

Der Nachweis einer intrapermischen Faltungsphase im westlichen Zentral-Iran

VON OTTO THIELE

Mit 2 Abbildungen

Schlüsselwörter

Iran
Zentral-Iran (westlicher)
Paläozoikum
Permische Faltung

Inhalt

Zusammenfassung
Summary
Einleitung
Stratigraphisches
Tektonisches
Schlußbemerkungen und Ausblick
Danksagungen
Literatur

Zusammenfassung

Bei Revisionsbegehungen innerhalb der paläozoischen Serien in den Bergen von Mahallat und nördlich von Muteh (westlicher Zentral-Iran) zeigte es sich, daß bisher als (kambrische) Mila Formation angesprochene Dolomite und Kalke auf Grund ihrer Fauna mit Sicherheit in das Jungpaläozoikum und wahrscheinlich in das tiefere bis mittlere Perm eingestuft werden können. Achsial ENE- bis NE-verlaufende Faltenstrukturen innerhalb der paläozoischen Schichtfolgen können als mittel- bis oberpermisch datiert werden, da fossilbelegtes Oberes Perm diskordant über sie hinweggreift.

Summary

The Paleozoic formations in the mountains of Mahallat and north of Muteh (West-Central Iran) have been re-examined by the author. New fossil findings indicate that dolomites and limestones previously considered to belong to the Cambrian Mila Formation (THIELE et al., 1968) are probably Lower to Middle Permian. Axially ENE to NE striking fold structures exhibited within the Paleozoic rock sequences are Middle to Upper Permian in age, for fossiliferous Upper Permian beds unconformably rest upon the former.

Einleitung

Im Gegensatz zur verbreiteten Meinung, daß im Iran paläozoische Faltungsphasen keine Bedeutung hätten (H. FLÜGEL, 1964; BOGDANOFF, 1967; STÖCKLIN, 1968; PILGER, 1971 u. a.), wurde vom Autor wiederholt auf Spuren variszischer

Anschrift des Verfassers: Dr. OTTO THIELE, Geologische Bundesanstalt, Postfach 154, Rasumofskygasse 23, A-1031 Wien.

(herzynischer) Faltungen in Zentral-Iran hingewiesen (THIELE, 1966; THIELE et al., 1968 etc.). Eine Urlaubsreise im Frühjahr 1972 wurde nun dazu verwendet, einige weitere Daten über die Perm-Diskordanzen im Raume Mahallat—Muteh (Golpaygan Quadrangle Map 1 : 250.000) zu sammeln. Einige der wichtigsten Ergebnisse seien hier kurz mitgeteilt.

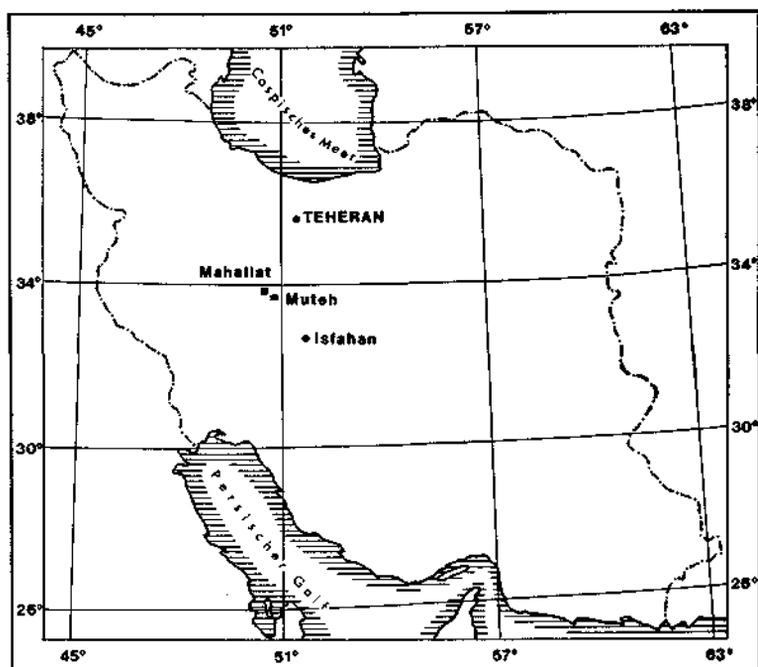


Abb. 1. Lage der beiden auf Abbildung 2 skizzierten Gebiete innerhalb Irans.

