

Die Verbreitung des Tertiärs und das Auftreten heißer Quellen in der Umgebung von Abegarm/Zefreh (Provinz Isfahan, Iran)

The distribution of the Tertiary and the Occurrence of Hot Springs in the Vicinity of Abegarm/Zefreh (Province Isfahan, Iran)

M. R. CHAHIDA¹⁾

1. Einleitung

Die mittel-eozänen Nummulitenkalke und die oberoligozäne bis untermiozäne Qum Formation im Zentraliranischen Becken waren in letzter Zeit Gegenstand geologischer und paläontologischer Untersuchungen (F. BOZORGNIA & A. KALANTARI, 1965; F. BOZORGNIA, 1966; F. BOZORGNIA & S. BANAFI, 1964; M. ZAHEDI, 1976). Eines der am besten aufgeschlossenen, fossilreichen Vorkommen der Qum-Formation liegt westlich des Ortes Abegarm bei Zefreh (Fig. 1). Spezielle

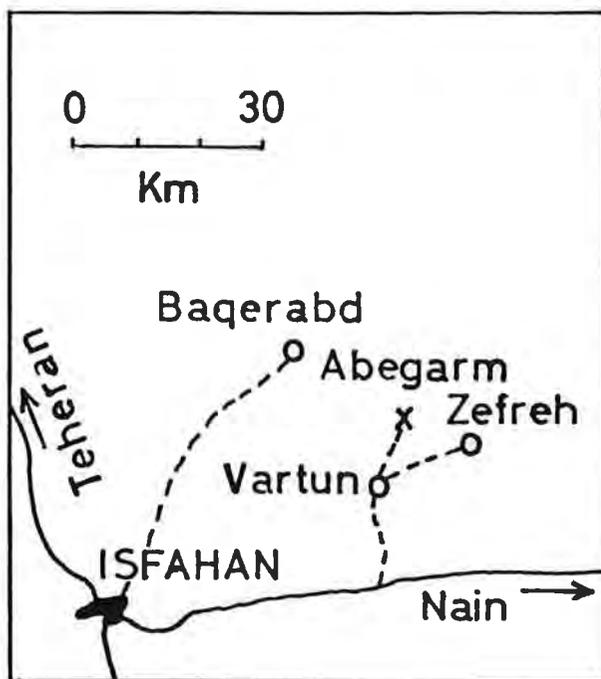


Fig. 1: Lageskizze des Kurortes Abegarm/Zefreh (Provinz Isfahan, Iran).

¹⁾ Dr. M. R. CHAHIDA, University of Shahid Beheshti, Faculty of Geosciences, Geology Department, Eveen, Teheran, Iran Islamic Republic.

Aspekte dieses Gebietes wurden von M.R. CHAHIDA & A. PAPP (1977), M. R. CHAHIDA et al. (1977) und M. R. CHAHIDA (1978) behandelt. Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Verbreitung der tertiären Ablagerungen in Zusammenhang mit dem Auftreten warmer Quellen und von Travertinen in diesem Gebiet. Die Heilwirkung der Quellwässer war bereits im 16. und 17. Jahrhundert bekannt. Mehrere aus diesem Zeitraum stammende Badehäuser mit einer Fläche von ca. 350 m² zeugen von einer intensiven Nutzung.

2. Geologie des Tertiärs in der Umgebung von Abegarm

Das Gebiet von Abegarm/Zefreh liegt rund 50 km von Isfahan und etwa 10 km nördlich des Dorfes Vartum (Fig. 1). Paläozoische und mesozoische Gesteine des Grundgebirges treten in den Höhenzügen auf, während die tertiären und quartären Gesteine, einschließlich der Travertine in den Tälern aufgeschlossen sind (stratigraphische Zuordnung siehe Tab. 1).

Tab. 1: Koordinierung des Tertiärs in Qum und Abegarm/Zefreh Becken.

