

## Zum Alter der Metamorphose in Zentral-Iran<sup>1)</sup>

Von O. Thiele<sup>2)</sup>

Mit einer Übersichtskarte und 9 Textfiguren

### INHALT:

	Seite
Vorwort . . . . .	87
Einleitung . . . . .	88
Historisches . . . . .	88
<b>I. Die Metamorphite im Raume Burudjird — Golpaigan . . . . .</b>	<b>90</b>
1. Lithologie . . . . .	90
a) Die Metamorphite von Golpaigan—Muteh . . . . .	90
b) Buin Komplex . . . . .	90
c) Azna Komplex . . . . .	91
d) Burudjird Komplex . . . . .	91
e) Schwach metamorphes Perm . . . . .	91
f) Metamorphose in obertriassisch/jurassischen Serien . . . . .	92
2. Tektonik . . . . .	92
a) Alpidische Tektonik . . . . .	92
b) Voralpidische Tektonik . . . . .	92
3. Ergebnis . . . . .	95
<b>II. Die Metamorphite im Raum von Turud . . . . .</b>	<b>96</b>
1. Lithologie . . . . .	96
a) Die Metamorphite von Chah Shirin—Reschm . . . . .	96
b) Die Metamorphite nördlich von Sahal . . . . .	97
2. Tektonik . . . . .	98
3. Ergebnis . . . . .	98
Hinweise auf Anarak . . . . .	99
Schlußbemerkungen . . . . .	100
Literaturhinweise . . . . .	101

### Vorwort

Vorliegende Studie gründet sich auf Beobachtungen, welche der Verfasser während seiner Tätigkeit beim Geological Survey of Iran — U. N. Special Fund Project — in den Jahren 1963—1965 in verschiedenen Teilen Zentral-Irans anstellen konnte. Es sei dabei auf die ausführlicheren Arbeiten des Autors verwiesen, die in den Geological Survey of Iran-Reports (1966) erscheinen werden.

<sup>1)</sup> Freie Fassung eines am 3. Dezember 1965 im Rahmen der Geologischen Gesellschaft in Wien gehaltenen Vortrages.

<sup>2)</sup> Anschrift des Verfassers: Dr. Otto Thiele, Geologische Bundesanstalt, Wien 3., Rasumofskygasse 23.

Es ist dem Autor ein Bedürfnis, bei dieser Gelegenheit noch einmal allen seinen Freunden, Vorgesetzten und Mitarbeitern, vom Geological Survey of Iran für all das Interesse, Entgegenkommen und die Hilfsbereitschaft, für all die Bemühungen, die wesentlich zum Gelingen dieser Arbeiten beitrugen, herzlichst zu danken.

### Einleitung

Über den großtektonischen Charakter Zentral-Irans bestehen seit längerem geteilte Meinungen.

Die ältere Auffassung war die von einem Zwischengebirge (oder „median mass“), um welches sich die alpidischen Faltenstränge (Elburz- und Zagros Ketten) schlingen. Diese Ansicht wurde vor allem von DE BÖCK, LEES und RICHARDSON (1929) und — etwas eingeschränkt — von SCHRÖDER (1944) vertreten.

Dagegen stehen die Ansichten BAIERS (1938, 1940), welcher in weiten Gebieten Zentral-Irans sogar einen ausgeprägten Decken- und Schuppenbau annimmt, und die von GANSSER (1955) und STÖCKLIN (1960), welche beide auf eine starke alpidische Faltung Zentral-Irans hinweisen.

Ein gewichtiges Argument in dieser Diskussion, sowohl von BAIER als auch von GANSSER ins Treffen geführt, war ihre aus Feldbeobachtungen gewonnene Überzeugung, daß triassische und jurassische Sedimente in weiten Gebieten Zentral-Irans einer alpidischen Regionalmetamorphose unterworfen waren.

Der Autor befaßte sich während seines zweijährigen Iran-Aufenthaltes sehr intensiv mit Altersfragen verschiedener regionalmetamorpher Komplexe und kam letzten Endes aufgrund der unten ausgeführten Feldbeobachtungen zu der Ansicht, daß es die von BAIER und GANSSER in Zentral-Iran beschriebene weiträumige alpidische Regionalmetamorphose nicht gibt.

Diese Publikation möge also unter anderem ein Beitrag sein, die Diskussion über den geologisch-tektonischen Charakter Zentral-Irans wieder auf reale Grundlagen zu stellen.

### Historisches

Entsprechend der alten Auffassung von der „Persian Median Mass“ wurden die Metamorphite Zentral-Irans früher ganz selbstverständlich als alte, voralpidische Bildungen angesehen. Auch jene Metamorphite im nördlichen Zagros zwischen Hamadan und Isfahan, von denen Teile in vorliegender Arbeit eingehender behandelt werden, waren in groben

Umrissen schon den älteren Forschern bekannt und wurden als alt betrachtet. (STAHL, 1911).

Diese Ansichten wurden erstmals von BAIER (1938, 1940) in Frage gestellt. Er beschreibt vom Süden der großen Kewir aus der Gegend von Anarak metamorphe Serien — etwa in Grünschieferfazies — gegen SE stufenlos in unmetamorphe rhät-liassische Sedimente übergehend. Es wird von ihm daher eine alpidische Regionalmetamorphose angenommen, eine Vorstellung, die auch sonst ganz gut in sein tektonisches Konzept paßt, da er das betreffende Gebiet auch von alpidischer Decken- und Schuppentektonik erfaßt betrachtete.