Wie von THIELE et al. (1968) schon dargelegt, bestehen die spät-präkambrischen bis paläozoischen Schichtfolgen um Mahallat und Muteh (vom Liegenden zum Hangenden) im wesentlichen aus folgenden Formationen¹⁾:

1. Einige 100 m sandige, meist grünlichgraue Schiefer mit Einschaltungen von sauren bis intermediären Effusivas („Kahar Formation“).
2. Bis etwa 1000 m dunkelgrau bis gelblichgrauer, meist deutlich gebankter Dolomit, reich an Chert-Lagen („Soltanieh Dolomit“).
3. Etwa 100 bis 300 m rötliche bis grünlichgraue Schiefer und Sandsteine („Zaigun-Lalun Formation“).
4. Einige 100 m schlecht geschichteter bis massiger, meist dunkelgrauer Dolomit, der gegen das Hangende in wechselnd mächtige bläulichgraue kristalline Kalke

¹⁾ Der Begriff „Formation“ wird hier im anglo-amerikanischen Sinne als „kartierbare Einheit“ gebraucht.

übergeht. Von letzteren wurden (op. cit., p. 8) Fossilfragmente als Trilobitenreste gedeutet. (Diese Formation wurde auf Grund der lithologischen Abfolge und der Trilobitenspuren 1968 als Mila Formation angesprochen, eine Zuordnung, die durch neue Fossilfunde nicht gestützt wird.)

5. Ein schwächtiger Basalhorizont von rötlichem Kalkschiefer, Sandkalk, eisen-schüssigem Sandstein oder Konglomeraten, darüber etliche 100 m schlecht geschichteter bis massiger, meist hellgrauer Dolomit, der gegen das Hangende zu in eine Wechselfolge von meist hellem, grauen, kristallinen Kalk, Dolomit und dolomitischem Kalk übergeht (Perm und ?Unter- bis Mitteltrias).

Den Nachweis von Perm lieferten zwei nicht streng horizontierbare Rollstücke mit *Verbeekina cf. verbeeki* (GEINITZ)²⁾ (7 km SE Kuh-e-Ahmad) und *Liangshanophyllum wengchengense* (HUANG)³⁾ (1,5 km ENE/E Kuh-e-Ahmad).

Die Annahme einer variszischen bzw. herzynischen Faltung rechtfertigte unter anderem die Beobachtung, daß die unter Punkt 1 bis 4 angeführten spät-präkambri- bis kambrisch eingestuften Formationen nordöstlich von Golcheshmeh eine SW-NE-streichende Mulde bilden und auch die b-Lineationen im „Soltanieh Dolomit“, in der „Kahar Formation“ und in den unterlagernden kristallinen Schiefen dieselbe Richtung haben, währenddessen die unter 5 skizzierte permisch/triassische Formation flach diskordant über diese Strukturen hinweggreift.

Die neuen Begehungen im Bereiche von Mahallat und Muteh zeigten einerseits, daß die stratigraphische Zuordnung der oben skizzierten Schichtfolge einer Revision bedarf, andererseits aber, daß es möglich ist, eine der bis heute umstrittenen variszischen Faltungsphasen eindeutig zu belegen und ihr Alter durch Fossilfunde einzugrenzen.

Stratigraphisches

Für die Alterseinstufung der Formationen, die auf der Golpaygan Quadrangle Karte auf Grund ihrer Lithologie als Kahar-, Soltanieh- und Zaigun-Lalun Formation ausgewiesen sind und wegen ihrer guten Vergleichbarkeit mit diesen Formationen Nordirans als Jung-Präkambrium angesehen werden, fehlen weiterhin Fossilbelege. Lediglich im „Soltanieh Dolomit“ sind stellenweise Stromatolithen und andere Problematika zu finden (NW Mahallat). Jene Vorsicht, die man gegenüber lithologischen Altersdatierungen allgemein zu üben hat, ist hier weiterhin am Platz.

