

Ein Querschnitt durch den Ost-Elburz

Autor(en): **Stöcklin, Jovan**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **52 (1959)**

Heft 2

PDF erstellt am: **18.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-162594>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Querschnitt durch den Ost-Elburz

Von Jovan Stöcklin, Teheran

Mit 2 Textfiguren

EINLEITUNG

Die vorliegenden Ausführungen sollen in knapper Form einen Überblick über die Geologie des östlichen Elburz im Querschnitt von Behshahr–Damghan vermitteln (siehe Fig. 1). Sie stützen sich in erster Linie auf Feldaufnahmen des Verfassers in Ost-Mazanderan und in den Bergen NW von Damghan und auf eine damit verbundene Querung des Elburz, welche durch die geologisch noch völlig unbekanntesten Ketten am Oberlauf des Zalemrud und im Quellgebiet des Tedjen führte. Diese Arbeiten erfolgten im Herbst 1954 im Auftrag der Iran Oil Co., und es sei der Gesellschaft, insbesondere Herrn Direktor B. MOSTOFI, für die gewährte Unterstützung und für die Erlaubnis zur Veröffentlichung dieser Zeilen bestens gedankt. Mitverwertet wurden ausgedehnte Untersuchungen von A. GANSSER, K. T. GOLDSCHMID und H. HUBER in verschiedenen Abschnitten des östlichen Elburz. A. DIBADJ danke ich für seine tatkräftige Mitarbeit im Felde. Die Fossilien, insbesondere die Mikrofaunen, wurden von A. FURRER und F. ALLEMANN bestimmt; für eine genauere Bestimmung der Makrofossilien fehlte leider in den meisten Fällen genügend Vergleichsliteratur.

An früheren Untersuchungen im Ost-Elburz sind, abgesehen von einem schon über 100 Jahre zurückliegenden Reisebericht von X. HOMMAIRE DE HELL (in A. VIQUESNEL 1850) und einigen Gelegenheitsbeobachtungen anderer längs der grossen Strassen am Nord- und Südfuss des Gebirges, nur die Routenaufnahmen von A. F. STAHL (1897, 1911) von Bedeutung. Dieser finnische Geologe durchstreifte auf seinen ausgedehnten Reisen als «Generalpostdirektor in Persien» auch den östlichen Elburz, sammelte ein reiches Fossilienmaterial und hinterliess manche wertvolle Beobachtung. Auf die Arbeiten im weiteren Rahmen des Elburz und Irans kann hier nicht eingegangen werden, doch sei auf die zusammenfassenden Darstellungen von A. RIVIÈRE (1934), R. FURON (1941) und A. GANSSER (1955) hingewiesen.

STRATIGRAPHISCHE ÜBERSICHT

Am Aufbau des Ost-Elburz sind prä-devonische bis quartäre Ablagerungen beteiligt. Intrusionen und vulkanische Gesteine spielen eine ganz untergeordnete Rolle. Nur die ältesten prä-devonischen Bildungen sind metamorph. Im übrigen herrschen flachmeerische Sedimente vor, sind aber mehrfach unterbrochen durch kontinentale Ablagerungen, Schichtlücken und Diskordanzen. Die bedeutendsten Diskordanzen treten an der Basis des Devons, des unteren Juras, der oberen Kreide

und in verschiedenen Tertiärniveaux auf. Ausgesprochen tiefmeerische Ablagerungen geosynklinalen Charakters fehlen völlig, wenn wir von der Möglichkeit solcher Bildungen in den prä-devonischen parametamorphen Schiefen absehen.

Prä-Devon

Die ältesten zutage tretenden Gesteine sind die metamorphen Schiefer von Gorgan. Ihre Verbreitung beschränkt sich auf den Nordrand des Gebirges westlich und östlich der Stadt Gorgan, wo sie den Kern einer langgestreckten, flachen Aufwölbung bilden (Gorgan-Gewölbe). Der mindestens 2000 m mächtige Komplex besteht im unteren Teil hauptsächlich aus ophiolithischen Gesteinen, während im oberen Teil epimetamorphe Phyllite, Serizit-Chlorit-Schiefer und Quarzite sedimentärer Herkunft vorherrschen. In unserm Abschnitt werden die Schiefer bald direkt von Oberkreide, bald von Oberjura und bald von Lias, weiter östlich jedoch von devonischen Sandsteinen diskordant überlagert. Da die Sandsteine nicht jünger als Mitteldevon sein können, steht ein prä-mitteldevonisches Alter der Gorganschiefer fest, doch gehört mindestens der obere Teil sicher noch ins Paläozoikum, wurden doch in den obersten, quarzitreichen Horizonten Abdrücke von *Tentaculites* gefunden (H. HUBER). Die Vermutung liegt deshalb nahe, dass wir in der starken Verfaltung und Metamorphose der Schiefer Zeugen einer *kaledonischen Orogenese* vor uns haben. Basische Eruptiva, welche die Schiefer stellenweise durchbrechen und überlagern, wurden von der Metamorphose nicht mehr erfasst, sind aber ihrerseits noch deutlich von den devonischen Sandsteinen überlagert.

Devon und Permokarbon

Nichtmetamorphe devonische bis permische Ablagerungen finden sich in prachtvoller Entfaltung in der zentralen Kette des Nylekuh-Badelekuh-Siyahkhan, die wir im folgenden «Paläozoische Zentralkette» oder kurz «*Zentralkette*» nennen. Das terrestrische Unter-?Mitteldevon ist als typischer Old Red Sandstone ausgebildet, vertreten durch quarzitisches Sandsteine von vorherrschend dunkelroter Farbe. Am Badelekuh, wo diese Schichten in einer Mächtigkeit von etwa 500 m abgeschlossen sind, gehen sie nach oben in einen intimen Wechsel von Quarziten und Bänderdolomiten mit dunklen Flintlagen über. Die Dolomite enthalten überdies eine an die 50 m dicke konkordante Lage von Diabas und Diabastuff. Schön sichtbar sind mehrere Porphyritschlote, welche die Sandsteine im Liegenden quer durchschlagen und in die Diabaslage münden. Die Flintdolomite vermitteln hier wie andernorts – etwa N von Soh im Kohrudgebirge – den Übergang von den terrestrischen Bildungen ins marine Oberdevon. In unserer Zentralkette leiten sie über in einen mehr als 2000 m mächtigen Kalkkomplex, welcher Oberdevon bis Perm und stellenweise noch Trias umfasst.