	QUM (DOVY 1965; GANSSER 1955, 1957; FURRER & SODER 1955)	ABEGARM/ZEFREH (CHAHIDA et al., 1977, 1978)
Quartär	Kavir & Dasht-Sedimente, Konglomerate	Abtragung und Dasht-Sedimente, Travertine
Pliozän	Konglomerate ~~~~~	Schichtlücke (?)
Miozän	Upper-Red-Formation	~~~~~ Qum-Formation
Oligozän	Qum-Formation Lower-Red-Formation ~~~~~	Rote Konglomerate und Sandsteine ~~~~~
Eozän	Vulkanite und marine Kalksteine	Vulkanite und marine Kalksteine
Paleozän		

Als wesentliches strukturelles Element tritt die Zefreh Hauptstörung auf, welche eoazäne Extrusivgesteine und Tuffe gegen Westen begrenzt (Fig. 2).

Nordwestlich von Abegarm beginnt die diskordant über dem paläozoisch-mesozoischen Grundgebirge lagernde oligo-miozäne Folge mit roten Konglomeraten und Sandsteinen, die von fossilreichen, hellgrauen bis weißen, teilweise detritischen Kalken überlagert werden. Die Kalke bilden eine Antiklinale, im Kern treten die Konglomerate und Sandsteine auf.

Die Westflanke der Antiklinale besteht aus einer 123 m mächtigen Folge von hellbraunen bis hellgrauen Kalken und verfestigten mergeligen, fossilreichen Kalken.

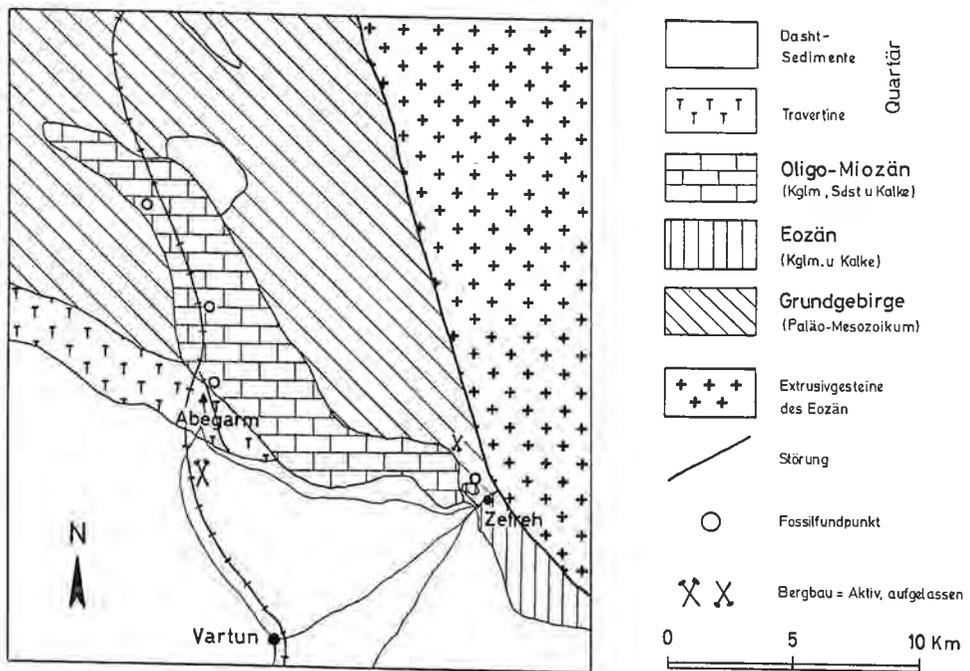


Fig. 2: Geologische Kartenskizze des Gebietes Abegarm/Zefreh.

Das generelle Schichteinfallen ist WSW mit einer Neigung von 25° . Im Süden tauchen die oligo-miozänen Schichten allmählich mit flacher werdender Lagerung unter die Quartärsedimente ein. An der Nordostflanke herrscht steileres Schichtfallen (um 55°). Die oligo-miozänen Schichten tauchen erst wieder in einer Entfernung von 4,5 bis 5 km am Rand einer flachen Ebene (Dash) aus der quartären Sedimentbedeckung auf. In diesem Bereich fallen die Kalke generell nach Westen ein.

Bis zum Kurort Abegarm bilden die Konglomeratgesteine Hügel und niedrige Bergrücken mit genereller NW-SE-Erstreckung, welche von NE-SW-laufenden trockenen Rinnen durchzogen werden.