Aus jenem Komplex, der auf der Golpaygan-Karte als Mila Formation angesprochen wurde, wurden hingegen an mehreren Stellen Fossilfunde gemacht, die jedoch allesamt auf ein jungpaläozoisches Alter dieser Karbonatfolge hinweisen:

²⁾ det. F. BOZORGNIA (1965).

³⁾ det. H. FLÜGEL (1965).

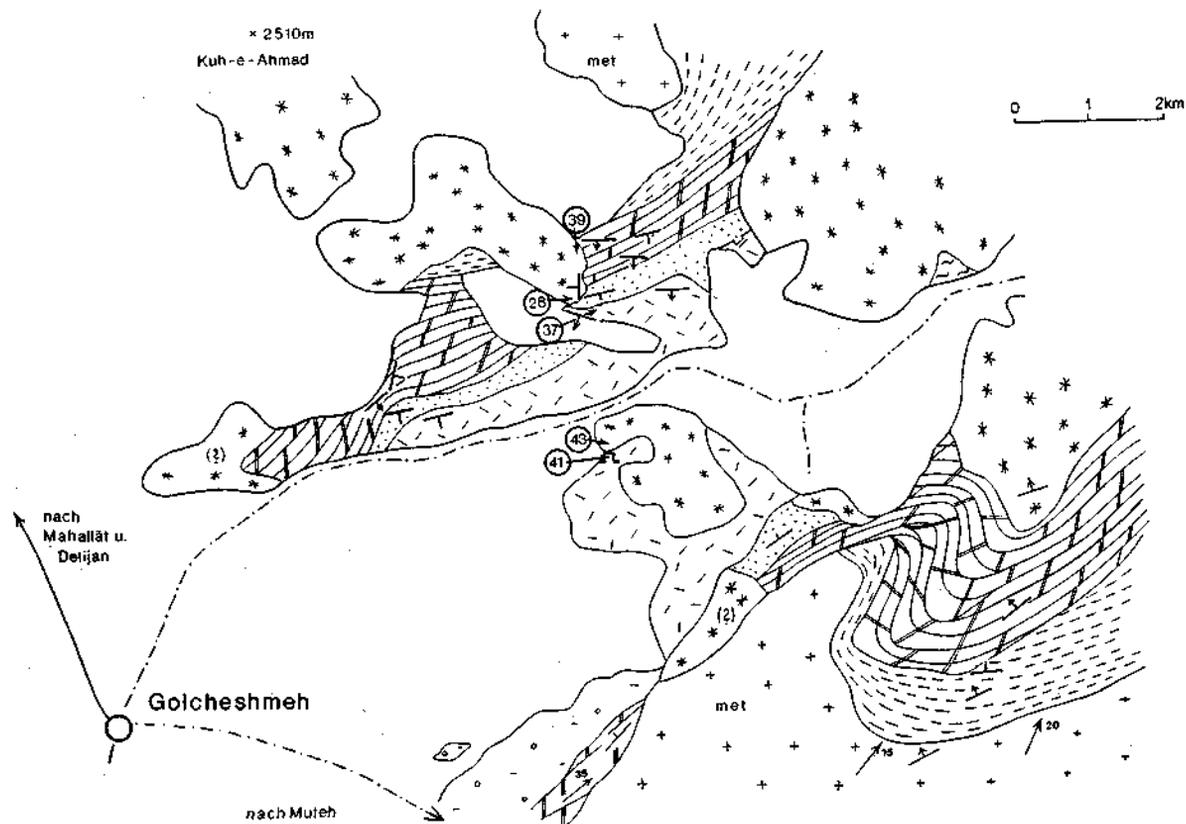


Abb. 2 a. Geologische Skizze der Gegend nördlich von Muteh. Grundlage: THIELE et al., 1968, Ergänzungen und Korrekturen THIELE, 1973.

