreide tritt ein erneuter Hiatus auf.

Wie bereits während des Perm, überragten stellenweise Ophiolite das umliegende Sediment und verwitterten. Die Verwitterungsprodukte der Feldspäte und anderer Mineralien wurden umgelagert und füllten die während der Festlandszeit entstandenen Vertiefungen des Reliefs. Zu dieser Zeit dürften die Reliefunterschiede zwischen Diagonalsätteln und Becken weitgehend ausgeglichen worden sein, denn während der Oberkreide selbst haben wir die grösste Verbreitung der Kalk-Sedimentation. Die geringen verbliebenen Niveauunterschiede werden durch Riffkalke abgebildet.

Nach der Oberkreide setzt die eigentliche Orogenese ein. Während des Hiatus unter der Oberkreide gibt es nur im Bolkar-Dağ-Gebiet nach Blumenthal gewisse Verstellungen. Im allgemeinen liegt das Eozän als erstes in synorogener Fazies vor. Lediglich im Gebiete von Elmalı ist eine kontinuierliche Kalkfolge

(Paläozän wurde jedoch bisher nicht beschrieben) bis ins Eozän zu verzeichnen. Der Block von Fethiye scheint zeitlich hinter den anderen zurückzubleiben.

Abgesehen von schwachen Verbiegungen ist die tektonische Entwicklung im Ostteil mit dem Oligozän abgeschlossen. Im Elmalı-Bogen haben wir wieder die Verzögerung. Die Schuppen, die von Isparta nach Finike streichen., werden noch über das Miozän geschoben. Da jedoch die von Köyceğiz kommenden Falten an den Nord-Süd streichenden auhören, müssen diese sogar noch jünger sein. Hier haben wir leider keine Indikationen um den Zeitpunkt einengen zu können. Die Verengung zwischen dem Block von Fethiye und dem Menderes-Massiv ist die jüngste, die bis zum heutigen Tage fort dauert, was durch die starke Erdbebenstätigkeit in diesem Gebiete auch deutlich ersichtlich ist. Der Ostteil des Taurusausschnittes ist dagegen in ein Stadium weitgehender Ruhe eingetreten.

Im Ostteile setzt die Molasse mit dem Miozän ein. Sie überdeckt teilweise die Faltenstränge und reicht auch im Westen in die Buchten am Rande des Gebirges hinein, so z.B. bei Antalya, während bei Elmalı zu gleicher Zeit noch Flysch vorliegt.

#### IV. DIE BAUXITE DES TAURUS

Im Bereiche des Taurus gibt es Bauxite aus drei verschiedenen Perioden. Die ältesten liegen im Perm, die nächst jüngeren an der Wende Unter-Oberkreide und die jüngsten schliesslich im Eozän.

Die Kreide-Bauxite, die am besten bekannt sind, sollen als erste besprochen und davon die Entwicklung während der anderen Perioden abgeleitet werden.

Frühere Autoren gingen, soweit sie dazu Stellung nehmen, von der Meinung aus, dass die Bauxite des Taurus aus Rückständen, die bei einer Lösung der Liegendkalke während einer Festlandsperiode anfielen, entstanden sind.

Bei der Untersuchung, die ich in den Jahren 1956-58 durchführte, wurde die Diskordanz, auf der die Bauxite vorkommen, in sämtlichen Schuppen des Akseki-Beyşehir-Gebietes abgegangen, während Egger das gleiche im Gebiete zwischen Akseki und Gündoğmuş durchführte. Die so untersuchte Länge des fraglichen Horizontes beträgt mehr als 1000 km. Dabei ergaben sich folgende Tatsachen:

Zwischen den Kalken im Hangenden (Hippuriten-Kalken) und den Kalken im Liegenden befindet sich keine messbare Winkeldiskordanz. Es ist also nur ein Hiatus. Die Bauxite befinden sich in Karsttaschen und Klüften in den Liegendkalken, die durch sie vollständig ausgefüllt sind. Die grösste Tiefe dieser Karsterscheinungen am Ende der Unterkreide beträgt 17 m, meist jedoch wesentlich weniger. In manchen Bauxitvorkommen ist des Bauxit das Bindemittel von Kalkgeröllen oder brecciemmigen Kalkstücken. Zwischen den einzelnen Bauxitanreicherungen ist die Zone über dem Hiatus durch eine rötliche Kalkbank gekennzeichnet, die teilweise brecciös bis konglomeratisch ausgebildet ist. Es kommen nur Kalkgerölle vor. Über dieser Bank folgen in gleichmässigem Abstand von etwa je 10 m zwei weitere rosa Kalkbänke. Die Rotfärbung ist durch late-

ritisches Material bedingt. In den beiden oberen Horizonten gibt es keine Bauxitanreicherungen. Eine Rückstandsbestimmung ergab für die Liegendkalke weniger als 1 % unlöslichen Anteil, davon weniger als die Hälfte  $Al_2O_3$ . An der Basis der Lagerstätte von Erikgediği befindet sich eine etwa 10 cm mächtige Schicht einer weissen tonigen Substanz, die v. Eisenhart (mündl. Mitt.) als Kaolin bestimmte.