In der Folgezeit wurden von verschiedenen Geologen der NATIONAL IRAN OIL COMPANY (unveröffentlichte Rapporte) innerhalb, südlich, südöstlich und nördlich der großen Kewir sowie aus der Gegend zwischen Hamadan und Isfahan immer mehr triassische und jurassische Metamorphite beschrieben. Eine zusammenfassende Darstellung darüber und die sich ergebenden Folgerungen publiziert A. GANSSER 1955 und gibt zugleich auf einer Übersichtskarte die räumliche Verbreitung seiner „mesozoischen Metamorphite“ an.

Da die als jurassisch angesehenen Metamorphite auf weite Flächen von unmetamorpher Mittelkreide diskordant überlagert werden, schließt GANSSER auf eine bedeutende vormittelkretazische orogene Phase „minor in the Elburz mountains, and practically nonexistent in the Zagros range, and its southern foothills, but most pronounced in Central Iran. The regional metamorphism is related to this orogenetic phase which surpassed in intensity the later alpine diastrophism of the Zagros and Elburz ranges.“ (Op. cit. p. 284).

Da aber GANSSER im Gegensatz zu BAIER (mit Recht) keinen alpidischen Deckenbau in Zentral-Iran annimmt, hängt diese mesozoische Regionalmetamorphose nun gedanklich vollkommen in der Luft. GANSSER gibt dies selbst in der Diskussion zu: „... the reason for this metamorphism as well as its distribution is not yet understood <sup>1)</sup> ... there was no particular overburden ... there was no change in facies nor in thickness of sediments“ (op. cit. p. 300).

Vom Südosten Zentral-Irans wurden bereits von WALTHER u. WIRTZ (1960) und von HUCKRIEDE, KÜRSTEN und VENZLAFF (1962) den Ansichten GANSSERS nicht entsprechende Beobachtungen gemeldet: Für das Gebiet von Kerman—Sagand wird von obgenannten Autoren eine alpidische Regionalmetamorphose verneint. Die hier auftretenden Metamorphite sind durchwegs voralpin, höchstwahrscheinlich praekambrisch.

<sup>1)</sup> gesperrt durch den Autor

Vom Autor wird nun auch für den nördlichen Zagros (Bereich Burudjird—Golpaigan) und für die nördlichen Randketten der großen Kewir (Bereich Turud) eine postliassische Regionalmetamorphose bestritten.

## I. Die METAMORPHITE IM RAUM BURUDJIRD—GOLPAIGAN

### 1. Lithologie

#### a) Die Metamorphite von Golpaigan—Muteh

Regionalmetamorphe Gesteine in größtenteils Amphibolitfazies — Ortho- und Paragneise, Glimmerschiefer, Phyllite, Grauwackengneise, Quarzite, sowie Kalk- und Dolomitmarmore — sind nördlich und nord-östlich von Golpaigan und im Bereich von Muteh aufgeschlossen.

Ein Teil dieser Metamorphite, jener vom Hadji Qara (N Golpaigan), wurde bereits auf der Karte GANSSERS (1955) als präkambrisch bezeichnet.<sup>1)</sup> Durch meine eigene Untersuchung fand diese Angabe volle Bekräftigung: Die Paragneise und quarzitischen Schiefer N Muteh, welche mit den Hadji Qara-Metamorphiten zusammenhängen, werden gegen Norden zu mit schwacher Winkeldiskordanz von kaum metamorpher Kahar- und Soltanieh Formation (Präkambrium bis frühes Kambrium) überlagert.

Ebenfalls präkambrisch sind sicherlich auch die Gneise und Marmore NE Hasan Robot.

Einige schwächer metamorphe Serien im Norden des Kuh-e-Saleh verbleiben fraglichen Alters. Sie sind jedoch sicher nicht jünger als Mitteltrias, da sie von unmetamorphen obertriassisch-jurassischen Sedimenten bedeckt werden.

#### b) Buin Komplex

Metamorphite, überwiegend in Prasinitfazies — Kalk- und Dolomitmarmore, Grüngesteine und Gabbroamphibolite, Grauwackengneise, Quarzite und Phyllite — welche den Bereich südlich von Ali Gudarz bis Buin-Miandascht-Darun aufbauen, werden als Buin Komplex zusammengefaßt. Sie werden im Bereich von Ab-e-Barik von fossilführendem Perm diskordant überlagert. Auch gegen Norden zu wird der Buin-Komplex mit einem deutlichen Metamorphosesprung von unmetamorphen bis schwach metamorphen Serien ebenfalls höchstwahrscheinlich permischen Alters begrenzt. An einer anderen Stelle (N Parsisch) fanden sich auch Kalke und Dolomite, welche ihrem Fossilinhalt nach sicher Unter-

<sup>1)</sup> mündlicher Überlieferung zufolge wurde diese Eintragung auf Grund von Angaben des viel zu früh verstorbenen österreichischen Geologen F. K ü m e l gemacht.

karbon, möglicherweise auch älteres Paläozoikum beinhalten, als Bedeckung dieser Metamorphite.

Das Alter des Buin Komplexes kann also vorläufig als gesichert vor Karbon angegeben werden.