Im einzelnen stösst die Gliederung dieses Kalkkomplexes der starken Durchfaltung wegen noch auf grosse Schwierigkeiten. Das Alter der marinen Transgression über den Old Red Sandstone-Bildungen schwankt im weiteren Rahmen des Elburz zwischen Mitteldevon und Unterkarbon, wobei für den Ost-Elburz ein oberdevonisches oder allenfalls noch mitteldevonisches Alter durch die Brachiopodenfunde STAHL'S sichergestellt sein dürfte. Bei Tuwa am Südfuss unserer Zentralkette gelang schon X. HOMMAIRE DE HELL der Fund einer schönen oberdevonischen Fauna.

Unterkarbon ist ebenfalls durch STAHL im Shahkuh-Gebiet nachgewiesen worden. Oberkarbon-Perm konnten wir durch Fusulinen belegen.

Lithologisch lassen sich über den dolomitischen Übergangsschichten folgende Haupteinheiten unterscheiden:

- a) Dunkle plattige bis schiefrige Kalke mit Brachiopoden und vereinzelt Trilobiten vom Typus *Phacops*.
- b) Sehr mächtige schwarze, dickbankige Kalke mit Spiriferiden und *Chonetes*-artigen Productiden.
- c) Etwa 200 m grüngraue kalkige Schiefer mit spärlichen Brachiopoden, *Fenestella* und verkohlten Pflanzenresten.
- d) Dickbankige sandige rote Kalke, vereinzelte Sandstein- und Konglomeratlagen; *Spirifer*, *Productus*, grosse Crinoiden-Stielglieder.
- e) Bunte, vorwiegend gelbe und rote, massige Algen- und Fusulinenkalke, z. T. groboolithisch; *Triticites*, *Geinitzina*, *Climacammina*, *Globivalvulina*, Paläotextulariiden usw.

Da die Fauna noch nicht näher bestimmt wurde, bestehen noch Unsicherheiten darüber, wie die einzelnen Horizonte einzustufen sind. Wir gehen aber kaum fehl, den Horizont a) dem Oberdevon zuzuordnen, wozu uns hauptsächlich die Trilobiten ermutigen. Auch b) dürfte noch Oberdevon oder höchstens Unterkarbon vertreten. Die kohligen Pflanzenschiefer c) sind für das Karbon Irans recht ungewöhnlich, doch beobachtete A. GANSSER ähnliche Bildungen im Unterkarbon des Kuh-e-Shotori bei Tabbas (Ost-Iran). Da sie einen vorzüglichen Leithorizont bilden, haben wir ihre Obergrenze mit dem nötigen Vorbehalt zur Grenze zwischen Oberdevon-Unterkarbon einerseits und Oberkarbon-Perm andererseits gewählt. In d) erweckt allerdings ein Exemplar eines Spiriferiden Verdacht auf *Spirifer striatus*, was ebenfalls noch auf Unterkarbon schliessen liesse, doch ist die Bestimmung zu unsicher. Die Fusulinen in e) belegen ein oberkarbonisches bis permisches, zur Hauptsache wohl unterpermisches Alter.

Bemerkenswert ist die durchgehende Konkordanz aller Schichtglieder von der Basis der devonischen Sandsteine bis in die permischen Fusulinenkalke, und weiter bis in die Trias. Von einer herzynischen Faltung ist keine Spur zu sehen.

Südlich der Zentralkette tauchen paläozoische Kalke als Antiklinalkerne innerhalb der Liaszone von Astaneh auf. Nicht wenig überrascht waren wir aber, derartigen Kalken auch noch in der südlichsten Randkette gegen die Damghaner Ebene zu begegnen, und zwar nordwärts steil aufgeschoben auf Tertiär. Ihre strichweise Verkieselung steht sichtlich im Zusammenhang mit tertiären Intrusionen, die sich in Schwärmen von porphyritischen *Dykes* kundgeben. Die häufigen Brachiopoden mit *Spirifer*, *Orthothetes* etc. nebst zahlreichen Crinoiden lassen über das paläozoische Alter der Kalke keinen Zweifel übrig.

Trias

Trias konnte paläontologisch nicht mit Sicherheit nachgewiesen werden, doch stiessen wir in den Bergen von Nilekuh und Chalemkuh, am Saumweg von Maraz nach Arus mehrmals auf Gesteine, deren lithologischer Charakter und deren Lage über permischem Fusulinenkalk ein triasisches Alter nahelegen. Am schönsten sind sie in dem Ost-West-streichenden Tälchen 1 km nördlich der Alp Nilekuh abgeschlossen. Dort stehen in überkippter Lagerung (steiles S-Fallen) unter mächtigen Permkalken etwa 100 m blaue und gelbe, dichte Plattenkalke an. Die Schichtflächen

sind stellenweise mit kleinen Gastropoden, Posidonien und Wurmsspuren übersät («calcaire vermiculé»), wie sie für viele Triasvorkommen Nordirans bezeichnend sind. Zwischen den Plattenkalken und dem Perm sind 5 m grüschwarze Schiefer mit Kohlschmitzen und ein 10 m dicker Eisenoolith eingelagert, letzterer in unmittelbarem Kontakt mit dem Perm. Sollte sich das vermutete Triasalter der Plattenkalke als richtig erweisen, so lägen hier Anzeichen einer Regressionsphase an der paläozoisch-mesozoischen Grenze vor, wobei jedoch keine Winkeldiskordanz zu beobachten ist. Auf jeden Fall dürften die Posidonien für ein liasisches Alter dieser Bildungen, wie dies im Zentral-Elburz schon erwogen wurde, zu wenig beweiskräftig sein.

Jura

An die steilen Kalkwände der Paläozoischen Zentralkette lehnt sich südwärts mit eindrucklichem landschaftlichem Kontrast eine farbenreiche, *badland*artige Hügelzone unter-mitteljurassischer und tertiärer Gesteine an, im Süden abgeriegelt durch die schroffen Kalkabstürze (Oberjura) des Siyahkuh und Sefidkuh. Von dem intensiven Rot und Gelb des Tertiärs heben sich die oliv- bis schwarzgrünen Zonen der unter-mitteljurassischen Kohlschiefer- und Sandsteinformation scharf ab.