Diese Tatsachen sprechen gegen eine Entstehung der Bauxite aus Lösungsrückständen der Kalke. Wenn die grosse Menge von Kalk gelöst worden wäre, die erforderlich ist um das nötige Rohmaterial für die Bauxite zu liefern, dann hätte das ein ausserordentlich starkes Karstrelief ergeben. Die Kalke werden an Klüften und Spalten schneller gelöst, als an anderen Stellen und eine Abtragung, die Bank um Bank vor sich geht, ist auf keinen Fall zu erwarten.

In Dünnschliffen von Bauxiten, die noch nicht diagenetisch in die pisolithische Form umgewandelt sind, kann man häufig noch Umrisse von verzwilligten Feldspatkristallen erkennen. In einem Pulverpräparat der Lagerstätte von Erikgediği und in einem Schliff von der Lagerstätte von Küçükkoraş war noch unzersetzter Feldspat zu finden. Feldspäte kommen aber in den Liegendkalken nicht vor, ausserdem ist eine Kaolinbildung aus Kalken undenkbar.

Nachdem festgestellt worden war, dass Feldspäte in dem Rohmaterial für die Bauxite vorkamen, entstand die Frage, wo der Ursprung dieser Feldspäte zu suchen ist. Neben der konglomeratischen Struktur mancher Lagerstättenteile zeugen Holz- und Pflanzreste in der Lagerstätte von Gemene von einer marinen bis lakustrischen Umlagerung des Materials. In nächster Nähe der Bauxitvorkommen befindet sich lediglich der Ophiolitzug zwischen Bademli und dem Beyşehir-Sec, der aus einem grobkristallinen Material besteht, in dem makroskopisch keine Feldspäte feststellbar sind. Hierzu kommt, dass dieses Gestein bei seinem Eindringen die Oberkreidekalke schwach metamorphosierte. Es entstanden sogenannte Halbmaarmor. Ausserdem drang Ophiolit in die Bankfugen der Oberkreide ein. Er ist somit jünger als diese. Die Andesite nordöstlich von Seydişehir sind noch jünger und können somit auch nicht durch Tuffe als Feldspatlieferanten in Frage kommen.

Bei der weiteren Suche wurde ich von G. Brennich auf vormesozoische Grüngesteine in der Nähe von Belviran hingewiesen. Sie sind stark albitisiert und werden diskordant von Oberkreide überlagert. Wie bereits aus der tektonischen Betrachtung hervorgeht, liegt Belviran auf dem Diagonalsattel, der sich von Silifke in die Richtung von Beyşehir erstreckt. Nordwestlich von Belviran ist der Sattel durch Oberkreide überdeckt, sodass es durchaus wahrscheinlich ist, dass sich die albitisierten Grüngesteine weiter in dieser Richtung erstrecken. Im Aufschluss von Belviran ist ersichtlich, dass diese feldspatreichen Gesteine vor der Oberkreide von der Sedimentüberdeckung entblösst waren, also der Verwitterung und Abtragung zugänglich waren.

Nachdem die Herkunft des Ausgangsmaterials geklärt war, wurde die *Entstehungsgeschichte der Bauxite von Akseki* offensichtlich.

Die Bauxite von Akseki liegen in der Senke zwischen zwei Diagonalsätteln. Diese Sättel wölbten sich während der Unterkreide stärker empor und begannen

bereits vor dem übrigen Gebiete aus dem Meer zu ragen und zu verwittern. Bald wurde der gesamte Taurus-Raum landfest, ohne dass dabei eine merkliche Schrägstellung oder Faltung auftrat. Die Kalkgebiete begannen zu verkarsten. Nach einem nicht zu grossen Zeitraum wurde das Gebiet wieder überflutet und dabei wurden die Verwitterungsprodukte der albitisierten Ophiolite, also vorwiegend zersetzte Feldspäte, aber auch eisenhaltige Verwitterungsprodukte anderer Mineralien, umgelagert. Es kann sich um keine heftige Transgression gehandelt haben, denn dazu ist der Gesteinscharakter in dieser Zone zu wenig konglomeratisch ausgebildet. Eine schwache Bewegung des Wassers sorgte dafür, dass alle Vertiefungen im Untergrund gleichmässig aufgefüllt wurden, und nicht nur die Karsttaschen in unmittelbarer Umgebung der Ophiolite. Während einer gleichzeitigen Kalksedimentation wurde der letzte Teil der Trübe mit abgelagert und bewirkte die Rotfärbung der Kalke. Nach einer gewissen Unterbrechung wird noch zweimal lateritische Trübe ins Meer gespült. Sie reicht nicht aus um Bauxitlagerstätten bilden zu können, sondern bewirkt nur eine Rosa-Färbung der Kalke.