#### c) Azna Komplex

Westlich an den Buin Komplex anschließend folgt der Azna Komplex: mächtige Quarzit-Marmor-Serien mit einem Kern von Paragneisen und Glimmerschiefern, Orthogneisen und Amphiboliten.

Die Metamorphite des Azna Komplexes sind altersmäßig offenbar denen des Buin Komplexes analog, müssen jedoch ihrer andersartigen tektonischen Stellung und Geschichte wegen von jenen abgetrennt werden. (Siehe unter: „Tektonik“.)

#### d) Burudjird Komplex

Westlich des Azna Komplexes finden sich gegen Burudjird zu schwächer metamorphe Serien, bestehend aus kristallinen Kalken und Marmoren, wechselnd mit Metadiabas- und Grünschieferzügen, Kalksandsteinen, Quarziten, Phylliten und phyllitischen Tonschiefern — wie Funde von Stromatoporen und Crinoidenresten beweisen, ist in diesen Metamorphiten zumindest noch Altpaläozoikum vertreten.

#### e) Schwach metamorphes Perm

Im Bereich von Ab-e-Barik-Parsisch findet sich, diskordant und mit konglomeratischen Basisbildungen auf dem Buin Komplex transgredierend, fossilführendes Perm. Diese permischen Ablagerungen — kristalline Kalke, Tonschiefer, Sandsteine, Metadiabase, Tuffite und chloritische Schiefer — sind hier nur zum Teil schwach metamorphosiert worden. Weitere Hinweise für eine spät- oder nachpermische Metamorphose gibt es jedoch noch an anderen Stellen: Auch E Chaman Sultan sind in kristallinen Kalken einer analogen Serie Fusulinidenreste gefunden worden. In direktem streichenden Zusammenhang mit diesen Vorkommen treten nördlich der Straße zwischen Miandascht und Darun lithologisch und sicher auch stratigraphisch gleichartige Bildungen in einem Metamorphosegrad von echter Grünschieferfazies entgegen.

Westlich Ash Gird liegen auf diesen Metamorphiten diskordant unmetamorphe, fossilführende obertriassisch-liassische Sedimente (mit Stockkorallen, Bryozoen und Heterastridium sp.).

Das Alter der Metamorphose liegt also hier im Zeitintervall vom späten Perm bis zur oberen Trias.

## f) Metamorphose in obertriassisch — jurassischen Serien

Über den gesamten von uns untersuchten Bereich beschränken sich echte Metamorphoseerscheinungen innerhalb der obertriassisch-jurassischen Sedimente auf Kontaktwirkungen der großen granitischen Intrusivmassen, welche um die Wende Jura/Kreide aufgedrungen sind; auf die Bildung von cordieritreichen Migmatiten, Andalusitgneisen, Andalusitglimmerschiefern und -phylliten, Knotenschiefer und dergleichen.

Von den Kontaktgesteinen abgesehen, muß man jedoch entgegen den Angaben GANSSERS (1955) und der Darstellung auf der Geologischen Karte von Iran (NIOC, 1959) sämtliche jüngere Sedimentserien, von der Obertrias aufwärts, als unmetamorph bezeichnen. Wohl haben die Sedimente im nördlichen Zagros — von der Obertrias bis hinauf in die obere Kreide — durch stärkere tektonische Beanspruchung eine gewisse Umbildung erfahren: die ursprüngliche Schichtung der Tonschiefer ging etwa durch Verschieferung verloren und wurde durch ein „s“ ersetzt, den Kreidekalken ist oft eine gewisse Kristallinität eigen; es sind jedoch nirgends außerhalb der Kontaktaureolen Mineralneubildungen anzutreffen, welche die Bezeichnung „metamorph“ rechtfertigen könnten.

## 2. Tektonik

### a) Alpidische Tektonik

Die alpidische Tektonik der Zagros Hauptkette ist keineswegs von alpinotypem Charakter. Sie beschränkt sich im untersuchten Gebiet auf einen mäßig intensiven Faltenbau, welcher mit seinen NW-SE streichenden Faltenzügen das Produkt eines SW gerichteten Schubes ist. (Fig. 1). Vorherrschend sind gegen SW geneigte, liegende oder überkippte Falten, hinzu treten noch einige gegen SW gerichtete Überschiebungen, deren bedeutendste der „big Zagros overthrust“ der Geologen der ehem. Anglo Iranian Oil Comp. ist.

Echte Deckenstrukturen fehlen dem alpidischen Bauplan des Zagros Gebirges.

### b) Voralpine Tektonik

Bei unserem Versuch, durch eine tektonische Analyse zusätzliche Angaben über die Altersfrage und Geschichte der Metamorphite zu erhalten, ist die relativ schwache alpidische Tektonik ein großer Vorteil, denn sämtliche regionalmetamorphe Gesteine gehören dem voralpinen Untergrund an.

