

Zur Petrographie, Stratigraphie und Tektonik des Gebietes Chah Shirin — Sahal im Norden der Großen Salzwüste (Iran)

Von Otto THIELE

mit 2 Tafeln und 5 Abbildungen

Published by permission of the Geological Survey of Iran; the author alone
is responsible for the contents of this paper.

Inhalt	Seite
Abstract	247
Vorwort	248
Einleitung	249
I. Gesteinsbeschreibung	250
1. Metamorphe Gesteine	250
a) Die Metamorphite von Chah Shirin—Reshm	250
b) Die Metamorphite nördlich von Sahal	254
2. Unmetamorphes Paläozoikum und tieferes Mesozoikum	255
a) Die Abfolgen nördlich von Chah Shirin	255
b) Jurassische Gesteine bei Sahal	258
3. Mittel- bis Oberkreide und Tertiär	259
a) Die Überlagerung der Metamorphite von Chah Shirin—Reshm	259
b) Junge vulkanogene Gesteine	260
II. Tektonik	261
1. Der hochmetamorphe Komplex nördlich von Sahal	261
2. Die Metamorphite von Chah Shirin—Reshm	261
3. Das unmetamorphe Paläozoikum und ältere Mesozoikum	262
4. Mittel- bis Oberkreide und Tertiär	263
5. Das Metamorphosealter der epizonalen Komplexe	263
Literaturverzeichnis	265

Abstract

The metamorphic rocks of the studied areas can be divided into two rock units. First, there are high grade metamorphic rocks which are exposed in Sahal area. They are formed under conditions of amphibolite facies and seem to be Pre-Cambrian in age. Secondly, low grade meta-

morphic rocks are exposed in the areas Chah Shirin—Reshm and Sahal; they are formed under conditions of greenschist facies and are (at least partly) of Palaeozoic age as it is proved by a relic of a coral.

The metamorphic rocks of the area Chah Shirin—Reshm are unconformably overlain by Middle to Upper Cretaceous limestones and marls and in turn by Early Tertiary volcanic and sedimentary rocks. But, a few kilometres farther north-west (N of Chah Shirin) non-metamorphic rock series of Devonian, Permian, and Mesozoic age appear. In Sahal area the metamorphic rocks are disconformably overlain by anchi- to non-metamorphic shales and slates which are taken for Liassic. The structural features of the metamorphic complexes differ strikingly from those of the area's non-metamorphic formations. Thus, the studied metamorphic complexes of the areas north of the Great Salt Desert can be related to the pre-alpine basement.

Vorwort

Während der zweijährigen Tätigkeit als U. N. Field Geologist beim Geological Survey of Iran führte der Autor im März und April 1964 zusammen mit Ing. M. ALAVI (G.S.I.) und Mr. BAHBAMI (Volunt. of Plan Org.) Übersichtskartierungen in den nördlichen Randgebirgen der Großen Salzwüste durch. Die Kartierungen wurden mit Hilfe von Luftbildern (Maßstab zirka 1 : 60.000) ausgeführt, der Karten-Rohentwurf des Autors vom Drafting Department des G.S.I. entzerrt und auf den Maßstab 1 : 100.000 reduziert. Die geologisch-petrographische Auswertung und Ausarbeitung der Feldbeobachtungen war infolge wichtigerer Arbeiten des Autors in der kurzen, ihm in Teheran zur Verfügung stehenden Zeit nicht mehr möglich. Die nun von Wien aus erfolgte Niederschrift der wichtigsten Untersuchungsergebnisse, die sich auf seinerzeitige Arbeitsnotizen des Autors stützt, sei als Ergänzung der in Teheran beim G.S.I. verbliebenen Karten-Rohentwürfe gedacht, damit diese bei späteren zusammenfassenden Darstellungen Verwendung finden können.

Die wesentlichsten geologischen Grundzüge des bereisten Gebietes waren bereits durch Routenaufnahmen von K. T. GOLDSCHMIDT, vor allem aber durch Kartierungsarbeiten von H. HUBER & J. STÖCKLIN (unveröffentl. Reports, I.O.C.) bekannt, sie bildeten die Grundlage für die Darstellung dieses Bereiches auf der Geologischen Karte von Iran (N.I.O.C., 1959). Auf diese Kenntnisse konnte bei vorliegender Arbeit aufgebaut werden.

Dem Geological Survey Institute bzw. dem Geological Survey of Iran sowie ihrer leitenden Herren, Project Manager D. A. Andrews und Director Eng. N. Khadem, die diese Arbeit ermöglichten, gebührt mein aufrichtiger Dank. Herzlich danken möchte ich vor allem noch den Chefgeologen Dr. J. STÖCKLIN (Teheran) und Dr. A. RUTTNER (Wien, seinerzeit Teheran) für viele wertvolle Anregungen und Diskussionen, Universitätsprofessor Dr. H. FLÜGEL (Graz) für die Untersuchung und Bestimmung zahlreicher Fossilien sowie meinen iranischen Kollegen Ing. Alavi und Mr. Bahrami für ihre Mitarbeit und Bergkameradschaft.

Einleitung

Das hier beschriebene Gebiet liegt östlich von Teheran zwischen den Damghaner Bergen und dem tertiär- und quartärerfüllten Becken der Großen Salzwüste (Dasht-e-Kavir). Es kann von Teheran aus mit geländegängigen Fahrzeugen (Lastwagen oder allradgetriebenen PKWs) über Semnan nach Chah Shirin oder von Damghan über Torud (Turud) oder aber bei einiger Ortskenntnis auf einem Fahrweg von Shahrud nach Sahal erreicht werden (Fig. 1). Letztere Route sowie die Verbindung zwischen Sahal und Torud wird jedoch nur selten befahren, und das Auffinden und Verfolgen dieses Weges bereitet oft Schwierigkeiten. Bei Chah Shirin (zu deutsch: süßer Brunnen) steht dem Reisenden ein Wasserloch mit einem freien, unbefestigten Lagerplatz, der fallweise auch von Kamelkarawanen benützt wird, zur Verfügung. Reshm (Rashm) besitzt eine recht gute, süße, ergiebige Quelle und eine freundliche Bevölkerung, die einem gerne einen Lagerplatz in deren Nähe überläßt. Im Gebiete von Sahal muß man sich mit einer kleinen, schon ziemlich salzigen, sonst aber recht sauberen Quelle oberhalb des Dorfes zufriedengeben. Beim Lagern an dieser Stelle möge man darauf bedacht sein, daß in dem umliegenden Buschwerk auch kreichendes Wüstengetier verborgen sein kann, wähle also einen gut übersichtlichen Platz. Mit Proviant und Treibstoff versorgt man sich bereits vor Verlassen von Semnan, Damghan oder Shahrud, notfalls helfen die Kaufleute in Torud.

Wie auf der Geologischen Karte von Iran (N.I.O.C., 1959) ersichtlich, werden die Damghaner Berge in der Hauptsache von unmetamorphen, aber kräftig alpidisch gefalteten Serien paläozoischen bis tertiären Alters

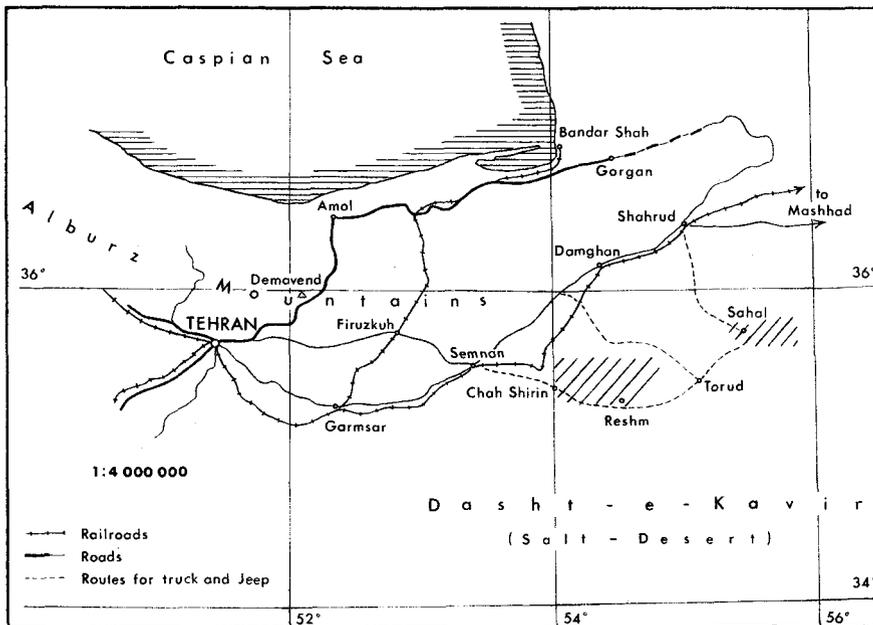


Fig. 1, verkleinert auf den Maßstab (ca) 1:5,370.000

aufgebaut. Das Generalstreichen der Faltenzüge verläuft WSW—ENE; sie können noch zum System des Elburz Gebirges gerechnet werden. Der Bereich der Großen Salzwüste hingegen gehört schon Zentral-Iran i. e. S. an. Die tertiären Formationen dieses Ablagerungsraumes sind mäßig stark gefaltet, das Streichen der Mulden- und Sattelachsen verläuft ebenfalls bevorzugt in der oben angegebenen Richtung. Die metamorphen Komplexe, die in den nördlichen Randgebirgen der Salzwüste südlich der Damghaner Berge auftauchen, zeigen hingegen vom alpidischen Generalstreichen abweichende, WNW—ESE bis N—S verlaufende Streichrichtungen ihrer Gesteinszüge. Diskordant überlagert werden die Metamorphite von mittelkretazischen Kalken („Orbitolinenkalk“) und in der Folge von eozänen Sedimenten und intermediären bis basischen Ergußgesteinen und Agglomeraten.

Das Metamorphosealter der Metamorphite wurde, wie das der meisten metamorphen Komplexe Zentral-Irans, für spät-jurassisch bis pre-mittelkretazisch gehalten (A. GANSSER, 1955). Da diese Auffassung schon in anderen Gebieten Zentral-Irans (i. w. S.) angezweifelt wurde (R. HUCKRIEDE, M. KÜRSTEN & H. VENZLAFF, 1962, O. THIELE, 1965, O. THIELE et al., 1968) war die Frage nach dem Alter dieser Metamorphite sowie das Problem der eigenartigen Strukturdiskordanzen zwischen den metamorphen und unmetamorphen Serien besonders interessant geworden.