Es bleibt jetzt nur noch zu klären, wieso es erst zur Kaolin- und dann zur Bauxit-Bildung kam. Dafür liefern uns die eingeschwemmten Holzteile einen Hinweis. Es herrschte also in irgendeinem Zeitpunkte während dieses Vorganges eine Vegetationsperiode. Die Feldspäte sind Rohstoff für Bauxit wie für Kaolin. Das Endprodukt hängt vom PH - Wert der Wässer ab, die in diesem Material zirkulieren. Während der Vegetationsperiode kam es zu humussauren Wässern, die Eisen etc. abführten und Kaolin entstehen liessen. Nach Verschwinden der Vegetation wurden die Wässer, durch die Kalke bedingt, neutral bis schwach basisch, und dies ist der Bereich, in dem Kieselsäure gelöst und weggeführt werden kann. Folglich entstand aus dem gleichen Rohstoff, der zuerst in geringem Umfange kaolinisiert wurde, später Bauxit.

Bei dem Umlagcrungsvorgang, der nach der Kaolinisierungs-Phase anhielt, wurden wahrscheinlich Kaolin mit neu hinzukommenden Material vermischt, wodurch der schwankende Kieselsäuregehalt erklärt werden könnte. In den SiO<sub>2</sub>-reichen Vorkommen war vor der Kaolinisierung bereits das meiste Laterit-Material anwesend. Dadurch ist die regionale Verteilung der verschiedenen SiO<sub>2</sub>-Gehalte der Lagerstätten zu erklären.

Nach der Sedimentation und Überdeckung durch Kalke übten in Gestein zirkulierende Wässer bestimmt einen gewissen Einfluss auf die Lagerstätten aus, dessen Umfang jedoch nicht bekannt ist. Da bei benachbarten Lagerstätten die Bedingungen am ähnlichsten sind, wird der lokale Habitus der einzelnen Lagerstättengruppen dadurch verstärkt.

In den bisherigen Ausführungen wurde festgestellt, dass die Bauxite von Akseki zwischen zwei Diagonalsätteln liegen. Wie verhält es sich nun mit den anderen Fundpunkten der Oberkreide-Bauxite? Die grösste Lagerstätte liegt bei Payas am Rande der Aufsattelung, die parallel zum Westrande der Arabischen Tafel verläuft. Unweit von Mersin kommt als nächstes das kleine Vorkommen von Sebilköy, das am Nordabfall der Satfeizone von Silifke nach Saimbeyli liegt, wo sich ebenfalls die Lagerstätte von Küçükkoraş befindet. Als letzte der kretazischen Bauxite ist die Lagerstätte von Sütleğen südlich Elmalı zu erwähnen, die

zwischen den beiden Sätteln liegt, die zwischen Egridir und Kumluca und zwischen Burdur und Fethiye verlaufen (Abb.2).

Das Herkunftsgestein ist von den oben aufgeführten Lagerstätten nur von der bei Payas bekannt. Für die Sütleğen-Bauxite ist die Herkunft aus dem Gebiet von Kumluca wahrscheinlich, wo die Ophiolite einen grossen Raum einnehmen. Dieser Sattel setzt sich ja nach Süden unter dem Meere fort, sodass sich hier unter Umständen die Stelle befindet, wo Ophiolite diskordant von Oberkreide überlagert werden. Andererseits sind ebenfalls im Räume von Fethiye die Ophiolite stark verbreitet.

Im weiteren Umkreis der Lagerstätte von Sebilköy treten genügend Ophiolite auf, die durchaus die überlagernde Ton-Radiolarit-Fazies durchragt haben können. Diese Fazies befindet sich auch in geringer Entfernung südlich von Küçükkoraş wo kleine Serpentinvorkommeri zu beobachten sind.

Bei allen Bauxiten, die an der Basis der Oberkreide liegen, befindet sich also in der Nähe ein Gestein, das lateritisches Material liefern kann. Bei den kleineren Lagerstätten liegen naturgemäss keine so detaillierten Untersuchungen vor, wie das bei Akseki und Payas der Fall ist, wodurch auch lediglich bei diesen beiden Stellen das Herkunftsgestein mit einiger Sicherheit festgelegt wurde.