Diese zeigt alle Merkmale der in Zentral- und Nord-Iran weitverbreiteten Formation: eine monotone Folge von dunkelgrünen Tonschiefern im Wechsel mit braunen Sandsteinen, häufige Pflanzenabdrücke und Kohlschmitzen, da und dort auch abbauwürdige Flöze – nördlich Kalateh wird ein bescheidener Tagbau betrieben –, untergeordnete Lagen von feinem Quarzkonglomerat sowie, besonders im unteren Teil, rote und gelbe Toneisensteinknollen meist in Verbindung mit den Kohlenlagen. Gewisse lithologische Analogien mit oft weit entfernten Gebieten sind frappant; so werden, wie etwa im Kohlenbezirk von Hodjedk bei Kerman, die quarzreichen tieferen Sandsteine gegen oben durch auffällig silberglänzende, ton- und glimmerreiche «Flockensandsteine» abgelöst. Die im Kermaner Bezirk, im Zentral-Elburz usw. häufigen, von STAHL auch aus unserem Gebiet gemeldeten marinen Einschaltungen konnten wir allerdings nur südlich von Namakeh durch sporadische schwarze, grobspätige Kalkbänke ohne bestimmbar Petrefakten bestätigen. Die Gesamtmächtigkeit lässt sich angesichts der wirren Tektonik schwer abschätzen und scheint im weiteren Bereich des Ost-Elburz zwischen wenigen hundert bis über 2000 m zu schwanken.

Nordwärts überlagert die Formation bezeichnenderweise nicht etwa Trias oder Perm, sondern greift mit scharfer, allerdings tektonisch meist gestörter Diskordanz über verschiedene Horizonte des Devons und Karbons der Zentralkette. In einer südlicheren Zone, bei Astaneh, weisen die liegenden paläozoischen Kalke am Kontakt eine karrige, rostrote Verwitterungsfläche auf.

Im Ost-Elburz bestätigt sich damit nur, was für ganz Nord-Iran und wohl für den grössten Teil Zentral-Irans angenommen werden muss: ein kontinentales Regime mit kräftiger Denudation des paläozoisch-triasischen Untergrundes als Folge einer den ganzen Raum erfassenden prä-liasischen Emersion. Was nun die genauere Datierung der Kohlschiefer-Formation betrifft, so haben sich, wenn man den weitem Raum Zentral- und Nord-Irans in Betracht zieht, neuerdings nicht unbedeutende Schwankungen sowohl der Unter- wie der Obergrenze ergeben (A. GANSSER 1955). Im Ost-Elburz hat wiederum STAHL mit seinen Pflanzen- und Ammonitenfunden das wertvollste Belegmaterial beigetragen. Die Flora deutet ein rhätisch-liasisches Alter für die untere, kohlenreiche Abteilung an. Marine Ein-

schaltungen setzen frühestens im Aalénien ein. Bei Kalateh und Astaneh ist ausserdem Bajocien belegt (vgl. A. RIVIÈRE 1934). Trotz dieser gelegentlichen marinen Einbrüche bleibt aber der kontinentale Gesamtcharakter bis hart an die Oberjura-transgression herrschend.

Oberjura ist durch einen über 1000 m mächtigen «Hochgebirgskalk» vertreten. Er baut die abschüssigen Kliffe des Siyahkuh, Sefidkuh und, östlich unseres Abschnittes, den imposanten Shahkuh auf. Seine Ausbildung ist sehr konstant. Stets finden wir einen dickbankigen bis massigen Kalk von hellgelber bis blaugrauer Farbe mit häufigen charakteristischen Hornsteinknollen. Die Untergrenze gegen die mitteljurassischen Schiefer und Sandsteine ist sehr scharf, am Pass von Kadjindash durch eine Zone von rotbraunem Sandstein und sandigem Kalk, bei Astaneh durch eine Basisbreccie mit lateritischem Bindemittel markiert. Im wesentlichen scheint aber Konkordanz zu bestehen. Am Nordfuss des Sefidkuh sammelten wir mehrere Exemplare von *Perisphinctes cf. triplex* (QU.) des unteren Malm. An der Basis reicht der Kalk wahrscheinlich bis ins Callovien, sicher aber bis ins Oxfordien hinab, aus einem Bruchstück von *Pelloceras* sp. zu schliessen, das wir in den basalen Schichten NW von Kalateh fanden, und das wohl demselben Niveau entstammt wie die von STAHL bei Kalateh und Astaneh gesammelten und von E. FISCHER (1915) dem Callovien zugewiesenen Ammoniten.

Am Nordrand des Gebirges, bei Behshahr und weiter westlich, sind Kalke des unteren und mittleren Malm seit langem bekannt. Wie weit die Kalke nach oben reichen, ist noch sehr ungewiss. Nach RIVIÈRE ist bei Behshahr (Ashraf) Kimmeridge nachgewiesen. Doch fand H. HUBER östlich von Gorgan, in den Bergen von Shahpasand, Calpionellen des Tithons und Neokoms in den höchsten Stockwerken des Kalkes, und es bleibt abzuwarten, ob sich solche auch noch in unserm Abschnitt finden werden.

Kreide

Von den erwähnten Neokomkalken östlich von Gorgan abgesehen, sind untere und mittlere Kreide im Ost-Elburz bisher nicht beobachtet worden. Orbitolinenkalk der mittleren Kreide sind an wenigen Stellen im Zentral-Elburz bekannt, und A. GANSSER beobachtete solche im Kopet-Dagh nordöstlich von Gorgan; in den Bergen südlich von Damghan sind sie weit verbreitet. Im Ost-Elburz gehören die nächstjüngeren Ablagerungen der oberen Kreide, hauptsächlich dem Senon-Maestrictien an, und diese beginnen sich nun, im Gegensatz zu den bisher besprochenen Serien, deutlich in verschiedene Faziesbereiche aufzuteilen. Hierin und in der deutlichen Diskordanz der Oberkreide erkennen wir Anzeichen einer frühen Faltungsphase, die vielleicht als ferne Auswirkung der in Zentral-Iran so bedeutenden prä-mittelkretazischen Orogenese zu deuten ist.