I. Gesteinsbeschreibung

1. Metamorphe Gesteine

a) Die Metamorphite von Chah Shirin—Reshm

Im Abschnitt Chah Shirin bis Reshm werden die zentralen Teile der Gebirgsgruppe, die die Große Salzwüste gegen Norden zu begrenzt, von epizonal metamorphen Gesteinen aufgebaut. Unter ihnen sind es vor allem mächtige Marmor Massen, welche morphologisch stark hervortreten und die höchsten Gebirgsstöcke und Käme bilden.

Es handelt sich zum größten Teil um Kalkmarmore, meist hellgrau bis bläulichgrau und feinkristallin bis zuckerkörnig. Nordwestlich von Reshm findet man in diesen des öfteren kleine Taschen oder Linsen von hämatitischem Erz, mitunter auch Hornsteinknollen. Ungefähr 8 km nördlich von Reshm wurden im gleichen Marmortyp von unserem Mitarbeiter M. ALAVI leidlich gut erhaltene Korallenrelikte gefunden. Herr Prof. H. FLÜGEL, der freundlicherweise ihre Untersuchung übernahm, teilte dazu brieflich mit, daß sich infolge ihres Metamorphosegrades keine genaue Bestimmung durchführen ließe, doch spreche ihre Struktur eindeutig für altpaläozoische, am wahrscheinlichsten unter- bis mitteldevonische, allenfalls auch silurische Formen. Ein jüngeres Alter als Mitteldevon wäre mit einiger Sicherheit auszuschließen.

Örtlich, wie etwa im Bereiche nordwestlich von Reshm (vgl. Profil 1 und 2), gehen die Kalkmarmore in bräunlich anwitternde Dolomitmarmore über, es dürfte sich dabei aber eher um sekundäre Dolomitisation handeln.

Größere, eigenständige Dolomitmassen sind selten, das bedeutendste Vorkommen dieser Art liegt am Eingange des Qual'eh Gorge, westlich von Reshm.

Neben den Marmoren setzen sich die Metamorphite dieser Gegend in der Hauptsache aus Quarz-Serizitschiefern bis Quarziten, Albit-Serizitschiefern bis Albitgneisen sowie Kalkphylliten und Phylliten zusammen. Untergeordnet finden sich Einschaltungen von Albit-Chloritschiefern und Albit-Aktinolithschiefern. Nur im Mittelteil des Verbreitungsgebietes der Metamorphite werden Grünschiefer und Epidotamphibolite häufig; hier treten auch zusätzlich einige größere und zahlreiche kleine und kleinste Stöcke von Serpentin auf, begleitet von Albit-Hornblendefels, Hornblende-Epidotfels und ähnlichen Kontakt- und Reaktionsbildungen.

Eine ursprüngliche stratigraphische Abfolge der metamorphen Serien läßt sich infolge der intensiven und komplizierten Verfaltung, der sie unterworfen waren, zur Zeit noch nicht entziffern. — Die Metamorphose scheint von „einheitlichem Guß“ zu sein. Ihr Grad bewegt sich zur Hauptsache im Bereiche der Grünschieferfazies. Sie scheint von Osten (Reshm) gegen den Mittelteil hin etwas an Intensität zuzunehmen. Im Mittelbereich, der durch das Auftreten der Serpentine und Grüngesteine gekennzeichnet ist, erreicht sie etwa die Epidot-Amphibolitfazies. Weiter gegen Westen hin nimmt der Metamorphosegrad aber eher wieder ab.

Die Metamorphose trägt, von lokalen Kontakterscheinungen in den Höfen der Ultrabasite abgesehen, durchwegs den Charakter einer regionalen Dynamometamorphose. Zahlreiche Gesteinsproben zeigen Spuren von synkinematischer Kristallisation. Weiters ist in verschiedenen Gesteinstypen eine lebhafte Albit-Blastese bemerkenswert. Dies weist darauf hin, daß die Metamorphose vielfach von einer Natrium-Immigration begleitet war.

Als konkrete Beispiele für die Gesteinsvergesellschaftung und die Ausbildung der Metamorphite seien im folgenden einige Detailprofile aus diesem metamorphen Komplex dargestellt sowie die Dünnschliff-Kurzbeschreibungen einiger seiner Gesteins-Haupttypen beigelegt.

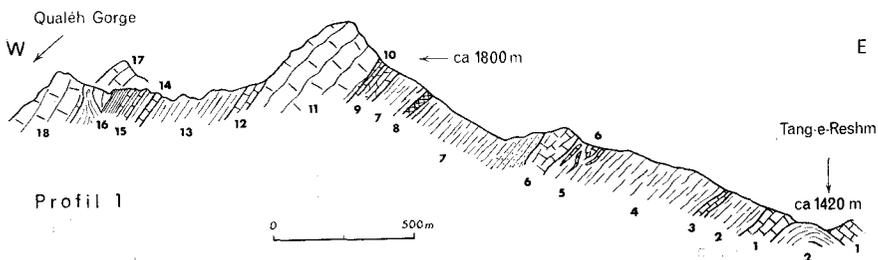


Fig. 2

Profil Nr. 1: Von Tang-e-Reshm (bei zirka 1420 m) gegen West:

1. Dunkler Kalkmarmor, mehr oder minder geschiefert.
2. Grünlichgraue Phyllite.
3. Dunkel blaugrauer kristalliner Kalk, stark geschiefert, mit Lagen oder Linsen von Hornstein.

4. Quarz-Serizitschiefer und Phyllite mit vereinzelt Einlagerungen von Chlorit- und Aktinolith-Albitschiefer (Dünnschliff 23 a).
5. Desgleichen, mit häufigen Einlagerungen von Kalkphylliten und Glimmermarmoren.
6. Dunkler Kalkmarmor, erheblich zerschert, mit kieseligen Partien.
7. Quarz-Serizit-Chloritschiefer mit Übergängen zu Serizit-Chloritquarziten und Serizit-Chloritphylliten.
8. Schmächige Lagen von Prasiniten und Epidotamphiboliten.
9. Kalkige Quarz-Serizitschiefer (Karbonat sekundär eingewandert?).
10. Bändermarmor — wahrscheinlich tektonische Fazies von (11).
11. Hell blaugrauer Kalkmarmor, teils massig, teils gebändert oder schlierig, mit Anteilen von dunklem kieseligem Kalkmarmor.
12. Schieferiger Kalkmarmor.
13. Grünlichgraue Phyllite, intensiv verfältelt.
14. Dunkel blaugrauer Marmor, zerklüftet und zerschert.
15. Phyllite, mit kalkigen Lagen und kleinen Marmorlinsen.
16. Phyllite und quarzitisches Schiefer, stark verschiefert.
17. Kalkmarmor, schlierig dunkel und hell blaugrau, mit größeren unregelmäßigen Partien von dunkelgrauem Dolomit.
18. Kalkmarmor, wie oben, aber kaum dolomitisch.

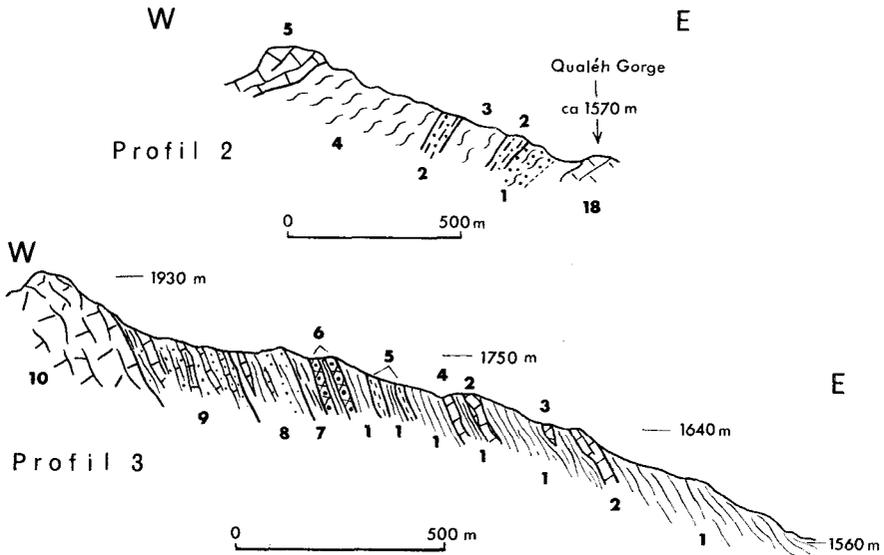


Fig. 3

Profil Nr. 2: Vom Qual'eh Gorge (bei zirka 1570 m) gegen West:

18. Streichende Fortsetzung des Kalkmarmors (18) vom Profil 1.
1. Schieferiger Glimmermarmor, stark verfältelt, mit Zwischenlagen von Quarziten und Serizitquarziten.
2. Gebänderter Quarzit, lagenweise dunkelgrün, hellgrün und weißlich, stark verfältelt.
3. Lebhaftige Wechsellagerung von mehr oder minder kalkigen Chloritschiefern und Phylliten, grünen Kalkschiefern und hellen Marmorlagen; intensiv verfältelt.
4. Phyllite, Quarz-Serizit- und Quarz-Albit-Serizitschiefer mit Zwischenlagen und Linsen von Dolomitmarmor, Kalkphylliten und Kalkmarmoren, letztere stellenweise mit Hornsteinlagen.
5. Hellgrauer Kalkmarmor, meist flaserig.