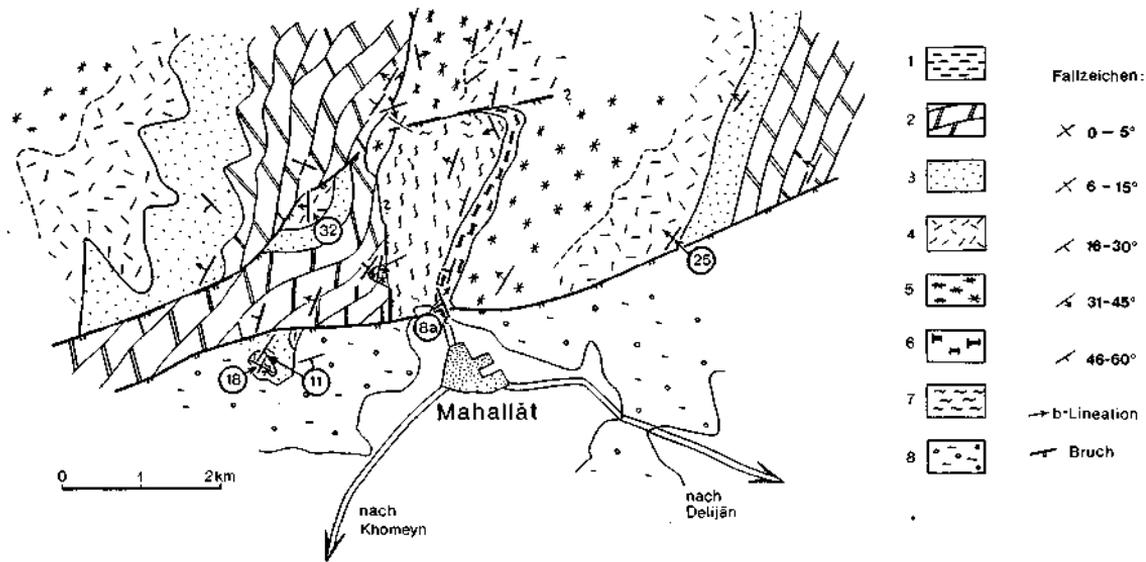


Abb. 2 b. Geologische Skizze der Umgebung von Mahallat.

Legende:

met = epizonale Metamorphite mit Graniten

- 1 grünlich-graue feinsandige Schiefer mit Extrusiva („Kahar Formation“)
- 2 gebankter Dolomit, reich an Chert-Lagen („Soltanieh Formation“)
- 3 rötliche bis grünliche Schiefer und Sandsteine („Zaigun-Lalun Formation“)
- 4 meist dunkle, massige Dolomite und bläulich-graue kristalline Kalke (? tieferes bis mittleres Perm)
- 5 meist helle massige Dolomite und Kalk/Dolomit-Wechselagerungen (Oberes Perm bis ? Trias)
- 6 blaugraue schieferige Kalke (höhere Trias)
- 7 dunkle Tonschiefer mit Sandstein-Einlagerungen (tieferer Jura)
- 8 tertiäre Konglomerate

Fallzeichen, b-Achsenlagen, Störung, Lage der im Text erwähnten Probestpunkte.

Sowohl nordöstlich als auch nordwestlich und westlich von Mahallat liegt über den grünlichen und rötlichen Sandsteinen der „Lalun Formation“ ein meist um 10 m mächtiger Horizont rotstichiger, teils sandiger Kalkschiefer und dunkler gebankter Kalke, die gegen das Hangende rasch in dunklen massigen Dolomit übergehen. Dieser Horizont ist meist reich an Fossilien, und zwar an Crinoiden, Gastropoden, Korallen und großen Schalen von Mollusken oder Brachiopoden. H. FLÜGEL (Graz) bestimmte daraus vorläufig Arten der Gattung *Pseudohuangia*, deren Hauptverbreitung in die Pseudofusulina-Zone fällt:

Probe 11, 32 und 37: *Pseudohuangia* sp.,

Probe 18: *Pseudohuangia chinuyaoshanensis* (HUANG),

Probe 25: *Pseudohuangia stöckelini* MINATO & KATO.

Auch in dem Gebiet nordöstlich von Golcheshmeh zeigt die ursprünglich mit „Mila“ bezeichnete Formation über dem „Lalun Sandstein“ die gleichen Basisbildungen, wenngleich sie hier meist schwächer ausgebildet sind. In diesem Bereich konnten aber zusätzlich aus den höheren Partien der Formation, aus den bläulichgrauen kristallinen Kalken, Korallen und großwüchsige Fusuliniden gesammelt werden. Bei der ersten Durchsicht der Korallen ließ sich in Probe 41

Ipsiphyllum sp.

erkennen, ein Genus, welches vor allem in der Parafusulina- bis Neoschwagerina-Zone auftritt (briefliche Mitteilung von H. FLÜGEL).