Nördlich der Paläozoischen Zentralkette finden wir in der Regel eine sehr monotone Folge von gelben Mergeln, die sich lithologisch höchstens in eine besser geschichtete untere Abteilung mit Mergelkalken und eine tonreichere, schlecht geschichtete obere Abteilung gliedern lässt.

Im oberen Zalemrudtal, wo diese Schichten am besten entblösst sind, enthalten die tiefste Horizonte *Gryphaea vesicularis*, *Inoceramus* sp., *Globotruncana lapparenti* ssp., *Orbulinaria*, *Pithonella* und scheinen dem Untersenon oder höchsten Oberturon anzugehören. Sie ruhen z. T. direkt auf Permokarbon, z. T. auf Oberjura. In einem höheren Niveau fand sich Obersenon mit

Schizaster, *Inoceramus* cf. *balticus*, *Globotruncana* cf. *leupoldi*, *Gl.* cf. *arca*, *Gl. lapparenti* ssp., *Guembelina*, *Pseudovigenerina*, *Orbulinaria*, *Pithonella*. Darüber folgen die tonreichen Mergel mit *Bolivinoidesdraco* ssp., *Bolivina* cf. *crassata*, *Globotruncana arca*, *Gl. stuarti*, *Guembelina*, *Pseudotextularia* des Maestrichts. Im Dach der Kreide, infolge prämiozäner Erosion freilich nur lokal erhalten, so vor allem in den beiden Talflanken des mittleren Zalemrudtales, erscheint ein nun auch lithologisch gut ausscheidbarer Horizont von hartem gelbem Kieselkalk. In diesem setzen die Globotruncanen schlagartig aus, es erscheinen «bulloides»-artige Globigerinen, während Globorotalien noch völlig fehlen, ein Sachverhalt, der Verdacht auf Danien erweckt (F. ALLEMANN).

Anders im mittleren Nikatal in der Gegend von Kiassar: hier ruhen dickbankige Oberkreidekalke direkt auf den Gorganschiefern. In den oberen Horizonten fanden sich *Inoceramus* sp., *Globotruncana* sp., *Siderolites*, *Orbitoides* und *Miscellanea*-artige Formen des Maestrichts. Ob die Basalschichten wirklich Cenoman repräsentieren, wie STAHL angibt, konnten wir leider nicht nachprüfen. Weiter talabwärts überlagern diese Kalke Oberjura, von dem sie lithologisch schwer zu unterscheiden sind, weshalb auch in jener Gegend eine saubere Trennung von Jura und Kreide nicht gelungen ist. Auf jeden Fall ist diese «anormale» Fazies auf die Nachbarschaft des Gorgangewölbes beschränkt.

Südlich der Paläozoischen Zentralkette scheint Oberkreide nur kümmerlich vertreten zu sein und wurde in unserem Abschnitt überhaupt nicht beobachtet. Doch fand K. T. GOLDSCHMID oberkretazischen Rudistenkalk wenig weiter östlich bei Modjen.

Tertiär

Die schon in der Oberkreide angedeutete Aufspaltung in einen nördlichen und südlichen Faziesbereich akzentuiert sich im Tertiär bis zur Trennung in zwei voneinander völlig unabhängige Provinzen.

Südlich der Paläozoischen Zentralkette ist marines Eozän weitverbreitet. Meist überdeckt es mittels eines Basiskonglomerates und mit starker Diskordanz ein ausgeprägtes Relief jurassischer Gesteine. Die Schichtfolge ist überaus mannigfaltig und starken lateralen Änderungen unterworfen.

Die nördlichsten Aufschlüsse im oberen Tedjental und bei Chahardeh zeigen sandige, glaukonitreiche Nummulitenkalke im Wechsel mit gelben und roten gipshaltigen Mergeln, Sandsteinen und Konglomeraten; die starken *lagunär-terrestrischen Einflüsse* verraten hier die Nähe einer alten Küste. Bei Kalateh herrschen im unteren Teil hellgelbe Mergel mit dünnen Nummulitenkalkbänken vor, gegen oben schalten sich rote Mergel und Konglomerate ein. Südlich von Astaneh finden wir an der Basis rotbraune, harte dolomitische Kalke, überlagert von nummulitenreichen, grünen tuffitischen Griffelschiefern, welche süd- und südwestwärts in eigentliche Tuffe mit eingelagerten basischen Ergüssen übergehen – erste Andeutung der weiter westlich so bedeutenden eo-oligozänen vulkanischen «Grünen Serie».

Die Mikrofauna sämtlicher hier genannter Vorkommen deutet ausschliesslich auf Lutétien. Die Mächtigkeit nimmt von Norden nach Süden rasch zu und scheint bei Ayanu schon gegen 1000 m zu erreichen.

Bei Kalateh und Ayanu folgen über dem Eozän mit starker Diskordanz mehrere 100 m mächtige Ablagerungen eines lagunären bis terrestrischen Milieus.

Sie setzen sich aus gelben und roten, gipsreichen und stellenweise salzhaltigen Mergeln mit einer kräftigen Beimischung von grobdetritischem Material zusammen. Organische Spuren beschränken sich auf kümmerliche, z. T. vielleicht aufgearbeitete Schalenreste von Bivalven, Ostracoden und benthonischen Foraminiferen, die keine Altersbestimmung erlauben. Für ein post-eozänes Alter sprechen aber, ausser der stark diskordanten Auflagerung auf dem Lutétien, Gerölle von Nummulitenkalk in den eingelagerten Konglomeraten und vor allem die unverkennbare lithologische Übereinstimmung mit den post-eozänen lagunär-terrestrischen Bildungen Zen-

tral-Irans. Am Nordrand der grossen Salzwüste, etwa 100 km südlich von Damghan, erreichen diese Schichten eine Mächtigkeit von mehreren 1000 m und sind durch marines Oligo-Miozän in eine «Untere» (unteroligozäne) und eine «Obere (mio-pliozäne) Rote Formation» zweigeteilt (vgl. M. FURRER & P. SODER, 1955). Im Ost-Elburz fehlen marine Einschaltungen und damit auch die Möglichkeit einer genaueren Datierung.

