

DIE AUSGANGSGESTEINE FÜR DIE BAUXITBILDUNG

Jobst WIPPERN

Mineral Research and Exploration Institute of Turkey

In früheren Arbeiten konnte ich lediglich nachweisen, dass die Bauxite des Taurus nicht aus Kalken, sondern aus feldspatreichen Gesteinen entstanden sein müssen, da sich in Dünnschliffen von Bauxiten vereinzelt Feldspatreste nachweisen liessen. Die Kalke, zwischen denen die Bauxite zu liegen kamen, haben lediglich die Bedeutung, dass durch sie das Wasser einen pH-Wert erhält, bei dem die Kieselsäure gelöst und weggeführt werden kann.

Durch mehrere Funde im Sommer 1964 wurde es möglich Eruptiva als Ausgangsgesteine zu definieren, sodass die Entstehung der Bauxite und Diasporite jetzt als belegt gelten kann. Es handelt sich um die Funde von Vulkaniten in der Nahe von Adana-Mağara, von Muğla und von Konya-Seydişehir, die hier näher besprochen werden sollen.

Bei Mağara beginnt die Schichtfolge mit dem Silur und Devon, das vorwiegend aus Tonschiefern besteht, denen vereinzelt Kalkbanke und im Hangenden Quarzite zwischengeschaltet sind. Über den gering mächtigen Karbonkalken wurden die Kalke und Dolomite des unteren Perm abgelagert. Dabei stehen Karbon und unteres Perm nur in alt angelegten Mulden an, während jüngere Schichten immer weiter transgredieren, bis zur Zeit der Trias im bisher untersuchten Gebiete der gesamte devonische Unterbau überdeckt ist.

Am Kızılçaltepe bei Kan Köyü wurde das Alter der Schichtfolge näher untersucht. Eine Probe kurz über dem Devon ergab hier Unterperm mit folgenden Fossilien :

Ammodiscidae Hemigordius
Glomospira
Fusulinidae Nankinella
Algen

Kurz darüber folgt ein Horizont, in welchem Diasporite, Sandsteine und auch tonige Sedimente vorkommen.

Aus einer Probe unmittelbar über dem Erzhorizonte bestimmte J. Dessauvage

Gymnocodium
Ammodiscidae
Fusulinenfragmente
Mizzia

die sämtlich dem Oberperm angehören.

Weitere 100 m im Hangenden wurden ebenfalls aus einer Probe vom Kızılcatepe

Trocholina cf. alpina (Leopold)

Protopenoroplis sp.

Textularia

Valvulina

gefunden, die auf oberen Jura bis Unterkreide hinweisen.

Bei der Untersuchung des Diasporit-Horizontes, der, wie oben gezeigt wurde, zwischen Unter- und Oberperm liegt, wurde am Westfusse des Maden Tepe ein Gestein gefunden, das A. Kraeff als Natron Keratophyr Spilit bestimmte. (Der Maden Tepe befindet sich etwa 2 km nördlich von Altınoba Köyü östlich von Kan Köyü.) Unmittelbar im Hangenden und im Liegenden des Diasporites vom Gümülek-Tepe (nördlich von Kan Köyü) befindet sich ein weisses Gestein. Von diesem Gesteine gibt es alle Stadien des Übergangs zum Diasporit, stellenweise sind bereits pisolithische Strukturen zu sehen. A. Kraeff bestimmte dieses Material als einen Glastuff. Da sowohl der Keratophyr, als auch der Tuff im gleichen Horizonte liegen, lässt sich mit Sicherheit annehmen, dass sie dem gleichen Magma entstammen.

Die Diasporit-Linsen, die sich am weitesten im Süden der Erzprovinz von Saimbeyli-Mağara befinden, fallen dadurch auf, dass die Basis von einem Gestein gebildet wird, das man am besten als Feinsand mit mehr oder weniger diasporitischem Bindemittel bezeichnet. Im Hangenden kann der Diasporit-Anteil so gross werden, dass in den obersten Partien in kleinen Bereichen der Kieselsäuregehalt auf unter 10 % absinkt, sodass man dort von Diasporiten sprechen kann.

In einem Schurf, der solchen sandigen Diasporit enthielt, befinden sich etwa 2 m unter der Obergrenze, eine 1 m mächtige und etwa 4 m unter der Obergrenze eine 2 m mächtige Schicht eines Tones, der mit so viel Kohle gemischt ist, dass diese im Kohlelabor von M.T.A. leicht nachzuweisen war.