Es muß nun in Zweifel gezogen werden, ob im Gebiete Mahallat-Muteh die (kambrische) Mila Formation überhaupt auftritt, doch kann eine Entscheidung darüber erst getroffen werden, bis das gesamte Paläozoikum dieses Gebietes neu kartiert sein wird.

Es war ein besonderes Anliegen des Berichterstatters, aus der unter 5 skizzierten Formation brauchbares Fossilmaterial zu finden, möglichst in Bereichen, in denen sie diskordant über gefalteten Untergrund transgrediert. Makrofauna war jedoch nirgends zu finden. Zahlreiche Proben aus dem grobgebankten bis massigen Dolomit, die von H. P. SCHÖNLAUB auf Conodonten geprüft wurden, waren steril. Schließlich wurden jedoch in den rötlichen Kalkschiefern, die in zirka 5 m Mächtigkeit an der Basis des Dolomites südöstlich des Kuh-e-Ahmad entwickelt sind und dort diskordant „Soltanieh Dolomit“ und „Lalun Sandstein“ überlagern, Foraminiferen und Algen entdeckt und von E. FLÜGEL (Erlangen) bestimmt.

Probe 28: Gymnocodiaceen,
Mizzia,
cf. Palaeotextulariiden,

Probe 39: *Permocalculus* cf. *plumosus* ELLIOTT,
Palaeotextularia ? sp.,
Staffella sp.,
„Nodosariiden“,
Ostrakoden, Seeigel-Stachel.

Eine analoge Fauna fand sich in dem rötlichen Kalkschiefer-Band in den Hangendpartien des Steinbruchs nördöstlich von Golcheshmeh (etwa 10 bis 15 m über der Fundstelle von Probe 41).

Probe 43: *Staffella*,
Geinitzina? sp.,
Pseudovermiporella sp.,
Ostrakoden.

E. FLÜGEL schreibt hierzu:

„Die Kalkalgen (*Permocalculus*, *Pseudovermiporella*) datieren die Proben als Oberes Perm. Es handelt sich offenbar um die sehr weit verbreitete Gymnocodiaceen-Mikrofazies (in den Südalpen im Bereich der Bellerophon-schichten, in Anatolien im hohen Perm). *Permocalculus plumosus* ist gehäuft nur aus dem oberen Perm, selten auch im hohen Mittelperm, bekannt.“

„Die Foraminiferen geben leider nicht sehr viel her. Das Auftreten von „Nodosarien“ bzw. Geinitzinen würde jedoch gut zu dem häufigen Vorkommen dieser Gruppe im hohen Perm passen (z. B. von italienischen Autoren in gleicher Mikrofazies aus den Dolomiten beschrieben). Die Fusuliniden sind schlecht erhalten und ungünstig geschnitten. Trotzdem erscheint mir die Ansprache der wenigen Schnitte als *Staffella* sp. als vertretbar; diese Gattung ist im gesamten Perm (bis zum Top der Yabeina-Zone) verbreitet.“

Damit wäre für den untersten Teil der Formation (5) ein oberpermisches Alter nachgewiesen. Wieweit die Formation altersmäßig in die Trias hineinreicht, bleibt weiterhin offen.

Die nächstjüngere fossilführende Formation ist durch eine Schichtlücke und stellenweise durch eine neuerliche Diskordanz getrennt und zeigt höher triassisches Alter: Tintenblaue Kalke zirka 2,6 km südsüdöstlich von Hastejan führen Heterastridien, darunter *Heterastridium* cf. *conglobatum* REUSS. Aus blaugrauen oolithischen Kalken oberhalb der Zar Cheshmeh⁴⁾ von Mahallat bestimmte R. OBERHAUSER (Wien) aus Probe 8 a:

Permodiscus cf. *oscillans* (OBERHAUSER),
Archeodiscus sp.