Profil Nr. 3: Vom Talgrund westlich des Qual'eh Gorge gegen West:

1. Grünliche Albitgneise, Serizit-Albitquarzite und Quarz-Albit-Serizitschiefer.
2. Heller gebänderter Kalkmarmor.
3. Dunkler Dolomitmarmor.
4. Bläulicher gebänderter Kalkmarmor.
5. Heller Quarzit mit gut ausgeprägter B-Lineation (120/37).
6. Chloritschiefer bis Chloritfels mit Albit-Porphyroblasten (Dünnschliffe Nr. 26).
7. Chlorit-Serizitphyllite, gute B-Tektonite ($b = 160/35$).
8. Serizitquarzite bis Phyllite mit schwächtigen Einlagerungen von Kalkphylliten und Marmor.
9. Wechsellagerung von Serizitquarziten und Albitgneisen mit Phylliten und Marmoren, letztere z. T. brecciös.
10. Hellgrauer Kalkmarmor, größtenteils brecciös.

Dünnschliffbeschreibungen:

Probe 4 b, zirka 2 km ESE Chah Shirin:

Quarzit; feinkörnig, mäßig geschiefert, ziemlich kataklastisch: Weitaus überwiegender Gemengteil ist Quarz (über 90%) in kleinen, xenomorphen, verzahnten Körnern mit undulöser Auslöschung. Dazu kommen ein wenig Albit, winzige Schüppchen von Serizit und Chlorit, verhältnismäßig reichlich Opaque (winzige Körnchen und Staub) sowie vereinzelt Titanit, Turmalin und Zirkon.

Probe 4 c, zirka 2 km ESE Chah Shirin:

Albitphyllit; feinkörnig: Hauptgemengteile sind etwa zu gleichen Teilen Albit und Serizit. Der Albit bildet kleine, xenoblastische, selten verzwilligte, augenförmige Körner und ist reich an Einschlüssen von Quarz, Opaquen und Serizit. Der Serizit tritt in Form kleiner, schlecht gestalteter, recht gut parallel orientierter Schüppchen auf. Dazu kommen ein wenig Quarz, Opaque (Körnchen und Staub) sowie Chlorit, Turmalin, Epidot, Titanit und vereinzelt große Xenoblasten eines Karbonats.

Probe 30, zirka 25 km NW von Reshm:

Phyllit, feinkörnig, granoblastisch, geschiefert: Hauptgemengteile sind Quarz (zirka 55%), Albit (zirka 25%), Serizit und Stilpnomelan? (zirka 15%). Der Quarz bildet kleine, pflasterartige Körner mit undulöser Auslöschung, der Albit ist ebenfalls feinkörnig, granoblastisch und kaum verzwilligt, die Glimmer bilden kleine lamminierte Schuppen. Akzessorisch treten Chlorit, Opaque, Titanit, Rutil, Turmalin und Apatit auf.

Probe 26 a, zirka 12 km NW von Reshm:

Karbonatischer Albit-Chloritschiefer, fein- bis mittelkörnig, schiefrig, syn- bis postkinematische Kristallisation: Hauptgemengteile sind Albit (zirka 40%), Chlorit (zirka 35%), Calzit (zirka 17%), hinzutreten geringe Mengen von Muskowit, Epidot-Klinozoisit und Titanit. Der Albit bildet kleine Xenoblasten, kaum verzwilligt und mit kleinen Einschlüssen. Der Chlorit (offenbar Pennin) ist feinschuppig und filzig verwachsen mit Epidot-Klinozoisit und Titanit. Der Calzit ist lagenweise angereichert, mittelkörnig und reich an Einschlüssen. Der Hellglimmer schließlich bildet kleine, aber gut gestaltete Schuppen.

Probe 24, zirka 9.5 km NW von Reshm:

Karbonatischer Albit-Chloritschiefer; fein- bis mittelkörnig, schiefrig: Sehr feinkörnige chloritreiche Streifen wechseln mit mittelkörnigen albit- und karbonatreichen Lagen. Hauptgemengteile sind Albit (zirka 45%), Chlorit (zirka 33%) und Karbonat (zirka 19%). Der Albit ist teils fein-, teils mittelkörnig, granoblastisch, nach dem Albitgesetz polysynthetisch verzwilligt, mit reichlichen, z. T. nach den Spaltflächen eingewachsenen Einschlüssen von Serizit, Klinozoisit, selten auch Chlorit. Der Chlorit (offenbar Klinochlor) bildet meist ein mikrokristallines filziges Gemenge mit Titanit, Epidot-Klinozoisit und Opaquen. Das Karbonat bildet mittelgroße Xenoblasten mit reichlich Einschlüssen.

Probe 26 b, zirka 12 km NW von Reshm:

Albit-Chloritschiefer; fein- bis mittelkörnig, porphyroblastisch, syn- bis postkinematisch kristallisiert: Die Porphyroblasten bestehen aus Albitrundlingen bis zirka 2 mm Größe mit sehr feinkörnigen Einschlüssen von Epidot-Klinozoisit, Titanit, Serizit und Chlorit. Das Interngefüge ist unverlegt ($S_1 = S_6$). In der Grundmasse herrscht der Chlorit (Pennin) vor, daneben finden sich kleiner granoblastischer Albit, Quarz (?), Epidot-Klinozoisit, Titanit, Serizit und Opaque.

Probe 25 a, zirka 10 km WNW von Reshm:

Albitgneis, feinkörnig, granoblastisch, mäßig schieferig. Hauptgemengteile sind Albit (zirka 50%), Quarz (zirka 35%) und Serizit (zirka 10%). Der Albit ist feinkörnig, granoblastisch, kaum verzwilligt und enthält Einschlüsse von Quarz, Serizit und „Staub“. Der Quarz ist feinkörnig, granoblastisch; der Serizit kleinschuppig und mehr oder minder parallel orientiert. Akzessorisch finden sich Chlorit, Calzit, Opaque, Titanit, Zirkon und Stilpnomelan (?).

Probe 25 b, wie oben:

Albitgneis, feinkörnig, granoblastisch, gut geschiefert. Der Albit (zirka 60%) ist xenoblastisch, einschlußreich, mit unverlegtem Si. Der ebenfalls xenoblastische Quarz (zirka 25%) ist nur lagenweise häufig. Der Serizit (zirka 10%) bildet kleine, zerschlossene, gut parallel orientierte Schuppen. Daneben findet sich Chlorit (zirka 3%), Titanit (zirka 2%), z. T. in idiomorphen Kristallen, sowie Klinozoisit, Opaque und Zirkon.

Probe 23 b, zirka 7.5 km NW von Reshm:

Kalkphyllit, übergehend in Epidot-Aktinolithschiefer: Feinkörnig, schieferig. 1. eine albitreiche Lage mit xenoblastischem, kaum verzwilligtem Albit (zirka 75%), reich an Einschlüssen von Aktinolith, Karbonat, Epidot-Klinozoisit und „Staub“; daneben Calzit (zirka 1%) in unregelmäßigen Formen, teils mit Erz vergesellschaftet, teils reliktsch zwischen Feinporphyroblasten von Aktinolith und Epidotmineralen. 2. eine epidotreiche Lage mit klein-körnigem Epidot (zirka 60%), kleinen Nadeln von farblosem bis blaß grünlichem Aktinolith (zirka 20%) und kleinen Xenoblasten von Albit (zirka 15%). Akzessorisch findet sich etwas xenomorpher Titanit.

Probe 27 b, zirka 25 km NW bis WNW von Reshm:

Albit-Aktinolithschiefer, sehr feinkörnig, granoblastisch, schieferig. Hauptgemengteile sind Albit und aktinolithische Hornblende, daneben finden sich in schlecht gestalteten Aggregaten verhältnismäßig häufig Titanit, reichlich Opaque (Magnetit?) sowie Chlorit, Serizit und Epidot-Klinozoisit. Die Hornblende bildet schmale Prismen und Nadeln und zeigt Pleochroismus von Blaßgrün über Gelblichgrün zu Bläulichgrün. Der Albit überwächst holoblastisch die anderen Gemengteile.

Probe 31 b, zirka 25 km NW von Reshm, Randzone eines Serpentinits:

Albit-Epidot-Hornblendefels, fein- bis mittelkörnig, diablastisch, massig. Gemenge von porphyroblastischem, einschlußreichem Albit, blaß grünlichem Aktinolith, Epidot-Klinozoisit und Relikten von grünlicher bis blaß brauner Hornblende und Pyroxen (?). Untergeordnet Titanit, Serizit, Chlorit und Opaque.

b) Die Metamorphite nördlich von Sahal

Auf einer kurzen Erkundungsreise wurden auch Teile der metamorphen Komplexe in den Randgebirgen der Großen Salzwüste zwischen Turud und Biardjomand studiert.

Nördlich und nordöstlich von Sahal treten epizonal metamorphe Serien auf, die in ihrem Metamorphosegrad und in ihrer Ausbildung jenen von Chah Shirin—Reshm sehr ähneln. Es sind dies Quarz-Serizitschiefer, Serizit-Chloritschiefer, Quarzite, Phyllite, Kalkphyllite und gebänderte blaugraue Kalkmarmore sowie riesige Linsen von braun anwitterndem Dolomit(marmor).

Diese epizonal metamorphen Gesteine ummanteln offenbar einen tieferen Komplex stärker metamorpher Gesteine, der sich gegen Norden zu anschließt. Hier treten verschiedene Typen von Paragneisen, Zweiglimmergneise und Hornblendegneise, Zweiglimmerschiefer, Granatglimmerschiefer, Amphibolite und Granat-? Pyroxengneise auf, also eine Gesteinsgesellschaft, die alle typischen Merkmale der Amphibolitfazies aufweist. In diesen mesozonal metamorphen Gesteinen kommen auch, besonders im südlichen Randbereich dieses Komplexes, Augengneise mit *cm*-großen Kalifeldspaten sowie Aplitoide und Pegmatoide vor. Letztere Gesteine und unter ihnen besonders die Augengneise, deren Biotit stark vergrünt und z. T. in Chlorit umgewandelt ist, zeigen aber deutliche Spuren einer retrograden epizonalen Metamorphose (Diaphthorese).

Die beiden in ihrem Metamorphosegrad deutlich verschiedenen Komplexe sind allem Anschein nach Produkte zweier verschiedener tektonischer Phasen oder Zyklen. Die Augengneise und anderen Abkömmlinge saurer Intrusiva nehmen dabei eine gewisse Zwischenstellung ein. Bei ihnen läßt sich vorerst nicht entscheiden, ob sie dem mesozonalen Komplex angehören und nur zufolge ihrer Randlage retrograd überprägt wurden oder aber jüngere Intrusivgesteine sind, die lediglich von der späteren epizonalen Metamorphose erfaßt wurden. (Auf dem geologischen Kärtchen [Tafel 2] wurden die Augengneise mit dem mesozonal metamorphen Komplex zusammengefaßt.)