Als jüngstes noch deutlich gefaltetes Schichtglied finden wir ein etwa 100 m mächtiges Konglomerat, das wir dem Pliozän zuweisen möchten. In einem südlichen Vorkommen, bei Ayanu, hat man den Eindruck, dass es sich aus den höheren Partien der Gipsmergel durch Fazieswechsel entwickelt, während es weiter nördlich, bei Kalateh, dieselben Schichten mit deutlicher Diskordanz überlagert.

Sowohl das Eozän wie die jüngeren lagunären Ablagerungen verlieren gegen Norden bei zunehmend terrestrischer Beeinflussung rasch an Mächtigkeit und enden am Südfusse der Paläozoischen Zentralkette.

Im Tertiär nördlich der Zentralkette betreten wir eine völlig andere Welt. Hier fehlt jede Spur von Eozän und Oligozän¹⁾. Dies gilt nicht nur für unseren Abschnitt, sondern für die Nordflanke des gesamten Elburz, wenn wir von einem Vorkommen von vermutlich alttertiären Tuffen bei Shaffarud, nordwestlich von Resht absehen. Dass Eo-Oligozän jemals abgelagert und von einer prä-miozänen Erosion spurlos weggeräumt wurde, ist sehr unwahrscheinlich, umso mehr als eo-oligozäne Gesteine auch unter den Komponenten miozäner Konglomerate nicht beobachtet wurden. Vielmehr müssen wir annehmen, dass die Nordabdachung des Elburz durch eine bedeutende Faltung und Hebung im frühen Eozän zu Festland wurde. Miozän in kaspischer Fazies transgrediert über ein kräftiges Relief jurassischer und kretazischer Gesteine.

Das kaspische Miozän des Ost-Elburz lässt sich trotz bedeutender Mächtigkeits- und Faziesdifferenzen lithologisch und z. T. auch paläontologisch gut mit den Profilen Zentral-Mazanderans vergleichen. Für seine Gliederung waren uns die leider unveröffentlichten Arbeiten von A. ERNI und R. BUXTORF wegleitend. Die Schichtreihe beginnt in der Regel mit grün-rot-gebänderten Mergeln und Tonen, aus denen ERNI *Leda fragilis* CHEM. des Vindobons erwähnt. Wo diese fehlen, finden wir an der Basis flammend rote Mergel, denen stellenweise dünne Sandstein- und Konglomeratbänke, Gips und Lignitschmitzen eingelagert sind und die mit den von ERNI beschriebenen Schichten mit *Cardium* cf. *vindobonense* PARTSCH und verschiedenen für das Vindobon charakteristischen Formen von *Tornatina*, *Ervilia*, *Trochus* etc. korreliert werden können. Es folgen darüber als beste Leithorizonte die Schichten mit *Spaniodontella pulchella* BAILY und mit *Pholas* sp. des oberen Vindobons. Darüber liegt konkordant Sarmat in sandig-mergeliger, fossilreicher Ausbildung mit *Tapes gregaria* PARTSCH, *Mactra vitaliana* D'ORB., *Cardium obsoletum* EICHW. usw., nebst einer reichen, hauptsächlich durch diverse Formen von *Elphidium* und *Nonion* vertretenen Microfauna.

Die grösste Mächtigkeit dieser miozänen Schichtfolge findet sich mit etwa 500 m im westlichen Abschnitt unseres Gebietes, ist aber damit schon bedeutend geringer als im westlich anschliessenden Zentralmazanderan. Über dem Sarmat folgt mit schwacher Diskordanz ein bis zu 1500 m mächtiges Konglomerat, das mindestens im unteren Teil der von ERNI in Zentral-Mazanderan nachgewiesenen pontischen Stufe zuzuweisen ist. Es zeugt von einer kräftigen Hebung des Gebirges und

¹⁾ Ein fragliches Eozän wurde von A. GANSSER im südlichen Kopet-Dagh nordöstlich von Gorgan beobachtet. Sicheres Paleogen ist meines Wissens erst wieder in der Breite von Baku nachgewiesen.

Emersion der heutigen Nordflanke. Die letzte grössere Faltung hat aber auch dieses Konglomerat noch miterfasst und ist ins jüngere Pliozän zu setzen.

Das kaspische Miozän des Ost-Elburz füllt eine Ost-West-streichende, in mehrere Teilsynklinalen zerlegte Mulde zwischen dem Gorgan-Gewölbe im Norden und der Paläozoischen Zentralkette im Süden. Westwärts streicht es nach Zentral-Mazanderan hinein. Dass die heutige Mulde noch weitgehend mit einer miozänen Meeresbucht zusammenfällt, zeigt die allgemeine Verarmung der Schichtreihe gegen die Muldenränder im oberen Nika- und Zalemrudtal. Dabei zeichnet sich beidseits ein deutlicher Saum von küstennahen, stark terrestrisch beeinflussten Ablagerungen ab. Infolge allgemeinen Axialanstieges tritt der mesozoische Untergrund gegen Osten immer freier zutage. In den Bergen nördlich der Zalemrudquellen streichen die letzten Synklinalreste des Miozäns in 2400 m Höhe aus. Sie zeigen küstennahe Fazies, und es ist anzunehmen, dass das Miozän auch ursprünglich nicht wesentlich weiter nach Osten reichte. Im Süden bildet die Paläozoische Zentralkette den endgültigen Abschluss; innerhalb und südlich dieser Kette fehlt jede Spur von kaspischem Miozän.

Der Vollständigkeit halber sei noch erwähnt, dass im Küstengebiet Zentral-Mazanderans noch mächtiges marines Plio-Pleistozän nachgewiesen ist. Es wurde von späten Bewegungen nur noch schwach deformiert und hat am Aufbau des Elburz praktisch keinen Anteil mehr.