Aus dem Bezirk nordwestlich von Mahallat erwähnen DAVOUDZADEH & SEYED-EMAMI (1972)

Distichites sp.,
Anatibetites.

Und schließlich gehören die Algen-Riffkalke nördlich von Golcheshmeh hierher, aus denen A. FENNINGER (1969)

Diplopora interiecta (n. sp.),
Spongiomorpha acylica FRECH

beschrieb.

Tektonisches

Die Lagerung der nunmehr als jungpaläozoisch erkannten Karbonatformation (4) ist meist konkordant mit ihrem Liegenden. Lediglich an einer Stelle —

⁴⁾ Zu Deutsch: „Kaiser-Quelle“ oder „Gold-Quelle“.

zirka 3 km westlich von Mahallat — wurde zwischen den rötlichen Sandsteinen der „Lalun Formation“ und dem jungpaläozoischen Transgressionshorizont eine deutliche Winkeldiskordanz beobachtet. Es kann aber nicht ausgeschlossen werden, daß diese nur lokale Bedeutung hat.

Anders verhält es sich hingegen mit der nächstjüngeren, oben unter Ziffer 5 erwähnten Formation. Sie liegt, wie schon 1968 gezeichnet, auf weite Strecken diskordant über gefaltetem Untergrund. Östlich von Golcheshmeh und westlich von Robat-e-Turk (im äußersten Osten des auf Abbildung 2a skizzierten Bereiches) liegt sie über kristallinen Schiefen und Soltanieh Dolomit, ohne daß bisher eine deutliche Winkeldiskordanz zu letzterem beobachtet worden wäre. Südöstlich des Kuh-e-Ahmad jedoch greift sie flach über einen mittelsteil südfallenden Schichtstoß von „Kahar-“, „Soltanieh-“ und „Lalun Formation“, der die Nordflanke einer WSW-ENE-streichenden Mulde bildet, hinweg. Das gleiche läßt sich zirka 2 km weiter östlich noch einmal beobachten, nur daß hier auch noch der nun als Jungpaläozoikum erkannte dunkle Dolomit (4) diskordant überlagert wird. Etwa 1,5 km westlich der erstgenannten Stelle ist die Diskordanz ein drittes Mal zu beobachten. Hier kommen auf etwa 1 km Erstreckung unterhalb des permotriassischen Dolomites die grünlichen Schiefer der „Kahar Formation“ zum Vorschein. — Damit ist auf Grund der paläontologischen Befunde ein zwingender Beweis für eine Faltungsphase in der Zeit vom mittleren bis oberen Perm erbracht worden.

Schlußbemerkungen und Ausblick

In der Umgebung von Mahallat sind bisher keine Beweise für eine jungpaläozoische Faltungsphase bekannt gewesen. Nach meinen neuen Begehungen sind aber auch hier Anzeichen der permischen Faltung vorhanden. 3 bis 4 km nordnordwestlich von Mahallat greift die Westgrenze des hellen, permotriassischen (?) Dolomites (der hier nicht fossilbelegt ist) diskordant über die Strukturen des westlich anschließenden, gut gebankten, chertreichen Dolomites der „Soltanieh Formation“ hinweg. Die basalen Partien des ersteren Dolomites fallen dabei zumeist flach bis mittelsteil gegen Osten, der unterlagernde „Soltanieh Dolomit“ fällt hingegen regelmäßig nach Nordwesten ein. Auf kleinem Raum ist das gleiche auch bei dem Vorkommen von hellem Dolomit knapp 1 km nordwestlich der Zar Cheshmeh zu beobachten. Auch dieser isolierte Dolomitkörper liegt mit generellem E-Fallen scharf diskordant dem mäßig steil NW-fallenden „Soltanieh Dolomit“ auf. Dies allein zeigt bereits, daß auch in den Bergen von Mahallat die permische Faltung ihre Spuren hinterlassen hat. Zukünftige und ausgedehntere Detailkartierungen werden hier sicher mehr Information zu diesem Themenkreis bringen.