2. Unmetamorphes Paläozoikum und tieferes Mesozoikum

a) Die Abfolgen nördlich von Chah Shirin

Im nordwestlichsten Teil des untersuchten Gebietes tritt, leider nirgends mit den Metamorphiten im direkten Kontakt, fossilführendes Paläozoikum auf. Als stratigraphisch tiefstes Schichtglied konnte hier Mittel- bis Oberdevon gefunden werden. Es sind dies dunkle, blaugraue bis blauschwarze Kalke, stellenweise reich an Brachiopoden, Crinoiden, Korallen, Trilobiten und Tentaculiten. Diese Kalke werden von weißlichen bis grauen Quarziten, gelblich-bräunlich anwitternden grauen Dolomiten, stellenweise auch rauh-wackeartigem gelbem Dolomit und vergrünten Extrusiven begleitet. Die relative Altersstellung zu diesen Schichtgliedern ist jedoch noch offen. (Bahram Limestone [?] und Padeha Formation [??] RUTTNER, RUTTNER et al. 1968 und 1969.)

Als nächstjüngere Formation ist das Perm fossilbelegt. Es sind dies wieder dunkle, blaugraue Kalke, reich an Korallen, Bryozoen sowie Brachiopoden- und Gastropodenresten. Dolomitische Kalke und Dolomite, die sie im Liegenden begleiten, könnten eventuell ebenfalls bereits dem Perm angehören. Ob karbone Schichtglieder vorhanden sind, ob das Karbon teilweise oder ganz fehlt, ist offen.

Über den permischen Kalken folgen nach einigen Metern rötlichen Sandsteinen und Tonschiefern, die eventuell Äquivalente der untertriadischen Sorkh Shales (J. STÖCKLIN et al., 1965 b) sein könnten, über 100 m mächtige, ziemlich einheitliche, gebankte hellgraue Dolomite, die die Trias vertreten dürften und zur Shotori Formation (J. STÖCKLIN et al., 1965 b) gestellt werden könnten. Darauf folgen einige 100 m graue, z. T. etwas

mergelige Tonschiefer mit zwischengeschalteten Sandsteinbänken, eine Schichtgruppe, die aufgrund ihrer Lithologie als Shemshak Formation (J. STÖCKLIN et al., 1965 a, R. ASSERETO, 1966) angesprochen werden kann.

Infolge der Kürze der zur Verfügung stehenden Zeit konnten diese bestimmt untersuchenswerten Schichtfolgen leider nicht mit der nötigen Genauigkeit studiert werden. Die im folgenden wiedergegebenen Beobachtungsdaten mögen Anstoß zu weiterer Bearbeitung sein.

Fossilreiche devonische Kalke stehen etwa 1 km nördlich des nordwestlichsten, bereits isoliert in der „Dasht“ stehenden Marmorberges (N Chah Shirin) am Fuße des sich gegen Norden aus dem Schutt erhebenden Gebirges an. Es sind dies, wie schon gesagt, dunkelblaugraue bis schwarzblaue, meist gut geschichtete Kalke, die reichlich Brachiopoden, Crinoiden, Korallen, Trilobiten und Tentakuliten führen. Vorläufig wurden nur die kleinwüchsigen Formen von

Tentaculites sp.

als Nachweis für Mittel- bis Oberdevon herangezogen. Diese Kalke können am ehesten mit dem Bahram Limestone (A. RUTTNER et al., 1969) gleichgestellt werden. Nach freundlicher mündlicher Mitteilung von A. RUTTNER wäre das hiesige Auftreten von Bahramkalken insofern von Bedeutung, als dies das westlichste bisher bekannte Vorkommen dieser ostpersischen Faziesentwicklung darstellen würde.

Die steil gegen SSE einfallenden dunklen Kalke werden gegen NNW von einigen Meterzehnern weißen bis hellgrauen, festen, feinkörnigen Quarzsandstein unterlagert, dieser wieder, nach einer schwächtigen konglomeratischen „Basislage“ mit kleinen, gut gerundeten Quarzgeröllen, von grauem, gelbbraun anwitterndem Dolomit. — Ob es sich dabei um eine aufrechte oder aber eine verkehrte Schichtfolge handelt, möchte ich nicht entscheiden. Nach einem freundlichen Hinweis von A. RUTTNER würde die Gesteinsbeschreibung jedoch auf die (unterdevonische) Padeha Formation (A. RUTTNER et al., 1968) zutreffen.

Wenn man weiter gegen Norden vordringt, trifft man auf ähnliche dunkelblaue Kalke, jedoch mit anderem Fossilinhalt: Bryozoen, Durchschnitte bauchiger Gastropoden und Korallen, unter denen H. FLÜGEL

Lonsdaleastrea ?

bestimmte, machen ein permisches Alter wahrscheinlich.

Nach Querung einer stark zerrütteten Zone, in welcher (tektonische ??) Breccien von dunkelblauem Kalk mit rotstichigem Bindemittel besonders auffallen, gelangt man weiter im Norden in einen Bereich dunkler, schmutzgrauer Tonschiefer mit Einlagerungen von Bänken dunkel grünlichgrauen Sandsteins. Diese Gesteinsgesellschaft läßt sich aufgrund der Lithologie mit einiger Sicherheit als unterjurassische Shemshak Formation ansprechen, und es fanden sich auch bald innerhalb dunkler, etwas mergeliger Tonschiefer Ammonitenfragmente, die offenbar von Spaltrippern herrühren.

Von der Shemshak Formation ausgehend läßt sich nun gegen Osten zu ein inverses und offenbar tektonisch stark reduziertes Profil studieren:

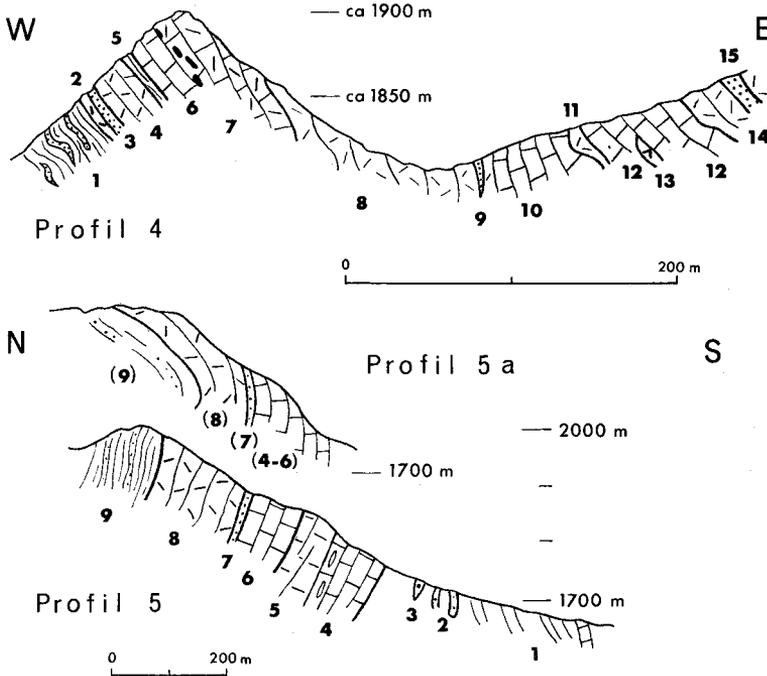


Fig. 4

Profil Nr. 4: Durch die Westflanke der überkippten Serie im nordwestlichsten Kartenblattabschnitt:

1. Tonschiefer, schmutziggrau, z. T. etwas mergelig, mit bankigen Einlagerungen von grünlichgrauem feinkörnigem Sandstein. Einfallen: 085/45.
2. Zirka 4 m Dolomit, grau, gelb anwitternd.
3. Zirka 4 m Quarzsandstein, weiß, feinkörnig, schichtig, dicht.
4. Zirka 15 m Dolomit, hellgrau, gelb anwitternd, gebankt. Einfallen: 075/45.
5. Zirka 5 m Sandsteine und Tonschiefer, bräunlich und rötlich.
6. Zirka 16 m Kalk, blaugrau, gebankt, mit Anschnitten von Gastropoden und Korallen, darunter
Iranophyllum cf. *reticulatum* (mittleres bis oberes Perm, Bestimmung H. FLÜGEL) übergehend in:
7. Zirka 15 m dolomitischer Kalk und Dolomit, dunkelgrau, braun anwitternd, massig. Kieselige Partien („Chertlinsen“) im Grenzbereich zwischen (6) und (7).
8. Dolomit, wie oben, jedoch jetzt gebankt. Die Mächtigkeit dieses Schichtgliedes ist schwer abzuschätzen, da es mit mittelsteilem bis steilem Ostfallen den ostschauenden Hang hinabzieht.
9. Schmächtige Einschaltung von schmutziggrauem Quarzit.
10. Kalk, dunkelblau, mit Calzitadern durchsetzt. In einem Rollstück davon *Tentaculites* sp. (Mittel- bis Oberdevon)
11. Dolomit, gelb, z. T. rauhwackig.
12. Kalk, dunkel graublau, schlecht geschichtet.
13. Diabas in (12).
14. Dolomit, dunkelgrau, braun anwitternd, schlecht gebankt bis massig.
15. Einschaltung von rötlichem Sandstein in (14).

Ein weiteres Profil durch die paläozoisch-mesozoische Schichtfolge wurde einige Kilometer weiter östlich begangen.

Profil Nr. 5: Durch die „Wurzelzone“ der überkippten Serie:

1. Gelbgraue Kalke mit reichlich organogenen Strukturen (Austern- und Pecten-schalen, Korallen, Foraminiferen) und Wechsellagerung von grauen und rötlichen Sandsteinen und graugrünen, \pm sandigen Tonschiefern [Tertiär, z. T. (?) Oberkreide?].
2. Dunkle Kalke, grau-schwarz gebändert oder massig (Paläozoikum?).
3. Kleiner Stock eines grünen Effusivs.
4. Kalk, blaugrau, gebankt, mit Bryozoen, Korallen und horizontweise angereicherten Chertlinsen. (Höchstwahrscheinlich Perm.)