In der unmittelbaren Nähe des Kurhauses liegt die oligo-miozäne Karbonatfolge in Form von detritischen Kalkbänken und schlecht verfestigten, fossilreichen mergeligen Kalken vor. Sie werden in der Nähe des Kurhauses in einem Bereich von ca. 1000 m² von Kalksinter überlagert. Diese Ablagerungen erreichen eine Mächtigkeit von 25 m und bilden steile Wände. Sie liegen nicht direkt auf den marinen Kalken, sondern auf einem dazwischengeschalteten, ca. 5 m mächtigen Konglomeratband, dessen Geröllbestand aus sehr schlecht gerundeten marinen Kalken besteht.

Die Travertine zeigen vielfach eine rötliche Färbung. Sie besitzen zahlreiche Hohlräume unterschiedlicher Größe, die teilweise mit Hämatit gefüllt sind. Eine Häufung dieser Hohlräume zeigt sich an einer NNW-SSE-streichenden Störung östlich des Kurhauses. Der größte Hohlraum hat eine Höhe von 2,5 m, eine Breite von 2-3 m und eine Länge von 10 m. Nach der großen Öffnung verengt er sich rasch und ist im Inneren mit Hämatit gefüllt.

Als mögliche Ursache für die Entstehung des Hämatits ist der Kontakt von aus der Tiefe aufsteigenden Mineralwässern mit Luftsauerstoff anzunehmen, wobei das in den

Wässern gelöste Eisen in Form von Limonit ausgefällt wurde. Ein rezentes Andauern dieses Vorganges ist wahrscheinlich, da die heute austretenden Mineralwässer nur geringe Mengen an gelöstem Eisen enthalten. Der Limonit wurde postsedimentär, besonders in Trockenzeiten, zu Hämatit oxidiert.

Die heißen Quellen von Abegarm treten durch die Travertine zutage. Es gibt verschiedene Quellaustritte mit unterschiedlichen Schüttungen im Kurhaus und seiner Umgebung (Fig. 3, Tab. 2).

Tab. 2: Quellen, Schüttung und Temperatur.

Quelle/Name	Schüttung l/s	Temperatur ° C
1. Morad Quelle	1,5-2	40
2. Tchahar Hose Quelle	0,7-1,5	27
3. Hose Katchali Quelle	0,5-0,7	22
4. Immam-Reza Quelle	3-4	43

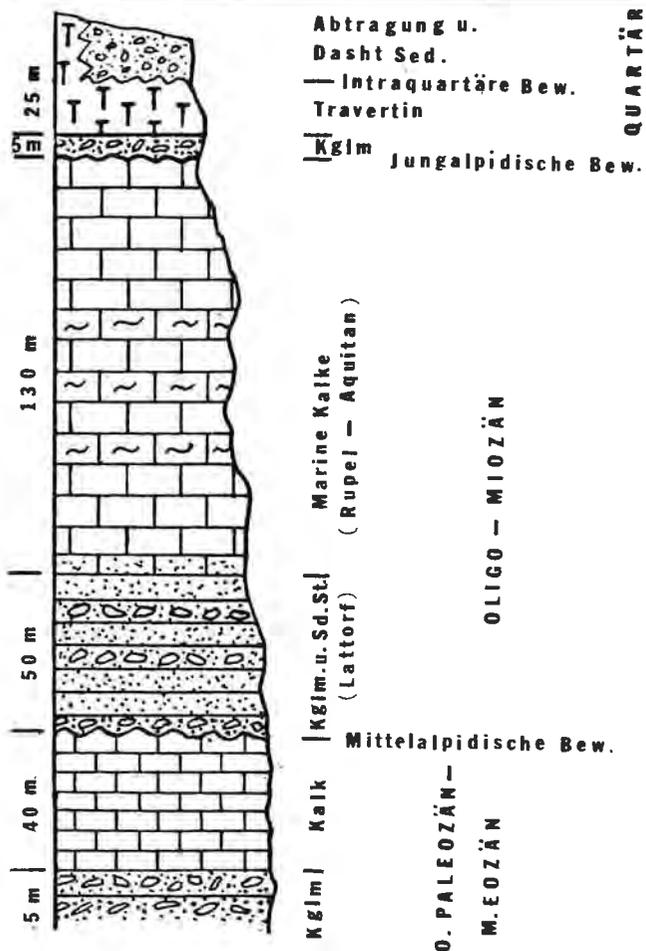


Fig. 3: Säulenprofil der känozoischen Schichten in der Umgebung von Abegarm und Zefreh im Zentral-Iran.