Die aus Übersichtskartierungen im Bereiche Burudjird — Golpaygan erarbeitete Erkenntnis, daß in diesem Gebiete von den alpidischen Faltenstrukturen Strukturen einer jungpaläozoischen Faltung abgetrennt werden können (THIELE, 1966; THIELE et al., 1968), hat sich durch vorliegende Detailstudie vollauf bestätigt und erhält vermehrtes Gewicht. Es kann damit gerechnet werden, daß diese Strukturen nicht nur auf den von uns bearbeiteten Raum begrenzt und daß sie auch zeitlich

nicht nur auf die eine, in vorliegender Studie herausgestellte, mittel- bis oberpermische Faltungsphase beschränkt sind.

Die Frage der räumlichen und zeitlichen Verbreitung der jungpaläozoischen Faltenstrukturen im Iran läßt sich jedoch zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch nicht beantworten. Wie STÖCKLIN (1968) bereits übersichtlich dargestellt hat, sind im Iran bisher nur wenige Anzeichen für paläozoische Faltungen bekannt. Durch die seit dem Aufbau des Iranischen Geologischen Surveys rasch fortschreitende geologische Kenntnis auch der nicht erdöhlöffigen Gebiete des Landes mehrten sich aber auch die Hinweise auf voralpidisches orogenes Geschehen im Iran und diese könnten Ansatzpunkte für die weitere Verfolgung der hier angeschnittenen Frage sein.

Im Norden der Großen Salzwüste (ESE-E Semnan) ist durch einen Fossilfund von M. ALAVI Altpaläozoikum innerhalb epizonaler Metamorphite nachgewiesen. Für das Alter der Metamorphose ist ein Zeitraum vom (jüngeren) Altpaläozoikum bis in die Trias offen (THIELE, 1970). Die Entdeckung bedeutender Konglomerat-Schüttungen in das obere Skyt, Anis und Ladin südlich der Großen Salzwüste bei Anarak weist auf stärkere Krustenbewegungen, die zeitlich der von uns beschriebenen Faltungsphase nahe kommen, hin (DAVOUDZADEH & SEYED-EMAMI, 1972). Weiters ist von Interesse, daß auch aus dem Elburz — neben Berichten von stellenweise sogar lückenloser Sedimentation zur Perm/Trias-Wende (GLAUS, 1965) — von ASSERETO (1966, S. 32), SEYED-EMAMI (1971, S. 45 und 50) und DAVOUDZADEH & SEYED-EMAMI (1972, S. 15) diskordante Auflagerung der unter- bis mitteltriassischen Elikah Formation auf Mittel- bis Oberperm (Ruteh und Nesen Formation) gemeldet wird. (Die sehr bedeutenden und weiträumigen Strukturdiskordanzen zwischen der Elikah, stellenweise auch Ruteh Formation und den unterlagernden paläozoischen Schichtfolgen im Bereiche des Kalar-Tals und der oberen Djadjerud-Täler [„Sharistanak Klippe“] werden allerdings als das Ergebnis einer alpidischen Überschiebungstektonik angesehen [ASSERETO, 1966].) Wichtige Hinweise für das Vorhandensein paläozoischer Orogenstrukturen im Iran sind schließlich die von STÖCKLIN (1968, S. 1239) erwähnten Perm-Diskordanzen im Westlichen Azarbayjan (Takab), von denen im Detail leider noch keine Veröffentlichung vorliegt, wobei dort aber im (nach eigenem Augenschein) kräftig gefalteten vorpermischen Untergrund bislang erst Kambrium und Ordovizium gemeldet wurden und daher die Möglichkeit einer altpaläozoischen Faltung (vergl. SEILACHER, 1963) nicht auszuschließen ist. Weitere jungpaläozoische Diskordanzen größeren Ausmaßes im Westlichen Azarbayjan sind gegenwärtig von A. HAGHIPOUR in Bearbeitung (freundliche mündliche Mitteilung).