Wenn man nun die Bauxitvorkommen sämtlicher Altersstufen auf einer Karte aufträgt, so fällt es auf, dass sich die permischen Bauxite meist in der Nähe der Oberkreidebauxite befinden. Durch das grössere Alter bedingt sanken sie mit der Synklinale tiefer in den Untergrund und wurden dabei durch Metamorphose in Diasporit umgewandelt. Die bekanntesten Vorkommen befinden sich im Räume zwischen Alanya und Gündoğmuş sowie am Hohen Bolkardağ. Kleinere Linsen liegen bei Kan (Kaza Saimbeyli) und weit östlich des untersuchten Gebietes in der Nähe von Doğanşehir.

Egger, der die Alanya-Bauxite nach Vorarbeiten von Blumenthal und Zimmer eingehend untersuchte, stellte fest, dass sie sich in einem genau definierbaren, geologischen Horizont befinden. Das Liegende bilden Marmore, Kalkglimmerschiefer oder Kalkphylite vermutlich permokarbonischen Alters, während das Hangende aus nicht metamorphen Dolomiten mesozoischen Alters, vermutlich der Trias besteht. Egger unterscheidet drei Typen von Erz : Fleckenerz, Bohnerz und Schiefererz, wobei nonnalcrweise das erste den höchsten  $Al_2O_3$ -Gehalt, das zweite den höchsten  $Fe_2O_3$ -Gehalt und das dritte den höchsten  $SiO_2$ -Gehalt aufweist. Das sogenannte Schiefererz fühlt sich talkig an und hat Seidenglanz. Ich möchte annehmen, dass in diesem Typus eine Form vorliegt, bei der primär eine Kaolinisierung stattgefunden hatte.

Wir haben also eine ähnliche Fazies wie bei Akseki mit dem Unterschiede, dass die Verkarstung vor der Lateritumlagerung nicht so tiefgreifend war, und nur flache Mulden mit dem Rohmaterial erfüllt wurden und mit dem sekundär aufgetretenen Unterschied, dass die älteren Bauxite durch Metamorphose bedingt, jetzt einen veränderten Mineralbestand, nämlich Diaspor und Korund an Stelle von Böhmit und Hydrargillit aufweisen.

Der in den Bohnerzen auftretende höhere Eisengehalt ist durch den grösseren Anteil an eisenreichen Mineralien, die nach Verwitterung umgelagert wurden,

ausgelöst, wohingegen bei Akseki albitisierte Gesteine einen grösseren Feldspatanteil aufwiesen. Die Albitisierung scheint also im wesentlichen nach dem Perm aufgetreten zu sein.

Die Situation der Bauxite vom Bolkardağ entspricht der von Alanya weitgehend. Sie liegen zwischen Kalken und Halbarmoren. Leider liegen zur Zeit noch keine Analysen vor, die den Vergleich auch im Chemismus zuliessen.

Die regionale Lage der permisch-triassischen Bauxite bei Alanya entspricht also in etwa der Oberkreide-Bauxite von Akseki, sie liegen westlich des Diagonalsattels, der von Silifke nach Beyşehir streicht. Die Bauxite des Bolkardağ liegen unmittelbar neben denen von Küçükkoraş nördlich des Sattels zwischen Silifke und Saimbeyli. Bei Saimbeyli selbst kommt in der gleichen Position noch einmal ein kleines Vorkommen vor, dessen Nebengesteine denen von Alanya entsprechen.

Die Diasporite und Smirgel bei Miläs liegen westlich des untersuchten Gebietes. Da mir die geologischen Verhältnisse in diesem Räume leider nicht bekannt sind, kann ich zu ihrer Lage keine Stellung nehmen. Eine Untersuchung nach den gleichen Methoden, die hier angewendet wurden, könnte unter Umständen zu interessanten Ergebnissen führen.

Anschliessend sei kurz noch die Lage der eozänen Bauxite im Räume zwischen Akçay und Kaş südlich von Elmalı besprochen. Sie liegen in Karsttaschen in Nummulitenkalken. Der  $\text{SiO}_2$ -Gehalt ist recht hoch, entspricht aber in etwa dem der Sütleğen-Bauxite aus der Oberkreide. Die geographische Verbreitung liegt in der Umrahmung des Gebietes der Sütleğen-Bauxite, also zwischen den Diagonalsätteln, die von Eğridir nach Kumluca und von Burdur nach Fethiye streichen.