DER ELBURZ ALS TERTIÄRE UND QUARTÄRE WASSERSCHEIDE

Die Bedeutung, die dem Elburz schon im Miozän als faziestrennendes Element zwischen der aralo-kaspischen und der zentraliranischen Provinz zukam, ist längst bekannt. Im Ost-Elburz zeigt sich aber, dass diese Rolle auf die Paläozoische Zentralkette beschränkt war. Letztere bildet somit den eigentlichen Kern unseres Gebirgsabschnittes. Sie machte sich erstmals in der oberen Kreide als faziesstörendes Element bemerkbar. Im Eozän war sie als zusammenhängender Landrücken schon fertig herausgebildet. Dieser Landrücken umfasste damals sehr wahrscheinlich auch den gesamten Bereich der Nordflanke des Gebirges, welche im Miozän von Nordwesten her wieder vom Meer überflutet wurde, während die Zentralkette als Hauptwasserscheide gegen das bereits in Verlandung begriffene zentraliranische Becken bestehen blieb. Bemerkenswert ist, dass diese Kette im Siyahkhan zu einem höchst unscheinbaren Hügelzug von knapp 8 km Breite zusammenschrumpft. Wenn diese Verkürzung des Profils teilweise auch einem postmiozänen Zusammenschub zuzuschreiben ist, ja geradezu als Beweis für ein postmiozänes Alter der Kettenscharung des Ost-Elburz angeführt werden könnte, so ist es andererseits ebenso gewiss, dass wir uns hier an der Stelle befinden, wo die beiden so völlig verschiedenen miozänen Ablagerungsräume am nächsten aneinander herantraten – vielleicht nur wenig fehlte, dass sie miteinander in Verbindung getreten wären. Es ist höchst eindrucklich, von den Siyahkhanhügeln oberhalb Namakeh aus die letzten Zeugen beider Provinzen in fast greifbarer Nähe vor sich zu sehen.

Im östlichen Teil unseres Gebietes hat sich die Paläozoische Zentralkette vom Miozän bis heute als Hauptwasserscheide erhalten. Im Westen dagegen hat sich

die Wasserscheide inzwischen bedeutend nach Süden verlagert. Der Tedjen, einer der grössten Zuflüsse des Kaspischen Meeres aus dem Elburz, hat sein Quellgebiet südlich der Zentralkette. Suchen wir nach den frühesten Zeugen ehemaliger Elburzflüsse, so kommen dafür wohl am ehesten die schon erwähnten pliozänen, z. T. sicher pontischen Konglomerate in Betracht, welche in den Fusshügeln zwischen Tedjen und Talar (Zentral-Mazanderan) am schönsten entwickelt sind, starke Mächtigkeitsschwankungen zeigen und am besten als Deltaschüttungen pliozäner Flüsse gedeutet werden können. Unter dem Komponentenmaterial fällt der grosse Anteil paläozoischer, aber auch eine beträchtliche Beimischung eozäner Gesteine auf, deren Verbreitung ja auf die Südseite der Paläozoischen Zentralkette beschränkt ist. Sie beweisen, dass rückwärts erodierende Flüsse schon in frühpliozäner Zeit, vor der letzten grossen Faltung, die Paläozoische Zentralkette durchbrachen. Es dürfte dies auch darauf hinweisen, dass die Nordflanke des Elburz wie heute, so schon im Pliozän stärkerer Erosion und somit stärkeren Niederschlägen ausgesetzt war als die Südflanke. Dass diese Klimaverteilung für den grössten Teil des Quartärs anzunehmen ist, hat H. BOBEK (1937) in überzeugender Weise gezeigt.

Als Beispiel für die jüngste Talgeschichte sei schliesslich der Zalemrud, ein östlicher Zufluss des Tedjen, angeführt. Die seinem Oberlauf von Norden zufließenden Bäche legen eine alte, bei Pawand über 300 m tiefe, völlig aufgeschotterte Talfurche frei. Sie folgt genau der Ost-West-streichenden steilgestellten Transgressionsfläche des Miozäns. Unterhalb Zolum wendet sich der Fluss nach Norden und durchbricht die Schlucht von Lay. Die Schotterterrasse macht diese Biegung jedoch nicht mit, sondern streicht von Zolum westwärts ins Tal von Kacheb-Mahalleh hinüber. Der Zalemrud floss also ursprünglich über den Sattel von Zolum in sein heutiges linkes Seitental von Kacheb-Mahalleh und wurde erst später von einem damaligen rechtsseitigen, von Lay nach Süden zurück erodierenden Nebenfluss angezapft und durch die Schlucht von Lay abgelenkt. Das dadurch gesteigerte Gefälle hat auch die Erosionskraft im Oberlauf wieder verstärkt und dem von seinen eigenen Schottern nach Süden verdrängten Fluss ermöglicht, die heutige tiefe Talfurche mitten im Jurakalk auszuheben. Dies sei nur ein Beispiel für die im nördlichen Ost-Elburz allgemeine Erscheinung, dass ein älteres, Ost-West-streichendes, dem Axialgefälle der Strukturen folgendes Flußsystem mehr und mehr von einem jüngeren, Süd-Nord gerichteten überlagert und zerstört wird.

TEKTONIK

Im Querprofil des Ost-Elburz unterscheiden wir von Norden nach Süden vier tektonische Hauptelemente: 1. das Gorgangewölbe, 2. das Miozänbecken, 3. die Paläozoische Zentralkette, 4. die südlichen Ketten.

1. *Das Gorgangewölbe.* Es wurde schon erwähnt, dass die Gorganschiefer Zeugnis von einer alten, vermutlich kaledonischen Faltung ablegen. Sie bilden heute den Kern eines flachwelligen Antiklinoriums, westwärts unter Jurakalk und samt diesem unter die kaspische Küstenebene abtauchend. Die Tatsache, dass sich im Streichen die verschiedensten Formationen: Devon, Lias, Oberjura, Oberkreide, in transgressiver Auflagerung auf den Schiefnern ablösen, zeigt, dass sich letztere als Schwellenzone mindestens seit dem frühen Mesozoikum, vielleicht schon seit ihrer ersten Auffaltung in prä-devonischer Zeit geltend machten. Unsere