Wie weit die Sinterablagerungen verbreitet sind, zeigen kleine Steinbrüche etwa 3 km südlich von Abegarm, hier werden sie von jungquartären Sedimenten bedeckt. Bis 3 km östlich ist die Bedeckung der oligo-miozänen Schichten durch die Travertine nachzuweisen.

3. Die Lage der Quellen und der Chemismus der Wässer

Im Ort Abegarm treten die Thermalquellen auf einer Fläche von ca. 1.500 m² an die Oberfläche. Drei der vier Quellen, die Hose Morad Quelle, die Tchahar Hos Quelle und die Hose Katchali Quelle liegen eng benachbart innerhalb des Kurhauses. Die vierte, die sogenannten Immam Reza Quelle, tritt außerhalb des Kurgebäudes etwa 100 m östlich der Hose Katchali aus (Fig. 4).

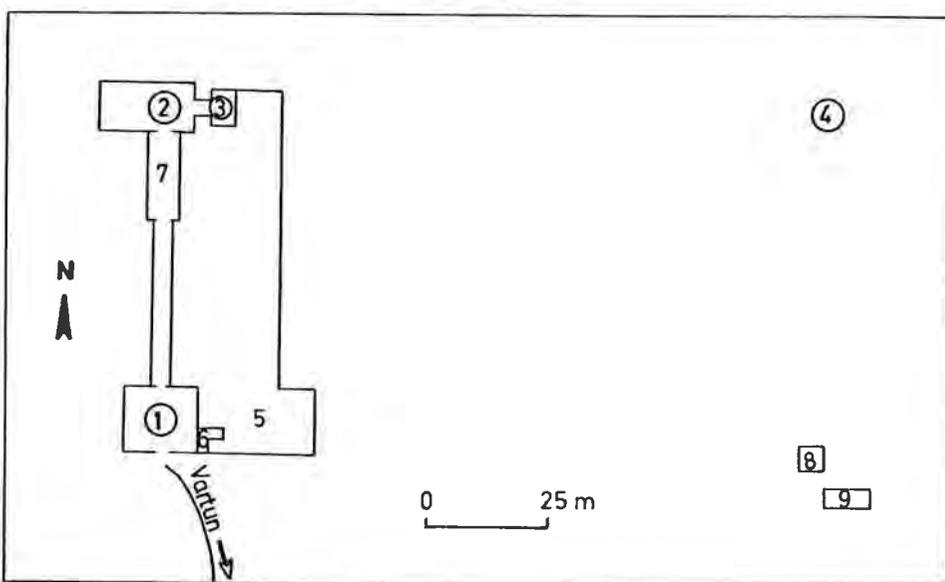


Fig. 4: Kartenskizze der heißen Quellen von Abegarm und des alten Kurhauses (1 = Hose-Morad Quelle; 2 = Tchahar-Hos Quelle; 3 = Hose Katchali Quelle; 4 = Immam-Reza Quelle; 5 = Hof und Garten; 6 = Kammern; 7 = Gänge; 8 = Immanzadeh Toghan-Tork Tempel; 9 = Siedlung Abegarm).

Die vier Quellen des Bades wurden 1977 und 1978 hydrochemisch untersucht und die Schüttung und Temperatur gemessen (Tab. 2). Es besteht eine eindeutige Beziehung zwischen der Höhe der Temperatur und der Schüttung der Quellen. Die chemischen Analysen der Quellwässer (Tab. 3) zeigen Unterschiede der Quellwässer

Tab. 3: Chemische Analysen der Quellwässer von Abegarm.