Als Ergebnis dieser Einzelbetrachtungen tritt die Tatsache deutlich hervor, dass die Bauxite des Taurus, gleich welcher Altersstufe sie angehören, etwa die gleiche Entwicklungsgeschichte gehabt haben. Die Nebengesteine sind dieselben, das Ausgangsmaterial was das gleiche und das Endprodukt ist ebenfalls, abgesehen von Metamorphose, das gleiche. Man kann also die Faktoren die zusammenkommen mussten, dass im Taurus Bauxite entstehen konnten, kurz folgendermassen zusammenfassen :

1. Das Vorhandensein von Ophioliten (möglichst albitisiert).
2. Die Verwitterung dieser Gesteine vor und während einer allgemeinen Festlandsperiode zu Laterit.
3. Erneute Transgression mit Umlagerung der Laterite in die Unebenheiten des Untergrundes.
4. Überdeckung durch Kalke und dadurch neutrale bis schwach basische Wässer, die die Kieselsäure wegführten.

Für die meisten dieser Voraussetzungen spielt der Baustil des Taurus der mit seinen diagonal verlaufenden Sätteln, die Grundlage für das Aufdringen der Ophiolite bildet, eine entscheidende Rolle. Durch die Hebungstendenz entstand die Möglichkeit, dass die Ophiolite verwittern konnten und in den Becken konnten die Laterite abgelagert und von Kalk überdeckt werden. Die Entstehung ist also nur aus der tektonischen Entwicklung des Taurus zu verstehen und die Möglichkeiten für Prospektion wurden durch den Verlauf der Diagonalsättel und durch die Lage der Mulden gekennzeichnet.

## V. SCHLUSSWORT

Um die Entstehung der Bauxite erklären zu können wurde die Tektonik des Taurus in ihren Grundzügen dargestellt. Es wurde Wert darauf gelegt ein mechanisch befriedigendes Bild zu geben und aus diesem 'Grunde mussten oft andere Begriffe verwendet werden, als sie bisher in der Alpengeologie üblich waren. Es wurde bei den tektonischen Ausführungen bewusst oft über den Rahmen dessen hinausgegangen, was für die Erläuterung der Bauxitentstehung erforderlich ist. Es sollte auf jeden Fall vermieden werden, dass die Tauruskonzeption infolge Fortlassens mancher Abschnitte unverständlich wird.

Obwohl die eigentlichen Untersuchungen in ganz anderer Richtung lagen, musste zu dem Ophiolitproblem Stellung genommen werden und auf Grund der Indizien, die durch die permischen Bauxite geliefert werden, wird die v.d. Kaaden'sche Ansicht eines teilweise paläozoischen Alters der Ophiolite erhärtet. Gleichzeitig konnte aber auch gezeigt werden, dass es Gesteine ähnlicher Zusammensetzung gibt, die jünger als die Oberkreide sind. Es gibt also kein generelles Rezept für die Alterseinstufung der Ophiolite, sondern eine Entscheidung kann nur von Fall zu Fall getroffen werden. Auf Grund der regionalgeologischen Position ist jedoch für die meisten Ophiolite paläozoisches Alter zu postulieren.

Vielleicht lässt sich aus dieser Taurus-Konzeption auch der eine oder andere Hinweis für die Chromprospektion entnehmen, doch dies sei den Sachbearbeitern dieses Bereiches überlassen.