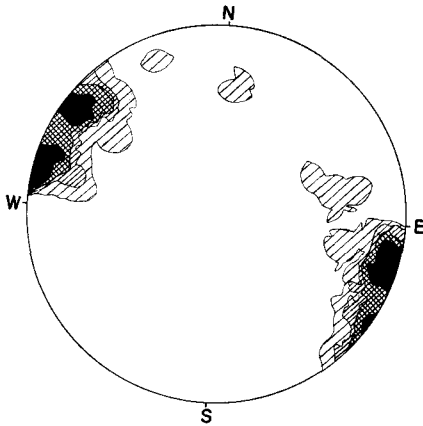


Fig. 1 a

Gebiet Golpaigan, Jura und Kreide,  
100 B- und Faltenachsen, 2, 5, 7, 10<sup>0/0</sup>

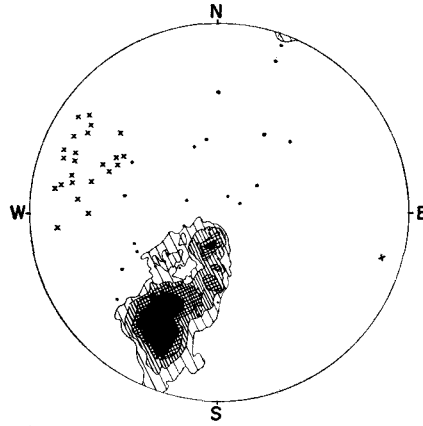


Fig. 1 b

Gebiet Golpaigan, Jura-Schiefer,  
102 s-Flächenpole, 4, 6, 8, 10<sup>0/0</sup>  
· Einzelpole  
× B-Achsen (gemessen)

Die den metamorphen Serien eigenen Strukturelemente stehen zumeist in deutlichem Gegensatz zu den alpidischen Strukturen.

Am augenfälligsten ist dies beim Azna Komplex. Klein- und Großgefüge weist NE bis NNE verlaufende B- und Faltenachsen auf (Fig. 2 a). (Ausnahmen hievon bilden nur die nördlichsten und südlichsten Randbereiche, welche eine merkbare alpidische Überprägung erlit-

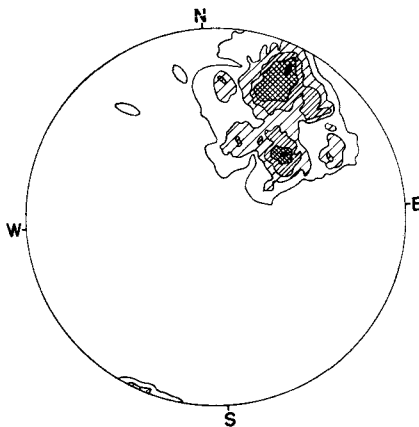


Fig. 2 a

Azna- und Burudjird Komplex  
150 B-Achsen, 2, 4, 6, 8, 10<sup>0/0</sup>  
(119 B-Achsen — Azna K.,  
31 B-Achsen — Burud. K.)

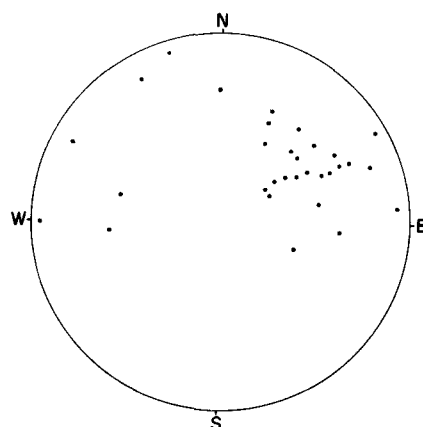


Fig. 2 b

Burudjird Komplex, 31 B-Achsen  
(aus Diagramm 2 a)

ten haben. Sie wurden bei der Konstruktion des Achsendiagrammes nicht berücksichtigt.) — Auch beim Burudjird Komplex, welcher mit dem Azna Komplex verfaultet ist, herrschen NE-Achsen vor (Fig. 2 b).

Mehrere km reichende flache Überschiebungen und gegen SE geschlossene Großfaltenscharniere weisen auf eine echt alpinotype Deckentektonik mit einem NW-gerichteten Bewegungssinn hin. — Eine viel gewaltigere Tektonik war hier am Werk, viel kräftiger, als es die spätere alpidische Gebirgsbildung im Zagros war!

Auffallenderweise verlaufen die B-Achsen, Faltenachsen und das bevorzugte Streichen in den Metamorphiten des Buin Komplexes vorherrschend in Richtung SE (Fig. 3). Diese Achsenrichtung ist jedoch keineswegs eine alpidische, wie man beim ersten Augenschein glauben könnte, diese Strukturelemente sind vielmehr älter, als jene NE-gerichteten im Azna- und Burudjird Komplex: Der Azna Komplex fällt gegen Osten unter den Buin Komplex ein. Der Buin Komplex ist eine höhere tektonische Einheit. Auf dem Buin Komplex liegt jedoch bei Ab-e-Barik und Darun (sedimentär!) mehr oder minder metamorphes Perm, welches den gleichen Verformungsplan zeigt, wie der Azna Komplex: NNE verlaufende B-Achsen! (Fig. 4). Unter diesen Verhältnissen kann man sich den Buin Komplex als eine verhältnismäßig starre Scholle dem tektonisch tieferen Azna Komplex aufgeschoben denken — vergleichbar etwa dem Ötztaler Kristallin im Ostalpenbau.