Fenestella sp.

Michelinia sp.

Chusenophyllum brevisseptatum (Bestimmung: H. FLÜGEL)

übergehend in:

5. Kalk, braungrau, massig. (Perm?)
6. Kalk, braungrau, gebankt. (Perm?)
7. Graue Quarzsandsteine und rote Schiefer (Untertrias?, Sorkh Shales?)
8. Dolomit, mittelgrau, gelbbraun anwitternd, gebankt oder gebändert. (Trias?, Shotori Formation?)
9. Schmutziggraue bis dunkelgraue Tonschiefer mit Zwischenlagen von grünlichgrauen Sandsteinen (Shemshak Formation).

b) Jurassische (?) Gesteine bei Sahal

In der Umgebung von Sahal werden die Metamorphite gegen Süden von einer Serie dunkelgrauer, z. T. etwas mergeliger Tonschiefer mit lokalen Einlagerungen von grünlichgrauen Sandsteinbänken überlagert. An einigen Stellen finden sich rundliche oder ausgelängte braun anwitternde Konkretionen innerhalb der Tonschiefer. Nahe der „Kalateh“ ostnord-östlich Sahal befinden sich an der Basis der dunklen Tonschiefer konglomeratische Lagen (Quarzerölle von etwa *cm*-Größe in Tonschiefer-Bindemittel). Es dürfte sich dabei aber nur um eine lokale Entwicklung handeln.

Obwohl keine Fossilspuren gefunden wurden, kann diese Serie aufgrund ihrer Lithologie als Shemshak Formation, also als liassisch angesehen werden.

Die Hauptmasse der Tonschiefer-Sandstein-Serie ist unmetamorph bis „anchimetamorph“. Sie hat wohl einen erheblichen Grad an Durchbewegung, z. T. richtiggehende Verschieferung erlitten, doch kam es dabei zu keiner nennenswerten Umkristallisation oder Mineralneubildung innerhalb des Gesteins. Nur an ihrer Basis, an ihrem Kontakt mit den Metamorphiten werden die Tonschiefer selbst schwach metamorphosiert und lokal zu richtiggehenden Phylliten umgewandelt, dies jedoch nur im Bereich von wenigen Metern bis Meterzehnern. Die tektonischen Bewegungen, die zu dieser lokalen Metamorphose geführt haben, bewirkten offenbar auch eine Gleichschichtung der randlichen Anteile des metamorphen Komplexes mit den liassischen (?) „slates“, denn es konnten keine Winkeldiskordanzen zwischen den Metamorphiten und den liassischen (?) Sedimenten gefunden werden.

Bei Sahal und bei Ab-e-Shur tritt innerhalb der liassischen (?) Tonschiefer hellblauer bis bläulichgrauer Kalk auf. Er ist in sich stark ver-

faltet und ziemlich stark kristallin. Es könnte sich eventuell um einen jurassischen Kalk, etwa Doggerkalk, handeln, andererseits aber auch um eine Aufschuppung des vorjurassischen Untergrundes.

3. Mittel- bis Oberkreide und Tertiär

a) Die Überlagerung der Metamorphite von Chah Shirin—Reshm

Die Metamorphite von Chah Shirin—Reshm werden z. T. von Mittel- bis Oberkreide, z. T. direkt von Tertiär überlagert. Dem Studium dieser jüngeren Formationen konnte nur geringe Zeit gewidmet werden und es muß diesbezüglich auf den unveröffentlichten Rapport von H. HUBER und J. STÖCKLIN (1956) verwiesen werden.

Bei Chah Shirin transgrediert über den Metamorphiten, wie schon HUBER & STÖCKLIN und vor ihnen K. T. GOLDSCHMIDT (I. O. C., GR. 74) berichteten, etwa 100—160 m Orbitolinenkalk mit einigen Mergel- und Sandsteineinschaltungen in seinen tieferen Partien und einem basalen Quarzkonglomerat. Über dem Orbitolinenkalk folgen grüne, z. T. tuffige Tonschiefer, nach HUBER & STÖCKLIN bereits Eozän.

Ähnliche Verhältnisse liegen ost-südöstlich von Chah Shirin vor, wo folgendes Profil aufgenommen wurde (9,5—10 km ESE Chah Shirin):

1. Phyllite, Quarzite und Serizitschiefer, diskordant überlagert von
2. zirka 20 m Konglomerat, vorherrschend gut gerundete weiße Quarzgerölle.
3. 5—10 m gelber gebankter Kalk, mit Sand- und Feinkiesführung.
4. 50—100 m gelber, z. T. feinsandiger Kalk, mit Orbitolinen und anderen Foraminiferen und Muschelschalen.
5. 30—50 m graubrauner Mergel, gut geschichtet.
6. 5—8 m Mergel, von überlagerndem Andesit gefrittet.
7. Andesit, mit einigen Mergellagen im Liegenden.

Möglicherweise gehören auch in diesem Profil die den Orbitolinenkalk überlagernden Mergel bereits dem Eozän an.

Viel komplizierter werden die Verhältnisse östlich und nordöstlich von Reshm. Sicher ist jedenfalls, daß hier weite Gebiete nicht, wie von HUBER & STÖCKLIN und auf der Geological Map of Iran (N. I. O. C., 1959) verzeichnet, von Metamorphiten aufgebaut werden, sondern von jüngeren Sedimenten größtenteils oberkretazischen, z. T. wahrscheinlich auch tertiären Alters. Diese sind eng durchsetzt von größeren und kleineren Stöcken, Gängen und Gangschwärmen tertiärer Extrusiva und Hypabyssite. Dabei sind in den Sedimentgesteinen natürlich gewisse Kontaktwirkungen festzustellen, doch ist diese Kontaktmetamorphose meist recht schwach und nur von lokaler Natur.

Vorherrschende Gesteine sind graue und gelblichgraue, z. T. massige Kalke und ebenfalls oft recht mächtig werdende dunkelgraue Tonmergel bis Mergelschiefer. Die Kalke sind stellenweise recht fossilreich. So lassen sich z. B. in der Umgebung der Khanejar Mine reiche Kollektionen von Korallen, Bivalven und Gastropoden, unter anderen Cycloliten und Hypurititen, sammeln. In den Mergelschiefern dagegen finden sich oft Gryphäen-ähnliche Bivalven. Wo die kretazischen Sedimente den Metamorphiten

auflagern sind meist Sandkalke mit mehr oder minder mächtigen konglomeratischen Basisbildungen entwickelt. Dann werden erst weiter im Osten und Norden in höherer stratigraphischer Position sandige und konglomeratische Bildungen häufiger. Diese gehören (z. T. ?) sicher schon dem Tertiär an, da sich bereits (z. T.) tertiäre Effusiva als Komponenten in ihnen finden lassen.

Gegen Süden und Norden wurde aufgrund lithologischer Merkmale versucht, die oberkretazischen Anteile von den tertiären abzutrennen, gegen Osten zu, wo die Durchtrümerung durch die tertiären Andesite, Dioritporphyrite usw. an Intensität immer mehr zunimmt, wurde diese Trennung fallengelassen.

b) Junge vulkanogene Gesteine

Tertiäre, vorwiegend wohl eozäne Effusivgesteine und ihre Begleiter (Agglomerate, Hypabyssite) nehmen einen großen Raum des bereisten Gebietes ein. Eine auch nur einigermaßen befriedigende Bearbeitung der vulkanogenen Gesteine konnte nicht durchgeführt werden. Zahlreiche Testproben, von denen Dünnschliffe angefertigt wurden, zeigten folgende allgemeine Charakteristika: Es handelt sich durchwegs um vollkristalline, meist porphyrisch struierte Gesteine, mitunter mit deutlichem Fluidalgefüge. Die Größe der Grundmasseminerale und der Einsprenglinge sowie das Größenverhältnis beider zueinander variiert in sehr weiten Grenzen. Der weitaus überwiegende Gemengteil sowohl unter den Einsprenglingen als auch — soweit auflösbar — in der Grundmasse ist der Plagioklas. Dazu kommen als Einsprenglinge Pyroxene, meist zusammen mit Hornblende, oft auch Biotit, seltener Olivin. Die Pyroxene sind — soweit erkennbar — monoklin, am ehesten wohl Pigeonit. Orthopyroxen konnte keiner erkannt werden, doch finden sich in zahlreichen, insbesondere basischeren Typen, häufig unbestimmbare, meist durch Opake stark geschwärzte Formrelikte mafischer Gemengteile, sodaß das ursprüngliche Vorhandensein von Orthopyroxen in Betracht gezogen werden kann. In den selteneren saureren Typen treten neben Plagioklas, Hornblende und Biotit auch geringe oder mäßige Mengen von Quarz als Einsprengling auf. Kali(Natron)-feldspat konnte nirgends sicher nachgewiesen werden, doch ist sein Auftreten, vor allem in der Grundmasse, durchaus für möglich zu halten. Verschiedentliche, z. T. sicher deutere Umwandlungserscheinungen erschweren die Gesteinsbestimmung erheblich.

Nach den Stichprobenuntersuchungen besteht also die schon bisher verwendete Feldbezeichnung „andesitische Vulkanite“ durchaus zu Recht. Auch die Hypabyssite gehören großteils der dioritischen Gesteinsfamilie an, zumeist können sie als Dioritporphyrite bezeichnet werden. Als eine Abweichung davon seien aber Lesesteinfunde westlich des auf Tafel I dargestellten Kartenabschnittes erwähnt: etwa nördlich des halben Weges zwischen Reshm und Torud treten innerhalb der Andesite helle (?) Gangformen auf, die neben fein bis mittelkörnigen Plagioklas und reichlich Quarz erbsengroße Flecken (Korngruppen und „Mikrosonnen“) von schwarzem Turmalin führen.

Als eine andere Besonderheit wurden in derselben Gegend einige *dm*-große Schiefergneiseinschlüsse im Andesit gefunden. Bei diesen Gneis-

einschließen handelt es sich um Biotit-Sillimanitgneise mit reichlich Spinell (Hercynit) und mitunter auch Korund. Sie sind Zeugen dafür, daß die Andesite bei ihrem Aufdringen katazonal geprägte Metamorphite durchschlagen haben.