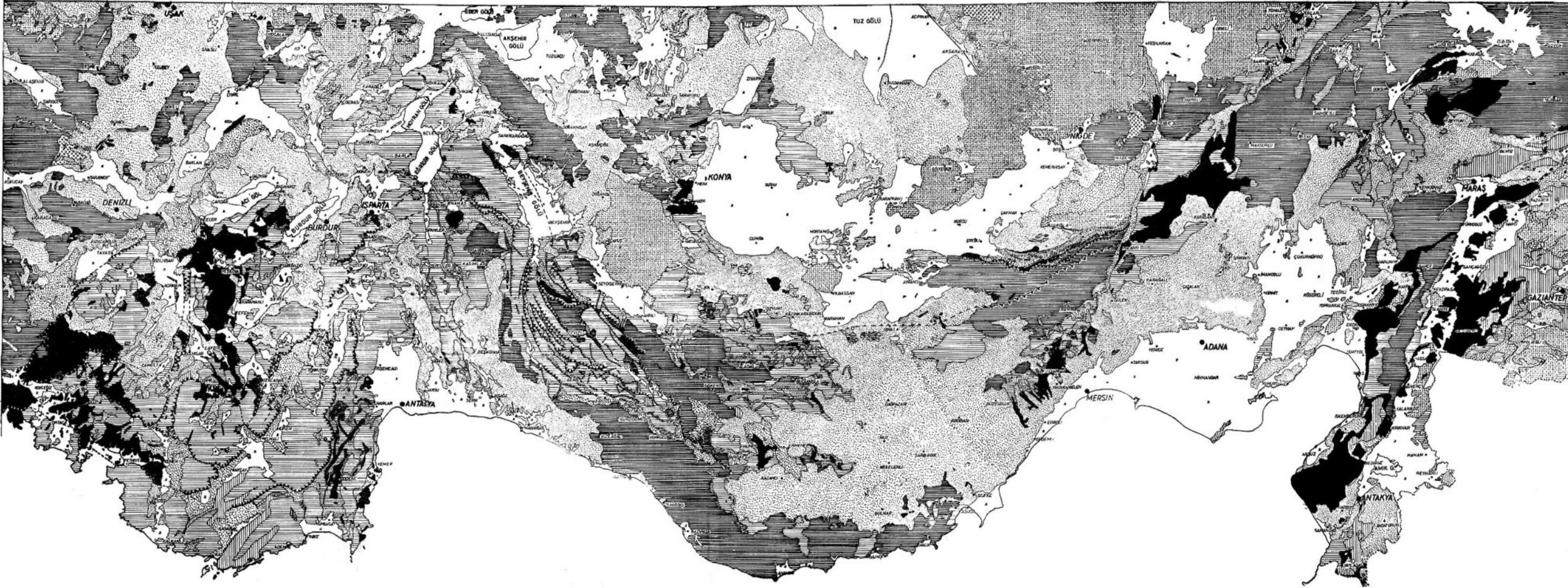
Als auslösende Ursache für die tektonischen Erscheinungen ist eine Einengung des Sedimentationsraumes anzusehen, die durch eine relative Nord-Süd-Bewegung der Blöcke und Massive entstand.

Das Ergebnis dieser Arbeit zeigt, dass es durch Klärung der Entstehungsbedingungen von Lagerstätten möglich wird, deren regionale Verbreitung einzuengen. Wenn es auch vom «grünen Tische» aus nicht möglich ist von vorn herein festzulegen, wo die oben aufgestellten 4 Bedingungen zutreffen, so können doch weite Gebiete von der weiteren Prospektion ausgeschlossen werden. Zusätzlich kommen bei einer derartigen Arbeitsmethode Ergebnisse zustande, die über den Rahmen des Praktischen hinaus für die Paläogeographie und die regionale Geologie der Erde nicht ohne Bedeutung sind.

*Manuscript received February 8, 1962*

## L I T E R A T U R V E R Z E I C H N I S

- ARNI, P. (1939) : Tektonische Grundzüge Ostanatoliens und benachbarter Gebiete. *M.T.A. Publ.*, Ser. B, Abh. 4, Ankara.
- (1941) : Über die heute bekannten Bauxitvorkommen in der Türkei. *M.T.A. Mecm.*, No. 2/23, Ankara.
- BLUMENTHAL, M. (1941) : Un aperçu de la geologie du Taurus dans les Vilayets de Niğde et Adana. *M.T.A. Publ.*, Ser. B, No. 6, Ankara.