	Morad Quelle	Tchahar Hos Q.	Hose Katchali Q.	Immam-Reza Q.
Cl ⁻	667,4 mg/l	738,4 mg/l	746,9 mg/l	667,2 mg/l
SO ₄ ²⁻	44,8 mg/l	25,6 mg/l	22,4 mg/l	32 mg/l
pH	6,31	7,02	7,05	6,44
Abdampfdruckstand	4040 mg/l	4200 mg/l	3966 mg/l	3820 mg/l

in einigen Parametern. Eine klare Differenzierung besteht im pH-Wert, im Cl- und SO₄-Gehalt zwischen den Quellen mit höherer Temperatur (Hose Morad und Immam Reza Quelle) und jenen mit niedrigeren Temperaturen (Tchahar Hos und Hose Katchali Quelle). Die Unterschiede zeigen allerdings keinen Trend, der mit jenem von Temperatur und Schüttung vergleichbar wäre.

Generell geben die Unterschiede in der Schüttung, der Temperatur und der Chemie der Quellen Hinweise auf den Ursprung der Quellen. Die Austritte der Quellen liegen an Störungen, die sich an der Oberfläche beobachten lassen. Die erhöhte Temperatur weist darauf hin, daß das Wasser aus größeren Tiefen aufsteigt. Die starke Schüttung bedeutet, daß der Durchfluß des Wassers im Bereich der Störungszone wenig behindert ist. Durch die kürzere Aufstiegszeit der rasch fließenden starken Quellen erfolgt eine geringere Abkühlung als bei den schwach schüttenden Quellen. Die Konzentration der chemischen Bestandteile wird von der unterschiedlichen Abkühlung offensichtlich nur wenig betroffen.

4. Historische Hinweise

Zur Zeit der Safaniden Dynastie (16. und 17. Jahrhundert) wurden viele öffentliche Gebäude für die Nutzung durch die Allgemeinheit errichtet. In dieser Zeit hat besonders Schaikh Bahai als Minister und höchster wissenschaftlicher Berater des Herrschers Sha-Abbas des Großen einen wesentlichen Beitrag zum Aufbau des Landes und der Provinz Isfahan und der damaligen Residenzstadt Isfahan geleistet. Er war nicht nur als berühmter Architekt und Naturwissenschaftler bekannt sondern hatte für seine Zeit auch hervorragende Kenntnisse in der Physik, der Chemie und den Erdwissenschaften. Er kannte die Wege zur Benutzung von natürlichen Energiequellen, wie z.B. die Verwendung von Erdgas zur Erwärmung des Schaikh Bahai Bades in Isfahan (H. BASSIR, 1976).

Die Errichtung des Badegebäudes bei Abegarm wird ihm zugeschrieben. Der Gebäudekomplex bedeckt eine Fläche von ca. 350 m². Er besteht aus zwei relativ großen Hallen und einer kleineren mit schmalen Verbindungsgängen. Die drei Hallen, die als Hose Morad, Tchahar Hos und Hose Katchali bezeichnet werden, haben ein Baufläche von ca. 220 m². Die übrigen 130 m² werden von Gängen eingenommen, welche die Hallen miteinander verbinden (Fig. 4, 5 und 6).

Der gesamte Baukomplex befindet sich heute in einem sehr schlechten Zustand. Abgesehen von der Hose Morad Halle ist der Rest zu 80 % verfallen. Die Quellsfassungen wurden seinerzeit direkt auf dem Quellaustritt errichtet. Die drei im Kurhaus befindlichen Wasserbecken sind aus Kalkstein (Fig. 5, 6).

Die Immam Reza Quelle trat nach Auskunft der Einwohner von Abegarm vor 60 Jahren als Folge eines Erdbebens erstmals aus. Dies zeigt deutlich die Zusammenhänge der Quellaustritte mit der Tektonik.



Fig. 5: Hose Morad Halle (Außensicht).



Fig. 6: Hose Morad Becken (innen).

Zusammenfassung

Die Tertiärschichten in der Umgebung von Abegarm und Zefreh im Zentral-Iran liegen in kalkiger und klastischer Fazies vor und sind stratigraphisch dem mittleren bis oberen Eozän bis Miozän zuzuordnen. Die Schichtlücken zwischen dem Eozän und Oligozän und über dem Miozän deuten auf eine Verbindung mit dem Zentralvulkanischen Gürtel und der Zagros-Hauptüberschiebung hin, die ebenfalls mittel- und jungpaläidische Bewegungs- und Aktivitätsphasen erfuhren.