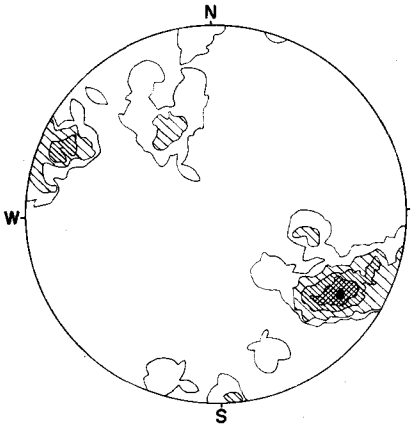


Fig. 3

Buin Komplex, 102 B-Achsen, 2, 4,  
6, 8, 10%

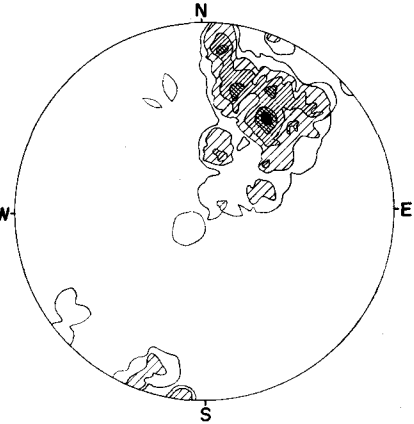


Fig. 4

± metamorphes Perm von Ab-e-  
Barik — Darun, 98 B-Achsen, 2, 4,  
6, 8, 10%

Nun zu den Metamorphiten von Golpaigan-Muteh.



Nördlich von Golpaigan finden sich in den Marmorzügen des Hadji Qara NW-SE streichende Großstrukturen, zusammen (jedoch nicht ausschließlich) mit NNW gerichteten B-Achsen. Gegen Osten zu mehrten sich W-E streichende Strukturen. Einheitlich wird das Bild erst im Bergbaubezirk Muteh. Hier herrschen in den Metamorphiten NE-Achsen. Auch die unmetamorphen präkambrischen und kambrischen Sedimente, welche die Metamorphite im Norden überlagern, sind nach NE streichenden Faltenachsen verformt. (Fig. 5).

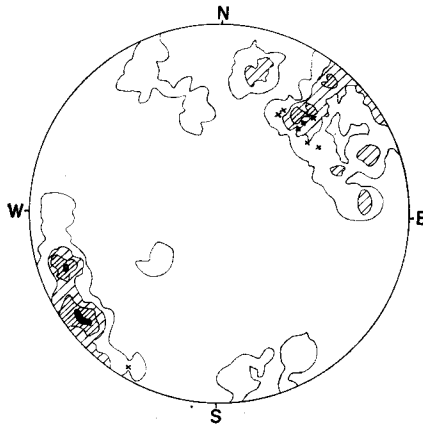


Fig. 5

Metamorphite von Golpaigan — Muteh, 98 B-Achsen, 2, 4, 6, 8%  
 × Faltenachsen von unmetamorphem Präkambrium und „Eokambrium“

Diese letztere Tatsache ist bereits ein Hinweis, daß das Alter dieser NE-Strukturen nicht ident ist mit dem Alter der ursprünglichen Metamorphose, sondern dem einer späteren Überarbeitung. Tatsächlich sind die NE-Achsen auch vor allem in jenen Anteilen der Metamorphite gemessen worden, welche schon freiäugig eine gewisse Diaphthorese (Serizitisierung, Chloritisierung) erkennen lassen.

Bemerkt muß noch werden, daß auf dem gefalteten Kambrium diskordant Perm liegt, womit das paläozoische Alter der NE streichenden Strukturelemente nachgewiesen ist. — Älter und mit der ursprünglichen Metamorphose genetisch verknüpft sind offenbar die NW bis NNW verlaufenden Strukturen in den Metamorphiten des Hadji Qara.

### 3. Ergebnis

Aus den geschilderten Tatsachen lassen sich folgende Schlüsse ziehen:  
 Die regionalmetamorphen Komplexe des Raumes Burudjird-Golpaigan sind Produkte zumindest zweier großer voralpiner Orogenesen.

Die ältesten Metamorphite sind nachgewiesenermaßen in einer präkambrischen Orogenese geprägt worden. Das Alter ist „prä-Kahar.“ — Nachdem die Kahar Formation selbst nach den Arbeiten von STÖCKLIN, RUTTNER u. NABAVI (1964), E. DEDUAL (in Druck) und STÖCKLIN et. al. (1965) für jung prä-kambrisch angesehen wird, dürfte es sich also um eine vor-assyntische Orogenese handeln. — Hinzu gehören die Metamorphite von Hadji Qara—M... können werden ferner noch die Metamorphite des Buin Komplexes, nachdem sich diese ebenfalls durch ihre Struktureigenheiten als — gegenüber den paläozoischen Einheiten — ältere Elemente erkennen lassen.

Die zweite Gruppe der Metamorphite sind paläozoisch, zum Teil möglicherweise noch triassisch geformt. Teile der präkambrischen Komplexe sind metamorph überprägt (z. T. deutlich retrograd), fossilbelegtes Paläozoikum ist mitmetamorphosiert worden. Die auffallend gut übereinstimmenden Achsenrichtungen (NE bis NNE) weisen auf eine Prägung während eines einzigen Orogenzyklusses hin. Das Alter dieses Zyklusses muß als mittel- bis jung variszisch (im Sinne L. KOBER, 1944) angenommen werden, da einerseits fossilbelegtes Perm in den Bau und zum Teil auch in die Metamorphose miteinbezogen ist, an anderen Stellen jedoch Perm — unmetamorph und diskordant — auf NE streichenden Faltenbau transgrediert.