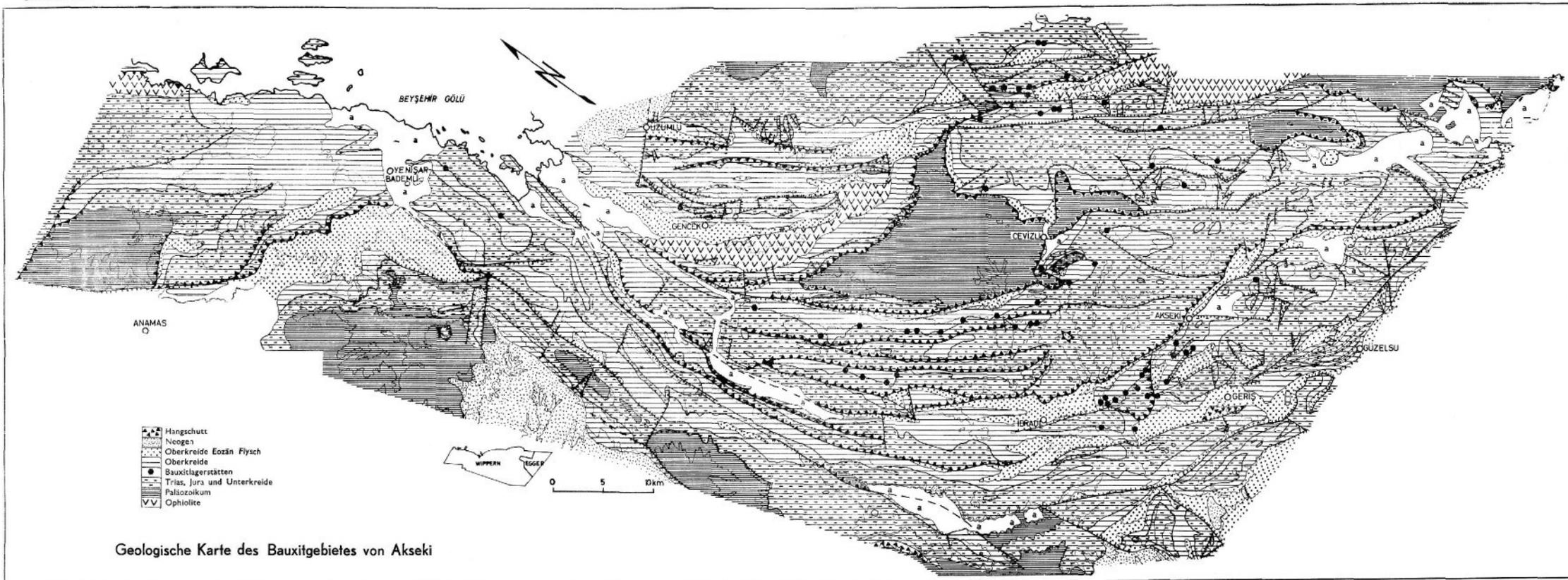
- Alluvium
- Neogen
- Eozän
- Oberkreide-Eozän Flysch
- Mesozoikum
- Ton-Rediarit-Fazies
- Paläozoikum
- Ophiolite
- Basalt- und Andesit-Laven und Tuffe
- Granit
- Auf- und Überschiebung
- Störung

VERWENDETE GEOLOGISCHE KARTEN 1:100 000 VON

Abdüselâmoğlu	Agalède	Baykal	Blumenthal
Brennich	Burchardt	Canet	Colin
Demirtaşlı	Dinçel	Egemen	Egger
Erentöz	Erk	Flügel	v.d. Kaaden
Holzer	Ingham	Nebert	Niehoff
Onay	Okay	Ortynski	Paréjas
Rondot	Tilev	Tolun	Topkaya
Türkünal	Wijkerslooth	Wippern	



GEOLOGISCHE KARTe DES WESTLICHEN TAURUS



Geologische Karte des Bauxitgebietes von Akseki

- BLUMENTHAL, M. (1944a) : Un gisement de bauxite dans le Permo-Carbonifère du Taurus oriental. *M.T.A. Mecm.*, No. 2/32, Ankara.
- (1944b) : Schichtfolge und Bau der Taurusketten in Hinterland von Bozkır. *Rev. de la Fac. des Sc. de l'Univ. d'Istanbul*, Ser. B, t. IX, Fasc. 2, İstanbul.
- (1946) : Der Karanfil Dag, ein markantes Bauglied des cilicischen Taurus. *M.T.A. Mecm.*, No. 2/36, Ankara.
- (1947a) : Geologie der Taurusketten im Hinterland von Seydişehir und Beyşehir. *M.T.A. Publ.*, Ser. D, No. 2, Ankara.
- (1947b) : Das paläozoische Fenster von Belededik und sein Mesozoischer Kalkrahmen. *M.T.A. Publ.*, Ser. D, No. 3, Ankara.
- (1931) : Recherches géologiques dans le Taurus occidental dans l'arrière-pays d'Alanya. *M.T.A. Publ.*, Ser. D, No. 5, Ankara.
- (1952a) : Das taurische Hochgebirge des Aladağ, neuere Forschungen zu seiner Geographie, Stratigraphie und Tektonik. *M.T.A. Publ.*, Ser. D, No. 6, Ankara.
- (1952b) : Schichtbestand und Bau der cilicischen Zone des südanatolischen Taurus (Gülek Boğazı-Tarsus-Silifke-Mut). *M.T.A. Rep.*, No. 2590, Ankara.
- (1955) : Geologie des Hohen Bolkardağ, seiner nördlichen Randgebiete und westlichen Ausläufer (Südanatolischer Taurus). *M.T.A. Publ.*, Ser. D, No. 7, Ankara.
- (1956) : Les chaînes bordières du Taurus au sud-ouest du bassin de Karaman-Konya et le problème stratigraphique de la formation schisto-radiolaritique. *M.T.A. Mecm.*, No. 48, pp. 1-39, Ankara.
- & GÖKSU, E. (1949) : Die Bauxit-Vorkommen der Berge um Akseki, Erörterungen über ihre geologische Position, Ausmasse und Genese. *M.T.A. Publ.*, Ser. B, No. 14, Ankara.
- BORCHERT, H. (1958) : Die Chrom- und Kupfererzlagertstätten des initialen ophiolitischen Magmatismus in der Türkei. *M.T.A. Publ.*, No. 1(2), Ankara.
- (1959) : Das Ophiolitgebiet von Pozantı und seine Chromerzlagertstätten. *M.T.A. Publ.*, No. 104, Ankara.
- (1960a) : Die Chromitvorkommen in der Umgebung von Yeşilova-Burdur. *M.T.A. Publ.*, No. 105, Ankara.
- (1960b) : Die Chromitvorkommen im Peridotitmassiv westlich von Acıpayam-Denizli. *M.T.A. Publ.*, No. 106, Ankara.
- BRENNICH, G. (1954) : Bericht über die Kartierung 1 : 100 000 im Räume Eğirdir-Beyşehir-Konya im Jahre 1954. *M.T.A. Rep.*, No. 2515, Ankara.
- (1955) : Bericht über die Kartierung 1 : 100 000 im Räume Akşehir-Ilgın. *M.T.A. Rep.*, No. 2514, Ankara.
- COLIN, H. (1951) : Bericht über die geologische Aufnahme der Kartenblätter Fethiye 122/4 und Keleş 139/2. *M.T.A. Rep.*, No. 2245, Ankara.
- — (1955) : Erläuterungen zu den geologischen Kartenblättern Elmalı 123/3, Elmalı 123/4, Kaş 140/1, 140/2 und Kaş 140/3. *M.T.A. Rep.*, No. 2246, Ankara.
- EGGER, A. (1959) : Bauxitvorkommen zwischen Akseki und Barcin, Akdağ, Taurus. *M.T.A. Rep.*, Ankara.
- (1960) : Bericht über Al-Erze im Paläozoikum nördlich von Alanya, Vilayet Antalya. *M.T.A. Rep.*, Ankara.
- FLÜGEL, H. (1955) : Bericht über geologische Kartierungsarbeiten im Bereiche der Kartenblätter 1 : 100 000 Isparta 106 3 und Elmalı 123/1. *M.T.A. Rep.*, No. 2372, Ankara.
- HOLZER, H. (1955) : Rapport über geologische Aufnahmen auf den Kartenblättern 80 3, 97/1 und 97/3 Südanatolien. *M.T.A. Rep.*, No. 2368, Ankara.