Aus diesen Tatsachen lässt sich folgende Entwicklung ableiten: Nach der Ablagerung der Unterpermkalke kam es zu Natron-Keratophyr-Vulkanismus mit gleichzeitiger starker Tuff-Förderung. Der Relief-Unterschied zwischen den Satteln, an denen Quarzite anstehen und in den Mulden, in denen bereits Kalke abgelagert waren, verstärktes

den Devonquarziten stammten, in die Mulden umgelagert und mit eingeschwemmtem organischen Material zusammen sedimentiert. Schliesslich setzte nach einer kurzen Festlandsphase die Kalksedimentation wieder ein.

Im Gebiete von Muğla ist die Schichtfolge ähnlich wie bei Saimbeyli. Die Kalksedimentation über dem Devon setzt hier später, erst im Oberperm, ein. Nach 100-200 m Kalkfolge (im Muldentiefsten mehr, am Rande weniger) folgt ein Horizont, in welchem Diasporite, Schmirgel oder Tonschiefer anstehen. Etwa 10 m darüber wurden Korallen gefunden, die nach mündlicher Mitteilung von C. Kırağlı in die Trias zu stellen sind. (Eine genaue Bestimmung erfolgt später.) Die Kalkserie ist bis einschliesslich Jura metamorph, die der Kreide ist nicht metamorph.

Am Oyuklu-Dağ, etwa 8 km nördlich von Muğla, befinden sich Diasporit-Lagerstätten, aus vorwiegend reinem Diasporit ohne merklichen Sandanteil. Der Kieselsäuregehalt beträgt im Durchschnitt 12 %. An der Strasse nach Özlice, etwas östlich dieser

Lagerstätte, hegt im gleichen Horizonte eine Lirise von Feinsand mit diasporitischem Bindemittel, die den entsprechenden Vorkommen von Saimbeyli ähnlich ist. Noch weiter im Südosten steht ein Konglomerat aus Quarzgeröllen mit einem hamatitisch-diasporitischen Bindemittel an und etwas weiter östlich wurde im gleichen Horizont am Fusse des Kurudağ ein Gestein gefunden, das G. Elgin als silifizierten Diabas bestimmte.

Im Liegenden der Diasporite und Schmirgel im Raume von Muğla befinden sich an mehreren Stellen Antigorite, die zum Teil in Talk umgewandelt sind. Kohlige Substanzen wurden bisher noch nicht gefunden, ihr Vorhandensein ist nicht auszuschliessen, da man bei einem so weitmaschigen Netz von Schürfen nur durch Zufall auf derartig lokale Ablagerungen stösst.

Abgesehen davon, dass hier die gesamte Entwicklung später, nämlich in der Trias einsetzt, entspricht ihr Ablauf dem von Saimbeyli. Die zeitliche Verschiebung des Beginns der geschlossenen Kalkfolge vom Unterperm ins Oberperm und die Verschiebung des Erzhorizontes vom mittleren Perm in die Trias stimmt mit den übrigen paläogeographischen Gegebenheiten gut überein. Die Taurus-Geosynklinale entstand durch eine Nord-Süd-Einengung zwischen dem Gondwana-Land und dem Russischen Schild. Da die Arabische Tafel aus dem Gondwana-Land weit nach Norden vorspringt, begann die Einengung im Osten und setzte sich langsam nach Westen fort.

Bei dieser Einengung kam es zunächst zu einem ultrabasischen Magmatismus. Aus den Ultrabasika entstanden zunächst Antigorite, die dann zu Talk wurden. Schliesslich folgte ein Diabas-Vulkanismus mit Tuff-Förderung. Diese Gesteine blieben zum geringsten Teile in ihrer ursprünglichen Beschaffenheit erhalten. Sie wurden Tonmineralien beziehungsweise Bauxit, der zu Diasporit oder Schmirgel wurde. Im Hangenden dieser Serie setzt die Kalksedimentation wieder ein, die in den Muldenzonen bis zur Oberkreide anhält.

In den Schwellenzonen haben wir gleichzeitig eine kontinuierliche E Verwitterung der basischen und ultrabasischen Gesteine. Dabei werden unter anderem vorwiegend Kieselsäure und Magnesium frei. Aus der Kieselsäure bilden sich die Radiolarite und die Verkieselungen der Ton-Radiolarit-Fazies und durch das Magnesium entstehen aus den Kalken Dolomite.