Die letzten Phasen dieser Orogenese reichen möglicherweise bis weit in die Trias, da Obertrias das älteste bekannte Schichtglied des alpinen Sedimentationszyklusses ist.

## II. DIE METAMORPHITE IM RAUM VON TURUD

### 1. Lithologie

#### a) Die Metamorphite von Chah Shirin — Reschm

Im Bereich von Chah Shirin—Reschm (W Turud) ist in den Gebirgszügen, welche die große Kewir gegen Norden begrenzen, ein Komplex von regionalmetamorphen Gesteinen aufgeschlossen. Er setzt sich aus Phylliten, Serizitschiefern, Quarziten, Kalk-, seltener auch Dolomitmarmoren, Kalkphylliten, Grünschiefern, Epidotamphiboliten und Serpentin zusammen.

Die Metamorphite stehen nirgends mit unmetamorphen Sedimenten, älter als Kreide, in Kontakt: Gegen Süden, Osten und Nordosten sind sie diskordant von fossilführender Mittel- bis Oberkreide überlagert, zum Teil sind sie direkt unter tertiären Sedimenten und Effusiva begraben.

In großen Zügen waren diese Verhältnisse durch Kartierungsarbeiten der Geologen der IOC bekannt (K. T. GOLDSCHMID und vor allem H. HUBER, unveröffentlichte Rapporte). Wie auch aus der Karte A. GANSSERS (1955) hervorgeht, sind die Metamorphite jedoch als „mesozoisch“ angesehen worden.

Einen neuen Anhaltspunkt zur Altersfrage der Metamorphite lieferte ein Korallenfund, der M. ALAVI zusammen mit dem Autor in einem Kalkmarmor ca. 8 km N von Reschm glückte. Herrn Prof. Dr. FLÜGEL, Graz, verdanken wir die paläontologische Untersuchung: er teilte uns mit, daß die genaue Bestimmung der Koralle wohl wegen des schlechten Erhaltungszustandes nicht möglich ist, daß es sich aber sicher um eine paläozoische Form, nicht jünger als Mitteldevon, handelt.

Etwa 11 km nördlich Chah Shirin befindet sich im NW der Metamorphite eine total unmetamorphe Sedimentserie von Dolomiten, Kalken und Sandsteinen, welche fossilbelegtes Devon <sup>1)</sup> und Perm beinhalten, verfaltet mit einer liassischen Tonschiefer-Sandstein-Serie.

Dieses unmetamorphe Jungpaläozoikum und Mesozoikum ist von den Metamorphiten nicht nur durch etwa 1—2 km breite Schuttflächen, sondern auch durch eine bedeutende, junge, WSW—ENE streichende tektonische Störungszone getrennt.

#### b) Die Metamorphite nördlich von Sahal

Nördlich und nordöstlich von Sahal (NE Turud) ist ein Komplex von hochmetamorphen Gesteinen aufgeschlossen, von Hornblende- und Zweiglimmer-Paragneisen, Granatglimmerschiefern, Amphiboliten etc., zusammen mit Kalifeldspat-Augengneisen.

Diesen Komplex überlagernd, folgt gegen Süden eine schwächer metamorphe und intensiv gefaltete Serie von Quarz-Serizit- und Serizit-Chloritschiefern, Quarziten, Phylliten, Bändermarmoren, Dolomiten und Kalkphylliten.

Diese Serie wiederum überlagernd, schließt sich südwärts eine ziemlich eintönige Folge von dunklen Tonschiefern und Sandsteinen an, in einer Entwicklung, wie sie für den Lias Nordirans typisch ist. Lediglich an der Basis, etwa in den untersten 5—10 m an der Grenze zu den Metamorphiten, sind die dunklen Tonschiefer selbst etwas metamorph geworden und zu phyllitischen Schiefern umgewandelt. Sonst sind sie wohl erheblich tektonisch beansprucht, aber durchaus unmetamorph. — Obwohl keine Fossilfunde gemacht wurden, muß diese Serie auf Grund der Lithologie als liassisch angesehen werden.

<sup>1)</sup> nach Bestimmungen von H. Flügel Mittel- bis Oberdevon.

## 2. Tektonik

Bereits auf der Geologischen Karte von Iran (NIOC, 1959) ist angedeutet, daß die Großstrukturen der Metamorphite von Chah Shirin-Reschm dem allgemeinen Streichen des weiter im Norden durchziehenden Elburz Gebirges zuwiderlaufen. Die Ausstrichslinien der verschiedenen metamorphen Gesteine schwanken im allgemeinen zwischen der N und NW Richtung, während in den gegen NW folgenden unmetamorphen jungpaläozoischen und mesozoischen Serien ein ausgeprägtes WSW-ENE Streichen zu finden ist. — Die im Felde gemessenen B- und Faltenachsrichtungen bekräftigen diese Tatsache: die B-Achsen der Metamorphite verlaufen vorherrschend NW—SE, die Achsen innerhalb der liassischen Schiefer konstant WSW-ENE.

Dies allein wäre Grund genug, ein nachliassisches Alter der Metamorphose anzuzweifeln.