- INGHAM, F. T. (1960) : Lexique Stratigraphique International. Vol. III Asie, Fasc. 9 d, Cyprus, Paris.
- KAADEN, G. van der (1953) : Gutachten über die Geologie und Chromitlagerstätten vom Gebiet nördl. Gürleyik Köy (Vilayet Muğla). *M.T.A. Rep.*, No. 2039, Ankara.
- (1959) : On relationship between the composition of chromites and their tectonic-magmatic Position in the peridotite bodies in the SW of Turkey. *M.T.A. Bull.*, No. 52, pp. 1-15, Ankara.
- & METZ, K. (1954) : Beiträge zur Geologie des Raumes zwischen Datça-Muğla Dalaman Çay (SW-Anatolien). *Bull. Geol. Soc. Turkey*, Vol. V, No. 1-2, pp. 71-170, Ankara.
- KETİN, İ. (1961) : Über die magmatische Erscheinungen in der Türkei. *Bull. Geol. Soc. Turkey*, Vol. VII, No. 2, pp. 16-33, Ankara.
- METZ, K. (1956) : Ein Beitrag zur Kenntnis des Gebirgsbaues von Aladağ und Karanfil Dağı und ihres Westrandes (Kilikischer Taurus). *M.T.A. Bull.*, No. 48, pp. 63-78, Ankara.
- NEBERT, K. (1956) : Zur Geologie des Raumes Denizli-Acıgöl. *M.T.A. Rep.*, No. 2509, Ankara.
- (1959) : Die Kieselbildungen des simischen Magmatismus in Anatolien. *M.T.A. Bull.*, No. 53, pp. 1-20, Ankara.
- (1961) : Das anatolische Orogen vom Standpunkt der Undationstheorie. *M.T.A. Bull.*, No. 56, pp. 17-25, Ankara.
- STILLE, H. (1939) : Zur Frage der Herkunft der Magmen. *Abh. preuss. Akad. Wixs, Berlin, Phys. math. Klasse*, Berlin.
- WIJKERSLOOTH, P. de (1942) : Die Chromerzprovinzen der Türkei und des Balkans und ihr Verhalten zur Grosstektonik dieser Länder. *M.T.A. Mecm.*, 1. pp. 54-75, Ankara.
- WIPPERN, J. (1959) : Die Bauxite von Akseki. *M.T.A. Rep.*, Ankara.