II. Tektonik

1. Der hochmetamorphe Komplex nördlich von Sahal

Das älteste Bauelement des untersuchten Gebietes ist zweifellos der Komplex hochmetamorpher Gesteine nördlich von Sahal. Er ist unter Bedingungen der Amphibolitfazies metamorphosiert und nach einem komplizierten, heute steilachsrig erscheinenden Faltenbau verformt worden. Diese beiden Merkmale heben ihn deutlich von den südlich anschließenden epizonal metamorphen Serien ab und es ist daher anzunehmen, daß er im Vergleich zu letzteren einer älteren tektonischen Phase, höchstwahrscheinlich einem älteren tektonischen Zyklus seine Entstehung verdankt. Ein präkambrisches Alter ist für diesen Komplex am wahrscheinlichsten.

2. Die Metamorphite von Chah Shirin—Reshm

Auch für die Metamorphite im Bereich von Chah Shirin—Reshm kann keine detaillierte tektonische Analyse gegeben werden, da weder die stratigraphische Gliederung noch die relative Altersfolge der einzelnen Schichtglieder bekannt ist. Wir müssen uns daher wie bei voriger Einheit auf allgemeine Angaben beschränken.

Die Gesteine sind unter Bedingungen der Grünschieferfazies bis maximal Epidotamphibolitfazies metamorphosiert worden. Damit in Zusammenhang steht eine (recht intensive) Verfallung und Verformung, vorherrschend nach SE—NW bis SSE—NNW verlaufenden Achsen. Die Metamorphose hat diese Verformung z. T. überdauert (Albitholoblasten mit unverlegtem Si). Der Grad der Metamorphose scheint von Osten (nördliche Umgebung von Reshm) gegen den Mittelabschnitt der Metamorphite leicht zuzunehmen. Überdies ist zu bemerken, daß die Faltenachsen und B-Lineationen im Ostabschnitt nur schwache bis mäßige Neigungswinkel haben, gegen Westen, gegen den Mittelabschnitt zu, aber deutlich steiler werden. Sechzig-, siebziggrädiges Achsengefälle ist dort keine Seltenheit. Dies könnte dahin gedeutet werden, daß wir von Osten (N Reshm) gegen den Mittelabschnitt hin in tiefere tektonische Niveaus gelangen. Die Steilachsen können aber natürlich auch andere Ursachen haben, z. B. die einer späteren Verstellung.

Die Altersfrage der Metamorphite wird später noch eingehender diskutiert, doch soll vorerst festgehalten werden, daß der Komplex von Chah Shirin—Reshm zumindest z. T. metamorphes Altpaläozoikum darstellt. Der Korallenfund nördlich von Reshm ist dafür ein wichtiges Beweisstück. Er stammt aus anstehendem Fels, aus den Randpartien der großen Kalkmarmorasse von Reshm, einem sehr prominenten Schichtglied der Metamorphite, das ohne die geringste Metamorphose- oder Strukturdiskrepanz in die über- und unterlagernden epizonal metamorphen Serien eingeschaltet ist.

Die epizonal metamorphen Serien von Sahal entsprechen dem Komplex Chah Shirin—Reshm in Bezug auf Verformungstypus, Art und Grad der Metamorphose und Achsenplan. Die Lineationen und Faltenachsen verlaufen, soweit beobachtet, in Richtung SE—NW bis ESE—WNW, fügen sich also ohne Diskrepanz zu denen von Chah Shirin—Reshm (siehe Diagramm 1). Es ist also anzunehmen, daß sie gleiches Bildungsalter haben.

3. Das unmetamorphe Paläozoikum und ältere Mesozoikum

Die Mittel- bis Oberdevon, (Karbon??), Perm, Trias und Lias umfassenden Schichtfolgen, die etwa 1 km nördlich des letzten Ausläufers der Metamorphite entfernt nördlich von Chah Shirin auftreten, zeigen keine Spuren einer Regionalmetamorphose und besitzen einen völlig andersgearteten tektonischen Baustil als die Metamorphite.

Am Fuße des gegen Norden aufsteigenden Gebirges, also dort, wo auf der Karte die tektonische Mischserie eingezeichnet ist, sind die Aufschlüsse zu unzusammenhängend und unübersichtlich, als daß bei einer schnellen Erkundungstour eine tektonische Analyse gegeben werden könnte. Nördlich anschließend jedoch hebt sich das Paläozoikum als markanter, generell WSW—ENE streichender Zug steil aus dem niedrigeren Vorland heraus. Zuerst steil nordfallend, saiger stehend bis steil südfallend, überkippt das Paläozoikum gegen Norden zu immer mehr und entwickelt sich schließlich zusammen mit den triadischen Dolomiten zu einem großen verkehrt liegenden Schichtstoß, der die gegen Norden anschließende liassische Shemshak Formation auf eine Weite von zirka 2 km in Richtung NNW überfährt. Die verhältnismäßig plastische, größtenteils aus Tonschiefern aufgebaute Shemshak Formation wird dabei kräftig nach überwiegend WSW—ENE verlaufenden Achsen verfalltet.

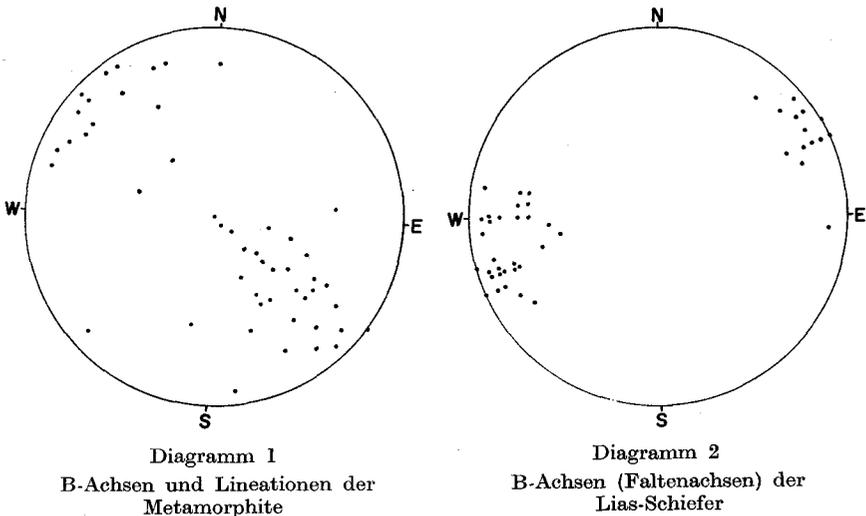


Fig. 5

Richtungsmäßig ganz analoge Faltenachsen und B-Lineationen sind auch den zum Lias gerechneten Tonschiefern und Slaten von Sahal aufgeprägt (vgl. Diagramm 2).

4. Mittel- bis Oberkreide und Tertiär

Mittel- und Oberkreide transgrediert an vielen Stellen über dem Kristallin. Sie ist also sicherlich nach einer einschneidenden Erosionsphase abgelagert worden. Zusammen mit dem überlagernden Tertiär ist sie noch mäßig stark verfaltet sowie durch Bruchtektonik gestört worden. Die Intensität der Tektonik, die die höhere Kreide und das Tertiär erfaßt hat, erreichte aber allem Anschein nach nicht jenen Grad an Durchbewegung wie bei den älteren Schichtfolgen einschließlich des Juras¹⁾.

Eine gewisse Ausnahme stellt dabei jene, z. T. leider von Schuttflächen verdeckte Zone dar, die sich zwischen die Metamorphite von Chah Shirin und dem unmetamorphen Paläo- und Mesozoikum im Nordwesten einschaltet. Hier dürfte eine sehr junge Störungszone erster Ordnung durchlaufen; eine Störungszone, die möglicherweise auch Wrench-Fault-Charakter haben könnte, wie es z. B. an ähnlichen Störungen im Raume Ozbak-Kuh—Shirgesht bekannt ist (A. RUTTNER et al., 1968).

5. Zum Metamorphosealter der epizonalen Komplexe

Von den früheren Bearbeitern dieses Gebietes wurde, ähnlich wie für die meisten Metamorphite in Zentraliran (A. GANSSER, 1955), ein spät jurassisches bis pre-mittelkretazisches Prägungsalter der metamorphen Komplexe angenommen. Daß unsere Neuuntersuchung dieser Deutung widerspricht, wurde bereits mitgeteilt (O. THIELE, 1965 und 1967). Unsere Argumente seien noch einmal herausgestellt:

1. Die Achsenpläne in den jurassischen Sedimenten einerseits und den metamorphen Serien andererseits zeigen eine markante Strukturdiskordanz; dies sowohl im Gebiet von Chah Shirin als auch bei Sahal²⁾. Die Faltenachsen und Lineationen der liassischen Sedimente verlaufen konform mit dem alpidischen Generalstreichen, die Achsen der Metamorphite nahezu senkrecht darauf. Da dieselbe Erscheinung in zwei, über 70 km voneinander entfernten Gebieten auftritt, kann eine lokale Ursache hierfür ausgeschlossen werden.

2. Die epizonal metamorphen Serien werden bei Sahal unter lokaler Entwicklung von Basalkonglomeraten von unmetamorphem bis anchi-metamorphem Lias²⁾ überlagert. Das Auftreten schwacher Metamorphose in den Basisschichten der liassischen Shemshak Formation verringert

¹⁾ Ob dies auf eine prä-mittelkretazische Faltungsphase (vgl. A. GANSSER, 1955) oder auf die verschiedene tektonische Position, also auf die mehr südliche Lage der transgredierenden jüngeren Sedimente, oder aber, was am wahrscheinlichsten ist, auf beide Faktoren zurückzuführen ist, müßte erst weiter untersucht werden.

²⁾ Die Einstufung der Tonschiefer-Sandsteinformation von Sahal als Shemshak Formation (= Lias²⁾) erfolgte, wie schon betont, nur nach lithologischem Befund. Die darauf aufgebauten Folgerungen gelten also vorbehaltlich der Richtigkeit dieser Einstufung. Eine Verwechslungsmöglichkeit bestünde jedoch fast nur mit der jung-paläozoischen Sardar Formation. In diesem Falle wäre dann ein triadisches Metamorphosealter der epizonalen Metamorphite von vornherein auszuschließen.

die Bedeutung der Liastransgression nicht, sondern weist nur darauf hin, daß der Grenzbereich zwischen den zwei mechanisch ungleichen Serien im Laufe der alpidischen Orogenese einer erhöhten tektonischen Beanspruchung unterworfen war.