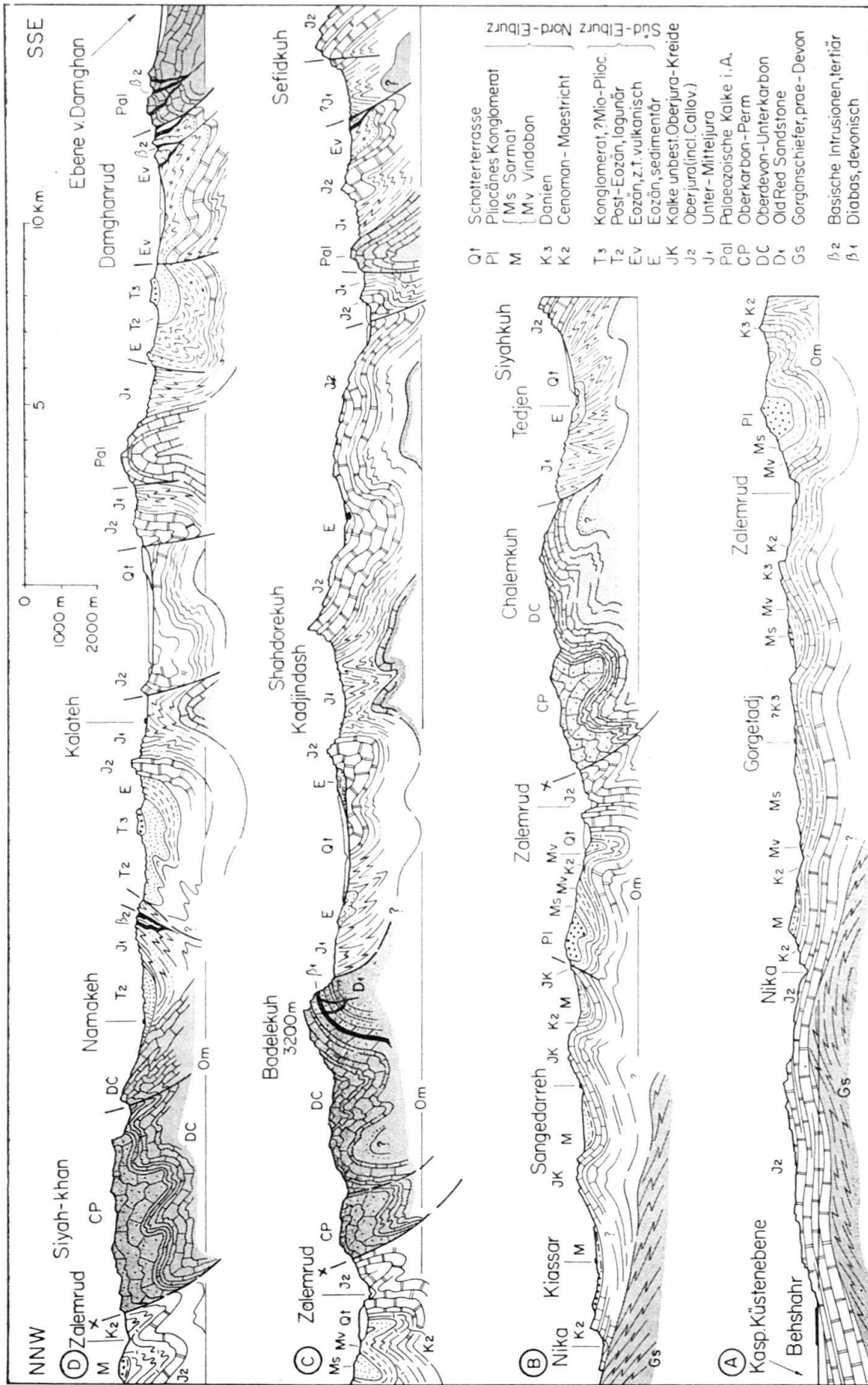


Fig. 2. Profile durch den Ost-Elburz zwischen Behshahr und Damghan

Profile (Fig. 2, A, B) erwecken den Eindruck, dass es sich bei dem Schiefergewölbe eher um ein fremdes Vorlandelement handelt, das von der tertiären Faltung erfasst und dem Gebirge angegliedert wurde, aber auch den nordwärts drängenden Falten hemmend entgegenwirkte.

2. *Das Miozänbecken* und dessen mesozoischer Untergrund zeigen ein relativ ruhiges Auf und Ab von Antiklinalen und Synklinalen. Südwärts werden die Falten zusehends steiler und enger und schliesslich durch die Überschiebung der Zentralkette steil nach Norden überkippt. Im Streichen herrscht ein allgemeiner Axialanstieg gegen Osten, der den mesozoischen Untergrund in dieser Richtung immer freier zutage treten lässt.

3. *Die Paläozoische Zentralkette*, das eigentliche Rückgrat des Ost-Elburz, zeigt einen unruhigen, nach Norden überliegenden Faltenbau und ist über das Miozänbecken, bzw. über dessen nach Norden überstülpten mesozoischen Südrand überschoben. Die Innentektonik dieser Kette ist durch lokale Überschiebungen, Kleinfältelung usw. äusserst kompliziert und im übrigen auch noch wenig bekannt, so dass unsere Profile nur recht schematisch die generellen Züge illustrieren. Sicher ist indessen, dass sich die jüngeren, oberkarbonisch-permischen Gesteine auf eine nördliche, die älteren, devonisch-unterkarbonischen auf eine südliche Zone verteilen, und dass bei dem allgemein vorherrschenden Südfallen deshalb vielfach überkippte Lagerung der Schichten und Falten angenommen werden muss.

4. *Die komplexen südlichen Ketten* zeigen einen nicht minder intensiven, engen Faltenbau, der zudem von einem System von Längsbrüchen und steilen Aufschiebungen überlagert ist. Die Falten sind im allgemeinen steil bis leicht nach Norden überkippt, doch finden sich auch nach Süden überliegende Falten, z. B. im Rücken der Paläozoischen Zentralkette südlich von Namakeh (Fig. 2, Profil D). Auffallend ist die besonders intensive Durchfaltung der plastischeren Schichtkomplexe wie der Liasschiefer und eozänen Mergel, die auf Quetschung und Gleitbewegungen innerhalb eng gepresster Synklinalen des steiferen Untergrundes deutet.