Da jedoch in diesem Bereich zwischen den Metamorphiten und den unmetamorphen Serien im Norden eine markante Störungslinie durchzieht, könnten besonders skeptische Beobachter auf die Möglichkeit verfallen, die NW Strukturen der Metamorphite analog zu setzen mit jenen N und NW laufenden alpidischen Strukturen, die es jenseits der großen Kewir (im Gebiet von Tabbas, Kerman etc. und natürlich auch im gesamten Zagros) tatsächlich gibt. — Gegen diese Interpretationsmöglichkeit sprechen jedoch die Verhältnisse um Sahal.

In den hochmetamorphen Serien N Sahal herrscht ein komplizierter steilachsiger Faltenbau. In den schwächer metamorphen Serien überwiegen jedoch wiederum mäßig geneigte B-Achsen um die NW-Richtung. Damit entsprechen diese letzteren nicht nur bezüglich Metamorphosegrad sondern auch strukturell vollkommen dem Komplex von Chah Shirin-Reschm.

Die gegen Süden folgende liassische Tonschiefer-Sandsteinserie weist jedoch durchwegs W-E laufende B- und Faltenachsen auf, wurde also nach demselben Plan verformt, wie die unmetamorphen jungpaläozoisch-mesozoischen Serien nördlich Chah Shirin. (Fig. 6 a u. b).

## 3. Ergebnis

Die Metamorphite von Chah Shirin-Reschm (W Turud), mit ihren N bis NW laufenden Strukturen, und Teile der Metamorphite NE Turud sind Produkte einer vorliassischen, also voralpinen Orogenese. Ob diese Orogenese dem variszischen oder kaledonischen Zyklus angehört, läßt sich bis jetzt nicht entscheiden. Nicht näher bestimmtes

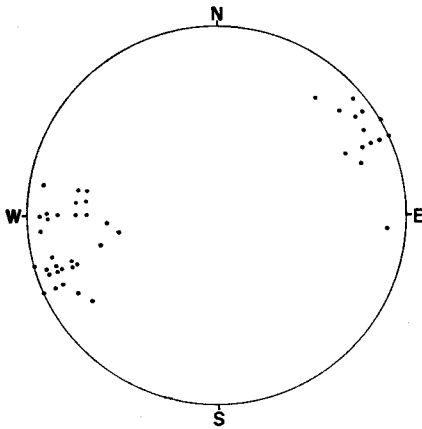


Fig. 6 a  
Gebiet Turud, Lias Schiefer,  
44 B- und Faltenachsen

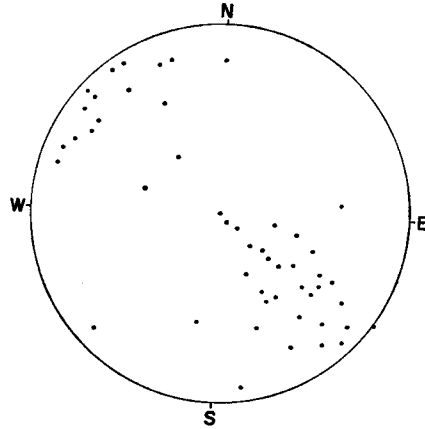


Fig. 6 b  
Gebiet Turud, Metamorphite,  
49 B-Achsen

Paläozoikum (Mitteldevon oder älter) ist jedenfalls in die Metamorphose miteinbezogen.

Geprüft sollte die Frage werden, ob diese Metamorphite nicht etwa mit denen von Gorgan, welche A. GANSSER (1955) als kaledonisch bezeichnet, parallelisiert werden könnten. Tatsächlich konnte der Verfasser „im Vorbeifahren“ in Quarz-Serizitschiefern der Gorgan-Metamorphite einige wenige B-Achsen messen, welche sämtliche NW bis NNW verliefen!

Nordöstlich von Turud dürften metamorphe Komplexe von höherem Metamorphosegrad Relikte einer noch älteren (präkambrischen?) Orogenese sein.

#### Hinweise auf Anarak

Nachdem sich also sämtliche vom Autor untersuchten regional-metamorphen Komplexe als voralpine Bildungen herausstellten, wäre es von besonderem Interesse die Gegend von Anarak, von welcher die Idee von der alpidischen Regionalmetamorphose ihren Ausgang nahm (BAIER, 1938, 1940), einer neuen Untersuchung zu unterziehen.

Der Autor hatte leider nur für einen kurzen Besuch dieses Gebietes Gelegenheit. Der erste Augenschein zeigte jedoch schon, daß die BAIERsche Kartendarstellung und geologische Beschreibung viel zu schematisiert ist, als daß darauf eine gültige Aussage gebaut werden dürfte: unter „Anarak Schiefer“ ist eine Anzahl verschiedener lithologischer Serien von sowohl Regionalmetamorphiten, Kontaktgestein (um basische

Intrusivstöcke), als auch unmetamorphe Sedimente zusammengefaßt. Auch der „Anzil-Kalk“ umfaßt sehr verschiedenartige Typen von kristallinen Kalken und hochkristallinen Marmoren. Bei genaueren Bearbeitungen wird es sich sicherlich herausstellen, daß auch im Gebiet von Anarak die regionalmetamorphen Gesteine dem voralpinen Untergrund angehören. — Der erste Anhaltspunkt hierfür ist das Vorhandensein von unmetamorphen jurassischen (?) Kalk-Tonschiefern (mit Ammonitenfragmenten), welche wir bei unserem Besuch in den westlichen Nachlack-Bergen unterhalb diskordant auflagernder Mittel- bis Oberkreide finden konnten.