Bei Alanya haben wir die gleiche Entwicklung wie bei Muğla. Auch hier befindet sich im Liegenden der Diasporite Talk (vor allen bei den am weitesten im Westen gelegenen Linsen), der aus Antigorit entstand. Auch hier ist die gleiche Folge von zunächst ultrabasischen und später basischen Gesteinen als Voraussetzung für die Entstehung der Talke und Diasporite.

Nördlich der Diasporit-Lagerstätten des Bolkardağ stehen Diabase und Serpentine an. In dem Raume zwischen diesen Gesteinen und dem Diasporit treten Konglomerate aus Quarzgeröllen mit hamatitisch-diasporitischem Bindemittel auf, also genau das gleiche Bild wie bei Muğla, wenn auch die sandige Diasporit-Art nicht beobachtet wurde.

Nun sind noch die Bauxite von Akseki zu untersuchen, die zwischen Unter- und Oberkreide liegen. In den Hangendkalken wurde in verschiedenen Proben eine Turone Fauna festgestellt:

Rhapydionina
Globo truncana

Cuneolina sp.
 Alveolina
 Textularia
 Robulus
 Miliolidae

Die Liegendkalke ergaben in unmittelbarer Nähe der Lagerstätten keine Fossilien, Blumenthal stellte seinerzeit Unterkreide fest.

In Dünnschliffen von Proben von Erik Gedigi und von Kızıldağ bei Değirmenliköy stellte K. Markus Reste Feldspaten fest, daneben waren die Umrissse von Feldspatzwillingen zu erkennen, die bereits vollständig in Bauxit umgewandelt sind. Im Liegenden der Lagerstätte von Erik Gedigi befinden sich geringe Mengen von Kaolin.

Im vergangenen Jahre wurde in der Nähe der Yayla von Yarpuz Köy ein Gestein gefunden, das G. Elgin als einen albitisierten Diabas bestimmte. Dieses Gestein liegt an einem tektonischen Kontakte zwischen einer palaozoischen Deckscholle und eozanem Flysch, sodass das Alter nicht feststellbar ist. Niehoff (mündliche Mitteilung) stellte für Spilite am Nordende des Beyşehir-Sees fest, dass sie älter als oberer Jura bis Unterkreide sind, die diskordant darüber liegen. Aus diesem Grunde besteht die Möglichkeit, dass diese Gesteine den Vulkaniten von Saimbeyli und von Muğla entsprechen und somit in den Zeitraum zwischen oberem Perm und Trias zu stellen sind. Die in geringer Entfernung anstehenden Konglomerate, die über Devon und unter Trias liegen, führen jedenfalls keine Gerölle von ultrabasischen und basischen Gesteinen.

Über den Diabasen der Yarpuz-Yayla befindet sich eine lehmige Schicht von verwittertem Gestein. Eine Probe davon wurde zusammen mit den Bohrproben der Lagerstätte von Doğankuzu analysiert. Dabei zeigte es sich, dass in der Bohrung D 41 ein Material vorliegt, das fast die gleiche chemische Zusammensetzung hat. In folgender Tabelle sind die Analysen eines normalen Bauxites, von Bohrung D 41, vom Diabasersatz, vom frischen Diabas und von Keratophyr (letztere nach Correns) nebeneinander gestellt.

	<i>Normal bauxit</i>	<i>D 41</i>	<i>Zersatz</i>	<i>Diabas</i>	<i>Keratophyr</i>
Al ₂ O ₃	57,63	28,45	21,89	16,08	17,47
Fe ₂ O ₃	21,02	8,46	13,35	9,30	1,37
FeO				3,87	3,92
SiO ₂	5,50	42,57	45,20	50,20	61,67
TiO ₂	2,58	1,84	1,36	1,21	0,34
MgO	?	?	?	6,82	2,13
CaO	?	?	?	7,85	0,18

Man kann hier sehr gut den Übergang zwischen dem Ausgangsgestein und dem Bauxit erkennen und aus der Fülle der Analysen liessen sich leicht welche ausfindig machen, die den Übergang vom Material der Bohrung D 41 zum Normalbauxit darstellen.