Überblicken wir das Querprofil des Ost-Elburz als Ganzes, so springen zwei Grundzüge besonders deutlich ins Auge: die durchgehende Nordbewegung und die Asymmetrie des Gebirges. Die Nordbewegung offenbart sich besonders deutlich in der Überschiebung der Zentralkette. Sie hält bis an den Südrand des Gebirges an, ist doch selbst das südlichste Paläozoikum bei Damghan noch nordwärts steil auf Eozän aufgeschoben. Hierin unterscheidet sich der Ost-Elburz vom zentralen und westlichen Abschnitt des Gebirges, wo Südbewegung am Südrand unverkennbar ist. An der allgemeinen Nordbewegung ändern auch die nach Süden überliegenden Falten im Rücken der Zentralkette und die Falten im Miozänbecken mit ihren durchwegs steileren Südflanken nichts; sie fügen sich als nach Süden gerichtete Staufalten zwanglos ins Bild eines allgemeinen Nordschubes. Von eigentlichen Deckenschüben im alpinen Sinne ist allerdings nichts zu sehen. In der Nordflanke nimmt die Faltung an Intensität rasch ab und klingt gegen das kaspische Vorland hin fast völlig aus. Ganz anders am Südrand des Gebirges: hier ist von einem Ausklingen der Faltung gegen die Damghaner Ebene hin keine Rede. Man hat im Gegenteil den Eindruck, dass sich in den Damghaner Randketten mit ihren von Brüchen zerhackten engen Falten, der Aufschiebung des südlichsten

Paläozoikums und mit den beginnenden tertiären In- und Extrusionen die Intensität der Durchbewegung noch verstärkt.

Im Streichen des Gebirges fällt vor allem die Konvergenz der Ketten im Damghaner Sektor auf. Die südlichen Ketten des Siyahkuh und Sefidkuh weichen westwärts viel schärfer nach Süden zurück als die nördlichen Ketten. Zugleich tauchen aber gegen Semnan zu noch eine Reihe südlicherer Elemente aus den Alluvionen auf, derart, dass die westliche Fortsetzung der Damghaner Randketten im Semnaner Sektor bereits tief ins Innere des Gebirges zu liegen kommt. Wir müssen also annehmen, dass bei Damghan ein südlicherer Teil des Elburz unter den gewaltigen Schwemmfächern verborgen liegt, und von einem Südrand des Elburz kann mindestens bei Damghan nur im morphologischen Sinne gesprochen werden.

DER ELBURZ IM GESAMTBAU IRANS

Wo aber liegt dann der eigentliche Südrand des Elburz? Würden wir unser Querprofil dem Meridian von Damghan folgend nach Süden verlängern, so stiessen wir vorerst, jenseits der Damghaner Ebene, auf die Berge von Virab–Yazdanabad mit ihrer stark verfalteten, noch durchaus dem Elburz vergleichbaren, wenn auch vollständigeren und von tertiären und älteren Intrusionen durchsetzten Schichtfolge. Gleich südlich daran schliessen sich die prä-kretazischen metamorphen Serien von Chah-Shirin–Torud, begleitet von mächtigen tertiären Extrusionen und kräftig durchbewegten pyroklastischen Schichtkomplexen. Südlich davon betreten wir den weiten Raum des grossen Kewirs, der zentraliranischen Salzwüste, die sich durch ihre ganze Breite als ein zwar vollständig eingeebnetes, aber intensivst durchfaltetes Tertiärbecken erwiesen hat. Jenseits der Salzwüste gelangen wir in die imposanten Kreidemassive zwischen Jandaq und Yazd mit ihrer grösstenteils metamorphen jurassischen Unterlage. In diesem Raum hat E. BAIER (1938) als erster die alte Auffassung von einem «zentraliranischen Zwischengebirge» widerlegt. Vielmehr hat hier, wie A. GANSSER (1955) sagt, die im Elburz nur schwach ange deutete oberjurassisch-unterkretazische Orogenese ihre stärkste Auswirkung erlebt und selbst die spätere alpine Faltung des Elburz an Intensität noch übertroffen; doch hat auch die tertiäre Faltung markante Spuren hinterlassen. Südlich von Yazd aber gelangen wir bereits in den Bereich des südiranischen Kettensystems, und erst an dessen Südfuss am Persischen Golf begegnen wir einem allmählichen Ausklingen der Faltung, das jenem am Nordfuss des Elburz vergleichbar ist.

Der von uns betrachtete Abschnitt des Elburz zeigt besonders deutlich, dass dieses Gebirge nur im morphologischen Sinne einen selbständigen Charakter hat. Die faziellen Verwandtschaften des Elburz mit dem zentraliranischen Raum und sein tektonisches Profil kennzeichnen ihn als ein System von Randketten eines weit gewaltigeren, das gesamte iranische Hochland umfassenden Orogens.

LITERATUR

- BAIER, E. (1938): *Ein Beitrag zum Thema Zwischengebirge*. Zentr. mineral.-geol. Abt. 11.
 BAILEY, E. B., JONES, R. C. B., ASFIA, S. (1948): *Notes on the Geology of the Elburz Mountains, North-East of Teheran, Iran*. Quart. J. geol. Soc. London, 104, P. 1.
 BOBEK, H. (1937): *Die Rolle der Eiszeit in Nordwestiran*. Ztschr. Gletscherkunde, Berlin, 25.

- FISCHER, E. (1915): *Jura- und Kreideversteinerungen aus Persien*. Beitr. Pal. Geol. Österr.-Ungarns und des Orients, Wien, Bd. 27.
- FURON, R. (1941): *Géologie du Plateau Iranien*. Mém. Mus. Hist. natur. Paris, 7, 2.
- FURRER, M., & SODER, P. (1955): *The Oligo-Miocene Marine Formation in the Qum Region (Central Iran)*. Proc. 4th World Petr. Congr., Sect. 1/A/5.
- GANSSEER, A. (1955): *New aspects of the Geology in Central Iran*. Proc. 4th World Petr. Congr., Sect. 1/A/5.
- RIVIÈRE, A. (1934): *Contribution à l'étude géologique de l'Elbourz (Perse)*. Rev. Géogr. Phys. et Géol., Paris, 7.
- STAHL, A. F. (1897): *Geognostische Beschreibung von Nord- und Zentral-Persien*. Petermanns Mitt., Ergänzungsheft 122.
- (1911): *Persien*. Handb. der Reg. Geol., Heidelberg, Bd. 5.
- VIQUESNEL, A. (1850): *Notes sur les collections et les voyages de M. HOMMAIRE DE HELL en Perse*. Bull. Soc. géol. France, 7.
-