Danksagungen

Der Direktor der Geologischen Bundesanstalt, Herr Dr. A. RUTTNER, unterstützte den Berichtersteller durch die Sicherstellung des Auto-Carnets und durch die Möglichkeit, das mitgebrachte Material im Rahmen des Dienstes auszuwerten. Der Direktor des Geological Survey of Iran, Herr Ing. N. KHADEM, gestattete die Einsicht in Luftbilder und stattete den Berichtersteller mit Begleitbriefen für

die örtlichen Behörden aus. Beiden Direktionen sei für die Hilfestellung gebührend gedankt. Dankbar gedenke ich des Freundschaftsdienstes von Herrn Ing. E. MOHAMMADI (Teheran), der es sich nicht nehmen ließ, für mich eine Autoversicherung für Iran gastfrei abzuschließen. Ganz besonderen Dank schulde ich dem Leiter des Österreichischen Kulturinstitutes in Teheran, Herrn Prof. Dr. H. SLABY, der mich durch seine Gastfreundschaft in Teheran ganz entscheidend unterstützte.

Bei der Auswertung der aufgesammelten Proben nahm ich die Hilfe zahlreicher Fachkollegen in Anspruch. Frau Dr. DRAXLER, Herr Dr. M. SCHMID und Herr Dr. SCHÖNLAUB (Geol. B.-A.) sichteten zahlreiche Proben und Dünnschliffe auf pflanzliche Reste, Foraminiferen und Conodonten. Herr Dr. OBERHAUSER (Geol. B.-A.) übernahm die Bestimmung der triassischen Foraminiferen. Herr Prof. Dr. E. FLÜGEL (Erlangen) bestimmte die oberpermische Mikrofauna. Herr Prof. Dr. H. FLÜGEL (Graz) übernahm die Bearbeitung der jungpaläozoischen Korallen. Ihnen allen sei für ihre Hilfe sehr herzlich gedankt.

Literatur

- ASSERETO, R.: Geological Map of Upper Djadjerud and Lar Valleys (Central Elburz, Iran), scale 1 : 50.000, with Explanatory Notes. — Inst. Geol. Univ. Milano, Serie G — 232, 86 S., Milano 1966.
- BOGDANOFF, A. A.: Colloquium on the tectonics of the Alpine folded zone in Iran and Turkey. — Bulletin Comiss. Geol. Map of the World, 6, 1967.
- DAVOUDZADEH, M., & SEYED-EMAMI, K. (1972): Stratigraphy of the Triassic Nakhlak Group, Anarak Region, Central Iran. — Geol. Surv. Iran, Report, 28, 5—28, Tehran 1972.
- FENNINGER, A.: Ein Beitrag zur Flora und Fauna im Raume von Golpaygan (Iran). — Verh. Geol. B.-A., 22—32, Wien 1969.
- FLÜGEL, H.: Die Entwicklung des vorderasiatischen Paläozoikums. — Geotekton. Forsch., 18, 68 S., Stuttgart 1964.
- GLAUS, M.: Die Geologie des Gebietes nördlich des Kadevan-Passes (Zentral-Elburz), Iran. — Mitt. Geol. Inst. E. T. H. u. Univ. Zürich, N. S. 48, 165 S., Zürich 1965.
- PILGER, A.: Die zeitlich-tektonische Entwicklung der iranischen Gebirge. — Clauth. Geol. Abh., 8, 27 S., Clauthal-Zellerfeld 1971.
- SEILACHER, A.: Kaledonischer Unterbau der Irakiden. — N. Jb. Geol. Pal. Mh., 527—542. Stuttgart 1963.
- SEYED-EMAMI, K.: A Summary of the Triassic in Iran. — Geol. Surv. Iran, Report 20, 41—53, Tehran 1971.
- STÖCKLIN, J.: Structural History and Tectonics of Iran: a Review. — A. A. P. G. Bulletin, 52, 7, 1229—1258, Tulsa 1968.
- THIELE, O.: Zum Alter der Metamorphose in Zentral-Iran. — Mitt. Geol. Ges., Wien, 58, 1965, 87—101, Wien 1966.
- THIELE, O.: Zur Petrographie, Stratigraphie und Tektonik des Gebietes Chah Shirin — Sahal im Norden der Großen Salzwüste (Iran). — Jahrb. Geol. B.-A., 113, 247—266, Wien 1970.
- THIELE, O., ALAVI, M., ASBEI, R., HUSHMAND-ZADEH, A., SEYED-EMAMI, K., & ZAHEDI, M.: Explanatory Text of the Golpaygan Quadrangle Map 1 : 250.000. — Geol. Surv. Iran, Geol. Quadrangle E 7, 24 S. Tehran 1968.