Was geschieht mit der Kieselsäure und dem Magnesium. Es fällt auf, dass die Dolomite in weiten Bereichen des Taurus über dem Diasporit-Horizonte einsetzen. Die einzige Ausnahme bildet Saimbeyli, aber hier liegen bereits im oberen Devon Tuffe vor, die das Ausgangsmaterial geliefert haben können. Die Verkieselungen beginnen überall über dem Horizont mit den Diabasen in der Trias. Es fallen also die Zersetzung der Diabase zu Bauxiten und der Beginn der Dolomitisierung und Verkieselung zeitlich zusammen.

Da die Diabase vorwiegend in den Scherzonen des Taurus austraten, die sich in dauernder Aufwärtsbewegung befanden, Hegen, neben diesen Schwellenzonen in den Sedimentationsbecken die Bauxite, die später zu Diasporiten wurden, und langs der Aufwölbungszonen Dolomite und verkieselte Gesteine, also die Ton-Radiolaritfazies.

Wie aus den 7 Horizonten mit rosa Kalken in der Kreide zu ersehen ist, wurden die Verwitterungsprodukte der Vulkanite zu verschiedenen Zeiten in die Sedimentationsräume eingeschwemmt. Der bedeutendste Bauxithorizont liegt an der Untergrenze des Turon, darunter befinden sich in etwa 10 und 20 m Abstand 2 weitere, die nur an vereinzelt Stellen Erz führen. Der vierte erzführende Horizont liegt unmittelbar unter dem Numulitenkalk. Hier treten aber nur sehr kleine Bauxitlinsen mit auffallend hohem Kieselsäuregehalt auf. Die restlichen drei Horizonte sind steril.

Ahnlich sind die Verhältnisse auch in der Permotrias. Am Bolkardağ gibt es vier Diasporit-Horizonte, die nur durch dünne Kalkbanke getrennt sind. Der Rhythmus in dem die Verwitterungsprodukte der Gesteine eingeschwemmt wurden, dürfte durch kleinere Bewegungen bestimmt worden sein, die sich nicht sehr stark auswirkten, sodass an anderen Stellen der Nachweis bisher nicht erbracht werden konnte. Wie aus der Kontinuität der Kalkablagerung der Kontinuität der Dolomitbildung und der Kontinuität der Folge der verkieselten Gesteine hervorgeht, dürften während des gesamten Zeitablaufes die Klimabedingungen etwa gleich geblieben sein.

Mit Ausnahme der Gebiete von Kokaksu bei Zonguldak und von Elmalı, von denen nähere Untersuchungen noch ausstehen, konnte somit für die Bauxite und Diasporite in der Türkei nachgewiesen werden, dass sie aus den Verwitterungsprodukten von Diabasen beziehungsweise von Natronkeratophyren entstanden sind. Ausserdem zeigte es sich, dass die Dolomitisierung und die Entstehung der Ton-Radiolarit-Fazies ursächlich mit der Verwitterung der Diabase und der ultrabasischen Gesteine zusammenhängt.

Manuscript received May 5, 1965

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

- BLUMENTHAL, M. & GÖKSU, E. (1949) : Die Bauxitvorkommen der Berge um Akseki, Erörterungen über ihre geologische Position, Ausmasse und Genese. *M.T.A. Publ.*, Ser. B, no. 14, Ankara.
- GRIMM, W.D. (1962) : Ausfällung von Kieselsäure in salinar beeinflussten Sedimenten. *Z. deutsch. geol. Ges.*, Bd. 114, S. 590-619, Hannover.
- WIPPERN, J. (1959) : Die Bauxite von Akseki. *M.T.A. Rep.*, no. 3076 (unpublished), Ankara.
- (1962) : Die Bauxite des Taurus und ihre tektonische Stellung. *M.T.A. Bull.*, no. 58, Ankara.
- (1964a) : Die Stellung des Menderes-Massivs in der alpidischen Gebirgsbildung. *M.T.A. Bull.*, no. 62, Ankara.
- (1964b) : Die Aluminium-Rohstoffe in der Türkei. *M.T.A. Bull.*, no. 62, Ankara.
- (1965a) : Die Diasporite bei Mağara und Saimbeyli im Vilâyet Adana. *M.T.A. Rep.* (unpublished), Ankara.
- (1965b) : Die Diasporit- und Schmirgellagerstätten in der Umrahmung des Menderes-Massives. *M.T.A. Rep.* (unpublished), Ankara.