Die Thermalwässer steigen an Störungen auf, die diagonal zur Zefreh-Hauptstörung verlaufen. Schüttung und Temperatur der Quellen stehen im direkten Zusammenhang. Die Quellen waren während des Quartärs über längere Zeiträume aktiv und lagerten mächtige Travertine ab, die größere Mengen an Hämatit enthalten. Die Travertine sind von Störungen durchzogen und eine neue Quelle trat erst vor wenigen Jahren auf. Beides weist auf zahlreiche intraquartäre Bewegungen und rezente Aktivität hin.

Literatur

- BASSIR, H. (1976): Das Schaikh-Bahai Bad bei Isfahan.- Zschr. für Kunst und Kultur im Bergbau, 28.
- BOZORGNIA, F. (1966): Qum-Formation stratigraphy of the Central Basin of Iran and its intercontinental position.- Bull. Iran Petr. Inst., 24, 69-76, Teheran.
- BOZORGNIA, F. & S.B. BANAFI (1964): Microfacies and Microorganisms.- Nat. Iran. Oil. Comp., 1-22, Teheran.
- BOZORGNIA, F. & A. KALANTARI (1965): Nummulites of parts of Central and East Iran.- Nat. Iran. Oil. Comp., 1-20, Teheran.
- CHAHIDA, M.R. (1978): Das Vorkommen von Alttertiär im Zefreh-Becken (ENE Isfahan).- Mitt. Österr. Geol. Ges., 68 (1975), 1-3, Wien.
- CHAHIDA, M.R. & A. PAPP (1977): Verbreitung von Oberoligozän und Untermiozän im Zentral-Iran und dessen faunistisch-paläogeographische Beziehung zur Paratethys.- N. Jb. Geol. Pal. Mh., 7, 402-406, Stuttgart.
- CHAHIDA, M. R., A. PAPP & F. STEININGER (1977): Fossilien aus der Qum-Formation (Neogener Anteil) von Abegarm-Zefreh bei Isfahan (Zentraliran).- Paläontographica Austriaca, 2, 79-93, Wien.
- FURRER, M.A. & P.A. SÖDER (1955): The oligo-miocene formation in the Qum region (Central Iran).- Proc. IVth World Petrol. Congr., Sect. 1, 267-277.
- GANSSER, A. (1955): New aspects of the geology of central Iran.- Proc. IVth World Petrol. Congr., Sect. 1, 279-300.
- GANSSER, A. (1957): Die geologische Erforschung der Qum Gegend.- Iran. Bull. Ver. Schweiz. Petrol.-Geol. u. Ing., 23/65, 1-16.
- ZAHEDI, M. (1976): Explanatory text of the Esfahan Quadrangle Map 1 : 250 000.- Geol. Surv. Iran, Geol. Quadrangle F8, 1-49, Teheran.

Summary

The geological and biostratigraphic investigations of Tertiary beds near Abegarm and Zefreh (central Iran) demonstrate the presence of Upper Paleocene to Middle Eocene beds and Oligocene to Miocene strata facies. The two major breaks in the stratigraphic record occur between Eocene and Oligocene beds and above Miocene strata. This indicates a structural connection of this area with the Central Volcanic Belt and with the Zagros Thrust Fault, which experienced activity and deformation during these intervals.

The hot waters ascend on faults which are arranged diagonally to the the Mian Zefreh Fault. Yield and temperature of the springs are directly related to each other. The springs which must have been active during the last part of the Quaternary have deposited extensive travertine beds which contain hematite masses. The travertines are faulted and recent changes in the position of the springs indicate that the Quaternary movements are still going on.

Dank

Der Verfasser erlaubt sich, den Herren Univ. Prof. Dr. A. PAPP und Univ. Prof. Dr. H. ZAPFE (Universität Wien), Herrn Dr. H.W. PFEFFERKORN (University of Pennsylvania) und den Herren Univ. Prof. Dr. HONARFAR und Dr. M. SADEGHI (Universität Isfahan) seinen besonderen Dank für ihre Diskussionsbereitschaft über die hier behandelten Fragen und Probleme auszusprechen.