Der epizonale Komplex von Sahal und der ihm metamorphose- und baustilmäßig analoge von Chah Shirin—Reshm kann demnach als vorliassisch eingestuft werden.

Ein weiterer und sehr wichtiger Anhaltspunkt wurde mit dem Korallenfund nördlich von Reshm gewonnen. Er belegt Altpaläozoikum (Silur oder Devon) innerhalb der Metamorphite, schließt also ein präkambrisches Alter des Komplexes aus und engt das Metamorphosealter auf die Zeitspanne zwischen Silur und Lias ein.

Die epizonalen Metamorphite von Chah Shirin—Reshm und Sahal könnten also dem kaledonischen oder dem variszischen Orogenzyklus, oder aber einer triassischen, prä-rhätischen orogenetischen Phase zugeschrieben werden. — Die Bedeutung triassischer, prä-rhätischer orogenetischer Bewegungen für weite Teile Zentral- und Ostirans hat jüngst erst J. STÖCKLIN (1968) herausgestrichen. Spuren einer variszischen Orogenese fand der Verfasser und seine Mitarbeiter im nördlichen Zagros (THIELE, 1965, 1967, 1968). Ihre regionale Bedeutung wird jedoch zur Zeit noch bestritten (J. STÖCKLIN, 1968). Die neuen Bearbeitungen paläozoischer Schichtfolgen im Elburs und in Ostiran durch Geologen des Geological Survey of Iran sowie der Züricher und Mailänder Schulen lieferten nämlich Gründe, in diesen Bereichen variszische (herzynische) Orogenstrukturen zu bezweifeln. Lediglich epirogenetische Bewegungen werden für diese Zeit angenommen (J. STÖCKLIN, 1968). Auch die Existenz einer kaledonischen Orogenese wird heute für Persien immer mehr angezweifelt. Früher galten unter anderem die Gorgan-Phyllite als Zeugen einer kaledonischen Gebirgsbildung (A. GANSSER, 1955, J. STÖCKLIN, 1960). Heute werden sie allerdings als Präkambrium aufgefaßt (J. STÖCKLIN, 1968).

Die Metamorphite von Chah Shirin—Reshm und ihre Analoga von Sahal könnten am ehesten als kaledonische Bildung gedeutet werden, da in ihrer unmittelbaren Nachbarschaft unmetamorphes Paläozoikum zumindest bis Oberdevon hinab auftritt. Zu großes Gewicht sollte man jedoch diesem Argument nicht beimessen, da zwischen den Metamorphiten und dem unmetamorphen Paläozoikum eine jüngere Störungszone durchlaufen dürfte, die eventuell früher weiter entferntes nahe aneinandergebracht haben könnte. Eine wesentliche Stütze für obige Deutung ist hingegen, daß unsere Metamorphite eine gewisse Äquivalenz zu den Gorgan-Schiefen zeigen, die einen ähnlichen Gesteinsbestand, den gleichen Metamorphosegrad und — zumindest in ihren westlichsten Ausläufern — ebenfalls NW-Achsen besitzen. Und die Gorgan-Schiefer werden — nach J. STÖCKLIN, 1960 — diskordant von Devonsandsteinen überlagert.

Zusammenfassend kann also gesagt werden, daß die Metamorphite von Chah Shirin—Reshm und ihre Äquivalente bei Sahal am wahrscheinlichsten während des kaledonischen Orogenzyklusses geprägt worden sind, ein variszisches oder triassisches Bildungsalter aber nicht ganz aus-

zuschließen ist. Teile der Metamorphite um Sahal sind einer älteren, höchstwahrscheinlich präkambrischen Orogenese zuzuschreiben. Es kann als gesichert angenommen werden, daß diese metamorphen Komplexe im Norden der Großen Salzwüste nicht, wie früher angenommen, früh-alpinen Faltungsphasen ihre Entstehung verdanken, sondern prä-alpine Strukturrelikte aus dem Untergrund der alpinen Gebirge Irans darstellen.

Nachtrag: Nach Fertigstellung des Manuskripts erreicht mich eine sehr wichtige Arbeit zu demselben Themenkreis: M. DAVOUDZADEH, K. SEYED-EMAMI und M. AMIDI (1969) konnten in den Nachlak Bergen bei Anarak (Zentral-Iran) aufgearbeitetes Material von den um Anarak auftretenden regionalmetamorphen Gesteinen in Geröllhorizonten paläontologisch datierbarer triassischer Schichtfolgen finden. Damit haben sie in eleganter Weise auch für das Anaraker Gebiet, von dem ja die Idee von einer weitreichenden (früh-)alpidischen Regionalmetamorphose in Zentral-Iran (BAIER, GANSSER) ihren Ausgang nahm, das vor-alpidische Alter der Regionalmetamorphose nachgewiesen.