### Schlußbemerkungen

Die Ansicht über eine alpidische Regionalmetamorphose in Zentral-Iran konnte überall, wo neuere und eingehendere Untersuchungen durchgeführt wurden, der Kritik nicht standhalten.

Hingegen brachten unsere Arbeiten im nördlichen Zagros sichere Anzeichen für eine mittel- bis jung-variszische Orogenese und Metamorphose. Es zeigten sich Strukturelikte eines bedeutenden NNE-SSW streichenden Orogens. Und das ist das überraschendste Ergebnis unserer Untersuchungen; denn bis in allerjüngster Zeit sind jungpaläozoische orogenetische Phasen für den gesamten persischen Raum abgelehnt worden. (STÖCKLIN, RUTTNER u. NABAVI, 1964, p. 28/29)

Den alten FURONSchen Vorstellungen kommen jedoch unseren Ergebnissen zufolge erhöhte Bedeutung bei. R. FURON (1936, 1937, 1941) wies immer wieder auf N-S Strukturen im persischen Hochland hin, welche den Strukturen des Urals jenseits des Caspi- und Aral Sees entsprächen und welche weiters im Oman-Zug ihre südliche Fortsetzung hätten (sein „*chaîne hercynienne*“ mit der „*axe ouralo—irano—malgache*“).

Allerdings sind die auffallendsten dieser N-S Strukturen in Iran, jene Gebirgsketten in der weiteren Tabasser Gegend, echte alpidische Orogenstrukturen. Wieweit diese aber nicht einen älteren Bauplan nachzeichnen, und wieviele ältere Strukturelikte nicht auch hier zu finden sind, wird sich sicherlich bei den bereits im Endstadium befindlichen genauen Kartierungen dieser Abschnitte durch J. STÖCKLIN, A. RUTTNER und Mitarbeiter vom Geological Survey of Iran herausstellen.

Der Hinweis FURONS auf Oman erscheint jedoch heute schon voll gerechtfertigt. Den Angaben D. M. MORTONS (1959) zufolge findet sich im Djebel Hatat (S von Muskat) unter unmetamorphem Jura und fraglicher Trias schwach metamorphes Perm, finden sich also Verhältnisse, die durchaus vergleichbar sind mit den von uns im nördlichen Zagros gefundenen.

**Literaturhinweise**

- Baier, E. (1938): Ein Beitrag zum Thema Zwischengebirge. Zentralbl. f. Min. etc., Jg. 1938, Abt. B, Nr. 11.
- (1940): Das iranische Binnenland östlich des Beckens von Nain—Jezd. N. Jb. Min., Beilagebd. 83, B.
- Böckh, H. de, Lees, G. M., and Richardson, R. K. (1929): Contribution to the stratigraphy and tectonics of the Iranian Ranges. In: J. W. Gregory: The structure of Asia. Methuen, London.
- Dedual, E. (in Druck): Geologie des unteren und mittleren Karadj-Tales. Diss. Univ. Zürich.
- Furon, R. (1936): Sur l'existence d'un axe uralien déterminant la structure du Plateau Iranien. C. R. Acad. Sc., 203, Paris.
- (1937): Sur la structure du plateau Iranien. Evolution des. zone géosynclinales. Axes tectoniques. Intern. Geol. Congr. XVII Sess., Abstr. of Papers. p. 165. Moscow.
- (1941): Géologie du Plateau Iranien. (Perse, — Afghanistan — Béloutchistan). Mem. Mus. Nat. Hist. natur., n. s., 7, Paris.
- Gansser, A. (1955): New aspects of the geology in Central Iran. Proc. 4th World Petrol. Congr., Sect. I/A/5, pap. 2, Rome.
- Huckriede, R., M. Kürsten und H. Venzlaff, (1962): Zur Geologie des Gebietes zwischen Kerman und Sagand. Beih. Geol. Jb. 51 (Hannover). (Mit ausführlichem Literaturverzeichnis über Iran).
- Kober, L. (1942): Tektonische Geologie. Gebr. Bornträger, Berlin.
- Morton, D. M. (1959): The geology of Oman. Proc. 5th World Petrol. Congr. Sect. 1, pap. 14, New York.
- National Iran Oil Comp. (1959): Geological Map of Iran 1:2,500,000 with explanatory notes (darinnen ausführl. Literaturverz.). Teheran.
- Schröder, J. W. (1944): Essai sur la structure de l'Iran. Ecl. Geol. Helv., 37.
- Stahl, A. F. (1911): Persien. Handb. Reg. Geol. 5, H. 8, Heidelberg.
- Stöcklin, J. (1960): Ein Querschnitt durch den Ost-Elburz. Ecl. Geol. Helv., 52.
- Stöcklin, J., M. Nabavi and M. Samimi (1965): Geology and mineral resources of the Soltanieh Mountains (Northwest Iran). Geol. Survey of Iran, Report No. 2.
- Stöcklin, J., A. Ruttner, and M. Nabavi (1964): New data on the Lower Paleozoic and pre-Cambrian of North Iran. Geol. Survey of Iran, Rep. No. 1.
- Walther, H. W., und Wirtz, D. (1960): Geologie und Lagerstätten in Südost-Iran. Z. deutsch. geol. Ges. 111.

Bei der Schriftleitung eingelangt am 17. Dezember 1965