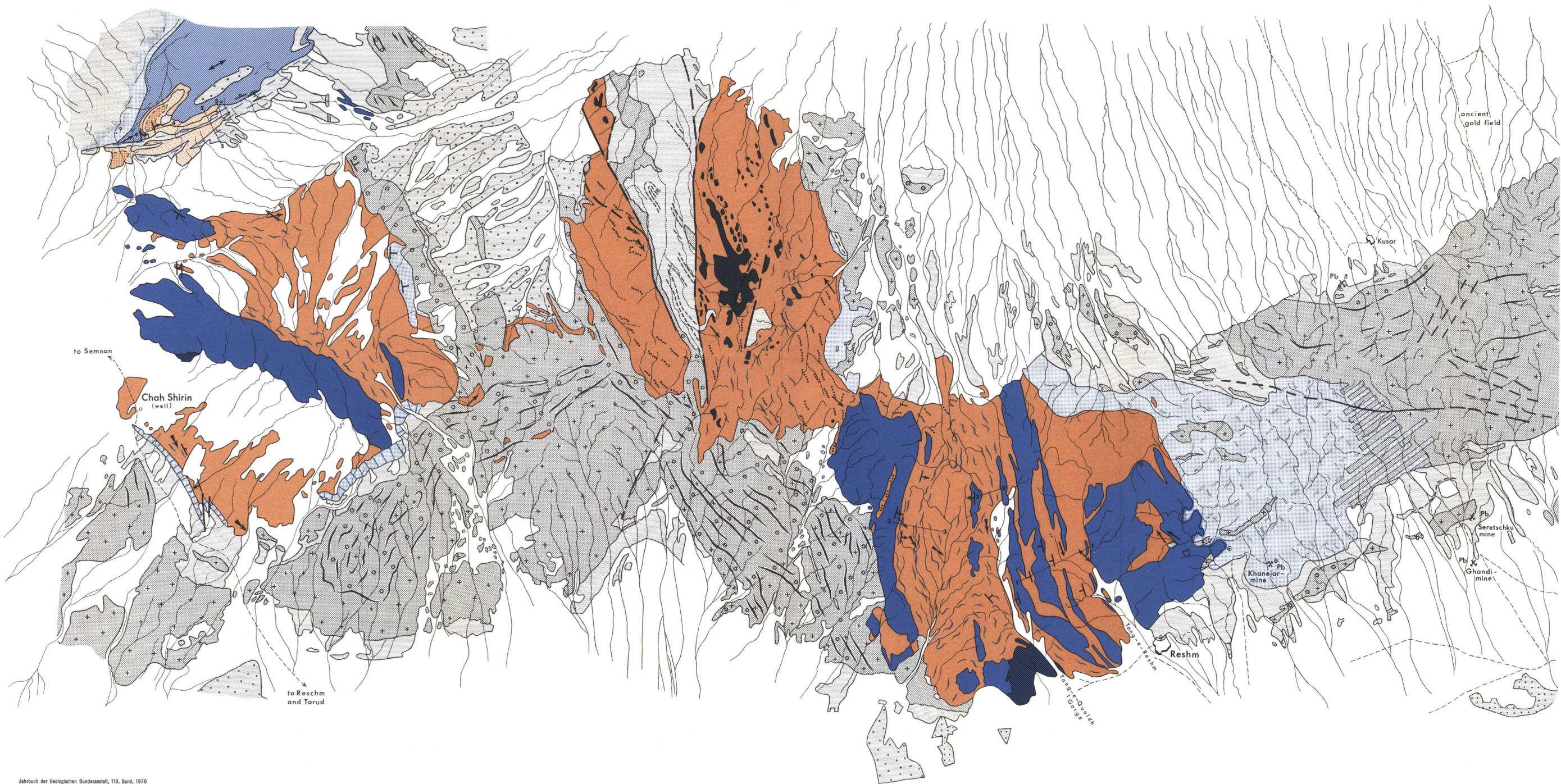
Literaturhinweise

- ASSERETO, R. (1966): The Jurassic Shemshak Formation in Central Elburz (Iran). — Riv. Ital. Paleont. Strat., V. 72, No. 4, p. 1133—1182, Milano.
- BAIER, E. (1940): Das iranische Binnenland östlich des Beckens von Nain-Jezd. — N. Jb. Min., Beilg. Bd. 83/1940, Stuttgart.
- DAVOUDZADEH, M., K. SEYED-EMAMI, and M. AMIDI (1969): Preliminary note on a newly discovered Triassic section northeast of Anarak (Central Iran), with some remarks on the age of the Metamorphism in the Anarak Region. — Geol. Surv. Iran, Note No. 51, 1969, 27 P, Teheran.
- GANSSER, A. (1955): New aspects of the geology in Central Iran. — Proc. 4th world Petrol. Congr., Sect. I/A/5, pap. 2., Rome, p. 279—300.
- HUBER, H., and J. STÖCKLIN (1956): Geological Report on the Torud — Molleman area. — N. I. O. C., G. R. 153, 1956 (unveröffentlicht), Teheran.
- HUCKRIEDE, R., M. KÜRSTEN & H. VENZLAFF (1962): Zur Geologie des Gebietes zwischen Kerman und Sagand (Iran). — Beih. Geol. Jb., 51 (Hannover) 197 p.
- NATIONAL IRANIAN OIL COMPANY (N. I. O. C.): Geological Map of Iran, 1 : 2,500,000. — Teheran, 1959.
- RUTTNER, A., M. NABAVI, and J. HADJAN (1968): Geology of the Shirgesht area (Tabas area, East Iran). — Geol. Surv. Iran Rep. No. 4, 1968 (Teheran) 133 p.
- RUTTNER, A., M. H. NABAVI and M. ALAVI (1969): Geology of the Ozbak-Kuh Mountains (Tabbas area, East Iran). — Geol. Surv. Iran, Rep. No. 5 (in preparation).
- STÖCKLIN, J. (1960): Ein Querschnitt durch den Ost-Elburz. — Ecolg. geol. Helv., Vol. 52, No. 2, p. 681—694, Basel.
- STÖCKLIN, J. (1968): Structural history and tektonics of Iran, a review. — Amer. Ass. Petrol. Geol. Bull. Vol. 52, No. 7, July, 1968, p. 1229—1258, Tulsa.
- STÖCKLIN, J., M. NABAVI, and M. SAMIMI (1965 a): Geology and mineral resources of the Soltanieh mountains (Northwest Iran). — Geol. Surv. Iran Rep. No. 2., 1965, 44 p.
- STÖCKLIN, J., J. EFTEKHAR-NEZHAD, and A. HUSHMAND-ZADEH (1965 b): Geology of the Shotory range (Tabas area, East Iran). — Geol. Surv. Iran Rep. No. 3., 1965, 69 p.
- THIELE, O. (1965): Zum Alter der Metamorphose in Zentral-Iran. — Mitt. Geol. Ges. Wien, 58. Bd., 1965 (1966), p. 87—101, Wien.
- THIELE, O. (1967): Bemerkungen zur tektonischen Karte von Iran. — Verh. Geol. B. A., 1967, p. 128—135, Wien.
- THIELE, O. et al. (1968): Explanatory text of the Golpaygan Quadrangle Map 1 : 250,000. — Geol. Surv. Iran, 1968, Geol. Quadr. No. E 7, 24 p, Teheran.

GEOLOGISCHE KARTE DES GEBIETES CHAH SHIRIN-RESHM (IRAN) neu aufgenommen von O. THIELE und M. ALAVI (1964) unter Benützung einer unveröffentlichten Karte von H. HUBER und J. STÖCKLIN (1956)

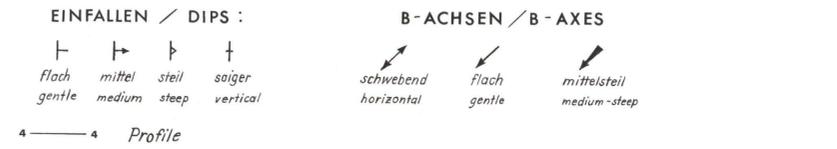
GEOLOGICAL MAP OF THE AREA CHAH SHIRIN-RESHM (IRAN) mapped by O. THIELE and M. ALAVI (1964) by use of an unpublished map of H. HUBER and J. STÖCKLIN (1956)

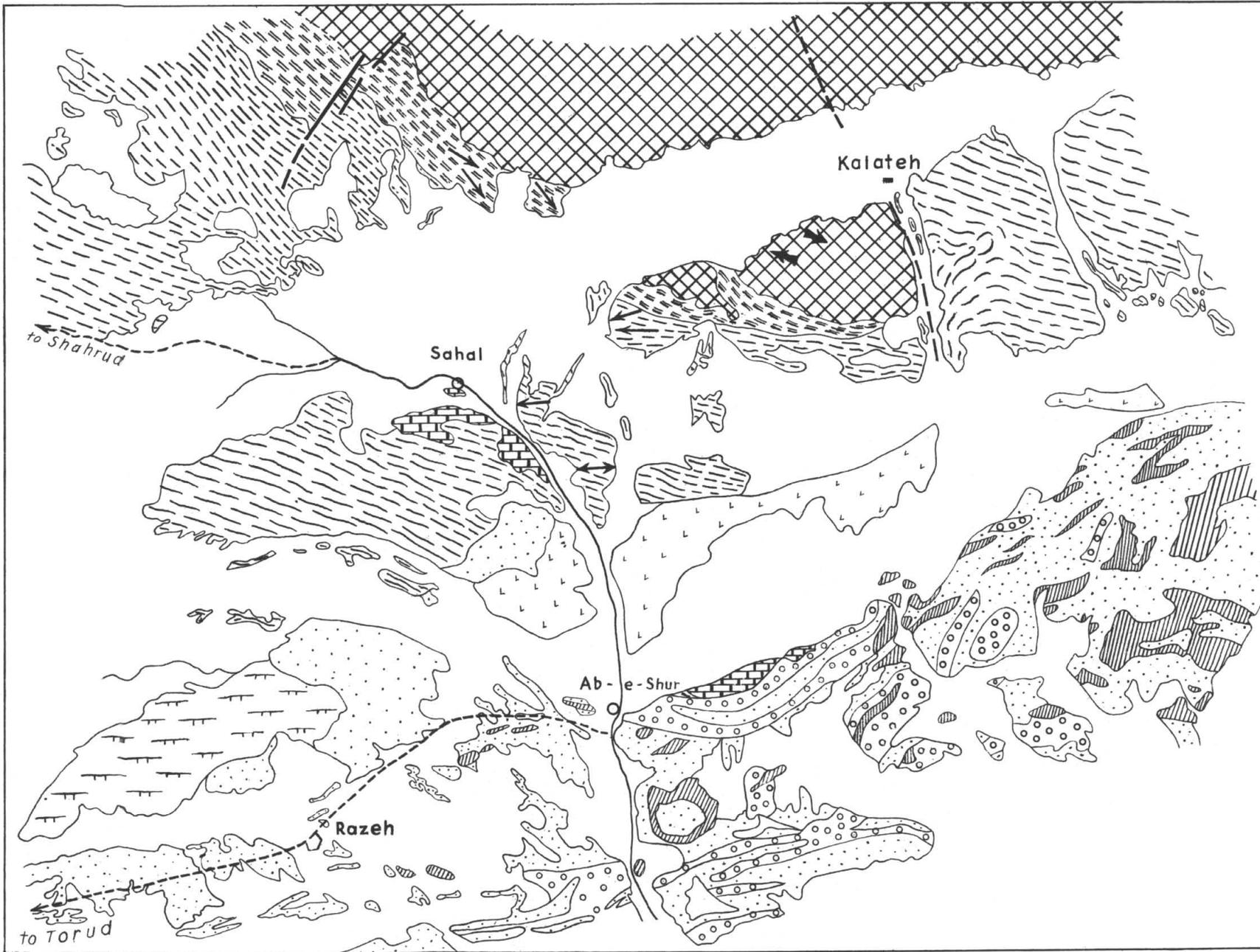
0 1:100.000 10 km



LEGENDE INDEX

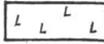
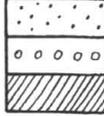
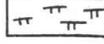
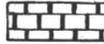
- Pliozän (Konglomerate)
Pliocene (Conglomerates)
- Oligozän und Miozän
Oligocene and Miocene
- Eozäne Sedimente (strichliert: Einschaltungen von Tuffiten und Effusiven)
Eocene sedimentary rocks (dashes: intercalations of tuffitic and volcanic rocks)
- Andesitische Effusiva (Altertiär)
Andesitic volcanic rocks (Early Tertiary)
- Agglomerate obiger Effusiva
Pyroclastic rocks and agglomerates
- Gänge und Gangschwärme von Andesiten und Dioritporphyriten (schematisiert)
Sills, dikes and dike swarms of andesitic and diorite-porphyrific rocks (schematized)
- Tektonische Mischserie (Kreide, Eozän, Grünschiefer, mögliche Einschaltungen von Paläozoikum)
Mixed series (Cretaceous, Eocene, metabasic, and possibly Paleozoic rocks)
- Oberkreide (Kalk und Mergel) stellenweise mit möglichen Anteilen von Altertiär
Upper Cretaceous (limestones and marls) may include Early Tertiary locally
- „Mittelkreide“ (Orbitolinenkalk)
Middle Cretaceous („Orbitolina Limestone“)
- Tieferer Jura (Shemshak Formation)
Lower Jurassic (Shemshak Formation)
- Trias (?) (Shotori Formation und Sorkh-shales ?)
Triassic (?) (Shotori Formation and Sorkh-shales ?)
- Perm (dunkle, fossilreiche Kalke) einschließlich undiffer. Paläozoikum
Permian (dark fossiliferous limestones) including undiff. Paleozoic formations
- Devon (Bahram-Kalk und Padeha Formation ?)
Devonian (Bahram Limestone and Padeha Formation ?)
- Serpentine
Serpentinites
- Kalkmarmor, z.T. dolomitisch
Limestone marbles, partly dolomitic
- Dolomitmarmor
Dolomite marble
- Quarzite, Serizitschiefer, Phyllite und Kalkphyllite
Quartzites, sericitic shists, phyllites and calcareous phyllites
- Häufige Einschaltungen von Marmorlagen
Intercalations of marbles frequent
- Einschaltungen von Grünschiefern und Epidotamphiboliten
Intercalations of greenschists and epidote amphibolites





SAHAL-AREA (NE TORUD)

Scale approx. 1 : 100.000

- | | | |
|---|---|--------------------|
|  | <i>gravel</i> | Quarternary |
|  | <i>conglomerates</i> | Upper Tertiary ? |
|  | <i>sandstones and conglomerates
agglomerates and tuffs
andesitic effusivs</i> | Eocene |
|  | <i>limestones and conglomerates</i> | Upp. Cretaceous |
|  | <i>crystalline limestone</i> | Dogger ? |
|  | <i>shales and slates</i> | Lias |
|  | <i>low-grade metamorphics:
quartz-sericite-shists,
phyllites, banded marbles, dolomites</i> | metam. Paleozoic ? |
|  | <i>high-grade metamorphics:
gneisses, mica-shists, amphibolites</i> | pre Cambrian ? |
|  | <i>B-axis soft/fast dipping</i> | |